



PROVINCIA  
DI VENEZIA



2020  
AZIONI PER L'AMBIENTE

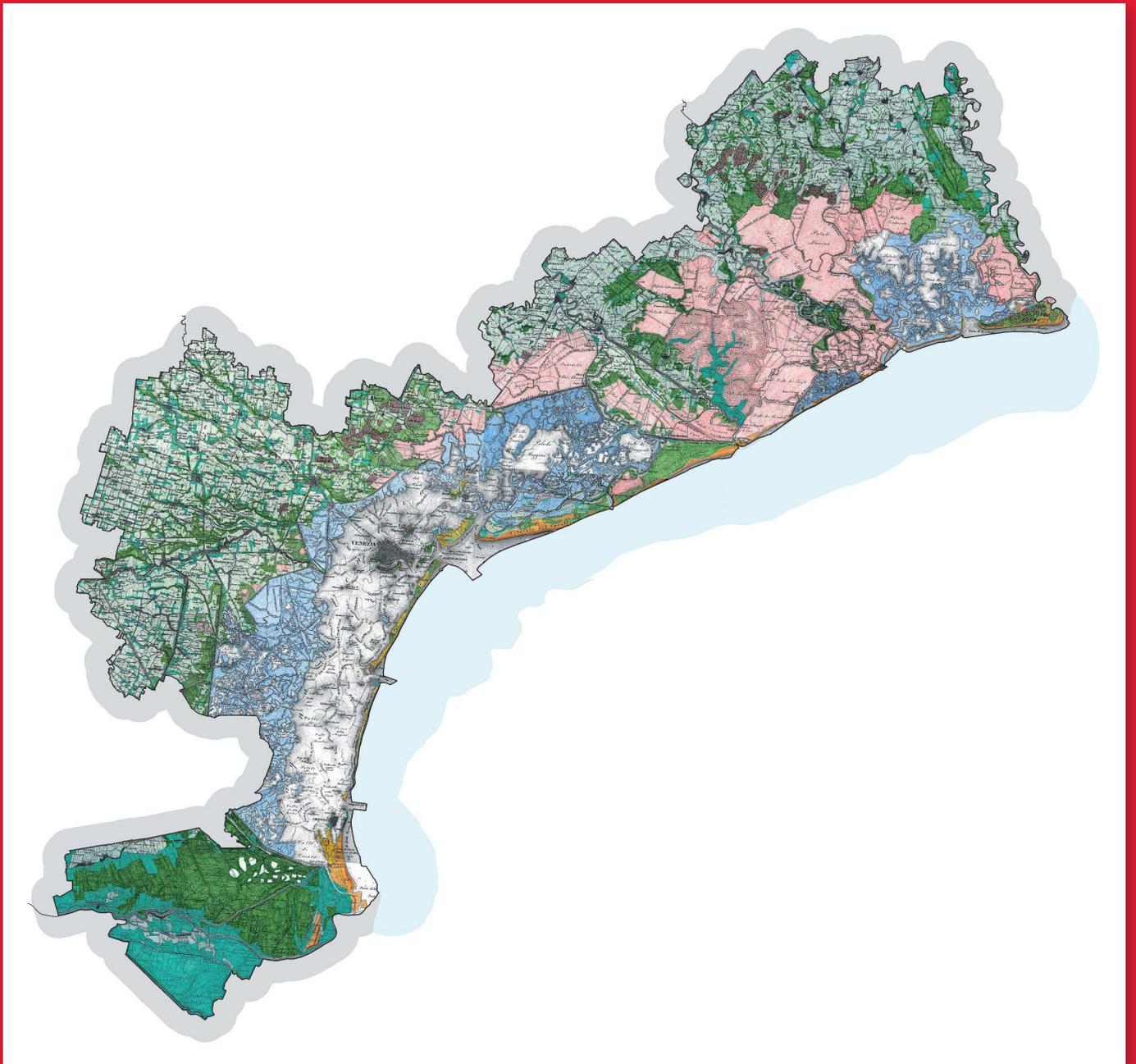
Con il patrocinio del



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

# ATLANTE GEOLOGICO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA

## NOTE ILLUSTRATIVE



2011

*Considerate la vostra semenza:  
fatti non foste a viver come bruti  
ma per seguir virtute e canoscenza.*

Dante, La Divina Commedia,  
Inferno, XXVI (vv. 118-120)

**ENTI ADERENTI A PROTOCOLLI D'INTESA, DI COLLABORAZIONE E SCAMBIO DATI  
CON LA PROVINCIA DI VENEZIA PER LA REALIZZAZIONE DI STUDI DELLA  
"COLLANA DEGLI STUDI GEOLOGICI E DI DIFESA DEL SUOLO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA"  
CONFLUITI NELL'ATLANTE GEOLOGICO**



Ministero dell'Interno - Prefettura  
Ufficio Territoriale del Governo  
Venezia



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Magistrato alle Acque  
per la Laguna di Venezia



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI

Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto  
Archivio di Stato di Venezia



Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco  
Comando Provinciale Venezia



Ministero dell'Economia e delle Finanze  
Guardia di Finanza di Venezia



REGIONE DEL VENETO



Unione Regionale  
delle Province del Veneto



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Scienze Marine Venezia



Università  
Ca'Foscari  
Venezia



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E  
TECNOLOGIE AGROAMBIENTALI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE



Autorità di Bacino  
DEI Fiumi ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE



Autorità di bacino  
del fiume Adige



VENETO AGRICOLTURA  
Associazione Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare



UNIONE VENETA BONIFICHE



CONSORZIO DI BONIFICA  
Bacchiglione



CONSORZIO DI BONIFICA  
DELTA PO ADIGE



Consorzio di Bonifica  
Veneto Orientale



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale  
LAGUNA DI VENEZIA



Civiltà dell'Acqua  
CENTRO INTERNAZIONALE



CONSORZIO VENEZIA NUOVA



CONSORZIO DI BONIFICA  
BRENTA



Provincia di Padova



G.A.L.  
Venezia  
Orientale

**COMUNI:**

Annone Veneto, Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Caorle, Cavallino Treponti, Cavarzere, Ceggia, Chioggia, Cinto Caomaggiore, Cona, Concordia Sagittaria, Dolo, Eraclea, Fiesso d'Artico, Fossalta di Piave, Fossalta di Portogruaro, Fossò, Guaro, Jesolo, Marcon, Martellago, Meolo, Mira, Mirano, Musile di Piave, Noale, Noventa di Piave, Pianiga, Portogruaro, Pramaggiore, Quarto d'Altino, Salzano, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento, Santa Maria di Sala, Santo Stino di Livenza, Scorzè, Spinea, Stra, Teglio Veneto, Venezia, Vigonovo



PROVINCIA DI VENEZIA

Assessore all' Ambiente  
Servizio Geologico, Difesa del Suolo  
e Tutela del Territorio



Con il patrocinio del

MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

# ATLANTE GEOLOGICO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA

## NOTE ILLUSTRATIVE

A CURA DI

Andrea Vitturi

CON LA COLLABORAZIONE DI

Valentina Bassan, Andrea Mazzucato, Sandra Primon,  
Aldino Bondesan, Francesca Ronchese, Pietro Zangheri

AUTORI

Monica Amatucci, Adriano Barbi, Valentina Bassan, Bruna Basso, Annelore Bezzi, Jacopo Boaga, Aldino Bondesan, Francesco Benincasa, Giuseppe Canali, Laura Carbognin, Enrico Conchetto, Andrea de Götzen, Elisa Destro, Eloisa Di Sipio, Chiara Fastelli, Alessandro Fontana, Giorgio Fontolan, Paola Furlanetto, Antonio Galgaro, Massimo Gattolin, Vittorio Illiceto, Chiara Levorato, Lucia Lovison Golob, Andrea Mazzucato, Mirco Meneghel, Marco Monai, Paolo Mozzi, Simone Pillon, Sandra Primon, Roberta Racca, Francesca Ragazzi, Francesco Rech, Francesca Ronchese, Andrea Rosina, Roberto Rosselli, Tazio Strozzi, Pietro Teatini, Luigi Tosi, Gilmo Vianello, Andrea Vitturi, Paola Zamarchi, Pietro Zangheri, Giovanni Maria Zuppi

CONTRIBUTI

Tiziano Abbà, Marina Aurighi, Vincenzo Bixio, Annamaria Correggiari, Andrea Crestani, Andrea Defina, Paolo Fabbri, Francesco Ferrarese, Federica Fogliani, Gabriele Formentini, Andrea Gallerani, Giuseppe Gasparetto Stori, Pier Francesco Ghetti, Paolo Giandon, Giuseppe Gisotti, Enrico Marconato, Andrea Ninfo, Roberto Piazza, Andrea Pilli, Tiziano Pinato, Alessandro Remia, Tania Rossetto, Antonio Rusconi, Patrizia Salvaterra, Michele Zanetti, Franco Zardini

PREFAZIONI

Francesca Zaccariotto, Paolo Dalla Vecchia, Bernardo De Bernardinis, Luigi Malnati, Luigi Fozzati, Gian Vito Graziano, Paolo Spagna, Giuseppe Gisotti, Andrea Vitturi

CONCLUSIONI

Giuseppe Goisis

## PROVINCIA DI VENEZIA

PRESIDENTE

Francesca Zaccariotto

ASSESSORE ALLA DIFESA DEL SUOLO E TUTELA DEL TERRITORIO

Paolo Dalla Vecchia

DIRIGENTE DEL SERVIZIO DIFESA DEL SUOLO E TUTELA DEL TERRITORIO

Massimo Gattolin

RESPONSABILE DEL SERVIZIO GEOLOGICO PROVINCIALE

Valentina Bassan

*Responsabile del progetto "Atlante geologico della provincia di Venezia":* Andrea Vitturi\*

*Coordinamento del progetto:* Valentina Bassan

*Credits:* Ufficio Stampa e Comunicazione

*Stampa del volume dell'Atlante geologico:*

Arti Grafiche Venete S.r.l.

via T. Abbate, 38 - 30020 Quarto d'Altino (VE)

tel. +39 0422 780616 - fax +0039 0422 780700

info@artigrafichevenete.com

*Stampa delle cartografie dell'Atlante geologico:*

Grafiche Erredici S.r.l.

Via della Provvidenza, 147 - 35030 Rubano Sarmeola (PD)

tel. +39 049 8977010 - fax +39 049 635962

info@graficheerredici.com

\* Geologo in Padova; già dirigente del Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo della Provincia di Venezia.

© PROVINCIA DI VENEZIA 2011

ISBN: 978-88-907207-0-3

# INDICE

## Prefazioni:

Francesca Zaccariotto - <i>Presidente della Provincia di Venezia</i> . . . . .	15
Paolo Dalla Vecchia - <i>Assessore provinciale alla Difesa del Suolo e Tutela del Territorio</i> . . . . .	17
Bernardo De Bernardinis - <i>Presidente dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)</i> . . . . .	19
Luigi Malnati - <i>Direttore Generale per le Antichità del Ministero per i Beni e le Attività Culturali</i> e Luigi Fozzati - <i>Soprintendente per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia; già Direttore del Nucleo Nausicaa della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto</i> . . . . .	21
Gian Vito Graziano - <i>Presidente del Consiglio Nazionale Geologi</i> e Paolo Spagna - <i>Presidente dell'Ordine dei Geologi del Veneto</i> . . . . .	23
Giuseppe Gisotti - <i>Presidente della Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA)</i> . . . . .	25
Andrea Vitturi - <i>Curatore dell'Atlante geologico</i> . . . . .	27
RINGRAZIAMENTI (A. Vitturi) . . . . .	29

## PERCHÉ L'ATLANTE GEOLOGICO? E PER CHI? L'EVOLUZIONE DI UN PROGETTO (A. Vitturi)

Perché l'Atlante geologico? . . . . .	31
Potenziali destinatari del GeoAtlante . . . . .	31
La collana degli studi geologici e di difesa del suolo della Provincia di Venezia . . . . .	31
I principali altri progetti . . . . .	42
SCHEDA: PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE (PTP) - PREMessa GENERALE AL "SISTEMA AMBIENTALE" (A. Vitturi) . . . . .	45
SCHEDA: IL PIANO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOLOGICO NEL VENETO (A. Vitturi) . . . . .	51
Collaborazioni . . . . .	52
L'Atlante geologico . . . . .	52
Considerazioni finali . . . . .	63
SCHEDA: SUPERFICIE E POPOLAZIONE DEL TERRITORIO PROVINCIALE . . . . .	64

1. <b>MICRORILIEVO</b> (M. Amatucci e A. Rosina) . . . . .	67
1.1. Introduzione. . . . .	67
1.2. Altimetria . . . . .	67
1.3. Metodologia di lavoro per la costruzione del microrilievo su carta . . . . .	68
1.4. Inquadramento geografico del territorio . . . . .	69
1.5. Realizzazione della carta del microrilievo e della carta delle fasce altimetriche . . . . .	69
1.6. Analisi dei dati elaborati . . . . .	70
1.7. I profili topografici . . . . .	71
1.8. Metodologia di lavoro per la creazione del profilo topografico su carta . . . . .	72
1.9. Realizzazione dei profili topografici . . . . .	72
1.10. Analisi morfologica dei profili topografici . . . . .	72
1.10.1. <i>Traccia 1: San Gaetano</i> . . . . .	72
1.10.2. <i>Traccia 2: Sista Bassa</i> . . . . .	73
1.10.3. <i>Traccia 3: Mira</i> . . . . .	73
1.10.4. <i>Traccia 4: Mestre</i> . . . . .	74

1.10.5.	<i>Traccia 5: San Michele al Tagliamento</i>	74
1.10.6.	<i>Traccia 6: San Donà di Piave</i>	75
1.10.7.	<i>Traccia 7: Torre di Mosto</i>	75
1.10.8.	<i>Traccia 8: Caposile</i>	75
1.11.	Conclusioni	76
SCHEDA:	IL RILIEVO LiDAR DELL'ATO LAGUNA DI VENEZIA ( <i>E. Conchetto</i> )	77
<b>2.</b>	<b>PROFILO STORICO</b> ( <i>P. Furlanetto</i> )	<b>79</b>
2.1.	Premessa	79
2.2.	Preistoria e protostoria	81
2.2.1.	<i>Il Mesolitico (IX - IV millennio a.C.)</i>	81
2.2.2.	<i>Il Neolitico e l'Eneolitico (IV - III millennio a.C.)</i>	82
2.2.3.	<i>L'età del Bronzo (III - II millennio a.C.)</i>	84
2.2.4.	<i>L'età del Ferro (IX - II a.C.)</i>	88
SCHEDA:	I PERCORSI DEL BRENTA IN EPOCA ANTICA: UNA PROPOSTA DI LETTURA GEOARCHEOLOGICA ( <i>P. FURLANETTO</i> )	93
2.3.	L'età romana (II a.C. - III d.C.)	105
2.3.1.	<i>Fluvius Silis ex montibus Tarvisanis, oppidum Altinum</i>	110
2.3.2.	<i>Liquentia ex montibus opiterginis et portus eodem nomine</i>	114
2.3.3.	<i>Colonia Concordia, flumina et portus Reatinum, Tiliaventum Maius Minusque</i>	116
2.3.4.	<i>L'agro di Patavium</i>	118
2.3.5.	<i>L'agro di Adria</i>	118
2.3.6.	<i>La rete viaria</i>	120
2.4.	L'età tardo romana (IV - VI secolo d.C.)	123
2.5.	La situazione idrografica del territorio provinciale di Venezia dall'età tardo antica al XX secolo ( <i>F. Ronchese e A. Vitturi</i> )	125
2.5.1.	<i>L'Alto Medio Evo</i>	125
2.5.2.	<i>Dal XIV al XVIII secolo</i>	125
2.5.3.	<i>XIX e XX secolo</i>	128
<b>3.</b>	<b>GEOARCHEOLOGIA</b> ( <i>P. Furlanetto</i> )	<b>137</b>
3.1.	Il progetto	137
3.2.	Strumenti e metodi	137
3.2.1.	<i>Il metodo</i>	137
3.2.2.	<i>Gli strumenti</i>	140
3.3.	Le fasi della ricerca	140
3.3.1.	<i>L'indagine archeologica</i>	140
3.3.2.	<i>L'indagine geomorfologica</i>	143
3.3.3.	<i>L'indagine topografica</i>	143
3.3.4.	<i>La cartografia storica</i>	145
SCHEDA:	IL "PROGETTO IMAGO" ( <i>P. Furlanetto e A. Bondesan</i> )	146
3.4.	La carta delle unità di paesaggio geoarcheologico	147
3.4.1.	<i>La legenda</i>	150
3.4.2.	<i>Le unità di paesaggio geoarcheologico</i>	150
	Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico	153
	Schede delle unità e sub unità di paesaggio geoarcheologico	175
<b>4.</b>	<b>IDROGRAFIA E BONIFICA IDRAULICA</b> ( <i>C. Fastelli e A. de Götzen</i> )	<b>201</b>
4.1	L'idrografia e il quadro normativo di riferimento	201
4.1.1.	<i>Fiume Tagliamento</i>	202
4.1.2.	<i>Fiume Livenza</i>	203
4.1.3.	<i>Fiume Piave</i>	203
4.1.4.	<i>Fiume Sile</i>	204
4.1.5.	<i>Fiumi Brenta - Bacchiglione e Gorzone</i>	204

4.1.6.	<i>Fiume Adige</i>	206
4.1.7.	<i>Bacini dei fiumi di interesse interregionale</i>	207
4.1.8.	<i>Bacini dei fiumi minori</i>	208
4.2.	Bonifica idraulica	209
4.2.1.	<i>Generalità</i>	209
4.2.2.	<i>Consorzi di bonifica</i>	214
SCHEDA:	COME SI PUÒ CREARE UNA NUOVA TERRA. JOLANDA DI SAVOIA NELLA GRANDE BONIFICAZIONE FERRARESE ( <i>A. De Götzen</i> )	215
SCHEDA:	TUTELA AMBIENTALE E MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE NELLA BONIFICA VENETA ( <i>V. Bixio</i> )	217
SCHEDA:	GERARCHIA DEI CORSI D'ACQUA DEL TERRITORIO PROVINCIALE VENEZIANO ( <i>M. Zanetti</i> )	218
SCHEDA:	I CONSORZI DI BONIFICA COME ORGANO DI GESTIONE DEL COMPLESSO IDROGRAFICO ( <i>A. Crestani</i> )	221
5.	<b>BANCHE DATI</b> ( <i>A. Mazzuccato, V. Bassan, A. Vitturi, P. Zangheri, F. Benincasa, B. Basso, G. Vianello</i> )	223
5.1.	Introduzione	223
5.2.	Banca dati dei suoli	223
5.3.	Banca dati delle indagini geognostiche	223
5.3.1.	<i>Generalità</i>	223
5.3.2.	<i>Descrizione della stratigrafia e codifica litologica</i>	224
5.3.3.	<i>Prove penetrometriche</i>	226
5.4.	Banca dati idrogeologica	226
SCHEDA:	SISTEMI DI CLASSIFICAZIONE - CLASSIFICAZIONE A.G.I.	228
5.5.	Banca dati "Geoscambio"	230
5.6.	Banca dati geositi	232
5.7.	Banca dati cave e migliorie fondiarie	233
5.8.	Banca dati subsidenza	236
5.9.	Banca dati mareggiate	237
5.9.1.	<i>Struttura del geodatabase</i>	237
6.	<b>SUOLI</b> ( <i>F. Ragazzi e P. Zamarchi</i> )	239
6.1.	Introduzione	239
6.1.1.	<i>Problematiche ambientali nella gestione del suolo</i>	239
6.2.	Metodologia dell'indagine	243
6.2.1.	<i>Studio preliminare</i>	243
6.2.2.	<i>Rilevamento di campagna</i>	244
6.2.3.	<i>Analisi di laboratorio</i>	244
6.2.4.	<i>Elaborazione dati e stesura della cartografia</i>	244
6.2.5.	<i>Archiviazione nella banca dati dei suoli</i>	245
6.2.6.	<i>Armonizzazione e correlazione</i>	247
6.3.	I suoli del territorio provinciale	248
6.3.1.	<i>Formazione dei suoli</i>	248
6.3.2.	<i>Suoli e paesaggio</i>	249
6.4.	La carta dei suoli	254
6.4.1.	<i>Unità cartografiche</i>	254
6.4.2.	<i>Legenda</i>	255
6.4.3.	<i>Unità tipologiche di suolo</i>	257
6.5.	Applicazioni della carta dei suoli	262
6.5.1.	<i>Capacità d'uso dei suoli</i>	262
6.5.2.	<i>Salinità dei suoli</i>	263
6.5.3.	<i>Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque di falda e superficiali</i>	264

6.5.4.	<i>Permeabilità dei suoli</i> . . . . .	266
6.5.5.	<i>Riserva idrica dei suoli</i> . . . . .	266
SCHEDA:	CONTENUTO IN METALLI E METALLOIDI NELLA PROVINCIA DI VENEZIA ( <i>P. Giandon e F. Ragazzi</i> ) . . . . .	268
7.	<b>GEOMORFOLOGIA</b> ( <i>A. Bondesan, A. Fontana, P. Furlanetto, M. Meneghel, P. Mozzi, S. Primon, V. Bassan, R. Rosselli, A. Vitturi</i> ) . . . . .	269
7.1.	Premessa . . . . .	269
7.2.	Tra Tagliamento e Livenza . . . . .	269
7.2.1.	<i>L'assetto geomorfologico dell'area</i> . . . . .	269
7.2.2.	<i>Il Tagliamento attuale</i> . . . . .	269
7.2.3.	<i>Il sistema deltizio del Tagliamento</i> . . . . .	272
7.2.4.	<i>I paleoalvei del Tagliamento tra il corso attuale e il Tiliaventum Maius</i> . . . . .	272
7.2.5.	<i>Il Tiliaventum Maius o Tagliamento d'epoca romana</i> . . . . .	273
7.2.6.	<i>La pianura pleistocenica tra Tiliaventum Maius e Lemene</i> . . . . .	274
7.2.7.	<i>I fiumi Lemene e Reghena e le valli sepolte di Concordia Sagittaria</i> . . . . .	275
7.2.8.	<i>La pianura tra Reghena e Livenza</i> . . . . .	276
7.2.9.	<i>La pianura orientale del Livenza e i rapporti con la laguna di Caorle</i> . . . . .	278
7.3.	Tra Livenza e Piave Vecchia . . . . .	278
7.3.1.	<i>Il Livenza e le sue diramazioni in destra idrografica</i> . . . . .	278
7.3.2.	<i>Il Piave e le sue diramazioni nel Basso Piave.</i> . . . . .	280
7.3.3.	<i>L'idrografia minore</i> . . . . .	281
7.3.4.	<i>Le antiche linee di rive del Piave.</i> . . . . .	281
7.4.	Tra Piave e Sile . . . . .	283
7.4.1.	<i>Gli elementi paleoidrografici tra Piave e Sile</i> . . . . .	283
7.5.	Tra Sile e Naviglio Brenta . . . . .	286
7.5.1.	<i>L'assetto geomorfologico dell'area</i> . . . . .	286
7.5.2.	<i>I dossi fluviali</i> . . . . .	289
7.5.3.	<i>Le aree di interdosso</i> . . . . .	289
7.5.4.	<i>I paleoalvei</i> . . . . .	289
7.5.5.	<i>Le tracce relitte dei canali lagunari</i> . . . . .	290
7.6.	Tra Naviglio Brenta e Bacchiglione . . . . .	290
7.6.1.	<i>L'assetto geomorfologico dell'area</i> . . . . .	290
7.6.2.	<i>I dossi fluviali</i> . . . . .	290
7.6.3.	<i>I ventagli d'esondazione</i> . . . . .	293
7.6.4.	<i>Le aree depresse</i> . . . . .	293
7.6.5.	<i>Le tracce della paleoidrografia</i> . . . . .	294
7.6.6.	<i>Schema cronologico riassuntivo dei percorsi antichi del fiume Brenta</i> . . . . .	295
7.7.	Tra Bacchiglione e Adige . . . . .	296
7.7.1.	<i>La morfologia fluviale</i> . . . . .	296
7.7.2.	<i>La morfologia litorale</i> . . . . .	298
7.8.	La Laguna sud . . . . .	299
7.8.1.	<i>L'assetto geomorfologico dell'area</i> . . . . .	299
7.8.2.	<i>Le antiche linee di costa</i> . . . . .	299
7.8.3.	<i>Le forme e i depositi fluviali del Brenta nel bacino di Chioggia</i> . . . . .	301
7.8.4.	<i>Le forme e i depositi fluviali del Brenta nel bacino di Malamocco</i> . . . . .	302
7.8.5.	<i>Le forme e i depositi fluviali in laguna relativi alle deviazioni artificiali del fiume Brenta dal 1143 ad oggi.</i> . . . . .	303
7.8.6.	<i>La "laguna viva"</i> . . . . .	307
7.8.7.	<i>Il litorale del bacino meridionale</i> . . . . .	307
7.9.	La Laguna centrale . . . . .	308
7.9.1.	<i>Il territorio di San Ilario</i> . . . . .	308
7.9.2.	<i>I fiumi di risorgiva minori: Musone Vecchio, Marzenego, Zero e Dese</i> . . . . .	309
7.9.3.	<i>Il settore di Marghera - Mestre</i> . . . . .	309

7.9.4.	<i>Il settore di Campalto - Tessera</i> . . . . .	310
7.9.5.	<i>Il settore di Venezia</i> . . . . .	310
7.9.6.	<i>Le isole minori</i> . . . . .	311
7.10.	La Laguna nord . . . . .	311
7.10.1.	<i>Il delta del Sile</i> . . . . .	311
7.10.2.	<i>Il delta di marea</i> . . . . .	313
7.10.3.	<i>Il settore delle valli da pesca</i> . . . . .	315
7.10.4.	<i>Il litorale nord-orientale</i> . . . . .	317
7.11.	Le Lagune di Caorle e Bibione . . . . .	318
7.11.1.	<i>L'assetto geomorfologico dell'area</i> . . . . .	318
7.11.2.	<i>La laguna attuale e le aree di bonifica</i> . . . . .	319
7.11.3.	<i>La Valle Grande e la Vallesina di Bibione</i> . . . . .	320
SCHEDA:	RICERCA SULLA PRESENZA DELLA FORESTA PLANIZIALE NELLA PIANURA VENETA ORIENTALE ( <i>M. Zanetti</i> ) . . . . .	322
SCHEDA:	LE UNITÀ DI PAESAGGIO SECONDO L'APPROCCIO GEOMORFOLOGICO ( <i>G. Gisotti</i> ) . . . . .	331
8.	<b>GEOLOGIA</b> ( <i>A. Bondesan, A. Fontana, P. Mozzi, S. Primon, V. Bassan, A. Vitturi</i> ) . . . . .	333
8.1.	Premessa . . . . .	333
8.2.	Evoluzione geologica tardo quaternaria della pianura veneto-friulana ( <i>A. Fontana</i> ) . . . . .	333
8.2.1.	<i>Cenni di geodinamica e origine della pianura veneto-friulana</i> . . . . .	334
8.2.2.	<i>I megafan alluvionali</i> . . . . .	334
8.2.3.	<i>Evoluzione della pianura dal Pleistocene superiore all'Olocene</i> . . . . .	338
8.3.	Le unità geologiche . . . . .	355
SCHEDA:	IL PASSANTE DI MESTRE ( <i>T. Abbà</i> ) . . . . .	357
SCHEDA:	GENESI, STRATIGRAFIA E DISTRIBUZIONE DEL CARANTO ( <i>P. Mozzi</i> ) . . . . .	362
SCHEDA:	LA CITTÀ DI ALTINO, ANTENATA DI VENEZIA ( <i>P. Mozzi, A. Fontana, A. Ninfo, F. Ferrarese</i> ) . . . . .	363
SCHEDA:	LA VIA ANNIA: MARKER STRATIGRAFICO E PALEOGEOGRAFICO ( <i>P. Mozzi e A. Fontana</i> ) . . . . .	364
9.	<b>GEOSITI</b> ( <i>A. Bondesan, C. Levorato</i> ) . . . . .	367
9.1.	Generalità . . . . .	367
9.2.	Raccolta bibliografica sui geositi . . . . .	368
9.3.	Definizione dei canoni di selezione del geosito . . . . .	369
9.4.	Adozione scheda ISPRA . . . . .	369
9.5.	Allestimento della scheda di censimento . . . . .	369
9.6.	Selezione dei geositi . . . . .	370
9.7.	Stesura delle schede di censimento . . . . .	370
SCHEDA:	NOTA ALL'ANTOLOGIA STORICO-ARTISTICO-LETTERARIA ALLEGATA AI GEOSITI ( <i>T. Rossetto</i> ) . . . . .	380
10.	<b>SISMICITÀ</b> ( <i>V. Iliceto, J. Boaga</i> ) . . . . .	385
10.1.	Introduzione . . . . .	385
10.2.	Il rischio sismico . . . . .	385
10.2.1.	<i>Premessa</i> . . . . .	385
10.2.2.	<i>Sismicità storica dell'area veneziana</i> . . . . .	387
10.2.3.	<i>Normativa sismica</i> . . . . .	388
SCHEDA:	MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO ( <i>V. Iliceto e J. Boaga</i> ) . . . . .	390
10.2.4.	<i>Classificazione sismica dell'area veneziana</i> . . . . .	391
SCHEDA:	LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DEI COMUNI IN PROVINCIA DI VENEZIA RICADENTI IN ZONA 3 ( <i>V. Iliceto e J. Boaga</i> ) . . . . .	393

10.3.	Valutazione del rischio sismico a livello di distretto . . . . .	396
10.3.1.	<i>Portogruarese</i> . . . . .	397
10.3.2.	<i>Sandonatese</i> . . . . .	398
10.3.3.	<i>Veneziano</i> . . . . .	398
10.3.4.	<i>Miranese</i> . . . . .	398
10.3.5.	<i>Riviera del Brenta</i> . . . . .	399
10.3.6.	<i>Cavarzerano - Chioggiotto</i> . . . . .	399
10.4.	Considerazioni conclusive . . . . .	399
11.	<b>CLIMATOLOGIA</b> (A. Barbi, M. Monai, R. Racca, F. Rech) . . . . .	401
11.1.	Generalità . . . . .	401
11.2.	Caratteristiche generali del clima veneto e della provincia di Venezia . . . . .	401
11.3.	Analisi dei dati . . . . .	402
11.4.	Precipitazioni . . . . .	402
11.4.1.	<i>Precipitazioni medie annuali e stagionali</i> . . . . .	402
11.4.2.	<i>Precipitazioni di massima intensità e loro frequenza probabile</i> . . . . .	404
11.5.	Temperature . . . . .	410
11.6.	Vento . . . . .	413
11.6.1.	<i>Raffiche di vento</i> . . . . .	414
11.6.2.	<i>Rose dei venti</i> . . . . .	414
SCHEDA:	IL TORNADO DI VENEZIA (11 SETTEMBRE 1970) (A. Vitturi) . . . . .	414
SCHEDA:	ANALISI METEO-CLIMATICA DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO DEL 26 SETTEMBRE 2007 NEL VENEZIANO (A. Barbi, G. Formentini, M. Monai, F. Rech, F. Zardini) . . . . .	422
12.	<b>IDROGEOLOGIA</b> (P. Zangheri) . . . . .	429
12.1.	La risorsa idrica sotterranea in provincia di Venezia - Aspetti generali, metodologie di studio e stato delle conoscenze . . . . .	429
12.1.1.	<i>Lo stato delle conoscenze e gli studi progressi</i> . . . . .	429
12.1.2.	<i>Risorse degli acquiferi confinati "profondi" e degli acquiferi "superficiali"</i> . . . . .	430
SCHEDA:	RISORSE IDRICHE E BILANCIO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITÀ D'AMBITO TERRI- TORIALE OTTIMALE (AATO) "LAGUNA DI VENEZIA" (P. Zangheri) . . . . .	430
12.1.3.	<i>Complessità geologica e variabilità della distribuzione della risorsa idrica</i> . . . . .	431
12.1.4.	<i>Metodologia</i> . . . . .	431
12.2.	Gli acquiferi confinati "profondi" . . . . .	431
12.2.1.	<i>Inquadramento nello schema idrogeologico a livello regionale</i> . . . . .	431
12.2.2.	<i>Qualità e quantità delle acque sotterranee: l'area di risorsa idropotabile</i> . . . . .	433
12.2.3.	<i>Parametri idrogeologici</i> . . . . .	436
12.2.4.	<i>Risorse idriche sotterranee: sintesi delle conoscenze per singole aree</i> . . . . .	438
12.2.5.	<i>Le risorse termali del portogruarese</i> . . . . .	445
12.3.	Gli acquiferi superficiali . . . . .	452
12.3.1.	<i>Gli acquiferi superficiali e le indagini in corso</i> . . . . .	452
12.3.2.	<i>L'area campione di Porto Marghera - Definizione di una metodologia di studio per gli acquiferi superficiali di bassa pianura</i> . . . . .	452
SCHEDA:	IL PROGETTO "INDAGINE IDROGEOLOGICA SULL'AREA DI PORTO MARGHERA" (P. Zangheri) . . . . .	453
SCHEDA:	IL PROGETTO "IDRO" - STUDIO IDROGEOLOGICO DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI E INTERFERENZA CON GLI INTERVENTI ANTROPICI NEL SOTTOSUOLO (P. Fabbri e P. Zangheri) . . . . .	454
SCHEDA:	RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERANEE IN PROVINCIA DI VENEZIA (P. Zangheri e M. Aurighi) . . . . .	462
SCHEDA:	INDAGINE IDROGEOLOGICA SULLA PRIMA FALDA IDRICA SOTTERANEA DEL PORTOGRUARESE (A. Vitturi) . . . . .	465
SCHEDA:	TENDENZE EVOLUTIVE NELLA RICARICA DEGLI ACQUIFERI SOTTERANEI NELL'AREA DI SCORZÉ (E. Conchetto) . . . . .	467

13.	<b>GEOSCAMBIO</b> (A. Galgaro, E. Destro, V. Bassan)	473
13.1.	Introduzione.	473
13.2.	Quadro idrogeologico di riferimento	474
13.2.1.	<i>La banca dati geotermica</i>	474
13.3.	Cartografia tematica	475
13.4.	Temperatura media dell'aria	476
13.5.	Il gradiente geotermico	477
13.6.	Il flusso geotermico	477
13.7.	Carta del potenziale di geoscambio	480
13.7.1.	<i>Aree di salvaguardia (P.T.A.)</i>	480
13.8.	Il gradiente di temperatura e la conducibilità termica	482
13.9.	La carta di sintesi	482
14.	<b>VULNERABILITÀ</b> (P. Zangheri e A. Mazzuccato)	485
14.1.	Premessa	485
14.2.	Metodologia.	485
14.2.1.	<i>Fasi di lavoro</i>	485
14.2.2.	<i>Modello di calcolo per il metodo SINTACS</i>	486
14.3.	Archivi informatizzati su suolo e sottosuolo.	486
14.3.1.	<i>Generalità</i>	486
14.4.	Valutazione delle classi di vulnerabilità tramite la scheda di calcolo SINTACS - Analisi e cartografia dei parametri in ingresso	486
14.4.1.	<i>Soggiacenza della falda</i>	486
14.4.2.	<i>Infiltrazione efficace.</i>	491
14.4.3.	<i>Effetto di autodepurazione del non saturo</i>	494
14.4.4.	<i>Tipologia della copertura</i>	495
14.4.5.	<i>Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero</i>	495
14.4.6.	<i>Conducibilità idraulica (permeabilità) stimata dell'acquifero</i>	497
14.4.7.	<i>Acclività della superficie topografica</i>	501
14.5.	Calcolo dell'indice SINTACS e realizzazione della cartografia di sintesi	501
15.	<b>GEORISORSE</b> (V. Bassan, F. Benincasa, A. Mazzuccato, A. Vitturi, P. Zangheri).	503
15.1.	Le risorse geologiche	503
15.2.	Cave e migliori fondiari	503
15.2.1.	<i>Il contesto geologico</i>	503
15.2.2.	<i>L'influenza dell'attività umana</i>	504
15.2.3.	<i>Cenni normativi</i>	505
15.2.4.	<i>Attività delle Province</i>	505
15.2.5.	<i>L'attività estrattiva in provincia di Venezia</i>	505
15.2.6.	<i>Storia dell'attività estrattiva (cave)</i>	506
15.2.7.	<i>Ubicazione dei siti di estrazione</i>	506
15.2.8.	<i>L'argilla e i laterizi</i>	507
15.2.9.	<i>La ghiaia</i>	507
15.2.10.	<i>La sabbia.</i>	508
15.2.11.	<i>La torba</i>	509
15.3.	Uso delle acque sotterranee	509
15.4.	Utilizzo della risorsa termale	511
15.4.1.	<i>Stato di fatto dell'utilizzo</i>	511
15.4.2.	<i>Prospettive di utilizzo secondo criteri di sostenibilità</i>	511
SCHEDA:	DEPOSITI SABBIOSI MARINI SOMMERSI NELL'ALTO ADRIATICO (A. Correggiari, A. Remia, F. Foglini, A. Gallerani, R. Piazza, T. Pinato)	514
SCHEDA:	STUDI IDROGEOLOGICI E GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA (P. Zangheri)	517

16.	<b>SUBSIDENZA</b> (L. Carbognin, P. Teatini, L. Tosi, T. Strozzi, A. Vitturi, A. Mazzuccato) . . . . .	519
16.1.	Premessa . . . . .	519
16.2.	Introduzione. . . . .	520
16.3.	Scopi e limiti . . . . .	522
16.4.	Dati utilizzati e metodologie di analisi . . . . .	522
16.4.1	<i>Dati disponibili</i> . . . . .	522
16.4.2.	<i>Livellazioni</i> . . . . .	522
16.4.3.	<i>GPS</i> . . . . .	522
16.4.4.	<i>Interferometria SAR</i> . . . . .	523
16.5.	Elaborazioni. . . . .	524
16.5.1.	<i>Omogeneizzazione e calibrazione</i> . . . . .	524
16.5.2.	<i>Interpolazione dei dati</i> . . . . .	525
16.6.	Determinazione delle aree subsidenti . . . . .	526
16.6.1.	<i>Criteri di classificazione</i> . . . . .	526
16.7.	Mappatura . . . . .	526
16.8.	Considerazioni conclusive . . . . .	528
SCHEDA:	EFFETTI DELLA SUBSIDENZA DELLE TORBE NEL TERRITORIO DEL CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE EUGANEO (G. Gasparetto Stori) . . . . .	530
17.	<b>INTRUSIONE SALINA</b> (L. Tosi, E. Di Sipio, L. Carbognin, G.M. Zuppi, A. Galgaro, P. Teatini, V. Bassan. A. Vitturi) . . . . .	531
17.1.	Premessa . . . . .	531
17.2.	Introduzione. . . . .	532
17.3.	Inquadramento descrittivo del processo d'intrusione salina . . . . .	533
17.4.	Metodi d'indagine . . . . .	534
17.4.1.	<i>Area di studio settentrionale</i> . . . . .	535
17.4.2.	<i>Area di studio meridionale</i> . . . . .	536
17.5.	Analisi dell'estensione del processo . . . . .	536
17.5.1.	<i>Sezioni interpretative</i> . . . . .	536
17.5.2.	<i>Settore settentrionale</i> . . . . .	538
17.5.3.	<i>Settore meridionale</i> . . . . .	540
17.5.4.	<i>Area di studio settentrionale</i> . . . . .	542
17.5.5.	<i>Area di studio meridionale</i> . . . . .	543
17.6.	Analisi delle componenti del processo . . . . .	547
17.6.1.	<i>Area di studio settentrionale</i> . . . . .	548
17.6.2.	<i>Area di studio meridionale</i> . . . . .	548
17.7.	Considerazioni conclusive . . . . .	548
17.7.1.	<i>Area di studio settentrionale</i> . . . . .	549
17.7.2.	<i>Area di studio meridionale</i> . . . . .	549
SCHEDA:	INTRUSIONE SALINA E TUTELA DELLA RISORSA IDRICA (V. Bixio) . . . . .	550
SCHEDA:	INTRUSIONE SALINA TRA LIVENZA E PIAVE (A. Pilli) . . . . .	551
SCHEDA:	L'UTILIZZO DI SPECIE ITTICHE BENTONICHE COME BIOINDICATORI DELL'INTRUSIONE DEL CUNEO SALINO (E. Marconato) . . . . .	552
18.	<b>RISCHIO IDRAULICO</b> (C. Fastelli, A. de Götzen, A. Vitturi) . . . . .	555
18.1.	Generalità . . . . .	555
18.2.	Rischio idraulico della rete idrografica principale . . . . .	555
18.2.1.	<i>Eventi storici di piena dei fiumi principali</i> . . . . .	556
18.2.2.	<i>Pericolosità relativa ai grandi fiumi</i> . . . . .	562
18.3.	Rischio idraulico dalla rete idrografica minore. . . . .	566
18.3.1.	<i>La condizione delle reti idrauliche secondarie: reti di drenaggio urbano e canali di bonifica</i> . . . . .	566
18.3.2.	<i>I cambiamenti climatici</i> . . . . .	568

18.3.3.	<i>Le strategie per il cambiamento e l'esperienza del Commissario delegato per l'emergenza idraulica del 26 settembre 2007</i> . . . . .	568
SCHEDA:	LE CIFRE DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA: LE CONTRADDIZIONI DEL PASSATO E LE PROSPETTIVE ( <i>A. de Götzen</i> ) . . . . .	570
18.3.4.	<i>I Piani delle Acque</i> . . . . .	571
18.3.5.	<i>Zone recentemente allagate</i> . . . . .	573
SCHEDA:	I PIANI COMUNALI DELLE ACQUE ( <i>P.F. Ghetti</i> ) . . . . .	577
SCHEDA:	STUDIO DEL RISCHIO IDRAULICO DELLE AREE SOTTOPOSTE A BONIFICA NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA ( <i>A. Defina</i> ) . . . . .	578
SCHEDA:	EFFETTI DELLE DIRETTIVE COMUNITARIE SUL RISCHIO IDRAULICO ALLA SCALA LOCALE ( <i>A. Rusconi</i> ) . . . . .	579
19.	<b>RISCHIO DA MAREGGIATA</b> ( <i>G. Fontolan, A. Bezzi, S. Pillon</i> ) . . . . .	581
19.1.	Il rischio da mareggiata . . . . .	581
19.1.1.	<i>Introduzione.</i> . . . . .	581
19.1.2.	<i>Metodologia applicata</i> . . . . .	581
19.1.3.	<i>Variabili</i> . . . . .	582
19.1.4.	<i>Banca dati</i> . . . . .	586
19.1.5.	<i>Metodologia di calcolo.</i> . . . . .	588
19.2.	Risultati . . . . .	590
19.2.1.	<i>Quantificazione della vulnerabilità</i> . . . . .	590
19.2.2.	<i>Quantificazione del rischio</i> . . . . .	593
19.2.3.	<i>Valenze ambientali</i> . . . . .	594
19.2.4.	<i>Considerazioni conclusive</i> . . . . .	594
20.	<b>GEOLOGIA, TERRITORIO E AMBIENTE: ESEMPI DI ASPETTI APPLICATIVI</b> ( <i>V. Bassan, M. Gattolin, A. Vitturi</i> ) . . . . .	601
20.1.	Generalità . . . . .	601
SCHEDA:	PRINCIPALI NORMATIVE E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO NEL CAMPO GEOLOGICO E DI DIFESA DEL SUOLO A LIVELLO NAZIONALE E REGIONALE VENETO ( <i>P. Zangheri, V. Bassan</i> ) . . . . .	602
20.2.	Problematiche geologiche veneziane . . . . .	603
20.3.	Esempi applicativi . . . . .	604
20.3.1.	<i>Gestione di terre, rifiuti e bonifica di siti inquinati</i> . . . . .	604
20.3.2.	<i>Pianificazione</i> . . . . .	605
20.3.3.	<i>Pianificazione di Protezione Civile</i> ( <i>G. Canali</i> ) . . . . .	606
20.3.4.	<i>Infrastrutture e opere in sottterraneo</i> . . . . .	607
20.3.5.	<i>Estrazione e stoccaggio idrocarburi</i> . . . . .	609
20.3.6.	<i>Geologia militare</i> ( <i>A. Bondesan</i> ) . . . . .	609
20.4.	Sistemi d'informazione geografici per il Veneto ( <i>L. Lovison-Golob</i> ) . . . . .	610
	<b>SETE D'ACQUA, SETE DI CULTURA</b> ( <i>G. Goisis</i> ) . . . . .	613
1.	Una fluida monumentalità . . . . .	613
2.	Sommara psicoanalisi dell'acqua, simboli e miti di una lotta secolare . . . . .	613
3.	Il problema politico del controllo sulle acque, vero fulcro di ogni sovranità . . . . .	615
4.	Spunto conclusivo, a partire dalla "modernità riflessiva" . . . . .	617
	<b>Bibliografia</b> . . . . .	619
	<b>Curriculum vitae autori e collaboratori</b> . . . . .	645
	<b>Tavola delle abbreviazioni</b> . . . . .	653
	<b>Referenze fotografiche.</b> . . . . .	654
	<b>Collana degli studi geologici e di difesa del suolo della provincia di Venezia</b> . . . . .	655

**TAVOLE ALLA SCALA 1:100.000**

1. Fasce altimetriche con profili
2. Uso del suolo nelle carte topografiche del Regno Lombardo Veneto (1833)
3. Uso del suolo nelle tavolette dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M.).  
Prima Levata (1887-92)
4. Unità di paesaggio geoarcheologiche
5. Idrografia e bonifica idraulica
6. Trivellate e profili pedologici
7. Sondaggi e prove penetrometriche
8. Carta dei suoli
9. Carta geomorfologica
10. Unità geologiche
11. Idrogeologia e risorse idriche sotterranee
12. Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali all'inquinamento
13. Idoneità al geoscambio
14. Sfruttamento delle georisorse (attività estrattive e acque sotterranee)
15. Subsidenza: rilevanza del fenomeno (1992-2002)
16. Rischio idraulico e da mareggiate

## PRESIDENTE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA



Francesca Zaccariotto

Mai come in questo momento storico le Province sono state non solo in discussione, ma anche molto vicine ad una loro profonda riforma, sia nella sostanza sia nella forma: una rivisitazione profonda della loro identità e del loro ruolo, delle funzioni ad esse assegnate, delle dimensioni - in termini di popolazione interessata e di confini geografici - perfino del nome.

Questo Atlante Geologico, che ho il piacere di introdurre, è invece una brillante, validissima testimonianza della estrema necessità di un Ente intermedio e di coordinamento tra i singoli Comuni da una parte, e la Regione e lo Stato dall'altra.

È infatti indiscutibile che solo attraverso una politica di area vasta, ma che preveda anche una dimensione fattuale ed operativa, ogni amministratore possa esprimere al meglio la capacità di governare le trasformazioni in atto nel territorio, per poterle guidare nella direzione desiderata: quella del rispetto ambientale, dello sviluppo armonico ed esteticamente valido delle aree urbane, della difesa dal rischio idraulico, nell'interesse delle comunità che lo abitano. E un'attività così complessa non può essere lasciata ai singoli Comuni, tanto frammentate e parziali sarebbero le loro visioni, né alla Regione, che dovrebbe fornire il quadro normativo e le linee guida generali.

Ma oltre all'attività pur importantissima di coordinamento e collaborazione con i Comuni, ci è affidato anche il compito di approfondire la conoscenza del territorio - e questo Atlante ne è buon testimone. L'obiettivo è fornire una solida base di analisi a beneficio anche di altri enti pubblici, di professionisti e di cittadini che, nell'ambito delle proprie attività, possano operare scelte fondate e in piena consapevolezza circa le valenze e i limiti dei luoghi coinvolti dalle stesse.

Ritengo che, letta sotto questa luce, anche un'opera complessa e tecnicamente caratterizzata come l'Atlante geologico della provincia di Venezia possa esprimere tutto il proprio potenziale politico, nella sua più alta accezione, e costituire un testo indispensabile per tutte quelle decisioni che riguardano il futuro della nostra Provincia.

Nello specifico dell'opera, colpisce allora il ruolo che la Provincia di Venezia ha voluto assumersi, dando il necessario rilievo a una struttura che si occupa di geologia e difesa del suolo, e costituita da specifiche professionalità in materia, attivando collaborazioni con Enti e Istituti di ricerca operanti nel territorio, come l'Università degli Studi di Padova e di Venezia, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, e realizzando una serie di studi a scala sovra comunale, arricchendo poi il testo con numerosi approfondimenti tecnici e cartografici redatti da autori di grande esperienza.

I temi trattati - suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, evoluzione storica del nostro territorio dalla remota antichità ai nostri giorni - costituiscono capitoli importanti all'interno di numerose progettualità e competenze della Provincia: dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), al piano di Protezione Civile, al piano di Gestione dei Rifiuti, oltre che per le proprie attività istruttorie, VIA, VAS, ma anche per promuovere cultura in campo ambientale, per programmare e realizzare opere, strade, scuole ed edifici pubblici, spesso in collaborazione con altri

enti. E grande valore assume questo lavoro anche in relazione alle competenze che ha la Provincia in tema di pianificazione urbanistica, per la pianificazione dei PAT con i Comuni, e per i compiti istruttori finalizzati alla loro approvazione, recentemente passati alla Provincia di Venezia con l'approvazione del suo PTCP da parte della Regione.

La validità degli studi qui presentati è suffragata anche da alcuni prestigiosi riconoscimenti internazionali: nel campo del rischio idraulico a Monaco di Baviera, dei geositi alla Sorbona di Parigi, della subsidenza a Shanghai. E da ultimo è arrivato anche il patrocinio del Ministero dell'Ambiente, concesso a questa pubblicazione, che potrebbe costituire una sorta di modello operativo anche per altre Province. Per l'ottimo risultato raggiunto con quest'opera desidero infine ringraziare: l'assessore all'Ambiente Paolo Dalla Vecchia, tutti i collaboratori che operano all'interno del Servizio dedicato alla tutela del territorio e alla difesa del suolo, gli autori e il curatore dell'opera, Andrea Vitturi.

*Francesca Zaccariotto*

Presidente della Provincia di Venezia

## ASSESSORE PROVINCIALE ALLA DIFESA DEL SUOLO E TUTELA DEL TERRITORIO



Paolo Dalla Vecchia

L'Atlante geologico della provincia di Venezia illustra la maggior parte degli aspetti fisico-ambientali che caratterizzano la provincia di Venezia, territorio unico al mondo per la presenza della città di Venezia e della sua laguna e delle sue sorelle appena meno famose di Chioggia e Caorle. La loro accurata conoscenza risulta fondamentale per molte competenze della Provincia, ma in particolare per quelle dell'Assessorato alle Politiche ambientali, alla Pianificazione ambientale e al Servizio Geologico - Tutela del territorio.

Pur essendo tutti gli aspetti trattati dall'Atlante geologico di notevole rilevanza, tecnica e culturale, per le mie esperienze personali ho particolarmente apprezzato quanto concerne le acque, in particolare quelle superficiali, e i connessi temi del rischio idraulico e della climatologia.

La provincia di Venezia è infatti caratterizzata da una fitta rete idraulica minore e da una rete fognaria nelle zone urbane che vengono sempre più frequentemente messe in crisi dai fenomeni pluviometrici che interessano le zone costiere, anche per effetto di un ormai conclamato cambiamento climatico.

L'intensa impermeabilizzazione dei suoli e l'insufficienza delle reti di smaltimento delle acque rispetto alle diverse e più intense modalità di precipitazione hanno poi determinato un generale e diffuso dissesto idraulico dell'intero territorio provinciale. Negli ultimi anni, si sono registrati sempre più frequenti episodi di allagamenti, alcuni dei quali particolarmente critici. Quello più devastante resta l'evento verificatosi il 26 settembre 2007, laddove in alcune località (Valle Averto) sono caduti in 12 ore oltre 300 mm di pioggia, con punte orarie fino a 120 mm/h (Mestre centro).

La concomitanza di vari fattori naturali mette poi in crisi anche il sistema dei corsi d'acqua maggiori, soprattutto nei mesi autunnali e primaverili: piogge intense e prolungate, scioglimento delle nevi appena cadute per innalzamento della temperatura e marea di scirocco, che ostacola il ricevimento a mare dei corsi d'acqua. Nella più recente alluvione che ha interessato il Veneto nei mesi di novembre e dicembre 2010, la paura per i livelli raggiunti dai più importanti corsi d'acqua (Tagliamento, Reghena, Livenza, Piave, Brenta...) è stata notevole e ha richiesto ancora una volta il coinvolgimento della Protezione Civile e di numerosi volontari; anche perché è ancora vivo il ricordo della disastrosa alluvione del novembre 1966, accresciuta dalla consapevolezza di vivere in territori ormai quasi completamente urbanizzati.

Per migliorare e prevenire queste criticità, la Provincia è attiva da tempo al fine di mettere al servizio dei Comuni la propria peculiarità di ente di coordinamento di un'area vasta sovracomunale: fin dal 2008 si è deciso di impegnare risorse per interventi idraulici connessi alla viabilità provinciale ed a beneficio della sicurezza idraulica dei comuni.

Ma l'elemento che costituisce certamente una buona pratica è stato introdotto nel Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP); la Provincia vi ha espressamente previsto all'art. 15 che i Comuni, d'intesa con la Provincia e con i Consorzi di bonifica competenti, nell'ambito dei loro strumenti urbanistici (P.A.T. e P.A.T.I.) provvedano alla predisposizione, in forma organica e integrata, di apposite analisi e previsioni, raccolte in un documento denominato "*Piano delle Acque*".

Nell'ambito dell'assessorato di mia competenza molta importanza e molte speranze sto riponendo sulla realizzazione di questo documento da parte dei Comuni: la difesa dalle acque va affrontata preventivamente a tutti i livelli pianificatori, da quello di distretto idrografico a quello locale, in coerenza con le disposizioni normative a livello europeo (direttiva CE 2007/60) e nazionale (D.Lgs. n° 49/2010 da ultimo).

La "**difesa dalle acque**" è, quindi, la prevenzione, dove possibile, di allagamenti connessi a diversi eventi (mareggiate, alluvioni, crisi del sistema di smaltimento delle

acque meteoriche per insufficienza della rete rispetto a sempre più frequenti eventi meteoroclimatici intensi) non può prescindere però da una precisa e attenta analisi delle caratteristiche del territorio, che in questo Atlante è affrontata con scientificità e metodo.

Lo studio delle caratteristiche fisiche, morfologiche, geologiche, pedologiche ed idrauliche consente di fare scelte coerenti e sostenibili sul territorio. Come Assessore alle Politiche Ambientali, alla Pianificazione ambientale e al Servizio Geologico - Tutela del territorio e come Presidente delegato dell'AATO Laguna di Venezia spesso ho potuto verificare l'importanza di queste conoscenze per operare le giuste scelte anche per la "**difesa delle acque**" da problemi di inquinamento o di depauperamento delle risorse idriche: molte volte il supporto del Servizio Geologico e il suo *know how*, fatto di cartografie tematiche, banche dati e studi interpretativi, è stato indispensabile per le valutazioni di progetti a scala locale (bonifiche di siti contaminati, discariche e altri impianti di trattamento ecc.), o provinciale e superprovinciale (ad esempio per grosse infrastrutture di collegamento).

Questo Atlante si prefigge però anche scopi culturali e didattici, e conto di farne divulgare i principali contenuti sia nelle scuole che nell'ambito di eventi culturali, soprattutto a livello comunale. Infatti, solo facendo crescere nei più giovani la consapevolezza che gli eventi naturali non possono essere sempre domati dall'uomo, mentre i danni da loro causati possono essere anche decisamente contenuti con un'attenta e precisa attività di previsione e prevenzione; è pure ormai patrimonio comune la constatazione che prevenire costa molto meno di ricostruire, e inoltre la prevenzione può concorrere a salvare anche le vite umane.

E' quindi promuovendo a livello soprattutto scolastico la conoscenza nel campo delle Scienze della Terra che si può ragionevolmente sperare che le giovani generazioni e quelle future possano affrontare in modo ottimale le tante e probabilmente sempre più gravose sfide che la natura presenterà all'uomo. E quindi la diffusione delle conoscenze così ben strutturate in questo Atlante geologico potrà diventare un importante elemento anche per tali scopi.

La provincia di Venezia è stata anche definita come una "piccola Olanda"; come la sua sorella maggiore (ma solo per estensione) è in larga parte posta sotto il livello del mare e il territorio è fruibile per urbanizzazioni, viabilità, agricoltura ... unicamente per l'incessante lavoro delle idrovore e di tutta la rete idraulica di bonifica. Però nei Paesi Bassi la consapevolezza della precarietà della situazione è intimamente introitata da parte di tutta la popolazione, e lì sarebbe del tutto impensabile mettere in atto irresponsabili politiche di depauperamento, spinte anche fino a tendere alla delegittimazione, degli enti che dai tempi della Serenissima sono i gelosi custodi della salvaguardia del territorio, sia di terraferma che lagunare, che circonda quel prezioso gioiello dell'Umanità che è Venezia.

Concludo con un ringraziamento, come Assessore ma anche a livello personale, a tutti gli autori dell'Atlante Geologico e in particolare al dott. Andrea Vitturi per la passione, oltre che per la professionalità, che ha messo nel curare questo importante volume, a coronamento di una trentennale dedizione nell'ambito lavorativo per la Provincia di Venezia: nel volgere delle pagine si coglie appieno il suo tratto e il compendio di tante specificità, esalta la sua giusta visione generale. Ringrazio anche il Dirigente, dott. Massimo Gattolin, per avere guidato la fattibilità tecnica dell'opera e la Responsabile del Servizio Geologico, dott.ssa Valentina Bassan, per l'impegno, la passione e la competenza che ha profuso nell'arco di oltre un decennio per la buona riuscita di molti studi che stanno alla base di questo Atlante geologico.

*Paolo Dalla Vecchia*

Assessore provinciale alla Difesa del Suolo e Tutela del Territorio

## PRESIDENTE DELL'ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA)



Bernardo De Bernardinis

Lo studio di dettaglio del territorio sotto tutti i suoi diversi aspetti geologici, idraulici, idrogeologici ed ambientali è l'elemento cardine di un *Amministratore* per ogni suo successivo approfondimento scientifico che abbia come indirizzo l'ottimale gestione delle risorse e delle peculiarità storico-naturalistiche proprie dell'area in cui opera.

La propensione al dissesto, come spesso eventi calamitosi ci ricordano, è infatti molto rilevante in ampie zone del territorio italiano, ed uno dei compiti dell'ISPRA, *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*, è anche quello di promuovere e valorizzare, in collaborazione con le altre Amministrazioni dello Stato, ricerche ed analisi che forniscano elementi utili alla collettività umana per la riduzione del rischio idrogeologico e per migliorare il rapporto della popolazione con l'ambiente in cui vive.

In tale contesto è particolarmente apprezzabile il notevole impegno profuso dalla Provincia di Venezia, *Assessorato al Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio*, per la redazione del Volume "**Atlante geologico della provincia di Venezia**", dove viene fatto il punto, dopo studi pluridecennali, sulle conoscenze nel campo delle scienze della terra acquisite in una porzione del territorio nazionale, come quella della Laguna Veneta, che racchiude molteplici ed interessanti aspetti ambientali e storici.

L'ampio ventaglio di tematismi riportati in questa pubblicazione, che spaziano dalla *geologia*, alle *risorse idriche*, alla *climatologia*, all'uso dei *suoli* ed alle *georisorse* per poi interessarsi della *vulnerabilità* del territorio e delle sue specifiche problematiche, come ad esempio quelle legate alla *subsidenza*, all'*intrusione salina* ed al *rischio da mareggiata*, rendono l'opera altamente rilevante sia per quel che attiene gli aspetti propriamente scientifici, sia per quel che riguarda il quadro informativo complessivo messo a disposizione dei tecnici del territorio.

Significativo è poi anche la fornitura agli utenti di questa "pubblicazione" di elementi e dati *morfologici* e *topografici* che, uniti alle informazioni storiche del territorio in esame, completano il quadro di questo approfondito studio con queglii gli aspetti di *geoarcheologia* che sono certamente necessari ad ogni intervento di riqualificazione territoriale.

Concludo esprimendo un sincero apprezzamento per il lavoro svolto dagli Autori di questo Atlante Geologico che ci parla dettagliatamente di quest'area così preziosa del nostro Paese e che costituisce anche per l'ISPRA (e per il suo Dipartimento Difesa del Suolo/*Servizio Geologico d'Italia*), una fonte di dati scientifici e geo-ambientali che potranno essere di ausilio a futuri studi da parte dell'Istituto dopo quelli già effettuati nel campo dell'idrogeologia nella pianura padana.

*Bernardo De Bernardinis*

Presidente dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)



## DIRETTORE GENERALE PER LE ANTICHITÀ DEL MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI

### SOPRINTENDENTE PER I BENI ARCHEOLOGICI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA; GIÀ DIRETTORE DEL NUCLEO NAUSICAA DELLA SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI DEL VENETO



Luigi Malnati

La Provincia di Venezia porta a termine con questo volume l'ambizioso progetto di dotare un territorio difficile qual è quello veneziano di uno strumento prezioso per la programmazione e la progettazione di opere pubbliche, di piani urbanistici, di grandi infrastrutture. Disegnare un futuro compatibile con le caratteristiche geologiche ed eco storiche è non più un'aspirazione lodevole, bensì una concreta esigenza della società del nuovo millennio appena iniziato. E' con queste premesse tutt'altro che secondarie che occorre valutare l'intuizione che ha guidato questa esperienza e lo sforzo impiegato per raggiungere gli scopi prefissati. Andrea Vitturi, a lungo dirigente del Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo della Provincia di Venezia, ha saputo coordinare un gruppo di lavoro composito e multidisciplinare, finalizzandolo alla scrittura di un atlante-manuale, di facile e rapida consultazione, interpretando al meglio gli obiettivi datigli dall'Amministrazione provinciale.

L'iniziativa promossa dalla Provincia di Venezia arricchisce l'ormai sterminata bibliografia di un'area dove è difficile orientarsi tra fonti antiche, studi che datano da più secoli, saggi e ricerche effettuati in epoca moderna e contemporanea. Inimmaginabile che sia oggi possibile accedere a tale vastità di produzione specialistica e non, anche dedicandovi un'intera vita di studioso. L'immagine borgesiana della Torre di Babele si è dunque ancora una volta realizzata, seppure, a quanto pare, senza lo sgomento che il poeta argentino preconizzava.



Luigi Fozzati

La novità sostanziale di quest'opera risiede nella sua struttura, *nouvelle vague* della letteratura non solo italiana: l'Atlante. Il Progetto Atlante geologico della provincia di Venezia si completa con le note illustrative che qui si pubblicano. Va subito detto che le due parti, l'Atlante vero e proprio in senso tradizionale, e le relative Note, sono inscindibili e trovano in questa caratteristica la vera ragione d'essere. Tuttavia questo Atlante è qualcosa di più, come il responsabile dell'omonimo progetto spiega all'inizio dell'opera.

Infatti, il presente volume, dedicato alle note che accompagnano le tavole dell'Atlante, è qualcosa di più di un semplice testo accessorio. I vari capitoli supportano l'uso socio-territoriale della geologia: quindi geomorfologia, idrografia e storia delle bonifiche idrauliche, formazione e uso dei suoli, climatologia, idrogeologia, subsidenza e intrusione salina. Il vario e ricco complesso di dati viene poi sistematizzato all'interno di specifiche banche per una consultazione rapida. Le stesse banche dati vengono debitamente spiegate quasi per garantirne la sopravvivenza dopo la pubblicazione di questo volume. Qui risiede una delle problematiche cui la Provincia di Venezia saprà dare opportuna soluzione: l'aggiornamento in tempo reale dei dati.

Il lavoro portato a compimento con questa pubblicazione non tralascia i *segni* della presenza dell'uomo: dalla preistoria all'età tardo-romana. Non è la prima volta che un lavoro geologico include un saggio approfondito di natura archeologica, come del resto succede anche al contrario. Ma in questa occasione vi è qualcosa di intenzionale in senso strutturale: i capitoli assegnati all'archeologia sono due, uno di tipo storico e l'altro dedicato alla geoarcheologia. Attraverso il lavoro di Paola Furlanetto, si comprende come e perché i geologi non abbiano potuto fare a meno dei dati archeologici. Il livello multidisciplinare viene finalizzato a comporre quadri unitari, dove il filo rosso del gruppo di studio è costituito dall'archeologia del paesaggio. Qui sta una delle novità del lavoro svolto: l'organizzazione e la tutela del territorio si esplicano coniugando presente e passato per un futuro che anziché distruggere la propria storia sappia valorizzare e conservare. La distruzione della storia di un territorio equivale a omogeneizzare la superficie terrestre in un

abbraccio che annulla quelle differenze che sono la sorgente della vita del pianeta. La programmazione territoriale attraverso la conservazione della specificità eco storica rappresenta oggi la frontiera invalicabile per una prospettiva corretta di un futuro sostenibile. In questo senso, l'Atlante corrisponde in pieno a questa esigenza, proponendo metodi e strategie di ricerca appropriate.

In questo orizzonte pertanto non poteva mancare il contributo dell'archeologia con il suo patrimonio di siti variamente distribuiti tra terra e acqua. L'archeologa Paola Furlanetto fornisce un quadro sintetico efficace quanto inaspettato. Pur partendo da una storia recente dell'archeologia della fascia costiera e basandosi in particolare su dati editi, si ha la sensazione di trovarsi davanti ad una ricostruzione coraggiosa e ricca di spunti interpretativi. Fondamentale la valorizzazione di due figure centrali quali quelle di Wladimiro Dorigo e di Ernesto Canal. Docente di storia dell'arte a Ca' Foscari, politico e giornalista, Wladimiro Dorigo (Venezia, 26 giugno 1927 - 1 luglio 2006), autore di opere fondamentali sulla storia di Venezia quali *Venezia Origini* e *Venezia romanica. La formazione della città medioevale fino all'età gotica*, ha saputo innovare metodi e criteri di ricerca e quindi rivoluzionare il quadro storico lagunare seppure scontrandosi con un ambiente accademico ostile. Ernesto Canal, ispettore onorario per l'archeologia veneziana, è stato il pioniere della ricerca archeologica nella Laguna di Venezia, estendendo i suoi interessi anche alla geomorfologia, climatologia e cartografia storica. Il lavoro della Furlanetto s'inserisce tra queste due figure di studiosi, proponendo un contributo originale, basato sulla multidisciplinarietà derivante dal nuovo concetto di *archeologia dei paesaggi*. Il recupero dei saggi e delle opere di Dorigo e Canal, peraltro oggi dimenticati da una schiera di nuovi studiosi, costituisce gran merito dell'autrice. I risultati raggiunti nel secondo capitolo (*Profilo storico*) dell'Atlante stanno a dimostrare la validità di un approccio diverso all'archeologia, dove geomorfologia e geologia forniscono gli elementi fondamentali per una comprensione dei fenomeni che hanno prodotto un determinato quadro eco sistemico, costituendo di fatto una stratigrafia del paesaggio, in gran parte responsabile della geografia del popolamento umano nel tempo. Da questa convinzione nasce un gruppo di lavoro presso il Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova che progetta e realizza la Carta geomorfologica della provincia di Venezia (2004): in essa i *rinvenimenti archeologici sono stati messi a confronto e interpretati con dati geomorfologici, geologici e cartografici*. Si evince immediatamente l'inscindibilità del legame fisico e antropico tra terra e acqua, quale del resto risulta chiaramente nel capitolo 3 di questo volume, dedicato alla Geoarcheologia e sempre curato dalla stessa studiosa. L'archeologia del paesaggio applicata alla fascia costiera che costituisce di fatto il territorio dell'intera provincia di Venezia è stata ricostruita attraverso la definizione di singole unità di paesaggio geoarcheologico, articolate in 6 unità e 26 sub unità. L'impostazione del lavoro cartografico deriva dalla finalità stessa del lavoro: creare uno strumento pratico dedicato anzitutto a chi opera sul territorio. Gli amministratori e i tecnici di Regione, Provincia e Comuni sono pertanto i primi a beneficiare di tale nuovo strumento che si avvale di un ambiente CAD/GIS al fine di utilizzare procedure *overlay*.

La realizzazione cartografica pubblicata pone al Ministero per i Beni e le Attività Culturali il problema di dare impulso a creare nuove cartografie e nello stesso tempo uniformare attraverso un codice procedurale la creazione di banche dati topografiche, orientate all'archeologia dei paesaggi. Alla fine resterà il problema dell'implementazione e dell'aggiornamento sia informatico sia scientifico delle banche dati e della conseguente cartografia: la memoria informatica salverà la memoria del territorio? L'interrogativo è affascinante quanto problematico, di fatto la vera sfida per l'archeologia del futuro.

*Luigi Malnati*

Direttore Generale per le Antichità del Ministero per i Beni e le Attività Culturali

*Luigi Fozzati*

Soprintendente per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia; già Direttore del Nucleo Nausicaa della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto

## PRESIDENTE DEL CONSIGLIO NAZIONALE GEOLOGI PRESIDENTE DELL'ORDINE GEOLOGI DEL VENETO



Gian Vito Graziano

L'Atlante Geologico che abbiamo il piacere di presentare costituisce, per la sua completezza, il primo prezioso strumento di lettura del territorio veneziano, in quanto fornisce a una vasta gamma di fruitori, quali le amministrazioni pubbliche e private, i liberi professionisti che operano nel campo della pianificazione territoriale e della progettazione, nonché il mondo della scuola, un quadro completo, ancorché non del tutto esaustivo, dei risultati ottenuti in decenni di lavoro attorno alle problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, ma anche energetiche e geo-economiche, di un territorio che si affaccia sul mare Adriatico attraverso lo specchio acqueo lagunare più pregiato del mondo: la Laguna di Venezia.

I confini dell'Atlante non si limitano però soltanto a queste problematiche, ma si espandono fino a toccare i temi riguardanti i rischi geo-naturali, tra cui quelli sismici, quelli idraulici e da mareggiata, così come le peculiari vulnerabilità di questo territorio geologicamente giovane, di origine marina, che deve combattere con il fenomeno della subsidenza naturale, ma anche con quella indotta di origine antropica, e con il fenomeno collegato dell'intrusione salina. Insomma, una banca dati immensa costruita ed ottenuta in decenni di lavoro appassionato dell'unico Dirigente Geologo, il Dr. Andrea Vitturi, che finora la Provincia di Venezia ha avuto la lungimiranza di avvalersi, di cui ogni commento, anche riassuntivo, del grande lavoro di sintesi e di elaborazione di migliaia di dati raccolti, rischierebbe di essere in ogni caso un esercizio riduttivo di quanto è stato fatto con grande professionalità da tutti coloro che hanno contribuito al buon esito dell'Atlante.



Paolo Spagna

La geologia, nella sua accezione più generale, studia la natura terrestre e i fenomeni naturali che ne hanno determinato, attraverso dinamiche costitutive, le forme che siamo abituati ad osservare sulla superficie terrestre, ma anche l'ambiente sotterraneo che invece siamo costretti ad immaginare o ad indagare per poterlo ricostruire. Questo complesso modello geologico, che abbiamo imparato a riprodurre nello spazio tridimensionale per comprenderne non solo le regole fisiche che stanno alla base dei comportamenti dinamici e quindi dei fenomeni geo-strutturali che accompagnano il ciclo evolutivo della crosta terrestre, sappiamo anche essere intimamente caratterizzato da altre due componenti dimensionali: il tempo e l'uomo. Interagendo, tutte queste componenti contribuiscono ininterrottamente a rimodellare le forme del territorio secondo condizioni in continua evoluzione che trovano logica appartenenza all'assunto Lavoisieriano "*nulla si crea, nulla si distrugge, ma tutto si trasforma*".

Ora più che in passato si è tornati a parlare di geologia per il suo ruolo strategico nello sviluppo economico e sociale del Paese. L'Italia, purtroppo è fortemente esposta per la quasi totalità del suo territorio al rischio idrogeologico ed è estremamente vulnerabile agli eventi meteorologici e ai cambiamenti climatici; la provincia di Venezia ne è un esempio: dall'alluvione del 1966 alle ultime avvenute tra il 2007 e il 2009. Ma la causa fondamentale, oltre ad una incontrollata speculazione edilizia, all'assenza di monitoraggio e alla parziale se non inconsistente prevenzione, è la mancanza di una seria politica di sviluppo sostenibile che non può prescindere dalla conoscenza degli eventi geologici che hanno modellato e continuano a trasformare il territorio.

In un quadro di ottimizzazione delle risorse economiche a disposizione e valorizzando le competenze all'interno degli enti pubblici, dove i geologi devono tornare ad occuparsi di geologia, è possibile individuare anche con il supporto di professionisti

esterni alla Pubblica Amministrazione, un «geologo di zona» che assolva le funzioni di referente unico per un dato territorio. Molta è la strada da percorrere, soprattutto in un momento di evidente decadimento del sistema politico ed istituzionale e di grande crisi economica globale, ma il punto di partenza è rappresentato dalla consapevolezza che investire in geologia, nella difesa del suolo come nella valorizzazione del patrimonio geologico, rappresenta un sicuro volano di sviluppo sociale, culturale ed economico e contribuisce a definire modelli di comportamento efficaci sia sotto l'aspetto della sostenibilità ambientale, sia sotto quello economico. Investire in geologia, non per tutelare i geologi e la loro professione, ma perché senza la geologia non può esistere una corretta, consapevole e seria politica di conservazione e tutela del territorio e delle sue risorse, costretti come siamo a dover quotidianamente constatare la veridicità di questa affermazione.

Ecco quindi che l'enorme quantità di dati raccolti dalla Provincia di Venezia e il grande supporto di conoscenze che sono state messe a disposizione con l'Atlante Geologico può essere sicuramente veicolo di nuova economia e di nuove prospettive occupazionali, a tutto vantaggio delle comunità locali, che potranno così riprogrammare e pianificare le proprie prospettive urbanistiche con maggior sicurezza e che potranno trarre nuove opportunità di sviluppo dai loro territori, dei quali si faranno efficaci sentinelle. Ad ulteriore testimonianza dell'impegno etico e sociale dei geologi, che vivono nella società civile come parte di essa, condividendone le tensioni sociali e morali e contribuendone alla crescita.

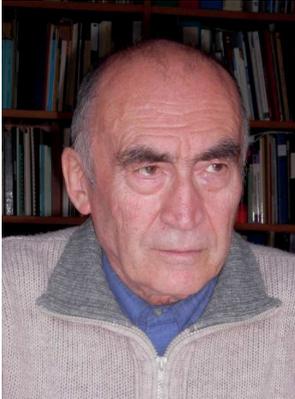
*Gian Vito Graziano*

Presidente del Consiglio Nazionale Geologi

*Paolo Spagna*

Presidente dell'Ordine Geologi del Veneto

## PRESIDENTE SIGEA SOCIETÀ ITALIANA DI GEOLOGIA AMBIENTALE



Giuseppe Gisotti

La SIGEA da tanti anni collabora con la Provincia di Venezia nell'attività di studio e divulgazione dei principi e metodi per la migliore conoscenza del territorio da un punto di vista fisico.

Fin dalla sua istituzione (1992), infatti, la SIGEA ha partecipato dapprima alla presentazione di studi realizzati dalla Provincia per poi passare ad attuare assieme importanti progetti.

Mi fa piacere ricordare che già nel 1994 sono stato chiamato a partecipare, come Presidente della SIGEA, alla presentazione dello "Studio geoambientale della provincia di Venezia, parte meridionale", le cui conclusioni sono state tenute, nell'Aula Magna dell'Università Ca Foscari in Venezia, da Corrado Clini, allora Direttore Generale del Ministero dell'Ambiente e ora Ministro dell'Ambiente.

L'analogo studio geoambientale, per la parte centrale della provincia (2003), ha visto la SIGEA anche come ente compartecipante ufficialmente alla pubblicazione, e presente anche tra i relatori al convegno di presentazione.

Prima però la collaborazione tra SIGEA e Provincia di Venezia aveva avuto un altro momento di collaborazione, invitandomi come relatore al convegno nazionale "La pianificazione dell'attività estrattiva" (1995).

Riconoscendo che la Provincia di Venezia ha da molti anni ricoperto un ruolo importante, a livello nazionale, nel campo della geologia ambientale, quando la SIGEA ha deciso di realizzare una serie di iniziative sulla geologia urbana ha subito pensato a Venezia, e per questo è stata la seconda città, dopo Roma capitale, nella quale svolgere le conseguenti attività, tra cui il convegno di presentazione nell'Auditorio provinciale e i successivi Atti, presentati in un apposito supplemento della rivista della SIGEA "Geologia dell'Ambiente".

Successivamente, la Provincia ha voluto affidare alla SIGEA il compito di redigere il "Censimento dei geositi della provincia di Venezia" (2008) stante la riconosciuta esperienza dell'associazione in questo campo, avendo già svolto analoghi studi su altri territori in Italia.

Concludo questa serie di iniziative comuni o collegate tra loro ricordando che la collaborazione tra lo scrivente e la Provincia di Venezia è iniziata già negli anni '80 del secolo scorso, quando sono stato chiamato come relatore al convegno, presso l'Università IUAV di Venezia, nel corso del quale è stato presentato lo "Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale", primo studio della lunga collana provinciale in materia di geologia e difesa del suolo che si conclude, ma solo per ora, con questo Atlante geologico.

Direi che la palese "sintonia" che vi è stata, perdurando nel lungo corso degli anni, tra la SIGEA e la Provincia di Venezia è legata a più fattori, che non hanno riguardato solo i temi trattati (argomento pur importante), ma soprattutto la comune volontà di rendere disponibili le conoscenze acquisite per gli addetti ai lavori, per le Pubbliche Amministrazioni, ma anche per il largo pubblico.

È stato un esempio di come la collaborazione tra l'Autorità e l'Associazionismo porti a risultati notevoli e fruibili che mettono in evidenza la complementarietà dei due organismi.

La "filosofia" con cui la Provincia di Venezia si è mossa è infatti perfettamente coincidente con quella della SIGEA:

- completare l'acquisizione delle conoscenze necessarie per governare il proprio territorio e per gestire le varie competenze nel campo delle cosiddette "Geoscienze";

- subordinare l'attività di studio a quella eminentemente al servizio dei cittadini per tendere alla miglior qualità della vita e dell'ambiente;
- programmare e realizzare attività sinergiche con altri enti per consentire, oltre a importanti economie di costi e di tempi di realizzazione, di mantenere un elevato valore scientifico negli studi realizzati, nell'utilizzarne i risultati già nelle proprie pianificazioni e attività istruttorie e di controllo e, specie con enti quali la SIGEA, contribuire alla diffusione delle conoscenze accrescendo a tutti i livelli la cultura nelle "Scienze della Terra";
- in ultima sintesi, essere uno strumento utile al progresso della Comunità.

L'Atlante geologico che viene qui presentato, frutto di un'attività pluridecennale del Servizio Geologico e di tutta la Provincia, corrisponde in pieno a quanto sopra indicato.

La completezza degli argomenti trattati e il rigore scientifico abbinato alla divulgabilità per il pubblico cui è rivolto ne fanno uno strumento prezioso per amministratori, tecnici e studiosi a vario titolo, e certamente sarà utilmente fruibile anche nel mondo della scuola e in genere a quanti desiderano approfondire tali aspetti relativamente al territorio provinciale veneziano.

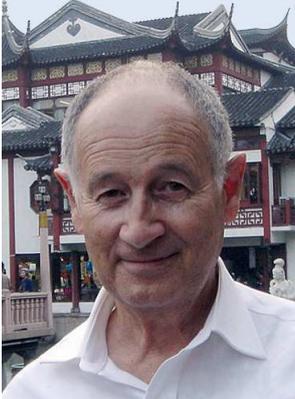
Auspicio che iniziative analoghe possano svilupparsi anche in altre parti d'Italia, condividendo metodi, risultati e finalità.

*Giuseppe Gisotti*

Presidente della Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA)

## CURATORE DELL'ATLANTE GEOLOGICO

*Se vuoi andar veloce, corri da solo,  
ma se vuoi arrivare lontano, cammina insieme.*  
(Proverbio africano)



Andrea Vitturi

Nel 2009 l'assessore provinciale alle Politiche ambientali aveva fatto propria la mia proposta di compendiare le tante indagini eseguite dalla Provincia di Venezia sulla geologia e sulla difesa del suolo in un unico Atlante; quando l'iniziativa si è concretizzata con l'approvazione sia da parte della Giunta, che dal Consiglio Provinciale del bilancio mettendo a disposizione per la stampa la cifra preventivata, mai avrei creduto che il progetto avrebbe visto la luce dopo oltre due anni dalla mia andata in pensione (ottobre 2009).

Le previsioni iniziali, di contenuti e di tempistica, sono state via via ampiamente modificate e l'Atlante geologico che ora vede la luce è ben diverso e, sicuramente, più completo. Dalle poche persone inizialmente coinvolte, si è arrivati tra autori e collaboratori a vario titolo ad oltre cento persone, che hanno direttamente collaborato alla realizzazione di questo Atlante: oltre sessanta per i soli testi, mentre gli altri hanno contribuito, in vario modo, alla realizzazione delle sedici cartografie in scala 1:100.000 allegate. E, ci tengo a sottolineare, tutti gratuitamente ed entusiasticamente nonostante in molti casi ciò comportasse un gravoso impegno che si è andato sommando al lavoro quotidiano. Anche per questo mi è sembrato doveroso mettere, per ciascuno, un sintetichissimo *curriculum* in coda al testo.

Così come, nella parte iniziale del testo, ho ricordato le decine e decine di Enti che nel tempo hanno collaborato con la Provincia nella realizzazione delle pubblicazioni della "Collana degli studi geologici e di difesa del suolo della Provincia di Venezia", di cui questo Atlante può essere considerato, al momento, la loro *summa*.

Risulta invece di oltre duecento persone ulteriori il numero di quanti hanno pure contribuito, nell'arco di un trentennio, a realizzare l'insieme degli studi che stanno alla base delle conoscenze descritte in questo Atlante; il loro contributo, infatti, non è stato diretto come quello degli autori sopra richiamati a volte perché i primi risultati sono stati perfezionati e superati da indagini successive, a volte perché i tematismi studiati sono stati qui appena accennati.

L'Atlante è sostanzialmente il compendio delle attività provinciali nel campo delle Scienze della Terra e rappresenta, in un certo qual modo, anche lo "stato dell'arte" nel campo geologico e della difesa del suolo al 2011. Infatti, vi sono riportati anche alcuni apporti di autori ed enti che hanno permesso di acquisire ulteriori conoscenze sul territorio provinciale; l'ambizioso obiettivo di avere un completo quadro della situazione a tale data non è stato però completamente raggiunto, e difficilmente avrebbe potuto esserlo stante anche la continua evoluzione delle conoscenze. Inoltre, i pur tanti temi trattati nell'Atlante non esauriscono sicuramente il vastissimo scibile delle Scienze della Terra; basti pensare a quanto concerne la tettonica, la paleontologia ecc. ecc.

Bisogna poi anche considerare che, nel mentre si hanno discrete conoscenze di carattere generale nella terraferma contornante la provincia di Venezia, vale ancora sostanzialmente il detto "*hic sunt leones*" per l'ampio territorio limitrofo che soggiace al mar Adriatico. Giunto al tramonto della vita sono conscio che non vedrò compiuta l'acquisizione di tali conoscenze, ma sono intimamente convinto che "le magnifiche sorti e progressive" dell'Umanità porteranno a produrre, nel tempo, un altro Atlante che perfezionerà largamente quanto qui descritto, che poi a sua volta sarà ulteriormente aggiornato, in un virtuoso ciclo dell'evolversi del Sapere per migliorare la qualità della vita umana, del territorio e del suo ambiente.

In questo mi riallaccio alla “dedica” iniziale dell’Atlante, con la citazione dell’Ulisse dantesco, che a mia volta “dedico” ai purtroppo non pochi che, nell’arco degli anni, mi dicevano che non bisogna studiare (e tanto più le Scienze della Terra!) ma solo realizzare opere. *Sed de hoc satis*.

Rinvio a quanto scritto in Premessa per ulteriori approfondimenti sulla genesi di questo Atlante che, mi auguro, spero possa sia soddisfare i lettori nei loro diversi interessi che suscitare curiosità per approfondire la conoscenza del meraviglioso mondo delle Scienze della Terra. Ma soprattutto spero che, come dal proverbio keniota sopra riportato, l’Atlante possa fare un lungo percorso nel tempo, frutto com’è non del lavoro di una sola persona, ma risultato corale di tanti esperti appassionati.

*Andrea Vitturi*

Curatore dell’Atlante geologico

## RINGRAZIAMENTI

Nel ruolo di “curatore” ho spesso dovuto far fretta, e altro!, a molti autori. E’ giunta ora l’occasione di ringraziarli tutti per la loro pazienza e comprensione, ma soprattutto per l’alta e qualificata collaborazione tanto più quando, per quasi tutto loro, ci si riferisce non solo a questo singolo Atlante ma a vari anni di lavoro svolto assieme. Meriterebbero di essere citati uno ad uno, ma come sopra accennato sono proprio tanti, così mi appello alla loro comprensione e invito i lettori a fare riferimento a quanto esposto nella copertina interna dell’Atlante.

I miei primi ringraziamenti vanno sicuramente agli amministratori, ai quali spetta il governo della Provincia e quindi le scelte sulle priorità, sui finanziamenti, sulle collaborazioni, sugli indirizzi da seguire, e altro ancora. Senza il loro costante appoggio, l’incoraggiamento, l’entusiasmo per i nuovi progetti, senza la loro disponibilità... questo monumentale lavoro, che conclude un ciclo trentennale e che dà avvio a un nuovo inizio, non sarebbe mai stato compiuto.

E’ quindi, con stima e gradito ricordo, che inizio ringraziando l’assessore all’agricoltura Gabriele Anese col quale questa lunga avventura ha avuto il suo principio nel 1980, con presidente Ruggero Sbrogiò; ringrazio poi la presidente Francesca Zaccariotto e gli assessori Paolo Dalla Vecchia e Giuseppe Canali, con i quali l’Atlante si è concluso. Sempre in ordine temporale, ricordo e ringrazio sentitamente i presidenti che si sono succeduti: Stefano Petris, Oliviero Pillon, Anna Luisa Furlan, Davide Zoggia e gli assessori Luigino Simionato, Iginio Bianchi, Giorgio Sarto, Gianni Moriani, Ezio Da Villa, Amalia Lieta Smajato.

Permettetemi però di evidenziare il fondamentale ruolo che ha avuto, durante il decennio che si è rilevato essere il più “produttivo” nel campo geologico *l.s.*, Delia Murer, Assessora alla Protezione Civile (comprendente allora anche la Difesa del Suolo), con la Presidenza di Luigino Busatto.

Ma oltre agli amministratori, è stato talvolta decisivo, quand’ero funzionario tecnico, il ruolo ricoperto dai dirigenti, che spesso hanno dato un “valore aggiunto” alla loro partecipazione; ringrazio Giorgio Vascellari, Giovanni Brocca, Elio Cercato, Bruno Cacciavillani, Giovanni Bardino, Gabriele Marziano. Un del tutto particolare ricordo va al compianto Costantino Nassivera, al quale molto debbo come persona prima ancora che come dirigente e amico.

Questo doveroso ma sentito elenco non sarebbe completo - potrà mai esserlo? - se non ricordassi e ringraziassi di cuore i colleghi e collaboratori a vario titolo con i quali più a lungo ho condiviso in Provincia la trentennale attività relativa alle Scienze della Terra: Valentina Bassan e poi: Pietro Zangheri, Tiziano Abbà, Bruna Basso, Francesco Benincasa, Vittorio Bisaglia, Arianna Bisazza, Paolo Campaci, Enrico Conchetto, Amelia De Lazzari, Jacopo De Rossi, Enrico “Omar” Fagarazzi, Francesca Furlanetto, Renzo Gaiatto, Lucia Gobbo, Dario Grillo, Andrea Mazzucato, Carlo Paccagnella, Monica Petta, Sandra Primon, Andrea Rosina, Andrea Salvagnini, Gianni Spaliviero, Chiara Zogno. Un grazie particolare anche a Massimo Gattolin, che ora regge con competenza, equilibrio e umanità il non facile Settore della Provincia già da me diretto, e ad Andrea de Götzen che, pur ricoprendo lo stesso ruolo solo per un breve periodo, ha continuato a offrire la sua ottima collaborazione alla Provincia.

Più lungo ancora sarebbe ricordare, nome per nome, i tantissimi con cui ho condiviso per quindici lunghi e meravigliosi anni l’esperienza in Protezione Civile, di cui rimane segno in questo Atlante nei capitoli relativamente all’idrografia e bonifica idraulica e al rischio idraulico e da mareggiata. Qui, abbracciando idealmente i tanti del Sistema provinciale e regionale di Protezione Civile, con un particolare affetto e stima per i Volontari, ringrazio soprattutto Chiara Fastelli, Renzo Gaiardi, Susanna Babetto, Grazia Bergamasco e poi Filippo Cammarata, Giovanna Cossutta, Paolo Degan, Stefania Donà, Domenico Fischetti, Fabio Galenda, Angela Granzotto, Roberta Racca, Francesca Ronchese, Stefania Salviato, Nadia Serena, Valentina Sergi, Lucia Tagliapietra, Francesco Vascellari.

Sono grato per quanti hanno avuto un ruolo anche importante nel passato, pur non comparando ora tra gli autori dell'Atlante geologico: i compianti Vito Favero e Leda Minuzzo (pionieri degli studi geomorfologici del veneziano), Alfio Pini (ora prestigioso Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco), Gilmo Vianello (che molto si è speso per lo studio dei suoli in provincia), Maurizio Calligaro, Mariano Carraro, Luigi D'Alpaos, Fabio Dattilo, Enrico Musacchio...

Infine, mi sia consentito, trattandosi del mio ultimo atto di "vita geologica pubblica", di fare un cenno anche ai miei "compagni di viaggio" che, specie nell'età formativa, mi hanno trasmesso quanto, in ultima analisi, si può trovare di me come tecnico e curatore in questo Atlante.

La professoressa Battain, che al Liceo mi ha aperto il magnifico mondo della Geologia, i compagni d'Università a Padova (Luigi Alberotanza, Lorenzo Cadrobbi, Michele Nobile, Roberto Padoan...) e gli insegnanti (Antonio Dal Prà, Floriano Calvino, Giuliano Piccoli...); fondamentale è stata l'esperienza algerina (Ibrahim Thaminy, Samia Kabuya, Luigi Veronese, Jacques Schittekat, "Toto" Berthomier, Claude Chauby, Christophe Sierakowski...) e poi quella professionale (Franco Gioco, C.E. Bravi).

Rilevanti gli oltre dieci anni con impegni pubblici nell'Ordine dei Geologi (Vittorio Illiceto, il cui ultimo contributo dei tanti dati alla Provincia è in questo Atlante, Aldo Marzola, Luciano Broilli, Pietro A. De Paola), la successiva collaborazione con l'Ordine Geologi del Veneto (Gino Borella, Danilo Belli, Paolo Spagna), con la Regione del Veneto (Luigino Scaramuzza, Gian Paolo Bozzo, Valerio Spagna, Federico Toffoletto...) e con la Sigea (Giuseppe Gisotti, Aldino Bondesan...).

Ma gli insegnamenti maggiori li ho ricevuti dal prof. Alvise Comel, insigne geopedologo, che mi ha guidato nella prima fase della mia vita lavorativa in Provincia.

Ringrazio il personale delle tipografie Grafiche Erredici (nelle persone di Antonio, Manuel e Stefano Turatello e di Paolo Spoladore) e Arti Grafiche Venete (Giuseppe De Vei e Valentina Vio) per la competenza e la pazienza dimostrata.

Grazie a un amico in gioventù di studi, di religione, di vacanze... il "filosofo" Giuseppe Goisis che ha scritto, da par suo, le conclusioni di questo Atlante.

E infine, un particolarissimo ringraziamento, dal profondo del mio cuore, per la mia amata famiglia: dai miei genitori che mi hanno dato - appena ragazzino - i primi libri di Scienze della Terra che ancora conservo, a mia moglie Laura con cui condivido la vita, gli studi (è docente di geologia all'Università Ca' Foscari di Venezia), l'amore per i viaggi e la conoscenza, che insieme a nostro figlio Alvise ha saputo pazientemente sopportarmi per tutti questi lunghi anni in cui il lavoro ha sottratto loro non piccola parte del mio tempo.

*Andrea Vitturi*

Curatore dell'Atlante geologico

# PERCHÉ L'ATLANTE GEOLOGICO? E PER CHI? L'EVOLUZIONE DI UN PROGETTO

ANDREA VITTURI<sup>1</sup>

*Conoscere le acque e il suolo-sottosuolo  
per pianificarne la convivenza con l'uomo.*

## PERCHÉ L'ATLANTE GEOLOGICO?

L'idea di realizzare l'«Atlante geologico della provincia di Venezia» viene da lontano; sostanzialmente nasce, infatti, nel 1983 con la realizzazione dello «Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale», poi pubblicato nel 1985.

Già allora, infatti, mi ero reso conto della necessità di rappresentare le conoscenze geologiche, di cui si era programmata l'acquisizione, anche alla scala 1:100.000 relativamente a tutto il territorio provinciale. La scala adottata per la carta geopedologica, 1:50.000, era infatti particolarmente adatta per rappresentare vari tematismi con una visione che coniugasse efficacemente sia l'analisi che la sintesi; però in un territorio provinciale, dalla forma prevalentemente allungata<sup>2</sup> quale quello di Venezia, solo la scala 1:100.000 consente di avere cartografie cartacee gestibili facilmente su tutta la sua estensione.

Col procedere dell'acquisizione delle conoscenze sulla geologia e difesa del suolo della provincia tale esigenza si è fatta ancor più evidente, ma per molti anni la precedenza è stata data, ovviamente, alla fase di studio, ricerca e divulgazione dei singoli tematismi.

Solo ora, in cui sostanzialmente è disponibile la maggior parte delle conoscenze necessarie su tali temi, si è passati a predisporre la sintesi cartografica (Atlante) con le relative note illustrative.

Altra motivazione è stata quella di compendiare i vari tematismi trattati nella «Collana degli studi geologici e di difesa del suolo della provincia di Venezia»<sup>3</sup> in un'unica pubblicazione che, oltre a essere a stampa, è anche disponibile sul sito *web* provinciale per i più moderni utilizzi informatici.

In questa premessa all'Atlante geologico (sintetizzabile d'ora in poi in «GeoAtlante») desidero non solo darne indicazioni di carattere generale, ma anche ripercorrere il percorso che in tanti anni ha portato alla sua realizzazione.

Ritengo infatti che possa essere d'interesse generale mantenere memoria dei vari «perché» di certe scelte e, inoltre, di diversi aspetti di carattere teorico e pratico d'interesse per chi volesse perseguire obiettivi analoghi.

## POTENZIALI DESTINATARI DEL GEOATLANTE

Ampia è la gamma dei potenziali utilizzatori del GeoAtlante, che va dagli ambienti scolastici (a livello sia

degli studenti che dei docenti) a quello professionale, dal mondo culturale in senso ampio ai tanti interessati su aspetti anche singoli delle materie trattate, dagli amministratori che gestiscono i beni pubblici quale il territorio ai tecnici delle pubbliche amministrazioni chiamati ad applicare nel concreto tali scelte, e così via.

Con una nutrita serie di rimandi in nota da un capitolo all'altro ho cercato di favorire le curiosità di chi si è rivolto inizialmente a questo GeoAtlante per un aspetto di solo dettaglio per poi passare, così incentivato, a esaminare altri argomenti più o meno direttamente connessi con quello inizialmente esaminato, dato anche che natura, ambiente, territorio e influenze antropiche nella realtà dovrebbero essere considerati sempre come un solo tutt'uno.

Direi che l'esempio più evidente di queste continue interrelazioni tra un capitolo e l'altro è quando si tratta degli aspetti storici (cap. 2 «Profilo storico» e cap. 3 «Geoarcheologia»), in quanto lo stato attuale del nostro territorio dipende in modo anche rilevante dagli eventi che l'hanno preceduto, sia d'origine naturale che antropica. Si dice infatti, e a ragione, che «il presente ha le sue radici nel passato».

## LA COLLANA DEGLI STUDI GEOLOGICI E DI DIFESA DEL SUOLO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA

Alla fine di questo volume sono elencate le pubblicazioni che compongono la «Collana di studi geologici e di difesa del suolo della Provincia di Venezia», per un totale di 16 (compreso questo Atlante), realizzate nel periodo 1981÷2011.

Poiché il GeoAtlante è -in un certo qual modo- la sintesi, aggiornata, dei contenuti presenti in tali pubblicazioni e quindi ne discende direttamente, ritengo opportuno fare un breve *excursus* per ciascuna di esse.

## Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale

Pubblicato e presentato nell'inizio del 1985<sup>4</sup>, è sostan-

<sup>1</sup> Geologo in Padova; già dirigente della Provincia di Venezia - Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

<sup>2</sup> Detta anche «a banana» o «a mezzaluna».

<sup>3</sup> Argomento trattato successivamente in questo stesso capitolo.

<sup>4</sup> La prima presentazione dello studio, da parte degli autori, si è tenuta nella sala municipale di Portogruaro (16.02.1985). E' stato poi organizzato il convegno «La cartografia tematica nel processo di pianificazione di un territorio provinciale: la carta geopedologica del Veneto orientale» (27.02.1985) presso lo IUAV di Venezia, cui hanno partecipato noti studiosi, quali G. Astengo (Presidente onorario dell'I.N.U. - Istituto Nazionale di Urbanistica), G. Piccinato, G. Zanetto, G. Conti e G. Gisotti.



zialmente aggiornato a fine 1983 (COMEL A. & VITTURI A., 1983).

Ne sono stato sostanzialmente il curatore, con la supervisione scientifica del prof. Alvise Comel<sup>5</sup> e la collaborazione del dott. Paolo Campaci.

Presidente: Ruggero Sbrogiò; assessore all'Agricoltura: Gabriele Anese.

Dirigenti: Giovanni Brocca e Giorgio Vascellari.

Si articola in 9 capitoli<sup>6</sup>, in una carta in scala 1:50.000<sup>7</sup> e in 19 carte in scala 1:100.000<sup>8</sup>, con le cartografie alloggiate in apposita cartellina contenitrice.

Complessivamente lo studio, assai avanzato all'epoca e che a suo tempo ha riscosso tanto interesse da parte di molti (docenti, professionisti, agricoltori, amministratori...), ora è da considerarsi ampiamente superato nei contenuti, ma non nel metodo generale, tanto che è ben visibile come il presente GeoAtlante ne derivi direttamente.

A titolo d'esempio basti pensare, per quanto concerne la carta geopedologica, che allora la base cartografica erano le tavolette I.G.M. 1:25.000 (contro le attuali C.T.R. 1:5.000), che la carta altimetrica non aveva quote per l'ampio territorio di bonifica (e non solo), che la copertura delle foto aeree era data solo dal volo del 1955, e altro ancora.

Il rapidissimo evolversi delle tecniche, legate sia all'utilizzo di immagini telerilevate (foto aeree e immagini satellitari) che, principalmente, alle possibilità offerte dagli elaborati elettronici (in particolare dai G.I.S., ma anche dalle elaborazioni statistiche), ha consentito di fare passi da gigante nell'approfondimento delle conoscenze e nell'individuazione di situazioni prima

incognite<sup>9</sup>; inoltre, l'oculata gestione delle pur ridotte risorse economiche che ho avuto a disposizione nell'arco degli anni e l'altrettanto attenta scelta dei collaboratori a vario titolo e dei consulenti che hanno affiancato l'opera mia, prima, e del Servizio Geologico provinciale, poi, hanno portato all'attuale punto d'arrivo nel campo delle conoscenze geologiche *l.s.*; questo però altro non è che un punto di ripartenza verso sempre più perfezionate conoscenze sul nostro territorio<sup>10</sup>.

### Carta nutrizionale e tematico - vocazionale della zona a D.O.C. di Lison - Pramaggiore (territori provinciali di Venezia, Pordenone e Treviso)

Questo studio è stato pubblicato e presentato nel 1989<sup>11</sup> ed è aggiornato al 1988 (FREGONI M. *et al.*, 1989).

<sup>5</sup> Allora decano dei geopedologi italiani e autore di numerose pubblicazioni sulla pedologia del Friuli Venezia Giulia e del Veneziano, tra cui la "Collana di studi pedologici in provincia di Venezia".

<sup>6</sup> I capitoli sono, nell'ordine: Profilo storico (G. Brocca); Appendice al "Profilo storico" (A. Vitturi); Caratteristiche generali dei terreni agrari situati nella zona nord-orientale della provincia di Venezia (A. Comel); Note illustrative relative ai rilievi di aggiornamento e di maggior dettaglio (A. Vitturi, F. Benelli, R. Gaiatto, M. Rubbini); Caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche dei terreni (P. Campaci, A. Vitturi); Elaborazioni statistiche dei principali parametri fisico-meccanici e chimici dei terreni (G. Taroni, P. Campaci); Carte tematiche complementari e derivate (P. Campaci, C. Costantini, A. Vitturi); Lo sviluppo e la salvaguardia dei territori agricoli nella pianificazione urbanistica (V. Caporioni); Studio agronomico (C. Antoniani, P. Belvini; W. Golfetto, A. Zamboni).

<sup>7</sup> Carta geopedologica del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale - Soil map of province of Venice, north-eastern area. Rilevamento (1937-1963) e consulenza tecnica: A. Comel; Aggiornamenti geopedologici (1982-1983): A. Vitturi.

<sup>8</sup> All. 1: Situazione topografica esistente nel 1833 (dalla carta, alla scala 1:86.400, pubblicata dall'Imperial Regio Stato Maggiore Austriaco); All. 2: Situazione topografica esistente nel 1892 (dalle tavolette topografiche, alla scala 1:25.000, dell'Istituto Geografico Militare); All. 3: Tessitura; All. 4: Reazione (pH) del terreno; All. 5: Sostanza organica; All. 6: Azoto; All. 7: Rapporto Carbonio/Azoto (C/N); All. 8: Carbonato totale; All. 9: Calcare attivo; All. 11: Potassio assimilabile; All. 12: Unità pedologiche; All. 13: Altimetria e bonifica idraulica; All. 14: Infrastrutture tecniche agrarie; All. 15: Permeabilità del suolo; All. 16: Attività estrattiva; All. 17: Zonazione geologica per discariche controllate di rifiuti solidi urbani; All. 18: Zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo; All. 19: Unità agronomiche.

<sup>9</sup> Basti pensare all'*overmapping*; prima si utilizzavano carte che venivano sovrapposte su un tavolo luminoso, ciò che inevitabilmente comportava errori di vario tipo (tra cui anche per la dilatazione differenziata della carta). Per contro, ora le varie facilità che offre l'informatica spesso conducono a elaborazioni anche ridondanti e non sempre utili.

<sup>10</sup> Ho avuto l'occasione di affermare, nel corso della presentazione di uno studio della citata collana, che un giovane all'epoca non ancora trentenne (nella fattispecie Alessandro Fontana) ne sapeva allora ben di più di quanto conoscesse l'illustre prof. Alvise Comel al termine della sua lunga e operosa vita, e ciò dopo un lasso di tempo di neanche un ventennio. Infatti, chi ha goduto di "buone radici", e poi ci ha messo del suo con applicazione e competenza, fa progredire la scienza con velocità anche inaspettata.

<sup>11</sup> La carta è stata presentata dagli autori il 3.06.1989 a Pramaggiore in occasione della Mostra Nazionale Vini.



Autori sono stati Mario Fregoni<sup>12</sup>, Luigi Bavaresco, Renzo Gaiatto e Andrea Vitturi; collaboratori: Ispettorato Provinciale dell'Agricoltura di Venezia, Ufficio di Portogruaro; Geohabitat; Andrea e Anna Gerhardinger; Roberto Palma - Climax Design; Antonio Scottà; Vivai cooperativi Rauscedo.

Presidente: Stefano Petris; assessore all'Agricoltura: Verino Scanferla.

Dirigente: Giovanni Brocca.

Lo studio comprende il testo<sup>13</sup> e cinque cartografie, di cui due in scala 1:50.000<sup>14</sup> e tre in scala 1:50.000<sup>15</sup>.

Gli aspetti idrogeologici di questo studio sono trattati in un'apposita scheda del capitolo 12.

### Studio agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale

Questo studio, che è stato presentato nel 1991<sup>16</sup>, è del 1989 (GIARDINI L. *et al.*, 1989).

Autori sono Luigi Giardini, Adelchi e Carlo Giupponi, con vari collaboratori.

Presidente: Oliviero Pillon; assessore all'Agricoltura: Luigino Simionato

Dirigente: Costantino Nassivera.

Comprende quattro cartografie alla scala 1:50.000 e sedici alla scala 1:100.000.

Si tratta di argomento, l'agricoltura, che poi non è stato sviluppato nel GeoAtlante<sup>17</sup>.

### Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia

Con questo studio, del 1992, sostanzialmente si apre il filone della "Difesa del Suolo" (LICETO V., 1992).

Autore: Vittorio Liceto, con la collaborazione di Elio Cercato, Jacopo De Rossi, Paolo Osti, Alessandra Salvati e Andrea Vitturi.

Presidente: Oliviero Pillon; assessore all'Ecologia: Iginio Bianchi.

Dirigente: Elio Cercato.

E' inoltre così iniziata la proficua collaborazione tra Provincia e Consorzi di bonifica, e con l'Unione Veneta Bonifiche, che perdura positivamente da molti anni<sup>18</sup>.

<sup>12</sup> Il prof. M. Fregoni era il titolare della Cattedra di Viticoltura dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza e noto esperto internazionale su tali temi.

<sup>13</sup> Il testo è articolato in: Introduzione; Materiali e metodo (tra cui la situazione geopedologica e l'indagine idrogeologica); Risultati (tra cui l'indagine idrogeologica e l'indagine sulla qualità dei vini ed ipotesi di interrelazioni esistenti tra profondità di falda e zone di omogenea qualità dei vini); tra gli allegati comprende anche le Caratteristiche dei pozzi freatici e Misurazioni della falda.

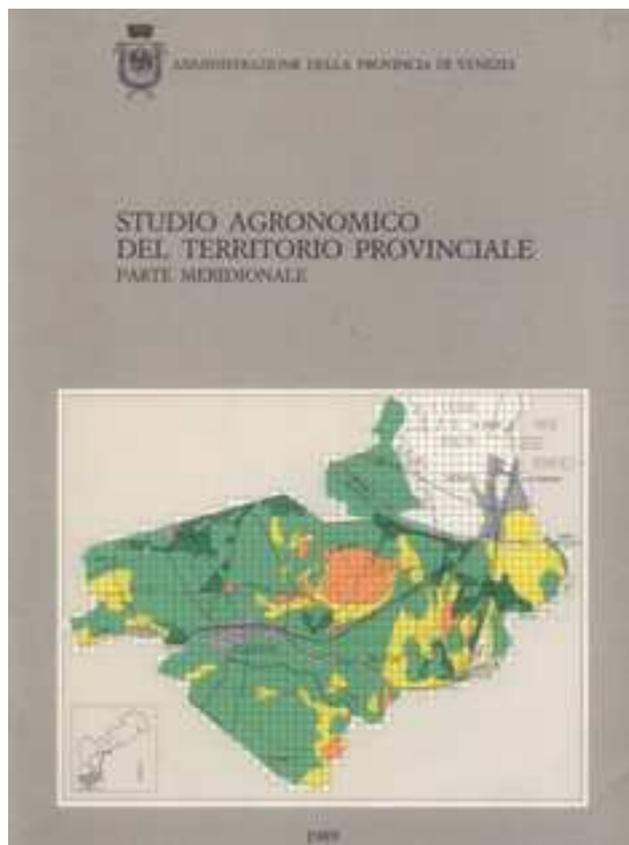
<sup>14</sup> All. 1: Ubicazione dei vigneti esistenti nel mandamento di Portogruaro nel 1969; All. 2: Ubicazione dei vigneti esistenti nella zona a D.O.C. nel 1984.

<sup>15</sup> All. 3: Carta geopedologica; All. 4: Carta delle sottozone viticole con ubicazione dei vigneti rappresentativi interessati dall'indagine; All. 5: Carta della profondità della falda freatica dal piani campagna in fase di piena (misure del 21÷30.03.1987) e relative isofreatiche, con indicazione delle principali direzioni del deflusso freatico.

<sup>16</sup> Lo studio è stato presentato dagli autori e da G. Vianello (Università di Bologna) a Cona il 7.06.1991.

<sup>17</sup> Da segnalare solo che da questa pubblicazione, sulla da me condivisa proposta dell'allora Presidente della Provincia arch. S. Petris, la collana acquista la stessa tipologia omogenea per le copertine, con l'eccezione, motivata, della pubblicazione n° 12 "Geomorfologia della provincia di Venezia".

<sup>18</sup> Ad esempio, l'attuale Presidente dell'UVB, Andrea Crestani, è autore di un'apposita scheda nel capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica".





Oltre al testo<sup>19</sup>, l'indagine comprende la Carta del microrilievo (in scala 1:50.000), la Carta del rischio idraulico (in scala 1:50.000) e la Carta dell'alluvione del 4 novembre 1966 (in scala 1:100.000)<sup>20</sup>.

Per molti aspetti lo studio è sicuramente superato, ma ha avuto il pregio di aver messo assieme, per la prima volta, una serie di informazioni sia sull'altimetria del territorio provinciale<sup>21</sup> che sugli aspetti idraulici; per esempio sono state mappate le aree a sofferenza idraulica e a deflusso ostacolato, le aree al di sotto del livello del mare, i principali rilevati, gli argini e vari manufatti idraulici (idrovoce, sifoni, chiaviche, briglie e sostegni, chiuse e porte vinciane, conche di navigazione), oltre alle aree inondate nel 1966 e con l'evento del 1986.

### Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale

Pubblicazione e presentazione sono del 1994<sup>22</sup>, mentre lo studio è aggiornato al 1994; ristampa del luglio 1995 (BASSAN V. *et al.*, 1992; 1993; 1994).

Autori: Valentina Bassan, Vito Favero, Gilmo Vianello, Andrea Vitturi<sup>23</sup>.

Presidente: Anna Luisa Furlan.

Dirigente: Costantino Nassivera.

Enti collaboratori: Università di Bologna col CSSAS (Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo); CNR - RAISA (Ricerche avanzate per innovazioni nel sistema agricolo).

Lo studio comprende il testo<sup>24</sup> e venti cartografie, di cui 10 alla scala 1:50.000<sup>25</sup>, 9 alla scala 1:100.000<sup>26</sup> e una con sezioni geologiche.

<sup>19</sup> Il testo è costituito da: Premessa; Quadro operativo di riferimento; Inquadramento fisico del territorio; Carte tematiche (Metodologia; Microrilievo; Situazione territoriale delle bonifiche; Principali elementi idraulici e rilevati; Rischio idraulico); Conclusioni.

<sup>20</sup> Quest'ultima carta è stata integralmente riportata nella Fig. 18.1 di questo GeoAtlante.

<sup>21</sup> Gran merito della geologa Lucia Gobbo è stato anche quello di predisporre per la stampa la carta del microrilievo, impresa graficamente non facile con i mezzi dell'epoca.

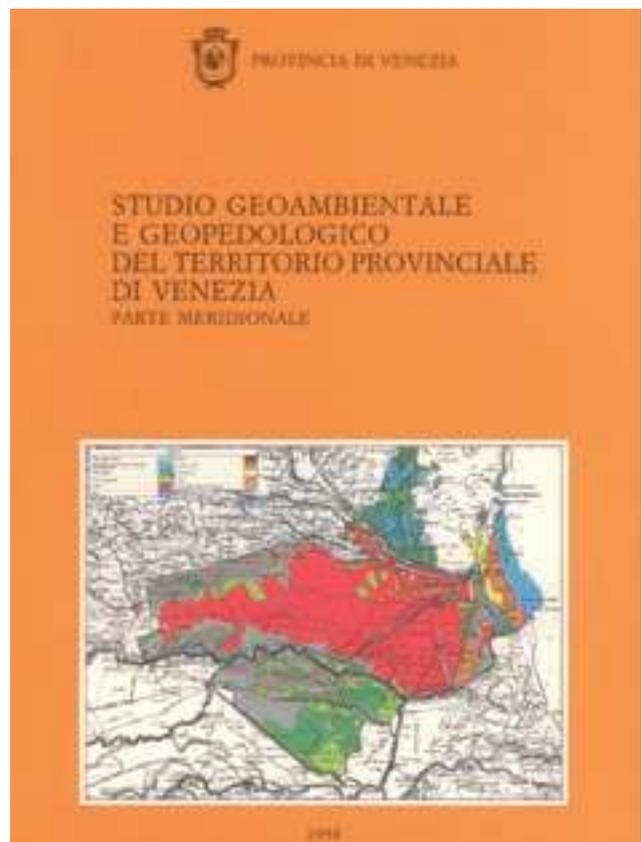
<sup>22</sup> Lo studio è stato presentato prima a Cavarzere (30.04.1994) da parte degli autori. Poco dopo (9.05.1994) è stato organizzato a Venezia, Aula Magna di Ca' Foscari, il convegno nazionale "Lo studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale, quale momento di confronto e di proposta"; oltre al Rettore P. Costa, vi hanno tra gli altri relazionato G.A. Mazzocchin (Ca' Foscari), P.A. De Paola (Presidente Consiglio Nazionale Geologi), G. Gisotti (SIGEA), V. Francani (Politecnico di Milano), P. Cescon e P.F. Ghetti (Ca' Foscari), P. Sequi (Istituto Nazionale per la Nutrizione delle Piante), M. Boato (assessore all'Ecologia della Regione Veneto); le conclusioni le ha tenute Corrado Clini, allora Direttore Generale del Ministero dell'Ambiente e attualmente Ministro dell'Ambiente.

<sup>23</sup> Contributi di: G. Antonucci, R. Bertozzi, G. Borsetto, P. Campaci, A. Carraro, C. Ciavatta, J. De Rossi, M. De Sandre, L. Gobbo, G. Grillini, D. Grillo, E. Musacchio, C. Paccagnella, P. Pizzamano, A. Salvagnini, A. Simoni, G. Tel, M. Zanetti.

<sup>24</sup> Il testo è articolato nei seguenti capitoli: Introduzione ed inquadramento generale del lavoro; Caratteristiche dell'area; Profilo storico; Caratteristiche geomorfologiche principali, Caratteristiche litologiche principali; Acque superficiali e sotterranee; Geologia applicata, Geopedologia; Caratteri ed emergenze naturalistiche; Considerazioni conclusive.

<sup>25</sup> Si tratta delle seguenti carte: Situazione topografica esistente nel 1833; Situazione topografica esistente nel 1892; Ubicazione dei punti di rilevamento; Ubicazione delle principali aziende agricole; Sistemi litologici (A. Vitturi, V. Bassan), Franco di bonifica; Suoli (G. Vianello, V. Bassan, A. Vitturi), Capacità d'uso dei suoli; Tipi idrologici, Sottotipi idrologici.

<sup>26</sup> Di tratta delle seguenti carte: Principali lineamenti morfologici (V. Favero), Attitudine all'attività estrattiva, Zonazione geologica per discariche controllate, Zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo, Penalità ai fini edificatori, Bilancio idrico riferito al mais, alla bietola, al frumento, alla soia.



Con l'eccezione della parte più prettamente agronomica (del resto già trattata dal citato Studio agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale) e con qualche modifica di carattere geologico, l'impianto di questo studio ricalca sostanzialmente quello dello Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale; appare però qui il termine di "Studio geoambientale", non usato nel 1983 ma che definisce con maggior esattezza molti dei contenuti.

Anche in questo caso, però il continuo perfezionamento dei metodi scientifici ha reso di fatto ora superata la parte geopedologica, mentre resterebbero complessivamente tuttora validi gli aspetti relativi alle caratteristiche geomorfologiche generali e a quelle litologiche. Le pubblicazioni ulteriori sia su questi argomenti che su quelli trattati negli altri capitoli che sono oggetto anche di capitoli specifici di questo GeoAtlante<sup>27</sup> di fatto rendono ormai superata anche questa pubblicazione.

All'epoca però essa è stata assai considerata e apprezzata<sup>28</sup>, tanto che ne è stata fatta una ristampa.

#### Studio geologico propedeutico al Piano provinciale dell'attività di cava

Lo studio, aggiornato al 1985, è stato pubblicato e presentato lo stesso anno (RIZZETTO C. *et al.*, 1995; 1996).

Autori: Cesare Rizzetto, Andrea Vitturi, Pietro Zangheri<sup>29</sup>.

Presidente: Anna Luisa Furlan; assessore alla Difesa del Territorio: Luciano Mazzolin; assessore all'Ecolo-

gia: Paolo Bonato; assessore alla Pianificazione Territoriale: Giorgio Sarto.

Dirigente: Costantino Nassivera.

Lo studio comprende il testo<sup>30</sup> e cinque cartografie in scala 1:25.000<sup>31</sup>.

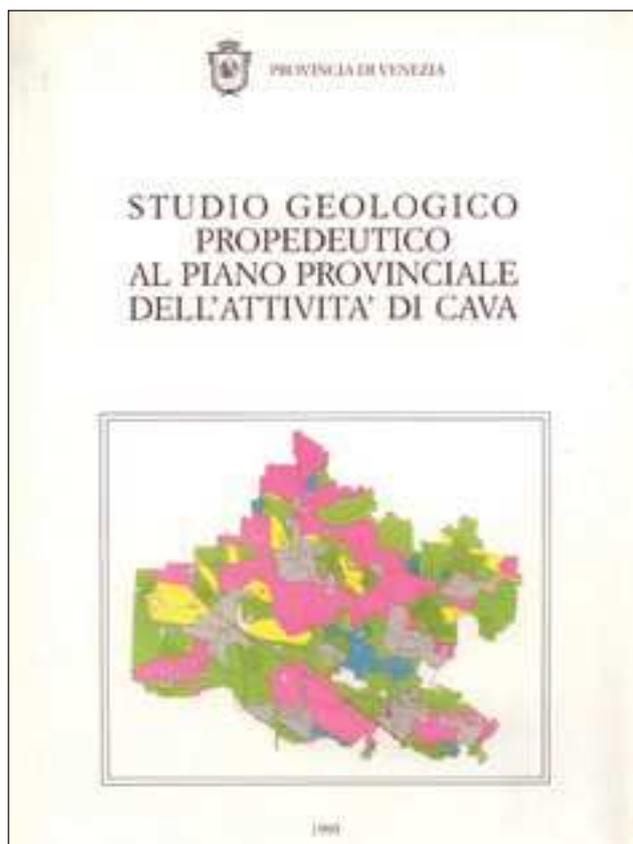
Anche in questo caso si tratta di uno studio ampiamente superato dall'evolversi delle conoscenze e delle situazioni.

All'epoca però metodo e risultati avevano riscosso un forte interesse, come risulta dagli Atti del convegno nazionale di presentazione presso la Scuola Grande di San Giovanni Evangelista a Venezia (VITTURI A. & ZANGHERI P., 1995).

Ad esso hanno infatti partecipato personaggi di alta autorevolezza e rappresentatività<sup>32</sup>; tra i tanti patrocini ricordo quello del Ministero dell'Ambiente, della Regione Veneto e del Servizio Geologico nazionale. E' stato organizzato in collaborazione con vari enti, tra cui il Consiglio Nazionale dei Geologi, l'Ordine Geologi del Veneto, l'Associazione Nazionale Ingegneri Minerari (ANIM), l'Istituto Nazionale di Urbanistica (INU) e la Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA).

#### Programma di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile della Provincia di Venezia

Il Programma provinciale di Previsione e Prevenzione (P4) è stato presentato e pubblicato (in sintesi) nel 2000 ed è aggiornato al 1999 (VITTURI A., 1999).



<sup>27</sup> Il "Profilo storico" è stato ora approfondito nei capitoli 2 (Profilo storico) e 3 (Geoarcheologia), le "Caratteristiche geomorfologiche principali" nel capitolo 7 (Geomorfologia), le "Caratteristiche litologiche principali" nel capitolo 8 (Geologia), le "Acque superficiali e sotterranee" nei capitoli 4 (Idrografia e bonifica idraulica) e 12 (Idrogeologia), la "Geologia applicata" nel capitolo 20 (Aspetti applicativi), la "Geopedologia" nel capitolo 6 (Suoli).

<sup>28</sup> In proposito, ad esempio, ricordo che agli autori del "Profilo storico" era stato conferito dall'Associazione Italiana di Cartografia (A.I.C.) un premio a livello nazionale, con pubblicazione nel Bollettino dell'A.I.C.

<sup>29</sup> Contributi di E. Nardi, A. Galuppo, C. Paccagnella, E. Musacchio.

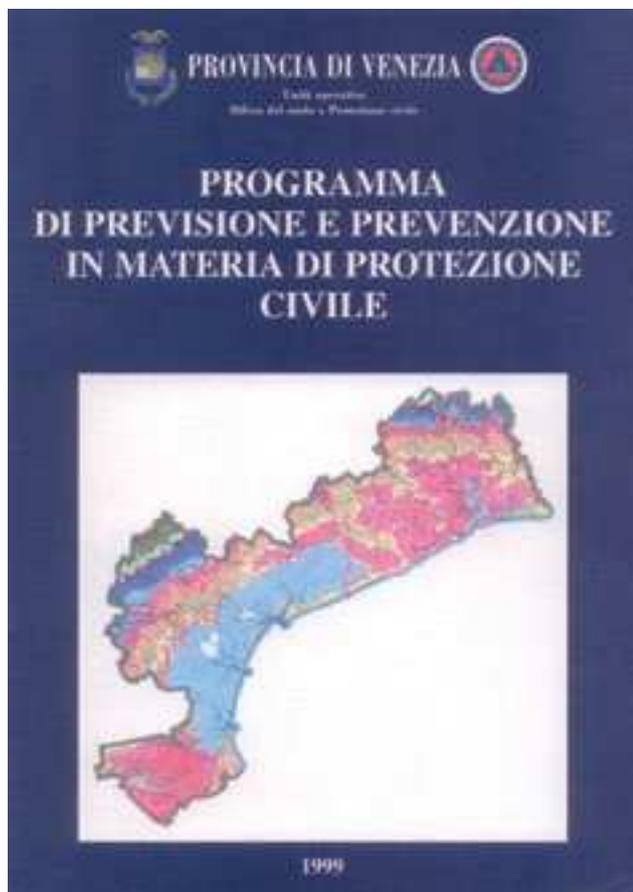
<sup>30</sup> Il testo è articolato nei capitoli: Premessa; Scopi e limiti del lavoro; Quadro legislativo; Il piano regionale dell'attività di cava e gli insiemi estrattivi della provincia di Venezia; Cenni alla situazione dell'attività estrattiva ed al fabbisogno previsto; Caratteristiche generali dei materiali argillosi; Metodologia; Caratteristiche delle aree; Lineamenti morfologici; Litologia; Idrogeologia; Rischio idraulico; Carta dell'attitudine all'attività estrattiva; Conclusioni.

<sup>31</sup> Lineamenti morfologici; Carta litologica; Carta idrogeologica; Carta del rischio idraulico; Carta dell'attitudine all'attività estrattiva. Ognuna delle tematiche sopra indicate è stata trattata separatamente a seconda se si tratta dell'Insieme Estrattivo A11 (Marcon) oppure A 12 (Martellago, Noale, Salzano, Scorzé).

<sup>32</sup> Tra i tanti relatori ricordo: G. Gisotti (Servizio Geologico Nazionale), P. Manni (Ministero Ambiente, Servizio VIA), G. Badino (Politecnico di Torino), P.F. Ghetti (Università Ca' Foscari di Venezia), M. Juracic (Università di Zagabria), P. Berry (Università di Bologna e ANIM), V. Iliceto (Università di Padova e Consiglio Nazionale Geologi), G. Vianello (Università di Bologna), G. Ceruti (Presidente Consulta tecnica nazionale per le aree naturali protette), C. Latino (Presidente ANIM), A. Marzola (Presidente Ordine Geologi del Veneto).

Il P4 è stato redatto da un nutrito Gruppo di Lavoro da me coordinato<sup>33</sup>.

Presidente: Luigino Busatto; assessora alla Protezione Civile: Delia Murer.



Dirigente: Andrea Vitturi.

E' articolato in un testo<sup>34</sup> e tre cartografie alla scala 1:100.000<sup>35</sup>.

Anche in questo caso la pubblicazione risulta ora superata, soprattutto essendo state poi approvate tre edizioni del Piano Provinciale d'Emergenza (PPE), ognuna delle quali ha compreso i contenuti di questo Programma man mano aggiornandoli, integrandoli e perfezionandoli.

All'epoca il P4 era stato il primo Programma a essere realizzato a livello nazionale, come poi lo è stato anche il nostro primo PPE.

Ancor prima della sua approvazione il P4 era stato presentato pubblicamente in bozza, il 16.01.1998, per avere autorevoli contributi preventivi. Il relativo convegno, oltre ad avere la presenza di un pubblico molto



<sup>33</sup> V. Iliceto, G. Gavagnin, F. Amendola, V. Bassan, L. D'Alpaos, D. Formentini, E. Galatola, L. Gobbo, B. Matticchio, L. Minuzzo, M. Monai, E. Murador, E. Musacchio, V. Rossini, G. Vianello, G. Vitale, P. Zangheri, F. Zardini. Inoltre: E. Caterino, S. Carnevale, B. Da Pieve, A. Pini (ora Comandante del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco), S. Barberi, F. Curcio, R. Mastroianni, M. Calligaro, L. Penzo, L. Tagliapietra).

<sup>34</sup> Introduzione; Normativa; Organizzazione della Provincia di Venezia; Attività di rilevazione, raccolta ed elaborazione dati; Situazione fisica del territorio provinciale (Geomorfologia; Pedologia; Geologia; Idrografia; Idrogeologia); Valutazione dei rischi (Idraulico; Sismico; Inquinamento delle acque a uso potabile; Derivanti da eventi meteorologici; Industriale)

<sup>35</sup> Unità geomorfologiche; Rischio idraulico per esondazioni da reti di scarico interne; Priorità d'intervento sul rischio idraulico.

numeroso e qualificato, si è avvalso della partecipazione di alcuni relatori d'eccellenza<sup>36</sup>.

### Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia

L'Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia è stata presentata<sup>37</sup> e pubblicata nel 2001 ed è aggiornata a dicembre 2000 (DAL PRÀ A. *et al.*, 2000).



Gli autori sono Antonio Dal Prà, Lucia Gobbo, Andrea Vitturi, Pietro Zangheri; collaboratori: V. Bassan, V. Bisaglia, E. Conchetto, J. De Rossi, A. Garbellini.

Presidente: Luigino Busatto; assessora alla Protezione Civile: Delia Murer.

Dirigente: Andrea Vitturi.

L'indagine comprende il testo<sup>38</sup>, una cartografia in scala 1:100.000<sup>39</sup> e 15 sezioni<sup>40</sup>.

L'indagine si basa sui censimenti e misure realizzati sul terreno negli anni 1991÷1998 da un folto gruppo di rilevatori specializzati. I dati ricavati sono poi stati elaborati e sintetizzati nell'Indagine, ma nell'archivio del Servizio Geologico provinciale vi sono le singole relazioni per ciascuna delle aree indagate.

Per vari aspetti anche questo studio è parzialmente superato dalle nuove conoscenze nel frattempo acquisite, sintetizzate nel capitolo 12; sarebbe perciò necessario avviare una nuova campagna di censimento pozzi, tanto più che i primi rilevamenti risalgono a vent'anni fa.

Ricordo però che è in avanzata fase di completamen-

to il progetto IDRO (di cui vi è un'apposita scheda nel capitolo 12), che dovrebbe consentire un ulteriore avanzamento delle necessarie conoscenze nell'importante campo delle acque sotterranee.

### Indagine sulle acque sotterranee del Portogruarese

L'Indagine sulle acque sotterranee del portogruarese è stata pubblicata e presentata nel 2002<sup>41</sup> ed è aggiornata al 2001 (ZANGHERI P. *et al.*, 2001).

E' stata finanziata dal G.A.L. Venezia Orientale nell'ambito dell'iniziativa comunitaria "Leader II"; l'ente assegnatario del progetto è stato il Consorzio di bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento con la Provincia di Venezia ente compartecipante.

Tecnici incaricati: Pietro Zangheri e Andrea Garbellini; responsabile del progetto: S. Grego del Consorzio con referente tecnico G. Paulon; per la Provincia il responsabile è stato A. Vitturi.

<sup>36</sup> Oltre ai principali autori del P4 hanno infatti relazionato l'attuale comandante del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, Alfio Pini (allora Comandante dei VV.F. a Venezia), Massimo Cacciari (Sindaco di Venezia), Alberto D'Errico (Dirigente del Servizio Tecnico Centrale del Corpo nazionale dei VV.F.), Massimo Giorgetti (assessore alla Protezione Civile della Regione Veneto) e il Sotto Segretario alla Protezione Civile, Franco Barberi, che dopo aver tenuto un'importante relazione ha anche tenuto le conclusioni.

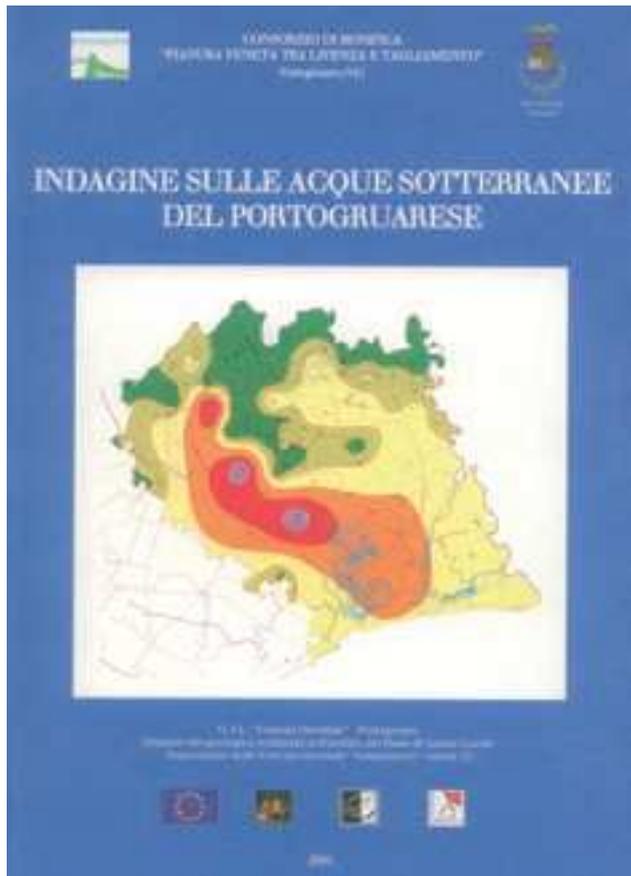
<sup>37</sup> La prima presentazione si è tenuta, da parte degli autori, il 26.04.1999 a Mestre per illustrare la sintesi dei risultati ottenuti prima di procedere alla pubblicazione, e ciò al fine di aver ogni contributo utile preventivo. Il convegno di presentazione vero e proprio si è tenuto nell'ambito del convegno nazionale "Le risorse idriche sotterranee: conoscerle per proteggerle" (Venezia, Scuola Grande di S. Giovanni Evangelista; 14-15.11.2001). Il convegno si è articolato in quattro sessioni: L'indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia e le sue applicazioni (P. Costa, sindaco di Venezia; A. Dal Prà, Università di Padova; G. Giuliano, CNR-IRSA; F. Clo, UPI); Applicazioni dell'indagine idrogeologica (G. Borella, Ordine Geologi del Veneto; L. Carbognin, CNR-ISDGM; G. Vianello, Università di Bologna; G.M. Zuppi, Ca' Foscari); Lo stato dell'arte degli studi sulla vulnerabilità degli acquiferi e sulla realizzazione di reti di monitoraggio delle acque sotterranee (R. Casarin, Regione Veneto; M. Civita, Politecnico di Torino; F. Celico, Università del Molise; M. Veselic, Università di Lubiana; F. Cucchi, Università di Trieste; M. Deamicis, Università di Milano; P.A. De Paola, Consiglio Nazionale Geologi); Le reti di monitoraggio (A. Rusconi, Autorità di bacino Alto Adriatico; G.P. Beretta, Università di Milano; L. Fortunato ed E. Zennaro, Regione Veneto; G. Giuliano, CNR-IRSA).

<sup>38</sup> Il testo è così articolato: Premessa; Introduzione; Piano lavori; Caratteristiche idrogeologiche del territorio; Ricerche svolte; Caratterizzazione idrogeologica per singole aree; Sintesi complessiva dei dati raccolti; Il progetto "Rete di monitoraggio"; Le risorse idrotermali del portogruarese; Aspetti gestionali; Conclusioni.

<sup>39</sup> All. 1: Ubicazione delle stratigrafie con profondità superiore ai 30 metri e traccia dei profili litostratigrafici; All. 6: Risorse idriche sotterranee.

<sup>40</sup> Le sezioni sono distribuite negli Allegati 2 - 3 - 4 - 5.

<sup>41</sup> La presentazione è avvenuta a Portogruaro il 22.04.2002 con la partecipazione, tra gli altri, di Delia Murer (assessore alla Protezione Civile della Provincia) e di Renato Chisso (assessore all'Ambiente della Regione Veneto).



L'indagine comprende il testo<sup>42</sup>, due cartografie in scala 1:100.000<sup>43</sup> e tre tavole con la parametrizzazione idrogeologica distinta per falde.

Si tratta di un lavoro assai importante, tuttora valido nel suo complesso (anche se già aggiornato e integrato con altre indagini) dato che le acque sotterranee del portogruarese hanno caratteristiche quali-quantitative di tutta rilevanza. Nel capitolo 12 di questo GeoAtlante l'argomento viene trattato in modo approfondito.

Da segnalare infine che la pubblicazione era affiancata da una pregevole sintesi divulgativa.

### Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale

Lo studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale è stato pubblicato e presentato nel 2003<sup>44</sup>, ed è aggiornato a quello stesso anno (BASSAN V. & VITTURI A., 2003a; 2003b).

Autori: Valentina Bassan e Andrea Vitturi; collaboratori: Vittorio Bisaglia, Francesco Benincasa, Enrico Conchetto.

Presidente: Luigino Busatto; assessora alla Protezione Civile: Delia Murer.

Dirigente: Andrea Vitturi.

Con questo studio si è completato lo "Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia", progetto ideato, finanziato e realizzato interamente dalla Provincia in tre stralci territoriali<sup>45</sup>.

E' articolato in un testo<sup>46</sup>, in una cartografia in scala 1:50.000<sup>47</sup> e in altre dieci in scala 1:100.000<sup>48</sup>.

Anche in questo caso lo studio ora può essere con-

siderato in parte superato stante il forte progredire delle conoscenze geologiche *l.s.*, soprattutto dopo il completamento della sopra descritta Carta geomor-

<sup>42</sup> Il testo è così articolato: Premessa; Scopi e limiti del lavoro; Il progetto "Indagine idrogeologica": schema logico; Geologia ed idrogeologia del portogruarese; Le falde del portogruarese: quantità, qualità e parametrizzazione; La risorsa geotermica; Elementi di bilancio idrogeologico; Il monitoraggio degli acquiferi; Aspetti normativi e programmatori - Proposte per un razionale utilizzo della risorsa; Sintesi; Conclusioni.

<sup>43</sup> Carta dei punti di prelievo delle acque sotterranee.

<sup>44</sup> Lo studio è stato presentato a Mestre il 26.09.2003; esso è stato seguito, nel pomeriggio, da un'interessante escursione guidata in laguna nord (con sosta a Torcello) durante la quale selezionati relatori hanno presentato ai convegnisti le maggiori tematiche lagunari (oltre che geologiche, anche storico-archeologiche, artistiche, naturalistiche, di caccia e pesca ecc.) in modo da presentare l'ambiente lagunare in un'ottica unitaria.

<sup>45</sup> I precedenti sono stati già descritti in questo stesso capitolo.

<sup>46</sup> Il testo è così articolato: Premessa; Scopi e limiti del lavoro; Caratteristiche dell'area indagata; Il contesto geologico; Caratteristiche geomorfologiche principali; Sistemi litologici, Distribuzione del carbonato di calcio; Classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità; Permeabilità del suolo; Acque superficiali; Acque sotterranee; Attività estrattiva; Geologia tecnica; Problematiche dell'area lagunare; Considerazioni conclusive.

<sup>47</sup> Sistemi litologici.

<sup>48</sup> Microrilievo; Ubicazione trivellate e profili pedologici distinti in base alla decarbonatazione; Distribuzione areale del carbonato di calcio; Ubicazione delle prove geognostiche; Classe granulometrica prevalente nei primi 4 metri di profondità; Permeabilità del suolo; Attitudine geologica all'attività estrattiva; Attitudine geologica al reperimento di argilla per laterizi; Zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo; Penalità ai fini edificatori.



fologica della provincia di Venezia con le sue Note illustrative.

Valido permane l'impianto generale, che del resto in buona parte è anche quello di questo GeoAtlante e che deriva primariamente dallo Studio geopedologico già descritto all'inizio di questo capitolo.

### Il progetto ISES per l'analisi dei processi di intrusione salina e subsidenza nei territori meridionali delle province di Padova e Venezia

Col Progetto ISES - Intrusione Salina E Subsidenza si è iniziato a esplorare un importante fenomeno, la subsidenza, che investe decisamente il territorio provinciale e che è universalmente noto in quanto ha causato e causa fondate preoccupazioni nei riguardi dell'incolumità fisica della città di Venezia e dell'intero ambito lagunare.

I risultati del progetto sono stati esposti nel 2003<sup>49</sup>, anno della pubblicazione, mentre le indagini sono aggiornate al 2002 (CARBOGNIN L. & TOSI L., 2003).



Rileva far subito notare che la Provincia è riuscita a coagulare, attorno a questo progetto, ben otto enti (oltre alla Provincia, il CNR - ISDGM ora ISMAR, la Provincia di Padova, la Città di Chioggia, il Magistrato alle Acque per la Laguna di Venezia e i Consorzi di bonifica Adige Bacchiglione, Bacchiglione Brenta e Delta Po Adige.

Autori: Laura Carbognin e Luigi Tosi; Gruppo di Lavoro: Laura Carbognin, Luigi Tosi, Andrea Vitturi, Paolo Spagna, Giuseppe Gasparetto Stori, Roberto Rosselli, Annamaria Licini; collaborazioni: V. Bassan,

E. Conchetto, P. Zangheri, E. Farinatti, R. Merola, V. Bisaglia, P. Teatini, TE.MA, MORGAN.

Presidente: Luigino Busatto; assessora alla Protezione Civile: Delia Murer.

Dirigente: Andrea Vitturi.

E' articolato in un testo<sup>50</sup>, in sei cartografie in scala 1:50.000<sup>51</sup> e in altre sei Tavole<sup>52</sup>.

Lo studio mantiene la sua validità sia relativamente all'intrusione salina che alla subsidenza; con le successive indagini sulla subsidenza nel resto del territorio provinciale (Progetto IRMA - Integrazione della Rete di Monitoraggio Altimetrico; Progetto ERA - Estensione Rete Altimetrica ISES IRMA), che non sono state oggetto di specifiche pubblicazioni ma i cui risultati sono sintetizzati nei capitoli 16 "Subsidenza" e 17 "Intrusione salina", sono state sia acquisite importanti conoscenze sull'evoluzione e attuale situazione di tale fenomeno, sia soprattutto è stata messa a punto una rete di capisaldi che consentono, se ci sarà la disponibilità economica ma soprattutto la volontà, di continuare a monitorare la subsidenza veneziana *l.s.* e quindi di prendere per tempo gli eventuali indispensabili provvedimenti per contrastare l'allarmante fenomeno.

### Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia

La Carta geomorfologica della provincia di Venezia, con le relative Note illustrative è stata pubblicata e presentata nel 2004<sup>53</sup>, ed è aggiornata a quello stesso anno (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004; BONDESAN A. *et al.*, 2004a; 2004d; 2004e).

E' sicuramente il lavoro, finora, di maggior pregio realizzato dalla Provincia nel campo geologico *l.s.*

a) Carta geomorfologica: Aldino Bondesan e Mirco Meneghel (coordinatori scientifici); Andrea Vitturi

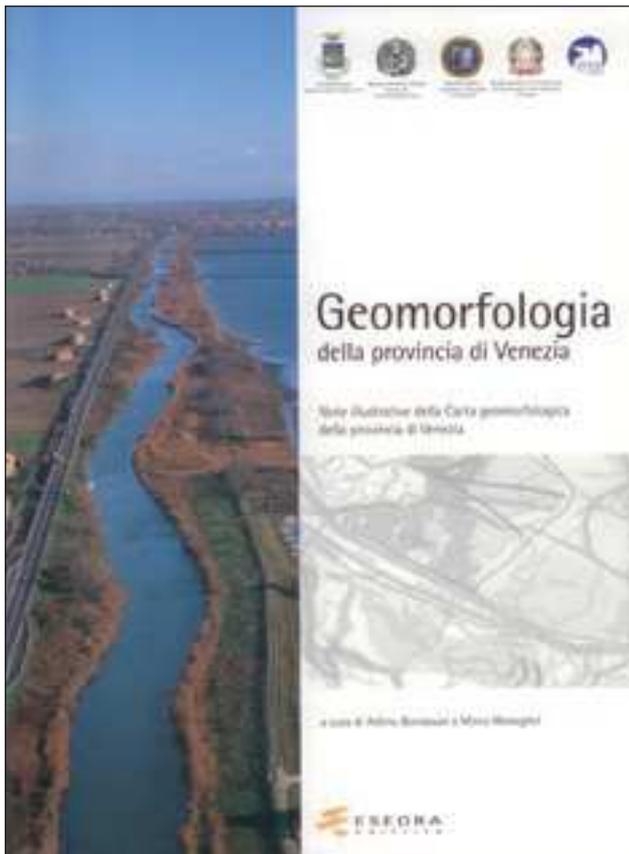
<sup>49</sup> La presentazione dello studio è avvenuta a Chioggia il 5.03.2003. Dopo l'esposizione del progetto da parte degli autori, vi è stata un'interessante Tavola Rotonda su "Il progetto ISES come strumento per la pianificazione e la gestione del territorio" con moderatore G. Gambolati dell'Università di Padova e la presenza di rappresentanti di una decina di enti.

<sup>50</sup> Il testo è così articolato: Premessa; Area di studio; Sottoprogetto intrusione salina; Sottoprogetto subsidenza; Conclusioni.

<sup>51</sup> Prove geognostiche; Ubicazione SEV e traccia delle sezioni interpretative della contaminazione salina; Pozzi censiti, Punti di misura su acque superficiali; Tetto della contaminazione salina; Letto della contaminazione salina.

<sup>52</sup> Stratigrafie e carotaggi continui ISES; Distribuzione della conducibilità elettrica nelle acque sotterranee per classi di profondità; Sezioni interpretative della contaminazione salina (2 Tavole); Sezioni Tomografiche Elettriche; Rete di monitoraggio altimetrico ISES.

<sup>53</sup> A Mestre è avvenuta (26.04.1999) la presentazione del progetto al suo inizio, per raccogliere i suggerimenti dei molti esperti presenti; tra questi si ricordano G.B. Castiglioni (Università di Padova), G. Vianello (Università di Bologna), L. Fozzati (Soprintendenza archeologica del Veneto). Nella prestigiosa sede di Palazzo Labia in Venezia vi è stato il convegno di presentazione (12.03.2004) che, per la vastità dei temi trattati, è stato illustrato da molti degli autori; le conclusioni sono state affidate a M. Panizza (Presidente Associazione Internazionale Geomorfologi - I.A.G.).



(responsabile del progetto), con la collaborazione di Valentina Bassan; Roberto Rosselli (responsabile dell'informatizzazione). Autori per parti specifiche: S. Primon, L. Bincoletto, A. Fontana, P. Furlanetto, S. Magri, P. Mozzi, B. Bertani, G.B. Castiglioni.

b) Note illustrative: Aldino Bondesan e Mirco Meneghel (curatori). Autori: Valentina Bassan, Barbara Bertani, Aldino Bondesan, Alessandro Fontana, Giorgio Fontolan, Paola Furlanetto, Sara Magri, Mirco Meneghel, Paolo Mozzi, Sandra Primon, Roberto Rosselli, Andrea Vitturi. Hanno fornito contributi altre 14 persone.

Presidente: Luigino Busatto; assessora alla Protezione Civile: Delia Murer.

Dirigente: Andrea Vitturi.

Anche in questo caso la Provincia ha coinvolto, con protocolli d'intesa, una serie di altri enti per raggiungere le maggiori sinergie tecniche ed economiche per avere un prodotto ottimale e condiviso attraverso una stretta e continua collaborazione e con lo scambio di dati. In particolare hanno aderito al progetto, oltre alla Provincia, l'Università di Padova - Dipartimento di Geografia, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque per la Laguna di Venezia, l'ARPAV - Centro Agroambientale, il CNR - ISMAR, il Ministero per i Beni e le Attività Culturali (Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto col nucleo NAUSICAA; Archivio di Stato di Venezia).

Il volume complessivo comprende le Note illustrative (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004)<sup>54</sup>, la Carta geomorfologica in scala 1:50.000 (BONDESAN A. *et al.*, 2004a)<sup>55</sup> e un CD-ROM contenente l'edizione digita-

le della carta alla scala 1:20.000 (BONDESAN A. *et al.*, 2004d).

Si tratta di un'opera che può essere definita "faraonica" (ben 514 ricchissime pagine), ma che è soprattutto destinata a durare nel tempo per il metodo messo a punto e per i risultati conseguiti.

I punti di forza dell'opera risiedono nell'approccio multidisciplinare al tema geomorfologico, attraverso correlazioni con l'archeologia, la cartografia storica, la geocronologia e altre discipline che hanno consentito di ottenere un quadro d'insieme particolarmente approfondito. Lo studio è corredato da un cospicuo apparato iconografico, con ricchezza di schizzi, diagrammi ed elaborati originali che illustrano i diversi sistemi morfo-sedimentari provinciali. L'estremo dettaglio raggiunto in sede di stesura della cartografia tematica, grazie anche alla disponibilità di un'enorme quantità di informazioni primarie (carotaggi, trivellate, foto aeree ecc.), ha generato uno strumento estremamente utile negli studi di pianificazione territoriale (i dati sono stati ampiamente utilizzati nella redazione del PTCP e dei PAT comunali) e in campo professionale.

Segnalo infine che, nell'ambito del Congresso Geologico Internazionale tenutosi a Firenze il 20-28.08.2004, è stata diffusa una sintesi (anche in inglese) dello studio stesso, con inclusa la carta geomorfologica della Laguna di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2004e).

### I geositi della provincia di Venezia

Lo studio sui geositi della provincia di Venezia è stato pubblicato e presentato<sup>56</sup> nel 2008 (BONDESAN A. & LEVORATO C., 2008).

E' stato realizzato congiuntamente dalla Provincia con la SIGEA - Società Italiana di Geologia Ambientale, che vanta una notevole esperienza nel campo.

Curatori: Aldino Bondesan e Chiara Levorato.

Testi: Aldino Bondesan, Chiara Levorato, Alessandro Fontana, Paola Furlanetto, Mirco Meneghel, Paolo Mozzi, Sandra Primon, Ugo Scortegagna.

Antologia storica, letteraria, artistica: Tania Rossetto.

Responsabili del progetto: Andrea Vitturi, Valentina Bassan.

Presidente: Davide Zoggia; assessore al Servizio Geologico e Difesa del Suolo: Ezio Da Villa.

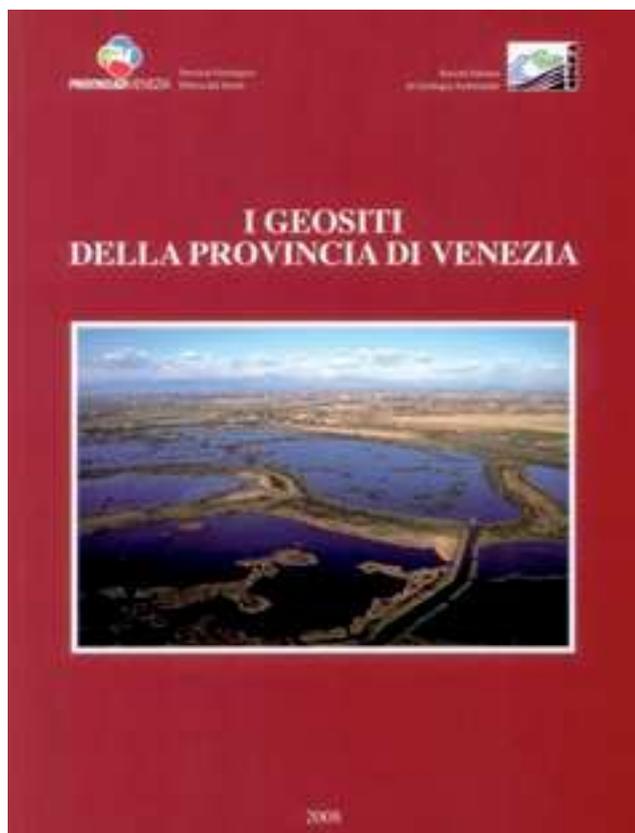
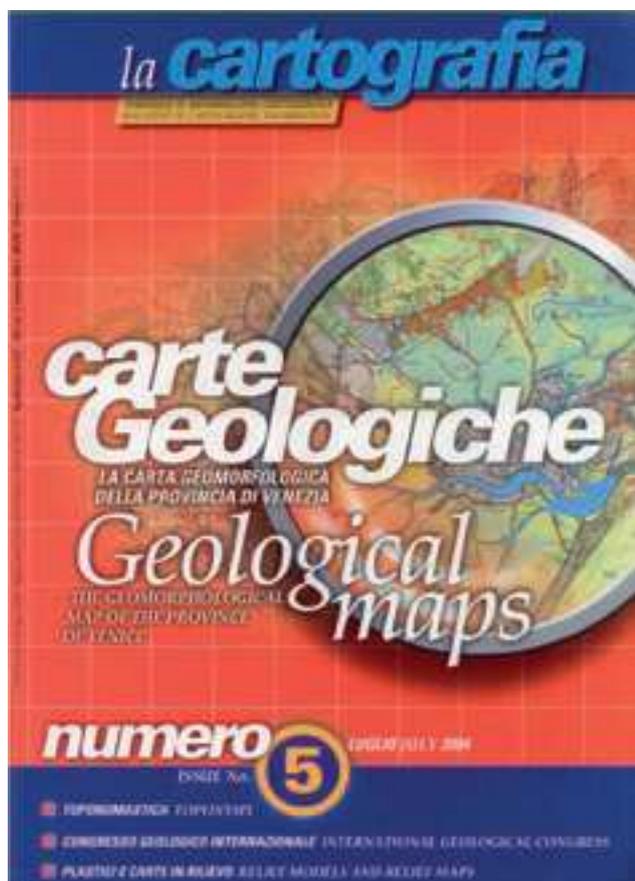
Dirigente: Andrea Vitturi.

<sup>54</sup> Dopo le Prefazioni vi sono cinque Sezioni (Inquadramento del progetto; Strumenti e metodi; Inquadramento geomorfologico ed evoluzione del territorio; Note illustrative della carta geomorfologica della provincia di Venezia; Appendici (6). Ogni Sezione è a sua volta articolata in capitoli.

<sup>55</sup> La carta geomorfologica è suddivisa in tre fogli (Nord; Centro; Sud); vi è inoltre un quarto foglio riguardante tutta l'area della laguna di Venezia.

<sup>56</sup> Questo studio, come i due successivi, è stato presentato all'Auditorio della Provincia a Mestre il 13.03.2009 nell'ambito del convegno "Le scienze della terra al servizio della comunità. Presentazione di tre studi sulla provincia di Venezia: le unità geologiche, i suoli, i geositi". Il convegno si è articolato in due sessioni: Geologia e pedologia in provincia di Venezia (oltre agli autori hanno relazionato P.A. De Paola, Consiglio Nazionale dei Geologi, e G. Gisotti, SIGEA) e Le scienze della terra nella pianificazione provinciale e comunale (M. Panizza, Associazione Italiana Geologia e Turismo, e P.F. Ghatti, Rettore Ca' Foscari).

Si tratta di uno studio destinato sia a durare nel tempo sia ad avere un pubblico assai vasto per i temi trattati e ancor più per l'impreziosimento dato dall'antologia storica, letteraria, artistica.

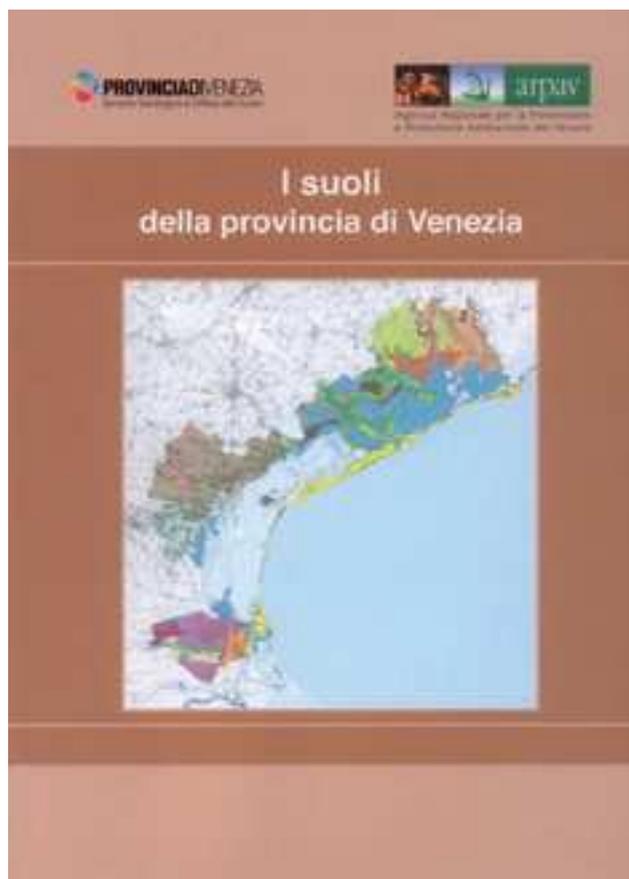


Ha avuto fin da subito una risonanza a livello sia nazionale<sup>57</sup> che internazionale<sup>58</sup>.

### I suoli della provincia di Venezia

Lo studio sui suoli della provincia di Venezia, aggiornato al 2008, è stato pubblicato e presentato<sup>59</sup> nel 2009 (RAGAZZI F. & ZAMARCHI P., 2008).

E' stato realizzato congiuntamente dalla Provincia con l'ARPAV - Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti.



Responsabili del progetto: Andrea Vitturi, Paolo Giandon. Coordinamento delle attività e del rilevamento pedologico: Valentina Bassan, Francesca Ragazzi. Rilevamento pedologico: Francesca Ragazzi, Ialina Vinci, Adriano Garlato. Elaborazione della Carta dei Suoli: Francesca Ragazzi. Testi di Francesca Ragazzi e Paola Zamarchi.

Presidente: Davide Zoggia; assessore al Servizio Geologico e Difesa del Suolo: Ezio Da Villa.

Dirigente: Andrea Vitturi; Responsabile del Servizio Geologico provinciale: Valentina Bassan.

ARPAV: Direttore Generale: Andrea Drago. Direttore Area Ricerca e Formazione: Sandro Boato; Diretto-

<sup>57</sup> E' stato infatti presentato a Piacenza nell'ambito di un convegno a carattere nazionale.

<sup>58</sup> Ho avuto infatti l'onore (e il piacere!) di presentarlo, in francese, nel 2009 alla Sorbona di Parigi nell'ambito di un convegno internazionale sui "Géomorphosites"; (BASSAN V. *et al.*, 2009).

<sup>59</sup> Rinvio a quanto scritto in nota relativamente alla presentazione dei Geositi.

re Dipartimento Provinciale di Treviso: Loris Tomiato; Responsabile del Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti: Giovanni Gasparetto.

E' articolato in un testo<sup>60</sup>, una legenda, nella carta dei suoli in scala 1:50.000<sup>61</sup> e in sei cartografie in scala 1:50.000<sup>62</sup>.

Con questa importante pubblicazione è stata portata a sintesi una serie di indagini pluridecennali che ora sono inserite nell'ambito delle competenze ARPAV in materia di pedologia.

### Le unità geologiche della provincia di Venezia

Lo studio sulle unità geologiche della provincia di Venezia, aggiornato al 2008, è stato pubblicato e presentato<sup>63</sup> nel 2009 (BONDESAN A. *et al.*, 2008).



E' stato realizzato congiuntamente dalla Provincia con l'Università di Padova - Dipartimento di Geografia. Sostanzialmente vi ha lavorato lo stesso Gruppo di Lavoro che aveva così ben operato per la Carta geomorfologica.

Curatori: Aldino Bondesan, Sandra Primon, Valentina Bassan, Andrea Vitturi. Sono presenti quattordici contributi specifici.

Presidente: Davide Zoggia; assessore al Servizio Geologico e Difesa del Suolo: Ezio Da Villa.

Dirigente: Andrea Vitturi; Responsabile del Servizio Geologico provinciale: Valentina Bassan.

Direttore Dipartimento Geografia: Alberto Carton.

E' articolato in un testo<sup>64</sup>, nella Carta delle unità geologiche in scala 1:50.000<sup>65</sup> e nella Carta della quota della base dei depositi post-LGM in scala 1:150.000<sup>66</sup>.

Con questa pubblicazione si era chiusa la collana degli studi geologici e di difesa del suolo della provincia di Venezia, che ora però viene implementata con l'Atlante geologico.

La miglior sintesi su questo studio è stata scritta da un ingegnere di primaria importanza nella professione nel Veneto: "Trascurando per un momento il lungo elenco precedente di ottimi lavori, l'ultimo è veramente magnifico. Essere riuscito a realizzare un lavoro così profondo, dettagliato e di unificazione delle conoscenze geologiche sul territorio che sia anche di consultazione così semplice da essere fruibile per il lavoro di ogni giorno è veramente un *record*".

### L'Atlante geologico della provincia di Venezia

Questa pubblicazione, ultima per ora della collana degli studi geologici e di difesa del suolo della provincia di Venezia e di cui rappresenta la sintesi al 2011 delle conoscenze in tali materie, viene trattata in modo specifico in un paragrafo successivo.

### I PRINCIPALI ALTRI PROGETTI

Non tutti i progetti realizzati hanno avuto come momento finale una pubblicazione con presentazione pubblica. Infatti per alcuni il Servizio Geologico provinciale (SGP) ha svolto solo il ruolo di collaboratore di altri enti, per altri progetti il SGP ha svolto gli aspetti di competenza nell'ambito della pianificazione provinciale, in altri ancora questioni economiche o di altro tipo hanno fatto optare per una pubblicazione a carattere più economico (anche a cura di altri enti) o per una sola presentazione (sia con pubblico convegno che con sola conferenza stampa); infine, vi sono progetti di carattere geologico ma a cura di altri Settori provinciali.

Tra i progetti più importanti realizzati per conto di altri enti vi sono il "Progetto CARG" e la "Indagine idrogeologica di Porto Marghera"; entrambi assai importanti che hanno coinvolto il personale del SGP, con i suoi collaboratori, per molto tempo.

Tra quanto realizzato per altri Settori della Provincia ricordo *in primis* il PTCP (Piano Territoriale di Coordi-

<sup>60</sup> Il testo è così articolato: Genesi e storia dello studio dei suoli in provincia di Venezia; I suoli della provincia di Venezia: una preziosa risorsa da tutelare; Metodologia dell'indagine; Caratteri dell'ambiente e del territorio; I suoli del territorio provinciale; La carta dei suoli; Catalogo dei suoli; Applicazioni della carta dei suoli.

<sup>61</sup> Suddivisa nella parte nord-orientale e in quella centro-meridionale.

<sup>62</sup> Capacità d'uso dei suoli; Salinità dei suoli; Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque di falda; Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali; Permeabilità dei suoli; Riserva idrica dei suoli.

<sup>63</sup> Rinvio a quanto scritto in nota relativamente alla presentazione dei Geositi.

<sup>64</sup> Il testo è articolato in: Inquadramento del progetto; Introduzione alla geologia della provincia di Venezia; Cenni metodologici; Le unità geologiche; Appendici.

<sup>65</sup> Suddivisa nella parte nord-orientale e in quella centro-meridionale. Autori: A. Bondesan, S. Primon, V. Bassan, A. Fontana, P. Mozzi, M. Meneghel, T. Abbà, A. Vitturi.

<sup>66</sup> Autori: S. Primon e A. Fontana.

namento Provinciale), poi il Piano Provinciale d'Emergenza e, infine, il Piano Gestione Rifiuti.

Tra i numerosi progetti non completati con una pubblicazione segnalò il Progetto IRMA, sulla subsidenza nel sandonatese e portogruarese<sup>67</sup>, e il Progetto ERA, sulla subsidenza del veneziano, miranese e riviera del Brenta, che vengono tra l'altro ripresi nel capitolo 16 del GeoAtlante. In quest'ambito può rientrare quanto concerne gli atti di convegni organizzati dal SGP, anche con altri enti; oltre a quelli già ricordati nei paragrafi precedenti, vi sono gli atti del convegno "Geologia urbana di Venezia", pubblicati nel periodico della SIGEA "Geologia dell'Ambiente".

Sono stati invece realizzati dal Settore Politiche Ambientali sia la Carta litologica del territorio provinciale (MINUZZO L. *et al.*, 1987) che la pubblicazione "L'acqua sotterranea: una risorsa nascosta" (ZANGHERI P., 2000).

Da ultimo accenno soltanto agli studi di carattere agronomico in quanto correlati e in parziale sinergia con la pedologia, materia questa trattata nel capitolo 6 "Suoli".

### Progetto CARG

L'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici - Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia)<sup>68</sup> ha tra i suoi compiti istituzionali (Legge n° 226/99) quello di realizzare i vari Fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, che vengono rilevati e descritti in proprio o, più comunemente, appoggiandosi in tutto o in parte ad altri enti (locali e/o di ricerca).

Nel caso dei Fogli 128 "Venezia" e 148-149 "Chioggia - Malamocco" l'APAT ha stipulato apposita convenzione con la Regione del Veneto affidandole così l'incarico per lo svolgimento dei lavori; a sua volta la Regione ha affidato il coordinamento scientifico al CNR - ISMAR (con Luigi Tosi responsabile scientifico).

Per l'approfondimento di altre tematiche sono state stipulate apposite convenzioni, tra cui con la Provincia di Venezia per gli aspetti relativi all'idrogeologia. Questi aspetti sono stati svolti da A. Vitturi, V. Bassan, P. Zangheri (a ciò espressamente incaricato dalla Provincia), come risulta dalle Note illustrative<sup>69</sup>.

Entrambi i Fogli sono stati pubblicati nel 2007 (Tosi L. *et al.*, 2007b; 2007c).

Fa piacere segnalare che a questo importante progetto sono stati chiamati a collaborare da parte dell'APAT molti geologi che hanno fatto parte sia dello *staff* che ha realizzato lo Studio geomorfologico che questo GeoAtlante.

<sup>67</sup> Per questo progetto è stato predisposto un piccolo opuscolo a carattere divulgativo.

<sup>68</sup> Già Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e del Territorio (APAT) e ora Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

<sup>69</sup> Il relativo capitolo "Cenni di idrogeologia" è inserito nella sezione riguardante "Elementi di geologia tecnica ed applicata" ed è articolato nei paragrafi: Lo stato delle conoscenze idrogeologiche; La struttura idrogeologica; Cuneo salino.



Nell'ambito del Progetto CARG è stato ultimato e pubblicato nel 2008 anche il Foglio 086 "San Vito al Tagliamento", la cui parte meridionale si trova in provincia di Venezia e corrisponde all'alto portogruarese

(ZANFERRARI A. *et al.*, 2003c). Anche in questo caso la Provincia ha collaborato fornendo dati e conoscenze.

E' invece ancora in fase di stampa, pur essendo da tempo ultimato, il Foglio 107 "Portogruaro" (FONTANA A. *et al.*, 2012). In questo caso la Provincia, pur sem-



pre nell'ambito di una convenzione con la Regione Veneto, ha avuto un ruolo maggiore in quanto A. Vitturi e V. Bassan sono stati tra i curatori delle Note illustrative e, con collaboratori provinciali (E. Conchetto, A. Mazzuccato), hanno contribuito su aspetti specifici; inoltre, A. Vitturi e V. Bassan risultano "coordinatori scientifici", con A. Vitturi "direttore del rilevamento" relativamente alla carta geologica.

#### Indagine idrogeologica di Porto Marghera

Un'altra collaborazione, sempre con la Regione Veneto, è stata di particolare importanza. Con uno specifico finanziamento biennale il SGP ha realizzato la 2<sup>a</sup> fase della Indagine idrogeologica di Porto Marghera<sup>70</sup>.

Su questo argomento c'è una specifica scheda nel capitolo 12 "Idrogeologia", cui quindi rimando.

#### Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Una delle maggiori competenze istituzionali (L.R. n° 11/04) della Provincia è il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

Esso fa seguito al Piano Territoriale provinciale (PTP) di cui alla legge n° 142/90; è quindi da molti anni che



gli aspetti geologici per il PTCP sono stati affrontati, con analisi e metodi sempre più approfonditi e affinati.

A testimonianza dei progressi impegni riporto solo la copertina di un numero speciale della rivista della Provincia risalente a maggio 1993, nel quale era tra

<sup>70</sup> Per la Provincia il Gruppo di Lavoro è stato così costituito: V. Bassan (Coordinatrice); P. Zangheri (responsabile scientifico); E. Fagarazzi, S. Primon, T. Abbà, V. Bisaglia (quadro geologico); A. Rosina, L. Basso (quadro idrogeologico); A. Mazzuccato (gestione G.I.S.); E. Farinatti (geofisica). Assessore al Servizio Geologico e Difesa del Suolo: Ezio Da Villa; dirigente settore Protezione Civile e Difesa del Suolo: A. Vitturi. La direzione generale del Progetto è stato a cura della Regione Veneto, Direzione Progetto Venezia (dirigenti: G. Artico e P. Campaci).

l'altro riportata la sintesi sia della Relazione geologica che dello Studio idraulico<sup>71</sup>.

Il personale dell'intero Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo ha contribuito molto efficacemente al PTCP sia per redigere il "Quadro conoscitivo" che le "Norme Tecniche d'Attuazione". Nel primo caso illustrando e fornendo al Settore Pianificazione Territoriale e Sistema Informativo Geografico (Assessore: Enza Vio; Dirigente: Antonio Bortoli) ampia documentazione (metadati) sui temi di suolo, sottosuolo, acque sotterranee, rischio idraulico e da mareggiata, nel secondo contribuendo alla stesura dei vari articoli interessanti i temi suddetti.

Val la pena sottolineare come il Settore non sia più stato solo fornitore di dati e conoscenze, ma soprattutto che esso sia stato chiamato a interagire con costanza col Settore deputato alla stesura generale del PTCP (vedi scheda "Piano Territoriale Provinciale

PTP - Premessa generale al Sistema ambientale" in questo capitolo).

La costituzione di un gruppo multidisciplinare di progettazione, in cui le varie discipline hanno dialogato e condiviso a pari livello le scelte pianificatorie (poi decise dall'Amministrazione), è stato uno dei momenti di forza del PTCP, tanto più che tale gruppo ha avuto un importante ruolo nel continuo, reciproco confronto che la Provincia ha promosso e tenuto con i Comuni e con i tanti "portatori d'interesse" coinvolti nel processo pianificatorio.

<sup>71</sup> Autori della Relazione geologica: J. De Rossi e A. Vitturi; autore dello Studio idraulico: E. Musacchio. Sottolineo in particolare l'ottimo lavoro fatto a suo tempo dall'ing. Enrico Musacchio (allora all'inizio di una brillante e affermata carriera professionale ormai consolidata), che è stato la base per tutti gli aggiornamenti e le successive integrazioni in tema di rischio idraulico. La Premessa di questo numero speciale della rivista della Provincia è riportata qui di seguito in un'apposita scheda.

## PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE (PTP) PREMESSA GENERALE AL "SISTEMA AMBIENTALE"

Andrea Vitturi

*Il seguente estratto dalla "Premessa generale" al "Piano Territoriale Provinciale (PTP) - Sistema ambientale - Assetto idrogeologico e agronomico del territorio provinciale" (pubblicato all'inizio del 1993 nel periodico "Provincia di Venezia") viene riportato in questa scheda sia per la sua attualità in vari punti che, principalmente, per mostrare come ora sia spesso superata la separazione tra "specialisti", che producono conoscenza sul territorio, e "pianificatori", che su*

*queste conoscenze dovrebbero fornire le scelte strategiche sul territorio. Con ciò dimostrando come la "cultura geologica" sia ormai avanzata anche tra i non addetti ai lavori e, quindi, che tanti anni di sensibilizzazioni non siano trascorsi invano, anche se altra strada sarà da percorrere. Questo "Atlante geologico" potrà nel suo piccolo contribuire all'avanzamento delle conoscenze geologiche a un pubblico più vasto dei soli cultori delle "Scienze della Terra".*

Per una corretta pianificazione territoriale è necessario conoscere preventivamente, con adeguata precisione, la situazione della realtà territoriale oggetto della pianificazione stessa; essa va integrata, ovviamente, con la conoscenza di vari altri aspetti del territorio, quali quelli socio-economici, storici, culturali ecc.

Fino a non molto tempo addietro il sistema ambientale era di fatto penalizzato perché nella cultura imperante tra chi principalmente operava nel campo della pianificazione territoriale era inconsciamente, ma profondamente, radicato il mito delle "risorse illimitate del territorio". Chi predisponeva piani, programmi o progetti in un dato territorio ne ignorava del tutto, o quasi, la realtà fisico-ambientale, per cui si è consentito di costruire in golena (e rifinanziare, anche dopo 2-3 alluvioni devastatrici, tali opere negli stessi luoghi), in località pure denominate "rovinon", "palù" o simili, senza che ciò neppure mettesse sull'avviso ecc. ecc.

È soltanto negli anni '60 (rapporto del Club di Roma

sui limiti dello sviluppo; fondazione di Italia Nostra; ecc.) che anche al grande pubblico pervengono critiche a questo modo di agire, e comincia così a formarsi una cultura dell'ambiente che sta sviluppandosi sempre più. Del resto critiche al sistema allora imperante non erano mai cessate (per esempio A. Cederna ne "Il Mondo" di Pannunzio negli anni 1951-'56), ma erano state quasi totalmente ignorate.

Ora invece si assiste a un fenomeno inverso, per molti aspetti pure deleterio. L'ambiente è diventato un "affare", per cui abbiamo i falsi ecologi (per esempio le Ditte che hanno causato gravi inquinamenti) e, soprattutto, molti che, anche in buona fede, si ritengono i depositari di tutte le conoscenze concernenti l'ambiente per cui progettano e pianificano su di esso continuando di fatto a ignorarlo per una sua buona parte (i cosiddetti "architutto"). I problemi dell'ambiente sono infatti molto complessi e necessitano di essere impostati e trattati da équipes pluridisciplinari e non monoprofessionali.

Superata ormai, almeno nella cultura generale, la fase della programmazione basata sul concetto delle risorse illimitate del territorio, si tende, come obiettivo generale, a conseguire un più razionale utilizzo dello stesso definendone prioritariamente (con ordine per ora prevalentemente solo temporale) le “vocazioni” e le “penalità” in relazione alle proprie caratteristiche fisico-ambientali.

È per questo che ora si tende a recuperare zone degradate, a limitare il consumo dei terreni agricoli più fertili ostacolando o impedendo il loro uso a fini extra agricoli, a ripristinare l'edificato, a incentivare studi di destinazione d'uso di parti sempre più consistenti del territorio ecc.

I vari aspetti della situazione fisico-ambientale di un territorio devono essere oggetto, da parte di specifici specialisti, di studi di tipo analitico i cui risultati sono per lo più espressi sotto forma di carte con note illustrative.

Perché però i risultati di tali studi possano essere di effettivo aiuto per la pianificazione ambientale, essi devono essere rappresentati sotto forma di carte tematiche di sintesi. Le carte tematiche infatti consentono anche ai “non addetti ai lavori” di comprendere facilmente gli aspetti principali della problematica trattata.

La rappresentazione cartografica (generalmente affiancata da un testo esplicativo) consente infatti di:

- raffigurare i dati di base in ordine al problema trattato e la loro distribuzione nel territorio;
- acquisire una più agevole e più immediata visione di sintesi;
- impostare e realizzare una politica di salvaguardia del patrimonio fisico-ambientale e di razionalizzazione nell'uso delle risorse naturali;
- dare un carattere di maggior oggettività ai dati rappresentati.

Un documento cartografico di sintesi, che riassume e visualizzi i vari aspetti fisico-ambientali degli studi analitici, è indispensabile che venga fornito a chi pianifica e al pubblico amministratore in quanto i temi trattati nella carte d'analisi generalmente non sono d'immediata comprensione per i non specialisti, ma sono necessari anche per mostrare la “serietà” dei dati su cui poggiano le carte di sintesi.

Operando in tal modo si possono utilizzare correttamente le risorse naturali e rimuovere le principali cause che agevolano obiettivamente l'uso scorretto e speculativo del territorio; infatti le conoscenze acquisite permettono più facilmente di ridurre gli scempi che sono stati perpetrati all'ambiente approfittando dell'ignoranza di chi doveva e poteva impedirli.

Si può, comunque, affermare che la conoscenza ambientale di un territorio permette agli amministratori di effettuare le scelte ottimali in quanto:

- *fornisce* loro elementi relativi alla realtà fisica del territorio necessari perché questo venga correttamente gestito;
- *permette* di individuare, per zone definite, le rispettive “vocazioni e penalità naturali” di dette zone;
- *suggerisce* le scelte migliori dal punto di vista economico non solo per il breve, quanto per il medio e lungo termine;
- *indica* il naturale rapporto intercorrente tra ambiente e attività antropiche.

In gran sintesi si può concludere che gli studi ambientali di un territorio, illustrati in una serie di carte tematiche d'analisi e, a beneficio di pianificatori e amministratori, in una cartografia di sintesi, illustrano l'incidenza dei fattori ambientali sul costo e sulla convenienza dell'urbanizzazione delle aree o sulla loro utilizzazione a scopo agrario; è possibile inoltre applicare i risultati anche su temi specifici costruendo carte delle penalità e delle vocazioni, applicate a vari scopi, che agevolano una corretta formulazione del bilancio costi-benefici. Dall'insieme delle informazioni così rappresentate si può pervenire in modo più rapido all'applicazione di adeguate politiche d'intervento nei vari settori della programmazione territoriale.

La rappresentazione cartografica di aspetti fisici di un territorio concorre, inoltre, a far meglio comprendere all'urbanista il cosiddetto “*genius loci*”, cioè le motivazioni originarie tipo fisico-ambientale che hanno spesso caratterizzato il sorgere di un insediamento in un determinato luogo e che son poi generalmente persistite nel tempo; la conoscenza di questa logica iniziale consente di mantenere integre, se opportuno, le caratteristiche originarie particolari dell'urbanizzazione e di progettare i nuovi insediamenti in armonia con quelli preesistenti.

### Piano Provinciale d'Emergenza (PPE)

Come già scritto in precedenza, il Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile è stato fonte di innumerevoli informazioni per la stesura dei vari Piani Provinciali di Emergenza (PPE). La conoscenza approfondita del territorio, cui ha fatto seguito, nell'ambito dell'elaborazione del PPE, l'individuazione degli scenari di rischio, ha infatti rappresentato la base da cui partire per individuare idonee modalità di comportamento nell'emergenza.

Le varie versioni del PPE (VITTURI A., 2001; 2003;

2008), tutte approvate dal Consiglio Provinciale, sono state redatte dal Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo<sup>72</sup> con la collaborazione di vari Gruppi di Lavoro in relazione alle tematiche specifiche. Attualmente è in corso di redazione un ulteriore aggiornamento del PPE nel quale saranno recepite anche le risultanze dello studio sul rischio idraulico da rete di bonifica che l'Università di Padova, Dipartimento IMAGE, sta effettuando per conto del Servizio Protezione Civile

<sup>72</sup> A. Vitturi, C. Fastelli, V. Bassan, R. Gaiardi, S. Babetto.



e di cui all'apposita scheda nel capitolo 18 "Rischio idraulico".

**Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti Urbani (PGR)**

L'ultimo aggiornamento del Piano Gestione Rifiuti Urbani (PGR) è stato approvato dal Consiglio Provinciale il 20.12.2007.



Anche in questa versione il ruolo del SGP (e del Servizio Protezione Civile per il rischio idraulico) è stato di fornire le conoscenze relative agli aspetti geologici del territorio provinciale necessari per le decisioni dell'Amministrazione in merito a tale problematica.

**Progetti IRMA ed ERA sulla subsidenza**

Ho già precedentemente descritto il Progetto ISES (Intrusione Salina E Subsidenza), che ha trattato tali argomenti nell'area meridionale (CARBOGNIN L. & TOSI L., 2003), e ivi ho anche accennato ai Progetti IRMA (Integrazione Rete di Monitoraggio Altimetrico) ed

ERA (Estensione Rete Altimetrica), con IRMA relativo a sandonatese e portogruarese ed ERA a veneziano, miranese e riviera del Brenta.

Solo il Progetto IRMA ha avuto una presentazione ufficiale<sup>73</sup>, anche perché il progetto è stato realizzato congiuntamente da più enti, oltre alla Provincia di Venezia: CNR - ISMAR, Magistrato alle Acque di Venezia (col Servizio Informativo del Consorzio Venezia Nuova), Consorzio di bonifica Basso Piave, Comuni di Cavallino Treporti e di Jesolo<sup>74</sup>.

In quell'occasione è stato predisposto un sintetico opuscolo informativo sia sul fenomeno "subsidenza" che sui risultati ottenuti dal progetto, con particolare riferimento ai territori dei due Comuni cofinanziatori (Cavallino Treporti e Jesolo).

I risultati complessivi dei tre progetti (ISES - IRMA - ERA) sono descritti nel capitolo 16 "Subsidenza" e nella Tav. 15.

<sup>73</sup> Il convegno "La subsidenza nel Sandonatese e Portogruarese: indagini realizzate, problemi emersi, prospettive future" si è tenuto a Jesolo il 15.03.2006; hanno relazionato gli autori e le conclusioni le ha tenute M.G. Piva, presidente del Magistrato alle Acque di Venezia.

<sup>74</sup> Hanno collaborato, fornendo dati e informazioni, anche il Consorzio di bonifica Pianura Veneta e i Comuni di Caorle, Concordia Sagittaria, Musile di Piave, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento e S. Stino di Livenza.



### Geologia urbana di Venezia

La SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale) dal 2005 organizza ogni anno un convegno sul tema della geologia urbana in una città diversa. Per ora sono stati presentati i risultati relativi alle città di Roma, Venezia, Milano, Modena, Bari e Genova.

Il convegno riguardante Venezia è stato organizzato congiuntamente dalla Provincia con la SIGEA<sup>75</sup>, e i relativi Atti sono stati pubblicati sul supplemento 3/2008 del periodico della SIGEA "Geologia dell'Ambiente" (BONDESAN A. *et al.*, 2006).



Gli studi presentati al convegno hanno avuto un'elevata risonanza (e non solo locale), stante anche la caratura degli interventi e dei relatori.

Gli Atti sono articolati in due parti (Risorse e rischi geologici a Venezia e nel veneziano: sette relatori; Le opere e le loro interferenze con l'ambiente geologico: sette relatori); tra gli intervenuti Massimo Cacciari (Sindaco di Venezia), Davide Zoggia (Presidente Provincia di Venezia), Ezio da Villa (assessore provinciale al Servizio Geologico e Difesa del Suolo) e Giuseppe Gisotti (Presidente SIGEA).

L'insieme delle relazioni esposte negli atti (BASSAN V. & VITTURI A., 2006; BONDESAN A. *et al.*, 2006b; ZANGHERI P., 2006; ZEZZA F., 2006), rappresenta un punto fermo per le conoscenze sulla situazione geologica di Venezia e del veneziano alla data del convegno.

### Carta geolitologica

Per conto dell'assessorato provinciale all'Ecologia e sulla base di sola fotointerpretazione è stata redatta nel 1987 la carta geolitologica alla scala 1:50.000



dell'intera provincia (MINUZZO L. *et al.*, 1987). Si tratta della prima carta che ha fornito informazioni sulla geologia generale di tutta la provincia.

La carta è ormai superata dal prosieguo delle conoscenze, in particolare dalla carta geomorfologica di cui ho scritto prima.

### L'acqua sotterranea: una risorsa nascosta

La pubblicazione "L'acqua sotterranea: una risorsa nascosta. Pozzi, acquiferi e falde nella provincia di



<sup>75</sup> Il convegno si è tenuto il 24.11.2006 all'auditorio della Provincia a Mestre.

Venezia" (2000) ha per autore Pietro Zangheri ed è stata voluta e finanziata dall'Assessorato alle Politiche Ambientali<sup>76</sup> nell'ambito della collana editoriale di Civiltà dell'Acqua (ZANGHERI P., 2000).

Il pregevole libretto<sup>77</sup> ha un taglio decisamente divulgativo pur mantenendo il rigore scientifico. Si avvale della grande esperienza e dottrina dell'Autore, noto esperto in idrogeologia, e in particolare di quella veneziana.

### Studi agronomici

Si è già visto che le prime tre pubblicazioni della collana degli studi geologici e difesa del suolo avevano anche aspetti di rilevante interesse agronomico, e così pure lo studio sui suoli. Infatti nel primo periodo di lavoro in Provincia ero stato inquadrato nell'ambito dell'Assessorato all'Agricoltura, e per questo ho collaborato alla realizzazione anche di altri studi che, pur non afferenti direttamente alla geologia, appartengono pur sempre al vasto filone delle Scienze della Terra; essi, inoltre, in vario modo, hanno avuto ricadute sugli studi successivi.

In proposito ricordo:

a) *I tipi prevalenti di paesaggio agrario del veneziano* (autore: G. Franceschetti<sup>78</sup>), in cui sono state trattate le possibilità che derivano da studi e indagini sul paesaggio agrario per il miglioramento degli interventi pianificatori in territorio extra-urbano (FRANCESCHETTI G., 1990);

b) *Carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici: l'applicazione della metodica regionale nella provincia di Venezia* (A. Vitturi, S. Lorito, P. Zangheri)<sup>79</sup>, redatta in base a direttive regionali (LORITO S. et al.; 2002);

c) *Studi sull'agricoltura veneziana per il Piano Territoriale Provinciale - PTP* (Analisi fisico-agronomica: L. Giardini, C. e A. Giupponi; analisi socio-economica: G. Stellin, P. Rosato, G. Bertoni<sup>80</sup>) che, con metodica allora innovativa e anche assai calzante per il territorio provinciale, ha saputo coniugare aspetti fisico-agronomici e socio-economici per arrivare alla carta della tutela degli ambiti agricoli, distinti se d'interesse primario, elevato, medio, secondario.

### Rischio idraulico

Il tema del rischio idraulico è stato affrontato dalla Provincia già vent'anni fa con la pionieristica "Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia" (LICETO V., 1992), quindi nell'ambito prima del Programma provinciale di previsione e prevenzione (VITTURI A., 1999) e poi dei Piani Provinciali d'Emergenza (VITTURI A., 2001a; 2001b; 2003; 2008). Nel tempo le conoscenze sono andate via via affinandosi, ma si può sicuramente affermare che è a partire dalle ricerche compiute nell'ambito del PTP dall'ing. E. Musacchio che il rischio idraulico è stato più compiutamente esaminato nei suoi principali aspetti. La sintesi dei suoi studi è stata pubblicata nella rivista "Provincia di Venezia" nel 1994 (MUSACCHIO E., 1994).



L'attività di studio è però proseguita di pari passo con quella divulgativa, in quanto l'Amministrazione era conscia dell'elevato rischio idraulico per la popolazione e il territorio dipendenti dalle molteplici ragioni poi esposte nei capitoli 4 (Idrografia e bonifica idraulica) e soprattutto 18 (Rischio idraulico) di questo Geo-Atlante; voleva quindi iniziare a sensibilizzare un vasto pubblico adottando opportune iniziative.

Per questo nel trentennale della grande alluvione del 1966 ha promosso un importante convegno sulla "Prevenzione del rischio idraulico in provincia di Venezia",

<sup>76</sup> Assessore: E. Da Villa.

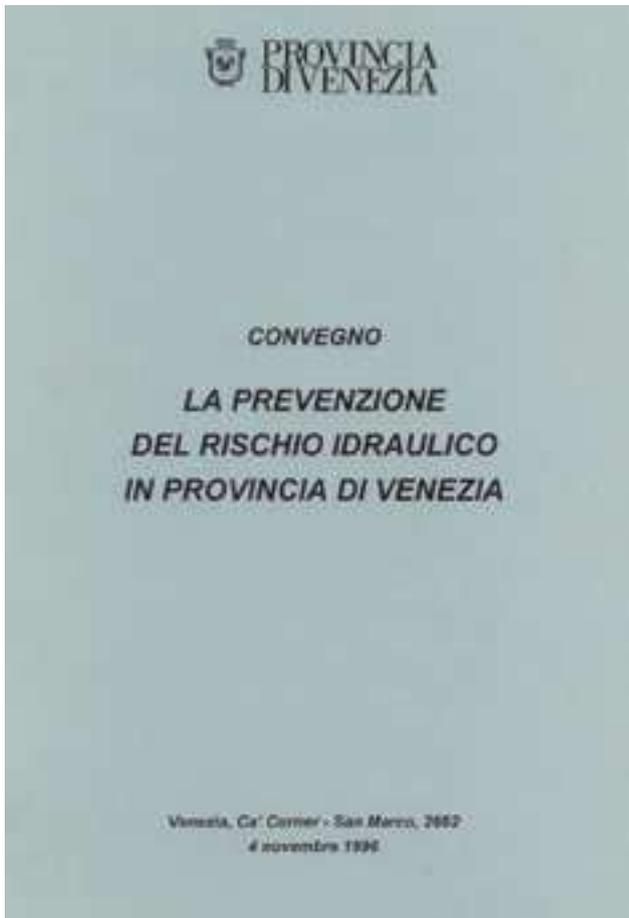
<sup>77</sup> Il testo è articolato in sette capitoli (Da dove arriva l'acqua che beviamo?; L'acqua sotterranea nel "ciclo dell'acqua"; L'acqua nel sottosuolo: acquiferi e falde; Le acque sotterranee nella pianura veneta; Le acque sotterranee della provincia di Venezia in dieci domande; Quantità e uso delle acque sotterranee; Qualità e inquinamento delle acque sotterranee) e in cinque schede (Monitorare il livello di una falda; Le risorgive; Uso, tutela e valorizzazione delle acque sotterranee nella normativa; Inquinamento delle acque sotterranee da "fonti puntuali" nella pianura veneta; Impatti conseguenti al sovrasfruttamento e all'inquinamento degli acquiferi); è riportata, inoltre, la Carta europea dell'acqua.

<sup>78</sup> Collaboratori: T. Tempesta, M. Zanetti, G. Tel; rilevatori: E. Di Marco, R. Gaiatto, G. Tel, E. Traldi, A. Vitturi; presidente: O. Pillon; assessore all'Agricoltura: L. Simionato. Presentato a Dolo (26.01.1991) e poi discusso allo IUAV di Venezia (31.01.1991) con urbanisti, agronomi e studiosi della materia. Pubblicato sul periodico "Provincia di Venezia" (n° 4/6 1990).

<sup>79</sup> Si tratta di un capitolo del libro "Modello integrato di monitoraggio su differenti realtà territoriali collegate ad un sistema informativo geografico" (FrancoAngeli Ed., Milano, 2002).

<sup>80</sup> La relativa sintesi è stata pubblicata sul periodico "Provincia di Venezia" (supplemento al n° 4/92).

in cui sono state esposte relazioni assai interessanti<sup>81</sup> e con le brillanti conclusioni di Giovanni Damiani, nominato direttore dell'ANPA (Agenzia Nazionale Protezione Ambiente) solo il giorno prima.



L'attività di divulgazione<sup>82</sup> e di studio, inquadrata essenzialmente nel Servizio Protezione Civile, è proseguita nel tempo senza sostanziali interruzioni. Ma è stato soprattutto il "Modello matematico per la simulazione della propagazione delle piene e degli eventuali fenomeni d'esondazione ai fini della previsione e della gestione delle situazioni d'emergenza idraulica" che ha visto concentrare per lungo tempo le attività tecniche e le risorse economiche provinciali nel campo del rischio idraulico.

Il modello matematico è stato realizzato inizialmente da E & M *Engineering and Modelling* e poi da IPROS Ingegneria Ambientale (entrambe di Padova), sempre sotto la supervisione scientifica del prof. Luigi D'Alpaos dell'Università di Padova, ora Dipartimento IMAGE. Esso è stato esteso a tutto il territorio provinciale, con grado di dettaglio diverso in funzione dei dati necessari esistenti (D'ALPAOS L. & MATTICCHIO B., 1999).

Per l'epoca (1998÷2000 circa) il modello bidimensionale era all'avanguardia, tanto che la Provincia è stata invitata, unico ente italiano, al congresso internazionale "Acqua Alta München 2003" (VITTURI A & MURER D., 2003) proprio per esporre le sue realizzazioni nel campo degli studi sul rischio idraulico<sup>83</sup>. Successiva-



mente però la Regione Veneto, con risorse economiche ben maggiori, ha fatto realizzare nuovi modelli matematici che hanno di fatto reso superato quanto realizzato per prima dalla Provincia.

Si rimanda alla scheda del prof. Andrea Defina, nel capitolo 18 "Rischio idraulico", per le ultime iniziative del Servizio Protezione Civile in questa importante materia.

Infine, è il caso di ricordare che la Provincia aveva voluto anche indicare quelle che riteneva fossero le priorità da assegnare agli interventi per mitigare anche drasticamente il rischio idraulico nelle varie zone del territorio provinciale. Tale aspetto è stato prima

<sup>81</sup> Tra i relatori: E. Musacchio (Priorità da assegnare agli interventi sul rischio idraulico: un contributo per una possibile soluzione), A. Rusconi (allora neo D.G. del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale: Le reti idrauliche: ieri e oggi), V. Bixio (La bonifica idraulica e gli effetti sull'ambiente), L. D'Alpaos e B. Maticchio (Come convivere con le alluvioni), G. Fontolan e U. Scortegagna (Dissesti costieri ed erosione del litorale veneziano).

<sup>82</sup> In proposito ricordo gli "Incontri tecnici zonali sulla prevenzione del rischio idraulico" tenutisi a San Donà di Piave, Dolo, Cavarzere, San Michele al Tagliamento nel febbraio 1997, fortemente voluti dagli allora assessori alla Protezione Civile Delia Murer e all'Ecologia Gianni Moriani; tra i relatori il prof. L. D'Alpaos e il comandante dei V.V.F. di Venezia Alfio Pini (ora Comandante nazionale), oltre agli esponenti locali dei Comuni e dei Consorzi di bonifica.

<sup>83</sup> Ho avuto l'onore, e il piacere, di presentare a un pubblico particolarmente qualificato, e in tedesco, la relazione, poi pubblicata in inglese negli Atti del convegno, (VITTURI A. & MURER D., 2003).

## IL PIANO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOLOGICO NEL VENETO

Commissario delegato per il superamento dell'emergenza derivante dagli eventi alluvionali che hanno colpito il territorio della Regione Veneto nei giorni dal 31.10 al 2.11.2010 (OPCM n° 3906/2010)\*

A seguito dell'alluvione che ha colpito il 31.10-2.11.2010 il Veneto, e soprattutto le province di Padova, Verona e Vicenza, è stato nominato, con OPCM n° 3906/2010, un Commissario per il superamento dell'emergenza. Il Commissario delegato dal 15.11.2010 al 16.08.2011 è stato il dott. Luca Zaia (Presidente della Regione Veneto) e dal 17.08.2011 è la dott.ssa Perla Stancari (Prefetto di Verona); vicario del Commissario delegato è l'ing. Mariano Carraro (Segretario regionale per l'ambiente). Essi sono stati affiancati da un numeroso e qualificato gruppo di esperti.

Tra i compiti affidati al Commissario c'è anche la predisposizione di un piano strategico per la "pianificazione di azioni e interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico al fine della riduzione definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e salvaguardia del territorio".

Il Commissario si è avvalso di un soggetto attuatore per la pianificazione degli interventi (ing. Roberto Casarin, Segretario delle Autorità di Bacino dell'Adige e dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta - Bacchiglione) e di un Comitato tecnico scientifico sul rischio idraulico e geologico (prof. Ing. Luigi D'Alpaos, prof. Ing. Marco Marani, prof. Ing. Alberto Mazzucato).

Tutto il personale, a tutti i livelli, ha prestato la propria opera gratuitamente.

Il piano di mitigazione del rischio idraulico, geologico e forestale nel Veneto così predisposto ha indicato in € 2.731.972.000 il costo presunto degli interventi strutturali necessari; questi sono stati classificati assegnando a ciascuno una priorità sulla base di criteri specifici (somma urgenza; indifferibili; molto urgenti; urgenti, necessari).

Il Piano analizza i bacini idrografici dell'Adige e del Brenta - Bacchiglione. Considera le principali criticità presenti nei bacini del Piave, del Livenza e del bacino scolante in laguna di Venezia; riporta, infine, alcuni interventi nei bacini del Tagliamento, Lemene, Sile, Po e Fissero Tartaro Canalbianco.

Gli interventi rispondono ad alcuni fondamentali requisiti:

- opere inserite in un contesto pianificatorio già definito;
- interventi, con un'accertata validità sotto il profilo tecnico, che possono essere anche eseguiti per successivi stralci funzionali, in relazione alla disponibilità delle risorse finanziarie;
- opere con un modesto impatto nei riguardi del sistema ambientale;

- nel settore geologico, interventi che rivestono carattere di priorità a fronte di fenomeni violenti e improvvisi.

Nell'ambito del Piano sono evidenziate anche le criticità residuali, quelle cioè non ancora superabili attraverso la programmazione di breve periodo.

Gli interventi strutturali individuati per mitigare la condizione di rischio idraulico rientrano tra le seguenti tipologie:

- interventi di manutenzione straordinaria sui corpi arginali (quali rinforzi, risagomature, rialzi ecc.);

- interventi di adeguamento degli alvei alle portate massime da definire in funzione dell'evento di progetto assegnato a ciascuna classe di opere;

- interventi di moderazione dei colmi di piena fino a ridurli a valori compatibili con lo stato attuale degli alvei dei fiumi;

- una combinazione delle due azioni precedenti.

Il Piano sottolinea, inoltre, la necessità d'intervenire in modo esteso e radicale per la messa in sicurezza della vasta e imponente rete di corpi arginali che caratterizzano tutto il territorio della pianura veneta.

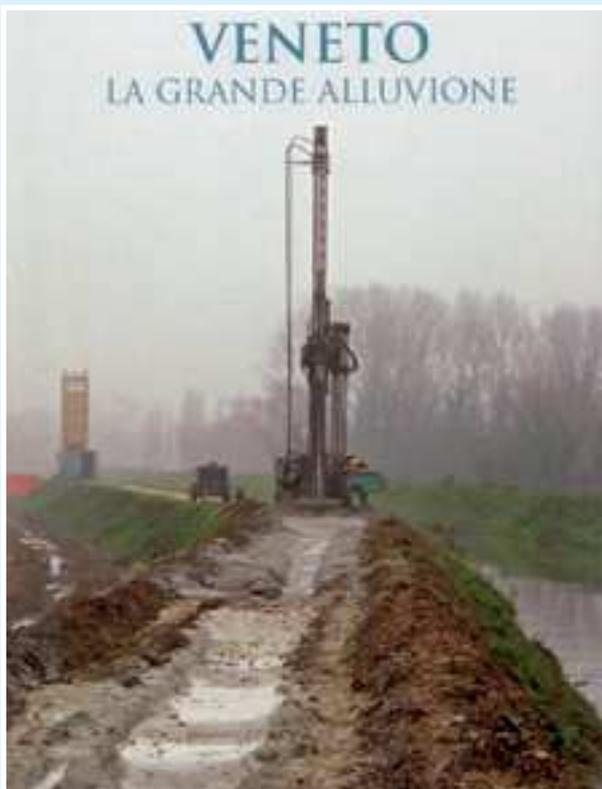
E' importante sottolineare che gli interventi previsti rispondono alle esigenze evidenziate dagli eventi alluvionali del 2010, ma non esauriscono gli interventi necessari per porre in condizioni di sufficiente sicurezza tutto il territorio del Veneto. Per i fiumi Livenza e Tagliamento, infatti, gli interventi per la laminazione delle piene devono essere realizzati nei bacini montani o in

prossimità delle sezioni di chiusura, interessando pertanto la Regione Friuli Venezia Giulia con la quale è opportuno coordinarsi. Tali interventi sono ampiamente descritti negli strumenti di pianificazione già esistenti.

Il Piano contiene anche azioni non strutturali (per € 5.422.600) da realizzare per completare l'azione di presidio del territorio, che riguardano i seguenti ambiti:

1. aggiornare i rilievi topografici degli alvei;
2. predisporre un sistema per la previsione delle piene;
3. adeguare la rete di monitoraggio idrometrico e pluviometrico;
4. effettuare indagini geotecniche sui corpi arginali e nei terreni di fondazione;
5. adottare norme transitorie per evitare interventi territoriali nelle aree interessate all'evento;
6. difendere dall'antropizzazione i territori dove sono state individuate le future opere di mitigazione.

\* Sintesi, a cura di A. Vitturi, dalla pubblicazione "Veneto. La grande alluvione".



esposto dall'ing. E. Musacchio nell'ambito del citato convegno del 1996 (MUSACCHIO E., 1996) proprio per avere una qualificata platea di esperti che potesse dare la sua opinione e poi, nell'ambito del Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione, vagliato e approvato all'unanimità anche dal Consiglio provinciale (DCP del 22.07.1998; VITTURI A., 1999).



Ritengo che l'indicare, in base a criteri tecnico-scientifici preconcordati e al calcolo dei costi-benefici, le priorità d'intervento per la mitigazione del rischio idraulico sia un aspetto determinante per una corretta programmazione territoriale; poi eventuali scostamenti nelle disposizioni operative saranno in base alle risorse effettivamente disponibili; in questo modo si avrebbe anche una maggior trasparenza nelle decisioni, a vantaggio della condivisibilità delle scelte. Su questo rinvio alla scheda col Piano di mitigazione del rischio idraulico e geologico nel Veneto.

### COLLABORAZIONI

Un breve cenno sullo *staff* e sui collaboratori che hanno consentito di realizzare gli studi di cui alla citata collana geologica e quant'altro ad essa afferente. Solo nel periodo 1981÷86<sup>84</sup> e a partire dal 2002 vi sono state persone inserite nell'organico provinciale che mi hanno supportato nelle tante e varie attività geologiche. Per questo è stato necessario avvalersi a lungo dell'opera di collaboratori esterni, scelti a seconda dei casi o tra esperti specifici della materia trattata o da giovani, spesso neolaureati. Questo "connubio

tra esperti ed entusiasti" ha quasi sempre dato una marcia in più nella realizzazione dei progetti.

Dopo la stagione delle consulenze e collaborazioni vi è stata quella dei rapporti con le Università (Padova e Bologna), con le quali sono state stipulate apposite convenzioni con la reciproca compartecipazione a progetti studiati in comune. Ciò ha consentito di poter fare programmazioni di durata pluriennale, consentendo così anche ai giovani collaboratori di avere rapporti di maggior durata utilizzando borse di studio finanziate dalla Provincia; di converso la Provincia ha ottimizzato l'attività di formazione preliminare. Il *top* si è avuto con lo studio geomorfologico, al quale ha partecipato una trentina di persone.

Con tale studio è iniziata anche un'altra stagione, quella dei protocolli d'intesa o convenzioni con altri enti; in un periodo di contrazione delle risorse (economiche e umane) si è voluta sfruttare ogni possibile sinergia, ciò che ha consentito di conseguire anche miglioramenti nella qualità dei risultati e nella tempistica, ma anche nella condivisione (e quindi anche nella diffusione) dei risultati.

Tutto ciò è stato anche possibile per aver avuto finalmente in organico un geologo, dato che da quando vinsi la dirigenza il tempo che potevo dedicare ai temi geologici era residuale rispetto agli altri compiti d'istituto. L'abbinamento però con la dirigenza della Protezione Civile<sup>85</sup>, che ha tra i suoi fondamenti la programmazione e la previsione, ha consentito poi di contenere tale residualità; l'amministrazione, visti anche i risultati sia tecnici che di pubblico interesse<sup>86</sup> delle attività geologiche (peraltro di competenza istituzionale), ha quindi deciso di prevedere nuovamente un posto in organico per un geologo.

Purtroppo ora si sta vivendo un periodo sostanzialmente di profonda crisi a livello globale, e anche la Provincia lo sconta. Ma resto fiducioso che avvengano, come indicato da Giambattista Vico, i "corsi e ricorsi" della storia e che l'attuale pagina di forti difficoltà venga presto voltata. Le premesse, con questo Atlante, ci sono tutte.

### L'ATLANTE GEOLOGICO

Anche qui vorrei ricordare il percorso che ha consentito di raggiungere gli obiettivi descritti nel GeoAtlante. Con riferimento ai singoli capitoli fornisco quindi qualche elemento di lettura preliminare alla lettura dei capitoli stessi.

<sup>84</sup> Nel primo periodo P. Campaci (biologo) col Sig. P. Scarnà; poi (2002) l'assunzione di un geologo (la dott.ssa V. Bassan; da allora responsabile del Servizio Geologico, Difesa del Suolo e Tutela del Territorio) ha messo fine a un troppo lungo periodo in cui l'utilizzo di soli collaboratori esterni a vario titolo ha penalizzato, in termini di tempo ed economici, l'attività provinciale nel campo geologico.

<sup>85</sup> Fortemente voluto dall'allora assessora alla Protezione Civile Delia Murer.

<sup>86</sup> I convegni di presentazione dei risultati dei vari progetti hanno sempre avuto, nell'arco di oltre vent'anni, un numero consistente di partecipanti e la presenza di relatori assai qualificati.

**Microrilievo**<sup>87</sup>

Già nel primo studio della collana del 1983 (COMEL A. & VITTURI A., 1983) è stata definita l'importanza della conoscenza del microrilievo del territorio indagato, e per questo è stata pubblicata, in scala 1:100.000, la carta con le conoscenze di allora e, nel testo, è stato inserito un apposito capitolo illustrante la situazione altimetrica<sup>88</sup>. Nello stesso modo si è proceduto per le parti meridionale (BASSAN V. *et al.*, 1994)<sup>89</sup> e centrale (BASSAN V. & VITTURI A., 2003a)<sup>90</sup>. Una visione complessiva della situazione altimetrica di tutto il territorio provinciale si ha invece, per la prima volta, nella "Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia (ILICETO V., 1992), dove la "Carta del microrilievo", in tre fogli, è alla scala 1:50.000 ed è rappresentata con isoipse e fasce altimetriche<sup>91</sup>.

Un'ulteriore elaborazione delle quote, a cura di P. Rosetti per conto della Provincia e poi modificata da P. Mozzi, A. Bondesan e (per la laguna di Venezia) da L. Bincoletto, è stata realizzata nell'ambito della carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2004a).

A questa è seguita quella presente in questo Geo-Atlante (capitolo 1 e Tav. 1), cui rinvio.

Sottolineo come nell'arco di pochi anni si è passati dalla presenza di ampie aree prive totalmente di dati altimetrici (nella pubblicazione del 1983 risultava priva di quote - se non per le poche riportate nelle Tavole IGM - l'ampia fascia dei territori di recente bonifica di portogruarese e sandonatese) a quella in cui tutto il territorio provinciale risultava quotato nel dettaglio in base alla CTR 1:5000, fino alla situazione attuale in cui i dati numerici della CTRN hanno consentito elaborazioni informatizzate. Il rapido sviluppo delle tecnologie (GPS, *laser scanner*) consente ora di migliorare decisamente le elaborazioni e quindi la corrispondenza e la rappresentazione (Modello Digitale del Terreno - DTM, ad esempio) tra cartografie e realtà territoriale.

Da ultimo, segnalo che il microrilievo rappresentato nelle varie cartografie è stato sostanzialmente depurato dalle quote relative ad argini, rilevati e in generale a quanto dipendente dall'attività antropica stante gli scopi (geomorfologici, soprattutto) per i quali le elaborazioni erano state fatte. Nel caso della Protezione Civile, invece, l'indicazione di tali presenze con le loro quote risulta invece indispensabile, per cui esse sono state considerate, ad esempio, nel Modello matematico di cui scritto precedentemente nel paragrafo sul rischio idraulico in questo stesso capitolo<sup>92</sup>.

**Profilo storico**<sup>93</sup>

Il primo studioso di Scienze della Terra che, almeno nel Veneto, ha sistematicamente fatto precedere con studi storici le indagini e ricerche in campo geologico è stato il prof. Alvise Comel<sup>94</sup>; infatti la maggior parte delle sue pubblicazioni che comprendono un rilevamento dei terreni, e in particolare quelle della serie "Studi pedologici in provincia di Venezia", sono precedute da un breve *excursus* storico dell'area, che

fornisce gli elementi - *ex ante* e *ex post* - che consentono di comprendere l'evoluzione di quel territorio e quindi il perché della situazione litopedologica della zona stessa.

Condividendo tale impostazione, fin dal primo studio (COMEL A. & VITTURI A., 1983) della collana, relativo alla parte nord-orientale della provincia, è stato redatto il "Profilo storico" (BROCCA G., 1983), al quale è stata affiancata una "Appendice al <Profilo storico>" (VITTURI A., 1983) nella quale sono state indicate le principali correlazioni tra i dati storici e i rilievi geopedologici svolti; inoltre, sono state commentate e descritte, raffrontandole con la carta geopedologica in scala 1:50.000, le due cartografie relative alla situazione topografica esistente nel 1833 e nel 1892 (queste in scala 1:100.000).

Anche nello studio relativo alla parte meridionale della provincia (BASSAN V. *et al.*, 1994) vi è il "Profilo storico" (PIZZAMANO P. *et al.*, 1994), nel quale si tratta dell'Ordine ed evoluzione del territorio padano e dell'organizzazione e razionalizzazione del territorio<sup>95</sup> e poi, descrivendola sulla base di due cartografie in scala

<sup>87</sup> Si veda il capitolo 1 "Microrilievo" e la Tav. 1.

<sup>88</sup> Autore del capitolo "Carta altimetrica" e della "Carta dell'altimetria e della bonifica idraulica" in scala 1:100.000 è stato A. Vitturi; rimando a quanto indicato per approfondimenti.

<sup>89</sup> In questo studio la carta del microrilievo è stata pubblicata solo come figura in quanto già compresa in una precedente pubblicazione (ILICETO V., 1992).

<sup>90</sup> Autore della carta del "Microrilievo", in scala 1:100.000, è stato P. Rosetti con la collaborazione di P. Mozzi.

<sup>91</sup> Autori: V. Illiceto (parte nord-orientale e centrale) e A. Vitturi (parte meridionale); collaborazione di J. De Rossi, L. Gobbo e A. Salvati.

<sup>92</sup> Una prova di determinare, evidenziandole, le caratteristiche dei principali rilevati (stradali, autostradali, ferroviari, arginali ecc.) era stata fatta nel 2000 per l'area centro-meridionale della provincia, ma non era andata a buon fine per inadeguatezza del *software* allora impiegato.

<sup>93</sup> Si veda il capitolo 2 "Profilo storico" e le Tavv. 2 - 3.

<sup>94</sup> Alvise Comel (1902-1988) è nato a Rovereto (TN), da padre goriziano (il pittore Luigi) e madre di Latisana (UD), si laureò in scienze agrarie a Milano e fu libero docente in geologia applicata dal 1939 all'Università di Bologna. Nel 1924 giunse alla Stazione Chimico Agraria di Udine dove venne assunto quale assistente di ruolo nel 1925 dopo il servizio militare. Nel 1948 assunse la direzione dell'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia, nel 1956 quella della Stazione Chimico Agrario Sperimentale di Udine e nel 1968 fu nominato direttore dell'Istituto di Firenze. E' autore di circa 190 saggi e pubblicazioni. La sua vasta produzione scientifica, in gran parte dedicata allo studio del suolo, ha portato un forte contributo alla conoscenza dei terreni del Friuli Venezia Giulia e del Veneto. Nella motivazione per il Premio Epifania, conferitogli nel 1981, si legge: "Geologo e ricercatore di chiara fama nel campo della sperimentazione chimico agraria, ha allargato le conoscenze scientifiche sul territorio del Friuli anche in relazione alle esigenze dell'agricoltura, con una copiosa attività pubblicitaria spiegata fin dal 1923". (da <http://www.seppenhofer.it/>, modificato). Gli ultimi anni della sua attività, sia sul campo che negli scritti, si è rivolta soprattutto al Veneto e alla provincia di Venezia. Ho avuto la fortuna di averlo avuto come "Maestro" nei suoi ultimi anni e di aver realizzato con lui quella che è stata, per me, la prima pubblicazione e, per lui, l'ultima (COMEL A. & VITTURI A., 1983).

<sup>95</sup> Questa parte è stata scritta da Paola Pizzamano (storica dell'arte in Rovigo).

1:50.000<sup>96</sup>, della situazione topografica esistente nel 1833 e nel 1892<sup>97</sup>.

Non è stato invece realizzato il profilo storico relativamente alla parte centrale della provincia nell'ambito dello studio specifico (BASSAN V. & VITTURI A., 2003a), in quanto era già in corso lo studio sulla geomorfologia di Venezia (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004; BONDESAN A. *et al.*, 2004a), nel quale l'argomento è stato trattato, pur non con propria autonomia, relativamente a tutta la provincia, come invece poi fatto, esaurientemente, nell'ambito del capitolo 2 di questo GeoAtlante e nelle Tavv. 2 e 3.

La sintesi, aggiornata, del Profilo storico nel GeoAtlante sostanzialmente sostituisce quanto realizzato in precedenza, tanto più che quest'ultimo è frutto e conseguenza della carta geomorfologica; si basa quindi sul metodo interdisciplinare allora adottato e ha quindi utilizzato dati provenienti da discipline e strumenti diversi.

Vorrei evidenziare, in particolare, il metodo, il rigore e la novità di quest'ultimo Profilo storico che si basa su lettura e interpretazione di una molteplicità di dati, che ha permesso di mettere a confronto quanto emergeva da geomorfologia, cartografia storica e archeologia con quanto ci tramandano le fonti, e in molti casi di spiegarle come, ad esempio, quanto riguarda il percorso del *Meduacus*, qui oggetto di apposita, dettagliata scheda.

### Geoarcheologia<sup>98</sup>

La trattazione autonoma degli aspetti archeologici e le loro interrelazioni con quelli geologici è stata sviluppata nella pubblicazione "Geomorfologia della provincia di Venezia" (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004) e nella relativa cartografia (BONDESAN A. *et al.*, 2004a). Dedicati a questi aspetti vi sono infatti interi capitoli (La Cartografia Storica; L'Archeologia; Il popolamento pre-romano e romano nel territorio della provincia di Venezia), paragrafi (Il popolamento e le direttrici fluviali nell'area tra Piave e Sile in epoca antica; Le evidenze archeologiche), schede (Viabilità e territorializzazione in epoca romana nel settore meridionale della provincia di Venezia; Per una Venezia prima di Venezia: per una Carta Archeologica della laguna di Venezia) e appendici (I siti archeologici della provincia di Venezia<sup>99</sup>).

Ma è soprattutto dal fatto che tra gli enti che hanno reso possibile questa pubblicazione vi sia anche il "Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto", che vi sia la prefazione di Maurizia de Min (Soprintendente per i Beni Archeologici del Veneto) e che tra gli autori vi siano personalità famose nel campo dell'archeologia (quali Francesca Ghedini, Luigi Fozzati, Simonetta Bonomi, Ernesto Canal) che risulta come sia stato elevato e sinergico il ruolo dell'archeologia con quello delle scienze della terra.

Il proseguimento del lavoro interdisciplinare della carta geomorfologica ha prodotto, oltre alla carta delle unità geologiche, anche quella delle unità di paesag-

gio geoarcheologico (Tav. 4) che rimane una delle prime iniziative in tal senso in Italia; da migliorare e rivedere sicuramente, ma una delle prime.

Il metodo di lavoro pluri- e inter-disciplinare instauratosi con questo lavoro è poi proseguito e ha dato altri pregevoli frutti; tra tutti il Progetto via Annia (VERONESE F. - a cura di, 2009; 2011).

Personalmente sono decisamente fautore di queste collaborazioni<sup>100</sup>, che ritengo molto importanti per entrambe le scienze (archeologia e geologia), in quanto consente un deciso avanzamento delle conoscenze e, in ultima analisi, accresce la cultura in tutti noi.

### Idrografia e bonifica idraulica<sup>101</sup>

La situazione idrografica e della bonifica idraulica è stata esaminata fin dal primo degli studi della collana geologica, relativo alla parte nord-orientale della provincia (COMEL A. & VITTURI A., 1983), sia nel testo che in cartografia<sup>102</sup>. Nello stesso modo si è preceduto per le parti meridionale (BASSAN V. *et al.*, 1994)<sup>103</sup> e centrale (BASSAN V. & VITTURI A., 2003a)<sup>104</sup>.

L'idrografia è stata diffusamente trattata anche nella Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia (LICETO V., 1992)<sup>105</sup> e pure, con la bonifica idraulica, nel Programma di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. - a cura di, 1999)<sup>106</sup>.

Con una visione più ampia, cioè relativa a tutto il corso del fiume e non solo al tratto in cui scorrono in provincia, i fiumi principali sono stati esaminati anche nella Geomorfologia della provincia di Venezia (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004)<sup>107</sup>.

<sup>96</sup> Le due cartografie sono state elaborate da Lucia Gobbo (geologo in Padova), Dario Grillo (geologo in Cavarzere), Andrea Salvagnini (agronomo in Adria) e Andrea Vitturi.

<sup>97</sup> Parte scritta da Dario Grillo e Andrea Salvagnini.

<sup>98</sup> Si veda il capitolo 3 "Geoarcheologia" e la Tav. 4.

<sup>99</sup> Questi siti sono integralmente richiamati anche nel GeoAtlante e le loro ubicazioni sono riportate nelle Figg. 3.16 + 3.34.

<sup>100</sup> Forse anche per motivi familiari; fin da piccolo, infatti, ero affascinato dai racconti di un parente (G.B. Scarpari), fondatore del Museo Archeologico di Adria.

<sup>101</sup> Si veda il capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" e la Tav. 5.

<sup>102</sup> Autore del paragrafo "Bonifica idraulica" e della "Carta dell'altimetria e della bonifica idraulica" in scala 1:100.000 è stato A. Vitturi; rimando a quanto indicato per approfondimenti.

<sup>103</sup> Autore dei paragrafi "Idrografia" e "Bonifica idraulica" è stato E. Musacchio; autori della carta "Franco di bonifica", in scala 1:50.000, sono stati A. Vitturi, V. Bassan, M. De Sandre, J. De Rossi.

<sup>104</sup> V. Bassan e A. Vitturi sono stati gli autori del capitolo "Acque superficiali", che comprende l'idrografia e la bonifica idraulica.

<sup>105</sup> Nel paragrafo "Assetto idrografico" e nella "Carta del rischio idraulico" in scala 1:50.000 (in 3 fogli).

<sup>106</sup> Autori del capitolo "Rischio idraulico", che comprende anche la descrizione del sistema idrografico e le condizioni della bonifica, sono stati E. Musacchio ed E. Murador.

<sup>107</sup> Sara Magri è l'autrice del capitolo "I fiumi della provincia di Venezia".

Alle pubblicazioni citate si rimanda per maggiori dettagli rispetto a quanto sintetizzato nel capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" di questo GeoAtlante.

Nella relativa cartografia di Tav. 5 i corsi d'acqua sono distinti a seconda se di competenza statale o dei Consorzi di bonifica; sono anche indicati i principali corsi d'acqua privati. Questo aspetto, d'importanza pratica, non è facilmente rintracciabile in altre cartografie. Anche l'indicazione, nella stessa tavola, delle diverse aree sottoposte a scolo naturale o meccanico o alternato è aggiornato, e quindi sostituisce quanto pubblicato in precedenti cartografie provinciali.

### Banche dati<sup>108</sup>

Per conoscere la situazione litostratigrafica in territori di pianura le osservazioni dirette, o anche indirette (geofisica), sono sostanzialmente sempre necessarie. Non è infatti deducibile dalla superficie, se non per similitudine con territori limitrofi già conosciuti, quale sia la natura del sottosuolo e la successione dei vari strati (o falde, in idrogeologia).

E' per questo che fin dagli anni '80 uno degli scopi primari del Servizio Geologico provinciale è stato quello di acquisire il maggior numero di stratigrafie di sondaggi e di pozzi (comprese le loro ubicazioni e altre caratteristiche), ricercandoli in vari contesti (pubblicazioni esistenti e relazioni professionali, principalmente) e archiviandoli su supporti cartacei, come si usava all'epoca.

Il possedere le conoscenze necessarie relativamente a suolo, sottosuolo e acque sotterranee è però condizione preliminare, ma non sufficiente, per poter realizzare elaborazioni varie, carte tematiche ecc., e più in generale per rendere fruibili a fini scientifici e/o applicativi i dati posseduti.

Per questo, con l'affermarsi dell'informatica, a partire dal 1991 e su impulso dell'allora collaboratore Jacopo De Rossi, si è iniziata l'informatizzazione delle prove geognostiche (DE ROSSI J. & VITTURI A., 1992).

Col procedere degli anni, e con l'efficace attività di tutto lo *staff* del SGP, ma in particolare di Andrea Mazzucato, l'archivio informatizzato si è sia esteso ad altre banche dati (come dettagliatamente esposto nel capitolo 5 "Banche dati del Servizio Geologico Provinciale") sia decisamente perfezionato seguendo il rapido avanzare delle nuove tecniche; in particolare tutte le prove sono state anche georeferenziate.

Inoltre, in diversi casi vi è stata anche la condivisione delle banche dati con altri enti nel quadro di appositi accordi formali.

Su questo argomento giova qui ricordare che, nel 2005, la Provincia ha organizzato un apposito "Seminario su banche dati geologici", proprio per confrontarsi su questo importante argomento con realtà nazionali e internazionali<sup>109</sup>, dal quale è risultato sia la bontà del percorso finora fatto che quanto risulta opportuno per migliorarsi; tali consigli sono stati poi recepiti e ora le banche dati provinciali nel campo delle Scienze della Terra sono ben fruibili per le finalità della Provincia<sup>110</sup>.

A titolo d'esempio dell'importanza che è stata data alla banca dati dei sondaggi già molti anni fa, posso far presente che nello studio geoambientale della parte meridionale della provincia è riportata la "Scheda segnaletica per l'individuazione dei punti d'esecuzione dei sondaggi geognostici" (Fig. 5.1) e che, nello stesso volume, è allegata la carta, in scala 1:50.000, con la "Ubicazione dei punti di rilevamento"<sup>111</sup>.

L'importanza che la Provincia ha sempre dato alle sue banche dati geologiche è anche testimoniata dalla pubblicazione, su un libro, di BASSAN V. *et al.*, 2002, nella quale già dal titolo si afferma che le banche dati provinciali sono un "patrimonio comune a servizio del cittadino e del territorio". Inoltre, per migliorarsi occorre anche confrontarsi; anche per questo la struttura delle banche dati provinciali, e i risultati (carte tematiche) che si ottengono col loro utilizzo, sono stati oggetto di apposite presentazioni pubbliche seguite da dibattito (DE ROSSI J. & VITTURI A., 1992; VITTURI A. *et al.*, 2000).

Infine, ricordo che anche nel Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) era presente un capitolo specifico sulle banche dati<sup>112</sup>, e così pure nella "Geomorfologia della provincia di Venezia" (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004) vi era un apposito, esauriente capitolo<sup>113</sup>.

### Suoli<sup>114</sup>

E' dallo studio sui terreni agrari nel portogruarese e sandonatese (COMEL A. & VITTURI A., 1983; VITTURI A.

<sup>108</sup> Si veda il capitolo 5 "Banche dati" e le Tavv. 6 - 7.

<sup>109</sup> Il seminario, prettamente tecnico, ha visto, dopo l'esposizione delle "Motivazioni e aspettative del seminario" (A. Vitturi), prima la "Presentazione delle banche dati geologiche provinciali" (V. Bassan, F. Benincasa, E. Conchetto, A. Mazzucato) e poi, a seguire, una serie di "Esempi di Banche Dati geologici e relative cartografie informatizzate e georeferenziate" (J. Schittekat - Università di Lovanio: DB di Fiandre, Vallonia e B.R.G.M. francese; F. Toffoletto e R. Campana - Regione Veneto: DB geografici del progetto CARG; P. Giandon - ARPAV: DB dei suoli veneti; R. Rosselli - Consorzio Venezia Nuova: DB geografici della Laguna di Venezia; F. Ventura - APAT: Il sistema informativo del Dip. Difesa del Suolo dell'APAT; L. Lovison - Harvard University: Gestione di banche Dati Georeferenziate attraverso *Web Mapping* e Conclusioni della mattinata; nel pomeriggio vi è stata una Tavola rotonda su "Problematiche principali delle banche dati geologici" coordinata da A. Vitturi.

<sup>110</sup> Da troppo tempo però permane la precarietà del personale dedicato, che purtroppo inficia notevolmente la permanenza nel tempo dell'eccellenza dell'attività del SGP.

<sup>111</sup> Vengono ubicati con simbologia distinta: Sondaggi meccanici e trivellate manuali; sondaggi con piezometro e numero d'ordine; profili del suolo; prove penetrometriche statiche e dinamiche. Autori: D. Grillo, V. Bassan, G. Borsetto, J. De Rossi, M. De Sandre, L. Gobbo, A. Salvagnini, G. Vianello, A. Vitturi.

<sup>112</sup> Autore: Pietro Zangheri.

<sup>113</sup> "Le banche dati disponibili"; autori: A. Bondesan, E. Conchetto, S. Magri, I. Vinci. Il capitolo è così articolato: Gli archivi della Provincia di Venezia; Gli archivi del Dipartimento di Geografia; Le banche dati del Servizio Informativo; Gli archivi dell'ARPAV.

<sup>114</sup> Si veda il capitolo 6 "Suoli" e la Tav. 8.

*et al.*, 1983) che ha avuto inizio la collana da cui deriva, e ne fa parte, questo GeoAtlante.

Infatti, al periodo della mia assunzione in Provincia (ottobre 1980) era stato da poco approvato il Piano Regionale di Sviluppo che prevedeva, nell'ambito provinciale, due Piani Zonali Agricoli (Adria - Chioggia, con i comuni di Cavarzere e Chioggia; Oderzo - San Donà di Piave - Portogruaro: tutti i comuni del portogruarese e sandonatese<sup>115</sup>).

L'allora assessore provinciale all'agricoltura, Gabriele Anese, intuì le possibilità date dalle scienze della terra per le finalità dei Piani suddetti (esposte in VITTURI A., 1980), mi diede fiducia e mi affidò l'incarico di realizzare la carta geopedologica<sup>116</sup> avvalendomi della consulenza di Alvisè Comel, dandomi anche la disponibilità del personale interno necessario<sup>117</sup> e i mezzi economici per le analisi dei terreni pure necessarie.

Passando poi alla parte meridionale della provincia, stante che il prof. A. Comel per l'avanzata età e per la non conoscenza dei luoghi non era più disponibile a collaborare in modo organico e continuato, su consiglio del prof. Fiorenzo Mancini dell'Università di Firenze<sup>118</sup> è iniziata una lunga collaborazione col prof. Gilmo Vianello dell'Università di Bologna. Con lui si concluse lo studio geopedologico dei comuni di Cavarzere, Chioggia e Cona (BASSAN V. *et al.*, 1992; 1994) e s'iniziò a impostare l'analogo studio per la parte centrale della provincia (veneziano, miranese, riviera del Brenta); si realizzarono anche altri studi connessi, quale l'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami (LORITO S. *et al.*, 2002), di nuova competenza istituzionale.

Però gli studi iniziati nell'area centrale non vennero completati in quanto con l'istituzione nell'ARPAV dell'Osservatorio regionale suolo la competenza, già provinciale, passò a questo nuovo soggetto che, dotato di personale specializzato e fortemente motivato e anche del laboratorio per le analisi dei terreni, iniziò a redigere le prime carte dei suoli iniziando dal bacino scolante in laguna di Venezia (ARPAV, 2004) e poi estendendole a tutto il Veneto (ARPAV, 2005).

Risultò quindi ovvio che, per questo e altri motivi, venisse affidato all'ARPAV il completamento del programma sui suoli della provincia relativamente prima alla parte centrale e poi a tutta la provincia, che si concluse nel 2008 (RAGAZZI F. & ZAMARCHI P., 2008), praticamente così concludendo, in modo definitivo, l'esperienza provinciale in questa interessante materia.

### Geomorfologia<sup>119</sup>

Va a merito e ricordo di Leda Minuzzo di aver realizzata la prima cartografia geomorfologica su tutto il territorio provinciale in base a sola fotointerpretazione (MINUZZO L. *et al.*, 1987).

L'aspetto geomorfologico è stato poi trattato relativamente alla sua parte meridionale e, di riflesso, a quella posta a sud del Naviglio Brenta (oltre a parte delle province di Padova e Rovigo). L'autore, nell'ambito di quello che si è purtroppo rivelato essere il suo ultimo lavoro (BASSAN V. *et al.*, 1994)<sup>120</sup>, è stato Vito Favero

del CNR - ISDGM di Venezia. Nello studio geoambientale della parte meridionale della provincia, infatti, V. Favero è stato l'autore sia del capitolo "Principali lineamenti morfologici" che<sup>121</sup> dell'analoga cartografia in scala 1:100.000.

Pur trattandosi di un lavoro assai, e tuttora, valido, è da considerarsi sostanzialmente superato stante quanto poi prodotto nell'ambito della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2004) e delle relative Note illustrative (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004).

Anche nell'area centrale<sup>122</sup> della provincia (BASSAN V. & VITTURI A., 2003a; 2003b) è stata esaminata la situazione geomorfologica nel capitolo "Caratteristiche geomorfologiche principali", però solo a grandi linee perché era già in fase di completamento la citata Carta geomorfologica della provincia di Venezia con le relative Note illustrative, ben più esaustiva.

Infine, le conoscenze acquisite all'epoca sono state anche inserite, sintetizzandole, nel Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) e poi nelle tre successive edizioni del Piano Provinciale d'Emergenza (VITTURI A. - a cura di, 2001a; VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008); sia nel Programma che nei tre Piani era presente anche una carta geomorfologica, redatta in base ai dati di volta in volta disponibili.

### Geologia<sup>123</sup>

Pur se dedicato principalmente alla conoscenza dei terreni agrari, già il primo studio geopedologico della parte nord-orientale della provincia (COMEL A. & VIT-

<sup>115</sup> All'epoca l'attuale comune di Cavallino Treponti faceva ancora parte del comune di Venezia.

<sup>116</sup> Lo studio agronomico invece venne successivamente affidato all'ISATEC di Mestre, che si avvale della collaborazione di C. Antoniani, P. Belvini, W. Golfetto e A. Zamboni; la pubblicazione dei due studi (geopedologico e agronomico) fu però unitaria.

<sup>117</sup> Il validissimo biologo Paolo Campaci e l'applicato Paolo Scarnà.

<sup>118</sup> Già professore ordinario di geologia applicata presso la Facoltà di agraria dell'Università di Firenze, è oggi professore emerito dello stesso ateneo. Ha svolto un'intensa attività in pedologia, occupandosi delle caratteristiche dei terreni, con particolare riferimento all'argilla. Dalla morte di A. Comel (1988) è il decano dei pedologi italiani.

<sup>119</sup> Si veda il capitolo 7 "Geomorfologia" e la Tav. 9.

<sup>120</sup> Due giorni dopo aver completata la revisione della cartografia e del testo è stato improvvisamente colpito dall'*ictus* che gli ha impedito, fino alla sua morte (2010), di proseguire la sua attività di valido e rinomato studioso.

<sup>121</sup> Con la collaborazione di V. Bassan e L. Gobbo.

<sup>122</sup> Per i soli comuni di Marcon e di Martellago, Noale, Salzano e Scorzé erano state precedentemente realizzate due carte dei lineamenti morfologici in scala 1:25.000, col relativo testo esplicativo, nell'ambito dello "Studio geologico propedeutico al piano provinciale dell'attività di cava" (RIZZETTO C. *et al.*, 1995).

<sup>123</sup> Si veda il capitolo 8 "Geologia" e la Tav. 10.

TURI A., 1983) ha trattato alcuni aspetti geologici<sup>124</sup>; in particolare vi sono i capitoli "Generalità sulla genesi della pianura" e "Principali fasi di costruzione della pianura", esaminati anche in VITTURI A. *et al.*, 1983. Gli aspetti geologici hanno poi avuto trattazione autonoma e maggiore nello studio della parte meridionale della provincia (BASSAN V. *et al.*, 1992; 1994), in cui vi è il capitolo "Caratteristiche litologiche principali"<sup>125</sup>, la "Carta dei sistemi litologici"<sup>126</sup> e la carta con le "Sezioni geologiche"<sup>127</sup>.

Infine, lo Studio geoambientale del territorio provinciale, parte centrale (BASSAN V. & VITTURI A., 2003)<sup>128</sup> ha pure trattato la situazione geologica dell'area in esame ("Il contesto geologico"; "Sistemi litologici"; "Carta dei sistemi litologici alla scala 1:50.000"<sup>129</sup>).

Da segnalare che le conoscenze acquisite all'epoca relativamente alla geologia sono state anche inserite, sintetizzandole, nel Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) e poi nelle tre successive edizioni del PPE - Piano Provinciale d'Emergenza (VITTURI A. - a cura di, 2001a; VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008).

In particolare segnalo che nel PPE del 2008 vi è un'interessante cartografia, in scala 1:100.000, illustrante la litologia del territorio provinciale desunta dalle informazioni esistenti prima della pubblicazione sulle Unità geologiche<sup>130</sup>.

Con la pubblicazione di "Le unità geologiche della provincia di Venezia" (BONDESAN A. *et al.*, 2008) quanto contenuto nei succitati studi viene di fatto ad essere superato, pur mantenendo la sua sostanziale validità. Restano comunque d'interesse anche alcune pubblicazioni pur se inserite in contesti diversi rispetto alla collana degli studi geologici provinciali (BASSAN V. *et al.*, 1997b), soprattutto se concernenti la situazione geologica della città di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2006a; BASSAN V. & VITTURI A., 2006).

### Geositi<sup>131</sup>

Un primo censimento dei geositi insistenti in provincia era già stato eseguito nell'ambito del primo PTP e presentato in ambito internazionale (BASSAN V. & SCORTEGAGNA U., 1996). Esso è stato poi integralmente rivisto nell'ambito di quanto poi realizzato assieme alla SIGEA e poi pubblicato (BONDESAN A. & LEVORATO C., 2008); anche questo studio ha avuto una presentazione a livello internazionale (BASSAN V. *et al.*, 2009).

### Sismicità<sup>132</sup>

Quanto riguarda la sismicità del territorio provinciale è stato trattato per la prima volta nel Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) da parte di V. Iliceto nel capitolo sul rischio sismico<sup>133</sup>.

Successivamente lo stesso autore è andato approfondendo sempre più la materia nell'ambito del Piano Provinciale d'Emergenza (PPE), che il Consiglio provinciale ha approvato prima nel 2001 (VITTURI A. - a cura di, 2001a), poi nel 2003 (VITTURI A. - a cura

di, 2003a) e, infine, nel 2008 (VITTURI A. - a cura di, 2008).

Nell'ultima versione del PPE vi è allegata la carta, in scala 1:100.000, con la "Classificazione sismica dei comuni in base all'OPCM n° 3271 del 20.03.2003", che comprende anche la "Mappa di pericolosità sismica (OPCM n° 3519/2006)" e la "Massima intensità macrosismica comunale".

La sintesi presente in questo GeoAtlante compendia i contenuti dei vari PPE<sup>134</sup>.

### Climatologia<sup>135</sup>

Già nello studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983) vi è il capitolo "Cenni di climatologia"<sup>136</sup> stante l'importanza di tale argomento. Gli aspetti climatici riguardanti l'intero territorio provinciale sono apparsi però per la prima volta nell'ambito del Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999)<sup>137</sup>. In quel caso ci si è affidati al Centro Sperimentale per l'Idrologia e la Meteorologia (CSIM) della Regione Veneto (ora ARPAV) nelle persone di Marco Monai, Gabriele Formentini e Franco Zardini. Successivamente tali tematismi sono stati ulteriormente approfonditi e aggiornati nelle tre successive edizioni del Piano Provinciale d'Emergenza - PPE (VITTURI A. - a cura di, 2001a; VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008). In particolare nell'ultimo PPE vi è, oltre a quanto sintetizzato all'interno del testo, un'estesa Appendice e, inoltre, l'allegata cartografia dei "Rischi climatici", nella quale vi è:

<sup>124</sup> Ricordo che A. Comel, già negli anni '30 del secolo scorso, è stato l'autore del primo Foglio della Carta geologica d'Italia di "Pordenone" (che interessa anche il territorio provinciale di Venezia) e di "San Donà di Piave - Foce del Tagliamento".

<sup>125</sup> Autori: V. Bassan e A. Vitturi con la collaborazione di V. Favero e G. Vianello.

<sup>126</sup> VITTURI A. & BASSAN V., 1994.

<sup>127</sup> Autori: V. Bassan con V. Favero.

<sup>128</sup> Per i soli comuni di Marcon e di Martellago, Noale, Salzano e Scorzé erano state precedentemente realizzate due carte litologiche in scala 1:25.000, col relativo testo esplicativo, nell'ambito dello "Studio geologico propedeutico al piano provinciale dell'attività di cava" (RIZZETTO C. *et al.*, 1995).

<sup>129</sup> Autore: V. Bassan.

<sup>130</sup> Autori: A. Vitturi, V. Bassan, S. Primon, A. Mazzuccato, T. Abbà, F. Benincasa.

<sup>131</sup> Si veda il capitolo 9 "Geositi".

<sup>132</sup> Si veda il capitolo 10 "Sismicità".

<sup>133</sup> Il capitolo si articola in: Aspetti generali; Sismicità storica; Valutazione del rischio sismico; La prevenzione del rischio sismico.

<sup>134</sup> Si tratta anche dell'ultimo lavoro pubblicato di V. Iliceto, che ci ha lasciati proprio in corrispondenza dell'uscita dell'ultima bozza del capitolo.

<sup>135</sup> Si veda il capitolo 11 "Climatologia".

<sup>136</sup> Autore: A. Vitturi; sulla base dei dati dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia sono stati trattati in via generale la piovosità e i venti (con le trombe d'aria).

<sup>137</sup> Il capitolo sui "Rischi derivanti da eventi meteorologici" è così articolato: Le precipitazioni; Il temporale; Il nubifragio; La grandine; I tornado; La neve; La nebbia; Le gelate; La galaverna; Attività di prevenzione (Bollettino meteorologico a breve termine; Bollettini informativi speciali); Descrizione delle stazioni meteorologiche.

Distribuzione delle precipitazioni medie (primaverili, estive, autunnali, invernali); Precipitazioni di massima intensità della durata di 15' - 1 h - 6 h - 24 h - 3 gg. - 5 gg.; valori medi annui delle temperature medie minime e massime; rose dei venti.

Negli ultimi anni vi è stato un susseguirsi di eventi meteorici "estremi", prima assai più rari, ciò che ha causato notevoli ripercussioni negative anche nel territorio provinciale. Il più noto di questi eventi è stata l'alluvione che ha colpito Mestre nel 2006, ma soprattutto nel 2007. Ho ritenuto quindi opportuno far predisporre un'apposita, esauriente scheda sull'evento meteorico che ha causato l'alluvione.

Infine, ho voluto redigere una scheda anche sul "tornado" che ha colpito Venezia (e non solo) nel 1971 in quanto il più intenso e tristemente famoso sui vari episodi calamitosi analoghi che periodicamente investono la nostra provincia<sup>138</sup>.

### Idrogeologia<sup>139</sup>

Il tema delle acque sotterranee interessa trasversalmente la maggior parte dei lavori svolti sul territorio provinciale. La circolazione delle acque sotterranee infatti influenza molteplici altri aspetti geologici, dalle caratteristiche dei suoli, al potenziale utilizzo delle georisorse, dal rischio idrogeologico alla subsidenza. I primi lavori svolti hanno indagato gli aspetti idrogeologici in relazione ad altri temi geologici; progressivamente però si è sviluppata l'esigenza di approfondire le tematiche idrogeologiche con studi specificatamente dedicati. Le prime conoscenze sulle acque sotterranee sono state sviluppate nell'ambito dello studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983) l'idrogeologia è stata trattata in un apposito capitolo<sup>140</sup>, ovviamente in base alle ridotte conoscenze dell'epoca. Relativamente al solo portogruarese le conoscenze sulla falda freatica sono state approfondite con innovative indagini sperimentali nell'ambito della carta nutrizionale di Lison Pramaggiore (FREGONI M. *et al.*, 1988). Su questo rinvio all'apposita scheda alla fine del capitolo 12 "Idrogeologia". Il tema dell'idrogeologia è stato anche trattato nello studio geoambientale dell'area meridionale (BASSAN V. *et al.*, 1994)<sup>141</sup> e, per parte dell'area centrale<sup>142</sup>, nello "Studio geologico propedeutico al piano provinciale dell'attività di cava" (RIZZETTO C. *et al.*, 1995)<sup>143</sup>. Sempre relativamente all'intera area centrale, le acque sotterranee sono state trattate anche nello studio geoambientale di quel territorio (BASSAN V. & VITTURI A., 2003)<sup>144</sup>. In tutti questi lavori si è sviluppato soprattutto il tema della falda superficiale, ovvero quella che maggiormente interagisce con i suoli e con le attività antropiche.

Agli inizi degli anni '90 la Provincia ha iniziato l'approfondimento del tema delle falde confinate, partendo dalle aree caratterizzate da maggior risorsa e maggior sfruttamento anche a scopo idropotabile. All'epoca, neppure nelle aree di utilizzo acquedottistico si avevano informazioni idrogeologiche di base sugli acquiferi sfruttati, per cui è stato necessario un

lungo lavoro di rilievi sperimentali su migliaia di pozzi esistenti, di misure in campo, di elaborazione di informazioni pregresse. Con la conclusione delle indagini in campagna e delle loro elaborazioni, della stesura del testo e della redazione delle cartografie relative alla pubblicazione "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia" (DAL PRÀ A. *et al.*, 2000)<sup>145</sup> che si sono acquisite le necessarie conoscenze sulle acque sotterranee nella nostra provincia. In particolare nella carta delle "Risorse idriche sotterranee" sono ubicati i pozzi censiti (distinti per tipologia), i limiti della risorsa idrotermale (isoterma 30 °C), il limite inferiore dell'area di risorsa idropotabile e le aree di elevato prelievo (maggiore di: 0,5 - 1 - 2 - 4 l/s/km<sup>2</sup>).

Tengo a sottolineare il grande sforzo esercitato dalla Provincia per realizzare l'indagine. E' stato un lavoro che può essere giustamente definito "corale" per le tante persone impegnate, e per quasi una decina d'anni<sup>146</sup>, nel censire pozzi e misurarne i principali

<sup>138</sup> Il tragico evento descritto ha avuto anche dei risvolti di carattere "familiare". Infatti la casa di Venezia - Sant'Elena pesantemente colpita che si vede in una delle foto della scheda era di proprietà di mia madre e ora vi abitano miei fratelli e sorelle. Inoltre, Gianni Tedesco, amico di mio fratello Carlo, è stato lo sconosciuto <eroe> che -da esperto nuotatore- ha salvato varie persone che si trovavano nel vaporetto inabissatosi.

<sup>139</sup> Si veda il capitolo 12 "Idrogeologia" e la Tav. 11.

<sup>140</sup> Autore: A. Vitturi; il capitolo è così articolato: Cenni sull'influenza dell'idrogeologia nei riguardi dell'agricoltura del territorio indagato (Falda freatica; Falde profonde); Stato delle conoscenze attuali dell'idrogeologia nell'area di studio (Falda freatica; Falde profonde, in pressione e/o artesiane; Proposte conclusive).

<sup>141</sup> Autori: V. Bassan, J. De Rossi e A. Vitturi, con la collaborazione di M. De Sandre per il franco di bonifica. Il capitolo è così articolato: Cenni sull'influenza dell'idrogeologia nei riguardi dell'agricoltura del territorio indagato (Falda freatica; Falde profonde); Indagini effettuate; Franco di bonifica (Metodologia adottata; Descrizione della carta con considerazioni; Falde profonde in pressione); vi è inoltre la carta del "Franco di bonifica" in scala 1:50.000 redatta dagli stessi quattro autori succitati.

<sup>142</sup> Comuni di Marcon, Martellago, Noale, Salzano e Scorzé.

<sup>143</sup> Nel capitolo "Idrogeologia" vi è sia la metodologia utilizzata che i risultati ottenuti; vi sono poi, alla scala 1:25.000, due carte idrogeologiche (una per Marcon e una per gli altri 4 comuni) realizzate mediante misure freatimetriche nei fori dei sondaggi e riportanti le isofreatiche e la profondità della falda dal piano campagna.

<sup>144</sup> Il capitolo sull'idrogeologia è suddiviso in: Generalità; Falda freatica; Falde profonde.

<sup>145</sup> La pubblicazione è articolata in un testo (Premessa; Introduzione; Piano lavori; Caratteristiche idrogeologiche del territorio; Ricerche svolte; Caratterizzazione idrogeologica per singole aree; Sintesi complessiva dei dati raccolti; Il progetto "Rete di monitoraggio"; Le risorse idrotermali nel Portogruarese; Aspetti gestionali; Conclusioni), in 2 cartografie in scala 1:100.000 (Ubicazione delle stratigrafie con profondità superiore ai 30 m e traccia dei profili litostratigrafici; Risorse idriche sotterranee) e in 4 tavole con i profili litostratigrafici (portogruarese; sandonatese; area centrale; area meridionale).

<sup>146</sup> 1992: Noale; 1993: Scorzé; 1994: Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala, Spinea; 1996: i 10 comuni della riviera del Brenta; 1998: Cavarzere, Cona, Chioggia; Venezia, Marcon, Quarto d'Altino; gli 11 comuni del portogruarese; 1999: i 10 comuni del sandonatese).

parametri idrogeologici. Inoltre, la quasi totalità dei Comuni ha partecipato, anche finanziariamente, all'indagine, che pure ha visto il forte impegno economico della Provincia<sup>147</sup>.

Relativamente al solo portogruarese sono state poi acquisite maggiori conoscenze con uno studio apposito (ZANGHERI P. *et al.*, 2001), data la maggior importanza che vi rivestono le acque sotterranee.

Le conoscenze idrogeologiche acquisite all'epoca sono state anche inserite, sintetizzandole, nel Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) e poi nelle tre successive edizioni del PPE - Piano Provinciale d'Emergenza (VITTURI A. - a cura di, 2001a; VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008).

Nel PPE del 2003 la "Carta delle risorse idriche sotterranee" in scala 1:100.000 comprende: punti di presa acquedottistici (da punti di prelievo superficiale; da falde profonde), i pozzi censiti, le aree con risorsa idrotermale (isoterma 30 °C), ad elevato prelievo idropotabile autonomo e ad elevato sfruttamento della risorsa idrica sotterranea ( $Q > 0,5$  l/s/km<sup>2</sup>); le aree di pertinenza delle nove aziende allora esistenti per la gestione del servizio acquedottistico.

Il PPE del 2003 comprende anche un interessante capitolo sugli scenari di rischio idropotabile<sup>148</sup>.

Sempre nel campo dell'idrogeologia la Provincia ha anche predisposto una rete di monitoraggio (ZANGHERI P. & AURIGHI M., 2001), poi passata ad ARPAV per sopravvenuta competenza, e si è anche occupata di fare attività divulgativa sia relativamente al portogruarese con una "Sintesi divulgativa" (allegata in ZANGHERI *et al.*, 2001) che in generale sull'acqua come risorsa (ZANGHERI P., 2000).

I tematismi "Vulnerabilità" (nel cui ambito è inserito anche quanto attiene alla permeabilità) e "Intrusione salina" sono invece esaminati in due successivi paragrafi.

Infine, rinvio alle schede sul "Progetto IDRO" e sulla "Indagine idrogeologica di Porto Marghera", nel capitolo 12 "Idrogeologia", per questi due importanti progetti.

In proposito faccio però due considerazioni. Relativamente all'Indagine idrogeologica di Porto Marghera ritengo che la Provincia abbia svolto al meglio la parte tecnica affidatale (e chi l'avrebbe potuto mettere in dubbio?), ma soprattutto che sia stato molto positivo il metodo utilizzato, e cioè di procedere passo passo con i numerosi altri enti coinvolti, di modo da ottenere il massimo consenso in un'area così delicata per i tanti risvolti (ambientali, sociali, economici, urbanistici) che vi insistono. Il coordinamento, infatti, è la principale "ragion d'essere" delle Province, ente intermedio tra Regione e Comuni e che quindi deve utilizzare al meglio le proprie capacità di coordinamento. Ciò si è visto in alto grado per la redazione del PTCP, che è appunto il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, e in cui il ruolo delle Scienze della Terra hanno avuto un importante ruolo.

Per quanto riguarda, invece, il Progetto IDRO, sono assai fiero del ruolo avuto, e cioè di iniziale ideatore e propulsore. Assai più fiero però sono nel vedere come quello che è stato a lungo il "mio" *staff*, in quanto dirigente del Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo, continui a lavorare con grande professionalità e passione portando avanti al meglio un progetto che sarà anche questo al servizio della nostra gente e territorio.

### Geoscambio<sup>149</sup>

Questo tematismo non era mai stato affrontato prima dalla Provincia, che è stata anche una delle prime Province in Italia a realizzare uno studio, con cartografia, sull'idoneità del proprio territorio al geoscambio.

Da notare che, sempre tra le prime Province a livello nazionale, è stato emanato un Regolamento che disciplina la materia, agevolando così sia i professionisti che svolgono le indagini e presentano le richieste che i tecnici provinciali chiamati a redigere l'istruttoria e ad approvare, o motivatamente rigettare, i progetti.

### Vulnerabilità<sup>150</sup>

Quanto scritto nel capitolo 14 "Vulnerabilità" viene sostanzialmente qui pubblicato per la prima volta, anche se il lavoro era già stato da tempo ultimato e anche utilizzato in altri contesti. Per esempio nel capitolo sull'idrogeologia dello studio geoambientale della parte centrale della provincia (BASSAN V. & VITTURI A., 2003) è scritto che, nell'ambito della redazione della "Carta dell'attitudine dei terreni allo spargimento dei liquami zootecnici", era in corso di realizzazione per stralci la "Carta della vulnerabilità intrinseca" relativa al primo acquifero; tale carta è stata riportata per quel territorio. Anche la "Carta della soggiacenza della falda freatica" (uno dei tematismi che servono a realizzare la carta della vulnerabilità in base al metodo SINTACS) è pubblicata nel citato studio.

Tra gli altri tematismi previsti dal SINTACS vi è l'infiltrazione efficace, che a sua volta è collegata alla permeabilità. Questo parametro è stato considerato fin dallo studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983)<sup>151</sup>, e poi nello studio ge-

<sup>147</sup> Ritengo doveroso ricordare gli amministratori che hanno fortemente voluto e sostenuto l'indagine: da Iginio Bianchi (assessore all'Ambiente) che l'ha voluta iniziare, a Delia Murer (assessora alla Protezione Civile) e Luigino Busatto (Presidente) che hanno trovato le risorse economiche per completarla, comprendendo l'importanza dell'indagine anche ai fini della pianificazione territoriale.

<sup>148</sup> Autori: Pietro Zangheri e Valentina Bassan.

<sup>149</sup> Si veda il capitolo 13 "Geoscambio" e la Tav. 13.

<sup>150</sup> Si veda il capitolo 14 "Vulnerabilità" e la Tav. 12.

<sup>151</sup> Il capitolo "Permeabilità del suolo" (autore: A. Vitturi) è articolato in: Generalità; Descrizione con brevi considerazioni (suoli a permeabilità: elevata, media e medio-elevata, media, media e medio-bassa, bassa e/o molto bassa). Vi è anche la "Carta della permeabilità del suolo" in scala 1:100.000 con le classi prima indicate.

oambientale della parte centrale della provincia (BASSAN V. & VITTURI A., 2003)<sup>152</sup>.

La permeabilità è stata poi prevista, direttamente o indirettamente, nelle tre successive edizioni del PPE - Piano Provinciale d'Emergenza (VITTURI A. - a cura di, 2001a; VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008).

Nei PPE del 2001 e del 2003 c'era infatti un capitolo, con carta 1:100.000, riguardante la "Situazione litologica con elementi di permeabilità"; nel PPE del 2008 in vigore vi è invece la cartografia in scala 1:100.000 sulla "Permeabilità superficiale (primo metro)", esplicitamente redatta sulla base della "Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento (2007)"<sup>153</sup>.

Il percorso che ha portato a quanto contenuto in questo GeoAtlante in tema di vulnerabilità (capitolo 14 e Tav. 12) è quindi anche in questo caso frutto di un lungo percorso, con i contenuti che sono andati via via affinandosi, anche per merito delle tecniche informatiche che sono andate rapidamente evolvendosi e dei sempre più numerosi dati presenti nel *geodatabase* provinciale; ciò prefigura, come per i tematismi di molti altri capitoli del GeoAtlante, la necessità di restare al passo coi tempi perfezionando sempre più le attuali conoscenze, in un divenire necessariamente dinamico, come efficacemente affermato dall'Ulisse dantesco.

### Georisorse<sup>154</sup>

Nel capitolo 15 "Georisorse" sono considerati diversi temi: cave e miglorie fondiarie; uso delle acque sotterranee; utilizzo della risorsa termale.

Rinvio a quanto già scritto relativamente all'idrogeologia per quanto concerne gli ultimi due punti, mentre ripercorro anche qui il lungo percorso che ha portato la Provincia a occuparsi dell'attività estrattiva.

Fin dallo studio geopedologico della parte nord-orientale della provincia (COMEL A. & VITTURI A., 1983) l'attività estrattiva è stato un tema considerato, tanto che vi è stato dedicato un capitolo e una cartografia<sup>155</sup>. Analogamente ci si è comportati per le parti meridionale<sup>156</sup> (BASSAN V. *et al.*, 1994) centrale<sup>157</sup> della provincia (BASSAN V. & VITTURI A., 2003).

Ricordo che era stato appositamente realizzato anche lo "Studio geologico propedeutico al piano provinciale dell'attività di cava" (RIZZETTO C. *et al.*, 1995), oggetto anche di un importante convegno a carattere nazionale (VITTURI A. & ZANGHERI P., 1995) e rinvio a quanto scritto in precedenza.

Quel che tengo a sottolineare è stato l'interesse e i riconoscimenti che la Provincia ha ricevuto per la definizione del metodo relativo all'attitudine del proprio territorio all'attività estrattiva, derivante in parte dalla mia passata esperienza professionale nel comune di Casier (VITTURI A. & GIOCO F., 1985)<sup>158</sup>. Infatti l'esperienza provinciale su tale argomento è stata presentata, su invito, in occasione di un convegno nazionale (VITTURI A., 1985a) e di uno internazionale (BASSAN V. & VITTURI A., 1992).

Tengo poi a segnalare che le ultime esperienze in

questo campo da parte di V. Bassan e V. Bisaglia (con la collaborazione di E. Conchetto e P. Zangheri) in BASSAN V. & VITTURI A., 2003 hanno consentito un miglioramento della metodica anche per via dell'utilizzo di tecniche informatiche.

Tralascio quanto relativo ai controlli sulle miglorie fondiarie poiché l'argomento è ben trattato nel capitolo 15 "Georisorse".

All'interno di questo capitolo vi è anche un'interessante scheda, riguardante i depositi marini sabbiosi sommersi nell'alto Adriatico<sup>159</sup>.

### Subsidenza<sup>160</sup>

Faccio presente che abbiamo iniziato a prendere in esame l'argomento "subsidenza" solo nel 1999, quando l'allora assessora D. Murer ha voluto verificare la situazione del calo altimetrico non solo nella città di Venezia e della sua laguna, ma complessivamente nell'intera provincia. L'occasione è stata data dal timore che l'allora ventilata possibilità di estrarre gas al largo di Chioggia potesse innescare fenomeni di

<sup>152</sup> Al testo (Generalità; Metodologia; Descrizione della carta) è allegata la carta 1:100.000 "Permeabilità del suolo" (autore: V. Bassan; collaboratore: F. Benincasa). Classi di permeabilità: mediamente permeabile, poco permeabile, praticamente impermeabile. Da notare che questo capitolo è preceduto da un altro (pure con carta 1:100.000) relativo alla "Classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità" (autori: V. Bassan e V. Bisaglia).

<sup>153</sup> Autore: P. Zangheri; cartografia informatizzata: A. Mazzucato.

<sup>154</sup> Si veda il capitolo 15 "Georisorse" e la Tav. 14.

<sup>155</sup> Autore: A. Vitturi. Il testo è così articolato: Generalità con cenni legislativi; Metodologia utilizzata per la stesura della carta; Situazione attuale; Considerazioni conclusive. La cartografia, in scala 1:100.000, riporta le cave abbandonate esistenti (Sabbie e/o ghiaie; Argille per laterizi; Altro), le loro modalità di ripristino (Colture agrarie; Piscicoltura o pesca sportiva o laghetto; Discarica rifiuti; Non ripristinata) e cartografa le Aree favorevolmente indiziate per il reperimento di sabbie e/o ghiaie e di argille per laterizi.

<sup>156</sup> Autori: V. Bassan, C. Paccagnella, A. Vitturi. Il testo è articolato in: Generalità; Cenni legislativi; Metodologia utilizzata per la realizzazione della carta; Descrizione della carta; Situazione attuale; Sterri e riporti; Considerazioni conclusive. La carta, in scala 1:100.000, indica le Cave abbandonate esistenti (Sabbia; Argilla; Torba; Altro), le Zone sottoposte a vincolo, le Aree favorevolmente indiziate per il reperimento di sabbia, di argilla per laterizi e di torba.

<sup>157</sup> Autori: V. Bassan e V. Bisaglia. Il testo comprende Generalità, Metodologia, Situazione attuale; Considerazioni conclusive. Due sono le carte, in scala 1:100.000: Attitudine geologica all'attività estrattiva (Cava attiva; Cava senile; Cava estinta, dismessa o abbandonata; Aree favorevolmente indiziate per il reperimento di sabbia o di argilla per laterizi e aree non adatte) e Attitudine geologica al reperimento di argille per laterizi (Cava attiva; Cava senile; Cava estinta, dismessa o abbandonata; Terreni adatti, mediamente adatti, poco adatti, non adatti).

<sup>158</sup> Utile è stata anche l'esperienza che ho avuto dirigendo (1973÷74) l'inventario di tutte le cave d'Algeria.

<sup>159</sup> L'argomento, oltre a essere interessante in sé, mi coinvolge in una qualche maniera perché di tali temi mi ero indirettamente occupato nel periodo che ho diretto il Servizio Caccia, Pesca e Polizia provinciale. In particolare quando ho dato avvio al "Piano per la gestione delle risorse aliutiche delle lagune della provincia di Venezia" (OREL G. *et al.*, 2000).

<sup>160</sup> Si veda il capitolo 16 "Subsidenza" e la Tav. 15.

subsidenza incontrollata; la Provincia ha quindi ritenuto utile avere la situazione altimetrica dettagliata dell'area clodiense prima dell'inizio delle possibili estrazioni.

Il benemerito CNR-ISDGM (ora ISMAR) da anni aveva focalizzato la sua preziosa attività principalmente su temi che riguardavano la salvaguardia fisica di Venezia, e la subsidenza non poteva che essere tra i temi più approfonditi, formando così anche su questo argomento alcuni ricercatori di chiara fama internazionale. Ad essi è quindi venuto naturale rivolgersi per verificare prima la fattibilità del progetto e poi la sua programmazione; per questo è stato stipulato un apposito Protocollo d'intesa tra Provincia e CNR-ISDGM.

Nel corso della programmazione delle indagini è risultato l'interesse a compartecipare (tecnicamente e finanziariamente) da parte di altre amministrazioni (Magistrato alle Acque di Venezia, Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione, Città di Chioggia), alle quali si sono poi aggiunti la Provincia di Padova e i Consorzi di bonifica Bacchiglione Brenta e Delta Po Adige.

Il buon esito del primo progetto, denominato ISES - Intrusione Salina e Subsidenza (CARBOGNIN L. & TOSI L., 2003), ha fatto sì che lo stesso metodo di coinvolgere nel progetto più enti venisse esteso alla parte nord-orientale (Progetto IRMA - Integrazione Rete di Monitoraggio Altimetrico), mentre per la parte centrale della provincia (Progetto ERA - Estensione rete Altimetrica) Provincia, Magistrato alle Acque e CNR hanno proceduto da soli.

Le conoscenze acquisite nel campo della subsidenza sono state recepite dallo studio geoambientale della parte centrale della provincia (BASSAN V. & VITTURI A., 2003) e, principalmente, dal Piano Provinciale d'Emergenza sia nell'edizione del 2003 che in quella del 2008 (VITTURI A. - a cura di, 2003a; VITTURI A. - a cura di, 2008); nell'ultima in particolare, la cartografia della Tav. 15 di questo GeoAtlante era già riportata.

Tengo poi anche a sottolineare l'elevata qualità del lavoro fatto, esposto al convegno internazionale SISOLS 2005 tenutosi il 23÷28.10.2005 a Shanghai (Cina). Ho personalmente assistito sia all'esposizione della relazione presentata (CARBOGNIN L. *et al.*, 2005b) che alle positive risultanze su metodo e contenuti da parte dei massimi esperti mondiali sulla subsidenza colà riuniti.

### **Intrusione salina**<sup>161</sup>

La Provincia ha iniziato a occuparsi in modo organico dell'intrusione salina solo nel 1998 (Progetto cuneo salino) e poi col Progetto ISES - Intrusione Salina E Subsidenza (CARBOGNIN L. & TOSI L., 2003), in quanto preoccupata per gli effetti negativi che tale fenomeno poteva causare a un'economia fiorente come quella orticola a Chioggia e nei comuni limitrofi.

Col completamento del Progetto ISES l'interesse per questo argomento era scemato, in quanto sia perché passato in secondo piano per altre priorità sia per i ridotti segni negativi all'orticoltura, principalmente, nelle altre aree costiere della provincia.

Solo l'affiancamento a tesi e ricerche universitarie ha fatto dedicare del tempo a questa attività da parte del personale provinciale. Rinvio quindi a quanto scritto nel capitolo 17 "Intrusione salina" per maggiori dettagli.

### **Rischio idraulico**<sup>162</sup>

Come per altri tematismi, anche in questo caso è nello studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983) che mi sono occupato per la prima volta di rischio idraulico, e in particolare nel capitolo "Esondabilità"<sup>163</sup>.

Un primo caso di esempio di rischio idraulico, riferito al portogruarese, l'ho presentato nell'ambito del convegno "Geologia e Protezione Civile" organizzato dall'Ordine Nazionale Geologi a Palermo, nel 1984 (VITTURI A., 1984).

Nel successivo convegno dell'Ordine Nazionale Geologi tenutosi a Venezia nel 1987 "Il geologo e l'ambiente: un ruolo, una professione, un impegno"<sup>164</sup> ho presentato l'evento alluvionale verificatosi il 31.01-1.02.1986 nel territorio provinciale (CUFFONELLI C. *et al.*, 1987).

Cenni in materia di rischio idraulico sono anche compresi nello studio geoambientale della parte meridionale della provincia (BASSAN V. *et al.*, 1994).

Il primo vero studio sul rischio idraulico è però la "Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia" (ILICETO V., 1992), cui sono seguiti quelli - a cura del Servizio Protezione Civile - relativi al Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di Protezione Civile (VITTURI A. *et al.* - a cura di, 1999) e poi al Piano Provinciale d'Emergenza (PPE), che il Consiglio provinciale ha approvato prima nel 2001 (VITTURI A. - a cura di, 2001a), poi nel 2003 (VITTURI A. - a cura di, 2003a) e, infine, nel 2008 (VITTURI A. - a cura di, 2008). Rimando a quanto scritto su questi piani in precedenti parti di questo stesso capitolo.

Voglio qui solo segnalare che, dopo lo studio di V. Iliceto, sono stati l'ing. E. Musacchio che ha realizzato un importante lavoro, confluito nel Programma provinciale succitato e, per quanto riguarda il modello matematico, l'ing. L. D'Alpaos col suo valido *team*. Successivamente, essendo stata assegnata come responsabile del Servizio Protezione Civile provinciale

<sup>161</sup> Si veda il capitolo 17 "Intrusione salina".

<sup>162</sup> Si veda il capitolo 18 "Rischio idraulico" e la Tav. 16.

<sup>163</sup> Il capitolo è articolato in: Generalità; Breve descrizione con classificazione (Zone tendenzialmente in sofferenza idraulica; Zone frequentemente esondabili per piena dei corsi d'acqua; Zone potenzialmente esondabili in occasione di forti mareggiate e/o di alta marea particolarmente accentuate; Zone potenzialmente esondabili in occasione delle grandi rotte fluviali); Brevi considerazioni.

<sup>164</sup> Essendo allora Presidente del CCR veneto dell'Ordine Nazionale dei Geologi, sono stato Segretario del Comitato organizzatore (L. Broili Presidente; V. Iliceto V. Presidente) del Congresso e, con V. Iliceto, responsabile degli Atti congressuali.

l'ing. Chiara Fastelli, è a lei che è principalmente dovuto quanto realizzato nell'ultima decina d'anni dalla Provincia in tema di rischio idraulico. Da segnalare che l'ing. Andrea de Götzen, sia nei pochi mesi che è stato dirigente del Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo che, poi, come ingegnere idraulico del Consorzio di bonifica Veneto Orientale, ha seguito con passione e competenza la complessa materia. Importante è stata l'esperienza di Valentina Bassan, responsabile del Servizio Geologico provinciale, come Vice Commissaria all'emergenza idraulica (da settembre 2008 a settembre 2011) che ha colpito Mestre e vari comuni nelle province di Venezia, Padova e Treviso nel settembre 2007, che si è tra l'altro estrinsecata nei Piani delle Acque (BASSAN V., 2011; BASSAN V. *et al.*, 2011; GATTOLIN M. *et al.*, 2011).

### Rischio da mareggiata<sup>165</sup>

Il rischio da mareggiata è stato affrontato per la prima volta dalla Provincia nell'ambito della prima edizione del Piano Provinciale d'Emergenza - PPE (VITTURI A. - a cura di, 2001a), affidandone l'incarico a Giorgio Fontolan dell'Università di Trieste, noto studioso del fenomeno. Considero infatti il paragrafo "Zone potenzialmente esondabili in occasione di forti mareggiate e/o di alta marea particolarmente accentuata" all'interno del capitolo sull'esondabilità nello studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983) solo per significare che già da allora era ben presente l'importanza del tematismo e non per com'è stato ultra sinteticamente trattato.

In questo PPE all'interno dell'Analisi del territorio vi è una parte del testo, titolata "Fascia costiera", che tratta de "La crisi erosiva del litorale veneto orientale"<sup>166</sup>. Nell'edizione del 2003 del PPE (VITTURI A. - a cura di, 2003a) gli studi affidati sono arrivati a completamente, per cui nel PPE vi è l'apposito capitolo "Rischio da mareggiate"<sup>167</sup> e una specifica cartografia in scala 1:100.000<sup>168</sup>.

Nell'ultima edizione, vigente (VITTURI A. - a cura di, 2008), lo studio è esposto in sintesi all'interno del testo, mentre è compreso nella sua interezza in Appendice<sup>169</sup>; la cartografia allegata, in scala 1:100.000, è quella esposta nella Tav. 16 di questo GeoAtlante.

### Aspetti applicativi<sup>170</sup>

Gli aspetti applicativi trattati direttamente nelle pubblicazioni geologiche provinciali sono essenzialmente quelli già presenti nel primo studio geopedologico dell'area nord-orientale (COMEL A. & VITTURI A., 1983), e cioè quanto concerne l'attività estrattiva, le discariche controllate di rifiuti solidi urbani, la situazione geotecnica del sottosuolo, cui poi si è aggiunto quanto attiene alla pianificazione territoriale. Tali aspetti sono stati poi compresi anche in altre pubblicazioni, tra cui cito le due principali (BASSAN V. *et al.*, 1994; BASSAN V. & VITTURI A., 2003).

a) *Attività estrattiva*: di questo aspetto ho già scritto parlando di "Georisorse", cui quindi rimando.

b) *Discariche controllate di rifiuti solidi urbani*: la rela-

tiva zonazione geologica è trattata nello studio geopedologico dell'area nord-orientale<sup>171</sup> e nello studio geoambientale della parte meridionale<sup>172</sup>; nella parte centrale il tematismo non è stato realizzato stante la nuova normativa emanata nel frattempo.

Vari sono stati gli articoli presentati in convegni, per avere anche in questo caso la possibilità di confrontarsi su metodo e risultati, ciò che è positivamente (in relazione all'epoca) avvenuto. Cito in proposito: VITTURI A., 1981; VITTURI A. & CAMPACI P., 1984.

c) *Situazione geotecnica*: la zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo è presente sia nello studio geopedologico della parte nord-orientale<sup>173</sup> che nello

<sup>165</sup> Si veda il capitolo 19 "Rischio da mareggiata" e la Tav. 16.

<sup>166</sup> Il capitolo è così articolato: Introduzione; Inquadramento geografico; Evoluzione recente dei litorali e stato attuale dell'arenile; Considerazioni conclusive.

<sup>167</sup> Introduzione; Descrizione dell'area costiera veneziana; Metodo adottato; Variabili, Definizione del rischio; Conclusioni.

<sup>168</sup> Autore: G. Fontolan; collaboratori: A. Bezzi, S. Pillon, R. Raccà. La legenda prevede: Tipologia entro terra (Aree naturali; Case sparse e aree agricole; Nuclei di case; Centri abitati); Ampiezza della spiaggia (> 140 m; 100÷140 m; 60÷100 m; 20÷60 m; < 20 m); Classe di vulnerabilità (Molto bassa; Bassa; Moderata; Elevata; Molto elevata); Classe di rischio (Molto basso; Basso; Moderato; Elevato; Molto elevato).

<sup>169</sup> L'appendice è così articolata: Introduzione (L'area costiera veneziana); Il rischio da mareggiata (Introduzione; Metodologia; Variabili; Banca dati; Strutturazione del *geodatabase* e metodologia di calcolo); I litorali (Isola Verde; Sottomarina; Pellestrina; Lido; Cavallino; Jesolo; Eraclea e Valle Altanea; Caorle; Valle Vecchia; Bibione); Risultati (Quantificazione della vulnerabilità; Quantificazione del rischio; Valenze ambientali; Considerazioni conclusive). Sono comprese le "Schede monografiche dei tratti costieri".

<sup>170</sup> Si veda il capitolo 20 "Aspetti applicativi".

<sup>171</sup> Autori: A. Vitturi e P. Campaci. Il capitolo "Carta della zonazione geologica per discariche controllate di rifiuti solidi urbani" comprende: Generalità; Cenni legislativi; Discariche controllate e situazione geologica; Metodologia usata per la realizzazione della carta; Situazione attuale; Considerazioni conclusive; Criteri-guida di carattere tecnico-pratico da seguire per la scelta operativa di un'area da adibirsi a discarica controllata di rifiuti solidi. La relativa cartografia, in scala 1:100.000, relativa a discariche controllate tipo "*concentrate and contain*", distingue in legenda le aree molto favorevolmente indiziate, favorevolmente indiziate, poco favorevolmente indiziate, sconsigliate; cartografa anche le discariche in esercizio, quelle esaurite e recuperate all'agricoltura e quelle esaurite e non recuperate all'agricoltura. Viene segnalato che tutto il territorio è da sconsigliarsi per la realizzazione di discariche controllate del tipo "*dilute and disperse*".

<sup>172</sup> Autori: A. Vitturi e V. Bassan. Il testo è articolato esattamente come quello dell'area nord-orientale. La carta 1:100.000 indica anche le zone vincolate e non comprende le aree molto favorevolmente indiziate.

<sup>173</sup> Autori: A. Vitturi e C. Costantini. Il testo è così articolato: Generalità; Cenni legislativi (DM 21.01.1981 e relative "Istruzioni"; LR 2.05.1980, n° 40); Scopi e limiti dello studio; Descrizione della carta con indicazioni preliminari sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni; Considerazioni conclusive. La legenda della carta 1:100.000 distingue: Caratteristiche geomeccaniche complessivamente discrete; complessivamente variabili tra discrete e scadenti ma localmente anche pessime; per lo più scadenti ma localmente anche pessime; pessime.

studio geoambientale delle aree meridionale<sup>174</sup> e centrale<sup>175</sup>.

Questi problemi sono stati poi trattati anche nell'ambito del convegno "Geologia urbana di Venezia" (BONDESAN A. *et al.*, 2006a; BASSAN V. & VITTURI A., 2006).

d) *Pianificazione territoriale*: anche se tale argomento mi ha sempre appassionato<sup>176</sup>, in pratica è stato solo dagli anni '90 del secolo scorso che ho iniziato a occuparmene in Provincia, quando cioè la Legge n° 142/90 "Ordinamento delle Autonomie Locali" ha, tra l'altro, affidato alle Province (art. 15, c. 2) il compito di predisporre e adottare il "piano territoriale di coordinamento che ... determina indirizzi generali di assetto del territorio e, in particolare, indica: a) le diverse destinazioni del territorio in relazione alla prevalente vocazione delle sue parti; b) ...; c) le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica ed idraulico-forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque; d) ...".

Con la valida collaborazione di Jacopo De Rossi ho iniziato a impostare e realizzare quanto allora necessario per redigere il PTP relativamente ai tematismi geologici.

Rinvio a quanto scritto in precedenza in questo stesso capitolo sul PTP e sul PTCP. Ricordo solo alcune pubblicazioni che sono state utili per discutere con altri esperti tali argomenti: DE ROSSI J. & VITTURI A., 1993a; 1993b; VITTURI A., 1996. Ricordo pure che, essendo inserito prima della L. n° 142/90 all'interno dell'Assessorato all'Agricoltura, mi ero occupato di geologia rivolta alla pianificazione e tutela delle zone agricole (VITTURI A., 1980; VITTURI A., 1985b).

E' però nello studio geoambientale della parte meridionale (BASSAN V. *et al.*, 1994) che la geologia appare per la prima volta collegata alla pianificazione territoriale in una pubblicazione della collana geologica (di cui all'elenco alla fine di questo GeoAtlante). Vi è infatti il capitolo, con relativa carta 1:100.000<sup>177</sup>, riguardante le "Penalità ai fini edificatori", redatti in base alla normativa veneta per i PRG comunali<sup>178</sup>.

Anche nello studio geoambientale della parte centrale (BASSAN V. & VITTURI A., 2003) tale argomento è stato trattato, sia nel testo che nella cartografia<sup>179</sup>. In questo documento l'utilizzo delle elaborazioni informatiche ha consentito un miglioramento qualitativo rispetto al passato.

Infine, ricordo che questi argomenti sono stati poi dettagliatamente trattati anche nell'ambito del convegno "Geologia urbana di Venezia" (BONDESAN A. *et al.*, 2006a; BASSAN V. & VITTURI A., 2006).

## CONSIDERAZIONI FINALI

Nell'*incipit* di questo capitolo (*Conoscere le acque e il suolo-sottosuolo per pianificarne la convivenza con l'uomo*) e in quello all'inizio dell'Atlante geologico (*Considerate la vostra semenza; / fatti non foste a viver come bruti / ma per seguir virtute e canoscenza*) è sintetizzato lo scopo di questa pubblicazione, che ha l'ambizione di voler dare uno strumento, tecnico ma di

cultura, a chi vuol conoscere in modo approfondito gli aspetti fisico-ambientali della nostra provincia.

Vi è infatti l'esigenza sia di acquisire e approfondire le conoscenze sul nostro magnifico territorio, ma anche di contribuire a diffonderle a un pubblico sempre più vasto e interessato.

Tanti e vari sono stati i contributi che hanno consentito alle scienze della terra di fare un notevole balzo in avanti in provincia di Venezia quale -direi- in passato ha fatto fare unicamente il prof. Alvisé Comel nel trentennio 1930÷1960 circa.

Prima di lui la geologia provinciale era sostanzialmente sconosciuta nel suo insieme, anche se meritori pionieri avevano indagato alcuni aspetti, con particolare riferimento a Venezia e alla sua laguna, area in cui per ovvi motivi si è concentrata l'attenzione degli studiosi sia prima che durante che dopo quella che chiamo l'«era di Comel».

Pure l'attenzione del CNR che, anche a seguito dell'alluvione del 1966, ha fondato in Venezia negli anni '70 del secolo scorso il celebre Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse (ISDGM, ora ISMAR) si è focalizzata con sensibile prevalenza su Venezia e la sua laguna, mentre l'ampio territorio circostante è stato per molto tempo trascurato, Comel a parte.

La Provincia ha però il compito di considerare il proprio territorio unitariamente e con la stessa attenzione e considerazione per ciascuna delle sue parti.

Per questo, quando nel 1980 la Provincia ha deciso d'inserire un geologo nel proprio organico, ho ragionato che la priorità iniziale avrebbe dovuto essere quel-

<sup>174</sup> Autori: J. De Rossi, V. Bassan e A. Vitturi. Il testo è articolato esattamente come quello dell'area nord-orientale. La carta 1:100.000 distingue: Caratteristiche geomeccaniche da buone a discrete; complessivamente mediocri; complessivamente scadenti oppure variabili lateralmente da buone a pessime; complessivamente pessime.

<sup>175</sup> Autori: V. Bassan e V. Bisaglia. Il testo del capitolo "Zonazione geologico-tecnica preliminare del sottosuolo" è articolato in: Metodologia; Considerazioni conclusive. La carta 1:100.000 distingue le seguenti classi di zonazione geologico-tecnica: Buona; Discreta; Mediocre; Scadente; Pessima.

<sup>176</sup> Le prime esperienze su questi temi le avevo avute quando lavoravo in Algeria nel Servizio Geologico di una società (LNTPB) del Ministero dei LL.PP. algerino (1971÷74).

<sup>177</sup> Autori: J. De Rossi, V. Bassan e A. Vitturi. Il testo è così articolato: Generalità e cenni legislativi, Metodologia usata per la realizzazione della carta, Descrizione della carta, Considerazioni conclusive. La legenda della cartografia distingue i terreni in: Buoni; Mediocri; Scadenti; Pessimi (sono assenti quelli Ottimi).

<sup>178</sup> Il documento "Grafia e simbologia regionali unificate per la elaborazione degli strumenti urbanistici - art. 104 LR 2.05.1980, n° 40) prevedeva appunto la "Carta delle penalità ai fini edificatori"; pur col variare della legge (la LR n° 40/80 è stata sostituita dalla LR 61/85 senza però modifiche nelle parti d'interesse geologico) il documento è rimasto in vigore fino alla LR 11/2004, con ciò anche comprovando la validità di quanto a suo tempo redatto da V. Spagna, V. Illiceto e A. Vitturi relativamente ai contenuti geologici delle Grafie.

<sup>179</sup> Autori: V. Bassan e V. Bisaglia. Il testo è così articolato: Generalità e cenni legislativi; Metodologia; Indicazioni tecniche, Considerazioni conclusive. La legenda della carta distingue le seguenti classi di penalità: terreni buoni (non presenti in carta), mediocri, scadenti, pessimi.

la di estendere a tutta la provincia le conoscenze già esistenti fino all'ambito circumlagunare. Un assessore lungimirante, Gabriele Anese, ha condiviso e fatta propria questa considerazione e si è proceduto quindi in tal senso, iniziando dalla parte nord-orientale della provincia (portogruarese e sandonatese) sia perché lì era previsto un Piano Zonale Agricolo sia anche in quanto ci si poteva avvalere, per quel territorio, delle conoscenze del prof. Alvise Comel che ci è stato prezioso consulente.

Il percorso fatto da allora è stato notevole, e importanti sono state le conoscenze acquisite nel trentennio 1981÷2011.

La miglior sintesi dell'avanzare delle conoscenze può essere data dal confronto tra due carte, di cui la prima raffigura la sintesi delle conoscenze sulla situazione geologica nel portogruarese e sandonatese nel 1980<sup>180</sup>, mentre la seconda raffigura lo stesso territorio nella carta delle unità geologiche (di cui alla Tav. 10 di questo GeoAtlante).

Da un lato questo GeoAtlante ha lo scopo di sintetizzare le conoscenze acquisite e dall'altro quello di divulgarle a un pubblico non specialistico, ma comunque culturalmente addottrinato; per questo ci si è avvalsi - sempre sotto la supervisione e il coordinamento pubblico - dell'opera di numerosi collaboratori<sup>181</sup>, avendo come direttrice che la Provincia non ha la ricerca tra i suoi compiti istituzionali, ma possiede il

compito di realizzare quanto serve ai propri cittadini e territorio coniugando praticità, economicità e ragionevole immediatezza con la scientificità.

Si è seguito anche il detto aristotelico di *non cercare la precisione allo stesso modo in tutte le cose, ma di cercarla in ciascun caso particolare secondo la materia che è soggetto, e per quel tanto che è proprio di quella determinata ricerca* (Etica Nicomachea).

Concludendo, un personale consiglio a voi che vi avvicinate a questo Atlante geologico: *come la api prendono dai fiori solo quel che serve per fare il miele* (San Basilio di Cesarea, IV sec.), così voi leggete e approfondite gli aspetti di vostro interesse tra i tanti esposti nel GeoAtlante, utilizzando i collegamenti proposti con le note sempre in base ai vostri interessi specifici e necessità.

<sup>180</sup> *Grigio*: dune costiere e sabbie litoranee; *rosa chiaro*: argille organiche; *rosso*: bassure di risorgiva; *rosa*: alluvioni fluviali e fluvio-glaciali (carta geologica semplificata in: VITTURI A., 1980).

<sup>181</sup> Come esposto in "Collaborazioni" in questo stesso capitolo.

## SUPERFICIE E POPOLAZIONE DEL TERRITORIO PROVINCIALE

Dati tratti dal "Piano d'Emergenza della Provincia di Venezia (2008)"

Il territorio provinciale di Venezia si estende su di una superficie di 2468,99 km<sup>2</sup> (di cui circa 600 km<sup>2</sup> sono costituiti dalle acque delle lagune di Venezia e di Caorle - Bibione) per una lunghezza di circa 110 km, a ridosso del cordone litoraneo, da Chioggia a Bibione. I suoi confini sono rappresentati a sud dal sistema dei Fiumi Adige - Adigetto, a est e sud-est dal mare Adriatico, a nord-nord-est dal fiume Tagliamento, a nord-ovest confina con la provincia di Treviso, a ovest con la provincia di Padova e a sud con la provincia di Rovigo.

La provincia di Venezia è composta da 44 comuni, di cui i più estesi sono quelli di Venezia\* (415,79 km<sup>2</sup>), Chioggia\* (186,67 km<sup>2</sup>), Caorle\* (152,95 km<sup>2</sup>), Cavarzero (140,64 km<sup>2</sup>), San Michele al Tagliamento\* (113,38 km<sup>2</sup>) e Portogruaro (102,32 km<sup>2</sup>).

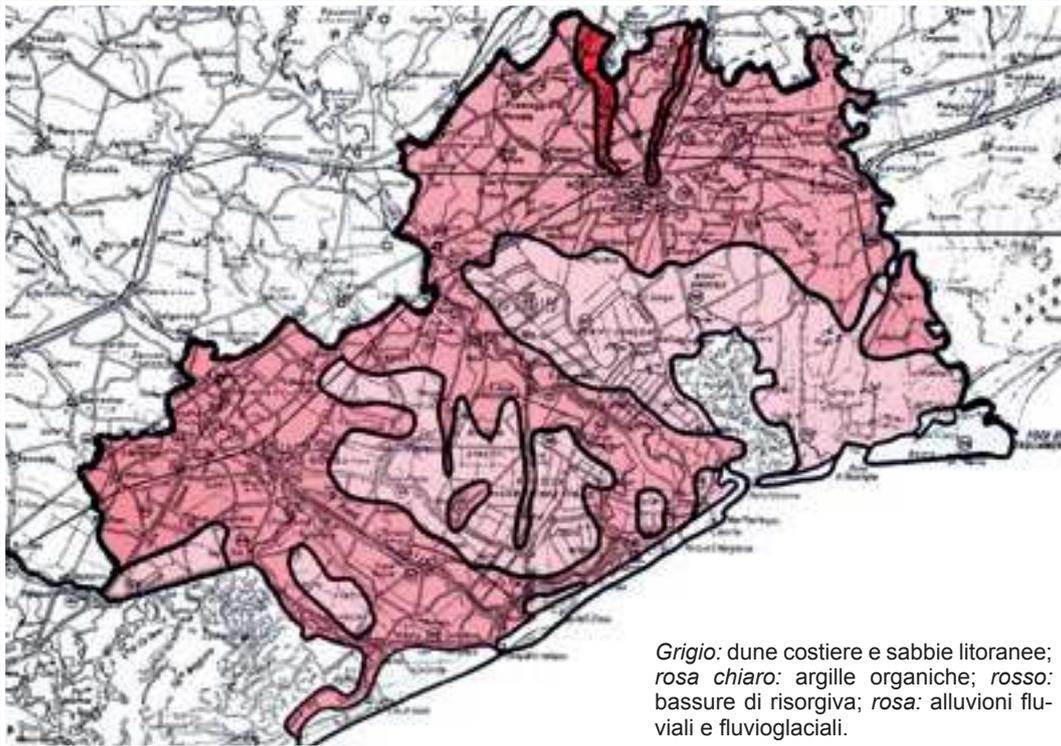
I dati riportati nella tabella seguente, relativi alla popolazione residente, sono desunti dal censimento 2001 realizzato dall'ISTAT.

\* Sono comprese le superfici lagunari.

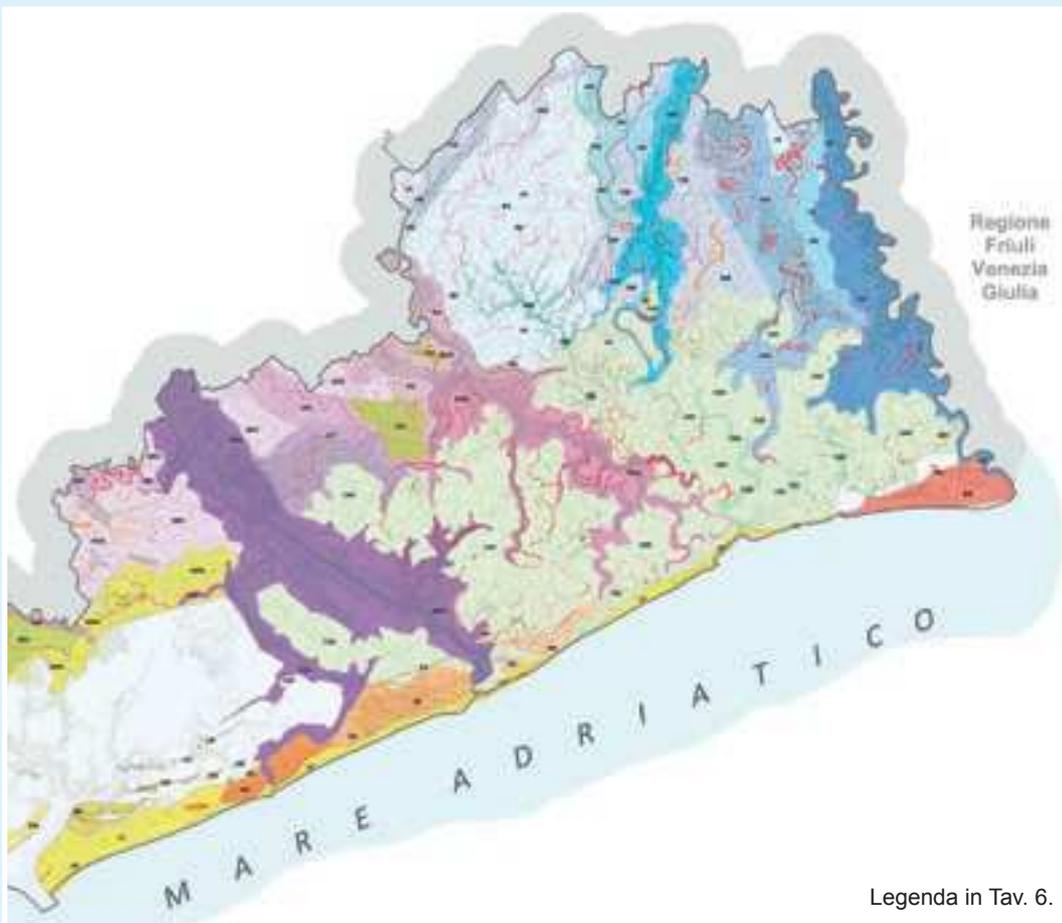
Comune	Area totale (km <sup>2</sup> )	Popolazione
ANNONE VENETO	25,7963	3466
CAMPAGNA LUPIA	87,6662	6230
CAMPOLONGO MAGGIORE	23,5691	9102
CAMPONOGARA	21,3645	10.885
CAORLE	152,9495	11.506
CAVALLINO TREPORI	44,6790	11.964

Comune	Area totale (km <sup>2</sup> )	Popolazione
CAVARZERE	140,6354	15.589
CEGGIA	22,0083	5098
CHIOGGIA	186,6671	51.898
CINTO CAOMAGGIORE	21,4866	3165
CONA	64,6338	3299
CONCORDIA SAGITTARIA	66,5604	10.556
DOLO	24,1599	14.522
ERACLEA	95,2545	12.479
FIESSO D'ARTICO	6,3297	5749
FOSSALTA DI PIAVE	9,7102	3929
FOSSALTA DI PORTOGRUARO	31,1312	5835
FOSSO'	10,0795	5939
GRUARO	17,2069	2693
JESOLO	96,4190	22936
MARCON	25,3748	12.136
MARTELLAGO	20,1116	19.497
MEOLO	26,7665	5969
MIRA	99,2896	36.118
MIRANO	45,6732	26.193
MUSILE DI PIAVE	44,9891	10.232
NOALE	24,3653	14.612
NOVENTA DI PIAVE	18,0177	5864
PIANIGA	20,0377	9096
PORTOGRUARO	102,3181	24.354
PRAMAGGIORE	24,1693	3942
QUARTO D'ALTINO	28,2104	7224
SAN DONA' DI PIAVE	78,7741	36.046
SANTA MARIA DI SALA	27,9786	13426
SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO	113,3778	11.767
SANTO STINO DI LIVENZA	68,1545	11.648
SALZANO	17,4741	11.577
SCORZE'	33,3645	17.175
SPINEA	15,0063	24.774
STRA	8,8133	6969
TEGLIO VENETO	11,5107	2018
TORRE DI MOSTO	38,3238	4305
VENEZIA	415,7900	275.368
VIGONOVO	12,7951	8094
<b>TOTALE PROVINCIA</b>	<b>2468,9930</b>	<b>815.244</b>

A



B



Sintesi cartografica delle conoscenze sulla geologia del portogruarese e sandonatese (A: 1980; B: 2008).

# 1 MICRORILIEVO

MONICA AMATUCCI,<sup>1</sup> ANDREA ROSINA<sup>2</sup>

## 1.1. INTRODUZIONE

La descrizione e l'interpretazione del rilievo terrestre costituiscono il campo di studio della geomorfologia o morfologia terrestre, che nelle scienze naturali si colloca a cavallo tra la geografia e la geologia. Gli obiettivi di questa disciplina mirano non soltanto alla conoscenza del territorio, ma soprattutto alla ricerca dei fenomeni che hanno determinato il suo assetto, degli agenti che li hanno indotti e delle loro interazioni che, nel tempo, hanno portato la superficie terrestre ad essere così come ci si presenta.

Il rilievo terrestre è da considerarsi come il risultato di una combinazione di processi che agiscono insieme, da un lato in senso costruttivo e da un altro in senso distruttivo. In base alla loro natura, tali processi possono essere classificati in due grandi categorie: i "processi endogeni", a cui appartengono fenomeni tettonici, sismici, vulcanici, ovvero tutti quei processi la cui origine è da ricercarsi al di sotto della superficie terrestre, e i "processi esogeni" che, invece, costituiscono il risultato dell'interazione della superficie terrestre con l'atmosfera, l'idrosfera e la biosfera, attraverso azioni di natura fisica, chimica e biologica. Lo studio della morfologia costituisce, dunque, il primo passo per qualunque analisi che abbia come oggetto un territorio, indipendentemente dal fatto che esso venga osservato da un punto di vista naturalistico oppure tecnico-ingegneristico. Infatti, la conoscenza di un'area nei suoi più intimi dettagli deve necessariamente passare attraverso le sue origini e la sua storia, in quanto sono proprio queste ultime a spiegare e giustificare le attuali forme del territorio e le sue probabili future evoluzioni, consentendo così interventi consapevoli e mirati alla soluzione e alla prevenzione di eventuali rischi anche per la popolazione.



Fig. 1.1 - Schema riassuntivo della dinamica terrestre.

Tutte le indagini di tipo territoriale richiedono, per logici motivi, l'ausilio di opportuni documenti cartografici che riproducano in modo fedele tutti gli elementi caratterizzanti il territorio in esame, in modo da consentire una visione anche spaziale dei problemi affrontati.

In una cartografia topografica, normalmente, le informazioni sono tutte schiacciate su un unico livello informativo, che riproduce il territorio attraverso una simbologia convenzionale, ricalcandolo nei suoi tratti essenziali: toponomastica, distribuzione delle aree urbane, della rete idrica naturale e artificiale, eventuali linee di costa, tipi di coltivazioni o di vegetazione spontanea, informazioni altimetriche di tipo lineare e/o puntuale.

La presenza di tante tipologie diverse di dati su una stessa tavola cartografica favorisce la visione globale e unitaria del territorio rappresentato, ma, allo stesso tempo, impedisce un'analisi precisa e dettagliata di ogni singolo fattore, necessaria per qualunque tipo di finalità. Quindi, partendo dalla base topografica, che costituisce sempre e comunque una tra le principali fonti di riferimento, risulta indispensabile separare le informazioni presenti, per poi riorganizzarle secondo la loro natura, ottenendo così singoli tematismi, omogenei per tipologia di dato.

Questa metodologia d'indagine consente di analizzare il territorio nei suoi vari aspetti, studiandone uno alla volta; ricombinando poi opportunamente i tematismi, è possibile mettere in luce le eventuali correlazioni tra le varie caratteristiche del territorio.

## 1.2. ALTIMETRIA

L'altimetria costituisce uno tra i principali tematismi che caratterizzano il paesaggio. Essa esprime l'andamento del rilievo, che viene rappresentato cartograficamente attraverso particolari linee, dette "isoipse" o curve di livello, che, per definizione, collegano tutti i punti aventi uguale quota sul livello medio del mare. Per comprendere il significato delle isoipse, si può immaginare di "tagliare" il rilievo mediante piani orizzontali paralleli al suolo ed equidistanti tra loro. Dall'intersezione del rilievo con i singoli piani si ottengono delle linee chiuse che, riportate in pianta sul piano cartografico, si presentano in genere l'una inclusa nelle altre. L'immagine che ne deriva è una visione schiacciata dall'alto del rilievo, in cui ogni curva rappresenta una quota. Più la pendenza del rilievo è elevata, più

<sup>1</sup> Università di Bologna - *Alma Mater Studiorum* - CSSAS - Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo; autrice dei paragrafi da 1 a 6 (Microrilievo).

<sup>2</sup> Geologo in Monselice (PD); autore dei paragrafi da 7 a 11 (Profili topografici).

le isoipse sono ravvicinate, dal momento che l'equidistanza, ovvero il dislivello tra le isoipse, viene mantenuta costante. Naturalmente l'equidistanza adottata dipende dalla scala di rappresentazione della carta e, in una carta topografica in scala 1:25.000, essa generalmente corrisponde a 25 metri.

Nelle zone di montagna, o comunque nelle zone in cui il dislivello altimetrico è apprezzabile, il metodo di rappresentazione grafica bidimensionale del rilievo, basato sulle isoipse, risulta quello scientificamente più valido, in quanto consente di calcolare per ogni punto del campo cartografico la quota di riferimento. Altro destino seguono invece i territori di pianura in cui, generalmente, non vi sono pendenze tali da consentire facilmente l'applicazione del metodo delle isoipse con equidistanza 25 metri, in quanto la morfologia è tale per cui il dislivello altimetrico globale difficilmente supera i 20 metri. Pertanto, in questi casi, nelle cartografie topografiche ufficiali, l'altimetria viene rappresentata attraverso il piano quotato, che consiste in un insieme di punti, ad altimetria nota, distribuiti uniformemente sul territorio, alcuni riferiti al piano di campagna, altri riferiti a infrastrutture oppure a manufatti di origine antropica. A causa dell'esiguo dislivello, la quota di questi punti viene approssimata al decimo di metro.

Un tematismo così rappresentato è sicuramente valido dal punto di vista informativo, in quanto fornisce il dato altimetrico in modo puntuale e con un'ottima approssimazione (0,1 m), tuttavia dal punto di vista grafico esso non costituisce una base cartografica idonea e pronta per studi di tipo territoriale, in quanto non consente di individuare, visualizzare e accorpare in modo immediato le aree con la stessa altimetria. I piani quotati, pertanto, devono essere considerati come un dato in forma grezza che necessita di un'interpretazione e di un'elaborazione successiva per poter essere opportunamente utilizzati in studi a carattere morfologico-ambientale.

### 1.3. METODOLOGIA DI LAVORO PER LA COSTRUZIONE DEL MICRORILIEVO SU CARTA

Per costruire una Carta Altimetrica di pianura dove, visto il tipo di territorio, è opportuno parlare in termini di microrilievo e micromorfologia, è necessaria un'analisi preliminare della base topografica di riferimento, che implica in primo luogo la scelta dei punti quotati da considerare, sulla base delle finalità dello studio che si vuole portare a termine. Infatti, se l'indagine è a carattere ambientale e naturalistico, è necessario depurare la base cartografica da tutti i punti quotati relativi alle infrastrutture e ai manufatti di origine antropica, che altererebbero il profilo naturale del territorio, falsando così l'assetto naturale del piano di campagna.

La scelta dei punti quotati da eliminare è sicuramente un momento molto delicato, in quanto accade spesso che alcuni elementi, pur essendo artificiali, costituiscono ormai parte integrante del territorio, soprattutto

in considerazione del fatto che moltissime aree pianeggianti sono il risultato di numerose bonifiche susseguitesi nel tempo. In questi territori, quindi, sono rimaste poche tracce dell'antico assetto naturale, anche perché, talvolta, in alcuni tratti è stato addirittura modificato il corso naturale dei fiumi principali, il che ha portato un totale stravolgimento paesaggistico. In questi casi, la presenza di argini e manufatti simili deve essere necessariamente cartografata, pur trattandosi di elementi artificiali, perché altrimenti il risultato grafico a cui si perverrebbe non considerandoli non rispecchierebbe in alcun modo la realtà.

Sulla base di tali considerazioni, si comprende che non è possibile applicare un criterio unico nella selezione dei punti quotati da eliminare o da non eliminare, ma è necessario valutare caso per caso, utilizzando una chiave di lettura calibrata sul tipo di territorio che si deve interpretare.

Dopo aver portato a termine questa prima fase di analisi della base cartografica, la costruzione della Carta Altimetrica richiede che vengano tracciate le isoipse, al fine di ottenere un tematismo di tipo lineare, che favorisca la lettura e l'interpretazione del dato altimetrico. Il passo successivo, di conseguenza, consiste nel decidere un'equidistanza opportuna tra le isoipse, in genere pari a 0,50 metri.

Si procede poi alla classificazione di tutti i punti quotati, attribuendo un colore diverso a ogni intervallo altimetrico, secondo la scaletta dell'equidistanza. Una volta terminata la classificazione, vengono tracciate le linee di separazione tra le aree di colore diverso; tali linee di separazione concettualmente costituiscono le isoipse. L'interpolazione manuale dei punti quotati, come si intuisce, è un metodo molto soggettivo che si basa soprattutto sull'interpretazione del territorio da parte del cartografo e sulla sua sensibilità, il che significa che la stessa area potrebbe essere interpretata da due esperti in modo diverso, pur adottando gli stessi criteri di massima. Tuttavia, la mente umana è da preferirsi comunque alle procedure automatizzate basate su algoritmi informatici che, per quanto sofisticati, non posseggono né la sensibilità né la capacità interpretativa di un essere umano, che in questo caso costituiscono gli ingredienti essenziali per la buona riuscita del prodotto. Naturalmente la conoscenza del territorio da parte del cartografo risulta imprescindibile ai fini di una corretta analisi e interpretazione dei dati contenuti nella base cartografica, in quanto qualunque cartografia, per quanto fedele possa essere, costituisce comunque e sempre una rappresentazione del territorio che non può sostituirsi *in toto* all'esperienza e alla conoscenza dei luoghi, dal punto di vista sia paesaggistico sia geomorfologico. Infatti, l'occhio esperto di una persona che conosce il territorio è in grado di cogliere e tenere in considerazione particolari che altrimenti sfuggirebbero e, in più, di effettuare collegamenti logici tra i vari aspetti del paesaggio, facendo scaturire da essi nuove informazioni.

Tracciate le curve di livello, si ottiene un tematismo

altimetrico di tipo lineare, dal momento che i dati di riferimento sono rappresentati sotto forma di linee.

Lo stesso elaborato può essere osservato anche sotto un'altra luce: esso, infatti, può essere letto anche in forma areale, se l'attenzione viene spostata dalle isoipse alle aree individuate e delimitate da queste ultime. Tali superfici vengono dette "fasce altimetriche" e suddividono il territorio cartografato in aree omogenee per intervalli di quota. Il limite grafico di queste aree è individuato dalle isoipse stesse e i valori-limite dell'intervallo altimetrico corrispondono alle quote altimetriche delle isoipse coinvolte.

Il passaggio da un tematismo di tipo lineare a uno di tipo areale costituisce un vantaggio enorme per eventuali successive elaborazioni, in quanto, pur generalizzando il dato altimetrico, esso consente di attribuire a ogni punto del campo cartografico l'intervallo di quota di appartenenza.

Il risultato a cui si perviene è la "Carta delle Fasce Altimetriche", la cui legenda sarà costituita dai colori associati ai differenti intervalli di quota.

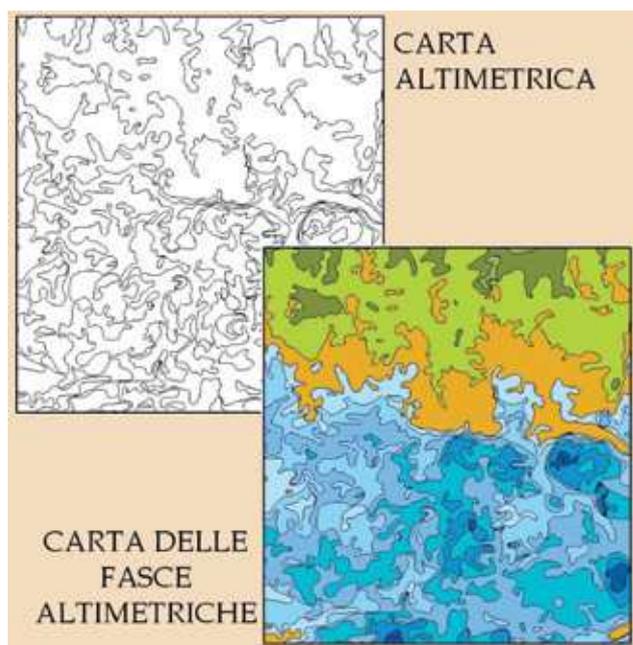


Fig. 1.2 - Esempio del passaggio dal tematismo lineare al tematismo poligonale.

Una volta terminata l'elaborazione dell'Altimetria su carta, si procede, con l'ausilio del Personal Computer e di *software* dedicati (G.I.S.), alla sua acquisizione informatica che la renderà parte di una Banca Dati Territoriale e quindi disponibile per ulteriori future elaborazioni ed aggiornamenti.

#### 1.4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il territorio della Provincia di Venezia occupa un'area di circa 246.899 ettari (pari quindi a 2469 km<sup>2</sup>) e la presenza delle lagune, in particolare la Laguna di Venezia, lo rende praticamente unico al mondo nella

sua morfologia. La sua origine è principalmente di tipo alluvionale, in quanto esso ha preso soprattutto forma dall'accumulo dei depositi alluvionali rilasciati da tutti i fiumi che sfociano nell'alto Adriatico, compreso il Po (che attualmente scorre al di fuori dei confini provinciali). Come poi descritto in dettaglio nel capitolo "Profilo storico", molto estesa fino a un recente passato è stata anche la presenza di lagune e paludi, ora bonificate<sup>3</sup>. I terreni che ne sono derivati, ricchi di sostanza organica e di torba, hanno subito, nel corso del tempo, importanti fenomeni di compattazione la cui immediata conseguenza è rappresentata da una subsidenza piuttosto spinta che ha spesso influenzato in modo determinante la morfologia dell'area<sup>4</sup>.

Nel territorio provinciale di Venezia alla subsidenza naturale si è aggiunta negli ultimi decenni anche una subsidenza di natura antropica, determinata dalle intense attività estrattive delle acque di falda, che hanno contribuito nel tempo ad accentuare una situazione già di per sé molto critica. Il territorio veneziano, infatti, non solo è pianeggiante ma, per quasi metà della sua superficie, presenta una quota altimetrica addirittura inferiore al livello medio del mare. Questa caratteristica rende l'area estremamente vulnerabile soprattutto in considerazione del fatto che essa si affaccia direttamente sul mare o sulle lagune (è il caso di Venezia) e quindi, non essendo un'area interna, non può usufruire di sbarramenti naturali; le sue uniche difese non artificiali contro il rischio idraulico superano solo localmente i tre metri di quota. Da qui si intuisce l'importanza e l'indispensabilità dell'analisi micromorfologica di questo territorio, finalizzata soprattutto alla sua tutela e alla sua difesa, visto il suo assetto particolarmente vulnerabile.

La redazione di una Carta Altimetrica attendibile costituisce, quindi, la base di qualunque studio volto alla protezione del territorio, sia per individuare le zone più esposte al rischio idraulico<sup>5</sup>, sia per elaborare e progettare eventuali opere a scopo protettivo, in modo da evitare conseguenze catastrofiche dovute a eventi naturali non controllabili; infatti, senza la realizzazione di opportune opere di sbarramento, basterebbe un piccolo innalzamento del livello marino per riportare gran parte del territorio veneziano a essere, come fino a un recente passato, una grande distesa d'acqua<sup>6</sup>.

#### 1.5. REALIZZAZIONE DELLA CARTA DEL MICRORILIEVO E DELLA CARTA DELLE FASCE ALTIMETRICHE

Per la realizzazione della Carta del Microrilievo è stata utilizzata come base cartografica di riferimento la Carta Tecnica Regionale in formato vettoriale *dwg*,

<sup>3</sup> Vedi anche il capitolo "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo "Subsidenza" e la cartografia di Tav. 15.

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>6</sup> Vedi anche le cartografie delle Tavv. 2-3.

in scala 1:5000, fornita dalla Provincia di Venezia. Essa consta di 350 tavole ed è tuttora in fase di aggiornamento, pertanto non tutte le tavole risalgono allo stesso anno, né come data di redazione né tanto meno per il rilievo di campagna; inoltre, i relativi rilievi sono stati anche affidati nel tempo a ditte diverse.

Essendo la cartografia di base già informatizzata, non sono stati prodotti gli originali d'autore in formato cartaceo e la costruzione del Microrilievo è stata elaborata direttamente al computer, attraverso la classificazione e l'interpolazione dei piani quotati che costituivano lo sfondo per la digitalizzazione da video.

I criteri per la realizzazione della Carta del Microrilievo informatizzata sono stati i seguenti:

- per la classificazione dei punti quotati sono stati presi in considerazione soltanto i punti quotati relativi al piano di campagna, eliminando così tutti i punti che indicavano la quota di manufatti e infrastrutture artificiali, in modo da non alterare il profilo naturale del territorio;
- in linea di principio, in prossimità dei corsi d'acqua sono stati esclusi gli argini, in modo da raccordare tra loro i piani di campagna separati dal corso d'acqua. Laddove però le due situazioni da un lato e dall'altro rispetto al fiume risultavano profondamente diverse (sbalzo di quota e, quindi, isoipse non raccordabili tra loro), gli argini sono stati cartografati, solo come presenza e non con la quota riferita alla loro sommità, in quanto considerati come barriere fisiche che hanno contribuito a una diversa evoluzione del territorio nel tempo, tale da provocare lo sbalzo di quota;
- non sono stati cartografati i limiti delle valli e delle paludi interne (Valle Zignago, Valle Perera, Valle Grande ecc.) in quanto si è preferito considerare tali aree non come specchi d'acqua, dato già presente nella Carta dell'idrografia (Tav. 5), ma piuttosto come territorio a tutti gli effetti, in modo da integrarne la quota nel contesto della micromorfologia.

Dall'analisi della Carta del Microrilievo si rileva che il territorio cartografato presenta una quota altimetrica compresa tra -4 e +21 metri s.l.m. Trattandosi di un tematismo di tipo lineare, risulta difficile poter analizzare i dati attraverso una semplice osservazione del prodotto, in quanto la veste grafica non favorisce di certo il colpo d'occhio, soprattutto nelle aree pianeggianti, ricche di piccoli dossi e depressioni. Infatti, mentre nelle zone con quota superiore ai 7-8 metri è possibile intuire l'andamento del rilievo, che risulta piuttosto regolare, nelle aree pianeggianti le molteplici isoipse di forma circolare che contornano le aree relative ai piccoli dossi e alle mini depressioni non consentono di intuire se la quota altimetrica interna a esse è superiore (dosso) o inferiore (depressione); risulta pertanto indispensabile l'elaborazione della Carta delle Fasce Altimetriche che trasforma il dato altimetrico da lineare a poligonale.

Dal punto di vista informativo, la Carta delle Fasce Altimetriche non aggiunge ulteriori informazioni alla

Carta del Microrilievo, tuttavia essa è più facilmente leggibile anche da un occhio non esperto, in quanto affida alla scala cromatica l'interpretazione del dato.

## 1.6. ANALISI DEI DATI ELABORATI

Dall'analisi della Carta delle Fasce Altimetriche (Tav. 1 e Fig. 1.3; stralci nelle Figg. 1.4-1.5-1.6), il territorio provinciale di Venezia risulta ripartito in 31 fasce altimetriche, che vanno da una quota minima di 4 metri sotto il livello medio del mare fino a 21 metri s.l.m. e, dall'analisi dei dati contenuti nel *database* associato alla copertura, si deduce quanto segue:

- la maggior parte del territorio provinciale, circa il 60,79%, pari a 150.093,42 ha, è compreso tra -1,5 m e 2,0 m s.l.m. (nel calcolo è stata inclusa tutta

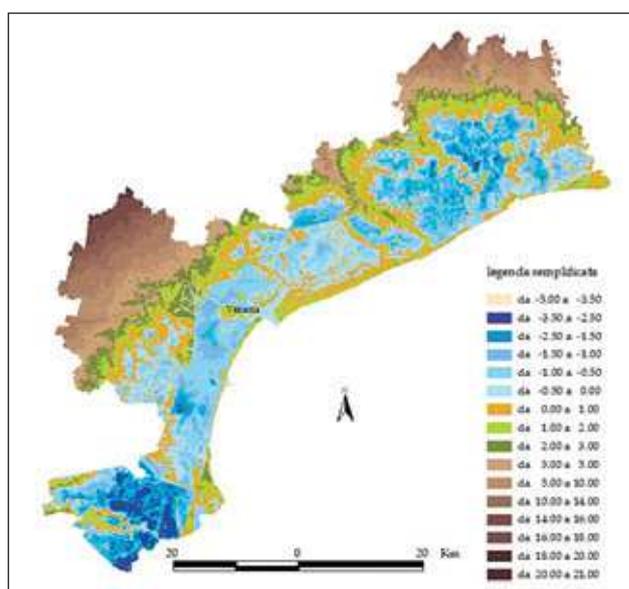


Fig. 1.3 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: territorio provinciale.

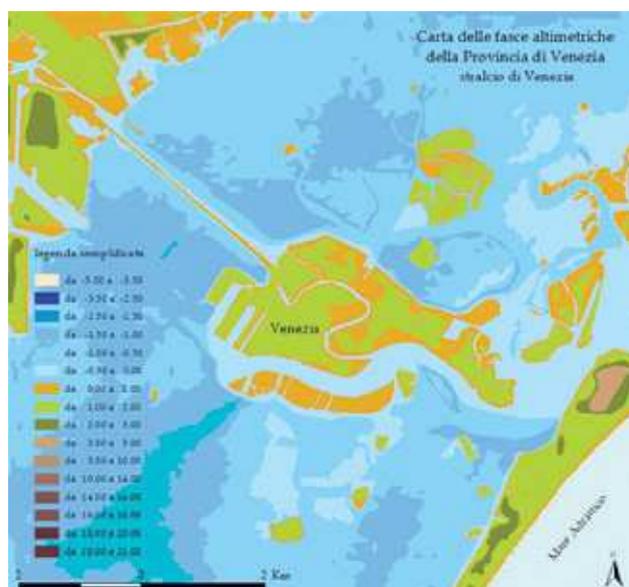


Fig. 1.4 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio della città di Venezia.



Fig. 1.5 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio della laguna di Venezia.

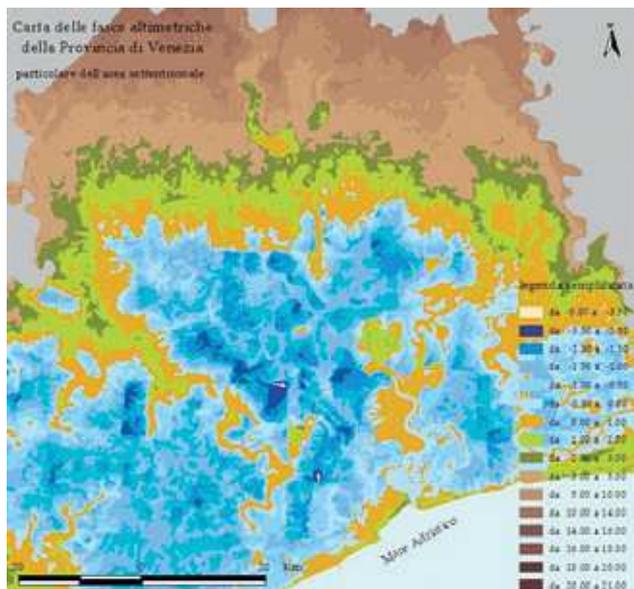


Fig. 1.6 - Carta delle fasce altimetriche della provincia di Venezia: stralcio dell'area settentrionale (Caorle).

- l'area lagunare, ritenuta a tutti gli effetti parte integrante del territorio veneziano);
- la classe più rappresentata, con il 15,48% dell'area, pari a 38.224,63 ha, è la fascia compresa tra 0 e 1 m s.l.m.;
  - il 46,91% della superficie totale indagata, pari a 115.818,94 ha, è sotto lo 0 altimetrico;
  - solo lo 0.0006% del territorio, pari a 1,45 ha, supera i 20,0 m s.l.m.

Nel calcolo delle superfici non sono state incluse le opere di sbarramento e di arginatura, che comunque esistono e svolgono un'azione di protezione del territorio, senza le quali tutta l'area sarebbe sottoposta a un continuo rischio di sommersione ritornando ad essere palude o laguna.

L'applicazione dei Sistemi Informativi Geografici e, quindi, l'organizzazione dei dati in formato tabellare, permetteranno anche in seguito di estrarre informazioni attraverso delle semplici interrogazioni sia grafiche sia logiche.

I dati numerici citati sono stati raccolti ed elaborati a partire dal *data base* allegato alla copertura relativa alla Carta delle Fasce Altimetriche, del quale è riportata una sintesi (Tab. 1.1).

FASCIA ALTIMETRICA con dislivello pari a 1 metro	SUPERFICIE IN ETTARI (ha)	PERCENTUALE DEL TERRITORIO PROVINCIALE
-4,0 - -3,5	57,24	0,02
-3,5 - -3,0	2.151,77	0,87
-3,0 - -2,5	3.921,17	1,59
-2,5 - -2,0	6.914,42	2,80
-2,0 - -1,5	13.050,46	5,29
-1,5 - -1,0	23.298,17	9,44
-1,0 - -0,5	33.299,92	13,49
-0,5 - 0,0	33.125,80	13,42
0,0 - 1,0	38.224,63	15,48
1,0 - 2,0	22.144,89	8,97
2,0 - 3,0	15.569,77	6,31
3,0 - 4,0	10.436,12	4,23
4,0 - 5,0	8.550,55	3,46
5,0 - 6,0	6.271,16	2,54
6,0 - 7,0	5.625,48	2,28
7,0 - 8,0	4.852,43	1,97
8,0 - 9,0	3.832,50	1,55
9,0 - 10,0	3.259,54	1,32
10,0 - 11,0	3.252,78	1,32
11,0 - 12,0	2.316,05	0,94
12,0 - 13,0	1.715,08	0,69
13,0 - 14,0	1.448,01	0,59
14,0 - 15,0	1.363,83	0,55
15,0 - 16,0	1.044,78	0,42
16,0 - 17,0	646,99	0,26
17,0 - 18,0	343,49	0,14
18,0 - 19,0	127,68	0,05
19,0 - 20,0	52,82	0,02
20,0 - 21,0	1,45	0,0006

Tab. 1.1 - Tabella sintetica del *data base* associato alla Carta delle Fasce Altimetriche

### 1.7. I PROFILI TOPOGRAFICI

I "profili topografici", detti anche "profili altimetrici", costituiscono un ottimo complemento al documento cartografico del Microrilievo, in quanto consentono di ottenere una visione del territorio secondo il piano xoz dello spazio, che mette in risalto le differenze altimetriche lungo la retta che viene scelta come direttrice. L'orientazione opportuna della traccia costituisce un

elemento essenziale per la buona riuscita dell'elaborato finale. Il criterio preferenziale per ottenere un buon profilo altimetrico è quello di selezionare un'area in cui vi sia un dislivello altimetrico apprezzabile e, successivamente, orientare la retta direttrice in modo che essa "tagli" le isoipse quasi perpendicolarmente. Operando in questo modo, verrà delineata la forma del rilievo e la sua pendenza, ottenendo così una visione del territorio diversa dalla sua rappresentazione in pianta. Pertanto, come proseguimento logico della Carta del Microrilievo, sono state realizzate otto sezioni topografiche lungo particolari direttrici, per osservare meglio e più in particolare l'andamento altimetrico all'interno della provincia di Venezia.

### 1.8. METODOLOGIA DI LAVORO PER LA CREAZIONE DEL PROFILO TOPOGRAFICO SU CARTA

La costruzione di un profilo topografico su carta costituisce un'ulteriore elaborazione del tematismo altimetrico. Si tratta, infatti, di realizzare un grafico cartesiano bidimensionale *xoz* in cui l'asse *x* corrisponde a una linea di taglio del territorio, decisa dall'esecutore, e l'asse *z* riporta la quota altimetrica delle isoipse che essa interseca.

Dopo aver osservato e studiato attentamente l'andamento delle isoipse sul documento cartografico, viene scelta opportunamente una traccia lineare che costituirà la retta lungo la quale il territorio sarà tagliato (asse *x* del profilo altimetrico). Su un altro foglio viene riportata una retta di pari lunghezza e, su di essa, vengono individuati i punti corrispondenti alle intersezioni della retta stessa con le isoipse che essa intercetta sulla cartografia; le quote delle suddette isoipse costituiranno la coordinata *z* del grafico che si sta realizzando.

Il prodotto che si ottiene è, quindi, un grafico cartesiano i cui punti avranno una coordinata *x*, che rappresenta la posizione dell'isoipsa intercettata, e una coordinata *z*, che ne indica la quota. L'unione dei punti rappresenterà il profilo altimetrico rilevato.

### 1.9. REALIZZAZIONE DEI PROFILI TOPOGRAFICI

I profili topografici possono essere elaborati anche per via informatica, attraverso l'uso dei G.I.S. (Sistemi Informativi Geografici), seguendo una procedura basata su una metodologia concettualmente identica alla loro costruzione su carta.

In questo studio, per la costruzione dei profili topografici è stata scelta come base cartografica di partenza la Carta del Microrilievo.

Sono state, quindi, individuate le zone più rappresentative del territorio, ovvero quelle che più mettevano in risalto la peculiarità del paesaggio. In particolare l'attenzione è stata rivolta alle aree maggiormente depresse (parte meridionale e nord-orientale del territorio provinciale) e ai rilievi in coincidenza di paleoalvei e dossi fluviali.

Nella tabella che segue sono elencate le caratteristiche altimetriche delle tracce selezionate per la costruzione dei profili topografici.

Nome traccia	lunghezza (m)	quota min. (m s.l.m.)	quota max (m s.l.m.)	dislivello (m)
San Gaetano (Cavarzere)	23.850,79	-3,00	2,60	5,6
Sista Bassa (Cona)	29.228,61	-3,45	2,00	5,45
Mira	64.153,49	-3,50	18,80	22,30
Mestre	33.827,19	-1,00	19,00	20,00
San Michele al Tagliamento	27.173,00	-1,00	7,00	8,00
San Donà di Piave	24.096,56	-1,50	3,50	5,00
Torre di Mosto	29.520,64	-1,60	6,90	8,50
Caposile	98.468,29	-2,50	6,60	9,10

I profili topografici sono stati realizzati direttamente per via informatica mediante l'utilizzo dei G.I.S., attraverso una serie di elaborazioni della Carta del Microrilievo in formato digitale *raster*.

Le scale di rappresentazione verticale e orizzontale variano in funzione della lunghezza del profilo. In ogni grafico sono comunque riportate in ascisse le distanze progressive e in ordinata le quote sul livello medio del mare.

### 1.10. ANALISI MORFOLOGICA DEI PROFILI TOPOGRAFICI

Di seguito vengono riportate le caratteristiche morfologiche degli otto profili topografici realizzati.

#### 1.10.1. Traccia 1: San Gaetano

La traccia si sviluppa nella parte meridionale del territorio della provincia di Venezia con direzione SE-NO, partendo a sud di Cavarzere, in corrispondenza del confine provinciale, fino a raggiungere l'abitato dei comuni di Chioggia e Sottomarina.

Dal punto di vista geologico, la traccia attraversa il Sistema alluvionale dell'Adige in corrispondenza di Cavarzere, il Sistema palustre fluviale bonificato nella parte centrale e i Sistemi costieri verso Chioggia.

Dall'analisi del profilo emergono il dosso fluviale dell'Adige, a sud-est di Cavarzere, e l'Unità del litorale indifferenziata nei pressi di Chioggia-Sottomarina, con quote che si aggirano intorno ai 2 m s.l.m. Nella parte centrale del profilo è evidente un'ampia depressione con quote medie attorno ai -2 m s.l.m.

La traccia, inoltre, incrocia lungo il suo percorso tre importanti corsi d'acqua: partendo da sud, essa incontra il fiume Adige, il canale Gorzone e il fiume Brenta appena a ovest della confluenza con il Bacchiglione. Nell'area compresa tra il fiume Adige a sud, il canale di Valle a ovest, il Bacchiglione a nord e la parte più orientale del comune di Cona, si registrano tassi di subsidenza annua dell'ordine di -2, -3 cm/anno.

Dall'analisi dell'istogramma di frequenza si osserva

che la quota media del territorio attraversato dalla traccia è -1,11 m s.l.m. mentre il valore minimo, pari a -3 m s.l.m., si registra nella zona compresa tra il fiume Adige e il canale Gorzone.

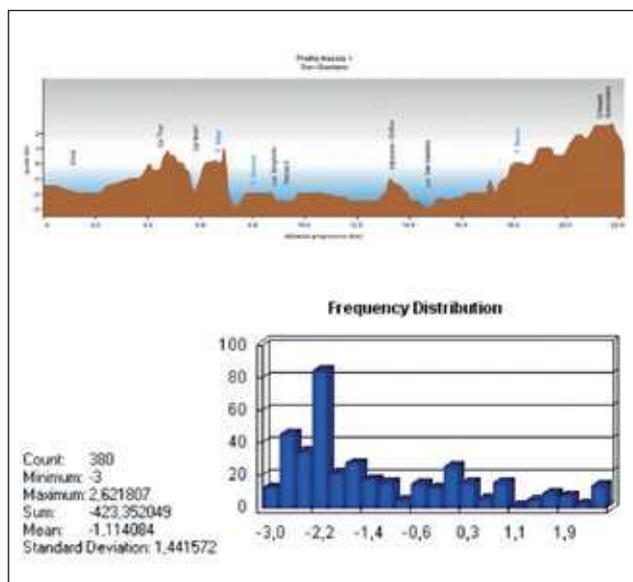


Fig. 1.7 - Traccia 1: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

### 1.10.2. Traccia 2: Sista Bassa

Anche questa traccia si estende nell'area meridionale della provincia di Venezia, con andamento E-O, partendo poco a nord di Agna, in provincia di Padova, e arrivando fino alla foce del fiume Adige.

L'andamento del profilo topografico costruito mette in risalto la forte depressione dell'area meridionale, il cui punto minimo, localizzato nei pressi di Sista Bassa (Cona), raggiunge quota inferiore a -3,5 m s.l.m.

Nel suo percorso, la traccia attraversa importanti elementi morfologici, come il dosso di Pegolotte a est, la cui origine è da collegarsi alla fase deposizionale del "ramo più settentrionale del Po nell'antichità" (CASTIGLIONI, 1978). Gli evidenti "picchi" presenti nella parte iniziale del profilo topografico sono la testimonianza di piccoli rami secondari o zone di espansione laterale che divagano dall'asse del dosso.

Dal punto di vista geologico, la traccia ricade nel Sistema alluvionale del Po-Adige; in particolare essa rientra parzialmente nell'Unità di Pegolotte (BONDESAN *et al.*, 2009).

La zona centrale, sede della massima depressione, coincide, invece, con l'Unità dei Cuori, formata da depositi palustri-fluviali bonificati costituiti prevalentemente da torbe, argille e limi argillosi (BONDESAN *et al.*, 2009). Ad est dello scolo Debba iniziano le Unità appartenenti ai Sistemi costieri, con forti dislivelli (sempre in relazione ai gradienti topografici regionali), dovuti alla morfologia propria dei depositi costieri.

L'analisi statistica evidenzia come la maggior parte del territorio sia ampiamente al di sotto del livello medio del mare, con quota media intorno a -1 m s.l.m.

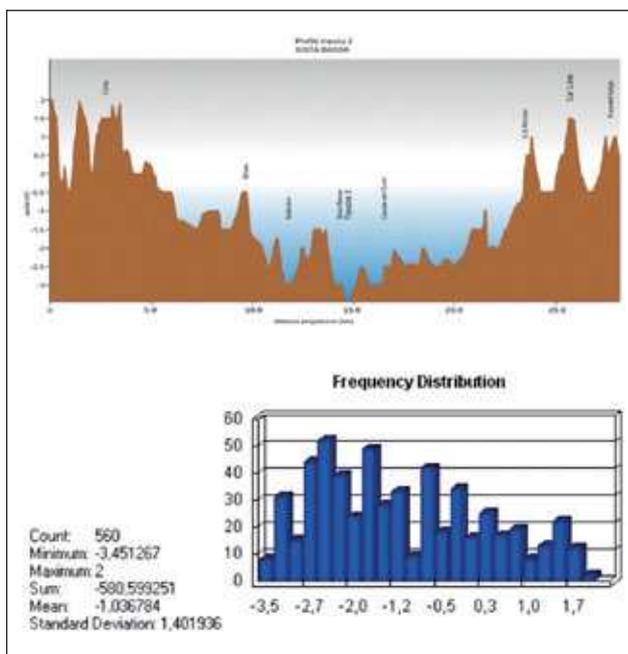
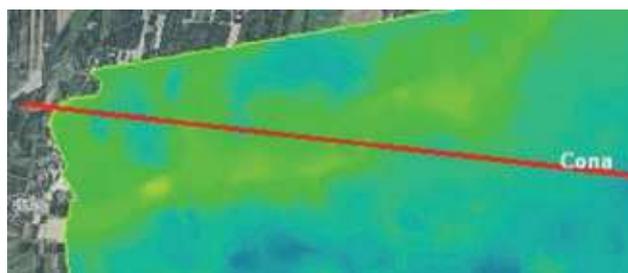


Fig. 1.8 - Traccia 2: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

### 1.10.3. Traccia 3: Mira

La terza traccia individuata attraversa da nord a sud l'area centro-meridionale della provincia di Venezia, da Scorzè fino a Cavarzere, partendo dalle aree a quota maggiore, in prossimità del comune di Scorzè, e terminando, poi, nella zona di massima depressione meridionale.

Il gradiente topografico, calcolato tra Scorzè e Campagna Lupia, risulta essere inferiore a 1‰.

Lungo il percorso interessato dalla traccia, nei pressi di Mira, si nota l'evidenza morfologica dell'Unità olocenica di Dolo, attraversata nell'asse principale, in corrispondenza dell'attuale Naviglio Brenta e in una delle sue apofisi terminali poco più a nord dell'idrovia Padova-Venezia. Nella parte meridionale del profilo, inoltre, si apprezza il carattere pensile del fiume Adige, ancora più evidente nell'immagine tridimensionale associata.

Dall'interpretazione del profilo, emerge in modo molto chiaro la diversità morfologica tra la zona centrale e la zona meridionale della provincia, pertanto si ritiene non opportuno procedere con il confronto statistico sull'andamento delle quote.

Infine è da segnalare che l'andamento pianeggiante che si riscontra intorno al km 30 del profilo non è

dovuto alla morfologia del territorio, ma alla mancanza del dato altimetrico, in quanto l'area corrispondente ricade nel territorio provinciale di Padova non cartografato.

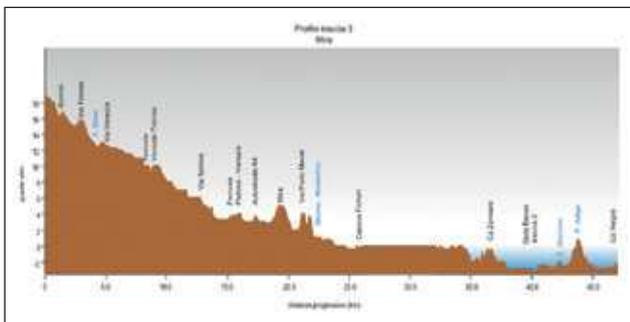
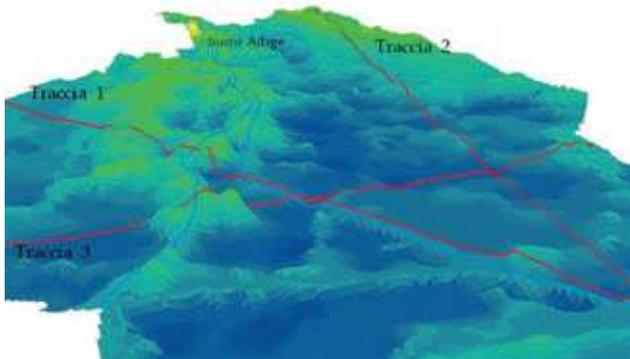


Fig. 1.9 - Traccia 3: inquadramento territoriale della traccia e profilo.

#### 1.10.4. Traccia 4: Mestre

La quarta traccia taglia da nord-ovest a sud-est la fascia centrale del territorio della provincia di Venezia. Partendo da Scorzè, essa arriva poco a sud della bocca lagunare del Cavallino, attraversando il centro di Venezia.

L'andamento del profilo mette in evidenza il lento degradare della pianura verso la laguna veneziana, con un gradiente pari a circa l'1‰.

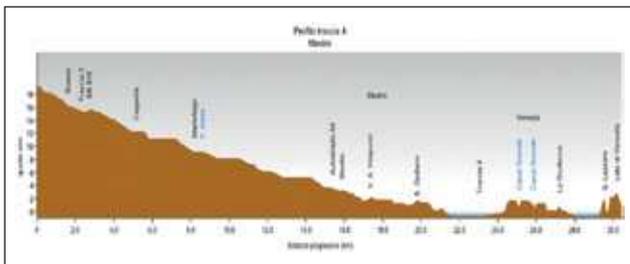


Fig. 1.10 - Traccia 4: profilo.

#### 1.10.5. Traccia 5: San Michele al Tagliamento

La traccia 5 si colloca al margine orientale della provincia di Venezia. Essa presenta un andamento parallelo al corso del fiume Tagliamento, interessando i comuni di Teglio Veneto, Fossalta di Portogruaro e San Michele al Tagliamento.

Dal punto di vista geologico, i territori attraversati dalla traccia rientrano nel Sistema alluvionale del Tagliamento, in particolare nelle Unità di Latisana, Alvisopoli e Lugugnana (BONDESAN *et al.*, 2009), e, nell'ultimo tratto, nell'Unità di Bibione, appartenente al Sistema costiero.

Dallo studio del profilo topografico costruito, emergono alcune particolarità:

1. a sud della linea ferroviaria Venezia-Trieste, vi è una singolare incisione, profonda quasi due metri, da ricondursi all'apofisi del dosso del Tagliamento;
2. all'altezza di Cesarolo, in corrispondenza dell'intersezione della traccia con il canale Cavrato, si nota la presenza di un percorso di rotta utilizzato più volte nei secoli (FONTANA, 2006);
3. nella zona compresa tra il canale Cavrato e la Litoranea Veneta è presente un'area depressa con quote inferiori a -1 m s.l.m.;
4. infine, nell'ultima parte del profilo, le quote topografiche risalgono in corrispondenza dell'abitato di Bibione dove inizia l'Unità di Bibione, costituita da depositi costieri.

L'istogramma di frequenza della distribuzione delle quote topografiche lungo il profilo mette in evidenza la presenza di alcuni valori di quota prevalenti, con una media pari a 1,8 m s.l.m. L'alto valore di deviazione standard indica proprio la variabilità della quota in questo profilo, dovuta solo in parte alla presenza di dossi fluviali; infatti, l'area ricade nella porzione di pianura veneto-friulana più stretta, dove il passaggio da alta a media e bassa pianura è più rapido.

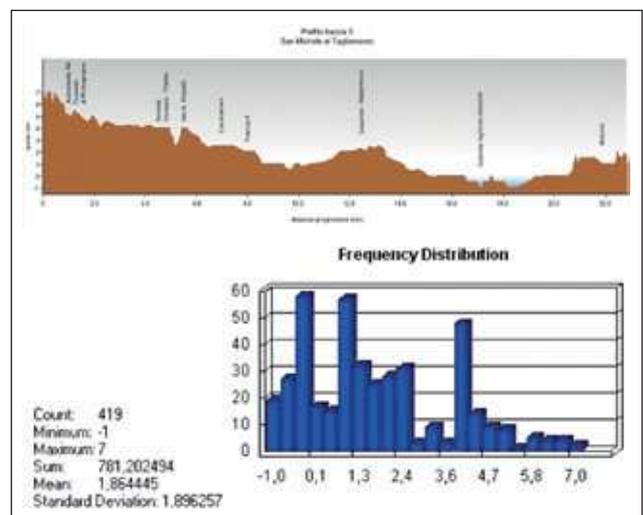
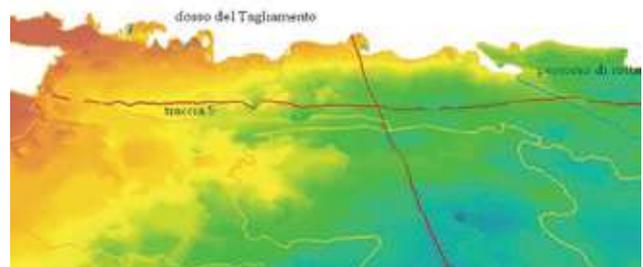


Fig. 1.11 - Traccia 5: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

### 1.10.6. Traccia 6: San Donà di Piave

Con andamento NNO-SSE, la traccia 6 interessa i comuni di Noventa di Piave, San Donà di Piave e Jesolo. Il profilo ricade nel Sistema alluvionale del Piave, intersecando l'Unità di San Donà di Piave e mettendo, quindi, in risalto la morfologia dei dossi formati dal Piave stesso.

Partendo da nord, fino all'intersezione della traccia con il confine comunale tra Jesolo e San Donà di Piave, le quote si mantengono positive, mostrando piccoli "panettoni" in coincidenza dell'attraversamento dei rami del dosso principale del Piave. In corrispondenza della località Passarella di sotto, vi è una profonda depressione, con quote negative dell'ordine di  $-1,5$  m s.l.m.; le quote, poi, risalgono in corrispondenza del fiume Sile, che attualmente occupa la posizione del dosso della Piave Vecchia (BONDESAN *et al.*, 2009). L'istogramma associato al profilo mostra una frequenza di quote positive decisamente maggiore rispetto a quella relativa alle quote negative. La quota media risulta essere pari a  $+0,76$  m s.l.m., con un valore massimo di  $3,5$  m s.l.m. e un valore minimo di  $-1,5$  m s.l.m.

### 1.10.7. Traccia 7: Torre di Mosto

Anche la settima traccia taglia l'alta provincia veneziana con andamento NNO-SSE, attraversando il corso del fiume Livenza al confine tra i comuni S.Stino di Livenza, Torre di Mosto e Caorle.

La sezione parte dal comune di Annone Veneto e si spinge fino al litorale compreso tra Jesolo e Caorle, poco a sud della foce del Livenza.

Il percorso scelto per la traccia ricade nel Sistema alluvionale del Piave-Livenza, in particolare nell'Unità di Torre di Mosto, e sottolinea la presenza di un'importante direttrice sedimentaria, il dosso olocenico del Livenza.

A nord, nel comune di Annone Veneto, il profilo interseca la propaggine più occidentale dell'Unità di Torresella, composta da sedimenti del Sistema alluvionale del Tagliamento, formatisi durante la fase cataglaciale del LGM (BONDESAN *et al.*, 2009).

Proseguendo lungo il profilo, dopo aver passato il canale Fosson, si entra in un bacino depresso con quote inferiori al livello medio mare.

Successivamente, in corrispondenza dell'attuale alveo del Livenza, le quote risalgono a valori mediamente pari a  $1$  m s.l.m.

Dall'osservazione del profilo si nota molto bene la presenza del dosso attuale del Livenza che divide il bacino precedentemente citato dalla restante regione, anch'essa depressa, delimitata a valle dai depositi costieri alimentati dalle alluvioni del Tagliamento (Unità di Torre di Fine) e dai cordoni litoranei appartenenti all'Unità del Litorale Indifferenziata (BONDESAN *et al.*, 2009).

Il profilo topografico risultante, quindi, può essere diviso in tre settori principali:

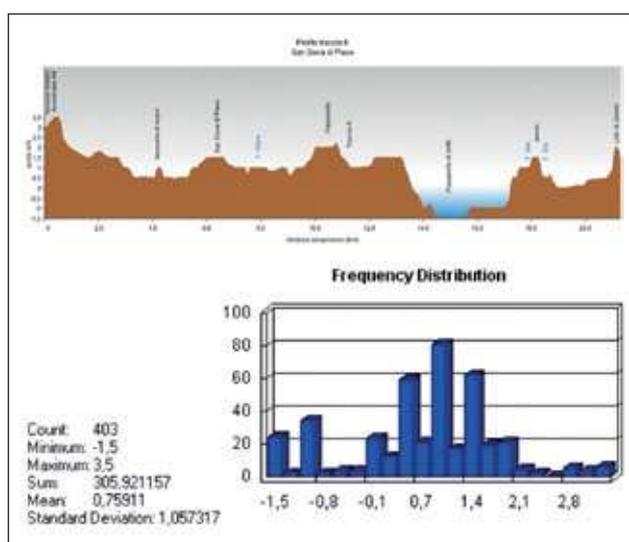
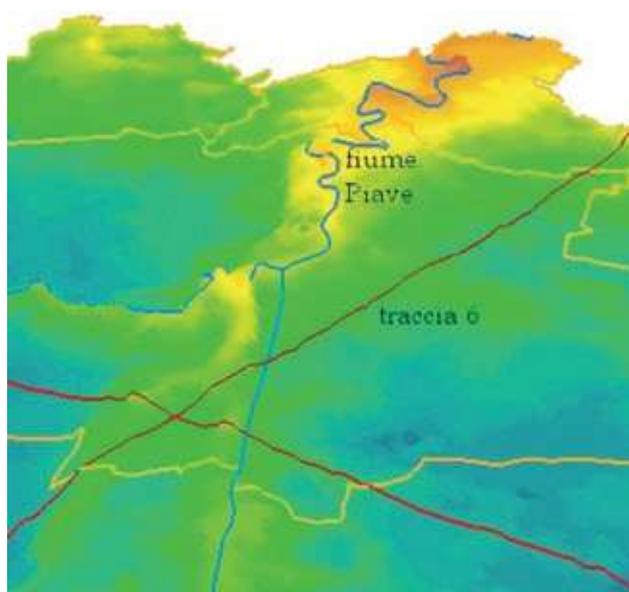


Fig. 1.12 - Traccia 6: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

1. la sezione nord con degradazione costante verso la bassa pianura con gradiente pari a circa  $0,5\%$ ;
2. il bacino centrale subsidente con quote inferiori al livello medio mare, attraversato dal dosso del Livenza;
3. la zona costiera con quote di poco superiori al livello medio mare.

La distribuzione statistica evidenzia una quota media di poco superiore allo 0 altimetrico, con un'elevata deviazione *standard* dovuta alla variabilità morfologica del territorio attraversato.

### 1.10.8. Traccia 8: Caposile

La traccia 8 attraversa la zona centro-settentrionale della provincia di Venezia con andamento SE-NO, partendo dal comune di Campolongo Maggiore fino a raggiungere San Michele al Tagliamento.

Il profilo, essendo trasversale alle principali direttrici sedimentarie, mette in evidenza il susseguirsi

di alti e bassi che caratterizzano la morfologia della pianura veneziana. Tralasciando la parte centrale di laguna, sono riconoscibili i dossi del Sile, del Piave, del Livenza e del Tagliamento. Nel settore occidentale, invece, emergono i rilevati dell'area industriale di Porto Marghera e i dossi appartenenti all'Unità di Dolo, in particolare il dosso delle Giare, a est dell'intersezione con la traccia 3. Procedendo ancora verso Est, continuano i depositi alluvionali appartenenti al Brenta, con quote topografiche via via maggiori (BONDESAN *et al.*, 2009).

Il dislivello altimetrico di questo profilo, della lunghezza di oltre 90 km, è di appena 9 m, da un valore minimo di -2,5 m ad un massimo di 6,5 m.

Dall'analisi statistica si notano le alte frequenze legate alle quote sotto il livello del mare; infatti la quota media del territorio risulta essere di poco inferiore alla zero topografico.

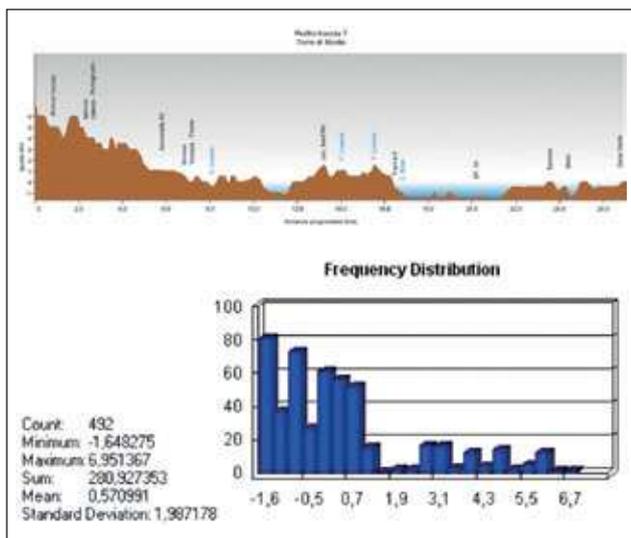
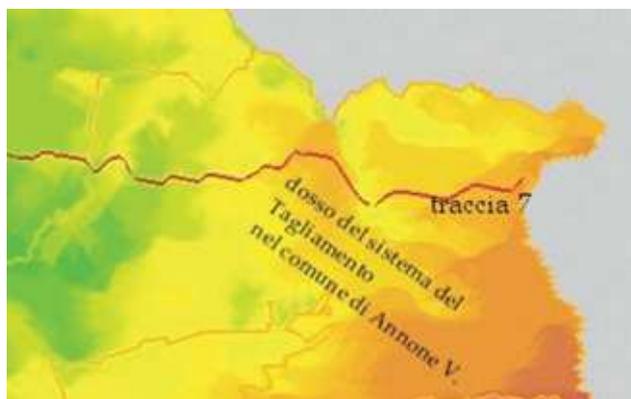


Fig. 1.13 - Traccia 7: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

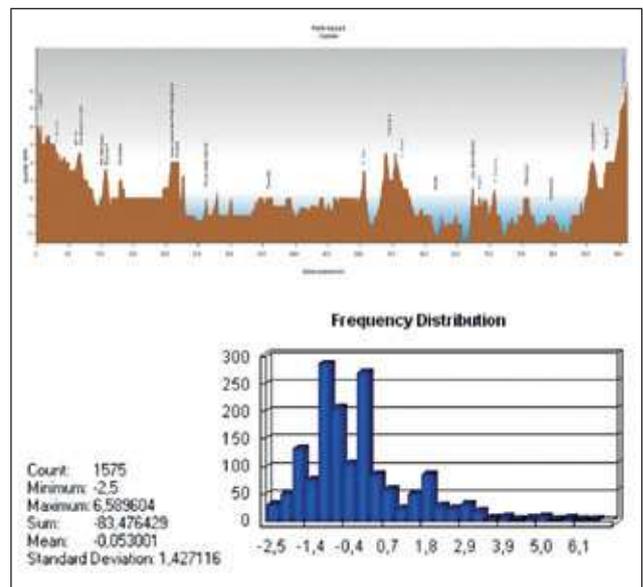
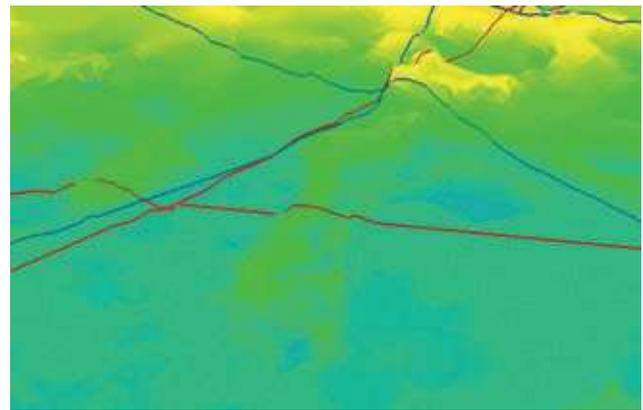


Fig. 1.14 - Traccia 8: inquadramento territoriale della traccia, profilo e istogramma elaborato.

## 1.11. CONCLUSIONI

Dall'analisi altimetrica eseguita su tutto il territorio provinciale di Venezia risulta chiara la determinazione di due aree depresse, una a sud, tra i comuni di Chioggia, Cona e Cavarzere, e una a nord, comprendente i comuni di Eraclea e Caorle, sedi di elevata subsidenza.

Nella tabella che segue vengono riportati i comuni la cui quota media è al di sotto dello zero altimetrico.

Comune	Quota altimetrica media (m s.l.m.)
Concordia Sagittaria	-0,483
Torre di Mosto	-0,249
Eraclea	-0,855
Campagna Lupia	-0,171
Chioggia	-0,637
Cona	-1,173
Cavarzere	-1,531
Caorle	-0,706
Jesolo	-0,072

## IL RILIEVO LIDAR DELL'ATO LAGUNA DI VENEZIA

A cura di Enrico Conchetto - AATO Laguna di Venezia<sup>1</sup>

Il tema del microrilievo in aree di pianura è in stretta relazione, oltre che con altri tematismi (quale la geomorfologia), con il rischio idraulico, che nel nostro Paese è un tema estremamente complesso e articolato soprattutto in base al contesto territoriale, alla geografia e morfologia dei luoghi e principalmente al grado di trasformazione antropica e di vulnerabilità.

In particolare nell'entroterra lagunare veneziano la gestione delle acque di superficie assume un'importanza rilevante in quanto, a una situazione morfologica sfavorevole a causa della diffusa depressione del suolo rispetto al livello medio del mare<sup>2</sup>, si aggiunge un'articolata gestione delle acque interne lungo la rete idrografica minore, sottoposta prevalentemente a scolo meccanico<sup>3</sup>. Questo contesto, di per sé fragile, è minacciato ulteriormente dalla pericolosità di esondazione dei corsi d'acqua principali<sup>4</sup>. Naturalmente la gestione delle acque di superficie, in un territorio di transizione tra pianura e mare, deve necessariamente fare i conti anche con la possibilità che le oscillazioni di marea in determinate condizioni meteorologiche e astronomiche possano ostacolare il normale deflusso delle acque alla foce dei corsi d'acqua. Tutto ciò deve poi essere rapportato alla vulnerabilità che caratterizza importanti aree urbane, ad esempio quella di Mestre, in cui le reti di smaltimento delle acque meteoriche e fognarie magari non hanno seguito di pari passo le necessità di un repentino sviluppo demografico ed urbano.

È in questo contesto che l'area dell'entroterra veneziano il 26 settembre 2007 è stata colpita da un evento meteorologico di estrema criticità, che ha decretato lo stato di emergenza a causa d'importanti allagamenti in estese aree di terraferma lungo il margine lagunare veneziano<sup>5</sup>. Gli effetti di tale evento meteorologico hanno generato situazioni di emergenza, disagi e danni anche a causa dell'inadeguatezza delle reti di smaltimento delle acque di drenaggio urbano. A seguito della Dichiarazione dello stato di emergenza, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3621/2007 è stato nominato il Commissario Delegato, chiamato a ripristinare le condizioni di sicurezza nei territori.

A seguito di ciò e nell'ambito delle proprie competenze istituzionali, l'AATO ha deciso di sostenere le iniziative del Commissario Delegato in merito alla problematica del risanamento idrogeologico, del rischio idraulico e della prevenzione degli allagamenti, favorendone anche la realizzazione. L'AATO infatti, con fondi della tariffa del Servizio Idrico, ha finanziato progetti riguardanti le infrastrutture di fognatura mista, previsti

nell'elenco degli interventi urgenti del Commissario Delegato, che hanno contribuito alla riduzione del rischio allagamenti e al miglioramento della funzionalità della rete. Inoltre, ha destinato dei fondi per analizzare e studiare la problematica degli allagamenti in un'area urbana, secondo uno studio pilota necessario alle amministrazioni comunali. Tale studio si è concretizzato nel rilievo e nella modellizzazione idraulica delle reti di smaltimento delle acque che hanno manifestato condizioni di criticità in occasione dell'evento del settembre 2007.

Il contributo è avvenuto anche attraverso il rilievo LiDAR (*Light Detection And Ranging*) del territorio dell'AATO a integrazione di quello già effettuato dal Commissario Delegato per gli allagamenti (Fig. 1.15).

L'intera parte centrale del territorio provinciale, con l'aggiunta dei comuni di Cavallino Treporti e di Chioggia, è ora rilevata altimetricamente con un buon aggiornamento (fondamentale soprattutto per le aree maggiormente subsidenti<sup>6</sup>), ma soprattutto con una precisione, impensabile fino a poco tempo fa. Auspicabile sarebbe quindi l'estensione dei rilievi LiDAR a tutto il territorio provinciale (spazi lagunari compresi), specie dove la subsidenza può aver causato delle notevoli modifiche alla situazione rilevata al tempo della realizzazione della CTR, con tutte le implicazioni del caso.

L'enorme mole di preziose informazioni, relative all'altimetria del suolo e degli elementi su di esso presenti, prodotta attraverso questo lavoro è a disposizione dei Comuni, delle Autorità e dei professionisti che con differenti competenze e per diverse finalità pianificano, progettano e gestiscono il territorio intervenendo in un contesto sempre più vulnerabile.

Lo scopo è di fornire il necessario supporto alle analisi di rischio di allagamento del territorio, alla modellizzazione idraulica dei flussi delle acque nere e miste e all'identificazione delle criticità dei sistemi di smaltimento delle acque in particolari condizioni meteoriche, come quelle verificatesi il 26 settembre 2007.

Il progetto, in particolare, è stato concepito per soddisfare le seguenti esigenze:

- acquisizione LiDAR nel territorio dell'AATO a integrazione del rilievo già effettuato dal Commissario Delegato



Fig. 1.15 - Le aree oggetto di studio (in giallo le nuove acquisizioni dell'AATO e in rosso l'area già acquisita dal Commissario Delegato).

<sup>1</sup> Tratto da: AA.VV. (2011) - *Gestione del Territorio 3D*. AATO Laguna di Venezia & IUAV - Nuove Tecnologie e Informazione Territorio Ambiente.

<sup>2</sup> Vedi quanto scritto in precedenza in questo stesso capitolo e la cartografia di Tav. 1.

<sup>3</sup> Vedi anche il capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo 18 "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>5</sup> Questo argomento è diffusamente trattato in un'apposita scheda nel capitolo 11 "Climatologia" e anche nel paragrafo 18.3.3 del capitolo 18 "Rischio idraulico".

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza" e la cartografia della Tav. 15.

to, ad eccezione delle porzioni ricadenti in area lagunare e insulare, per complessivi 50.000 ettari di territorio;

- acquisizione e trattamento di ortofoto ad alta risoluzione;
- produzione di un Modello Digitale del Terreno integrato con quello derivante dal rilievo effettuato dal Commissario Delegato;
- integrazione dei dati all'interno del SIRIO, il Sistema Informativo dell'AATO ([www.sirio-sici.it](http://www.sirio-sici.it)).

Il LiDAR (*Light Detection And Ranging*) è un sistema di rilievo *laser scanner* generalmente montato a bordo di piattaforme aeree o elicotteri. Il sistema emette un impulso ottico mediante un *laser* e conseguentemente misura il tempo di restituzione dell'eco (Fig. 1.16). Il tempo viene trasformato in distanza rispetto al bersaglio attraverso la velocità nota della luce.

Il LiDAR è quindi definito come un sistema aviotrasportato utilizzato per acquisire le forme presenti sul terreno (sia naturali che antropiche) attraverso la determinazione

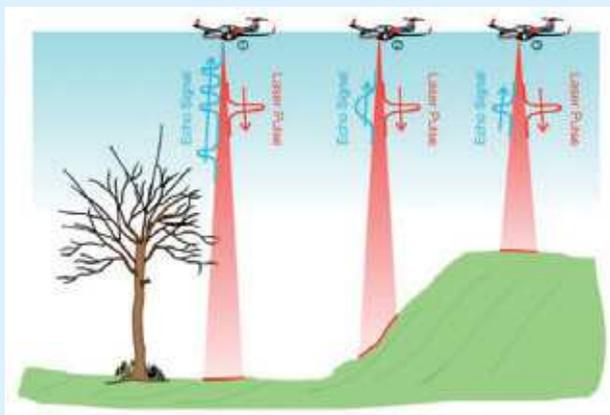


Fig. 1.16 - La registrazione degli impulsi *laser* in differenti tipi di terreno (estratto dal datasheet del sensore Riegl LMS Q560 - da [www.riegl.com](http://www.riegl.com)).

di coordinate x, y, z di un insieme di punti costituenti il bersaglio (Fig. 1.17).

A bordo della piattaforma aerea si integrano diversi apparati: un ricevitore GPS; un sistema di scansione; un sistema inerziale IMU (*Inertial Measure Unit*). L'attività avionica avviene sotto il continuo controllo di apposite stazioni a terra GRS (*Ground Reference Stations*). Condizione essenziale per il buon funzionamento della procedura è l'accurata taratura e sincronizzazione di tutti i singoli componenti. La determinazione dei punti *laser* viene effettuata sull'ellissoide WGS84 e i valori delle quote sono riferiti a tale ellissoide.

In una fase successiva di *post-processing* i valori x, y, z, riferiti all'ellissoide WGS84, vengono convertiti in un sistema di riferimento piano locale (nel caso specifico Gauss-Boaga), mentre le quote vengono trasformate da ellissoidiche a geoidiche (o ortometriche), cioè riferite al livello medio mare.

Nel caso specifico, l'attività avionica ha coperto l'area in esame con oltre 230 strisciate a una quota media di volo di circa 600 metri e un *footprint* di circa 500 metri sul terreno.



Fig. 1.17 - Nuvola di punti acquisita in un'area urbana.

I dati LiDAR acquisiti e le relative nuvole di punti 3D (x, y, z) sono caratterizzati da:

- densità media dell'informazione pari a quattro punti per metro quadro;
- accuratezza verticale di  $\pm 15$  cm;
- accuratezza orizzontale di  $\pm 40$  cm.

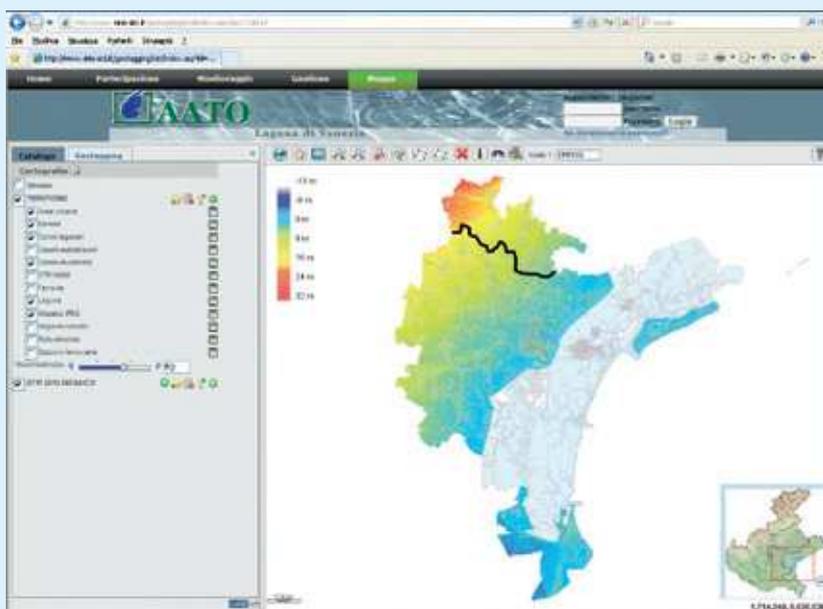


Fig. 1.18 - Il DTM dell'ATO Laguna di Venezia pubblicato nel sito <http://www.sirio-sici.it> (La linea nera distingue i territori ricadenti in provincia di Venezia, a sud, da quelli in provincia di Treviso, a nord).

Al fine di uniformare l'informazione sul territorio, le quote relative alle nuvole di punti del dato "Ground" acquisite dal rilievo effettuato nel 2008 dal Commissario Delegato per gli allagamenti di Mestre sono state riproiettate nel modello geoidico di riferimento *standard* adottato dall'AATO (Italgeo2005).

Il dato LiDAR pubblicato da AATO nel sistema informativo SIRIO (<http://www.sirio-sici.it>) si riferisce al DTM "leggero" ottenuto dalla riduzione della densità informativa del dato altimetrico originale (necessità determinata dalla fruibilità del servizio pubblicato via web) e dalla produzione di un *raster* caratterizzato da *pixel* di 5 m di lato. Il DTM, pubblicato utilizzando GeoServer, *software free* e *open source* (FOSS), è liberamente consultabile e interrogabile tramite browser dalla homepage del sito alla voce **DTM 2010 Mosaico** del menù Mappe (Fig. 1.18).

## 2 PROFILO STORICO

PAOLA FURLANETTO<sup>1</sup>

*E' sempre stata la storia a produrre paesaggi, operando sull'ambiente attraverso le azioni dell'uomo*

(CAMBI, 2003, p. 12)

### 2.1. PREMESSA

Quasi trent'anni separano lo *Studio geopedologico* (1983) e l'*Atlante geologico* della provincia di Venezia (2011), pubblicati rispettivamente nel 1983 e ora nel 2011: il profilo storico compare in entrambi, ed entrambi, fortemente voluti e promossi da Andrea Vitturi, mostrano, pur nella profonda diversità di metodo, conoscenze e risultati, intenti e finalità comuni (BROCCA, 1983). Già in quegli anni si avvertiva sempre più la necessità di inquadrare storicamente i dati geologici di un territorio e, viceversa, si riteneva di non poter più prescindere dal contestualizzare i dati archeologici (VITTURI & BROCCA, 1987)<sup>2</sup>. Si stava affermando sempre più un nuovo *modus operandi* che avrebbe trovato massima espressione ed esemplare applicazione nell'opera monumentale sulle origini di Venezia di Wladimiro Dorigo (1983). L'autore, convinto sostenitore dell'approccio multidisciplinare, riferendosi al Canal Grande, nell'introduzione all'opera scriveva: "ma era evidente che uno o più alvei fluviali invasivi progressivamente dalla marea postulavano un panorama territoriale diverso, descrivibile solo per mezzo di un amplissimo arco disciplinare, dalla geologia, alla oceanografia, dalla paleoclimatologia, alla paleoecologia (DORIGO, 1983). Per la prima volta veniva data notizia, ma soprattutto credito, delle scoperte di Ernesto Canal<sup>3</sup>, impegnato in una paziente e scrupolosa ricerca, raccolta e sistemazione di segni di una laguna antica, che spaziavano dall'archeologia, alla geomorfologia, alla geologia, alla cartografia storica.

L'ipotesi avanzata da Dorigo di una laguna in età romana per gran parte emersa, fittamente abitata e centuriata ne mutò per sempre l'immagine, rivelando una "Venezia prima di Venezia", insospettata e fino ad allora insospettabile.

La sua ipotesi fu definita "ricca e suggestiva", ma anche "scandalosa" .... e "tanto inedita e rischiosa che nessuno studioso, nemmeno fra i più decisi sostenitori della tesi romanistica, cioè delle origini romane di Venezia, l'ha mai avanzata" (FARINELLI, 1984, p. 430). Saranno molti gli oppositori, tutti eminenti studiosi, che rifiutarono, coerenti con le conoscenze di allora, l'ipotesi di una laguna diversa, emersa e di conseguenza "inesistente", rivendicando il ritorno a metodi di ricerca più tradizionali e la rilettura rigorosa delle fonti antiche, le cui descrizioni risultavano perfettamente congrue e coincidenti con la laguna attuale (BOSIO, 1983-84).

L'opera di Dorigo diede avvio a un'altra stagione archeologica, diversa per metodo, strumenti e conoscenze: un esempio tra tutti, Nausicaa, il Nucleo di Archeologia Umida Subacquea dell'Italia Centro Alto Adriatico, diretto da Luigi Fozzati, che, in vent'anni di attività, promuoverà più di un migliaio tra scavi e sondaggi in Laguna.

È in questo contesto, e nel dibattito acceso che seguirà, che Vitturi promuove il profilo storico in un testo di geopedologia (BROCCA, 1983; VITTURI & BROCCA, 1987) e alcuni anni dopo pubblica in *Venezie sepolte* di Dorigo (1994a) la prima carta del caranto<sup>4</sup> "ad uso archeologico", come sicuro indicatore di terra emersa e quindi potenzialmente insediata in età romana (VITTURI, 1994)<sup>5</sup>.

L'affermarsi della "archeologia dei paesaggi" o "della complessità" e l'elaborazione di una nuova metodologia porta alla fine degli anni '90, su iniziativa di Vitturi e direzione scientifica di Bondesan e Meneghel, a creare un gruppo di lavoro interdisciplinare presso il Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, e a progettare e realizzare la Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2004a) con il relativo testo illustrativo (BONDESAN & MENEGHEL, 2004)<sup>6</sup>, in cui i rinvenimenti archeologici sono stati messi a confronto e interpretati con dati geomorfologici, geologici e cartografici.

<sup>1</sup> AKEO - Studi e Indagini Territoriali - Padova.

<sup>2</sup> In questo gli autori si sono riferiti al metodo di Alvise Comel, già decano dei pedologi italiani, che nella sua purtroppo incompiuta collana "Studi pedologici in provincia di Venezia" aveva per primo collegato organicamente i rilievi dei terreni con i documenti storici.

<sup>3</sup> Ernesto Tito Canal, a buon diritto riconosciuto come l'illuminato pioniere dell'archeologia veneziana, da oltre 40 anni si occupa di ricerche che riguardano l'archeologia, la geomorfologia, la geologia, la cartografia storica della Laguna di Venezia. In questi anni, nelle vesti di Ispettore Onorario della Soprintendenza Archeologica per il Veneto, ha identificato centinaia di siti in laguna e ha raccolto e consegnato alla Soprintendenza Archeologica migliaia di reperti. Ha collaborato con Università italiane e straniere ed enti di ricerca ed è autore di numerose pubblicazioni che svelano una realtà lagunare ai più inaspettata. Sta ora concludendo un monumentale lavoro di sintesi sulle sue ricerche.

<sup>4</sup> Dovrà passare una decina d'anni prima che venga pubblicata una nuova, e ben più precisa, carta del caranto: MOZZI, 2004; PRIMON & FONTANA, 2008.

<sup>5</sup> Un primo saggio in proposito "Complementarietà degli studi storici e delle indagini geologiche per meglio conoscere un territorio. L'esempio del territorio provinciale di Venezia tra Livenza e antico Sile", era stato pubblicato dagli stessi autori negli atti del convegno dell'Ordine Nazionale dei Geologi tenutosi a Venezia nel 1987.

<sup>6</sup> Si veda il capitolo 7 "Geomorfologia" e la Tav. 9.

La Carta Geomorfológica rivela, precisandone tracciati e datazione, corsi d'acqua e strade di epoca antica: tra tutti forse il più spettacolare è il percorso della *via Annia*, che, attraverso la fotointerpretazione, le carte storiche georeferenziate e il rinvenimento di siti archeologici, ponti e miliari, è perfettamente ricostruibile, senza soluzione di continuità, nel tratto da Mestre al Tagliamento (FURLANETTO, 2004b; FURLANETTO & PRIMON, 2004). Molti e diversi dagli attuali si riveleranno i tracciati del Tagliamento, del Piave, del Brenta e dell'Adige nelle varie epoche; è stato possibile identificare e precisare i percorsi lagunari, i vecchi lidi, il margine interno lagunare.

La carta geomorfologica a sua volta ha dato avvio e impulso a un gran numero di progetti e iniziative editoriali da parte della Soprintendenza e dell'Università di Padova: continuità ideale e approfondimento rappresentano la Carta delle unità geologiche (BONDESAN *et al.*, 2008) e la Carta delle Unità del paesaggio geoarcheologico (Tav. 4); indagini estensive nella tenuta di Ca' Tron in comune di Roncade (TV), dove la via intercetta un paleoalveo (Paleoalveo della Canna), hanno messo in luce strutture riferibili a un ponte dell'età del Bronzo (GHEDINI & BUSANA, 2003). Il *Progetto via Annia*<sup>7</sup> ha consentito ricerche, scavi, allestimenti museali, postazioni archeologiche e pubblicazioni relativi a tutto il suo tracciato, (BUSANA & GHEDINI, 2004; ROSADA *et al.*, 2010); nel corso del Progetto, una nuova campagna di telerilevamento ha messo in luce in tutta la sua spettacolarità l'immagine dell'antica *Altinum* (NINFO *et al.*, 2009), e molti altri lavori di archeologia, di cartografia storica, di geomorfologia .... sono ancora in corso.

E proprio in questo contesto e in quest'ottica va inteso il presente contributo, che ripropone il titolo, forse improprio, del Profilo del 1983, in una continuità ideale, e riporta quanto finora è emerso da "famiglie di segni": incoerenti se considerati separatamente, si compongono in un quadro unitario, complesso e articolato, che trova, sempre più e sempre più precisamente, corrispondenza con quanto descrivono gli antichi scrittori.

Quanto emerge dagli studi rivela un territorio all'apparenza simile, ma profondamente diverso da quello attuale. Oggi come ieri è una fascia di pianura che borda la laguna, ma per tutta l'epoca antica vaste lagune si estendevano, in aree oggi bonificate, tra Tagliamento e Piave, numerosi i corsi d'acqua che l'attraversavano: molti i rami del Tagliamento, del Piave, del Livenza, del Sile e del Brenta, spesso soggetti a spostamento a causa di episodi avulsivi, e altrettanto numerosi i corsi d'acqua di risorgiva di più modesta entità. Un lembo di pianura situato a margine di una laguna le cui dimensioni sono variate nelle diverse epoche a causa delle oscillazioni del livello marino, una terra "a" e "di" confine, sempre in bilico tra terra e mare, la cui fascia marginale sarà sempre condizionata dalla presenza dell'acqua, periodicamente solo minacciata dalle acque o completamente sommersa, o emersa e molto più estesa verso la laguna. Inscindibile è il legame fisico e antropico che li lega. Per

questo non è possibile, delineando i contorni fisici e antropici del territorio di gronda, non trattare della laguna, un ambiente unico, un "organismo delicato" come è stato definito, che deve la sua sopravvivenza attuale alla continua ricerca dell'instabile equilibrio tra acqua e terra, forse in continua opposizione sullo sfondo del fragile profilo della città di Venezia, come viene ben rappresentato (Fig. 2.1) in un allegorico antiporta del *Trattato della Laguna di Venezia*, di Bernardo Trevisan del 1715 (CANIATO, 1995).



Fig. 2.1 - L'eterna lotta tra acqua e terra per la salvaguardia della laguna di Venezia ("Trattato della Laguna di Venezia" di Bernardo Trevisan del 1715, in CANIATO, 1995, p. 227).

La storia del territorio di gronda e della laguna è la storia del continuo adattamento dell'uomo alle variazioni climatiche, che hanno condizionato e determinato, fin dalle epoche più antiche, scelte insediative e popolamento.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Questo argomento viene trattato anche nei capitoli 3 "Geoarcheologia" e 7 "Geomorfologia".

<sup>8</sup> Quanto esposto nel profilo è frutto di una nuova messa a confronto, lettura e interpretazione di dati geomorfologici, geologici, archeologici e cartografici già analizzati e presentati nella Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN & MENEGHEL, 2004), nella Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2008) e nella Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico della provincia di Venezia (FURLANETTO, capitolo 3) a cui si rimanda per i riferimenti puntuali. I siti archeologici pubblicati dopo il 2004, che non è stato possibile cartografare nella Carta delle unità del paesaggio geoarcheologico, sono stati comunque analizzati e interpretati.

## 2.2. PREISTORIA E PROTOSTORIA

### 2.2.1. Il Mesolitico (IX-IV millennio a.C.)

Durante il Paleolitico l'uomo fa la sua comparsa nell'area dolomitica prospiciente l'alta valle del Piave; nessun'altra area risulta occupata. L'assenza di testimonianze archeologiche in tutta la pianura veneta rivela condizioni inospitali e non ancora adatte alla frequentazione e all'insediamento. La presenza dell'uomo nella fascia di pianura prospiciente la laguna risale al Mesolitico antico (9500 - 5500 a.C.), diretta conseguenza del rapido miglioramento delle condizioni climatiche dell'Olocene (BIANCHIN CITTON, 1994; 2011). La pianura veneziana che si era formata durante le fasi finali del pleistocene nel tardiglaciale (18.000 - 10.000 a.C.), grazie all'apporto sedimentario dei fiumi Brenta, Piave e Tagliamento e ai ripetuti cambi di percorso a valle del loro sbocco vallivo<sup>9</sup>, si estendeva dai rilievi pedecollinari fino al mare, alcune decine di chilometri oltre l'attuale margine interno lagunare, occupando un'area della Laguna, oggi sommersa (BROGLIO *et al.*, 1987). La Laguna di Venezia non risulta ancora formata e la linea di costa si trovava a qualche decina di chilometri più a sud del margine interno attuale. L'innalzamento del livello marino concomitante alla trasgressione flandriana porterà alla sua formazione, il cui inizio, per il settore centrale, viene fatto risalire a circa 6000 anni fa (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980; SERANDREI BARBERO *et al.*, 2001); la linea di costa, coincidente grosso modo con l'attuale, risulta formata soltanto alla fine del Mesolitico, nelle fasi finali del Castelnoviano. Con il miglioramento delle condizioni climatiche, caratterizzato da un clima caldo - arido nel Preboreale e temperato - arido nel Boreale, la copertura vegetale e il ripopolamento della fauna si estendono sulle aree montane ad alta quota e nuovi territori si rendono più adatti e disponibili all'insediamento. La documentazione archeologica riferibile al Mesolitico antico mostra una frequentazione quasi esclusiva delle aree alpine e della medio - alta valle del Piave; i siti sono solitamente dislocati su passi dolomitici e forcelle, su pianori al limite tra praterie e boschi a quote comprese tra 2300 e 1900, spesso al riparo di massi aggettanti o nei pressi di bacini lacustri e di piccoli torrenti, o ancora nei fondovalle (BROGLIO, 1984; BROGLIO *et al.* 1992). Risultano invece estremamente ridotte le testimonianze in pianura, probabilmente arida, steppica, con scarsa vegetazione arborea e ancora inospitale: le uniche testimonianze archeologiche sono localizzate, in prossimità del margine interno lagunare attuale, arretrato alcune decine di chilometri rispetto a quello del mesolitico: ad Altino, in località Vallesina, nei pressi del paleoalveo pleistocenico, già disattivato, del Brenta, ma probabilmente occupato da acque di ruscellamento superficiale (MOZZI, 2004) e a Dese - Casa Querini, in prossimità di un paleoalveo del Dese (MARSALE, 1991; MALIZIA, 1985; BROGLIO *et al.*, 1987; GERHARDINGER, 1981; BIANCHIN CITTON, 1994). Tutti i siti riferibili al Mesolitico antico individuati finora, più

di cento quelli dell'area dolomitica, vengono attribuiti a comunità di cacciatori - raccoglitori e messi in relazione con gli spostamenti legati alla caccia. Sono stati identificati come sedi di insediamenti stagionali estivi su pianoro, come occasionali quelli su passi e forcelle, come residenziali quelli a quote più basse nella fascia collinare. La distribuzione dei siti a quote diverse consentiva infatti lo sfruttamento stagionale di ambienti differenti, con la frequentazione durante i mesi estivi della medio - alta valle del Piave e dei territori montani e durante la stagione invernale delle aree di fondovalle e, probabilmente, di pianura. Il nomadismo stagionale attraverso una rete di luoghi di sosta stagionali e di bivacchi occasionali e/o temporanei doveva certamente favorire la ricerca, l'inseguimento e la cattura dei cervi, che nel periodo estivo si spostavano verso le praterie montane abitate da stambecchi e camosci. Le labili tracce rinvenute nella frangia lagunare sono frutto di raccolte di superficie: alcune centinaia gli strumenti di selce rinvenuti ad Altino, numericamente scarsi microliti raccolti a Dese, non sono sufficienti per identificare i siti come accampamenti stanziali e/o stagionali o bivacchi temporanei, e indicano per ora solo la scelta di una ristretta area, di antica origine pleistocenica, non più interessata all'attività del Brenta, e quindi protetta e sicura sotto il profilo idraulico, prossima a corsi d'acqua e vicina, ma non a ridosso, della linea di spiaggia.

In questo quadro si rivela estremamente selettiva la scelta insediativa: un lembo di pianura che costituisce le propaggini distali del sistema deposizionale tardo pleistocenico del Brenta (*megafan* di Bassano), che si allunga dallo sbocco in pianura, presso Bassano del Grappa, fino all'area perilagunare. La sua formazione è a opera dei percorsi del Brenta che risultano già disattivati alla fine del Pleistocene (MOZZI, 2004; cap. 7, Fig. 7.9) e sono testimoniati dai lunghi dossi e paleoalvei, che attraversano la pianura con direzione NO-SE e rappresentano i tracciati del fiume fino all'Olocene, quando si sposterà verso settori più meridionali. Sicuramente attivi erano i fiumi di risorgiva che scorrevano nelle aree interdossive, lo Zero, il Dese, il Marzenego e il Muson, ma è probabile che anche la depressione connessa alla traccia antica dei paleoalvei disattivati del Brenta sia stata utilizzata come scolo delle acque durante l'Olocene, probabilmente con la dinamica simile a quella del paleoalveo che cinge l'area urbana di *Altinum* romana e che risulta in connessione con un altro paleoalveo, presumibilmente pleistocenico, proveniente dal dosso delle Crete (MOZZI, 2004).

Nel Mesolitico recente cambia nuovamente il quadro ambientale e insediativo in concomitanza con il miglioramento climatico corrispondente agli inizi della fase atlantica (6500 - 5500 a.C.). Elevate temperatura e alta piovosità favoriscono la colonizzazione di tutti gli ambienti disponibili. La frequentazione negli ambienti

<sup>9</sup> Si veda il capitolo 7 "Geomorfologia".

montani si va rarefacendo, l'attenuazione dell'aridità e probabilmente la diffusione del querceto misto nelle Prealpi e in pianura determinano l'abbandono dei siti montani a favore di insediamenti ritenuti più stabili, a più basse quote: la fascia collinare prealpina, i terrazzi fluvioglaciali dell'antica valle del Piave. In pianura risultano insediate la zona delle sorgenti del Sile e l'area perilagunare (MARSALE, 1991; BROGLIO *et al.*, 1987; BIANCHIN CITTON, 1994). Appaiono dunque abitate aree circoscritte e limitate, prossime al margine lagunare attuale che, a causa della trasgressione flandriana, si stava lentamente avvicinando alla posizione attuale. Nella bassa pianura tracce insediative sono ancora documentate esclusivamente sui lembi meridionali del tratto di pianura di antica origine pleistocenica, non più interessata dalla attività dei fiumi Brenta e Piave già nell'Olocene. I rinvenimenti riferibili al Mesolitico recente (Castelnoviano) si dispongono prevalentemente sulla estremità dei dossi pleistocenici, già disattivati: quello di Meolo, antico percorso del Piave, e delle Crete, di San Liberale e di Scorzè - Favaro, antiche divagazioni del Brenta, o, in prossimità di fiumi di risorgiva e a paleovalvei, tracce ora estinte di corsi d'acqua, spesso in continuità con i dossi, messe in luce dalla fotointerpretazione e da carotaggi profondi (Fig. 2.2), a Dese - periferia nord, a Mestre, nelle vie Rielta, Po, Torino, Orlanda e a Marcon - San Liberale (CASTIGLIONI & FAVERO, 1987; BROGLIO *et al.*, 1987; MARSALE, 1987; 1990; 1991; 1997; BIANCHIN CITTON, 1994).

Proprio la vicinanza dei siti a corsi d'acqua di risorgiva, e a paleovalvei, probabilmente riutilizzati come raccolta di acque superficiali, ambienti umidi e ricchi di vegetazione e l'insediamento sul culmine dei dossi limoso-argillosi dovevano garantire sicurezza idraulica e buon approvvigionamento idrico. La distribuzione dei siti a quote diverse, montane, pedecollinari e di pianura, in aree poste al confine di fasce ecologiche diversificate, rivela l'importanza strategica della fascia perilagunare e ben si accorda alla capacità degli uomini mesolitici di sfruttare in maniera ottimale ambienti e risorse diversificati. I rinvenimenti, datati dagli studiosi tra la fine del VII millennio e la metà del V a.C. (cronologia non calibrata), sono costituiti in molti casi da consistente quantità di strumenti litici, come nuclei, prodotti della scheggiatura, raschiatoi, grattatoi e armature geometriche, e offrono dati ancora insufficienti a chiarire attività economiche e caratteristiche insediative. Il confronto con altri siti coevi meglio indagati e la presenza di conchiglie di molluschi, interpretati come resti di pasto (BROGLIO *et al.*, 1987), fanno supporre che queste zone fossero frequentate da cacciatori-raccoglitori, dediti a caccia, raccolta e pesca. Sembra emergere un quadro insediativo che prevedeva installazioni di campi base stagionali o bivacchi temporanei in zone ad alto potenziale produttivo, elevata biodiversità e buon approvvigionamento idrico. In questo contesto è verosimile ipotizzare che gli spostamenti avvenissero in direzione longitudinale utilizzando proprio i dossi pleistocenici di Brenta (e Piave) che

fungevano così da veri e propri corridoi di transito, spostamenti peraltro suggeriti dall'ubicazione delle fonti di approvvigionamento delle selci rinvenute in aree collinare e prealpina (affioramenti di calcari selciferi del Cretaceo e alluvioni ghiaiose dei torrenti alpini).

I cacciatori-raccoglitori del Mesolitico rivelano già una buona capacità di adattamento ambientale nella occupazione selettiva di aree circoscritte a quote diverse, che tiene conto delle caratteristiche morfologiche, del tipo di suoli<sup>10</sup>, del rischio idrogeologico, dell'approvvigionamento idrico, della copertura vegetale, dei giacimenti di materia prima (miniere) e sfrutta al meglio risorse disponibili, in un sistema di adattamento altamente specializzato, stabile, conservativo e autosufficiente.

### 2.2.2. Il Neolitico e l'Eneolitico (IV-III millennio a.C.)

Le scelte insediative estremamente selettive ed efficaci del Mesolitico vengono via via sostituite da un'occupazione del territorio sempre più estesa e caratterizzata da un intervento antropico sempre più evidente. Al Neolitico (4500-3000 a.C.) si fanno tradizionalmente risalire l'inizio dell'attività agricola, l'introduzione dell'allevamento e la produzione della prima ceramica. Durante quella che viene definita "una vera e propria rivoluzione" grazie a favorevoli condizioni climatiche e ambientali e a numerose innovazioni tecniche (il giogo, il bastone, l'aratro per la semina, il telaio), l'uomo interviene per la prima volta sul territorio attraverso la coltivazione dei terreni e la domesticazione degli animali. Tracce di interventi antropici sono ben visibili nelle testimonianze archeologiche: nei pozzetti - silos per lo stoccaggio dei cereali, come cave d'argilla o fosse per i rifiuti; nei focolari; nei fondi di capanna e nei frammenti di intonaco d'argilla; nei resti di strutture di perimetrazione dei primi villaggi organizzati o più semplicemente nelle asce, usate per la deforestazione, nei falchetti litici, nelle macine e nei macinelli rinvenuti negli scavi. I siti sono distribuiti soprattutto nelle aree alpine, nella val Belluna, nelle alpi Feltrine, nella zona collinare prospiciente la pianura, nella bassa valle del Piave e in pianura, esclusivamente in prossimità del margine lagunare, nelle stesse aree precedentemente già occupate e non soggette all'attività dei fiumi. Appaiono dunque abitate aree ben circoscritte, caratterizzate da quote significativamente differenti: la zona alpina (2300-1900 m), la val Belluna (800-500 m) e, a quote più basse, la fascia collinare e la pianura, in un dualismo

<sup>10</sup> Si rivela interessante la possibile relazione tra siti mesolitici e aree dove il "caranto" è subaffiorante e un loro utilizzo come sede di insediamento. Il "caranto", poi descritto nel capitolo 6 "Suoli" e in un'apposita scheda del capitolo 8 "Geologia", è un suolo pleistocenico calcico, sovraconsolidato per la pedogenesi e sicuro *marker* stratigrafico del limite Pleistocene-Olocene (MOZZI, 2004; FONTANA & PRIMON, 2008), che gli uomini del Mesolitico sembrano prediligere nelle loro scelte insediative.

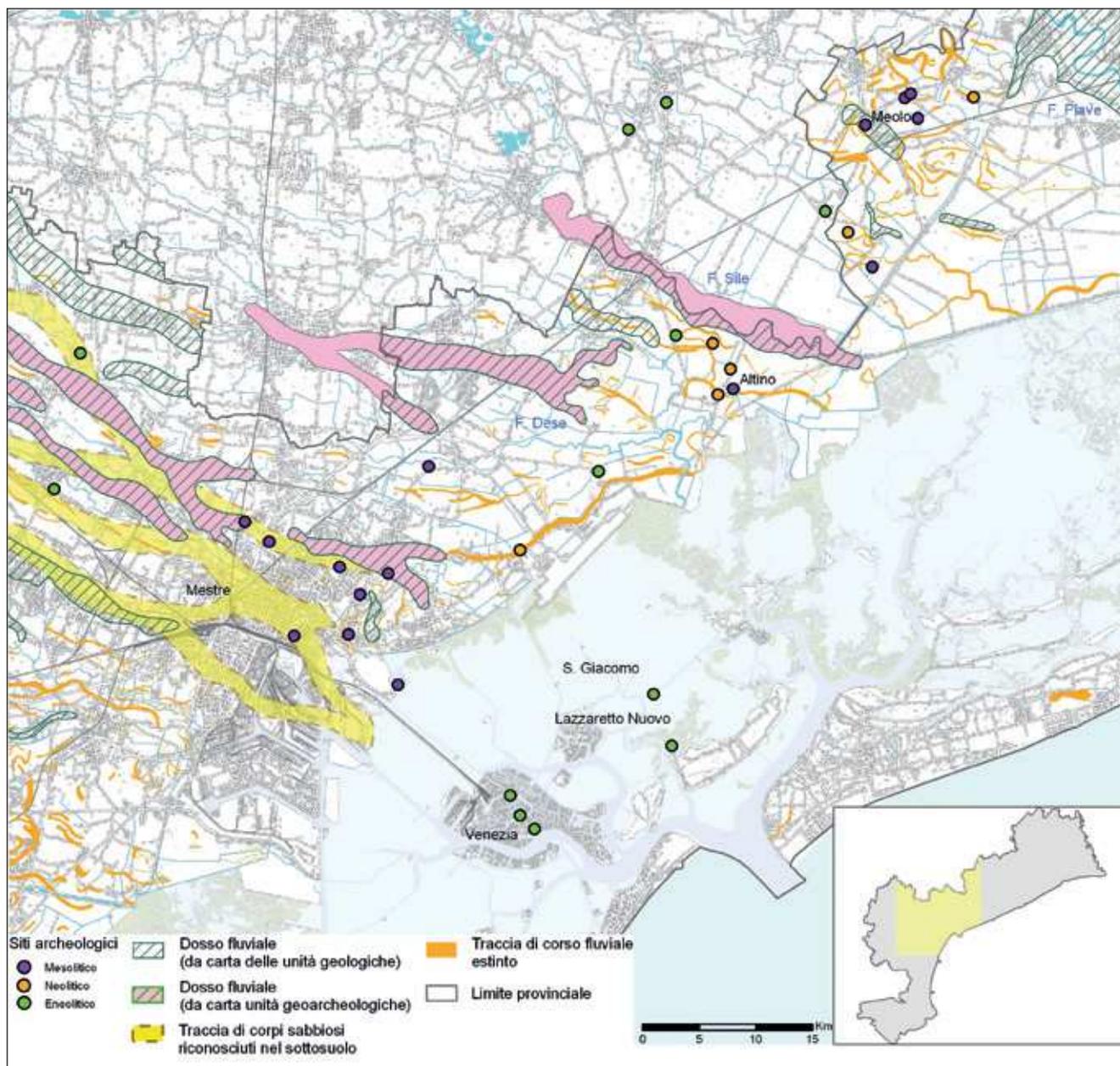


Fig. 2.2 - La frequentazione nella pianura veneziana nel Mesolitico e Neolitico/Eneolitico.

ormai consolidato di siti permanenti, dediti all'agricoltura e all'allevamento e stagionali, a quote più alte, legati soprattutto ad attività venatoria e alla pratica d'alpeggio.

La più antica presenza di agricoltori e allevatori nell'area nord orientale della provincia di Venezia è attestata per ora soltanto a Tessera, in prossimità del tracciato perilagunare della *via Annia* di età romana (MARSALE, 1988) e presso il paleoalveo della Canna (Sito N) dove recentemente sono emersi strumenti litici riferibili al tardo Mesolitico - Neolitico antico (BUSANA, 2008).

La documentazione archeologica risale alla fine del IV millennio, cioè al Neolitico recente - tardo e al Neolitico - Eneolitico.

Un recente scavo a Biancade (TV), appena a nord del limite settentrionale della provincia di Venezia, mette

in luce scelte e modalità insediative e aiuta forse a chiarire distribuzione e tipologia degli insediamenti. Il sito, sulla sponda di un paleomeandro del Vallio, risulta abitato nel Neolitico Antico; abbandonato in seguito a un innalzamento idrico del vicino corso d'acqua, viene rioccupato nella seconda metà del IV millennio e definitivamente abbandonato a causa di un generale dissesto idrogeologico dell'area (BIANCHIN CITTON, 1996a). Lo scavo stratigrafico ha messo in luce tre aree prive di strutture abitative, caratterizzate da un consistente numero di pozzetti-silos utilizzati per la conservazione e lo stoccaggio delle derrate alimentari e da pozzetti interpretati come cave d'argilla, materiale largamente impiegato in quest'epoca per la costruzione di terrapieni, di argini e per le intonacature delle pareti delle capanne. I risultati dello scavo e delle analisi paleo-archeo-botaniche e faunistiche rivelano

un ambiente dominato da querceto caducifoglie, con presenza di pioppo,iglio, frassino e popolato da una comunità dedita alla pratica dell'agricoltura, come suggeriscono i pozzetti-silos e la presenza di macine e macinelli, e all'allevamento, attestato dalla prevalenza di animali domestici su quelli cacciati (BIANCHIN CITTON, 1996a).

Pozzetti analoghi, con probabile funzione di silos per le derrate, sono stati scavati presso la sponda settentrionale del paleoalveo della Canna (BUSANA, 2008).

La localizzazione dei siti in prossimità delle sponde di paleoalvei, corsi d'acqua di ruscellamento superficiale, aventi portata stabile e modesta, sembra costituire la costante insediativa del Neolitico, ipotizzabile anche per i siti della fascia meridionale della pianura, che appaiono localizzati presso le tracce di un paleoalveo del Vallio, a Losson, nella zona di Altino, nei pressi di un antico paleoalveo del Brenta con direzione O-E, del paleoalveo del Carmason.

Nel Neolitico-Eneolitico si riconferma la scelta insediativa in prossimità di corsi d'acqua dell'età precedente: siti sono attestati nella fascia marginale della pianura, in prossimità di paleoalvei, del Brenta: ad Altino, Losson, Marteggia, Mestre, Tessera, Campalto, Dese, del Vallio di Marteggia e del Carmason, sui dossi di antichi percorsi fluviali di Scorzè e di Mogliano - Marcon e nei pressi del tracciato prossimo al margine lagunare della via Annia di epoca romana. Allo stesso orizzonte cronologico si riferiscono alcune asce di pietra levigata polifunzionali, usate come armi o legate alla deforestazione di aree boschive per recuperare terreni al pascolo e alla coltivazione, rinvenute a Ca' Nuova nei pressi del Sioncello e a Le Brustolade, lungo il paleoalveo del Carmason (MALIZIA, 1985).

I ritrovamenti a Venezia - Fondaco dei Turchi, Palazzo Papadopoli e Albergo Ascensione, nei pressi di piazza San Marco, e nelle isole di San Michele di Zampanigo, Torcello (MALIZIA, 1985) e Lazzaretto Nuovo (TOMBOGANI, 1985a), San Giacomo in Paludo, ascrivibili a un orizzonte cronologico tardo Neolitico-Eneolitico, costituiscono per ora le più antiche attestazioni in laguna (URBANI DE GHELTOF, 1880-1881; BIANCHIN CITTON, 1994), ma non sono per ora meglio interpretabili.

### 2.2.3. L'età del Bronzo (III-II millennio a.C.)

Una crisi demografica pressoché totale caratterizza le prime fasi del Bronzo antico in tutto il veneto nord orientale (FASANI, 1984). A partire da una fase avanzata della media età del Bronzo (1600 a.C.) e concomitante con una fase di forte regressione marina evidenziata da analisi congiunte sedimentologiche e archeologiche in Laguna (CANAL & CAVAZZONI, 2001), si assiste alla sistematica rioccupazione delle aree montane, collinari e della media e bassa pianura orientale e friulana (BIANCHIN CITTON, 1994, 1999; 2011). Il popolamento in pianura si rivela fortemente condizionato dalla presenza dei corsi d'acqua. È evidente un'occupazione di aree umide, boschive e prative, abitata, secondo gli studiosi, da piccoli gruppi dediti ad attività integrate di allevamento e agricoltura

e probabilmente anche alla pratica venatoria (BIANCHIN CITTON, 1994).

L'intensa colonizzazione, che interessa a partire dall'età del Bronzo medio la pianura veneta, sembra estendersi progressivamente dalla fascia immediatamente a nord della linea delle risorgive, che comprende l'alto corso del Sile, l'alto corso del Livenza e del Piave (GERHARDINGER, 1981; 1991; PETTARIN, 1997; BIANCHIN CITTON & MALNATI, 2001), alle zone più marginali della pianura. Singolare e straordinaria la quantità di reperti metallici, tra tutti le spade, che Livenza, Sile e Piave hanno restituito nel corso del '900 soprattutto dagli alvei e dalle cave di ghiaia a sud di Treviso, tra Sant'Antonino e Casier, dal greto e dall'alveo del Piave tra Colfosco e Salgareda (BIANCO PERONI, 1970; BIANCHIN CITTON, 1989) e dall'alto corso del Livenza (PETTARIN, 1997). Il loro rinvenimento ha fatto supporre che quest'area fosse sede di intensi traffici commerciali con l'area alpino-danubiana (PERONI, 1970) e ipotizzare l'esistenza di un centro produttivo, suggerito anche dal recupero di alcuni pani di bronzo nel greto del Piave nel tratto tra Vidor, Colfosco e Nervesa (BIANCHIN CITTON, 1989; PAOLILLO, 1994), proprio allo sbocco del fiume in pianura, che con un ramo "sicuramente attivo tra 3500 e 3200 anni fa" portava le sue acque nel Sile proprio a Casier (MOZZI, 1998; BONDESAN & MOZZI, 2002c; BONDESAN *et al.*, 2004b).

Territori più vasti si rendono disponibili: tutta la fascia prossima al margine lagunare attuale, dal Tagliamento al Po di Adria, risulta insediata. La fascia perilagunare è attraversata da Sile e Livenza e da una fitta trama di corsi d'acqua di varia e modesta portata, molti già prescelti per l'insediamento in epoche precedenti, che scorrono tra Marzenego e Piave. Radiotatazioni confermano come attivi i rami del Piave lungo il dosso di Cittanova e quello del paleoalveo di Caposile, il Brenta del dosso di Boion, l'Adige d'Este e il Po di



Fig. 2.3 - Ascia rinvenuta a Ca' Tron (Museo Civico di Treviso - BUSANA, 2002b).

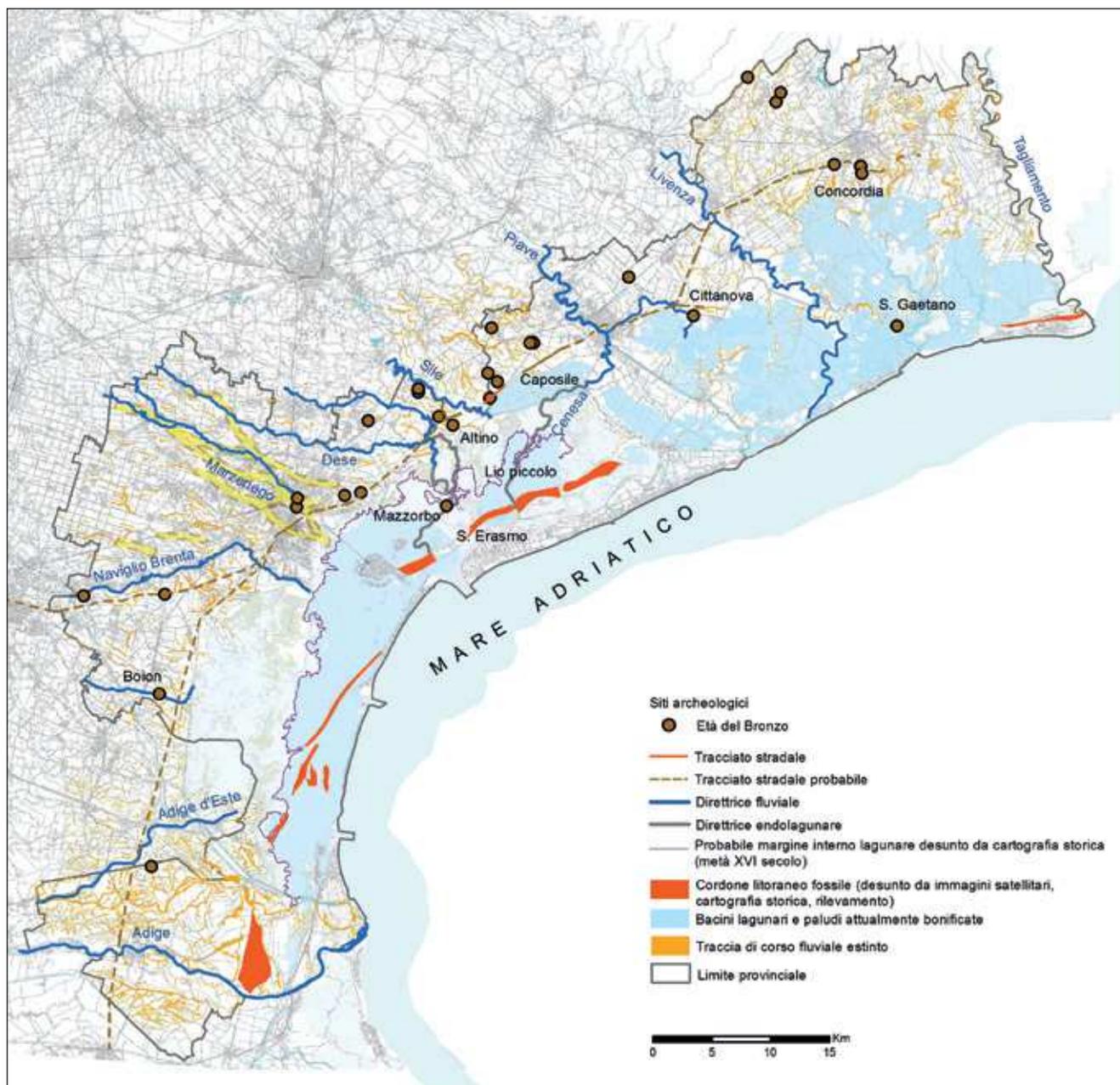


Fig. 2.4 - Assetto idrografico e popolamento nell'età del Bronzo.

Adria. Vaste lagune, ora bonificate, occupavano aree marginali a ridosso della linea di costa tra Tagliamento e Piave.

La distribuzione dei siti, per quanto la documentazione archeologica sia quasi totalmente costituita da rinvenimenti di superficie e priva di dati stratigrafici, sembra disporsi quasi esclusivamente lungo percorsi fluviali, secondo una logica insediativa già documentata ed evidenziata anche nel vicino comparto friulano (FONTANA, 2006) e nel medio polesine - basso veronese (BALISTA & DE GUIO, 1997), dove si assiste a partire dal Mesolitico a una sistematica occupazione dei dossi pleistocenici. L'occupazione di aree sommitali dei dossi, che garantivano sicurezza idraulica e possibilità di approvvigionamento, sembra in stretta relazione con la presenza di suoli limoso sabbiosi,

particolarmente favorevoli alla coltivazione delle cosiddette "arido - colture", comprendenti anche i cereali, più facili da lavorare. Inoltre la distribuzione dei siti ricalca l'andamento dei dossi fluviali, forme topograficamente rilevate, che potevano svolgere la funzione di veri e propri corridoi di transito naturali, garantendo i percorsi con direzione N-S (FONTANA, 2006).

Siti sono presenti nell'area tra Sile e Piave lungo antichi corsi d'acqua, oggi in parte scomparsi, ma il cui tracciato è possibile ricostruire attraverso le tracce dei paleoalvei, evidenziati dalla fotointerpretazione e dalle carte storiche del XVI secolo (FAVERO, 1991b; BIANCHIN CITTON, 1996b; 1999). E' sicuramente attivo il paleoalveo della Cana, per la presenza di un ponte ligneo recentemente scavato e datato al IX secolo a.C. (Fig. 2.5).



Fig. 2.5 - Roncade (TV), tenuta di Ca' Tron. Saggio 7. I resti del ponte datato all'età del Bronzo Finale (IX secolo a.C.) sul tracciato della *via Annia* (BUSANA & GHEDINI, 2004). Particolare della fondazione in pali di quercia.

Attestazioni archeologiche si dispongono lungo il paleo Vallio di Marteggia, attraversato in età tardo romana da un ponte sulla *via Annia*; questo corso d'acqua, a sud della *via*, si sarebbe immesso nell'attuale Cannellara, chiamato Fiume Meolo nelle carte storiche del XVI secolo (ASVE, Sea, Diversi 3) che datazioni al radiocarbonio indicano attivo tra il 1650÷1110 a.C. e il 1440÷1100 a.C. Sono presenti siti sul dosso di Meolo, antico percorso del Piave, e in prossimità del paleoalveo che dal dosso di Meolo si dirige verso SE (questi ultimi non sono attribuibili con sicurezza a questo periodo). Era probabilmente attivo anche il paleoalveo che si stacca dal dosso di Meolo e si dirige verso SO, e che in parte coincide con il colatore Meolo. Il corso d'acqua, oltrepassata la Fossetta, confluiva nel Cannellara (Meolo) e si immetteva nel Lanzon.

Anche tra Sile e Marzenego sono molti i rinvenimenti che sono documentati in prossimità dei corsi d'acqua (il Marzenego e il Dese) o dei paleoalvei a Maerne, a Mestre - via San Damiano, via Olivolo e via San Pio X (FOZZATI, 2006), via Orlanda e località Gazzera bassa, Campalto - Mondo Nuovo, Tessera e Martellago (SALERNO, 2002) o sulle estremità dei dossi pleistocenici del Brenta (dossi di Scorzè e di Mogliano - Marcon).

Percorsi viari e fluviali fungono da veri e propri catalizzatori insediativi: i siti si dispongono, infatti, paralleli e lungo il margine interno attuale, nei pressi di corsi d'acqua, e sembrano insistere sul tracciato della *via Annia* di epoca romana. Il ritrovamento del ponte databile all'età del Bronzo finale a Ca' Tron (BASSO *et al.*, 2004) e la distribuzione di siti in allineamento nei pressi del percorso della *via Annia* suggeriscono l'esistenza di un antico percorso viario trasversale ai corsi d'acqua, per ora ben attestato da Mestre a Concordia, e più esteso di quello finora ritenuto dagli studiosi. Questi percorsi, piste in terra battuta, interagivano con quelli fluviali e, insieme a essi, permettevano collegamenti nelle due direzioni, in senso NO-SE e SO-NE.

Probabilmente collegate tra loro e al centro di direttrici terrestri, fluviali e marittime si rivelano Altino, Cittanova, Concordia, situate quasi alla medesima distanza l'una dall'altra.

Durante l'età del Bronzo si assiste dunque a una prima e più complessa forma di organizzazione territoriale: gli abitati di Cittanova, San Gaetano di Caorle e Concordia sono localizzati in posizione strategica e funzionale e si rivelano come capolinea di percorsi terrestri, fluviali e marittimi.

Analogo sembra il ruolo, medesima la distanza che le unisce, medesima la posizione, tutte al margine di una laguna, sul percorso di un fiume: Altino, alla foce del Sile, al margine della Laguna; così come Cittanova sul ramo del Piave, che radiotazioni indicano attivo nell'età del Bronzo, e Concordia, che appare come un'isola in mezzo all'acqua.

### 2.2.3.1. Altino

Nella tarda età del Bronzo (1300-1000 a.C.) risulta insediata l'area dove sorgerà l'abitato romano di *Altinum*: i siti si dispongono nei pressi del Carmason e del Sioncello e del paleoalveo del Brenta, a Ca' Pascoloni, in località Vallesina, le Brustolade e Le Maraschere, a Portegrandi, nella tenuta I Marzi, e nei pressi di un'ansa dello Zero, in località Fornace (BIANCHIN CITTON, 1994; 1999; 2011; SALERNO, 2002).

Un'antica, la più antica, via di penetrazione, commerciale e culturale, documentata in Laguna, che suggerisce l'apertura di una via endolagunare e l'esistenza di traffici e rotte adriatiche ed egeo-orientali, tra il XIV e il XIII secolo a.C., è fortemente indiziata dalla presenza di frammenti di ceramica micenea, lungo un percorso che lambisce Torcello (DI FILIPPO BALLESTRAZZI, 2000; FAVARETTO, 1982; CANAL, 1988; FAVARETTO, 1982), e Mazzorbo (BIANCHIN CITTON, 1999; ROSSIGNOLI, 2003), e sembra avere come capolinea proprio la zona di Altino.

E sempre all'esistenza di percorsi endolagunari rimanda il ritrovamento di un vaso biconico, databile al XIV-XIII secolo a.C., e di una anforetta cipriota (ROSSIGNOLI, 2003; CANAL, comunicazione personale) nella Laguna settentrionale, a Lio Piccolo, sull'antica linea di costa individuata da Canal (CANAL, 1998). Pur trattandosi di labili indizi, questi ritrovamenti potrebbero rimandare a un'altra direttrice plavense attiva nell'età del Bronzo e riconoscibile nel paleoalveo molto ben definito i cui sedimenti sono stati datati al 1390÷1540 a.C. (3200±50 a <sup>14</sup>C BP; BONDESAN *et al.*, 2008) che a partire da Caposile si allontana parallelamente al Taglio del Sile. Questo paleoalveo, privo di alcun rilievo morfologico, sembra in stretta connessione con il percorso del Piave. L'ipotesi che possa trattarsi di un suo antico percorso, attivatosi nel secondo millennio a.C., è avvalorata dalle tracce del paleo Piave, rilevate da E. Canal in laguna e cartografate nella carta geomorfologica, e da labili indizi che rimandano all'esistenza di una direttrice endolagunare che, lungo il canale Cenesa - San Felice, portava al Lanzoni e al nodo idraulico verso il quale

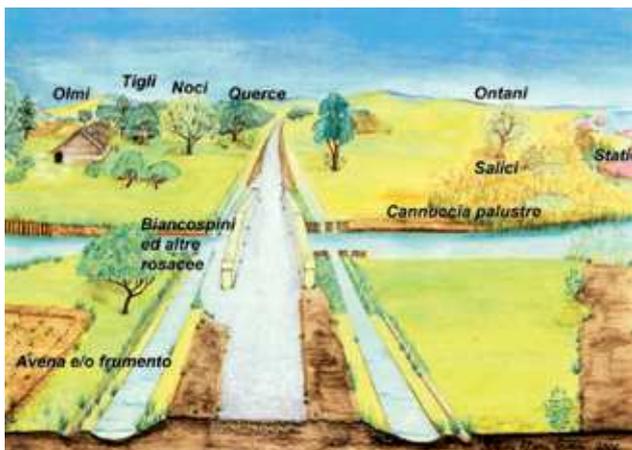


Fig. 2.6 - Ricostruzione pittorica del ponte rinvenuto lungo il paleoalveo della Canna nella tenuta di Ca' Tron a Roncade (TV) con le specie vegetali ricostruite attraverso l'analisi palinologica (elaborazione di A. Miola, disegno di Silvia Elena Piovan, inedito).

defluivano il "Vallio di Marteggia" e l'antico percorso del Meolo.

### 2.2.3.2. Cittanova

Un ruolo importante doveva rivestire l'esteso abitato dell'età del Bronzo recente di Cittanova, situato sul dosso del Piveran - Piovan, sull'antico percorso del Piave, ai margini di una laguna (BLAKE *et al.*, 1988; FAVERO & SALVATORI, 1992; SALVATORI, 1989; 1990). L'area situata a nord e a sud della confluenza del Grassaga con il canale Ramo, in seguito alla pubblicazione di una fotografia aerea zenitale (TOZZI, 1984; TOZZI & HARARI, 1984), è stata oggetto di un'indagine di superficie e di uno scavo archeologico che hanno rivelato un insediamento dell'età del Bronzo recente (1450-1150 a.C.), molto esteso, che si rivela coevo a un periodo di attività del corso d'acqua, sulla base di una recente radiodatazione. Presso l'Agenzia Moizzi il Bronzo recente risulta essere sepolto da alluvioni sabbiose per uno spessore variabile di 1-1,5 m (BLAKE *et al.*, 1988), al di sopra delle quali si trovano i resti

romani. La mancanza di indagini stratigrafiche non permette di riconoscere gli aspetti strutturali dell'abitato che doveva svilupparsi a margine di una laguna. La dispersione dei reperti, che indicherebbe un'estensione di m 500x150 m, suggerisce un abitato di grandi dimensioni, "legato a frequentazioni stagionali in una dinamica economica che investe in modo dialettico le fasce pedemontane e quelle costiere secondo un modello presente ad est del Livenza" (SALVATORI, 1989, p. 95). Risulta convincente sotto il profilo geomorfologico, ma ancora priva di conferme, l'ipotesi di connessione genetica tra il ramo del Piveran e il delta di Cortellazzo che inizia a formarsi probabilmente poco prima del 3327÷2883 a.C. (4380±60 a <sup>14</sup>C BP) ed è ancora attivo nel 1366÷900 a.C. (2900±70 a <sup>14</sup>C BP); il corso d'acqua poteva raggiungere la foce passando per Eraclea, da dove si osserva un dosso e un paleoalveo dirigersi verso Cittanova.

### 2.2.3.3. Concordia

Sempre ai margini di un'estesa laguna e lungo una importante direttrice fluviale e marittima doveva trovarsi Concordia, collegata al sito di San Gaetano di Caorle e al mare attraverso il Lemene - Reghena (BIANCHIN CITTON & BALISTA, 1994; BIANCHIN CITTON, 1996a; 2001; DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1999). Scavi recenti hanno rivelato l'esistenza a Concordia di un abitato esteso e fiorente dall'età del Bronzo recente fino alla prima età del Ferro, caratterizzato da un elevato grado di sistema di bonifiche strutturali e spondali, peraltro documentate anche a San Gaetano di Caorle (BIANCHIN CITTON, 1996c; 1996d; 1996e; 1996f; 2001). Risultano insediate le zone più elevate di un esteso dosso fluviale delimitato, a occidente e oriente, da valli fluviali incise dal Tagliamento e successivamente probabilmente occupate dal Lemene e dal Reghena. L'abitato, in posizione strategica, situato su un alto morfologico e in collegamento con il mare, costituiva il fulcro di un sistema economico e commerciale che coinvolgeva rotte marittime e mercati alpini. Dagli scavi emerge il suo ruolo di emporio, centro di raccolta, per vie terrestri, fluviali e marittime, e di

smistamento delle merci verso altre direttrici, indirettamente confermato anche dal ritrovamento di un pane in bronzo in località San Giusto, nei pressi dell'abitato nord-occidentale, e da un pettine in osso a San Gaetano di Caorle, riconducibile al centro polesano di Frattesina di Fratta Polesine, sul Po di Adria (BIANCHIN CITTON, 1996c; 2003).



Fig. 2.7 - Pettine in osso tipo Frattesina rinvenuto a San Gaetano di Caorle (BIANCHIN CITTON, 1996c).

Nell'età del Bronzo la pianura meridionale della provincia di Venezia risulta pressoché disabitata, a esclusione degli antichi dossi e paleoalvei del Brenta, del Po e dell'Adige, messi in luce dalla fotointerpretazione e da indagini geomorfologiche.

Rimane per ora isolato il ritrovamento a Campolongo, lungo il dosso di Boion, uno dei rami del Brenta olocenico, in seguito a lavori di sistemazione agricola e a raccolte di superficie da aratura, di materiali ceramici riferibili a un insediamento databile all'età del Bronzo medio-recente (BIANCHIN CITTON, 1994; SALERNO, 2002). Il ritrovamento costituisce per ora un labile e sporadico indizio della presenza di un fiume in quest'area o/e di una fase della sua attivazione, in accordo con una recente radiodatazione ( $3460 \pm 35$  BP, non calibrata, BONDESAN *et al.*, 2008) che indicherebbe che durante il II millennio il dosso fosse in formazione.

Un antico percorso dell'Adige, l'Adige d'Este, viene riconosciuto nella terminazione orientale di un pronunciato dosso, che passava da Monselice, per Pernumia, San Pietro in Viminario, Conselve, Arre, Pontecasale, Candiana, ed è visibile nella carta geomorfologica a Villa del Bosco e Conca d'Albero (PD). Il suo percorso nell'età del Bronzo e del Ferro è precisato da scavi recenti soprattutto nel tratto da Montagnana - Este a Monselice (PD), dove sono documentati impianti abitativi perispondali a partire dall'età del Bronzo medio recente, simili per tipologia agli abitati terramaricoli della valle padana, delimitati da arginature di terra in gabbie lignee e cinti all'esterno da ampi fossati. I siti archeologici sono caratterizzati anche dalla medesima modalità insediativa: in prossimità di un paleoalveo o sul dosso trovavano una ragion d'essere e di sopravvivenza negli alti morfologici, prossimi al corso d'acqua, che garantivano protezione alle alluvioni e rapidi collegamenti con la laguna e il mare (BALISTA, 1998; BALISTA & RUTA SERAFINI, 1992; BOSIO, 1992; BIANCHIN CITTON & BALISTA, 1991; BALISTA & RINALDI, 2002).

I dossi sabbiosi ben rilevati per Agna, Cona, Pegolotte, Monsole e Conca d'Albero, fino a Brenta d'Abbà (PD), sono stati identificati come il "ramo più settentrionale del Po" (CASTIGLIONI, 1978), attivo sulla base di recenti radiodatazioni ( $3960 \pm 110$  BP, calibrata  $2763 \pm 2192$  a.C.; BONDESAN *et al.*, 2008; PIOVAN *et al.*, 2009) dall'età del Bronzo antico alla prima età del Ferro e probabilmente parzialmente insabbiato in età romana. Numerosi siti perispondali sono documentati soltanto nel tratto a monte rispetto ad Agna (PD) e sono soprattutto ascrivibili all'età del Bronzo medio recente. Le tracce di alcuni paleoalvei per Cantarana e Cive, a sud del dosso per Cona, a est di Pegolotte, sono interpretabili come probabili deflussi del corso d'acqua. Al momento privi di riscontri morfologici, sono solo indiziati dalla presenza di un sito dell'età del Bronzo a Cantarana (MARCATO 1981; SALERNO 2002), dove sistemazioni agrarie in seguito a migliorie fondiarie hanno portato in superficie reperti ascrivibili all'età del Bronzo recente: un'ascia ad alette e frammenti fittili. Il sito, che indagini geologiche mostrano al limite tra

un'area torbosa e sabbiosa, era probabilmente situato su un dosso, ora spianato, prossimo al corso d'acqua e a breve distanza dal margine costiero, a ridosso di una laguna (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980).

Il dosso, poco evidente e attraversato dalla traccia di un paleoalveo, identificato immediatamente a nord del Naviglio Adigetto, rappresenta uno dei percorsi minori del ramo meridionale antico del Po, indicato come il Po di Adria, attivo dalla tarda età del Bronzo fino all'età romana. Risulta assente la documentazione archeologica sul percorso secondario del ramo del Po di Adria, che scorre in provincia di Venezia; importanti insediamenti dell'età del Bronzo e del Ferro sono invece documentati in prossimità delle sponde, sul dosso principale in provincia di Rovigo, posto più a sud, che scorreva con direzione O-E per Narde di Fratta Polesine, Frattesina, che rappresenta il sito più importante, e Adria.

Un modello insediativo costante sembra dunque caratterizzare l'occupazione antropica del territorio in epoca preromana, a partire dall'età del Bronzo medio (secoli XIV-XV a.C.), lungo i fiumi: l'Adige d'Este, il Po di Cona Pegolotte e il Po di Adria, e sugli alti morfologici dei dossi. La distribuzione dei siti, per la quasi totalità identificati nel tratto a monte dei percorsi nel territorio non più in provincia di Venezia, suggerisce uno stretto legame tra i siti, le vie d'acqua, il margine costiero, arretrato rispetto a oggi, e il mare. La più antica linea di costa, attribuita a età pre - protostorica, è riconoscibile nei cordoni dunali ora spianati, ma ancora visibili in fotointerpretazione, lungo la direttrice San Pietro di Cavarzere - Monte Cucco - Motta Palazzetto e, in laguna, Peta di Bo - Valgrande, a monte della quale 5000 anni fa si sono formate le prime lagune.

#### 2.2.4. L'età del Ferro (IX-II a.C.)

*... venivano dalla Regione dei Veneti, dove è la razza delle mule selvagge.*

Omero, Iliade II, 852 (traduzione F. Codino, Garzanti)

Omero ricorda la "Regione dei Veneti" e a una nuova civiltà complessa e articolata rimandano le emergenze archeologiche in tutto il Veneto, relative all'età del Ferro. Il quadro insediativo appare profondamente mutato rispetto a quello dell'età del Bronzo, nuove le scelte e diverse le strategie antropiche. Alla vitalità insediativa dell'età precedente segue, nella prima età del Ferro, il rapido abbandono dei siti perilagunari (Portegrandi, i Marzi), perispondali (Cittanova) e paracostieri (San Gaetano di Caorle), in seguito a episodi di ingressione marina o mutate condizioni ambientali. La rarefazione dei siti rende ancora più evidente la nascita di Concordia e Altino, centri economici direzionali, che assumeranno precoci connotazioni protoubane. Profondi cambiamenti si registrano in Laguna, interessata, secondo gli studiosi, da una fase di regressione marina e conseguente fenomeno di emersione, dal IV secolo a.C. alla prima metà del I a.C. (CANAL & CAVAZZONI, 2001, BONARDI *et al.*, 1998; CANAL, 2004), e in terraferma dove dati geomorfologici

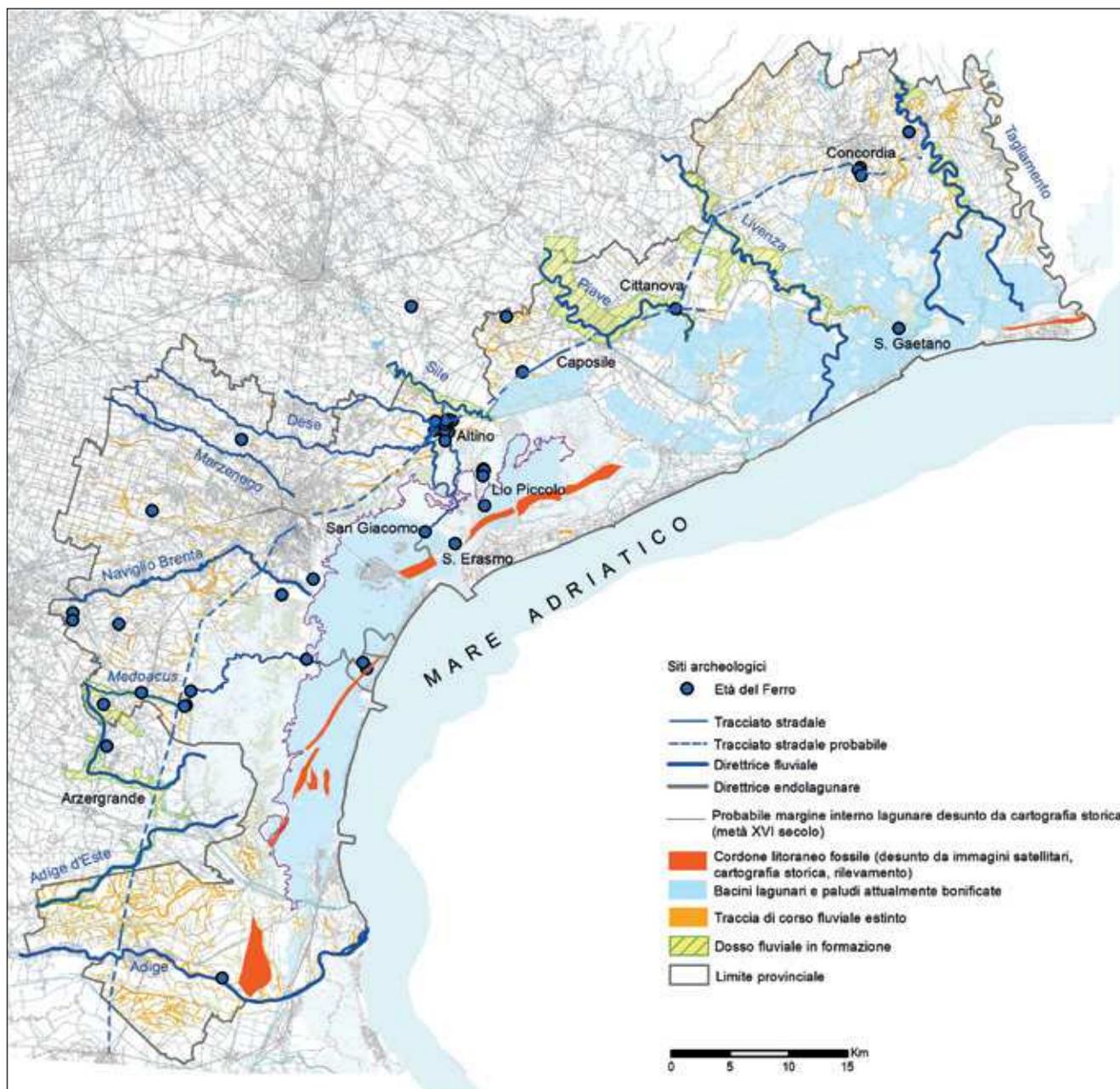


Fig. 2.8 - Assetto paleoidrografico e insediamenti nell'età del Ferro.

indicano, durante la prima età del Ferro, la maggior fase di costruzione dei dossi che poi saranno quelli in età romana del Tagliamento, del Piave (dosso di Cittanova) e del Brenta (dosso di Arzergrande). Altino e Concordia mostrano caratteristiche morfologiche e posizione del tutto simili e peculiari, che ne condizioneranno forma e sviluppo: ai margini di una laguna, in posizione naturalmente elevata, prossima a un fiume e delimitate entrambe da corsi d'acqua.

#### 2.2.4.1. Concordia

L'abitato protostorico insiste su un terrazzo fluviale isolato rispetto alla pianura circostante, circondato da paludi e delimitato a est e a ovest da due bassure occupate, in seguito a una fase di regressione marina, dagli apparati fluviali di un paleo Reghena e di un paleo Lemene (FONTANA, 2006).

Potenti opere lignee di bonifica indicano, nel IX secolo, l'espansione del più antico nucleo insediativo compreso tra via San Pietro e via dei Pozzi romani, verso SE, nella bassura prospiciente l'antica laguna, corrispondente a via Fornasatta. Il centro raggiunge la sua massima espansione, ipotizzabile in circa 40 ettari, tra l'VIII e il VII secolo, e sembra ereditare il ruolo di approdo commerciale che rivestiva San Gaetano di Caorle nella fase finale dell'età del Bronzo, come suggerisce anche il ritrovamento di ceramica daunia di importazione (BIANCHIN CITTON, 2006; 2011). Scavi recenti hanno messo in luce veri e propri isolati formati da abitazioni isorientate, separate da zone di passaggio bonificate da ghiaie e materiale di scarto, con a fianco spazi per recinti per gli animali, per le attività agricole, ortive e per gli impianti produttivi (BIANCHIN CITTON & PANOZZO, 1996; DI FILIPPO BALESTRAZZI,

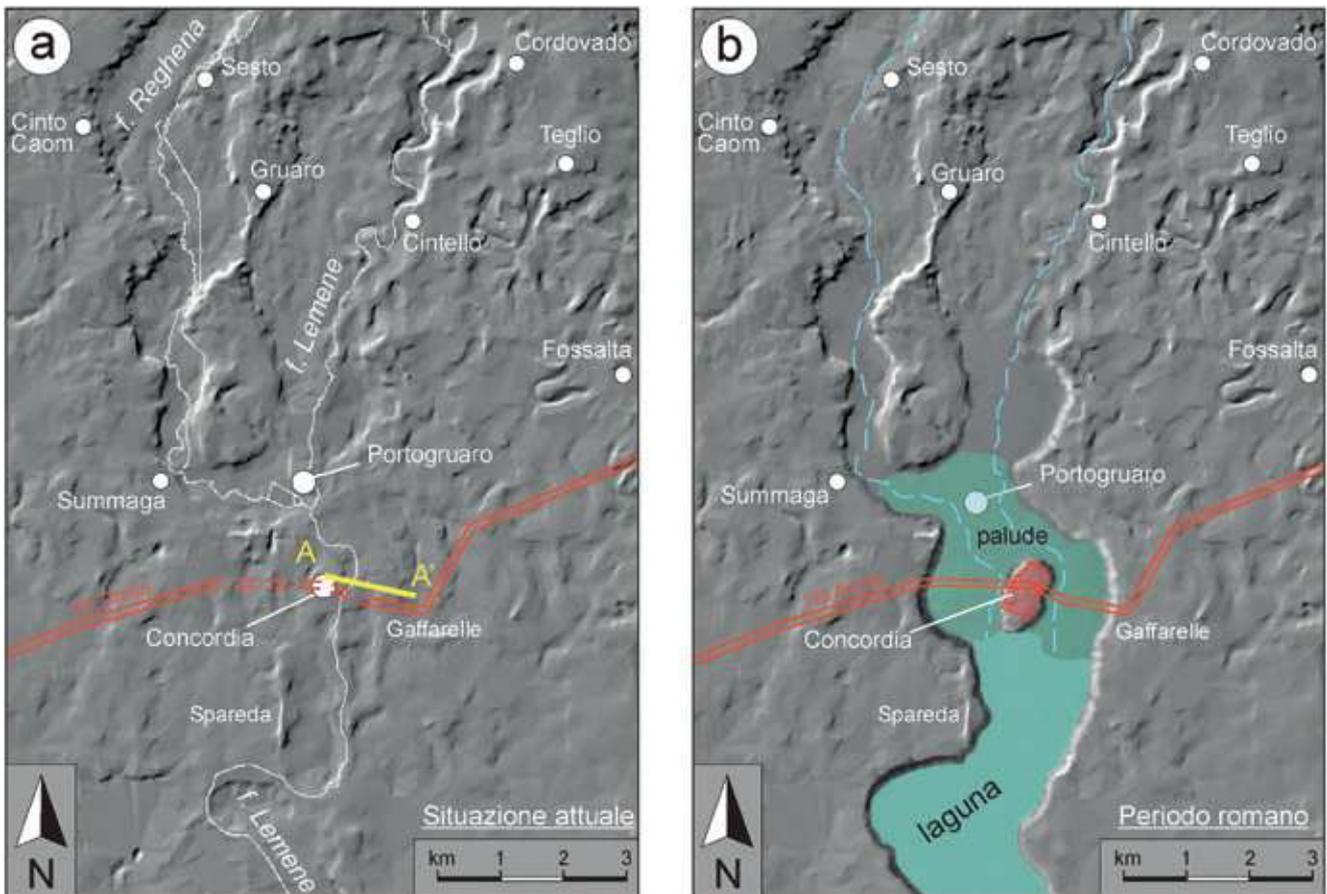


Fig. 2.9 - Modello digitale dell'area tra Concordia e Portogruaro. Situazione topografica del periodo romano e, probabilmente, di età protostorica (FONTANA, 2006).

1996a; 1996b; CROCE DA VILLA, 1991b; 1996b; FAVERO, 1991a).

La progressiva perdita d'importanza di Concordia a partire dal VII secolo a.C. viene messa in relazione con lo spostamento degli interessi economici verso altre aree e altre rotte endolagunari controllate da Altino (DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1999; CAPUIS & GAMBACURTA, 2003; BIANCHIN CITTON, 2003), evidente anche nella contrazione areale e nell'occupazione selettiva di alcune zone che caratterizza l'abitato a partire dal IV secolo a.C.

#### 2.2.4.2. Altino

Altino protostorica e poi romana occupa un lembo di pianura, nei pressi della foce del Sile, al margine della laguna. Un'area rilevata rispetto alla pianura circostante sotto il profilo morfologico (MOZZI *et al.*, 2011), e proprio alla morfologia del tutto particolare fa riferimento anche il nome la divinità, il dio *Altno*, a cui sono dedicate le offerte nel santuario Fornace (MARINETTI, 2009). Le tracce archeologiche disponibili, si tratta per ora solo di lacerti, *disiecta membra*, ancora insufficienti a delineare caratteristiche e modalità insediative, consentono oggi d'ipotizzare l'estensione dell'abitato coincidente grosso modo con quello successivo di età romana (GAMBACURTA, 2011).

Il nucleo insediativo più antico, databile tra la metà dell'VIII e la metà del VII secolo a.C., sorgeva in loca-

lità Fornace, nei pressi del Canale di Santa Maria, spostato quindi più a sud, in una zona marginale rispetto all'abitato di epoca successiva. In quest'area è stata scavata una abitazione a pianta rettangolare, a carattere insediativo e artigianale, probabilmente non isolata (BIANCHIN CITTON, 2011).

Dal VII secolo a.C. risulta abitata l'area dove sorgerà la città romana, compresa tra il paleoalveo del Brenta pleistocenico a nord, il canale di Santa Maria a sud e lo Zero-Dese a ovest. Risultano insediati i lievi dossi

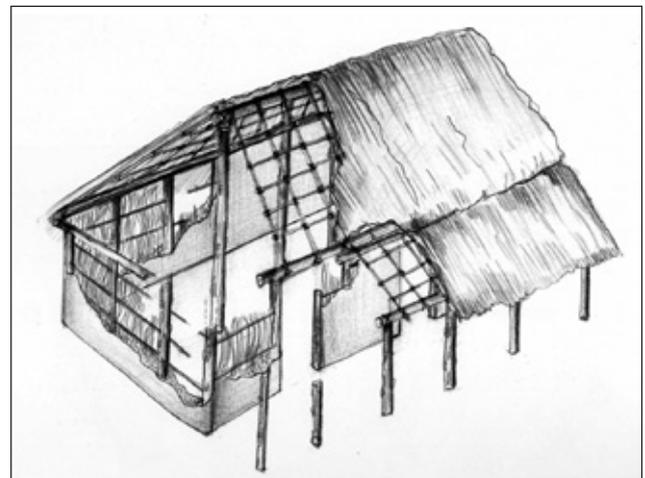


Fig. 2.10 - Altino, località Fornace. Abitazione dell'età del Ferro (BIANCHIN CITTON, 2011).

in località Pastoria, Ghiacciaia, Vaccheria, che, inizialmente interpretati come nuclei indipendenti di capanne, unitisi a seguito di un processo di sinecismo\* (TOMBOLANI, 1985a; CAPUIS, 1996), vengono ora riconosciuti come tracce indiziarie di un disegno unitario (TIRELLI, 2003; GAMBACURTA, 2011). Precisano i confini dell'abitato le necropoli attestate a nord nei fondi Albertini, a Le Brustolade e in località Portoni, nei pressi del Sioncello e del paleoalveo del Carmason e a ovest in località Fornasotti (TOMBOLANI, 1984; 1985a; CAPUIS, 1996; GAMBACURTA, 1996, 2011). La recente scoperta di un importante santuario in località Fornace rivela la dimensione urbana già assunta dall'abitato a partire dal V secolo a.C. (TIRELLI & CIPRIANO, 2001; CAPUIS & GAMBACURTA, 2001; CRESCI MARRONE & TIRELLI, 2003; CAPUIS & GAMBACURTA, 2003; BONOMI, 2003; TIRELLI, 2003; CRESCI MARRONE & TIRELLI, 2009; CAPUIS *et al.*, 2009; MARINETTI, 2009; GAMBACURTA, 2011).

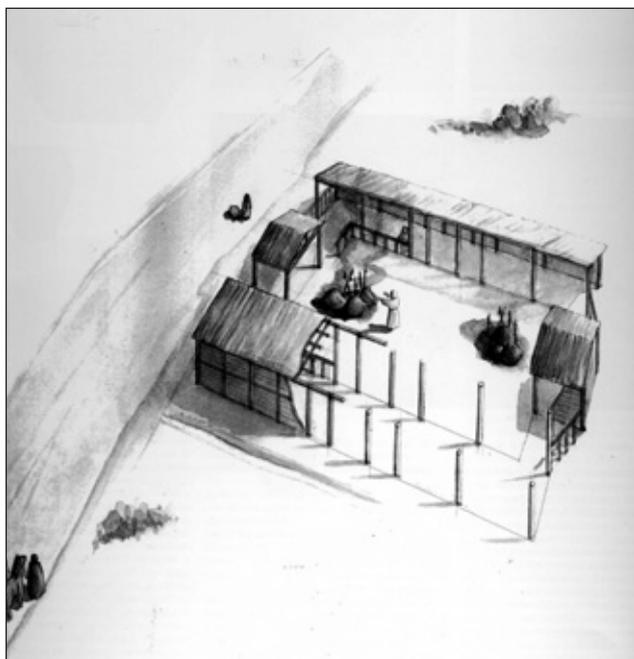


Fig. 2.11 - Altino, località Fornace. Ipotesi ricostruttiva del santuario agli inizi del V secolo a.C. (GAMBACURTA, 2011).

Il santuario, un quadriportico articolato attorno a uno spazio ipetrato, si trova in posizione marginale, rispetto alla laguna, e a meridione dell'abitato, sulla sponda sinistra del canale di Santa Maria, ai margini della Palude di Cona (GAMBACURTA, 2011), dove DE BON (1938) ha rilevato un lungo tratto di banchina e dove l'analisi geomorfologica ha evidenziato un delta endolagunare. La quantità e la qualità dei materiali rinvenuti durante gli scavi rimandano all'importazione di prodotti provenienti da area greca, megalogreca, etrusco-umbra e celtica; rivelano anche la presenza di un importante, forse il principale, santuario emporico della fascia costiera adriatica a partire dal V secolo a.C. L'attestazione di materiali locali e allogeni

\* Processo graduale e continuo di riunificazione, nel nostro caso di unità abitative.

e la collocazione, proprio al margine tra terraferma e laguna, nei pressi e in prossimità della foce di un fiume, secondo una costante topografica ampiamente attestata, confermano e ribadiscono l'importanza del santuario situato al centro di direttrici fluviali, endolagunari e terrestri, punto d'approdo finale di rotte che raggiungevano, tra gli altri, i mercati di Adria e Spina a sud e *Caput Adriae* a NE.

Vie d'acqua delimitavano il centro protostorico e defluivano in laguna attraverso due possibili direttrici. Il canale di Santa Maria, dove è localizzato l'importante santuario-emporio (TIRELLI & CIPRIANO, 2001; CAPUIS *et al.*, 2009), sembra proseguire in un percorso endolagunare scandito dal ritrovamento di ceramica attica a figure rosse e nere e di bronzetti di produzione umbra e etrusca, probabilmente lungo la stessa direttrice già preistorica, che si snoda nei pressi di Torcello, San Tommaso Borgognoni (CAPUIS & GAMBACURTA, 2003), Mazzorbo, San Giacomo in Paludo, fino a Le Vignole e a Sant'Erasmus dove è stata identificata un'antica linea di costa (CANAL, 1998). A un'altro percorso attivo durante l'età del Ferro rimandano le testimonianze archeologiche rinvenute lungo l'attuale Silone, riportato nelle carte storiche come Sil vecchio e La Dossa.

L'esistenza di una direttrice fluviale è indirettamente confermata dal ritrovamento nei pressi della Barena del Vigno di una imbarcazione a fasciame legato riferibile al VI-V secolo a.C. (datazione al radiocarbonio non calibrata), di un marginamento spondale e



Fig. 2.12 - Il canale Silone attuale, Sil Vecchio e Dossa, all'uscita in laguna.

di un'articolata e complessa struttura insediativa: in questa è stato possibile rilevare le fondazioni di alcuni edifici datati al radiocarbonio al IV-III secolo a.C. ed effettuare il recupero di ceramica a vernice nera e di importazione. La presenza di un fiume in quest'epoca viene confermata anche da carotaggi e analisi sedimentologiche effettuate in questa zona da Vito Favero e Ernesto Canal (e gentilmente messe a disposizione da quest'ultimo). Da Altino, lungo il Sil Vecchio e la Dossa, il fiume confluiva nel canale di Burano e si dirigeva verso Tre Porti, dov'è possibile localizzare la sua uscita a mare e ipotizzare la presenza di antichi cordoni litoranei, nonché la presenza di un'antica bocca portuale (CANAL, 1998).

A percorsi terrestri, a ulteriore conferma della dimensione urbana già assunta da Altino nell'età del Ferro, rimandano i ritrovamenti lungo il percorso della futura *via Annia* e, appena a nord dell'abitato, in località Le Maraschere, dove, nei pressi del tracciato della *via Claudia Augusta* di età romana, viene riconosciuta la presenza di un santuario "terrestre". Situato nel "punto di partenza di quelle piste venete sul cui tracciato s'imposò la rete viaria romana", è per ora indiziato dal ritrovamento di un altare votivo e dalla vicinanza con un altro santuario "di età protoimperiale a forte connotazione emporea" (CRESCI MARRONE & TIRELLI,

2003; GAMBACURTA, 2011). I rinvenimenti lungo la *via Annia* e le sue diramazioni rappresentano la quasi totalità dei siti rinvenuti in tutto il territorio in esame. Nei pressi della diramazione "in direzione Oderzo" a Marteggia, una vasca rivestita di assi di legno e databile al III-II secolo a.C. è stata interpretata come una "opera di bonifica pertinente alla strada" (CROCE DA VILLA, 1999; 2001a). Appena a sud della Fossetta, a Musile, nei pressi di un paleoalveo, un luogo di culto è indiziato da un pozzo con funzione di deposito votivo, databile al IV-I secolo a.C. (CROCE DA VILLA, 1996a; 1999) e una necropoli, non localizzabile con precisione e riferibile al IV periodo atestino, è stata rinvenuta lungo il Fosso Gorgazzo (CROCE DA VILLA, 1990). Assume un forte valore simbolico e rimanda, ancora una volta, a direttrici fluviali e terrestri il ritrovamento di materiali locali e allogeni d'importazione e databili tra il V e il II secolo a.C. sul dosso di Cittanova, proprio alla confluenza della via con un corso d'acqua, il Piave di epoca antica, dove ora scorre il Grassaga e dove in età romana era situato un ponte. Sempre nei pressi del fiume, vicino a Cittanova, lungo il Brian sono documentati altri ritrovamenti databili al II-I secolo a.C. (SALVATORI, 1989). E all'esistenza di una pista e di una vitalità insediativa, lungo il tracciato, ci riportano anche le indicazioni delle analisi botaniche



Fig. 2.13 - Le principali direttrici fluviolagunari in epoca preromana e romana nella laguna nord (FURLANETTO, 2004e).  
 Legenda: 1) direttrici fluvio-lagunari; 2) linea di costa pre-romana; 3) linea di costa romana; 4) paleoalvei del Piave (CANAL, 1998); 5) Altino romana.

e polliniche nei pressi di Ca' Tron (Roncade - TV), che rivelano attività di deforestazione, confermano quelle di allevamento e agricoltura e indicano una probabile manutenzione degli alvei già presente in quest'epoca (MIOLA & VALENTINI, 2004).

E' databile al II secolo a.C., in età ellenistica, il rifacimento del grande santuario quadriportico rinvenuto in località Fornace ad Altino: articolato attorno a una corte centrale ipetra, che ripete il modello a peristilio del V secolo a.C., trova singolari affinità planimetriche e geomorfologiche nel santuario scavato a Lova (BONOMI & VERONESE, 1991; BONOMI, 1995; 2001; BONOMI & MALACRINO, 2009; 2011).

Medesima ubicazione, ai margini di una laguna e in prossimità della foce di un fiume, e, secondo gli studiosi<sup>11</sup>, medesima scelta planimetrica, sembrano accumulare il santuario di Altino a quello rinvenuto, e solo parzialmente scavato, nei pressi dell'idrovora del Cornio di Lova e situato poco più a nord del prolungamento del dosso di Boion, riconoscibile con il percorso del Brenta/*Meduacus*. Si tratta di un complesso monumentale, databile alla piena età augustea, il cui schema architettonico "sembra riconducibile ai modelli ellenistici di santuari legati alle acque, applicati poi al mondo romano" (BONOMI, 2001, p. 248).

La presenza di un santuario, o almeno di un'area di culto anche nell'età del Ferro, è per ora documentata solamente dal ritrovamento, precedente lo scavo e in una zona prossima a un pozzo, di un centinaio di bronzetti votivi a figura umana, devoti e guerrieri a cavallo, databili al IV-II secolo a.C., tipologicamente simili a quelli rinvenuti sul dosso di Boion e su quello di Campagna Lupia, a Padova (TOMBOLANI, 1976) e, a nord della città, in un santuario localizzato a Altichiero - Santa Eufemia, nei pressi di un'ansa del corso del Brenta, probabilmente attivo durante l'età del Ferro e romana (LEONARDI, 1992b; ZAGHETTO, 1992a; 1992b).

La fine dell'età del Ferro è caratterizzata da una rarefazione insediativa: le uniche tracce antropiche sono documentate per ora solo lungo il tracciato della via perilagunare soprattutto nel tratto Altino - Concordia. La distribuzione dei siti mostra l'esistenza di comparti territoriali sottoposti al controllo di centri ormai protourbani. Si assiste all'instaurarsi di un rapporto dialettico tra aree archeologicamente vuote, e apparentemente disabitate, e aree insediate (LEONARDI *et al.*, 1984). Le prime, che analisi botaniche confermano sottoposte ad attività di deforestazione, agricola e pastorale, risultano controllate da Altino, Concordia, e Oderzo, anche attraverso una rete viaria ormai consolidata. Si delinea l'esistenza di due grandi comprensori terrestri, gestiti da Padova e Altino, che si spartivano e estendevano la loro influenza sui territori in terraferma e laguna e su importanti rotte di terra, endolagunari e marittime. Altino, fulcro di una rete economica e commerciale, "gestiva", attraverso il Sile e le vie endolagunari, la fascia di pianura fino a Treviso e la laguna centro settentrionale. Padova sembra controllare il vasto territorio a nord e a est della città e la laguna centro meridionale e, probabilmente attraverso un fiume, forse identificabile nel *Meduacus* citato da Livio e Strabone, "gestiva" il santuario di Lova e dirigeva un traffico endolagunare e marittimo che si snodava, attraverso il canal Chornio e il canal Mazor, per San Leonardo in Fossa Mala fino a Malamocco, dov'è stato individuato il porto ricordato da Strabone.

<sup>11</sup> Il santuario si trova nei pressi del Taglio Nuovissimo, lungo il quale è fissata la linea di Conterminazione lagunare, che sancisce di fatto, dal 1691, la separazione netta tra terraferma e laguna. Il collocare il santuario alle foci del fiume e al margine della laguna non tiene conto della diversa situazione della Laguna in epoca preromana e romana e delle fasi di trasgressione marina, prima, e ingressione, poi, che la caratterizzano dal IV secolo a.C. (CANAL & CAVAZZONI, 2001).

## I PERCORSI DEL BRENTA IN EPOCA ANTICA: UNA PROPOSTA DI LETTURA GEOARCHEOLOGICA

PAOLA FURLANETTO

Sono molti gli idronimi che le fonti classiche riportano nel menzionare il Brenta: *Meduacus* citano LIVIO e STRABONE, *Meduaci duo* riporta PLINIO, *Mino e Maio Meduaco* sono indicati nella *Tabula Peutingeriana* e negli itinerari tardi. Tanti, molti di più, sono i dossi, messi in luce dalla fotointerpretazione durante l'elaborazione della Carta geomorfologica, a cui corrispondono antichi percorsi fluviali; tante anche le deviazioni fluviali a cui il fiume è stato sottoposto a partire dal XII secolo.

Non è facile con i dati a disposizione precisare la cronologia dei periodi di attività di ciascuno e soprattutto attribuirli ai nomi riportati dalle fonti. La lettura e il confronto incrociato dei dati arche-

ologici, geomorfologici e cartografici, per la prima volta disponibili insieme nella carta geomorfologica, hanno permesso di individuare e precisare il tracciato di alcune possibili direttrici fluvio-lagunari riferibili a probabili percorsi attivi in epoca antica. Di ciascuna di esse si propone il percorso in terraferma e in laguna, le caratteristiche geomorfologiche, una possibile attribuzione cronologica e un confronto con le indicazioni offerte dalle fonti<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Quanto esposto richiama le ipotesi avanzate nelle Note illustrative della carta geomorfologica della provincia di Venezia (FURLANETTO, 2004d), riviste alla luce delle nuove indagini geologiche e cartografiche (BONDESAN *et al.*, 2008; Progetto IMAGO).

## LA STORIA DEGLI STUDI

Luciano Bosio fu il primo studioso a occuparsi seriamente del percorso del fiume in epoca antica e alle sue ipotesi fanno ancora riferimento tutti gli studiosi che hanno affrontato dopo di lui la *vexata quaestio*. In uno studio di topografia, esemplare ancor oggi per rigore e metodo (BOSIO, 1967), lo studioso identificava nel Brenta il *Meduacus* di Livio e Strabone e ne indicava i vari tracciati (BOSIO, 1976; 1981; 1983; 1984; 1987; 1994). Sulla base della menzione della *Tabula Peutingeriana* ipotizzava la presenza di due rami del Brenta in epoca antica: il fiume a valle di Padova si biforcava a sua volta in due tracciati: il *Meduacus Maior*, odierno Naviglio Brenta, che a sua volta si sarebbe diviso in altri due rami, un ramo riconoscibile nel fiume che passava per l'Abbazia di San Ilario e un altro che da Sambruson usciva in laguna a oriente di Lugo, e il *Meduacus Minor* che per Camin e Saonara sarebbe uscito in laguna con un ramo a Lova e con un altro ad Arzergrande (Fig. 2.14).

Tutti gli autori successivi (ROSADA, 1980; 2003; PESAVENTO MATTIOLI, 1984; PESAVENTO MATTIOLI, 2002; VIOLANTE, 1994; CAPUIS, 1994; 2003; BONETTO, 2003; ROSADA & LACHIN, 2011) hanno confermato sostanzialmente questa ipotesi che vede contemporaneamente attivi quattro rami dello stesso fiume

in un arco cronologico compreso tra l'età preromana e quella tardo romana.

Marchiori precisa il percorso di un ramo del *Meduacus Maior* da Porto Menai, via Bastie di Dogaletto e l'abbazia di San Ilario (MARCHIORI, 1986); FAVERO (1989; 1991c; 1991d) propone il dosso delle Giare come percorso del *Meduacus Maior*; CAPUIS (1994) e VIOLANTE (1994), confermando l'ipotesi di BOSIO dei due rami, *Minor* e *Maior*, indica nel *Minor*, per Lova, forse un ramo del fiume che collegava Padova al margine lagunare in epoca paleoveneta (Fig. 2.15). Recentemente è tornato sulla questione Marco Zabeo (*Da Livio a Venanzio, sulle tracce del Brenta antico*, in Quaderni di archeologia del Veneto, XXIII, 2007, pp. 163-173), riproponendo integralmente le stesse considerazioni e ipotesi presentate nella carta geomorfologica (FURLANETTO, 2004d).

## LE DIRETTRICI FLUVIALI E LAGUNARI

### Le direttrici fluviali e lagunari dell'età del Ferro (IV-I a.C.)

L'indagine geomorfologica considera i dossi di Tombelle, Fossò, Vigonovo e Campagna Lupia, che non risultano connessi con i dossi di Stra e Noventa, come "gli elementi morfologici più antichi dell'intero tratto di pianura tra Naviglio Brenta e Bacchiglione" (MOZZI & FURLANETTO, 2004).

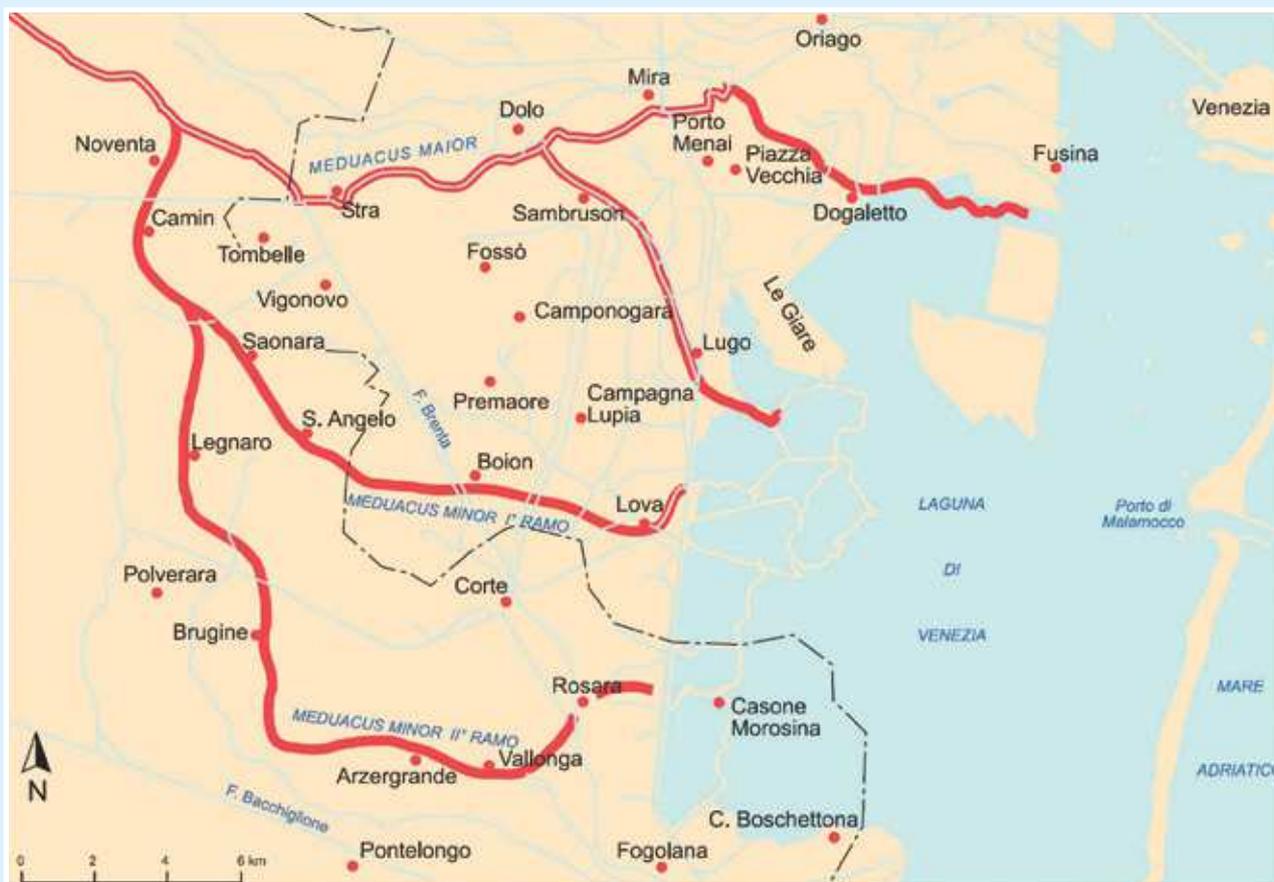


Fig. 2.14 - I percorsi del Brenta proposti da Luciano Bosio (FURLANETTO, 2004d).

I reperti attribuibili all'età del Ferro sono stati recuperati lungo il dosso di Tombelle (per Fossò, Camponogara e Campagna Lupia): una paletta votiva a Sarmazza e bronzetti votivi a figura umana, a Vignovo e Fossò (CAPIUS *et al.*, 1994), isolati e tipologicamente simili a quelli rinvenuti lungo il dosso di Boion e a Lova, vengono solitamente interpretati come indiziari della presenza di un corso d'acqua, non sono per ora meglio interpretabili, né tanto meno assegnabili a un probabile e più antico percorso del Brenta.

Le scarse testimonianze archeologiche riferibili all'età del Ferro, lungo il dosso di Tombelle e di Boion, attraversato dal Cornio attualmente rettificato, costituiscono gli elementi indiziari della presenza e probabile attivazione di un antico percorso del Brenta lungo questa direttrice, suggerito e confermato dall'indagine geomorfologica e geologica.

Il dosso di Boion rappresenta il tratto finale del percorso che da Noventa - Camin - Saonara si dirige a Sant'Angelo - Boion - Lova, sicuramente attivo, almeno per il tratto Noventa-Camin-Saonara, a partire dal IX secolo a.C., come provano evidenze archeologiche e datazioni al radiocarbonio (CAPIUS, 1994; PESAVENTO MATTIOLI, 1984; 1986; CASTIGLIONI *et al.*, 1987). Una recente radiodatazione nei pressi di un paleoalveo a Campagna Lupia, 3460±35 BP (BONDESAN *et al.*, 2008, Unità di Camponogara, transetto 37) indica che il dosso era in formazione durante il II millennio, e risulta coerente con la presenza di sabbie fluviali di ambiente deltizio in località Valle Avertò (DONNICI & SERANDREI BARBERO, 2004) riferibili "alla presenza di sequenze fluviali oloceniche più antiche nel sottosuolo della laguna prospiciente l'areale di affioramento dell'unità di Camponogara" (BONDESAN *et al.*, 2008), sulla quale insiste appunto il dosso di Boion.

Sempre all'età del Ferro riportano alcuni bronzetti rappresentanti guerrieri a cavallo schematici e di rozza fattura, databili al V-IV secolo a.C., rinvenuti sempre lungo il dosso a Boion e a Lova nei pressi della chiesa (CAPIUS *et al.*, 1994, F. 51, 274, 275, 276). Si tratta di ritrovamenti isolati, da raccolta di superficie, che gli studiosi attribuiscono a stipi votive di carattere familiare, a luoghi di culto cioè solitamente ubicati presso corsi d'acqua (TOMBOLANI, 1976, p. 188; PASCUCCI, 1990, p. 288, nota 122; CAPIUS, 1994; ZAGHETTO, 1992a; 1992b).

La fattura dei bronzetti richiama una produzione patavina e fornisce un'ulteriore conferma della presenza di un corso d'acqua e dell'esistenza di un collegamento fluviale, probabilmente attivo nell'età del Ferro, tra i siti prossimi al margine lagunare, situati lungo il dosso, e Padova. Alla presenza di un corso d'acqua e, secondo gli studiosi, probabilmente a un ambiente di foce, riporta anche il santuario, databile al II secolo a.C., solo parzialmente scavato nei pressi dell'idrovora del Cornio di Lova e situato

poco più a nord del prolungamento del dosso di Boion (BONOMI, 1995; 2001; BONOMI & MALACRINO, 2009; 2011). La presenza di un santuario o almeno di un'area di culto anche nell'età del Ferro è per ora documentata solamente dal ritrovamento, precedente lo scavo e in una zona prossima a un pozzo, di un centinaio di bronzetti votivi a figura umana, devoti e guerrieri a cavallo, databili al IV-II secolo a.C., tipologicamente simili a quelli rinvenuti sul dosso di Boion e su quello di Campagna Lupia, a Padova (TOMBOLANI, 1976) e, a nord della città, in un santuario localizzato a Altichiero - Santa Eufemia, nei pressi di un'ansa del corso del Brenta, probabilmente attivo durante l'età del Ferro e romana (LEONARDI, 1992b; ZAGHETTO, 1992a; 1992b). E sempre a Padova riporta anche la tipologia del materiale fittile, ad esempio le antefisse, rinvenuto durante lo scavo (BONOMI, 2001; BONOMI & MALACRINO, 2009; 2011).

L'analisi dei dati archeologici e geomorfologici disponibili e della cartografia storica ha permesso di identificare la prosecuzione in laguna del percorso in terraferma del Brenta, attivo lungo il dosso di Boion.

*Canale de Luva sive canale Cornii, seu canale Maiore (...) et canale vocato Fossamalla*, il canale di Lova o il canale Cornio, il canal Mazor, il canale chiamato Fossa Mala ... così menzionano nella sentenza XXIX i giudici del Piovego nel 1296 (FERSUOCH, 1995) la via d'acqua in laguna, che grazie alla georeferenziazione della carta di DAL CORTIVO del 1534 (ASVE, Sea Laguna 3) è stato possibile cartografare nella carta geomorfologica, almeno in parte, in diretta prosecuzione dell'attuale rio Cornio, in uscita nei pressi dell'idrovora di Lova. La sentenza richiama la *Fossa Malla* che, oggi scomparsa e cancellata dal canale dei Petroli, è ancora visibile in carte storiche, una di Sabbadino (ASVE, Sea Laguna 9) e l'altra di un anonimo a lui contemporaneo dove viene raffigurata come canale con sbocco in laguna nella "*sacha de Lama*", a ricordo di una foce (ASVE, Sea Laguna 36; ASVE, Miscelanea Mappe 354; ASVE, Sea Laguna 3; ASVE, Sea Laguna 5). Il canale di Fossa Mala metteva quindi in contatto diretto il canale di Lova, il Cornio, il Canal Mazor con l'area dove sorgeva il monastero, ora sommerso, di San Leonardo in Fossa Mala, sito nel quale è stato trovato un numero considerevole di reperti ceramici attici, databili al V secolo a.C. (FERSUOCH, 1995; CANAL, 1998). L'analisi (gentilmente messa a disposizione da E. Canal, inedita) di campioni di sabbie, uno dei quali rinvenuto all'interno di un reperto archeologico del V secolo a.C., rivela che la zona è stata oggetto di importanti trasformazioni ambientali in epoca antica: l'area era soggetta nel V secolo a.C. all'influenza del Brenta; le analisi confermano infatti la presenza di sabbie del fiume ed era caratterizzata da barene. Nei secoli

successivi, un'ingressione marina è probabilmente la causa della conseguente sommersione dell'area, sorte comune a tanti siti lagunari e confermata a San Leonardo da una cesura abitativa documentata tra il III secolo a.C. e il VI d.C. (CANAL, 1998).

I sedimenti riferibili a una nuova occupazione antropica databile al VI secolo d.C. documentano un ambiente antropizzato completamente mutato: le sabbie sembrano provenire dal litorale con il quale il sito era probabilmente collegato attraverso un canale. Sabbie del Brenta sono state trovate nell'area di Malamocco; al fine di individuare il percorso dell'antico alveo del Brenta sono state effettuate da parte di E. Canal numerose sezioni realizzate attraverso un migliaio di carotaggi a debole profondità lungo un allineamento trasversale al probabile corso del fiume (CANAL 1998, pp. 45-53). L'analisi dei sedimenti, eseguite da V. Favero e P. Jobstreibitzer presso l'Università di Padova, ha confermato la presenza di sabbie del Brenta e permesso di identificare e ricostruire il probabile percorso antico del paleo Brenta in laguna in epoca antica (Fig. 2.15). Il fiume attraversava la laguna e sfociava in mare attraverso numerosi rami: un ramo si dirigeva verso la località Ca' Bianca a nord di Poveglia, un altro raggiungeva Alberoni, a poca distanza dell'attuale Bocca di porto di Malamocco, un ramo minore si

dirigeva verso San Leonardo in Fossa Mala. Le analisi hanno evidenziato anche la presenza di un canale salso, non di origine fluviale, che "tagliava" il litorale tra le località Malamocco e Alberoni e attraversava la Palude nei pressi dell'Ottagono abbandonato. L'Ottagono è un'isola artificiale creata nel 1572 per scopi militari di cui si conservano attualmente solo in parte le mura difensive; fu costruito con uno strato di riporto di argilla di almeno 1,50 m di spessore, sopra al quale si edificò il terrapieno difensivo (altezza 3 m) con materiale quasi sicuramente proveniente dallo scavo del canale prossimo alla struttura e che ha probabilmente intaccato strati archeologici di epoca romana, come sembra indicare la straordinaria presenza di reperti archeologici negli strati compresi da 0,70 a + 1 m s.l.m.

Sondaggi e ricerche effettuate da Canal hanno messo in luce la presenza di un'antica fascia sabbiosa rilevata a circa 3 m di profondità, già individuata da FAVERO & SERANDREI BARBERO (1980) e identificabile con il relitto di un'antica linea di costa, più interna rispetto all'attuale, che si sviluppava lungo la direttrice Motte Cucco (Po) - Isola Val Grande, proseguiva lungo l'allineamento delle isole Ottagono degli Alberoni e Ottagono Abbandonato e terminava lungo la riva del canale prospiciente l'abitato attuale di Malamocco. Questa antica linea di costa, limite

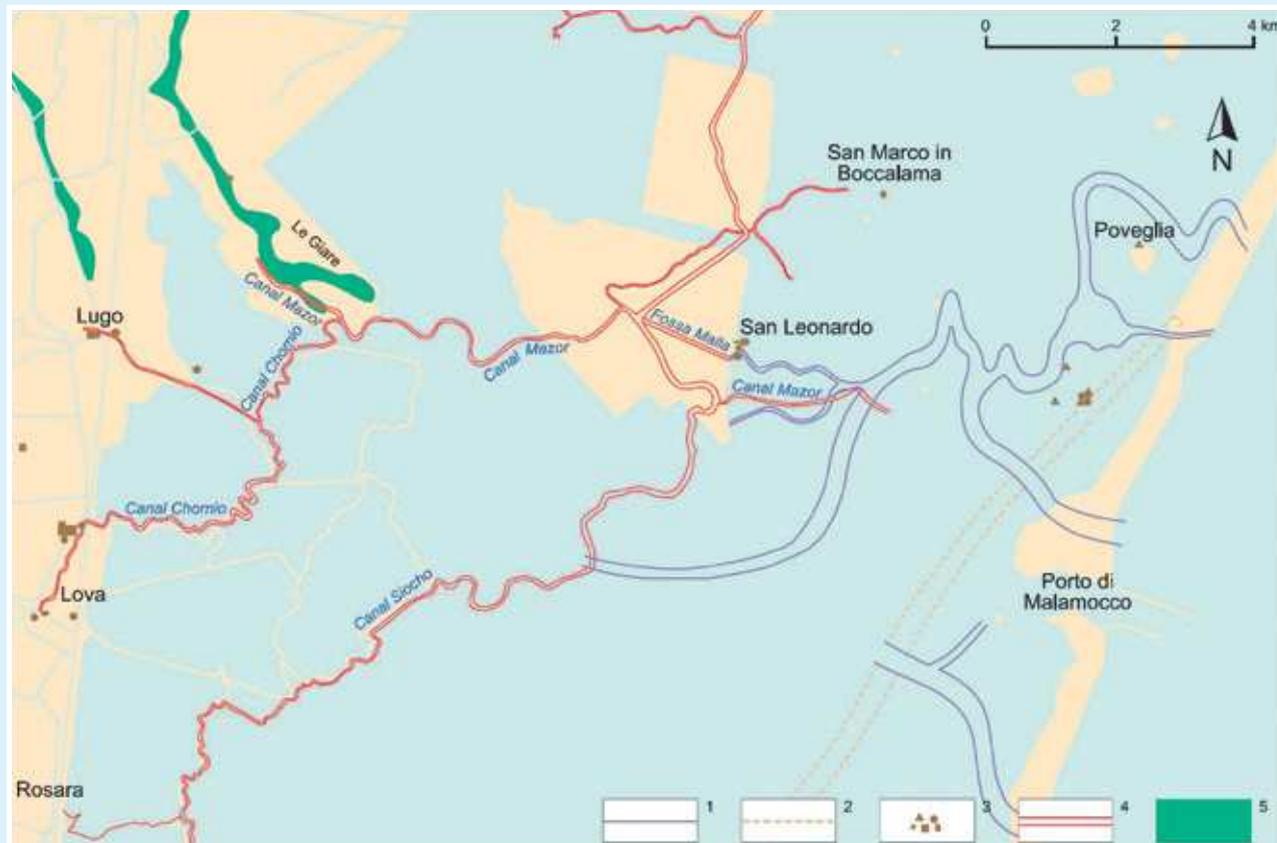


Fig. 2.15 - I percorsi lagunari di epoca preromana e romana nella laguna centro meridionale di Venezia (FURLANETTO, 2004d).  
 Legenda: 1) paleoalveo del Brenta (CANAL, 1998); 2) linea di costa di età preromana (CANAL, 1998); 3) siti archeologici di epoca preromana e romana; 4) paleoidrografia desunta da cartografia storica; 5) dossi del Brenta.



Fig. 2.16 - Vista aerea dell'Ottagono abbandonato, antico porto del *Meduacus*/Brenta.

della laguna in epoca preromana, sarebbe stata superata nel 500 a.C. dall'allineamento attuale (Fig. 2.8). Siti archeologici sono stati individuati in prossimità dell'antica linea di costa, individuata da Canal e cartografata nella carta geomorfologica, e lungo il canale che Canal identifica come "canale portuale artificiale di acqua salmastra" nei pressi dell'Ottagono Abbandonato. E proprio in un'area prossima all'opera difensiva sono state rilevate le tracce insediative più antiche riferibili a strutture lignee di fondazioni probabilmente pertinenti a edifici databili in base ai materiali recuperati e ad analisi al radiocarbonio al IV-III secolo a.C.

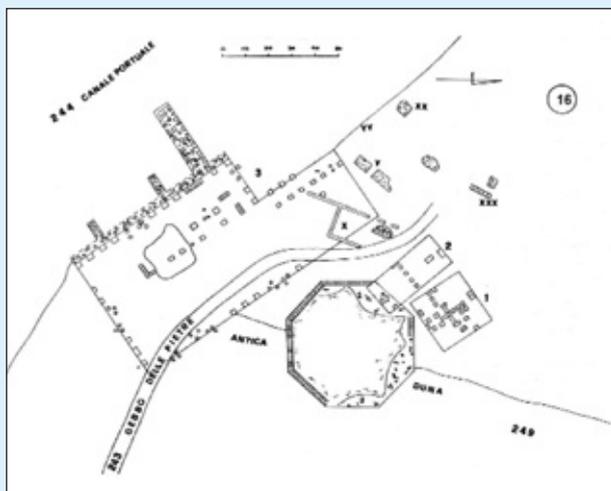


Fig. 2.17 - Il rilievo dei resti archeologici rilevati a Malamocco nei pressi dell'Ottagono abbandonato (CANAL, 1998).

In un'epoca successiva, fine I secolo a.C. - IV secolo d.C., è documentata una parziale ristrutturazione insediativa dell'area già occupata, che analisi sedimentologiche indicano come terra emersa e coltivata in epoca romana, e la presenza di edifici, interpretati dallo stesso scopritore come strutture e magazzini afferenti il porto antico del fiume, il *Meduacus*, citato da STRABONE (*Geographia*, V, I, 5, 212), probabilmente localizzabile proprio in quest'area.

Riveste particolare importanza l'edificio di epoca romana, di grandi dimensioni a pianta quadrangolare, prospiciente il canal Salso e sorretto internamente da pilastri, che mostrava sul lato esterno tre banchine di approdo.

### Le direttrici fluviali e lagunari in età romana (I a.C. - II d.C.)

Il dosso di Arzergrande costituisce la parte terminale del dosso che si stacca a valle di Camin e si dirige verso Saonara - Sant'Angelo - Brugine - Arzergrande; nei pressi di Codevigo si divide in due rami, un ramo prosegue verso Rosara e entra in laguna nei pressi del Casone della Morosina, l'altro si dirige verso SE fino alla località della Fogolana. La presenza del Brenta lungo questa direttrice in epoca antica viene confermata dalla datazione al radiocarbonio 968±544 a.C., fornita dai sedimenti torbosi sottostanti un paleoalveo nei pressi della Fogolana (BONDESAN *et al.*, 2003c).

Risultano totalmente assenti i ritrovamenti archeologici relativi a epoche preromane lungo il dosso di Arzergrande e nelle aree circostanti. Si rivela di grande interesse, ma di difficile interpretazione, la documentazione archeologica relativa all'epoca romana, frutto di recuperi ottocenteschi e per la maggior parte priva di contesto (ROSADA, 1980). Merita di essere ricordata la descrizione di Filiassi del ritrovamento a Vallonga, nel 1800 di "un piano formato di grossi macigni dei monti euganei, grosso 3 piedi per quanto scavarono, ma molto più se avessero voluto proseguire lo scavo", e altrove di "una palificata continua e bellissima con una simile di fronte e parallela, il vano tra ambedue riempito essendo di ghiaia". La presenza di blocchi di pietra e di pali, interpretata dallo stesso Filiassi come "immensi lavori in somma e arginature sono quelle per difendere un qualche *vico* e le campagne dalle rotte del Brenta nell'epoca romana, poiché lì presso trovarono pure urne cinerarie e monete romane" (FILIASI, 1811, p. 173), richiama la tecnica di costruzione di opere di arginatura di epoca romana rilevate da CANAL (1998) nella laguna nord, di marginamenti di sponda, preromani e romani, e di banchine fluviali recentemente scavati nei pressi di paleoalvei, a Padova, Este e nella zona tra Sile e Piave (BALISTA, 1998; CIPRIANO & SANDRINI, 2001). E doveva trattarsi di un'arginatura di ragguardevoli dimensioni se, con un altro tratto, distante da essa due miglia e mezza, sembrava proseguire verso la laguna. Molti i materiali recuperati a Vallonga nel secolo scorso, privi di dati di scavo e contesto, la maggior parte dei quali rinvenuti in prossimità del canale Brentella che attraversa in direzione ovest-est il paese, ma tutti estremamente significativi: elementi architettonici, rocchi e basi di colonna, capitelli, elementi di decorazione architettonica, stele e monumenti funerari, elementi di condutture, frammenti di mosaico ripor-

tano a complessi monumentali e necropoli, del tutto rari in territori centuriati e che richiamano invece un insediamento di tipo non rurale, quasi "urbano", di cui ignoriamo totalmente *status* giuridico, caratteristiche urbanistiche ed estensione, identificabile forse nel famoso *Portus Aedro* citato da Plinio, e localizzato dagli studiosi proprio in quest'area (ROSADA, 1980; BOSIO, 1967). Sempre a un centro amministrativamente autonomo e alla presenza di un fiume nella zona riporta anche l'iscrizione descritta dal Mommsen nel *Corpus Inscriptionum Latinarum*, rinvenuta a Vallonga e dispersa (CIL, V, 2878), che menziona un quattuorviro patavino che, durante la sua carica, restaurò a sue spese ponti e sistemò strade.

Altri ritrovamenti sono localizzati lungo il dosso anche nella zona di Arzergrande (PD), non meglio localizzabili, dove alla fine del 1800 si "dissotterrarono", senza altre indicazioni di ritrovamento (VALENTINELLI, 1851), moltissimi frammenti lapidei, rocchi di colonne, elementi architettonici, capitelli e forse basoli di strade. Altri ritrovamenti a Codevigo e Rosara (CAPUIS *et al.*, 1994, F. 65, 19, 20) non sono meglio interpretabili, ma costituiscono attestazioni della presenza romana sul dosso in direzione ovest-est fino al margine lagunare. Il materiale edito e di cui siamo a conoscenza (ROSADA, 1980) non sembra databile oltre il II secolo d.C. I dati a nostra disposizione non consentono di confermare un'effettiva rarefazione insediativa, che sembra caratterizzare l'intero percorso dal III secolo d.C.; lo spopolamento, peraltro documentato e comune a vaste aree della pianura padana partire dal II secolo d.C., potrebbe forse essere messo in relazione con la fase iniziale della disattivazione del fiume, ipotizzata anche da alcuni autori (FAVERO, 1989; 1991c, 1991d).

La cartografia storica cinquecentesca, che riporta una situazione ambientale simile a quella di epoca romana, caratterizzata da un'importante fase di regressione marina e conseguente emersione di terre oltre il limite interno lagunare attuale (DORIGO, 1983), offre indicazioni su un possibile percorso terrestre e endolagunare in diretta prosecuzione con i due rami e segnala la presenza di alcune forme rilevate e indicate come dosso, ora sommerse. L'ampio dosso della Fogolana, percorso dalla *Fossa Orcha*, risulta in diretta prosecuzione della terminazione esterna meridionale del dosso di Arzergrande, attribuito a età romana. Sempre in continuità con la propaggine interna meridionale del dosso di Arzergrande è raffigurato il *dosso dell'Agugiario*, attraversato dal primo tratto del *canal Siocho* (ASVE, Sea, Diversi 128/4).

Tali forme rappresentano la continuazione di antichi percorsi a est del margine interno lagunare e potrebbero corrispondere alle principali direttrici fluvio-lagunari antiche del Brenta. La documentazione archeologica in quest'area, totalmente assente

nella carta geomorfologica, sembra corrispondere più a una carenza documentaria che a un'effettiva assenza insediativa se ricerche effettuate da Canal e dal gruppo *Mino Meduaco*, tuttora parzialmente inedite, nell'area lagunare prospiciente l'uscita del fiume in laguna rivelano presenze insediative di epoca romana lungo il percorso, oggi lagunare del fiume, lungo la Cavaizza, valle Figheri e Perimpiè (GIROTTO, 2011, S. 31, 44, 46, 42) e in aree oggi sommerse, in età romana probabilmente emerse, insediate e coltivate, che vengono indicate nelle carte storiche cinquecentesche ancora come *Bone Terre* e interessate da sistemi di drenaggio orientati con la centuriazione di epoca romana (Fig. 2.18).

#### **Le direttrici fluviali e lagunari in età tardo-romana e medievale (IV - XI secolo d.C.)**

L'ultima direttrice naturale del Brenta coincide con l'ampio dosso sabbioso presente da Stra, per Dolo e Mira, fino a Oriago, attualmente attraversato dal canale artificiale Naviglio Brenta. Molti i dossi minori, che si staccano dal fianco meridionale del dosso di Stra e che gli studiosi ipotizzano essere stati attivi in età romana: il dosso di Sambruson - Lugo, il dosso delle Giare, il dosso di Porto Menai, San Ilario; il dosso di Mira Porte.

Non ci sono conferme cronologiche circa l'inizio e l'attivazione del dosso di Stra. L'indagine geologica recente (BONDESAN *et al.*, 2008) rileva un corpo sabbioso modesto, la cui formazione si fa risalire all'ultimo millennio, datazione del tutto compatibile quindi con la deviazione operata dai padovani del 1143 (CESSI, 1943; BORTOLAMI, 1987; 2003). E compatibile risulta anche l'unica datazione <sup>14</sup>C disponibile (BONDESAN *et al.*, 2008), relativa a un limo torboso presente tra 2,10 e 2,35 m di profondità al di sotto della diramazione del dosso delle Giare, che ha fornito una data di 955±55 BP. Una mappa di Cristoforo Sabbadino (ASVE, Sea Laguna 5), redatta nel 1540 ma copia di un originale quattrocentesco, mostra il percorso del Brenta lungo il dosso di Stra, dopo la *incisio Brente*, la deviazione che i padovani nel 1143 avrebbero aperto nell'argine sinistro del vecchio alveo, portando le acque a sfociare in laguna davanti a Venezia, nel territorio del delta di San Ilario, dove aveva sede un monastero (CESSI, 1943; BORTOLAMI, 2003).

La carta storica riporta due foci, la più antica a nord, non già più attiva nel '400, in corrispondenza della Punta dei Lovi, nei pressi della quale è significativamente riportato *Sacha de soto Brenta*, che è stata riconosciuta come "una forma fluviale di transizione tra gli apparati deltizi, stretti e molto allungati, e gli argini naturali" (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983; FERSUOCH, 1995) ed è probabile corrisponda a una foce del Brenta situata nei pressi di Santa Marta e chiusa dai veneziani nel 1191 nella speranza di rallentare il preoccupante fenomeno di interrimento



Fig. 2.18 - Restituzione grafica di una carta cinquecentesca dell'area lagunare centro-meridionale (Progetto IMAGO, ASVE, Sea Diversi 128/4) in una foto satellitare (FURLANETTO & BERTANI, inedita, esposta alla mostra "Cartografia e tutela del territorio. L'esperienza di Sabbadino. 1560-2010", Chioggia, 4.02 ÷ 5.03.2011). In rosso è riportata l'idrografia artificiale, in giallo i dossi, antichi deflussi del Brenta, ora sommersi, in giallo più scuro i lidi, in celeste l'area umida, in azzurro lo spazio lagunare.

della laguna. L'altro ramo, indicato nella cartografia cinquecentesca come *"fiume de Uriago al presente Brenta"*, sfociava più a sud a Fusina, a ulteriore conferma dell'ipotesi che il fiume avesse occupato alvei già esistenti.

Le più antiche testimonianze archeologiche sono sporadiche, del tutto prive di contesto ed estremamente labili: si tratta del ritrovamento a Stra, lungo il corso del Brenta, a Villa Pisani, di una spada, databile all'età del Bronzo (CAPUIS *et al.*, 1994, p.

61, 202), la cui presenza è solitamente interpretata come offerta votiva legata ai corsi d'acqua (BIANCHIN CITTON & MALNATI, 2001). Alla presenza di un fiume richiamano le tracce insediative e un'arginatura lignea, non meglio precisabili, nei pressi della fornace Val d'Adige a Sambruson, purtroppo non ben localizzate, attribuite a epoca preistorica e forse riferibili all'età del Bronzo (CAPUIS *et al.*, 1994, p. 67, 245.2).

L'unica testimonianza archeologica relativa all'età



Fig. 2.19 - La carta di Cristoforo Sabbadino del 1540 che ripropone una situazione del 1400 (ASVE, Sea Laguna 5).

romana si riferisce a un altare funerario a bucrani e ghirlande rinvenuto, fuori contesto, sempre lungo il Brenta a Villa Pisani a Stra (CAPUIS *et al.*, 1994). L'analisi delle tracce sepolte telerilevate riferibili alla presenza della centuriazione che "coprono" il dosso (BAGGIO & PRIMON, 2000, inedite, messe gentilmente a disposizione dagli autori) rimette oggi in discussione l'ipotesi avanzata (MOZZI & FURLANETTO, 2004) del dosso come elemento di discontinuità nel paesaggio fisico di età romana, a nord e a sud del quale si sarebbero impostati due sistemi centuriati pertinenti al municipio di Padova e diversamente orientati; al contrario le tracce sepolte sopra il dosso negherebbero l'esistenza e il passaggio del fiume lungo il dosso di Stra, che gli agrimensori romani difficilmente avrebbero sottoposto a divisione agraria. E non forniscono alcuna conferma dell'attività in età romana della diramazione Sambruson - Lughetto - Lugo neanche i ritrovamenti archeologici riferibili a contesti insediativi e databili al I-II secolo d.C.

a Sambruson e a Lugo (CAPUIS *et al.*, 1994); di essi si può solo sottolineare la disposizione, allineati sopra e lungo il dosso fino all'idrovora di Lugo, e il loro ritrovamento in superficie.

Altrettanto scarsa risulta la documentazione archeologica, riferibile al I-II secolo d.C., a Porto Menai e in località le Giare (CAPUIS *et al.*, 1994), lungo il dosso indicato da BOSIO (1976) come il *Medoacus Maior* e da FAVERO (1989; 1991c) come il più importante percorso fluviale del Brenta in epoca antica, ma che, come già riportato, è sicuramente una rotta medievale databile all'anno mille.

La diramazione Porto Menai - Dogaletto - San Ilario si stacca dal dosso di Stra per proseguire verso Piazza Vecchia di Gambarare e Dogaletto dove, secondo MARCHIORI (1986) e FAVERO (1989), si univa alle tracce di un paleoalveo, proseguiva verso la zona dove sorgeva l'abbazia di San Ilario e da qui, oltre il margine lagunare, lungo l'Avesa, dove sono presenti depositi di sabbie del fiume. In realtà osservando la carta geomorfologica non sembra così sicuro il collegamento pubblicato da MARCHIORI (1986, figg. 2, 3) tra questo dosso e le tracce estremamente ridotte del paleoalveo, il passaggio nei pressi dell'abbazia e la sua prosecuzione oltre il margine lagunare. Nella carta geomorfologica sembra piuttosto che sia il dosso che si stacca da Mira Porte a essere in relazione con un paleoalveo che risulta passare proprio a sud dell'area dell'abbazia di San Ilario. FERSUOCH (1995),

nella restituzione territoriale riferibile a epoca medievale di quest'area, in base a documenti d'archivio e alla cartografia storica indica il percorso del Brenta di Oriago nel Boso - Bottenigo - Cason e sposta la foce del Brenta di Oriago a nord di Lizzafusina, in corrispondenza della Punta dei Lovi (ASVE, Sea Laguna 41; ASVE; Sea Brenta 1; ASVE, Sea Relazioni 1). Lo spostamento della foce consente di precisare il tracciato e la foce del fiume San Ilario oltre il margine lagunare, poco a nord dell'Avesa, subito a sud di Lizzafusina. Il San Ilario viene indicato nei documenti medievali (FERSUOCH, 1995) e in una carta di Nicolò Dal Cortivo del 1510 (ASVE, Sea Brenta 1, IMAGO 192), che riporta una situazione di età precedente, come *Una o Brenta Secca o Vecchia .... extra Brentam Sicam qui dicitur Una .... Brentam veterem qui dicitur Luna* ed è localizzabile appena sotto il margine lagunare, in direzione est, sopra e sulla cassa di colmata A dove Canal l'ha individuato attraverso sondaggi, che hanno confermato la

presenza di sabbie del Brenta e un alveo di modeste dimensioni. Il fiume doveva proseguire appena a sud di Fusina, dove era probabilmente collocata la foce, e la chiesa di San Leone costruita nel 1182 che in un atto di donazione viene così indicata "in boca de flumine sancti Ylari". Le testimonianze archeologiche, riferibili a contesti insediativi e funerari e databili all'età romana, non forniscono prova sicura del passaggio del fiume, che sembra invece coincidere nella carta geomorfologica con un canale moderno evidenziato dalla fotointerpretazione, ma testimoniano che l'area oggi barenosa sotto il Bondante (di Sopra) in età romana era emersa e abitata. Altri ritrovamenti nei pressi del canale sono riferibili ad anfore, prive di contesto e databili al I secolo d.C. Ancora anfore, tardo romane, sono state trovate da E. Canal proprio nei pressi della foce del San Ilario. E non è ancora ben interpretabile la presenza di frammenti di ceramica attica a Fusina, lungo il canale dei Petroli, e proveniente dallo scavo nel canale, poco a nord della foce del fiume San Ilario, per ora forse solo indizio dell'esistenza di un percorso di traffici endolagunare nell'età del Ferro di cui ci sfuggono i contorni e le stazioni.

### IL MEDUACUS/BRENTA

Tanti dunque sono i rami evidenziati dall'analisi geoarcheologica, difficile precisare la cronologia dei periodi di attività di ciascuno e soprattutto attribuirli ai nomi riportati dalle fonti, che sembrano riflettere situazioni geografiche diverse e cronologicamente lontane tra loro. Emerge comunque l'esistenza di percorsi del *Meduacus*/Brenta caratterizzati da fasi di attività alternate a fasi di disattivazione temporanea o definitiva, probabilmente a causa di fenomeni avulsivi: il fiume che arrivava a Lova, il più antico percorso, il dosso di Arzergrande, nei primi secoli dell'impero romano, il *Brinta* o *Brintesia* forse il fiume di età tardo romana, il dosso di Stra, il probabile deflusso del Brenta medievale.

### Il *Meduacus* di Livio e Strabone, IV a.C. - I d.C.

In base alle evidenze archeologiche e geomorfologiche si può ragionevolmente indicare nel dosso di Boion il fiume *Meduacus* menzionato da Livio e Strabone e attribuibile a un fiume attivo nel IV secolo a.C. e sicuramente fino all'età augustea.

Sembrano coincidere le parole dei due scrittori e i riscontri geomorfologici e archeologici. Livio rife-

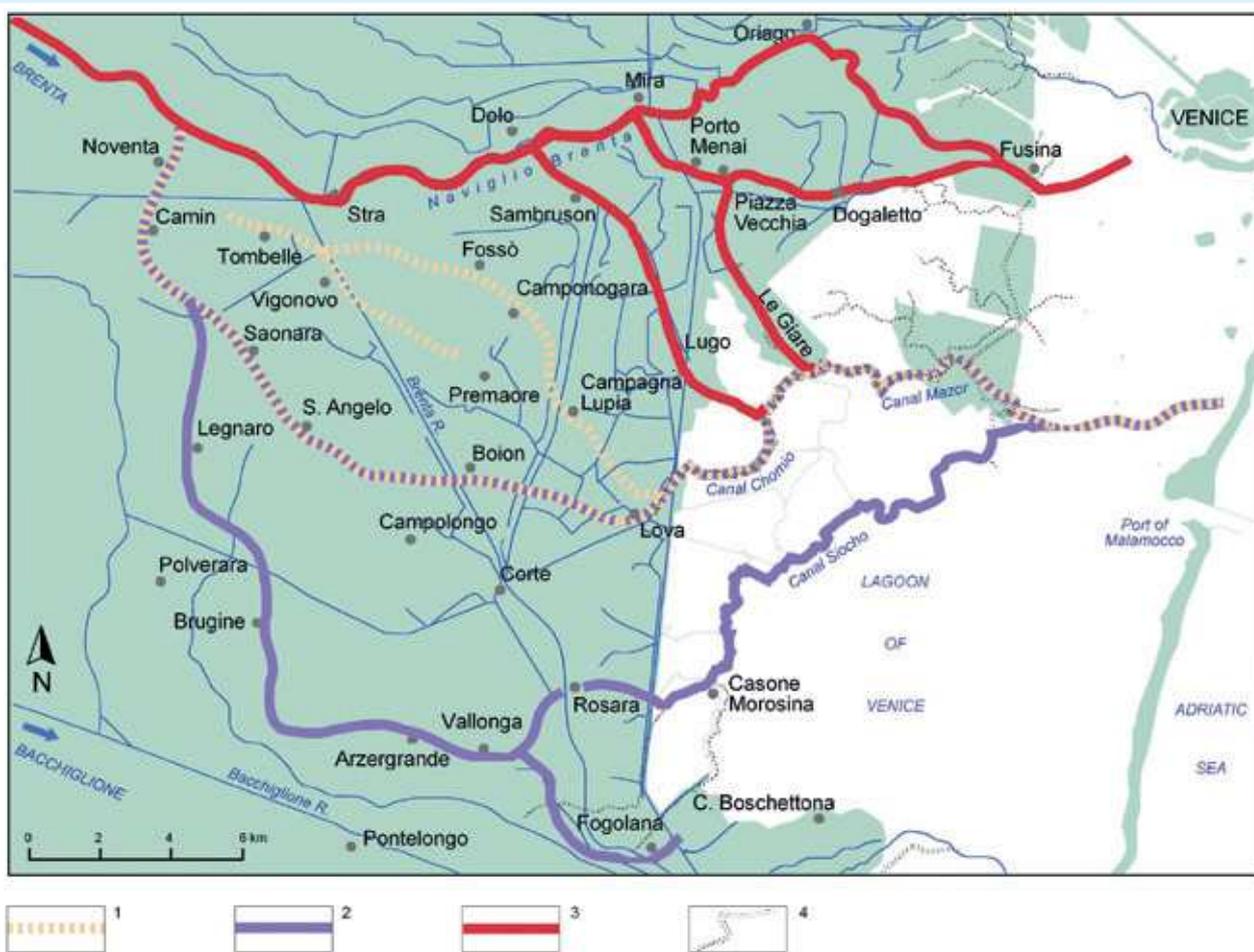


Fig. 2.20 - Le direttrici fluvio-lagunari del *Meduacus*/Brenta in epoca pre-romana, romana e medievale. Legenda: 1) età del Ferro; 2) età romana; 3) età medievale; 4) paleoidrografia desunta da cartografia storica cinquecentesca (FURLANETTO, 2004d, modificato).

risce dell'esistenza di un fiume profondo, *Meduacus ammis erat*, della sua foce e del suo percorso endolagunare. Strabone ricorda un grande porto, *Meduacus*, e un fiume con lo stesso nome, risalendo il quale per 250 stadi si poteva raggiungere Padova. Scrittore latino della prima metà del I secolo d.C. l'uno, che riferisce di un episodio accaduto nel 302 a.C., scrittore di lingua greca Strabone, di età augusteo-tiberiana, le cui fonti sono attribuibili al II-I secolo a.C. (VIOLANTE, 1994). Un solo fiume citano questi scrittori, il *Meduacus* appunto, attivo tra il IV e il II-I a.C., e una è la direttrice fluviolagunare che emerge dalle evidenze archeologiche e geomorfologiche: un fiume in laguna e un porto, un percorso endolagunare steso tra il porto di Malamocco e Padova e segnalato dai ritrovamenti di San Leonardo in Fossa Mala e Malamocco; un percorso terrestre indicato dalla presenza di una serie di siti, prevalentemente di contesto votivo, sul dosso, lungo tutto il percorso del fiume da Lova, Boion, Camin fino a Padova. Un sottile filo d'Arianna sembra legare i siti in terraferma e laguna di questa direttrice fluviale che ha come fulcro il santuario di Lova, fulcro dei due percorsi, terrestre e lagunare, punto d'arrivo e partenza verso Padova, in una direzione, e Malamocco nell'altra. Da Padova partivano uomini e merci, che ritroviamo a Lova, a Lova arrivavano uomini e merci da Malamocco e dagli empori adriatici di Adria e forse di Spina, arrivavano devoti, "stranieri" come ci indica l'iscrizione nel castone dell'anello d'oro, rinvenuto durante gli scavi, che riporta appunto *ostis*, straniero/ospite/ospitato.



Fig. 2.21 - L'anello d'oro con castone che riporta *Ostis* rinvenuto a Lova (BONOMI, 2001).

La chiusura della via endolagunare per San Leonardo in Fossa Mala tra il III a.C. e il VI d.C. e la cesura insediativa temporanea di Malamocco, documentata dal III-II secolo a.C., probabilmente determinate da mutate condizioni ambientali, sembrano in apparente contrasto con la monumentalizzazione del santuario di Lova del II secolo a.C. (BONOMI

& MALACRIMO, 2011), la cui costruzione potrebbe essere giustificata dalla vicinanza con il tracciato della via perilagunare Popilia nel tratto da Adria ad Altino, stesa nel 132 a.C.

La deliberata e altrettanto "misteriosa" distruzione del santuario a metà del I secolo d.C. trova una possibile spiegazione nelle mutate condizioni ambientali ed economiche: la regressione marina e la conseguente emersione di terre determinano una diversa posizione logistica e strategica del santuario, non più alle "porte di Padova", a confine tra terra e mare; lo spostamento del Brenta lungo la direttrice di Arzergrande (PD) ha come conseguenze dirette una riduzione di portata e una perdita di ruolo e interessi economici, commerciali e culturali del vecchio percorso, a favore dell'apertura di nuove rotte.

Alla sopravvivenza del vecchio percorso rimanda il rinvenimento, durante lavori di bonifica del canale Cornio, di una struttura lignea realizzata con assi orizzontali sostenuti da pali infissi verticalmente: attribuito a età tardo repubblicana, è stato identificato da Luigi Fozzati come sistema di alaggio per le barche (inedito, GIROTTO, 2011, S36).

E sempre in questa direzione portano le tracce della centuriazione evidenziate dalla fotointerpretazione nella carta geomorfologica, appena a sud di Lova; la loro presenza, confermata dalla ricostruzione della centuriazione di PESAVENTO MATTIOLI (1984), indicherebbe che il dosso era inserito nella sistemazione agraria e che il fiume, o più probabilmente il suo relitto, perfettamente integrato nella centuriazione, orientato secondo i decumani e la linea di massima pendenza, non doveva creare problemi di tipo idraulico ai terreni circostanti, ma poteva garantire irrigazione e un ottimo deflusso delle acque.

Sono forse interpretabili e riconducibili a un periodo ancora di attività del corso d'acqua in epoca romana anche i recenti rinvenimenti oltre il Taglio Nuovissimo, lungo il Cornio (GIROTTO, 2011, S13) e nel suo alveo (GIROTTO, 2011, S35), attribuibili a edifici romani probabilmente perispondali o prossimi al corso d'acqua, intaccati ed erosi dal fiume nei suoi spostamenti in epoche successive.

Nessuna altra indicazione possediamo sulla storia di questo fiume e sul percorso nei secoli successivi il I secolo d.C.

### ***Meduaci duo*, Plinio, età romana**

Un fiume sicuramente attivo in età romana scendeva da Noventa per Camin, dove è stato scoperto un ponte di età romana (PESAVENTO MATTIOLI, 1986), per Saonara, dove un corso d'acqua risulta attivo nella prima metà del I millennio a.C. e tra il V e il IX secolo d.C. (CASTIGLIONI *et al.*, 1987), attraversava il dosso di Arzergrande e sfociava in laguna attraverso due rami, nei pressi della Fogolana e di Case Morosina. *Sicut Aedronem Meduaci duo ac Fossa Clodia*, "così come i due *Meduaci* e la fossa

Clodia formano il porto di Edrone” (PLINIO, *Naturalis Historia*, III, 120-121; ROSADA, 2003). Così Plinio menziona il *Meduaco*, anzi i due *Meduaci*, quando riporta la complessa e articolata descrizione del delta del Po, e li associa al *Portus Aedro* e alla *fossa Clodia*. Plinio, scrittore di età augustea nella seconda metà del I secolo d.C., ricorda un *Meduacus*, e un fiume, probabilmente un Brenta, in base alle evidenze archeologiche e geomorfologiche, sembra attivo in età romana lungo il dosso di Arzergrande. Lo scrittore fornisce una descrizione geografica dell'area deltizia e riporta in successione da sud a nord le bocche e i porti dei numerosi rami del Po, secondo una prospettiva dal mare verso terra. E, secondo una prospettiva dal mare, correttamente “vede” e registra i due rami del fiume che, com'è riportato nella carta geomorfologica, si biforcavano dopo Codevigo e sfociavano in laguna nei pressi della Fogolana e di Case Morosina.

Se sembra plausibile riconoscere i due *Meduaci* nei due rami in cui si biforcava il fiume dopo Codevigo, i rami della Fogolana e della Morosina, non è ancora possibile collocare la *fossa Clodia*, una fossa artificiale *per transversum*, scavata trasversalmente all'asta di deflusso del fiume che doveva in qualche modo collegare i due rami (tali manufatti erano solitamente costruiti dai romani come scolmatore delle acque dei fiumi). Trova forse corrispondenza invece, pur con qualche cautela, la localizzazione di *Portus Aedro* con Vallonga. Il porto fluviale, assimilabile dagli studiosi a *Evrone*, stazione di posta, di cui fa menzione la *Tabula Peutingeriana* (BOSIO, 1976; ROSADA, 1980), era situato, secondo Plinio, alla confluenza dei *Meduaci duo* e della *Fossa Clodia* e infatti poco dopo Vallonga, a Codevigo, il fiume si divideva in due rami.

*Fossa Clodia* richiama il nome Chioggia (PELLEGRINI, 1976), che in questo modo viene anche riportata nelle mappe cinquecentesche (ASVE, *Sea Laguna*, 16) e da cui provengono testimonianze archeologiche di epoca romana di reimpiego, prive di contesto e di difficile lettura e interpretazione: iscrizioni funerarie (CAPUIS *et al.*, 1994, F.65, 36.1; 36.2; 37.2), monumenti funerari lapidei provenienti dalle fondazioni della cattedrale, molte monete, databili al I-II secolo d.C., non possono essere letti per ora come sicure testimonianze della presenza di epoca romana in quest'area. I dati in nostro possesso non consentono quindi di ricostruire con sicurezza percorsi endolagunari, né direttrici fluvio-lagunari i cui contorni rimangono ancora sfumati, né al momento è possibile identificare un collegamento con Chioggia o un altro centro, forse tappa sul margine costiero di quell'itinerario endolagunare, riportato dalle fonti, che univa Rimini, Ravenna e Altino (ITINERARIO ANTONINO, 126). Sono ancora scarsi e puramente indiziari i rinvenimenti archeologici per confermare il percorso endolagunare che dal

dosso della Morosina, attraverso il canal Schioco, riportato in una carta di Dal Cortivo del 1534 (ASVE, *Sea Laguna* 3), avrebbe potuto collegarsi a un ramo del paleo Brenta individuato da Canal, e raggiungere il porto di Malamocco, una volta disattivata la via di età pre-romana che da Lova, San Leonardo in Fossa Mala arrivava a Malamocco. Sulla storia del percorso di questo ramo altro non possiamo dire se non che le evidenze archeologiche sembrano arrestarsi al II secolo d.C. e che è sicuramente documentata una fase di attività del fiume nel tratto a nord, a Saonara, ancora nel IX secolo d.C. Si tratta per ora solo di labili indizi, non meglio interpretabili per ora, dell'esistenza di un ramo del fiume forse caratterizzato da fasi di attività alternate a conseguenti fasi di disattivazione, probabilmente a causa di fenomeni avulsivi.

#### **Maio e Mino Meduaco, Brintesia, la direttrice tardo romana e medievale del Brenta, III-V d.C./ XII secolo**

Mancano sicure evidenze archeologiche e geomorfologiche a conferma dell'esistenza di uno o più rami attivi del Brenta in età romana lungo il dosso di Stra, concordemente identificato da tutti gli studiosi come il *Meduacus Maior*. Recenti indagini geologiche (BONDESAN *et al.*, 2008) lo descrivono come un dosso modesto, di formazione recente, riferibile all'ultimo millennio, attribuzione cronostratigrafica del tutto compatibile con la deviazione del Brenta operata dai padovani nel 1143 e coerente con la radiodatazione sul dosso delle Giare che ne conferma il deflusso in epoca medievale. I dati archeologici a disposizione non confermano la presenza del fiume in età romana, che per ora è indiziata solo da dati vecchi e di dubbia interpretazione relativi ai sedimenti fluviali in laguna attribuiti al passaggio del fiume in età tardoantica o medievale, (FAVERO, 1989; 1991c; PIRAZZOLI *et al.*, 1979, MARCELLO & SPADA, 1968; ARENA, 1959), recentemente messi in discussione (BONDESAN *et al.*, 2008). Il fiume che doveva scorrere lungo il dosso di Stra viene identificato dagli studiosi come il *Meduacus Maior* e fatto defluire lungo il dosso di Lugo, sulla base della identificazione a Sambruson della stazione di posta *Meduaco Maio*, come luogo di sosta, nella *Tabula Peutingeriana* (Segmento III, 5; BOSIO, 1976; BOSIO 1983), a sei miglia di distanza, 9 km cioè, dalla stazione *Mino Medoaco* localizzata a Lova. Se per ora l'ipotesi di un percorso del *Meduacus Maior* lungo il dosso di Stra viene negata da considerazioni geomorfologiche e assenza di dati archeologici, e la diramazione lungo il dosso delle Giare viene ragionevolmente ritenuta medievale, anche quella Sambruson - Lugo risulta tuttora priva di conferme geoarcheologiche. E nessun dato geomorfologico e archeologico consente di identificare per ora la diramazione di Porto Menai, Dogaletto, abbazia di

San Ilario, come l'altro ramo del *Meduacus Maior*, proposto dagli studiosi come un altro possibile percorso attivo in età romana, indiziato per ora solo dal nome *Ad Portum* = Porto Menai, e da un popolamento diffuso attestato nei pressi del fiume. Se dunque rimangono ancora molte incertezze sull'esistenza in età romana del percorso del Brenta più settentrionale, ancora molti dubbi e perplessità suscitano le fonti e la loro interpretazione. Se è verosimile ritenere, come proposto dagli studiosi, che la *Tabula Peutingeriana*, *itinerarium pictum*, un itinerario stradale, sia una copia del XII-XIII secolo di un originale redatto nella seconda metà del IV-V secolo d.C., a sua volta aggiornamento di precedenti rappresentazioni cartografiche (BOSIO, 1983; CALZOLARI, 2000), è altrettanto plausibile ipotizzare che riflettesse una situazione geografica di epoca tardo romana, non lontana dall'epoca di redazione. Nella *Tabula* grande risalto viene dato ai fiumi, anche minori, che vengono raffigurati e indicati nella maggior parte dei casi con *FL(uvius)* accompagnato dal nome. *Mansiones* e *mutationes*, come punti di transito, luoghi di sosta, spesso raffigurate da una vignetta, sono solitamente indicate con il toponimo e l'indicazione *fl(umen)* vicino (BOSIO, 1983).

La *Tabula* riporta *Evrone*, *Mino Meduaco*, *Maio Meduaco*, *Ad Portum*, lungo la strada perilagunare stesa tra Adria e Altino. Riconosciute come luoghi di sosta e pernottamento, *mansiones*, starebbero a indicare la presenza di corsi d'acqua (BOSIO, 1983; MALIPIERO, 1984; CALZOLARI, 2000). In questo caso la *Tabula*, non riportando né *Fl(umen)*, né il tracciato del fiume, non sembra voler segnalare la presenza di un fiume attivo, ma solo la stazione che ne ricordava il passaggio. Quindi le menzioni delle stazioni di posta sarebbero la conferma indiretta di tre rami non più attivi del fiume in età tardo romana, dell'esistenza cioè, in epoca anteriore a quella della reda-

zione della carta, del *Meduacus* a *Evrone*, il *portus Aedro* pliniano, del *Meduacus Minor* a Lova e del *Meduacus Maius* lungo il dosso di Stra. Trovano buona corrispondenza in carta le distanze riportate nella *Tabula Peutingeriana* misurate sul tracciato della via perilagunare Adria - Altino, partendo da Altino (diversamente da BASSANI, 2010, fig. 35) e le evidenze geomorfologiche: in base ad esse la localizzazione della *mansio Maio Medoaco* a 8,88 km (VI *milia*), dalla *mansio ad portum*<sup>13</sup> verrebbe a "cadere" poco più a nord del dosso di Sambruson - Lughetto, per ora ancora non confermato come un percorso del fiume attivo in età tardo romana; la *mansio Mino Medoaco* si troverebbe appena a sud di Lova, poco più a sud del dosso di Boion, molto vicina al rettilineo desunto dalla fotointerpretazione, e la *mansio Evrone* si troverebbe a circa due chilometri a nord dal dosso di Arzergrande (Fig. 2.38).

In conclusione la lettura geoarcheologica conferma quindi l'esistenza di un fiume più antico, il *Meduacus* di Livio e Strabone, in età preromana, lungo il dosso di Boion, e di due rami attivi in età romana: il percorso per Arzergrande e, con probabile minor portata, l'altro ramo, il *Minor* della *Tabula Peutingeriana*, lungo il dosso di Boion ancora attivo, riconoscibili forse nei *Meduaci duo* di Plinio. Sui percorsi del fiume successivi al II-III secolo d.C. altro per ora non si può dire, in attesa di nuove indagini e radiodatazioni. Non risolta e ancora aperta risulta l'ipotesi che il fiume, spostando nuovamente il suo corso, in età romana/tardo romana si sia portato verso nord, lungo il dosso di Stra, come indicherebbe l'indicazione della *mansio Maio Medoaco* riportata nella *Tabula*. In un'altra direzione e verso altre ipotesi ci porta la *Tabula* e nuove indicazioni cartografiche e geomorfologiche. Nella *Tabula*

<sup>13</sup> Che non viene a coincidere con Porto Menai.



Fig. 2.22 - Il Brenton nella carta del 1532 di Dal Cortivo, conservata all'Archivio di Stato di Venezia (ASVE, Sea, Laguna 3).

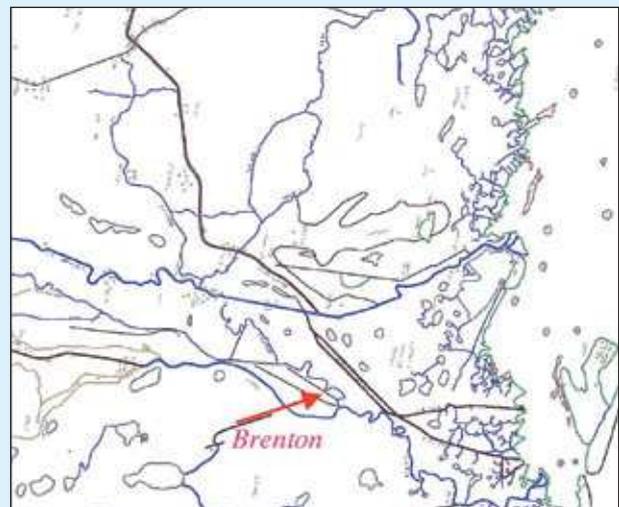


Fig. 2.23 - Il Brenton, relitto dell'antico *Brintesia*, nella restituzione grafica di una carta cinquecentesca (ASVE, Sea, Laguna 3; progetto IMAGO).

*Peutingeria* (Segmento III, 5) è ancora indicato come *Fl Meduacum* il tracciato a nord di Padova e un *Fl(uvius) Brintesia* viene invece riportato poco sotto la stazione *Fossis*, a sud di *Evrone* (Fig. 2.40): richiama nel nome il fiume Brenta e rappresenta la più antica attestazione del nome, menzionato come *Brinta* solo a partire dal VI-VII secolo d.C. in un itinerario tardo (ANONIMO RAVENNATE, IV, 36), e nel racconto di Venanzio Fortunato che nel 567 d.C. nella descrizione del suo viaggio da Ravenna al Tagliamento supera: il *Padus*, l'*Atesis*, la *Brinta*, appunto, il *Plavis*, la *Liquentia*, il *Teliamentum* (VENANZIO FORTUNATO, *Vita di San Martino*, IV, 677). La menzione *Brinta*, *Brintesia* sembra indicare dunque un ramo ancor più meridionale del fiume, il cui idronimo i linguisti riconducono a voce indigena, nel significato di “corso d’acqua, canale, inondazione” (LEI, 2000, 345-363), precedente la romanizzazione delle Venezia, che avrebbe soppiantato in epoca tarda il nome latino (BORTOLAMI, 2003). E *Brinta* richiama anche il tracciato di un corso d’acqua indicato nelle carte storiche della prima metà del cinquecento (ASVE, Sea, Laguna 3)

come *Brentella Vecchia*, *Brenton*, che scorreva nella prima parte del suo percorso parallelo alla Brenta Nova, alla sua destra idrografica. E’ probabile che almeno una parte di questo percorso, quella inferiore che trova buona corrispondenza con i paleoalvei desunti da fotointerpretazione, rappresenti la traccia probabilmente medievale, ormai relitta, del Brenta prima che il fiume venisse fatto defluire per Fiesso d’Artico, Dolo, Mira e Fusina nel 1143, ma che in parte doveva ancora continuare a scorrere nel suo vecchio letto se è documentata una fase di attività del fiume nel tratto a nord, a Saonara, ancora nel IX secolo d.C., e se la tradizione cronachistica pone ancora nel 1215 (BRUNELLO, 1993; BORTOLAMI, 2003) la foce del fiume nei pressi della Torre delle Bebbe, in località Le Bebbe, a Brondolo<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> La ricostruzione dei percorsi del Brenta è ora proposta in BONDESAN & FURLANETTO, *The Artificial Fluvial Diversions in the Mainland of the Lagoon of Venice during the XVI and XVII Centuries inferred by historical cartography analysis*, in *Géomorfologie*, cs.

### 2.3. L'ETÀ ROMANA (II a.C. - III d.C.)

“... dove è terra s'accrescon le acque et dove son l'acque discopresi la terra”.

Cristoforo Sabbadino da Chioza

Efficacemente così, Cristoforo Sabbadino *Inzegner proto* veneziano, descrive la Laguna alla metà del 1500, e le sue parole possono ben adattarsi alla situazione ambientale dell'età romana.

Profonde le trasformazioni che incideranno, nella laguna e nel territorio contermini, così profonde da mutare completamente e per sempre il paesaggio, che coincide oggi con la provincia di Venezia.

La romanizzazione, concetto storiografico convenzionalmente inteso come “il processo attraverso il quale si consuma nel tempo l'incontro tra cultura indigena e cultura romana” (CRESCI MARRONE, 2011), ebbe inizio nel II secolo a.C. e proseguì per quasi due secoli. Fu un processo graduale e pacifico, a opera di élites indigene, che vide un progressivo adeguamento a schemi e canoni romani, urbanistici e territoriali. Il trattato di alleanza del 225 a.C. tra Veneti e Romani diventa la pietra miliare di questo rapporto, che continuerà nella costruzione di strade, la *via Postumia* per prima, e successivamente la *via Annia* e la *via Popilia* nel II secolo a.C., nei riassetto urbanistici dei centri, nel controllo delle acque e territoriale più in generale, e si concluderà, dopo la concessione della *latinitas*, forma limitata di cittadinanza nell'89 a.C., con l'attribuzione, alla metà del I secolo a.C., della *civitas* romana ad Altino e Concordia, preludio in età protoaugustea e augustea della loro monumentalizzazione, secondo modelli architettonici e urbanistici pienamente romani

(CAPOZZA, 1987; LURASCHI, 1993; BUCHI, 1989; 1999; BANDELLI, 1999; 2009; CRESCI MARRONE, 2011).

Una “veloce” fase trasgressiva, con risalita del livello marino (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980) tra il II e il I secolo a.C. è indirettamente confermata, nei pressi di Ca' Tron (Roncade - TV), dallo spostamento di un tratto della *via Annia* in posizione più arretrata rispetto al margine lagunare invaso dalle acque. E la presenza di acque salmastre nei canali che circondavano Altino è documentata anche dal ritrovamento di sedimenti lagunari rinvenuti sotto le fondazioni della Porta urbana settentrionale (TOMBOLANI, 1985b). E anche l'abbandono del percorso endolagunare che da Lova proseguiva per San Leonardo in Fossa Mala e il porto di Malamocco viene messo in relazione alla risalita dell'acqua (vedi scheda “I percorsi del Brenta in epoca antica: una proposta di lettura geoarcheologica”).

In epoca immediatamente successiva, durante il I secolo a.C., ha inizio una fase di regressione marina che ha come inevitabile conseguenza l'abbassamento del livello marino e la progressiva emersione di intere aree lagunari (DORIGO, 1983; 1994a, 1994b, 1995, BONARDI *et al.*, 1998; CANAL & CAVAZZONI, 2001; ALBERTOTANZA *et al.*, 1977; CANAL, 1998; 2004; FURLANETTO 2004). Rimandano proprio a un ambiente di acqua dolce le stratificazioni che si accrescono in appoggio alla struttura della porta la cui costruzione è databile alla prima metà del I secolo a.C. (TOMBOLANI, 1985a; GAMBACURTA, 1992). L'avvenuta sostituzione all'interno della città delle acque dolci, determinata dalla trasgressione marina, viene indirettamente confermata anche dalla chiusura di un allevamento di ostriche,

il cui mantenimento è condizionato dalla presenza di acque salmastre, e dell'obliterazione del fossato che lo ospitava alla fine del I secolo a.C. (BALISTA & SAINATI, 2003). L'esclusione delle acque salmastre da Altino potrebbe essere la causa dell'obliterazione del tratto meridionale del canale Sioncello che risulta già disattivato e obliterato in età protoaugustea (SANDRINI, 2011). Alla fine del I secolo a.C. studi e ricerche di tipo archeologico e geomorfologico rivelano concordi una laguna parzialmente emersa, abitata, coltivata e, forse, in parte centuriata: il margine lagunare interno è più avanzato rispetto all'attuale e gli spazi lagunari ristretti, cordoni dunosi fossili, desunti da cartografia storica, immagini telerilevate e rilevamento determinano la linea di costa antica molto arretrata rispetto all'attuale. L'estensione della laguna trova confronti con quella dei primi decenni del XVI secolo, quando una forte regressione marina viene "fissata" e cartografata nelle celebri mappe di Cristoforo Sabbadino e di Dal Cortivo. Risultano emerse e densamente abitate aree, ora barenose, nei pressi del canale Bondante, a Fusina, l'area di Sacca delle Case, nei

pressi di Tessera, e la zona, attualmente barenosa, di Ca' Zane - Ronchi, a sud del Taglio del Sile. Analisi sedimentologiche confermano l'assenza di un fiume e l'instaurarsi di un ambiente lagunare nell'area di Sette Soleri - Barena del Vigno, dove scorreva un corso d'acqua nell'età precedente. L'area compresa tra Torcello e Burano doveva essere completamente emersa: probabilmente coltivate, ma non abitate stabilmente, suggerisce CANAL (1998), le isole di Torcello e Mazzorbo, se indagini archeologiche non hanno per ora evidenziato insediamenti stabili, ma solo la presenza di materiale d'epoca romana in terreno di riporto. Al contrario si mostra densamente abitata l'area contigua alle due isole, oggi sommersa, dove Canal ha rilevato la presenza di edifici, di strade e una probabile struttura portuale. L'area dello Scanello era collegata al mare attraverso un canale salso e probabilmente ad Altino attraverso un corso d'acqua di cui per ora ignoriamo il percorso.

La probabile estensione della laguna in epoca antica è riportata nella Fig. 2.24, rielaborata da un originale di Ernesto Canal (FURLANETTO, 2004b). Anche l'area

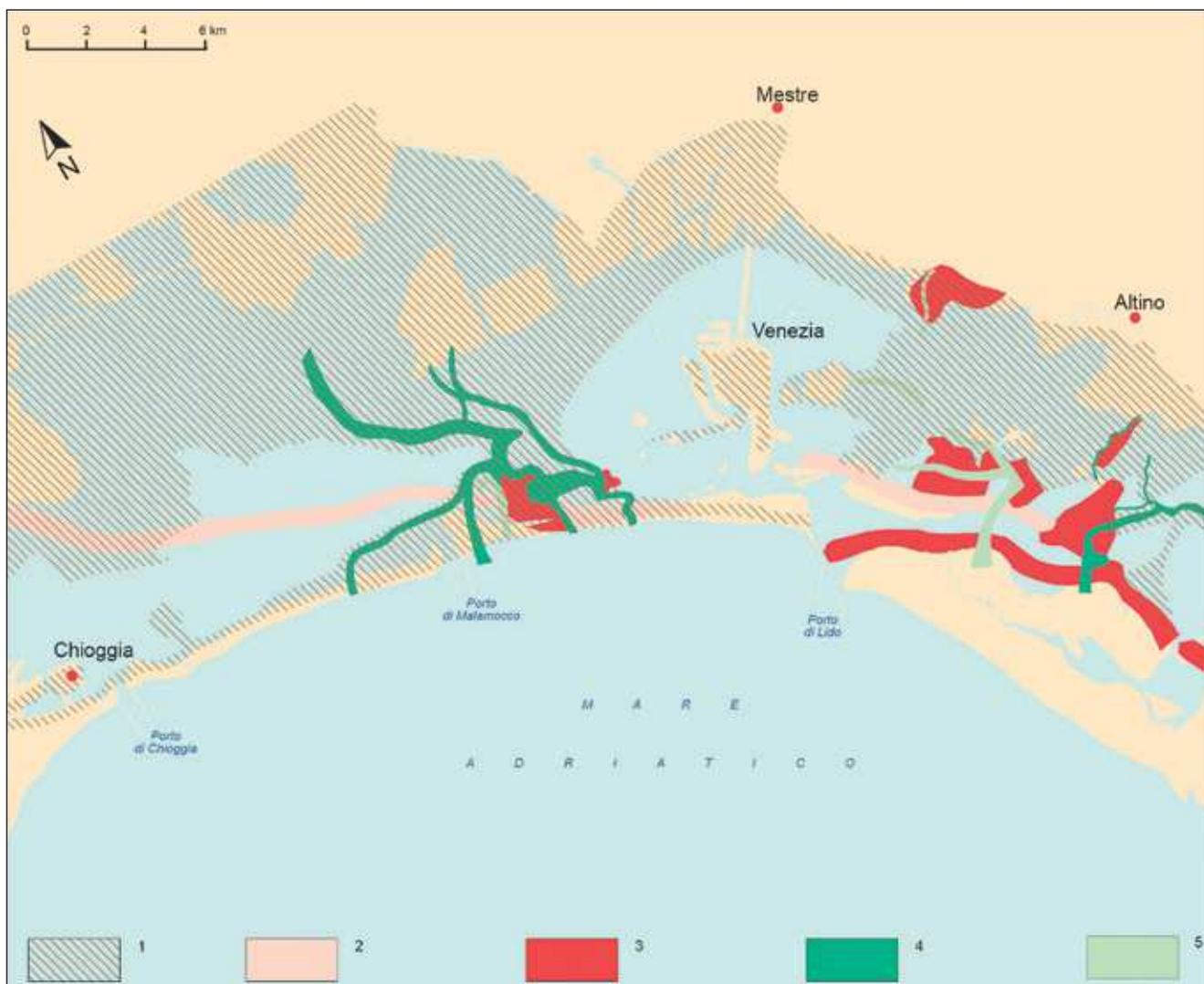


Fig. 2.24 - La laguna di Venezia in epoca romana.

Legenda: 1) terre emerse; 2) linee di costa; 3) terre emerse e abitate; 4) paleoalvei del Brenta e del Piave; 5) canale salso (FURLANETTO, 2004b).

attualmente occupata dalle valli dell'Averto, Figheri, Pierimpiè, Millecampi e Morosina era probabilmente emersa, come sembrano confermare recenti indagini di superficie non sistematiche condotte da appassionati e gruppi archeologici locali.

Aree con concentrazione di reperti archeologici di epoca romana e altomedievale sono visibili durante i periodi di bassa marea soprattutto nei pressi delle barene che occupano il margine esterno lagunare attuale. Le tracce archeologiche sembrano riferibili a contesti insediativi sparsi, caratteristica comune ad aree di pianura solitamente abitate e coltivate in epoca romana. MARZEMIN (1937) riporta alcuni ritrovamenti archeologici nell'area lagunare, a est del Taglio Nuovissimo, che sembrano un'ulteriore conferma all'ipotesi che l'area fosse emersa e abitata stabilmente in epoca romana:

“nei dintorni nella località detta il Lago del Porco fuori di Riola Abbasso fra il Torson di Sotto e Riola si rinvennero fondamenta con sassi e pietroni poi utilizzati nelle Motte di Valle”; “presso l'argine del Brenta Novissimo alla destra della canaletta di Lova” si rinvenne “un pavimento a mosaico decorato con fascie e assai leggiadro”; “nella punta tra il canale della Bastia e il canale di Piove e a Motta del Spin” furono rinvenuti “tavoloni e palancole di larice che servivano di fondazione ai fabbricati che in altri tempi esistevano”; “e così lungo l'argine della fossa Cavaizza” dove si rinvennero “urne cinerarie, embrice, mattoni romani e monete”. L'area era quindi abitata e probabilmente, come altre aree contigue, coltivata e attraversata da corsi d'acqua, dei quali conserviamo tracce relitte nell'idrografia lagunare attuale come il Cornio, il canal di Lugo, la Fossa Schilla e il canal Sioco, presenti anche nelle mappe storiche del XVI e XVII secolo dove sono rappresentati i *dossi di Lugo, delle Giare, dell'Inferno, del Bosco scuro e dell'Agugiario*. Si tratta di corsi d'acqua in diretta prosecuzione di percorsi fluviali a monte del Taglio Novissimo, che l'indagine geomorfologica ha messo in relazione ai dossi rilevati in terraferma e ha identificato come probabili rami del Brenta/*Medoaco* in epoca romana.

Una laguna quindi in gran parte emersa: molti gli elementi a conferma dei dati geologici: centinaia i siti archeologici messi in luce grazie alle pluridecennali ricerche archeologiche compiute da Ernesto Canal e continuate negli interventi dell'ultimo decennio del gruppo operativo subacqueo di Nausicaa e della Soprintendenza Archeologica del Veneto.

La presenza dei siti rivela un margine interno lagunare molto avanzato rispetto all'attuale e estese aree emerse, caratterizzate dalla presenza di edifici rustici o *villae*, spesso articolate in *pars rustica* e residenziale.

Parzialmente emersa appare dunque la Laguna, così come, organizzata e densamente abitata, si mostra anche la pianura che la lambiva ed era marginata da ininterrotte lagune dal Tagliamento all'Adige: la laguna di Venezia, ma anche quella di Caorle e Bibione e di Valgrande, oggi scomparse e bonificate. Vie d'acqua

l'attraversavano, e all'acqua riportano e rimandano continuamente le fonti: gli *stagna* di Strabone e Livio, le *gallicae paludes* di Vitruvio; continuo il rimando a città d'acqua, che verranno definite “isole” da Strabone. E all'acqua rimandano altrettanto continuamente le indagini geomorfologiche e i rinvenimenti archeologici.

Dossi e paleoalvei rivelano l'attivazione e il tracciato del Tagliamento, anzi del *Tiliaventum Maius e Minus*, del ramo del Piave di Cittanova (Piveran - Grassaga), dei *Meduaci duo* lungo il dosso di Boion e Arzergrande che la documentazione archeologica conferma attraverso centinaia di siti perispondali e numerosi ponti lungo il percorso della *via Annia*. Un attento controllo idraulico si manifesta nella costruzione di *fossae* (DAVANZO & DAVANZO, 2002), nei marginamenti di sponda, a cui vengono sottoposti gli alvei di corsi d'acqua in terraferma e laguna, nelle opere di arginatura collegate a percorsi viari rilevate in laguna (CANAL, 1998), nelle canalizzazioni messe in luce sul dosso del Piovan - Piveran (FAVERO & SALVATORI, 1992; SALVATORI, 1989; 1990). E un sistematico controllo delle acque sottende, anche e soprattutto, alle vaste operazioni di divisioni agrarie a cui viene sottoposto l'intero territorio in esame e che permetterà un'occupazione sparsa e diffusa in aree disabitate nelle epoche precedenti. La rete di appezzamenti regolari, le *centuriae*, di norma quadrati di 20x20 *actus* (710 x 710 m), ottenute attraverso la costruzione di strade, *kardines* e *decumani*, paralleli e ortogonali tra loro, assolveva a una duplice funzione: strumento amministrativo-catastale e, al contempo, sistema di bonifica. La regolarità geometrica consentiva una facile suddivisione dei lotti e la loro assegnazione ai coloni, mentre l'orientamento secondo la naturale pendenza del terreno e la rete di canali che affiancavano la costruzione di cardini e decumani facilitavano il deflusso delle acque nei terreni argillosi, impermeabili e paludosi e garantivano l'irrigazione in quelli aridi e permeabili. Sono ben sette le centuriazioni identificate nel territorio in esame, pertinenti ai municipi di Adria, Padova, Altino, Oderzo e Concordia (Fig. 2.26).

I fiumi assolvono in questo contesto a una duplice funzione; da una parte paleoalvei e dossi si confermano come elementi di forte attrazione insediativa anche all'interno delle centuriazioni, dall'altra, come elementi di discontinuità geomorfologica, costituiscono, secondo le prescrizioni degli agrimensori, il confine naturale tra gli agri centuriati (REGOLI, 1983). Sono due i moduli presenti: il modulo classico di 20x20 *actus* è rappresentato nelle centuriazioni di Oderzo (DORIGO, 1983; RIGONI, 1984), Concordia (BOSIO, 1965-66; DORIGO, 1983; PANCIERA, 1984) e Padova (MENGOTTI, 1984a; PESAVENTO MATTIOLI, 1984); le due centuriazioni di Altino hanno un modulo di 30x40 *actus* (DORIGO, 1983; MENGOTTI, 1984b), così, come sembra emergere per quella meridionale di Oderzo, diversamente da quanto è stato proposto finora (DORIGO, 1983; RIGONI, 1984).

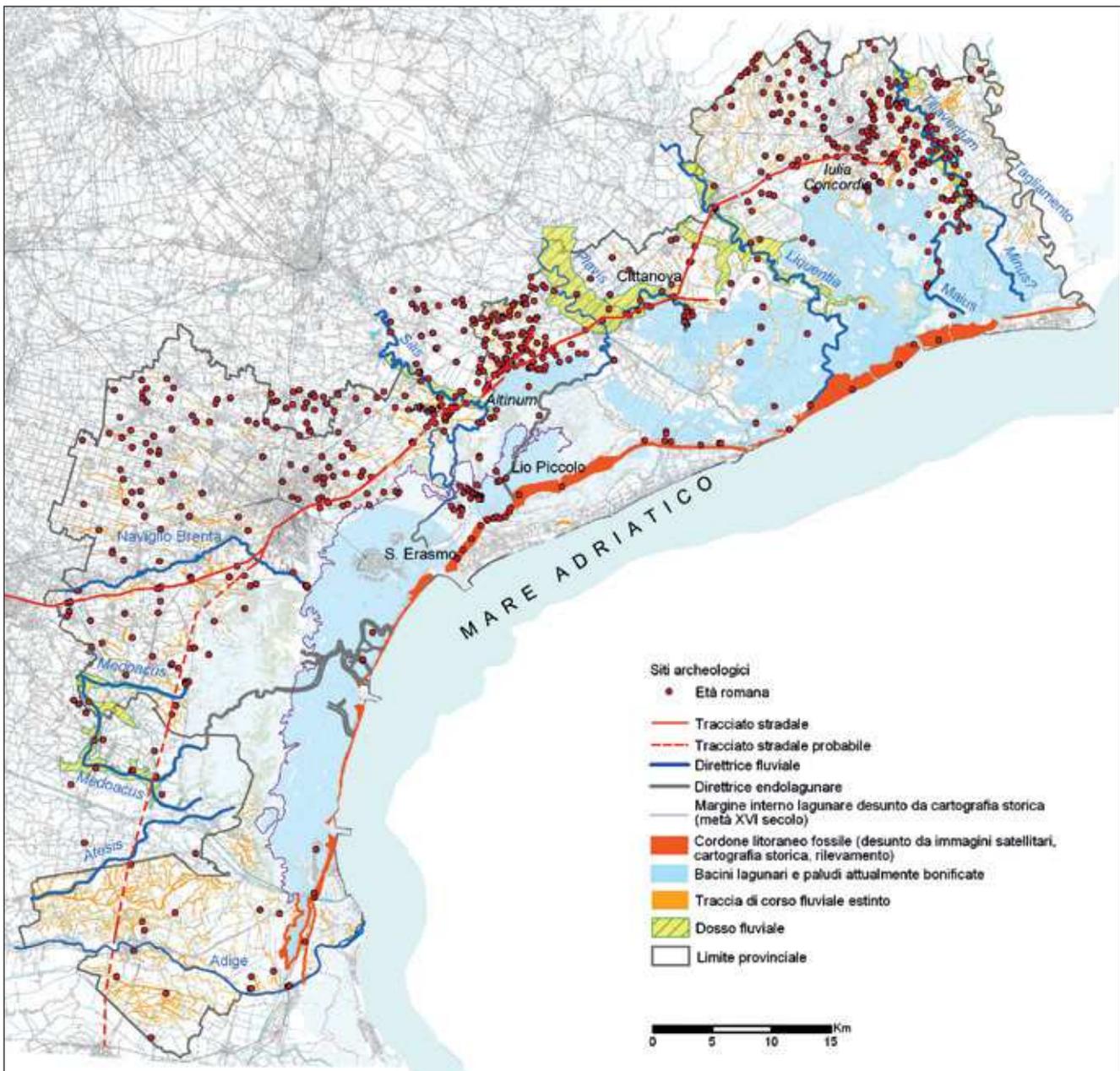


Fig. 2.25 - Assetto idrografico e popolamento del territorio della provincia di Venezia in età romana.

Per verificare l'adattamento della centuriazione alla pendenza del terreno sono stati inseriti i dati relativi all'orientamento, al modulo e all'estensione sul modello digitale del terreno. È stata calcolata la direzione di massima pendenza, che ha valore azimutale e varia a secondo della morfologia, e si è ottenuto un valore medio per ogni area. Infine, sempre per ogni area si è calcolata la pendenza media in percentuale. Si è così ottenuto l'orientamento del reticolo rispetto all'orientamento del terreno dell'area su cui insiste la *limitatio*. Si ottiene l'adattamento ottimale alla massima pendenza quando il risultato è  $90^\circ$  o una cifra prossima a  $90^\circ$ ; in questo caso i *kardini* della centuriazione sono perpendicolari alla pendenza e si verifica la massima adattabilità alla pendenza e, quindi, al deflusso e scorrimento delle acque. Risulta ottimale l'adattamento alla pendenza nel caso di Adria con uno scarto di  $6^\circ$ ; buon

adattamento mostrano tutte le altre centuriazioni, molto vicine a  $90^\circ$ . La centuriazione dell'agro occidentale di Altino (Scorzè) mostra invece uno scarto di  $35^\circ$  e sembra quindi mal adattarsi alla pendenza media del terreno. Non trova per ora spiegazioni convincenti la scelta di questo orientamento, ma suggerisce alcune considerazioni: nel calcolo della pendenza media non sono stati presi in considerazione eventuali fenomeni di subsidenza o movimenti neotettonici che potrebbero aver influito, sia pure di pochi gradi, sull'andamento generale delle superfici (CASTIGLIONI, 1992). In tutt'altra direzione e verso nuove ipotesi portano i risultati di una recente elaborazione desunta da immagini telerilevate (BAGGIO & PRIMON, 2000a; BAGGIO & SIGALOTTI, 1999), che mostra la presenza in quest'area di lineazioni in diretta prosecuzione dei *limites* della centuriazione di Padova. La revisione

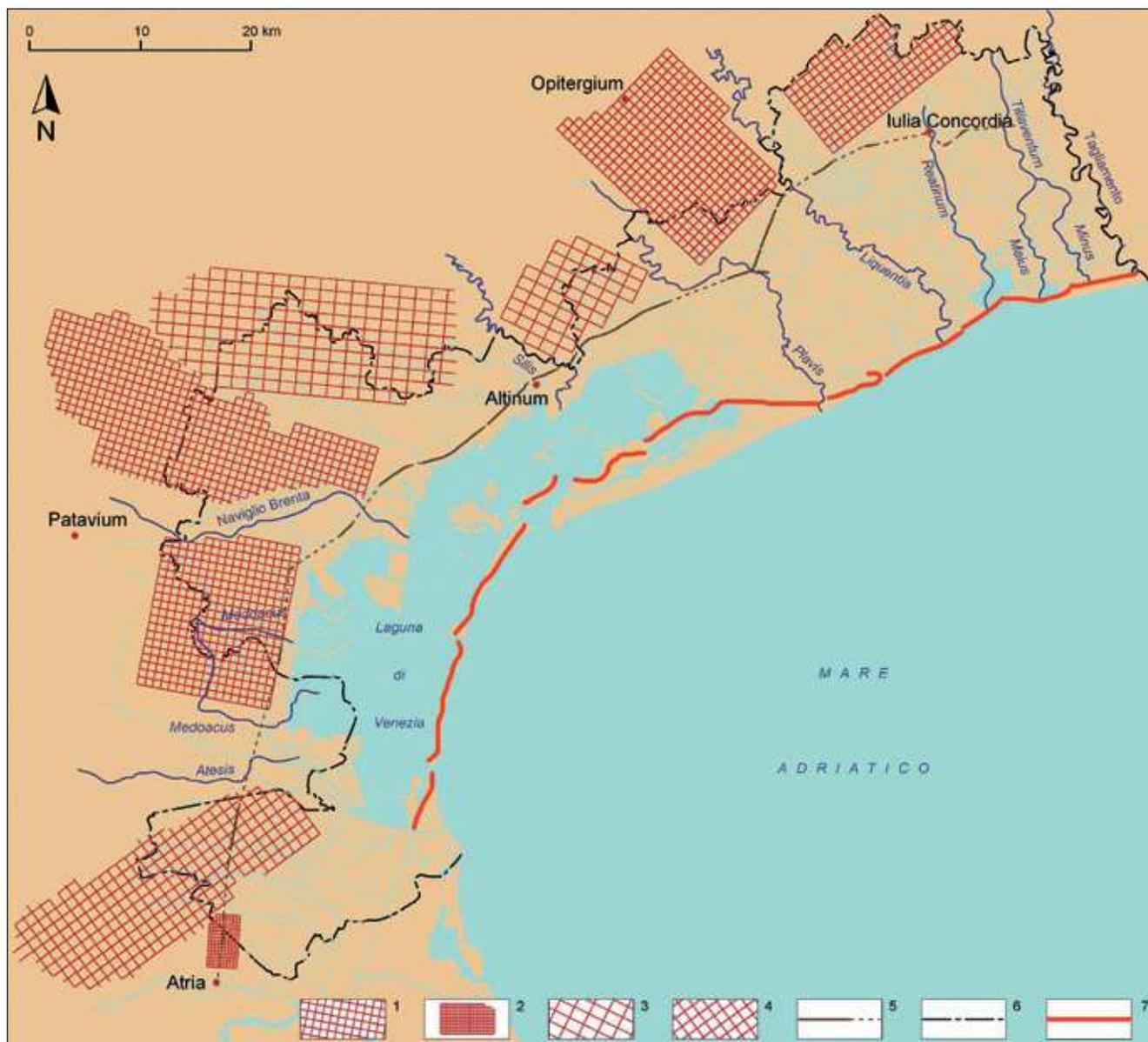


Fig 2.26 - Le centuriazioni di epoca romana di Atria, Patavium, Altinum, Opitergium e Iulia Concordia nel territorio della provincia di Venezia (FURLANETTO, 2004b).  
 Legenda: 1) 20 x 20 actus; 2) 8 x 8 actus; 3) 30 x 40 actus; 4) 27 x 27 actus; 5) percorso della via perilagunare; 6) confine provinciale; 7) cordoni dunali fossili.

e rilettura, tuttora in corso<sup>15</sup>, della divisione agraria, comunemente accertata e finora attribuita al municipio di Altino (FRACCARO, 1956; MENGOTTI, 1984b), alla luce delle nuove indicazioni da satellite, che è stato possibile georeferenziare e mettere a confronto con tutta la cartografia storica e moderna disponibile, e con l'indagine geomorfologica, sembra ora orientata verso l'ipotesi di un territorio a nord est di Padova, il famoso e ben conservato "graticolato romano", più vasto di quello finora ritenuto, esteso fino al Sile a nord e fino a Mestre e alla Laguna a est, controllato da Padova, mutuando forse un più antico comparto territoriale (LEONARDI et al., 1984).

Vie d'acqua e di terra dunque attraversavano questo territorio e proprio nel punto di interconnessione tra i due sistemi sono situati i due centri "direzionali" di

Altino e Concordia. La medesima distanza separa Altino, Concordia, Aquileia e Padova, XXX milia, tra l'una e l'altra, pari a km 44,400, come riporta la *Tabula Peutingeriana* e come risulta misurando in carta il tracciato proposto della *via Annia*.

L'adeguamento a canoni amministrativi, territoriali e urbanistici romani che inciderà tanto profondamente da mutare radicalmente e per sempre il paesaggio, sembra tener conto e mutuare i tre grandi comparti di età preromana controllati da Concordia, (Oderzo), Altino, Padova (LEONARDI et al., 1984). Le città, divenute romane a tutti gli effetti, situate alla medesima distanza l'una dall'altra, controllavano ampi territori, centuriati e fittamente abitati a partire dalla fine del

<sup>15</sup> Da parte della scrivente, di Paolo Baggio, di Sandra Primon e di Francesco Ferrarese.

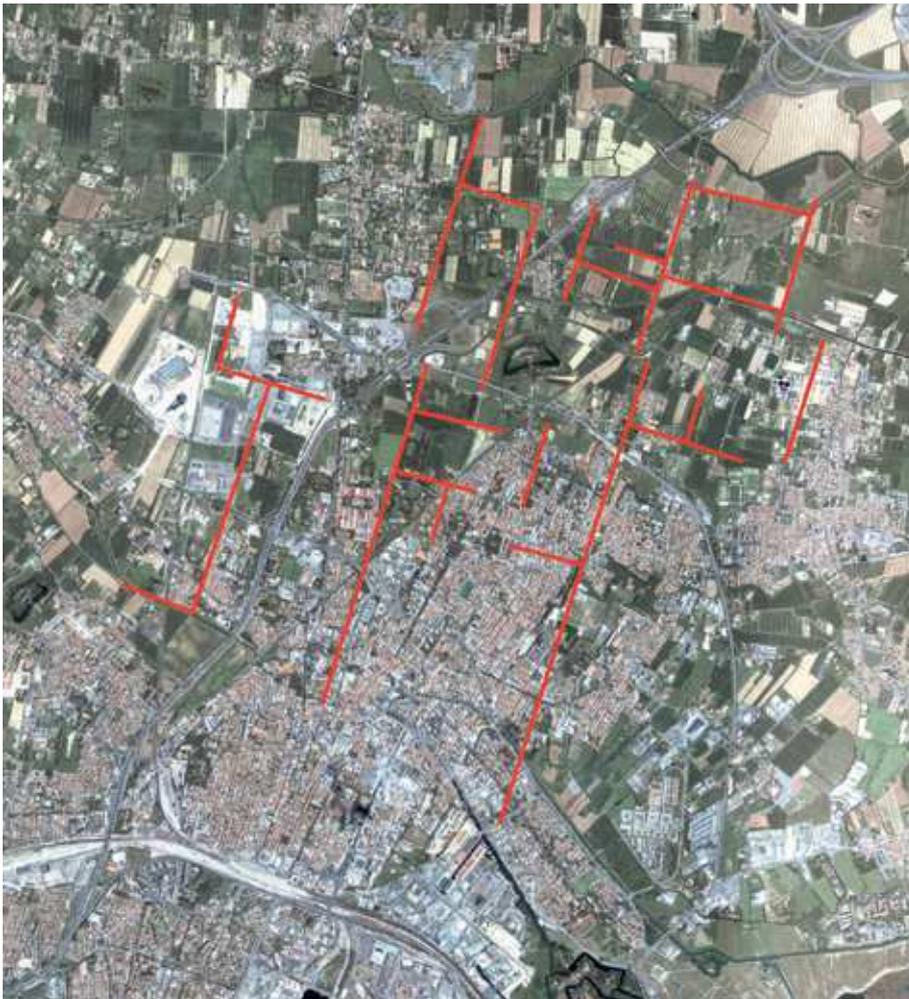


Fig. 2.27 - Lineazioni sepolte desunte da telerilevamento nell'area di Mestre (Baggio, inedita).

I secolo a.C., scanditi e separati dal corso dei fiumi: l'agro patavino tra Adige e forse, in base a una nuova lettura delle immagini telerilevate, il Sile a nord e ad est, l'agro altinate tra Sile e Piave, il cui corso era spostato ad est rispetto all'attuale, l'agro concordiese tra Livenza e Tagliamento. Tra Concordia e Altino le propaggini meridionali dell'agro di Oderzo, tra Piave e Livenza. Città d'acque, vere e proprie isole dunque, circondate e attraversate da vie d'acqua e terrestri, che ne hanno determinato la posizione, al limite e al confine tra terra e acqua, centri economici e politici a controllo, attraverso fiumi e strade, di spazi terrestri e lagunari: Concordia e Altino affacciate e al margine di lagune, di Venezia, di Caorle e di Bibione, e attraversate da fiumi, il Piave, il Livenza, il Reatino, il Tagliamento, che scorrono su dossi ben rilevati fittamente colonizzati, insediati e coltivati. Emergono un'organizzazione articolata e complessa, un'economia integrata e ben supportata da un'efficace rete viaria e fluviale, che trovano rispondenza ed efficace descrizione nelle parole di Plinio il Vecchio, lo scrittore latino di età augustea che, nel ricordare la X regio, una delle 11 regioni in cui Augusto aveva diviso l'Italia, riporta, in ordinata successione geografica, e seguendo la li-

nea di costa e da ovest verso est, i fiumi: il Sile, il Livenza, il Reatino e il Tagliamento maggiore e minore; i porti e le città interne: Altino, Concordia e gli scali portuali a essi collegati della fascia costiera chiamata *Venetia* (MAZZARINO, 1976; ROSADA, 1990; 1992).

*Sequitur decima regio Italiae, Hadriatico mari adposita, cuius Venetia, fluvius Silis ex montibus Tarvisanis, oppidum Altinum, fluvius Liquentia ex montibus opiterginis et portus eodem nomine, colonia Concordia, flumina et portus Reatinum, Tiliaventum Maius Minusque* (PLINIO, *Naturalis Historia* III, 126).

“Segue la decima regione d'Italia, bagnata dal mare Adriatico, che comprende la *Venetia*, col fiume Sile, che scende dai monti sopra Treviso, la città di Altino, il fiume Livenza che scende dai monti di Oderzo, e il porto di Livenza; la colonia di Concordia, il fiume reatino col porto omonimo; il fiume Tagliamento coi due porti di Tagliamento Maggiore e Minore .....” (traduzione Giulio Einaudi editore, Torino, 1982).

### 2.3.1. *Fluvius Silis ex montibus Tarvisanis, oppidum Altinum*

Un legame indissolubile unisce la città di *Altinum* al Sile in età romana ed è Plinio a suggellarlo quando, nella descrizione della fascia costiera chiamata *Venetia*, menziona fiumi e porti e ricorda *Fluvius Silis, ex montibus tarvisanis, oppidum Altinum* (PLINIO, *Naturalis Historiae*, III, 126). Un forte legame tra l'elemento idrografico e la città è suggerito e avvalorato dalla presenza della porto-approdo rivolta e in comunicazione con il Sile (TOMBOLANI, 1985b; GAMBACURTA, 1992). Il fiume, il Sile, la città di Altino, un porto al suo capolinea, e all'esistenza di un porto rimanda un'iscrizione che ricorda un *portorium* altinate, ufficio doganale marittimo (CIL, V, 2156; SCARFI, 1985; TOMBOLANI, 1985b; CHEVALLIER, 1988; DORIGO, 1994a) E a strutture portuali rimandano anche gli edifici romani scoperti recentemente in laguna nel canale Scanello, lungo un antico ramo del Sile (CANAL, 1995; 1998).

Una città d'acqua, dunque, circondata dall'acqua, ci restituisce la documentazione archeologica e geomorfologica, ora confermata dall'immagine telerilevata, e così la descrivono gli scrittori antichi. STRABONE (*Geographia*, V, I, 7) la paragona a un'“isola”, e tale

doveva apparire. Il santuario, situato lungo il canale di Santa Maria, accoglieva il visitatore dalla laguna; da terra, comunque lambita dall'acqua, invece la porta monumentale, di sicuro impatto scenografico, ma anche il simbolo stesso della città, ne costituiva l'ingresso (Fig. 2.28).

Scavi archeologici recenti documentano tracce di profondi cambiamenti ambientali e antropici (da ultimo TIRELLI, 2011a), nel II-I secolo a.C., durante la romanizzazione prima, e, nella piena età romana poi, ma è soprattutto la stupefacente immagine telerilevata (NINFO *et al.*, 2009; vedi scheda nel capitolo 8) a svelare più nel dettaglio la struttura della città antica, simile a quanto ci trasmettono gli antichi scrittori. Le fonti ci restituiscono un'immagine della città romana circondata e attraversata dall'acqua: Strabone la colloca *circum paludes* e la paragona a Ravenna "costruita interamente in legno e attraversata dall'acqua; vi si circola perciò su ponti e su barche" (STRABONE, *Geographica*, V, 7). Anche Vitruvio descrive le *Galliae paludes qui circum Altinum* ed esalta la salubrità dei luoghi, resa possibile dalla costruzione di canali fino alla costa, che garantivano il flusso e il deflusso delle acque attraverso le maree (VITRUVIO, *De architectura*, I, 4, 11-12). E la presenza di acque salmastre nei canali che circondavano il centro antico è documentata dal ritrovamento di sedimenti lagunari rinvenuti sotto la fondazioni della Porta urbana settentrionale (TOMBOLANI, 1985b). Lungo la sponda occidentale del Sioncello nel 1932 è stata trovata una banchina d'ormeggio lunga 192 m (TOMBOLANI, 1987; TIRELLI, 2001). Il canale era fiancheggiato da una strada a esso parallela che, attraverso la porta-approdo urbana, a cavedio centrale e torri angolari, entrava in città. Risale a questa fase anche la prosecuzione del Sioncello in direzione nord-sud, verso il canale di Santa Maria, nel cui alveo, che risulta già obliterato in età augustea, è stata trovata una

banchina d'ormeggio costituita in blocchi di arenaria molassa, datata sulla base di analisi paleobotaniche al 80 - 70 a.C. (TOMBOLANI, 1987; TIRELLI, 1999; 2001; 2011b). Altre banchine d'approdo sono emerse lungo un canale secondario arginato che si staccava dal Sioncello e entrava nell'area urbana in direzione sud-ovest (TIRELLI, 2001). E così pure un canale lambiva la porta urbana e proseguiva verso ovest, ancora riconoscibile fino allo Zero nelle carte storiche del XVI secolo. Un ampio canale, con le sponde attrezzate da arginature lignee, è emerso lungo il lato occidentale della strada che raccordava la *via Annia* con la cosiddetta "via per Oderzo" (TIRELLI *et al.*, 1988) e il cui andamento coincide con un paleoalveo evidente nella carta geomorfologica e con lo scolo Carmason, ancora ben documentato in cartografia storica (ASVE, Beni Inculti Treviso - Friuli, dis. 445/32b/1). Infine, al limite sud-ovest della città, in località Fornasotti, un molo porticato è stato trovato nei pressi di un canale che delimitava a sud l'area urbana, il cui alveo era ancora riconoscibile in un profondo avvallamento negli anni '60 (TOMBOLANI, 1987; TIRELLI, 2001). Interventi di arginature spondali e costruzione di approdi e moli sembrano dunque interessare corsi d'acqua con portate ridotte rispetto a quelle originarie. Così pare per il canale che delimita la città a nord e insiste su un evidente paleoalveo identificato in un percorso pleistocenico del Brenta, che "rilevamenti pedologici hanno confermato essere sede di sedimentazione e che ha continuato a essere parzialmente attivo" (BONDESAN *et al.*, 2004a).

Scavi e indagini recenti chiariscono meglio l'impianto urbano (TIRELLI, 2011a), indiziato finora da modesti resti strutturali (SCARFI, 1985; TOMBOLANI, 1987), ma suggerito da fonti epigrafiche e letterarie, tra tutte l'iscrizione che ricorda *templa, porticus, hortus* donati da Tiberio alla città (CIL, V, 2149). La monumentalizzazione di Altino, avvenuta secondo un progressivo adeguamento a modelli e canoni romani da parte di élites indigene, risulta già conclusa alla metà del I secolo a.C., quando Vitruvio visita la città e ne esalta l'*incredibilis salubritas* e Asinio Pollione, tra il 42 e il 40 a.C., come ci racconta Valerio Patercolo, la definisce *urbs*, città romana a tutti gli effetti (CRESCI MARRONE, 2011).

Convergevano e partivano da Altino numerose strade: la *via Annia*, già tracciato pre-protostorico, stesa da Lucio Annio Lusco nel 153 a.C., e la *via Claudia Augusta*, portata a termine da Claudio nel 46 d.C., da Altino fino al Danubio (BOSIO, 1991; GALIAZZO, 2002); tra la *via Annia* e la *via Claudia Augusta* si trovava la via per Oderzo, ignorata dalle fonti, di cui è stato messo in luce un tratto, fiancheggiato da un canale e parallelo allo scolo Carmason (TIRELLI, 1985; 1986; TOMBOLANI, 1987). Lungo le vie di accesso alla città si trovavano le necropoli che, in un susseguirsi di recinti funerari e monumenti di varia tipologia e ricchezza figurativa, si estendevano per alcune miglia lontano dall'abitato (SCARFI, 1985; TOMBOLANI, 1987; COMPOSTELLA, 1995; TIRELLI, 1987; 2011a; 2011c).

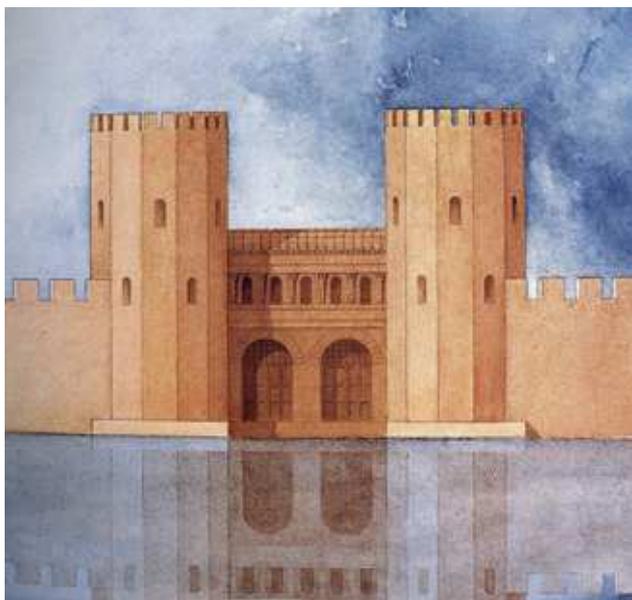


Fig. 2.28 - Ipotesi ricostruttiva della porta-approdo di Altino (CRESCI MARRONE, 2011).

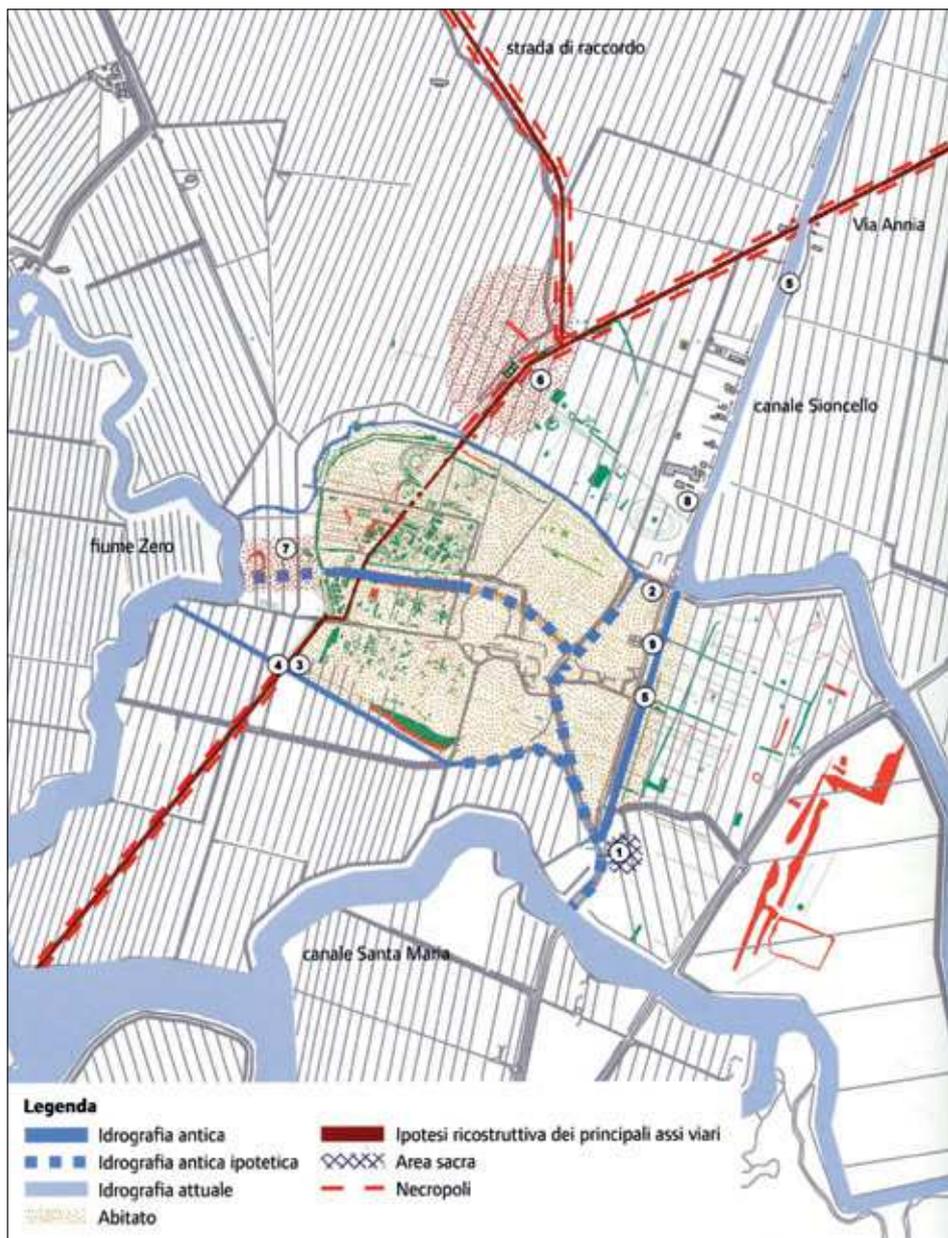


Fig 2.29 - Planimetria di Altino tra il 43 a.C. e il 14 d.C. (TIRELLI, 2011a).

Le vie d'acqua in terraferma trovano collegamenti con antichi alvei fluviali rilevati in laguna, in prossimità dei quali sorgono strutture abitative e portuali. Vivacità di traffici e merci sembra emergere dalla quantità, qualità e provenienza di reperti archeologici recuperati in laguna che solo uno studio sistematico potrà meglio precisare. Lo studio di alcune classi di materiali (MODRZEWSKA & PIANETTI, 2000) e la distribuzione dei siti sembrano confermare come direttrici attive in età romana il percorso, che proseguiva in laguna dal Canale di Santa Maria fino a Sant'Erasmus Le Vignole, e la via d'acqua, che attraverso Siletto e Meolo proseguiva nel Lanzoni, nel canale San Felice e nel Cenesa. Analisi sedimentologiche mostrano la profonda trasformazione da ambiente lagunare a ambiente fluviale dulcicolo che interessa l'area di Barena del Vigno - Sette Soleri in età romana. Sono numerose le testimonianze archeologiche che documentano la presenza, in questa parte della laguna, di una sempre più estesa area di

terre emerse e intensamente abitate in età romana. Era sicuramente emersa la zona prossima al canale Scanello, ora occupata dalla Palude Centrega, dove Canal ha individuato una serie cospicua di edifici, alcuni dei quali riferibili, secondo lo scopritore, a una struttura portuale che confinava a ovest con "un canale portuale, ora scomparso, che aveva la foce in mare, nell'area di Tre Porti" (CANAL, 1998, p. 56). Totalmente emersa, abitata e coltivata (PIZZINATO, 1996) era l'area tra Sant'Erasmus e Burano, ora in parte sommersa. Carotaggi ed ecoscandaglio hanno evidenziato un'antica linea di costa più avanzata rispetto a quella identificata come preromana che grosso modo viene a coincidere con l'attuale canale di San Felice e dove Canal ha rilevato la presenza di sabbie e di numerose strutture identificate come difese a mare o argini-strada. Emersa in epoca romana era anche la zona di Ca' Zane, ora barenosa, attraversata dal Siletto, che l'analisi geomorfologica indica come il principale deflusso del Sile in laguna. Una recente ricognizione di superficie (LAUDATO & MARCASSA, 1999) ha messo in luce un territorio emerso, antropizzato,

coltivato in epoca romana, inserito nell'agro altinate e probabilmente anche centuriato, come indicano le tracce messe in luce dalle immagini telerilevate. Edifici, in alcuni casi ville rustiche, sono stati individuati sopra gli alti morfologici del dosso del Siletto e ritrovamenti archeologici sono attestati in laguna, nei pressi dell'antico percorso del fiume, fino alla confluenza con il Lanzoni. Il Lanzoni proseguiva nel canale San Felice e nel Cenesa, in parte coincidente con un paleoalveo identificato da Canal e da lui attribuito a un antico alveo del Piave.

Lo confermerebbe l'ampiezza dell'alveo, la sabbia del fiume e la profondità a -2 m, la stessa dei ritrovamenti archeologici di epoca romana. Il fiume con un ramo si dirigeva verso Lio Piccolo, antica linea di costa, densamente abitata in età romana e dove recenti scavi hanno messo in luce una cisterna per acqua dolce e probabilmente un molo (D'AGOSTINO & MEDAS, 2006) e dove Ernesto Canal ha identificato una villa marittima,

dagli splendidi intonaci parietali, e un toponimo (*Pa-leassa, Padeula*), presente nei documenti archivistici, che indica un invasore d'acqua e ricorda la foce di un fiume.

Alla fine del I secolo a.C., primi decenni del I secolo d.C., si mostra conclusa la profonda riorganizzazione

della città secondo schemi urbanistici romani, la definizione dell'agro e la sua centuriazione.

La città, secondo le ipotesi tradizionalmente accettate dagli studiosi, controllava un vasto territorio.

Una recente elaborazione da immagini telerilevate (Fig. 2.30) mostra la presenza tra Sile e Piave di

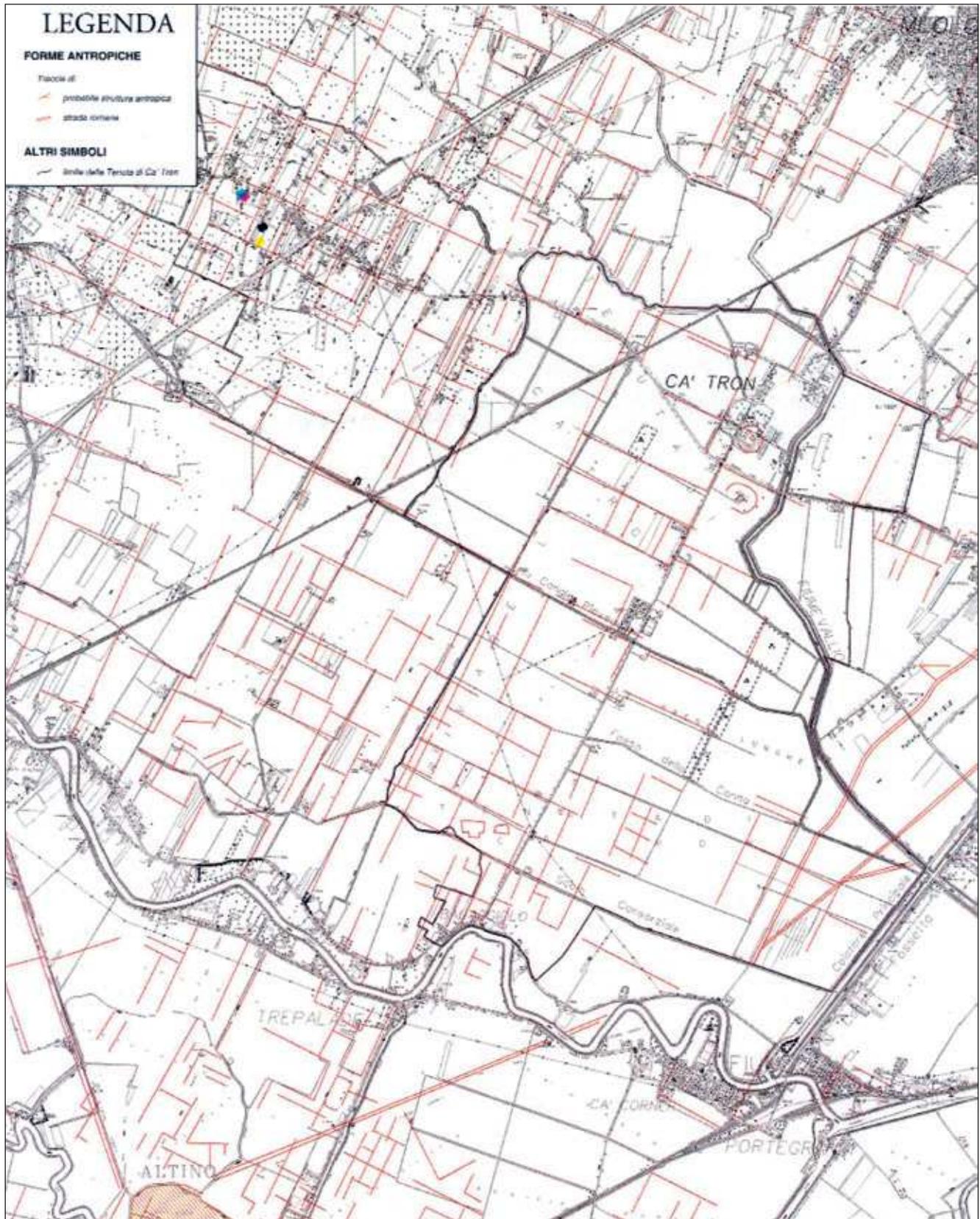


Fig. 2.30 - Carta delle tracce di origine antropica derivate da immagini satellitari nell'area tra Sile e Piave (ZAMBONI, 2002).

*limites* pertinenti a una centuriazione con orientazione 26°E (BAGGIO & SIGALOTTI, 1999; BAGGIO & PRIMON, 2000; ZAMBONI, 2002).

La centuriazione in quest'area, negata in precedenza (FURLANETTO, 1998; 2000) sulla base di ancora poco attendibili elaborazioni da immagini telerilevate (MARCOLONGO *et al.*, 1978), o di proposte di ricostruzione prive di riscontri sul terreno e non del tutto convincenti (DORIGO, 1983), trova oggi le prime conferme.

L'orientamento risulta di 26°NE, il modulo riconosciuto è di 30x40 *actus*. Sopravvivenze di antichi *limites* sono ancora visibili nelle carte storiche del XVI secolo nell'area occupata dal 1700 a oggi dai boschi di Ca' Tron, Musestre e San Cipriano. Quelle che è stato possibile georeferenziare mostrano buona corrispondenza con il reticolo proposto. Il tratto del Sioncello prossimo ad Altino mostra lo stesso orientamento della centuriazione, così come il primo impianto del santuario in prossimità del canale di Santa Maria. Le tracce di *limites* sono presenti nell'area prossima alla città, compresa tra lo Zero - Dese e il Sile.

Lo stesso orientamento mostra anche il tratto iniziale della *via Annia*, oltre il Sile, che gli studiosi hanno indicato come la variante interna del suo percorso, utilizzata in seguito all'ingressione lagunare sul percorso esterno (BASSO *et al.*, 2004). La rete di drenaggio moderna insiste su antichi *limites*, così come il fosso Gorgazzo e quello di Millepertiche mostrano lo stesso orientamento della fossa identificabile forse con una *per transversum* (BONETTO, 2002), rinvenuta in località Millepertiche, a conferma che la stessa massima attenzione allo scorrimento ottimale delle acque ha determinato la scelta di orientamenti diversi, a nord e a sud della Fossetta, nelle opere di canalizzazione, dall'età romana a oggi. I *limites* della centuriazione si arrestano in prossimità del dosso del Piave, elemento di discontinuità geomorfologica e confine naturale tra agri pertinenti a municipi diversi, come prescrivevano i gromatici.

Una conferma indiretta della presenza della centuriazione tra Sile e Piave è fornita dalla consistente documentazione archeologica che risulta perfettamente compatibile con la presenza di una divisione agraria. La bassa pianura è dunque caratterizzata da un'occupazione sparsa e diffusa, peculiarità dei territori centuriati (BERGAMINI, 1980; FURLANETTO, 1984; 1985; 1994; FURLANETTO & RIGONI, 1987; CROCE DA VILLA, 1991a), databile tra la fine del I secolo a.C. e il I secolo d.C. La quasi totalità dei siti è riferibile a edifici rustici, di tipo non meglio precisabile, ma comunque riconducibili a ville o fattorie (CROCE DA VILLA, 1991a; BUSANA, 2002a) soprattutto indiziati dal recupero di mattoni, tegole e coppi, frammenti ceramici, vitrei e bronzei. Rimandano ad attività produttive e artigianali pesi da telaio, attrezzi agricoli e macine, e in qualche caso vasche e magazzini. Necropoli di modesta entità sono spesso collocate in prossimità degli edifici. L'agro altinate orientale si configura in età romana (fine I secolo a.C. - II secolo d.C.) come un'area intensamente popo-

lata, dotata di una buona rete fluviale e viaria, ricca d'acqua, ben regimentata e ben drenata, sottoposta a un attento e rigoroso controllo delle acque. La distribuzione dei siti, ma solo una ricognizione di superficie programmata e il loro inserimento nelle maglie della centuriazione potrebbe confermarlo, mostra un'occupazione che predilige i corsi d'acqua e il tracciato della *via Annia* e delle sue diramazioni, che fungono così da elementi di attrazione lineare. Si confermano sicuramente attivi, per la presenza di ponti e il ritrovamento di approdi, il paleoalveo della Canna, il "Vallio di Marteggia", il Meolo e il Tinchera.

La presenza di *limites* in laguna, che tanto scalpore ha sollevato tra gli studiosi circa precedenti elaborazioni (DORIGO, 1983), trova ora parziale riscontro nei dati geomorfologici e archeologici e da immagini telerilevate, che confermano parte della laguna emersa e abitata in età romana, ma necessita comunque ancora di verifica.

### 2.3.2. *Liquentia ex montibus opiterginis et portus eodem nomine*

Il Livenza, che nasce dai monti opitergini, e il porto con lo stesso nome ... così continua Plinio la sua descrizione. Anche in questo caso, come per il Sile, lo scrittore usa *ex montibus* per indicare l'origine del Livenza: entrambi fiumi di risorgiva, nascono rispettivamente a Casacorba e ai piedi del Cansiglio. E se per il Livenza il riferimento ai monti potrebbe essere considerato non un errore grave, ma una imprecisione, considerando che l'agro di *Opitergium* si spingeva fino ai rilievi pedecollinari dove il fiume nasce (RIGONI, 1984), *ex montibus tarvisanis* non trova ancora una spiegazione plausibile, tenendo conto che il fiume ha origine, tra alta e bassa pianura, dove i rilievi pedecollinari sono molto lontani e non visibili. La spiegazione più semplice, un errore, non sembra accettabile. Si tratterebbe di un errore ripetuto, e nello stesso contesto, poco plausibile, considerando l'attendibilità delle sue fonti (BRACCESI, 1979; 1990; BUCHI, 1989; 1999; VEDALDI ISBAEZ, 1994) e la conoscenza probabilmente diretta dei luoghi da parte dello scrittore, nato nell'Italia settentrionale, a Como, ed esperto uomo di mare come prefetto della flotta del Miseno (ROSADA, 1992).

L'ipotesi che in età romana il Sile si unisse al Piave, peraltro "misteriosamente" mai nominato dallo scrittore e da nessun altro autore fino al VI secolo d.C., e che Plinio, adottando il sistema della linea di costa, vedesse e registrasse correttamente un'unica foce Sile-Piave, attribuendola al *Sillis*, ma volesse indicare con *montibus tarvisanis* il monte Peralba da cui nasce il Piave (FILIASI, 1811; AVERONE, 1911; MICHIELI, 1924; 1938; TOMBOLANI, 1985b; BUCHI, 1989; 1999; ROSADA, 1994; BOSIO, 1978; PIANETTI, 1978; BUSANA, 1996) non trova conforto nella recente indagine geoarcheologica dalla quale emerge che un ramo del Piave si sarebbe unito al Sile, ma solo nell'età del Bronzo. In età romana era attivo il Piave che scorreva lungo il dosso del Piveran (Grassaga), a ovest del corso attuale,

e sfociava in laguna nei pressi di Cittanova. Forse è proprio questo il motivo del silenzio di Plinio, che, in ordinata successione geografica, da ovest verso est, e secondo uno schema ben preciso, riporta tutti i fiumi, i centri che sorgono lungo le rive e i porti (o gli scali) alla foce, della fascia costiera chiamata *Venetia* (MAZZARINO, 1976; ROSADA, 1990; 1992). E quindi non tanto inspiegabilmente dimentica il Piave, che invece sicuramente doveva scorrere in pianura, ma che, privo di un porto o un approdo a mare, portava le sue acque a sfociare in una laguna e risultava quindi ai suoi occhi “invisibile” e poco importante. Se risulta difficile pensare che Plinio o le sue fonti ignorassero l’esistenza del Piave, sembra più ragionevole ipotizzare che lo scrittore potrebbe non aver inserito volutamente il Piave, o meglio il suo corso inferiore, tra i fiumi della *Venetia*, perché più semplicemente non lo riteneva degno di menzione. Scarsa importanza doveva avere ai suoi occhi, nella descrizione geografico-amministrativa della fascia di pianura paracostiera, un fiume privo di foce e del porto.

Se questo può spiegare la mancata menzione del Piave non risolve comunque la questione *ex montibus*, di così difficile soluzione se il compilatore del *Thesaurus Linguae Latinae*, accanto alla più tradizionale traduzione di *mons* come altura, ha risolto la *vexata quaestio* riportando nella forma al plurale, associata a nomi di popolazioni, il significato di *terrae* (*Thesaurus Linguae Latinae*, s.v. *mons*., p. 1435 s.).

A suffragare tale traduzione cita numerosi passi tra i quali il nostro di Plinio, *Silis ex montibus tarvisanis*, che potrebbe essere così tradotto: “il Sile che nasce (proviene) dal territorio trevigiano”. Un fiume: il Sile; le sorgenti: il territorio trevigiano; la foce: la città di Altino; sarebbero questi dunque gli elementi fisici e insediativi e amministrativi di una realtà storica riferibile all’età augustea, raccontata da Plinio.

Dopo il suo corso quello del Livenza dunque, importante per il suo legame con *Opitergium*, il cui agro, esteso tra i rilievi pedecollinari e il mare, risulta essere interessato da tre centuriazioni diversamente orientate (RIGONI, 1984). L’esistenza di una centuriazione è suggerita anche dalle fonti che raccontano che Cesare, per ringraziare gli opitergini dell’aiuto offerto nella lotta contro Pompeo, in segno di riconoscenza per il sacrificio di mille di loro presso l’isola di *Curicta* (Veglia), concesse l’esenzione ventennale dal servizio militare e aumentò di 300 centurie la loro *limitatio*. Sopravvivenze di una divisione agraria, la più meridionale, orientate 45°NE, sono riconoscibili in un porzione dell’agro prossima a San Donà, e trovano conferma nella rete di drenaggio documentata nelle carte storiche seicentesche (ASVE, Sea, Piave, 16A), in quelle del Lombardo Veneto e nelle immagini tele-rilevate di Baggio.

Un diverso orientamento mostra invece la fitta trama di canali messa in luce dalla fotointerpretazione e da sondaggi sugli spalti del dosso del paleoalveo che



Fig. 2.31 - Tracce della centuriazione di *Opitergium* in una carta storica georeferenziata (ASVE, Sea, Piave, 16A) confrontata con le linee desunte da immagini satellitari (in celeste). (FURLANETTO, BAGGIO & PRIMON, inedita).



Fig. 2.32 - La rete di canali sul dosso di Cittanova, antico deflusso del Piave in età romana, desunti da fotointerpretazione (FURLANETTO & PRIMON, rielaborazione da SALVADORI, 1990).

attraversa l'area di Cittanova dove è documentata, da vecchi recuperi e da indagini recenti un'intensa occupazione di epoca romana, legata a un'opera di canalizzazione e di sistemazione agraria (BLAKE *et al.*, 1988; FAVERO & SALVADORI, 1992; SALVADORI, 1989; 1990). Il dosso del Pivon (o Piveran) che si dirama a est di San Donà è un dosso ampio circa due chilometri, poco rilevato, sul quale si riconosce una traccia di paleoalveo molto evidente, che coincide oggi con un fossato di modeste dimensioni. Tale elemento confluisce presso Calvecchia nel Grassaga, che prima della confluenza è un canale artificiale rettilineo proveniente da nord-ovest. A partire dal II secolo a.C., è già documentata un'intensa frequentazione di tipo agricolo sugli spalti del dosso, circondato da ambienti umidi e paludosi e terre emerse e abitabili. È significativo come la *via Annia* si adatti all'andamento del dosso e cambi direzione presso il ponte romano che attraversa il Grassaga.

### 2.3.3. Colonia Concordia, flumina et portus Reatinum, Tiliaventum Maius Minusque

... la colonia di Concordia, i fiumi e i porti del Reatino, del Tagliamento Maggiore e Minore.

Questa è la più antica menzione del nome del Tagliamento e con queste parole di Plinio, scrittore latino vissuto nel I secolo d.C., prende avvio la "storia" del fiume e del suo territorio. In questa breve descrizione sono presenti tutti gli elementi politico-amministrativi,

urbanistici, insediativi e geografici di questo territorio in età romana. *Colonia (Iulia) Concordia* indica la città romana e il suo agro, *flumina et portus* ricordano i fiumi e i porti del Reatino e del Tagliamento maggiore e minore. E proprio un fiume, o forse proprio di due rami dello stesso fiume, identificato dagli studiosi come il *Tiliaventum* di epoca romana, emergono a ovest del corso attuale in tutta la sua evidenza, grazie a recenti e integrate ricerche archeologiche, geomorfologiche e geologiche (BONDESAN & MENEGHEL, 2004). Un fiume indicano i paleoalvei e il dosso identificati dalla fotointerpretazione da Valvasone, Gleris, per Alvisopoli fino al mare, e sempre alla presenza del fiume rimandano le consistenti tracce insediative di epoca romana sopra il dosso e nei pressi dei paleoalvei, messe in luce dalla intensa e fruttuosa ricerca archeologica condotta dal Gruppo archeologico del Veneto orientale in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica del Veneto. E sempre ricerche archeologiche e geomorfologiche, scavi stratigrafici recenti, documenti epigrafici rivelano e confermano l'esistenza di una città romana, Concordia, e del suo legame, già forte e attivo fin dall'epoca preromana, con il *Reatinum*, odierno Lemene - Reghena, fiume che la delimitava da nord e da est. Un territorio certamente molto diverso da quello attuale, ma del quale risultano mutate le condizioni ambientali, economiche e politiche anche rispetto al periodo preromano: un'ampia laguna attraversata da corsi d'acqua occupava l'attuale bassa pianura a sud di Portogruaro, un'estesa pianura, in larga parte centuriata e densamente abitata, si estendeva a nord fino ai rilievi prealpini. Lo delimitava a ovest il Livenza e a est un altro fiume, il *Tiliaventum* di Plinio, che labili indizi forse indicano attivo fin dal V secolo a.C. e le cui sponde risultano densamente abitate in età romana. Al centro di questo territorio la città di Concordia, fulcro di una fitta e articolata rete di vie fluviali e assi terrestri che mettevano in comunicazione aree alpine a nord e il mare a sud e i centri romani di Aquileia a est e Oderzo e Altino a ovest. E un ruolo del tutto particolare viene ad assumere il *Tiliaventum*, diverso da quello rivestito dall'area in epoca preromana, non più "area di frontiera", "testa di ponte", "cerniera" tra culture e aree diverse, come è stata variamente indicata dagli studiosi (DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1999), ma confine naturale, amministrativo, secondo le prescrizioni degli agrimensori, tra agri pertinenti a centri diversi: Concordia in destra idrografica, Aquileia in sinistra. Ancora a un fiume, forse identificabile proprio con il *Tiliaventum* citato da Plinio e ora riconosciuto dalla fotointerpretazione, e all'importanza amministrativa e economica che doveva rivestire, rimanda anche Strabone (*Geographia*, V, 5) quando, nel descrivere Aquileia, "situata oltre la frontiera dei Veneti", sottolinea come lo divideva da essi un fiume che percorso per 1200 stadi portava alla città di Noreia di cui ricorda le sabbie aurifere, le miniere e la lavorazione del ferro" (DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1999). Rimangono ancora incerte la data e chi, tra Cesare e Augusto, fondò la colonia (CRESCI MARRONE, 2001).

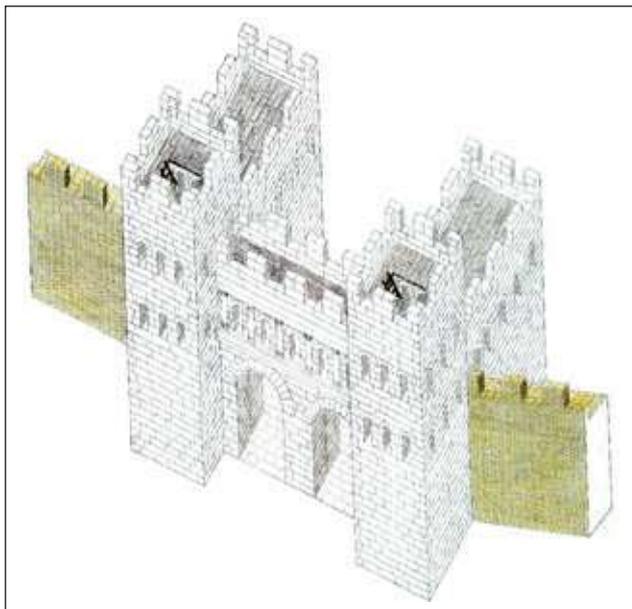


Fig. 2.33 - Ipotesi ricostruttiva della porta di *Iulia Concordia* sul *kardo maximus* (CROCE DA VILLA, 2001c).

Quello che è certo è che il nome *Iulia* indica una fondazione in epoca triumvirale perché le colonie fondate da Ottaviano e dai triumviri prima del 27 a.C. ebbero tutte questo nome. E' quindi probabile che in un periodo compreso tra il 42 e il 40 a.C. il *vicus* ottenne il titolo di *Colonia Iulia Concordia* e venne iscritto alla tribù Claudia (BANDELLI, 1999; VEDALDI ISBAEZ, 1994). Probabilmente dopo questa data si procedette al riassetto urbanistico della città e alla riorganizzazione del suo agro secondo moduli, tecniche e modelli romani. Risale a epoca augustea la costruzione delle mura, che delimitavano lo spazio urbano irregolare, di forma ottagonale, definito a sua volta, almeno per tre lati, da corsi d'acqua (TREVISANATO, 1999).

Una città d'acque, dunque, così come riporta Strabone, che la inserisce tra le città-isola (STRABONE, *Geographia*, V.), e come rivelano scavi e studi recenti. Un fiume la collegava al mare, come ci ricordano Strabone e Plinio: quel *Reatinum*, identificato nel moderno Lemene, e prospiciente al quale, nell'area sud-orientale della città, è stato localizzato un porto fluviale. Non è stato ancora localizzato invece il *portus Reatinum* indicato da Plinio che doveva trovarsi in prossimità della foce del fiume. Alcuni studiosi lo propongono nell'area di San Gaetano di Caorle (DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1999), dove sono emerse testimonianze archeologiche dell'età del Bronzo e del Ferro (BIANCHIN CITTON 1996c; BIANCHIN CITTON & BALISTA, 1994), altri lo identificano con Caorle, dove però incerte e problematiche appaiono le tracce archeologiche e documentali (CROCE DA VILLA, 1998; FOZZATI & TONIOLO, 2001).

All'interno delle mura un impianto regolare *ad insulae* si sviluppava a nord e a sud del *decumanus maximus*, in diretta prosecuzione del tracciato della *via Annia* in città. Ponti e porte collegavano la città al territorio (BERTACCHI, 1987; TREVISANATO, 1999); strade baso-

late scandivano lo spazio urbano; un teatro, le terme, il foro, il *capitolium*, le *domus*, un acquedotto e l'impianto fognario, emersi da scavi recenti, svelano il volto di una città nei suoi aspetti urbanistici profondamente romana già alla fine del I secolo a.C. - inizi I secolo d.C. (da ultimo CROCE DA VILLA, 2001c; 2001d; 2001e).

*Iulia Concordia* controllava un esteso territorio compreso tra i rilievi prealpini a nord e il mare a sud, il corso del Tagliamento a est e la Livenza a ovest (PRENC, 2002). Aree morfologicamente diverse a vocazione diversa, perfettamente integrate tra loro, che risultano scandite e divise dalla *via Annia* e *Postumia*: alta, media e bassa pianura.

La fascia settentrionale a magredi risulta parzialmente abitata e rivolta ad attività caratterizzate da un'economia mista di tipo agricolo-pastorale. La pianura appena a nord della città, ben irrigata da fiumi di risorgiva, viene sottoposta a divisione agraria, che ripete un modulo di 21x21 *actus* e ha un orientamento N39°E, parallelo ai corsi d'acqua che la attraversano (BOSIO, 1965-66; PANCIERA, 1984), per favorire un ottimale deflusso/irrigazione delle acque, che garantisce sopravvivenza e sviluppo economico agli insediamenti, fattorie e ville rustiche dotate di *pars* residenziale e artigianale, inseriti all'interno delle maglie centuriate, in prossimità delle quali sono state trovate necropoli prediali di modesta entità (CROCE DA VILLA, 2001b).

La fascia compresa tra la *via Annia* e il mare era invece occupata da lagune e attraversata dal *Tiliaventum* citato da Plinio e messo in luce da indagini geoaologiche. Sono numerosissimi i siti archeologici perispondali, fattorie e *villae rusticae*, rinvenuti lungo tutto il tracciato dei paleomeandri desunti dalla foto interpretazione che si individuano già a partire da Valvasone e Gleris di San Vito al Tagliamento (PN) lungo il corso della roggia Lugugnana tra Teglio Veneto, Fossalta e Lugugnana. Da Marina di Lugugnana il percorso doveva raggiungere il Castello di Brussa, e attraverso il Demortolo, riportato nella cartografia cinquecentesca, raggiungere località Villaviera, il Canale Fossa Secca fino all'attuale canale degli Alberoni e Valle Vecchia, dove scavi recenti hanno messo in luce una banchina d'approdo (MAPPA ARCHEOLOGICA, 2002). Se l'attribuzione di tale direttrice fluviale al *Tiliaventum Maius* si può ritenere ragionevolmente sicura, non altrettanto certa appare l'identificazione del *Tilaventum Minus* con il Tagliamento attuale, proposta da molti studiosi (ROSADA, 1999; MAPPA ARCHEOLOGICA, 1985; 2002). Secondo tale ricostruzione, il fiume, a Pieve di Rosa, si sarebbe diviso in due rami, il maggiore, ora scomparso, e il *Minus*, il minore, il Tagliamento attuale. Ciò che è certo è che il dosso attuale del Tagliamento si è formato tra il VI e il X secolo d.C. in concomitanza con la disattivazione del *Tiliaventum Maius*, mentre non vi sono ancora dati geologici sicuri che confermino un'attività del Tagliamento attuale in età romana. Troverebbe invece buona rispondenza morfologica l'ipotesi di rami deltizi distributori in ambiente già



Fig. 2.34 - La villa marittima di Mutteron dei Frati (BATTISTON & GOBBO, 1992).

lagunare: il *Tiliaventum* si sarebbe così diviso a sud di Lugugnana nel ramo maggiore, con direzione SO e nel minore, coincidente con l'attuale direttrice della roggia Lugugnana, sepolto in epoca successiva dalle alluvioni del Tagliamento attuale. Non abbiamo altre conferme per questa ipotesi, se non il ritrovamento di una villa marittima a Mutteron dei Frati, su un'antica linea di dune già disattivate in epoca romana (BATTISTON & GOBBO, 1992). La monumentalità dell'edificio ben si accorderebbe con una residenza destinata all'ozio del *dominus* e in analogia con le ville rinvenute lungo la costa triestina e istriana (DE FRANCESCINI, 1998), con attività produttive e conseguenti commerci per via fluviale e marittima. La necessità di una via d'acqua prossima all'insediamento in grado di garantire gli indispensabili collegamenti con l'interno potrebbe avvalorare l'ipotesi di un percorso del Tagliamento sfociante nelle immediate vicinanze.

#### 2.3.4. L'agro di *Patavium*

*Patavium*, *municipium* romano dal 49 a.C., esercitava un controllo economico, politico e amministrativo su un territorio molto ampio che si estendeva dai rilievi pedecollinari del Monte Grappa a nord, fino all'Adige a sud e al margine lagunare a est, a conferma dell'importanza del centro romano. Padova "gestiva" un vasto territorio a sua volta diviso in tre agri diversi, centuriati e diversamente orientati: l'agro di nord-ovest comprendeva l'area a nord di Padova, dove oggi sorge Cittadella, fino al massiccio del Grappa, l'agro di nord-est occupava la pianura di Borgoricco ancor oggi indicata come "graticolato romano" e l'agro meridionale, la Saccisica, era compreso tra l'attuale Naviglio Brenta e l'Adige.

Un sistematico controllo delle acque sottende, anche e soprattutto, alle vaste operazioni di divisioni agrarie a cui viene sottoposto il territorio in esame e che permetterà una occupazione sparsa e diffusa in aree disabitate nelle epoche precedenti.

Sono due le centuriazioni identificate nel territorio in esame pertinenti al *municipium* di Padova: parte

dell'agro nord-orientale e quello meridionale. I due agri, diversamente orientati, presentano lo stesso modulo di 20x20 *actus* (DORIGO, 1983; MENGOTTI, 1984a; PESAVENTO MATTIOLI, 1984; ROSADA 2003) e un buon adattamento alla pendenza del terreno e al deflusso delle acque (FURLANETTO, 2004b). I fiumi assolvono in questo contesto a una duplice funzione, da una parte paleovalve e dossi si confermano come elementi di forte attrazione insediativa anche all'interno delle centuriazioni, dall'altra, come elementi di discontinuità geomorfologica, costituiscono, secondo le prescrizioni degli agrimensori, il confine naturale tra gli agri centuriati (REGOLI, 1983).

La documentazione archeologica, particolarmente ricca soprattutto per quanto riguarda l'area del "graticolato romano", si riferisce a edifici rustici inseriti nelle maglie della centuriazione e databili alla fine del I secolo a.C. - inizi I secolo d.C. La quasi totalità dei siti è riferibile a edifici rustici di tipo non meglio precisabile, soprattutto indiziati dal recupero in superficie di materiali laterizi da costruzione, come mattoni, tegole e coppi, e oggetti legati all'*instrumentum domesticum*, frammenti di ceramica comune e da mensa, anfore, pesi e attrezzi agricoli.

Il rinvenimento di materiale di pregio, frammenti architettonici e intonaci parietali, tessere musive, ma anche doli, macine, pesi da telaio e attrezzi agricoli, indiziari di aree residenziali e produttive, sono testimonianza della presenza di edifici più articolati, vere e proprie ville rustiche. L'esistenza di impianti produttivi annessi ad aree residenziali è confermata anche dal ritrovamento di canalette, vasche e magazzini, interpretabili come aree a destinazione produttiva (FURLANETTO, 1984; BONOMI 1987; 2004).

#### 2.3.5. L'agro di Adria

In età romana il quadro insediativo e ambientale dell'estrema propaggine meridionale della provincia di Venezia muta radicalmente. Il popolamento nell'agro a nord di Adria, città prima etrusca come ricorda PLINIO IL VECCHIO (*Naturalis Historia*, III, 120) e poi romana a tutti gli effetti con il titolo di *municipium*, si concretizzò secondo modalità funzionali a uno sviluppo metodico ed estensivo di tutto il territorio. Il processo di romanizzazione, pacifico come in tutto il resto della pianura padana, si realizzò attraverso radicali interventi di pianificazione e di bonifica, con la costruzione di strade e la stesura della centuriazione. La costruzione da parte dei romani di due importanti strade consolari nel II secolo a.C. segnò l'inizio di una nuova organizzazione territoriale della zona. La *via Annia*, come tradizionalmente viene chiamata dagli studiosi, disposta probabilmente da Tito Annio Lusco console nel 153 a.C., che collegava Padova con la costa per puntare poi verso Altino, ne definì di fatto la parte settentrionale. La seconda, la *via Popilia*, disposta da Publio Popillio Lenate console nel 132 a.C., che collegava Rimini con Adria e poi, con Altino, costituì il principale asse nord-sud a ridosso della laguna. Le stazioni di posta lungo queste strade, che documenti

itinerari della tarda età imperiale ci tramandano con i loro nomi e le reciproche distanze, rappresentarono sicuramente poli significativi di aggregazione insediativa. Non va infine sottovalutata in questo senso l'importanza di una grande infrastruttura, di cui oggi ben poco è noto, quale fu la *fossa Clodia*, tratto terminale di un imponente apparato di *fossae per transversum*, secondo la definizione di Plinio il Vecchio, dovute ad Augusto e ai suoi successori della dinastia giulio-claudia, che intercettavano secondo una direttrice nord-sud esordiente a Ravenna tutte le foci fluviali. Si costituì in questo modo un ramificato sistema di navigazione interna, di tale importanza da mantenere la sua vitalità fino alla fine dell'antichità. L'occupazione definitiva di questa parte di territorio da parte dei romani avvenne poi per mezzo di divisioni agrarie, opere a un tempo di bonifica e catasto, e quindi con l'assegnazione di fondi coltivabili.

La fotointerpretazione ha svolto un ruolo importante per la ricostruzione del territorio tra Bacchiglione e Naviglio Adigetto in epoca antica. Infatti le numerose tracce geomorfologiche e antropiche messe in luce dalle foto aeree aiutano a precisare l'assetto ambientale e idraulico di un'area che appare oggi profondamente mutata. La fotointerpretazione ha rilevato tra Adria e Cavarzere un reticolo di strade e di fossati, scarsamente conservati, che si incrociano, secondo un modulo costante, ad angolo retto e sono interpretabili come tracce di una divisione agraria di epoca romana. In foto aerea le strade sono riconoscibili per la presenza di una traccia più chiara dei terreni circostanti, affiancata spesso da due tracce più scure laterali, che si segue per lunghi tratti rettilinei oppure per linee spezzate. La traccia chiara è dovuta alla posizione relativamente rilevata del manufatto, spesso più asciutta delle aree circostanti, e all'alto potere riflettente dei materiali inerti con cui la strada veniva costruita (sabbie, ghiaie, ciottoli ecc.); le tracce scure rappresentano invece i due fossati di scolo laterali, spesso riempiti da materiali più fini come limi e argille, generalmente caratterizzati da una maggiore umidità, che appaiono scuri per il loro basso potere riflettente (FERRI & CALZOLARI, 1989). Per lo stesso motivo anche i fossati che costituiscono la centuriazione appaiono in foto aerea come tracce più scure rispetto al suolo circostante. In questo caso sono ben evidenti i fossati paralleli alla strada, *kardines*, mentre quelli a essi ortogonali, *decumani*, sono poco visibili: il reticolo interferisce con il sistema di tracce fluviali successive, probabilmente legate a un evento di rotta, che coprono l'antica suddivisione agraria.

Il disegno agrario, messo in luce dalla fotointerpretazione e impostato sul tracciato della strada perilagunare stesa tra Adria e Altino, nel tratto di pianura immediatamente a nord di Adria, tra la città e Cavarzere, mostra una serie di *kardines*, circa una ventina, orientati nord-sud, e alcuni *decumani* che formano *centuriae* di 8 *actus* di lato (PERETTO, 1986; TOZZI, 1987). I *limites* si arrestano in prossimità delle tracce di un intrico di corsi d'acqua sepolti, messe in luce

dalle foto aeree, e originati da un evento di rotta avvenuto in epoca successiva al momento della sistemazione agraria. La divisione agraria è databile, secondo gli studiosi, tra la seconda metà del II e il I secolo a.C., concomitante, quindi, o di poco posteriore, alla costruzione della via, riferibile al 132-131 a.C. La necropoli rinvenuta in località Campelli (BONOMI, 1990-1991), posta tra i due rettili, rispettivamente identificabili come la via per *Patavium* e la via per *Altinum*, risale agli inizi del III secolo a.C. e può essere forse considerata un indizio di un percorso viario preesistente.

La ricostruzione della divisione agraria a nord di Adria fa dunque emergere l'esistenza in età romana di un'area, emersa, "controllata" dall'uomo sotto il profilo idraulico che, soprattutto in alcune aree, appare densamente abitata (TOZZI, 1987; FURLANETTO, 2008b).

All'estremità occidentale di questo territorio sono riportate tracce pertinenti a un'altra estesa centuriazione, la maggiore delle centuriazioni adriensi, cosiddetta di Villadose, riferibile probabilmente alla seconda metà del I secolo a.C. (ZERBINATI, 1984; 1990; PERETTO & ZERBINATI, 1987; MARAGNO, 1993; 2000). Il grande disegno agrario, visibile soltanto in foto aerea, copre un'estensione di oltre 200 km<sup>2</sup> e si estende da Rovigo a NE di Cavarzere e mostra *centuriae* di 27 *actus*, 960 m di lato. Il *decumanus maximus* è riconoscibile nel rettilo, lungo oltre 22 km e largo 100 m, che da Buso, località in provincia di Rovigo, arriva a Monsole. La fotointerpretazione ha rivelato una traccia da Rottanova ad Agna, identificata come un tratto del percorso della *via Annia*, stesa da Adria a Padova, che "taglia" obliquamente la centuriazione e ad essa è probabilmente anteriore.

I *limites* sembrano arrestarsi a nord in corrispondenza di un paleoalveo che da Agna, Cona, Pegolotte è riconoscibile fino a Brenta d'Abbà (PD). Il paleoalveo, identificato come il ramo più settentrionale del Po attivo nell'età del Bronzo, e probabilmente già parzialmente disattivato in età romana, sembrerebbe rappresentare un elemento fisiografico separatore fra i due agri contigui di Padova a nord e Adria a sud, nonostante gli studiosi indichino nell'Adige d'Este, ancora attivo in età romana, il confine più probabile. La presenza della centuriazione e delle tracce antropiche concorre a negare l'esistenza in età romana dell'Adige attuale, la cui presenza avrebbe costituito una seria minaccia ai *limites* e agli insediamenti, secondo la prassi e la teoria agrimensoria romana. A partire dall'alto medioevo, probabilmente dopo il 580 d.C., in seguito al "*diluvium*" raccontato da Paolo Diacono, l'Adige avrebbe spostato il suo corso nell'alveo attuale e tutta l'area, priva di controllo e manutenzione idraulica, avrebbe iniziato a divenire paludosa e di difficile drenaggio, come è peraltro ben documentato dalla cartografia storica cinquecentesca e dall'intrico di paleocanali messi in luce dalla fotointerpretazione che sembrano coprire le tracce di epoca romana. La ricostruzione del disegno centuriato dell'agro nord-occidentale di Adria fa dunque emergere l'esistenza di un'area emersa e non paludosa, idrogeologicamente

stabile, in alcune aree densamente abitata e “controllata” dall’uomo sotto il profilo idraulico, come sembra indicare anche un’iscrizione sulla concessione d’uso d’acqua (CIL, V, 2447) rinvenuta a Villadose, in provincia di Rovigo, e il ritrovamento di antichi manufatti idraulici rinvenuti in Val Concola (BELLEMO, 1887).

La documentazione archeologica, pur scarsa nell’area centuriata in provincia di Venezia, conferma il consueto modello dell’insediamento rustico sparso, comune alle aree centuriate, a edifici sparsi e inseriti nelle maglie della centuriazione. Lo strato archeologico di epoca romana viene a trovarsi a profondità variabili: in alcuni casi in superficie (-0,60/-0,80 m), immediatamente sotto lo strato agrario; in altri a maggiore profondità (-1 m e oltre), soprattutto nelle aree palustri bonificate particolarmente torbose, situate alla destra e alla sinistra idrografica dell’Adige attuale, dove coltri alluvionali coprono lo strato archeologico. In aree sottoposte a migliorie fondiari e a spianamenti di oltre 1÷1,7 m, reperti archeologici frammentati vengono portati in superficie in seguito ad aratura.

Un agro diviso, assegnato e intensamente abitato, doveva apparire dunque, alla fine del I secolo a.C., l’estrema propaggine meridionale della provincia di Venezia: lo attraversavano l’Adige d’Este, che insieme al *Tosigonus* doveva sfociare al porto di Brondolo (PLINIO, *Naturalis Historia*, III, 16, 121), il ramo del Po di Adria, sul cui dosso insistono testimonianze archeologiche di epoca romana, epoca durante la quale è accertata una ridotta portata del fiume, e l’Adigetto, oggi in parte rettificato. Cordoni dunali, messi in luce dalla fotointerpretazione immediatamente a est degli allineamenti di età protostorica, rappresentano l’antica linea di costa di epoca romana, occupata attualmente dal Bosco Nordio. Insediamenti archeologici rinvenuti a Loreo e Cavanella d’Adige (SANESI MASTROCINQUE 1984; 1987), suggeriscono la presenza di una strada in direzione nord e l’esistenza di aree lagunari barenose, immediatamente a ridosso della linea di costa, occupate da insediamenti rustici, a carattere produttivo - residenziale, dotati di darsene e imbarcazioni, strettamente connessi alle vie d’acqua e di terra (BALISTA, 1986). La presenza di aree lagunari in una zona antistante la linea di costa viene confermata indirettamente da Plinio il Vecchio, che citando *Atria* la ricorda in *atrianorum paludes*. Un *ager scamnatus*, a rettangoli, considerato il più antico sistema di divisione agraria del suolo, di origine italica, occupava quindi il territorio prossimo alla città, sin dalla seconda metà del II secolo a.C., in concomitanza con la stesura della via perilagunare che portava ad Altino. In un’epoca successiva, non meglio precisabile, viene completata la grande centuriazione di Villadose, che appare intensamente abitata, almeno nella sua parte occidentale (MARAGNO, 1993), alla fine del I secolo a.C. Documenta comunque la vitalità insediativa dell’*ager scamnatus* ancora nel I secolo d.C. il rinvenimento di reperti vitrei di eccezionale fattura e di produzione siriana a Cuora e nel fondo Salvadego nella Tenuta Ribasso, dove agli inizi del Novecento lavori agricoli portarono

alla scoperta di tombe da riferire a magnati adriesi, che avevano evidentemente qui le loro proprietà agricole (BONOMI, 1990 - 1991; Fig. 2.35).



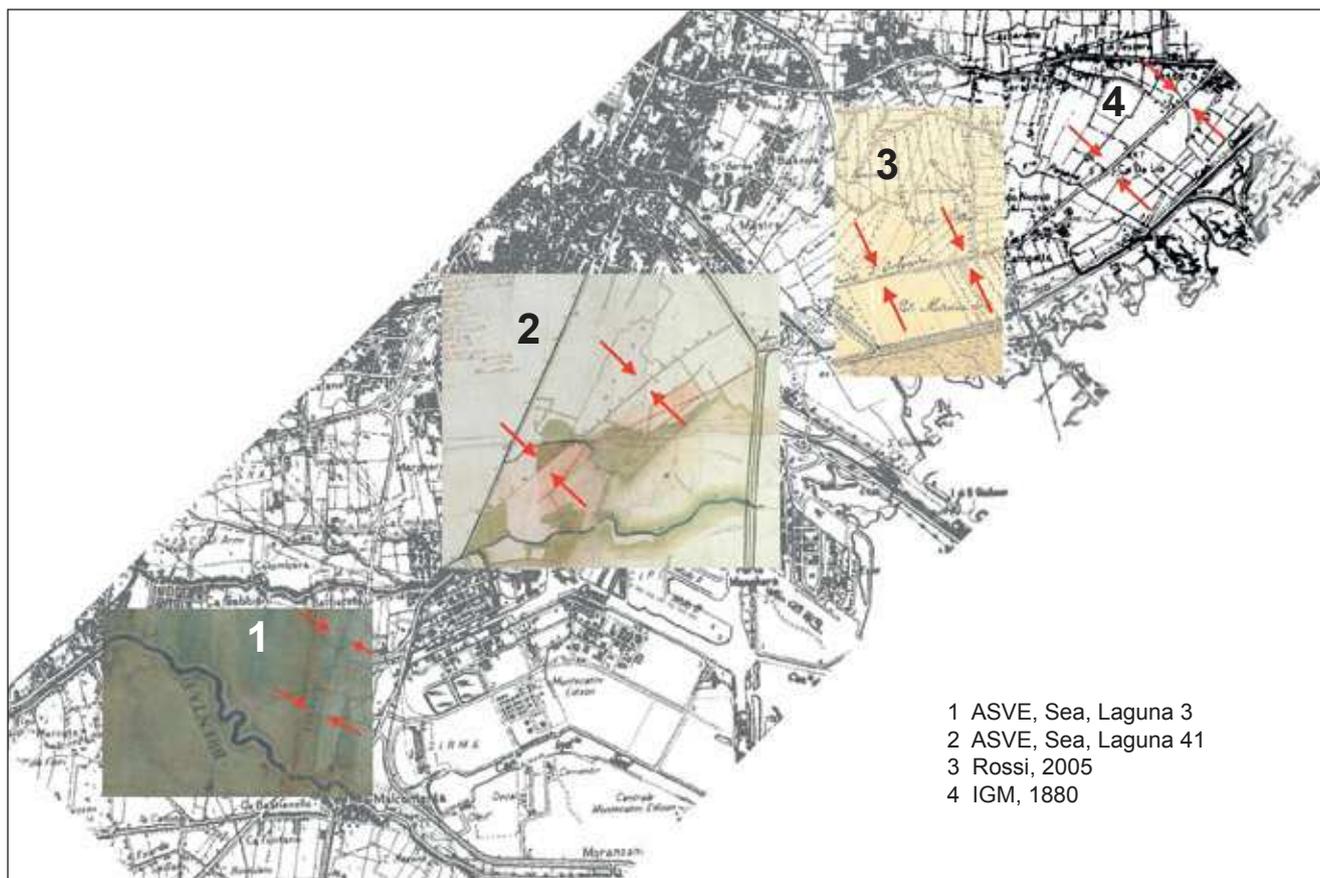
Fig. 2.35 - Adria, Museo Archeologico Nazionale: coppa in vetro a nastri policromi (BONOMI, 1990-1991).

### 2.3.6. La rete viaria

Una rete stradale, il cui tracciato si rivela senza soluzione di continuità con i percorsi delle epoche precedenti, si diparte a raggera dai centri di Altino e Concordia (BOSIO, 1991; ROSADA, 1998; TIRELLI, 2002).<sup>16</sup> I tratti rilevati dalle foto aeree, confermati e integrati con i tratti ancora documentati nelle carte storiche del XVI, XVII, XVIII secolo, che è stato possibile georeferenziare e riportare in carta, sono stati nuovamente verificati dai dati archeologici. Ne emerge un lungo tracciato prossimo al margine lagunare, che procede a tratti diversamente orientati, che cambiano direzione in osservanza alle condizioni geomorfologiche. Scandito da ponti, ben nove nel tratto tra il Sile e il Tagliamento, da miliari in età tardo romano, da ville e necropoli monumentali che caratterizzano tutto il percorso (CROCE DA VILLA, 1990; BASSO *et al.*, 2004; BASSO, 1987; 1996).

La strada costituisce un tratto di una lunga via perilagunare che da Adria, Monsole, Lova, Sambruson, Porto Menai, Altino, Concordia arriva al Tagliamento e poi ad Aquileia. Coincide solo parzialmente questo percorso con il tracciato della *via Annia* fatta costruire secondo gli studiosi da Tito Annio Lusco (153 a.C.), o da Tito Annio Rufo (131 a.C.) e stesa da Adria, per

<sup>16</sup> Il tracciato della *via Annia* messo in luce durante l’elaborazione della carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN & MENEGHEL, 2004; FURLANETTO, 2004b, FURLANETTO & PRIMON, 2004) è stato oggetto di recenti e approfonditi studi in seno al “Progetto via Annia” (BASSO *et al.*, 2002; BUSANA & GHEDINI, 2004; VERONESE, 2009; 2011; ROSADA *et al.*, 2010). Ad essi si rimanda per aspetti puntuali e questioni generali relative al percorso, alla storia e alla datazione.



- 1 ASVE, Sea, Laguna 3
- 2 ASVE, Sea, Laguna 41
- 3 Rossi, 2005
- 4 IGM, 1880

Fig. 2.36 - Le carte storiche nella ricostruzione del tracciato della *via Annia* da Altino a Mestres: ASVE, Sea, Laguna 3, 1532; ASVE, Sea, Laguna 41, 1628; Anton Von Zach, *Kriegskarte*, 1796-1805; IGM, 1880.

Padova, Altino, Concordia e Aquileia (BOSIO, 1990; 1991; DORIGO, 1994a; MACCAGNANI, 1994; BASSO *et al.*, 2002). Di questa strada si conosce la stazione di partenza, Aquileia, grazie alle iscrizioni che la nominano (CIL, V, 7997, 7992 = ILS 5860), ma rimane ignoto l'altro capolinea, che alcuni studiosi identificano appunto con Adria. Ad Adria arrivava da Rimini la *via Popilia*, fatta costruire dal console Publio Popillio Lenate nel 132 a.C., come testimonia un miliare ritrovato alla periferia sud-ovest della città (CIL, V, 8007 = ILS, 5807) e da Adria nella carta geomorfologica è cartografato rettilineo, in prosecuzione della via, che con orientamento nord-sud si dirige verso l'Adige e con un altro rettilineo raggiunge Monsole. A ovest di questo tracciato la fotointerpretazione ha rilevato un tratto di strada con direzione nord-ovest da Rottanova ad Agna, che nel nome sembra ricordare proprio il passaggio della *via Annia*. Nessun itinerario antico riporta il percorso stradale Adria - Aquileia, né tantomeno il tratto Padova - Adria; solo nell'*Itinerarium Antonini* (281, 1-282, 2) viene descritto il percorso da *Bononia, Mutina, Vico Sernino, Vico Variano, Anneiano, Ateste, Patavis, Altino, Concordia, Aquileia*. Il percorso di una strada perlagunare da Ravenna ad Altino con le stazioni di sosta e le relative distanze è invece raffigurato nella *Tabula Peutingeriana* (Segmento III, 4-5; BOSIO, 1983), databile al IV - inizi V secolo d.C. che riporta, per il nostro territorio, le stazioni di *Fossis, Evrone, il Portus Aedro* menzionato

da Plinio, identificato nell'odierna Vallonga (BOSIO, 1976; ROSADA, 1989), *Mino Meduaco* = Lova, *Maio Meduaco* = l'odierna Sambruson, *Ad Portum* = Porto Menai, Altino, Concordia, Aquileia.

Su questo tracciato si innesta ad Altino la strada che proviene da Padova e prosegue fino a Milano. Non si vuole entrare in merito alla questione, complessa e ancora non risolta, dell'attribuzione del nome, della datazione e dell'articolazione del percorso, ma in questa sede si propone la via perlagunare da Adria al Tagliamento, messa in luce dalla fotointerpretazione e confermata dai dati archeologici, come un percorso unitario di cui si sottolineano le caratteristiche geomorfologiche omogenee, il caratteristico andamento a tratti spezzati, diversamente orientati, lungo tutto il suo percorso, la continuità con il tracciato di epoca protostorica, la parziale coincidenza con la raffigurazione di una via perlagunare da Ravenna a Aquileia riportata nella *Tabula Peutingeriana*, che conferma la continuità e la vitalità di questo percorso fino al IV secolo d.C. Un percorso perlagunare da Adria a Concordia e Aquileia, dunque, che alcuni autori chiamano *via Popilia* nel primo tratto da Adria ad Altino (BOSIO, 1991; MACCAGNANI, 1994), diretta prosecuzione della *via Popilia*, e per questo forse databile al 131 a.C., e *via Annia*, da Adria a Padova, Altino, Concordia, Aquileia; un percorso che non esclude né l'esistenza di una *via Annia* diretta a Padova e Altino, della quale abbiamo comunque scarse testi-

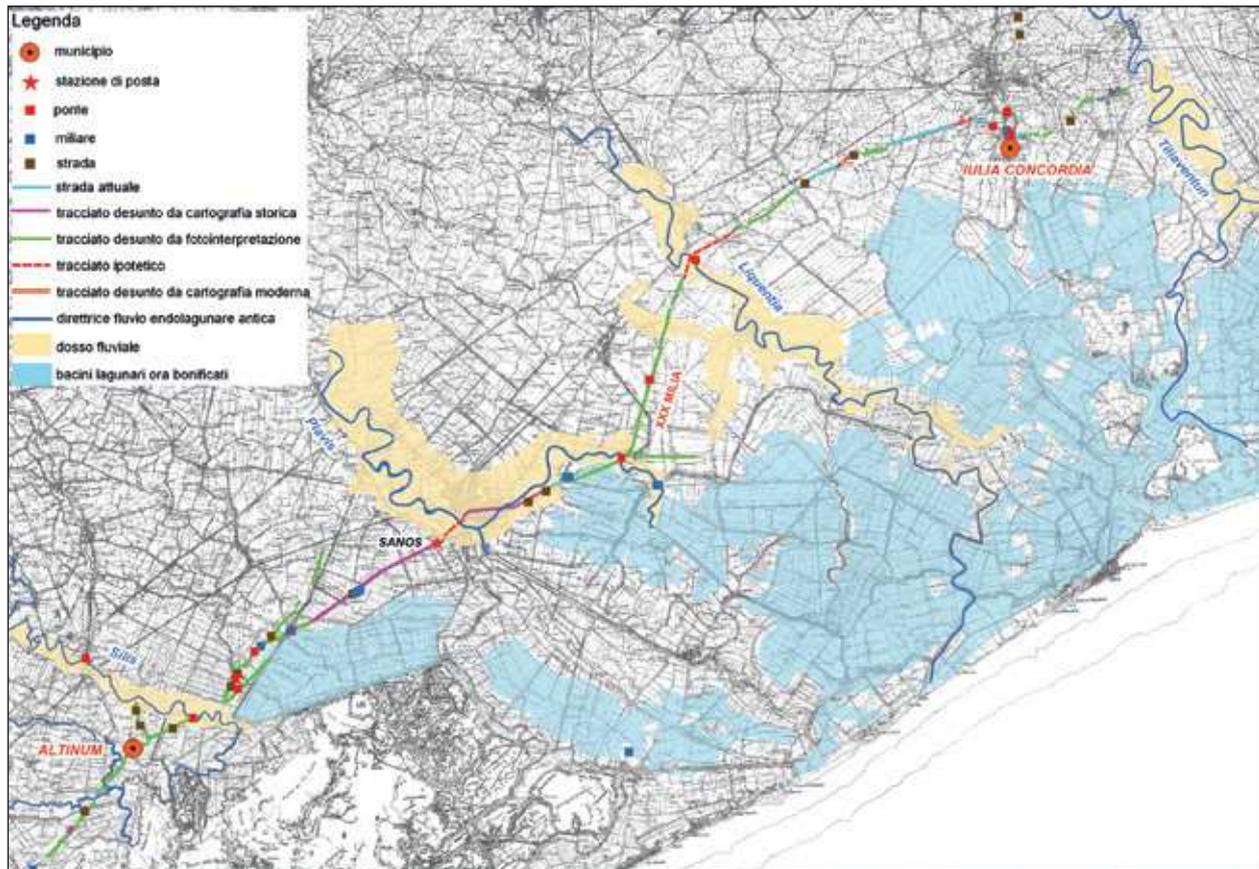


Fig. 2.37 - Il tracciato della *via Annia* da Altino a Concordia desunto da foto interpretazione, cartografia storica e dati archeologici, con le indicazioni delle stazioni di posta di età tardo antica.

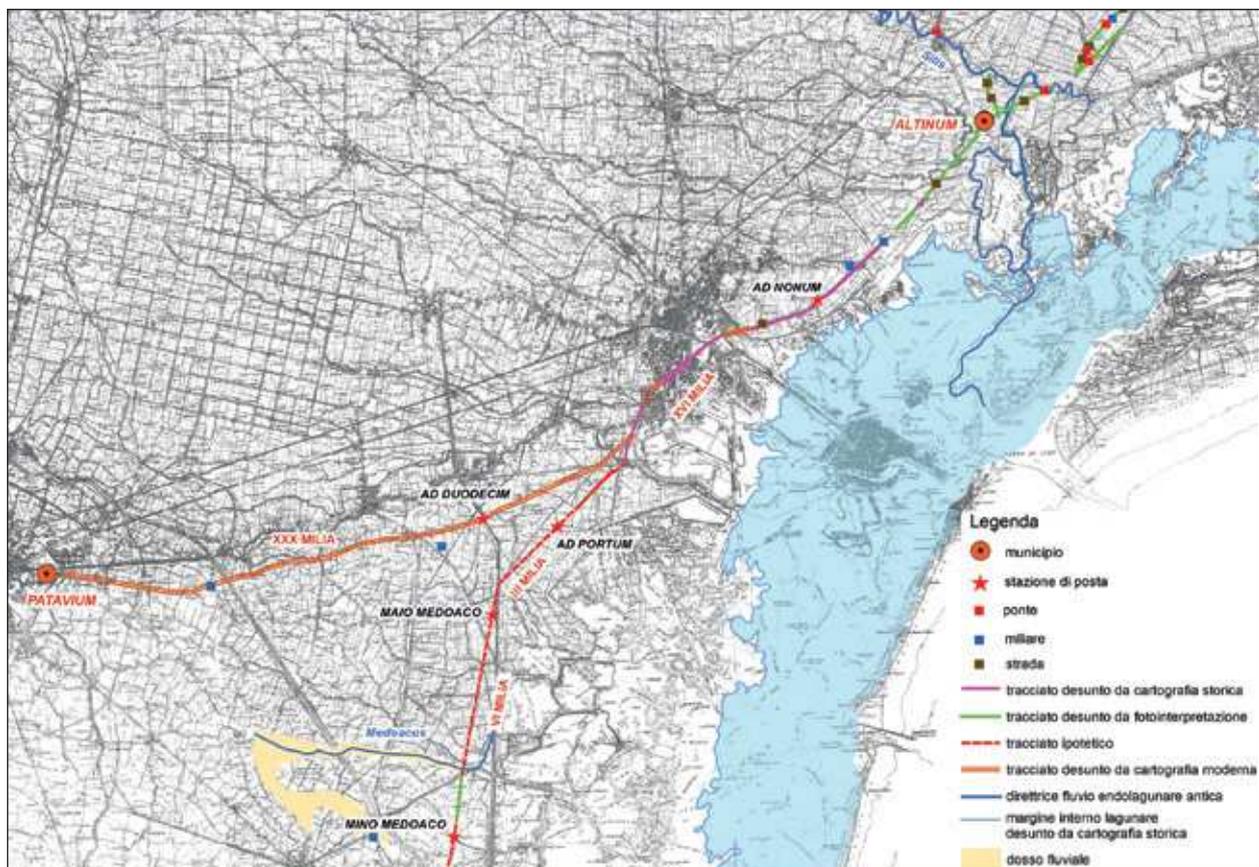


Fig. 2.38 - Il tracciato della *via Annia* da Altino a Padova e un tratto della *via Popilia*, desunti da fotointerpretazione, cartografia storica e dati archeologici, con le indicazioni delle stazioni di posta di età tardo antica.

monianze, né, tantomeno, di una via Padova, Altino, Concordia, Aquileia, ricordata negli Itinerari di epoca tarda (*Tabula Peutingeriana*, Segmento III, 4-5; *Itinerarium Antonini*, 126, 1-9; *Itinerarium Burdigalense*, 557, 10-559, 11) come un tratto della strada Milano - Aquileia e confermata dalla presenza, in questo tratto, di ben 25 miliari (BASSO *et al.*, 2002). La strada, messa in luce in molti suoi tratti dalla Commissione per la Deputazione di Storia Patria alla fine del 1800 (BAROZZI *et al.*, 1883a; 1883b; 1883c; 1884), misurava fino a 18 m di larghezza, era fiancheggiata da ampi fossati ed era ricoperta da un manto stradale in ciottoli e ghiaia. La strada, si mantiene per tutto il suo percorso a una distanza costante dal margine lagunare attuale e mostra un perfetto adattamento agli elementi geomorfologici. L'andamento spezzato consentiva di evitare aree a quote inferiori lo zero, depresse, e dossi sopraelevati.

## 2.4. L'ETÀ TARDO ROMANA (IV- VI secolo d.C.)

A partire dal II secolo d.C. si assiste a una drastica riduzione dei siti archeologici, in tutto il Veneto, riflesso di una crisi più generale, politica ed economica che investe tutta la Cisapina (GELICHI *et al.*, 1987). Nel 169 d.C. Quadi e Marcomanni distruggono Oderzo. Il contraccolpo e la crisi della piccola e media proprietà determinano il progressivo spopolamento della pianura e un altrettanto rapido collasso del sistema centuriato. Profonde sono le trasformazioni ambientali che interessano terraferma e laguna e sono molti gli esempi di interventi atti a contrastare gli effetti di una nuova ingressione lagunare. Un'iscrizione rinvenuta ad Aquileia, che ricorda un imperatore rimasto senza nome che "fece restaurare la via Annia, abbandonata da lungo tempo e rovinata dalle acque palustri che l'invadevano", databile al III secolo d.C., rivela che l'intera area perilagunare era di nuovo minac-

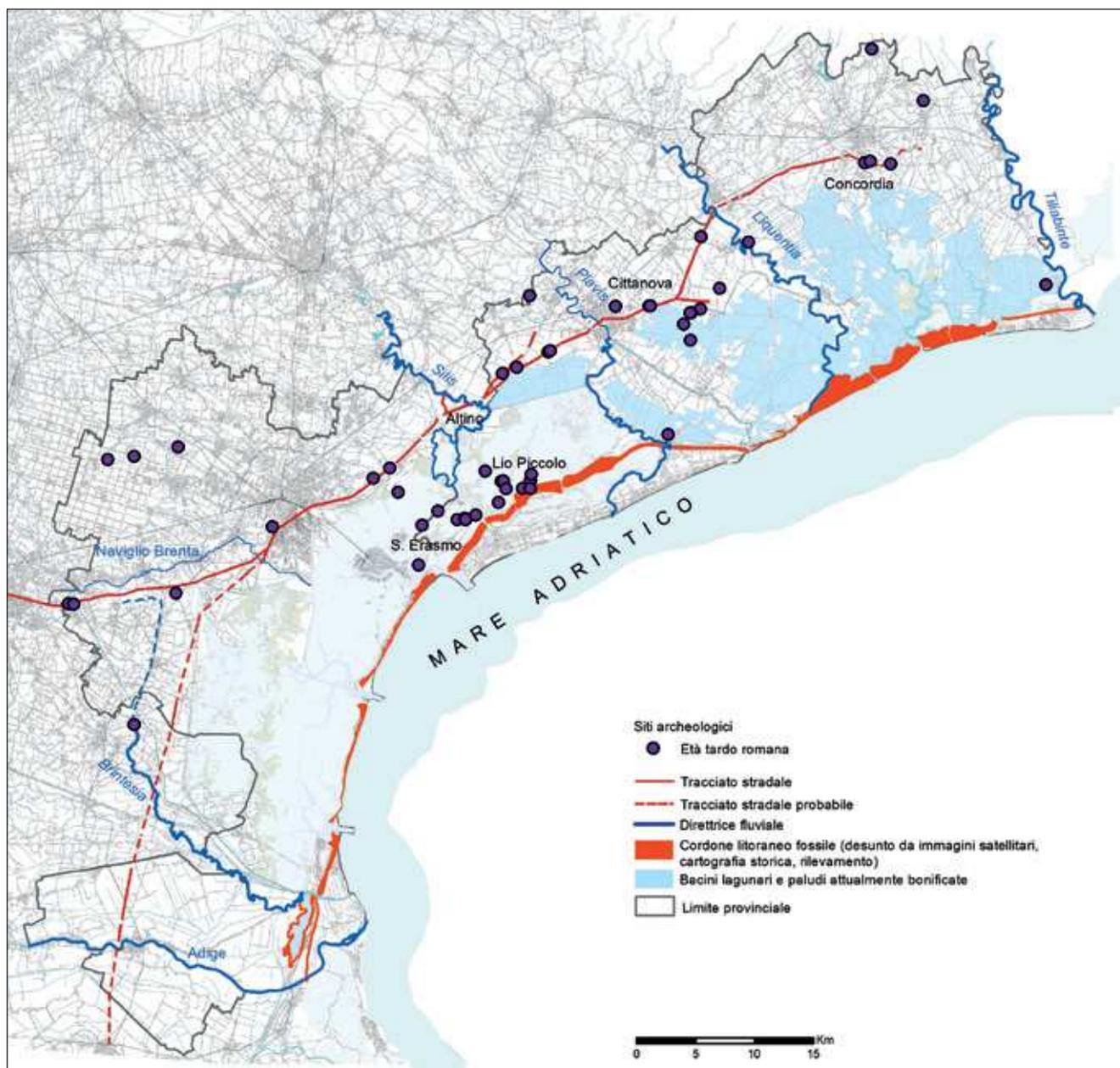


Fig. 2.39 - Il territorio della provincia di Venezia in età tardo antica.

ciata dalle acque (CIL, V, 7997, 7992 = ILS, 5860). Fenomeni di ingressione marina già documentati a partire dal I-II secolo d.C. a Cittanova, lungo l'antico corso del Piave, si concludono nel IV-V secolo d.C. con l'affermarsi nuovamente di un ambiente lagunare; ne è prova anche il manufatto attrezzato da banchina lignea sostenuta da una palificata rinvenuto all'interno del canale, la cui costruzione è connessa al restringimento dell'alveo a causa dei depositi delle acque ormai salmastre (SALVATORI, 1989, fig. 24; 1990). Fenomeni di ingressione lagunare e interventi atti a contrastarla sono anche documentati nell'area tra Sile e Piave più vicina al margine: episodi di ingressione marina sono accertati nei pressi del ponte dell'età del Bronzo sul paleoalveo della Canna recentemente scavato (BASSO *et al.*, 2004); sedimenti lagunari sono presenti nella spalletta del ponte romano della Fossetta (CROCE DA VILLA, 1990) e sono forse interpretabili in tal senso anche i marginamenti di sponda a cui vengono sottoposti gli alvei dei corsi d'acqua in questa zona. Ma sono soprattutto i siti lagunari, seriamente minacciati dal progressivo e inesorabile innalzamento del livello marino, a mostrare i segni inequivocabili di interventi; sempre più necessari, come la costruzione di argini - strada, che radiodazioni riferiscono al II-III secolo d.C., come il rialzamento di 40

cm della strada nei pressi di Tessera a Sacca delle Case e come i rari tentativi di rialzamento del terreno accertati da CANAL (1998). Interventi comunque necessari quanto inutili, se nel IV-V secolo d.C. l'avvenuta sommersione di gran parte della laguna costringerà i suoi abitanti all'abbandono definitivo dei siti, ultimo, drastico e drammatico atto della storia della laguna in epoca romana.

Di un *diluvium* ci parla PAOLO DIACONO (*Historia Longobardorum*, III, 23) nel 589 d.C., e indagini geomorfologiche e geologiche confermano nel VI secolo lo spostamento negli alvei attuali di tutti i principali assi fluviali che attraversavano la pianura: l'Adige, il Brenta, il Piave e il Tagliamento. Si disattivano il *Tiliaventum*, il Piave di Cittanova, l'Adige d'Este, mutano i percorsi, mutano gli idronimi e il loro tracciato nel racconto degli scrittori (VENANZIO FORTUNATO, *Opera Poetica*, I, *Carminum*, 4) PAOLO DIACONO, *Historia Longobardorum*, II, 12), negli itinerari (ANONIMO RAVENNATE, *Cosmographia*, IV, 36), nella *Tabula Peutingeriana*. Il *Silis*, la *Liquaentia*, il *Tiliaventum Maius e Minus*, i *Meduaci duo* di Plinio dei primi decenni dell'impero romano diventano *Silis*, *Plavis*, per la prima volta citato, *Liquantie/Licenna*, *Tiliabinte/Teliamento* e *Brinta/Brintesia*, nuovi idronimi, riflesso di nuovi percorsi e di una nuova realtà ambientale.

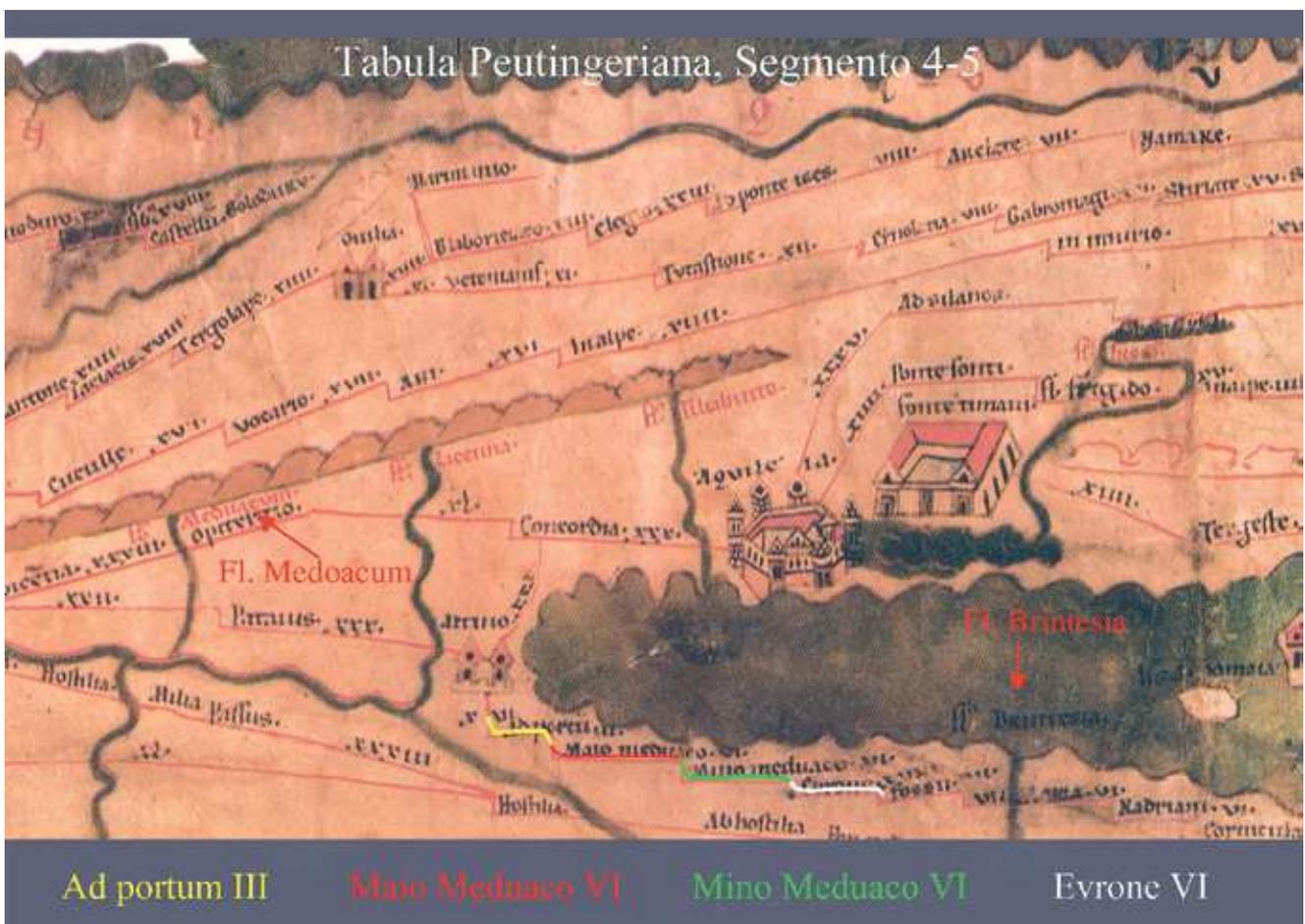


Fig. 2.40 – La viabilità e i principali elementi idrografici di età tardo romana nella fascia costiera che si affaccia sul mare Adriatico nella *Tabula Peutingeriana* (Segmento, III, 4-5 - 4, 1-2; Bosio, 1976).

## 2.5. LA SITUAZIONE IDROGRAFICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE DI VENEZIA DALL'ETÀ TARDO ANTICA AL XX SECOLO

Francesca Ronchese<sup>17</sup> e Andrea Vitturi<sup>18</sup>

### 2.5.1. L'Alto Medio Evo

Nei paragrafi precedenti è stata descritta l'evoluzione del territorio provinciale dalla preistoria al IV-V secolo d.C., cioè sostanzialmente alla fine dell'impero romano.

Nel lungo periodo successivo vi sono stati alcuni notevoli cambiamenti territoriali sia dovuti a eventi naturali, che all'opera antropica. Non vengono qui descritti con lo stesso dettaglio dei secoli precedenti e si rimanda alla nutrita bibliografia esistente; in particolare, il "Profilo storico" del territorio provinciale era già stato trattato, più o meno diffusamente, in tre pubblicazioni della *"Collana degli studi geologici e di difesa del suolo della provincia di Venezia"*, di cui questo libro è, alla data odierna, l'ultimo numero, oltre a compendiare e aggiornare la maggior parte dei tematismi ivi trattati.

Uno degli eventi naturali di maggior rilievo è stata la *"rotta della Cucca"* ad Albaredo (VR), che viene tradizionalmente messa in relazione dagli studiosi al *"diluvium"* raccontato da Paolo Diacono, il cui nuovo corso viene documentato da studi geomorfologici e archeologici (MENEGBEL, 2004) nel 589; questo fiume nel periodo romano passava per Este (PD) e da lì, con vari percorsi mutati nel tempo, ha contribuito a costruire una considerevole porzione della parte centro-meridionale della provincia. L'attuale percorso dell'Adige è sostanzialmente quello derivante da quella rotta.

Altri rilevanti eventi naturali hanno interessato il Tagliamento, che ha mutato più volte il suo percorso dopo l'età romana; per questi importanti eventi si rinvia essenzialmente al relativo capitolo sulla geomorfologia provinciale.

### 2.5.2. Dal XIV al XVIII secolo

Imponenti sono state anche le successive trasformazioni territoriali dovute all'opera umana: basti pensare alle bonifiche benedettine nella parte centro-meridionale della provincia e, soprattutto, le modifiche derivanti dalle opere di grande ingegneria idraulica sviluppate dai veneziani, che portarono a deviare anche fortemente il tracciato di corsi d'acqua di primaria importanza (Piave, Sile e Brenta per quanto d'interesse provinciale) o secondari.

Mentre in questa parte del testo si tralascia di trattare gli eventi naturali e antropici in genere avvenuti in questo lungo periodo, si è ritenuto opportuno invece di soffermarsi sulle modifiche idrografiche che i veneziani hanno apportato nei secoli, essenzialmente in difesa della laguna di Venezia e della sua portualità.

Per questo si sono utilizzate nove figure che, schematicamente, evidenziano tali opere; le figure sono tutte integralmente tratte dalla pubblicazione di FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI *"Morfologia storica della laguna di Venezia"* (Arsenale Editrice, Venezia, 1988). Vengono così rappresentate le varie deviazioni fluviali che, sostanzialmente nell'arco di oltre 600 anni, hanno portato alla situazione attuale, estromettendo dalla laguna o dai suoi immediati dintorni diversi corsi d'acqua.

La Fig. 2.41 illustra i corsi dei fiumi che sfociavano in laguna all'inizio del 1300 in sequenza da nord a sud: Sile, Zero, Dese, Marzenego, Muson (Bottenigo), Brenta, Bacchiglione. E' riportato anche il percorso del Piave, poco a nord della laguna stessa, e anche i vari porti allora esistenti: Piave, Lio Maggiore, Tre Porti, Sant'Erasmus, San Nicolò, Malamocco, Pastene, Chioggia, Brondolo.

Dall'esame della Fig. 2.42, la laguna e dei suoi corsi d'acqua all'inizio del 1400, risultano i primi lavori di sistemazione idraulica realizzati dai veneziani nel 1300. Vi è la prima deviazione del Brenta, portato da Fusina verso l'isola di San Marco di Bocca Lama e col canale artificiale Cava Nova vengono pure deviate nel Brenta le acque del Bottenigo (Musone) e di altri corsi d'acqua minori. Viene costruito l'attuale Canal Salso (Fossa Gradeniga). Il Brenta ritorna a sfociare a Fusina e giunge, attraverso il Canale della Giudecca, a sfociare fino al Porto San Nicolò.

Nel corso del 1400 gli interventi di modifica al sistema idraulico si fanno man mano più importanti. Tra questi, come si vede nella Fig. 2.43, vi è lo scavo del Canal dell'Arco a Jesolo e la deviazione del Brenta da Dolo verso Sambruson, Santa Maria di Lugo che poi, attraverso il Canale di Lugo, viene portato nel Canal Maggiore per scendere al Porto di Malamocco.

Nella Fig. 2.44 proseguono gli importanti interventi che, nella prima metà del 1500, coinvolgono i fiumi dal Piave sino al Bacchiglione. Viene realizzata la prima grande diversione del Brenta che da Sambruson, viene inviato a Conche e fatto sfociare nella Laguna di Chioggia assieme al Bacchiglione attraverso il Canale di Montalbano. Viene scavato il

<sup>17</sup> Naturalista in Vigonovo.

<sup>18</sup> Geologo in Padova; già dirigente della Provincia di Venezia - Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

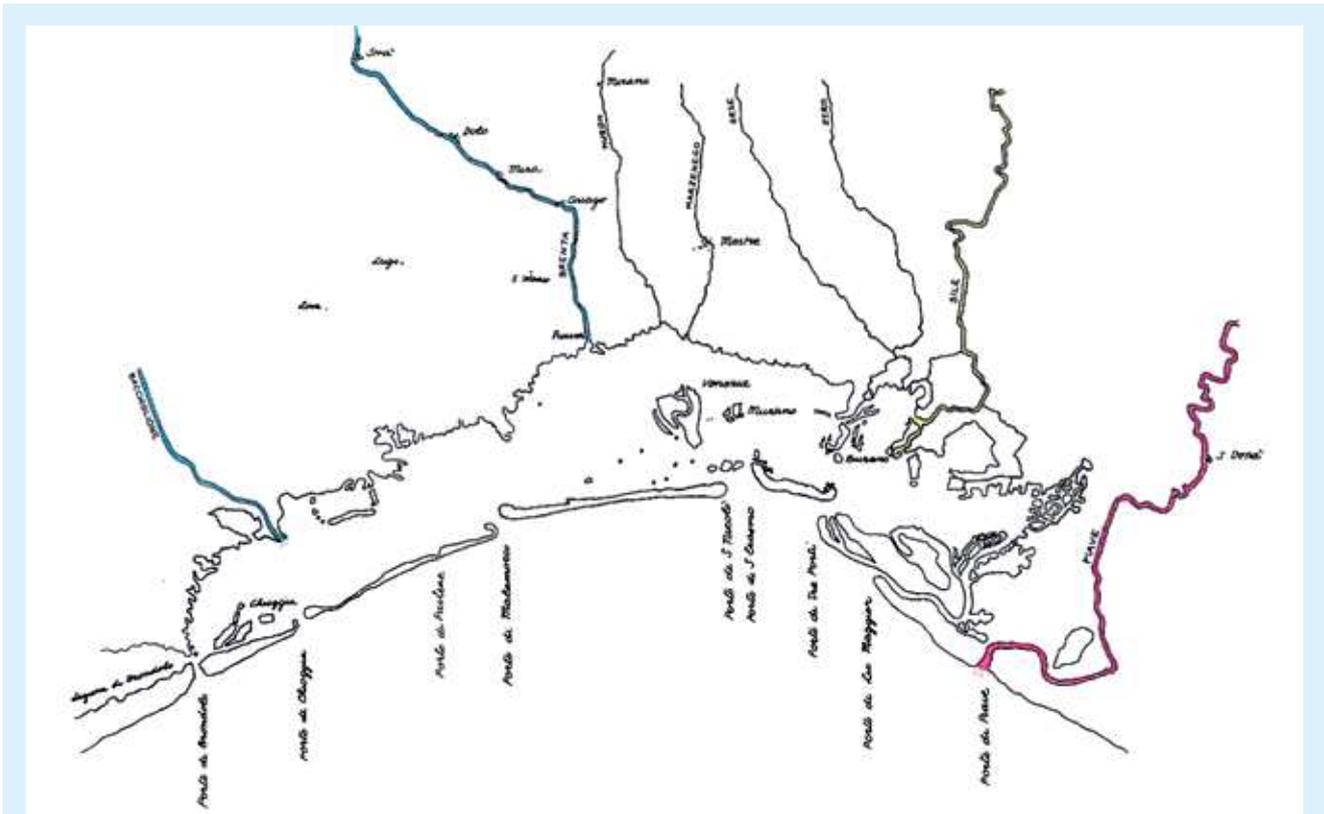


Fig. 2.41 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1300, anteriore alle modifiche al sistema idraulico da parte dei veneziani.

Rosso: Piave; giallo: Sile, Zero, Dese, Marzenego e Muson; blu: Brenta e Bacchiglione.

Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

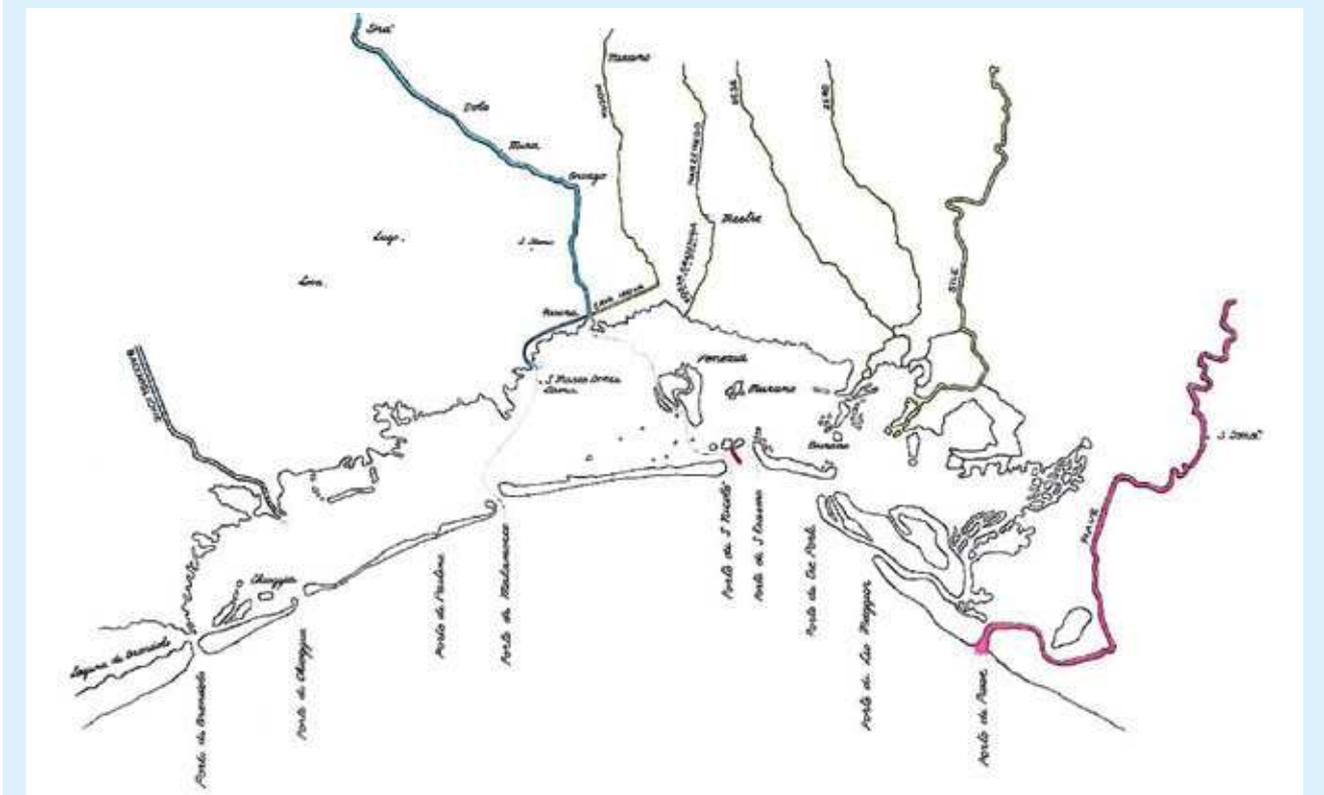


Fig. 2.42 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1400, con le prime modifiche al sistema idraulico da parte dei veneziani.

Rosso: Piave; giallo: Sile, Zero, Dese, Marzenego, Muson - Cava Nova; blu: Brenta; bianco-blu: Bacchiglione.

Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

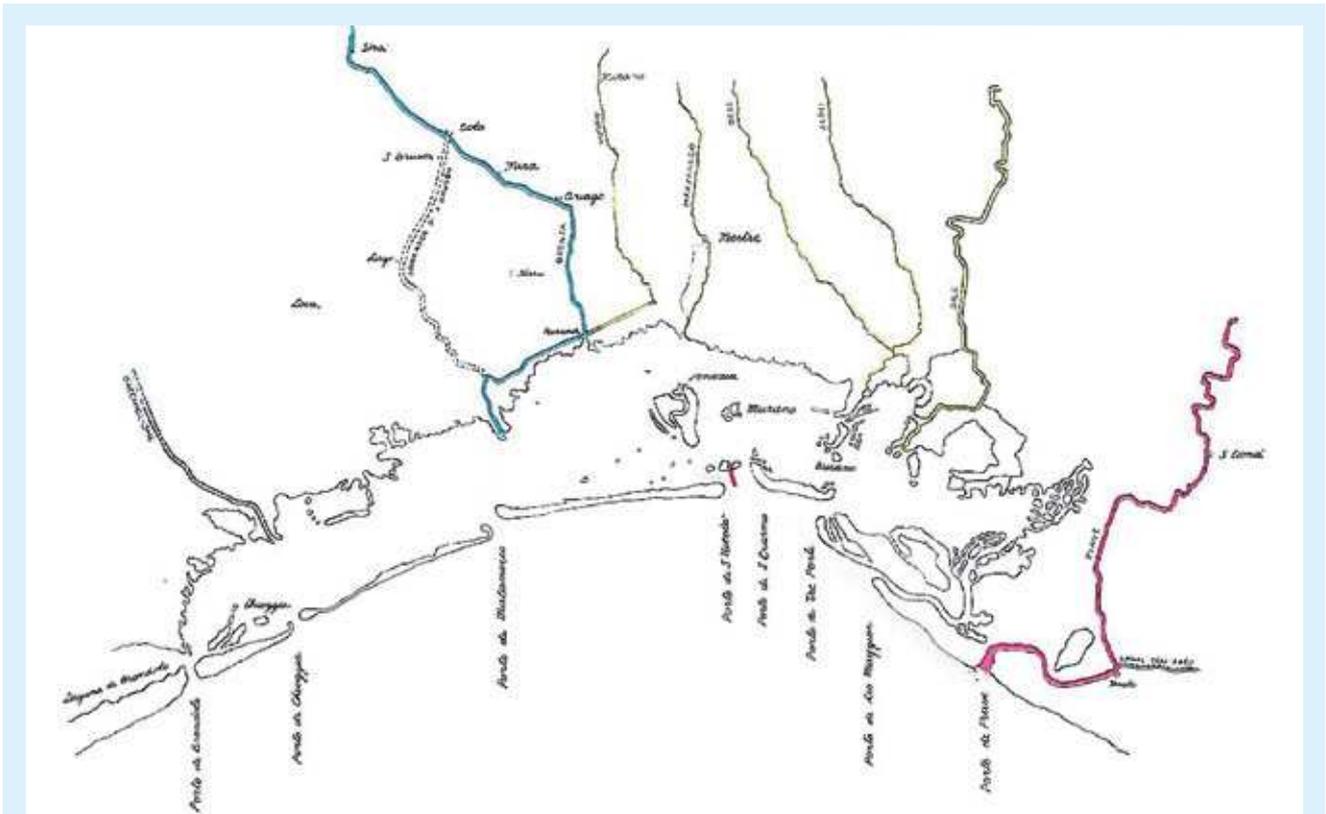


Fig. 2.43 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1500.  
 Bianco-rosso: Canal dell'Arco; rosso: Piave; giallo: Sile, Zero, Dese, Marzenego, Muson - Cava Nova; doppia riga tratteggiata: Sborador di Sambruson; blu: Brenta; bianco-blu: Bacchiglione.  
 Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

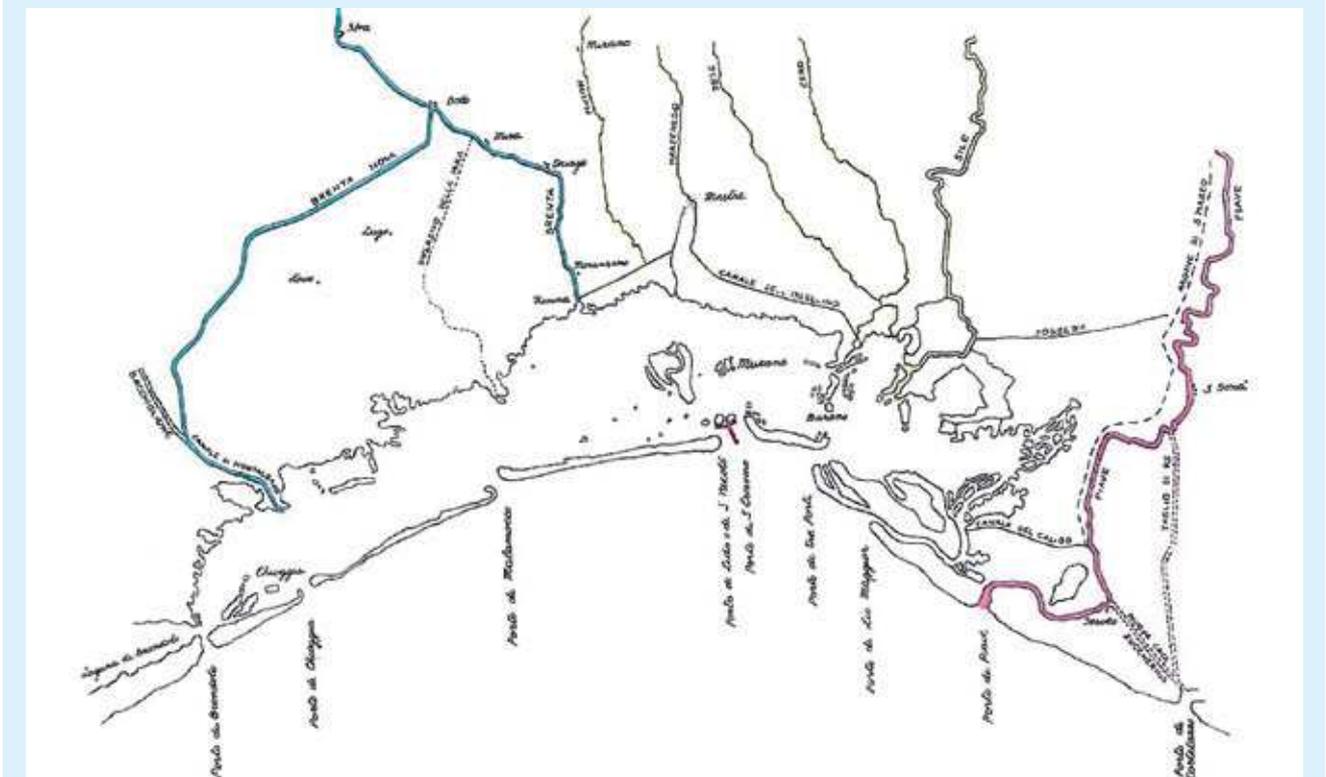


Fig. 2.44 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua a metà del 1500.  
 Bianco-rosso: Nuova Cava Zuccherina e Taglio di Re; rosso: Piave; punto-linea: Argine San Marco; giallo: Sile, Zero, Dese, Marzenego - Osellino, Muson - Cava Nova; linea tratteggiata: Diversivo della Mira; blu: Brenta Nova - Canale di Montalbano e Brenta; bianco-blu: Bacchiglione.  
 Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

nuovo canale dell'Osellino, dove vengono immesse anche le acque del Marzenego, che prima sfociava a San Giuliano. Per una decina d'anni (1530-40) il Brenta, col *Diversivo della Mira*, sfocia nella Laguna di Malamocco attraverso il canal Cornio e il Canal Maggiore.

Vengono realizzati l'*Argine di San Marco* (lungo il Piave, da Ponte di Piave a Jesolo), il canale Taglio del Re e il canale Nuova Cava Zuccherina.

Nella seconda metà del 1500 l'intervento più rilevante è stato l'ulteriore deviazione del Brenta, che viene portato a sfociare a Brondolo. Per evitare danni alla Laguna di Chioggia viene eretto il *Paradore di Brondolo*, che viene trasformato negli anni da sbarramento in vero e proprio argine. Inoltre, come si vede sempre nella Fig. 2.45, viene ultimato il Canale del Cavallino.

Nella prima metà del 1600 vi è stato dapprima l'esecuzione del *Taglio Nuovissimo*, seguito poi dal Taglio di Mirano (Fig. 2.46); sono così convogliate le acque del Musone attraverso il Taglio Nuovissimo, portandolo a sfociare a Brondolo. L'opera però di maggior importanza è stata, nella seconda metà del secolo, la diversione del Piave fino al Porto di

Santa Margherita-Caorle, con la formazione del grande lago della Piave (durato tra il 1664 e il 1683); il Piave però, con la rotta della Landrona (1683), si diresse in mare a Cortellazzo, dove sfocia tuttora. Le acque del Sile vengono portate, mediante il Taglio del Sile, nel vecchio alveo del Piave e quindi a sfociare in mare, come ora, al Porto di Piave vecchia.

Nel XVIII secolo (Fig. 2.47) le opere di maggior rilievo sono la costruzione dei *Murazzi*, che sostituiscono le vecchie difese a mare, terminati nel 1782, e il completamento della "*conterminazione lagunare*", che separa nettamente il bacino lagunare (dove vigono regole particolari) dalla terraferma.

### 2.5.3. XIX e XX secolo

A parte la costruzione del ponte ferroviario tra il 1841 e il 1846, nel XIX secolo (Fig. 2.48) viene eseguito il *Nuovo Taglio della Cunetta* che porta in modo più diretto le acque del Brenta da Fossalovara (attuale Stra) a Corte (PD).

Il Brenta, che sfocia sempre nella Laguna di Chioggia causando danni, viene riportato a sfociare a Brondolo (1896). Da notare anche la costruzione delle dighe foranee del Porto di Malamocco e di quelle

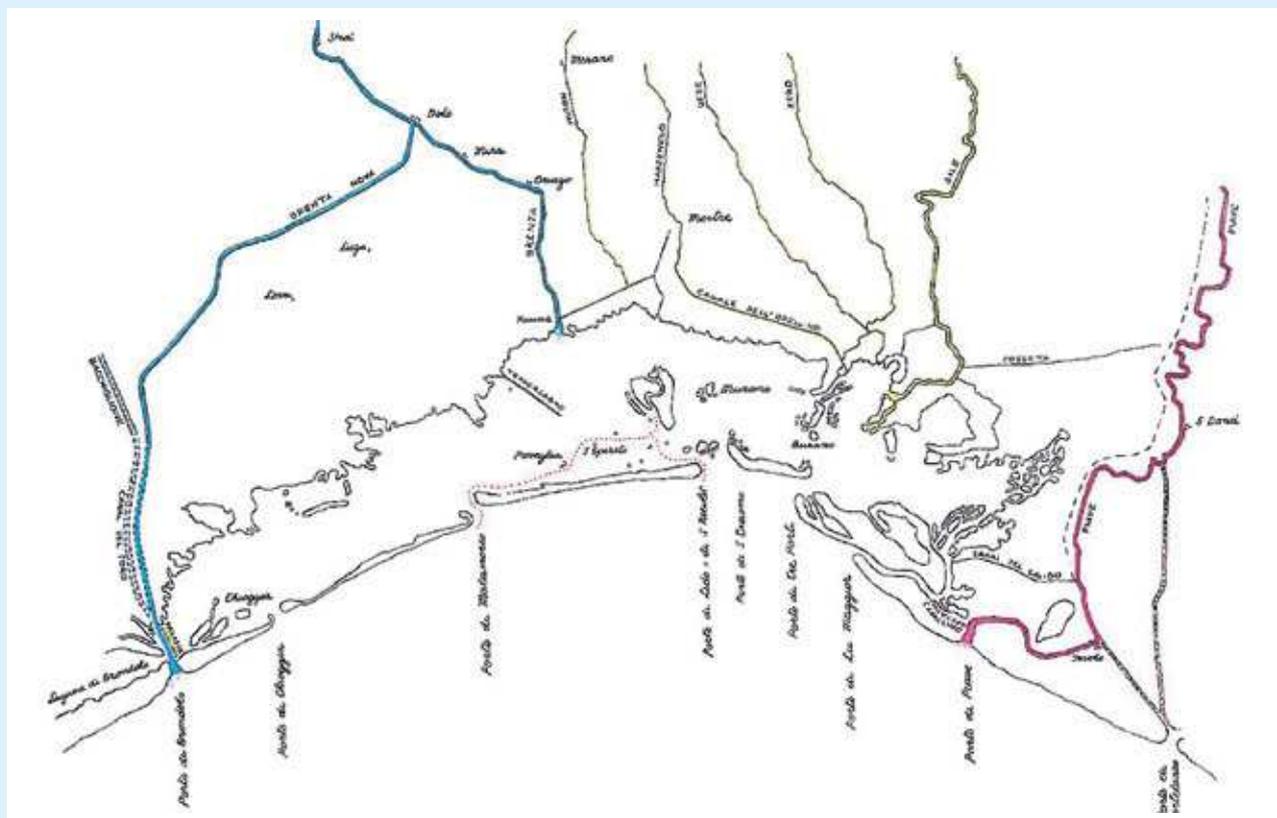


Fig. 2.45 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1600.

Bianco-rosso: Nuova Cava Zuccherina, Taglio di Re e Canale del Cavallino; rosso: Piave; punto-linea: Argine San Marco; punti neri su linea rossa: canale di S. Spirito; linea a zig-zag: Traversagno; giallo: Sile, Zero, Dese, Marzenego-Osellino, Muson - Cava Nova; linea tratteggiata: Diversivo della Mira; tratti neri su linea gialla: Paradore; blu: Brenta Nova e Brenta; bianco-blu: Bacchiglione - Canal del Toro.

Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

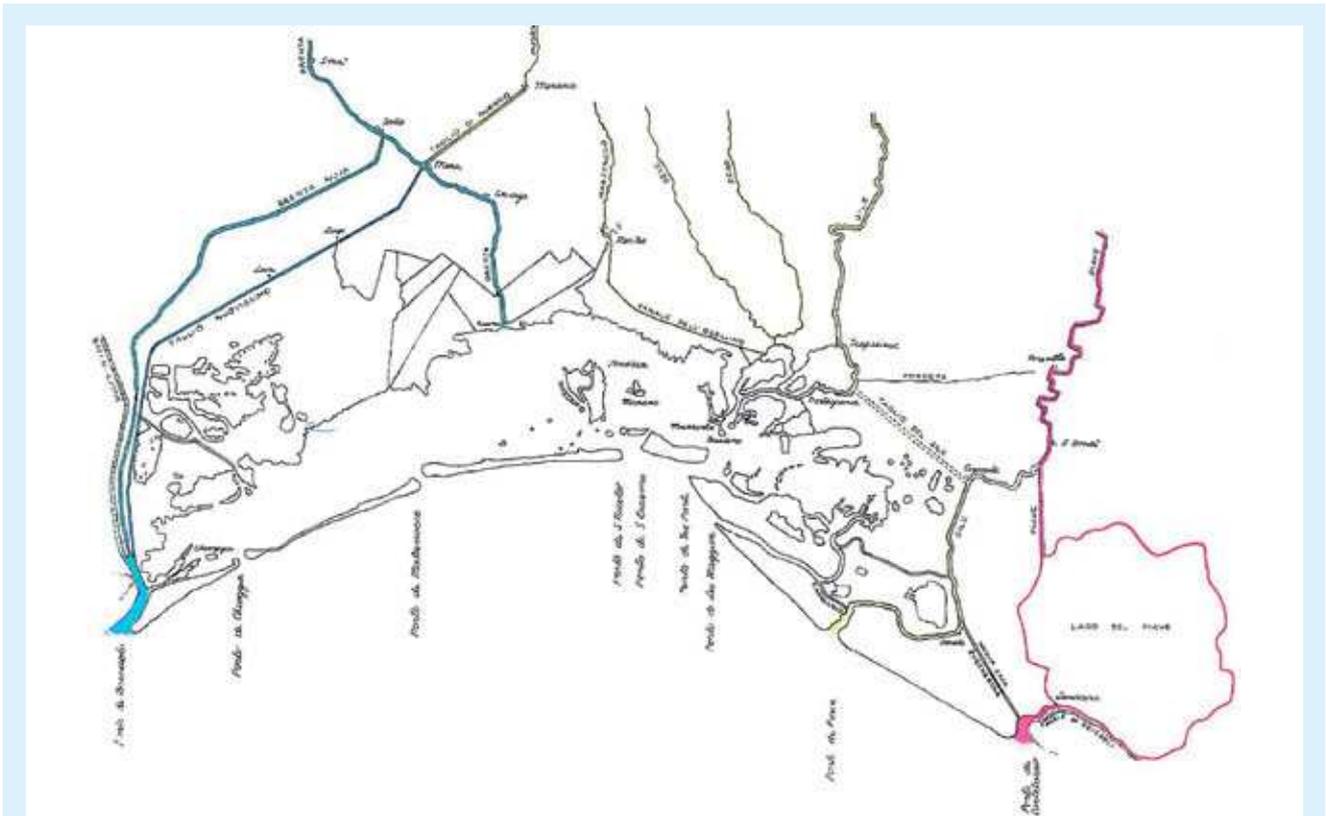


Fig. 2.46 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1700.  
 Rosso: Piave e Lago della Piave; giallo: Sile e Taglio del Sile, Zero, Dese, Marzenego - Osellino, Muson - Taglio di Mirano; blu: Brenta Nova, Brenta e Taglio Nuovissimo; bianco-blu: Bacchiglione.  
 Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

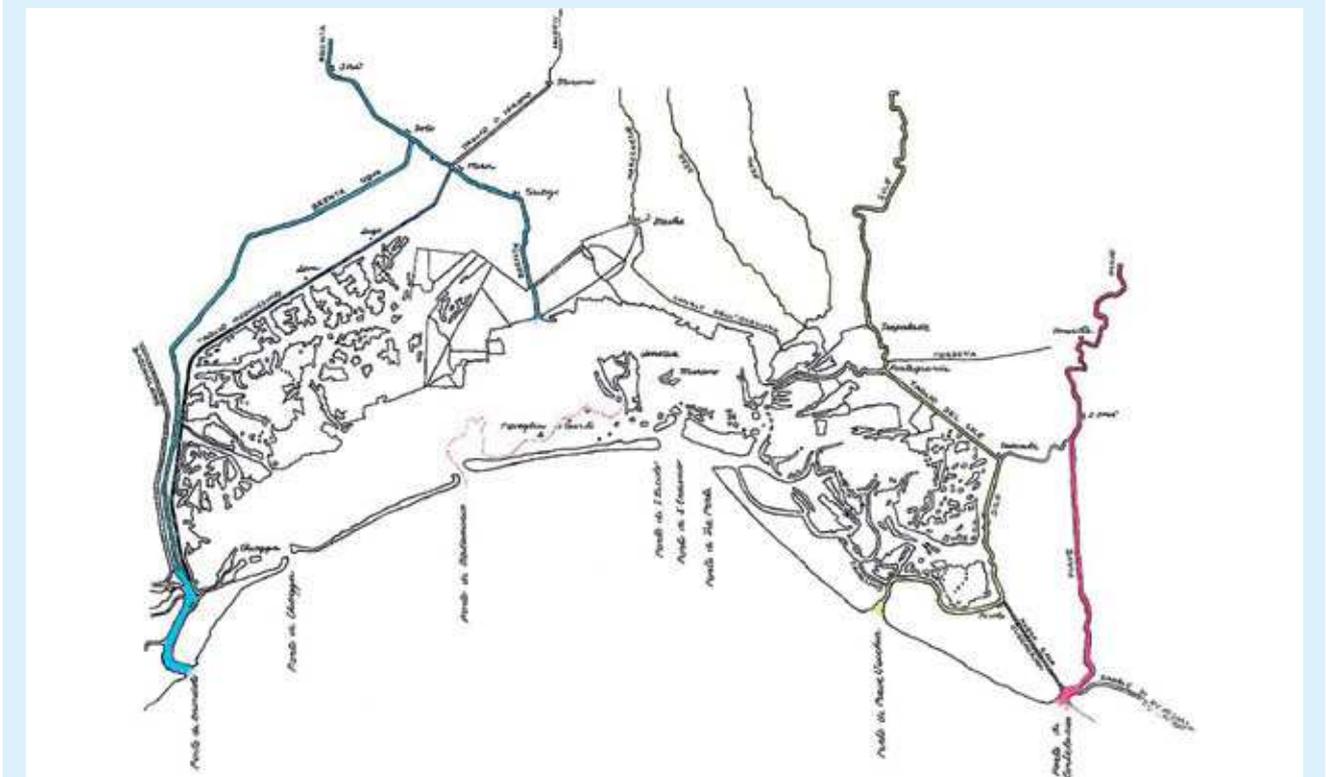


Fig. 2.47 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1800.  
 Tratti rossi sui lidi: Murazzi; punti rossi: la navigazione dal porto di Malamocco a Venezia; rosso: Piave; giallo: Sile e Taglio del Sile, Zero, Dese, Marzenego-Osellino, Muson - Taglio di Mirano; blu: Brenta Nova, Brenta e Taglio Nuovissimo; bianco-blu: Bacchiglione.  
 Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).



Fig. 2.48 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 1900.

Tratti rossi sui lidi: murazzi; punti rossi: la navigazione dal porto di Malamocco a Venezia; rosso: Piave; giallo: Sile e Taglio del Sile, Zero, Dese, Marzenego-Osellino, Muson -Taglio di Mirano; blu: Brenta Nova, Brenta e Taglio Nuovissimo; bianco-blu: Bacchiglione e Nuovo Taglio del Brenta (La Cunetta).

Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

del Porto di Lido; in quest'ultimo caso vengono riunite in un'unica bocca le tre esistenti (Treporti, Sant'Erasmus, San Nicolò).

Nel XX secolo (Fig. 2.49) le trasformazioni riguardano essenzialmente l'interno della laguna e non la rete idrografica a essa afferente, con l'eccezione del tratto terminale del Piave, rettificato a seguito di una piena; in particolare si rilevano le seguenti nuove opere: dighe foranee di Chioggia, I<sup>a</sup> e II<sup>a</sup> zona industriale, Porto commerciale a Venezia e a Marghera, ponte automobilistico, aeroporto, Tronchetto, canale dei petroli, raddoppio del ponte ferroviario, inizio costruzione del Mo.S.E ecc.

Importante è il fatto che dall'inizio del XIX secolo vi sono cartografie realizzate con metodi che le rendono perfettamente comparabili a quelle odierne.

Si può quindi, seguire la trasformazione del territorio confrontando le cartografie create inizialmente soprattutto a uso militare poiché, pur eseguite in tempi diversi, hanno una uniformità di informazioni e una particolare accuratezza dei dettagli riportati, oltre a possedere la confrontabilità pressoché totale con le carte odierne, di cui si è già accennato.

Le prime cartografie risalgono agli inizi dell'Otto-

cento durante il periodo del dominio austriaco, come la storica "Kriegskarte" ("Carta di guerra") realizzata nel Veneto a cura di von Zach tra il 1798 e il 1805 alla scala 1: 28.800.

Ad essa sono seguiti i rilievi realizzati dagli Austriaci (tramite l'Imperial Regio Stato Maggiore Austriaco) in tutto il territorio del "Regno Lombardo Veneto" nel 1833 alla scala 1:86.400 (con rettifica del 1856 con le linee ferroviarie e relativo ponte di Venezia del 1841-46).

Verso la fine dello stesso secolo, già durante il Regno d'Italia, segue, su tutto il territorio nazionale, la prima serie di tavolette topografiche in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) del Regno d'Italia la cui prima levata, relativamente al territorio provinciale di Venezia, risale al 1887-92.

Esse sono state regolarmente aggiornate fino agli anni '60 del secolo scorso, da ultimo con i fogli in scala 1:50.000. Successivamente si è utilizzata soprattutto la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alle scale 1:5000-1:10.000-1:20.000. Attualmente sono utilizzate sempre più carte derivanti da foto aeree o da rilievi satellitari.

Per descrivere qui la situazione attuale del territorio provinciale e quindi poterlo raffrontare con quelle

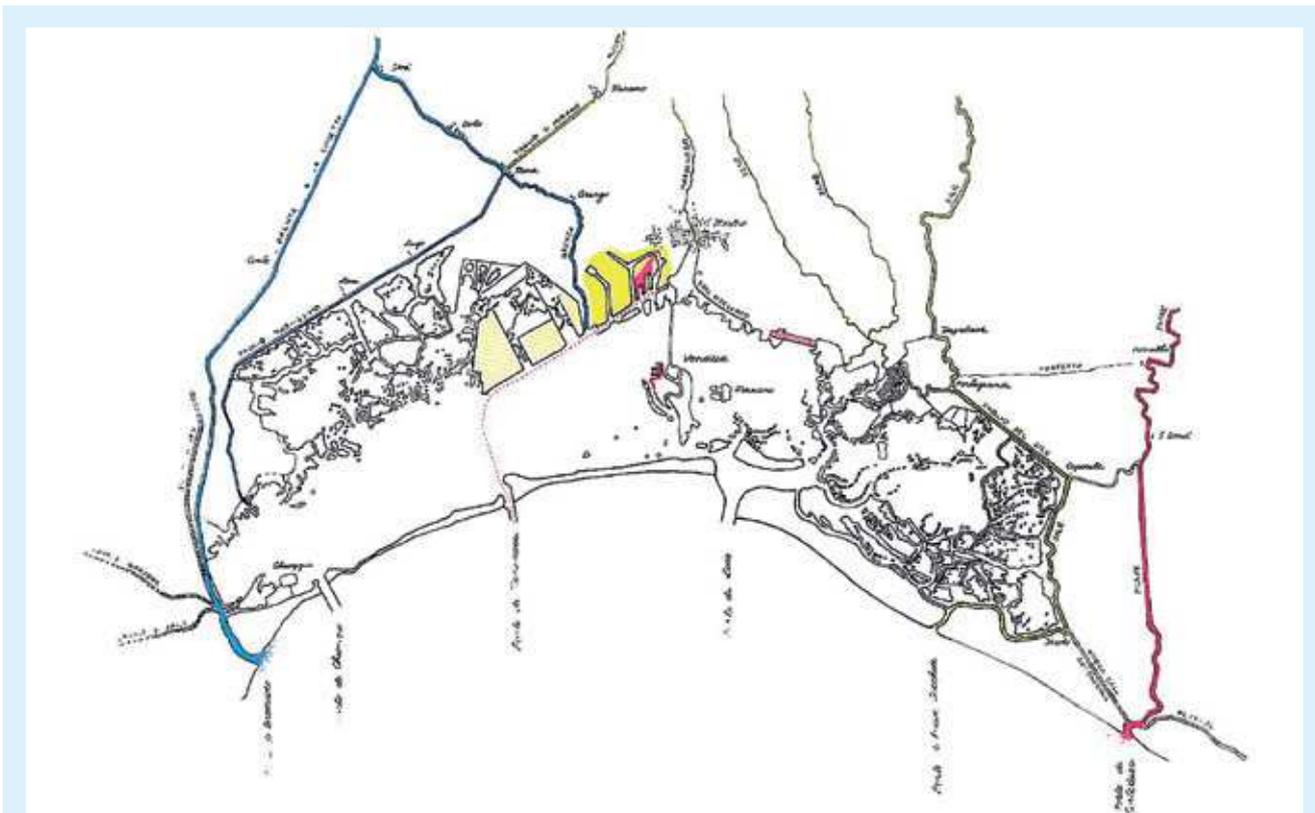


Fig. 2.49 - La laguna di Venezia e i suoi corsi d'acqua all'inizio del 2000.

Rosso: Piave; area bianco-rossa: aeroporto; area rossa: Porto commerciale; punti rossi: canale Malamocco - Marghera; area gialla: Porto industriale (I e II zona); giallo: Sile e Taglio del Sile, Zero, Dese, Marzenego - Osellino, Muson - Taglio di Mirano; blu: Brenta, La Cunetta e Taglio Nuovissimo; bianco-blu: Bacchiglione.

Da: FAVERO, SCATTOLIN & PAROLINI "Morfologia storica della laguna di Venezia" (Arsenale Editrice, Venezia, 1988).

delle sue più vecchie rappresentazioni cartografiche, si è utilizzata la carta del paesaggio relativa al 2008 contenuta nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Venezia.

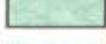
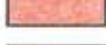
Si sono quindi prese in esame e analizzate le seguenti cartografie:

- *Kriegskarte* (von Zach, 1798-1805);
- carte del Regno Lombardo Veneto (1833);
- tavolette a scala 1:25.000 dell'IGM, (1887-92);
- PTCP cartografia del paesaggio (2008).

Per una successiva semplificazione e per agevolare i confronti, le cartografie del Lombardo Veneto e dell'IGM sono state rappresentate alla scala 1:100.000 e riportate nelle Tavv. 2 e 3.

Per gli stessi motivi le rispettive "Legende" sono state unificate, mentre per una maggior immediatezza di visione dei tematismi sono stati usati dei colori; si è ritenuto di mantenere la legenda utilizzata nel volume "Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale" (BASSAN *et al.*, 1994), in cui già erano state prodotte delle cartografie, alla scala 1:50.000, raffiguranti la situazione topografica di parte del territorio provinciale negli stessi anni.

La Legenda utilizzata viene qui di seguito riportata.

LEGENDA	
Barene e paludi costiere	
Paludi in terraferma	
Boschi	
Prati e terreni incolti	
Risaie	
Saline	
Dune litoranee	
Sabbie litoranee	
Giardini e orti	
Coltivi	
Vigneti	
Campi con alberi	
Valli da pesca/Piscicoltura	
Aree urbane	

L'analisi comparata delle carte relative all'intera provincia negli ultimi due secoli, permette di visualizzare la trasformazione che ha subito il territorio e rispecchia fedelmente anche le vicende umane e sociali che hanno distinto questi due ultimi secoli.

Nelle carte del primo ottocento il paesaggio è caratterizzato dalla presenza di ampie zone paludose, che occupano nella parte nord-orientale della provincia quasi la metà del territorio e nell'area meridionale la quasi totalità. A queste si aggiungono estese zone lagunari con barene e specchi d'acqua che si insinuano tra le paludi della zona nord-orientale, mentre nell'area centrale contornano le terre più alte, sino all'altezza di Chioggia.

Tra le paludi e i terreni coltivati e lungo i corsi d'acqua si individuano aree incolte spesso adibite a pascolo, che creano una separazione tra i terreni posti a quote più alte e le ampie zone poste a livello mare o a quote inferiori.

Residue macchie boscate, tra le zone coltivate nell'area nord-orientale e nell'area tra Mestre e Quarto d'Altino, sono ciò che rimane delle antiche foreste planiziali. Boschi che progressivamente si diradano, si frammentano, sino a scomparire quasi del tutto agli inizi del novecento.

Dopo la metà dell'ottocento con l'affermarsi delle idrovore e delle migliorate tecniche di bonifica, si assiste alla progressiva espansione delle aree dedicate all'agricoltura, sino ad arrivare alla totale bonifica delle zone paludose e ad una netta riduzione delle lagune più interne, come la laguna di Caorle.

In pochi decenni, le zone coltivate arrivano a occupare la quasi totalità dei terreni disponibili, ricavati anche in zone sotto il livello del mare precedentemente occupate da paludi e lagune.

Come naturale conseguenza, gli abitati si espandono e dalle isolate case sparse e dai piccoli agglomerati si definiscono i nuclei degli odierni principali centri abitati. Attualmente, le aree abitate e occupate da infrastrutture si sono estese portando a una contrazione dei terreni coltivati.

Con la bonifica sono scomparse le zone paludose e le lagune nord-orientali, mentre per vari motivi (variazione del livello del mare, erosione, subsidenza ...) nel bacino della laguna di Venezia sono ora sommersi terreni una volta emersi e coltivati. Sono pure scomparse le risaie e le saline dell'area nord-orientale e centrale.

Si assiste ora a una inversione di tendenza e le residue lagune, le paludi, i boschi sono preservati e tutelati come aree protette, attraverso la pianificazione e la realizzazione di parchi naturali.

Le coste, divenute importante risorsa economica, sono costantemente mantenute e salvaguardate ove possibile con difese artificiali, anche a difesa di un entroterra fortemente urbanizzato.

### 2.5.3.1. *Periodo austriaco*

#### **Kriegskarte (1798-1805) in scala 1:28.800**

“*Die Topographischgeometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig*”, la Carta militare topografica - geometrica del Ducato di Venezia, diretta tra il 1798 e il 1805 dal generale Anton von Zach capo di Stato maggiore dell'armata austriaca in Italia durante le campagne napoleoniche, è la prima serie cartografica di riferimento in questa analisi del territorio provinciale. Essa viene rappresentata nella carta di Fig. 2.50 e, per un suo esame dettagliato, si rinvia alla pregevole pubblicazione “*Kriegskarte 1798-1805*”, edita nel 2005 dalla Fondazione Benetton Studi e Ricerche/Grafiche V. Bernardi di Treviso/Pieve di Soligo.

I rilievi, eseguiti in stretto ambito militare, restituiscono un accurato dettaglio dei particolari, evidenziando con estrema attenzione i terreni e il loro utilizzo.

La parte descrittiva, allegata alla cartografia, integra le informazioni grafiche e restituisce l'immagine di un territorio essenzialmente paludoso, dove i numerosi corsi d'acqua che lo attraversano sono soggetti a frequenti esondazioni. Le strade sono transitabili solo durante i periodi estivi e impraticabili nel resto dell'anno, tranne alcune vie dirette alla principali cittadine o costruite sugli argini rialzati. In questo ambiente, permeato dalle acque, si richiama spesso la difficoltà di procurare acqua potabile, per lo più attinta direttamente dai fossati e dai corsi d'acqua, e l'insalubrità dei luoghi.

In ambito rurale, gli abitati sono piccoli agglomerati di case; molte sono le abitazioni isolate tra i campi dove la coltura della vite si interseca ancora con i frutteti, i gelsi, gli orti, come fino a qualche decennio fa.

Risaltano le ridotte dimensioni di Mestre con i dintorni di terreni incolti e le località limitrofe non ancora inglobate nel centro abitato principale.

I corsi dei fiumi Livenza, Piave e Sile mantengono l'impostazione data durante il periodo della Repubblica Serenissima. Così come non è ancora stata realizzata l'ultima deviazione del Brenta, che scorre ancora nel letto della Brenta Nova da Dolo a Corte di Piove di Sacco (PD), mentre (come s'è visto nel paragrafo precedente) la foce è situata più a sud della posizione attuale.

Il canale Novissimo confluisce ancora con il Brenta e con il Bacchiglione all'altezza di Brondolo, mentre adesso termina separatamente in laguna di Chioggia lungo l'attuale canale Poco Pesce.

Le linee di coste, più arretrate delle attuali, dalle foci del Tagliamento al litorale del Cavallino si presentano sabbiose, mentre apparati dunali di una certa rilevanza si ritrovano in corrispondenza delle cuspidi deltizie delle foci dei fiumi principali.

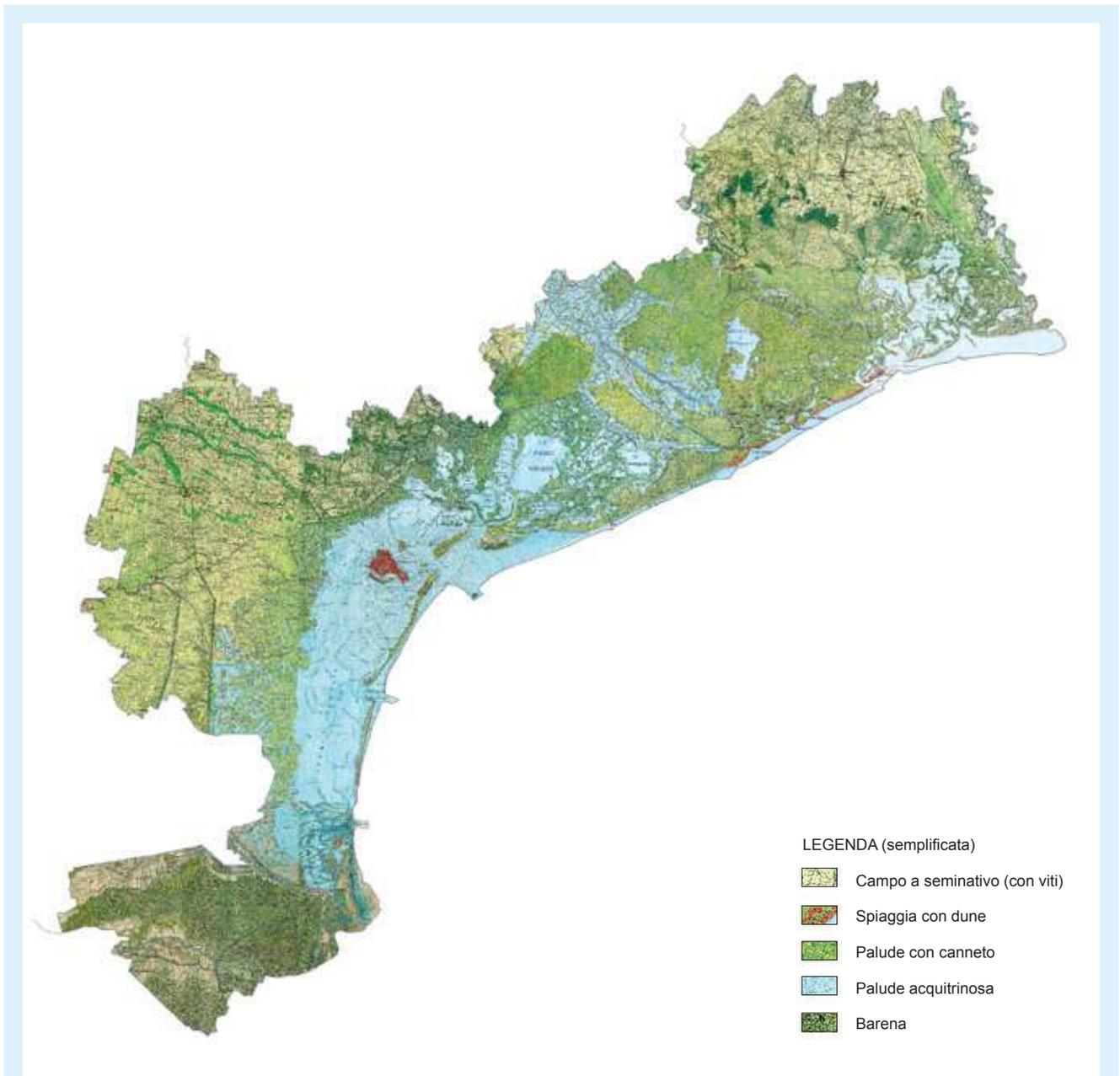


Fig. 2.50 - *Krigskarte* ("Carta di guerra") di Anton von Zach; realizzata nel periodo 1798÷1805 alla scala originaria 1:28.800.

### Lombardo Veneto (1833) in scala 1:86.400

La "Carta topografica del Regno Lombardo Veneto" dell'Imperial Regio Stato Maggiore Austriaco (IRSMA) relativa al territorio provinciale risale al 1833; successivamente è stata rettificata nel 1856 con l'inserimento delle linee ferroviarie col relativo ponte ferroviario di Venezia del 1841-46. I fogli alla scala 1:86.400 sono stati georeferenziati, assemblati, portati in scala 1:100.000 con legenda semplificata e colorata (come scritto in precedenza); essa viene rappresentata nella cartografia di Tav. 2.

Gli originali sono stati pubblicati dall'I.G.M. Austriaco in Milano sulla base, per la parte geodetica, dei lavori in precedenza eseguiti dal Deposito della Guerra di Milano (Regno Italico - Periodo Francese), di quelli dell'Istituto Austriaco stesso e per la parte topografica, del ricco materiale raccolto dal "Deposito" sopra citato e delle mappe catastali convenientemente ridotte alla scala di 1:28.800.

Dai precedenti rilievi di von Zach sono trascorsi circa trenta anni e, anche se in un primo momento sembra si possano sovrapporre le immagini, si notano i continui interventi di bonifica.

Di seguito sono esaminati con un miglior dettaglio alcuni aspetti fisici e di uso del suolo presenti nella cartografia.

**Area nord-orientale.** Nelle zone poste a nord e con quote maggiori la coltura della vite occupa la quasi totalità dei terreni dedicati all'agricoltura, spingendosi verso sud lungo gli alvei rilevati dei fiumi Tagliamento, Livenza e Piave.

- **Boschi:** permangono ampie zone boschive, quasi una fascia continua individuata nei dintorni di Annone e Loncon. Alla foce del Tagliamento in destra idrografica, si stende una grande pineta interrotta da prati incolti (attuale Bibione).
- **Paludi di terraferma:** le paludi arrivano fino al mare circondando l'ampia area della laguna di Caorle, separate dalle zone coltivate da vaste aree di terreni incolti.
- **Paludi costiere:** oltre alla grande laguna di Caorle, si trova tra le foci del Livenza e del Piave una palude costituita da barene e pochi specchi d'acqua. A sud del Taglio del Sile, tra il corso della Piave vecchia e il Lido del Cavallino è racchiusa la laguna con la valle di Dragojesolo, palude Maggiore e Valle di Zane e con ampie barene.
- **Linee di costa:** più arretrate rispetto alla situazione attuale, alternano fasce sabbiose con dune boscate, come a Bibione, a terreni incolti, come al lido di Cavallino e tra le foci del Piave e del Sile.
- Tra la foce del Piave vecchio e la linea di costa una **grande salina** recupera del terreno paludoso.

**Area centrale.** Nella zone di Quarto d'Altino, Marcon e Venezia l'area è occupata per la maggior parte da paludi di terra e dalla laguna di Venezia. A nord ritroviamo terreni più alti coltivati solo in piccola parte a

vigneti, mentre il resto è costituito da terreni incolti e da terreni boscosi.

La parte più interna dell'area centrale, che si estende tra le province di Padova e di Treviso, è interamente coltivata quasi essenzialmente a vite. Le parti incolte si distribuiscono lungo i principali corsi d'acqua e lungo il margine lagunare.

La laguna in tutta la sua estensione si presenta con ampie barene, mentre gli specchi d'acqua sono molto ridotti rispetto all'attuale situazione.

**Area meridionale.** L'area dei comuni di Chioggia, Cavarzere e Cona, attraversata dai tratti terminali dei fiumi Brenta, Bacchiglione e Adige, è ancora quasi completamente incolta nella sua parte interna, mentre ampie zone coltivate si ritrovano a sud dell'Adige.

La linea di costa, decisamente più arretrata, è dovuta alla diversa posizione della foce del Brenta. In cartografia è già disegnato il nuovo alveo del Brenta, che sarà poi deviato definitivamente nel 1858.

### 2.5.3.2. Regno d'Italia

#### Tavolette I.G.M. prima levata (1887-92) in scala 1:25.000

L'Istituto Geografico Militare formatosi, dopo la creazione del Regno d'Italia, dalla fusione dell'Ufficio Tecnico del Corpo di Stato Maggiore del Regno Sardo con gli Istituti e gli Uffici topografici e cartografici dei diversi stati esistenti nella penisola prima che si compisse la sua unità politica, ereditò il materiale scientifico e cartografico preunitario.

Il governo del Regno, considerando inadeguati i disomogenei lavori preunitari, iniziò l'esecuzione del progetto di rilevamento generale del territorio dello Stato e della formazione della nuova Carta Topografica d'Italia alla scala 1:100.000, che portò a termine in circa trenta anni. I rilevamenti furono eseguiti alla scala 1:50.000 per circa  $\frac{3}{4}$  del territorio nazionale e alla scala 1:25.000 per le zone più densamente urbanizzate e militarmente più importanti, come in particolare la provincia di Venezia. Le informazioni riportate non servivano più solo a uno scopo esclusivamente militare, ma anche civile: "non solo servano agli scopi del viaggiatore e del curioso, ma si vuole che soddisfino alle infinite ricerche di tutti i rami della civiltà progredita" (dal sito web dell'Istituto Geografico Militare Italiano - IGMi).

Nella seguente tabella sono elencate le tavolette, in scala 1:25.000 e rilevate nel periodo 1887-92, che sono state utilizzate per la cartografia di Tav. 3 alla scala 1:100.000. Come per la precedente carta del Lombardo Veneto, le tavolette sono state georeferenziate, assemblate e portate in scala 1:100.000 con legenda semplificata e colorata.

Anche in questo caso vengono ora esaminati, con maggior dettaglio, alcuni aspetti fisici e di uso del suolo presenti nella cartografia.

Alberoni	Mestre
Altino	Mirano
Azzano Decimo	Mogliano Veneto
Boccafossa	Motta di Livenza
Brenta	Noale
Campagna Lupia	Passarella
Caorle	Pellestrina
Capo Sile	Pettorazza Grimani
Case Cavanella	Piove di Sacco
Cava Zuccherina	Ponte di Piave
Cavanella d'Adige	Porto di Cortellazzo
Cavarzere	Portogruaro
Cesarolo	Pramaggiore
Chioggia	Roncade
Codevigo	S. Donà di Piave
Correzzola	S. Stino di Livenza
Dolo	S. Vito al Tagliamento
Foce del Tagliamento	Scorzè
Jesolo	Torre di Mosto
Latisana	Tre Porti
Legnaro	Varmo
Loreo	Venezia
Malamocco	

**Area nord-orientale.** Dal punto di vista generale nei terreni altimetricamente più elevati di quest'area, posti a nord della linea ferroviaria Venezia - Trieste, persistono aree coltivate alternate a vigneti, che poi degradano verso sud nelle paludi di terraferma sino alle barene e zone lagunari nelle aree più depresse.

In particolare si possono individuare:

- **zone coltivate:** occupano le terre alte nella parte più settentrionale, con vigneti estesi frammisti a campi coltivati e lungo il corso dei fiumi Tagliamento e Piave e lungo il tratto terminale del fiume Livenza, in ampie zone di recente bonifica;
- **paludi di terra:** occupano la maggior parte della parte più orientale, in particolare tra Tagliamento e Livenza;
- **paludi costiere e barene:** la vasta laguna di Caorle tra Tagliamento e Livenza alterna specchi d'acqua, come la "palude Zignago", a barene e occupa la parte centrale dell'area corrispondente alla zona più depressa.

Ai margini di queste macro suddivisioni si trovano:

- **boschi:** le aree boscate occupano spesso terreni di difficile coltivazione e si trovano al margine delle aree coltivate; in destra della foce del Tagliamento si stende la più estesa area a bosco, e cioè la pineta che ricopriva l'attuale area di Bibione;
- **risaie:** alcune zone delle paludi di terra sono state sfruttate come risaie; le ritroviamo a Sindacale, vicino a La Salute di Livenza e tra Eraclea e Jesolo;

- **prati:** si trovano aree incolte adibite anche a pascolo lungo il corso del fiume Tagliamento e, come transizione tra le terre coltivate e gli acquitrini, ai margini delle paludi di terra; sono aree soggette anche ad allagamenti e spesso interessate dalle maree (*prati surtumosi*);
- **dune e zone sabbiose:** lungo tutta la linea costiera formazioni di cordoni di dune sabbiose contornano paludi di terraferma e la laguna di Caorle, interrotte dall'abitato di Caorle e dalle foci dei fiumi; nel litorale di Cavallino, meno esteso dell'attuale non essendo ancora costruiti gli sbarramenti di Punta Sabbioni, alle sabbie del litorale seguono i cordoni di dune, gli acquitrini e le zone coltivate;
- **boschi:** nella fascia tra Mestre e Quarto d'Altino si concentrano alcune macchie lasciate a bosco.

**Area centrale.** L'area centrale è quella che va dal Sile al Brenta; comprende tutta la parte della laguna di Venezia con le sua barene e valli, è delimitata verso il mare dai cordoni di Cavallino, Lido, Pellestrina e, nell'entroterra, va da Scorzè a nord (dove si rilevano le quote più alte) sino a Campolongo Maggiore e Campagna Lupia verso sud. Tutta la parte di terraferma è diffusamente coltivata con una predominanza di vigneti.

A differenza dell'area nord-orientale dove occupano gran parte del territorio, le maggiori aree di palude in terraferma sono concentrate solo a Quarto d'Altino, oltre che in gronda lagunare.

Si possono evidenziare in dettaglio:

- **risaie:** concentrate nell'area paludosa di Quarto d'Altino, a ridosso delle barene in località Portegrandi; alcune piccole risaie si ritrovano anche nell'ansa terminale del fiume Sile;
- **saline:** l'unica grande salina della laguna (Fig. 2.51) è individuata nella parte delle barene a nord del Cavallino (Saline di San Felice e Bussolaro); un'altra piccola salina è situata a lato del Taglio Nuovissimo a est di Sambruson (Valle Inferno);



Fig. 2.51 - Saline di San Felice.

- **prati:** aree incolte tenute a prato si ritrovano, come nella parte nord-orientale, in prevalenza lungo i margini della laguna e lungo i corsi d'acqua anche minori, che attraversano l'entroterra;

- *giardini*: lungo la riviera del Brenta e nel Miranese si nota (Fig. 2.52) la presenza dei parchi e giardini delle ville venete;
- *paludi costiere e barene*: contornano tutta la laguna di Venezia come transizione alla terra ferma, con barene molto più ampie rispetto a oggi, in particolare evidenza nelle zone tra Cavallino, Jesolo, Quarto d'Altino;
- *isole*: Murano, con edificato, orti e vigneti; Le Vignole, ricoperta da vigneti; Burano, dove pochi grandi orti emergono tra le case; in laguna emergono tra le barene anche delle aree coltivate prevalentemente a orto, come a Torcello e Mazzorbo;
- *cordoni litoranei*: a margine della laguna le isole strette e allungate di Lido e Pellestrina delimitano (in continuità con Cavallino a nord - Fig. 2.53 - e Chioggia Sottomarina a sud) l'area lagunare, completate anche se in posizione già più arretrata, dall'isola di Sant'Erasmo, coltivata ancor oggi a orti.



Fig. 2.52 - Parchi delle ville venete nella Riviera del Brenta.

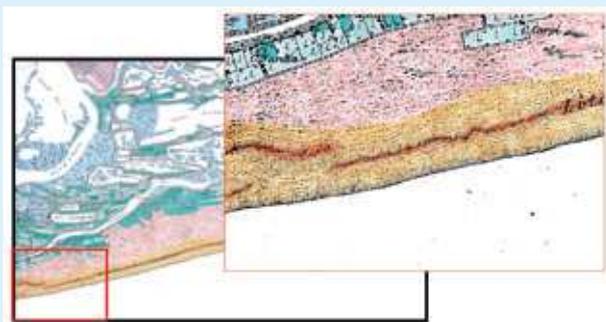


Fig. 2.53 - Costa sabbiosa del Cavallino.

**Area meridionale.** L'area meridionale è attraversata dal fiume Adige e marginalmente dai fiumi Brenta e Bacchiglione. Si tratta di un territorio situato quasi tutto sotto al livello del mare, quindi in origine completamente paludoso, che è stato progressivamente bonificato; poi, negli anni '30 del '900, quasi tutto il terreno era già stato bonificato e adibito a coltivazioni. A differenza delle altre aree sopra descritte, i vigneti sono quasi inesistenti, mentre nella parte in destra e sinistra delle foci del fiume Brenta vi sono vasti orti.

Come nelle precedenti aree, si evidenziano in dettaglio:

- *paludi costiere e barene*: sono limitate alla zona a nord del fiume Brenta e sono di limitata estensione;
- *paludi di terraferma*: a opera delle bonifiche si sono progressivamente ridotte, sino a occupare negli anni '30 del secolo scorso solo una porzione a sud del Brenta e verso la costa, ed essere completamente bonificate già alla fine degli anni '40 del 1900;
- *risaie*: poste tra il fiume Adige e il ramo del Brenta Vecchio, si ritrovano anche di fronte all'isola del Bacucco (attuale Isola Verde), alla foce dell'Adige;
- *orti*: caratteristica della zona, che in buona parte persiste anche attualmente, è la vasta estensione delle aree dedicate all'orticoltura nelle aree sabbiose presenti soprattutto tra Sottomarina e la foce del Brenta;
- *prati*: le poche aree incolte sono situate ai margini dei tratti terminali dei fiumi Brenta e Adige;
- *dune e zone sabbiose*: caratterizzano il litorale di Sottomarina e Brondolo, dove sono tagliati circa a metà dall'attuale percorso terminale del Brenta; sono presenti anche nell'isola del Bacucco; residui di dune si ritrovano, più all'interno, paralleli alla linea di costa tra Adige e Canale di Valle; altri residui di antiche linee di costa sabbiose si rinvencono anche più all'interno, in comune di Cavarzere (San Pietro di Cavarzere)<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Si vedano i capitoli 7 "Geomorfologia" e 8 "Geologia".

## 3 GEOARCHEOLOGIA

PAOLA FURLANETTO<sup>1</sup>

### 3.1. IL PROGETTO

Il progetto della “Unità di paesaggio geoarcheologico della provincia di Venezia” con relativa cartografia è nato nel 2007 nell’ambito delle indagini per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP). Si inserisce in una prolifica attività di indagini, studi e pubblicazioni a carattere geologico e storico - geologico realizzate da molti anni soprattutto dal Servizio Geologico provinciale e sostanzialmente compendiate in questo “Atlante geologico”; per quanto concerne questo progetto vi è stato anche il sostanziale contributo del Settore Pianificazione Territoriale e S.I.G.

La Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico rappresenta, con la Carta delle unità di paesaggio (A. FONTANA, 2007, inedita) e la Carta delle unità geologiche (BONDESAN *et al.*, 2008), la naturale prosecuzione della Carta geomorfologica (BONDESAN *et al.*, 2004a), e riguardano tutte l’intero territorio provinciale di Venezia.

E’ stata concepita e realizzata, nell’ambito del PTCP,

in tre tavole in scala 1:50.000, mentre qui viene rappresentata, in scala 1:100.000, nella cartografia della Tav. 4.

Nel 2008 ha avuto l’approvazione scientifica della Soprintendenza dei Beni Archeologici del Veneto e degli ispettori di zona a cui il progetto è stato illustrato: S. Bonomi, L. Fozzati, M. Gamba, G. Gambacurta, A. Larese, M. Tirelli.

Il PTCP attiene all’ambito della gestione e del governo territoriale “che si attua attraverso la pianificazione, urbanistica e territoriale ...” (art. 3 della legge urbanistica regionale n° 11/04). Viene qui definito come “lo strumento di pianificazione che delinea gli obiettivi e gli elementi fondamentali dell’assetto del territorio provinciale in coerenza con gli indirizzi per lo sviluppo socio-economico provinciale, con riguardo alle prevalenti vocazioni, alle sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, paesaggistiche e ambientali, e in particolare acquisisce, previa verifica, i dati e le informazioni necessarie alla costituzione del quadro conoscitivo territoriale provinciale” (art. 22).



Fig. 3.1 - Il cartiglio della prima versione della carta in scala 1:50.000.

### 3.2. STRUMENTI E METODI

#### 3.2.1. Il metodo

Molteplici sono state le esigenze e gli obiettivi che hanno condizionato la scelta del tipo di cartografia, la progettazione e l’elaborazione della carta: di carattere storico - scientifico *in primis*, ma anche di tipo pratico - applicativo, in quanto - come si è detto - la carta fa parte integrante del PTCP, come strumento di supporto per la pianificazione, con valore predittivo non vincolante.

L’obiettivo era l’elaborazione di una carta che non fosse solo strumento rivolto esclusivamente agli specialisti, ma accessibile anche e soprattutto ai non addetti ai lavori (*in primis*, agli amministratori e ai tecnici comunali), che si occupano a vario titolo di governo, tutela e salvaguardia del territorio.

La preliminare ricognizione delle metodologie adottate in altri ambiti di ricerca e l’analisi dei prodotti cartografici e delle esperienze scientifiche, a carattere locale, nazionale e internazionale, ha fornito preziose indicazioni in tal senso.

Risulta infatti estremamente vivace il dibattito metodologico sulla elaborazione delle carte archeologiche, soprattutto rivolto alla pianificazione, tutela e valorizzazione del territorio, che coinvolge enti di ricerca e amministrazioni in tutta Italia (SOMMELLA, 1999; TURCHETTI, 1999; GATTI & MOSCHETTI, 1999; VASCELLI

<sup>1</sup> Akeo - Studi e Indagini Territoriali - Padova

VALLARA *et al.*, 1999; GURMANDI, 1999; DE MARINIS & DALL'AGLIO, 1999; PASQUINUCCI & SIGNORE, 1999; SALVINI, 1999; 2001; FRANCOVIC & VALENTI, 1999; 2001; FRANCOVICH *et al.*, 2001). Si tratta di censimenti del conosciuto, veri e propri "repertori", e consistono, secondo la definizione degli stessi curatori, in "un complessivo riordino di informazioni di natura per lo più varia e disomogenea per motivi di ordine ambientale e storico-antropico" (CAPUIS *et al.*, 1988, p. 22). Nell'ultimo decennio sono stati sempre più numerosi i progetti di carte del rischio archeologico e delle potenzialità di aree a fitta urbanizzazione, ma anche di territori, elaborati da Enti di ricerca, Università, Soprintendenze, Amministrazioni regionali, provinciali e comunali, che vanno sempre più sostituendo le carte archeologiche tradizionali nei Piani Provinciali Territoriali (BIGLIARDI, 2007, 2009; BROGIOLO, 2000; CAMPEOL & PIZZINATO, 2007; FRANCOVICH & MANACORDA, 2000; GELICHI, 2001; GELICHI *et al.*, 1999; GUARNIERI, 2000; MALNATI, 2005; RICCI, 2002; BUORA & SANTORO, 2004; GUERMANDI, 2001; ROSADA & CERCHIARO, 2004).

Una precisa finalità di tutela e pianificazione urbanistica caratterizza questi lavori, che utilizzano Sistemi geografici territoriali e, adottando nuovi "indicatori geoarcheologici" (dalla perimetrazione dei siti al confronto tra sito e giacitura e tra sito e stato di conservazione del deposito archeologico), mostrano di aver "abbandonato la concezione puntiforme limitata al singolo sito o manufatto, cioè quella visione filatelica dell'archeologia che finisce per considerare i siti come francobolli, estendendo l'azione ad interi contesti territoriali omogenei" (VOLPE, 2008, p. 456).

Si segnalano, per rigore e metodo, i progetti dell'Emilia Romagna (Progetto CART) di Faenza, Cesena, Modena, Parma, Forlì (CARDARELLI *et al.*, 2001; GUARNIERI, 1998; 1999; 2000; 2001; ORTALLI, 1999; PRATI, 2001); della Liguria (MANNONI *et al.*, 2001; BANDINI & VALERIANI, 2001); di Padova (ROSADA, MODUGNO & MARCHIORI, 1999; ROSADA, 2001); dei PTCP emiliani (Reggio Emilia, 2010; Bologna, 2004; Parma, 2009; Modena, 2009, BIGLIARDI, 2009; Ferrara, 2000); dell'Umbria (PTCP Terni, 2004; Perugia, 2002). Elaborano carte informatizzate numeriche, tematiche e diacroniche e producono altresì banche dati di tipo archeologico, geomorfologico e geologico, strumenti operativi rivolti esclusivamente a chi si occupa di gestione, tutela e salvaguardia ambientale.

Rigore metodologico e uso dei più moderni strumenti d'indagine e dell'informatica caratterizzano sempre più numerosi progetti di ricerca, generalmente a carattere universitario. Si tratta di ricerche di superficie di porzioni territoriali, scelte in base a specifiche problematiche storiche; esemplari a questo proposito le esperienze di ricognizioni topografiche nell'*ager Cosanus* e nella valle d'Albenga, nel Lazio e nella Daunia (CAMBI, 1986; CAMBI & FENTRESS, 1988; REGOLI, 1992; REGOLI & TERRENATO, 1989; VOLPE & ARNOLDUS HUYZENDVELD, 2005; VOLPE, 2008).

La finalità di queste ricerche è la ricostruzione del

paesaggio in epoca antica in tutti i suoi aspetti: antropici, geomorfologici, ambientali; moltissimi gli strumenti utilizzati (come la fotointerpretazione e il tele-rilevamento, la cartografia storica ...) e le professionalità impiegate (dal geologo, al geomorfologo, all'archeologo, al topografo, al palinologo, al climatologo). Questi studi si inseriscono a buon diritto in quella che oggi è chiamata "archeologia del paesaggio" o, con una definizione più recente, "archeologia dei paesaggi" (CAMBI & TERRENATO, 1994; DE GUIO, 1992, p. 348); essa è nata come "disciplina nel senso moderno" in Gran Bretagna negli anni '60 (WORD PERKINS, 1955) ed è stata definita da BARKER (1986, p. 12) come lo "studio archeologico del rapporto fra le persone e l'ambiente nell'antichità e dei rapporti tra la gente e la gente nel contesto dell'ambiente in cui abita" (CAMBI & TERRENATO, 1994, p. 36). L'archeologia dei paesaggi, ancora carente, secondo alcuni autori, di un nuovo minimo comune denominatore, si è orientata, nell'ultimo decennio, verso la formalizzazione delle procedure, l'unificazione e la ricomposizione tra nuove tendenze e campi di ricerca ormai consolidati, come la topografia e l'epigrafia (CAMBI & TERRENATO, 1994; BERNARDI, 1992; ZACCARIA, 1999). Partecipano a pieno titolo a questo dibattito metodologico e scientifico alcuni studiosi dell'Università di Padova, in particolare Giovanni Leonardi e Armando De Guio, che si occupano in particolare delle influenze dei fattori naturali sui contesti archeologici, dei processi formativi dei contesti archeologici, delle loro relazioni con gli aspetti geologici e geomorfologici, della sperimentazione dei modelli interpretativi (LEONARDI, 1992a; DE GUIO, 1985; 1990; 1992; 1995; 1997; DE GUIO *et al.*, 2001). Una "archeologia dei paesaggi", dunque, o meglio -secondo una nuova felice definizione- "archeologia globale dei paesaggi" (MANNONI, 2004; MANNONI *et al.*, 2001; MILANESE, 2001), o -ancora più precisamente- "una archeologia cioè della complessità e delle relazioni", che ha per oggetto "paesaggi antropici i cui limiti cronologici non sono definibili a priori, ma dipendono dalla qualità delle fonti disponibili e dalla durata dei singoli siti" (BROGIOLO, 2006; 2007, pp. 30-33; VOLPE, 2008).

Di tutti questi lavori, ma soprattutto delle indicazioni offerte dalla "archeologia globale dei paesaggi", si è tenuto conto nella scelta del tipo di carta e del metodo. Si è cercato di individuare una comune strategia d'indagine, cercando di coniugare la prassi della moderna archeologia dei paesaggi con la sperimentazione di nuove metodologie diagnostiche non invasive. È per questo che si è ritenuto opportuno adottare, per la nostra ricerca, le procedure elaborate dall'archeologia dei paesaggi, tenendo conto anche delle indicazioni fornite dalla metodologia delle più moderne carte archeologiche.

"In questa prospettiva non può essere il singolo manufatto, come nella tradizione archeologica del passato, o il singolo sito, come generalmente nella prassi attuale, l'oggetto della ricerca, bensì, ed è questa la

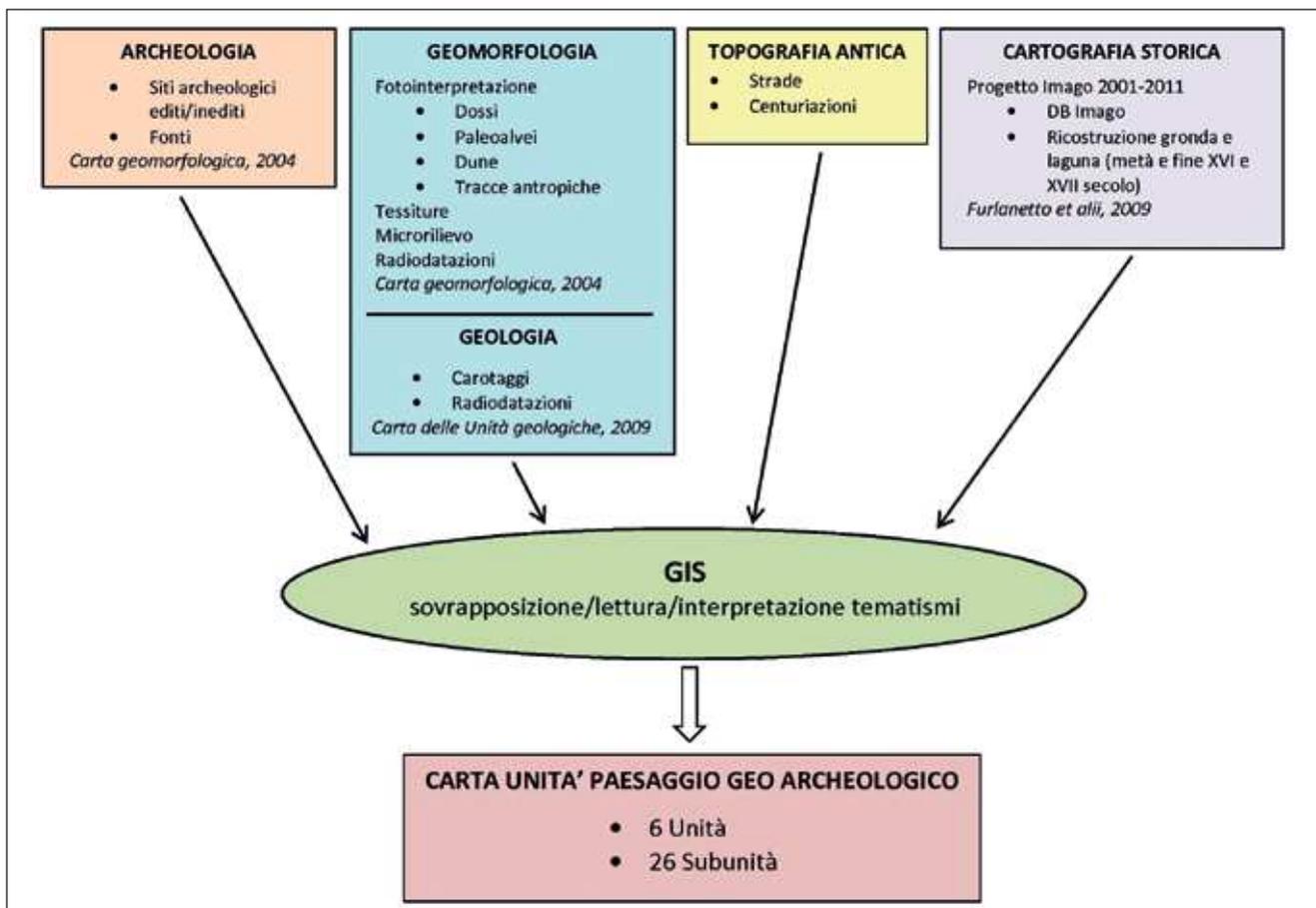


Fig. 3.2 - La metodologia e il flusso di lavoro della Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

sfida dell'archeologia degli anni '90 con la quale ci dovremmo misurare, il paesaggio come un insieme all'interno del quale gli insediamenti trovino una collocazione ed una puntuale integrazione" (BROGIOLO, 1993, p. 17).

Il paesaggio viene così interpretato come "un sistema generato dalle reciproche relazioni esistenti tra i caratteri fisici, quelli dell'antropizzazione e quelli culturali" (CASTIGLIONI, 2000, p. 18; fig. 2.1; 2002).

Si tratta di una metodologia che utilizza tutti gli strumenti sviluppati e messi in atto dalla ricerca topografica, archeologica e geomorfologica, ma che orienta analisi e sintesi dei dati secondo un'ottica comune e ha un'unica finalità: la ricostruzione dell'ambiente in epoca antica in tutti i suoi aspetti antropici e naturali. Ed è in quest'ottica che il paesaggio, o meglio "i paesaggi", costituisce non solo banalmente lo sfondo, il palcoscenico sul quale si svolgono le vicende piccole e grandi, ma anche e soprattutto il contesto, il vassoio unificante, il grande bacino stratigrafico nel quale si producono le relazioni tra uomo e ambiente: "I paesaggi, veri e propri archivi dell'evoluzione culturale, costituiscono complessi palinsesti nei quali si sono stratificate le tracce di strutture poste in stretta connessione reciproca che sarebbe improprio indagare separatamente" (VOLPE, 2008, p. 455).

L'obiettivo finale del progetto è stato quindi l'elaborazione di una carta che superasse la logica delle Carte archeologiche tradizionali, dove la sola presenza (alto

grado di rischio) o l'assenza (assente o, paradossalmente, altissimo grado di rischio) di un sito archeologico poteva fino a ora condizionare pesantemente l'intervento di pianificazione sull'area.

La possibilità di leggere e interpretare dati diversi, geomorfologici, archeologici, cartografici, resa possibile dall'ormai consolidata abitudine di lavorare in un gruppo multidisciplinare che afferisce da tempo al Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, ha permesso di identificare, all'interno di ambiti omogenei geoarcheologici, modelli insediativi di epoca antica, non dipendenti e del tutto svincolati dalla carenza documentaria e dalla casualità dei ritrovamenti archeologici.

Si tratta di un tipo di indagine multidisciplinare che ha consentito di poter disporre di una "massa critica di dati, capace", secondo la definizione di VOLPE (2008), "di rendere possibili ricostruzioni attendibili dei sistemi insediativi"<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Le procedure relative all'archeologia dei paesaggi e della complessità (CAMBI & TERRENATO, 1994; CAMBI, 2003; VOLPE, 2008) prevedono come ultima fase della ricerca la ricognizione sul campo, in questo caso impossibile per tempi e costi. La presente carta di unità geoarcheologiche pertanto si è rivolta alla ricognizione del conosciuto, per poter ottenere una massa di dati omogenei e confrontabili, creando così un *data base* utilizzabile nella costruzione di modelli insediativi, in ogni momento implementabile e aggiornabile.

Attraverso il confronto e l'integrazione dei dati è stato possibile riconoscere e identificare unità morfologiche che hanno condizionato nei vari periodi le scelte insediative e che, presentando determinate caratteristiche ambientali, sono suscettibili di essere state insediate in antico. Lo stesso approccio multidisciplinare caratterizza le carte di paesaggio definite anche "di unità di terre - *land units*" (VOLPE & ARNOLDUS HUYZENDVELD, 2005; ARNOLDUS HUYZENDVELD, 2008); queste carte, dapprima circoscritte all'ambito geologico, sono state poi sperimentate in quello archeologico; esse delimitano e identificano ambiti geografici ragionevolmente omogenei per quanto riguarda le dinamiche naturali e antropiche, i fattori ambientali e gli interventi antropici che ne influenzano l'uso potenziale in epoca antica. Si tratta di uno strumento conoscitivo che consente di effettuare, con ragionevole attendibilità, una previsione di distribuzione e conservazione del materiale archeologico di superficie e nel sottosuolo, attraverso l'utilizzo delle conoscenze e dei depositi archeologici già noti, l'indagine geomorfologica e l'analisi della demografia antica.

In questa prospettiva la Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico della provincia di Venezia può essere considerata come una carta diacronica che, secondo la definizione di Cambi, "presuppone un ragionamento rigoroso, spesso serrato, talvolta tormentato, sulla geomorfologia antica, diacronicamente ricostruita, dei paesaggi, sulle scelte preferenziali dell'insediamento, sulla correlazione tra popolamento e ambiente, fra tipi insediativi e politica, infrastrutture, comunicazione, cultura" (CAMBI & TERRENATO, 1994, p. 73).

### 3.2.2. Gli strumenti

Gli strumenti sono quelli disponibili nelle moderne indagini di tipo geoarcheologico e comprendono: immagini telerilevate, fotointerpretazione, carotaggi, sondaggi profondi, radiodatazioni, cartografia antica e moderna. Sono stati consultati e utilizzati in formato cartaceo e digitale i lavori più recenti promossi dal Servizio Geologico provinciale:

- Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2004a, scala 1:50.000);
- Carta delle unità di paesaggio della provincia di Venezia, 2007 (a cura della Provincia di Venezia ed elaborata da A. Fontana, inedita);
- Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2008).

E' stata utilizzata come base cartografica la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000. L'esigenza di fornire maggior unitarietà alla rappresentazione e garantire una valutazione corretta dei dati geomorfologici ha reso necessario allargare il settore d'indagine oltre i limiti amministrativi della provincia, nel territorio delle province di Treviso e di Padova. Elemento fondante è stato l'utilizzo del Sistema Informativo Territoriale (GIS), formidabile strumento moderno di acquisizione e gestione dei dati, con enormi potenzialità di sovrapposizione, lettura e interpretazione dei vari tematismi.

## 3.3. LE FASI DELLA RICERCA

### 3.3.1. L'indagine archeologica

L'indagine archeologica è stata finalizzata all'acquisizione dei dati relativi alla frequentazione e al popolamento del territorio della provincia di Venezia in età antica, con particolare attenzione alla diacronia, alle risorse, alle attività produttive e al contesto ambientale. Si è proceduto all'acquisizione di tutte le evidenze archeologiche pubblicate e già note della terraferma<sup>3</sup>, operata "con lo spirito e il metodo della ricerca *intensiva* (quella che sfrutta, contestualizzandolo, anche il più piccolo indizio)" (LEONARDI, 1992a, p. 26). Si tratta di un tipo di ricerca che ritiene "fondamentale l'assunzione di tutti i dati archeologici già esistenti e per *tutti* intendo sia tutte le evidenze definibili come oggetti, dal cocciolo al monumento, sia ovviamente tutta la documentazione che ci forniscono i dati stratigrafici di contesto, che costituiscono l'unica base di riferimento per ancorare il dato cronologico a quello ambientale" (LEONARDI, 1992a, p. 28).

L'ambito cronologico costituisce una questione aperta, ancora non risolta, per la gran parte delle ricerche archeologiche, troppo spesso condizionato dalla scelta, talvolta arbitraria e soggettiva, dei ricercatori (MILANESE, 2001).

La finalità di questa carta, rivolta alla ricostruzione diacronica del territorio, in accordo con le indicazioni di "archeologia globale", ci ha fatto adottare un ambito cronologico esteso dalla preistoria all'età moderna, senza alcuna discriminazione e cesura, ambito che per quanto riguarda la terraferma si è inevitabilmente arrestato alla tarda età romana per mancanza di scavi o di pubblicazioni relativi all'epoca successiva. L'ampio ambito territoriale, i tempi e gli stanziamenti per la realizzazione del Progetto hanno condizionato la ricerca che si è quindi rivolta allo spoglio del pubblicato e comprende, per questo, quasi esclusivamente dati editi. La collaborazione recente con Armando De Guio e con l'ispettrice della Soprintendenza Elena Pettenò, la disponibilità del Gruppo storico Etnografico "Giuseppe Pavanello" di Meolo, del Museo della Bonifica di San Donà hanno consentito l'acquisizione di dati inediti relativi al territorio tra Sile e Livenza, oggetto anche di tesi di laurea. La fonte principale dei dati archeologici è stata la Carta Archeologica del Veneto, e in particolare sono stati consultati i Fogli 39, Pordenone; 40, Palmanova (CAPUIS *et al.*, 1988); 50, San Donà; 51, Venezia; 53, Foce del Tagliamento (CAPUIS *et al.*, 1994); 65, Adria.

La Carta Archeologica del Veneto è un repertorio prezioso di dati, altrimenti destinati a perdita irrimediabile, ma ha finalità, tempi di esecuzione e finanziamenti che hanno fortemente condizionato la qualità delle informazioni: le coordinate geografiche, pur

<sup>3</sup> Sono stati presi in esame i siti archeologici cartografati ed editi nella Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2004a); di quelli editi in tempi successivi si è tenuto comunque conto.



Fig. 3.3 - Rinvenimenti archeologici e percorso del Tagliamento d'epoca romana nella prima mappa archeologica dell'agro concordiese (da MAPPA ARCHEOLOGICA, 1985).

previste, in molti casi non vengono riportate e spesso sono desunte da carte a piccola scala e bassa definizione e sono imprecise o errate; la localizzazione dei siti riportata nei Fogli IGM in scala 1:100.000 è talvolta estremamente imprecisa e spesso non coincide con le coordinate riportate nel testo; manca inoltre, soprattutto per l'epoca romana, una terminologia comune per definire il contesto e i materiali. La disomogeneità delle informazioni ha quindi impedito la semplice acquisizione e sovrapposizione dei siti nella carta geomorfologica, e di conseguenza anche nella carta delle unità di paesaggio geoarcheologico. La localizzazione, il contesto e la datazione, spesso imprecisabili, non consentono la lettura, l'interpretazione corretta dei dati e il loro utilizzo; per questo si è dovuto procedere per ogni sito al recupero delle fonti originali per ogni ritrovamento.

L'esigenza di avere a disposizione informazioni il più possibile precise e omogenee ha reso necessaria la verifica puntuale di tutti i dati archeologici. Una forte disomogeneità del livello informativo caratterizza, come in molte altre ricerche di questo tipo, le fonti originali (LEONARDI, 1992a; BROGIOLO, 1993). La maggioranza dei rinvenimenti riguarda recuperi di fine '800 - prima metà del '900. Alcuni di questi ritrovamenti sono del tutto fortuiti, effettuati senza un adeguato controllo scientifico durante lavori edilizi o agricoli, e sono generalmente caratterizzati dal recupero dei materiali, ma dalla perdita del contesto e dell'ubicazione originaria; altri sono frutto di ricerche di appassionati locali e cultori della materia, che risentono comunque del grado delle conoscenze e della terminologia dell'epoca. Altrettanto elevato il numero dei ritrovamenti riferibili a raccolte di superficie non programmate, avvenute negli anni '80 e '90, e effettuate da Gruppi Archeologici con la supervisione scientifica degli Ispettori della Soprintendenza ai Beni Archeologici del Veneto, soprattutto nell'area tra Sile e Tagliamento, nel miranese e nell'area di Lova. Un

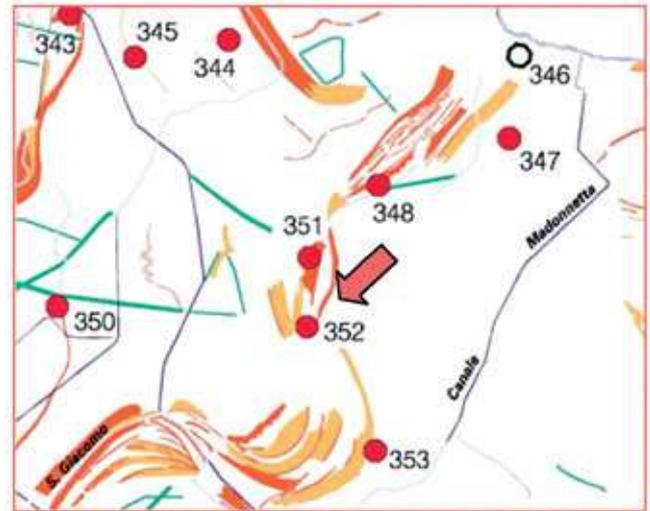


Fig. 3.4 - Paleoalvei e siti archeologici indicano il tracciato del Tagliamento di epoca romana. Le frecce riportano l'ubicazione della villa rustica di Marina di Lugugnana (da BONDESAN *et al.*, 2002c).

numero esiguo di siti è invece riferibile a scavi stratigrafici effettuati sotto la direzione scientifica di Ispettori della Soprintendenza o docenti dell'Università di Padova; la maggior parte di essi sono localizzati ad Altino e Concordia; sono, invece, estremamente rari quelli nel resto del territorio.

Per ogni sito si è cercato di risalire alla localizzazione precisa attraverso il recupero delle coordinate geografiche, UTM o Gauss-Boaga, alla quota, alle condizioni di giacitura originaria dei reperti (in posto, sub-in posto, dislocati), ai reperti, al contesto, anche attraverso la consultazione, ma solo per alcune aree, dell'Archivio della Soprintendenza ai Beni Archeologici del Veneto, e di sopralluoghi autoptici e controlli delle notizie presso i Gruppi Archeologici e gli appassionati locali.

La verifica e/o lo studio tipologico dei reperti hanno consentito nella maggioranza dei casi la verifica e l'attribuzione cronologica del sito. Particolare attenzione è stata riservata alle modalità di rinvenimento e al metodo utilizzato per il recupero dei reperti; attraverso la contestualizzazione e la decodificazione delle informazioni è stato possibile precisare e definire, per ogni sito, la qualità del livello informativo e l'affidabilità dei dati.

La quasi totalità dei ritrovamenti, che rappresenta circa la metà dei siti totali identificati, si riferisce a raccolte di superficie, in occasione di arature: pubblicazioni recenti e di buon livello scientifico e la revisione effettuata nel corso dell'elaborazione della carta geomorfologica hanno consentito, nell'area tra Sile e Livenza, in moltissimi casi, il recupero delle coordinate e di precisare contesto e datazione. Un buon livello informativo caratterizza anche i dati desunti da pubblicazioni scientifiche recenti, corredate nella quasi totalità dalla localizzazione in carta dei siti<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> E' bene ricordare che si tratta sempre comunque di "punti" in carta, ricollocati e georeferenziati, ma desunti da elaborati grafici, di varia natura e a scala non sempre di dettaglio, e pertanto, per definizione, imprecisi e non perimetrabili.



Fig. 3.5 - La vasca della *pars rustica* della villa di Marina di Lugugnana (da CROCE DA VILLA *et al.*, 1987).

Si è rivelato in molti casi alquanto difficile, ma decisamente appassionante, il recupero di dati relativi a ritrovamenti di fine '800 e prima metà del '900, che ha costretto in alcuni casi a un vero e proprio lavoro investigativo sulle tracce del nome della località o del proprietario di un fondo nelle prime levate delle Tavole dell'IGM e nelle carte storiche o attraverso uno schizzo o le indicazioni toponomastiche dell'epoca. Questo tipo di indagine si è dimostrata particolarmente proficua per i siti di Cittanova e di Jesolo e il risultato è evidente dal confronto tra la Carta Archeologica e la carta in esame. Tutti i materiali lapidei rinvenuti nelle fondazioni e nell'area circostante gli edifici religiosi, ora scomparsi, di San Mauro e San Giorgio di Jesolo sono stati finora considerati come materiale di reimpiego proveniente da Altino o Aquileia (TOMBOGANI, 1985c;d; SARTORI, 1985). Il recupero dei dati di ritrovamento riportati nelle pubblicazioni dell'epoca, tra tanti particolarmente utile quella di Conton (1911), ha permesso invece di precisare la provenienza e il contesto di tutti i reperti, che per la quasi totalità non è sicuramente di reimpiego. Inoltre, la consultazione di carte storiche del XVI secolo (CANIATO, 1985; ASVE, Sea Piave 6, IMAGO 11) e delle prime levate in scala 1:25.000 delle tavolette dell'Istituto Geografico Militare ha portato all'identificazione delle località di provenienza, di cui oggi si è perso il toponimo e la memoria, di parte dei materiali.

Per quanto riguarda i ritrovamenti dell'area di Cittanova, rinvenuti in epoche lontane e dispersi in varie sedi museali, la nostra ricerca ha permesso di localizzare e cartografare molti siti, frutto, in parte, del riordino e di una riclassificazione recente (TOZZI & HARARI, 1984) e di una altrettanto recente raccolta programmata diretta da S. Salvatori (BLAKE *et al.*, 1988; SALVATORI, 1989), che ha consentito di precisare i contorni e le caratteristiche insediative di un'area di estremo interesse.

Non è stato sempre possibile recuperare le informazioni relative ai siti, editi e inediti, in aree sottoposte a ricognizioni e raccolte di superficie da parte dei gruppi archeologici locali di Mestre, Mogliano, Mirano e Campagna Lupia. Sono rare le pubblicazioni scien-

tifiche recenti e gli scavi archeologici; molte delle informazioni desunte da tesi di laurea risultano poco attendibili e non sono più verificabili. In quest'area prevalgono quindi siti la cui localizzazione non è georeferenziata o cartografata con precisione.

In questa fase della ricerca sono stati eliminati tutti i siti, che erano già stati numerati e inseriti in carta, ma il cui livello informativo è stato ritenuto insufficiente e inaffidabile e le informazioni non erano utilizzabili ai fini di una lettura geoarcheologica dei siti stessi. Ad esempio, sono risultate estremamente generiche e imprecisabili la localizzazione, il contesto, i materiali e la datazione di molti ritrovamenti riportati nella Carta Archeologica del Foglio 38, Conegliano (1963) e in alcune tesi di laurea degli anni '80. Tutti i dati relativi a ogni rinvenimento sono stati registrati in una scheda di rilevamento e ricognizione bibliografica. La scheda sito, modificata rispetto a quella già utilizzata per la banca dati della Carta della fotointerpretazione e dei Siti Archeologici del Veneto orientale (BONDESAN *et al.*, 2002c), è frutto di un'attenta e approfondita riflessione metodologica e tiene conto delle esigenze specifiche della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico. È emersa la necessità di avere a disposizione dati il più possibile omogenei perché le informazioni fossero confrontabili tra loro e successivamente fosse possibile metterle a confronto con gli elementi geomorfologici. Per garantire quindi l'inserimento corretto di dati di diversa natura è stata progettata e utilizzata una scheda di lavoro, dotata di voci predefinite e campi liberi descrittivi, che comprendesse informazioni relative alla localizzazione, alla modalità di ritrovamento, al contesto, ai materiali e alla datazione, ma che prevedesse anche un corretto e preciso inserimento geomorfologico del sito.

I siti già cartografati nella Carta geomorfologica (BONDESAN *et al.*, 2004a; FURLANETTO, 2004a; 2004g) sono stati oggetto di revisione durante l'elaborazione del progetto Carta delle unità geologiche (BONDESAN *et al.*, 2009; FURLANETTO, 2008a) e sono stati nuovamente analizzati durante l'elaborazione della Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico. In questa sede è stata data particolare attenzione alle modalità e profondità del ritrovamento, controllate per ogni sito. La loro presenza ha dovuto tener conto delle finalità di una carta che prevede solo la cartografia dei siti archeologici ma, a differenza delle carte archeologiche tradizionali, non fornisce schede di riferimento e di conseguenza non offre alcuna possibilità di verifica del rappresentato. Inoltre la carta è stata elaborata in una scala di lavoro 1: 20.000, di buon dettaglio, ma non adatta a una cartografia con finalità di tutela; inoltre, non è legata a un progetto specifico di ricognizione di superficie.

L'informazione riferibile sulla carta è relativa al sito:

- dal quale provengono e sono tuttora conservati resti archeologici;
- dal quale provengono resti archeologici, successi-

vamente asportati;  
 - presso il quale si trovano resti archeologici, ma dei quali non si conosce la provenienza originaria.  
 I siti sono stati informatizzati attraverso le coordinate geografiche o UTM convertite in Gauss-Boaga, e georeferenziati o, in mancanza delle coordinate, sono stati localizzati in carta in scala 1:20.000 e 1:10.000. I siti archeologici identificati sono 801.  
 L'ambito cronologico considerato va dalla preistoria

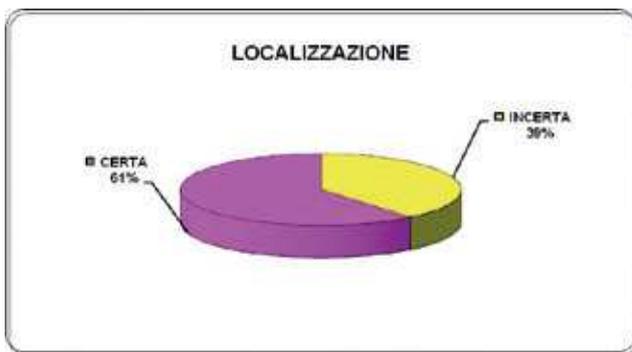


Fig. 3.6 - Localizzazione dei rinvenimenti.



Fig. 3.7 - Modalità di rinvenimento.



Fig. 3.8 - Età dei rinvenimenti.

(Mesolitico) alla fine dell'impero romano (V secolo d.C.).<sup>5</sup>

<sup>5</sup> L'impero romano d'occidente si fa terminare per convenzione nel 476 d.C., anno in cui Odoacre depose l'ultimo imperatore legittimo, Romolo Augusto.

### 3.3.2. L'indagine geomorfologica

Lo studio della geomorfologia specifica dell'area è stato affrontato attraverso l'analisi della bibliografia disponibile. Sono stati consultati e utilizzati recenti lavori a carattere geomorfologico e geologico prodotti dal medesimo gruppo di lavoro multidisciplinare che afferisce da tempo al Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova. In particolare si segnalano:

- Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale (BASSAN *et al.*, 1994);
- Geomorfologia della provincia di Venezia (BONDESAN & MENEGHEL, 2004a);
- Geomorfologia del territorio di Arzergrande - PD (BONDESAN *et al.*, 2003c);
- Unità geologiche della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2008);
- Geositi della provincia di Venezia (BONDESAN & LEVORATO, 2008)
- Carta delle unità di paesaggio della provincia di Venezia (FONTANA, 2007, inedita).

Un'attenzione particolare è stata rivolta alla paleoidrografia e alle direttrici fluviali in epoca antica e moderna, oggetto di un'approfondita campagna di carotaggi, di penetrometrie e di radiotazioni durante l'elaborazione della Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia, (BONDESAN *et al.*, 2008), che ha consentito di approfondire e meglio precisare datazioni e caratteristiche delle unità sedimentarie (FURLANETTO, 2008).

Sono stati identificati, analizzati e cartografati i seguenti tematismi:

- le tessiture superficiali derivanti dall'analisi dei dati pedologici;
- il microrilievo;
- le radiotazioni.

### 3.3.3. L'indagine topografica

L'indagine topografica si è rivolta in particolare all'analisi degli elementi antropici di epoca antica: strade e divisioni agrarie.

#### 3.3.3.1. Le centuriazioni

L'indagine topografica ha preso in esame, e interpretato, le tracce sia superficiali che sepolte delle centuriazioni presenti in provincia di Venezia e per una piccola porzione di Padova e Treviso, riferibili ai centri di epoca romana di Concordia, Oderzo, Altino, Padova e Adria. L'indagine ha previsto:

- lo spoglio bibliografico;
- la verifica dei reticoli con la cartografia storica e moderna;
- il telerilevamento;
- le foto aeree.

Per ogni reticolo centuriato sono stati analizzati:

- orientamento, modulo, estensione proposti in letteratura;
- le tracce desunte da fotointerpretazione;
- le tracce desunte da immagini telerilevate;

- le sopravvivenze attuali sul terreno;
- le tracce identificate e riportate nelle carte storiche (Progetto IMAGO<sup>6</sup>).

Sono state adottate le ricostruzioni delle centuriazioni riprese da quelle presentate nel volume "Misurare la terra. Centuriazione e coloni nel mondo romano. Il caso Veneto" (AA.VV., 1984); aggiornate da lavori successivi, non sono ancora superate.

Le immagini telerilevate sono state gentilmente concesse dal dott. P. Baggio e dalla dott.ssa S. Primon (BAGGIO & SIGALOTTI, 1999; BAGGIO & PRIMON, 2000). Sono state utilizzate per confermare l'orientamento, la presenza e soprattutto l'estensione delle centuriazioni proposte in letteratura, soprattutto in aree dove esse non sono più presenti.

Le carte storiche più antiche conservano segni evidenti di antiche divisioni agrarie di epoca romana, oggi scomparse o illeggibili, cancellate da bonifiche della prima metà del '900 o da urbanizzazioni recenti. Alcune carte storiche, soprattutto del XVI secolo, selezionate dal *data base* IMAGO, opportunamente georeferenziate e di cui abbiamo la restituzione grafica, sono state messe a confronto, in formato cartaceo e digitale, con le sopravvivenze antiche e moderne e sono servite in molti casi a confermare l'antichità e la sopravvivenza del modulo della centuriazione. In alcuni casi, come per la centuriazione di Oderzo e Altino II, le tracce sepolte desunte da telerilevamento sono state georeferenziate, riportate in carta e successivamente confrontate con il reticolo proposto in letteratura, con le sopravvivenze sul terreno, con le carte storiche e moderne, con le tracce da fotointerpretazione e con l'orientamento di edifici rustici, oggetto di scavi archeologici.

La "Riproduzione Informatizzata Interattiva del Catastico della Sesta Presa (1675)", Padova, 2003, realizzato dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta (BONDESAN & FURLANETTO, 2003) è stato utilizzato per verificare e identificare sopravvivenze della centuriazione di Padova nord est, nell'area compresa tra Naviglio Brenta e Bacchiglione.

Sono state analizzate e confrontate le carte di *Von Zach* (ROSSI, 2005) in versione sia cartacea che digitale, quelle del Lombardo Veneto (vedi Tav. 2) e le prime levate delle tavolette in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare (vedi Tav. 3).

La lettura e la verifica puntuale di tutte le tracce, messe a confronto con la bibliografia disponibile, ha portato all'elaborazione dei reticoli relativi ai municipi di età romana pertinenti a:

- *Iulia Concordia*
- *Opitergium*
- *Altinum* (Altino II)
- *Altinum* (Altino I)
- *Patavium* (Padova NE)
- *Patavium* (Padova SE)

<sup>6</sup> Il Progetto IMAGO è descritto successivamente in un'apposita scheda.

- *Atria* (Adria N)
- *Atria* (Adria NO).

Le tracce desunte da fotointerpretazione che riguardano le maglie della centuriazione pertinenti ad *Atria* (Adria N e Adria NO) sono state georeferenziate e riportate in carta: mostrano un buon grado di precisione e possono quindi essere ritenute attendibili per quanto riguarda l'ubicazione esatta delle strutture sepolte.



Fig. 3.9 - I *limites* della centuriazione a nord di Adria desunte da fotointerpretazione in uno stralcio della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2004a).

Gli altri reticoli cartografati non offrono invece informazioni altrettanto precise perché non riportano e distinguono sopravvivenze attuali, storiche o telerilevate, ma consistono in griglie a modulo fisso ipotetiche che si basano sulla "possibile" estensione della centuriazione proposta dalla verifica dei dati con gli studi più recenti. La loro presenza, se da una parte può offrire precise indicazioni sul modello insediativo e fornisce il contesto ai siti archeologici, non dà conto e ragione della sua struttura, né offre alcuna possibilità di verifica.

Il reticolo che viene cartografato e proposto è il risultato finale di queste lavoro di ricerca, che, per come viene rappresentato in una carta in scala 1:100.000, ha un valore puramente indicativo e riporta la centuriazione, il suo orientamento, il modulo e la probabile estensione, ma non può venire utilizzato ai fini della ubicazione e della tutela specifica delle strutture archeologiche sepolte.

### 3.3.3.2. Le strade

La fotointerpretazione ha rilevato la presenza di numerose tracce antropiche, in gran parte identificabili con tracciati stradali di epoca antica, che sono stati cartografati nella Carta geomorfologica della provincia di Venezia (FURLANETTO, 2004a; BONDESAN & MENEGHEL,

2004a): la *via Annia*, un tratto della via perilagunare e della strada Concordia-Norico (Figg. 3.10; 3.11).



Fig. 3.10 - Tracce della via Annia nei pressi di Ca' Tron (da BONDESAN & MENEGHEL, 2004a).



Fig. 3.11 - Resti del ponte romano della via Annia nei pressi di Ceggia (da TOZZI & HARARI, 1984).

Le accumuna la stessa risposta radiometrica: una traccia chiara delimitata da due tracce più strette e scure; la stessa che caratterizza i numerosi tratti ad andamento rettilineo, ma diversamente orientati, che da Adria per Monsole, Lova, Mestre, Altino arrivano a Concordia fino ad Aquileia. I dati della fotointerpretazione “sembrano saldarsi” perfettamente con le ricognizioni effettuate, dal Dese al Livorno, dalla Reale Deputazione di Storia Patria alla fine del 1800 (BAROZZI *et al.*, 1883a,b,c; 1984), con i miliari tardo-romani e i numerosi ponti che intercettano paleoalvei messi in luce dalla fotointerpretazione e con le sopravvivenze accertate nelle carte storiche del XVI secolo (CROCE DA VILLA, 1991a; GHEDINI *et al.*, 2002; BUSANA & GHEDINI, 2004; Data base IMAGO<sup>7</sup>).

Numerosi sondaggi e scavi archeologici recenti tra Sile e Piave, e nei pressi di Ca' Tron (Roncade - TV), hanno rilevato e confermato misure (larghezza: 19-24 m circa) e tecnica stradale della via, *glarea strata*<sup>8</sup>, caratterizzata da una inghiaatura superficiale e fiancheggiata da ampi fossati. Un percorso unitario,

senza soluzione di continuità, sembra snodarsi sicuramente da Mestre a Concordia, ma sembra anche proseguire per Lova e Monsole fino ad Adria. Medesima la risposta radiometrica, medesime le caratteristiche geomorfologiche che caratterizzano l'intero tracciato: la strada si mantiene per tutto il percorso a una distanza costante dal margine lagunare antico e mostra un buon adattamento agli elementi geomorfologici. Il tracciato, che mostra talvolta cambi anche modesti di direzione, consente molto spesso di evitare sia le aree depresse a quote inferiori allo zero che i dossi sopraelevati. Talora la natura litologica della superficie sembra condizionare l'andamento del tracciato, preferendo terreni ben drenati ai terreni di natura argillosa.

Gli elementi fin qui considerati sembrano indicare quindi un percorso unitario di questa via “perilagunare”, stesa da Adria a Concordia, nonostante non coincida con quello che tradizionalmente viene fatto risalire dagli studiosi a Tito Annio Lusco o da Tito Annio Rufo da Adria, per Padova, Altino, Concordia e Aquileia, e senza entrare in merito alla questione complessa e ancora non risolta dell'identificazione e dell'attribuzione del nome: *via Popilia* da Adria a Altino, *via Annia* da Adria per Padova, Altino fino ad Aquileia? (da ultimo VERONESE, 2009; ROSADA *et al.*, 2010).

### 3.3.4. La cartografia storica

Si è rivelata estremamente proficua la consultazione e l'utilizzo della cartografia storica nell'elaborazione della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico, così come era avvenuto nell'elaborazione della carta geomorfologica (FURLANETTO & PRIMON, 2004).

Il confronto tra le carte storiche con le carte attuali e la carta geomorfologica ha consentito, in molti casi, di identificare il tracciato di antiche strade, sopravvivenze di antichi *limites* di centuriazione, di precisare e datare il tracciato dei fiumi, di discriminare i corsi d'acqua artificiali da quelli naturali ricostruendo, quando possibile, la loro origine e evoluzione e di riconoscere anche i tracciati artificiali coincidenti in parte con tracce di idrografia naturale preesistente (BONDESAN & FURLANETTO, 1998; 2000a; 2000b; 2004). La georeferenziazione ha permesso di riportare, nella fase di elaborazione, molti tematismi presenti nelle carte storiche e non solo di evidenziare il percorso di un fiume oggi deviato o scomparso, ma di riportarlo in carta con buon grado di precisione e, in alcuni casi, di metterlo in relazione con un paleoalveo identificato attraverso la fotointerpretazione. In questo contesto si è rivelato di particolare importanza il “Progetto IMAGO” di cui si tratta nella seguente scheda.

<sup>7</sup> Il Progetto IMAGO è descritto successivamente in un'apposita scheda.

<sup>8</sup> Significa “strada inghiaata”.

## IL “PROGETTO IMAGO”

PAOLA FURLANETTO\* e ALDINO BONDESAN\*\*

La Banca Dati cartografica informatizzata IMAGO (*Image Map Archive Gis Oriented*), progettata e realizzata da P. Furlanetto e A. Bondesan (FURLANETTO *et al.*, 2004; FURLANETTO & PRIMON, 2004; FURLANETTO *et al.*, 2009; BONDESAN & FURLANETTO, in stampa), è relativa alla cartografia storica della Laguna di Venezia e della gronda lagunare e finalizzata alla ricostruzione diacronica dei cambiamenti che il territorio veneziano ha subito nel corso del XVI, XVII e XVIII secolo.

È stata avviata nel 2001 dal Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova - Servizio Informativo, sulla scorta di una convenzione con l'Archivio di Stato di Venezia.

Il *data base* contiene più di 300 carte selezionate, su uno spoglio di 7500 mappe inventariate e conservate all'Archivio di Stato di Venezia, scelte in base all'autore, al secolo, all'area, alla finalità e alle caratteristiche estrinseche e intrinseche delle carte. Ogni carta viene illustrata in una scheda di nuova concezione che contiene l'immagine della carta in formato *raster* e 12 maschere. Si tratta di una scheda che non solo risponde alle esigenze tradizionali di tipo archivistico-documentario, relative all'inventariazione e alla catalogazione delle carte, secondo le norme elaborate dal Centro di documentazione per il catalogo dei beni archivistici, ma prevede una sezione descrittiva nella quale sono stati riportati tutti gli elementi costitutivi presenti, come toponimi, idronimi, uso del suolo, e una parte interpretativa dove la carta viene letta, confrontata e interpretata attraverso l'analisi geomorfologica. Un congruo numero di carte significative e rappresentative per caratteristiche e datazione, ritenute idonee (10%), che è stato possibile georeferenziare, sono state oggetto di restituzione grafica.

Si è rivelata una sfida vincente e ha dato ottimi risultati, superiori alle aspettative, la georeferenziazione di un congruo numero di carte del XVI secolo, tra le più antiche conservate all'Archivio di Stato, che non sono costruite sulla base di una regolare intelaiatura geometrica, ma sono legate solo a punti di riferimento. La georeferenziazione, ottenuta assegnando un numero elevato di punti di controllo a tutta la carta e a porzioni sempre più piccole, ha mostrato una notevole precisione e rivelato una sorprendente corrispondenza con la topografia attuale; questo ha permesso la sovrapposizione e la lettura degli elementi in tutte le carte

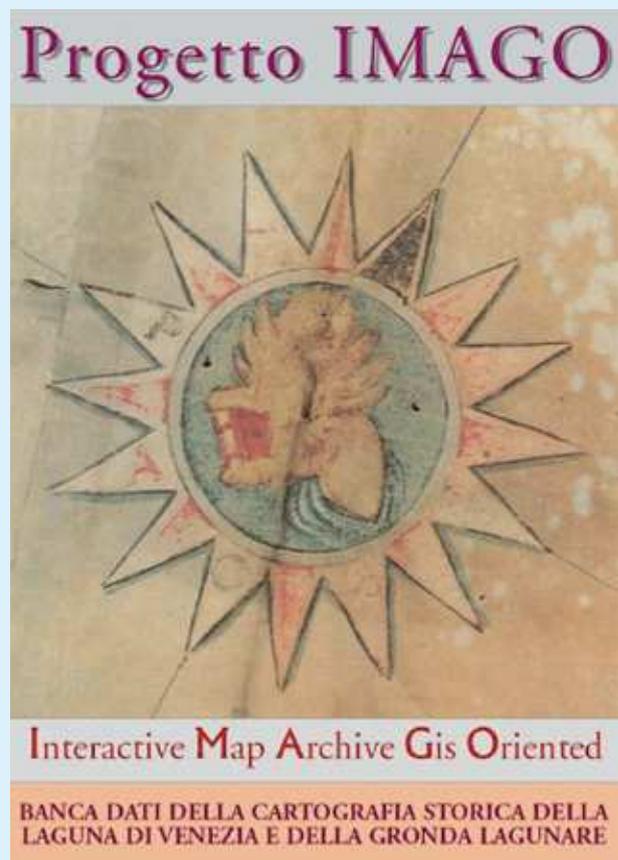


Fig. 3.12 - Il logo del Progetto IMAGO.

disponibili, storiche e moderne, consentendo di riportarli in carta con notevole grado di affidabilità. Il *data base* FORMA è stato creato per descrivere in modo sistematico e guidato i principali elementi geomorfologici rappresentati nella cartografia storica. Le schede sono state concepite per definire i caratteri intrinseci dei singoli elementi così come appaiono nell'antica raffigurazione, in relazione sia con la topografia attuale, che con la geomorfologia.

L'ultima fase del Progetto, in fase di conclusione, si è rivolta allo studio e alla ricostruzione paleogeografica della Laguna e del territorio di gronda nel XVI e XVII secolo, che ha portato all'elaborazione di quattro carte, che raffigurano tutti gli elementi idrografici naturali e artificiali riferibili alla metà e alla fine del XVI e XVII secolo. Ogni elemento morfologico rappresentato viene illustrato da una "etichetta" che ne riporta i caratteri essenziali a margine della carta.

\* AKEO - Studi e Indagini Territoriali - Padova

\*\* Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova

### 3.4. LA CARTA DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO GEOARCHEOLOGICO

Tutti i tematismi identificati sono stati inseriti in un ambiente CAD/GIS per poter essere analizzati attraverso procedure di *overlay*. L'inserimento del livello archeologico in un sistema informativo territoriale pluritematico ha consentito la sovrapposizione e l'interazione del nostro livello con gli altri tematismi. Una volta conclusa l'acquisizione e la registrazione dei dati, si è potuto procedere alla loro lettura e interpretazione. Il confronto dei dati archeologici e degli elementi geomorfologici e geologici con le indicazioni fornite dalle fonti classiche, dalle indagini storiche e topografiche e dalla cartografia storica ha consentito di riconoscere contesti territoriali omogenei e suggerito una proposta di classificazione delle aree in unità geoarcheologiche.

I dati ottenuti dalla sintesi delle informazioni, una volta interfacciati con i risultati della Carta geomorfologica e della Carta delle unità geologiche, sono stati nuovamente interpretati e hanno consentito di isolare, identificare e definire le unità e le sub unità di paesaggio geoarcheologico, omogenee per genesi, evoluzione geomorfologica, caratteristiche insediative in epoca

antica e che presentano medesima evidenza geoarcheologica.

Sono state identificate 6 grandi unità e 25 sub unità di paesaggio geoarcheologico.

**Le unità di paesaggio geoarcheologico:** sono aree a grande estensione, omogenee per genesi, morfologia, caratteristiche insediative in epoca antica, e sono contrassegnate in carta da un colore e da una lettera (esempio: A = unità Tagliamento - Livenza).

**Le sub unità di paesaggio geoarcheologico** sono elementi morfologici (dossi, paleoalvei e cordoni dunali) ed elementi antropici di grande evidenza geoarcheologica (strade) che, pur all'interno delle singole unità, ne sono parte integrante. Sono contrassegnate da un colore e indicate da una lettera, che si riferisce all'unità di appartenenza, e da un numero progressivo (esempio: A1 = sub unità del dosso del Tagliamento di età romana).

Per ogni unità e sub unità è stata elaborata una definizione sintetica, indicata come "etichetta", che è stata riportata solo nella carta originaria in scala 1:50.000 e che descrive brevemente caratteristiche morfologiche e geoarcheologiche, modalità di rinvenimento e giacitura dei depositi archeologici, tipologie più frequenti; fornisce inoltre, dove possibile, il modello insediativo

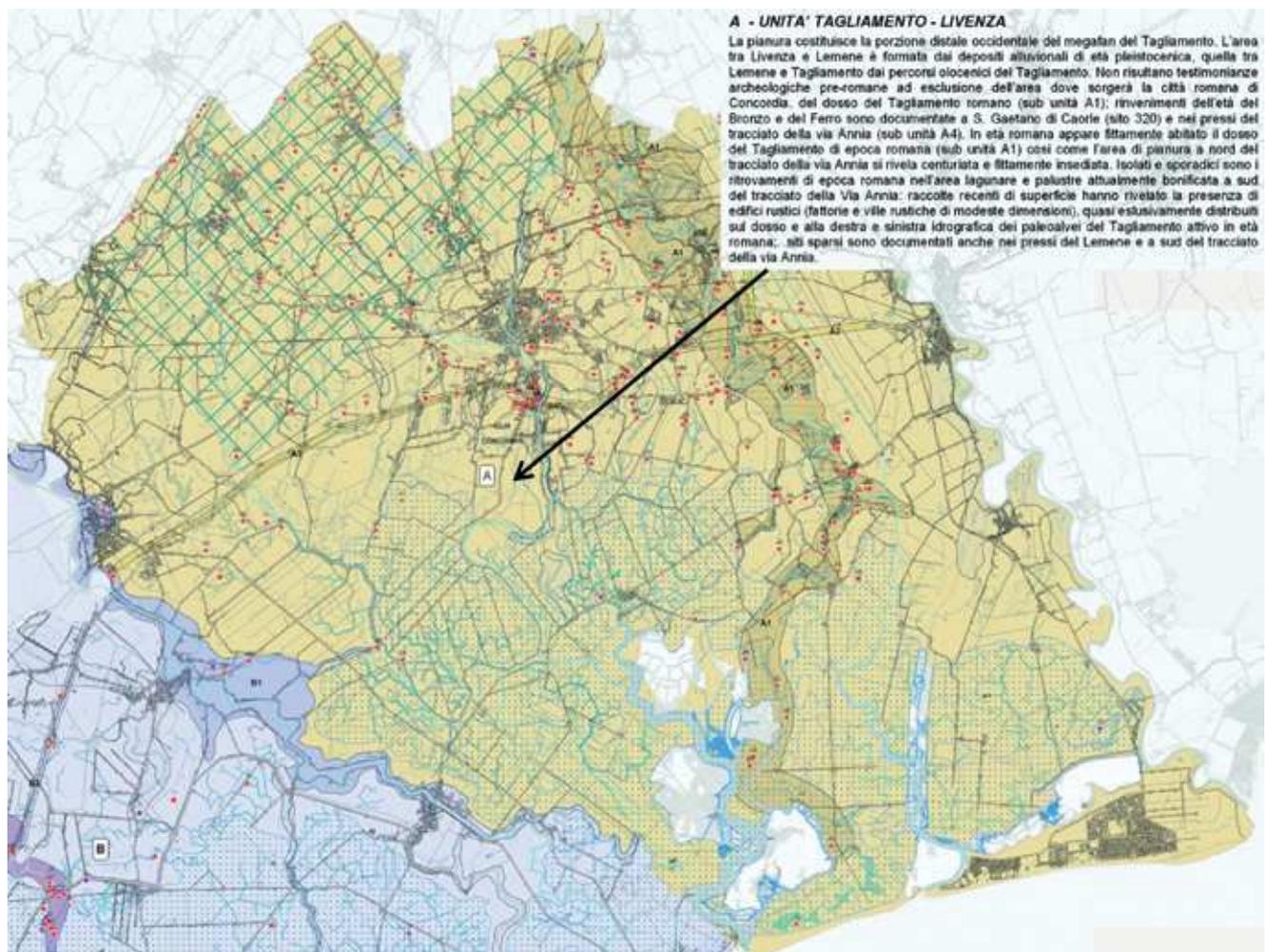


Fig. 3.13 - Esempio di una unità di paesaggio geoarcheologico e la sua "etichetta".

di epoca antica e una breve valutazione di impatto archeologico.

ESEMPIO: SUB UNITA' DEL DOSSO DEL PIAVE DI EPOCA ROMANA

*Area di dosso fluviale ben rilevato, a tessiture prevalentemente sabbiose circondato da antiche lagune a tessiture fini (limi e argille) e percorso da paleoalvei del Piave ben evidenti. L'inizio dell'attività deposizionale del Piave è datata alla fine del quarto millennio e continua almeno fino al I-II secolo d.C. Scavi recenti hanno rivelato un insediamento dell'età del Bronzo recente (1450-1150 a.C.), molto esteso (sito 43), che potrebbe essere coevo a un periodo di attività del corso d'acqua. Sugli spalti del dosso del paleoalveo che attraversa l'area di Cittanova, è documentata un'intensa occupazione di epoca romana, limitata dal I alla metà del II secolo d.C., e legata a un'opera di canalizzazione e di sistemazione agraria di cui sono state osservate tracce in fotointerpretazione e nei sondaggi (siti 38+42 e 774+781). Il dosso risulta circondato da ambienti umidi e paludosi e da terre emerse e abitabili e presenta, al suo limite meridionale, tracce riferibili a antica viabilità subaffiorante e ben conservata con resti di un ponte sulla via Annia (sito 47). Non trova ancora conferma geomorfologica l'ipotesi, pur convincente, di una connessione genetica tra il ramo del Piveran e il delta di Cortellazzo che inizia significativamente a formarsi poco prima del 3327 ÷ 2883 a.C. ed è ancora attivo nel 1366 ÷ 900 a.C. Il corso d'acqua avrebbe così raggiunto Eraclea dove sono documentati un dosso e alcuni paleoalvei che si dirigono verso Cittanova.*

Le "etichette" compaiono anche in una scheda, raccolte in una sorta di "manuale d'uso", alla fine del capitolo, che approfondisce, in relazione alle varie epoche:

- tempi e modi dell'occupazione antropica;
- caratteristiche dei rinvenimenti<sup>9</sup>;
- tipologia dei siti;
- interventi e tracce antropiche.

La scheda si conclude con le "Aree di particolare rilevanza archeologica" che segnala e riporta i siti sottoposti a vincolo archeologico, trattati in una carta a essi dedicata e inserita come elaborato grafico nel PTCP approvato<sup>10</sup>.

Le schede, relative alle unità e sub unità di paesaggio

geoarcheologico, sono riportate alla fine del testo, in questo stesso capitolo.

La fase finale del Progetto è consistita nell'elaborazione e successiva digitalizzazione della carta.

Base cartografica di lavoro è stata la Carta Tecnica Regionale, in scala 1:5.000, che fornisce un elevato grado di dettaglio e precisione nella collocazione dei siti e degli elementi morfologici cartografati, garantendo quindi buon livello di attendibilità e affidabilità. Le carte, digitalizzate in origine in scala 1:50.000, sono tre e riguardano:

1. l'area settentrionale della provincia, compresa tra Tagliamento e Sile (01);
2. l'area centrale, compresa tra Sile e Naviglio Brenta (02);
3. l'area meridionale, compresa tra Naviglio Brenta e Naviglio Adigetto (03).

La carta di Tav. 4 in scala 1:100.000 riporta:

- le unità, contrassegnate da un colore in carta e indicate da una lettera, sono:
  - A - Unità Tagliamento - Livenza;
  - B - Unità Livenza - Piave;
  - C - Unità Piave - Sile;
  - D - Unità Sile - Naviglio Brenta;
  - E - Unità Naviglio Brenta - Bacchiglione;
  - F - Unità Bacchiglione - Naviglio Adigetto.
- le sub unità, contrassegnate da un colore in carta e indicate da:
  - una lettera che si riferisce all'unità di appartenenza;
  - un numero progressivo all'interno della singola unità:
    - A1 Sub unità del Tagliamento di epoca romana;
    - A2 Sub unità della via Concordia-Norico;
    - A4 Sub unità della via Annia;
    - B1 Sub unità del dosso del Livenza;
    - B2 Sub unità del dosso del Piave di età romana;
    - B3 Sub unità della via Annia;
    - C1 Sub unità del dosso del Sile;
    - C2 Sub unità della via Annia;
    - D1 Sub unità del dosso "Le Crete";
    - D2 Sub unità del dosso di San Liberale;
    - D3 Sub unità del dosso di Scorzè - Favaro Veneto;
    - D4 sub unità della via Annia;
    - D5 Sub unità della via Claudia Augusta;
    - E1 - Sub unità del dosso di Fossò - Vigonovo;
    - E2 Sub unità del dosso di Boion - Liottoli;
    - E3 Sub unità del dosso di Arzergrande (PD);
    - E5 Sub unità della via perilagunare;
    - F1 Sub unità del dosso dell'Adige d'Este;
    - F2 Sub unità del dosso del Po di Cona - Pegolotte;
    - F3 Sub unità della via perilagunare;
    - F4 Sub unità della via Annia;
    - F5 Sub unità dei cordoni dunosi di epoca preprotostorica;
    - F6 Sub unità dei cordoni dunosi di epoca protostorica;
    - F7 Sub unità dei cordoni dunosi di epoca romana (Bosco Nordio);
    - F8 Sub unità del dosso del Po di Adria.

<sup>9</sup> *Giacitura affiorante* può indicare la quota di calpestio antica a meno di 1 metro di profondità (-0,60/-0,80 m) rilevata da scavo archeologico oppure la presenza di reperti rinvenuti in superficie, in seguito a operazioni di aratura (negli ultimi decenni sempre più profonda, oltre i 60 cm), che ha profondamente intaccato il deposito archeologico, nella quasi totalità dei casi, compromettendolo o distruggendolo completamente. Per *giacitura sepolta* si intende invece un deposito archeologico sepolto, superiore al metro e mezzo di profondità.

<sup>10</sup> La Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale è in tre tavole (1/1; 1/2; 1/3) e in scala 1:50.000; riporta i vincoli archeologici e gli agri centuriati sottoposti a vincolo (<http://ptcp.provincia.venezia.it>).

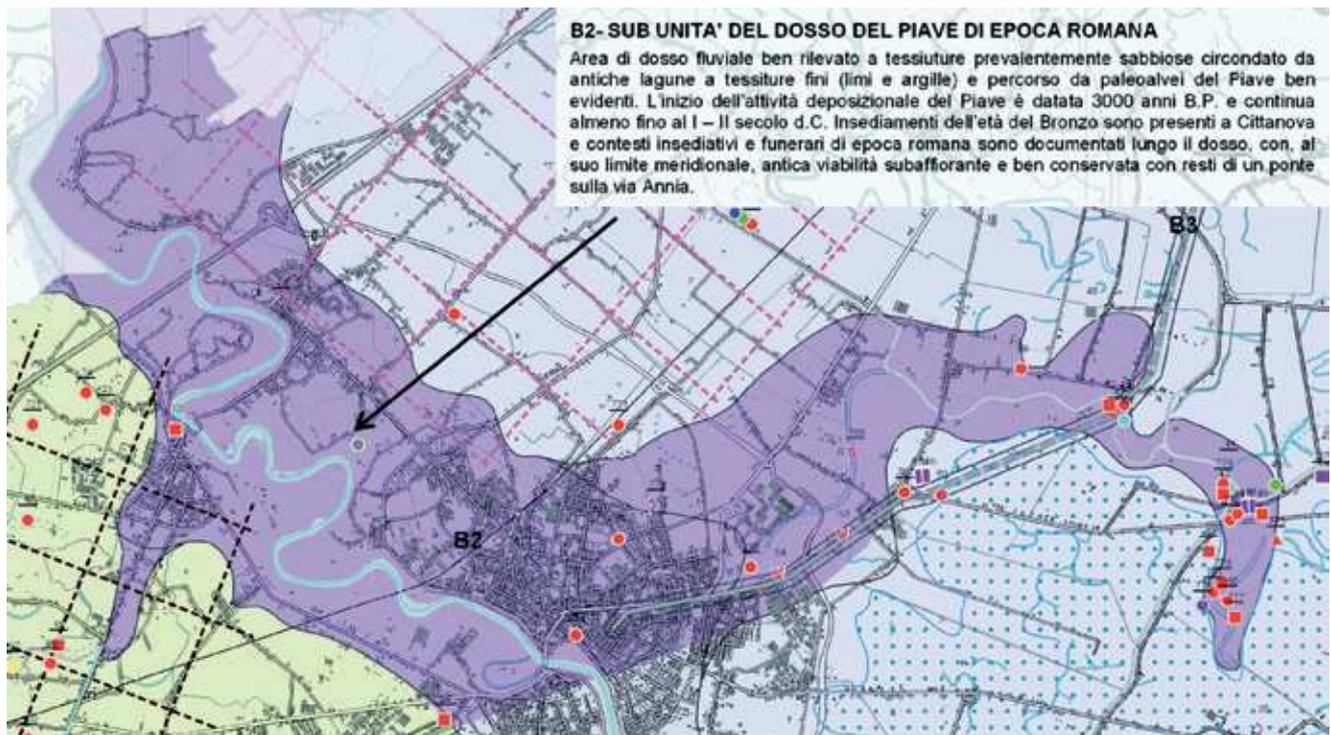


Fig. 3.14 - Esempio di una sub unità di paesaggio geoarcheologico e la sua "etichetta".

All'interno delle singole unità e sub unità sono stati cartografati:

- i paleovalvi (distinti in: traccia fluviale ben definita, mal definita; traccia di canale lagunare ben definita, mal definita);
- i dossi;
- i siti archeologici;
- le aree urbane di *Altinum* e di *Iulia Concordia*;
- i bacini lagunari e costieri attualmente bonificati;
- i reticoli delle centuriazioni.

Per quanto riguarda le sub unità che rappresentano i dossi, è necessario ricordare che i dossi fluviali corrispondono ad antichi percorsi, pensili rispetto alla pianura circostante, e che le loro direzioni sono riconducibili alle principali direttrici di deflusso. Nel caso della sub unità del Tagliamento di epoca romana (A1), vengono cartografati con un unico simbolo il dosso e i paleovalvi che ne rappresentano la continuazione ideale; in altri casi la direzione di deflusso è fornita dal dosso (sub unità) e dai paleovalvi ad esso correlati che vengono semplicemente cartografati e talvolta indicati nelle schede tecniche. È il caso del Tagliamento di epoca romana, indicato da Plinio come *Tiliaventum Maius* e il cui tracciato è già stato identificato e proposto in pubblicazioni scientifiche (MAPPA ARCHEOLOGICA, 1985; 2002; CROCE DA VILLA *et al.*, 1987). La georeferenziazione dei siti e l'alta definizione della carta hanno permesso di evidenziare in maniera precisa il percorso del fiume lungo il corso della roggia Lugugnana tra Teglio Veneto, Fossalza di Portogruaro e Lugugnana, fin quasi alla costa attuale, percorso delimitato, a destra e sinistra del dosso, da numerosi siti archeologici di epoca romana che ne datano il periodo di attività.

Ogni ritrovamento archeologico è stato rappresentato nella carta attraverso una simbologia specifica e semplificata che definisce il contesto e un colore che indica l'età di attribuzione del sito. I simboli, mancando un testo di riferimento convenzionale, sono stati scelti e adattati in base a criteri funzionali al tipo di carta e alle esigenze che via via sono emerse nel corso dell'elaborazione della carta stessa.

Per ogni sito sono stati così forniti due tipi di informazioni:

- il contesto, precisato in molti casi da simboli specifici che indicano la presenza di strade, ponti, edifici, marginamenti di sponda ecc.;
- la datazione.

La sottolineatura del numero, riportata soltanto nella prima versione delle carte in scala 1:50.000, corrisponde a localizzazione certa/incerta nell'elenco dei siti, disponibile nell'Appendice 2 della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (FURLANETTO, 2004g), e fornisce un'ulteriore indicazione circa la localizzazione, più o meno precisa, del sito. Per non rendere estremamente difficoltosa la lettura della carta a causa di un numero elevato di colori si è preferita l'attribuzione del sito a un'età (Mesolitico, Neolitico, Eneolitico, Età del Bronzo, Età del Ferro, romana) e non, più correttamente, a una fase cronologica precisa. La datazione puntuale, dov'è stato possibile, è comunque presente in Appendice nell'elenco dei siti archeologici (FURLANETTO, 2004g). La quota del piano campagna, nel caso sia stato possibile recuperarla, è stata riportata accanto al simbolo soltanto nella prima versione delle carte in scala 1:50.000. Il ricorso ai simboli è una necessità per carte con queste caratteristiche che, proprio a causa della scala, non possono

riportare il perimetro e le articolazioni precise del ritrovamento, che invece trovano collocazione in carte a piccola scala e massimo dettaglio, come ad esempio quelle utilizzate per i centri urbani.

L'elaborazione dei centri urbani nella carta ha utilizzato una metodologia diversa da quella adottata per la costruzione di quella relativa alla distribuzione dei siti archeologici del territorio. Infatti la rappresentazione in carta delle evidenze urbane, soggette a metodi di analisi particolari, richiede specifici accorgimenti e strumenti diversi, come ad esempio l'utilizzo di scale ad alta definizione, 1:5000-1:2000, e simboli dedicati. Proprio per questo motivo, per quando riguarda l'analisi dei centri urbani di età romana presenti nel territorio in esame di *Altinum* e *Iulia Concordia*, l'acquisizione dei dati e l'identificazione dei siti è stata regolarmente effettuata, ma al solo scopo di indicare in carta con precisione l'estensione dell'area occupata dal centro urbano in epoca antica e di assumere e mettere a confronto le informazioni di tipo archeologico e stratigrafico con quelle geomorfologiche e ambientali.

I siti sono stati numerati da 1 a 801; a ogni numero corrisponde una scheda di rilevamento, non pubblicata, e un punto in carta. Il numero compare, vicino al simbolo, solamente nelle cartografie delle Figg. 3.15÷3.34 in scala 1:50.000 circa.

Nell'Appendice 2 della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (FURLANETTO, 2004g) è consultabile una tabella degli 801 siti che riporta tutti i ritrovamenti archeologici, presenti nelle tavole, numerati progressivamente; per ognuno è stato riportato il numero, il nome, la localizzazione certa e incerta, le modalità di rinvenimento, il contesto, la datazione precisa e la bibliografia di riferimento.

Il tracciato della via stesa tra Adria e Aquileia in età romana è quello messo in luce dalla fotointerpretazione, dalla cartografia storica georeferenziata e confermato dalle tracce sul terreno e dalla documentazione archeologica. Pur rappresentando un unico elemento geoarcheologico, con caratteristiche omogenee di tipo antropico e archeologico, attraverso, senza soluzione di continuità, l'intero territorio provinciale e ambiti geomorfologici diversi; per questo viene considerato come una sub unità a sé stante all'interno delle singole unità di paesaggio che attraversa. Questa via viene però diversamente indicata secondo la distinzione tradizionalmente accettata dagli studiosi: "*via Annia*" nei tratti che attraversano le unità Naviglio Adigetto - Naviglio Brenta, Naviglio Brenta - Sile, Sile - Piave, Piave - Livenza e Livenza - Tagliamento, e "*via perilagunare*" o *Popilia* nel tratto Naviglio Brenta - Naviglio Adigetto.

In carta, attraverso opportuna simbologia, sono stati diversamente indicati i tratti desunti da fotointerpretazione, da carte storiche georeferenziate o ipotetici. L'intero tracciato delle strade è affiancato a destra e sinistra da una larga fascia di rispetto laterale, ad alto rischio archeologico, che viene rappresentata anche

per l'intera rete viaria di epoca antica (via Concordia - Norico e *via Claudia Augusta*).

Il tracciato individuato della "*via perilagunare*" è più esteso rispetto a quello presentato nella Carta geomorfologica della provincia di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2004d): vengono infatti riportati in carta anche alcuni nuovi tratti desunti da carte storiche georeferenziate successivamente e due brevi tratti nell'area a sud di Lova, desunti da immagini satellitari e identificati dal dott. Francesco Ferrarese del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova.

### 3.4.1. La legenda

La necessità di fornire quante più informazioni possibili e al contempo di rendere facile e accessibile la lettura della carta ha condizionato l'allestimento della legenda, privilegiando una simbologia articolata e varia. Si è preferito l'uso di una vasta gamma di colori per indicare le unità e le sub unità.

Le unità sono state contrassegnate da un colore e da una lettera; le sub unità da un colore e da una lettera seguita da un numero progressivo. È stata adottata la medesima simbologia della Carta geomorfologica (Tav. 9) per gli elementi morfologici e antropici. I reticoli delle centuriazioni sono stati contraddistinti da un simbolo lineare e da un colore.

Una parte consistente della legenda è dedicata ai siti archeologici. Ogni ritrovamento archeologico è stato rappresentato attraverso un numero progressivo che lo identifica nelle planimetrie delle Figg. 3.15÷3.34 in scala 1:50.000 circa, alla fine del capitolo, una simbologia specifica e semplificata che definisce il contesto (insediativo, funerario, culturale, imprecisabile) e un colore che indica l'età di attribuzione al sito, dal Mesolitico alla fine dell'impero romano (6000 a.C. - V secolo d.C.).

### 3.4.2. Le unità di paesaggio geoarcheologico

La carta mostra una suddivisione in sei macroaree, che corrispondono ai sistemi deposizionali del Tagliamento, del Piave, del Brenta e dell'Adige. L'*excursus* degli elementi rappresentati comprende le unità sotto riportate.

#### 3.4.2.1. Unità Tagliamento-Livenza

La pianura costituisce la porzione distale occidentale del megafan del Tagliamento. L'area tra Livenza e Lemene è formata dai depositi alluvionali di età pleistocenica, quella tra Lemene e Tagliamento dai percorsi olocenici del Tagliamento. Non risultano testimonianze archeologiche preromane a esclusione dell'area dove sorgerà la città romana di *Iulia Concordia*, del dosso del Tagliamento romano (sub unità A1); rinvenimenti dell'età del Bronzo e del Ferro sono documentate a San Gaetano di Caorle (sito 320) e nei pressi del tracciato della *via Annia* (sub unità A4). In età romana l'area di pianura tra Livenza e Tagliamento controllata dal municipio di *Iulia Concordia* appare fittamente abitata soprattutto sul dosso del Tagliamento di epoca romana (sub unità A1), così

come nell'area centuriata a nord del tracciato della *via Annia* dove raccolte di superficie rivelano insediamenti rustici e piccole necropoli a carattere familiare. Isolati e sporadici sono i ritrovamenti di epoca romana nell'area lagunare e palustre attualmente bonificata a sud del tracciato della *via Annia*: raccolte recenti di superficie hanno rivelato la presenza di edifici rustici (fattorie e ville rustiche), quasi esclusivamente distribuiti sul dosso e alla destra e sinistra idrografica dei paleoalvei del Tagliamento attivo in età romana; siti sparsi sono documentati anche nei pressi del Lemene e a sud del tracciato della *via Annia*.

#### 3.4.2.2. Unità Livenza-Piave

L'area di pianura tra il Livenza e la Piave Vecchia fa parte dell'ala sinistra del grande megafan di Nervesa, la cui genesi è connessa con le vicende del Piave nell'Olocene. La direttrice San Donà - Ceggia - S. Stino marca il limite della massima ingressione lagunare, evidenziata dalla distribuzione delle aree depresse e dalle tracce di paleoidrografia lagunare e palustre. L'area delimitata dal corso del Livenza e del Piave di epoca romana risulta centuriata e caratterizzata da un'occupazione sparsa e diffusa nelle maglie centuriate.

#### 3.4.2.3. Unità Piave-Sile

La pianura fa parte dell'ala sinistra del megafan di Nervesa, la cui genesi è riferibile ai percorsi del Piave di cui abbiamo tracce nei dossi e paleoalvei che l'attraversano. Già disattivati alla fine del Pleistocene, durante l'Olocene raccoglievano le acque di deflusso superficiale di provenienza locale. Industrie litiche riferibili a Mesolitico, Neolitico, Eneolitico ed età del Bronzo sono documentate lungo il tracciato della *via Annia* e del suo diverticolo, sugli alti morfologici dei dossi del Piave, già disattivati, e in prossimità dei paleoalvei. In età romana è documentata un'intensa occupazione sparsa e diffusa compatibile con la presenza della centuriazione, compresa tra Sile, Piave e *via Annia*, di cui restano scarse sopravvivenze sul terreno.

#### 3.4.2.4. Unità Sile - Naviglio Brenta

La pianura costituisce le propaggini distali tardo pleistoceniche del Brenta. I dossi e i paleoalvei che solcano la pianura in direzione nord-ovest indicano le principali direttrici di deflusso del fiume, già disattivate alla fine del Pleistocene. Nell'Olocene si imposta una rete idrografica minore di fiumi di risorgiva che viene ad occupare le depressioni interdossive. Affioramenti di strumenti litici, spesso in quantità considerevole (ad Altino, loc. Vallesina, più di 2000), riferibili al Mesolitico, Neolitico, tardo Neolitico ed Eneolitico, sono documentati nella zona di Altino, in prossimità di dossi e paleoalvei del Brenta (sub unità D1), lungo il Dese, sul dosso e ai piedi delle propaggini meridionali del dosso di Scorzè - Favaro Veneto (sub unità D3) e lungo il tracciato della *via Annia* di epoca romana. Siti

dell'età del Bronzo sono distribuiti nella fascia perilagunare, su alti morfologici del dosso "Le Crete" (sub unità D1), nell'area di Altino, del dosso di San Liberale (D2) e di quello di Scorzè - Favaro Veneto (sub unità D3). Intensamente abitata appare tutta l'area di pianura a partire dall'età romana: edifici rustici e necropoli a carattere familiare sono indiziati da affioramenti di superficie di reperti, in seguito ad aratura, e rivelano una distribuzione sparsa e diffusa nelle maglie delle due centuriazioni diversamente orientate e riferibili al municipio di Altino, a nord, e di Padova, a nord-est. Scavi archeologici e recenti immagini satellitari recenti hanno rivelato l'esistenza di *Altinum*, municipio di età romana situato alla foce del Sile e del canale di Santa Maria, attraversata dalla *Via Annia* e capolinea meridionale della *via Claudia Augusta*.

#### 3.4.2.5. Unità Naviglio Brenta - Bacchiglione

Area di pianura di costruzione tardo olocenica a opera di percorsi del Brenta (sub unità E1-E2-E3), oggetto di divisione agraria, in maglie regolari, e sede di occupazione sparsa a partire dall'età romana (fine del I secolo a.C. - I secolo d.C.). La centuriazione sembra occupare l'intera area di pianura compresa tra Naviglio Brenta a nord e, probabilmente, il corso del Po di Cona - Pegolotte a sud (F2), i colli Euganei a ovest e il margine lagunare a est. Resti archeologici si possono trovare in tutta l'unità di pianura anche a bassa profondità (-0,60 m in media). La presenza di edifici rustici sparsi e sepolture è rivelata da operazioni di aratura che, intaccando sempre più in profondità lo strato archeologico, portano sistematicamente in superficie reperti archeologici frammentati: materiale edilizio (tegole, coppi, elementi litoidi, mattoni, lacerti musivi e parietali), ceramica da mensa e da tavola, anfore e più raramente oggetti bronzei e vetri.

#### 3.4.2.6. Unità Bacchiglione - Naviglio Adigetio

Ampio dosso sabbioso che rappresenta la più tarda direttrice del Brenta di epoca romana, forse già attiva nel II secolo d.C. e riferibile al IV-V secolo d.C., come sembrano confermare alcune radiodattazioni e la presenza di sabbie del Brenta in laguna nel triangolo ilariano, tra il Bondante di Sotto e Lugo. Si ipotizza un percorso del Brenta in età romana - tardo romana lungo il dosso di Stra fino a Dolo e lungo la diramazione di Sambruson - Lughetto. Risultano ancora non sicuramente databili all'età romana e privi di conferme geoarcheologiche i rami delle Giare e di Sant'Ilario, sicuramente attivi in età medievale, che immagini tele-rilevate mostrano "coperte" da tracce di *limites* della centuriazione di Padova nord-est. Resti archeologici sul dosso a profondità variabili (da -2.50 m per siti dell'età del Bronzo a -1 m per età romana) sono riferibili a opere di arginatura (indizio della presenza di un corso d'acqua attivo?), a monumenti funerari di pietra o a edifici rustici, la cui presenza conferma il ruolo del dosso come elemento di forte attrazione insediativa.

All'interno di ciascuna unità emergono dei sottogruppi, le sub unità, che mostrano una particolare evidenza geoarcheologica e che definiscono le linee di costa preromane e romane, gli antichi percorsi fluviali, del Tagliamento, del Piave, del Brenta e dell'Adige, e il tracciato della *via Annia*, della via perilagunare, della *via Claudia Augusta* e della via Concordia - Norico.

Ogni unità riporta inoltre i siti archeologici, le centuriazioni, nella loro possibile estensione<sup>11</sup>, i bacini lagunari e le paludi recentemente bonificati, che indicano i limiti delle terre emerse; sono cartografati anche i dossi, i paleoalvei e i canali lagunari, per i quali non è possibile per ora precisare cronologia e periodo di attività, ma che potrebbero rivelarsi utili nell'acquisizione e comprensione di nuovi dati<sup>12</sup>.

### **Ringraziamenti**

*Sono molti i ringraziamenti dovuti per l'elaborazione della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico: in primis ad Andrea Vitturi, che ha fortemente creduto e sostenuto in ogni modo un progetto difficile e forse troppo ambizioso per le mie forze. Grazie a Luigi Malnati, allora Soprintendente per i Beni Archeologici del Veneto, che ha accolto e approvato l'innovativo progetto Doge - Leo della Carta Geomorfologica, firmando il primo protocollo d'intesa con la Provincia di Venezia. Grazie è dovuto anche a Luigi Fozzati, allora direttore di Nausicaa e ispettore della Soprintendenza del Veneto per aver creduto e sostenuto il progetto della Carta geomorfologica della provincia di Venezia e quello successivo della Carta delle unità di paesaggio geoarcheologico. Sono tanti gli amici e i colleghi che mi hanno aiutata e che devo ringraziare: Aldino Bondesan, che con la solita generosità e amicizia ha condiviso e "sopportato e supportato" la gestazione e la elaborazione della carta; Andrea Rosina, che ne ha curato la prima versione, e Massimo Pizzato, chiamato affettuosamente "MagicPizzu", che con grande pazienza ha realizzato le versioni della carta in scala 1:50.000 e 1:100.000 e le figure 3.15÷3.35; Paolo Baggio, per la generosità e la disponibilità nell'offrirmi materiale inedito, ma anche e soprattutto per le dotte chiacchierate che hanno*

*messo in discussione certezze acquisite e offrono sempre nuove affascinanti possibilità di lettura del territorio; Sandra Primon, che mi ha aiutato, con la professionalità che la contraddistingue, a "giocare" con satelliti, carte storiche, e centuriazioni; Francesco Ferrarese, che ha messo a disposizione la sua competenza e i suoi meravigliosi modelli digitali nello studio delle divisioni agrarie. Un grazie particolare è dovuto a Roberto Rosselli, "ingegnere illuminato", che da 10 anni sostiene i Progetti Imago e Laguna Omnia, e a Barbara Bertani, valente "braccio operativo" del Servizio Informativo del Consorzio Venezia Nuova. Grazie infine a Chiara Levorato per il prezioso aiuto nella elaborazione delle figure e ad Andrea Mazzuccato per le figure del Profilo storico. Un ringraziamento del tutto particolare spetta a Ernesto "Tito" Canal, per avermi insegnato, con grande amicizia e generosità, che non si può comprendere la storia della terraferma senza conoscere quella della Laguna; senza la passione, che continua ad animarlo, la combattività e la tenacia, con le quali ha sostenuto le sue convinzioni, oggi la storia della Laguna sarebbe certamente diversa.*

*Si ringrazia infine il Comune di Quarto d'Altino per aver fornito una copia del pregevole volume "Altino antica. Dai Veneti a Venezia" (a cura di Margherita Tirelli, Marsilio, pp. 232, 2011).*

<sup>11</sup> E' il caso della centuriazione di Padova nord-est: l'estensione in area oggi lagunare ad est del Taglio Nuovissimo si basa su dati archeologici e geomorfologici e su studi dei livelli marini.

<sup>12</sup> Non è ancora risolta la questione della datazione del dosso di Stra: nonostante venga ancora identificato dagli studiosi come il *Meduacus Maior*, un ramo del Brenta di età romana (BOSIO, 1967), e nella carta geomorfologica venga considerato come un ramo del Brenta di età tardo romana (MOZZI & FURLANETTO, 2004), risulta tuttora privo di evidenza geoarcheologica, che indichi un periodo di attività in età romana. In attesa di nuove indagini, viene ora definito "dosso di formazione recente" e messo in relazione alla *incisio Brente*, deviazione operata dai padovani nel 1143, sulla base di recenti indagini geologiche, geomorfologiche e nuove radiodatazioni, che trovano conferma indiziaria nella significativa assenza di rinvenimenti archeologici sopra il dosso lungo tutto il percorso (MOZZI, 2008, p. 120; FURLANETTO, 2008a).

---

**Siti archeologici  
della carta delle unità di paesaggio  
geoarcheologico**

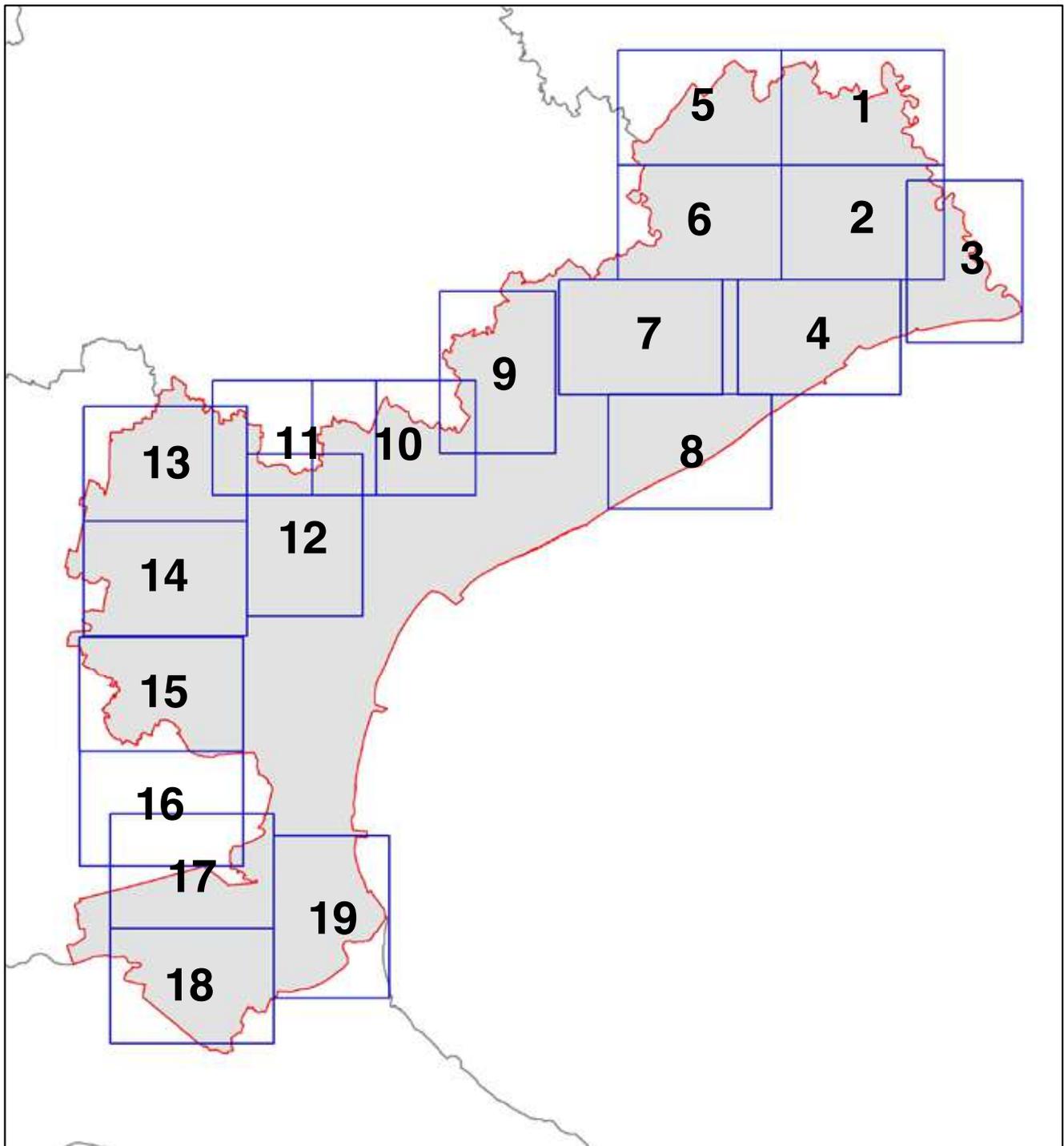


Fig. 3.15 - Quadro d'insieme delle figure con i siti archeologici della carta di unità di paesaggio geoarcheologico.

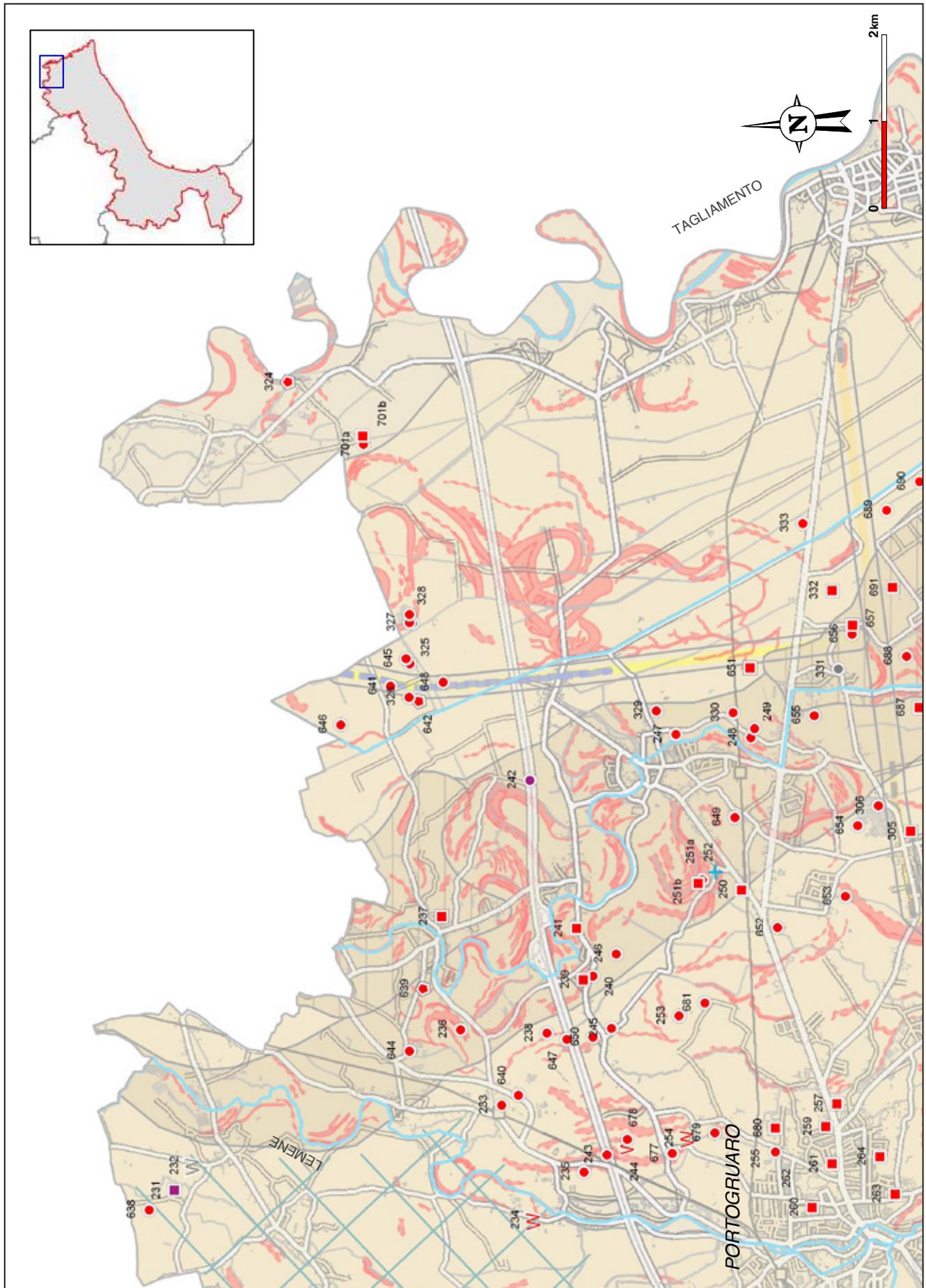


Fig. 3.16 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

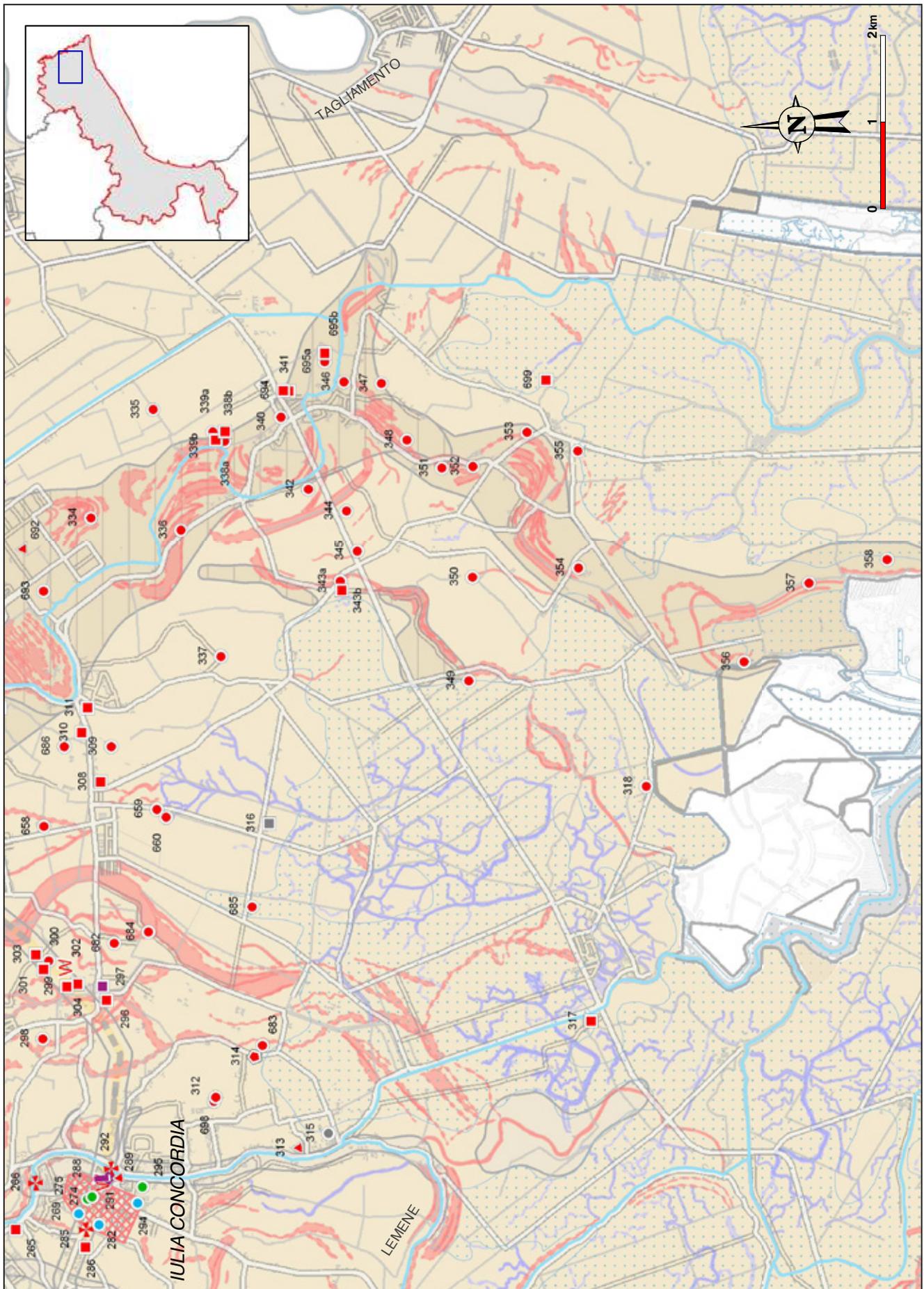


Fig. 3.17 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

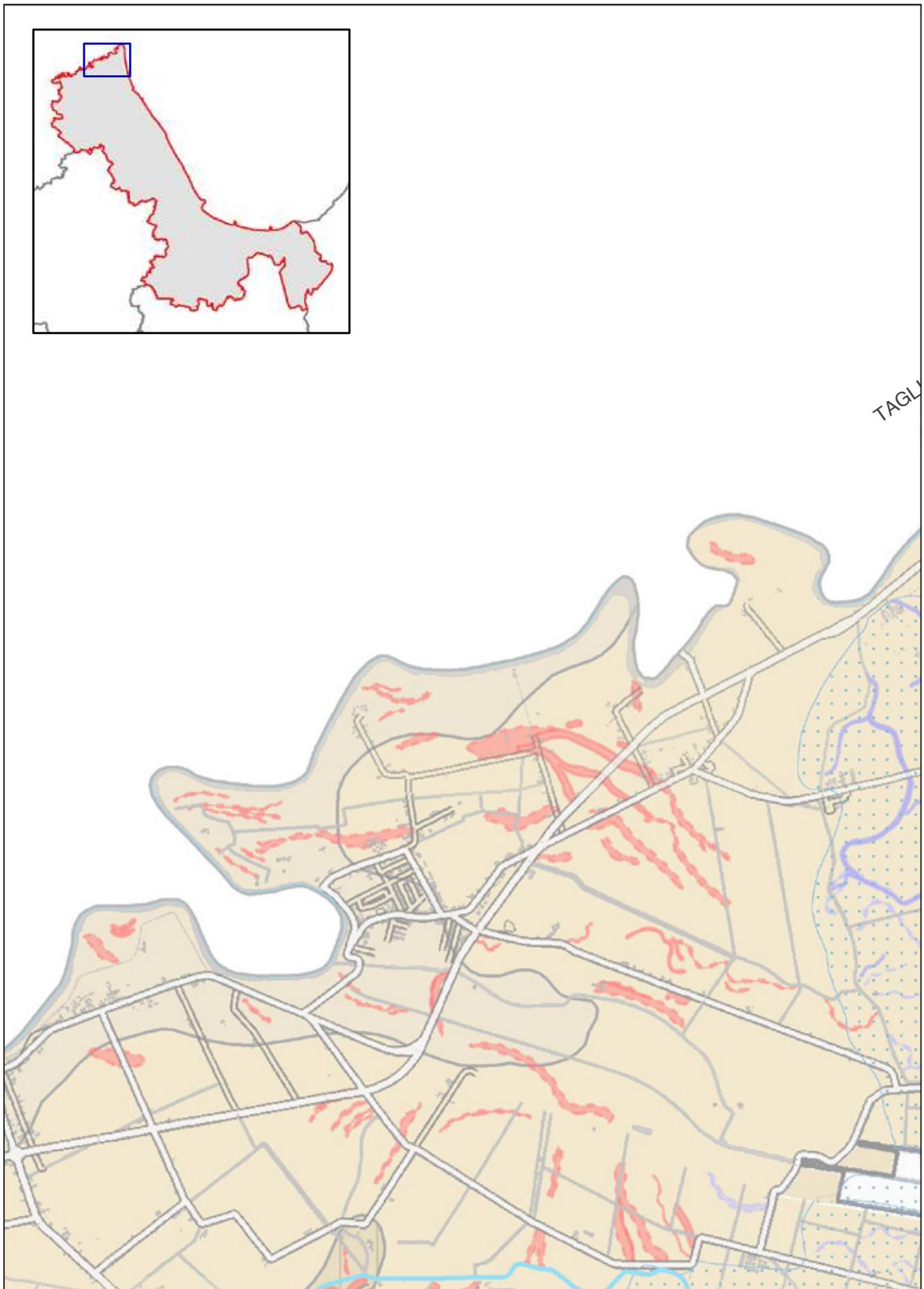


Fig. 3.18 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

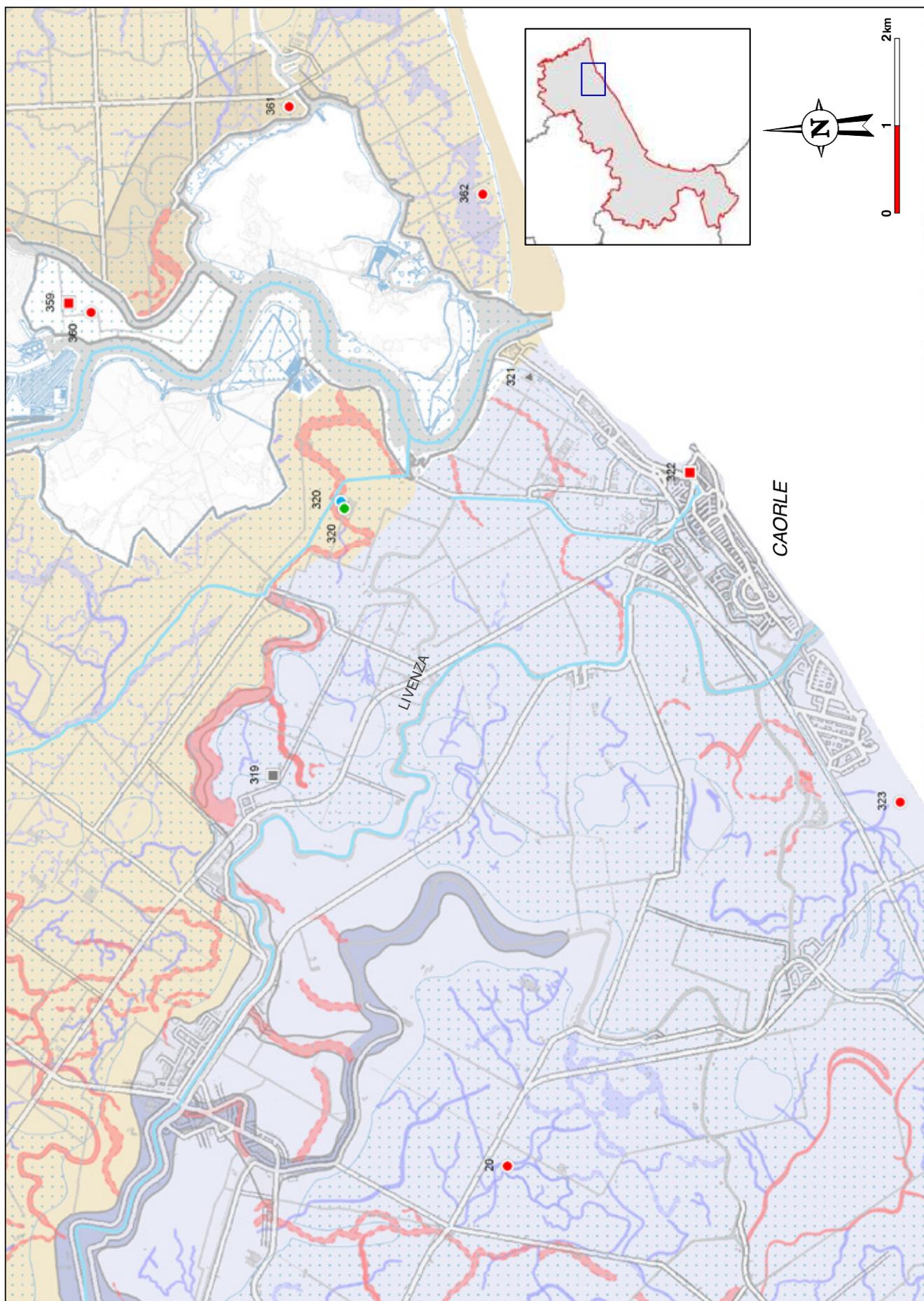


Fig. 3.19 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

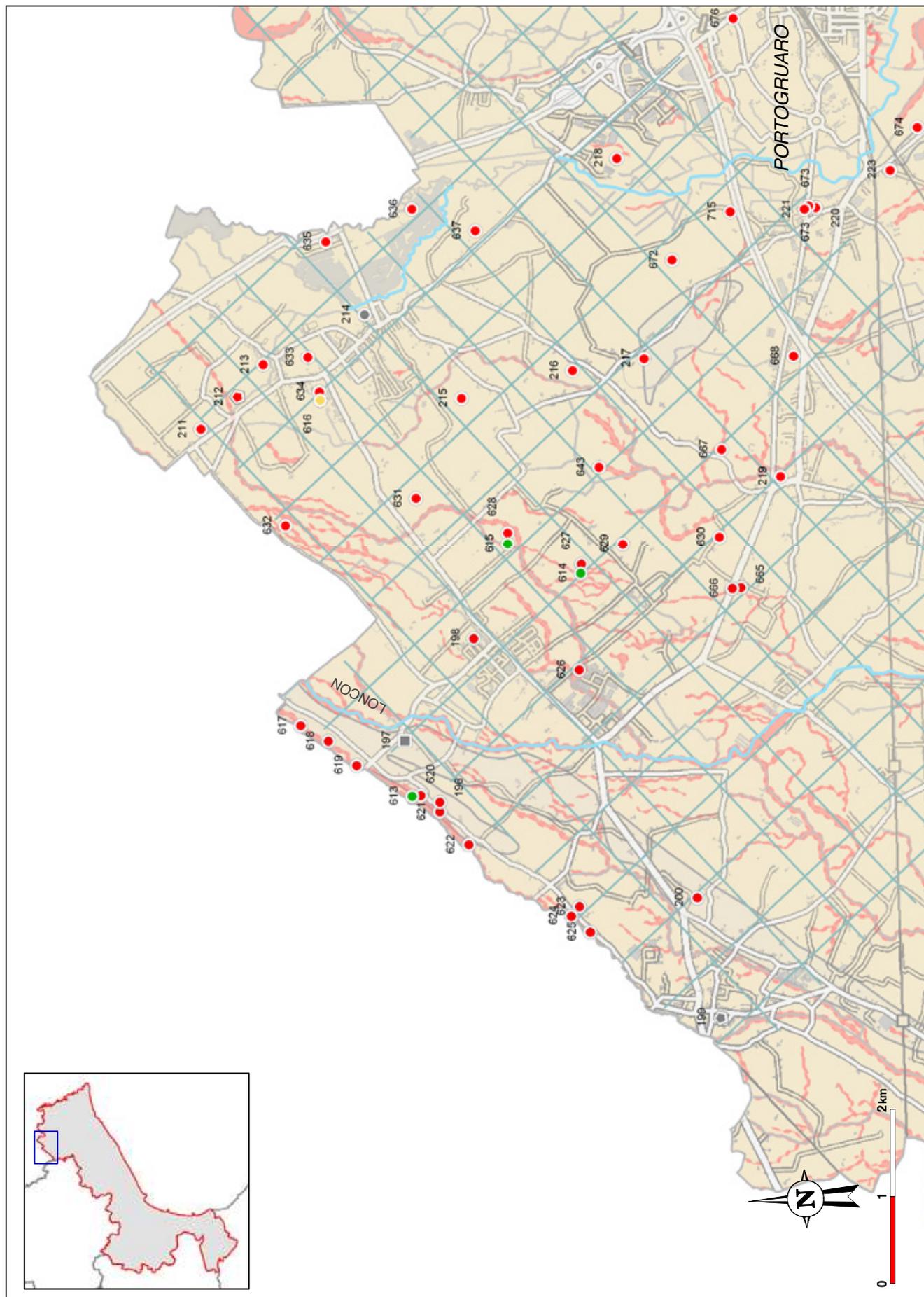


Fig. 3.20 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

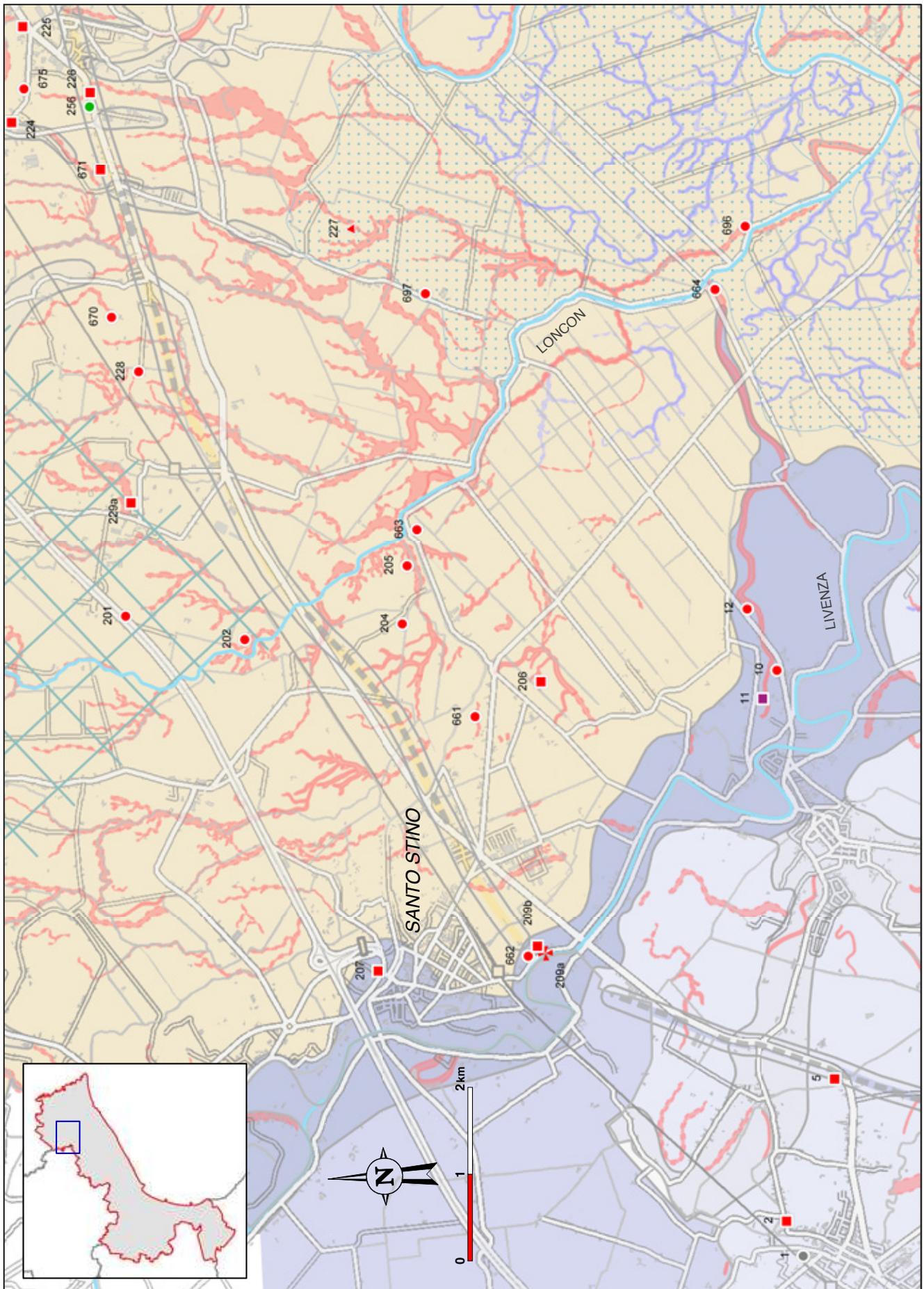


Fig. 3.21 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

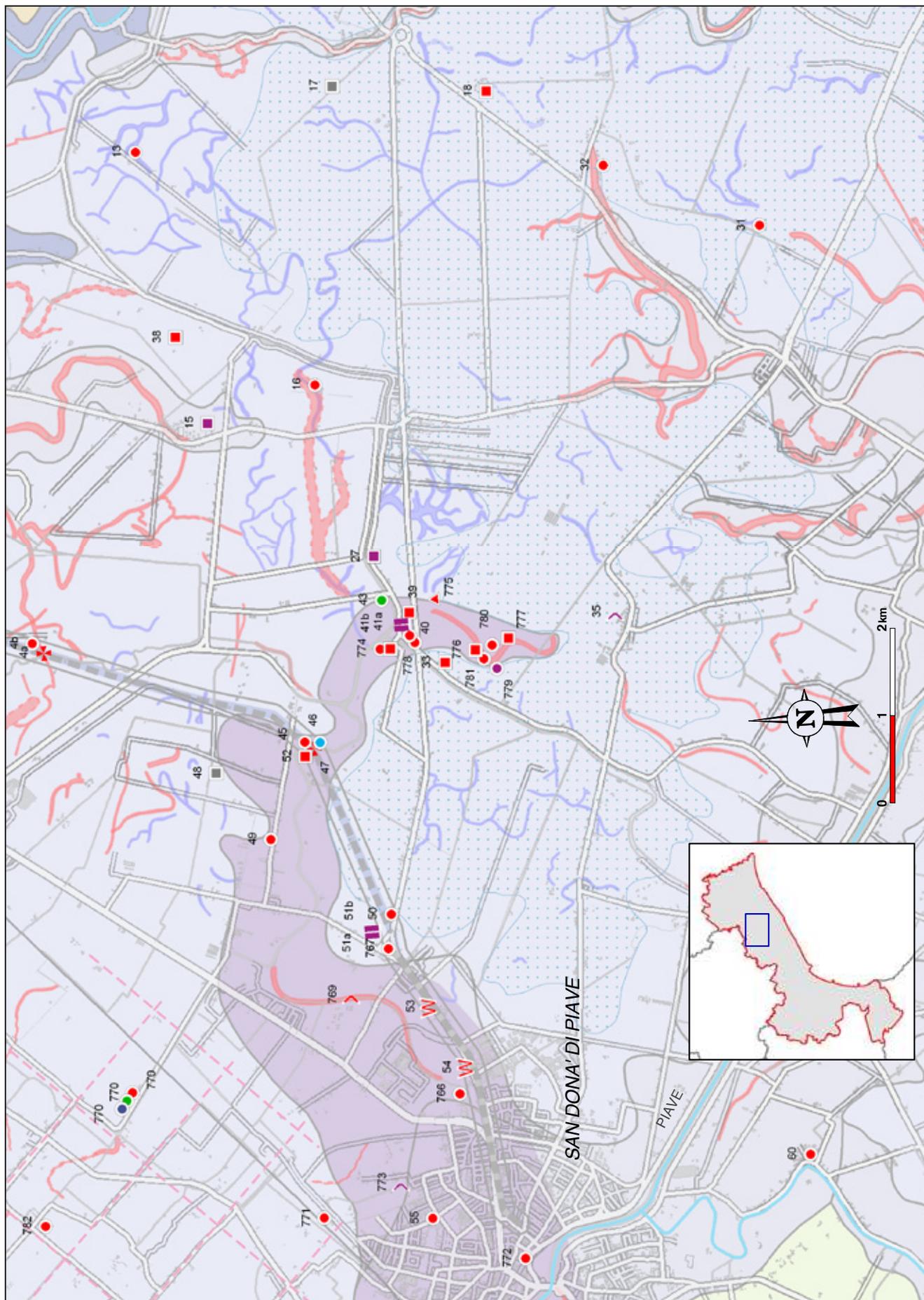


Fig. 3.22 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

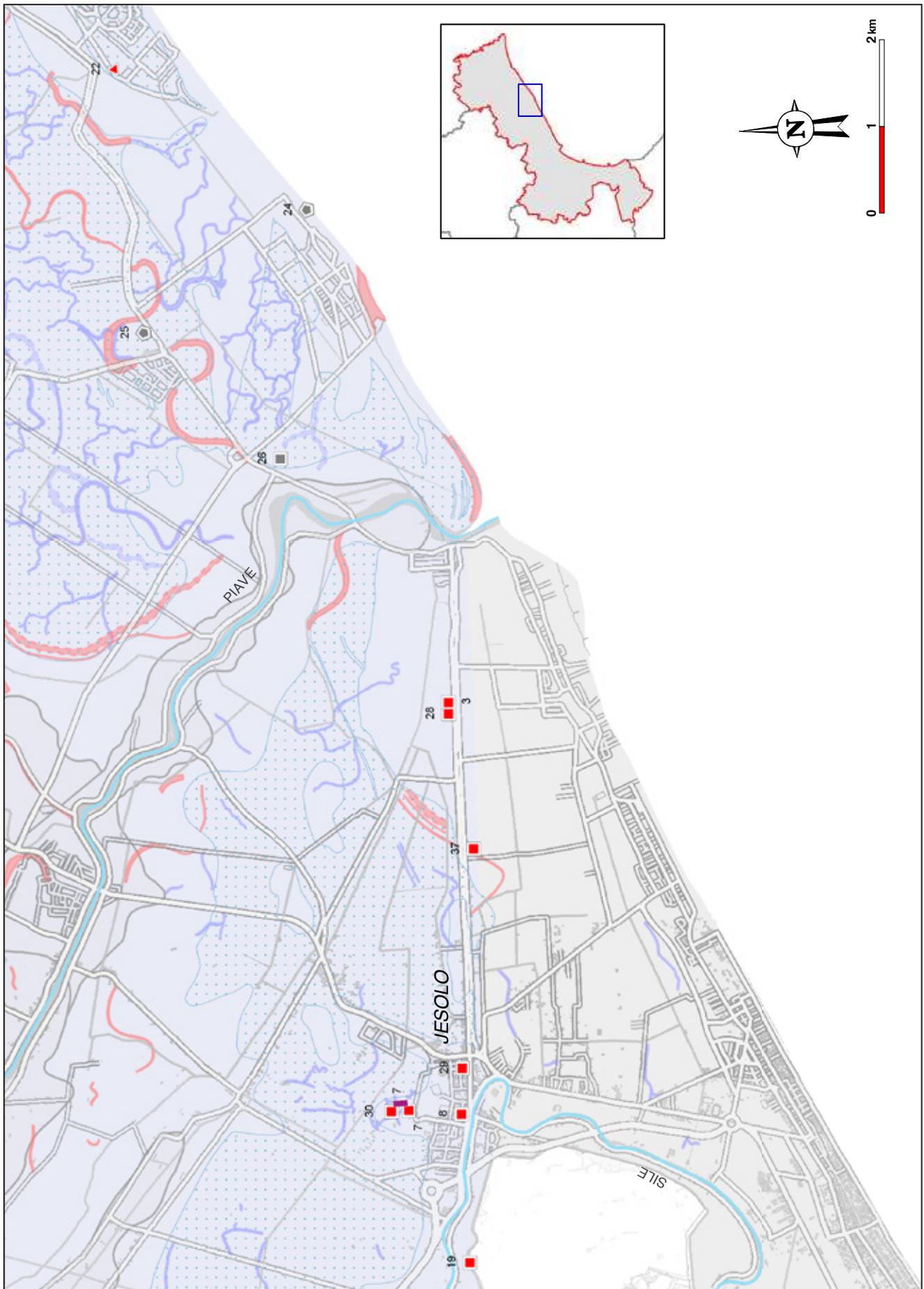


Fig. 3.23 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

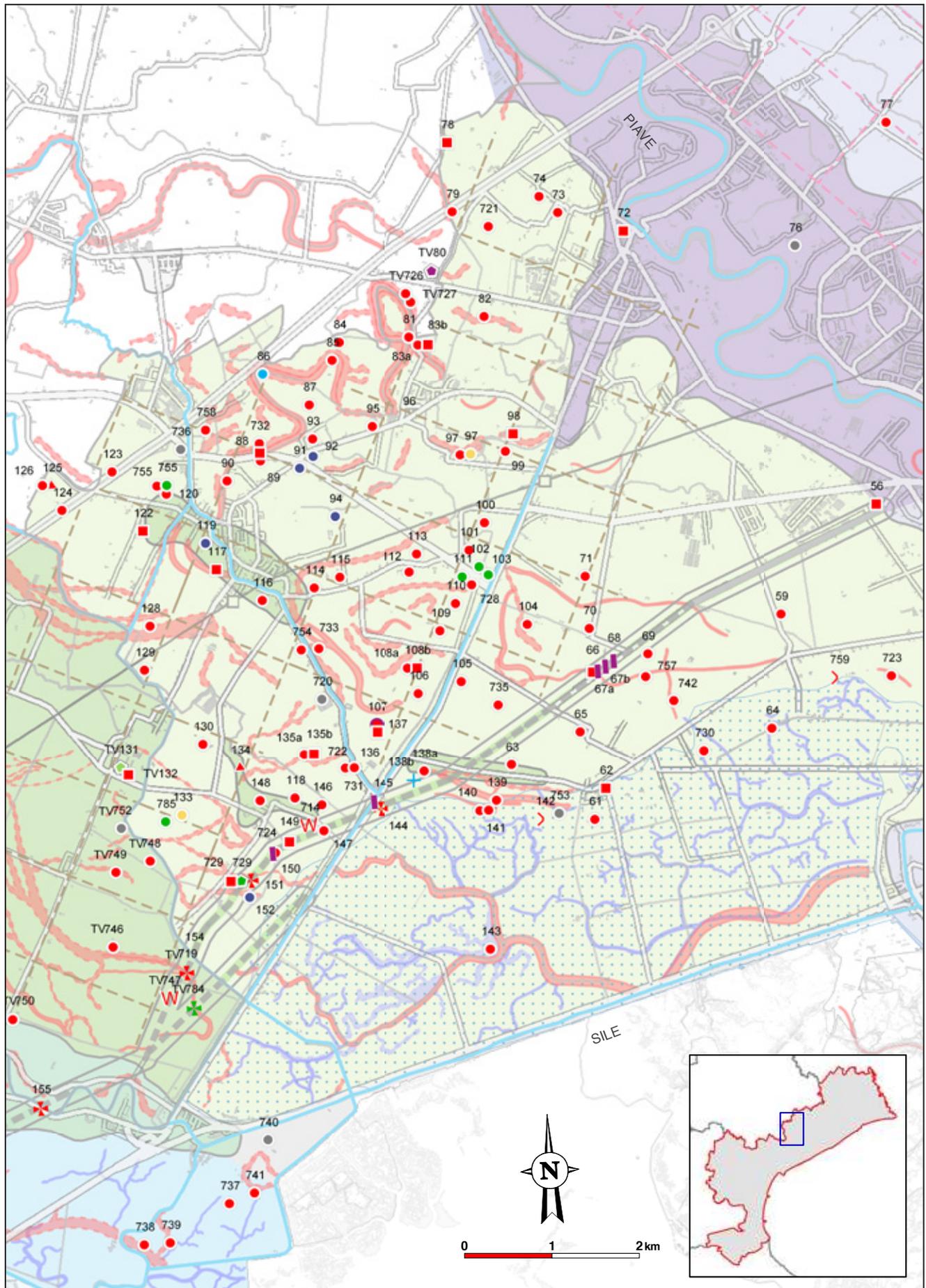


Fig. 3.24 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

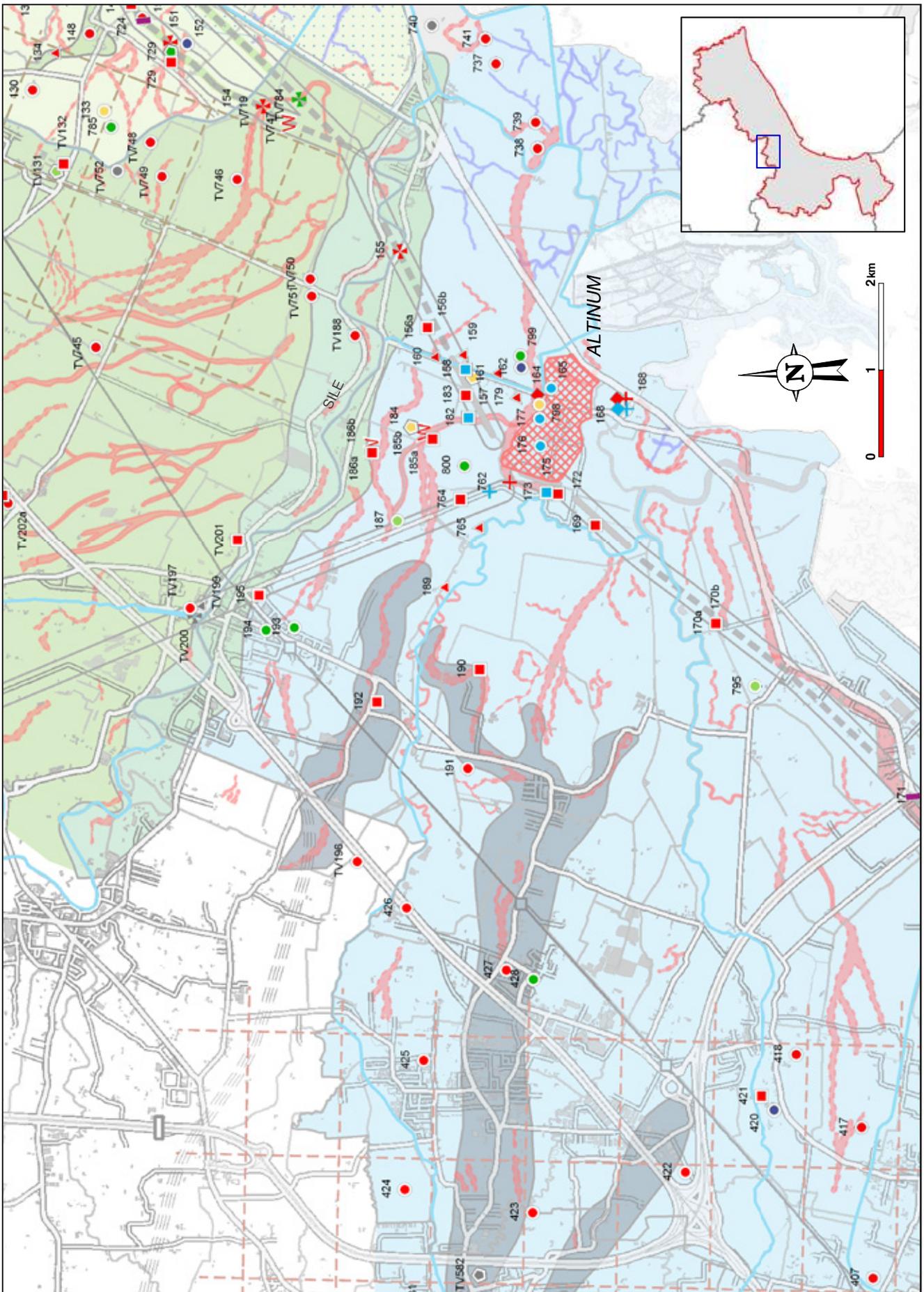


Fig. 3.25 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

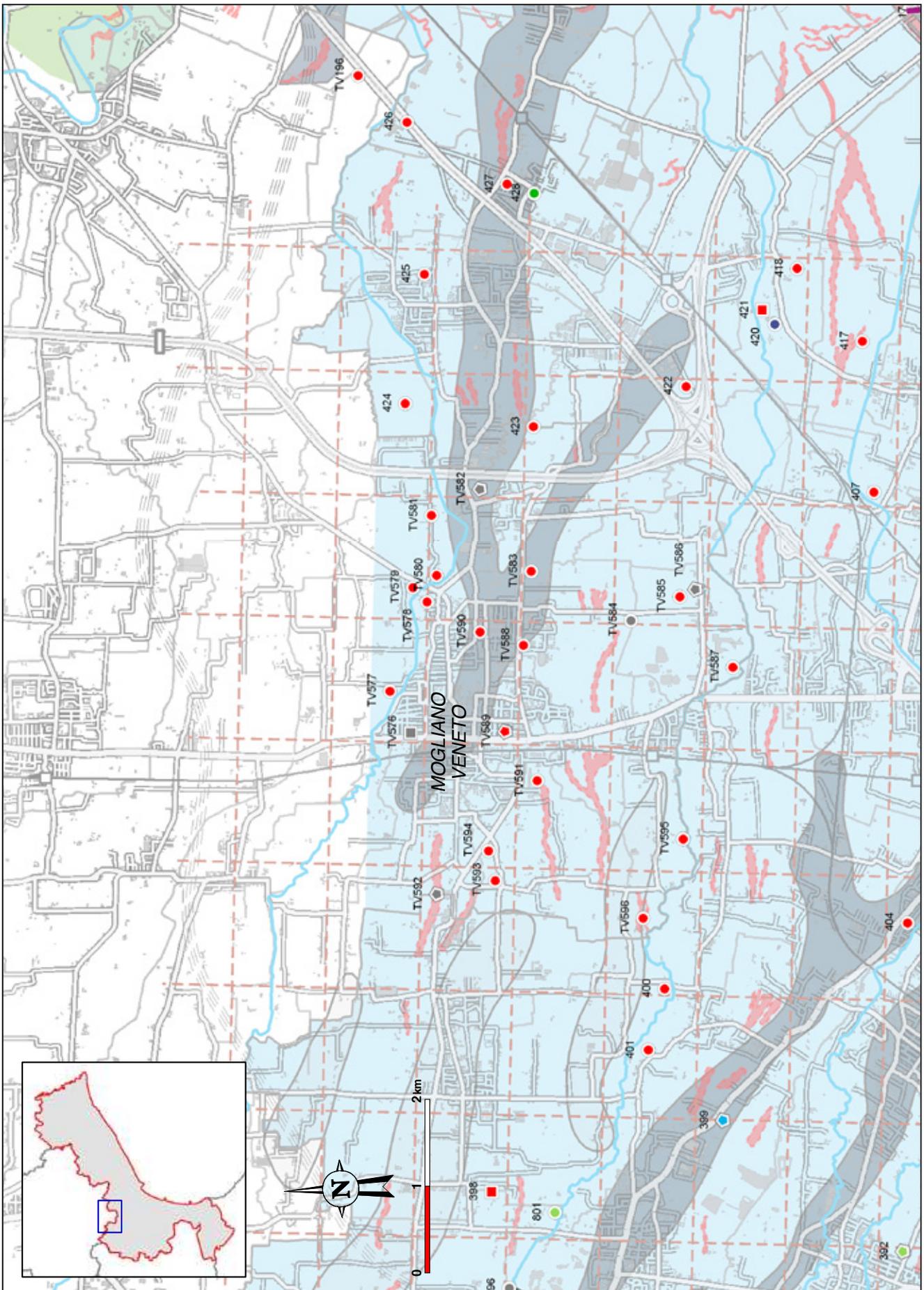


Fig. 3.26 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

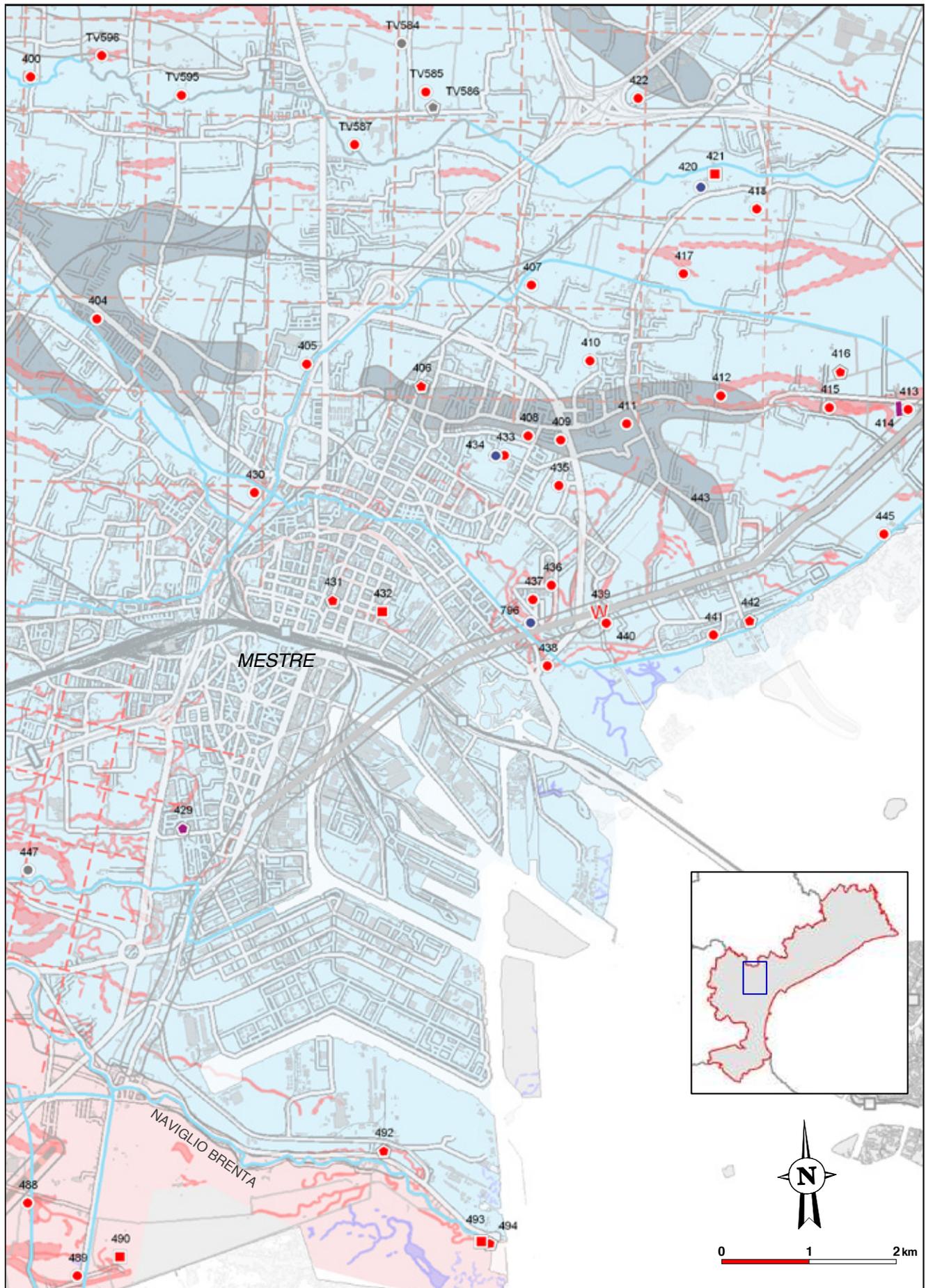


Fig. 3.27 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

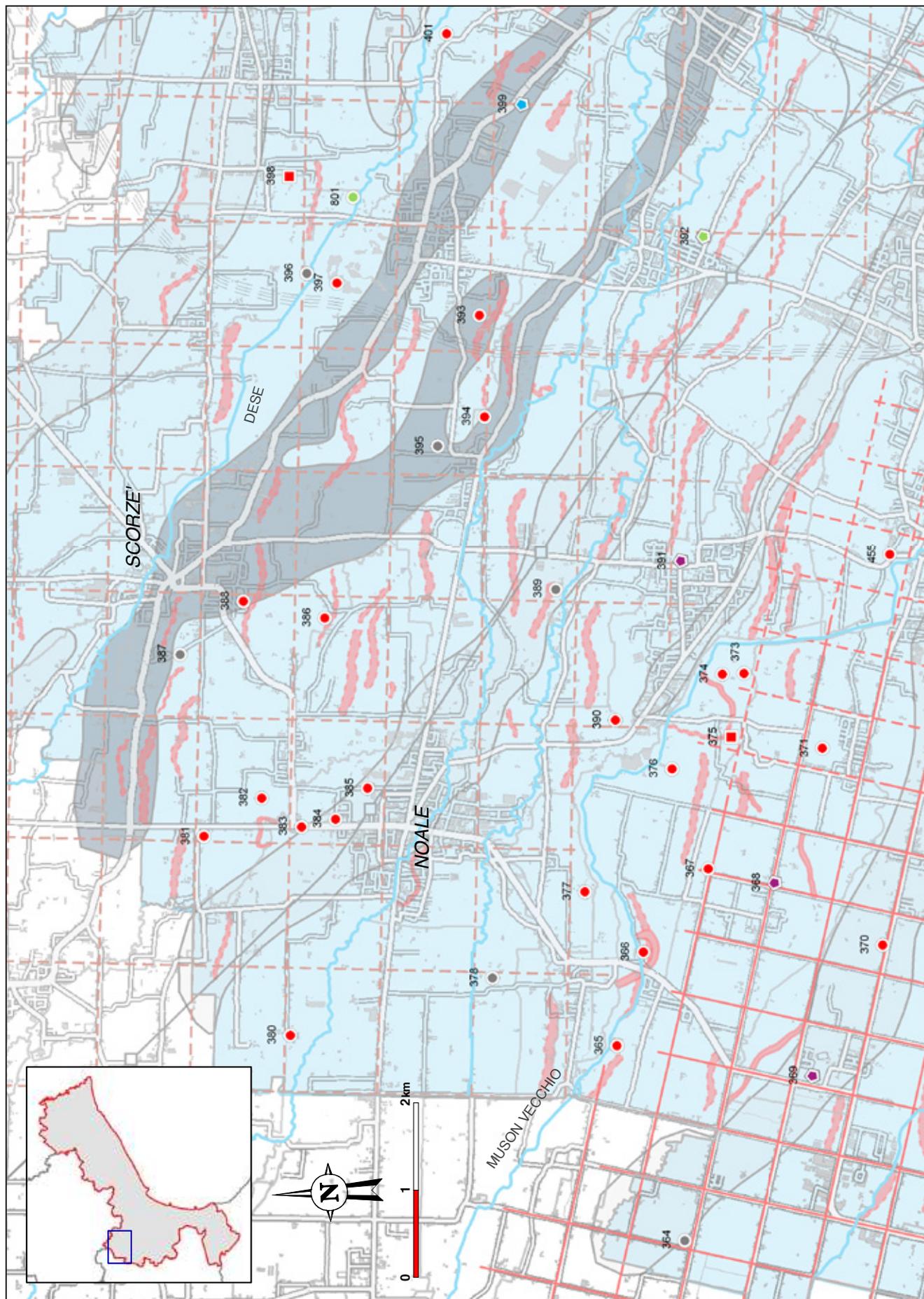


Fig. 3.28 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

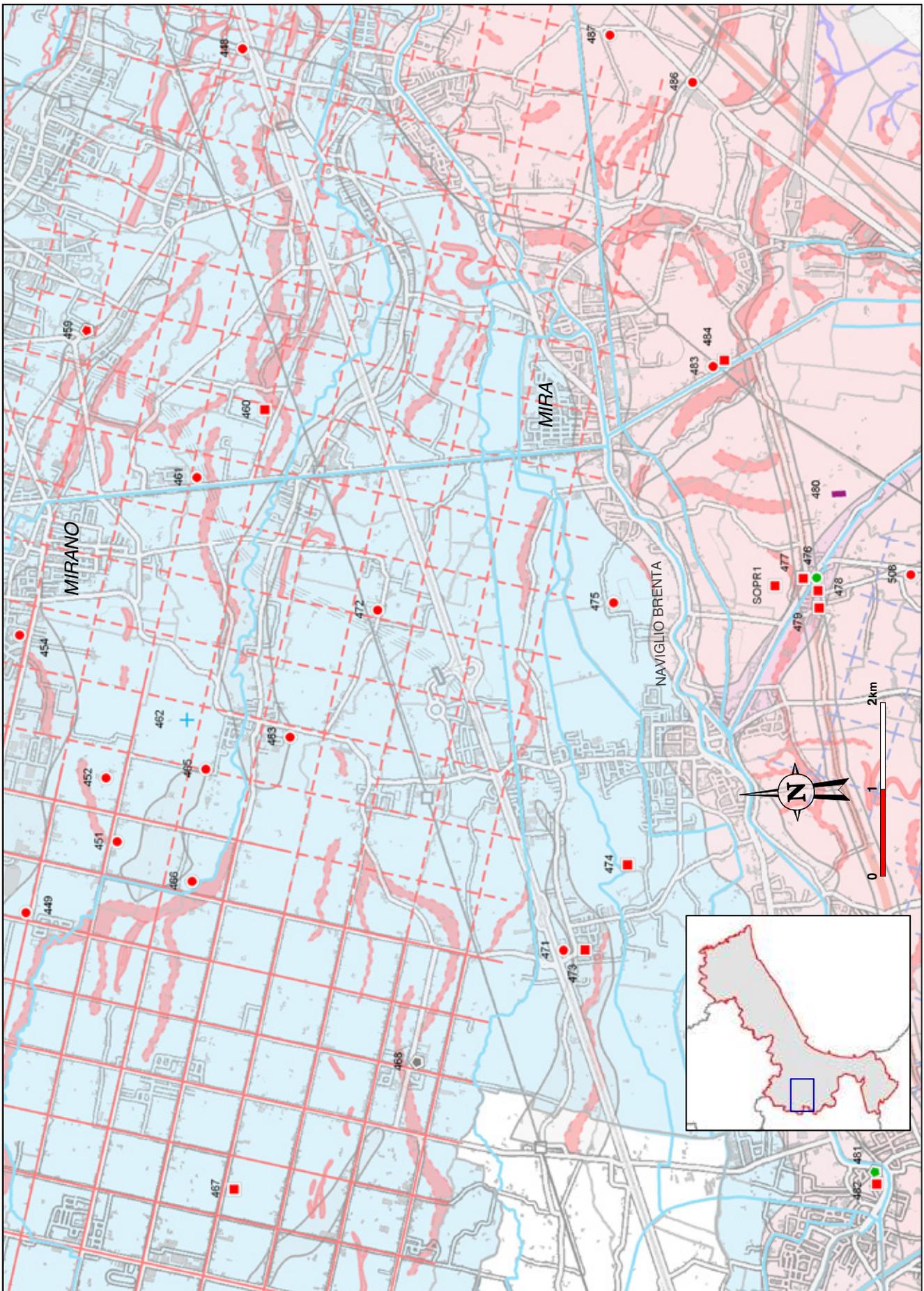


Fig. 3.29 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.



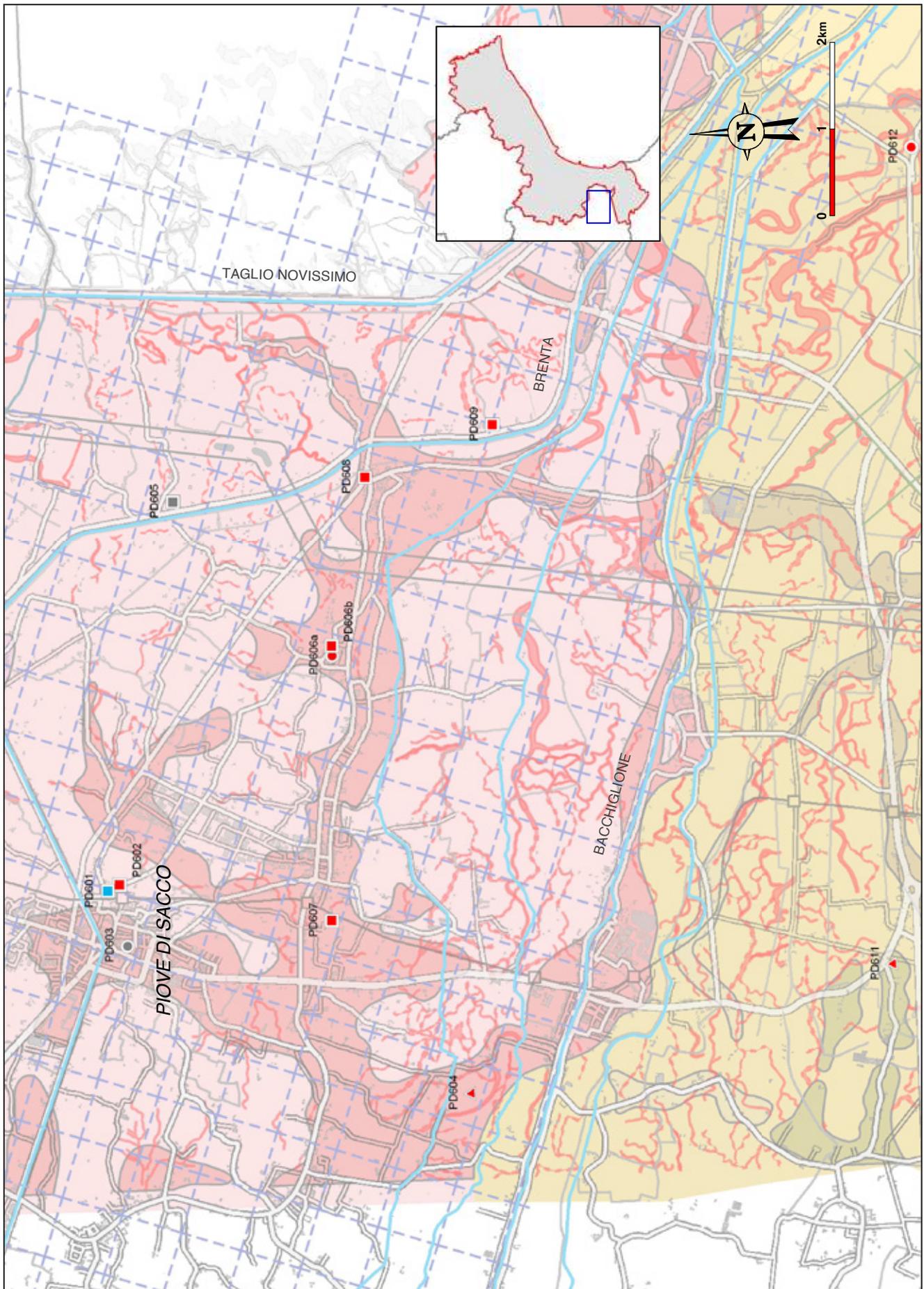


Fig. 3.31 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

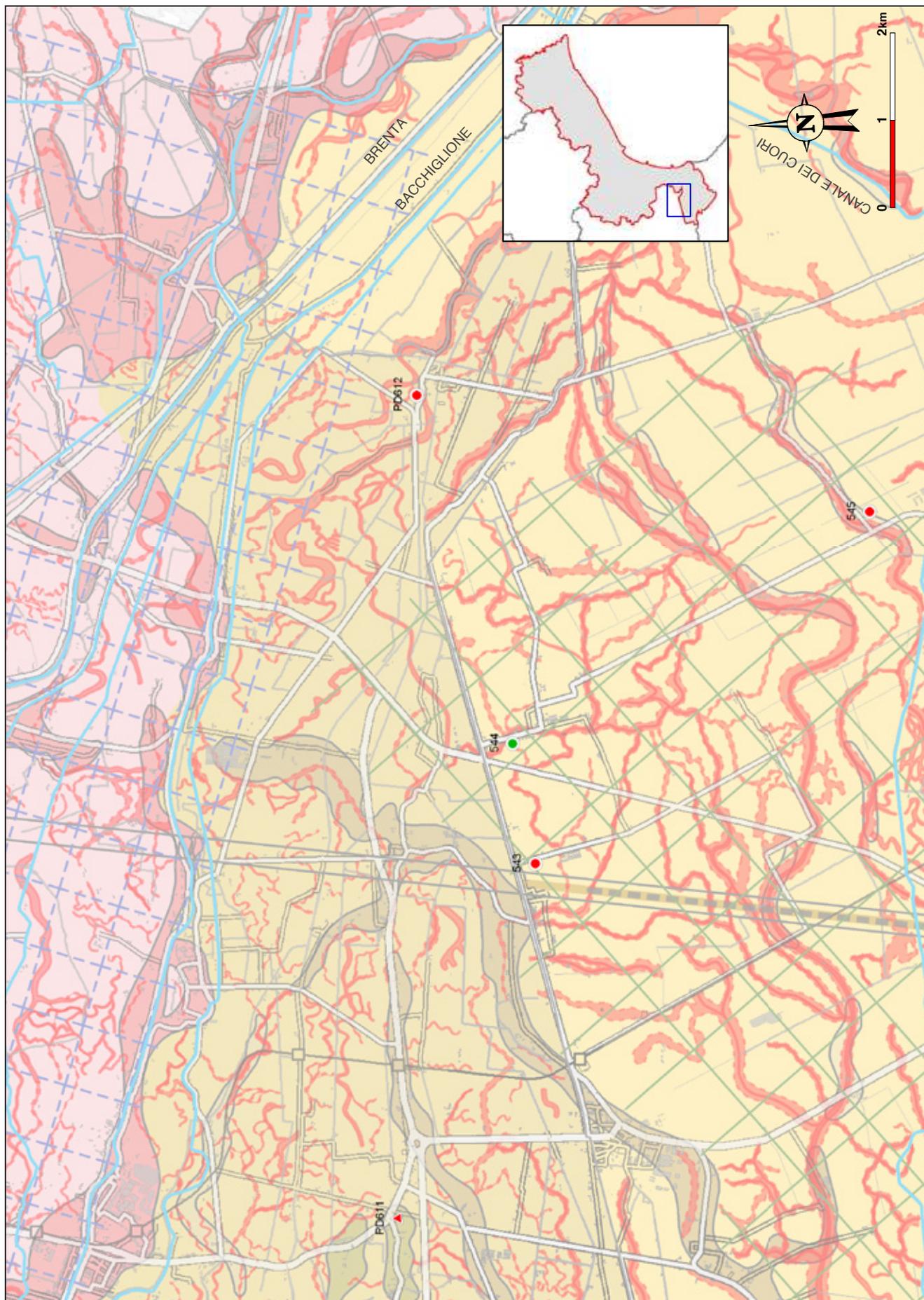


Fig. 3.32 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

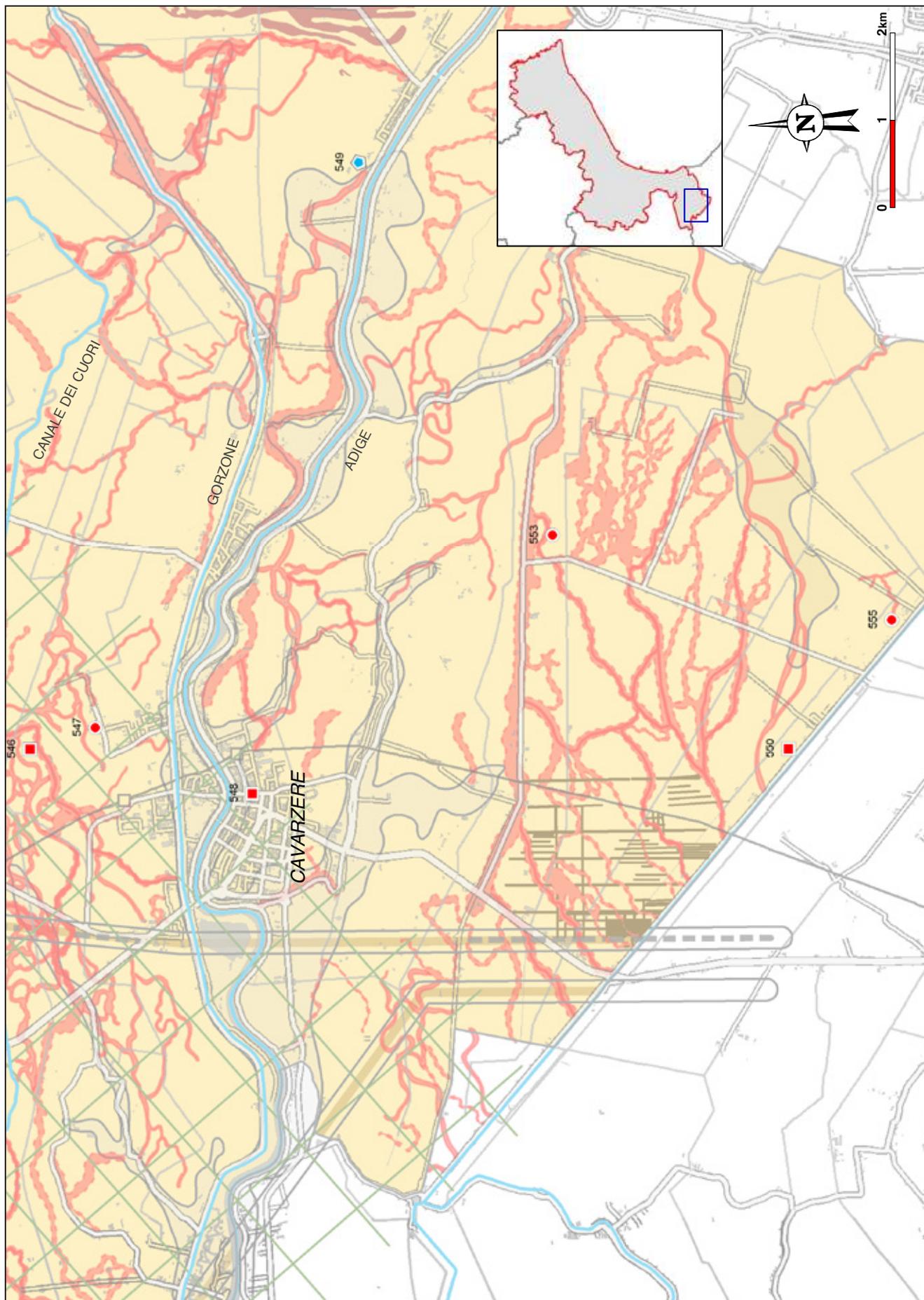


Fig. 3.33 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.

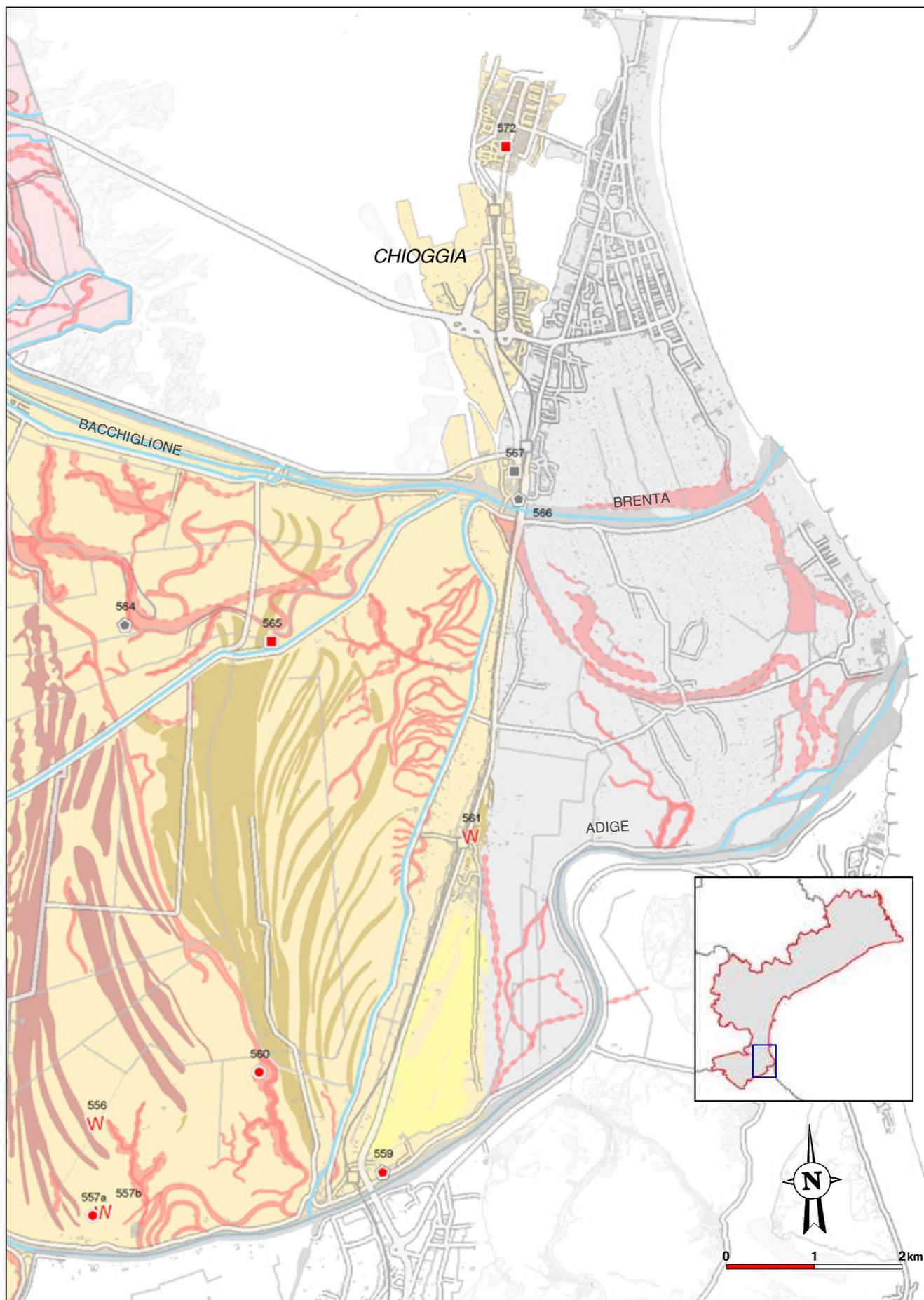


Fig. 3.34 - Siti archeologici della carta delle unità di paesaggio geoarcheologico.



---

**Schede delle unità e sub unità  
di paesaggio geoarcheologico**

## UNITÀ A

## A - UNITÀ TAGLIAMENTO-LIVENZA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la pianura costituisce la porzione distale occidentale del megafan del Tagliamento. L'area tra Livenza e Lemene è formata dai depositi alluvionali di età pleistocenica, quella tra Lemene e Tagliamento dai percorsi olocenici del Tagliamento. Non risultano testimonianze archeologiche preromane a esclusione dell'area dove sorgerà la città romana di *Iulia Concordia*, del dosso del Tagliamento romano (sub unità A1); rinvenimenti dell'età del Bronzo e del Ferro sono documentate a San Gaetano di Caorle (sito 320) e nei pressi del tracciato della *via Annia* (sub unità A4). In età romana l'area di pianura tra Livenza e Tagliamento controllata dal municipio di *Iulia Concordia* appare fittamente abitata soprattutto sul dosso del Tagliamento di epoca romana (sub unità A1) così come nell'area centuriata a nord del tracciato della *via Annia* dove raccolte di superficie rivelano insediamenti rustici e piccole necropoli a carattere familiare. Isolati e sporadici sono i ritrovamenti di epoca romana nell'area lagunare e palustre attualmente bonificata a sud del tracciato della *via Annia*: raccolte recenti di superficie hanno rivelato la presenza di edifici rustici (fattorie e ville rustiche), quasi esclusivamente distribuiti sul dosso e alla destra e sinistra idrografica dei paleoalvei del Tagliamento attivo in età romana; siti sparsi sono documentati anche nei pressi del Lemene e a sud del tracciato della *via Annia*.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** contesti insediativi lungo il tracciato della *via Annia* e nell'area dove sorgerà la città romana di *Iulia Concordia*

**età del Ferro:** necropoli dell'età del Ferro sul dosso del Tagliamento romano (sito 310)

**età romana:** occupazione sparsa sopra il dosso del Tagliamento di epoca romana e in ambito della centuriazione a nord del tracciato della *via Annia* e nei pressi del suo tracciato.

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** *villae rusticae* e *maritimae* con settore residenziale e artigianale- produttivo, fattorie, necropoli a carattere familiare a incinerazione, monumenti funerari

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** *via Annia* (sub unità D4), *via Concordia - Norico* (sub unità A3)

**centuriazione:** *Iulia Concordia*

- orientamento: 39° NE
- modulo: 20 x 20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Livenza a ovest, Tagliamento di epoca romana a est, *via Annia* a sud
- bibliografia: PANCIERA, 1984

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** estremo interesse sotto il profilo archeologico rivestono l'area urbana e le aree contermini di *Iulia Concordia*, l'area di San Gaetano di Caorle (sito 320), sito dell'età del Bronzo situato in un bacino fluvio-palustre dulcicolo in graduale evoluzione verso un ambiente di tipo salmastro-lagunare e l'area della *villa maritima* (sito 363), a ridosso dei cordoni dunali riferibili alle prime fasi di attivazione pre romana del ramo del Tagliamento romano a Mutteron dei Frati, conservata fino a oltre due metri dall'antico piano di calpestio e dotata di settori residenziali pavimentati a mosaico.

## A1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DEL TAGLIAMENTO DI EPOCA ROMANA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** tracce paleoidrografiche a tipologia meandriforme sono presenti a monte e a valle di Teglio Veneto dove scorrono al centro di un ampio ed evidente dosso fluviale sabbioso-limoso da tempo identificato come il *Tiliaventum Maius* citato da Plinio e attivo in età romana. Sporadiche le tracce pre romane nei pressi dei paleoalvei e del dosso (sito 310), mentre si rivelano intensamente abitate le sponde a partire dall'età romana per tutto il percorso che segue l'attuale direzione seguita dalla Roggia Lugugnana fino a Lugugnana, Arina, Villaviera fino a Valle Vecchia. Ville rustiche, a destinazione residenziale e produttiva, e necropoli a carattere familiare in prossimità degli edifici sono documentate da scavi archeologici e indiziate da intense raccolte di superficie in seguito ad aratura.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** contesti funerari della fine dell'età del Ferro a Giussago (sito 310)

**età romana:** numerosi siti perispondali nei pressi del percorso del fiume, occupazione sparsa sopra il dosso del Tagliamento di epoca romana e in ambito della centuriazione a nord del tracciato della *via Annia* e nei pressi del suo tracciato.

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici (fattorie e ville rustiche, necropoli)

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** intercettano il dosso il tracciato della *via Annia* con direzione ovest-est e quello della *via Concordia-Norico* con direzione nord-est

**centuriazione:** tracce della centuriazione di *Iulia Concordia* sembrano arrestarsi nei pressi del dosso del Tagliamento di epoca romana

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** estrema attenzione alla fascia del dosso e dei paleoalvei, lungo tutta la direttrice fluviale del Tagliamento di epoca romana.

## A2 - SUB UNITÀ DELLA VIA CONCORDIA-NORICO

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la fotointerpretazione ha messo in luce un lungo rettilineo da Vado a Morsano (PN) con direzione nord-est, lungo 10 km, largo 12 m, con superficie inghiaziata, in alcuni tratti su fondazioni palificate, che si staccava dal tracciato della *via Annia*, quasi al limite del dosso del Tagliamento romano e si dirigeva verso Pieve di Rosa, oltre il Tagliamento attuale, dove un miliare ne conferma il tracciato. Ai lati della via monumenti funerari, necropoli a incinerazione, edifici rustici (fattorie) e ville rustiche caratterizzate da settori residenziali e artigianali-produttivi di epoca romana.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa in prossimità della strada

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, ville rustiche e monumenti funerari, necropoli

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** l'intero tracciato mostra rilevanza archeologica a conferma della forte attrazione insediativa esercitata dalla via in età romana.

### A3 - SUB UNITÀ DELLA VIA ANNIA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** il tracciato della *via Annia*, in parte desunto da fotointerpretazione, in parte coincidente con la strada attuale e confermato da rinvenimenti archeologici, attraversa l'intera area di pianura, con direzione ovest-est, mantenendosi appena a nord dell'area lagunare attualmente bonificata da S. Stino al corso del Tagliamento di epoca romana. Lungo il tracciato sono state trovate necropoli, edifici rustici e impianti produttivi; miliari e cippi.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** sporadiche attestazioni

**età del Ferro:** sporadiche attestazioni

**età romana:** occupazione sparsa ai lati della *via Annia*

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** non nota
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana :** edifici rustici, necropoli prediali

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** da segnalare il tracciato e la fascia di rispetto a destra e a sinistra della *via Annia*.

## UNITÀ B

### B - UNITÀ LIVENZA-PIAVE

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** l'area di pianura tra il Livenza e la Piave Vecchia fa parte dell'ala sinistra del grande megafan di Nervesa, la cui genesi è connessa con le vicende del Piave nell'Olocene. La direttrice San Donà - Ceggia - S. Stino marca il limite della massima ingressione lagunare, evidenziata dalla distribuzione delle aree depresse e dalle tracce di paleoidrografia lagunare e palustre. L'area delimitata dal corso del Livenza e del Piave di epoca romana risulta centuriata e caratterizzata da un'occupazione sparsa e diffusa nelle maglie centuriate a partire dalla fine del I secolo a.C. e fino agli inizi del II secolo d.C.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** abitato sul dosso del Piave di epoca romana (sub unità B2)

**età del Ferro:** reperti in affioramento (sito 770)

**età romana:** occupazione sparsa e diffusa nelle maglie della centuriazione

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** abitato
- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** *via Annia* (sub unità B2)

**centuriazione:** Oderzo (*Opitergium*)

- orientamento 43° 30' NE
- modulo 30 x 40 *actus* (1065x1420 m)
- estensione tra il corso del Piave di epoca romana e il Tagliamento
- bibliografia: RIGONI, 1984

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** massima attenzione al tracciato della *via Annia* (sub unità B1) e al dosso del Piave di epoca romana (sub unità B3), antico tracciato del fiume.

**B1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DEL LIVENZA**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso fluviale ampio e sabbioso da cui si dipartono in destra idrografica alcuni sottili rami minori, attivati nel post-romano. Rari e sporadici i rinvenimenti archeologici, esclusivamente di epoca romana, sul dosso, che sembrano dovuti più a una carenza documentaria che a un reale "vuoto insediativo", soprattutto se si considera il ritrovamento di numerosi siti preromani e romani nel suo alto corso (PETTARIN, 1997). Mancano conferme geomorfologiche e archeologiche che consentano di confermare l'ipotesi, pur verosimile, (ROSADA, 1979) che il corso del Livenza giungesse al mare attraverso la Livenza Morta, attiva fino al 1654, il cui tracciato è ben riconoscibile nel dosso e nei paleovalvei cartografati nella successiva Fig. 3.35.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa al limite del dosso

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** non nota
- **età del Ferro:** non nota
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:** non nota

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** tracce della centuriazione pertinente al *municipium* di *Opitergium* sembrano arrestarsi prima del dosso

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** non documentate.

## B2 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DEL PIAVE DI EPOCA ROMANA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** area di dosso fluviale, ben rilevato, a tessiture prevalentemente sabbiose, circondato da antiche lagune a tessiture fini (limi e argille) e percorso da paleoalvei del Piave ben evidenti. L'inizio dell'attività deposizionale del Piave è datata alla fine del quarto millennio e continua almeno fino al I-II secolo d.C. Scavi recenti hanno rivelato un insediamento dell'età del Bronzo recente (1450÷1150 a.C.), molto esteso (sito 43), che potrebbe essere coevo a un periodo di attività del corso d'acqua. Sugli spalti del dosso del paleoalveo che attraversa l'area di Cittanova è documentata un'intensa occupazione di epoca romana legata a un'opera di canalizzazione e di sistemazione agraria di cui sono state osservate tracce in fotointerpretazione e nei sondaggi (siti 38÷42 e 774÷781). Il dosso risulta circondato da ambienti umidi e paludosi e da terre emerse e abitabili e presenta, al suo limite meridionale, tracce riferibili ad antica viabilità subaffiorante e ben conservata con resti di un ponte sulla *via Annia* (sito 47). Non trova ancora conferma geomorfologica l'ipotesi, pur convincente, di una connessione genetica tra il ramo del Piveran e il delta di Cortellazzo che inizia significativamente a formarsi poco prima del 3327÷2883 a.C. ed è ancora attivo nel 1366÷900 a.C. Il corso d'acqua avrebbe così raggiunto Eraclea dove sono documentati un dosso e alcuni paleoalvei che si dirigono verso Cittanova. Nella figura 3.35 viene cartografata tale ipotesi, diversamente da quanto presentato nella tavola 4.

### Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:

**età del Bronzo:** abitato esteso

**età del Ferro:** reperti dell'età del Ferro a Fossò, ai piedi del dosso, in affioramento con materiali di epoca romana (sito 48)

**età romana:** tracce insediative di epoca romana, pertinenti a occupazione sparsa; rete di drenaggio.

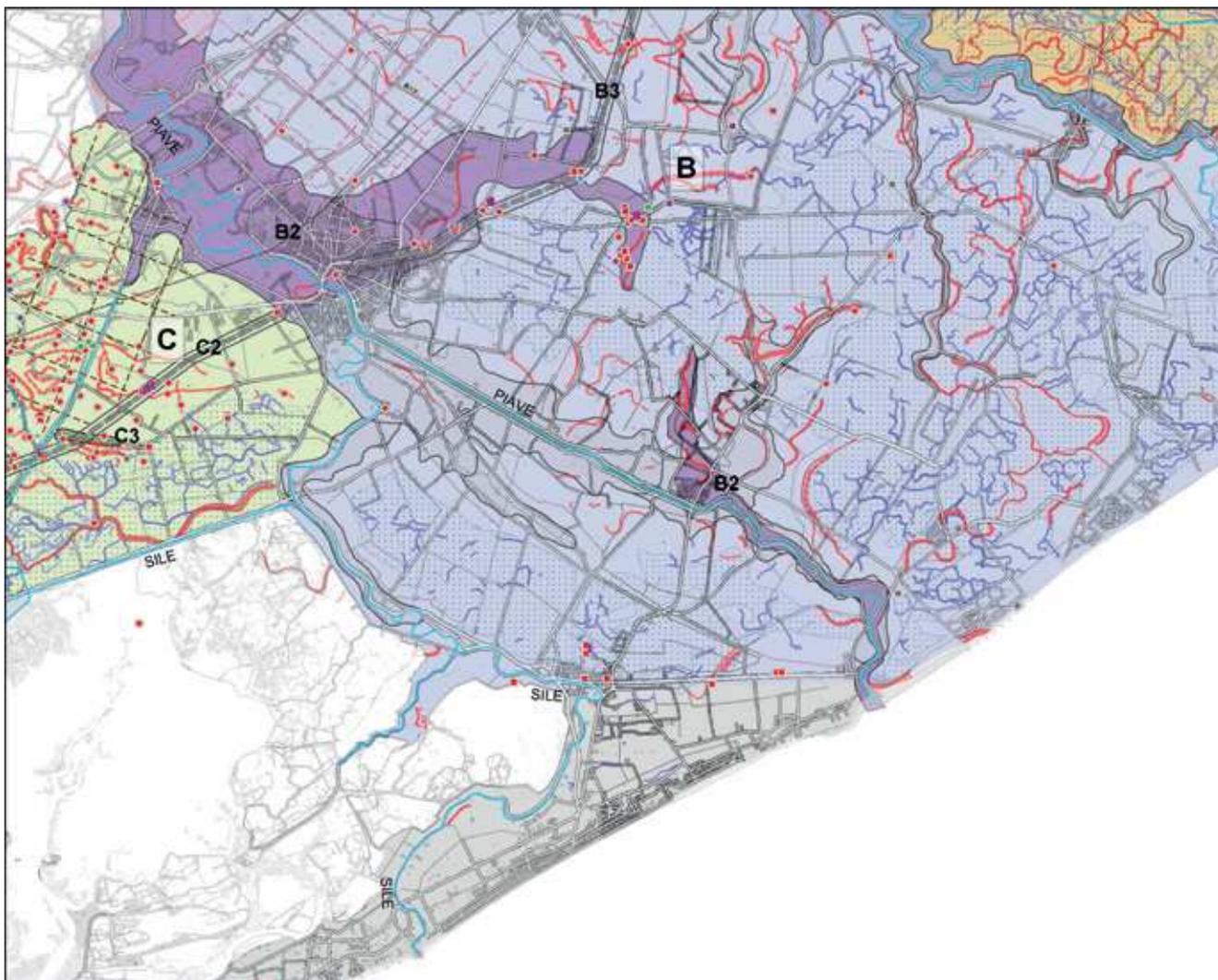


Fig. 3.35 - Il probabile percorso del Piave preromano e romano: il fiume percorreva il dosso del Piveran, raggiungeva Eraclea (dove la foto interpretazione ha rilevato un dosso e alcuni paleoalvei) e sfociava a Cortellazzo.

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** abitato
- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** la *via Annia* corre ai suoi piedi, al suo margine meridionale

**centuriazione:** le tracce della centuriazione di Oderzo non sembrano oltrepassare il dosso

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** di particolare interesse archeologico si sono rivelate le aree in prossimità del ponte sul Grassaga della *via Annia* (siti 45, 46, 47, 52) e l'area di Cittanova.

**B3 - SUB UNITÀ DELLA VIA ANNIA**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** il tracciato della *via Annia*, desunto da cartografia storica georeferenziata e fotointerpretazione, si snoda ai piedi del dosso, al suo margine meridionale (sub unità B2) e trova ulteriore conferma dal rinvenimento di alcuni tratti della via, di miliari, di necropoli ed edifici lungo il tracciato.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** rinvenimenti sporadici

**età del Ferro:** reperti dell'età del Ferro in affioramento con materiali di età romana (sito 46)

**età romana:** occupazione sparsa ai lati della *via Annia*

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, necropoli, miliari

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** il tracciato della *via Annia* si rivela area di estremo interesse archeologico soprattutto in prossimità del ponte sul Grassaga (siti 45, 46, 47).

## UNITÀ C

### C - UNITÀ PIAVE - SILE

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la pianura fa parte dell'ala sinistra del megafan di Nervesa, la cui genesi è riferibile ai percorsi del Piave di cui abbiamo tracce nei dossi e paleovalvei che l'attraversano. Già disattivati alla fine del Pleistocene, durante l'Olocene raccoglievano le acque di deflusso superficiale di provenienza locale. Industrie litiche riferibili al Mesolitico, Neolitico, Eneolitico ed età del Bronzo sono documentate lungo il tracciato della *via Annia* e del suo diverticolo, sugli alti morfologici dei dossi del Piave, già disattivati, e in prossimità dei paleovalvei. In età romana è documentata un'intensa occupazione sparsa e diffusa compatibile con la presenza della centuriazione, compresa tra Sile, Piave e *via Annia*, di cui restano scarse sopravvivenze sul terreno.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**Mesolitico:** industria litica in prossimità dei paleovalvei sui dossi pleistocenici del Piave

**Neolitico/Eneolitico:** contesti insediativi in prossimità di paleovalvei

**età del Bronzo:** contesti insediativi in prossimità di paleovalvei

**età del Ferro:** contesti insediativi e culturali in prossimità della *via Annia*

**età romana:** occupazione sparsa nella maglie della centuriazione

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **Mesolitico:** affioranti
- **Neolitico/Eneolitico:** affioranti
- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **Mesolitico:** industria litica
- **Neolitico/Eneolitico:** abitato
- **età del Bronzo:** abitato
- **età del Ferro:** non nota
- **età romana:** edifici rustici, necropoli prediali

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** *via Annia* (sub unità C2)

**centuriazione:** Altino II

- orientamento: 26° NE
- modulo: 30 x 40 *actus*
- estensione: oltre il Sile a ovest, il Piave a est e le aree lagunari e palustri attualmente bonificate
- bibliografia: FURLANETTO, 2004c

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** si segnala l'area di Meolo, sul dosso pleistocenico del Piave, per i ritrovamenti litici riferibili al Mesolitico, sottoposta a vincolo archeologico.

### C1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DEL SILE

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso ben rilevato (fino a 7 m s.l.m.) che occupa una bassura di risorgiva allungata in senso ovest-est nel suo alto corso e che a valle di Treviso si incunea tra i megafan di Bassano e del Piave di Nervesa. Scarse le testimonianze archeologiche, dovute quasi sicuramente a una carenza documentaria piuttosto che a un reale vuoto insediativo. Rinvenimenti di superficie nei pressi di paleovalvei attribuiti al suo corso (siti 193, 194). Sporadica l'occupazione sparsa di epoca romana.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** reperti riferibili all'età del Bronzo

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa nei pressi del dosso

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, necropoli

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** non documentate.

## C2 - SUB UNITÀ DELLA VIA ANNIA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** il tracciato della *via Annia*, desunto in gran parte dalla fotointerpretazione e in parte coincidente con l'attuale Fosso Gorgazzo, corre al margine dell'area lagunare e palustre attualmente bonificata ed è confermato dalla presenza di numerosi miliari di età tardo romana e di necropoli ed edifici rustici di epoca romana rinvenuti ai lati della *via Annia*.

**TEMPI E MODI DELL'OCCUPAZIONE ANTROPICA RIFERIBILI A:**

**età del Bronzo:** un ponte a CÀ Tron lungo un diverticolo della *via Annia* (sito 784)

**età del Ferro:** tracce funerarie lungo il tracciato della via

**età romana:** occupazione sparsa nei pressi del tracciato

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** non noto

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici e ville nei pressi del tracciato, miliari e necropoli lungo la *via Annia*

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** le tracce della centuriazione di Altino II° non sembrano oltrepassare il tracciato della *via Annia*.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** il tracciato della *via Annia* si rivela di estremo interesse sotto il profilo archeologico, soprattutto per i ritrovamenti riferibili all'età del Bronzo

### C3 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI MEOLO

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** il dosso, orientato in senso nord ovest - sud est, costituisce l'elemento maggiormente rilevato della pianura, la cui origine, che si fa risalire a età tardo pleistocenica o olocenica antica, è messa in relazione alla più antica diramazione del Piave. Risulta già disattivato 8000 anni fa come indicano i rinvenimenti mesolitici sub affioranti. Tracce insediative di epoca romana rivelano una occupazione sparsa compatibile con la centuriazione.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

- Mesolitico:** industria litica
- età del Bronzo:**
- età del Ferro:**
- età romana:** occupazione sparsa

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **Mesolitico:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** non noto

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** le tracce della centuriazione di Altino II coprono il dosso.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** l'area dei rinvenimenti mesolitici è sottoposta a vincolo archeologico.

## UNITÀ D

### D - UNITÀ SILE - NAVIGLIO BRENTA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la pianura costituisce le propaggini distali tardo pleistoceniche del Brenta. I dossi e i paleoalvei che solcano la pianura in direzione nord-ovest indicano le principali direttrici di deflusso del fiume, già disattivate alla fine del Pleistocene. Nell'Olocene s'impone una rete idrografica minore di fiumi di risorgiva che viene ad occupare le depressioni interdossive. Affioramenti di strumenti litici, spesso in quantità considerevole (ad Altino, loc. Vallesina, più di 2000), riferibili al Mesolitico, Neolitico, tardo Neolitico ed Eneolitico, sono documentati nella zona di Altino, in prossimità di dossi e paleoalvei del Brenta (sub unità D1), lungo il Dese, sul dosso e ai piedi delle propaggini meridionali del dosso di Scorzè - Favaro Veneto (sub unità D3) e lungo il tracciato della *via Annia* di epoca romana. Siti dell'età del Bronzo sono distribuiti nella fascia perlagunare, su alti morfologici del dosso "Le Crete" (sub unità D1), nell'area di Altino, del dosso di San Liberale (D2) e di quello di Scorzè - Favaro Veneto (sub unità D3). Intensamente abitata appare tutta l'area di pianura a partire dall'età romana: edifici rustici e necropoli a carattere familiare sono indiziati da affioramenti di superficie di reperti, in seguito ad aratura, e rivelano una distribuzione sparsa e diffusa nelle maglie delle due centuriazioni diversamente orientate e riferibili al municipio di Altino a nord e di Padova a nord-est. Scavi archeologici e recenti immagini telerilevate rivelano l'esistenza di *Altinum*, municipio di età romana situato alla foce del Sile e del canale di Santa Maria, attraversata dalla *via Annia* e capolinea meridionale della *via Claudia Augusta*.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

- Mesolitico:** industria litica sui dossi pleistocenici del Brenta (sub unità D1, D2, D3)
- Neolitico/Eneolitico:** nei contesti insediativi nei pressi dei paleoalvei del Brenta (sub unità D1)
- età del Bronzo:** risultano insediate esclusivamente le estremità meridionali dei dossi pleistocenici del Brenta (sub unità D1, D2, D3, D4), alcuni paleoalvei del Brenta e i corsi d'acqua attuali

**età del Ferro:** tracce insediative sulle propaggini meridionali dei dossi del Brenta (sub unità D1, D2, D3) e lungo il tracciato della *via Annia*

**età romana:** occupazione sparsa e diffusa nelle maglie della centuriazione di Altino II e Padova NE

#### **Caratteristiche dei rinvenimenti:**

##### **modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

##### **giacitura dei depositi archeologici:**

- **Mesolitico:** affioranti
- **Neolitico/Eneolitico:** affioranti
- **età del Bronzo:** sepolti/affioranti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

##### **tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, necropoli prediali

#### **Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** *via Annia* e *via Claudia Augusta* (sub unità D4 e D5)

**centuriazione:** Padova NE

- orientamento: 15° NE
- modulo: 20 x 20 *actus*
- estensione: il dosso del Naviglio Brenta a sud, il margine lagunare a est, il dosso di Spinea - Chirignago a nord

L'analisi di immagini telerilevate, confrontate con carte storiche del XVI secolo che è stato possibile georeferenziare e con sopravvivenze sul terreno, ha consentito di proporre l'estensione della centuriazione ben oltre il "graticolato romano" attualmente conservato, proposto dagli studiosi (MENGOTTI, 1984a; LACHIN, 2009). In carta sono state riportate e indicate come certe le lineazioni coincidenti con il "graticolato romano" e riconosciute come sicuramente appartenenti alla centuriazione; come probabili, quelle frutto di indagini recenti, sulla base di sopravvivenze, carte storiche e immagini satellitari, gentilmente messe a disposizione da Paolo Baggio e Francesco Ferrarese.

- bibliografia: MENGOTTI, 1984a

**centuriazione:** Altino I

- orientamento: 3° NE
- modulo: 30 x 40 *actus* (m 1420x1065 m)
- estensione: il dosso di Spinea - Chirignago a sud, il Sile a nord, il margine lagunare a est
- bibliografia: MENGOTTI, 1984b

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** risultano di estremo interesse archeologico le aree prossime al tracciato della *via Annia*, per i rinvenimenti soprattutto preistorici e protostorici e l'area di Altino romana, dove sorge attualmente il piccolo centro di Quarto d'Altino. Sono sottoposte a vincolo archeologico l'area in cui si estendeva l'abitato romano, delimitato a nord dal paleoalveo del Brenta, a sud dal canale di Santa Maria e a ovest dallo Zero-Dese e le aree limitrofe fino al Sile e al canale di Santa Maria (AA.VV., 1987a, pp. 104-110).

## **D1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO "LE CRETE"**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso sabbioso attribuibile al Brenta pleistocenico, debolmente rilevato, attraversato e in connessione con alcuni paleoalvei che piegano verso Quarto d'Altino, dove sono localizzati rinvenimenti del Neolitico e dell'Eneolitico.

#### **Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**Neolitico/Eneolitico:** affioramenti di strumenti riferibili all'industria litica

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:** non nota

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** il paleoalveo in connessione con il dosso "intercetta" il tracciato di epoca romana della *via Claudia Augusta* (sub unità D5)

**centuriazione:** l'area non sembra essere interessata dalla centuriazione di Altino che, in base alla ricostruzione proposta, si arresta a ovest del dosso.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** non documentate.

**D2 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI SAN LIBERALE**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso debolmente rilevato del Brenta pleistocenico interessato da affioramenti di reperti litici riferibili al Mesolitico e all'età del Bronzo (siti 901-428).

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**Mesolitico:** affioramento industria litica

**età del Bronzo:** reperti fittili e litici

**età del Ferro:** non documentato

**età romana:** occupazione sparsa in centuriazione

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** Altino I

- orientamento: 3° NE
- modulo: 30 x 40 *actus* (m 1420x1065 m)
- estensione: dosso di Spinea - Chirignago a sud, il Sile a nord, margine lagunare a est
- bibliografia: MENGOTTI, 1984b

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** non documentate.

### D3 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI SCORZÈ- FAVARO VENETO

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso di Scorzè a due diramazioni, percorso da paleoalvei e interessato da affioramenti di reperti litici riferibili al tardo Neolitico e Eneolitico. Alla sua estremità meridionale il dosso di Favaro Veneto si spinge fino al margine lagunare. Ai piedi e sul dosso sono affiorati in seguito ad aratura reperti litici, non in grande quantità, riferibili al Mesolitico e all'età del Bronzo (siti 905, 434, 904, 443).

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**Mesolitico:** industria litica

**Neolitico:** industria litica sul dosso e ai piedi

**età del Bronzo:** reperti fittili e litici in affioramento

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa inserita nelle maglie della centuriazione di Altino

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **Neolitico/Eneolitico:** industria litica

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** Altino I

- orientamento: 3° NE
- modulo: 30 x 40 *actus* (m 1420x1065 m)
- estensione: dosso di Spinea - Chirignago a sud, il Sile a nord, margine lagunare a est
- bibliografia: MENGOTTI, 1984b

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** da segnalare la sommità e soprattutto l'estremità del dosso, in prossimità del tracciato della *via Annia*, sede d'insediamento dal Mesolitico all'età del Ferro.

### D4 - SUB UNITÀ DELLA VIA ANNIA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la fotointerpretazione, i dati archeologici (miliari, necropoli, edifici) e cartografici mostrano un tracciato della *via Annia* senza soluzione di continuità da Marghera ad Altino caratterizzato da tratti rettilinei e spezzati con cambi di direzione, a ridosso e a distanza costante dal margine lagunare attuale. Nei pressi del tracciato sono documentati affioramenti di materiale litico, riferibili a insediamenti mesolitici a Campalto (sito 796), neolitici a Tessera (sito 797), ed eneolitici a Ca' Noghera (sito 795), probabilmente connessi con percorsi fluviali di cui rimangono le tracce di paleoalvei. Il tracciato, che la fotointerpretazione e la verifica diretta sul terreno hanno rilevato di circa 20 m di larghezza, con fossati laterali e superficie inghiaata, risulta fiancheggiato da necropoli, edifici rustici di epoca romana e miliari di età tardo romana.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**Mesolitico:** industria litica in affioramento da raccolta di superficie

**Neolitico/Eneolitico:** industria litica in affioramento da raccolta di superficie

**età del Bronzo:** industria litica

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa ai lati della *via Annia*

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie

- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **Mesolitico:** affioranti
- **Neolitico/Eneolitico:** affioranti
- **età del Bronzo:** affioranti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** necropoli e edifici rustici, miliari di età tardo romana lungo il tracciato ai lati della *via Annia*

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** lungo il tracciato della *via Annia*, spesso in prossimità di paleovalvei, sono documentati rinvenimenti dal Mesolitico all'età romana. Edifici rustici di epoca romana lungo il tracciato. Risulta vincolata l'area della via dal fiume Zero all'ingresso nell'antico centro urbano di Altino, in località Belgiardino, dove sono localizzate le necropoli extra urbane (AA.VV., 1987a, p. 104).

## D5 - SUB UNITÀ DELLA VIA CLAUDIA AUGUSTA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la strada *via Claudia Augusta*, stesa dall'imperatore Claudio da Altino al fiume Danubio, secondo la fotointerpretazione e indagini recenti avrebbe inizio all'interno dell'area urbana di *Altinum*, all'incrocio con la *via Annia*. Lungo il tracciato, sul lato orientale della via in uscita dal centro urbano di Altino, monumenti votivi pre romani e romani indicano la presenza di un santuario caratterizzato da una forte componente emporica (siti 762, 763). Necropoli di epoca romana sono attestate poco più a nord in località "Palù delle Maschere" (sito 764), mentre sul lato occidentale è stata segnalata la presenza di una villa rustica con vani pavimentati a mosaico (sito 765). Il rinvenimento di una preziosa collana d'oro nei pressi del tracciato e riconducibile a un ripostiglio conferma il ruolo di forte attrazione insediativa esercitato dalla strada.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

- Eneolitico:** industria litica nei pressi dello scolo Carmason (sito 187)
- età del Ferro:** monumento di culto dell'età del Ferro (sito 763)
- età romana:** occupazione sparsa ai lati della via

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** monumenti funerari e tombe a incinerazione, villa rustica (siti 764, 765)

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** tracce della centuriazione Altino II tra Sile e Piave sembrano oltrepassare la *via Claudia Augusta*

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** massimo interesse archeologico riveste tutto il tracciato della *via Claudia Augusta* in uscita da Altino.

## UNITÀ E

### E - UNITÀ NAVIGLIO BRENTA - BACCHIGLIONE

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** area di pianura di costruzione tardo olocenica a opera di percorsi del Brenta (sub unità E1-E2-E3), oggetto di divisione agraria, in maglie regolari, e sede di occupazione sparsa a partire dall'età romana (fine del I secolo a.C. - I secolo d.C.). La centuriazione sembra occupare l'intera area di pianura compresa tra il Naviglio Brenta a nord e, probabilmente, il corso del Po di Cona - Pegolotte a sud (F2), i colli Euganei a ovest e il margine lagunare a est. Resti archeologici si possono trovare in tutta l'unità di pianura anche a bassa profondità (-0,60 m in media). La presenza di edifici rustici sparsi e sepolture è rivelata da operazioni di aratura che, intaccando sempre più in profondità lo strato archeologico, portano sistematicamente in superficie reperti archeologici frammentati: materiale edilizio (tegole, coppi, elementi litoidi, mattoni, lacerti musivi e parietali), ceramica da mensa e da tavola, anfore e più raramente oggetti bronzei e vetri.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** sul dosso di Boion (sub unità E2)

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa nelle maglie della centuriazione

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici (*villae* articolate in *pars rustica* e *urbana* o semplici fattorie, di tipo e dimensioni non note) nelle maglie della centuriazione; necropoli di modesta entità, di carattere per lo più familiare, lungo i *limites* della centuriazione, in prossimità degli edifici.

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** la fotointerpretazione ha messo in luce due tratti di strade rettilinei e ortogonali nei pressi di Lova. L'orientamento del tratto con direzione N-S, identificabile con il tracciato della via perilagunare (E4) non coincide con orientamento e modulo della supposta centuriazione. E' possibile si tratti di un'area centuriata di modesta estensione, prossima e impostata sul tracciato della via perilagunare.

**centuriazione:** Padova SE

- orientamento: 22° N
- modulo: 20x 20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Naviglio Brenta a nord, colli Euganei a ovest, la laguna a est. Non è certo il confine meridionale che gli studiosi pongono a sud dell'Adige d'Este lungo il corso settentrionale del Po, chiamato di Cona - Pegolotte (F2)
- sopravvivenze: scarse le tracce ancora rilevabili sul terreno; il reticolo proposto dagli studiosi trova conferma in un cippo gromatico rinvenuto a Piove di Sacco, che riporta l'indicazione dell'incrocio tra il cardo massimo e il secondo decumano a sinistra del decumano massimo e in un altro rinvenuto a Maseralino (PD), che riporta l'indicazione dell'incrocio tra i due *limites* maggiori; significative conferme sono state evidenziate nel Catasto Sesta Presa del XVII secolo che, georeferenziato e digitalizzato, è stato possibile sovrapporre al reticolo proposto. Tracce di divisioni agrarie in laguna in un'area attualmente sommersa trovano sicuro riscontro nei rinvenimenti archeologici sul dosso della Fogolana, nella valle Piriimpìè, lungo la Cavaizza (inediti, ora anche in GIROTTO, 2011: S 3.1; S 3.2; S 4.4; S 4.5; S 4.6), a conferma di un'occupazione sparsa compatibile con la presenza di divisioni agrarie; ciò trova ulteriore conferma nello studio dei livelli marini, controllati con le quote dei rinvenimenti, che indica per l'età romana l'esistenza di un bacino lagunare ristretto e di un margine interno avanzato rispetto a quello attuale.
- bibliografia: PESAVENTO MATTIOLI, 1984, pp. 92-105; ROSADA, 2003, pp. 31-32

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** sondaggi e scavi archeologici, effettuati tra il 1990 e il 1993 nei pressi dell'idrovora di Lova, hanno messo in luce un complesso architettonico, identificato come luogo di culto e databile tra il II secolo a.C. e il I secolo d.C. L'area, sottoposta a vincolo archeologico, è stata messa in relazione dagli studiosi con il paleoalveo di Boion (E2), identificato come il percorso del Brenta in età pre romana ed è situata nei pressi del percorso lagunare del Cornio, documentato nelle carte storiche del XVI secolo.

## E1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI FOSSÒ - VIGONOVO

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** i dossi di Tombelle, Fossò, Vigonovo e Campagna Lupia, non connessi con i dossi di Stra e Noventa, vengono considerati come gli elementi morfologici più antichi del tratto di pianura tra Naviglio Brenta e Bacchiglione e rappresentano i percorsi più antichi del Brenta. Siti archeologici dell'età del Ferro sopra e lungo il dosso a Sarmazza, Vigonovo e Fossò sono indiziati dai ritrovamenti sporadici e in superficie, in seguito ad aratura, di reperti per lo più bronzei, riferibili a stipe votive a carattere familiare, generalmente ubicate lungo corsi d'acqua. In età romana il corso d'acqua, probabilmente non attivo, risulta inserito nelle maglie della centuriazione e caratterizzato da un'occupazione sparsa, del tutto compatibile con quella delle aree centuriate.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** aree di culto di carattere familiare

**età romana:** edifici sparsi inseriti nelle maglie della centuriazione, preferibilmente sopra il dosso

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici sparsi inseriti nelle maglie della centuriazione, preferibilmente sopra il dosso.

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** il dosso è attraversato in senso ovest-est per un breve tratto dal percorso della *via Annia* nei pressi di Sarmazza.

**centuriazione:** il dosso sembra inserito nella centuriazione pertinente al *municipium* di Padova SE

- orientamento: 22° N
- modulo: 20x 20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Naviglio Brenta a nord, colli Euganei a ovest, la laguna a est. Non è certo il confine meridionale che gli studiosi pongono a sud dell'Adige d'Este lungo il corso settentrionale del Po, chiamato di Cona - Pegolotte (F2)
- bibliografia: PESAVENTO MATTIOLI, 1984, pp. 92-105; ROSADA, 2003, pp. 31-32

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** di particolare interesse archeologico risulta il breve tratto del dosso attraversato in senso ovest-est dal tracciato della *via Annia*, stesa tra Padova e Altino (siti 495-496-497-498): oggetti di culto paleoveneti a carattere familiare, miliari e necropoli confermano la presenza della strada e sono interpretabili come area a forte attrazione insediativa.

## E2 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI BOION - LIETTOLI

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso sabbioso, poco rilevato, percorso da un ramo del Brenta in età protostorica e romana. Sono documentati: a -1,60 m tracce insediative riferibili all'età del Bronzo (sito 530); in superficie, a -0,60 m in seguito ad aratura, rinvenimenti sporadici di carattere culturale databili all'età del Ferro;

in affioramento, in seguito ad aratura e a raccolte di superficie, reperti archeologici per la maggior parte ceramici riferibili a edifici rustici di dimensioni e caratteristiche non note. Opere di arginatura e la presenza di strutture di approdo confermano l'attività del fiume, forse con portata ridotta, fino all'età romana, inserito nelle maglie della centuriazione.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** tracce insediative

**età del Ferro:** rinvenuti sporadici di bronzetti culturali sul dosso

**età romana:** occupazione sparsa edifici rustici, identificati da raccolte di superficie

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei depositi archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, identificati da raccolte di superficie

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** un tratto della via perilagunare (E4) in direzione N-S attraversa il dosso nei pressi di Lova

**centuriazione:** il dosso sembra inserito nella centuriazione pertinente al *municipium* di Padova SE

- orientamento: 22° N
- modulo: 20x 20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Naviglio Brenta a nord, colli Euganei a ovest, la laguna a est. Non è certo il confine meridionale che gli studiosi pongono a sud dell'Adige d'Este lungo il corso settentrionale del Po, chiamato di Cona - Pegolotte (F2)
- bibliografia: PESAVENTO MATTIOLI, 1984, pp. 92-105; ROSADA, 2003, pp. 31-32

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** sondaggi e scavi archeologici, effettuati tra il 1990 e il 1993 nei pressi dell'idrovora di Lova (sito 535), hanno messo in luce un complesso architettonico, identificato come luogo di culto e databile tra il II a.C. e il I secolo d.C. L'area, sottoposta a vincolo archeologico, è stata messa in relazione dagli studiosi con il paleoalveo di Boion (E2), identificato come il percorso del Brenta in età pre romana ed è situata nei pressi del percorso lagunare del Cornio, documentato nelle carte storiche del XVI secolo.

### E3 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DI ARZERGRANDE (PD)

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** rappresenta l'ultimo tratto del dosso del Brenta che a valle di Camin si dirige verso Saonara, Sant'Angelo, Brugine, Arzergrande e nei pressi di Codevigo (PD) si divide in due rami: un ramo prosegue verso Rosara (PD) ed entra in laguna nei pressi del Casone della Morosina, l'altro si dirige verso sud-est fino alla località della Fogolana. Riconosciuto come il percorso del Brenta attivo in età romana come indicano una radiodatazione nei pressi del paleoalveo della Fogolana e importanti opere di arginatura rinvenute a Vallonga alla fine del 1800. Il rinvenimento a Vallonga e Arzergrande di una cospicua quantità di elementi architettonici e monumenti funerari rivela la presenza di un insediamento, legato alla presenza del fiume.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** insediamento a Vallonga

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici monumentali, monumenti funerari nell'area di Vallonga

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** il dosso doveva essere attraversato a est di Vallonga da un tratto della via perilagunare con direzione N-S, attualmente non rilevabile

**centuriazione:** il dosso sembra inserito nella centuriazione pertinente al *municipium* di Padova SE

- orientamento: 22° N
- modulo: 20x 20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Naviglio Brenta a nord, colli Euganei a ovest, la laguna a est. Non è certo il confine meridionale che gli studiosi pongono a sud dell'Adige d'Este lungo il corso settentrionale del Po, chiamato di Cona - Pegolotte (F2)
- bibliografia: PESAVENTO MATTIOLI, 1984, pp. 92-105; ROSADA, 2003, pp. 31-32

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** importanti recuperi di fine 1800, databili all'epoca romana, rinvenuti a Vallonga e lungo il canale Brentella sono indiziari di un nucleo abitativo consistente, identificato dagli studiosi come il *Portus Eaedro* nominato da Plinio in relazione ai due Medoaci e alla stazione di Posta Evrone raffigurata nella *Tabula Peutingeriana*.

**E4 - SUB UNITÀ DELLA VIA PERILAGUNARE "POPILIA"**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la fotointerpretazione ha messo in luce un tratto della via perilagunare, stesa da Adria ad Altino, con direzione N-S nei pressi di Lova e due brevi tratti, in diretta prosecuzione, a sud di Lova. Rinvenimenti archeologici recenti, frutto di indagini e raccolte di superficie e non ancora riportati in carta, rivelano la presenza di numerosi siti prossimi alla via, elemento di forte attrazione insediativa. Viene erroneamente cartografato ed interpretato (MARCHIORI, 1986) come parte del tracciato della via perilagunare, il tratto a sud del Naviglio Brenta, desunto da fotointerpretazione (fig 3.36) e già presente nella carta geomorfologica della Provincia di Venezia (BONDESAN *et al.*, 2004). Una recente attenta rilettura delle foto aeree e della Carta Tecnica regionale, a stampa della Tav. 4 già avvenuta, ha rivelato che si tratta invece di un moderno elemento strutturale sepolto (metanodotto interrato). Pertanto il tracciato ipotetico della via perilagunare, nel tratto compreso tra il Naviglio Brenta e Lova, proposto anche nelle Figg. 2.38, 2.27 e 2.29, del tutto privo di riscontri archeologici, geomorfologici e cartografici, è da ritenersi arbitrario e necessita di altre verifiche.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

- età del Bronzo:** non documentata
- età del Ferro:** non documentata
- età romana:** edifici sparsi

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** *Patavium SE*

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** sondaggi e scavi archeologici effettuati tra il 1990 e il 1993 nei pressi dell'idrovora di Lova hanno messo in luce un complesso architettonico, identificato come luogo di culto e databile tra il II secolo a.C. e il I secolo d.C. L'area, sottoposta a vincolo archeologico, è stata messa in relazione dagli studiosi con il paleoalveo di Boion (E2), identificato come il percorso del Brenta in età pre romana ed è situata nei pressi del percorso lagunare del Cornio, documentato nelle carte storiche del XVI secolo.



Fig. 3.36 - Il tratto desunto da fotointerpretazione e erroneamente attribuito alla via perilagunare "Popilia", subunità E4, nello stralcio della carta delle unità di paesaggio geoarcheologiche (Tav. 4).



Fig. 3.37 - Lo stesso tratto nella carta Tecnica Regionale. Le frecce indicano un elemento strutturale sepolto moderno

## UNITÀ F

### F - UNITÀ BACCHIGLIONE - NAVIGLIO ADIGETTO

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** pianura tardo olocenica costruita dai percorsi dell'Adige e da apporti del Po (F1-F2-F3-F8). La pianura risulta pressoché disabitata in epoca pre-protostorica, a esclusione dei dossi del Po e dell'Adige (sub unità F1-F2). A partire dall'età romana l'area di pianura compresa tra il corso del Po di Cona - Pegolotte (sub unità F2) e il Po di Adria (il cui paleoalveo, in provincia di Rovigo, non è riportato nella cartografia della Tav. 4 alla scala 1:100.000) diventa oggetto di divisioni agrarie, messe in luce dalla fotointerpretazione e diversamente orientate, nell'area immediatamente a nord e a nord-ovest di Adria. La presenza della centuriazione, confermata dalle tracce antropiche desunte dalla fotointerpretazione, concorre a negare l'esistenza in età romana dell'Adige attuale, la cui presenza avrebbe costituito una seria minaccia ai *limites* e agli insediamenti, secondo la prassi agrimensoria romana. A partire dall'alto medioevo, forse in seguito al *diluvium* (589 d.C.) raccontato da Paolo Diacono, l'Adige avrebbe spostato il suo corso nell'alveo attuale e tutta l'area, priva di controllo e manutenzione idraulica, avrebbe iniziato a diventare paludosa e di difficile drenaggio, come è peraltro ben documentato dalla cartografia storica cinquecentesca e dall'intrico di paleocanali messi in luce dalla fotointerpretazione che sembrano coprire le tracce di epoca romana. La documentazione archeologica, pur scarsa, conferma un modello insediativo comune alle aree centuriate a edifici sparsi e inseriti nelle maglie della centuriazione. Lo strato archeologico di epoca romana viene a trovarsi a profondità variabili: in alcuni casi in superficie (-0,60 -0,80 m), immediatamente sotto lo strato agrario; in altri a maggiore profondità (-1 m e oltre) soprattutto nelle aree palustri bonificate particolarmente torbose, situate alla destra e alla sinistra idrografica dell'Adige attuale, dove coltri alluvionali coprono lo strato archeologico. In aree sottoposte a migliorie fondiarie e a spianamenti di oltre 1 - 1,7 m, reperti archeologici frammentati vengono portati in superficie in seguito ad aratura (come nel caso del sito 543).

**TEMPI E MODI DELL'OCCUPAZIONE ANTROPICA RIFERIBILI A:**

**età del Bronzo:** sito 543 nei pressi di un paleoalveo e di un percorso del Po (ramo più settentrionale) - affioramento in seguito ad aratura, area decapata per migliorie fondiarie

**età del Ferro:** non documentata, a eccezione del sito n. 549 dove lungo il Fosso delle Bebbe sono stati trovati "vasi greci"

**età romana:** occupazione sparsa e diffusa nelle maglie della centuriazione

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti/sepolti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** via *Annia* (F4) - via perilagunare (F3)

**centuriazione:** Adria Nord

- orientamento: N-S
- modulo: 8x8 *actus*
- estensione: risulta compresa tra l'attuale Scolo Tartaro e il dosso principale del Po di Adria (non presente nella carta di Tav. 4 in quanto situato in provincia di Rovigo)
- bibliografia: PERETTO, 1986; 1993, TOZZI, 1987, FURLANETTO 2008b.

Nota: vengono riportati in carta esclusivamente i *limites* desunti da fotointerpretazione, in numero maggiore quelli con direzione N-S.

**centuriazione:** Adria NO

- orientamento: 36° NO
- modulo: 27x27 *actus*
- estensione: Po di Cona Pegolotte e Po di Adria

Note: l'area coperta dalla centuriazione è compresa tra il Po di Cona - Pegolotte a nord e l'attuale Scolo Tartaro (continuazione dell'Adigetto?) a sud e costituisce l'estremità orientale della centuriazione di Adria nord-ovest compresa tra Rovigo e i due rami del Po in epoca antica: il Po di Cona - Pegolotte, a nord, e il Po di Adria, a sud. Le tracce, desunte da fotointerpretazione, seppur meno numerose nell'area in provincia di Venezia, sono comunque sufficienti a ipotizzare un reticolo esteso a oriente fino al margine lagunare.

- bibliografia: ZERBINATI, 1990, PERETTO & ZERBINATI, 1987, MARAGNO, 1993, 2000

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** le aree della centuriazione le cui tracce sono state messe in luce dalla fotointerpretazione e sono ben documentate da un'occupazione sparsa e diffusa.

**F1 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DELL'ADIGE D'ESTE**

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** due dossi poco pronunciati provengono da Candiana (PD). Rappresentano la terminazione occidentale di un pronunciato dosso identificato con il percorso dell'Adige d'Este che scorreva dall'età del Bronzo medio recente fino alla tarda età romana in territorio patavino (a Megliadino, Montagnana, Este, Monselice, Pernumia, San Pietro Viminario, Conselve, Arre, Villa del Bosco) e a Conca d'Albero (PD) da dove, attualmente riconoscibile attraverso i paleoalvei desunti dalla fotointerpretazione, si portava a sfociare nella laguna di Chioggia. Siti perispondali riferibili all'età del Bronzo, del Ferro e romana sono presenti numerosi nel tratto a monte fino a Villa del Bosco (PD), dove uno scavo archeologico ha messo in luce un edificio rustico (sito PD 611).

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** recente perispondali sul tratto a monte in provincia di Padova

**età del Ferro:** siti perispondali nel tratto a monte in provincia di Padova

**età romana:** siti perispondali nel tratto a monte fino a Villa del Bosco (PD)

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età del Bronzo:** abitati
- **età del Ferro:** abitati
- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** Padova SE

- orientamento: 22° N
- modulo: 20x20 *actus* (710x710 m)
- estensione: Naviglio Brenta a nord, colli Euganei a ovest, margine lagunare a est. In assenza di sopravvivenze sul terreno e conferme epigrafiche e archeologiche risulta incerto il confine meridionale della centuriazione e dell'agro patavino che alcuni studiosi pongono oltre l'Adige d'Este, lungo il corso settentrionale del Po, chiamato di Cona - Pegolotte (F2).
- bibliografia: PESAVENTO MATTIOLI, 1984, pp. 92-105; ROSADA, 2003, pp. 31-32

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** estrema attenzione alla sommità del dosso, prescelta per l'insediamento dall'età del Bronzo recente.

## **F2 - SUB UNITÀ DEL DOSSO DEL PO DI CONA-PEGOLOTTE**

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** i dossi sabbiosi ben rilevati, per Agna (PD), Cona, Pegolotte, Monsole e Conca d'Albero, sono identificati come il ramo più settentrionale del Po, attivo dall'età del Bronzo Medio Recente all'età del Ferro e probabilmente parzialmente insabbiato in età romana. Numerosi siti perispondali sono documentati soltanto nel tratto a monte rispetto ad Agna, in provincia di Padova, e sono soprattutto ascrivibili all'età del Bronzo. Le tracce di alcuni paleoalvei per Cantarana e Cive (PD), a sud del dosso per Cona, a est di Pegolotte, sono interpretabili come probabili deflussi del corso d'acqua: al momento privi di riscontri morfologici, sono indiziati dalla presenza di un sito dell'età del Bronzo a Cantarana (sito 544) e da manufatti idraulici in Val Concola (sito 543).

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** rinvenimenti in seguito ad aratura in area decapata da migliorie fondiarie

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa

**Caratteristiche dei rinvenimenti:****modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** affioranti
- **età del Ferro:**
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** manufatti idraulici, edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** il tracciato della via perilagunare stesa tra Adria e Altino, desunta da fotointerpretazione, "copre" la fitta rete di paleoalvei a sud del dosso, già disattivati in età romana, e s'interrompe nei pressi del dosso a Monsole.

**centuriazione:** Adria NO

- orientamento: 36° NO
- modulo: 27x27 *actus*
- estensione: Po di Cona - Pegolotte e Po di Adria

Note: l'area coperta dalla centuriazione è compresa tra il Po di Cona - Pegolotte a nord e l'attuale Scolo Tartaro (continuazione dell'Adigetto?) a sud e costituisce l'estremità orientale della centuriazione di Adria nord-ovest compresa tra Rovigo e i due rami del Po in epoca antica: il Po di Cona - Pegolotte, a nord, e il Po di Adria, a sud. Le tracce desunte da fotointerpretazione, seppur meno numerose nell'area in provincia di Venezia, sono comunque sufficienti a ipotizzare un reticolo esteso a oriente fino al margine lagunare.

- bibliografia: ZERBINATI, 1990, PERETTO & ZERBINATI, 1987, MARAGNO, 1993, 2000

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** estrema attenzione alla sommità del dosso, probabilmente prescelta per l'insediamento dall'età del Bronzo.

### F3 - SUB UNITÀ DELLA VIA PERILAGUNARE

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** la fotointerpretazione ha messo in luce le tracce di una via perilagunare stesa tra Adria e Altino. Il lungo rettilineo dal Naviglio Adigetto a Ca' Albrizzi coincide con il decumano massimo della centuriazione di Adria nord; un altro tratto è riconoscibile a Cavarzere, appena a nord dell'Adige attuale - dove piega di qualche grado verso est - per Corte Duoda fino a Monsole. Rinvenimenti archeologici di epoca romana lungo la via perilagunare, soprattutto nel tratto Adria - Cavarzere, frutto di indagini della metà del secolo scorso, confermano la presenza della strada, elemento di forte attrazione insediativa.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** occupazione sparsa ai lati della via perilagunare

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici, necropoli a carattere familiare lungo il tracciato della via perilagunare

**Interventi e tracce antropiche:**

**centuriazione:** Adria Nord

- orientamento: N-S
- modulo: 8x8 *actus*
- estensione: a nord le lineazioni, desunte da fotointerpretazione, non sembrano oltrepassare lo Scolo Botta, a sud il corso del Po di Adria
- bibliografia: PERETTO, 1986; 1993, TOZZI, 1987.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** massima attenzione al tracciato della via perilagunare.

## F4 - SUB UNITÀ DELLA VIA ANNIA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** il tratto messo in luce dalla fotointerpretazione appena a nord del Naviglio Adigetto, in provincia di Rovigo, coincide con il secondo decumano a sinistra della centuriazione di Adria Nord, è parallelo alla via perilagunare (F3) e rappresenta il tratto iniziale della *via Annia* che la tradizione riporta da Adria a Padova, Altino, Concordia, Aquileia. E' verosimile che all'altezza di Ca' Albrizzi la strada piegasse verso occidente e continuasse nel rettilineo, desunto dalla fotointerpretazione, da Marchesa di Rottanova fino ad Agna (PD), toponimo ritenuto significativo e indicativo della presenza della *via Annia*. Nonostante l'assenza in carta di siti archeologici è comunque ipotizzabile la presenza di edifici rustici e necropoli prossimi e a lato della via, probabilmente inseriti nelle maglie della centuriazione.

### Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** ipotizzabile insediamento sparso, attrazione insediativa esercitata dal tracciato stradale e dalla presenza di centuriazione.

### Caratteristiche dei rinvenimenti:

#### modalità di rinvenimento:

- raccolte di superficie
- occasionale

#### giacitura dei depositi archeologici:

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

#### tipologia dei siti archeologici:

- **età romana:** edifici rustici e necropoli

### Interventi e tracce antropiche:

#### centuriazione: Adria Nord

- orientamento: N-S
- modulo: 8x8 *actus*
- estensione: risulta compresa tra l'attuale Scolo Tartaro e il dosso principale del Po di Adria (non presente nella carta di Tav. 4 in quanto situato in provincia di Rovigo)
- bibliografia: PERETTO, 1986; 1993, TOZZI, 1987.

Nota: vengono riportati in carta esclusivamente i *limites* desunti da fotointerpretazione, in numero maggiore quelli con direzione N-S

#### centuriazione: Adria NO

- orientamento: 36° NO
- modulo: 27x27 *actus*
- estensione: Po di Cona - Pegolotte e Po di Adria

Note: l'area coperta dalla centuriazione è compresa tra il Po di Cona - Pegolotte a nord e l'attuale Scolo Tartaro (continuazione dell'Adigetto?) a sud e costituisce l'estremità orientale della centuriazione di Adria nord-ovest compresa tra Rovigo e i due rami del Po in epoca antica: il Po di Cona - Pegolotte, a nord, e il Po di Adria, a sud. Le tracce desunte da fotointerpretazione, seppur meno numerose nell'area in provincia di Venezia, sono comunque sufficienti a ipotizzare un reticolo esteso a oriente fino al margine lagunare.

- bibliografia: ZERBINATI, 1990, PERETTO & ZERBINATI, 1987, MARAGNO, 1993, 2000

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** massima attenzione al tracciato della *via Annia*.

## F5 - SUB UNITÀ DEI CORDONI DUNALI DELL'ETÀ PRE-PROTOSTORICA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** i cordoni attribuiti a età pre-protostorica lungo la direttrice San Pietro di Cavarzere - Monte Cucco - Motta Palazzetto e, in laguna, Peta di Bo - Valgrande, rappresentano la più antica linea di costa, a monte della quale 5000 anni fa si sono formate le prime lagune. La documentazione archeologica di epoca romana (basoli stradali ed edifici rustici), frutto di indagini della metà del secolo scorso purtroppo carenti sotto il profilo documentario, conferma un'intensa frequentazione dell'area in età romana, che doveva comunque assicurare condizioni particolarmente favorevoli all'insediamento, anche in relazione alla presenza di vie d'acqua e di terra.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** tracce insediative lungo la via

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** brevi tratti stradali con apparente direzione nord, verso Chioggia.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** importante elemento fisiografico antico privo per ora di attestazioni archeologiche.

## F6 - SUB UNITÀ DEI CORDONI DUNALI DELL'ETÀ PROTOSTORICA

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** l'allineamento dunale immediatamente a est di quello pre-protostorico è stato individuato lungo la direttrice Cavanella d'Adige - Porto di Brondolo e viene attribuito dagli studiosi a età protostorica (VII secolo a.C.). Nonostante risulti del tutto assente la documentazione archeologica, rappresenta un importante elemento fisiografico e indica la linea di costa protostorica.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** non documentata

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:** non nota

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** importante elemento fisiografico antico privo, per ora, di attestazioni archeologiche.

## F7 - SUB UNITA' DEI CORDONI DUNALI DELL'ETA' ROMANA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** cordoni dunali messi in luce dalla fotointerpretazione immediatamente a est degli allineamenti di età protostorica (F6) rappresentano l'antica linea di costa di epoca romana. Insedimenti archeologici riferibili a epoca romana suggeriscono la presenza di una strada in direzione nord (sito 561) e l'esistenza di aree lagunari barenose, immediatamente a ridosso della linea di costa, occupate da insediamenti rustici, a carattere produttivo-residenziale, dotati di darsene e imbarcazioni (sito 558), strettamente connessi alle vie d'acqua e di terra.

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** non documentata

**età del Ferro:** non documentata

**età romana:** insediamento sparso

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche:**

**strade:** un tratto di strada e "opere difensive" in località Sant'Anna

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** importante elemento fisiografico antico privo, per ora, di attestazioni archeologiche.

## F8 - SUB UNITA' DEL DOSSO DEL PO DI ADRIA

---

**Genesi e caratteristiche geoarcheologiche:** dosso poco evidente attraversato dalla traccia di un paleoalveo. Rappresenta uno dei percorsi del ramo meridionale del Po, indicato come il Po di Adria, attivo dalla tarda età del Bronzo fino all'età romana. Importanti insediamenti dell'età del Bronzo e del Ferro sono distribuiti in prossimità delle sponde sul dosso principale posto più a sud che scorreva con direzione ovest-est, in provincia di Rovigo, per Narde di Fratta Polesine, Frattesina, che rappresenta il sito più importante, e Adria. Testimonianze archeologiche di epoca romana, epoca durante la quale è accertata una ridotta portata del fiume, insistono comunque su alti morfologici del dosso. Non molto distante dal dosso secondario in questione e prossima al Naviglio Adigetto è la tenuta Cuora che ha restituito alla fine dell'800 un'importante necropoli d'epoca romana (sito 550).

**Tempi e modi dell'occupazione antropica riferibili a:**

**età del Bronzo:** tracce insediative sul dosso principale per Frattesina e Adria

**età del Ferro:** tracce insediative sul dosso principale per Frattesina e Adria

**età romana:** tracce insediative sul dosso principale per Frattesina e Adria

**Caratteristiche dei rinvenimenti:**

**modalità di rinvenimento:**

- raccolte di superficie
- scavo stratigrafico
- occasionale

**giacitura dei depositi archeologici:**

- **età del Bronzo:** sepolti
- **età del Ferro:** affioranti
- **età romana:** affioranti

**stato di conservazione del deposito archeologico:** variabile

**tipologia dei siti archeologici:**

- **età del Bronzo:** abitato
- **età romana:** edifici rustici

**Interventi e tracce antropiche****centuriazione:** Adria Nord

- orientamento: N-S
- modulo: 8x8 *actus*
- estensione: le lineazioni desunte da fotointerpretazione con direzione N-S non sembrano oltrepassare il dosso che parrebbe rappresentare un limite fisiografico.

**Aree di particolare rilevanza archeologica:** La necropoli d'epoca romana rinvenuta nella tenuta Cuora (sito 550) rivela area insediativa sparsa in epoca romana prossima ad Adria. Il dosso potrebbe comunque rappresentare un elemento di attrazione insediativa antica come il tratto principale posto più a sud.

# 4 IDROGRAFIA E BONIFICA IDRAULICA

CHIARA FASTELLI,<sup>1</sup> ANDREA DE GÖTZEN<sup>2</sup>

## 4.1. L'IDROGRAFIA E IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il territorio provinciale è attraversato da una notevole rete idrografica, rappresentata nella cartografia di Tav. 5 in scala 1:100.000, che comprende:

- i tratti inferiori di corsi d'acqua, regionali e interregionali, d'importanza anche nazionale (Tagliamento, Livenza, Piave, Sile, Brenta - Bacchiglione, Adige), mentre il Po scorre a pochissimi chilometri dal confine provinciale verso sud;
- i tratti inferiori di corsi d'acqua minori, interregionali o interprovinciali (Lemene, Reghena, Loncon, Meolo, Vallio, Zero, Dese, Marzenego, Musone Vecchio, Lusore, Naviglio Brenta);
- numerosi canali e scoli di bonifica, anch'essi interregionali o interprovinciali (Taglio, Lugugnana, Malgher, Piavon, Bidoggia, Grassaga, Brian, Fossetta, Cavetta, Novissimo, Cornio, Pontelongo, Canale dei Cuori, Gorzone, Canale di Valle, Tartaro, Botta).

I corsi d'acqua elencati sono solo tra i principali di una frastagliatissima rete idrografica, che è il risultato delle numerose opere idrauliche iniziate dai Veneziani e che continuano tuttora (basti pensare all'idrovia Venezia - Padova); alcune opere idrauliche sono di notevole complessità ed importanza: basti pensare alle deviazioni di Livenza, Piave, Brenta e Po eseguite già alcune centinaia di anni fa<sup>3</sup>.

Per quanto attiene alle competenze amministrative e gestionali in tema di risorse idriche e difesa del suolo, con il Decreto Legislativo n° 112/98 (detto "Bassanini") si è attuato il trasferimento di tali funzioni dallo Stato alle Regioni, portando a compimento un percorso già avviato con il DPR n° 11/1972, che aveva trasferito le funzioni amministrative in materia di bonifica, e con il DPR n° 616/1977, che aveva trasferito le funzioni concernenti la sistemazione idrogeologica e la difesa del suolo, oltre che la manutenzione forestale e la difesa delle coste.

La successiva L.R.V. n° 11/01, di recepimento del decreto Bassanini, ha disciplinato la materia, ponendo di fatto in capo alla competenza regionale l'intera rete idrografica ricadente in territorio veneto.

Quindi, con delibera di Giunta Regionale n° 3260 del 15.11.2002 è stata individuata con apposito elenco la rete idrografica principale di pianura, relativamente alla quale la Regione svolge direttamente tutte le funzioni amministrative e di gestione che le sono state trasferite dal decreto Bassanini; la gestione della rete idrografica minore, non individuata nell'elenco

sopracitato, è stata invece affidata, in regime di delegazione amministrativa, ai Consorzi di bonifica nei cui comprensori essa ricade. Nella Tav. 5, in scala 1:100.000, viene distinta con colori diversi la rete idrografica principale, di competenza regionale<sup>4</sup>, da quella minore, di competenza consortile.

Per quanto attiene alle strutture regionali coinvolte nella gestione della rete idrografica principale, con D.G.R.V. n° 2847 del 4.10.2002 sono state istituite cinque Unità di Progetto Distretti Idrografici, aventi competenza sull'intero bacino idrografico, superando i limiti dei circondari idraulici di ciascun Genio Civile: Bacino Adige Garda, Bacino Brenta Bacchiglione, Bacino Laguna, Veneto Orientale, Coste, Bacino Piave, Livenza, Sile, Bacino Delta Po, Fissero Tartaro Canalbianco.

Si è attuato, in tal modo, un trasferimento a tali Unità di Progetto di quelle che erano le competenze del Magistrato alle Acque, con un maggiore orientamento verso la normativa europea, avente l'obiettivo di individuare strutture unitarie di riferimento a livello di bacino idrografico, con compiti di coordinamento e controllo degli Uffici periferici del Genio Civile nel bacino di competenza e di raccordo programmatico e pianificatorio con la struttura centrale a livello regionale, individuata nella Direzione Difesa del Suolo.

Tale strutturazione ha subito diverse modifiche nel corso degli anni fino a giungere alla più recente riorganizzazione regionale, così come individuata nella recente D.G.R.V. n° 2298 del 28.09.2010.

In questa occasione la Giunta ha disposto la soppressione delle Direzioni di Distretto Idrografico, rendendo necessario provvedere alla redistribuzione delle funzioni, in precedenza attribuite ai citati Distretti, alle stesse Unità di Progetto del Genio Civile, in coordinamento con la Direzione Difesa del Suolo regionale.

Nella Regione Veneto il Magistrato alle Acque ha mantenuto competenze, in tema di gestione, sicurezza e tutela idraulica, relativamente al solo ambito della Laguna di Venezia. La Laguna di Venezia, così come definita nella Legge n° 366/63, è costituita dal bacino di acqua salsa che si estende dalla foce del Sile (conca del Cavallino) alla foce del Brenta (conca di Brondolo) ed è compresa fra la terraferma e il mare,

<sup>1</sup> Provincia di Venezia, Servizio Protezione Civile.

<sup>2</sup> Consorzio di bonifica Veneto Orientale.

<sup>3</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico".

<sup>4</sup> I fiumi principali sono indicati con un segno più marcato.

dal quale è separata da una lingua naturale di terra fortificata per lunghi tratti artificialmente (“murazzi”), in cui sono aperte tre bocche o porti (Lido, Malamocco e Chioggia); essa è limitata verso terraferma da una linea di confine marcata da appositi cippi o pilastri di muro segnati con numeri progressivi, denominata “conterminazione lagunare” e risalente all’epoca della Repubblica Veneta, salvi i successivi aggiornamenti resisi necessari per la modifica della configurazione delle terre emerse intervenuta particolarmente nell’ultimo secolo<sup>5</sup>.

#### 4.1.1. Fiume Tagliamento

Il fiume Tagliamento ha origine nelle Prealpi Carniche e il tratto iniziale del suo corso si snoda da ovest verso est a ridosso della suddetta catena montuosa, sino alla confluenza del Fella, che è l’affluente principale. Il fiume costituisce il canale di gronda di un bacino di 2480 km<sup>2</sup>, situato in una delle zone più piovose d’Italia, in cui si registrano punte di 3000 mm di pioggia all’anno.

Oltre al Fella, il Tagliamento riceve, nel tratto montano del suo corso, anche gli affluenti di sinistra Lumiei, Degano e But. Oltre la confluenza del Fella il fiume

piega a sud e, prima della stretta di Pinzano, ove si chiude il suo bacino imbrifero montano, riceve in sinistra il fiume Ledra e in destra i torrenti Leale, Arzino e Cosa.

A testimonianza di un regime torrentizio fortemente caratterizzato, il fiume ha nel tratto di pianura letto ghiaioso con andamento pluricursale dei deflussi fino all’altezza di Latisana (UD). Poco prima della suddetta località il fiume assume carattere meandriforme, con alveo di magra inciso fra golene oggi delimitate da arginature longitudinali.

All’altezza di Cesarolo si dirama in sponda destra il canale scolmatore Cavrato scaricante nel canale dei Lovi, a sua volta sfociante nella laguna di Bibione (Porto Baseleghe).

Nelle Figg. 4.1 e 4.2 sono riportate due fotografie del Tagliamento.

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo 2 “Profilo storico” e le cartografie delle Tavv. 2 e 3.



Fig. 4.1 - Il Tagliamento a San Mauro (San Michele al Tagliamento) (Foto: Alessandro Fontana - Progetto via Annia).



Fig. 4.2 - Il Tagliamento a Biasini (San Michele al Tagliamento).

#### 4.1.2. Fiume Livenza

Il Livenza ha origine dalle sorgenti della Santissima e del Gorgazzo presso Polcenigo, ai piedi dell'Altipiano del Cansiglio. Sfocia presso Porto S. Margherita di Caorle dopo aver percorso 111 km. Il regime idrologico del corso d'acqua è di risorgiva nel tratto montano e torrentizio nel tratto a valle della confluenza del Meduna. Il Meduna, principale affluente del Livenza, a sua volta riceve le acque dei torrenti Cellina, Colvera e Noncello e si immette nel Livenza a Tremeacque. I principali affluenti di destra sono il Meschio e il Monticano. Il Meschio, oltre alle acque del proprio bacino, convoglia nel Livenza una portata di circa 30 m<sup>3</sup>/s proveniente dal bacino del Piave, al quale viene sottratta attraverso derivazioni dal bacino idroelettrico del lago di S. Croce.

Secondo gli studi effettuati dopo la piena del 1966, il Livenza dovrebbe avere, a valle della confluenza del Meduna in località Tremeacque, l'alveo atto a garantire lo smaltimento di una portata pari a 1100 m<sup>3</sup>/s con franco adeguato. Fu quindi approntato dal Nucleo Operativo del Magistrato alle Acque di Venezia un progetto di massima di sistemazione per stralci dell'alveo nel tratto compreso fra la S.S. 14 e la foce che garantisse il raggiungimento di tale obiettivo. Attualmente l'alveo è stato risistemato nel tratto fra la foce e l'incile del canale diversivo Riello per convogliare una portata di 500 m<sup>3</sup>/s, mentre contestualmente il canale diversivo Riello è stato ricalibrato per smaltire una portata di 600 m<sup>3</sup>/s. Inoltre, è stata sistemata l'asta del fiume nel tratto compreso fra il diversivo Riello e la sezione "Casa Volta - Garbin". Nel tratto rimanente del Livenza sono state rimesse in quota e rinforzate le arginature.

Nelle Figg. 4.3 - 4.4 - 4.5 sono riportate tre fotografie del Livenza.

#### 4.1.3. Fiume Piave

Il Piave, quinto fiume d'Italia per importanza idrografica, nasce dal monte Peralba e sfocia in mare a Cortellazzo (presso Jesolo) dopo un percorso di



Fig. 4.3 - Livenza a Torre di Mosto (Foto: Andrea Ninno - Progetto via Annia).



Fig. 4.4 - Livenza a Sant'Anastasio (Foto: Alessandro Fontana - Progetto via Annia).



Fig. 4.5 - Livenza a Sant'Elena (Torre di Mosto).

222 km lungo il quale raccoglie le acque di un bacino tributario di 4391 km<sup>2</sup>.

Gli affluenti maggiori del tratto montano sono il Padola, l'Ansiei, il Boite, il Maè, il Cordevole (con il Mis come subaffluente), il Sonna e il Soligo.

Nella zona montana è stato realizzato un sistema di sfruttamento idroelettrico che coinvolge anche i principali affluenti e, mediante piccoli impianti, molti affluenti di questi ultimi. Negli anni compresi fra il

1920 e il 1960, il regime idrologico del fiume è stato sostanzialmente modificato, sia per quanto riguarda il trasporto di solidi che per la dinamica fluviale. In sostanza l'effetto delle dighe di ritenuta a scopo idroelettrico consiste nella drastica riduzione del trasporto di materiale solido di dimensioni superiori a qualche millimetro (tutti i particolati di dimensioni superiori sedimentano nei laghi artificiali) e nella forte laminazione degli eventi di morbida e di piena di media entità. Inoltre, l'utilizzo delle acque del fiume raggiunge nel periodo estivo livelli tali da determinare deflussi inferiori alla soglia minima necessaria a mantenere vitale il corso d'acqua. A titolo esemplificativo si ricorda che, mentre all'inizio del secolo la portata media annua del fiume era di circa 130 m<sup>3</sup>/s e la portata media di massima magra era di 45 m<sup>3</sup>/s, negli ultimi anni la portata minima, garantita peraltro attraverso l'intervento del Regolatore Idraulico del Piave, è stata di soli 5 m<sup>3</sup>/s.

In queste condizioni, le ghiaie e i sedimenti dell'alveo, non più rimescolati da eventi di piena di media e piccola intensità, tendono a cementarsi e a ricoprirsi di vegetazione, ostacolando il deflusso delle acque durante le piene di notevole intensità.

Il contenimento delle piene del Piave entro le arginature tra la località di Nervesa e il mare presenta un fondamentale problema: mentre nel tratto Nervesa - Candelù il fiume ha un alveo in grado di convogliare portate massime dell'ordine di 4500-5000 m<sup>3</sup>/s, nel tratto situato in provincia di Venezia, e cioè a valle di Zenson (TV), la capacità massima è di 2500-3000 m<sup>3</sup>/s. Il tratto compreso fra Candelù e Zenson funge da raccordo fra porzioni di alveo con caratteristiche diverse ed è perciò sede "naturale" delle rotte del Piave in quanto interessato per primo dalle intumescenze dell'onda di piena rispetto al tratto più a valle. Quindi, solo il verificarsi di tali rotte ha consentito, dopo i rialzi arginali di fine secolo scorso, il contenimento entro le arginature delle piene nel tratto a valle di Zenson. Non è comunque certo che le arginature a presidio di tale tratto non possano comunque localmente cedere in occasione di piene come quella del 1966.

Nelle Figg. 4.6 e 4.7 sono riportate due fotografie del Piave.



Fig. 4.6 - Verso la foce del Piave.



Fig. 4.7 - Il Piave a Musile.

#### 4.1.4. Fiume Sile

Il Sile è un fiume di risorgiva, il più importante di questo tipo in Italia; nasce circa 20 chilometri a ovest di Treviso, in località Casacorba, 20 km a sud del margine prealpino.

Le sue acque sono indirettamente alimentate dal fiume Piave; esse infatti, infiltrandosi nel terreno ghiaioso a nord del Montello, riemergono a sud di esso là dove inizia un terreno argilloso non permeabile, creatosi dai sedimenti dei fiumi Piave e Brenta nelle ere postglaciali.

Si tratta di un fiume privo di una sua valle, che sgorga nella pianura e scorre per circa 95 chilometri fino a raggiungere il mare Adriatico, coprendo un dislivello verticale, tra le sorgenti ed il mare, di soli 28 m.

Esso giunge al mare attraverso una canalizzazione artificiale, il Taglio del Sile, che lo immette nel tratto terminale del vecchio alveo de La Piave Vecchia, sfociante in mare al faro del Cavallino.

A Jesolo si stacca dal Sile, in sinistra idrografica, il Canale Cavetta che convoglia verso la foce del Piave circa il 25% delle portate in arrivo da monte.

Siloncello e Silone sono i due rami naturali del Sile che sfociavano direttamente in laguna, partendo rispettivamente da Trepalade e Portegrandi, ora regolati nel loro defluire.

Nel Sile confluisce una fitta trama di tributari, anch'essi in larga misura di origine risorgiva:

- in destra: Piovega, Dosson e Serva;
- in sinistra: Corbetta, Canale di Gronda, Cerca, Botteniga, Limbraga, Storga, Melma, Nerbon, Musestre, Vallio e Meolo.

A valle di Portegrandi il varco nel corpo arginale in destra idrografica verso la Laguna di Venezia, aperto in occasione della piena del novembre 1966, svolge un ruolo positivo nel contenimento delle piene del fiume.

Nelle Figg. 4.8 e 4.9 sono riportate due fotografie del Sile.

#### 4.1.5. Fiumi Brenta - Bacchiglione e Gorzone

L'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta - Bacchiglione ha giustamente



Fig. 4.8 - Il Taglio del Sile verso Portegrandi (Quarto d'Altino) (Foto: Andrea Ninfo - Progetto via Annia).



Fig. 4.9 - Il Sile a Trepalade (Quarto d'Altino).

riunito in un unico bacino idrografico le aree scolanti facenti capo ai tre fiumi Brenta, Bacchiglione e Gorzone. Infatti i tre fiumi, avendo foce in comune, si influenzano vicendevolmente e il regime idraulico di ognuno è pesantemente influenzato da quello degli altri due per la sussistenza di alcune interconnessioni, quali ad esempio i nodi idraulici di Padova e di Stra. Il Brenta nasce dal lago di Caldonazzo (TN) e scorre tra il massiccio del Grappa e l'Altopiano dei Sette Comuni fino a Bassano (VI). In questo tratto i principali affluenti sono il Grigno, il Ceggio, il Maso e il Cison. Oltre Bassano il fiume si addentra nella zona di pianura scorrendo in un ampio alveo ghiaioso pluricursale, in stretta interconnessione con la falda freatica, che viene alimentata dal fiume. A valle della briglia di Limena (PD) il suo corso fino alla foce è canalizzato entro importanti arginature. L'unico affluente di pianura, oltre alle citate interconnessioni con il Bacchiglione, è il Muson dei Sassi che confluisce nel Brenta a Vigodarzere (PD). Dopo la confluenza con il Bacchiglione a Ca' Pasqua e con il Gorzone all'altezza di Brondolo, il Brenta sfocia in mare nel litorale di Sottomarina.

Il tratto di Fiume Brenta compreso nel territorio provinciale misura complessivamente circa 25 km e si estende dall'immissione del Piovego, a nord di

Vigonovo, sino alla foce. Fa parte del tratto considerato l'importante nodo idraulico di Stra, di cui si è già detto in precedenza, dove confluisce il Canale Piovego e da cui si diparte il Naviglio Brenta, e la botte a sifone di Corte che collega i bacini del Cornio Nuovo e del Rio Fiumicello con lo scolo Fiumazzo che sfocia in Laguna a mezzo della botte di Lova.

Il Brenta, dopo essere entrato nel comune di Vigonovo, esce però in gran parte (per circa 13 km) dal territorio della provincia di Venezia; tuttavia anche il tratto in provincia di Padova è stato considerato per poter evidenziare in seguito (capitolo sul rischio idraulico) le possibili conseguenze delle esondazioni di questo fiume nel territorio provinciale, in particolare nel tratto che va da Stra a Codevigo (PD).

Nella Fig. 4.10 è riportata una fotografia del Brenta col Piovego e il Naviglio Brenta.

Il Bacchiglione è un collettore che raccoglie le acque delle zone montane della provincia di Vicenza. Nasce dal Bacchiglioncello, un corso d'acqua di risorgiva, e subito raccoglie le acque del torrente Leogra Timonchio che provengono dall'area attorno alla città di Schio (VI). Nel tratto seguente, che termina presso Longare (VI), riceve gli affluenti Astico - Tesina, Giara - Orolo e Retrone. Chiuso il tratto montano a Longare, il Bacchiglione entra in pianura e ha idrografia complessa per la presenza di confluenze e diramazioni, sia naturali che artificiali, presso il nodo idraulico di Padova, che illustreremo brevemente qui di seguito.

Prima di giungere in città il Bacchiglione riceve le acque del Tesina Padovano e il canale Brentella, che ha origine dal Brenta presso Limena. In località Bassanello (quartiere di Padova) dal Bacchiglione viene derivato il canale Battaglia, il quale, diramandosi in direzione di Battaglia Terme e collegandosi al canale Bisatto, alimenta il canale Vigenzone che rappresenta il collettore del bacino nord-orientale dei Colli Euganei. Il Vigenzone, mutato il nome in canale di Cagnola, confluisce nuovamente nel Bacchiglione a Bovolenta (PD). L'asta principale del fiume, dopo la derivazione del Battaglia, in corrispondenza del nodo di Voltabarozzo (frazione di Padova) scarica parte delle sue portate verso il Brenta, attraverso il sistema San Gregorio - Piovego. Da qui esso prosegue verso Bovolenta, dove riceve come si è detto il Cagnola, proseguendo successivamente, con corso rettilineo, verso la confluenza con il Brenta.

Il Gorzone è in realtà un canale artificiale originato dalla Fossa Fratta che riceve le acque del sistema Agno - Guà, e pertanto assume il nome, improprio, di fiume. Ovviamente il bacino montano del Gorzone è quello del torrente Agno, che drena le acque della zona detta delle Piccole Dolomiti.

Oltre Valdagno (VI), mutato il proprio nome in Guà, l'Agno riceve il torrente Poscola e il fiume Brendola. Curvando verso est, il Guà muta ancora il proprio



Fig. 4.10 - Il Brenta a Stra col Piovego (a destra nella foto) e il Naviglio Brenta (a sinistra) (Foto: Andrea Ninfo - Progetto via Annia).

nome in Frassine e viene alimentato mediante i manufatti di regolazione dello scolo Ronego. Il sistema del Gorzone riceve inoltre le acque del Chiampo e del canale Fossetta (derivato dall'Adige), per poi sfociare in Brenta in località Botte Tre Canne.

Nella Fig. 4.11 è riportata una fotografia del Gorzone con l'Adige.



Fig. 4.11 - Il Gorzone (a destra) con l'Adige a Le Marice (Cavarzere).

#### 4.1.6. Fiume Adige

Il fiume Adige nasce da una sorgente subito a sud del passo di Resia, a quota 1550 m s.l.m., ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km<sup>2</sup>, un percorso di 409 km e sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone, situato tra le foci dei fiumi Brenta e Po.

Il suo bacino idrografico interessa aree comprese nelle regioni Trentino Alto Adige e Veneto, nonché per una piccola parte nel territorio svizzero.

L'Adige forma nel suo tratto iniziale i laghetti di Resia e della Muta, quindi scende rapidamente a sud, poi a est fino alla conca di Merano (BZ), dove riceve il Passirio.

Quindi piega a sud ed è raggiunto, presso Bolzano, dall'Isarco; il fiume scorre ormai su un ampio fondovalle ed è costretto dai conoidi di deiezione dei suoi maggiori affluenti, tra cui l'Avisio e il Noce, a descrivere meandri tra una riva e l'altra.

Entrato in pianura assume nuovamente la direzione est, scorrendo parallelo al Po cui un tempo tributava.

Il suo corso in pianura, per circa 110 km, è per lo più pensile ed è accompagnato da poderosi argini per prevenire inondazioni (particolarmente disastrosa fu la piena del 1882, quando le acque ruppero a Legnago - VR, sommergendo 1260 km<sup>2</sup> di territorio).

Si può affermare che, ai fini della difesa dalle piene in provincia di Venezia, lo scolmatore in galleria Mori - Torbole (TN) abbia quasi eliminato la probabilità di esondazioni per tracimazione delle arginature, soprattutto se si tiene conto della prevista costruzione di un serbatoio di laminazione sull'Avisio.

Critiche rimangono comunque le condizioni delle arginature che presentano problemi di infiltrazioni ingenti. Il Consorzio Delta Po Adige (ora "Delta del Po") segnala infatti la presenza di portate di qualche rilievo anche in assenza di precipitazioni nei bacini di bonifica prospicienti le arginature del fiume.

L'Adige ha un regime alpino, con magre invernali e piene primaverili - estive, per il disgelo; imponenti anche le piene autunnali, dovute alle precipitazioni.

Nella Fig. 4.12 è riportata una fotografia dell'Adige.

#### 4.1.7. Bacini dei fiumi d'interesse interregionale

##### 4.1.7.1. Fiume Lemene

I fiumi e i canali che costituiscono la complessa rete idrografica del bacino del Lemene traggono origine da una serie di rogge che si dipartono dalla fascia delle risorgive nella pianura compresa tra Tagliamento e Meduna.

Il sistema nasce a nord di Casarsa (PN) come Roggia

Versa, quindi a sud di S. Vito al Tagliamento, dopo aver ricevuto la Roggia di Gleris e la Roggia Roiuzza, diviene Lemene.

La Roggia Versiola scorre a lungo parallelamente al Lemene e viene collegata ad esso con vari canali nel centro storico di Portogruaro.

Il Reghena nasce come Roggia Mussa a nord di Casarsa, poi, a Sesto al Reghena (PN), assume il suo nome definitivo; poco più a valle vi si immette il Caomaggiore.

Presso Portogruaro, Reghena e Lemene si uniscono mediante una confluenza canalizzata e subito dopo, nei pressi di Concordia Sagittaria, da esso si diparte il diversivo Cavanella Lunga che sfocia nel Nicesolo e quindi nella laguna di Caorle e in mare al porto di Falconera. Il ramo originario del fiume giunge a sua volta al Nicesolo presso lo sbocco del diversivo Riello dopo aver raccolto le acque di alcuni bacini di bonifica.

A sud di Concordia Sagittaria, a circa 10 km dal mare il Lemene riceve la Roggia San Giacomo e il Loncon. La cesura idraulica presso Portogruaro (una traversa fluviale che evita tracimazioni nel tratto urbano dell'alveo) isola il tratto del fiume utilizzato per la bonifica a scolo meccanico da quello di monte che drena a gravità le acque provenienti dal territorio dei comuni di Fossalta di Portogruaro, Gruaro e Teglio



Fig. 4.12 - L'Adige col canale di Valle (a sinistra nella foto) e il Bosco Nordio (Chioggia) (Foto: Andrea Ninfo - Progetto via Annia).

Veneto. In tali zone si verificano esondazioni gravi per effetto, da monte, della risistemazione dell'alveo nella zona in regione Friuli Venezia Giulia, da valle, per la regimazione necessariamente cautelativa imposta.

La scarsa pendenza del tratto terminale (quasi nulla tra Portogruaro e la foce) fa sì che le acque subiscano l'influenza delle maree che, ostacolando il deflusso, fanno ampliare notevolmente l'alveo del fiume fino a raggiungere oltre 50 m nei pressi della foce.

Nelle Figg. 4.13 e 4.14 sono riportate una fotografia del Lemene e una del suo affluente Reghena.

#### 4.1.8. Bacini dei fiumi minori

##### 4.1.8.1. Fiume Dese

Il fiume Dese ha origine da risorgive presso Resana (TV) e si sviluppa, interamente arginato all'interno del territorio della provincia di Venezia, per una lunghezza complessiva di circa 42 km dalla sezione di monte fino alla foce nella laguna veneta.

Fra gli affluenti, quasi tutti in sinistra, i più importanti sono lo Zero, i canali Fossa Storta, Pianton, Pesegiana, Desolino, S. Martino e S. Ambrogio. Inoltre il Dese costituisce il recapito di due tra i più importanti bacini a scolo meccanico serviti dalle idrovore Cattal e Zuccarello.



Fig. 4.13 - Il Lemene a Portogruaro.



Fig. 4.14 - Il Reghena a Summaga (Portogruaro) (Foto: Andrea Ninfo - Progetto via Annia).

Nei pressi della foce dal Dese si diparte il ramo secondario del Canale di S. Maria.

##### 4.1.8.2. Fiume Zero

Il fiume Zero ha origine da risorgive presso Campigo e San Marco e si sviluppa, interamente arginato all'interno del territorio della provincia di Venezia, per una lunghezza complessiva di 25 km per poi confluire nel fiume Dese.

Fra gli affluenti più importanti vanno ricordati lo Zarmason e il Vernise; inoltre lo Zero costituisce il recapito dell'idrovora Carmason.

Nella Fig. 4.15 è riportata una fotografia dello Zero.



Fig. 4.15 - Lo Zero; sullo sfondo la sua immissione nel Dese (proveniente da destra nella foto).

##### 4.1.8.3. Fiume Marzenego

Il fiume Marzenego nasce fuori provincia e si sviluppa, interamente arginato, per una lunghezza superiore a 24 km. Fino all'altezza di Robegano segue un percorso molto tortuoso; in questo tratto riceve le acque del Rio Draganziolo, quindi, all'altezza di Mestre, si separa in due rami (Campana e Beccherie). Dalla confluenza dei due rami ha origine il Canale Osellino, anch'esso completamente arginato, la cui estensione supera gli 8 km e che prima di sfociare in laguna raccoglie le acque provenienti dalle idrovore Campalto e Tessera.

Il canale Scolmatore del fiume Marzenego riceve come affluenti il Rio Storto, lo Scolo Ruviego, lo Scolo Dosa e il Rio Cimetto.

Tutta la superficie del bacino dello scolmatore è diventata, con la messa in esercizio dell'impianto idrovoro, a scolo meccanico alternato.

La realizzazione dello scolmatore tra il Marzenego e lo scolo Ruviego e il risezionamento di quest'ultimo hanno recentemente risolto i problemi di esondazione dell'abitato di Noale.

##### 4.1.8.4. Tergola

Il Tergola ha origine, in zona di risorgiva, a sud di Cittadella (PD), sottopassa il Muson dei Sassi presso Resana (TV) e procede pensile sui terreni circostanti. In comune di Stra vi è la diversione di parte delle

portate del Tergola nello Scolo Veraro (che si getta immediatamente in Naviglio Brenta), mentre le portate rimanenti confluiscono nel Rio Serraglio che prosegue nei comuni di Fiesso d'Artico, Dolo e Mira fino a gettarsi in Naviglio Brenta a Mira Porte.

#### 4.1.8.5. *Fiumicello Muson Vecchio*

Il Muson Vecchio raccoglie le acque delle zone di sorgiva poste nel territorio a nord di Castelfranco Veneto (TV); arginato, sottopassa il Muson dei Sassi poco dopo l'abitato di Camposampiero (PD) e attraversa il comprensorio dirigendosi verso Mirano, dove confluisce nel Canale Taglio di Mirano.

#### 4.1.8.6. *Taglio di Mirano*

Il Taglio di Mirano, costruito agli inizi del XVIII secolo, convoglia presso Mirano le acque del Muson Vecchio in Naviglio Brenta senza ulteriori apporti di portata.

#### 4.1.8.7. *Naviglio Brenta*

Il Naviglio Brenta trae origine dalla sistemazione di un vecchio ramo del Fiume Brenta che sfociava in Laguna. Esso ha inizio appena fuori l'abitato di Stra ed è alimentato attraverso un manufatto di regolazione abbinato alla conca di navigazione che lo mette in comunicazione con il Fiume Brenta e il Canale Piovego, che a sua volta si immette nel Brenta proprio in corrispondenza della conca.

Numerose sono le derivazioni presenti lungo i 25 km del suo percorso. In generale la maggior parte della portata del Naviglio è deviata presso Mira nel Canale Novissimo e pertanto alla foce può giungere una frazione anche molto piccola della quantità di acqua derivata a monte dal Brenta.

Oltre alle portate derivate dal Brenta, nel Naviglio

confluiscono i contributi dello Scolo Veraro (che oltre a eventuali picchi di portata del Tergola consegna scarichi del comune di Stra e della sua zona industriale), del Canale Taglio di Mirano, del sistema Tergola - Serraglio e dello Scolo Pionca.

Nella Fig. 4.16 è riportata una fotografia del Naviglio Brenta.

#### 4.1.8.8. *Canale Novissimo*

Il Canale Taglio Novissimo si diparte dal Naviglio Brenta in centro a Mira poco dopo la confluenza con il Naviglio stesso del Canale Taglio di Mirano. A valle del suo incile i livelli sono sostenuti con una conca di navigazione situata in corrispondenza dell'inizio dell'idrovia Padova Venezia, tronco terminale. A valle di questo manufatto il corso del Novissimo prosegue rettilineo lungo la S.S. 309 Romea per un lungo tratto, da cui diverge per scaricare le sue portate in Laguna nella zona delle Valli di Brenta.

#### 4.1.8.9. *Idrovia Padova Venezia*

L'idrovia Padova Venezia ha intercettato alcuni canali di bonifica creando qualche scompenso sull'organizzazione idraulica preesistente. In particolare alcuni canali a deflusso naturale sono stati collegati all'idrovia e allo sbocco sono stati posizionati manufatti di scarico muniti di porte vinciane. E' presente, inoltre, una botte a sifone che collega i terreni a scolo meccanico posti a nord dell'idrovia con l'idrovora Dogaletto, posta a sud della stessa.

## 4.2. BONIFICA IDRAULICA

### 4.2.1. Generalità

Il sistema idrografico provinciale si sviluppa in una zona che presenta vaste aree poste al di sotto del



Fig. 4.16 - Il Naviglio Brenta a Mira Porte (Foto: Alessandro Fontana - Progetto via Annia).

livello medio marino, come, peraltro, evidente dalla situazione altimetrica descritta nel Cap. 1 "Microrilievo" e rappresentata nella cartografia di Tav. 1 in scala 1:100.000.

I corsi d'acqua principali e secondari scorrono entro alvei racchiusi da alte arginature per lo più pensili rispetto al circostante piano di campagna e le acque meteoriche che piovono in questo territorio non possono trovarvi recapito. Mancando ora la possibilità di defluire naturalmente verso le antiche lagune e paludi e neppure nella laguna di Venezia né in quella di Carole - Bibione, la bonifica idraulica deve intercettarle tramite una fitta rete di canali per convogliarle in punti specifici nei quali, con potenti pompe, le "idrovoce", vengono scaricate al di fuori del perimetro del bacino idraulico di appartenenza; il corpo ricettore finale delle acque così sollevate è un corso d'acqua defluente in mare o in laguna.

Il fitto reticolo di collettori di sgrondo delle acque meteoriche di queste vaste aree depresse costituisce l'attuale rete di bonifica del territorio, che nel Veneto conobbe una prima fase di grande espansione già nel XVI secolo. I monaci benedettini nei pressi di Padova introdussero la rivoluzionaria tecnica della colmata, laddove il prosciugamento dei suoli veniva realizzato favorendo il deposito sul terreno del materiale alluvionale trasportato dagli stessi fiumi. Sempre nello stesso periodo si assiste ai primi interventi di chiusura di alcune aree lagunari a opera della Repubblica di Venezia e anche alla bonifica di vaste aree paludose per iniziativa di alcuni privati, come la proprietà dei Mocenigo posta fra Teglio Veneto e Fossalta di Portogruaro: qui, ben lontani da fiumi con abbondanza

di sedimenti, il drenaggio dei suoli avviene per gravità, tramite l'escavo di fossi rettilinei in direzione delle maggiori pendenze.

La presenza di terreni paludosi iniziò a ridursi drasticamente a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, quando furono avviati gli interventi di bonifica idraulica, che hanno modificato definitivamente la geomorfologia dell'entroterra veneziano ed erano finalizzati a rendere produttive le terre infruttifere e insalubri.

Uno sviluppo in quel periodo che va associato alla rapida evoluzione tecnologica nel campo del sollevamento delle acque: dalle ruote a schiaffo, prima a trazione animale e quindi a vapore, fino alle pompe centrifughe ad asse verticale o, di adozione più frequente, ad asse orizzontale.

Proprio con l'impiego di queste ultime, accoppiate inizialmente a motori a vapore, quindi a motori Diesel e, successivamente, con lo sviluppo delle reti di alimentazione degli impianti, a motore elettrico, nel corso della prima metà del XX secolo avvennero le trasformazioni più profonde del territorio, in particolare dopo la prima guerra mondiale<sup>6</sup>.

La bonifica idraulica è stata realizzata grazie a un'immane opera manuale umana: in un territorio paludoso e malsano, migliaia di operai, detti "scarriolanti" (Fig. 4.17), hanno innalzato argini in terra dell'altezza di oltre tre metri a perimetro di vaste aree paludose e scavato chilometri di nuovi corsi d'acqua, adattando, dove possibile, gli stessi alvei lagunari preesistenti come rete di sgrondo delle nuove superfici agrarie.

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le cartografie delle Tavv. 2 e 3.



Fig. 4.17 - Lavori di scavo di un canale di bonifica: gli scarriolanti.

I regimi idrici vennero completamente variati con l'inserimento degli impianti idrovori di pompaggio a servizio allora, come oggi, dei terreni posti al di sotto del livello del mare.

Nella Fig. 4.18 è riportata la sezione di un impianto idrovoro, mentre nella Fig. 4.19 è raffigurata la pompa centrifuga "Franco Tosi".

Nelle Figg. 4.20 e 4.21 è rappresentato (esterno e interno) l'impianto idrovoro Sette Sorelle al momento della sua costruzione (1928). Come molti altri impianti di analoghe caratteristiche nella provincia di Venezia,

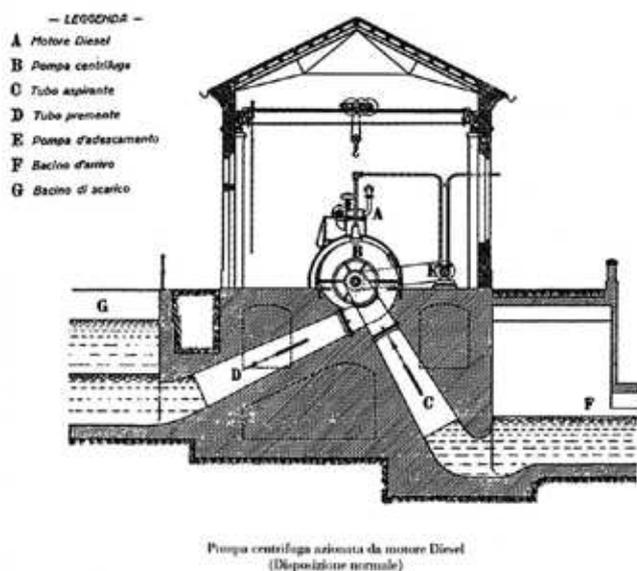


Fig. 4.18 - Sezione di un impianto idrovoro: pompa centrifuga azionata da motore diesel.

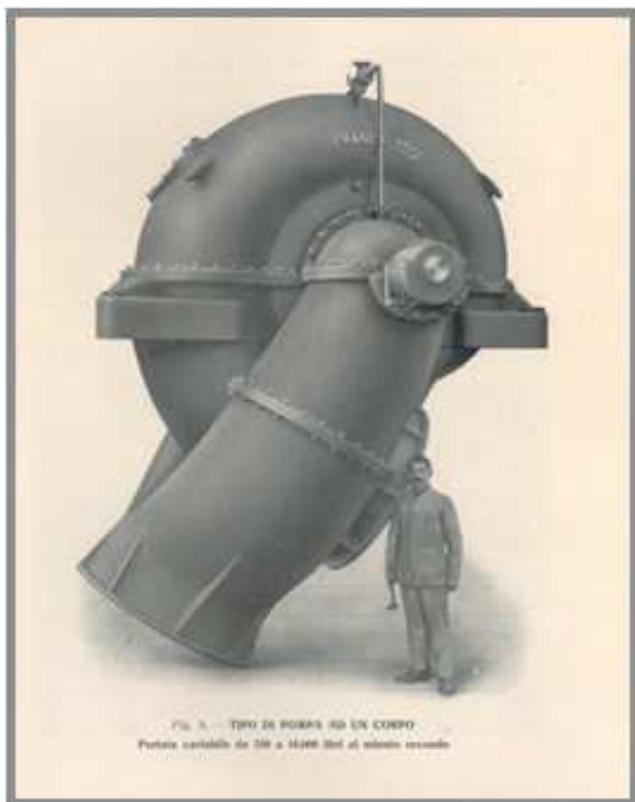


Fig. 4.19 - Pompa centrifuga tipo "Franco Tosi".

tale impianto è tuttora funzionante, pur essendo le pompe centrifughe accoppiate con motori elettrici, in luogo dei vecchi motori Diesel. Peraltro, oggi l'avviamento è automatizzato, in funzione di predeterminati livelli nel canale di arrivo, e telecomandato via radio dalla rete consortile, consentendo una costante interrogazione delle quote dei canali, dei dati di funzionamento dell'impianto, degli allarmi relativi a particolari anomalie, nonché rendendo possibile l'attivazione o l'arresto delle pompe anche da notevoli distanze. L'innovazione nella realizzazione delle opere di bo-



Fig. 4.22 - Le moderne pompe a elica.

nifica ha consentito l'utilizzo di tecniche costruttive efficaci nella costruzione delle stesse stazioni di sollevamento, tramite cassoni autoaffondanti o l'impiego di elettropompe a elica di tipo sommersibile a elevata efficienza (Fig. 4.22), che consentono di ridurre gli oneri connessi alla realizzazione degli edifici idrovori. È possibile fare un interessante confronto tra i vecchi impianti idrovori e quelli nuovi; nelle Figg. 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 sono riportate fotografie dell'impianto idrovoro Ronchi a Portogruaro.

Nella Fig. 4.27 è riportata la sezione topografica schematica relativa al territorio orientale dell'ex Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione (ora facente parte dell'Adige Euganeo), posto nella parte più meridionale della Provincia.

In tale sezione viene evidenziata l'attuale situazione altimetrica e idrometrica, peraltro comune a buona parte della bassa pianura veneta, con indicazione dei campi coltivati, dei centri abitati ecc., posti ben al di sotto del livello del medio mare e con gli argini dei fiumi e della restante rete idrografica per lo più di molto sovrastanti il piano campagna.

Si tratta, peraltro, di uno schema esemplificativo, che riduce notevolmente l'estensione del territorio, a favore di una immediata percezione delle differenze altimetriche.

Risulta, quindi, evidente che laddove il livello normale dell'acqua all'interno degli argini è inferiore o prossimo al livello del medio mare si rende necessario sollevare le acque verso il recapito finale (Canali dei Cuori,



Fig. 4.20 - L'impianto idrovoro Sette Sorelle a S. Stino di Livenza a lavori ultimati (1928).

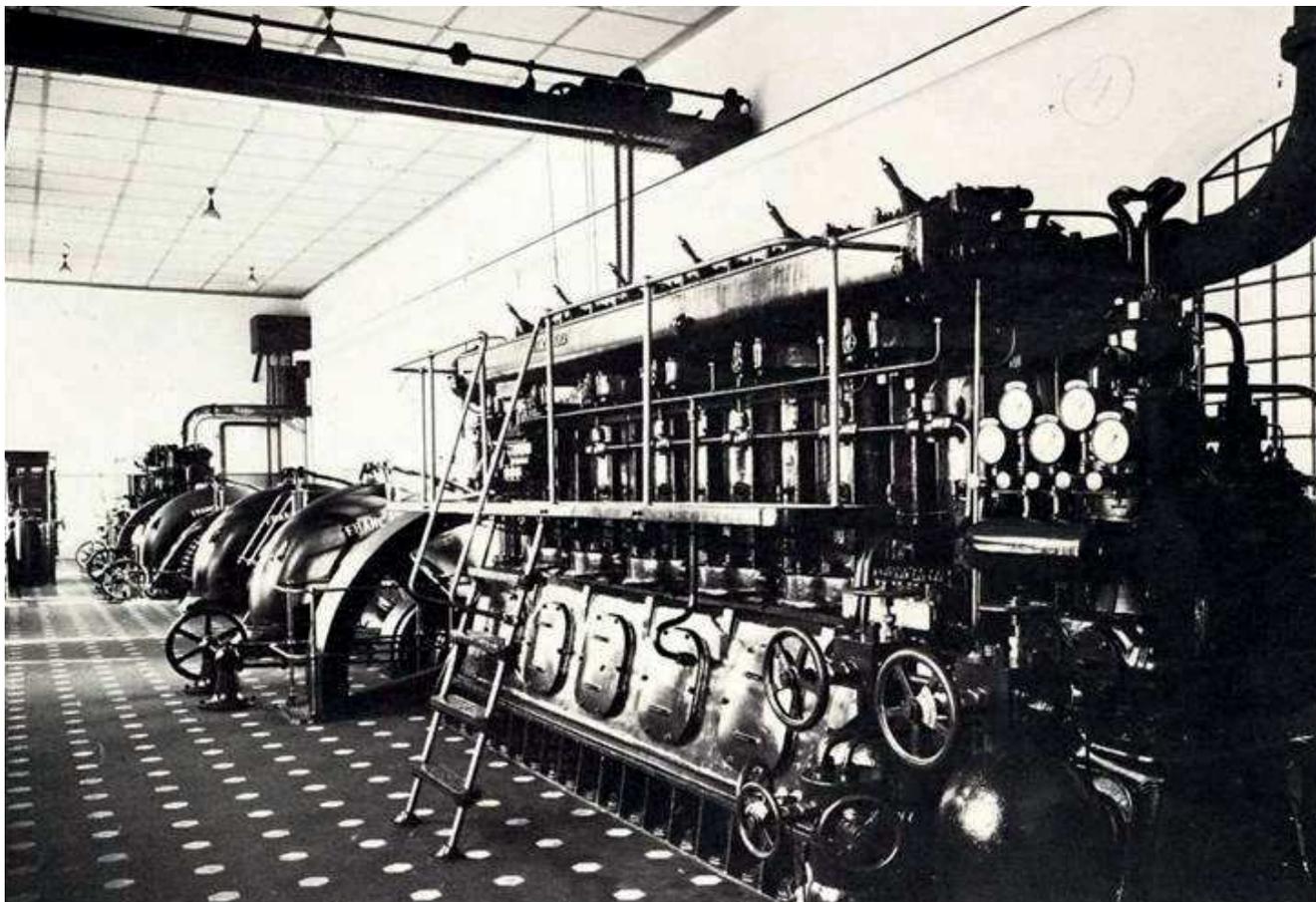


Fig. 4.21 - Motore diesel e pompe centrifughe dell'impianto idrovoro Sette Sorelle a S. Stino di Livenza (1928).



Fig. 4.23 - L'impianto idrovoro Ronchi a Portogruaro (1926).



Fig. 4.25 - Spaccato del nuovo impianto idrovoro Ronchi a Portogruaro al centro della rotonda (2008).

Rebosola, Sugana, Barbegara, Paltana) e dove, invece, il livello è superiore il recapito avviene per gravità (fiumi Adige, Bacchiglione e Gorzone).

Tuttavia, l'estrema fragilità idraulica sarebbe palese qualora si osservasse dall'alto lo stesso territorio, oppure si analizzasse una foto aerea o, ancora, si percorresse la pianura a livello di piano campagna: quegli stessi rilevati arginali, così imponenti nello schema sopra descritto, apparirebbero poco più che lunghe strisce di terra, spesso difficili da distinguere, a protezione di decine di migliaia di ettari di campagne, centri urbani, aree artigianali e industriali. Una condizione di rischio idraulico<sup>7</sup> ancora più percepibile, qualora, in occasione di eventi di piena, si consideri il livello massimo dell'acqua degli stessi fiumi sovrastante di oltre otto metri il livello del piano campagna.

Nella zona centro-settentrionale del territorio provinciale è presente, inoltre, una vasta area sita al di sopra del livello medio del mare che presenta andamento altimetrico digradante sia da ovest verso est che da nord verso sud e consente alle acque di defluire per via naturale. Anche in quest'area i fiumi sono per lo più arginati e quindi si è resa necessaria una complessa rete idrografica collettrice che recapita le acque reflue nei recettori immediatamente a ridosso della zona a scolo meccanico che circonda la Laguna di Venezia, ove le quote lo consentono.

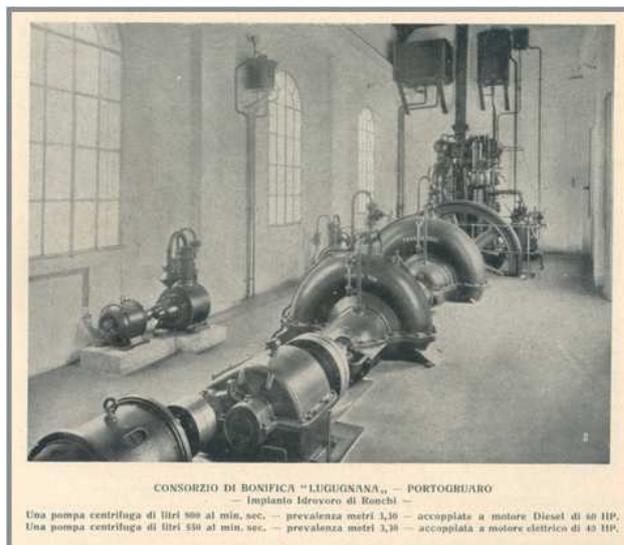


Fig. 4.24 - Le pompe centrifughe e il motore diesel dell'impianto idrovoro Ronchi a Portogruaro (1926).



Fig. 4.26 - Il nuovo impianto idrovoro Ronchi a Portogruaro e la riconfigurazione viaria (2008).

E', quindi, di fondamentale rilevanza, da un lato, la definizione dei bacini di pianura dei fiumi principali non utilizzati quali recettori di acque di bonifica e il cui corso è stato anche modificato per evitare la presenza di foci in Laguna di Venezia<sup>8</sup>; dall'altro, la suddivisione in bacini tributari degli impianti idrovori, la presenza di rilevati naturali e artificiali di modesta altezza che isolano alcune aree rispetto alle circostanti e, ultime ma nondimeno importanti, le regolazioni effettuate per vari motivi su chiaviche di scarico, sostegni e altri manufatti idraulici in genere.

E' possibile suddividere il territorio provinciale secondo le tre principali modalità di deflusso delle acque, e cioè le zone a scolo meccanico, meccanico alternato e naturale; esse sono cartografate nella Tav. 5. Si possono poi individuare, nelle zone a scolo mec-

<sup>7</sup> Vedi anche il capitolo 18 "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>8</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico".

canico, i bacini e gli eventuali sottobacini tributari di ognuno degli impianti idrovori in funzione nel comprensorio provinciale, sia a gestione pubblica che privata; anch'essi sono indicati nella Tav. 5 assieme ai rispettivi impianti idrovori. Nelle zone a scolo naturale si evidenzia la rete secondaria che convoglia le acque ai corsi d'acqua principali.

Si ritiene opportuno far rilevare che, per le caratteristiche che il sistema idrografico ha assunto anche in seguito a interventi di origine antropica (principalmente la circostanza che i fiumi di rilevanza nazionale non ricevono contributo d'acqua dal territorio provinciale), possono essere considerati ai fini pratici indipendenti il rischio di inondazione per piena dei fiumi principali e i rischi legati alle condizioni della bonifica. Fatto, questo, di particolare interesse anche pratico.

#### 4.2.2. Consorzi di bonifica

Tra gli enti che hanno competenze sul territorio provinciale vi sono i Consorzi di bonifica, che hanno un ruolo di rilievo (oltre a una notevole tradizione storica nella gestione del proprio territorio) nel campo del rischio idraulico.

Poiché i limiti consortili sono dettati dalla situazione idrografica in quanto raggruppano una serie di bacini unitari, i loro confini amministrativi non coincidono ovviamente con quelli provinciali.

I Consorzi di bonifica sono stati riformati con la L.R.V. n° 12 del 18.05.2009, che ha abrogato la precedente L.R.V. n° 3 del 13.01.1976, e gli accorpamenti operati (per quanto riguarda i Consorzi interessanti la provincia di Venezia) hanno portato alla suddivisione indicata nella Tab. 4.1, nella quale è indicata anche la superficie consortile (in ha) e la percentuale del loro territorio ricadente in provincia di Venezia.

La loro rispettiva posizione territoriale nell'ambito provinciale di Venezia è sinteticamente riportata nella Tav. 5 in scala 1:100.000.

Ma il riordino dettato dalla nuova Legge regionale non è solo nei perimetri consortili, in quanto attiene più propriamente a un concetto di "Bonifica" che si è costantemente aggiornato nel tempo, seguendo l'evoluzione della società, delle esigenze civili ed economiche del territorio.

Ciò avviene negli anni trenta del secolo scorso con il R.D. n° 215 del 13.02.1933, che costituisce traduzione normativa dell'innovativo concetto di "bonifica integrale", laddove non si vuole intendere solo un aspetto idraulico-igienico, ma si assume un senso più ampio che includa la messa a coltura, il controllo delle acque, l'irrigazione, l'appoderamento, la colonizzazione, tramite la realizzazione di strade, pozzi d'acqua dolce, dispensari antimalarici e tutto ciò che possa risultare necessario per rendere utilizzabile il territorio.

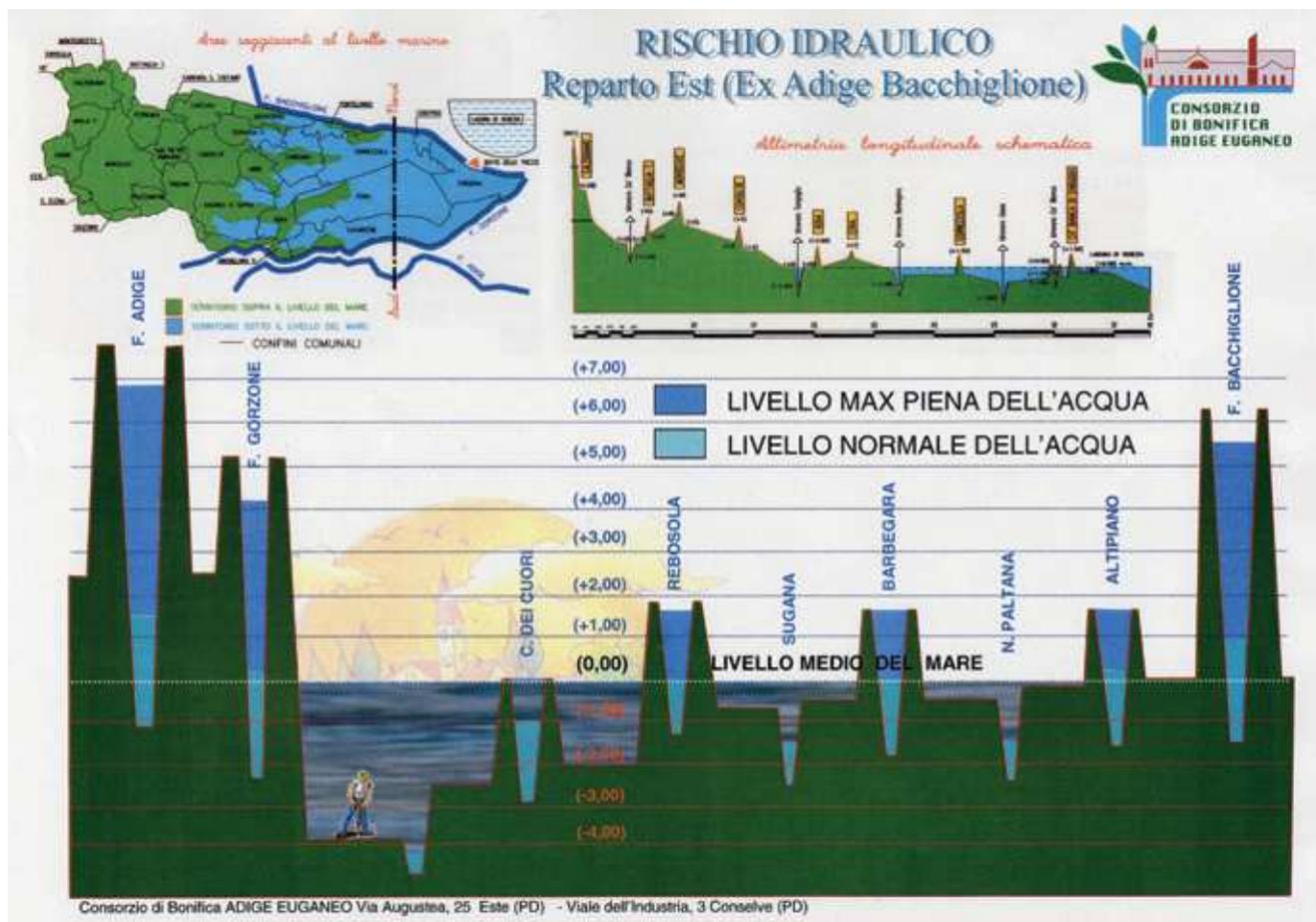


Fig. 4.27 - Sezione topografica schematica relativa al territorio orientale dell'ex Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione (ora Adige Euganeo).

Nuovi Consorzi di bonifica (L.R. 12/2009)	Consorzio di bonifica precedente (L.R. 3/1976)	Superficie Totale (ha)	Superficie del comprensorio ricadente nella provincia di Venezia (ha)	% di superficie ricadente in provincia di Venezia
Veneto Orientale	Pianura Veneta	57.355	56.408	98,35 %
	Basso Piave	56.004	47.854	85,45 %
Piave	Pedemontano Sinistra Piave	71.700	19	0%
	Destra Piave	52.995	3.207	6,05 %
	Pedemontano Brentella di Pederobba	64.699	-	-
Acque Risorgive	Dese Sile	43.464	22.529	51,83 %
	Sinistra Medio Brenta	56.966	23.965	42,07 %
Bacchiglione	Bacchiglione Brenta	58.247	10.298	17,68 %
Adige-Euganeo	Adige Bacchiglione	49.037	12.611	25,72 %
	Euganeo	70.170	-	-
Delta del Po	Delta Po Adige	53.699	2.462	4,58 %
Adige Po	Polesine Adige Canalbianco	64.247	11.010	17,14 %
	Padana Polesana	57.960	-	-

Tab. 4.1 - Consorzi di bonifica in provincia di Venezia.

## COME SI PUO' CREARE UNA NUOVA TERRA. JOLANDA DI SAVOIA NELLA GRANDE BONIFICAZIONE FERRARESE

*26 maggio 1926*

Scheda a cura di Andrea de Götzen

Quindici anni or sono, nel giugno 1910, S.M. il Re venuto nel Ferrarese a visitarne le opere di bonificazione, sostava in una località allora denominata "Le Venezie" che da quel giorno sorgeva a Comune, col nome augusto di Jolanda di Savoia. Nulla di straordinario, nulla di nuovo nella erezione di un Comune, ma ciò che era ed è straordinario ed eccezionale si è che del territorio di questo Comune, il quale misura una superficie di circa 100 km<sup>2</sup>, non ve ne è un palmo che non sia sotto il livello del mare, ad una profondità variabile da due a tre metri. Ancora pochi anni prima quivi era il centro di quella immensa palude, intersecata da sottili strisce di dossi appena emergenti, conosciuta sotto il nome di Valli di Ambrogio e di Codigoro, ossia l'antico Polesine di Ferrara, in tempi lontani assai più sopraelevato e che nel volgere dei secoli, per un complesso fenomeno di scorrimento e di costipamento, si era venuto abbassando così da divenire assoluto dominio delle acque stagnanti, della vegetazione palustre e della malaria. Al nome gentile e caro agli Italiani della Principessa di Savoia

risponde oggi un Comune che conta già quasi 6000 abitanti, il cui centro nulla ha da invidiar ai più progrediti fra i Comuni rurali; ivi l'acqua potabile derivata dal lontano Po sgorga nel mezzo della piazza da una elegante fontana; appresso sorgono la palazzina municipale, il teatro, le scuole, un albergo, graziose villette di civile abitazione, numerose eleganti casette coloniche costruite secondo i più moderni criteri di comodità e di igiene, e, sulla riva di uno dei maggiori collettori delle acque di scolo, per ampiezza e profondità navigabile, allargantesi qui in darsena, un grande zuccherificio con annessi numerosi fabbricati per gli uffici e per il personale. Tutto ciò ha del miracoloso per chi volga lo sguardo al non lontano passato ed alle condizioni naturali del luogo; ed è infatti un miracolo di ardimento, di tenacia, di lavoro intenso e indefesso, che volle e vinse una lotta aspra, lunga, piena di mille insidie e di sorprese, contro la natura ribelle, che, solo a chi sa domarla, offre poi generosa i propri tesori. Questo miracolo ha un nome, si chiama: Bonificazione.

Si assiste oggi, con la L.R. n° 12/2009, a un ulteriore passaggio dalle funzioni consortili, orientate alla tradizionale gestione idraulica del territorio agricolo, a obiettivi più ampi caratterizzati dalla tutela dell'ambiente, del paesaggio, delle risorse idriche destinate all'irrigazione, dalla sicurezza idraulica delle aree urbane, alla protezione civile.

Tuttavia, anche nel futuro non potrà venir meno un compito fondamentale dei Consorzi di bonifica relativo alla manutenzione delle opere idrauliche, canali, idrovore, arginature, pena il loro degrado e il rischio di un ritorno ad aree interessate da ristagni, quando non sommerse dalle acque.

Vengono qui di seguito riportati i dati essenziali per ciascun Consorzio di bonifica.

**4.2.2.1. Consorzio di bonifica "VENETO ORIENTALE"**  
Deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Basso Piave e Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento.

La superficie comprensoriale del *Consorzio di bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento* è di 57.355 ha, ricadente nelle province di Venezia e Treviso. Quasi tutto il territorio consortile appartiene alla provincia di Venezia (56.408 ha). Il territorio conta quaranta bacini ed è soggetto a scolo meccanico per circa due terzi del comprensorio, e a scolo naturale nella fascia posta a nord a confine con il Friuli Venezia Giulia. Il territorio confina a NNE con il fiume Tagliamento, a nord è per gran parte delimitato dal confine provinciale, a SSO confina con il fiume Livenza e a sud con il mare Adriatico.

Il territorio del *Consorzio di bonifica Basso Piave* è perimetrato a est dai fiumi Monticano e Livenza; a sud dal mare Adriatico; a ovest dalla laguna di Venezia, dal fiume Sile e dal canale Fossetta, nonché dal confine con il limitrofo Consorzio di bonifica Destra Piave, a nord dal Piave. La superficie territoriale del comprensorio risulta di 56.004 ha complessivi, comprendente 20 comuni nelle province di Treviso (7 comuni) e Venezia (13 comuni). Circa l'80% del territorio (pari a 47.854 ha) di competenza di questo Consorzio appartiene dal punto di vista amministrativo alla provincia di Venezia per un'estensione che va da Portegradi seguendo il confine con il Consorzio Destra Piave e il confine provinciale, comprendendo tutta la penisola del Cavallino. Il territorio presenta tendenzialmente quote altimetriche inferiori al livello medio del mare. Fa eccezione il confine settentrionale della provincia e alcune zone caratterizzate da fattori morfologici particolari, quali il corso dei fiumi Livenza e Piave e i cordoni litoranei. Tutto il territorio è soggetto a scolo meccanico a eccezione della fascia altimetricamente più elevata a ridosso del corso del Piave, fino a San Donà, e dell'estremità meridionale, fino a Ceggia, di un bacino quasi completamente ricadente in provincia di Treviso.

**4.2.2.2. Consorzio di bonifica "PIAVE"**

Deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Destra Piave, Pedemontano Brentella di Pederobba e Pedemontano Sinistra Piave.

Dei 3 comprensori originari quello del *Consorzio di bonifica Destra Piave*, comprendente quella parte dell'area a cavallo della fascia delle risorgive racchiusa tra il Sile e il Piave, tra le pendici del Montello e il canale Fossetta, ha una superficie territoriale, per lo più a scolo meccanico, di 3.207 ha in provincia di Venezia, e precisamente tra la S.S. 14 fino a Fossalza di Piave e il confine con la provincia di Treviso.

Il comprensorio *Consorzio di bonifica Pedemontano Sinistra Piave* ha soli 19 ha in provincia di Venezia (e precisamente in comune di Noventa di Piave).

Il *Consorzio Pedemontano Brentella di Pederobba*, invece, non comprende territori in provincia di Venezia.

**4.2.2.3. Consorzio di bonifica "ACQUE RISORGIVE"**

Deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Dese Sile e Sinistra Medio Brenta.

Il comprensorio del *Consorzio di bonifica Dese Sile* (43.464 ettari) ricade nelle province di Venezia, Treviso e Padova. L'ambito territoriale in provincia di Venezia (22.529 ha) di competenza di questo Consorzio segue il confine con il Consorzio Sinistra Medio Brenta a SE e tutto il confine provinciale fino a Portegradi, da dove segue il Taglio del Sile fino all'inizio dell'arginatura a mare dello stesso. La parte del territorio consorziale, soggetta a scolo meccanico, è quella altimetricamente più depressa, costituita dalla fascia di conterminazione lagunare compresa tra Mestre centro e il Sile, mentre la porzione terminale del grande bacino che si estende da Mestre verso NO e fino al confine provinciale è sottoposta a scolo alternato.

La superficie complessiva del *Consorzio di bonifica Sinistra Medio Brenta* è pari a 56.966 ha e comprende le province di Venezia, Padova e Treviso. Insiste su un territorio all'incirca egualmente ripartito tra le province di Venezia e Padova, con una estremità, limitata propaggine settentrionale ricadente nella provincia di Treviso. La parte del territorio ricadente nella provincia di Venezia (23.965 ha) è delimitata a sud dal corso del Naviglio Brenta fino a Dolo, quindi dal rilevato su cui corre la S.P. 13 e dall'arginatura dello Scolo Fiumazzo. Verso la laguna sono presenti circa 12 km di arginature a mare. A est il confine con il Consorzio Dese Sile passa per l'abitato di Mestre, mentre a NE non segue una linea fisica o stradale evidente e costeggia gli abitati di Spinea e Salzano.

**4.2.2.4. Consorzio di bonifica "BACCHIGLIONE"**

Corrisponde all'originario comprensorio del *Consorzio di bonifica Bacchiglione Brenta*. Il suo comprensorio si estende complessivamente per 58.247 ettari di cui 47.949 ha in provincia di Padova e 10.298 ha in

provincia di Venezia. La parte del territorio consortile ricadente nella provincia di Venezia è delimitata a Sud dal Bacchiglione e a nord da Naviglio Brenta e Scolo Brentelle. La maggior parte di questo terreno è soggetto a scolo naturale, fatta eccezione per il piccolo sottobacino di Sambruson di Dolo in cui si opera a scolo misto.

#### 4.2.2.5. *Consorzio di bonifica "ADIGE-EUGANEO"*

Deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Adige Bacchiglione e Euganeo.

La parte del territorio consortile del *Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione* ricadente nella provincia di Venezia è delimitata ad ovest e a nord dal confine amministrativo provinciale, a sud dal fiume Adige, mentre termina a est nella punta creata dalla confluenza del Gorzone in Adige. Tutto il territorio in oggetto è depresso sotto il livello del mare a eccezione di un limitatissimo intorno dell'abitato di Cavarzere; di conseguenza tutti i bacini di bonifica sono soggetti a scolo meccanico.

I territori del *Consorzio di bonifica Euganeo* non riguardano, invece, la provincia di Venezia.

#### 4.2.2.6. *Consorzio di bonifica "DELTA DEL PO"*

Corrisponde all'originario comprensorio del *Consorzio di bonifica Delta Po Adige*. Costituisce quella parte delle province di Rovigo e Venezia comprese tra il fiume Brenta a nord, il Po di Venezia, il Po di Levante, il Po di Brondolo e il Canale di Valle a ovest, il mare Adriatico a est. La superficie complessiva del comprensorio è pari a 53.699 ha. La superficie territoriale in provincia di Venezia è di appena 2462 ha, limitata alla sola zona della bonifica Ca' Lino in comune di Chioggia, tutta a scolo meccanico.

#### 4.2.2.7. *Consorzio di bonifica "ADIGE PO"*

Deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Polesine Adige Canal Bianco e Padana Polesana.

Il lembo orientale del territorio del *Consorzio di bonifica Polesine Adige Canalbianco* ricade in provincia di Venezia (11.010 ha) e comprende tre grandi bacini di scolo (Dossi Vallieri, Tartaro Osellin, Comprensorio San Pietro di Cavarzere), parte dei quali non rientrano nell'ambito provinciale.

Il *Consorzio di bonifica Padana Polesana*, invece, non presenta territori situati in provincia di Venezia.

## TUTELA AMBIENTALE E MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE NELLA BONIFICA VENETA<sup>9</sup>

Vincenzo Bixio - Università di Padova - Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Marittima, Ambientale e Geotecnica

L'ambito di azione maggiormente innovativo introdotto nella bonifica veneta nel corso degli ultimi anni è quello della tutela ambientale e del miglioramento della qualità delle acque, perseguito principalmente attraverso la rinaturazione dei corsi d'acqua e la realizzazione delle fasce tampone e delle aree umide.

Le esigenze di tutela ambientale hanno condotto a un rinnovamento delle tecniche di progettazione in vari ambiti della bonifica, introducendo criteri innovativi mirati alla riqualificazione del territorio accanto a quelli tradizionali di natura idraulica.

La rinaturazione dei corsi d'acqua viene perseguita attraverso la ricostituzione della vegetazione ripariale e la creazione di fasce alberate lungo i collettori, considerate indispensabili, oltre che agli effetti paesaggistici, anche per la costituzione di vie di comunicazione che consentano la vita e la riproduzione della fauna. Pertanto negli interventi sulla rete idrografica viene perseguita una funzione di corridoio ecologico del corso d'acqua, attraverso la presenza di sistemi verdi costituiti da siepi, arbusti e alberature, atti a fornire ricovero, percorsi e passaggi protetti ai componenti degli ecosistemi presenti nell'area.

Considerata la caratteristica forma a reticolo as-

sunta usualmente dai collettori di bonifica, che nel Veneto coprono una lunghezza di molte migliaia di chilometri, risulta evidente l'interesse capillare che viene ad assumere il ripristino della vegetazione arborea lungo tali corsi d'acqua, pur tenuto conto delle limitazioni che questa pratica può incontrare per la necessità parallela di consentire la manutenzione con mezzi meccanici.

La costituzione di oasi naturalistiche può essere abbinata altresì con i requisiti di pregio delle zone umide, con la realizzazione di volumi di invaso utili alla laminazione delle punte di piena, i quali possono fungere in pari tempo da serbatoi volti a migliorare la qualità delle acque attraverso l'incremento dei tempi di ritenzione idrica e da aree di sviluppo di vegetazione spontanea.

In definitiva quindi nel riassetto delle reti di bonifica, accanto ai provvedimenti tradizionali di ricalibratura dei corsi d'acqua e di potenziamento dei manufatti, si rivela determinante per il riequilibrio idraulico e ambientale la ricerca sistematica di superfici destinate a un uso plurimo di laminazione di piena, di

<sup>9</sup> Estratto da: "La nuova bonifica nel Veneto: dal Consorzio Dese Sile al Consorzio Acque Risorgive".

sedimentazione parziale dei soluti, di invaso con rilascio controllato per garantire un deflusso minimo vitale nel canale, di oasi naturalistica con sviluppo di vegetazione arborea.

Tra i tipi più semplici vi sono gli interventi diffusi lungo i collettori, mirati a recuperare alla funzionalità idraulica del corso d'acqua le superfici agricole non produttive o di entità così limitata da essere oggetto di abbandono. Tali interventi consistono nell'utilizzare superfici di estensione anche limitata lungo il corso d'acqua, reperibili ad esempio nell'ambito di progetti di ricalibratura, come le anse fluviali rettificata, le golene, i relitti catastali acquisibili, allo scopo di realizzare aree golenali utili alla fitodepurazio-

ne, alla rinaturazione del canale e al tempo stesso utili alla laminazione delle piene.

Il reperimento di aree di tale tipo non risulta tuttavia agevole, per quanto estesa sia attualmente la disponibilità di superfici non adeguatamente utilizzate, con particolare riferimento alle cave abbandonate e alle superfici agricole carenti di franco di bonifica.

La progettazione degli interventi nelle reti di bonifica si è evoluta quindi da una concezione di tipo esclusivamente idraulico delle opere connesse a una visione più complessa che tenga conto dell'insieme dei fenomeni di carattere ambientale nella quale essa viene ad inserirsi.

## GERARCHIA DEI CORSI D'ACQUA DEL TERRITORIO PROVINCIALE VENEZIANO

di Michele Zanetti - Associazione Naturalistica Sandonatese

Il settore meridionale della Pianura Veneta, e in particolare la fascia compresa nell'ambito territoriale della Provincia di Venezia, è costituito da tre distinte componenti geografiche e geomorfologiche: il litorale sabbioso, la fascia lagunare e la bassa pianura alluvionale. Questa stessa fascia pianiziale si caratterizza per la presenza di un complesso sistema idraulico. La densità della rete idrica di superficie, che per essere tale risulta formata anche da elementi in connessione trasversali quali la Litoranea Veneta nel settore nord-orientale, si accompagna in questo caso a una complessa tipologia degli stessi corsi d'acqua.

Il sistema risulta sviluppato intorno alle aste terminali dei fiumi alpini (Adige, Brenta, Piave, Tagliamento), che scorrono con inclinazione NO-SE, seguendo

la naturale pendenza delle conoidi di deiezione costruite nel Postglaciale dalle loro stesse correnti. I loro alvei risultano pensili sui territori della pianura circostante e ne costituiscono gli elementi portanti, oltre che di maggiore rilievo in termini di dimensioni, di portata e di problemi di gestione.

Nel settore orientale, tra il corso del Piave e quello del Tagliamento si interpone il Livenza: fiume prealpino di natura anomala in termini di regime idraulico, essendo stagionalmente alimentato dalle acque del sistema fluviale prealpino Meduna - Cellina.

Accanto ai principali elementi dell'idrografia territoriale, nei territori del cavarzerano, del miranese, del sandonatese e del portogruarese si sviluppa, con andamento parallelo agli alvei principali, un complesso sistema di fiumi minori di risorgiva.

Si tratta in genere di corsi d'acqua di dimensioni e portata modeste le cui sorgenti si collocano nella fascia detta appunto delle risorgive, collocata alcuni chilometri – o alcune decine di chilometri – a monte. Dal Muson - Lusore, al Marzenego, al Dese - Zero, al Vallio - Meolo che scorrono sulle propaggini della conoide del Brenta e del Piave, sulla destra di quest'ultimo, al Grassaga - Bidoggia - Piavon della sinistra Piave; al Malgher - Loncon della sinistra Livenza e infine al Lemene - Reghena - Ver-



Fig. 4.28 - Il canale Lanzoni, antico alveo lagunare, a Millepertiche (Musile di Piave).



Fig. 4.29 - Il canale Ramo ad Isiata (San Donà di Piave).

siola della destra Tagliamento, essi costituiscono un sistema ricco e articolato che garantisce a questo settore della pianura una straordinaria ricchezza d'acque.

Nell'assetto idraulico originale, questo sistema complesso, le cui acque, con l'eccezione del Livenza, sono derivate dalla perdita che si verifica per infiltrazione sulle stesse conoidi del Brenta, del Piave e del Tagliamento, si coniugava direttamente con il sistema sublitoraneo degli alvei lagunari. Nelle stesse lagune costiere infatti si immettevano i flussi idraulici dei fiumi suddetti, mescolandosi con i flussi di marea e garantendone la natura salmastra.

Il fenomeno di involuzione palustre e di naturale imbonimento delle paludi meridionali (Cavarzere) e delle lagune nord-orientali (Eraclea e Caorle) ha tuttavia determinato gli interventi bonificatori dei due secoli scorsi e la creazione di un esteso e articolato reticolo idrografico di natura artificiale. Quest'ultimo, caratterizzato da alvei di dimensioni e andamento del tutto difforni da quelli naturali, si è in parte sovrapposto e connesso con il sistema idrografico naturale, giungendo in alcune aree a sostituirlo.

La gerarchia dei corsi d'acqua antropici si caratterizza infatti per la presenza di grandi canali collettori, di capifosso di adduzione, di fossi di scolo e di scoline; queste ultime, come i fossi, con funzioni di scolo e di irrigazione. Il tutto organizzato secondo criteri geometrici e tali da stendere un reticolo fittissimo sulle superfici sottratte alle paludi storiche, ga-

rantandone la condizione permanente di superfici emerse.

L'adozione di antichi alvei lagunari da parte del sistema delle bonifiche (canales Lanzoni a Musile di Piave, canaletta Mazzotto a Eraclea, canale Lugugnana a San Michele al Tagliamento ecc.) e la relativa trasformazione in canali collettori delle acque di sgrondo delle superfici agrarie ha determinato infine le connessioni capillari tra il sistema idraulico naturale e quello artificiale.

Già in epoca antecedente (sec. XVI-XVIII) la Serenissima aveva tuttavia

effettuato interventi di escavazione di nuovi alvei nell'ambito del grandioso progetto di diversione fluviale teso a salvaguardare la laguna di Venezia<sup>10</sup>. A questa fase risalgono il Taglio Nuovissimo del Mirese, che convoglia le acque del Brenta a Brondolo, e il canale Cavetta a Jesolo. Contestualmente la stessa Serenissima era intervenuta per razionalizzare i collegamenti acquei d'entroterra, con la realizzazione della Litoranea Veneta che, presentando percorso parallelo alla linea di costa, intercetta il tratto di foce di tutti i corsi d'acqua di origine naturale.

Il fenomeno relativo alla dotazione di un reticolo idraulico artificiale con funzioni scolanti e irrigue ha infine caratterizzato anche i territori emersi collocati più a monte e anticamente forestali. Questo stesso reticolo permea infatti vastissime superfici agrarie attingendo le proprie risorse idriche dagli alvei fluviali di natura sorgiva.

<sup>10</sup> Si veda l'apposita scheda nel capitolo 2 "Profilo storico".



Fig. 4.30 - L'impianto idrovoro di Cittanova (San Donà di Piave), alla confluenza fra i canali Brian e Ramo.



Fig. 4.31 - Lo scolo Palombo,  
di origine sorgiva,  
a Fossalta di Piave.



Fig. 4.32 - Fosso di bonifica a  
Fossà (San Donà di Piave).



Fig. 4.33 - Fosso di bonifica a  
Fossetta (Musile di Piave).

## I CONSORZI DI BONIFICA COME ORGANO DI GESTIONE DEL COMPLESSO IDROGRAFICO

Andrea Crestani - Unione Veneta Bonifiche

Il ruolo dei Consorzi nella gestione del territorio ha origini antiche e radici profonde nel Veneto.

Le prime testimonianze di governo idraulico nella regione risalgono all'epoca romana, come dimostra la presenza del graticolato romano, che ancora oggi caratterizza una vasta area della pianura tra Padova e Venezia.

Nel Medioevo furono istituiti i primi Consorzi, quali Ottoville (XII secolo), Bacchiglione-Fossa Paltana (XIII secolo), Valdentro (XV secolo).

Fu a partire dal XVI secolo, tuttavia, che la politica della Serenissima Repubblica di Venezia ebbe conseguenze fondamentali sulla geografia della pianura veneta, nonché sull'assetto e sull'uso del territorio. Fu proprio in tale contesto che vennero per la prima volta istituzionalizzati i consorzi per la bonifica, destinati a gestire le opere idrauliche. L'attività dei primi Consorzi fu indirizzata alla difesa dalle piene dei fiumi e, solo successivamente, si svilupparono i consorzi chiamati "Retratti", per la funzione di ritrarre terra dall'acqua.

Già in quell'epoca, lontana nel tempo ma moderna nella sua concezione di governo del territorio, era evidente il configurarsi dei consorzi quali soggetti chiave nella gestione del complesso idrografico e delle molteplici funzioni da esso dipendenti. Non è un caso che i consorzi rispondessero al Magistrato alle Acque per i temi della regimazione e difesa idraulica e al Magistrato ai Beni Inculti per gli aspetti relativi alla bonifica e irrigazione. L'interesse agricolo fu in ogni caso sempre subordinato alla conservazione dell'equilibrio lagunare.

Nel periodo della Repubblica Veneta i Consorzi si configuravano come enti con personalità giuridica pubblica in quanto finalizzati a tutelare interessi collettivi, realizzando opere strategiche di utilità sociale. Particolarmente significativa in questo senso fu l'esperienza dei "Consorzi coattivi", creati su proposta del Magistrato ai Beni Inculti o dei privati in caso di mancato accordo tra tutti i proprietari interessati.

In seguito alla caduta di Venezia, i consorzi furono sostituiti dalle "Società per gli scoli e bonificazioni e le migliorie dei terreni" (legge 20 aprile 1804 del Regno d'Italia). Le opere idrauliche furono attribuite alla competenza statale, le opere di scolo all'attività privata.

Dopo la parentesi napoleonica, durante il Regno Lombardo Veneto, alle Società si sostituirono nuovamente i Consorzi, istituiti come semplici enti di diritto privato. Alla vigilia dell'Unità i consorzi delle province venete ammontavano a 148 e risultavano suddivisi in consorzi di difesa, bonifica, scolo, irrigazione e misti. Dopo l'Unità d'Italia, la Legge Baccarini (Legge n° 869/1882) trasferì la materia dal dominio prevalentemente privato a un piano d'interesse pubblico e di ordine sociale, stabilendo che "la suprema tutela e

la ispezione sulle opere di bonifica è affidata al governo". La legge Baccarini, tuttavia, affrontava il problema esclusivamente in una visione di sistemazione idraulica per fini prevalentemente igienici.

Il concetto di bonifica integrale fu sancito nel 1928 dalla legge n° 3134 e dal successivo regio decreto n° 215 del 1933, tuttora vigente. Secondo il nuovo orientamento, lo scopo della bonifica non era realizzabile se non allargandola a comprendere, oltre le opere di prosciugamento, tutte le altre occorrenti al generale riassetto idraulico del territorio, nei riguardi tanto della difesa quanto della utilizzazione delle acque, e assicurando l'integrazione agricola della bonifica idraulica.

Furono pertanto attribuiti ai Consorzi importanti poteri per la programmazione degli interventi, la progettazione, realizzazione e gestione delle opere di bonifica. Questa nuova fase si rivelò particolarmente proficua per il Veneto, che nella redenzione delle terre vedeva una possibile soluzione ai problemi demografici e occupazionali che lo contraddistinguevano.

Nel Veneto i Consorzi realizzarono nel corso del Novecento importanti interventi relativi alla regolazione nell'alveo e nelle arginature dei corsi d'acqua, alla separazione delle acque alte dalle acque basse, alla difesa a mare, all'irrigazione. Non va inoltre trascurata l'attività volta all'esecuzione e mantenimento di opere stradali, acquedotti e elettrodotti.

Nel 1976, i 73 consorzi di bonifica istituiti a seguito del regio decreto n° 215/1933 furono aggregati dalla L.R. n° 3/76 in venti consorzi di primo grado e un consorzio di secondo grado (LEB). La suddivisione seguì criteri legati all'autonomia idrografica, con riferimento al tradizionale concetto di bacino, al regime idraulico di bonifica e irrigazione, alla dimensione e ai caratteri ambientali e insediativi.

Con il cambiamento generale in tema di gestione delle risorse idriche, introdotto dalla direttiva comunitaria 2000/60/CE, recepita in Italia con il D.Lgs. n° 152/2006, si apre la fase attuale della bonifica. Un momento saliente del percorso, che ha portato all'assetto odierno, è rappresentato altresì dal Protocollo Stato-Regioni del 18 settembre 2008, che definisce i criteri di riordino dei Consorzi di bonifica sul territorio nazionale.

Come conseguenza delle decisioni maturate sulla base del dibattito nazionale e delle esigenze e peculiarità del territorio veneto, la legge regionale n° 12/2009 *Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio* ha profondamente riformato le norme sulla bonifica.

Il primo e più evidente elemento innovativo consiste nella riorganizzazione territoriale che ha portato all'accorpamento dei 20 preesistenti consorzi nei 10 attuali.

L'intervento dei Consorzi è riconosciuto non solo per la difesa e il deflusso idraulico e per la distribuzione dell'acqua a uso irriguo, ma anche per la tutela del paesaggio e la conservazione e valorizzazione del patrimonio idrico nel suo complesso. L'azione consortile risulta quindi trasversale a diversi ambiti del governo del territorio e, precisamente, a quelli relativi alla difesa del suolo, all'agricoltura, all'ambiente, alla pianificazione.

I benefici della bonifica individuati per legge sono il beneficio di presidio idrogeologico, il beneficio di natura idraulica e il beneficio di disponibilità irrigua. D'altro canto, una serie di attività consortili, che non danno origine a benefici diretti, si rivelano imprescindibili nella gestione delle problematiche ambientali e sociali: si tratta del sistema di azioni volte al contrasto alla risalita del cuneo salino e agli effetti della subsidenza, alla vivificazione delle aree vallivo-lagunari, al rimpinguamento della falda, alla realizzazione di aree di fitodepurazione e impianti per la produzione di energia pulita.

Le funzioni consortili assumono un significato ancora più rilevante se si analizza l'estensione delle aree interessate e l'intensità delle attività esercitate dai Consorzi sul territorio del Veneto. Oltre 1,2 milioni di ettari della superficie regionale, pari al 65% del totale, ricade all'interno dei comprensori consortili, interessando oltre 4 milioni di abitanti. Nei comprensori consortili si stimano quasi 400 mila ettari di superficie ad allagamento certo senza azioni di pompaggio, oltre 500 mila ettari a rischio di inondazione per tracimazione delle arginature e quasi 80 mila ettari a rischio di inondazioni marine. Complessivamente la rete consortile si sviluppa per circa 26.000 km. La bonifica idraulica è caratterizzata da oltre 17.800 km di collettori, prevalentemente ad uso promiscuo di bonifica e irrigazione; la rete dei canali ha una densità media di 1,58 km per km<sup>2</sup> di superficie drenata; gli impianti idrovori sono 389 per un totale di 1.834 m<sup>3</sup>/s di portata sollevata. La superficie irrigata supera i 600.000 ha con oltre 8000 km di rete a uso irriguo esclusivo.

Con riferimento alla Provincia di Venezia, la rete idrografica gestita dai Consorzi si sviluppa per circa 3300 km, rappresentando oltre il 90% del totale dell'idrografia provinciale. A questi 3300 km si aggiungono oltre 400 km di canalizzazioni irrigue minori. I Consorzi aventi competenza in provincia di Venezia sono il Veneto Orientale, il Piave, l'Acque Risorgive, il Bacchiglione, l'Adige Euganeo, il Delta del Po, l'Adige Po. La superficie rientrante in comprensori consortili è di 193.000 ha, pari al 78% della provincia, essendo escluso solo l'ambito lagunare. Il territorio provinciale è soggetto per il 60% a scolo meccanico o alternativo. Le idrovore a servizio del territorio sono 127. Dal punto di vista irriguo, l'area veneziana è caratterizzata dalla prevalenza dell'irrigazione di soccorso, con significative eccezioni in particolare nelle aree orientali e meridionali.

L'attività dei Consorzi sul territorio concerne le opere pubbliche di bonifica e irrigazione e le opere idrauliche

che fanno parte integrante del sistema di bonifica e di irrigazione, collocandosi in sinergia con quella degli altri soggetti istituzionali competenti sulla rete idrografica, la gestione delle emergenze, il governo del territorio (Autorità di bacino, Regione, Provincia, Comuni).

Nonostante il complesso lavoro degli enti preposti, l'intensificarsi dell'urbanizzazione, le trasformazioni dell'uso del suolo, il consumo non sostenibile della risorsa idrica hanno portato al moltiplicarsi degli eventi calamitosi, dei quali la recente alluvione del novembre 2010 è solo l'episodio drammaticamente più rappresentativo.

La soluzione alle emergenze può essere ricercata nella progettazione e realizzazione di interventi che adeguino la rete idraulica e irrigua e nella corretta pianificazione dello sviluppo del territorio.

Se la progettazione si scontra, in questo periodo di crisi economica e sociale, con la carenza di risorse pubbliche, il percorso che mira a una pianificazione sostenibile del territorio mostra elementi di sicuro interesse e può determinare il successo della nostra Regione nel reagire ai cambiamenti in atto a scala locale e globale.

In questo senso i Piani generali di bonifica e tutela del territorio e i Piani per l'organizzazione dei servizi di emergenza del settore della bonifica, elaborati dai Consorzi, vanno interpretati come elementi imprescindibili, in connessione con gli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di settore, per la gestione e la tutela delle risorse idriche e il coordinamento delle competenze. La cooperazione tra enti preposti alla cura e allo sviluppo del territorio è un interesse primario per i Consorzi, che, mediante l'azione dell'Unione Veneta Bonifiche, stanno perseguendo la stipula di specifici Protocolli d'intesa con Province e Comuni.

Nella medesima prospettiva, la valutazione di compatibilità idraulica sui piani urbanistici comunali, alla cui formulazione i Consorzi partecipano per le reti di competenza, rappresenta un momento cruciale per garantire la sostenibilità delle trasformazioni urbanistiche.

Infine, i Piani delle Acque, strumenti innovativi concepiti in un contesto di piena attuazione del principio di sussidiarietà, assumono un significato strategico nell'individuazione e soluzione delle criticità idrauliche, sviluppando un utile confronto tra Comuni, Province e Consorzi, e favorendo l'armonizzazione dell'attività dei Consorzi sulla rete di competenza degli enti locali o privata. Particolarmente rilevanti, per il contrasto ai fenomeni di allagamento che si verificano in aree urbane, appaiono le analisi e le previsioni relative al ruolo e all'impatto che le canalizzazioni delle acque di pioggia hanno sulla rete di bonifica. Si intravede su questo tema la possibilità di sviluppare forme di collaborazione stretta e operativa per la gestione dei problemi idraulici nei centri abitati, anche alla luce del fatto inconfutabile che gli ambiti urbani stanno assumendo un peso sempre più rilevante nel dimensionamento delle attività consortili.

## 5 BANCHE DATI DEL SERVIZIO GEOLOGICO PROVINCIALE

ANDREA MAZZUCCATO<sup>1</sup>, VALENTINA BASSAN<sup>1</sup>, ANDREA VITTURI<sup>1</sup>, PIETRO ZANGHERI<sup>2</sup>, FRANCESCO BENINCASA<sup>3</sup>, BRUNA BASSO<sup>2</sup>, GILMO VIANELLO\*

### 5.1. INTRODUZIONE

Fin dalla sua sostanziale nascita negli anni '80, il Servizio Geologico della Provincia di Venezia, al fine di poter svolgere al meglio le molteplici competenze accresciutesi nel tempo, ha raccolto un numero elevato di informazioni di carattere tecnico e tecnico-amministrativo su supporto sia cartaceo che digitale. L'utilizzo, soprattutto dopo il 1995, di "software GIS" ha permesso poi la realizzazione di banche dati informatizzate e georeferenziate dedicate alle scienze della terra e alla difesa del suolo anche relative a studi realizzati in precedenza con le tecniche allora tradizionali.

Le principali banche dati gestite dal Servizio Geologico della Provincia di Venezia sono relative a:

- suoli;
- indagini geognostiche;
- idrogeologia;
- geoscambio;
- geositi;
- cave e migliorie fondiari;
- subsidenza;
- rischio da mareggiata.

Esiste inoltre un nutrito archivio informatico, costituito da tematismi derivanti da vari studi e progetti condotti nel territorio provinciale anche in collaborazione con Università e altri Enti; tali tematismi sono immediatamente disponibili, utilizzabili e aggiornabili in relazione a nuovi dati e conoscenze.

Da notare che per questioni di *privacy* in base a specifiche norme di legge o non essendo la Provincia l'unico ente proprietario del dato, la diffusione pubblica di tali banche dati è spesso soggetta a limitazioni.

Quanto è direttamente divulgabile è presente o sul sito *web* del Servizio Geologico o viene fornito, dietro motivata richiesta, dal Servizio stesso.

Infine, sono stati archiviati informaticamente anche pubblicazioni, rapporti vari ecc. presenti nella biblioteca provinciale attinenti a materie d'interesse del Servizio Geologico.

### 5.2. BANCA DATI DEI SUOLI

La banca dati dei suoli è espressamente illustrata nel § 6.2.5 nell'ambito del capitolo 6 "Suoli" (autori: Francesca Ragazzi e Paola Zamarchi). Essa contiene tutte le informazioni che sono state rilevate nell'attività di campagna (trivellate, profili e altre osservazioni), i risultati delle analisi del terreno e i risultati delle elaborazioni che sono rilevanti ai fini della descrizione dei suoli e della loro distribuzione geografica. La banca dati provinciale comprende 8433 osservazioni sud-

divise in trivellate e profili e fa parte della banca dati dei suoli del Veneto (ARPAV, 2005) cui è collegata in base a quanto stabilito con apposito Protocollo d'intesa. Infatti la Provincia, antesignana delle indagini pedologiche nel proprio territorio, e l'ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli, hanno condiviso, oltre ai risultati ottenuti dalle indagini eseguite in collaborazione (carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia e carta dei suoli della provincia di Venezia, entrambe in scala 1:50.000), anche le osservazioni realizzate autonomamente dai due enti.

Le ubicazioni dei profili e delle trivellate pedologiche sono riportate nella cartografia di Tav. 6 alla scala 1:100.000; i dati sono aggiornati a gennaio 2011.

### 5.3. BANCA DATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### 5.3.1. Generalità

La banca dati delle indagini geognostiche era inizialmente solo cartacea; attualmente però le informazioni sono tutte strutturate in una serie di tabelle tra loro collegate tramite un codice identificativo (ID) univoco che caratterizza ogni singolo punto di indagine; ogni indagine geognostica ha inoltre associate le sue coordinate spaziali secondo un determinato sistema di riferimento (Roma 40 - Gauss Boaga fuso est) che ne permette l'esatta localizzazione; si tratta quindi di una banca dati informatizzata e georeferenzata.

Le indagini geognostiche sono suddivise a seconda della tipologia in:

- sondaggi (trivellate, carotaggi continui o a distruzione di nucleo, trincee esplorative);
- prove penetrometriche (statiche e dinamiche);
- indagini geofisiche (sondaggi elettrici verticali - S.E.V. - e prospezioni sismiche).

Per tutte le tipologie d'indagine sono state archiviate le schede originali cartacee.

Nella planimetria di Tav. 7 alla scala 1:100.000 sono riportate le ubicazioni dei sondaggi e delle prove penetrometriche presenti nella banca dati alla data del mese di novembre 2010; dette prove geognostiche sono distinte per tipologia (sondaggi, trincee, prove penetrometriche) e per classi di profondità (0-6; 6-15; 15-30; 30-50; >50 m); da notare che vi è uno stralcio di maggior dettaglio nell'area di Porto Marghera per l'elevata densità delle indagini geognostiche ivi esi-

<sup>1</sup> Provincia di Venezia - Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

<sup>2</sup> Studio Tecnico Zangheri & Basso - Padova - [www.progettazioneambientale.it](http://www.progettazioneambientale.it)

<sup>3</sup> Geologo in Vigonovo - [www.geologiaeterritorio.it](http://www.geologiaeterritorio.it)

\* Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali.

stenti. Complessivamente si tratta di 10.096 prove, di cui 5877 sondaggi a carotaggio continuo, 2715 trivellate, 379 trincee e profili geognostici, 197 stratigrafie di pozzi, 928 carotaggi a distruzione di nucleo o non definiti, 1960 prove penetrometriche e 27 indagini geofisiche (aggiornamento: marzo 2011).

Le informazioni raccolte in questa banca dati sono di tre tipi:

a) coordinate spaziali: consistono in una coppia di valori numerici che permettono di ubicare ogni singolo sondaggio in un determinato punto del territorio secondo uno specifico sistema di riferimento cartografico; attualmente viene utilizzato il Sistema di Riferimento "Roma 40 - Gauss Boaga fuso est";

b) informazioni sull'origine del dato e sulle caratteristiche dell'indagine: per quanto riguarda l'*origine del dato* viene indicato il committente, la ditta esecutrice dell'indagine, la data d'esecuzione, lo scopo dell'indagine stessa e il rilevatore che ha effettuato la descrizione della stratigrafia; inoltre, qualora l'indagine non sia stata acquisita direttamente dalla Provincia di Venezia, ma ottenuta da un altro Ente, viene anche riportato il codice originale e la provenienza del dato. Per quanto riguarda le *caratteristiche della stratigrafia* vengono riportate informazioni riguardo alla profondità di indagine, alla quota (m s.l.m.), alla presenza di piezometri, all'intervallo di profondità dei filtri e al livello della falda dal piano campagna. Nella Fig. 5.1 viene riportato un esempio della scheda d'inserimento delle informazioni sull'origine del dato e sulle caratteristiche dell'indagine.

c) descrizione della stratigrafia (o del grafico di resistenza per le prove penetrometriche): questo argomento viene dettagliatamente esposto nel successivo § 5.3.2.

Nella Fig. 5.2 è indicata la struttura della Banca dati delle indagini geognostiche.

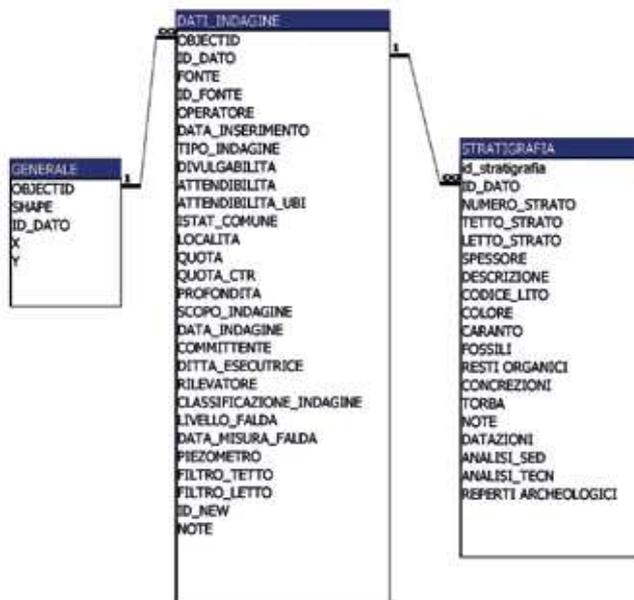


Fig. 5.2 - Struttura della Banca dati delle indagini geognostiche.

### 5.3.2. Descrizione della stratigrafia e codifica litologica

I dati stratigrafici ricavati dalle perforazioni sono archiviati in un'apposita tabella. A ogni sondaggio (o trincea o prova penetrometrica) sono associate quindi delle informazioni che descrivono ogni singolo strato; esse consistono in:

- numero dello strato;
- profondità del tetto, del letto e dello spessore di ogni singolo strato;
- descrizione geologico-stratigrafica dello strato;
- litotipo prevalente che caratterizza lo strato (definito da un codice litologico);
- indicazioni circa la presenza o meno di fossili, resti inorganici, resti vegetali, livelli di torba, concrezioni e caranto.

Nella Fig. 5.3 viene riportato un esempio della scheda d'inserimento della stratigrafia.

Particolarmente rilevante ai fini delle successive elaborazioni è la metodologia scelta di codifica informatizzata del litotipo prevalente.

A ogni strato viene associato, sulla base della descrizione geologico-stratigrafica, un litotipo (per la standardizzazione dei termini litologici ci si è basati sulle "Raccomandazioni" dell'Associazione Geotecnica Italiana A.G.I. - 1977); ogni litotipo viene identificato in modo univoco da uno specifico codice numerico dato da una combinazione di quattro cifre e al quale viene associato un apposito retino descrittivo colorato.

Fig. 5.1 - Scheda di inserimento delle informazioni sull'origine del dato e sulle caratteristiche dell'indagine.



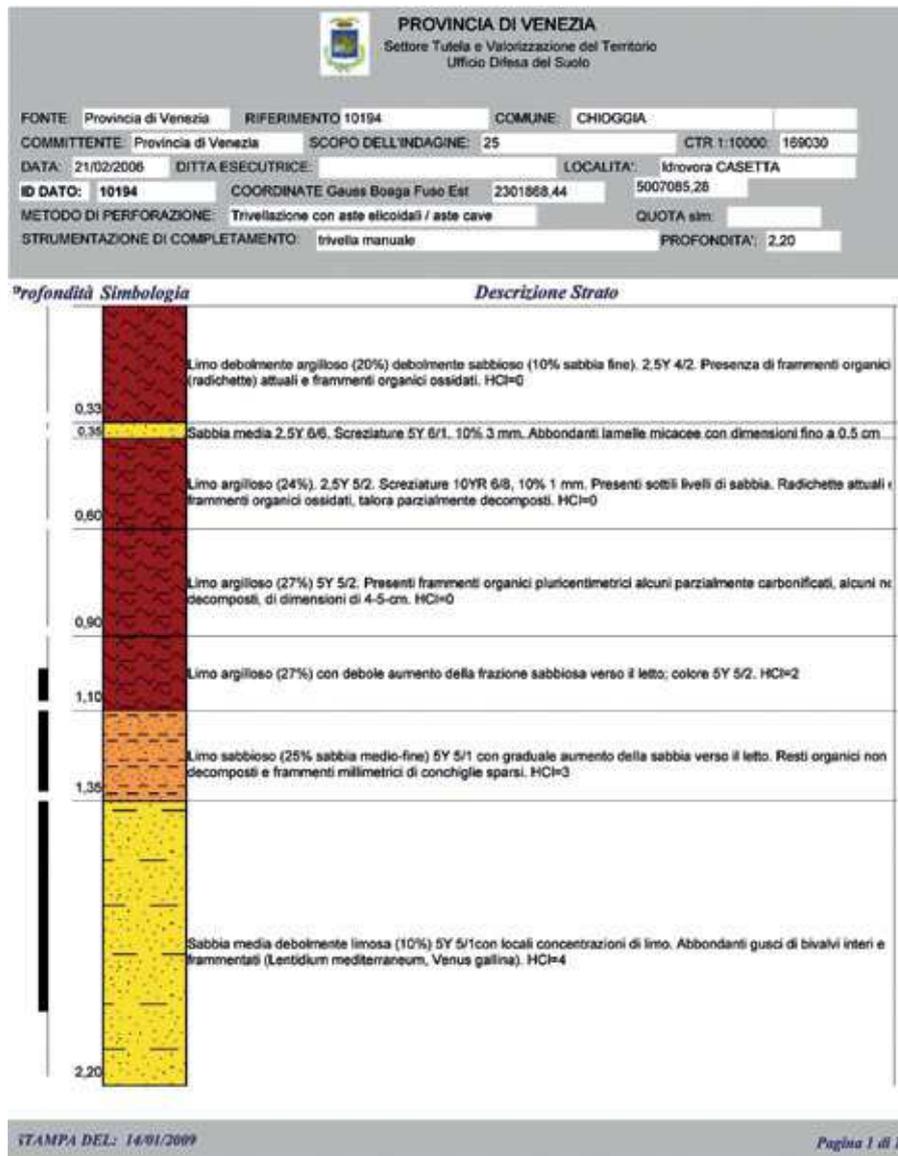


Fig. 5.5 - Report di stampa di una stratigrafia.

prensibile e confrontabile con quelle adiacenti; le sezioni possono inoltre essere confrontate tra loro (Fig. 5.6).

Inoltre, l'informatizzazione dei dati geologico-stratigrafici e l'utilizzo di un opportuno codice numerico che descrive ogni singolo strato consente, attraverso una serie di elaborazioni in parte automatiche, la realizzazione di mappe tematiche particolarmente significative (Fig. 5.7).

### 5.3.3. Prove penetrometriche

Attualmente le 1960 prove penetrometriche presenti nel *data base* vengono solo ubicate e codificate; non è stato ancora possibile realizzare la prevista scansione dei relativi diagrammi.

## 5.4. BANCA DATI IDROGEOLOGICA

La banca dati idrogeologica è il risultato di un censimento, nell'ambito della "Indagine idrogeologica del territorio provinciale", dei pozzi presenti in provincia di Venezia, avviato agli inizi degli anni '90 e terminato nel 1999<sup>4</sup>. L'indagine aveva portato all'informatizzazione di circa 3800 punti di prelievo da

<sup>4</sup> DAL PRÀ A., GOBBO L., VITTURI A., ZANGHERI P. (2000) - "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia". Provincia di Venezia.

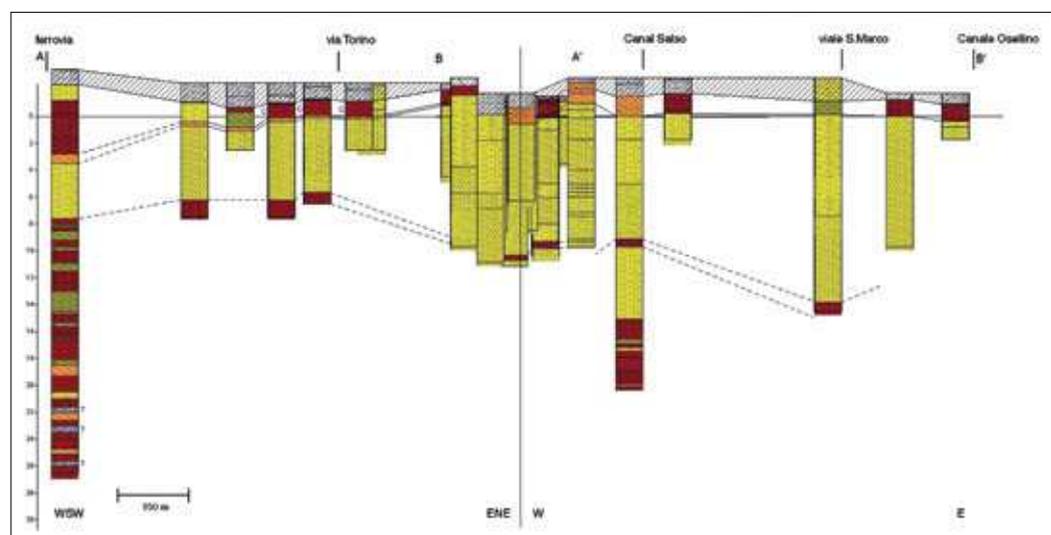


Fig. 5.6 - Esempio di sezione geologica realizzata per via informatica.

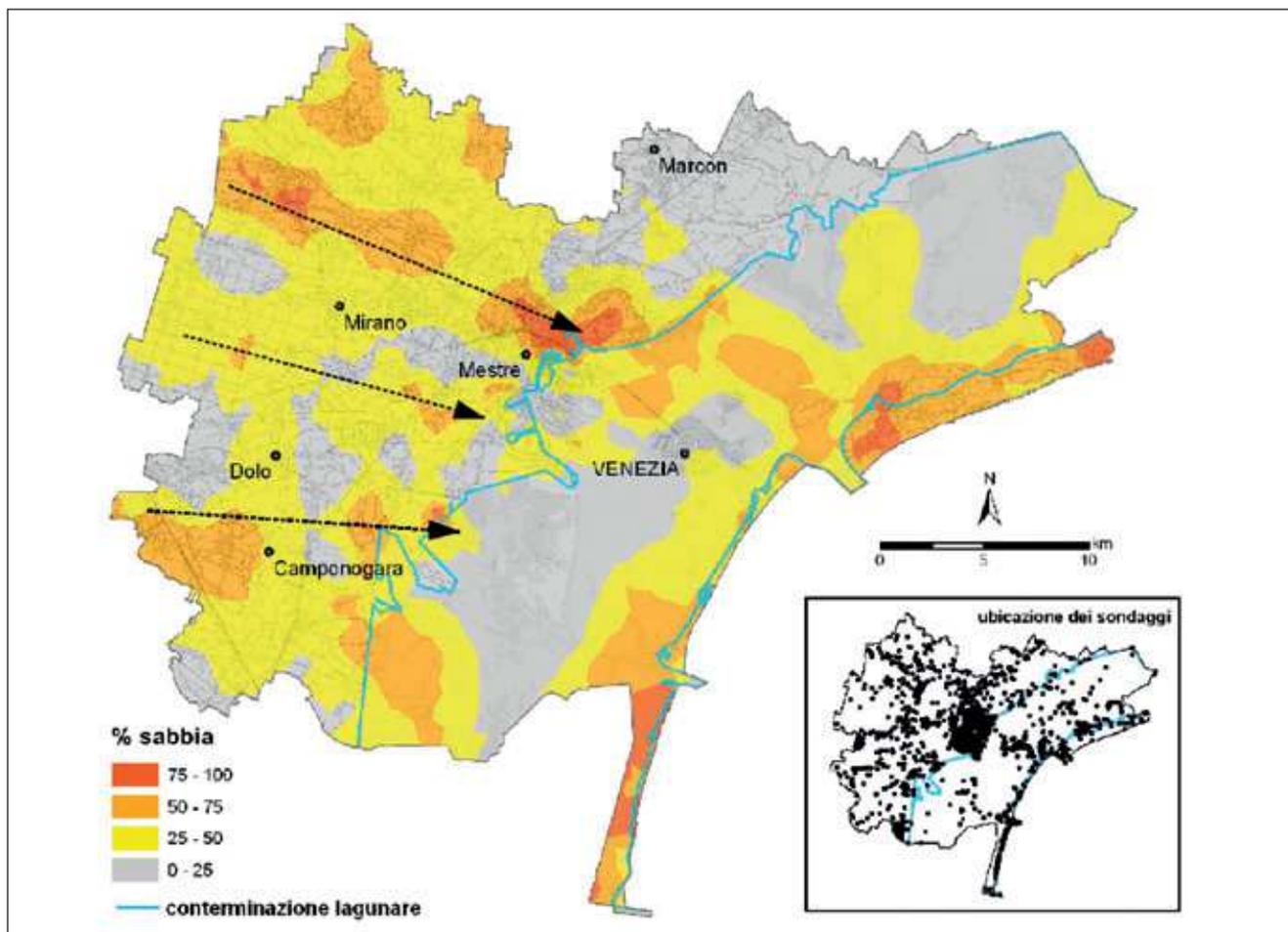


Fig. 5.7 - Distribuzione delle sabbie da 5 a 7 m dal piano campagna (elaborazione fatta utilizzando la banca dati delle indagini geostatiche per la pubblicazione "Le unità geologiche della provincia di Venezia" - BONDESAN *et al.*, 2008).

falde sotterranee e dei relativi attributi riferiti sia ai dati anagrafici, sia alle caratteristiche fisiche dei pozzi, sia ai parametri chimico-fisici delle acque rilevati durante il censimento.

In seguito, con il procedere di altri progetti<sup>5</sup> ("Progetto ISES", "Indagine sulle acque sotterranee del portogruarese", "Progetto CARG" ecc., collaborazione con l'AATO Laguna di Venezia) si è reso necessario estendere la banca dati "pozzi" al fine di raccogliere anche le informazioni relative a piezometri sia profondi, sia superficiali, nonché a ulteriori campagne di misura, a parametri idrogeologici ecc.

L'esigenza di sviluppare una banca dati idrogeologica deriva dalla necessità di immagazzinare e gestire all'interno di un unico ambiente un'enorme mole di dati relativi alle risorse idriche sotterranee. Il carattere relazionale della banca dati, messa a punto in precedenza ma modificata *ad hoc* nell'ambito della "Indagine idrogeologica di Porto Marghera", permette di immagazzinare, gestire e manipolare informazioni provenienti da diverse discipline, al fine di comprendere l'idrogeologia del territorio provinciale.

All'interno della banca dati troviamo informazioni riguardanti piezometri, pozzi a uso privato, pozzi acquedottistici, oltre a una serie di tabelle contenenti misurazioni quantitative e qualitative delle acque intercettate

dai punti d'indagine. La densità dei dati è particolarmente elevata all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Porto Marghera, proprio per l'implementazione effettuata con i dati relativi ai piezometri derivanti dai piani di caratterizzazione nell'ambito di tale studio<sup>6</sup>; assai elevata è anche nell'area centro-settentrionale d'interesse dell'AATO Laguna di Venezia, dove detto Ente, in collaborazione con la Provincia di Venezia e il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, ha recentemente aggiornato il censimento dei pozzi, spingendosi anche nel territorio trevigiano di propria competenza, svolgendo migliaia di nuove misure su tali pozzi e implementando notevolmente la banca dati in parola<sup>7</sup>.

Nella Tav. 14 "Sfruttamento delle georisorse: attività estrattive e acque sotterranee", alla scala 1:100.000, sono riportati i pozzi presenti alla data di novembre

<sup>5</sup> Maggiori informazioni su questi progetti, e in generale anche su altri aspetti trattati in questo paragrafo, si trovano nel capitolo 12 "Idrogeologia".

<sup>6</sup> Anche in questo caso maggiori informazioni si trovano sul capitolo 12 "Idrogeologia", e in particolare nella scheda che tratta in modo specifico l'argomento.

<sup>7</sup> L'argomento è pure trattato in un'apposita scheda nel capitolo 12 "Idrogeologia".

## Sistemi di classificazione

Principali sistemi di classificazione basati sulla granulometria

Sistema	Argilla (mm)	Limo (mm)	Sabbia (mm)	Ghiaia (mm)
MIT (1931)	$\geq < 0,002$	$0,002 < \geq < 0,06$	$0,06 < \geq < 2$	$2 < \geq < 60$
AASHO (1970)	$\geq < 0,002$	$0,002 < \geq < 0,075$	$0,075 < \geq < 2$	$2 < \geq < 75$
AGI (1977)	$\geq < 0,002$	$0,002 < \geq < 0,06$	$0,06 < \geq < 2$	$2 < \geq < 60$
CP 2001 (1957)	$\geq < 0,002$	$0,002 < \geq < 0,06$	$0,06 < \geq < 2$	$2 < \geq < 60$

## Classificazione A.G.I. (1977)

Elementi di classificazione

	Caratteristiche generali	Denominazione
Terre incoerenti o granulari  Granuli visibili a occhio nudo (dimensioni $> 0,06$ mm) privi di coesione se essiccati	Elementi lapidei di dimensioni $> 2$ mm	Ghiaia
	Granuli di dimensioni comprese tra 2 mm e 0,06 mm	Sabbia
Terre coesive  Granuli non visibili a occhio nudo (dimensioni $< 0,06$ mm)	Il materiale si secca rapidamente e può essere sbriciolato con le dita; i pezzi essiccati possiedono coesione ma possono essere facilmente polverizzati con le dita.	Limo
	Il materiale è liscio al tatto e plastico: può essere ridotto in cilindretti con le dita ed eventuale aggiunta di acqua; si essicca lentamente; si ritira nell'essicarsi. Essiccato mostra fratture	Argilla

2010 nel territorio provinciale nella banca dati; risultano distinti per tipologia (acquedottistico, imbottigliamento, domestico, produttivo, fontana pubblica). In provincia i pozzi rilevati sono 3447, mentre i piezometri sono 2582 (aggiornamento: settembre 2011). Nella Fig. 5.8 è invece riportata la distribuzione spaziale dei pozzi e piezometri presenti nella banca dati.

Nella Fig. 5.9 c'è uno schema che illustra la complessa struttura della banca dati idrogeologica.

Nell'ambito della citata collaborazione mediante protocollo d'intesa tra il Servizio Geologico della Provincia di Venezia e l'AATO Laguna di Venezia per la condivisione di un'unica banca dati idrogeologica, si è reso necessario un aggiornamento a livello strutturale

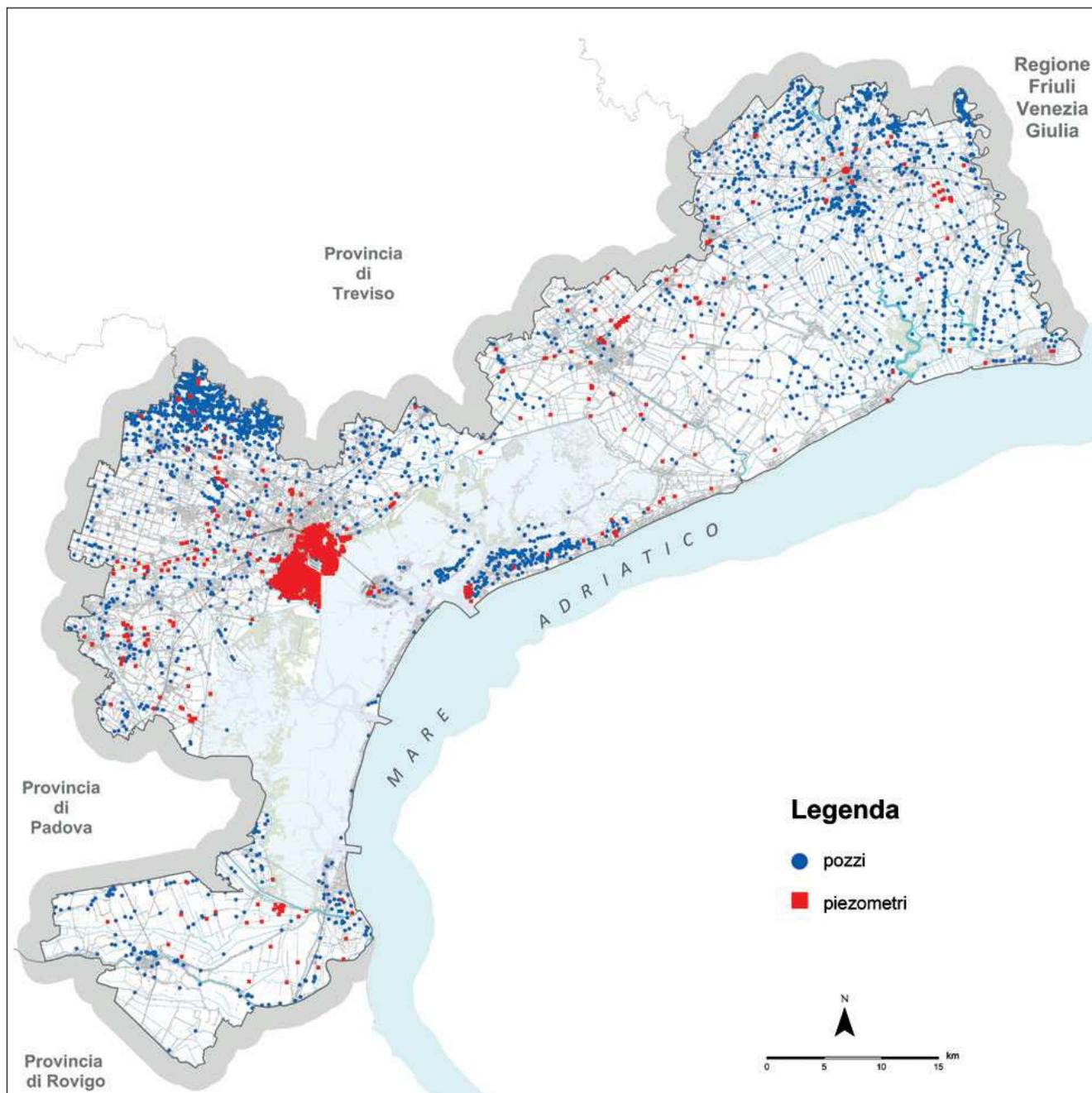


Fig. 5.8 - Distribuzione spaziale dei dati presenti nella banca dati idrogeologica.

della banca dati esistente. Le future necessità di condivisione e pubblicazione dei dati attraverso la rete, sfruttando le risorse *software* libere, hanno guidato la scelta della migrazione della base di dati da un sistema di gestione quale *Microsoft Access* (con cui era stata prima gestita la banca dati idrogeologica provinciale) a un sistema quale *Postgresql - Postgis*.

La banca dati idrogeologica attualmente in uso si appoggia su un GEO-ORDBMS (*Object Relational Data Base Management System*), *Postgresql - Postgis*, installato in un *server* della Provincia di Venezia. La Fig. 5.10 mostra lo schema logico del suo funzionamento. Lo schema è stato notevolmente modificato con il passaggio al nuovo ambiente di gestione, cre-

ando aree di interesse diverse a seconda dei diversi enti partecipanti all'implementazione della banca dati. Il Servizio Geologico provinciale è l'amministratore principale, mentre AATO Laguna di Venezia e Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova gestiscono principalmente il settore "pozzi".

Nel *data base* idrogeologico si ha un'unica tabella geografica (*generale\_idrogeologia*) contenente tutti i punti, con le loro caratteristiche spaziali, mentre tutte le altre relazioni sono alfanumeriche, collegate alla generale attraverso chiavi esterne.

Per l'utilizzo pratico di tale *data base* sono state create *ad hoc* delle viste. Le viste sono costituite da un collegamento (*join*) tra la parte geometrica e la parte

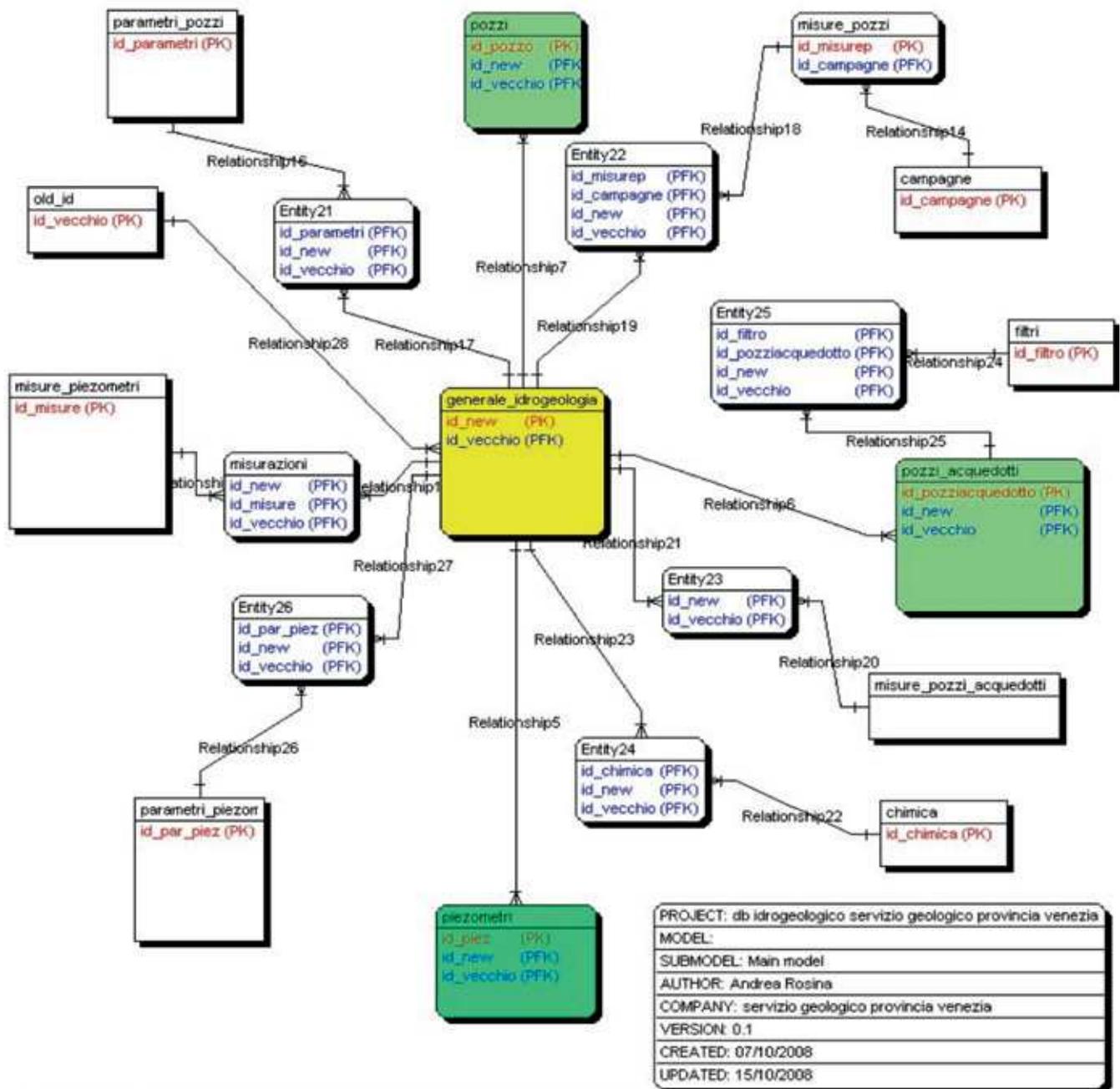


Fig. 5.9 - Schema logico della banca dati idrogeologica.

alfanumerica di una stessa entità identificata da un ID. Attraverso un qualsiasi *software* GIS che consenta connessioni al *data base* Postgresql, è possibile la visualizzazione e l'interrogazione delle viste.

### 5.5. BANCA DATI "GEOSCAMBIO"

L'argomento "geoscambio", di grande attualità, viene trattato nel capitolo 13 (autori: A. Galgaro ed E. Destro) e nella Tav. 13, cui si rimanda per maggiori dettagli.

Attualmente gli impianti esistenti in provincia risultano in numero molto esiguo, ma crescente regolarmente. Si può ipotizzare vi siano impianti esistenti non denunciati, e quindi non catalogabili allo stato attuale

delle conoscenze poiché non vi era una normativa di riferimento che obbligasse la notifica dell'esecuzione di un impianto geotermico, prima della approvazione del Piano di Tutela delle Acque regionale e dello specifico, recente Regolamento sul geoscambio della Provincia.

Le Province sono infatti l'ente al quale vengono fornite le richieste di autorizzazione per la realizzazione degli impianti di geoscambio.

Le richieste devono essere accompagnate da relazioni che, oltre ad avere le caratteristiche dell'impianto, attestino la compatibilità della realizzazione del sistema rispetto all'ambiente in cui avviene la realizzazione stessa.

Si riportano le modalità di realizzazione della banca dati in ambiente ArcGis in cui sono inserite le ubica-

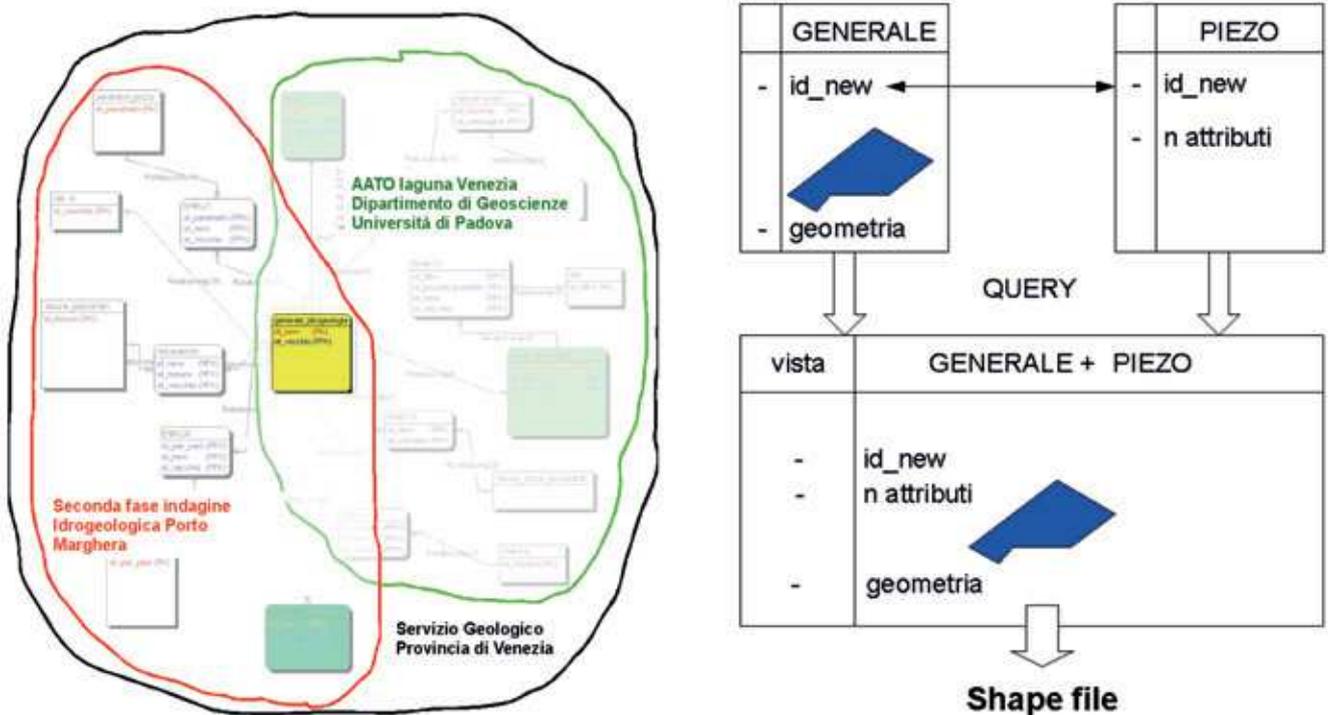


Fig. 5.10 - Schema dei settori di gestione e schema di creazione di una vista in postgresql.

zioni e le caratteristiche degli impianti insistenti nel territorio provinciale.

In primo luogo sono stati ubicati gli impianti esistenti in un *software* che genera immagini virtuali del territorio utilizzando immagini satellitari, fotografie aeree e dati topografici memorizzati in una piattaforma GIS (*Google Earth*). Uno dei motivi per cui è stato utilizzato questo *software* riguarda la tipologia delle informazioni in nostro possesso, tipiche di un indirizzo, perciò l'ubicazione è avvenuta grazie all'inserimento di tale dato.

Un altro motivo, forse il più importante, riguarda l'esportazione del dato per la conseguente catalogazione in ambiente ArcGis. Infatti i punti ubicati su *Google Earth* sono facilmente esportabili in formato kmz e visualizzati sul GIS senza ulteriori specifiche.

Una volta ubicati gli impianti censiti, è stata creata la struttura della banca dati (Fig. 5.11).

La tabella principale è data dall'anagrafica con il nome dell'impianto. A tale tabella sono collegate tutte le altre (A - B - C - D - E - F - G) grazie al campo di relazione "NOME\_IMPIANTO\_GEOTERMICO".

Selezionando l'impianto desiderato si possono identificare tutte le componenti che lo caratterizzano.

Nel riquadro A della Fig. 5.11 si possono individuare tutte le caratteristiche di progetto, dal nome del progettista, al direttore dei lavori, alla ditta incaricata della perforazione ecc.

Nel riquadro B vi è l'ubicazione dell'impianto geotermico.

Nel riquadro C si trova la descrizione dell'impianto: il tipo di perforazione eseguita e il suo diametro, se è

stato aggiunto del fango, il numero delle sonde installate, la quota della bocca della perforazione, la profondità prevista, la data dell'inizio della perforazione, la tipologia delle sonde geotermiche, il diametro delle sonde, l'eventuale additivo nel fluido termovettore, la sua quantità e la sua temperatura di congelamento, infine gli organi di sicurezza previsti.

Nel riquadro D si descrive la pompa di calore: il fluido frigogeno, la quantità in chilogrammi immessa, la sua capacità termica, la temperatura in ingresso lato sonde espressa in °C, il delta termico in uscita previsto dal lato sonde, il COP<sup>8</sup> minimo, la capacità di raffreddamento, la temperatura massima in ingresso lato sonde e il COP minimo.

Nel riquadro E vi è l'elenco della documentazione allegata alla richiesta di autorizzazione con indicata la presenza o meno di tale documentazione.

Nel riquadro F vi è la relazione tecnica allegata alla domanda.

Nel riquadro G si mostra la "Richiesta", che identifica in maniera diretta se la domanda è stata accolta o meno.

Dall'organizzazione del *data base* degli impianti geotermici, oltre ad avere la precisa ubicazione degli impianti stessi e le loro caratteristiche tecniche, si può quindi anche verificare l'*iter* amministrativo che la pratica sta seguendo, eventualmente indicando la documentazione mancante.

<sup>8</sup> COP: coefficiente di prestazione, rapporto di efficienza energetica.

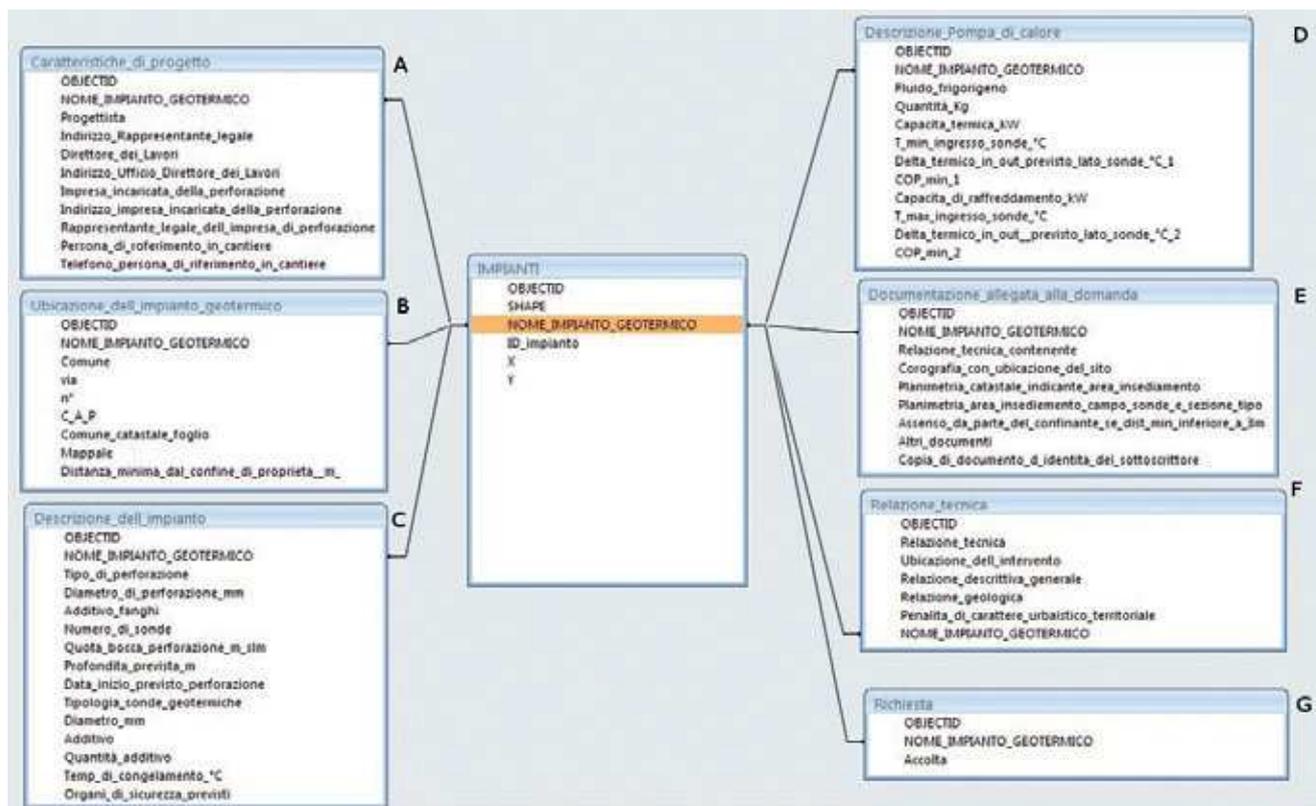


Fig. 5.11 - Struttura della banca dati "Geoscambio".

## 5.6. BANCA DATI GEOSITI

Per realizzare il Progetto Geositi è stato necessario approntare appositamente, e quindi implementare con i dati necessari, una specifica banca dati in formato Access®; maggiori informazioni sono presenti nel capitolo 9 "Geositi" (autori: Aldino Bondesan e Chiara Levorato), cui si rimanda. Qui vengono date le principali indicazioni su com'è stata strutturata la banca dati; gli esempi poi riportati nelle figure sono tutti relativi al "Geosito n° 1: Paleoalveo pleistocenico di Torresella" (comune di Portogruaro).

Per ciascuno dei 31 geositi sono state compilate n° 21 schede, qui di seguito elencate.

- **Scheda n° 1: Identificativo della scheda.** Vengono riportati dati riguardanti il rilevatore col suo ente di afferenza e altre indicazioni (Fig. 5.12).
- **Scheda n° 2: Ubicazione.** Oltre a quanto concerne regione/provincia/comune/località, sono riportate le coordinate, la quota e i riferimenti cartografici del geosito.
- **Scheda n° 3: Interesse scientifico.** L'interesse scientifico viene distinto in primario e secondario, a seconda se vi sono altri tipi d'interesse e altre informazioni specifiche (Fig. 5.13).
- **Scheda n° 4: Descrizione.** Il geosito viene descritto nei suoi principali aspetti (Fig. 5.14).
- **Scheda n° 5: Elementi caratterizzanti.** Oltre alla litologia, viene riportata l'unità cronostratigrafica e l'età del processo genetico del geosito.
- **Scheda n° 6: Tipologia.** Viene indicata la tipologia, la forma e le dimensioni del geosito.

- **Scheda n° 7: Fruizione.** Viene riportata la posizione, i caratteri salienti, la stagione consigliata per la miglior fruizione del geosito e alcune note.
- **Scheda n° 8: Suoli e Vincoli.** Oltre al tipo di suolo (o di fondale) e all'eventuale coltura, sono riportati i vincoli territoriali insistenti nell'area del geosito.
- **Scheda n° 9: Stato di conservazione.** Viene anche indicata la possibilità di degrado, il suo tipo ed eventuale descrizione con, se del caso, proposte di protezione del geosito.
- **Scheda n° 10: Eventuali commenti.** Sono comprese le notazioni generali.
- **Scheda n° 11: Bibliografia.** Sono riportati i riferimenti bibliografici documentati.
- **Scheda n° 12: Banca dati IMAGO<sup>9</sup>.** Viene fatto riferimento al *data base* del Progetto IMAGO, relativo alla cartografia storica dell'area veneziana (Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova, *data base* inedito a cura di P. Furlanetto e A. Bondesan).
- **Scheda n° 13: Cartografie storiche.** Viene fatto riferimento alle carte del Lombardo Veneto e di von Zach.
- **Scheda n° 14: Cartografie I.G.M.** Vengono riportati i riferimenti alla prima levata dell'I.G.M. e alle tre successive.
- **Scheda n° 15: Multimedia 1.** Vengono riportate informazioni su fotografie da terra e aeree.
- **Scheda n° 16: Multimedia 2.** Le informazioni qui

<sup>9</sup> Il progetto IMAGO è stato descritto in un'apposita scheda del capitolo 3 "Geoarcheologia".

Paleoalveo pleistocenico di Torresella		1
<b>Rilevatore</b>		
Nome	Alessandro	
Cognome	Fontana	
Luogo di nascita		
Data di nascita		
Indirizzo		
Città		Prov. <input type="text" value="P"/>
Recapito tel.		
email	alessandro.fontana@unipd.it	
URL		
Titolo di studio		
Esperienze		
<b>Ente</b>		
Denominazione	Università degli Studi di Padova-Dipartimento di	
Indirizzo	Via del Santo, 26	
Città	Padova	Prov. <input type="text" value="P"/>
Recapito tel.	049-8274079	
email		
URL	www.geogr.unipd.it	
Finalità del censimento	Progetto censimento dei geositi in provi	
Acquisizione dati da rilevatore	<input checked="" type="checkbox"/>	
Acquisizione dati da bibliografia	<input checked="" type="checkbox"/>	
Codice scheda	<input type="text" value="1"/>	
Data scheda	<input type="text" value="21/01/2004"/>	
Scheda collegata	<input type="checkbox"/>	
Nome del geosito	Paleoalveo pleistocenico di Torresella	

Fig. 5.12 - Banca dati geositi. Scheda con l'identificativo del geosito.

Paleoalveo pleistocenico di Torresella		1
<b>Interesse scientifico</b>		
Primario	Geomorfologico	
Secondario	Geologia stratigrafica	
<b>Altro tipo di interesse</b>		
Primario	Culturale	
Secondario	Didattico	
Valutazione interesse scientifico primari	Rappresentativo (RP)	
Grado di interesse scientifico primari	Locale (L)	
Il giudizio espresso riguardo l'interesse scientifico è:	Oggettivo (spiegare)	
- Se oggettivo spiegare	Rappresenta un antico percorso del Tagliamento che testimonia la differenza dei processi e delle condizioni climatiche attivi durante le fasi finali dell'ultima glaciazione pleistocenica.	

Fig. 5.13 - Banca dati geositi. Scheda con l'interesse scientifico del geosito.

- concernono le foto aeree zenitali e i filmati realizzati da elicottero.
- **Scheda n° 17: Itinerari.** Vi sono indicate le proposte d'itinerari, con l'inquadramento geologico, la descrizione del percorso e altro.
  - **Scheda n° 18: Geomorfologia.** Viene descritta la situazione geomorfologica del geosito con lo stralcio della relativa cartografia.
  - **Scheda n° 19: Archeologia.** Comprende l'età e il tipo dei siti archeologici, il nome, la bibliografia e le note.
  - **Scheda n° 20: Link e Coordinate Gauss Boaga.** Vi è il collegamento al documento che contiene i dati dei sondaggi e il *link web*; le coordinate geografiche Gauss-Boaga sono riferite al fuso est.
  - **Scheda n° 21: Varie.** Si tratta di una scheda spe-

cialistica, dove viene indicato il tipo di processo (primario, secondario), la sua descrizione, l'età e lo stato di evoluzione (Fig. 5.15).

Poiché la banca dati geositi comprende materiali riservati non è stata pubblicata; è peraltro consultabile presso il Servizio Geologico provinciale su motivata richiesta.

## 5.7. BANCA DATI CAVE E MIGLIORIE FONDIARIE

Tra le competenze istituzionali del Servizio Geologico provinciale riveste particolare importanza quanto attiene a cave e migliorie fondiari. L'importanza è data sia dagli obblighi normativi posti in capo alle Province in tema di vigilanza e sanzioni, sia dal rilevante impatto ambientale sul territorio di queste attività, sia dagli aspetti economici attinenti.

Per maggiori informazioni si rinvia al capitolo 15 "Georisorse" (autori, per quanto riguarda questo tematismo: Valentina Bassan, Francesco Benincasa, Andrea Mazzuccato, Andrea Vitturi) e alla Tav. 14 "Sfruttamento delle georisorse: attività estrattive e acque sotterranee" per quanto attiene invece a tale tematismo.

A partire dall'anno 2000, il preesistente archivio cartaceo del Servizio Geologico è stato progressivamente informatizzato dando la possibilità di riassumere in poche pagine lo storico amministrativo, i controlli e le informazioni utili alla gestione di ciascuna pratica di cava, miglioramento fondiario e, più in generale, di qualsiasi movimento terra di cui l'ufficio si occupa.

Paleoalveo pleistocenico di Torresella		1
<b>Descrizione dell'oggetto</b>		
<p>Si tratta di un'antica traccia fluviale, ampia 60-150 m, riconoscibile dall'abitato di Stiago di Portogruaro fino a sud di Cavanella di Concordia, presso la Tenuta Franzona. In questa località le tracce del paleoalveo scompaiono, sepolte dalle alluvioni postromane del Tagliamento che percorse la direzione dell'attuale fiume Lemene. A sud di Torresella il paleoalveo si trova in zone bonificate nella prima metà del XX secolo e in cui spesso i sedimenti sabbioso ghiaiosi che lo formano contrastano fortemente con le argille e i limi organici dell'ambiente lagunare. La traccia fluviale è caratterizzata da un andamento poco sinuoso, con un'ampia ansa poco a monte di Torresella di Fossalta e per un lungo tratto quasi coincidente con la roggia S. Giacomo. Ai lati del paleoalveo si riconoscono sedimenti sabbioso-limosi che costituivano zone lievemente rilevate, ora spesso livellate dai riordini agrari, corrispondenti agli argini naturali del corso. In superficie, all'interno del canale fluviale abbandonato, in alcuni punti affiorano sabbie e sabbie con ghiaie fini.</p>		

Fig. 5.14 - Banca dati geositi. Scheda con la descrizione del geosito.

Paleoalveo pleistocenico di Torresella		1
Chiave di accesso	Testimonianza paleogeomorfologica	
<b>Scheda specialistica</b>		
Tipo di processo		
primario	Fluviale	secondario
Descrizione	<p>Il paleoalveo rappresenta l'ultima fase di costruzione della pianura friulana di età pleistocenica ed è stato formato dal Tagliamento probabilmente durante le prime fasi di scioglimento del suo ghiacciaio, quando quest'ultimo era ancora in pianura. Il paleoalveo è di tipo wandering e la presenza al suo interno delle ghiaie, con diametro di 5-15 mm, testimonia la notevole portata del fiume e le differenti condizioni climatiche in cui esso si generò.</p>	
Età del processo	Pleistocene finale	
Stato di evoluzione del processo	Non attivo	

Fig. 5.15 - Banca dati geositi. Scheda specialistica.

Sono ormai note le potenzialità dei sistemi informativi geografici (GIS). L'abilità di trattare dati spaziali e i corrispettivi attributi, e di integrare differenti tipi di dati in una singola analisi, non trova riscontro in nessun altro sistema. Tale operatività conduce a diversi vantaggi sia in termini quantitativi che qualitativi, soprattutto nei progetti basati su successive analisi spaziali e cronologiche, come le dinamiche temporali e i modelli decisionali.

La capacità di eseguire analisi spaziali rappresenta la parte fondamentale del GIS, ne motiva l'utilizzo e giustifica la sua grande diffusione.

L'implementazione del *data base* è avvenuto in due fasi principali.

*La prima fase* ha visto la realizzazione attraverso il software *Microsoft Access* (Figg. 5.17) di una banca dati contenente le informazioni utili a:

- individuazione del proprietario del fondo;
- individuazione dei mappali interessati dal progetto e alla perimetrazione dell'area;
- riepilogo delle prescrizioni impartite dagli Enti competenti al rilascio di autorizzazioni, nulla osta, prescrizioni ecc.;
- definizione delle modalità di esecuzione lavori (così



Fig. 5.16 - Archivio cartaceo delle cave e miglirie fondiarie.

- come previsto dalle tavole di progetto e dalle autorizzazioni);
- riepilogo dei sopralluoghi eseguiti dagli Enti preposti al controllo e dei loro esiti, nonché dei provvedimenti conseguenti.

Con la seconda fase il *data base* è stato associato a un'interfaccia grafica in ambiente *G.I.S.* (*software ArcGis 9.2*) che ha permesso di georeferenziare i dati archiviati e di poter meglio monitorare e pianificare l'attività di controllo del Servizio Geologico (Fig. 5.18).

I dati archiviati vengono aggiornati e implementati attraverso opportune schede che facilitano la visualizzazione delle informazioni.

Inoltre per ogni sito (cava o migliria fondiaria) è possibile stampare un apposito *report* dove sono visualizzate tutte le informazioni associate.

L'attività di controllo non si limita a valutare la corrispondenza tra esecuzione lavori (di cava o miglioramento fondiario) e le relative tavole di progetto (Fig. 5.21), ma, spesso, è necessario il calcolo del volume del materiale mobilizzato e/o asportato. Per l'acquisizione delle superfici *pre* e *post* intervento viene utilizzata strumentazione topografica GPS, mentre attraverso tecnologia GIS vengono elaborati i dati rilevati sia per realizzare mappe tematiche sia per il calcolo dei volumi mobilizzati.

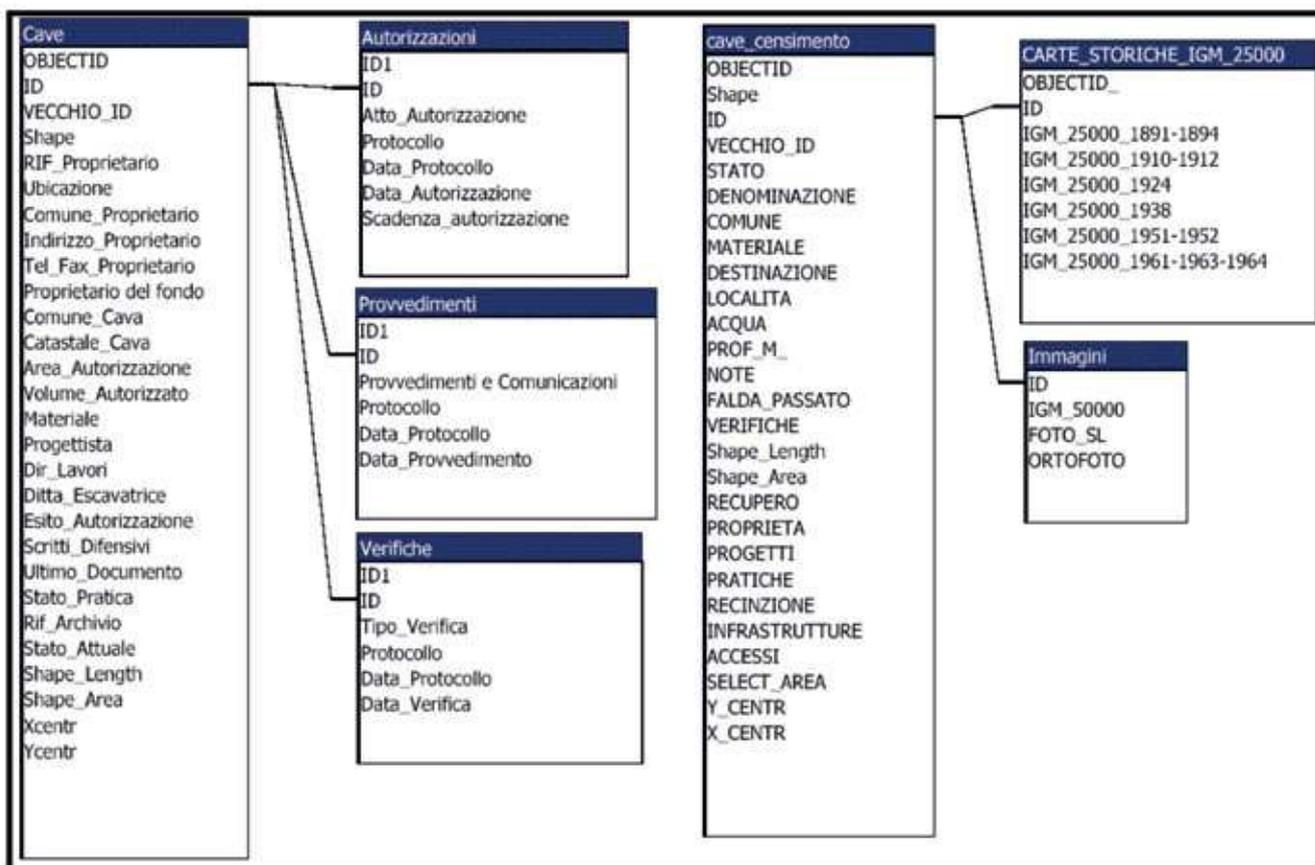


Fig. 5.17 - Struttura della banca dati.

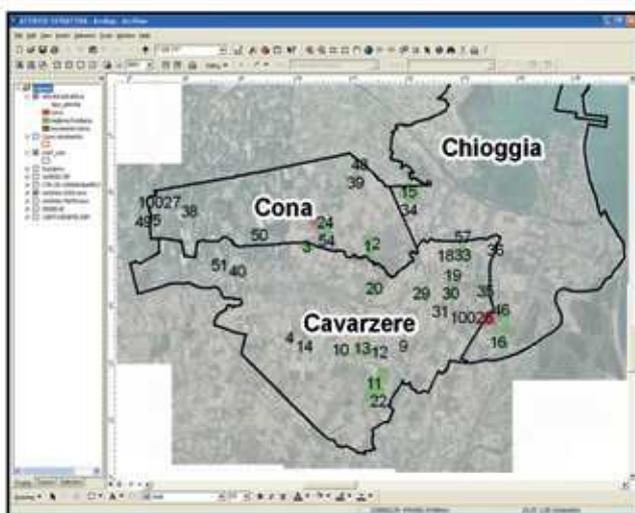


Fig. 5.18 - Ubicazione delle cave e migliorie fondiari nella parte meridionale della provincia.



Fig. 5.19 - Scheda di avvio del data base.

## 5.8. BANCA DATI SUBSIDENZA

Lo studio del processo di subsidenza del territorio provinciale ha richiesto l'esecuzione di misure altimetriche di alta-altissima precisione. Si rinvia al capitolo 16 "Subsidenza" (autori: Laura Carbognin, Pietro Teatini, Luigi Tosi, Tazio Strozzi, Andrea Vitturi, Andrea Mazzuccato) per maggiori informazioni in proposito. Qui è sufficiente ricordare che la rete di monitoraggio altimetrico realizzata nel secolo scorso, principalmente per il controllo della città e della laguna di Venezia, è stata estesa a copertura di tutto il territorio provinciale. A questo scopo, nell'ambito dei progetti:

- ISES (Intrusione Salina E Subsidenza) relativo alla parte meridionale (1999-2002),
  - IRMA (Integrazione Rete di Monitoraggio Altimetrico) che ha interessato la parte nord-orientale (2004-2006),
  - ERA (Estensione della Rete Altimetrica) nell'area centrale (2008-2010),
- sono stati istituiti oltre un migliaio di capisaldi che

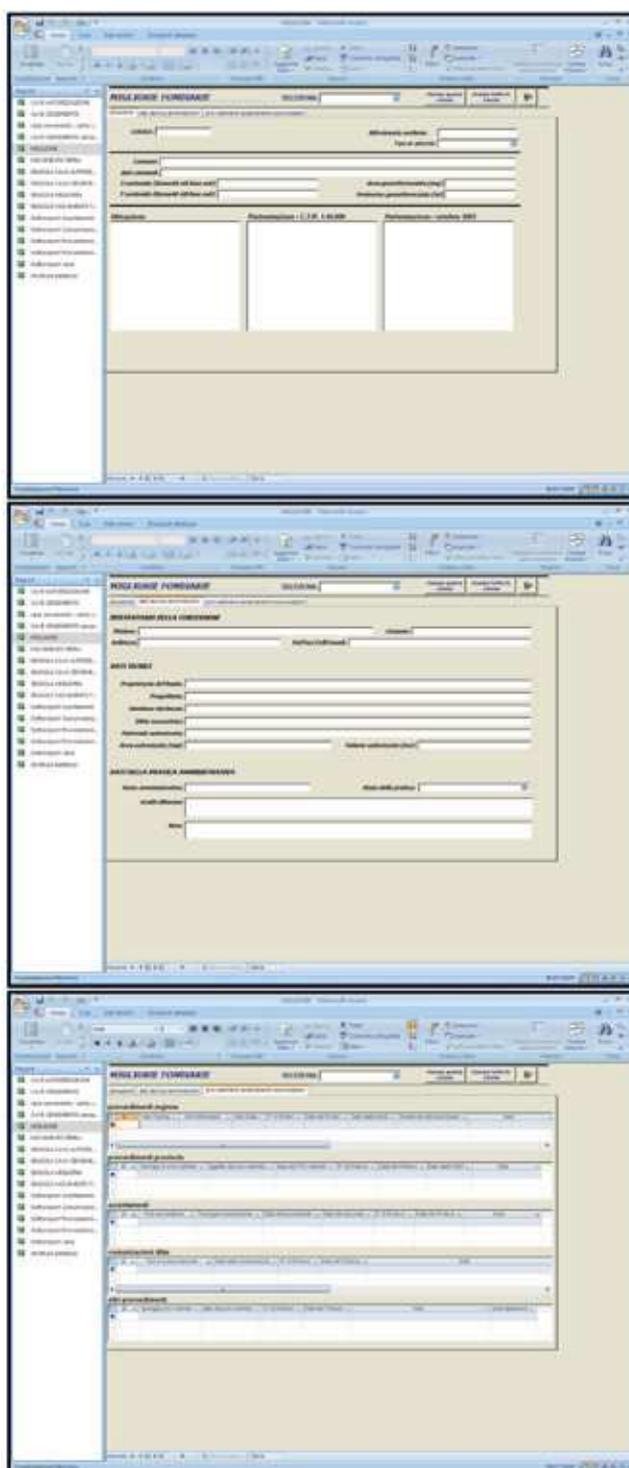


Fig. 5.20 - Schede di inserimento dati del data base "Attività estrattiva" (dall'alto in basso; dati generali, dati tecnico-amministrativi, dati su accertamenti, provvedimenti, comunicazioni e sopralluoghi).

sono stati oggetto di livellazione di alta precisione e di misure GPS. Sono appunto tali dati, relativi all'ubicazione e caratteristiche dei capisaldi e alla relativa quota assoluta misurata, che fanno parte del data base. Da notare che tali progetti condotti da ISMAR-CNR di Venezia, oltre che dalla Provincia di Venezia, sono stati finanziati anche da altri Enti, per cui la diffusione di questa banca dati è soggetta a limitazioni e restrizioni d'uso.

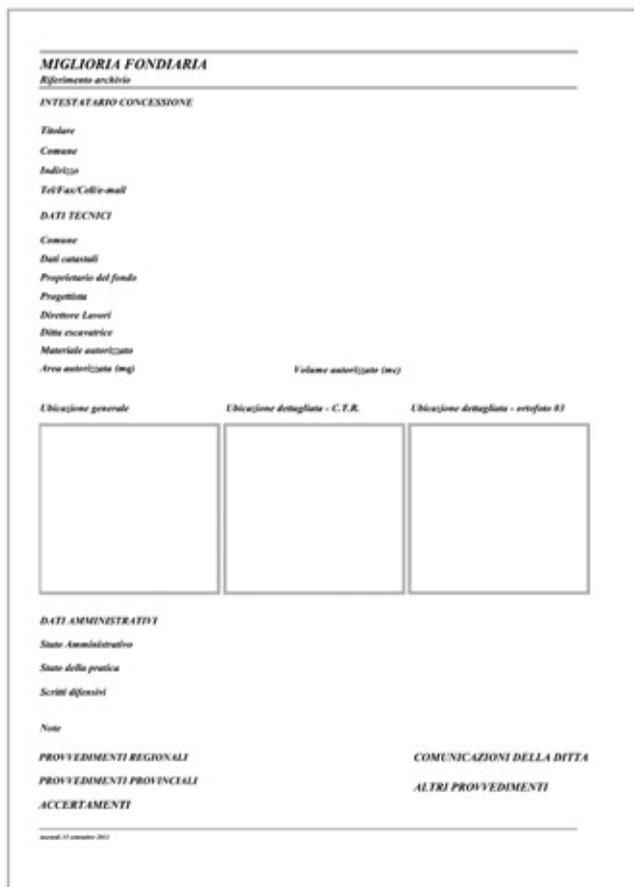


Fig. 5.21 - Report di stampa

### 5.9. BANCA DATI MAREGGIATE

La banca dati relativa al “rischio da mareggiata” è stata realizzata nell’ambito del relativo studio, redatto per conto della Provincia a cura di Giorgio Fontolan, Annelore Bezzi e Simone Pillon dell’Università di Trieste - Dipartimento di Geoscienze. Essa è descritta nel § 19.1.4 del capitolo 19 “Rischio da mareggiata”, cui si rinvia.

Il *data base* è stato creato in *ESRI ArcGIS 8*, molto diffuso e il cui formato dati (shp) è supportato anche in altri GIS. Il *data base* geografico utilizzato da questo software viene denominato *Geodatabase* e consiste in un *data base* vero e proprio consultabile con *Microsoft Access* (l’estensione del file è mdb, ovvero quella tipica di *Access*).

#### 5.9.1. Struttura del Geodatabase

Il *geodatabase* è costituito come un sistema di “scatole cinesi” (fig. 5.22); di seguito viene riportata la struttura gerarchica dei vari livelli e il loro contenuto.

– **Geodatabase:** è il contenitore più esterno. A questo livello si possono impostare i *domini (domains)*, che sono i campi di esistenza dei valori delle variabili. In questo modo è possibile validare i dati già nella fase di inserimento, annullando così gli errori imputabili all’operatore che compila/aggiorna il



Fig. 5.22 - Schema gerarchico del geodatabase.

*data base*. I domini possono essere impostati come *range* di valori per i campi numerici, oppure come valori codificati (*coded values*) per i campi di tipo testo. Il *Geodatabase* è stato denominato *Rischio da mareggiata*.

- **Feature dataset:** è il contenitore vero e proprio dei dati geografici di cui si compone il *data base*, in quanto il *feature dataset* determina il sistema di coordinate geografiche in cui è riferito il *data base* stesso. Il *feature dataset* è stato denominato *Venezia rischio Gauss Boaga (est)*, in quanto il sistema di coordinate utilizzate è il Sistema Nazionale Italiano Gauss-Boaga, fuso Est.
- **Feature class:** sono gli oggetti geografici contenuti nel *feature dataset*, cui sono associate le variabili utili al calcolo della vulnerabilità e del rischio. Per molte *feature class* la posizione spaziale corrisponde a quella dell’elemento geografico che rappresentano, per altre la funzione spaziale è solo di rappresentazione visiva dei dati in essa contenuti. Le *feature class* possono essere di tipo puntuale (*point*), lineare (*polyline*) e areale (*polygon*). Ogni *feature class* ha una corrispondente tabella contenente le variabili associate.

Idealmente sarebbe stato possibile creare una sola *feature class* che rappresenti il litorale, a cui poi associare diverse tabelle, poste nello stesso *feature dataset*, contenenti le variabili necessarie al calcolo. Tuttavia è preferibile che alcuni fattori morfologici (come le dune, ad esempio) siano associati a una *feature* che li rappresenti nella loro posizione geografica precisa. In questo modo il *geodatabase* può diventare anche uno strumento di pianificazione territoriale. Di seguito vengono descritte le singole *feature class*, e i dati in esse contenuti. La descrizione segue l’ordine spaziale procedendo dalla terraferma verso il mare (Fig. 5.23).

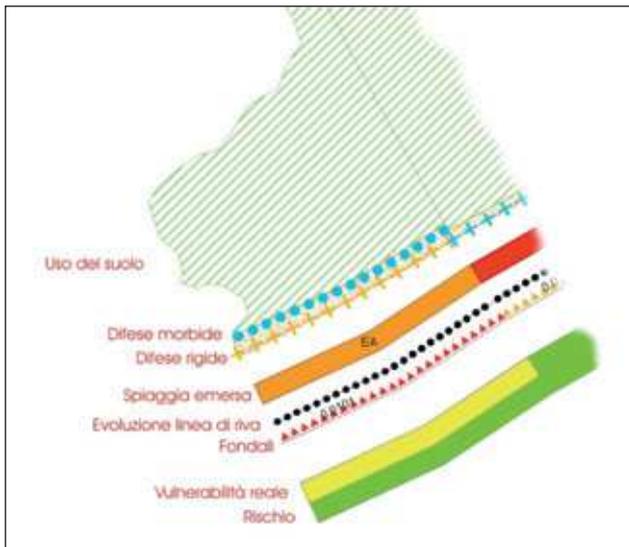


Fig. 5.23 - Schema della rappresentazione del Geodatabase.

- **Uso\_del\_suolo\_gb**: è un poligono che racchiude la terraferma esondabile. La tabella contiene il nome del tratto di litorale e la classificazione del suolo secondo le categorie del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia. Le categorie sono: area naturale, zone agricole, case sparse, nuclei di case e centro abitato. E' stato creato un dominio di tipo *coded values*, anche per semplificare l'aggiornamento. E' inoltre presente un codice di presenza/assenza di area SIC.
- **Difese\_morbide\_gb**: è una *polyline* che rappresenta le difese morbide, argini in terra oppure dune. È solitamente disegnata in corrispondenza della mezzeria dell'argine, oppure in corrispondenza della linea di cresta del cordone di dune più significativo. La tabella contiene il nome del tratto, la quota media sul l.m.m. della sommità, l'efficienza della difesa espressa come percentuale, l'anno di aggiornamento.
- **Difese\_rigide\_gb**: è una *polyline* che rappresenta le difese rigide. È disegnata in corrispondenza della difesa. La tabella contiene il nome del tratto, la tipologia della difesa, la sua lunghezza in metri, la quota sul l.m.m. della sommità, la posizione rispetto alla linea di riva, l'anno di aggiornamento dei dati. Per la posizione rispetto alla linea di riva è stato creato un dominio di tipo *coded values*, i cui valo-

ri sono: difesa radente, difesa entroterra, difesa a mare emersa e difesa a mare sommersa.

- **Spiaggia\_gb**: è un poligono allungato con il lato lungo parallelo all'andamento della costa. La tabella contiene il nome del tratto, l'ampiezza media della spiaggia, l'intensità d'uso della spiaggia, l'anno di aggiornamento dell'ampiezza e la lunghezza del tratto di litorale considerato.
- **Evoluzione\_ldr\_gb**: è una *polyline* che rappresenta l'evoluzione recente della linea di riva. Non è stata posta in corrispondenza della linea di riva, ma a una certa distanza da essa, per consentire una lettura chiara della linea di riva più recente, riportata sulla carta nella sua reale configurazione. La tabella contiene il nome del tratto, l'evoluzione storica, l'evoluzione recente, l'intervallo di tempo considerato per il calcolo dell'evoluzione recente.
- **Evoluzione\_fondali\_gb**: è una *polyline* che rappresenta l'evoluzione dei fondali, ed è parallela alla *feature class* precedente. La tabella contiene il nome del tratto, l'evoluzione dei fondali, la pendenza della spiaggia sottomarina, l'intervallo di tempo considerato per il calcolo dell'evoluzione dei fondali e l'anno di aggiornamento della pendenza.
- **Vulnerabilità\_reale\_gb**: è un poligono allungato, con il lato lungo parallelo alle *feature class* precedenti. La tabella contiene il nome del tratto, il valore della Vulnerabilità potenziale e della Vulnerabilità reale.
- **Rischio\_gb**: è un poligono allungato, con il lato lungo in comune con il poligono *vulnerabilità\_reale\_gb*. La tabella contiene il nome del tratto e il valore del rischio.
- **Tratto**: è stata da ultimo creata una *feature class* poligonale, coincidente con la spiaggia emersa, che contiene tutti i dati della linea di riva, dei fondali, la vulnerabilità reale e il rischio. In questo modo è possibile eseguire tutte le interrogazioni spaziali necessarie, dal momento che i dati sono presenti all'interno della *feature class*, oppure in una *feature* a contatto diretto (*uso\_del\_suolo\_gb*) o sovrapposta (*difese\_morbide* e *difese\_rigide*).

Sono state infine create due *Relationship class*, ovvero due relazioni di interdipendenza tra le difese morbide e rigide e i rispettivi tratti di litorale. In questo modo interrogando il tratto è possibile sapere quali difese sono presenti e, viceversa, interrogando le difese è possibile conoscere tutti i dati del tratto corrispettivo.

## 6

## SUOLI

FRANCESCA RAGAZZI<sup>1</sup>, PAOLA ZAMARCHI<sup>1</sup>**6.1. INTRODUZIONE**

Il suolo è una risorsa naturale non rinnovabile, di primaria importanza per tutte le attività umane, non solo per quelle agricole, e risulta fondamentale per la qualità della vita. La Commissione Europea, in una proposta di Direttiva Quadro sulla protezione del suolo (COM/232/2006), ne ha riconosciute le funzioni fondamentali e le potenziali minacce e prevede che ciascuno Stato membro definisca le aree maggiormente suscettibili ai rischi di degradazione.

La realizzazione della Carta dei suoli della provincia di Venezia è perfettamente in linea con questi presupposti perché nasce dalla volontà di acquisire conoscenze sul suolo quale elemento necessario per costruire un quadro completo del territorio provinciale. Solo avendo tale conoscenza le Province possono svolgere efficacemente i loro compiti istituzionali, con particolare riguardo alla pianificazione territoriale.

L'inizio delle conoscenze pedologiche del territorio provinciale di Venezia risale agli anni '30 del secolo scorso grazie ad Alvisè Comel, una delle figure che più contribuirono nel corso del '900 alla crescita della pedologia in Italia. Tali studi, condotti soprattutto in estensione ai rilievi effettuati dallo stesso Comel nel territorio della pianura friulana, ebbero una prima locale sintesi nel 1956-59 con la pubblicazione dei Fogli con Note illustrative "Pordenone" (1956), "Palmanova" (1958), "San Donà di Piave" e "Foce del Tagliamento" (1959) della Carta Geologica delle Tre Venezie in scala 1:100.000.

Successivamente Comel, con l'obiettivo di acquisire nuove conoscenze relative ai suoli veneti e veneziani in particolare, avviò la serie "Studi pedologici in provincia di Venezia" che coprì tutto il portogruarese, il sandonatese e parte del veneziano e del miranese.

Nel 1980 la Provincia di Venezia decise di privilegiare inizialmente l'acquisizione delle conoscenze su suolo e sottosuolo applicate all'agricoltura nell'ambito dei Piani Zonali Agricoli; questi allora interessavano il territorio dell'area nord-orientale e dell'area meridionale.

Nel 1985 la Provincia pubblica lo "Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord - orientale", comprensiva di testo e cartografie, basata essenzialmente sui rilievi eseguiti in passato da Comel, integrati e parzialmente aggiornati.

Di particolare rilievo la serie di carte tematiche e derivate (in scala 1:100.000), a carattere prevalentemente applicativo, che hanno accompagnato la carta geopedologica (in scala 1:50.000): uno dei primi esempi di applicazioni delle scienze della terra di

carattere pianificatorio, utilizzato da molti Comuni per la redazione degli aspetti fisico - territoriali relativi ai propri P.R.G.

Negli anni successivi, le indagini sul suolo hanno portato a svariate pubblicazioni, realizzate a scale diverse, rivolte a parti del territorio provinciale e frutto di collaborazioni con università, enti di ricerca scientifica ed ESAV (Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto). In particolare, dalla collaborazione con l'ESAV, è nata la pubblicazione "*I suoli dell'area a DOC del Piave*" (1996) e, successivamente, da quella con Veneto Agricoltura, la pubblicazione "*I suoli dell'area a DOC Lison - Pramaggiore*" (2001).

Con l'istituzione dell'ARPAV<sup>2</sup> (L.R.V. n. 32/96) la competenza in tema di conoscenza dei suoli è stata attribuita all'Osservatorio regionale pedologico, inserito all'interno del Centro Agroambientale ARPAV nella sede di Castelfranco Veneto (TV)<sup>3</sup>, e pertanto la Provincia ha deciso di completare le attività necessarie alla redazione della Carta dei suoli della provincia di Venezia in collaborazione con l'ARPAV stessa.

Essendo in corso negli anni 2000-2003 la realizzazione, da parte dell'ARPAV, della "Carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia", ricadente in buona parte nel territorio provinciale, la gran mole di dati acquisiti ed informatizzati in apposite banche dati dalla Provincia è stata utilizzata anche per la cartografia del bacino scolante.

La collaborazione tra i due enti è proseguita negli anni seguenti con il rilevamento e l'elaborazione dei dati già presenti nelle aree nord-orientale e meridionale della provincia, attività che hanno consentito di migliorare ulteriormente il consistente patrimonio informativo già disponibile e di arrivare all'estesa descrizione dei suoli in relazione con i caratteri del territorio che è oggetto della pubblicazione.

**6.1.1. Problematiche ambientali nella gestione del suolo**

Con l'adozione da parte della Commissione Europea (COM/232/2006) della proposta di direttiva quadro sulla protezione del suolo, ha preso il via il processo di concertazione che porterà l'Unione Europea ad avere finalmente una normativa per tutelare il suolo dai fenomeni di degradazione.

<sup>1</sup> ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli - <http://www.arpa.veneto.it/suolo>

<sup>2</sup> Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).

<sup>3</sup> L'Osservatorio Regionale Suolo da gennaio 2010 si è trasferito a Treviso, presso la nuova sede del DAP di Treviso e da febbraio 2010 è divenuto Servizio Suoli.

Erosione, diminuzione della sostanza organica e della biodiversità, contaminazione puntuale e diffusa, compattazione, impermeabilizzazione, salinizzazione, alluvioni e frane, sono questi i rischi di degradazione individuati dalla citata proposta ai quali sono soggetti i suoli europei, e quelli della provincia di Venezia non fanno eccezione.

Il territorio della provincia di Venezia è tra i più studiati in Italia, e ciò principalmente per la presenza di una città universale come Venezia con la sua laguna, ma anche per l'attività pluridecennale svolta dalla Provincia di Venezia nell'approfondimento della conoscenza degli aspetti fisico-territoriali, ambientali e di difesa del suolo. Dal punto di vista ambientale vanta altre situazioni di fama, quale ad esempio la laguna di Caorle (immortalata da Hemingway nel suo ultimo libro), ed è nota a livello quanto meno europeo anche per le sue spiagge (Bibione, Caorle, Eraclea, Jesolo, Cavallino, Lido e Sottomarina).

Tra le problematiche ambientali spicca, per la delicatezza del contesto e gli effetti negativi per la stessa sopravvivenza della città di Venezia, il fenomeno della *subsidenza*, cioè il progressivo e generale abbassamento del suolo per cause naturali e antropiche<sup>4</sup>.

Il fenomeno è stato ampiamente indagato, anche col contributo della Provincia; recenti studi hanno evidenziato che, in gran parte di Venezia e del suo entroterra la subsidenza, qualche decennio fa assai preoccupante e tale da far temere sul futuro della città stessa, si è fortemente ridotta, mentre risulta ancora di grave entità su un vasto territorio, comprendente il porto-guarrese e sandonatese (Venezia Orientale) e l'area meridionale (Cavarzere - Chioggia). Le cause sono legate a motivi geologici (deformazioni tettoniche del substrato, progressiva compattazione dei sedimenti fini) e antropici (conseguente all'estrazione di fluidi dal sottosuolo). Le opere di bonifica idraulica hanno accentuato il processo inducendo l'ossidazione della materia organica presente, con conseguente riduzione del volume e costipazione dei sedimenti (Figg. 6.1 e 6.2). A questo proposito non si può non tenere in considerazione il depauperamento delle riserve di carbonio organico accumulato nelle aree umide per effetto della bonifica e della coltivazione intensiva delle aree depresse, fenomeno che contribuisce allo spostamento del carbonio dal suolo all'atmosfera e quindi all'aumento di concentrazione della CO<sub>2</sub> e all'effetto serra.

La subsidenza comporta l'aggravarsi di altri fenomeni tra cui l'*erosione costiera*<sup>5</sup> e l'*intrusione salina*<sup>6</sup> nelle falde freatiche superficiali, che possono provocare sensibili danni all'economia turistica ed agricola. E' proprio nelle aree nord-orientali e meridionali della provincia che risulta maggiormente presente un'elevata salinità, fortunatamente circoscritta ad alcuni ambiti poco estesi e a strati profondi; un'ulteriore riduzione della piovosità, con aumento delle temperature per effetto dei cambiamenti climatici, potrebbe aggravare questa situazione che finora non ha provocato effetti negativi sostanziali alle attività agricole.



Fig. 6.1 - Un ponte costruito circa nel 1920 mostra una protrusione della fondazione pari a 150 cm corrispondenti alla subsidenza avvenuta per compattazione in seguito all'ossidazione dei terreni torbosi e da pompaggi di acque sotterranee. Sullo sfondo il nuovo ponte, che risale agli anni '70, evidenzia l'abbassamento del suolo, di circa 30 cm, avvenuto negli ultimi trent'anni (fonte: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE BACCHIGLIONE, ora ADIGE EUGANEO).



Fig. 6.2 - Condotta di collegamento sotterranea a mattoni attualmente sopra il livello dell'acqua e sostituita da due tubi di scolo in cemento collocati più in basso, il più elevato dei quali risulta già inutilizzabile. La linea tratteggiata raffigura l'ubicazione originale della sezione della vecchia condotta (fonte: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE BACCHIGLIONE, ora ADIGE EUGANEO).

Le problematiche ambientali sopra citate (subsidenza, erosione costiera, intrusione salina) sono in parte connesse allo sfruttamento, più o meno intensivo e prolungato, delle acque sotterranee<sup>7</sup>, in particolare nella parte più settentrionale del miranese e del portogruarese, ma anche in altre zone, come al Cavallino, in cui si è indagato sulle interconnessioni tra tali pompaggi ed i fenomeni di subsidenza. Nel portogruarese vi è un'interessante falda termale che raggiunge quasi 50°C a 600 m di profondità.

La delicatezza degli equilibri ambientali della provincia

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza" e la cartografia di Tav. 15.

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo 19 "Rischio da mareggiata" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 17 "Intrusione salina".

<sup>7</sup> Vedi anche il capitolo 12 "Idrogeologia" e la cartografia di Tav. 11.

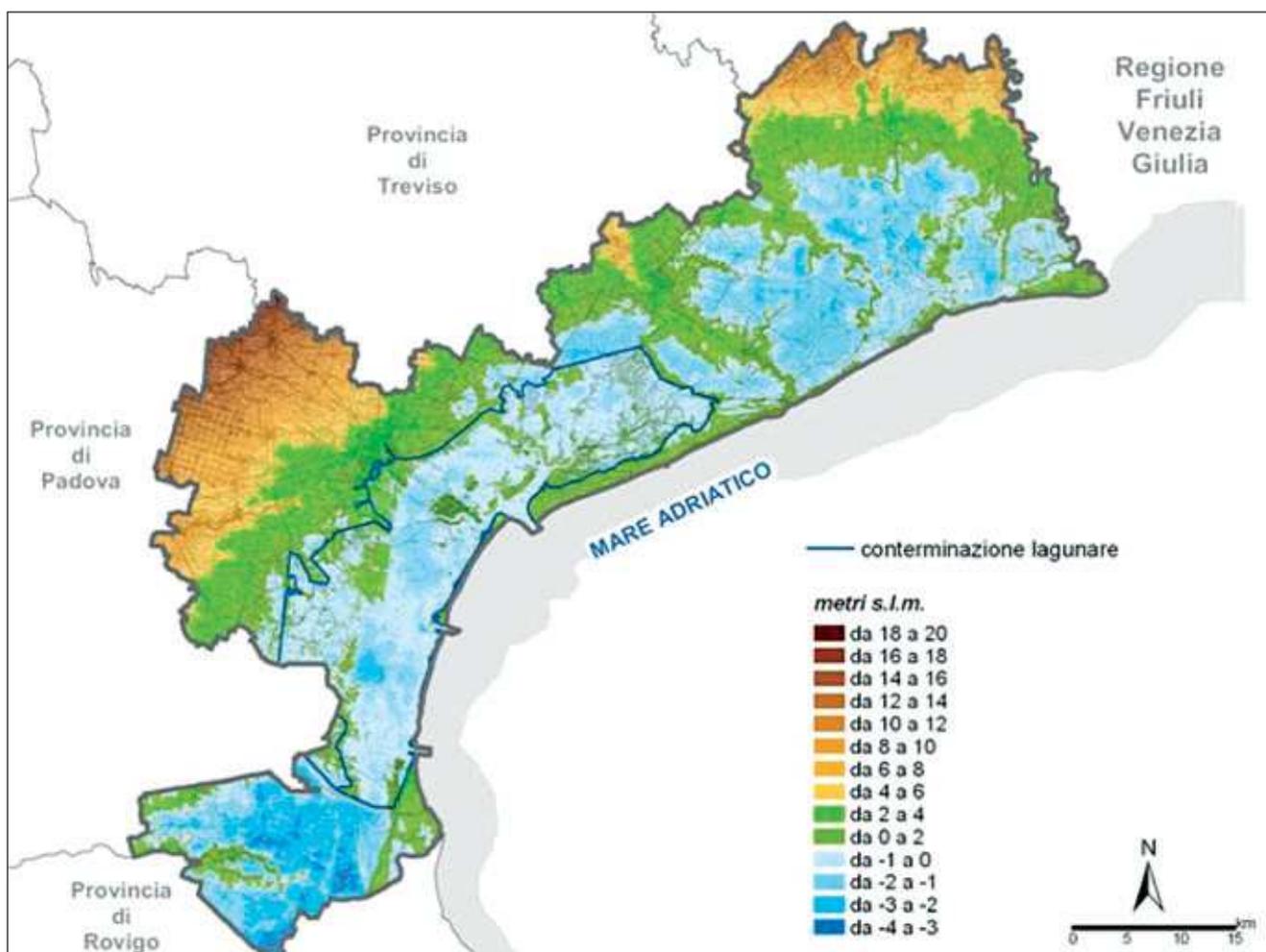


Fig. 6.3 - Carta altimetrica della provincia di Venezia: le aree al di sotto del livello del mare sono rappresentate in azzurro.

deriva, in ultima analisi, dalla sua conformazione geologica; quando infatti Napoleone ha dato alle province venete la loro configurazione amministrativa, che ricalca bene quella attuale, per Venezia ha considerato l'insieme delle paludi e lagune litoranee e l'asta fluviale del Naviglio Brenta con i paesi che gravitavano attorno a tali spazi acquei.

Con le imponenti bonifiche integrali avvenute nel corso di un centinaio d'anni e concluse sostanzialmente con la bonifica di Valle Vecchia di Caorle negli anni '50, il territorio da prevalentemente lagunare è stato trasformato in gran parte in terra ferma.

Oltre metà del territorio provinciale è ora soggetto a bonifica idraulica<sup>8</sup> in quanto sottostante al livello del medio mare (anche fino a -4 m s.l.m.) o alla quota d'espansione delle maree (i cosiddetti "prati surtumosi"). Ciò ha comportato la creazione di una rete capillare di fossi, canali consorziali e idrovore necessarie per mantenere artificialmente il franco di bonifica. Nella Fig. 6.3<sup>9</sup> è schematicamente rappresentata la situazione altimetrica provinciale con evidenziate le ampie aree poste sotto lo zero marino.

Il delicato equilibrio instauratosi tra gli specchi d'acqua, i grandi fiumi (che nel territorio veneziano hanno i loro tratti terminali) e la rete artificiale della

bonifica, soprattutto in questi ultimi tempi, è entrato drammaticamente in crisi: eventi piovosi anche di non eccezionale entità provocano sempre più spesso diffuse situazioni di esondazioni e allagamenti (Fig. 6.4); eventi ritenuti fino a poco tempo fa eccezionali, ma ora non più tanto rari per l'effetto dei cambiamenti climatici che vedono sempre più il manifestarsi di piogge monsoniche e veri e propri nubifragi, costringono le autorità competenti a gestire in modo straordinario la sicurezza del territorio in ordine al rischio idraulico<sup>10</sup>.

Le cause principali di tale grave dissesto, che interessa soprattutto le zone più urbanizzate, sono molteplici e dovute non solo alla modificazione del clima e della intensificazione delle precipitazioni piovose, ma soprattutto allo stravolgimento recato all'assetto e all'uso del territorio in questi ultimi decenni, con una selvaggia e diffusa impermeabilizzazione dei suoli e con la perdita della naturale capacità di infiltrazione

<sup>8</sup> Vedi anche il capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>9</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la cartografia di Tav. 1.

<sup>10</sup> Vedi anche i capitoli 11 "Climatologia" e 18 "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.



Fig. 6.4 - Suoli allagati per eventi meteorici intensi.

e di laminazione dei terreni. La risposta idrologica del territorio antropizzato agli eventi estremi è disastrosa in termini di maggiore quantità d'acqua riversata nella rete scolante, che mette in crisi tutto un sistema di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali non più sufficiente a impedire allagamenti e ristagni e che esige costosi adeguamenti e potenziamenti: quasi tutta la rete di scolo appare ormai obsoleta e abbisogna di importanti interventi per recuperare la capacità d'invaso persa a causa del consumo di suolo.

Altre problematiche ambientali sono collegate all'attività agricola; già nel passato si è avuta la trasformazione, per motivi economici, delle *sistemazioni agrarie* dei campi che sono passate dall'essere "a cavino" (con la parte centrale più elevata, al riparo dalla sommersione delle acque meteoriche rispetto alle estremità longitudinali) alla sistemazione "alla ferrarese" (con debole pendenza uniforme e scoline a distanze prefissate, generalmente 28 m) e, in tempi più recenti, ai drenaggi tubolari sotterranei, con il passaggio dai campi chiusi a quelli aperti e la conseguente modifica del paesaggio delle campagne. E' da evidenziare che interventi così significativi come la posa dei tubi drenanti provocano, soprattutto se non adeguatamente eseguiti, un'alterazione profonda della sequenza degli orizzonti tipica del suolo naturale, inducendo una trasformazione duratura sull'intero ecosistema terrestre.

Di ancora maggior impatto sulla componente suolo risulta la pratica delle *migliorie fondiari*<sup>11</sup>, consistente in imponenti lavori di sterro e riporto del materiale di scavo in aree agricole che possono stravolgere l'ori-

ginaria stratigrafia naturale dei luoghi. Per il loro forte impatto sul territorio (ancor più grave quando avvengono in territori già posti naturalmente sotto il livello marino), soprattutto quando vengono utilizzati materiali di risulta da attività produttive seppure connesse al settore primario, queste migliorie dovrebbero essere approvate e monitorate con maggior attenzione, sempre comunque con l'obiettivo di incrementare a medio-lungo termine la produttività agricola e non trattandole alla stregua di un'attività di smaltimento/recupero o di cava. Le migliorie fondiari sono essenzialmente concentrate nella parte meridionale della provincia, e hanno reso alcuni ambiti irriconoscibili rispetto a pochi anni addietro (Fig. 6.5).

Non è inoltre da sottovalutare l'effetto negativo sulla fertilità del suolo che può derivare da un utilizzo scorretto degli effluenti di allevamento e dei fanghi di depurazione; l'utilizzo di materiali di scarsa qualità (con elevate concentrazioni di inquinanti) o di quantità sproporzionate alle reali esigenze della coltura può essere la causa di permanenti alterazioni delle caratteristiche del suolo.

Da ultimo, ma non per importanza, è il problema dell'inquinamento dei suoli, del sottosuolo e delle acque sotterranee. L'intensa attività estrattiva che ha prodotto prima del 1975 (data della prima regolamentazione regionale sull'attività estrattiva) decine e decine di cave a fossa, dove veniva estratta principalmente argilla per la produzione di laterizi, indispen-

<sup>11</sup> Vedi anche i capitoli 5 "Banche dati" e 15 "Georisorse" e la cartografia di Tav. 14.



Fig. 6.5 - Abbassamento del piano di campagna di circa 1,5 m nell'ambito di una migliona fondiaria.

sabili per sostenere il boom edificatorio verificatosi tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso, ha determinato i presupposti per lo sviluppo di quasi altrettante discariche incontrollate di rifiuti urbani e industriali più o meno pericolosi (almeno fino all'entrata in vigore della prima norma regionale in materia nel 1980). Tale situazione è sicuramente più concentrata nell'area di Marghera, dove fin dai primi anni '50 si sono sviluppati i centri urbani di Marghera e Malcontenta associati alla nascita del polo chimico, e dove le fosse di cava venivano riempite dai rifiuti industriali di ogni tipo. Qui con D.M. n° 471 del 25.10.1999 è stato istituito il Sito di bonifica di Interesse Nazionale di Porto Marghera, dove le attività di caratterizzazione, di messa in sicurezza e di bonifica dei suoli e delle acque sotterranee rappresentano la condizione indispensabile per ogni tipo di intervento e trasformazione del territorio.

## 6.2. METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La carta dei suoli della provincia di Venezia è stata realizzata in un tempo piuttosto lungo, a partire dalle informazioni raccolte nei primi lavori di Alvise Comel e della Provincia negli anni '80-'90, e seguendo le metodologie del rilevamento pedologico utilizzate a livello internazionale e nazionale.

La realizzazione di una cartografia dei suoli è un'attività complessa che si articola in diverse fasi che si svolgono parte in ufficio e parte in campagna e che possono essere riassunte nei seguenti punti:

- studio preliminare;
- rilevamento di campagna;
- analisi di laboratorio;
- elaborazione dati e stesura della cartografia;
- archiviazione nella banca dati dei suoli;
- armonizzazione e correlazione.

### 6.2.1. Studio preliminare

Questa prima fase di lavoro è stata necessaria per raccogliere tutte le informazioni utili a comprendere gli aspetti del territorio che possono aver influenzato la formazione dei suoli e i processi pedogenetici. Il principale strumento utilizzato è stato lo **studio geomorfologico**, basato sulla Carta Geomorfologica (BONDESAN *et al.*, 2004)<sup>12</sup> e ha consentito la realizzazione della **carta delle unità di paesaggio**. Queste possono essere definite come aree omogenee per morfologia, tipologia ed età dei sedimenti e quindi con elevata probabilità anche per tipologie di suoli presenti. Importanti informazioni sono state otte-

<sup>12</sup> Vedi anche il capitolo 7 "Geomorfologia" e la cartografia di Tav. 9.

nute dall'incrocio dei dati ricavati dal telerilevamento (analisi di foto aeree, ortofoto e immagini satellitari), dall'analisi del microrilievo<sup>13</sup> con isoipse spaziate di 0,5 m fino a +5 m s.l.m., e poi ogni metro per quote superiori, e dalla cartografia storica<sup>14</sup>; il confronto tra queste informazioni e i dati di campagna (trivellate e profili pedologici) ha consentito di validare i limiti delle unità di paesaggio.

Dalla definizione delle unità di paesaggio sono stati ricavati dei **modelli suolo-paesaggio** che rendono evidenti le relazioni tra i fattori pedogenetici e il suolo.

### 6.2.2. Rilevamento di campagna

Le ipotesi riguardo alle relazioni tra suolo e paesaggio sono state verificate in campagna attraverso l'esecuzione di osservazioni che nell'ambiente di pianura sono principalmente di due tipi: profili e trivellate<sup>15</sup>. Il **profilo** (Fig. 6.6) consiste nello scavo, con un mezzo meccanico, di una trincea profonda circa 1,5 m, che mette a nudo la sezione di suolo permettendo la descrizione di tutte le caratteristiche del suolo su campioni indisturbati; la sezione viene suddivisa in più strati, omogenei per una o più caratteristiche, gli orizzonti, che sono descritti e campionati per l'esecuzione delle analisi di laboratorio. La **trivellata** si basa sull'estrazione di carote di terreno con trivella manuale, di tipo olandese, fino a circa 1,2 m di profondità; in questo caso soltanto alcune caratteristiche del suolo possono essere descritte, ma esse sono sufficienti ad avere una sintetica descrizione del tipo di suolo presente ed eventualmente a ricollegarlo a dei suoli già descritti in modo più approfondito.

Per ogni area rilevata è stata realizzata una prima campagna di trivellate, distribuite sulla base delle unità di paesaggio, che ha permesso di fare un primo elenco dei suoli presenti; è poi seguita una prima campagna di profili per la caratterizzazione dei suoli rappresentativi e, successivamente, una seconda campagna di trivellate per valutare l'effettiva diffusione dei suoli descritti ed eventualmente correggere i limiti delle delimitazioni; infine, è stata eseguita una



Fig. 6.6 - Scavo di un profilo di suolo con miniescavatore.

seconda campagna di profili per descrivere eventuali suoli non individuati nella prima campagna.

Complessivamente sono state utilizzate 7192 osservazioni (6426 trivellate e 764 profili), di cui 1613 derivanti dal rilevamento del DOC Piave, 105 dal rilevamento DOC Lison Pramaggiore, 2624 dal rilevamento del bacino scolante in laguna di Venezia e 178 da altri rilevamenti; le restanti 2672 osservazioni sono state effettuate appositamente per il completamento della cartografia. La densità finale è stata di 3,8 osservazioni per km<sup>2</sup> (pari a 1 osservazione ogni 26,5 ha), adeguata per la realizzazione di una carta in scala 1:50.000 secondo gli standard internazionali della FAO.

### 6.2.3. Analisi di laboratorio

Le analisi sono state eseguite per la maggior parte, 2460 campioni sul totale di 3071, presso il laboratorio ARPAV di Castelfranco Veneto, accreditato SINAL al n° 0050 nel periodo di esecuzione dei rilievi, le restanti presso laboratori privati.

Le determinazioni effettuate e il relativo metodo analitico sono riportate nella Tab. 6.1.

Come si rileva dalla tabella, per la determinazione della Capacità di Scambio Cationico e delle basi scambiabili sono stati utilizzati metodi che prevedono l'estrazione con soluzione di bario cloruro tamponato a pH 8,1, maggiormente adatti per campioni a reazione basica, come di fatto è la maggior parte dei suoli dell'area di studio. I pochi campioni a reazione acida, presenti solo nei suoli della pianura alluvionale dell'Adige, caratterizzati dalla presenza di torbe, sono stati analizzati con gli stessi metodi, per omogeneità; da ciò risulta una sovrastima nel tasso di saturazione in basi, di cui si è tenuto presente in fase di elaborazione dei dati.

### 6.2.4. Elaborazione dati e stesura della cartografia

Il lavoro di elaborazione dei dati si è svolto in stretto collegamento con quello di campagna: man mano che sono state eseguite le osservazioni esse sono state utilizzate per costruire i modelli suolo-paesaggio e per tracciare i primi limiti della carta dei suoli, a partire da quelli delle unità di paesaggio; l'elaborazione dei dati è servita a sua volta a guidare il rilevamento in campagna stabilendo dove eseguire ulteriori osservazioni, in modo mirato.

Una volta individuati e chiariti i modelli suolo-paesaggio, sono state definite le **Unità Tipologiche di Suolo (UTS)**, delle entità distinte all'interno del *continuum* dei suoli, omogenee per fattori pedogenetici (tipo e origine del materiale di partenza, morfologia ecc.), per processi di formazione del suolo (es. decarbonazione superficiale e accumulo di carbonati in profondità) e per caratteri funzionali (drenaggio, tessi-

<sup>13</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la cartografia di Tav. 1.

<sup>14</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le cartografie delle Tavv. 2-3.

<sup>15</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 6.

DETERMINAZIONE	METODO	RIFERIMENTO
pH in acqua	metodo potenziometrico con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
pH in KCl	metodo potenziometrico con rapporto suolo-soluzione di KCl 1N 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
Granulometria	per sedimentazione previa dispersione in sodio esametafosfato; frazionamento in sabbia (da 2 a 0,05 mm), limo (da 0,05 a 0,002 mm) e argilla (<0,002 mm). Sui campioni con sabbia > 20% e < 50% è stato eseguito un ulteriore frazionamento delle sabbie (per setacciatura) per la determinazione della sabbia molto fine (0,05-0,1 mm)	DM 13.9.99 Met. II.5
Calcare totale	metodo gasvolumetrico	DM 13.9.99 Met. V.1
Calcare attivo	estrazione con ammonio ossalato e successiva titolazione con permanganato	DM 13.9.99 Met. V.2
Carbonio organico	metodo di Walkley-Black: ossidazione con potassio dicromato e analisi in automatico con spettrofotometro UV/VIS	UNICHIM M.U. 775/88
Fosforo assimilabile	metodo ISO: estrazione con bicarbonato sodico e determinazione tramite spettrofotometro UV/VIS	ISO 11263
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro e determinazione mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico	DM 13.9.99 Met. XIII.5
Capacità di Scambio Cationico	estrazione con bario cloruro + TEA a pH 8,1	DM 13.9.99 Met. XIII.2
Conducibilità elettrica	determinazione in estratto acquoso con rapporto suolo-acqua 1:2,5 o 1:2	DM 13.9.99 Met. IV.1

Tab. 6.1 - Determinazioni analitiche, metodi utilizzati e relativo riferimento.

tura superficiale, salinità ecc.). Per ogni UTS è stato individuato un profilo di riferimento che rappresenta il più possibile le caratteristiche distintive dell'unità; all'UTS sono state ricondotte altre osservazioni (profili e trivellate) con uno specifico grado di ricollegamento (1 = osservazione tipica; 2 = osservazione rappresentativa; 3 = osservazione correlata; 4 = osservazione esterna; 5 = osservazione con legame doppio e parziale); le informazioni provenienti dalle osservazioni ricollegate sono state utilizzate per la descrizione dell'UTS dove vengono riportate le caratteristiche chimico-fisiche e funzionali, indicandone la variabilità, e fornite informazioni sulle qualità specifiche e sulle problematiche gestionali.

Sulla base delle osservazioni sono stati rivisti i limiti delle unità di paesaggio e sono state definite le **unità cartografiche** della carta dei suoli. Anche per ciascuna unità cartografica sono state registrate le informazioni relative alle unità tipologiche presenti, con la loro frequenza relativa e il modello di distribuzione, oltre a informazioni generali sull'ambiente, la morfologia, il materiale parentale, il substrato, l'uso del suolo ecc.

Le caratteristiche di unità cartografiche e tipologiche sono state riportate in forma sintetica nella **legenda** che accompagna la carta dei suoli.

### 6.2.5. Archiviazione nella banca dati dei suoli

I dati relativi a osservazioni, unità tipologiche e unità cartografiche sono stati archiviati sia nella banca dati dei suoli del Veneto (ARPAV, 2005) che in quella della Provincia di Venezia (esse sono infatti collegate tra loro in base a quanto stabilito con apposito Protocollo d'intesa). La disponibilità di una banca dati informa-

tizzata e georeferenziata facilita numerose operazioni altrimenti ingestibili a causa della numerosità dei dati e della complessità delle procedure di elaborazione.

#### 6.2.5.1. La banca dati dei suoli del Veneto

La banca dati utilizza un database relazionale gestito tramite il software MS Access; attraverso sistemi di interrogazioni (*query*) è possibile filtrare le informazioni necessarie per determinate valutazioni (es. selezione di tutti i profili riconducibili ad un'unità tipologica di suolo) o calcolare parametri per il suolo nel suo insieme o per singolo orizzonte. Attraverso la compilazione di moduli (in linguaggio di programmazione *MS Visual Basic*), inoltre, è possibile gestire calcoli più complessi come ad esempio il calcolo dell'AWC (*Available Water Capacity*, Riserva Idrica Disponibile) a profondità prefissate, per mezzo di pedofunzioni che utilizzano alcune informazioni estratte dalla tabella orizzonti (tessitura, contenuto di sostanza organica, contenuto in scheletro ecc.). Attraverso l'uso di moduli è anche possibile ottenere dei *report* che, attraverso tabelle di decodifica, trasformano i codici inseriti nella banca dati in schede descrittive di profili, unità tipologiche di suolo e unità cartografiche, corredate da analisi di laboratorio e fotografie.

##### 6.2.5.1.1. Archivio delle osservazioni

Le informazioni archiviate sono organizzate in tabelle i cui campi sono uniti attraverso una chiave primaria univoca (Fig. 6.7). Le tabelle principali sono:

- tabella SITO: raggruppa caratteri dell'ambiente quali l'uso del suolo, la morfometria, gli aspetti superficiali, la profondità della falda ecc., e caratteri

- generali del suolo, come il drenaggio, la permeabilità, il deflusso superficiale ecc.;
- tabella CLASSIFICAZIONE: è possibile per ogni osservazione archiviare la classificazione secondo i due sistemi maggiormente in uso a livello internazionale: il World Reference Base for Soil Resources (FAO, 2006) e la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006), riportando anche la versione utilizzata, in modo da conservare lo storico (classificazioni sulla base di versioni precedenti all'attuale);
  - tabella ORIZZONTI (minerali ed organici): per ogni orizzonte minerale di ogni profilo sono archiviate informazioni raccolte in campagna quali: spessore, colori, struttura, effervescenza all'HCl, figure pedogenetiche, granulometria, ecc. Per gli orizzonti organici di superficie sono raccolti i dati utili alla determinazione della forma di humus (struttura, tipo e quantità di deiezioni presenti, pH di campagna ecc.);
  - tabelle ANALISI: i risultati delle analisi sono suddivisi in una tabella che riporta il set standard delle determinazioni (tessitura, pH in acqua, capacità di scambio cationico, basi di scambio, carbonio organico, carbonati totali e calcare attivo) e in altre che raccolgono le determinazioni di parametri ritenuti utili solo in alcuni casi specifici (metalli pesanti, Al e Fe in ossalato, salinità ecc.) o le misure di parametri fisici (densità apparente, valori della curva pF, conducibilità idrica satura ecc.);
  - tabella RICOLLEGAMENTO all'UTS: permette di definire, per ogni osservazione, il riferimento a una o più unità tipologiche di suolo. E' la tabella di legame tra l'archivio delle osservazioni e quello delle unità tipologiche di suolo.

#### 6.2.5.1.2. Archivio delle unità tipologiche di suolo

Le informazioni sulle unità tipologiche di suolo sono anch'esse organizzate in tabelle nelle quali sono raggruppati elementi relativi all'ambiente, al suolo e ad aspetti funzionali. Le principali tabelle sono:

- tabella AMBIENTE: raccoglie informazioni riguardanti la morfometria (quota, pendenza, esposizione), la morfologia, il materiale parentale, l'uso del suolo prevalente ecc.;
- tabella SUOLO: è legata con una relazione di tipo "uno a uno" alla tabella AMBIENTE e archivia i valori modali e gli intervalli di variabilità delle principali caratteristiche del suolo (profondità utile alle radici, profondità e tipo di limiti alla radicabilità, profondità della falda, drenaggio, pietrosità e rocciosità superficiali, regime termico e idrico, sequenza degli orizzonti ecc.). Molti di questi caratteri sono espressi anche in classi;
- tabella CLASSIFICAZIONE: archivia la classificazione in cui ricade l'unità tipologica, secondo i sistemi di classificazione World Reference Base for Soil Resources e Soil Taxonomy, come già visto per gli archivi delle osservazioni;
- tabella ORIZZONTI: raccoglie i valori modali, minimi e massimi e spesso anche il valore della classe, delle caratteristiche dei principali orizzonti dell'unità tipologica di suolo (spessore, colori, tessitura, carbonati totali, reazione, granulometria ecc.).

Ulteriori tabelle raccolgono le informazioni necessarie alla valutazione di aspetti funzionali, quali la capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee, i problemi nutrizionali specifici o la relazione nel paesaggio con altre unità tipologiche di suolo.

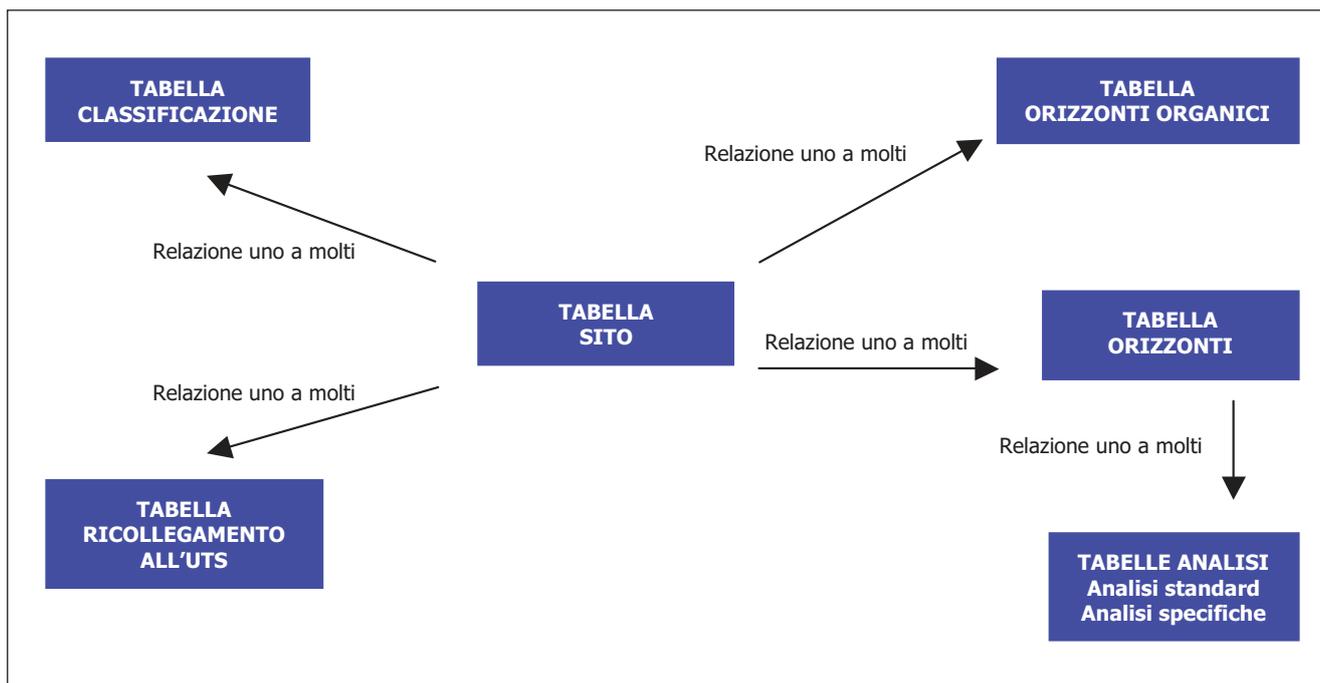


Fig. 6.7 - Schema delle relazioni tra le tabelle dell'archivio delle osservazioni (ARPAV, 2005).

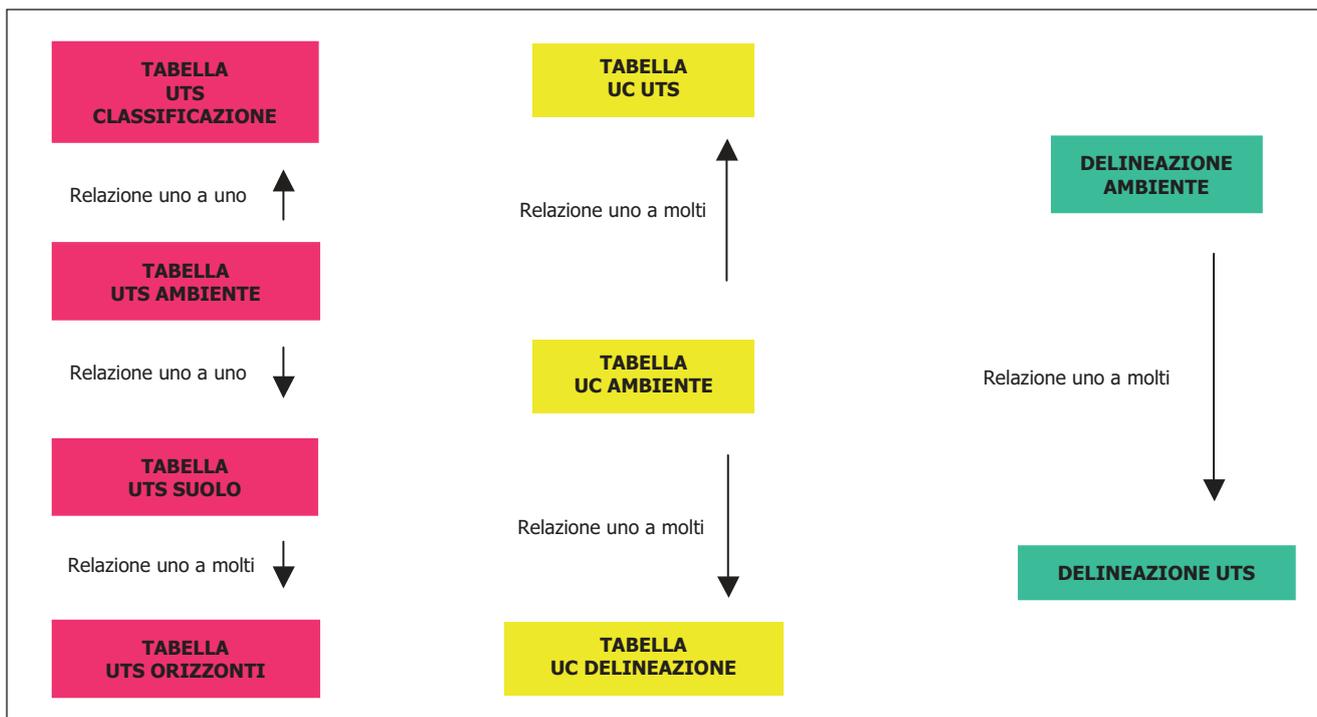


Fig. 6.8 - Schema delle relazioni tra le tabelle dell'archivio delle unità tipologiche di suolo (UTS in rosso), delle unità cartografiche (UC in giallo) e delle delimitazioni (in verde) (ARPAV, 2005).

#### 6.2.5.1.3. Archivio delle delimitazioni e delle unità cartografiche

Gli archivi delle singole delimitazioni della carta dei suoli e delle unità cartografiche presentano una struttura analoga. In entrambi i casi, infatti, si tratta di poligoni ai quali sono associati dati sulle caratteristiche ambientali generali (superficie, morfometria, uso del suolo, morfologia, geologia, clima, presenza di fenomeni erosivi ecc.) e sulle unità tipologiche di suolo individuabili in tali ambienti. A un'unità cartografica sono ricollegate una o più delimitazioni. Per ogni unità cartografica è compilata una tabella (tabella UC UTS) che elenca le unità tipologiche di suolo presenti al suo interno, ne quantifica la percentuale di copertura e ne descrive la localizzazione e distribuzione (Fig. 6.8).

#### 6.2.5.2. La banca dati provinciale<sup>16</sup>

Al fine di organizzare e aggiornare nel tempo i dati pedologici acquisiti, la Provincia di Venezia ha organizzato una specifica banca dati che contiene i dati inizialmente raccolti solo su supporto cartaceo, successivamente trasferiti anche su supporto informatico. Ciò facilita l'archiviazione e la gestione dei dati per i propri fini e permette la divulgazione dei dati all'esterno (spesso richiesti da altri enti pubblici per scopi istituzionali e/o di ricerca).

In seguito, per facilitare lo scambio delle informazioni tra un Ente e l'altro, la Provincia ha modificato il sistema di archiviazione informatico al fine di renderlo compatibile con quello presente presso gli altri enti preposti a studi pedologici, ARPAV *in primis*. Ciò ha ovviamente permesso di snellire e facilitare le modalità di scambio dei dati tra un ente e l'altro.

La banca dati provinciale comprende 8433 osservazioni suddivise in trivellate e profili. Non tutte queste osservazioni sono state utilizzate per il presente lavoro e non tutte sono di esclusiva proprietà provinciale.

Per questo studio, la Provincia di Venezia, tramite il Servizio Geologico e Difesa del Suolo, ha da sempre cercato e favorito la collaborazione con altri Enti, Istituzioni, privati, per aumentare le conoscenze del proprio territorio. In certi casi questo ha per contro generato la non omogeneità dei dati ricavati e, come per il presente lavoro, la necessità di omogeneizzare i dati di partenza secondo criteri ben definiti. Infatti la finalità dell'Amministrazione è possedere il maggior numero di informazioni possibili relativi al territorio provinciale da poter utilizzare di volta in volta per i propri scopi istituzionali, anche se magari non *in toto*. Per mantenere la memoria storica e per permettere i controlli che negli anni sono stati eseguiti sui dati inseriti nella banca dati, la Provincia ha deciso di archiviare e mantenere aggiornato anche l'archivio cartaceo originale, collegato a quello informatico.

#### 6.2.6. Armonizzazione e correlazione

Poiché il rilevamento del territorio provinciale è stato realizzato in tempi diversi e da più squadre di rilevatori, si è reso necessario un lavoro di armonizzazione e correlazione tra le varie aree rilevate. In alcune di esse, come la parte meridionale della provincia e l'area DOC di Lison Pramaggiore, la cartografia

<sup>16</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 6.

realizzata è stata rivista profondamente poiché lo studio preliminare era stato fatto con metodologie diverse rispetto a quelle sopra descritte; per queste aree sono state comunque utilizzate le osservazioni pedologiche disponibili e, dove necessario, ne sono state realizzate delle altre. Anche l'area DOC del Piave (rilevata a un dettaglio maggiore) è stata rielaborata per uniformare i criteri di individuazione delle unità cartografiche e delle unità tipologiche al resto del territorio.

Un consistente lavoro di correlazione è stato fatto per permettere l'unione con la cartografia della contigua provincia di Treviso, realizzata da ARPAV in parallelo, e con il territorio del bacino scolante, in buona parte compreso nella provincia di Venezia e per il quale vi era già stata la collaborazione tra ARPAV e Provincia di Venezia.

### 6.3. I SUOLI DEL TERRITORIO PROVINCIALE

#### 6.3.1. Formazione dei suoli

Le caratteristiche e le proprietà dei suoli di pianura dipendono principalmente dalla composizione del materiale di partenza (i sedimenti dei fiumi dai quali si sono formati) e da come questo materiale si è depositato per azione degli stessi corsi d'acqua; dipendono inoltre dal tempo che i processi pedogenetici hanno avuto a disposizione per trasformare quel materiale, dal clima (precipitazioni, temperatura, umidità, presenza di falda ecc.) che può aver influenzato i processi e infine dalle attività dell'uomo e degli altri organismi viventi che possono aver apportato delle modificazioni.

All'interno dell'area di studio i principali processi che hanno determinato la formazione dei suoli sono l'alterazione dei materiali di partenza, la migrazione dei carbonati in profondità (decarbonatazione), la mobilizzazione dei composti del ferro e del manganese per ossidoriduzione (GIORDANO, 1999).

L'**alterazione** del materiale di partenza avviene mediante processi fisici e chimici. I processi fisici consistono nello spostamento di particelle a opera di animali terricoli, gelo e radici, distruggono la struttura originaria del materiale di partenza e agevolano la tendenza dei costituenti minerali a riunirsi in aggregati strutturali; i processi chimici portano alla formazione di nuovi minerali (argilla di neogenesi e sesquiossidi di ferro e manganese) e sono molto attivi negli ambienti temperati umidi.

La **decarbonatazione** avviene per opera dell'acqua che scorre nel suolo; questa solubilizza parzialmente i carbonati di calcio e magnesio presenti, li trasporta in profondità dove possono essere allontanati o, in condizioni particolari, possono precipitare come concentrazioni soffici e/o concrezioni.

La **mobilizzazione dei composti del ferro e del manganese** richiede la presenza nel suolo di condizioni riducenti, che si creano quando la difficoltà a

smaltire le acque in eccesso nel suolo persiste per un tempo sufficientemente lungo da consumare l'ossigeno presente. Successivamente questi composti, riossidati, precipitano formando, nel caso del ferro, screziature di colore bruno rossastro, in corrispondenza delle zone di arricchimento, e grigio, dove vi è impoverimento di ferro o presenza di ferro in forma ridotta. Nel caso del manganese, invece, si formano concrezioni di colore nerastro. L'alternanza di condizioni ossidanti e riducenti è dovuta alla fluttuazione stagionale della falda e alla difficoltà dei suoli ad allontanare le acque in eccesso. Il processo può manifestarsi con diversa intensità ed evidenza in base al tempo che i fenomeni hanno avuto per svilupparsi, ai fattori che determinano la permeabilità del suolo (granulometria, porosità e struttura) e alla profondità d'oscillazione della falda.

Quando le condizioni riducenti create dal ristagno idrico, per effetto della presenza di falda superficiale o della presenza di orizzonti poco permeabili, perdurano, gli orizzonti possono assumere colorazioni grigiastre (**gleificazione**). Nelle stesse condizioni di saturazione di acqua la mineralizzazione della sostanza organica viene rallentata o impedita causandone l'accumulo negli orizzonti superficiali, che risultano quindi di colore scuro (Fig. 6.9).



Fig. 6.9 - Suolo ad elevato contenuto di sostanza organica in superficie e con colori grigi in profondità per la presenza di falda.

### 6.3.2. Suoli e paesaggio

Nell'elaborazione della carta dei suoli, rappresentata nella cartografia di Tav. 8 in scala 1:100.000, i diversi ambienti sono stati distinti seguendo una scala gerarchica: una prima suddivisione è stata fatta distinguendo i "distretti" in base ai bacini fluviali di appartenenza (es. pianura alluvionale del fiume Piave). Il livello successivo, le "sovraunità di paesaggio", suddivide gli ambienti in base all'età di formazione e al grado di decarbonatazione e/o evoluzione dei suoli che ne

deriva (es. bassa pianura antica del fiume Piave, con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi). Nella "unità di paesaggio" viene fatta una ulteriore suddivisione in base alle forme delle superfici (es. dossi, depressioni ecc.).

Si riporta di seguito un inquadramento generale dei suoli a livello di sovraunità di paesaggio, con i suoli considerati più caratteristici e la loro classificazione secondo la Soil Taxonomy USDA (SOIL SURVEY STAFF, 2006) seguita dalla classificazione WRB (FAO, 2006).

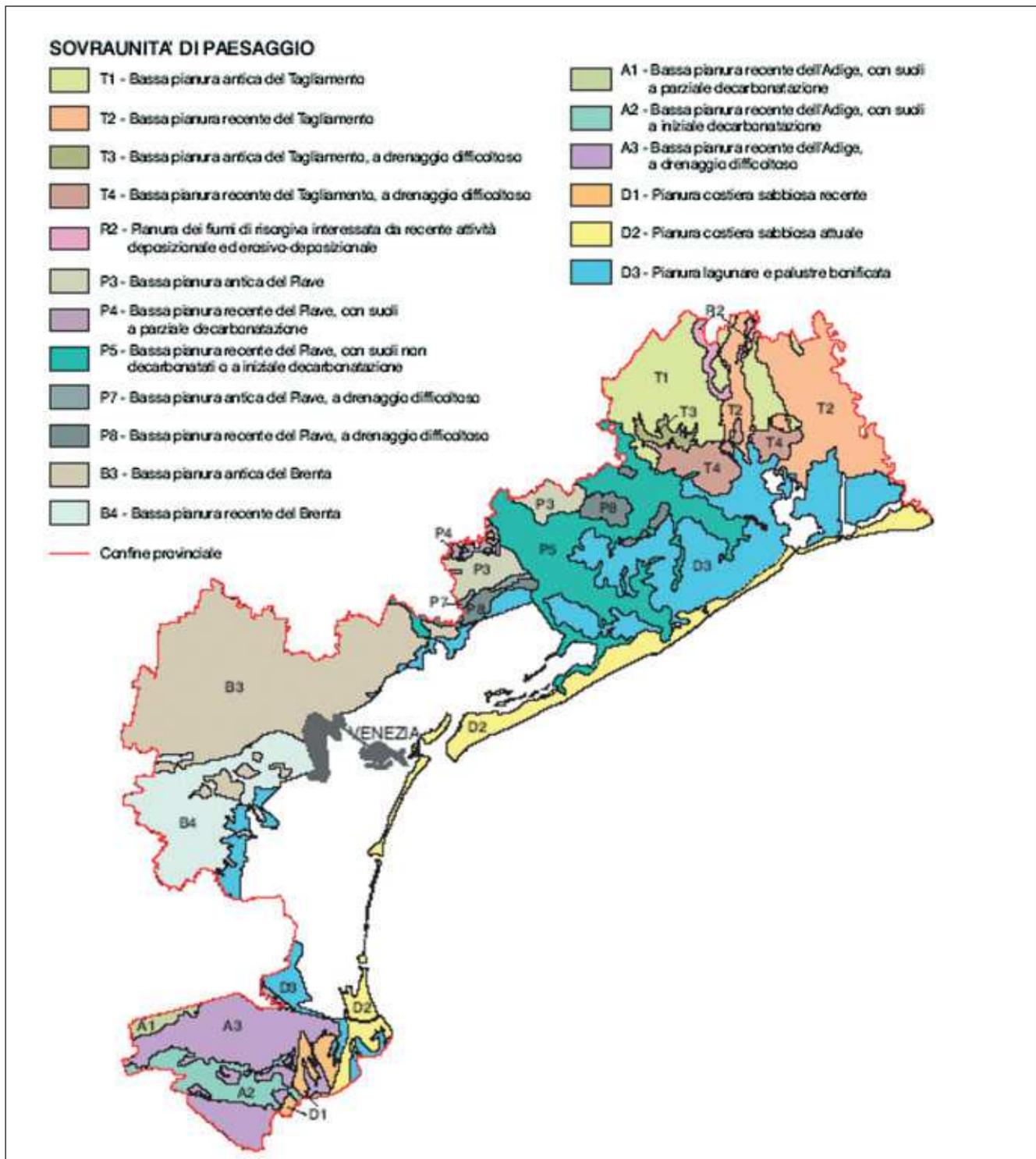


Fig. 6.10 - Sovraunità di paesaggio del territorio provinciale (fonte ARPAV).

Una descrizione più approfondita si trova nel volume "I suoli della provincia di Venezia" nel capitolo relativo alla carta dei suoli (cap. 5).

La parte settentrionale dell'area studiata, compresa tra Livenza e Tagliamento, è occupata dalla pianura alluvionale del fiume **Tagliamento** (Fig. 6.10). I sedimenti sono estremamente calcarei, con un contenuto in carbonati intorno al 60%. All'interno di questa superficie si può distinguere una parte più antica (sovraunità T1 e T3), a ovest, con suoli decarbonatati ed evoluti, da una parte più recente, olocenica (sovraunità T2 e T4), con suoli soltanto a iniziale decarbonatazione. La parte più antica, formata da depositi del Tagliamento di età pleniglaciale (porzione distale del *megafan* del Tagliamento), si presenta come una superficie ondulata caratterizzata da depositi fini, argille e limi, nella quale si possono distinguere delle aree di dosso leggermente rilevate, a sedimenti più grossolani, sabbie e a volte ghiaie, e aree depresse a drenaggio difficoltoso localizzate per lo più nella parte distale. I suoli sviluppati su questa superficie antica hanno subito un'evoluzione spinta, con decarbonatazione degli orizzonti superficiali e accumulo dei carbonati in profondità in un orizzonte calcico (Bk) molto sviluppato. Nella pianura indifferenziata prevalgono suoli (Fig. 6.11) con orizzonte calcico, granulometria limoso fine o limoso grossolana e drenaggio mediocre (*Oxyaquic Eutrudepts fine silty; Endogleyic Calcisols*) oppure granulometria argilloso fine, drenaggio lento e tendenza a fessurare nella stagione estiva (*Aquertic Eutrudepts fine; Endogleyic Hypercalcic Calcisols*); quest'ultimi sono particolarmente frequenti nella parte meridionale. In corrispondenza dei dossi la granulometria è franco grossolana o franco fine, spesso con scheletro entro o alla base del profilo, soprattutto nelle aree più a nord; la tessitura non permette la formazione di orizzonte calcico e i carbonati vengono allontanati dal profilo, anche se non completamente (sono intorno al 10-20%) a causa dell'elevato contenuto iniziale.

Nella parte meridionale di questa pianura antica, morfologicamente depressa e un tempo occupata da paludi (sovraunità T3), il suolo è molto scuro in superficie per l'accumulo di sostanza organica quando la superficie era sommersa, ma presentano ancora un orizzonte calcico in profondità (*Aquic Cumulic Hapludolls fine loamy; Gleyic Phaeozems*).

Nella pianura recente (sovraunità T2), formata in diversi periodi dell'Olocene, i suoli, a moderata differenziazione del profilo, risultano soltanto parzialmente decarbonatati (*Oxyaquic Eutrudepts; Endogleyic Fluvic Cambisols (Hypercalcaric)*). Nelle aree di dosso i suoli sono a tessitura media, estremamente calcarei, con un orizzonte di alterazione (Bw); nelle parti sommitali dei dossi si trovano suoli a granulometria franco grossolana e drenaggio buono, mentre nei fianchi prevalgono suoli limoso grossolani a drenaggio mediocre. Nella superficie indifferenziata,



Fig. 6.11 - Suolo limoso fine della pianura antica del Tagliamento con decarbonatazione dell'orizzonte superficiale e formazione di orizzonte calcico in profondità; sono evidenti anche caratteri di idromorfia nel substrato evidenziati dal colore grigio e dalle screziature ocre.

di transizione tra i dossi e le depressioni, costituita prevalentemente da limi, i suoli si differenziano da quelli di dosso essenzialmente per le tessiture più fini (franco limoso argilloso) e a volte per il debole accumulo di carbonato di calcio in profondità.

In corrispondenza delle depressioni i suoli, a tessitura fine e drenaggio lento, tendono a fessurare durante la stagione estiva e possono presentare orizzonti organici in profondità (*Aquertic Eutrudepts fine; Endogleyic Fluvic Vertic Cambisols*). Nelle aree palustri fluviali bonificate, come la palude di Alvisopoli, prevalgono invece suoli simili ai precedenti per tessiture e caratteri vertici, ma con caratteri di idromorfia più accentuati (*Vertic Fluvaquents fine; Haplic Gleysols*) e con accumulo di sostanza organica in profondità (*Fluvaquentic Endoaquents fine; Thaptomollic Gleysols*).

In corrispondenza di antiche paludi costiere (Bonifica Loncon, Bonifica Sette Sorelle, area a sud di Concordia Sagittaria, sovraunità T4) le condizioni di sommersione per lunghi periodi hanno dato origine a suoli con orizzonti scuri, ricchi di sostanza organica (*Aquic Cumulic Hapludolls fine-silty; Mollis-Endogleyic Fluvisols (Humic)*) e drenaggio lento o molto lento.

La pianura del Tagliamento è solcata da due incisioni, scavate dal fiume tra il tardiglaciale e le prime fasi dell'Olocene, attualmente percorse dai **fiumi di risorgiva** Lemene e Reghena, colmate dalle deposizioni recenti del Tagliamento e in parte degli stessi corsi d'acqua di risorgiva (sovraunità R2). Nelle incisioni questi hanno trasportato e depositato materiale già pedogenizzato al di sopra delle ghiaie del Tagliamento: i suoli (Fig. 6.12) che ne derivano, a moderata differenziazione del profilo, sono a tessitura media e via via più grossolana in profondità e a drenaggio buono. Nelle parti più incise si sono deposte le particelle più fini e il ristagno delle acque ha accumulato materiale organico con la formazione di suoli con orizzonti mollici e caratteri vertici (*Vertic Endoaquolls clayey over loamy-skeletal*; *Mollic Gleysols (Abruptic, Epiclagic)*).

La parte di pianura a ovest del Livenza è costituita dalla pianura alluvionale del fiume **Piave**. E' stata suddivisa in cinque sovraunità di paesaggio (P3, P4, P5, P7 e P8), in continuità con quanto descritto nella carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia e in quella della contigua provincia di Treviso<sup>17</sup>; si distinguono una parte più antica (sovra-



Fig. 6.12 - Suolo argilloso con orizzonte superficiale ricco di sostanza organica e ghiaia in profondità molto frequente nelle incisioni del Tagliamento occupate dai fiumi di risorgiva.

unità P3 e P7), pleistocenica, di limitata estensione, da una più recente, olocenica (sovraunità P4, P5 e P8). Nella prima, articolata in dossi, depressioni e superfici di transizione, i suoli presentano decarbonatazione degli orizzonti superficiali e rideposizione dei carbonati in profondità in un orizzonte calcico molto sviluppato. Particolarmente estese appaiono le aree depresse, facilmente riconoscibili nelle foto aeree e nell'immagine satellitare, dove i suoli sono argillosi, con caratteri vertici, per la presenza di argille espandibili, che si manifestano attraverso i fenomeni di rigonfiamento e contrazione delle argille (*Vertic Eutrudepts fine*; *Endogleyic Vertic Calcisols* e *Aeric Calciaquerts fine*; *Calcic Gleyic Vertisols*). Nelle superfici di transizione tra le depressioni e i dossi, i suoli formati su depositi alluvionali prevalentemente limosi hanno tessitura franco limoso argillosa e drenaggio mediocre e presentano un orizzonte calcico in profondità (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty*; *Endogleyic Hypercalcic Calcisols*). Le tessiture diventano ancora più grossolane in corrispondenza dei dossi (*Oxyaquic Eutrudepts fine-loamy*; *Haplic Calcisols*).

In modo analogo a quanto visto per il Tagliamento, nella pianura antica sono state distinte in una sovraunità separata (P7) alcune aree un tempo occupate da paludi e perciò contraddistinte da suoli con elevato contenuto di sostanza organica e orizzonti calcici in profondità (*Cumulic Vertic Endoaquolls very fine*; *Hypocalcic Gleyic Vertic Chernozems*).

Nella pianura olocenica si riconosce una piana di divagazione a meandri (sovraunità P4), limitata a una piccola area tra Meolo e Fossalta di Piave, di deposizione meno recente, in cui i suoli, a caratteristiche intermedie tra quelle dei suoli della bassa pianura antica e quelli di formazione più recente, sono a parziale decarbonatazione e con orizzonte calcico in profondità. Sono riconoscibili paleoalvei ad andamento sinuoso, con sedimenti fini in superficie che ricoprono le sabbie (*Aquic Eutrudepts fine silty*; *Endogleyic Calcisols*), e una piana fluviale a sedimenti limosi (*Oxyaquic Eutrudepts coarse-silty*; *Endogleyic Calcisols*).

La maggior parte della pianura del Piave nell'area rilevata è però per lo più di recente deposizione (sovraunità P5), come testimoniato dai suoli non decarbonatati o a iniziale decarbonatazione (*Oxyaquic Eutrudepts* o *Udifluvents*; *Hypercalcic Cambisols*). Molto estesi sono i dossi (dosso attuale del Piave, del Sile e del Livenza), a granulometria franco grossolana, a drenaggio buono, dove più espressi e nella parte sommitale, e mediocre nelle parti laterali e a quote più basse. Passando alle superfici di transizione e alle depressioni la granulometria si fa più fine e il drenaggio peggiore (mediocre e poi lento). Nella zona compresa tra San Donà di Piave e il Livenza si trovano alcune aree palustri bonificate (sovraunità

<sup>17</sup> Le sovraunità P1, P2 e P6, di alta pianura, non sono comprese nel territorio provinciale.

P8) con suoli a tessitura fine, drenaggio lento o molto lento e orizzonti di accumulo di sostanza organica (*Fluvaquentic Vertic Endoaquolls fine*; *Mollic Gleysols* (*Calcaric, Orthosiltic*)).

La parte centrale del territorio provinciale è occupata dalla pianura del **Brenta**, formata da depositi di questo fiume in parte di età pleniglaciale (fino all'attuale corso del Naviglio Brenta) e in parte di età olocenica e caratterizzati da un contenuto di carbonati del 30-40%. Come per Tagliamento e Sile, anche in questo caso la superficie può essere differenziata in aree di dosso, depressioni e aree di transizione alle quali si accompagnano differenze nella granulometria e nel drenaggio dei suoli.

La pianura antica (sovranità B3<sup>18</sup>) è costituita dalla parte distale del conoide di Bassano dove le granulometrie sono più fini rispetto al territorio più a monte. In corrispondenza dei dossi si trovano suoli a tessitura grossolana, ma soltanto nelle parti centrali del dosso, dove la falda è più profonda, sono decarbonatati e ben drenati (*Dystric Eutrudepts coarse-loamy*; *Haplic Cambisols* (*Hypereutric*)). Nei fianchi dei dossi e nei dossi più prossimi alla laguna, la granulometria si fa più fine, il drenaggio diventa mediocre per la presenza di falda entro il profilo e spesso si ha la formazione di un orizzonte calcico in profondità. Queste condizioni sono accentuate nelle superfici di transizione dove dominano i limi fini e dove l'orizzonte calcico è sempre presente, a volte con notevoli spessori (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty*; *Endogleyic Calcisols* (*Orthosiltic*)). Le aree depresse, caratterizzate da suoli argillosi, con maggiori problemi di drenaggio (*Aquic Eutrudepts fine*; *Endogleyic Calcisols* (*Orthosiltic*)), sono particolarmente diffuse in prossimità della laguna.

A sud del Naviglio Brenta si estende la pianura formata dal Brenta nel corso dell'Olocene (sovranità B4); i suoli sono soltanto parzialmente decarbonatati, a volte con la formazione di scarse concrezioni di carbonato di calcio in profondità. Le tessiture sono grossolane in corrispondenza dei dossi e medie (limoso grossolane o limoso fini) nella pianura indifferenziata dove il drenaggio è mediocre (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty* o *coarse-silty*; *Fluvic Cambisols*).

Nella parte meridionale della provincia la pianura si è formata dalle deposizioni di **Adige** e **Po** in età olocenica (Fig. 6.14). La maggior parte dell'area è posta a quote inferiori al livello del mare a causa della subsidenza ed è costituita da depressioni o da aree palustri fluviali di recente bonifica (sovranità A3). I suoli si sono formati su depositi fini, spesso intercalati da materiale organico residuo della vegetazione palustre; le frequenti condizioni di saturazione idrica hanno dato origine a orizzonti scuri, ricchi di sostanza organica fin dalla superficie (*Cumulic Endoaquolls fine* o *Typic Sulfisaprists*; *Gleyic Paeozems* (*Pachic, Orthosiltic*) o *Sapric Histosols* (*Thionic*)) (Fig. 6.16).



Fig. 6.13 - Suolo di dosso della pianura olocenica dell'Adige, a granulometria franco grossolana (*Hypocalcic Calcisol*).

In prossimità del corso attuale dell'Adige (sovranità A2) si trovano aree di dosso a tessitura grossolana o interessate da rotte fluviali (*Oxyaquic Haplustepts coarse-loamy* o *Ustipsamments coarse-loamy*; *Fluvic Cambisols* (*Calcaric*) o *Haplic Fluvisols* (*Calcaric, Arenic*)) e aree di transizione con le depressioni in cui prevalgono suoli con tessiture limose e a drenaggio mediocre (*Aquic* o *Oxyaquic Haplustepts fine silty* o *coarse silty*; *Endogleyic Fluvic Cambisols*). E' compreso soltanto in parte un tratto di pianura meno recente (risalente all'Olocene superiore; sovranità A1) con suoli moderatamente evoluti rispetto ai precedenti, a parziale decarbonatazione degli orizzonti superficiali e accumulo di carbonati negli orizzonti profondi (*Calcustepts* per la Soil Taxonomy e *Calcisols* per il WRB); buona parte della superficie è rappresentata da dossi antichi del fiume Adige a granulometria franco grossolana (*Typic Calcustepts coarse-loamy*; *Hypocalcic Calcisols*) (Fig. 6.13); tra i dossi si trovano superfici depresse interessate da rotte fluviali, dove accanto a suoli a tessitura fine e caratteri acquici (*Fluvaquentic Endoaquepts fine*; *Hypocalcic Gleysols*) si trovano suoli a tessitura grossolana.

<sup>18</sup> Le sovranità B1 e B2, di alta pianura, non sono comprese nel territorio provinciale.



Fig. 6.14 - La parte meridionale della provincia nell'immagine satellitare appare di colore scuro e verdastro per l'elevato contenuto di sostanza organica (immagine LANDSAT 5TM del 1989, falso colore, bande 4,5 e 3).

Nelle aree al **marginale della laguna** (sovranità D3), poste a quote inferiori al livello del mare, per lo più bonificate, si trovano suoli formati su sedimenti fluviali e in parte lagunari, a tessiture limoso fini o limoso grossolane, a drenaggio mediocre o lento (*Fluvaquentic* o *Oxyaquic Eutrudepts fine silty o coarse silty*; *Endogleyic Fluvic Cambisols*) e spesso con problemi di salinità in profondità. A parità di ambiente, andando da nord verso sud, i suoli si differenziano soprattutto per il contenuto di carbonati in relazione all'origine dei sedimenti (Tagliamento e Piave, Brenta, Adige).

Nelle **zone costiere** le dune (sovranità D2) sono state in gran parte spianate dall'attività antropica e presentano per lo più suoli sabbiosi (Fig. 6.15) che non evidenziano orizzonti genetici (*Typic Ustipsamments*; *Haplic Arenosols*) e in corrispondenza delle aree meno rilevate suoli con caratteristiche a quiche (*Aquic Ustipsamments*; *Endogleyic Arenosols*) o a tessitura media e contenuto di carbonio organico moderato in superficie (*Oxyaquic Udorthents sandy, carbonatic*; *Calcari-Humic Regosols*). Anche in questa sovranità di paesaggio i suoli si differenziano da nord a sud in base al contenuto di carbonati del materiale di partenza da cui hanno avuto origine.

A sud di Chioggia, in prossimità del canale Gorzone, sono comprese nel territorio provinciale due porzioni di



Fig. 6.15 - Suolo sabbioso di duna nell'area naturale di Bosco Nordio (*Protic Arenosols (Calcaric)*).

pianura costiera sabbiosa recente (D1), con il caratteristico alternarsi di dune sabbiose (*Typic Ustipsamments*; *Haplic Arenosols (Hypereutric)*) e di aree di interduna con suoli ricchi di sostanza organica e drenaggio mediocre (*Aquic Haplustepts sandy*; *Gleyic Phaeozems*), spesso decapitati dalle operazioni di spianamento. La decarbonatazione dei suoli testimonia la maggiore età di questi cordoni dunali rispetto ai precedenti (D2).



Fig. 6.16 - Paesaggio dei suoli torbosi (le cosiddette cuore) tipici dell'area di Cavarzere.

## 6.4. LA CARTA DEI SUOLI

### 6.4.1. Unità cartografiche

La carta dei suoli (Tav. 8 alla scala 1:100.000) rappresenta il documento di sintesi del rilevamento pedologico; essa permette di riconoscere nel territorio delle aree (le **unità cartografiche**) omogenee per i suoli presenti al loro interno. Nella provincia di Venezia ne sono state distinte 102, ottenute dall'aggregazione di 363 delimitazioni (o poligoni).

I diversi tipi di suolo identificati, le **unità tipologiche di suolo (UTS)**, sono distribuiti nelle varie unità cartografiche in numero variabile da uno a due. Nel territorio provinciale ne sono state descritte 104. In base alla distribuzione dei suoli si possono distinguere tre tipologie di unità cartografiche: *consociazioni*, *complessi* e *associazioni*.

Nella *consociazione* predomina un solo tipo di suolo che rappresenta almeno il 50% dei suoli presenti; le altre componenti sono suoli simili al suolo dominante per caratteristiche e risposta all'utilizzazione. Sono ammesse inclusioni di suoli dissimili al massimo del 15% se sono limitanti, del 25% se non sono limitanti. Nel *complesso* e nell'*associazione* i suoli dominanti sono due o più tipi diversi, ma non si è in grado o non si ritiene conveniente separarli; mentre nel complesso essi non sono cartografabili separatamente alla scala 1:25.000, ciò sarebbe possibile nell'associazione. Le percentuali ammesse di suoli dissimili sono le stesse descritte per la consociazione.

La sigla dell'unità cartografica è formata dalle sigle delle unità tipologiche di suolo presenti. La sigla delle UTS è composta da tre lettere che richiamano il nome della località tipica (es. suolo Annone Veneto: ANN) e da un numero che individua la fase; il numero 1 individua la fase tipica, le fasi successive sono numerate in ordine progressivo.

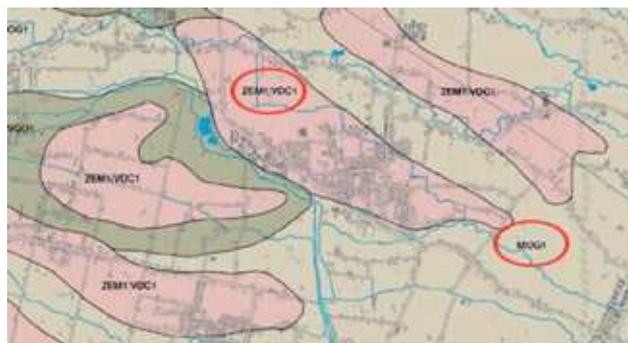


Fig. 6.17 - Le unità cartografiche di una carta pedologica possono comprendere una (es. MOG1) o più (es. ZEM1/VDC1) unità tipologiche di suolo che vengono indicate da una sigla di tre lettere e un numero.

Le unità cartografiche (Fig. 6.17) sono state identificate da una sigla composta secondo i seguenti criteri:

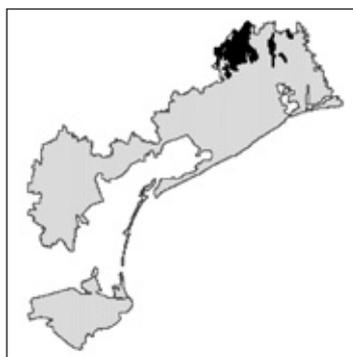
- Consociazioni: sigla dell'UTS (es. RSN1);
- Complessi: sigle delle UTS separate da barra inclinata (es. PDS1/COD1);
- Associazioni: sigle delle UTS separate da un trattino (es. CBO1-CGU1).

La base cartografica utilizzata nella stampa è quella in scala 1:50.000 fornita dalla Provincia di Venezia -Settore Pianificazione Territoriale e Sistema Informativo Geografico e derivata dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 attraverso la semplificazione degli elementi.

Si riporta di seguito un esempio di descrizione di unità cartografica (CIN1/BIS1) come presente nel volume "I suoli della provincia di Venezia"; organizzata come scheda, riporta una descrizione sintetica dell'ambiente, della distribuzione e della frequenza delle unità tipologiche di suolo presenti.

#### Unità cartografica CIN1/BIS1

complesso di suoli **Cinto Caomaggiore, argilloso limosi** e di suoli **Bisciola, franco limosi**



Quest'unità rappresenta la maggior parte della pianura antica del Tagliamento nel tratto compreso tra San Stino di Livenza e Cinto Caomaggiore. Si tratta di aree di ampiezza considerevole, caratterizzate da deposizioni prevalentemente limose e argillose; andando da nord verso sud si nota un generale aumento della componente argillosa che però non è stato possibile distinguere nella cartografia alla scala 1:50.000. Le quote vanno da 14 a 0 m s.l.m. e le pendenze sono attorno allo 0,1%; il materiale di partenza e il substrato sono costituiti da depositi argillosi e limosi. I suoli sono coltivati a vigneto e a seminativo (mais, soia) e marginalmente a barbabietola e pioppeto.

L'unità cartografica è costituita da 5 delimitazioni e si estende su una superficie di 81,8 km<sup>2</sup>.

#### UNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO (UTS)

UTS	%	Localizzazione
CIN1	50	nelle aree a deposizione più fine; più frequenti nella parte meridionale della pianura indifferenziata
BIS1	40	nelle aree a deposizione prevalentemente limosa
SLM1	10	in corrispondenza di piccole aree di dosso



In questa parte di pianura è diffusa la coltivazione del vigneto.

### 6.4.2. Legenda

La carta dei suoli è accompagnata da una legenda articolata in quattro livelli gerarchici di cui tre riguardanti il paesaggio, il quarto il suolo. I livelli relativi al paesaggio consentono di individuare gli ambienti di formazione del suolo. Nel primo livello, il **distretto** (Fig. 6.18), vengono distinti i bacini fluviali di afferenza; nel territorio provinciale ne sono stati distinti 6 che distinguono, da est verso ovest, le pianure dei grandi fiumi alpini Tagliamento, Piave, Brenta e Adige-Po, la pianura dei fiumi di risorgiva e la pianura costiera e lagunare. Al distretto segue la **sovraunità**

**di paesaggio** dove si considerano l'età di formazione e il grado di evoluzione dei suoli (ad es. pianura antica e pianura recente); nel terzo livello, l'**unità di paesaggio**, vengono invece individuate le unità di paesaggio, definite sulla base della morfologia (dossi, depressioni, superfici di transizione).

L'ultimo livello è quello che riguarda il suolo e riporta la sigla delle **unità cartografiche**, come sopra descritto, il tipo di unità (consociazione, complesso, associazione) e il nome per esteso dell'unità tipologica di suolo e la caratteristica distintiva (ad esempio: ZRM1 suolo Zerman, franco limoso argilloso; ZRM2

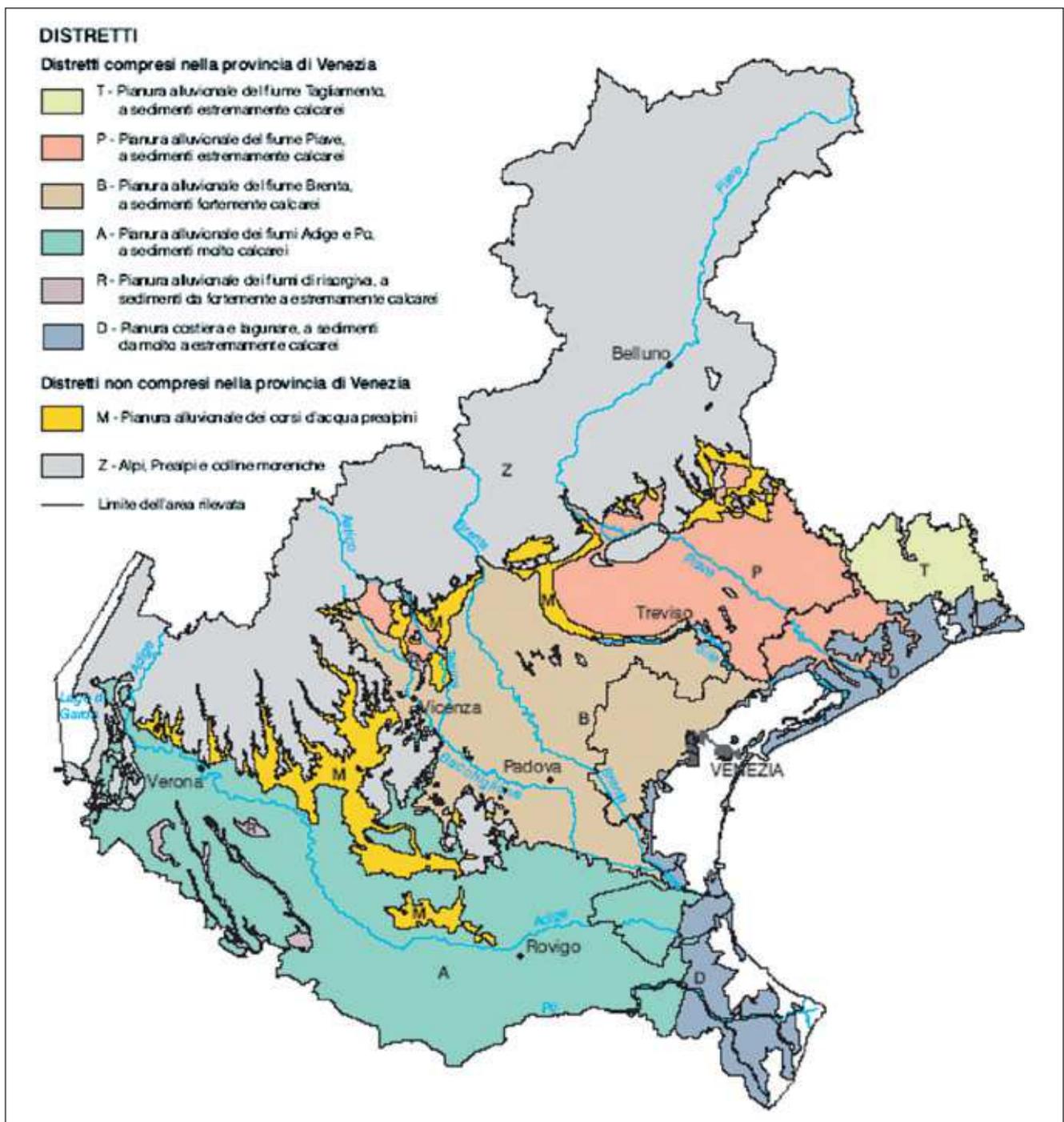


Fig. 6.18 - Suddivisione della pianura veneta in distretti in base ai bacini deposizionali (tratto dalla Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000, ARPAV 2005).

suolo Zerman, franco limoso argilloso, a substrato franco sabbioso).

Il nome è poi accompagnato dalla classificazione secondo la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006) e il World Reference Base (FAO, 2006). In legenda viene riportata anche una descrizione sintetica dei suoli, nella quale vengono sempre indicate la profondità, la tessitura, il contenuto di scheletro, il contenuto in carbonati, la reazione, il drenaggio e, quando rilevanti, altre caratteristiche come la saturazione in basi, il contenuto di sostanza organica e la presenza di concrezioni di carbonato di calcio.

Le classi impiegate per la descrizione delle caratteristiche dei suoli sono riferite alla "Guida alla descrizione delle unità tipologiche di suolo" a cura dell'Osservatorio Regionale Suolo del Veneto (maggio 2007). Per motivi di spazio la legenda è stata scritta in forma estesa in un piccolo volume separato, facente parte della pubblicazione integrale, mentre in carta è stata riportata una versione semplificata in cui, ai primi tre livelli, segue soltanto un elenco delle unità cartografiche presenti.

Si riporta di seguito un estratto della legenda estesa.

## T - PIANURA ALLUVIONALE DEL FIUME TAGLIAMENTO A SEDIMENTI ESTREMAMENTE CALCAREI

### T1 - Bassa pianura antica (pleniglaciale) con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi.

#### T1.1 - Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie.

<b>SLV1</b>	<p>Consociazione:</p> <p>suoli <b>Salvarolo, franchi, scarsamente ghiaiosi</b>          USDA: <i>Typic Eutrudepts coarse-loamy, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Haplic Cambisols (Calcaric)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-BC-C, profondi, tessitura media o moderatamente grossolana, grossolana nel substrato, scheletro comune in superficie, frequente in profondità, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio buono, falda molto profonda.</p>
-------------	---	---

<b>SLM1</b>	<p>Consociazione:</p> <p>suoli <b>Selva Maggiore, franco argillosi</b>          USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Fluvis Cambisols (Calcaric, Oxyaquic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-C, profondi, tessitura da media a moderatamente fine, moderatamente grossolana nel substrato, scheletro assente, molto calcarei, alcalini, drenaggio mediocre, falda profonda.</p>
-------------	--	---

#### T1.2 - Pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi e argille.

<b>BIS1/BLL1</b>	<p>Complesso:</p> <p>suoli <b>Bisciola, franco limosi</b>          USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subalcalini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
------------------	--	--

<b>BIS1/BLL1</b>	<p>suoli <b>Bella, franchi</b>          USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts coarse-silty, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Endosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-Bkg-Cg, profondi, tessitura media, grossolana nel substrato, molto calcarei e subalcalini, estremamente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
------------------	--	--

<b>CIN1/BIS1</b>	<p>Complesso:</p> <p>suoli <b>Cinto Caomaggiore, argilloso limosi</b>          USDA: <i>Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura fine, moderatamente fine in profondità, moderatamente calcarei, estremamente calcarei nel substrato, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità e moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda profonda.</p>
------------------	---	---

<b>CIN1/BIS1</b>	<p>suoli <b>Bisciola, franco limosi</b>          USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subalcalini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
------------------	--	--

<b>ANN1</b>	<p>Consociazione:</p> <p>suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b>          USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
-------------	--	--

<b>ANN1/SNN1</b>	<p>Complesso:</p> <p>suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b>          USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
------------------	--	--

<b>ANN1/SNN1</b>	<p>suoli <b>Sant'Anna, franco limoso argillosi</b>          USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic</i>          WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i></p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg-2Cg, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, media nel substrato, molto calcarei in superficie, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
------------------	--	--

T

### 6.4.3. Unità tipologiche di suolo

Le 104 unità tipologiche di suolo descritte nella carta dei suoli sono state riportate, in ordine alfabetico, nel volume "I suoli della provincia di Venezia". Qui se ne riporta una soltanto, a titolo di esempio (unità tipologica di suolo CIN1).

Ogni scheda riporta per ciascuna unità tipologica soltanto una parte delle informazioni contenute all'interno della banca dati dei suoli del Veneto e disponibili presso l'Osservatorio Regionale Suolo ARPAV o il Servizio Geologico della Provincia di Venezia<sup>19</sup>. Di seguito alla scheda sintetica dell'unità tipologica CIN1, si riporta una scheda completa della stessa unità.

La struttura di ogni scheda è predefinita e descrive i principali caratteri dell'ambiente e del suolo, riporta la classificazione del suolo, le caratteristiche modali di ciascun orizzonte, le qualità specifiche e la capacità d'uso.

Sotto la voce AMBIENTE vengono descritti gli elementi morfologici del paesaggio, il materiale parentale da cui si è formato il suolo, le caratteristiche del substrato e il principale uso agricolo.

Nelle PROPRIETÀ DEL SUOLO si riportano le caratteristiche distintive, come il grado di differenziazione del profilo, i principali orizzonti genetici ed eventuali rilevanti caratteri genetici; seguono la profondità del suolo e le eventuali limitazioni all'approfondimento radicale, la tessitura, lo scheletro quando presente, il contenuto di sostanza organica quando superiore a 2%, la reazione, il contenuto in carbonati, il drenaggio, la permeabilità, la capacità di acqua disponibile e la profondità della falda.

Nella sezione CLASSIFICAZIONE vengono riportate le classificazioni secondo il World Reference Base (FAO 2006), la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006). Vengono successivamente descritte le caratteristiche medie di ciascun orizzonte per quanto riguarda spessore, colore, tessitura, eventuale presenza di scheletro, contenuto in carbonati, reazione, tasso di saturazione, salinità e contenuto in carbonio organico. L'intervallo di variabilità di ciascun carattere non è riportato per motivi di spazio, ma è archiviato nella banca dati dei suoli.

Ciascuna unità tipologica è inoltre classificata per alcune QUALITÀ SPECIFICHE importanti per la gestione agricola, come la lavorabilità ed eventuali problemi nutrizionali (relativi ad acidità, alcalinità, salinità, sodicità, capacità di scambio cationico e calcare attivo), relativamente al suolo diviso in tre strati: strato superficiale (0-50 cm), strato profondo (50-100 cm) e substrato (>100 cm). Chiude la scheda la classificazione della CAPACITÀ D'USO, in funzione di proprietà che ne permettono o meno l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, seguendo la metodologia che viene descritta nel capitolo relativo alle applicazioni della carta dei suoli.

Le classi impiegate per la descrizione delle caratteristiche del suolo sono riferite al Manuale per la descrizione delle unità tipologiche di suolo, a cura dell'Osservatorio Regionale Suolo del Veneto (febbraio 2008) e sono riassunte nel glossario in appendice al volume esteso.

<sup>19</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati".

#### CIN1 - suoli CINTO CAOMAGGIORE, argilloso limosi

##### AMBIENTE:

Pianura alluvionale indifferenziata della bassa pianura antica (pleniglaciale) del Tagliamento, caratterizzata da suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi. Il materiale parentale e il substrato sono costituiti da argille estremamente calcaree. **Uso del suolo:** seminativi avvicendati, mais, vigneti.

##### PROPRIETÀ DEL SUOLO

Sono suoli ad alta differenziazione del profilo, con accumulo di carbonati in profondità (orizzonte calcico Bk), caratteri di idromorfia e granulometria argillosa. Hanno profondità utile alle radici media, limitata da scarsa disponibilità di ossigeno, drenaggio interno lento, permeabilità da bassa a moderatamente bassa, capacità d'acqua disponibile (AWC) alta, tendenza alla fessurazione media; la falda è profonda.

##### CLASSIFICAZIONE

**USDA (2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)

##### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bk:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) fini, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**Ckg:** a partire da 70 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio (5Y6/1) medie, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) fini; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

##### QUALITÀ SPECIFICHE

La lavorabilità è difficile, per resistenza meccanica elevata e tempo d'attesa lungo, la percorribilità è discreta e il rischio di sprofondamento moderato. Problemi nutrizionali derivano dal calcare attivo (moderato in profondità, alto nel substrato).

**Capacità d'uso:** IIIs1s2w7



## ESEMPIO DI UNITA' TIPOLOGICA DI SUOLO

# Unità Tipologica di Suolo Cinto Caomaggiore - CIN1

**Nome e codice:** Cinto Caomaggiore (VT01-CIN1) argilloso limosi  
**Tipo di UTS:** fase di serie

## AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** t-PWB04xx

**Descrizione dell'ambiente:** Pianura alluvionale indifferenziata della bassa pianura antica (pleniglaciale) del fiume Tagliamento, a sedimenti estremamente calcarei e caratterizzata da suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi.

**Morfologia:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale), depressione (bacino interfluviale) di piana alluvionale

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi

**Quote:** 0-14 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante seminativi avvicendati, codominanti mais, vigneti

**Diffusione:** molto frequente in CIN1/BIS1

**Località caratteristiche:** Ampio tratto della bassa pianura antica del Tagliamento tra Cinto Caomaggiore, Annone Veneto e Portogruaro; trova maggiore diffusione nella parte distale del megaconoide del Tagliamento.

**Gestione delle acque:** con fossi

**Note:**

## PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** moderatamente bassa (60-85 cm; modale 70 cm), limitata da scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** profonda (modale 140 cm)

**Deflusso superficiale:** da medio a basso

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** da bassa a moderatamente bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 226

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bk-Ckg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** calcico

**USDA:** calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B2B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

## CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bk:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**Ckg:** a partire da 70 cm; colore grigio bruno chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio (5Y6/1) medie, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

## CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)

## PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** VE04P0009

**Ricollegamento UTS:** VT01 CIN1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Via Barco

**Quota:** 12m s.l.m.

**Natura della forma:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali argillosi, misto, molto eterogeneo

**Substrato:** argilla

**Pietrosità:** assente

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** lento

**Permeabilità:** bassa

**Uso del suolo:** soia

**Rilevatori:** Piero Magazzini

**Data di descrizione:** 19/10/1999

### Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)

### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-40 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/3); umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; resistente (umido) molto adesivo molto plastico; pori fini abbondanti; poche radici fini; effervescenza debole; limite chiaro lineare.

**Bk:** (40-60 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole e frequenti screziature giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; struttura principale poliedrica angolare fine, forte; molto resistente (umido) molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori fini abbondanti; effervescenza forte; limite chiaro lineare.

**Ckg:** (60-110 cm), e grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio chiaro (5Y7/1) grossolane e molte screziature giallo oliva (2.5Y6/8) medie; secco; stima della tessitura franco limosa; struttura principale poliedrica angolare media, forte; molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.



Oriz	Lim. sup.	Lim. inf.	Sab. tot.	Sab. m.f.	Limo tot.	Arg.	Cl. tes.	pH	Carbonati tot.	Calc. att.	C org.	P ass.	CSC	Ca sc.	Mg sc.	Na sc.	K sc.	TSB	EC
	cm	cm	%	%	%	%			%	%	%	mg/kg	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	mS/cm
Ap	0	40	2.7		49.2	48.1	AL	8.0	0	0	3.2	8	29.0	28.0	4.8		0.4	100	
Bk	40	60	6.1		49.4	44.5	AL	8.2	41	12	0.4		17.7	22.9	6.8		0.3	100	
Ckg	60	110	0.5		61.2	38.3	FLA	8.3	56	13	0.0		18.2	91.1	7.1		0.2	100	

## PROFILI RICONDUCEBILI ALL'UTS

Sigla profilo	Rappresentatività dell'osservazione	Classificazione WRB	Eventuali motivi di discostamento dal range	Analisi
VE04P0009	osservazione tipica	Gleyic Vertic Calcisol (Hypercalcic)	franco limoso argilloso in superficie	x
VE05P0048	osservazione rappresentativa	Gleyic Vertic Calcisol (Hypercalcic)	molto argilloso in profondità; drenaggio mediocre	x
VE04P0003	osservazione rappresentativa	Gleyic Vertic Calcisol	descritto fino a 100 cm	x
VE04P0012	osservazione rappresentativa	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche meno marcate	x
VE04P0042	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0011	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0024	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0027	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol (Hypereutric)	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0028	osservazione correlata	Hypercalcic Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0029	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	endoaquept	x
TV07P0253	osservazione correlata		privo di calcico e argilla molto elevata in profondità	x
VE04P0039	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE06P0201	osservazione correlata	Calcaric Cambisol	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0045	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol (Hypereutric)	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0051	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	endoaquept	x
VE04P0054	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE05P0008	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	orizzonte superficiale profondo 70 cm; limoso in profondità	x
VE05P0021	osservazione correlata	Calcaric Gleyic Cambisol	proprietà vertiche assenti	x
VE05P0033	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	limoso fine in profondità	x
VE05P0043	osservazione correlata	Calcaric Vertic Gleysol	endoaquept; limoso grossolano nel substrato	x
VE04P0038	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x

## VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 40 cm (40-45 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/3) (chroma da 2 a 4); tessitura da argilloso limosa a franco limoso argillosa (argilla 39-48% modale 45%, sabbia 3-18% modale 5%, sabbia molto fine modale 5%); struttura poliedrica subangolare media moderata, facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo (modale 9%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 2.0%); AWC 1,4 mm/dm; CSC alta (modale 22meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bk:** spessore medio di 20 cm (20-40 cm); colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) (value da 4 a 6, chroma da 3 a 4); frequenti screziature piccole di colore grigio (2.5Y6/1) e frequenti screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura da argilloso limosa a franco limoso argillosa (argilla 39-48% modale 45%, sabbia 4-9% modale 6%, sabbia molto fine modale 6%); struttura poliedrica subangolare media forte; frequenti masse cementate grossolane di carbonati di Ca e Mg e frequenti concentrazioni soffici grossolane di carbonati di Ca e Mg; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo (modale 24%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,5%); AWC 1.4 mm/dm; CSC media (modale 17meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Ckg:** a partire da 70 cm (60-85 cm) colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) (hue da 2.5Y a 5Y value da 5 a 6, chroma da 1 a 2); molte screziature medie di colore grigio (5Y6/1) e frequenti screziature piccole di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura da franco limoso argillosa a argilloso limosa (argilla 33-44% modale 38%, sabbia 0-8% modale 6%, sabbia molto fine modale 6%); struttura assente (orizzonte massivo); frequenti masse cementate grossolane di carbonati di Ca e Mg e frequenti concentrazioni soffici medie di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale 43%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 1.6 mm/dm; CSC alta (modale 22meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

## UTS CONCORRENTI

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy (2006)	WRB (2006)	Caratteristiche differenziali
VE07-SNN1	Sant'Anna franco limoso argilloso	Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic	Endogleyic Calcisol (Orthosiltic) (2006)	meno argilloso in superficie

## PRINCIPALI SUOLI ASSOCIATI GEOGRAFICAMENTE NEL PAESAGGIO

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy (1998)	WRB (1998)	Localizzazione
VE07-BIS1	Bisciola franco limosi	Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic	Endogleyic Calcisols (Orthosilyic)	nelle parti prossimali della pianura indifferenziata, dove i depositi sono meno fini

**Aggiornata da:** Francesca Ragazzi il 16/08/2006

**Grado di fiducia dell'UTS:** medio

NOTE: Sono state correlate anche osservazioni classificate come Endoaquept (VE04P0029)

## QUALITÀ SPECIFICHE

**Profondità utile alle radici:** moderatamente bassa (60-85 cm; modale 70 cm) per scarsa disponibilità di ossigeno

**Falda:** profonda (modale 140 cm)

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** da bassa a moderatamente bassa

**AWC:** alta (226 mm)

**Tessitura del primo metro:** argilloso limosa

**Rischio di inondazione:** assente

**Rischio di incrostamento:** basso

**Tendenza alla fessurazione:** media

**Rischio di deficit idrico:** assente

**Gruppo idrologico:** C (runoff potenziale moderatamente alto)

## PROBLEMI NUTRIZIONALI

<b>Acidità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Alcalinità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Salinità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Sodicità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Capacità di scambio cationico</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Calcare attivo</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo moderato (5-10%) calcare attivo alto (10-15%)

**Lavorabilità:** difficile

**resistenza meccanica alle lavorazioni:** elevata

**tempo di attesa:** lungo

**Percorribilità:** discreta per rischio di sprofondamento

**Rischio di sprofondamento:** moderato

**Capacità di accettazione delle piogge:** molto bassa

**Capacità depurativa del suolo:** alta

**Classe di attitudine allo spandimento dei liquami:** moderata

**Grado di erosione:**

**Movimenti di massa:**

**Fattore k:**

**Capacità d'uso:** IIIsw1, 2, 7

**Note:**

## 6.5. APPLICAZIONI DELLA CARTA DEI SUOLI

La disponibilità di una banca dati dei suoli georeferenziata, in cui le informazioni relative a osservazioni pedologiche, unità pedologiche di suolo, unità cartografiche e delimitazioni sono collegate fra loro, ha consentito di realizzare alcune cartografie derivate.

Per alcune di esse (permeabilità, riserva idrica, salinità) si è trattato semplicemente di estrarre le informazioni relative alle unità tipologiche di suolo e di estenderle alle unità cartografiche della carta pedologica. Per altre, ad esempio la capacità d'uso, le informazioni riguardanti alcune caratteristiche del suolo, contenute nelle UTS, sono state utilizzate in uno schema interpretativo che ha restituito una valutazione finale in classi che a sua volta è stata estesa alle unità cartografiche. Nel presente volume ne sono state riportate sei, ritenute importanti per la pianificazione territoriale e per la valutazione ambientale, ma molte altre possono essere realizzate come la valutazione dell'attitudine a certe colture o il contenuto di carbonio organico nel suolo.

### 6.5.1. Capacità d'uso dei suoli

Per capacità d'uso dei suoli a fini agro-forestali (*Land Capability Classification*) si intende la potenzialità del suolo a ospitare e favorire l'accrescimento di piante coltivate e spontanee (GIORDANO, 1999).

Le unità tipologiche della carta dei suoli della provincia di Venezia sono state classificate in funzione di proprietà che ne consentono, con diversi gradi di limitazione, l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, valutando la capacità di produrre biomassa, la possibilità di riferirsi a un largo spettro colturale e il ridotto rischio di degradazione del suolo. Trattandosi di un territorio esclusivamente di pianura la classificazione ha riguardato le limitazioni all'uso agricolo.

Il metodo di valutazione della capacità d'uso è stato definito nell'ambito di un gruppo di lavoro interregionale e adattato alla realtà del Veneto, utilizzando quale

riferimento di base la proposta del Soil Conservation Service USDA (KLINGEBIEL e MONTGOMERY, 1961).

Seguendo questa classificazione i suoli vengono attribuiti a otto classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni. Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili, la classe V suoli frequentemente inondati, tipici delle aree golenali, le classi VI e VII suoli adatti solo alla forestazione o al pascolo, l'ultima classe (VIII) suoli con limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo (Fig. 6.19).

Per l'attribuzione alla classe di capacità d'uso, si considerano 13 caratteri limitanti relativi al suolo, alle condizioni idriche, al rischio di erosione e al clima (Tab. 6.2).

La classe viene individuata in base al fattore più limitante; il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale si indica con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano (es. VI<sub>s1c12</sub>) che identificano se è dovuta a proprietà del suolo (s), a eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).

La classe I non ha sottoclassi.

La classe di capacità d'uso attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli della provincia di Venezia attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante).

Quando il suolo subordinato (meno diffuso) ha una capacità d'uso diversa da quella del suolo dominante, la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica (è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato riportata nel volume esteso).

Esaminando la cartografia elaborata (Fig. 6.20) si nota che i suoli con le maggiori limitazioni, che richiedono una gestione particolarmente accurata, sono quelli organici (istosuoli) per il drenaggio molto lento, alcuni suoli in prossimità della laguna con elevata salinità e altri a tessitura argillosa di difficile lavora-

Classe I:	i suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
Classe II:	i suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
Classe III:	i suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
Classe IV:	i suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
Classe V:	i suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
Classe VI:	i suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
Classe VII:	i suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
Classe VIII:	i suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali. Il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

Fig. 6.19 - Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da GIORDANO, 1999).

bilità. La classe più diffusa è la terza: si tratta per lo più dei suoli dell'ambiente lagunare e costiero, drenati artificialmente e a drenaggio lento oppure sabbiosi e a bassa fertilità o esposti a deficit idrico durante la stagione estiva, o suoli con difficoltà di lavorazione per la tessitura argillosa o limosa. Seguono i suoli di seconda classe, con moderate limitazioni, mentre estremamente rari sono i suoli di prima classe, privi di limitazioni, che si trovano sui dossi della pianura recente del Brenta a tessitura non eccessivamente grossolana.

**6.5.2. Salinità dei suoli**

La salinizzazione del suolo è indicata tra le nove minacce di degrado del suolo nella strategia europea per la protezione del suolo (COM 231/2006) ed è compresa tra i processi di degrado del suolo per i quali devono essere individuate le aree a rischio nella proposta di direttiva europea (COM 232/2006). La realizzazione di una cartografia che delimiti le aree con i maggiori contenuti di sali solubili costituisce un utile strumento per individuare tali aree a rischio. La salinità del suolo nei nostri ambienti può essere

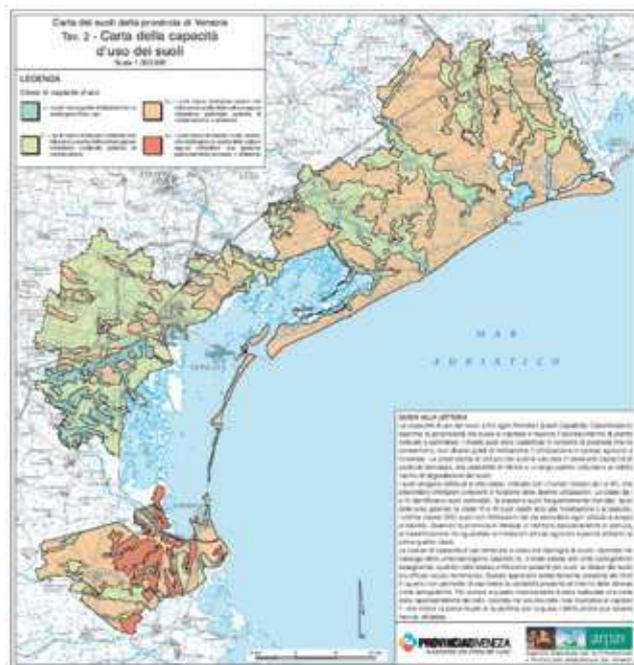


Fig. 6.20 - Capacità d'uso dei suoli elaborata assegnando la classe del suolo più diffuso in ciascuna unità cartografica.

CLASSE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	sottoclasse
Profondità utile alle radici (cm)	>100	>75	>50	>25	>25	>25	≥10	<10	s1
Lavorabilità	facile	moderata	difficile	m. difficile	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	s2
Pietrosità superficiale >7,5 cm (%)	<0,1	0,1-1	1-4	4-15	≤15	15-50	15-50	>50	s3
Roccosità (%)	assente	assente	<2	2-10	≤10	<25	25-50	>50	s4
Fertilità chimica	buona	parz. buona	moderata	bassa	da buona a bassa	da buona a bassa	molto bassa	qualsiasi	s5
Salinità	non salino (primi 100 cm)	leggerm. salino (primi 50cm) e/o moderat. salino (tra 50 e 100 cm)	moderat. salino (primi 50cm) e/o molto salino o estrem. salino (tra 50 e 100 cm)	molto salino o estrem. salino primi 100 cm	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	s6
Drenaggio	buono, mod. rapido, rapido	mediocre	lento	molto lento	da buono a molto lento	da buono a molto lento	da buono a molto lento	impedito	w7
Rischio di inondazione	nessuno	raro e ≤2gg	raro e da 2 a 7gg o occasionale e ≤2gg	occasionale e >2gg	frequente e/o golene aperte	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	w8
Pendenza (%)	<10	<10	<35	<35	<10	<70	≥70	qualsiasi	e9
Rischio di franosità	assente	basso	basso	moderato	assente	elevato	molto elevato	qualsiasi	e10
Rischio di erosione	assente	basso	moderato	alto	assente	molto alto	qualsiasi	qualsiasi	e11
Rischio di deficit idrico	assente	lieve	moderato	da forte a molto forte (con irrigazione)	da assente a molto forte (con irrigazione)	da forte a molto forte (senza irrigazione)	qualsiasi	qualsiasi	c12
Interferenza climatica	nessuna o molto lieve	lieve	moderata (200-800 m)	da nessuna a moderata	da nessuna a moderata	forte (800-1600 m)	molto forte (>1600 m)	qualsiasi	c13

Tab. 6.2 - Schema interpretativo utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli.

ricondotta o ad un accumulo di sali nelle aree costiere per ingresso delle acque marine attraverso i fiumi e/o per intrusione nelle falde sotterranee di acqua salata oppure all'utilizzo di acque d'irrigazione ad alto contenuto di sali. Queste condizioni possono essere attuali o passate ed è perciò indispensabile il confronto dei dati rilevati nel suolo con quelli delle acque superficiali e profonde<sup>20</sup>.

La carta della salinità dei suoli è stata realizzata a partire dai dati di conduttività elettrica determinati a diverse profondità nei profili di suolo descritti nell'ambito del rilevamento pedologico. In particolare sono stati considerati i valori nell'orizzonte superficiale (tra 0 e 50 cm), nell'orizzonte profondo (tra 50 e 100 cm) e nel substrato sottostante (>100 cm). I dati sono stati elaborati in funzione delle unità tipologiche di suolo (UTS); per ciascuna di esse è stato definito il valore modale e il *range* di variabilità della conduttività, considerando i valori compresi tra il 25° e il 75° percentile, alle diverse profondità. A ogni UTS è stata assegnata una classe di salinità, da I a IV, considerando il valore nell'orizzonte superficiale e in quello profondo, secondo lo schema utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli (Tab. 6.3).

Poiché si disponeva anche dei valori nello strato al di sotto dei 100 cm, il dato è stato considerato quando era più elevato rispetto all'orizzonte soprastante, apponendo un asterisco dopo la classe (es. II\*), per indicare un maggior rischio potenziale di salinizzazione.

La classe attribuita alle singole UTS è stata successivamente estesa alle unità cartografiche della carta dei suoli attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso. In alcuni casi il suolo subordinato (meno diffuso) ha una salinità diversa da quella del suolo dominante, pertanto la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica.

Conduttività elettrica Ec <sub>1:2</sub> mS/cm		classe	grado di salinità
0-50 cm	50-100 cm		
≤0,4	≤0,4	I	Basso
≤0,4	0,4-2	II	Moderatamente basso
0,4-1	≤2		
1-2	≤2	III	Moderatamente alto
≤1	>2		
1-2	>2	IV	Alto
>2	>2		

Tab. 6.3 - Schema di valutazione della salinità del suolo.

Per questo motivo è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato, riportata nel volume esteso. Come è evidente nella cartografia elaborata (Fig. 6.21), i suoli con i maggiori problemi di salinità si

trovano nella parte meridionale della provincia, nelle aree di pianura dell'Adige a drenaggio difficoltoso con suoli idromorfi e con accumulo di sostanza organica (sovranità A3) e nelle aree di riporto dei sedimenti lagunari lungo i cordoni litoranei (unità di paesaggio D2.2); seguono gran parte dei suoli a tessitura limosa della pianura lagunare (sovranità D3), in particolare nella parte nord-orientale della provincia, con salinità moderatamente bassa. I valori più bassi di salinità si trovano nei sistemi di duna sabbiosa e nelle aree di pianura a quote al di sopra del livello del mare.

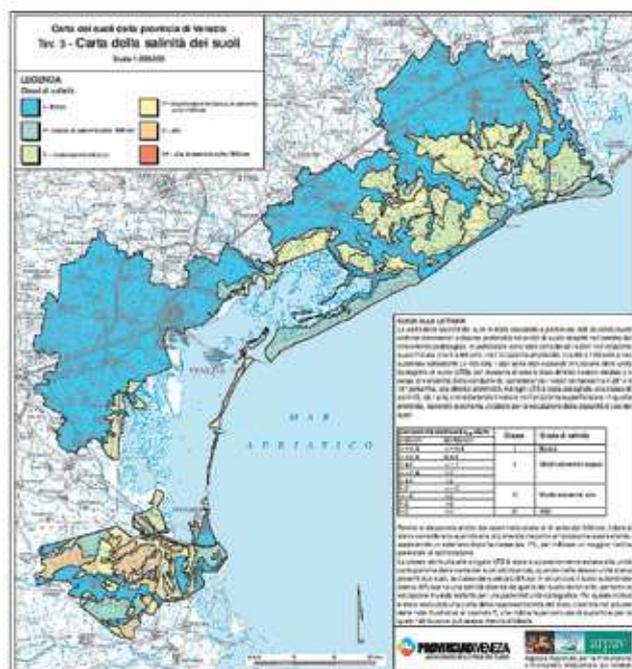


Fig. 6.21 - Carta della salinità dei suoli elaborata assegnando la classe del suolo più diffuso in ciascuna unità cartografica.

### 6.5.3. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque di falda e superficiali<sup>21</sup>

Il suolo è in grado di funzionare da filtro naturale dei nutrienti apportati con le concimazioni minerali e organiche, riducendo le quantità potenzialmente immesse nelle acque (superficiali e sotterranee); questa proprietà è definita "capacità protettiva" del suolo e dipende da caratteristiche del suolo, da fattori ambientali (condizioni climatiche e idrologiche) e da fattori antropici (ordinamento culturale e pratiche agronomiche).

Per valutare le complesse interazioni tra tali fattori sono stati scelti due modelli, entrambi precedentemente testati nella pianura padana: un modello di simulazione del bilancio idrico, MACRO, basato sul comportamento funzionale del suolo in un preciso contesto climatico e culturale, e un modello per la

<sup>20</sup> Vedi anche il capitolo 17 "Intrusione salina".

<sup>21</sup> Vedi anche il capitolo 14 "Vulnerabilità" e la cartografia di Tav. 12.

simulazione del bilancio dell'azoto (SOIL-N) in grado di utilizzare come *input* i risultati ottenuti con MACRO. Sedici profili rappresentativi di diverse situazioni pedopaesaggistiche e climatiche del territorio veneziano sono stati caratterizzati dal punto di vista fisico-idrologico, attraverso la descrizione di campagna e la determinazione in laboratorio su campioni indisturbati della densità apparente, della capacità di ritenzione idrica e della conducibilità idrica.

I risultati ottenuti dal rilevamento e dalle misure sono stati utilizzati come dati di *input* del modello di bilancio idrico MACRO (JARVIS, 1994); il modello è stato applicato a 30 diverse condizioni suolo-clima-falda caratteristiche del territorio provinciale, considerando lo stesso ordinamento colturale (monocoltura di mais) per un periodo di 10 anni (1993-2002); le pratiche colturali sono state considerate standard su tutto il territorio a eccezione dell'uso dell'irrigazione. I dati climatici utilizzati (precipitazioni e temperature giornaliere) si riferiscono alle stazioni della rete ARPAV di Zero Branco (TV), Legnaro e Agna (PD).

Per la valutazione della capacità protettiva dei diversi suoli nei confronti delle acque di falda sono stati utilizzati, tra gli *output* del modello MACRO, i flussi d'acqua in uscita alla base del profilo.

Le classi di capacità protettiva del suolo nei confronti delle acque profonde e superficiali utilizzate sono state quelle definite nell'ambito del progetto SINA (CALZOLARI *et al.*, 2001) assumendo, sulla base di simulazioni con il modello SOIL-N, una relazione tra flussi idrici e quantità di nitrati dilavati (Tab. 6.4 e Tab. 6.5).

CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA	Flussi relativi %	Perdite di NO <sub>3</sub> %
BB (bassa)	>40	>20
MB (moderatamente bassa)	29-40	11-20
MA (moderatamente alta)	12-28	5-10
AA (alta)	<12	<5

Tab. 6.4 - Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di percolazione e delle perdite di azoto nitrico.

I suoli a minor capacità protettiva per le falde sono risultati quelli a tessitura grossolana e ricchi in scheletro dei dossi del Tagliamento al confine con il Friuli e delle incisioni di Lemene e Reghena, per i quali si sono riscontrati flussi relativi intorno al 45%, e i suoli a elevato contenuto di sostanza organica (istosuoli e mollisuoli) nei quali è elevata la mineralizzazione dell'azoto. Altamente protettivi (flussi <10%) si sono invece rivelati i suoli a tessiture limose o argillose, che presentano però elevate perdite per scorrimento superficiale e quindi maggior rischio di inquinamento delle acque superficiali. Valori intermedi sono stati stimati per i suoli di bassa pianura a granulometria

grossolana che risultano però fortemente influenzati dagli *input* di precipitazione e irrigazione (Fig. 6.22).

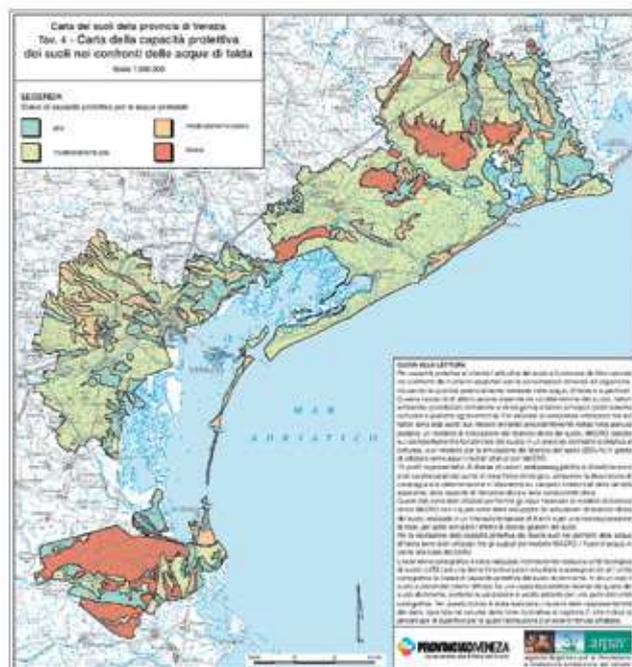


Fig. 6.22 - Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde.

CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA	Runoff e flussi laterali relativi %	Perdite di NO <sub>3</sub> %
BB (bassa)	>30	>39
MB (moderatamente bassa)	21-30	21-39
MA (moderatamente alta)	8-20	5-20
AA (alta)	<8	<5

Tab. 6.5 - Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di runoff e di flussi laterali in scolina e delle perdite di azoto nitrico.

La classe di capacità protettiva attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli della provincia di Venezia attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante).

In alcuni casi il suolo subordinato (meno diffuso) ha una capacità d'uso diversa da quella del suolo dominante, pertanto la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica. Per questo motivo è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato.

La capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali è risultata critica per suoli a tessitura limosa o argillosa soggetti a elevato scorrimento superficiale e per alcuni suoli sabbiosi con falda dove è elevato il flusso idrico laterale (Fig. 6.23).

La cartografia è stata realizzata in modo analogo alla

precedente, attribuendo all'unità cartografica la classe del suolo dominante e riportando la rappresentatività del dato, disponibile nel volume esteso.

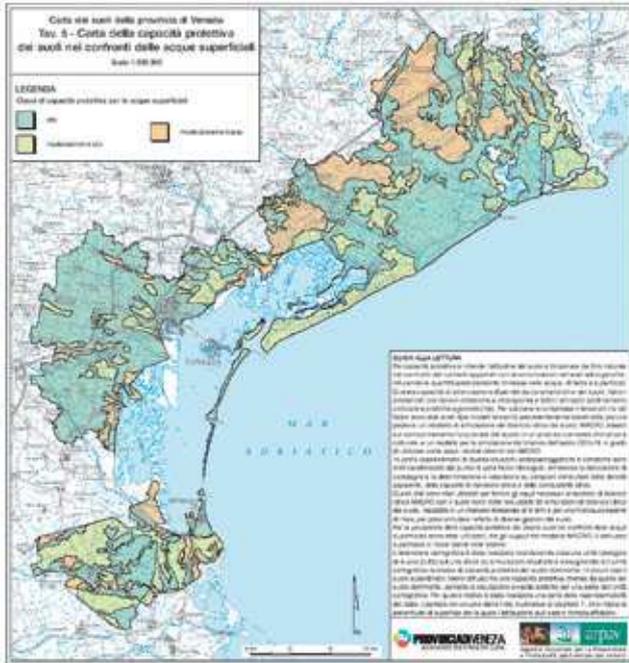


Fig. 6.23 - Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.

#### 6.5.4. Permeabilità dei suoli<sup>22</sup>

La permeabilità (o conducibilità idraulica saturata) esprime la proprietà del suolo di essere attraversato dall'acqua. Si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale. La permeabilità dipende in primo luogo dalla distribuzione e dalle dimensioni dei pori: è infatti maggiore nei suoli con pori grandi e continui rispetto a quelli in cui sono piccoli e discontinui. I suoli argillosi hanno in genere una conducibilità idraulica inferiore dei suoli sabbiosi perché in quest'ultimi i pori sono grandi anche se numericamente inferiori rispetto ai suoli argillosi. Dipende inoltre dalla presenza di vuoti planari (fessure e spazi tra gli aggregati), questa volta più frequenti negli orizzonti argillosi e in particolare in quelli meno profondi.

La permeabilità è un importante carattere del suolo in quanto rappresenta uno dei fattori di regolazione dei flussi idrici: suoli molto permeabili sono attraversati rapidamente dall'acqua di percolazione e da eventuali soluti (nutrienti e inquinanti) che possono così raggiungere facilmente le acque di falda; viceversa suoli poco permeabili sono soggetti a fenomeni di scorrimento superficiale e ad un maggior rischio di inquinamento delle acque superficiali.

Questo carattere è stato stimato in campagna, nella descrizione dei profili, sulla base della granulometria, della struttura, della consistenza, della porosità e della presenza di figure pedogenetiche di ciascun orizzonte del suolo, considerando come permeabilità

dell'intero suolo quella dell'orizzonte meno permeabile presente entro 150 cm.

In alcuni suoli rappresentativi delle tipologie più diffuse sono stati raccolti campioni indisturbati per la misura della conducibilità idrica saturata (Ksat) con permeametro a carico costante (KLUTE e DIRKSEN, 1986). Queste misure hanno permesso di verificare l'adeguatezza delle stime e, in caso negativo, di correggerle.

In base alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo (Ksat), vengono distinte 6 classi di permeabilità (SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993), riportate nella Tab. 6.6.

Ad ogni unità tipologica di suolo è stata attribuita una classe di permeabilità (da 1 a 6, come descritto in Tab. 6.6), sulla base delle caratteristiche degli orizzonti, considerando la permeabilità dell'orizzonte meno permeabile.

	Classe	Ksat ( $\mu\text{m/s}$ )	Ksat (cm/h)
1	Molto bassa	<0,01	<0,0035
2	Bassa	0,01-0,1	0,0035-0,035
3	Moderatamente bassa	0,1-1	0,035-0,35
4	Moderatamente alta	1-10	0,35-3,5
5	Alta	10-100	3,5-35
6	Molto alta	>100	>35

Tab. 6.6 - Classi di permeabilità e corrispondenti valori di conducibilità idraulica saturata (Ksat).

La classe di permeabilità attribuita a ciascuna tipologia di suolo, riportata nel catalogo delle unità tipologiche di suolo (capitolo 6 del volume esteso), è stata estesa alle unità della carta dei suoli (dove di frequente è presente più di una tipologia di suolo) attraverso la media ponderata della classe sulla percentuale di presenza di ciascun suolo. Sono state così create delle classi intermedie, per offrire una valutazione maggiormente differenziata e utilizzabile per le applicazioni (Fig. 6.24).

#### 6.5.5. Riserva idrica dei suoli

La riserva idrica dei suoli o capacità d'acqua disponibile (indicata solitamente con la sigla **AWC** dall'inglese *available water capacity*) è un importante parametro utilizzato nel calcolo del bilancio idrico del suolo, soprattutto ai fini irrigui, e rappresenta il quantitativo d'acqua utilizzabile dalle piante presente all'interno del suolo. Si determina come differenza tra la quantità d'acqua presente alla capacità di campo e quella al punto di appassimento permanente. La prima è la massima quantità d'acqua che può essere trattenuta una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazio-

<sup>22</sup> Vedi anche il capitolo 14 "Vulnerabilità" e la cartografia di Tav. 12.



## CONTENUTO IN METALLI E METALLOIDI NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

Paolo Giandon e Francesca Ragazzi, ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli

L'origine degli elementi in traccia nei suoli è legata alle caratteristiche dei materiali di partenza da cui si sono originati e, in diversa misura, agli apporti antropici generati dalle attività industriali e agricole.

Con un'adeguata metodologia di indagine è possibile determinare separatamente la concentrazione derivante soltanto dal materiale di partenza (fondo di natura pedogeochimica o naturale) da cui ha avuto origine il suolo, e quella che somma il contenuto naturale e gli apporti di origine antropica derivanti dalle deposizioni atmosferiche e dalle pratiche di fertilizzazione o di difesa antiparassitaria (fondo naturale-antropico). Ciò è possibile campionando orizzonti a diverse profondità: per la determinazione del contenuto naturale, i campioni sono prelevati in corrispondenza del primo orizzonte o strato pedologico sotto i 70 cm, ritenendo tale profondità sufficiente nelle condizioni chimico-fisiche maggiormente diffuse nei suoli del Veneto per poter escludere qualsiasi eventuale apporto antropico, mentre per la determinazione del contenuto usuale si è campionato in corrispondenza del primo orizzonte individuato partendo dalla superficie.

I dati rilevati nel territorio regionale di pianura sono stati elaborati per gruppi omogenei in funzione dell'origine del materiale di partenza (Unità deposizionali).

I siti campionati (377 nella provincia di Venezia), prevalentemente a uso agricolo, non includono zone contaminate o troppo vicine a potenziali fonti inquinanti (discariche, cave, grandi vie di comunicazione) né aree che presentano evidenti tracce di rimaneggiamento o di intervento antropico.

Come è previsto dalla metodologia proposta dalla norma ISO 19258/2005, sono stati determinati i percentili della distribuzione dopo la rimozione di eventuali valori anomali e sono stati assunti come limiti superiori dei valori di fondo i valori corrispondenti al 95° percentile.

I valori di riferimento normativo per il contenuto di metalli nei suoli sono le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste per la bonifica dei siti a uso verde pubblico, privato e residenziale inseriti in colonna A, Tabella 1, Allegato V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n° 152/06.

I metalli per i quali non si osserva alcun superamento (vedi Tab. 6.8) delle concentrazioni soglia di contaminazione in nessuna unità deposizionale sono **antimonio, cadmio, cobalto, mercurio, piombo e selenio**. Per il **rame** il superamento si osserva solo nell'area del Piave per effetto di un incremento dovuto ai trattamenti antiparassitari eseguiti nei vigneti. All'estremo opposto si trova lo **stagno** che in tutte le

unità sia in pianura che in montagna presenta valori di fondo superiori al limite con valori massimi pari anche a 7 volte il limite nei depositi del Brenta. L'**arsenico** mostra superamenti del limite in numerose unità, interessando una superficie significativa del territorio regionale, in particolare nei depositi di Adige, Po e Brenta. Valori uguali o di poco superiori alle CSC si riscontrano anche per cobalto, cromo, nichel e zinco, in particolare nelle unità deposizionali dell'Adige e del Po.

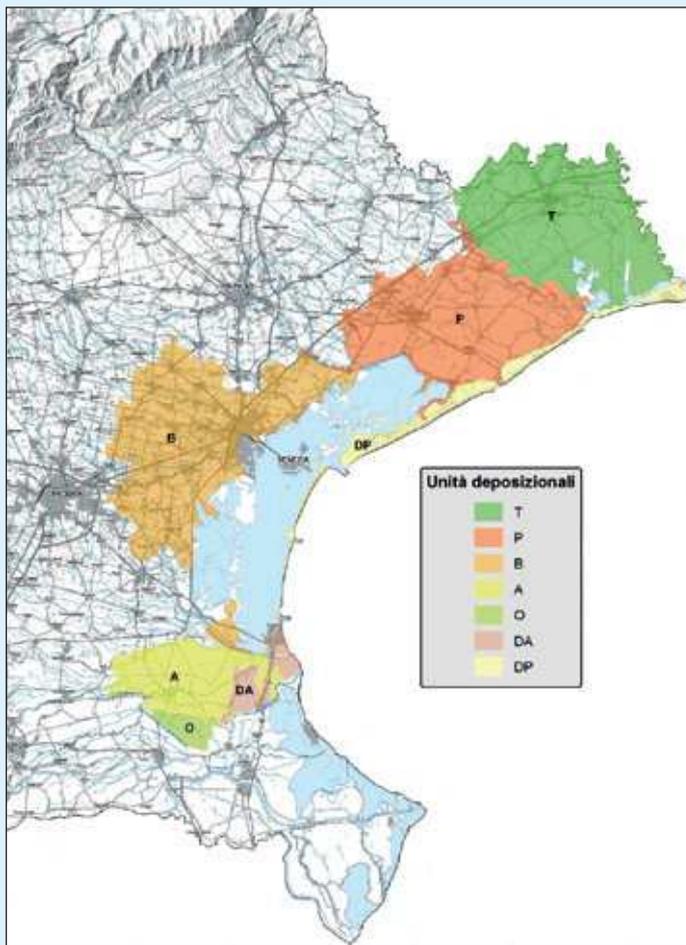


Fig. 6.26 - Unità deposizionali individuate nel territorio provinciale.

Legenda: T: pianura alluvionale del fiume Tagliamento; P: pianura alluvionale del fiume Piave; B: pianura alluvionale del fiume Brenta; A: pianura alluvionale del fiume Adige; O: pianura alluvionale del fiume Po; DP: pianura costiera settentrionale; DA: pianura costiera meridionale.

Fonte: ARPAV 2011.

Unità deposizionali	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Tagliamento (T)	nd	14	nd	0,62	12	67	0,09	42	33	44	nd	nd	nd	86
Piave (P)	1,0	13	1,7	0,64	15	61	0,26	52	36	186	0,50	4,0	87	113
Brenta (B)	2,4	45	2,3	0,95	16	64	0,67	38	54	110	0,31	7,8	96	144
Adige (A)	1,5	50	1,4	1,17	20	141	0,32	125	46	79	1,00	3,7	89	155
Po (O)	1,4	31	1,6	0,60	20	153	0,08	130	35	63	0,90	3,4	80	111
Costiero nord-orientale (DP)	0,8	12	0,2	0,25	5	19	0,85	8	51	58	0,10	5,7	20	67
Costiero meridionale (DA)	1,2	23	0,9	0,25	14	89	0,13	83	56	54	0,68	5,8	61	181

Tab. 6.8 - Valori di fondo (mg/kg) per metalli e metalloidi nelle 7 unità deposizionali identificate in provincia di Venezia; in rosso i valori superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione di colonna A, Tabella 1, Allegato V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n° 152/06. I valori indicati come "nd" non sono stati determinati perchè non vi erano abbastanza dati da permettere l'elaborazione statistica.

# 7 GEOMORFOLOGIA

ALDINO BONDESAN<sup>1</sup>, ALESSANDRO FONTANA<sup>1</sup>, PAOLA FURLANETTO<sup>2</sup>, MIRCO MENEGHEL<sup>1</sup>, PAOLO MOZZI<sup>1</sup>, SANDRA PRIMON<sup>3</sup>, VALENTINA BASSAN<sup>3</sup>, ROBERTO ROSSELLI<sup>4</sup>, ANDREA VITTURI<sup>3</sup>

## 7.1. PREMESSA

La geomorfologia è una branca della geografia fisica che studia la morfologia della superficie della Terra, cioè le forme che costituiscono il rilievo terrestre, investigandone l'origine e l'evoluzione. In particolare, studia le correlazioni tra la morfologia del terreno, le sue caratteristiche litologiche e gli agenti che lo hanno modellato.

Il territorio provinciale di Venezia è stato attentamente studiato anche dal punto di vista geomorfologico. Per oltre cinque anni (1999-2004), su iniziativa della Provincia, vari enti hanno dato vita, infatti, a un progetto che ha complessivamente coinvolto, in varie forme, dodici autori, quattordici collaboratori con contributi specifici e alcune decine di altre persone per tante attività non solo di contorno.

Il risultato è stata la pubblicazione, nel 2004, della Carta geomorfologica della provincia di Venezia, in scala 1:50.000 (e con edizione digitale 1:20.000) e delle sue Note illustrative.

In questo volume viene riportata nella Tav. 9 la carta geomorfologica, però in scala 1:100.000, e viene di seguito riportata una sintesi della pubblicazione citata.

Nella presente sintesi il territorio viene trattato considerando prima la terraferma (da nord a sud) e poi le aree lagunari, che per le loro peculiari caratteristiche sono state oggetto di apposite, separate indagini.

## 7.2. TRA TAGLIAMENTO E LIVENZA

### 7.2.1. L'assetto geomorfologico dell'area

L'area compresa tra il Tagliamento e il Livenza costituisce il settore più orientale della provincia di Venezia e fisiograficamente appartiene già alla pianura friulana, di cui il fiume Livenza rappresenta il limite occidentale.

La zona costituisce la porzione distale occidentale del megaconoide del Tagliamento e tra i fiumi Livenza e Lemene è essenzialmente formata da depositi alluvionali di età pleistocenica; più a est, invece, sono testimoniati molti dei percorsi olocenici del Tagliamento e i loro relativi depositi. Verso la costa la pianura alluvionale è stata sepolta o rimaneggiata per la formazione della laguna di Caorle e dei sistemi deltizi.

Le aree occupate dalle acque salmastre sono state fortemente ridotte e rimodellate dagli interventi umani; attualmente sono rappresentate dalla Valle Grande e Vallesina di Bibione e dalla laguna di Caorle, la cui struttura originaria è ancora ben testimoniata dal canale dei Lovi e dal canale Nicessolo.

Nel panorama del territorio provinciale il settore più orientale si caratterizza per la presenza di ghiaie superficiali sia attuali che antiche e per gli elevati valori del gradiente topografico. Questo raggiunge quasi il 2‰ a ridosso del confine settentrionale della provincia, dove si arriva a quote di 15 m presso Cinto Caomaggiore; le zone più basse invece sono poste a circa -3 m in corrispondenza delle aree bonificate a sud-ovest di Cavanella di Concordia.

Nella zona considerata, specialmente nel territorio di Teglio Veneto, Gruaro e Cinto Caomaggiore, si sottolinea inoltre la presenza del limite inferiore delle risorgive proprio lungo il confine con la provincia di Pordenone. Solo in rari casi si tratta di vere polle sorgentizie, mentre il più delle volte gli affioramenti della falda sono testimoniati da bollicine d'aria che scaturiscono dal fondo di alvei e canali (FONTANA, 2003a).

Gli elementi morfologici più evidenti nella carta geomorfologica sono il dosso attuale del Tagliamento, quello dell'attuale Livenza e quello del Tagliamento probabilmente attivo in epoca romana, evidente tra Teglio, Fossalta e Lugugnana. Possiedono una grande visibilità morfologica anche la valle occupata dal fiume Lemene e soprattutto quella del Reghena, mentre il Lemene, dopo la confluenza con il Reghena nei pressi di Portogruaro, scorre lungo un sottile dosso da cui si staccano anche alcune diramazioni minori. La carta geomorfologica evidenzia chiaramente la presenza di un sistema di alvei olocenici di età preromana presso Alvisopoli e il grande paleoalveo pleistocenico esistente tra Stiago e Torresella di Portogruaro. Sono pleistocenici anche i dossi che si allungano tra Summaga-Levada e Pramaggiore-Annone. L'area argillosa attraverso cui scorre il fiume Loncon corrisponde invece all'omonima palude bonificata nel XX secolo.

### 7.2.2. Il Tagliamento attuale

Il fiume Tagliamento rappresenta il limite provinciale tra Venezia e Udine: la carta geomorfologica consente, quindi, solo l'analisi della porzione occidentale dei depositi e delle tracce relative al percorso attualmente attivo (Fig. 7.1).

<sup>1</sup> Università di Padova, Dipartimento di Geografia.

<sup>2</sup> AKEO - Studi e Indagini Territoriali - Padova.

<sup>3</sup> Provincia di Venezia, Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

<sup>4</sup> Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova - Servizio Informativo.

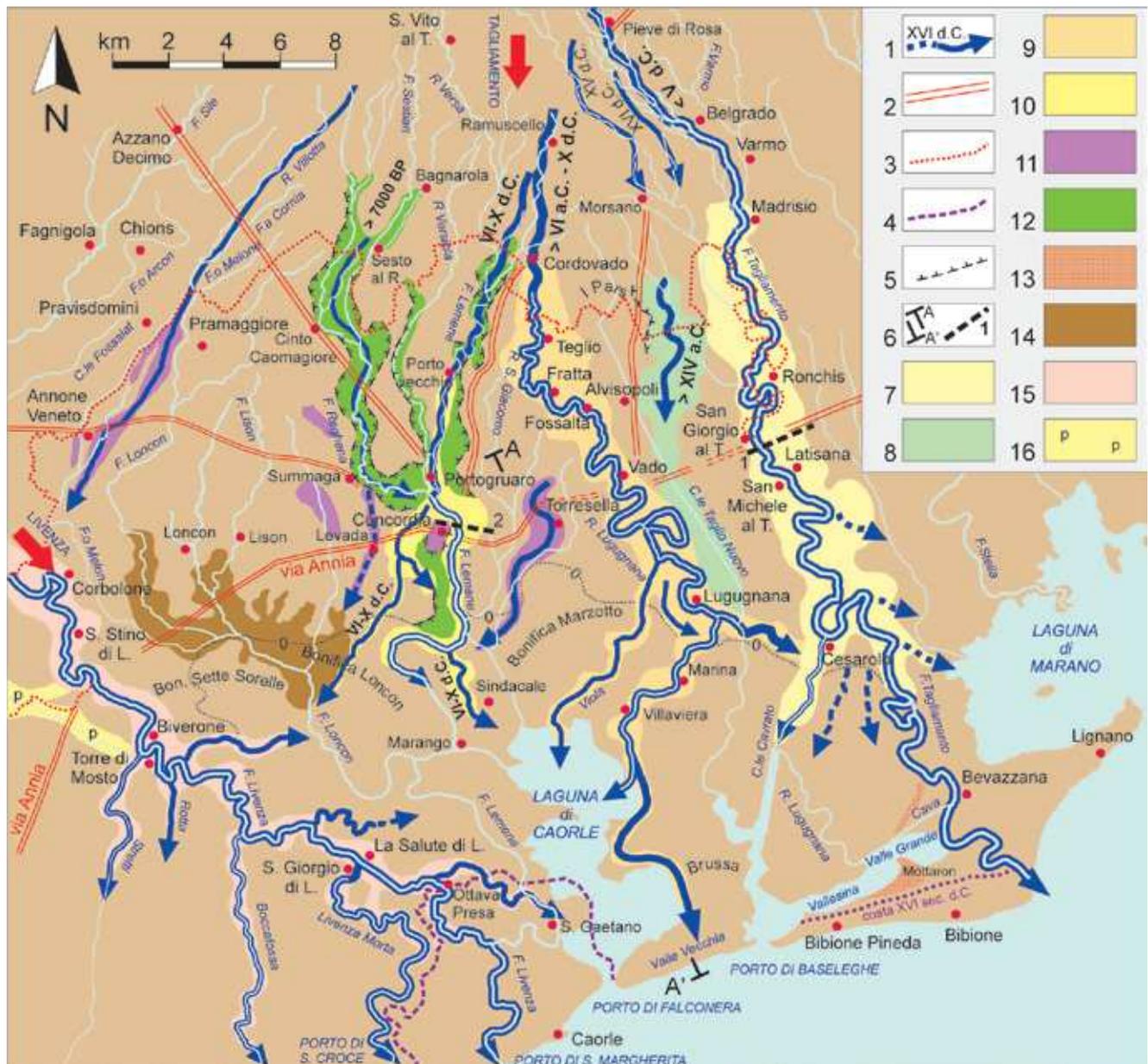


Fig. 7.1 - Principali direttrici di deflusso comprese tra Tagliamento e Livenza.

Legenda: 1) direttrici di deflusso, con eventuale età di attivazione; 2) strade d'epoca romana; 3) limite provinciale; 4) limite delle aree lagunari a nord di Caorle nel XVI secolo; 5) orlo delle scarpate fluviali; 6) tracce di sezione stratigrafica, A-A': Fig. 7.24; 1: Fig. 7.2.; 2: Fig. 6.11; 7) dosso del Tagliamento attuale, < V secolo d.C.; 8) depressione dei paleoalvei di Alvisopoli, > XIV secolo a.C.; 9) dosso del Tagliamento attivo in epoca romana (*Tiliaventum Maius*), VI a.C. - X secolo d.C.; 10) dosso del Tagliamento, VI-X secolo d.C.; 11) dossi tardo pleistocenici del Tagliamento; 12) depressioni attualmente occupate dai fiumi Lemene e Reghena; 13) cordoni di dune del Tagliamento, età pre-romana; 14) area palustre del fiume Loncon; 15) dosso del Livenza (Olocene); 16) dossi della Piave e del Piavon.

Complessivamente all'interno dell'area considerata il fiume ha un andamento di tipo meandriforme anche se, più precisamente, fino all'altezza di San Giorgio al Tagliamento possiede ancora alcuni caratteri di alveo a isole fluviali o di tipo *wandering* (GURNELL *et al.*, 2000; SURIAN, 2002). La separazione tra i due stili fluviali è anche marcata dal limite di trasporto delle ghiaie in alveo: i depositi grossolani sono formati da clasti con diametro massimo di 6-8 cm al margine della carta, mentre raggiungono i 2-3 cm presso San Giorgio al Tagliamento; più a valle, sono presenti al massimo sabbie medie. Anche il profilo longitudinale

dei depositi relativi al corso attuale subisce un marcato cambiamento: a monte la pendenza media è dell'1,2%, mentre a valle cala nettamente allo 0,8% e si azzera subito dopo Cesarolo. Il pelo dell'acqua si trova a circa 1 m s.l.m. presso San Michele al Tagliamento dove l'influsso della marea è ancora ben percepibile e crea un'escursione di circa 20 cm. Lungo il corso del fiume attuale i depositi sabbiosi formano un dosso particolarmente evidente nel tratto compreso tra San Giorgio al Tagliamento e Bevazzana, raggiungendo un'ampiezza massima di circa 3 km e altezza pari a 3 m sulla piana alluvionale (Fig. 7.2). A

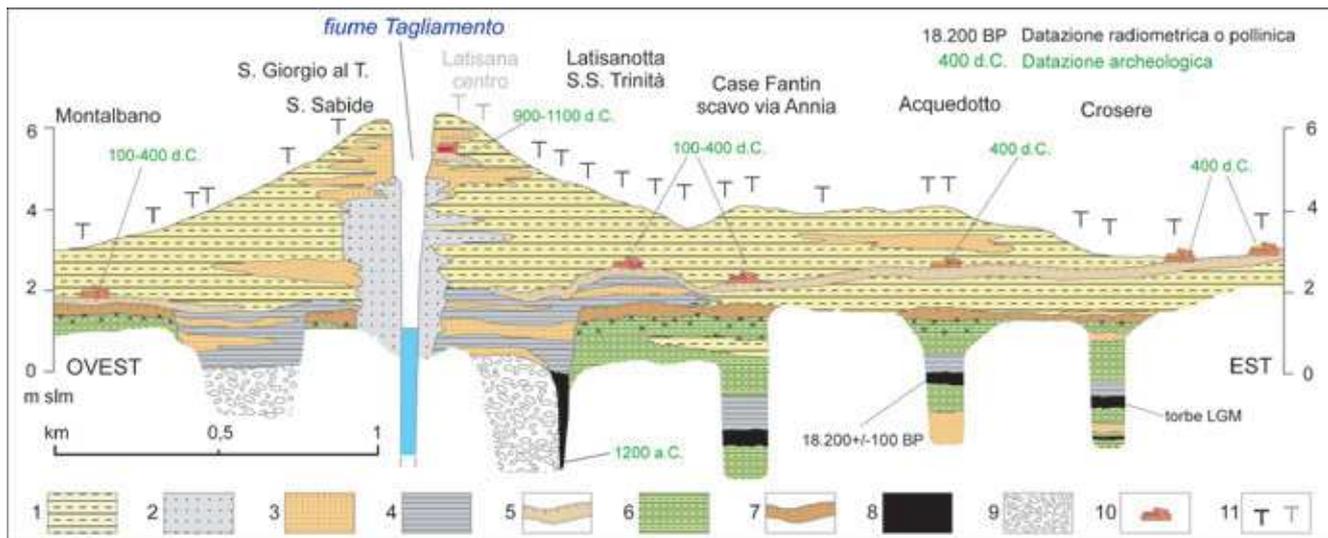


Fig. 7.2 - Sezione stratigrafica dell'attuale dosso del Tagliamento poco a monte di Latisana; per l'ubicazione si veda la Fig. 7.1.

Legenda: 1) depositi di dosso e piana prossimale (limi e limi sabbiosi); 2) depositi di canale (sabbie da fini a grossolane con stratificazione interna millimetrica e centimetrica parallela e incrociata); 3) depositi di argine naturale e di rotta (sabbie da fini a medie con stratificazione interna millimetrica o centimetrica parallela e incrociata); 4) depositi di piana distale o di depressione (limi argillosi e argille con laminazione parallela millimetrica, spesso con presenza di frammenti vegetali e di gasteropodi continentali); 5) suolo sepolto olocenico; 6) depositi di piana alluvionale (argille, argille limose e limi argillosi, con laminazione millimetrica parallela); 7) suolo presente al tetto della superficie tardo-pleistocenica, orizzonti superiori decarbonatati e accumulo di concrezioni carbonatiche in quelli inferiori; 8) depositi organici (torbe, argille e limi organici ricchi di frammenti vegetali talvolta poco decomposti e con presenza di frammenti di gasteropodi continentali); 9) depositi di canale (ghiaie da medie a fini e ghiaie con sabbie disposte in barre); 10) siti archeologici o presenza di rari frammenti di manufatti; 11) sondaggi, trincee o scavi; in grigio proiezione di sondaggi e scavi poco distanti dalla traccia della sezione (ad esempio lo scavo di Latisana centro).

monte la larghezza è anche maggiore, ma l'evidenza morfologica cala notevolmente ed è percepibile solo grazie al microrilievo.

Al margine nord-orientale della carta geomorfologica sono presenti le rogge Roiada e dei Molini; si tratta di corsi di risorgiva che hanno occupato le direzioni percorse dal Tagliamento tra il XV e il XVIII secolo, quando migrò verso est con una serie di avulsioni ben rappresentate nella cartografia storica e nei documenti archivistici (CASTELLARIN, 1990).

I paleoalvei presenti sul dosso e nella golena a monte di San Michele al Tagliamento sono facilmente riconoscibili come percorsi attivi nelle prime tavolette IGM del Regno d'Italia e nella Carta del Lombardo Veneto (MICELLI & VAIA, 1986)<sup>5</sup>. Se si considera il confine provinciale, tracciato lungo l'alveo nella prima metà del XIX secolo, si può notare come esso sia profondamente differente dall'attuale percorso del fiume, in parte anche per alcuni tagli artificiali (Fig. 7.1). Al contrario le tracce di meandri individuati a monte di San Michele al Tagliamento, pur appartenendo al sistema del Tagliamento attuale, si trovano all'esterno del dosso e hanno probabilmente età medievale.

Presso il centro di Latisana (UD), in prossimità del fiume, uno scavo di emergenza ha potuto documentare la presenza di un villaggio altomedievale databile tra IX e XIV secolo; i resti si trovano immediatamente sotto l'attuale superficie topografica, dimostrando la presenza del dosso fluviale morfologicamente simile all'attuale già in quell'epoca. Si può quindi ritenere che il dosso si sia formato tra il V e il IX secolo d.C.;

per quanto riguarda l'epoca precedente, invece, non è possibile confermare l'esistenza o meno di un corso d'acqua lungo il dosso attuale del Tagliamento, ma è verosimile ipotizzare, comunque, che si trattasse di un fiume con modesta portata d'acqua. Indagini stratigrafiche hanno invece evidenziato la presenza di ampi paleoalvei incisi nella piana pleistocenica, sepolti dal dosso dell'attuale corso e già disattivati nel XII secolo a.C. (FONTANA, 2002b).

Tra San Michele e Cesarolo sono presenti i sedimenti riferibili a due rotte fluviali dalla caratteristica forma a ventaglio; la più meridionale è particolarmente visibile nelle foto aeree per il tono chiaro dei depositi sabbiosi da cui è formata.

Il Tagliamento presso Cesarolo forma un'ansa molto sinuosa già documentata almeno dal XVI secolo. Nella parte esterna di tale meandro è presente un punto di avulsione più volte sfruttato dal fiume anche in epoca recente e da cui ha avuto origine un dosso sabbioso ben evidente. Tale direzione è stata seguita anche nell'escavo del canale Cavrato, scolmatore delle piene del Tagliamento e che è stato impostato secondo la direzione della roggia Lugugnana. Quest'ultima era un ramo del Tagliamento d'epoca romana e quindi il Cavrato si sovrappone a un canale di rotta naturale e a una traccia del Tagliamento precedente l'attivazione dell'attuale percorso (Fig. 7.1).

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le Tavv. 2-3.

A sud di Cesarolo si individuano altri segni di *crevasse splay* che si confondono con i depositi lagunari recentemente bonificati; poco più a valle il dosso attuale termina e oltre la Valle Grande si ha il delta del Tagliamento. Presso Bevazzana di Latisana (UD), sulla sponda orientale del fiume era presente la chiesa di Santa Maria, smontata e ricostruita nel 1965 nella pineta di Lignano (UD) per salvarla dall'erosione del fiume (ALTAN, 1990). Nel sito originario, oltre all'antico edificio religioso forse paleocristiano, sono stati trovati anche reperti romani che potrebbero dimostrare l'esistenza di un alveo coincidente con il tratto terminale di quello attuale già nei primi secoli d.C.

### 7.2.3. Il sistema deltizio del Tagliamento

L'apparato di foce del Tagliamento è un esempio di delta cuspidato bialare molto noto in letteratura (MARINELLI, 1922; CASTIGLIONI, 1986) di cui l'ala occidentale, relativamente più estesa, raggiunge i 9 km di lunghezza ed è formata da numerosi sistemi di cordoni dunali. Questi oggi sono stati in buona parte spianati o rimaneggiati a causa dello sviluppo urbanistico recente e rimangono conservate solo le dune dell'area del faro di Bibione e quelle della pineta nord-occidentale, fra cui si segnala la zona di Mottaron dei Frati.

Il meccanismo con cui si sono formati i rilievi eolici è testimoniato dalla Lama di Revellino, poco a est del centro urbano, dove una barra litoranea recente separa temporaneamente dal mare una zona umida a monte della quale si trovano le prime dune stabili.

Secondo gli studi stratigrafici l'odierno sistema deltizio è stato costruito negli ultimi 2000 anni e già circa 1400 anni fa aveva raggiunto una configurazione simile all'attuale (MAROCCO, 1989). Dall'analisi della cartografia storica si nota comunque che l'apparato deltizio ha avuto una importante fase costruttiva tra XVI e XVIII secolo, quando avanzò di oltre 500 m verso mare. Probabilmente però l'attuale apparato deltizio è progradato su di un sistema più antico di cui rimangono alcuni lembi relitti presso la località di Mottaron dei Frati. Infatti, in quest'area è stata individuata e scavata un'importante villa marittima romana, databile alla fine del I secolo a.C.-I secolo d.C. e alla fine del IV secolo d.C., edificata su un preesistente sistema di dune all'epoca probabilmente già disattivato (BATTISTON & GOBBO, 1992).

Nell'entroterra tra Bevazzana e Valle Grande si deve anche segnalare la presenza di probabili cordoni relitti spianati, testimoniati in superficie da sedimenti sabbiosi molto ricchi di conchiglie marine (PROVINCIA DI VENEZIA, 1983). Tuttavia nell'area vennero scavati i canali Cava Vecchia (1384) e Cava Nova (1676) che alterarono la situazione preesistente e non si può escludere che alcune delle tracce corrispondano ad antichi riporti artificiali dovuti allo scavo degli alvei.

Nel complesso l'attuale delta, pur essendosi formato soprattutto nel periodo post-romano per l'attivazione

dell'attuale percorso del Tagliamento, insiste su di un'area in cui esisteva un sistema litoraneo più antico. Quest'ultimo ha età pre-romana ed è forse da correlarsi all'attività del ramo del *Tiliaventum Maius* che sfruttò la direzione della roggia Lugugnana, oppure è attribuibile a un differente percorso successivamente eroso o sepolto dai depositi del Tagliamento attuale.

La Valle Grande e la Vallesina di Bibione erano in origine un'unica area palustre soggetta alle piene del Tagliamento e quindi caratterizzate da un ambiente continentale; con una serie di interventi umani, tra il 1689 e il 1694, l'area venne posta maggiormente in collegamento con le acque salmastre creando una valle da pesca, successivamente separata in due settori nel 1833 (CASTI MORESCHI, 1990).

### 7.2.4. I paleoalvei del Tagliamento tra il corso attuale e il Tiliaventum Maius

Nella carta geomorfologica si distingue chiaramente la fascia dei paleoalvei compresi tra San Giorgio al Tagliamento e Fossalta di Portogruaro; essa coincide con l'area in cui un tempo si trovava la palude di Alvisopoli, bonificata a partire dal XVIII secolo per volontà del doge Alvise Mocenigo con la creazione del canale Taglio Nuovo. L'area si caratterizza per la presenza della falda subaffiorante e di terreni argillosi spesso molto organici; fino agli inizi del XX secolo in molte zone abbondavano anche le torbe, successivamente cavate per ottenere combustibile o ossidatesi per effetto della bonifica (COMEL, 1950). Probabilmente in questa zona i terreni presentano caratteri idromorfi soprattutto perché, pur essendo i paleoalvei incisi rispetto alla pianura pleistocenica, il ristagno idrico è stato favorito dall'esistenza dei dossi rilevati del Tagliamento attuale e di quello d'epoca romana, che hanno confinato l'area di Alvisopoli in una posizione depressa (Fig. 7.1). Il limite della depressione occupata dai paleoalvei è evidenziato dal microrilievo<sup>6</sup> con dislivelli di 1-3 m, soprattutto verso occidente; verso oriente il limite coincide grosso modo con il Fosso dei Terreni Alti.

La strada romana, evidenziata dalla fotointerpretazione e cartografata nella carta geomorfologica, che da Vado di Fossalta giungeva a Morsano al Tagliamento e poi proseguiva oltre il Tagliamento attuale verso il Norico (BUORA, 1988; GOBBO, 1997), costeggia il ciglio superiore della bassura fino a località I Pars di Teglio dove, subito a monte del confine provinciale, piega verso nord-est e oltrepassa alcuni dei paleoalvei citati, sopra fondazioni palificate (GOBBO, 1997). In gran parte di questa stessa area sono riconoscibili numerose tracce interpretate come strade e divisioni agrarie, che si originavano dalla strada con direzione perpendicolare ad essa (GOBBO, 1997) e che potrebbero indicare un'area centuriata, i cui *limites* appaiono diversamente orientati rispetto a quelli della centuriazione di Concordia e Aquileia.

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la Tav. 1.

La loro presenza permette di datare le tracce paleoidrografiche di Alvisopoli a un'epoca precedente quella romana; è probabile che i meandri si siano disattivati nel II millennio a.C., come sembra indicare una datazione effettuata sui depositi organici che riempiono uno dei canali residuali a 2,5 m di profondità, che ha fornito un'età di  $2860 \pm 70$  a  $^{14}\text{C}$  BP (Progetto CARG, Servizio Geologico d'Italia - Regione del Veneto, Foglio Geologico "Portogruaro", responsabili F. TOFFOLETTO e, dal 2008, E. SCHIAVON, in stampa).

I depositi riferibili ai paleomeandri considerati si trovano solo nella bassura e sono costituiti da ghiaie subaffioranti fino all'altezza dell'Autostrada A4, dove raggiungono un diametro massimo di 5 cm; la presenza delle ghiaie è testimoniata da una cava sotto falda, ora disattivata. Più a valle invece gli alvei sono molto più fondi, ben canalizzati e il tetto delle ghiaie scende progressivamente da 4 a 12 m di profondità, coperto da depositi generalmente molto fini.

Verso sud, oltre la linea ferroviaria Venezia-Trieste, i paleoalvei sopradescritti non sono più visibili in quanto probabilmente sepolti dai depositi più recenti del Tagliamento attuale o da quelli del *Tiliaventum Maius* (Fig. 7.1). L'esistenza dell'area depressa occupata dai paleoalvei è comunque percepibile tra il canale Taglio Nuovo e la roggia Canalotto tramite l'analisi del microrilievo e per l'esistenza di depositi argillosi che hanno riempito l'incisione preesistente. Sotto questi sedimenti, nell'area della discarica per rifiuti solidi urbani di Centa-Taglio, a circa 12 m di profondità è presente il tetto delle ghiaie potenti 10 m e oltre.

Poco a sud-ovest delle tracce di Alvisopoli, lungo il canale Secondario Lugugnana, si nota la presenza di tracce d'idrografia dendriforme legate allo sviluppo di un drenaggio locale; tale *pattern* si è probabilmente sviluppato sulla pianura pleistocenica, qui situata a 1,5-3 m di profondità.

### 7.2.5. Il *Tiliaventum Maius* o Tagliamento d'epoca romana

Tra gli elementi geomorfologici più rilevanti ai fini della ricostruzione dell'evoluzione geologica e dell'influenza sul popolamento antico nell'area in esame, si deve ricordare l'insieme dei paleoalvei meandriformi che con continuità si individuano lungo il corso della roggia Lugugnana tra Teglio Veneto, Fossalta e Lugugnana, fin quasi alla costa attuale (Fig. 7.1). Le tracce corrispondono a un percorso che più a monte si può seguire già a partire da Valvasone e Gleris di San Vito al Tagliamento (PN) e sono state da tempo ricollegate al Tagliamento probabilmente attivo in epoca romana, definito dagli studiosi *Tiliaventum Maius* sulla base della citazione di PLINIO il Vecchio del I secolo d.C. (ROSADA, 1979; CROCE DA VILLA *et al.*, 1987; GOBBO, 1997).

Le tracce d'idrografia antica corrispondono a un alveo di tipo *braided* quasi fino a Cordovado (PN), che diviene chiaramente meandriforme a valle di Fratta di Fossalta, presentando una morfometria fluviale e depositi di

dosso sabbioso particolarmente confrontabili con quelli dell'attuale corso del Tagliamento.

La roggia Lugugnana è alimentata da risorgive e ha probabilmente occupato in maniera parassita l'ultimo alveo attivo del sistema del *Tiliaventum Maius*; infatti la roggia scorre al centro del dosso del Tagliamento attivo in epoca romana e, pur avendo una portata inferiore ai  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , i suoi meandri hanno una morfometria identica a quella dei paleoalvei del grande fiume alpino. Probabilmente l'alveo del Tagliamento romano si disattivò per una avulsione verificatasi a monte di Cordovado che, avendo lasciato libero il canale residuale più a valle, consentì alle acque di risorgiva di sfruttarlo quasi istantaneamente come via preferenziale.

Dai sondaggi della banca dati provinciale<sup>7</sup> si nota che lungo la fascia di paleoalvei presso Teglio Veneto le ghiaie sono ancora subaffioranti, mentre già a Fossalta di Portogruaro il loro tetto si approfondisce a 4-6 m e tra Vado e Giussago il tetto dei sedimenti grossolani si trova tra 10 e 21 m, dove non si può escludere che le ghiaie appartengano in parte a corsi sepolti più antichi.

A sud di Vado le tracce paleoidrografiche sono ricollegabili alla progressiva migrazione dei meandri: probabile indizio di una prolungata attività di questo percorso. È identificabile anche un'importante serie di rami avulsivi che si staccano dal dosso principale: il primo è ora percorso dal canale Viola e si dirige a sud-ovest fino a giungere in laguna di Caorle nella valle Zignago; un'altra diversione è quella ora percorsa dalla roggia Lugugnana, che dal paese omonimo prosegue verso sud-est ed è stata successivamente sepolta dal dosso del Tagliamento attuale presso Cesarolo. Il ramo più evidente del *Tiliaventum Maius* prosegue invece verso sud-ovest per Marina di Lugugnana e Castello di Brussa e, dopo la disattivazione, è stato utilizzato da un canale nominato in cartografia storica come Demortolo fino a giungere in località Villaviera; la diramazione prosegue poi lungo il canale Fossa Secca e continua nell'attuale canale degli Alberoni fino a Valle Vecchia, dove è stata documentata anche una banchina d'attracco romana (MAPPA ARCHEOLOGICA, 2002). L'attuale litorale di Valle Vecchia all'epoca doveva essere emerso e probabilmente con una conformazione simile a quella pre-bonifica, come testimoniano alcuni siti d'età romana posti a poca distanza dalla costa odierna (MAPPA ARCHEOLOGICA, 2002).

Attualmente nella zona si conservano alcuni cordoni dunali presso il settore occidentale mentre nella parte centrale è presente un solo sistema rilevato, parzialmente rimodellato dall'attività antropica. È probabile che la foce o una delle foci del *Tiliaventum Maius* si trovasse poco più a sud dell'odierna linea di costa e sia stata successivamente smantellata dall'erosione marina. Come descritto sopra è anche

<sup>7</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati".

possibile che le dune di Mottaron dei Frati e le tracce di cordoni litorali situate a ovest di Bevazzana siano riferibili alle prime fasi di attivazione preromana del ramo coincidente con l'attuale roggia Lugugnana o con direttrici ora sepolte. È stato anche ipotizzato che il *Tiliaventum Maius* avesse più rami deltizi in quanto a valle di Lugugnana i paleoalvei si trovavano già in ambiente lagunare e potevano quindi fungere da rami distributori. La progredazione del sistema fluviale è stata documentata presso località Marina di Lugugnana, dove i resti di una villa romana databile al I-prima metà II secolo d.C. affiorano sopra il dosso sabbioso che poggia a circa 3 m di profondità su sedimenti con facies lagunare (CROCE DA VILLA *et al.*, 1987).

La disattivazione del *Tiliaventum Maius* iniziò nel VI secolo d.C. e probabilmente non avvenne istantaneamente, ma è possibile che il fiume abbia mantenuto parzialmente attiva tale diramazione fino all'alto medioevo inoltrato. Questo sarebbe provato dal documento della *Donazione Sestense* del 762 d.C. con cui venivano concessi all'Abbazia di Sesto al Reghena (PN) i territori di Ramuscello, situati a ovest del Tagliamento attuale, specificando che all'epoca erano posti a oriente del fiume rispetto al complesso monastico «...*trans fluvio Tiliamento casa Ramoscello...*» (DESTEFANIS, 1999a). La direzione del Tagliamento romano è stata comunque sfruttata eccezionalmente anche nei secoli successivi dalle acque di piena del Tagliamento, come nel 1692 e nel 1851. Questi eventi hanno anche consentito una certa sedimentazione a ridosso dell'alveo della Lugugnana come evidenziato dalla cappella votiva di Santa Sabida presso Fossalta di Portogruaro, posta in sponda alla roggia e il cui pavimento è sepolto da oltre 1 m di alluvioni sabbiose.

Sulla base dei nuovi dati disponibili, l'interpretazione della citazione pliniana relativa al *Tiliaventum Maius* e *Minus* si arricchisce di nuove possibilità. Si conferma l'identificazione del *Tiliaventum Maius* con l'attuale direzione seguita dalla roggia Lugugnana fino a Lugugnana e poi con il ramo che traversa località Marina, Villaviera e giunge fino a Valle Vecchia (Fig. 7.1). Invece resta tuttora incerta la localizzazione del *Tiliaventum Minus* con due ipotesi possibili. La prima, quella condivisa da quasi tutti gli studiosi precedenti (ROSADA, 1979; CROCE DA VILLA *et al.*, 1987; GOBBO, 1997), confermerebbe la coincidenza dell'attuale direzione del Tagliamento con il ramo minore attivo in epoca romana; secondo le nuove informazioni stratigrafiche si tratterebbe però di un fiume non confrontabile con il ramo maggiore per portata e per carico sedimentario, ma impostato su di un preesistente percorso del Tagliamento e utilizzato dal fiume alpino durante le maggiori piene. In questo caso la separazione tra i due rami del Tagliamento sarebbe avvenuta poco a valle di Codroipo probabilmente in prossimità di Pieve di Rosa. Nella seconda ipotesi il Tagliamento avrebbe avuto un unico corso fino a

Lugugnana e si sarebbe poi separato in due rami: il *Maius* che giungeva fino a Valle Vecchia e il *Minus*, coincidente con l'attuale direzione della roggia Lugugnana, successivamente rielaborato o sepolto dal Tagliamento attuale che si sovrappone ad essa presso Cesarolo. Quest'ultima ipotesi sarebbe coerente con la formazione dei canali distributori tipici dei sistemi deltizi digitati e renderebbe plausibile una portata liquida e solida confrontabile tra gli eventuali due rami attivi, garantendo quindi la navigabilità di entrambi. Vi è poi una possibilità intermedia tra le due presentate in cui il ramo coincidente con il tratto terminale della roggia Lugugnana avrebbe ricevuto le acque del corso avente direzione del Tagliamento attuale presso Cesarolo. L'esistenza di un alveo di una certa importanza in coincidenza del tratto terminale del Tagliamento attuale sarebbe confermata dai reperti romani e paleocristiani ritrovati presso Bevazzana (UD), in corrispondenza dell'antica chiesa di Santa Maria (ALTAN, 1990).

#### 7.2.6. La pianura pleistocenica tra *Tiliaventum Maius* e Lemene

Poche centinaia di metri a ovest del dosso del *Tiliaventum Maius* affiora la superficie tardo-pleistocenica, cui appartiene l'ampia traccia fluviale che da Stiago passa per Torresella e giunge al canale Cavanella Lunga. Il paleoalveo si caratterizza per la presenza di stretti argini naturali sabbiosi, oggi quasi totalmente spianati, caratterizzati da inceptisuoli relativamente evoluti con colori d'alterazione rossastri e con orizzonti petrocalcici molto potenti<sup>8</sup>. Gli argini naturali comprendono un canale sabbioso-ghiaioso con un'ampiezza di 150 m e una profondità di circa 4 m in cui, negli affioramenti, si riconoscono barre trasversali tipiche di un corso d'acqua con portate molto variabili e di tipo non propriamente meandriforme, ma con caratteri di tipo *wandering*. Questa tipologia fluviale caratterizza altri dossi pleistocenici del settore compreso tra Lemene e Livorno ed è confrontabile a quella già descritta nella bassa pianura friulana centrale che è stata collocata tra il Catagliale e le prime fasi del Tardigliale (FONTANA, 2000). Nell'area friulana lungo questo tipo di dossi sono stati anche documentati numerosi siti neolitici e mesolitici la presenza dei quali fa ritenere altamente probabile la possibilità di trovare testimonianze di frequentazioni preistoriche anche nel territorio qui considerato. Nella zona di Portogruaro-Cavanella l'età della pianura è confermata da due datazioni assolute effettuate su sedimenti posti alla profondità di 5,16 m presso località Palazzine di Portogruaro e di 9,64 m presso la tenuta Marzotto: hanno rispettivamente fornito un'età di 14.650±143 a <sup>14</sup>C BP e 10.277±910 a <sup>14</sup>C BP (LENARDON, MAROCCO & PUGLIESE, 2000).

<sup>8</sup> Vedi anche il capitolo 6 "Suoli".

Il paleoalveo di Stiago-Torresella fa da limite alla laguna ed è stato probabilmente eroso dall'attività di quest'ultima nel suo tratto più meridionale. I depositi lagunari e quelli palustri perilagunari sono in genere molto argillosi, ma le bonifiche agrarie concluse nella seconda metà del XX secolo hanno apportato notevoli variazioni alla situazione preesistente; attualmente rimangono quasi solo le tracce degli antichi canali lagunari, particolarmente complesse soprattutto nella zona di Sindacale.

Nel settore più settentrionale, a sud-est di Portovecchio presso Nosedo, sulla pianura pleistocenica si individuano alcune tracce idrografiche probabilmente relative a un sistema di drenaggio locale.

### 7.2.7. I fiumi Lemene e Reghena e le valli sepolte di Concordia Sagittaria

Più a ovest la superficie pleistocenica è limitata dall'incisione del fiume Lemene e da depositi olocenici spesso sabbiosi che bordano il corso di risorgiva e che, a valle di Portovecchio, formano dei sottili dossi. Questi sedimenti sono identificabili con una direzione di avulsione riferibile al *Tiliaventum Maius* da cui si staccano alcuni paleoalvei presso Bagnara di Cordovado (PN) (Fig. 7.1).

A Concordia Sagittaria è stato riconosciuto un assetto insediativo già definibile come protourbano nel Bronzo finale (X secolo a.C.), anche se è nota una frequentazione dal Bronzo recente (1350-1000 a.C.) (BIANCHIN CITTON, 1996; DI FILIPPO BALESTRAZZI, 1996). Il villaggio protostorico insiste direttamente sulla superficie pleistocenica, come evidenziato dalla presenza di un cambisuolo calcico ben evoluto alla base delle sequenze archeologiche nella zona che va dal cimitero quasi fino alla piazza su cui si trova la cattedrale (FAVERO, 1991; DI FILIPPO BALESTRAZZI & GOBBATO, 1989); quest'area si trova al di sopra di un terrazzo fluviale isolato a est e a ovest da profonde e larghe incisioni che vennero verosimilmente scavate dal Tagliamento tra il Tardiglaciale e le prime fasi dell'Olocene. Si tratta di due ampie depressioni definibili come valli o bassure, scavate quando il livello marino non aveva ancora raggiunto una posizione confrontabile con l'attuale e il forte gradiente dei fiumi poteva favorire l'erosione della pianura pleistocenica (FAVERO, 1991a). A monte di Portogruaro queste morfologie incise sono ancora evidenti e sono ora percorse dai fiumi Lemene e Reghena. Soprattutto la seconda è molto evidente sia nelle immagini telerilevate sia nel microrilievo e raggiunge quasi 1,5 km di larghezza presso Cinto Caomaggiore (Fig. 7.3).

L'incisione è limitata da scarpate alte fino a 6 m, particolarmente evidenti all'altezza dell'Autostrada A4 sia sul lato orientale (località Malcantone) sia su quello occidentale, dove sorge l'abbazia di Summaga. Nell'incisione le ghiaie sono abbondanti nel tratto settentrionale dove sono state sfruttate dalle cave di Cinto Caomaggiore e rimangono subaffioranti fino a

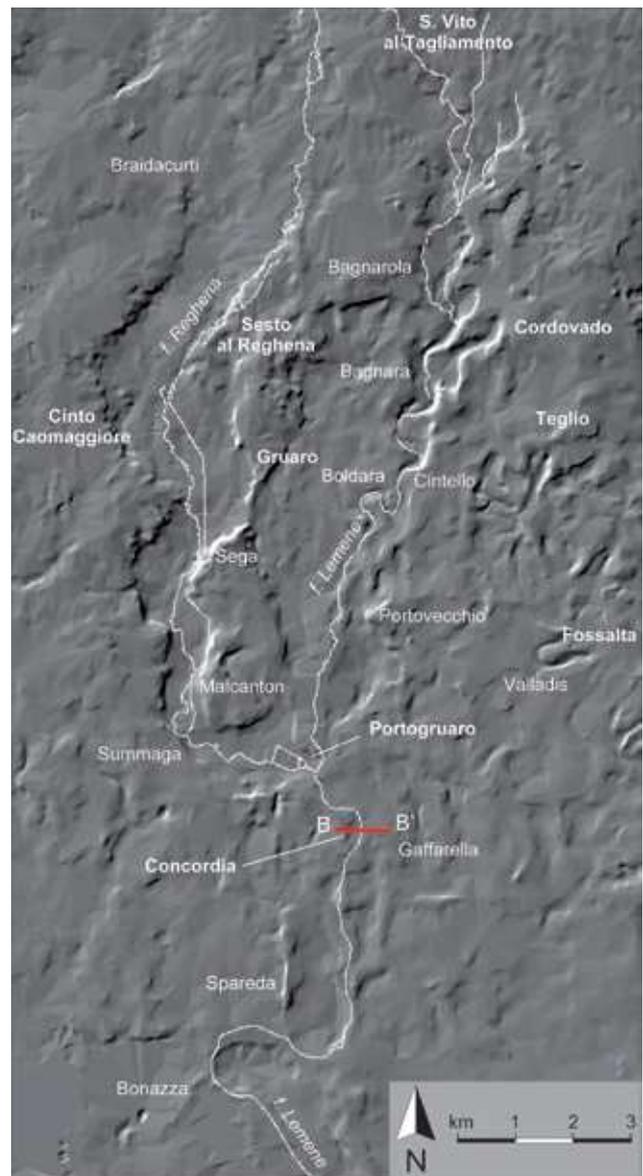


Fig. 7.3 - Modello digitale del terreno del bacino dei fiumi Lemene e Reghena. I corsi di risorgiva scorrono in due ampie incisioni formate dal Tagliamento e visibili fino a Portogruaro, a valle sono state colmate dalla sedimentazione olocenica. Con B-B' è indicata la sezione di Fig. 6.11.

Summaga; più a valle il loro tetto si approfondisce già a 4-6 m presso Portogruaro e giace a 10-11 m all'altezza di Concordia, dove le ghiaie sono potenti circa 10 m. L'incisione proseguiva verso sud passando a ovest di Concordia (FAVERO, 1991; VALLE & VERCESI, 1996), ma la depressione originaria è stata completamente colmata da sedimenti lagunari e poi nell'alto Medioevo dall'unità di Concordia. A quest'ultima appartiene anche il paleoalveo meandriforme visibile poco a occidente delle mura romane e che ha formato un dosso ben evidente tra le località Paludetto, Case dal Moro e Case Fossariol.

Anche lungo il corso del Lemene il microrilievo<sup>9</sup> evidenzia l'esistenza di una larga bassura, addirittura

<sup>9</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la Tav. 1.

più ampia di quella del Reghena e che ha però subito un notevole colmamento per la deposizione dei sedimenti del Tagliamento attivo nell'alto medioevo che seppellirono anche Concordia (unità di Concordia) (Fig. 7.1). Il limite orientale dell'incisione è marcato da nette scarpate fino a Boldara di Gruaro (Fig. 7.3), mentre più a valle si riconoscono solo dislivelli alti al massimo 1,5 m, generalmente trasformati in lievi declivi dalle sistemazioni agrarie. Una certa evidenza è conservata presso Nosedo, poco a monte della ferrovia Venezia-Trieste, dove la superficie della bassura è posta a 1 m s.l.m., mentre la pianura pleistocenica adiacente ha quote di 3-4 m. Verso ovest la roggia Versiola segna il limite dell'incisione, coincidente con una scarpata alta ancora 2 m poco a monte di Portogruaro. Più a valle i sedimenti dell'unità di Concordia e lo sviluppo urbano hanno obliterato le testimonianze della bassura che marginava a est la città romana e proseguiva verso valle con andamento meridiano. Una importante testimonianza dell'esistenza dell'incisione è ancora visibile a sud di Concordia in località Casa Spareda, dove la pianura pleistocenica è limitata da una scarpata alta oltre 2 m alla base della quale si trovano i depositi lagunari bonificati nel XX secolo.

Nella bassura le ghiaie sono affioranti fino a Boldara, si trovano a circa 8 m di profondità presso Portogruaro e poi si mantengono sui 10-12 m a Concordia dove sono potenti circa 10 m. L'antica incisione proseguiva poi verso sud e, probabilmente, il suo tracciato è stato sfruttato dal canale Nicessolo.

Le ampie valli ora occupate nel tratto superiore da Lemene e Reghena dovevano proseguire, anche con il loro riempimento di ghiaie, ben oltre l'attuale limite lagunare e furono sfruttate dalla risalita marina olocenica (Figg. 8.11 e 7.4); quest'ultima, favorita dalla topografia preesistente, spinse le acque salmastre lungo le bassure precedentemente scavate dal Tagliamento. Si creò quindi una morfologia analoga a quella descritta nella letteratura internazionale come



Fig. 7.4 - Ricostruzione ipotetica del margine lagunare al momento della massima trasgressione marina, circa 7000 anni fa. Si nota il braccio di laguna che giungeva fino a Concordia. Con le lettere A, B, C, D sono indicati i sondaggi di GALASSI & MAROCCO, 1999.

costa a *liman* (CASTIGLIONI, 1986); attualmente il caso riconosciuto presso Concordia è l'unico ben dimostrato in tutta la costa adriatica settentrionale.

Probabilmente, quindi, già dal VI-IV millennio a.C. si formarono due bracci lagunari che penetrarono nella pianura fino a Portogruaro, come testimoniato dalla presenza nel sottosuolo di alcuni orizzonti torbosi intervallati con limi argillosi ricchi di molluschi lagunari proprio in corrispondenza delle bassure (Fig. 8.11).

Le aree circostanti il basso corso del Lemene, da Cavanella al Loncon, a Ottava Presa presentano numerose ed evidenti tracce della passata presenza di ambienti lagunari. In particolare sono molti i segni dei canali lagunari: alcuni disattivatisi naturalmente durante l'evoluzione della laguna di Caorle, molti bonificati artificialmente tra XIX e XX secolo.

### 7.2.8. La pianura tra Reghena e Livenza

A occidente della roggia Versiola, come già individuato da A. COMEL (1950), a esclusione della bassura del Reghena, la superficie della pianura risale al Pleistocene finale (Fig. 7.1); solo a valle dell'isoipsa 0,5 m la zona in questione ha subito il rimodellamento e la sedimentazione collegata alla formazione e all'evoluzione della laguna.

Sull'area posta più a monte si è attuata unicamente l'azione dei corsi di risorgiva e del drenaggio locale che hanno creato incisioni piuttosto sottili e poco profonde, generalmente coincidenti con il loro alveo attuale. In vari casi le tracce individuate corrispondono a paleoalvei la cui disattivazione è riconducibile a sistemazioni agrarie, spesso moderne, talvolta forse anche d'epoca romana. Sulla superficie, già stabile da oltre 10.000 anni, ha potuto agire la pedogenesi che ha condotto alla formazione di calcisuoli molto omogenei in cui le differenze sono legate a variazioni tessiturali o topografiche<sup>10</sup>.

Nel complesso, il settore a monte della S.S. 54 presenta quindi una notevole omogeneità sia sedimentaria che geomorfologica e anche le tracce desunte attraverso il telerilevamento sono relativamente poche e spesso mal definite. Questa situazione, imputabile a più fattori, è stata probabilmente favorita soprattutto dall'assetto sedimentario originario, povero di direzioni ben definite, e dall'età antica della superficie. Infatti le tracce esistenti sono state obliterate oltre che dalla pedogenesi anche dalle pratiche agrarie: queste già dall'epoca romana hanno interessato la zona in modo consistente e continuativo. Si può così affermare che sulla piana pleistocenica l'uomo sia stato un fattore morfogenetico molto importante, avendo causato soprattutto erosioni e spianamenti. A monte dell'autostrada A4 è molto evidente la coincidenza di molte strade attuali con quelle che formavano il palinsesto della centuriazione di Concordia, probabilmente databile alla seconda metà del I secolo a.C. (BOSIO, 1965-66; BAGGIO & SIGALOTTI,

<sup>10</sup> Vedi anche il capitolo 6 "Suoli".

1999). Particolarmente evidente è l'attuale S.S. 53 detta "Postumia", che ricalca quasi perfettamente il tracciato di un'importante strada romana che univa Oderzo a Concordia (BOSIO, 1991).

A ovest del Reghena, fino al Livenza, non sono presenti morfologie di grande rilevanza e il microrilievo evidenzia soprattutto l'andamento della pendenza generale collegata alla formazione del megaconoide del Tagliamento. Sono noti comunque alcuni dossi di età verosimilmente tardiglaciale con canali sabbioso-ghiaiosi simili a quello di Stiago-Torresella sopra descritto (Figg. 7.1). Fra essi si ricorda il dosso di Levada di Concordia, quello di Pramaggiore e quello di Annone Veneto. Un altro è stato identificato presso l'uscita autostradale di Portogruaro, dove è eroso verso est dal tracciato della roggia Versiola. In questo punto è stato possibile documentare il riempimento dell'alveo, caratterizzato da ghiaie di 1-2 cm disposte in barre trasversali; in superficie il suolo ha potuto sviluppare colori di alterazione rossastri grazie alla posizione topograficamente rilevata e alla tessitura grossolana (FONTANA, 2002b).

Una situazione analoga è presente immediatamente a ovest della stazione ferroviaria di Portogruaro, in prossimità della scarpata del Reghena. Alla stessa altezza anche sulla sponda opposta, in località Noiare di Concordia, si è potuto documentare un paleoalveo ghiaioso, aggradante sulla pianura preesistente, eroso in più punti dalla formazione della bassura e che prosegue verso valle dando origine al dosso di Levada; quest'ultimo originariamente si elevava sulla piana per circa 2 m.

Nella zona l'elemento di paleoidrografia più esteso è rappresentato dal dosso sabbioso ghiaioso che, quasi rettilineo, procede da Salvarolo per Annone Veneto e Spadacenta terminando presso il Rio Fosson. Si tratta della continuazione verso valle della fascia ghiaiosa che, più a monte, da Casarsa della Delizia (PN) prosegue per Bannia di Fiume Veneto (PN) con granulometria dei clasti che in territorio provinciale raggiungono al massimo 1-2 cm e mostrano un buon grado di alterazione. Il dosso è ben riconoscibile in campagna sulla base della tessitura grossolana, mentre non ha un notevole rilievo morfologico anche a causa della rielaborazione causata dal Fosso Fosson; in molti tratti esso scorre al centro del dosso pleistocenico e ha sfruttato la maggior erodibilità delle ghiaie dell'antico paleoalveo per impostare il suo corso. Un analogo comportamento è stato assunto dalla Fossa Cornia che da Borgo San Giovanni passa a est di Pramaggiore intercettando in vari punti una fascia di sabbie ghiaiose minute.

Al di sotto dei dossi sabbioso-ghiaiosi, in vari punti i sondaggi hanno documentato per vari metri la presenza di sedimenti limoso-argillosi, probabilmente d'età pleniglaciale, talvolta intercalati da alcuni orizzonti di torbe o limi organici di 5-10 cm.

A ovest del Reghena i maggiori corsi d'acqua sono il Lison, il Loncon, il fosso Melon, il Fosso Fosson e il

Fosso di Confine; quasi tutti si gettano nel Loncon che li intercetta prima che possano giungere al Livenza. Il Loncon, affluente del Lemene, sembrerebbe separare il bacino idrografico e anche sedimentario del Tagliamento da quello del Livenza. L'idronimo Loncon potrebbe derivare dal paleoslavo "lonca" o "locca" che significa palude (BINI, CASTELLARIN & MARCATO, 1994): termine che descrive molto bene la situazione ambientale in cui scorreva il fiume nel suo tratto medio-basso fino al secolo scorso (Fig. 7.1). Questa zona serviva anche da sfogo alle acque di piena del Meduna che, fino agli interventi della fine del XIX secolo, non venivano incanalate nel Livenza (MARSON, 1997).

L'ambiente palustre è ben testimoniato sia nella cartografia storica, sia dalla natura dei sedimenti che dalle tracce di idrografia antica. Lungo il Loncon, i canali Melonetto e Malgher si individuano un'area che si caratterizza per essere fortemente argillosa e spesso argilloso-organica, con alcuni paleoalvei torbosi molto ampi e di forma dendritica. Essi coincidono spesso con il tratto terminale dei corsi di risorgiva e del drenaggio locale che confluiscono nel Loncon. Quest'ultimo li separa dalle aree situate a sud e a sud-ovest di esso, poste sotto la quota del mare e occupate da evidenti tracce di morfologia lagunare.

Anche in base ad analoghe situazioni attuali della Turchia (Paludi di Kaunos, Anatolia in ARTUS-BERTRAND, 2001) la situazione presentata potrebbe essere riferita a una palude d'acqua dolce originatasi sulla pianura pleistocenica per effetto dell'innalzamento del livello eustatico durante l'Olocene. In pratica i piccoli fiumi di risorgiva o del drenaggio locale, precedentemente incisi di alcuni metri nella pianura (3-5 m), sarebbero stati ostacolati nel loro fluire verso la laguna dal sollevamento di quest'ultima. Il ristagno idrico avrebbe dapprima causato il riempimento delle incisioni con sedimenti torbosi e, successivamente, avrebbe causato l'allagamento anche delle aree esterne ad esse favorendo la deposizione di sedimenti palustri. Tale dinamica sarebbe provata dal fatto che all'esterno delle incisioni, profonde 3-5 m, le larghe tracce di paleoidrografia in realtà ricoprono la piana pleistocenica con uno spessore in genere inferiore al metro e che in molti casi è già stato inglobato dallo strato arativo. La dipendenza della formazione della palude di Loncon dall'innalzamento eustatico relativo sarebbe anche provata dal fatto che l'area da essa occupata, corrispondente alla distribuzione delle argille, coincide con una limitata fascia compresa tra l'isoipsa -1 m e quella 0,5 m. Osservando la carta geomorfologica si può notare come questa fascia sia perpendicolare ai corsi d'acqua e con il suo andamento arcuato evidenzia l'unghia del megaconoide del Tagliamento.

La palude di Loncon si è formata probabilmente durante l'Olocene superiore, ma la sua presenza è testimoniata già in epoca romana dalle tracce della via Annia che, lungo l'attuale S.S. 14 poco a est

dell'Idrovora Lison, attraversa in maniera rettilinea i larghi alvei, all'epoca già quasi totalmente colmati dai sedimenti organici.

A ovest del fiume Loncon sono presenti in superficie i depositi del Livenza che, oltre al dosso coincidente col corso attuale, ha formato altri dossi minori che si separano da quest'ultimo giungendo fino al Loncon e al Lemene.

### 7.2.9. La pianura orientale del Livenza e i rapporti con la laguna di Caorle

Il fiume Livenza presenta un corso a meandri ben formati già dal suo tratto superiore e tale assetto è forse dato dalla sua buona portata media, dalla costanza di quest'ultima e dal limitato carico solido. Il Livenza riceve però le acque del Meduna che con i suoi sedimenti ha consentito al fiume di risorgiva di costruire una sua pianura sottile, allungata lungo il suo corso medio-finale (Fig. 7.1). Comunque fino agli interventi della fine del XIX secolo le acque di piena del Meduna non venivano incanalate nel Livenza e in genere si disperdevano tra Pasiano, Lorenzaga e San Stino; questo è testimoniato anche dal piccolo alveo che passava per il centro storico di Portobuffolè e Motta di Livenza (TV).

Il fiume possiede una scarsa pendenza longitudinale fino a Portobuffolè ed era facilmente navigabile fino a quel punto; l'influenza della marea è invece attualmente sentita fino all'altezza di Corbolone di San Stino, dove al fondo dell'alveo sono trasportate sabbie e talvolta anche rari ciottoli con diametro massimo di 2 cm.

La confluenza con il Meduna ha subito alcune variazioni anche importanti e spesso di natura artificiale (MARSON, 1997), tuttavia i cambiamenti hanno interessato soprattutto il tratto che separa la provincia di Treviso da quella di Pordenone. In questo tratto il Livenza scorre in una bassura piuttosto ampia che nel territorio di Venezia lascia il posto a un dosso poco rilevato che si interdigita più a valle con i sedimenti lagunari. Come per il Tagliamento, anche per il Livenza si può riconoscere una fase morfogenetica importante durante l'alto Medioevo, quando presumibilmente il suo dosso raggiunse la morfologia attuale. Ciò è provato dalla posizione del castello di San Stino, datato al X secolo d.C. e già situato sul colmo dei depositi fluviali. Comunque il corso del fiume nel tratto compreso tra Corbolone e Boccafossa non sembra aver subito grandi modificazioni dall'epoca romana. Infatti il ponte con cui la via Annia attraversava il corso d'acqua è stato individuato presso San Stino in quello che era il suo alveo naturale prima della creazione nel XX secolo del canale Malgher; il percorso di quest'ultimo infatti è stato tracciato sfruttando alcuni meandri del Livenza (MARSON, 1997).

Osservando la carta geomorfologica si notano numerose tracce di rami che si sono staccati dalla direzione attualmente seguita del fiume; varie di esse sono attribuibili anche a interventi antropici che dalla metà del

XVI secolo mirarono a regimentare l'assetto idraulico del fiume e delle aree lagunari.

L'intervento più importante fu la creazione dell'intestatura di San Giorgio che nel 1654 causò la disattivazione del principale ramo del fiume, rinominato quindi Livenza Morta, e l'attivazione dell'attuale percorso sfociante presso il porto di Santa Margherita.

A monte di San Giorgio sono riconoscibili altre importanti diversioni del Livenza verso il Loncon. Un intervento è stata la costruzione del canale Malgher che ha sfruttato presso Corbolone alcune anse che il Livenza percorreva fino agli inizi del secolo. In questo tratto il dosso del Livenza è piuttosto sottile e poggia sulla pianura pleistocenica, affiorante presso Corbolone di San Stino. A sud di Biverone, invece la copertura olocenica si fa più importante e la sua aggradazione è stata probabilmente favorita dal fatto che ci troviamo in territori posti alla quota del livello del medio mare o inferiori.

All'altezza di Torre di Mosto, verso oriente è riconoscibile una bella traccia fluviale che ha anche dato origine a un sottile dosso allungato. Questo paleoalveo coincide con il canale La Cava, indicato in cartografia storica e che procedeva fino al Loncon. Sul dosso sono stati trovati alcuni siti romani e uno tardoantico che potrebbero datare l'esistenza dell'alveo precedentemente alla loro presenza e suggeriscono un possibile riutilizzo più recente di tale elemento morfologico per la realizzazione del canale La Cava. Alla base del paleoalveo descritto, soprattutto verso sud, sono presenti notevoli tracce di canali lagunari; in molti punti i sedimenti, relativamente ricchi di sostanza organica, divengono addirittura torbosi.

Più a valle sono abbondanti anche le tracce di idrografia antica fluviale che presentano una notevole sinuosità e sono di difficile separazione da quelle lagunari; in particolare si segnala il paleoalveo che si stacca dal Livenza presso Sant'Alò e di cui forse rimane traccia nella carta del XVI secolo come Malmatelo.

## 7.3. TRA LIVENZA E PIAVE VECCHIA

### 7.3.1. Il Livenza e le sue diramazioni in destra idrografica

La pianura che si stende tra il Livenza e il Piave, con l'antico corso della Piave Vecchia lungo il margine settentrionale della laguna, è interamente compresa nell'ala sinistra del grande megaconoide di Nervesa. La sua genesi è intimamente connessa con le vicende del Piave e gli unici apporti sedimentari estranei alla dinamica plavense sono le diramazioni del Livenza che si distaccano dall'asta principale e formano blandi dossi fluviali sia in destra che in sinistra idrografica.

A ovest di San Stino di Livenza, località dalla quale il Livenza entra nel territorio provinciale, si osserva un dosso fluviale poco pronunciato, ampio fino a un chilometro, che si dirige verso Torre di Mosto, dove si fonde con il dosso del Livenza (Fig. 7.5).



Fig. 7.5 - Le principali direttrici di deflusso del Livenza e del Piave.

Legenda: 1) dossi del Piave (Olocene); 2) dossi del Livenza (Olocene); 3) dossi del Tagliamento (Pleistocene); antiche linee di riva del Piave: 4) medievali-moderne; 5) 3200-900 a.C.; 6) posteriori al 4500 a.C.; 7) antiche direttrici di deflusso; 8) confine provinciale; 9) Via Annia; 10) sezioni stratigrafiche: PV-Piave Vecchia; GR: paleoalveo di Grassaga (Piveran); CPS: paleoalveo di Caposile; 11) datazione al  $^{14}\text{C}$ : a) 430-650 d.C.; b) 5880-5640 a.C.; c) 2125 - 1735 a.C.; d) 530-680 d.C.; e) 1540-1390 a.C.

In questo tratto il dosso è ampio fino a due chilometri anche a causa della coalescenza con altre diramazioni in destra e in sinistra idrografica: è il tratto terminale del dosso del Piavon che si sviluppa in provincia di Treviso a partire da Oderzo. Il percorso è molto ben riconoscibile, sia per la forma rilevata, sia per la presenza di un evidente paleoalveo, tra il centro di Piavon e Ceggia, e segue con andamento meandriforme il corso dell'attuale Piavon. Il dosso è mediamente elevato 2-3 m sulla pianura e largo da 2 a 3 km. I collegamenti col Livenza sono in realtà due: una prima connessione si scorge in località Sant'Anastasio, lungo il confine provinciale, la seconda avviene nei pressi di Torre di Mosto.

Dal punto di confluenza, coincidente con il paese di Torre di Mosto, si dirama verso sud un dosso ampio

circa un chilometro, a larghi meandri, sul quale è ben riconoscibile il tracciato di un paleoalveo. È stato datato un tronco di farnia rinvenuto in posizione orizzontale a una profondità di circa 1,5 m (DINO GOBBATO, comunicazione personale), attualmente conservato presso il Museo della Civiltà Contadina di Boccafossa, ottenendo una data calibrata compresa nell'intervallo tra 430 e 650 anni d.C. Pur con le necessarie cautele legate all'alea dei resoconti medievali, questa datazione potrebbe essere compatibile con il grande dissesto idrogeologico che produsse il famoso *acquae diluvium* descritto da P. DIACONO (*Historia Longobardorum*, III, 23) che la tradizione storiografica colloca nel 589 d.C.

A valle di Torre di Mosto, lungo via Rotta, si sviluppa un piccolo dosso, orientato a sud, le cui sabbie che ne

definiscono la forma seguono in parte il percorso del Brian. Pur mancando evidenze di una sua ulteriore prosecuzione verso sud, il confronto con alcune carte storiche consente di stabilire il suo collegamento con la località Stretti, dove il Brian forma un gomito, e con l'omonimo canale Stretti ora scomparso. Di questo sistema di canali rimangono oggi tracce molto marcate solamente nei pressi di Eraclea e di Ponte Crepaldo dove si nota una diramazione molto ampia del dosso del Piave, con ramificazioni varie e paleoalvei molto evidenti.

All'incirca a metà percorso tra Torre di Mosto e la Salute di Livenza, dalla località Boccafossa si diparte uno dei più evidenti e meglio conservati elementi dell'antica idrografia: il dosso di Boccafossa. La sua presenza è enfatizzata dalla distribuzione delle sabbie, dalla presenza di tracce sinuose del paleoalveo, dall'attuale canale e dal suo rilievo sulle aree depresse circostanti. Tra Boccafossa e la Salute di Livenza vi sono tracce evidenti di antichi percorsi fluviali che si sviluppavano perpendicolarmente all'asta del Livenza, paralleli alle altre diramazioni. Possiedono oggi un limitato risalto morfologico, mentre le sabbie affiorano in maniera discontinua e seguono con meno regolarità l'antico percorso. Questi indizi fanno propendere per una funzione maggiormente collegata agli ambienti palustri piuttosto che alla dinamica fluviale liventina.

Tra la Salute di Livenza e Ottava Presa l'assetto altimetrico è fortemente complicato dalle deviazioni artificiali operate dalla Serenissima nel XVIII secolo. In particolare l'intervento maggiore fu il Taglio di San Giorgio che determinò l'abbandono della Livenza Morta e del corrispondente Porto di Livenza. Attualmente la Livenza Morta mantiene un deflusso attivo, ma è separata dal corso del Livenza, costituendo un prolungamento del canale Brian. Nell'omonima frazione di Brian si collega con i canali Commessera, Revedoli e Termine, costituendo uno dei principali collettori della bonifica del Basso Piave. Nel tratto più prossimo al Livenza scorre al culmine di un dosso stretto e allungato, mentre una larga fascia sabbiosa giunge fin quasi a Brian. Come si evince dalla cartografia storica seicentesca, la Livenza Morta proseguiva fino al porto di Livenza, ora obliterato, a est di Eraclea mare, bordando a est l'antico delta del Piave di Torre di Fine.

### 7.3.2. Il Piave e le sue diramazioni nel Basso Piave

Il più ampio dosso fluviale presente in provincia di Venezia è dato dal Piave. Il corso d'acqua entra nel territorio provinciale con un andamento meandriforme, attraversa Noventa di Piave e, raggiunto il centro di San Donà di Piave, si divide in due tracciati distinti. Il minore, la Piave Vecchia-Sile, si dirige verso la laguna nord con andamento sinuoso, mentre il principale, il Piave propriamente detto si dirige rettilineo verso Eraclea e quindi alla foce. Se l'idrografia attuale pre-

vede due rami distinti del fiume, la geomorfologia indica la presenza di quattro dossi fluviali che si diramano in direzioni diverse dal centro di San Donà (Fig. 7.5); sono i dossi della Piave Vecchia, del Taglio da Re, del Piave di Cortellazzo e del Piveran-Cittanova.

Il più occidentale corrisponde al dosso della Piave Vecchia, che borda il margine lagunare e nel quale confluiscono dal 1684 le acque del Sile, in seguito allo scavo del Taglio eseguito dalla Serenissima. Il dosso, poco pronunciato, si stacca da San Donà di Piave e arrivato a Caposile compie un angolo retto e scende verso Jesolo, esaurendosi prima della confluenza con il canale Caligo. La direttrice fluviale è comunque evidenziata dalla presenza di sabbie che seguono il tracciato fluviale odierno fino a Jesolo. Qui il fiume cambia di nuovo bruscamente direzione per dirigersi a sud-ovest verso la foce, nei pressi di Cavallino. Il dosso è ulteriormente enfatizzato dalla presenza delle aree depresse che si allargano nei tratti interdossivi e della laguna di Venezia in destra idrografica. Un dato geocronologico di estremo interesse proviene dalla torba datata alla base del corpo sabbioso in prossimità di Caposile (Fig. 7.5) che consente di stabilire che questo ramo del Piave si attivò solo successivamente al 530-680 d.C. ( $1440 \pm 60$  a  $^{14}\text{C}$  BP).

A partire da Caposile si allontana parallelamente al Taglio del Sile un paleoalveo molto ben definito i cui sedimenti sono stati datati al 1390-1540 a.C. ( $3200 \pm 50$  a  $^{14}\text{C}$  BP). Questo paleoalveo sembra in stretta connessione con il percorso del Piave, pur non possedendo alcun rilievo morfologico. Un'ipotesi è che si tratti di un suo antico percorso, attivatosi nel secondo millennio a.C., che per qualche tempo ha portato le acque a confluire nel Cenesa, come sembrerebbero indicare anche le tracce del paleo-Piave rilevate da E. Canal in laguna e cartografate nella carta geomorfologica (Tav. 4).

Più a est, il dosso del Taglio da Re raggiunge il canale Cavetta, alle spalle di Jesolo, e corrisponde al tracciato del diversivo realizzato nel 1534. Il dosso è oggi sormontato da una modesta via di drenaggio per la bonifica. Arrivato all'altezza di Eraclea il dosso si appiattisce mentre prosegue la fascia sabbiosa che individua l'antica via di deflusso. Pur essendo un elemento artificiale, nel primo tratto del suo percorso più prossimo a San Donà di Piave conserva un andamento planimetrico sinuoso, indice della genesi naturale dell'alveo utilizzato dai veneziani per la realizzazione del canale. In destra idrografica si riconoscono due tracce sabbiose, elevate sulla pianura, che sembrerebbero indicare la presenza di antichi deflussi diretti a occidente; nel caso di Jesolo si tratta dell'antico canal d'Arco, del quale si ha notizia a partire dal 1430.

L'alveo attuale del Piave (Piave di Cortellazzo), terminato di scavare nel 1664, scorre pressoché rettilineo fino a Eraclea, dove il tracciato riprende con alcuni stretti meandri fino alla foce. Segue la culminazione del dosso, ampio fino a 2-3 km e alto

circa 3 m sulle campagne circostanti. Il dosso è ben rilevato fino a Eraclea, poi decresce progressivamente fino al mare. Mostra ramificazioni e tracce di antichi canali ben documentati nella cartografia storica e moderna. Alcuni canali riconosciuti in carte storiche che vanno dal XV al XVII secolo possiedono un andamento trasversale al tracciato del Piave e occupano la pianura oggi sormontata dal dosso del Piave di Cortellazzo. Questo fatto starebbe a indicare un'origine del tutto artificiale del tracciato.

Il dosso del Piovan (o Piveran) si dirama a est di San Donà. È un dosso ampio circa due chilometri, poco rilevato, sul quale si riconosce una traccia di paleoalveo molto evidente, che coincide oggi con un fossato di modeste dimensioni. Tale elemento confluisce presso Calvecchia nel Grassaga, che prima della confluenza è un canale artificiale rettilineo proveniente da nord-ovest. È significativo come la via Annia si adatti all'andamento del dosso e cambi direzione presso il ponte romano che attraversa il Grassaga. Il dosso continua in un paleoalveo parallelo al più recente canale Ramo.

Una serie di sondaggi a carotaggio continuo ha permesso di delineare un quadro paleogeografico della zona: zona invasa da acquitrini nel periodo Atlantico, ambiente lagunare alla fine dell'età del Bronzo, a cui succede nell'età del Ferro, la formazione del dosso sabbioso, e, a partire dal II secolo a.C., una intensa frequentazione di tipo agricolo sugli spalti del dosso, circondato da ambienti umidi e paludosi e terre emerse e abitabili. In età medievale, ma probabilmente già in epoca romana, l'innalzamento del mare determina una progressiva sommersione delle aree emerse e si riafferma nuovamente la presenza di ambienti lagunari.

Sono stati datati sedimenti torbosi alla base delle sabbie che costituiscono il dosso del Piovan, alla profondità di 3,7 m, fornendo la data *ante quem* da 3330 a 3160 a.C. ( $4370 \pm 70$  a  $^{14}\text{C}$  BP).

Il dosso ricopre la superficie pleistocenica e olocenica antica. A monte, un tronco ritrovato all'interno di una vasta torbiera in occasione degli scavi condotti per l'ampliamento della discarica di Noventa di Piave ha fornito una data di  $6870 \pm 70$  a  $^{14}\text{C}$  BP; più a sud, dove ai processi sedimentari fluviali si sono aggiunti quelli legati all'ingressione delle lagune, l'età delle superfici è più recente. Torbe prelevate a 1,1 m di profondità hanno stabilito un'età di  $3570 \pm 70$  a  $^{14}\text{C}$  BP.

### 7.3.3. L'idrografia minore

Vi sono molti elementi legati a tracciati fluviali minori, più spesso palustri o endolagunari, dei quali è rimasta traccia nelle aree comprese tra i principali corsi fluviali. Attualmente tutta l'idrografia fa capo alla fitta rete della bonifica (FASSETTA, 1978) che in parte ricalca i più antichi percorsi. La fitta trama dei canali lagunari e palustri oggi estinti è meglio identificata nei settori più prossimi alla linea di riva (Fig. 7.5). Si tratta di aree bonificate soprattutto durante la prima metà del secolo

scorso, anche se le ultime bonifiche si sono concluse negli anni '60 (ZUNICA, 1971b); questi interventi hanno obliterato le tracce più antiche preservando invece i percorsi più recenti. Tra i tracciati più importanti si possono ricordare i percorsi endolitoranei che facevano capo alla Cava Zuccherina, al canal d'Arco e al Revedoli. Si tratta di canali che hanno avuto tutti un'origine naturale e che sono stati poi rettificati e sistemati per le necessità della navigazione e degli scambi idraulici.

Il paleoalveo della Cava Zuccherina è ben riconoscibile per il percorso sinuoso che da Jesolo prosegue verso Cortellazzo incrociando più volte l'attuale Cavetta. Del canal d'Arco, posto più a settentrione, rimane solo un modesto relitto nell'idrografia attuale, anche se la fascia sabbiosa che si allontana da Jesolo in direzione nord-est potrebbe essere legata a questo ramo. Il Revedoli, oggi ampiamente rettificato, univa nel passato la zona di foce del Piave a Porto Santa Margherita attraverso un percorso a meandri ancora ben riconoscibile che passava alle spalle del paleodelta di Torre di Fine. Oltre a questi percorsi, forse i più noti, altri sono riconoscibili, specialmente nel settore tra il Piave di Cortellazzo e il Livenza. Molti di questi sono stati identificati dalla cartografia storica dal Cinquecento al Settecento e per alcuni è stato riportato l'antico idronimo: Fossa Vecchia, canal Cornio, canale Stretti, canale dei Largoni, canal di San Martin ecc. L'esame delle carte storiche, congiunto all'interpretazione dei dati geomorfologici, ha consentito anche di stabilire alcuni collegamenti idrografici dei secoli passati. Tra questi, si può menzionare il caso del canale degli Stretti che, congiunto al canale dei Largoni, consentiva la comunicazione interna tra Torre di Mosto ed Eraclea. Il lago della Piave, che per vent'anni ha contribuito alla deposizione di sedimenti a est del Livenza, ha probabilmente cancellato le precedenti evidenze di antichi percorsi e forse anche tracce insediative antiche, se consideriamo la quasi totale assenza di testimonianze archeologiche nell'area.

### 7.3.4. Le antiche linee di riva del Piave

Nell'intero tratto di pianura costiera compresa tra gli attuali porto di Piave Vecchia e porto di Santa Margherita sono state cartografate numerosissime tracce di antichi cordoni litoranei, che occupano una fascia di litorale larga fino a 3 km (Fig. 7.6).

Tre sono i sistemi principali: il paleodelta fluviale di Torre di Fine, affiorante alle spalle di Eraclea Mare, le antiche linee di riva tra Jesolo e Cortellazzo e l'apparato di foce della Piave Vecchia. Le linee di riva sono costituite da cordoni litoranei emersi e sormontati da dune, oggi spianate in seguito alle bonifiche idrauliche e alle migliorie fondiari portate a termine nel XX secolo.

Attualmente esistono apparati di dune rilevate immediatamente a ridosso dell'attuale linea di riva. Si tratta degli ultimi residui conservatisi in seguito ai fenomeni di erosione costiera e all'impatto generato

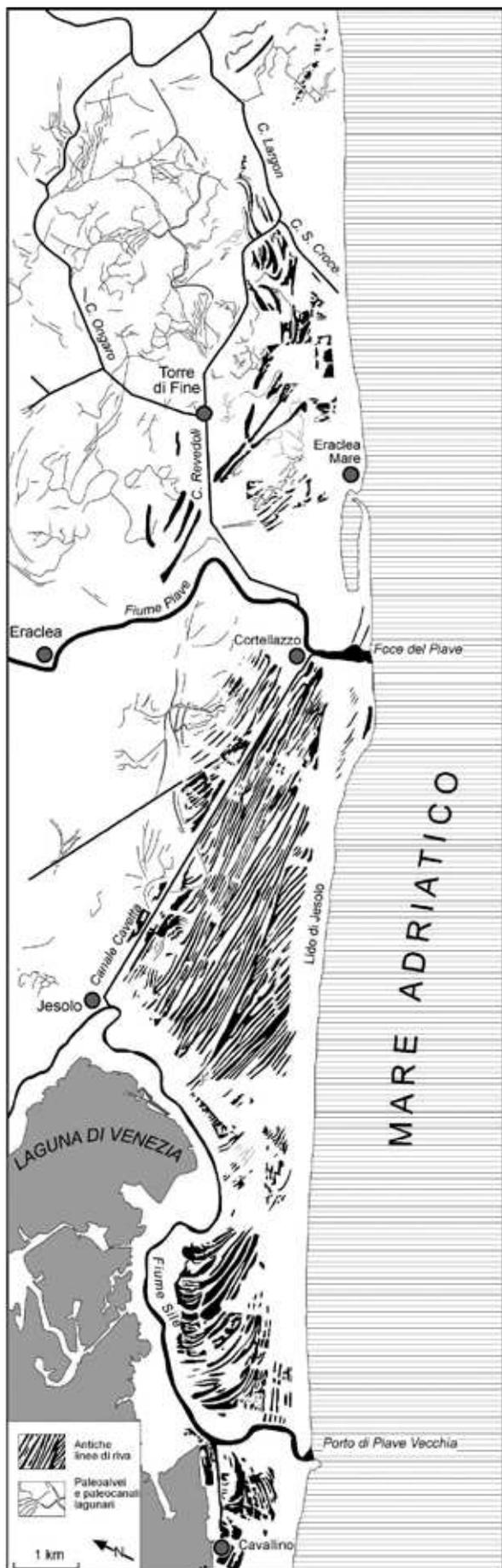


Fig. 7.6 - Antiche linee di riva lungo il margine costiero del Basso Piave (da BONDESAN *et al.*, 2003, modificato).

dalla massiccia urbanizzazione che ha interessato il litorale a partire dalla seconda metà del secolo scorso.

Le linee di riva del Basso Piave sono state studiate e rilevate da CASTIGLIONI & FAVERO (1987) e successivamente sono state oggetto di una tesi di dottorato (RIZZETTO, 2000) e di ulteriori studi (RIZZETTO & BONDESAN, 1999; BONDESAN, CALDERONI & RIZZETTO, 2003).

#### 7.3.4.1. Il paleodelta di Torre di Fine

Nel tratto compreso tra Torre di Fine, Eraclea Mare e Duna Verde si manifesta con evidenza la presenza di un antico delta fluviale. Esso assume in pianta una forma alquanto regolare a delta cuspidato bialare. È largo circa 5 km e ampio uno e mezzo. Tracce di allineamenti di dune si trovano anche a ovest di Torre di Fine. I lembi più distanti potrebbero non essere connessi al paleodelta, ma essere invece collegati alle linee di riva più antiche e più arretrate che proseguono nel tratto in destra idrografica del Piave. Il delta è isolato dall'attuale linea di riva, anche se le tracce che si osservano alle spalle di Eraclea Mare potrebbero riferirsi a stadi di avanzamento del paleodelta. Il delta è tagliato dall'antico dorso del canale Revedoli, oggi del tutto rettificato, mentre negli spazi interdunali sono presenti le tracce dei percorsi lagunari più recenti che hanno occupato le posizioni più depresse tra una duna e l'altra.

Manca l'evidenza a monte di un paleoalveo che possa aver costruito il sistema deltizio. Le numerose e fitte tracce che si osservano sono tutte legate alle vicende recenti della pianura, occupata per secoli da paludi e lagune salmastre che con i loro sedimenti fini hanno obliterato ogni traccia precedente. Analisi mineralogiche condotte sulle sabbie hanno permesso di stabilire comunque un'origine plavense del paleodelta (RIZZETTO, 2000).

Un campione di terreno prelevato alla profondità di circa 1,9 m dal piano campagna, in corrispondenza della porzione più settentrionale del paleodelta ubicato in sinistra Piave, ha fornito un'età pari a 4447-4054 a.C. ( $5460 \pm 60$  anni a  $^{14}\text{C}$  BP; BONDESAN, CALDERONI & RIZZETTO, 2003).

#### 7.3.4.2. I cordoni di Jesolo-Cortellazzo

In destra Piave si sviluppa una fitta serie di cordoni disposti in sistemi isorientati distribuiti tra l'asta principale del fiume e la Piave Vecchia. La complessiva disposizione degli allineamenti permette di individuare almeno quattro zone, in ognuna delle quali viene mantenuto un allineamento analogo.

L'allineamento più interno, e quindi più antico, è costituito da una duplice fila di sottili cordoni, discontinui, che si dispongono lungo la direttrice Jesolo-Torre di Fine. Tali cordoni potrebbero coincidere con la posizione della linea di costa al momento della formazione del paleodelta di Torre di Fine, che si sarebbe quindi proteso da questa posizione verso il mare aperto.

BLAKE *et al.*, 1988, ipotizzano una connessione a ovest con i depositi litoranei di Lio Maggiore e Lio Piccolo fatti risalire a circa 6500 anni BP.

Nel cuneo compreso tra i cordoni sopra descritti e l'attuale canale Cavetta si osserva una serie di lineazioni ad andamento arcuato, orientate dapprima in senso ONO-ESE e verso oriente in senso est-ovest.

Oltrepassato il canale Cavetta, verso sud, i cordoni si estendono con continuità in tutto il territorio compreso tra il Piave e la Piave Vecchia. Su uno spazio esteso fino a circa un paio di chilometri a sud dell'abitato di Jesolo essi conservano un andamento approssimativamente est-ovest, per poi cambiare direzione e assumere un orientamento ONO-ESE, formando, con i precedenti, angoli di circa 15°-18°. Questo sciame di cordoni viene poi troncato dall'attuale linea di costa secondo angoli mediamente compresi tra 20° e 35° (BONDESAN, CALDERONI & RIZZETTO, 2003). Anche questi campioni sono stati datati attraverso la radiodatazione di sedimenti organici. In particolare, il campione raccolto in destra Piave prossimo al canale Cavetta ha fornito un'età pari a 3327-2883 a.C. (4380±60 anni a <sup>14</sup>C BP, profondità 40-78 cm dal piano campagna) mentre un secondo campione prelevato dai depositi interdunali prossimi alla linea di riva (profondità 60-75 cm dal piano campagna) ha fornito un'età pari a 1366-900 a.C. (2900±70 anni a <sup>14</sup>C BP).

Il settore litoraneo è completamente urbanizzato lungo una fascia di circa mezzo chilometro, risultandone pertanto profondamente alterato e rimaneggiato. Esisteva in antichità un triplice allineamento di dune, parallele alla linea di riva attuale, alte fino a 8 m, delle quali oggi rimangono pochi lembi residuali, spesso ricostituiti artificialmente. Esso era legato ai processi eolici attuali ed è quindi presumibile che le dune attuali e sub-attuali sormontassero quelle più antiche.

La geometria delle tracce consente di ipotizzare l'esistenza di un delta a cuspidi, forse asimmetrico, ben sviluppato nell'area attualmente occupata dall'apparato di foce del Piave, ma assai più profeso verso mare. Successivamente esso deve essere stato sottoposto a un evento erosivo tanto intenso da conservare solo brevi tracce degli allineamenti sabbiosi che costituivano l'ala destra e da cancellare completamente, o quasi, l'ala sinistra, forse meno sviluppata. Poiché lungo questo tratto di costa il trasporto litoraneo si verifica da est a ovest, è possibile che il trasferimento della foce verso ovest abbia provocato una drastica riduzione del trasporto solido, con conseguente erosione del settore posto sopraflutto, distruzione di parte dell'apparato deltizio e rettificazione della linea di riva.

#### 7.3.4.3. La foce della Piave Vecchia

Il fiume Sile porta le sue acque nel mare Adriatico attraverso il porto di Piave Vecchia, sul litorale del Cavallino. Il fiume, dopo aver marginato la laguna settentrionale, arrivato a Jesolo, cambia bruscamente

direzione da ONO-ESE a SSO-NNE. Esso dà luogo a molti cordoni litoranei, di ampia forma arcuata, più numerosi in sinistra idrografica. Tali apparati ruotano progressivamente fino ad arrivare a disporsi paralleli alla linea di riva, mantenendo all'incirca un angolo retto con il fiume. Manca una datazione diretta, ma l'attribuzione della Piave Vecchia al Medioevo costituisce una data *post-quem* che ci permette di dire che si tratta delle linee di riva più recenti descritte nel Basso Piave. A favore di questa interpretazione si osservi come siano del tutto assenti i siti archeologici, in tutta l'area, in destra e sinistra idrografica; anche se il dato in sé non costituisce una prova assoluta, sembrerebbe compatibile con l'ipotesi che la linea di costa in laguna in epoca romana fosse più arretrata rispetto all'attuale, posta a sud di Lio Maggiore e Lio Piccolo e proseguisse verso Jesolo, dove invece si protendeva oltre la linea di costa attuale.

## 7.4. TRA PIAVE E SILE

### 7.4.1. Gli elementi paleoidrografici tra Piave e Sile

Il tratto di pianura compreso tra il Sile e il Piave è interessato dai depositi pertinenti l'ala destra del megaconoide di Nervesa ed è particolarmente ricco di elementi paleoidrografici che testimoniano le lunghe e complesse trasformazioni che il territorio ha subito nel corso degli ultimi ventimila anni.

L'età della pianura è relativamente antica con terreni appartenenti al Pleistocene superiore ai quali sono sovrapposti lembi ristretti di coperture più recenti deposte dal Piave e dai fiumi di risorgiva, in particolare Musestre, Vallio e Meolo. La morfogenesi è stata controllata dalle oscillazioni relative del livello marino che hanno comportato avanzamenti e arretramenti del margine interno delle lagune e dalle fasi di incisione o deposizione fluviale, legate sia alle variazioni del livello di base che alla dinamica sedimentaria del bacino. Dal punto di vista morfologico si possono distinguere due piane interfluviali collocate tra i dossi del Sile e del Piave, separate centralmente dal dosso di Meolo, e interessate da processi che si sono svolti in tempi e con modalità differenti; a sud le tracce interessano maggiormente l'antico ambiente lagunare, facilmente leggibile nel reticolo dei paleoalvei, che convergono verso l'attuale Cenesa in laguna (Fig. 7.7).

Al margine orientale dell'area descritta domina la presenza del grande dosso del Piave attuale. A Fossalta di Piave un ventaglio di rotta si apre verso sud-ovest prolungandosi in un blando dosso che continua nella Fossetta. Non vi è traccia di collegamenti con altri elementi paleoidrografici e l'origine è probabilmente connessa con una rotta sulla sponda di bóttà del meandro. Ai piedi del dosso del Piave, in destra idrografica, non si osservano tracce fluviali o lagunari particolarmente rilevanti.

Più a ovest, il dosso di Meolo costituisce l'elemento maggiormente rilevato sulla pianura. Si tratta di una

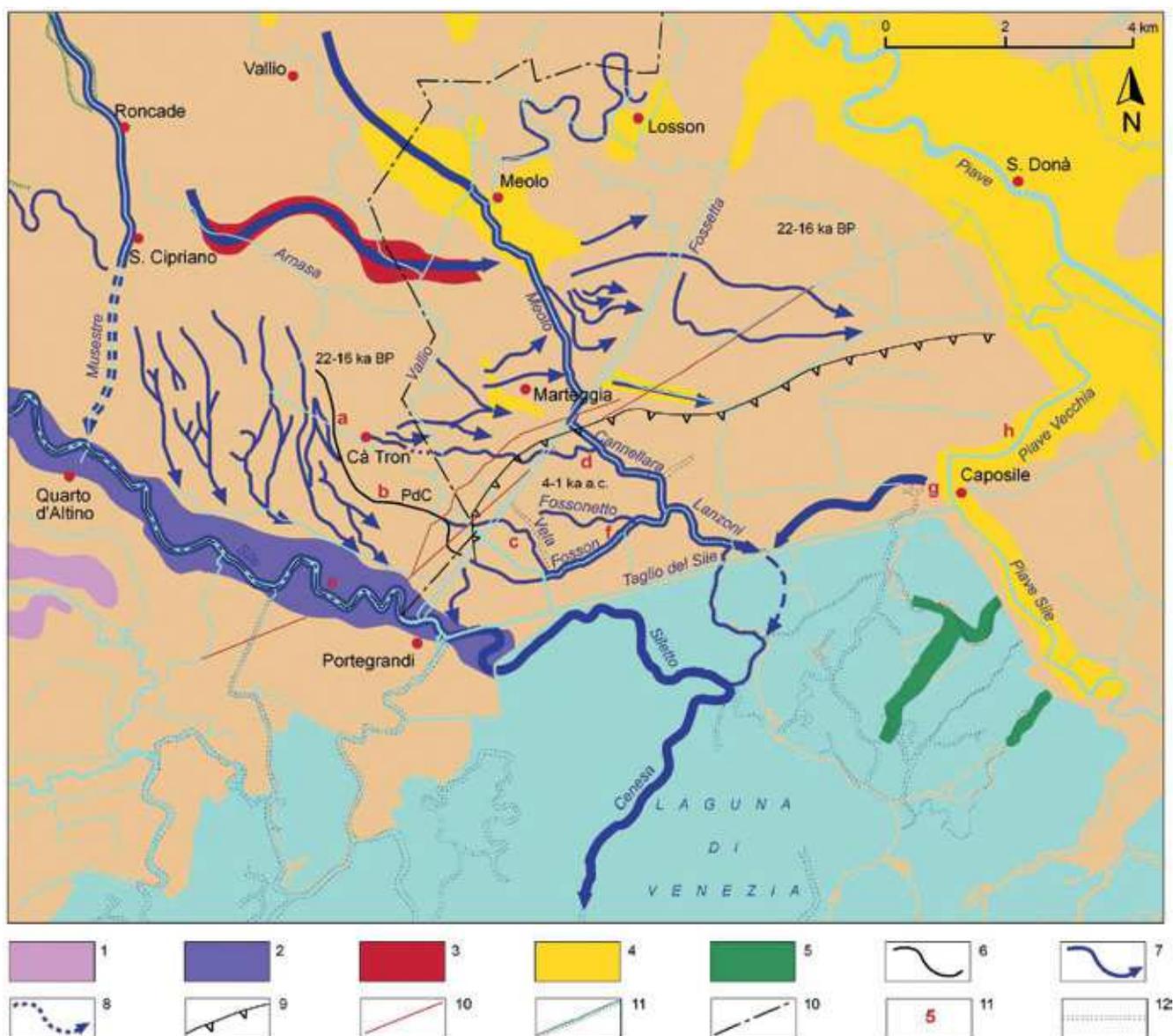


Fig. 7.7 - Le principali direttrici di deflusso tra Sile e Piave.

Legenda: 1) dossi del Brenta (Pleistocene); 2) dosso del Sile (Olocene); 3) importante paleoalveo pleistocenico; 4) dossi del Piave (Olocene); 5) dossi del Piave in laguna; 6) paleoalveo della Canna (PdC); antiche direttrici di deflusso: 7) certe, 8) incerte; 9) limite della massima ingressione lagunare; 10) limite provinciale; 11) datazione al  $^{14}\text{C}$ : a) 27-237 d.C.; b) 795-390 a.C.; c) 440-720 d.C.; d) 1040-1290 d.C.; e) 2140-1910 a.C.; f) 440-720 d.C.; g) 1540-1390 a.C.; h) 530-680 d.C.; 12) canali lagunari attuali.

culminazione poco pronunciata, orientata in senso NO-SE, isolata, che manifesta una prosecuzione da monte attraverso l'affioramento di sabbie, mentre si apre a valle in un ventaglio generato probabilmente dagli spostamenti laterali di antichi corsi fluviali. Alcune tracce allungate e ben definite proseguono verso est, oltre La Fossetta, e potrebbero essere collegate agli antichi percorsi del Meolo. Il dosso, segnalato a est de La Fossetta, è stato in tempi recenti spianato in seguito a opere di miglioria fondiaria e ha quindi perso la sua elevazione, ma è descritto in letteratura nelle sue condizioni originarie (FAVERO, 1992). L'origine del dosso di Meolo è collegata a una importante diramazione di un Piave pleistocenico o olocenico antico che già si era disattivato almeno 8000 anni fa; CASTIGLIONI & FAVERO (1987) lo collegano alle tracce

di Rovare e Monastier. Indagini archeologiche di superficie (BROGLIO, FAVERO & MARSALE, 1987) hanno individuato siti mesolitici presenti sulla superficie del dosso, fatto che consente di stabilire una data *ante-quem* di disattivazione del dosso.

Tra Meolo e Losson della Battaglia spicca con evidenza il paleoalveo del Fosso di Losson, conosciuto anche come Meolo Vecchio, attivo in età moderna essendo il corso d'acqua ben rappresentato nella cartografia storica. Il paleoalveo è inciso sulla pianura pleistocenica e non ha dato luogo alla formazione di un dosso, essendo la sua origine legata probabilmente a una fase di incisione fluviale; esso forma dei meandri molto sinuosi con caratteristiche morfometriche analoghe a quelle del Piave attuale. CROCE DA VILLA P. (a cura di), 1990, ritiene che il Fosso di Losson e la

vicina Fossetta di Fossalta appartengono a una rete di drenaggio relativamente antica, considerato che le tracce tendono a scomparire al di sotto del dosso del Piave odierno. La doppia traccia usata in carta per rappresentare il paleoalveo, oggi percorso in parte dallo scolo Correggio e dal Colatore Meoletto, è stata adottata per rappresentare la traccia scura corrispondente ai sedimenti fini che hanno occluso l'alveo durante la fase di estinzione del corso d'acqua, mentre la traccia più chiara presente su entrambi i lati è forse attribuibile all'argine naturale del fiume. Più a ovest, la successiva direttrice plavense è data dal Musestre che collega Biancade, Roncade e San Cipriano. Si osserva una lingua sabbiosa all'interno della quale si individua un paleoalveo delimitato da una depressione allungata. A valle di San Cipriano mancano le evidenze geomorfologiche di un collegamento con altri rami fluviali, anche se il corso attuale del Musestre prosegue in linea retta fino a raggiungere il Sile presso la località omonima di Musestre.

Tra Sile e Musestre si osserva un paleoalveo inciso che all'incirca da San Cipriano raggiunge l'attuale alveo del Sile; a oriente del centro di Santa Lucia è evidente una depressione allungata e ben definita, connessa con ogni evidenza a una fase di incisione fluviale la cui origine è problematica.

Una grande traccia di paleoalveo dal letto largo circa 250 m e con raggio di curvatura superiore al chilometro si individua tra San Cipriano e Meolo. Esso scorre all'incirca in direzione ovest-est e pare possedere una tipologia a canali intrecciati. La traccia possiede dimensioni e caratteristiche tali da poterla ascrivere a un corso d'acqua pleistocenico attivo probabilmente durante la fase di *low stand* del livello marino e in ogni caso alimentato da elevate portate liquide e solide. La sua direzione potrebbe far pensare a un'enclave del Brenta all'interno della megaconoide del Piave: tale ipotesi dovrà essere confermata da ulteriori indagini di campagna.

Spostandosi verso sud, nel settore compreso tra il grande paleoalveo residuo del Brenta e il corso del Sile, si osservano numerose tracce fluviali di tipo *braided*, che corrispondono ad alvei piuttosto ampi, profondi alcuni decimetri e mal definiti, costituiti da limi o limi-sabbiosi. Le datazioni eseguite su torbe profonde da due a tre metri hanno fornito per questo tratto di pianura un'età tra i 21.000 e i 16.000 anni a <sup>14</sup>C BP (BONDESAN & MOZZI, 2002b).

Più interessanti per lo studio dei rapporti tra paleoidrografia e popolamento umano nell'antichità, si sono rivelati gli elementi paleoidrografici minori che si rinvencono nell'area a sud di Ca' Tron verso il margine lagunare. Tra questi si evidenzia il *paleoalveo della Canna* (PdC in Fig. 7.7), ampiamente descritto in BONDESAN & MOZZI (2002a, 2002b, 2002c), un corso d'acqua alimentato sia dalle acque di risorgiva sia da quelle di ruscellamento superficiale, che ha sfruttato

il solco preesistente di una direttrice pleistocenica plavense. Il paleoalveo attraversa due tracciati alternativi della via Annia in corrispondenza dei quali sono stati rinvenuti i resti di due ponti (GHEDINI *et al.*, 2002). Lungo il percorso della via Annia più prossimo al margine lagunare, datazioni al radiocarbonio effettuate su elementi lignei fanno risalire il ponte di legno al 1000 a.C. circa, mentre il ponte rinvenuto sul percorso più interno è stato utilizzato dalla fine del I sec. a.C. fino al Rinascimento. I depositi pleistocenici, all'interno dei quali il paleoalveo della Canna è inciso, hanno fornito un'età di 16.190±50 anni <sup>14</sup>C BP, alla profondità di 2,7 m dal piano campagna. I sedimenti organici prelevati all'interno dell'alveo, hanno fornito un'età pari a 795-390 anni a.C. (2460±70 anni <sup>14</sup>C BP) alla base del riempimento, mentre in posizione mediana sono stati datati a 420-200 anni a.C. (a -1,95 m dal p.c.) e a 160 a.C.-40 d.C. (a -1,65 m dal p.c.). Verso il margine lagunare la traccia del paleoalveo della Canna è incerta e sembra proseguire con il paleoalveo del Fosson, oppure verso Portegrandi, oltre La Fossetta.

In questo settore, tra il Taglio del Sile e La Fossetta, a ridosso del tracciato della via Annia, è ben visibile un reticolo dendritico di paleo-canali che è il risultato della riattivazione di antichi tracciati fluviali da parte di successivi canali lagunari.

Gli antichi tracciati fluviali fanno riferimento ad una rete di drenaggio che confluisce principalmente nel canale Lanzoni e quindi nel Cenesa in laguna di Venezia, attraverso i rami dei canali Canellara, Fossonetto e Fosson. Partendo dal settentrionale Canellara, si osserva a sud-ovest del dosso di Meolo una rete di drenaggio naturale costituita da fiumi come il Variol, il Vallio e il suo affluente Arnasa (Fig. 7.7), che defluendo verso le bassure drenano la vasta area compresa tra Roncade e Meolo. Tutti questi fiumi hanno lasciato una traccia, anche se spesso debole, dei loro antichi percorsi, in particolare il Vallio, che dopo la confluenza con l'Arnasa si divide in due rami: l'odierno fiume Vallio e il Colatore Vallio. Tra la località di Marteggia e il Taglio del Sile si possono individuare alcuni paleoalvei che aiutano a ricostruire gli originari tracciati di questi corsi d'acqua: il fiume Vallio si immetteva nel canale Fosson, mentre l'altro ramo (l'odierno Colatore Vallio) si univa, percorrendo in parte il canale ora chiamato Canellara, al Vallio nel canale Lanzoni. Quest'ultimo, infine, riceveva le acque di un ramo del Sile, il Siletto, e insieme formavano il canale Cenesa. Anche il Meolo probabilmente confluiva nel canale Lanzoni. Infatti Comel (1964) indica l'attuale Colatore Meolo come percorso originario di questo fiume e cita una mappa del 1547 in cui si vedono chiaramente l'affluire del Meolo nella Fossetta e il suo successivo distacco per proseguire a oriente fino a raggiungere l'attuale canale Lanzoni.

Il ramo centrale del Fossonetto conferma il quadro stratigrafico descritto precedentemente: i sedimenti continentali prelevati a circa 3 m di profondità

hanno fornito una datazione pari a 3940–3620 anni a.C. (4920±80 a <sup>14</sup>C BP) che rappresenta la data olocenica più antica dell'intero tratto di pianura. Appena più a monte, sono state datate le torbe ricche di resti vegetali rinvenute all'interno del paleo-canale lagunare ricavando una data di 440–720 anni a.C. (1430±80 a <sup>14</sup>C BP).

Un altro sistema di paleoalvei è dato dalle tracce di Marteggia. Si tratta di elementi paleoidrografici meno evidenti, orientati in senso ovest-est: una di queste tracce mostra un netto collegamento col paleoalveo del canale Canellara oltre al Fossetta e, in corrispondenza dell'attraversamento dell'Annia scorreva sotto un ponte di età romana (CROCE DA VILLA 1991; CROCE DA VILLA, 2003). La presenza del ponte permette di stabilire come il corso d'acqua fosse attivo durante le fasi d'uso della strada. Questa traccia, corrispondente al "Vallio di Marteggia", configura una situazione paleoambientale del tutto analoga al paleoalveo della Canna: il paleoalveo ha un debole risalto, rivela un'analoga sezione trasversale ed è superato dall'Annia da un ponte di dimensioni limitate (BONDESAN & MOZZI, 2002b).

A monte di Treviso il corso del Sile occupa una bassura di risorgiva allungata in senso ovest-est, impostata sulla giunzione tra la porzione medio-distale del megafan di Bassano (Brenta) e del megafan di Montebelluna (Piave). A valle di Treviso, invece, si incunea tra i megafan di Bassano e di Nervesa (Piave). Nel suo tratto terminale il fiume diventa pensile formando un dosso ben percepibile nella morfologia di questo tratto di pianura. I sedimenti post-romani depositi dal Sile hanno uno spessore di circa un metro e mezzo in prossimità dell'alveo attuale e ricoprono le superfici più antiche di età pleistocenica. Il superamento del Sile da parte della via Annia e la scoperta dei resti di un ponte romano in corrispondenza dell'attraversamento depongono a favore di una sostanziale stabilità del tracciato fluviale. Il fatto che la via Annia sia visibile anche sopra i sedimenti del dosso potrebbe essere imputato alla continuità d'uso della strada fino a qualche secolo fa.

Lo studio dell'assetto stratigrafico lungo l'asse del fiume condotto su un transetto di carotaggi eseguito perpendicolarmente al Sile su una distanza di circa 5 km, finanziato dalla Fondazione Cassamarca (rapporto interno, inedito), ha messo in evidenza la presenza di un deposito sabbioso spesso circa 9 m, che riempie un'incisione nella sequenza tardo-pleistocenica. Le sabbie sono state analizzate dal punto di vista mineralogico e petrografico da A. Lezziero e hanno permesso di stabilire una commistione di contributi del Brenta e del Piave in profondità (i campioni analizzati sono stati prelevati a profondità comprese tra zero e 20 m) e una prevalenza di apporti plavensi in superficie. Questo significa che durante l'attività fluviale tardo-pleistocenica Brenta e Piave si contendevano lo spazio e mescolavano le proprie alluvioni, mentre in

seguito alla disattivazione del ramo pleistocenico del Brenta i depositi plavensi sono diventati il solo fattore di aggradazione della Pianura.

## 7.5. TRA SILE E NAVIGLIO BRENTA

### 7.5.1. L'assetto geomorfologico dell'area

La pianura compresa tra Sile e Naviglio Brenta ricade nelle propaggini distali del sistema deposizionale tardo-pleistocenico del Brenta, che si allunga verso sud-est dallo sbocco in pianura della valle del Brenta (Valsugana), presso Bassano del Grappa, fino all'area perilagunare veneziana (TARAMELLI, 1882; DAL PIAZ, 1912; COMEL, 1964; CASTIGLIONI, 1969; PIANETTI, 1979; CASTIGLIONI & PELLEGRINI, 1981; PELLEGRINI *et al.*, 1984) (Fig. 7.8).

La porzione apicale di tale importante apparato alluvionale, denominato megaconoide di Bassano, ha pendenza media di circa il 5‰ e forma complessivamente convessa. Il sottosuolo è prevalentemente ghiaioso e, in superficie, sono presenti comuni tracce di alvei abbandonati a canali intrecciati. Il passaggio alle porzioni medio-distali si traduce nell'articolazione della superficie apicale morfologicamente indifferenziata in una serie di bassi dossi fluviali sabbiosi e connesse aree di interdosso limoso-argillose, con pendenze complessive della pianura che diminuiscono gradualmente fino a giungere a valori inferiori a 1‰ nelle estreme propaggini distali. Il passaggio tra porzioni apicali e medio-distali, corrispondenti rispettivamente alla cosiddetta "alta" e "bassa" pianura, è marcato dalla presenza della fascia delle risorgive. Qui hanno le sorgenti i piccoli corsi d'acqua che attualmente solcano questo tratto di pianura, quali il Musone, il Marzenego, il Dese, lo Zero e il Sile.

Il momento di ultima aggradazione del megaconoide di Bassano è da ascrivere all'ultimo massimo glaciale. Tra 22.000 e 14.500 a <sup>14</sup>C BP ci fu la deposizione di parecchi metri di sedimenti in poche migliaia d'anni, con picchi nei tassi di sedimentazione stimati localmente fino a 10 mm/anno (BONDESAN *et al.*, 2002). Ciò si desume dall'insieme di datazioni <sup>14</sup>C eseguite su torbe, campionate in una serie di sondaggi meccanici distanti alcune decine di metri l'uno dall'altro, a nord-est di Mestre. Qui, tra 20.000 e 15.000 a <sup>14</sup>C BP, si è accumulato uno spessore di sedimenti di circa 8 m.

In Fig. 7.9 vengono schematicamente riportate le principali direttrici di deflusso del Brenta in un periodo compreso tra l'acme dell'ultima glaciazione e il Tardiglaciale.

Questi rami sono stati tracciati seguendo gli andamenti dei dossi maggiori e di insiemi di paleoalvei con sviluppi lineari significativi. Il *pattern* che ne deriva ricorda, su dimensioni molto maggiori, quello dei fiumi a canali intrecciati. E' probabile che il tracciato principale cambiasse repentinamente direzione per avulsione. I dati stratigrafici conosciuti indicano lo svolgersi di

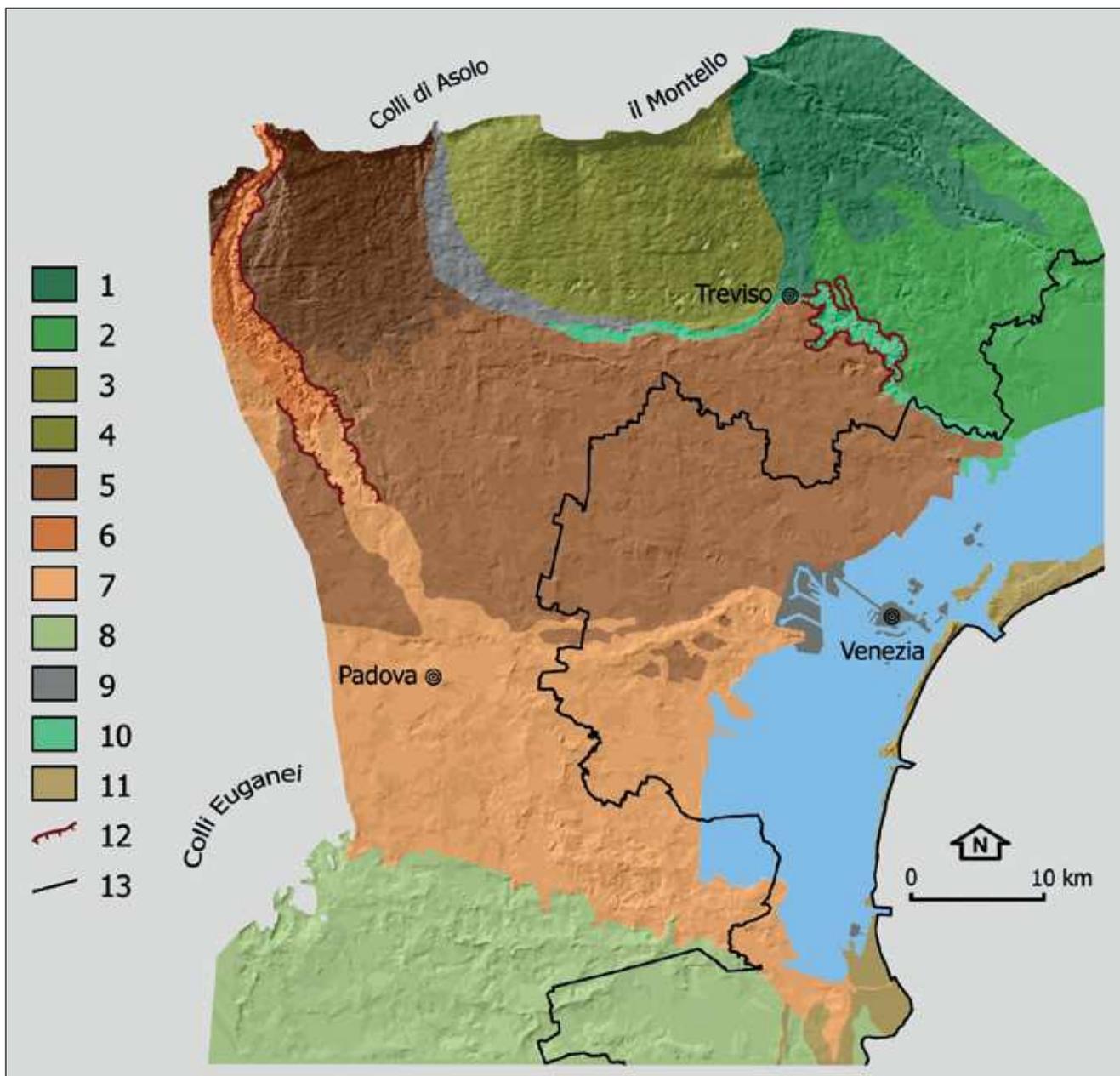


Fig. 7.8 - Il megaconoide di Bassano nel quadro delle grandi unità morfologiche della pianura veneta centrale (da ARPAV, 2005, modificato). Le delimitazioni sono poste a drappaggio del modello digitale del terreno, quest'ultimo reso attraverso l'ombreggiamento.

Legenda: 1) alta pianura olocenica del Piave (*megafan* di Nervesa); 2) bassa pianura pleistocenica e olocenica del Piave (*megafan* di Nervesa); 3) alta pianura pleistocenica del Piave (*megafan* di Montebelluna); 4) alta pianura pleistocenica del Brenta (*megafan* di Bassano); 5) bassa pianura pleistocenica del Brenta (*megafan* di Bassano); 6) alta pianura olocenica del Brenta; 7) bassa pianura olocenica del Brenta, con locali apporti del Bacchiglione; 8) bassa pianura olocenica dell'Adige, con locali apporti del Po; 9) pianura olocenica del Musone; 10) pianura olocenica del Sile; 11) cordoni litoranei; 12) orlo di scarpata; 13) confine della provincia di Venezia.

eventi sedimentari ciclici con ordini temporali di  $10^2$ – $10^3$  anni. Questi episodi ricorrenti sono interpretabili come il ritorno del canale attivo nella località di osservazione, e dunque danno la misura del grado di mobilità spaziale dei diversi tracciati.

La superficie della pianura è il risultato di questo grande evento sedimentario tardo-pleistocenico. La disattivazione del sistema avvenne per incisione dell'apice nell'area pedemontana, in un intervallo temporale indicativamente compreso tra 14.500 e

10.000 a  $^{14}\text{C}$  BP (Mozzi, 1995, 1998; Mozzi *et al.*, 1996; BONDASAN *et al.*, 2000). La scarpata che delimita a est tale incisione corre parallelamente al corso del Brenta attuale fino a una distanza di oltre 20 km dallo sbocco vallivo; al suo piede si estende la pianura olocenica del Brenta (CASTIGLIONI, 1982; CASTIGLIONI & PELLEGRINI, 1981; CASTIGLIONI *et al.*, 1987; PELLEGRINI *et al.*, 1984). L'altezza di questa ripa è superiore a 15 m all'apice e decresce gradualmente fino a scomparire poco sotto Campo San Martino (PD). A valle di quest'ultima

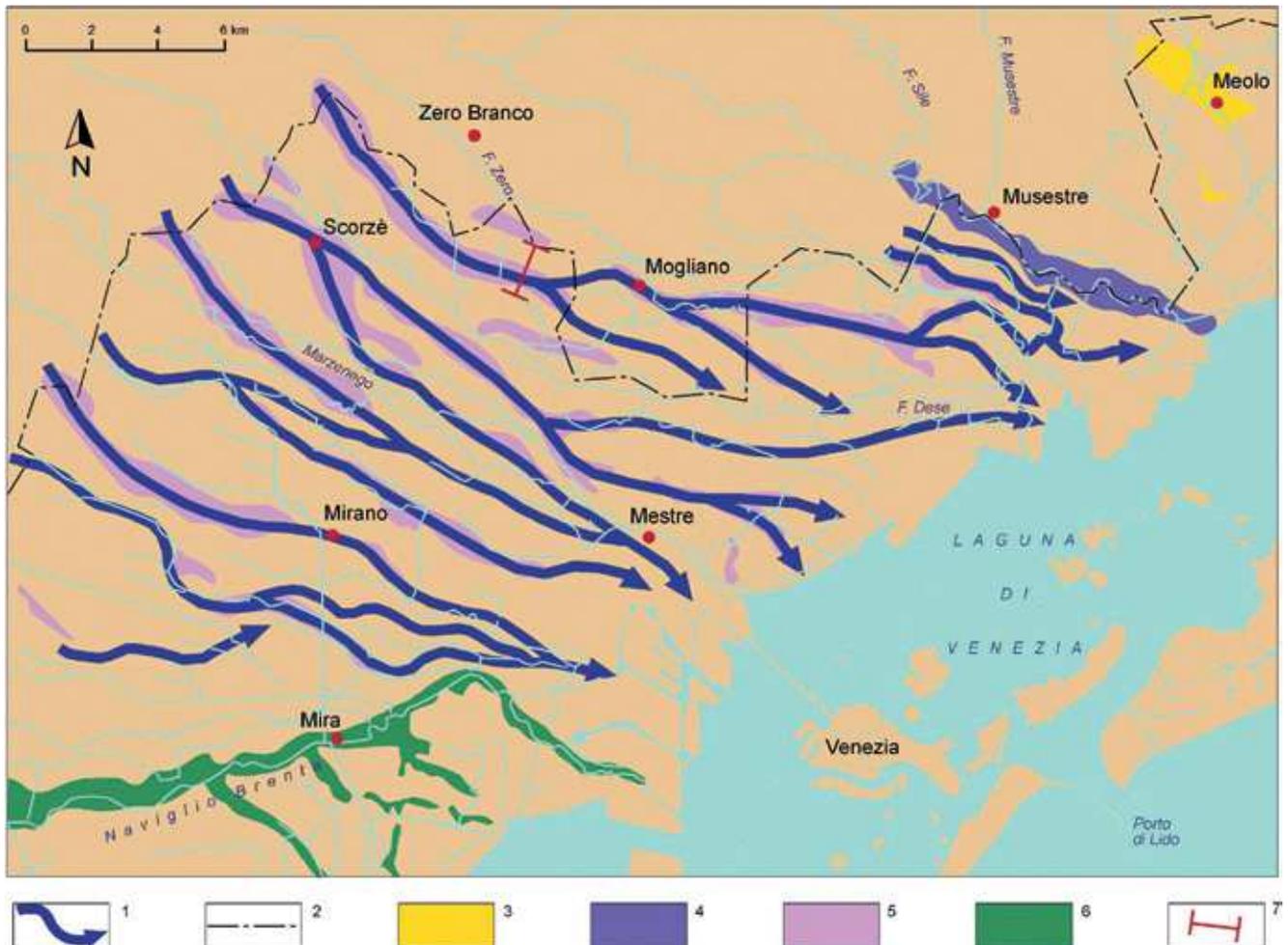


Fig. 7.9 - Le principali direttrici di deflusso tardo-pleistoceniche del Brenta, nell'area compresa tra Sile e Naviglio Brenta.

Legenda: 1) direttrici di deflusso; 2) confine della provincia di Venezia; 3) dossi del Piave; 4) dosso del Sile; 5) dossi del Brenta (Pleistocene); 6) dossi del Brenta (Olocene); 7) sezione stratigrafica.

località, i depositi olocenici, non più confinati, ricoprono la pianura pleistocenica. Di quest'ultima situazione si ha riscontro anche nella carta geomorfologica, dove è evidente l'appoggio del dosso di Stra sulla pianura pleistocenica; a sud di questa struttura permangono però, in superficie, lembi di questa pianura, in corrispondenza di aree "in ombra" rispetto agli apporti sedimentari olocenici. Al momento della formazione della laguna, circa 6000 anni fa, la pianura non era dunque più attiva, ed è stata passivamente ricoperta dai depositi lagunari.

Il suolo sviluppato al tetto dei sedimenti pleistocenici in questo settore distale del megaconoide di Bassano è caratterizzato da importanti fenomeni di rimobilizzazione dei carbonati, con conseguente formazione di orizzonti calcici (GIANDON *et al.*, 2001). Nel sottosuolo della laguna centrale questo suolo si è conservato sotto i sedimenti lagunari (GATTO & PREVIALETTI, 1974; TOSI, 1994; MOZZI *et al.*, 2003). Tale paleosuolo, molto studiato a fini geotecnici e geologico-ambientali per la sua caratteristica sovraconsolidazione e impermeabilità, è noto con

il nome di "caranto"<sup>11</sup>. Nella carta geomorfologica (Tav. 9) la sua presenza e profondità è segnalata con apposita simbologia.

Durante l'Olocene gli unici sistemi fluviali attivi sono stati quelli dei corsi d'acqua di risorgiva, in particolare, il Sile. In realtà, all'estremità orientale del settore in analisi, tra il Dese e lo Zero, erano presenti fino a qualche decennio fa delle aree paludose (COMEL, 1968), e ci sono evidenze, basate su recenti rilevamenti pedologici (GIANDON *et al.*, 2001; ARPAV, 2004), che le esondazioni di questi due corsi d'acqua hanno interessato tratti limitati di pianura ubicati in prossimità del margine lagunare. Egualmente, nell'area di Mestre fiumi minori quali il Musone, il Lusore e il Marzenego, hanno probabilmente provocato un locale rimaneggiamento e ricopertura del substrato pleistocenico.

<sup>11</sup> Vedi anche i capitoli 6 "Suoli" e 8 "Geologia", nel quale c'è un'apposita scheda sul caranto.

### 7.5.2. I dossi fluviali

I dossi presenti nella carta geomorfologica, formati dalle divagazioni tardo-pleistoceniche del Brenta (Fig. 7.9), sono strutture piuttosto ampie, con larghezze mediamente comprese tra 500 e 1000 m, e altezze rispetto alla pianura circostante normalmente inferiori a 2 m. Mostrano un andamento generale NO-SE, che tende a divenire ovest-est sia nei due dossi di Marcon e di Favaro, posti alle estreme propaggini distali nel settore settentrionale, sia nel dosso di Scaltenigo al margine meridionale. In senso longitudinale si sviluppano su distanze diverse, da un minimo di 1-1,5 km dei dossi di Crea e di Mestre est, fino ai circa 10 km dei dossi di Marcon e di Spinea. I dossi di Gardigiano, Scorzè, Noale e Santa Maria di Sala si originano al di fuori del confine provinciale; il dosso di Scorzè, con la sua biforcazione nel tratto finale in dosso di Martellago a nord e dosso di Olmo a sud, è tra le strutture più estese dell'intero megaconoide di Bassano, presentando una lunghezza complessiva di circa 25 km tra la località di origine nei pressi di Resana (TV), e la terminazione alla periferia orientale di Mestre (MOZZI, 1995; GIANDON *et al.*, 2001).

Nella carta geomorfologica si può vedere come i dossi siano costituiti al centro da sabbie, deposte in ambiente di canale attivo, e lateralmente da limi, interpretabili come depositi di argine naturale; spesso le ultime fasi di attività dei dossi hanno comportato la deposizione di sedimenti limosi, che quindi ricoprono completamente le sabbie. Le sabbie dei dossi in questo settore distale del sistema deposizionale sono generalmente medio-fini, mentre procedendo verso monte si fanno via via più grossolane fino a contenere, in prossimità del limite con le porzioni apicali ghiaiose, anche comuni ciottolotti.

### 7.5.3. Le aree di interdosso

Lateralmente i fianchi a bassa pendenza dei dossi fluviali sfumano nelle piane di interdosso, caratterizzate da morfologie blandamente ondulate, senza concavità o convessità di rilievo. Queste aree, che occupano larga parte della pianura tra Sile e Naviglio Brenta, sono costituite prevalentemente da limi con percentuali variabili di argilla. Le plaghe schiettamente argillose si concentrano nelle estreme porzioni distali, generalmente al di sotto dell'isoipsa 3 m s.l.m.; ciò indica la presenza di una certa classazione da monte verso valle dei sedimenti fini di esondazione, come già evidenziato, in relazione all'intera estensione del sistema deposizionale, per le sabbie dei dossi sedimentatesi all'interno del canale attivo.

La monotonia delle forme in questi ampi areali si associa, dunque, a una notevole omogeneità tessiturale dei sedimenti superficiali. Ciò ha comportato lo sviluppo di suoli con caratteristiche simili, contraddistinti dalla presenza di orizzonti pedogenetici di accumulo dei carbonati (orizzonti calcici) particolarmente ben evoluti (GIANDON *et al.*, 2001); gli stessi che, conservati al di

sotto dei depositi lagunari, costituiscono il già citato paleosuolo noto come "caranto" (GATTO & PREVIADELLO, 1974; TOSI, 1994; MOZZI *et al.*, 2003).

### 7.5.4. I paleoalvei

Le tracce di paleoidrografia che solcano la pianura sono raggruppabili in tre tipologie generali:

- tracce larghe 50-150 m, a bassa sinuosità, localmente tendenti a formare *pattern* a canali intrecciati;
- tracce larghe 10-30 m, a sinuosità da media a alta, localmente meandriformi;
- tracce larghe 30-60 m, a sinuosità da media a alta, spesso riunite in sistemi dendriformi.

Le tracce del tipo (a), presenti diffusamente in tutto il settore in analisi, sono riferibili alle fasi di aggradazione tardo-pleistocenica della pianura, caratterizzate da deflussi idrici con elevato carico solido. Sono spesso in associazione con i dossi fluviali, correndo sulla loro sommità, al piede, o intersecandoli con diversi angoli. Gli esempi meglio conservati dei sistemi a canali intrecciati sono sul lato nord del dosso di Scaltenigo e a nord di Favaro.

Quelle del tipo (b) costituiscono l'evidenza delle migrazioni laterali dei meandri dei piccoli corsi d'acqua che durante l'Olocene, fino all'età attuale, hanno solcato la pianura. Questo reticolo idrografico minore è costituito principalmente dai fiumi di risorgiva. Stante il regime costante e il minimo trasporto solido che li contraddistingue, essi mostrano una debole attività morfosedimentaria, che può essere considerata limitata nell'ambito dell'ampiezza dei meandri. Portando ad esempio lo Zero, dove sono evidenti i paleo-meandri tagliati dalle moderne rettificazioni dell'alveo, questo ambito è quantificabile in una fascia di 200-300 m rispetto all'asse rappresentato dal fiume attuale. I paleoalvei del tipo (b) sono perlopiù concentrati nell'area peri-lagunare, entro una distanza di circa di 5-8 km dalla conterminazione. Particolarmente fitto è il reticolo nell'attuale area urbana di Mestre-Marghera, desunto sia da foto aeree sia da cartografia storica.

Anche in questi casi, i paleoalvei rappresentano solo un rimodellamento locale della pianura tardo-pleistocenica formatasi ad opera del Brenta.

I paleoalvei del tipo (c) sono interpretabili come canali in aree paludose, simili a quelle presenti negli spazi perilagunari della pianura centrale e orientale della provincia. I più tipici sono presenti in destra e sinistra Dese, in prossimità della giunzione con lo Zero. In particolare, a sud-est di San Liberale si vedono tracce di questo tipo che convergono verso un paleoalveo che, per caratteristiche morfometriche, sembrerebbe appartenere alla tipologia (a) degli alvei pleistocenici. Fenomeni di riutilizzo di paleoalvei pleistocenici durante l'Olocene sono stati ben documentati in sinistra Sile, nell'area di Ca' Tron (BONDESAN A. & MOZZI, 2002b; BONDESAN A., MOZZI *et al.*, 2002; BONDESAN *et al.*, 2003; BONDESAN *et al.*, 2003; BONDESAN *et al.*, 2003a). È probabile che anche qui la depressione connessa

alla traccia antica sia stata utilizzata come scolo delle acque durante l'Olocene. Si ricorda la presenza, in quest'area, di depositi olocenici legati all'attività sedimentaria del Dese, dello Zero e del Sile (GIANDON *et al.*, 2001; ARPAV, 2004).

#### 7.5.5. Le tracce relitte dei canali lagunari

Nell'area compresa tra il canale Siloncello e la conterminazione lagunare, presso Portegrandi, sono presenti diffuse tracce di canali lagunari. Tale area si trova sotto il livello del mare, ed è attualmente sottoposta a bonifica con scolo meccanico delle acque. Le tracce dei canali lagunari testimoniano l'estensione della laguna precedentemente alla bonifica.

### 7.6. TRA NAVIGLIO BRENTA E BACCHIGLIONE

#### 7.6.1. L'assetto geomorfologico dell'area

Il tratto di pianura che è approssimativamente delimitato dal Naviglio Brenta a nord, dal Bacchiglione a sud e dalla conterminazione lagunare a est, rappresenta la porzione terminale del sistema deposizionale olocenico del Brenta (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1978; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980; CASTIGLIONI, 1982; CASTIGLIONI, 1989; CASTIGLIONI *et al.*, 1987; BASSAN *et al.*, 1994; MURST, 1997; BONDESAN *et al.*, 2002). Tale sistema confina a nord con il sistema tardo-pleistocenico del Brenta e a sud con quello olocenico dell'Adige. L'attività morfogenetica del Bacchiglione è costretta all'interno dell'ampio avvallamento creatosi dalla giustapposizione del sistema del Brenta con quello dell'Adige e quindi apparentemente limitata all'intorno delle direttrici di deflusso attuali e subattuali.

Da una prima visione della carta geomorfologica, risalta l'abbondanza delle tracce di origine fluviale e l'assenza di elementi relitti del sistema lagunare, nonostante il fatto che ampi tratti di pianura posti a ridosso della laguna si trovino attualmente sotto al livello marino, e siano mantenuti asciutti solo grazie a un'attenta opera di bonifica con scolo meccanico delle acque. Questo particolare assetto geomorfologico è spiegabile considerando che la posizione del margine interno lagunare nel 1534, riportato nella carta geomorfologica (Tav. 9), era alcuni chilometri più verso mare. La pianura alluvionale che si estendeva su gran parte della laguna centrale è stata, dunque, invasa dalle acque salmastre in età rinascimentale e moderna.

A partire dal 1610 i veneziani intrapresero la costruzione della "conterminazione lagunare", un'arginatura del margine interno lagunare che fu terminata nel 1791, e che tuttora separa nettamente la laguna dalla terraferma. Questi argini hanno difeso l'attuale terraferma dall'ingressione marina - lagunare degli ultimi secoli, impedendo il sovrapporsi di forme lagunari sul substrato alluvionale.

#### 7.6.2. I dossi fluviali

Le forme che più caratterizzano questo territorio sono i numerosi dossi fluviali che si dirigono verso il margine interno della laguna. Questi hanno un rilievo massimo di 2-3 m rispetto alla pianura circostante, ampiezza generalmente compresa tra poche centinaia di metri e 1 km, estensione in senso longitudinale fino a decine di chilometri.

Si ricorda che i dossi fluviali corrispondono ad antichi decorsi fluviali, pensili rispetto alla piana circostante, e che, dunque, le direzioni dei dossi corrispondono alle principali direttrici di deflusso del Brenta (Fig. 7.10).

La presenza di sabbie in corrispondenza della porzione centrale del dosso, associazione riscontrabile in molte delle strutture presenti in questo settore, è dovuta al fatto che questi sedimenti si depositavano all'interno dell'alveo attivo che, durante la formazione del dosso, correva sulla sommità dello stesso.

Le frequenti biforcazioni e diramazioni secondarie delle strutture dossive, ben percepibili nella carta geomorfologica, indicano che le variazioni dei tracciati fluviali avvenivano attraverso meccanismi avulsivi. Un'avulsione è schematizzabile nelle seguenti fasi: a) rottura degli argini naturali; b) conseguente riversarsi del flusso principale attraverso la breccia arginale; c) disattivazione del tratto di alveo pensile posto a valle della rotta; d) instaurarsi di un nuovo tracciato, tipicamente formante un angolo acuto con l'asse del precedente dosso; e) ristabilirsi della pensilità lungo il nuovo tracciato, a causa della tendenza all'aggradazione verticale del sistema argini naturali -alveo. Da notare che mentre gli spostamenti laterali dei corsi d'acqua per migrazione laterale delle barre di meandro avvengono in modo graduale, le avulsioni provocano subitanei mutamenti nella direzione del fiume. Nel corso di un singolo evento, esso può allontanarsi di molti chilometri dall'area dove scorreva precedentemente.

Nella carta geomorfologica, al margine settentrionale del settore in esame è presente il dosso ben pronunciato, costituito da sedimenti prevalentemente sabbiosi, con andamento complessivo OSO-ENE, seguito dal corso del Naviglio Brenta tra Stra e Oriago (dosso di Stra). Questa struttura rappresenta il limite settentrionale dei depositi olocenici del Brenta. Dall'analisi della carta geomorfologica si nota che lungo tutto il suo corso vi sono diverse tracce di rotte, soprattutto sul lato meridionale, e numerose diramazioni si spingono verso sud fino al margine lagunare.

Uno studio di tipo geomorfologico-stratigrafico, portato avanti per interessamento dell'Amministrazione Comunale di Mira e della Sovrintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici di Venezia (FAVERO, 1989), ha messo in evidenza che il ramo del Brenta che ha dato luogo al dosso di Stra aveva invaso un'area depressa, allungata da ovest verso est, configurata a forma di ampia doccia. Quest'area corrisponderebbe alla zona di raccordo tra due diversi orientamenti



della pendenza regionale della pianura (a nord del dosso di Stra la pendenza della pianura è ortogonale all'allineamento del fronte dei rilievi alpini; a sud la pianura digrada dolcemente dalle pendici degli Euganei verso est) fungendo così da collettore per i corsi d'acqua di risorgiva che provengono dalla fascia pedemontana (Serraglio, Tergolino, Pionca, Lusore, Cime). Alcuni sondaggi effettuati lungo il dosso di Stra hanno identificato, al di sotto di uno strato di limi sabbiosi e sabbie, corrispondenti ai depositi più recenti del Brenta, dei sedimenti limoso-argillosi con evidenze di pedogenesi analoghi ai sedimenti che costituiscono l'area depressa situata a nord del Naviglio. Caratteristiche simili presentano anche i sedimenti di alcune zone morfologicamente depresse che si trovano a sud del dosso di Stra: in particolare l'area chiamata Marinella (a sud di Dolo-Sambruson), Carrezioi e Grezzi (tra Brenta Secca e Taglio Nuovissimo), le Basse e l'area compresa tra Dogaletto e il canale Seriola (FAVERO, 1989). Quest'ultimo assunto ha trovato conferma in recenti rilevamenti pedologici (ARPAV, 2004; GIANDON *et al.*, 2001).

In tale schema si osserva che, proprio in corrispondenza delle zone elencate da FAVERO a sud del dosso di Stra, affiorano lembi della superficie della pianura tardo-pleistocenica del Brenta (LGM/Tardiglaciale), che costituisce tutto il settore situato a nord del dosso di Stra. Sembra probabile quindi che l'area attraversata ora dal Naviglio costituisse un'unica ampia zona depressa; in seguito il Brenta con le sue alluvioni ha colmato il lato meridionale di questa depressione dando luogo al dosso di Stra (FAVERO, 1991). La formazione di questa fascia di terreni più elevati avrebbe ostacolato il deflusso dei corsi d'acqua di risorgiva provenienti da nord, che prima sfociavano direttamente in laguna.

La naturale continuazione verso valle del dosso di Stra, fino allo sbocco in laguna presso Fusina, è rappresentata dal dosso di Malcontenta, meno espresso in senso sia planimetrico sia verticale, e con un netto cambio dell'orientazione che, attraverso una brusca svolta nei pressi di Oriago, diventa NO-SE. In corrispondenza del dosso di Malcontenta, come lungo il tratto finale del dosso di Stra, si rilevano le tracce di numerose rotte, testimoniate dalla presenza di ventagli di esondazione, prevalentemente in destra idrografica. Anche le frequenti tracce di paleoalvei rilevabili nel territorio posto ai lati del tratto finale del Naviglio, disomogenee tra loro dal punto di vista morfometrico e molto frammentarie, sono probabilmente legate a episodi di esondazione del Brenta. Nel punto in cui il Naviglio Brenta devia a sud-est verso Fusina, nella carta geomorfologica si osserva una ulteriore diramazione del sistema dossivo, evidenziata dalla presenza di alcuni ventagli di rotta e di una stretta lingua di sabbia che prosegue lungo lo Scolo Lusore fino alla zona urbanizzata di Marghera.

I dossi minori che si dipartono dal fianco meridionale

del dosso di Stra hanno tutti andamento complessivo NO-SE. All'altezza di Dolo si intesta il dosso di Lugo, che si estende, con un'ampia curvatura, fino a Lughetto. Alla periferia occidentale di Mira prende forma il dosso di Brentelle che, all'altezza di Piazza Vecchia, si biforca in due rami. Uno punta decisamente verso est, correndo, con un'interruzione, parallelo all'idrovia che congiunge il Taglio Nuovissimo con il Canale Bondante. L'altro si dirige a sud, insinuandosi tra gli specchi lagunari di Lago Stradoni e Valle Miane. Quest'ultima struttura, seguita in gran parte del suo sviluppo dallo Sborador de Gambarare, è già nota dagli studi precedenti come il "dosso delle Giare" (BASSAN *et al.*, 1994). Alla periferia orientale di Mira inizia un altro piccolo dosso, che non giunge alla laguna, ma dalla cui terminazione si dipartono dei paleoalvei che proseguono verso valle lungo la medesima direttrice (dosso di Dogaletto). Osservando la carta geomorfologica si nota che questo paleopercorso fluviale si origina proprio nel punto in cui, sul fianco opposto del dosso di Stra, lo Scolo Tergolino si unisce al Naviglio Brenta, tra Mira Porte e Oriago.

A sud del dosso di Stra è presente il dosso di Tombelle, che si biforca nei pressi di Vigonovo proseguendo verso est sino a Camponogara (dosso di Fossò), e verso sud-est sin quasi a Premaore (dosso di Vigonovo), per poi perdere di evidenza morfologica e interrompersi. Lungo il medesimo asse, circa 1 km a sud-est di Camponogara, inizia però un altro articolato sistema dossivo, passante per Campagna Lupia e allungato verso Lova (dosso di Campagna Lupia). La presenza di estesi corpi sabbiosi nella soluzione di continuità tra dosso di Fossò e dosso di Campagna Lupia suggerisce la possibilità che le due strutture, pur separate dal punto di vista morfologico, siano in realtà segmenti di un unico apparato deposizionale fluviale.

Verso monte, al di fuori della carta geomorfologica, il dosso di Tombelle non è in continuità morfologica con il dosso di Stra, presentandosi staccato da quest'ultimo (BASSAN *et al.*, 1994; MURST, 1997; GIANDON *et al.*, 2001). Tale connessione è invece evidente per il dosso che si distacca all'altezza di Noventa Padovana, sempre al fuori della carta geomorfologica, dirigendosi verso Camin e giungendo, dopo essersi suddiviso in più rami prima presso Villatora e poi a San Angelo di Piove di Sacco (PD), fino a Liettoli (Fig. 7.10). In quest'ultima località il dosso entra nella carta geomorfologica (dosso di Liettoli), proseguendo con un tracciato principale verso est per Boion, fino quasi a Lova (dosso di Boion), mentre uno secondario si dirige per qualche chilometro verso sud-est per Campolongo Maggiore, morendo a Corte (dosso di Campolongo).

Ancora più a meridione è presente l'ampio dosso di Arzergrande (PD), con direzione ovest-est, che a Codevigo supera il corso artificiale del Brenta e si spinge fino all'attuale conterminazione lagunare. Poco a ovest dell'abitato di Arzergrande, dal fianco

setentrionale del dosso principale si dipartono due dossi minori, lunghi solo qualche chilometro, identificabili rispettivamente da ovest a est come dosso di Piove di Sacco e dosso di Tognana. Alla stessa altezza, ma sul fianco meridionale, si innesta un altro dosso che si dirige verso sud-est in direzione di Pontelongo (PD), per poi piegare verso ESE parallelamente all'attuale corso del Bacchiglione (dosso di Pontelongo). Questa struttura, seguita in parte dall'attuale corso del Bacchiglione, rappresenta il limite del sistema deposizionale del Brenta, confinante a sud con i dossi più settentrionali del sistema Adige-Po.

Sulla continuazione della direttrice del dosso di Pontelongo, ma già in sinistra Brenta, troviamo le strutture dossive della Bonifica Delta Brenta. In particolare si riconoscono due dossi principali, ampi e poco rilevati, che si dipartono uno verso nord-est e l'altro verso sud-est a partire dall'area di Conche PD (rispettivamente dosso di Conche nord e dosso di Conche sud). L'analisi della cartografia storica porta a riconoscere in questo sistema il risultato dell'attività di sedimentazione del Brenta quando, tra il 1840 e il 1896, fu fatto sfociare in laguna. Si fa però notare come, in quest'area, sia stato possibile riportare nella carta geomorfologica anche lo sviluppo dei dossi precedenti a quest'ultimo evento morfogenetico. Tali forme fluviali, che si spingevano ben oltre l'attuale conterminazione lagunare, sono tratte da carte storiche del XVII e XVIII secolo; sulla base della loro ubicazione e andamento sono genericamente attribuibili all'attività del Brenta e del Bacchiglione, senza che sia possibile avanzare delle ipotesi più precise in riferimento all'uno o all'altro sistema fluviale.

### 7.6.3. I ventagli di esondazione

Al piede dei dossi è spesso segnalata nella carta geomorfologica la presenza di ventagli di esondazione. Nell'area di studio tali forme sono di difficile interpretazione da foto aerea, e i ventagli sono stati perlopiù riconosciuti sulla base dell'andamento del microrilievo. Ciò ha probabilmente portato a una sottorappresentazione del fenomeno, dato che con questo metodo sono cartografabili solo le forme di maggiori dimensioni. In realtà, i fianchi stessi dei dossi maggiori sono spesso costituiti dalla giustapposizione laterale di piccoli ventagli di esondazione, capillarmente distribuiti lungo le direttrici paleoidrografiche, che si interdigitano con i tipici argini naturali. D'altra parte, anche le corte apofisi che sovente si distaccano con angoli acuti dai dossi principali sono il risultato di episodi di rotta, che non si sono tradotte in avulsioni vere e proprie ma che hanno permesso il riversarsi di acque e sedimenti in quantità tali da portare alla costruzione di rilevati di dimensioni notevoli, anche se poco espressi in senso longitudinale. Il fatto che essi siano stati interpretati come dossi nella carta geomorfologica rende conto delle affinità morfologiche tra queste forme, ma le modalità di formazione paiono

assai simili a quelle dei ventagli di esondazione; si tratta, presumibilmente, di forme di transizione tra le due tipologie.

Altro aspetto degno di nota è la comune presenza di asimmetrie deposizionali rispetto agli assi di allungamento dei dossi, nel senso che sia i ventagli di esondazione, sia le appendici secondarie di cui si è detto, tendono spesso a dipartirsi prevalentemente da uno dei due fianchi. Ciò è particolarmente evidente nei dossi di Stra, Boion e Campolongo, dove l'insieme di apparati di esondazione insiste in misura nettamente maggiore sul lato meridionale; a titolo di paragone, l'articolato sistema dossivo di Arzergrande-Piove di Sacco-Tognana-Pontelongo presenta, al contrario, un andamento planimetrico sostanzialmente simmetrico. In generale, tali fenomeni sono spiegabili con la presenza condizionante di forme convesse e concave all'intorno del dosso, che limitavano o favorivano l'espandersi delle alluvioni in determinate direzioni. Nei casi dei dossi di Stra, Boion e Campolongo, un ruolo è probabilmente giocato anche dal complessivo assetto topografico di questo tratto di pianura, che qui presenta pendenze dirette più marcatamente verso sud-est.

Ventagli di esondazione sono anche associati a decorsi artificiali del Brenta, come nel caso del ventaglio di Calcroci che si diparte dal corso pensile del Taglio Brenta Nova, attivo tra il 1507 e il 1610. A questo proposito, si ricorda che le cronache storiche riportano innumerevoli eventi di rottura degli argini delle varie derivazioni storiche del Brenta (BASSAN *et al.*, 1994; VALLERANI, 1995).

### 7.6.4. Le aree depresse

Le depressioni sono concentrate nelle porzioni altimetricamente più basse del settore in questione, interessando ampi areali. La loro forma concava non è dovuta all'asporto di materiale ad opera dei corsi d'acqua o di altri agenti, ma all'aggradazione verticale per sedimentazione della pianura circostante. Si tratta, dunque, di depressioni di interdosso. Ciò è ben percepibile nella carta geomorfologica, dove si può notare che l'ubicazione delle aree depresse è costantemente al piede dei dossi fluviali.

La maggior parte di esse si estende a ridosso della conterminazione lagunare, con quote del fondo che sono mediamente inferiori al livello del mare. Il loro limite verso monte è sinuoso, con ampie anse che seguono il disegno dei principali dossi, mentre verso valle rimangono aperte, tagliate dagli argini del Taglio Nuovissimo. Tale situazione è il risultato dell'artificiale delimitazione degli spazi lagunari, che interseca depressioni che, originariamente, continuavano nella laguna sud.

Bisogna però anche ricordare che queste aree sono da tempo soggette a bonifica idraulica, intervento che tipicamente comporta un aumento della subsidenza locale, a causa della costipazione dei sedimenti fini e della distruzione della materia organica dei suoli

(CARBOGNIN & TOSI, 2003). Si presume, dunque, che tali depressioni si siano accentuate in senso sia planimetrico sia altimetrico durante gli ultimi secoli, e particolarmente nel corso del XX secolo.

La depressione più pronunciata tra quelle presenti in quest'area è posta tra le porzioni terminali dei dossi di Arzergrande e di Pontelongo (PD), il cui fondo è più basso di -2 m s.l.m. Nella carta geomorfologica è raffigurata con forma chiusa, ma osservando le tracce dell'idrografia relitta desunta da cartografia è possibile percepire come, prima dell'impostarsi dell'attuale corso del Brenta, essa fosse in connessione con la laguna attraverso la Fossa Schilla.

Degne di nota sono le piccole depressioni racchiuse tra i dossi di Stra, di Dogaletto e di Malcontenta, perché corrispondono a settori in cui affiora la superficie tardo-pleistocenica del megaconoide di Bassano (GIANDON *et al.*, 2001; ARPAV, 2004). Si tratta di aree non ancora interessate dalla sedimentazione olocenica del Brenta, ma il cui destino naturale, stante la continua subsidenza locale di circa 1 mm/anno (CARBOGNIN & TOSI, 2003), è di essere ricoperte dai depositi recenti. Questa tendenza è riconoscibile dalla lettura della carta geomorfologica, dato che tali superfici sono parzialmente obliterate dai ventagli di esondazione alimentati dalle correnti fluviali del dosso di Stra e del dosso di Malcontenta. Il fatto che tali lembi di antica pianura permangano in superficie potrebbe derivare dalla concomitanza di due fattori: la giovane età dei dossi che le delimitano, che si sono forse formati solo nel Medioevo, e l'opera dell'uomo tesa, negli ultimi secoli, a costringere i decorsi fluviali all'interno degli argini.

#### 7.6.5. Le tracce della paleoidrografia

Numerose sono le tracce paleoidrografiche riportate nella carta geomorfologica. Oltre alla maggiore o minore evidenza sul terreno dei paleoalvei, come da distinzione adottata in legenda, è possibile riconoscere diverse tipologie di tracce fluviali estinte sulla base delle loro caratteristiche morfometriche:

a) alvei singoli a bassa sinuosità, larghi mediamente tra 50 e 150 m, riconosciuti su distanze di 4-5 km. Questi paleoalvei ricadono prevalentemente nella metà settentrionale del settore in analisi, e si presentano associati ai dossi di Stra, di Tombelle, di Fossò, di Vigonovo, di Boion e di Campolongo. Non corrono sempre sul colmo di tali strutture, come ci si potrebbe aspettare; si ricorda, d'altronde, che la sommità dei dossi è spesso sede di strutture antropiche quali strade e centri abitati, che comunemente comportano l'obliterazione delle evidenze geomorfologiche nelle foto aeree. È possibile, dunque, una sottostima delle tracce di paleoidrografia in posizione sommitale. La distribuzione dei paleoalvei in questione al piede o sul fianco dei dossi è comunque un'evidenza significativa del collegamento genetico tra queste forme. Tracce con medesime caratteristiche sono diffusa-

mente presenti anche nel delta della Bonifica Delta Brenta, associate agli ampi dossi poco pronunciati di Conche; in questo caso esse sono identificabili con le divagazioni del Brenta che hanno portato all'attuale conformazione del delta nella seconda metà del XIX secolo.

b) Alvei singoli a elevata sinuosità, larghi mediamente tra 50 e 100 m. Questa tipologia è presente soprattutto nella porzione meridionale del settore in questione. L'esempio più spettacolare è rappresentato dal sistema di paleoalvei presenti in destra Bacchiglione, tra Correzzola (PD) e Ca' Pasqua, riconosciuti sulla base della fotointerpretazione e della cartografia storica (il Brentone Vecchio, presente in una carta del 1534), e cartografati per uno sviluppo lineare complessivo superiore ai 10 km, circa parallelo all'attuale Bacchiglione; nel suo tratto centrale è ben percepibile la fascia di divagazione dei meandri (*meander belt* nella letteratura internazionale), larga alcune centinaia di metri, grossomodo corrispondente all'ampiezza dei meandri stessi.

Riferibili a questa tipologia sono anche le tracce poste in destra Brenta, tra lo Scolo Altipiano e il Bacchiglione, e in sinistra Brenta, subito a monte di Codevigo (PD) a ridosso del Taglio Nuovissimo, presumibilmente rami del Brenta. Le prime paiono disegnare una convergenza tra rami fluviali provenienti dalla terminazione meridionale del dosso di Arzergrande e dal dosso di Pontelongo. Le altre sono sulla continuazione della terminazione settentrionale del dosso di Arzergrande. Interessante il fatto che una datazione al radiocarbonio permette di collocare la formazione delle tracce settentrionali posteriormente alla seconda metà del I millennio a.C. (LEVORATO, 2002; BONDESAN, LEVORATO & PRIMON, 2003).

c) Tracce singole a sinuosità variabile, larghe da pochi metri a qualche decina di metri, generalmente con estensione lineare inferiore al chilometro. Queste tracce, localmente anche molto fitte, paiono attribuibili principalmente all'attività della rete idrografica minore, che trae origine dal drenaggio locale delle acque superficiali. Attualmente lo scolo delle acque è strettamente controllato dal reticolo idrografico artificiale e dunque tali tracce rappresentano elementi relitti. Si ricorda che le prime bonifiche iniziarono già attorno al Mille, per opera dei monaci benedettini del Monastero di Santa Giustina (BANDELLONI & ZECCHIN, 1979).

d) Tracce simili a quelle del precedente punto c, però riunite a formare sistemi complessi di rami che si intersecano tra loro. Queste sembrano rappresentare dei piccoli canali di rotta. Un bell'esempio è riconoscibile tra Ca' Bianca e Ca' Pasqua, dove un canale di rotta con queste caratteristiche si diparte in sinistra idrografica dal corso del Brentone Vecchio e si riversa, ramificandosi in più braccia, in una depressione

con sedimenti torbosi limitata a est dagli argini del Canale Morto. Alla medesima tipologia sono riconducibili i complessi sistemi di tracce presenti nella depressione posta a nord di Pontelongo, tra il dosso omonimo e il dosso di Arzergrande. La presenza della sabbia nella depressione rafforza l'interpretazione dell'area come un bacino che accoglieva rotte fluviali.

- e) Tracce a sinuosità variabile, riunite a formare una sorta di reticolo idrografico dendriforme, gerarchicamente strutturato. Le dimensioni dei singoli paleoalvei vanno da pochi metri per gli alvei di rango inferiore posti più a monte a oltre 100 m per quelli di massimo rango più a valle. L'esempio più evidente è costituito dalle tracce situate all'interno della profonda depressione tra le porzioni terminali dei dossi di Arzergrande e Pontelongo (PD). Qui è particolarmente ben sviluppato l'insieme di piccoli paleoalvei che confluiscono a formare un canale più ampio, a sua volta apparentemente connesso verso valle con la traccia storica della Fossa Schilla. Sistemi di paleoalvei di questo tipo sono diffusamente presenti nella porzione nord-orientale della provincia, in corrispondenza delle antiche paludi di Loncon, in sinistra Livensa, dove hanno evidenza ben maggiore; sono interpretabili come canali palustri.

#### 7.6.6. Schema cronologico riassuntivo dei percorsi antichi del fiume Brenta

In questo paragrafo si vuole fornire un quadro sintetico di quanto sin qui dibattuto, relativamente alle possibili età di formazione di alcune tra le principali strutture geomorfologiche di questo settore di pianura, nonché ai tratti salienti della paleoidrografia del basso Brenta durante gli ultimi 3000 anni.

1. Il tratto di pianura, delimitato a nord dal corso del Naviglio Brenta e a sud dal Bacchiglione, si è formato a seguito di divagazioni del fiume Brenta connesse con un tracciato passante a nord-est di Padova per Vigodarzere e Ponte di Brenta. Complessivamente, si presume che la sua età di formazione sia tardo olocenica, in quanto tale tracciato rappresenta la continuazione verso valle del decorso per Carturo e Piazzola attivo nel I millennio a.C.
2. Considerazioni di carattere geomorfologico portano a ipotizzare che i dossi di Tombelle, Fossò, Vigonovo e Campagna Lupia costituiscano gli elementi morfologici più antichi dell'intero tratto di pianura situato tra il Naviglio Brenta e il Bacchiglione.
3. A Noventa, dal dosso di Stra si stacca un sistema dossivo che prosegue per Camin, Saonara e Sant'Angelo, corrispondente a un'antica diramazione del Brenta. La presenza del fiume a Camin in età romana è testimoniata dalla presenza di un ponte. Datazioni al radiocarbonio effettuate nei pressi di Saonara permettono di stabilire che questo ramo è stato attivo anche nella prima metà del

I millennio a.C. e tra il V e il IX secolo d.C. Il primo evento è circa coevo con la ripresa della sedimentazione nella piana di esondazione antistante la terminazione del dosso di Arzergrande (vedi sotto). Di particolare interesse è l'episodio fluviale di età tardo-antica/alto-medievale. Infatti, alcune fonti documentarie medievali associano il nome del Brenta con il territorio di Piove di Sacco e con la località denominata "Le Bebe" presso il Porto di Brondolo. L'antico tracciato del "Fiume Brentone", che viene indicato come il percorso più meridionale del sistema Brenta-Bacchiglione, potrebbe rappresentare la testimonianza di tale percorso. È quindi possibile che questa direttrice fluviale possa corrispondere a uno dei percorsi medievali del fiume prima della deviazione operata nel 1143. Presso Sant'Angelo il percorso proveniente da Saonara si biforca in due rami, uno dei quali prosegue verso Lova formando il dosso di Boion. Attestazioni di frequentazione risalenti all'età del Ferro, rinvenute lungo questo dosso, suggeriscono l'esistenza di un corso d'acqua attivo nel I millennio a.C., che collegava questo settore di pianura con l'entroterra patavino. Sulla base delle attuali conoscenze, non sembra possibile identificare in maniera univoca tale fiume con il Brenta, potendo anche trattarsi di un elemento dell'idrografia minore che sfruttava un percorso del Brenta ormai non più attivo. Il ramo occidentale della diramazione di Saonara prosegue prima verso sud in direzione di Brugine e devia poi verso est per Arzergrande dando luogo al dosso omonimo. Una datazione al radiocarbonio, ubicata in prossimità della terminazione settentrionale del dosso di Arzergrande, indica un'età di ripresa della sedimentazione nella piana di esondazione compresa tra 968-544 a.C., che potrebbe quindi corrispondere alle fasi iniziali di formazione del dosso. Evidenze archeologiche attestano la presenza di un fiume di grandi dimensioni, presumibilmente il Brenta, in corrispondenza di questo dosso in epoca romana imperiale (I d.C. - II d.C.).

4. Infine, si presume che il dosso di Stra e la sua prosecuzione per Fusina (dosso di Malcontenta) si sia formato principalmente durante l'ultimo millennio, a seguito dell'avulsione del Brenta all'altezza di Ponte di Brenta (PD), attribuita dalle fonti storiche al 1143 d.C. (BRUNELLO, 1993). L'unica datazione <sup>14</sup>C disponibile (BONDESAN *et al.*, 2008), relativa a un limo torboso presente tra 2,10 e 2,35 m di profondità al di sotto del dosso delle Giare, ha fornito una data di 955±55 BP. Questo livello organico è ricoperto da una sequenza che passa verso l'alto da sabbia medio grossolana a sabbia limosa e infine, nell'ultimo metro, a limo sabbioso. Calibrando la data, ciò indica che la ripresa della sedimentazione in facies di canale e la formazione del dosso sarebbero successivi a un momento posto a cavallo tra XI e XII secolo d.C., attribuzione cronostratigrafica del tutto coerente con la data

dell'avulsione del Brenta fornita dai documenti storici. E' da tener presente, comunque, che il dosso delle Giare è una diramazione del dosso di Stra e, quindi, quest'ultimo potrebbe essersi formato in un periodo precedente a quello medievale.

## 7.7. TRA BACCHIGLIONE E ADIGE

### 7.7.1. La morfologia fluviale

La porzione di territorio provinciale a sud del Bacchiglione è poco estesa, pertanto la sua evoluzione morfologica si comprende appieno solo inserendola nel contesto dell'intera parte di pianura compresa tra Brenta e Po, avvalendosi così di una visione sinottica in cui inserire le varie vicende, sia naturali che dovute all'uomo, che hanno segnato la storia del territorio. Una sintesi siffatta è esposta nel documentato volume di BASSAN *et al.* (1994); altre notizie interessanti sulla storia dell'intero Polesine si trovano in PERETTO (1986).

Il primo elemento idrografico che si incontra in questa parte del territorio veneziano è il Bacchiglione. Il fiume da Pontelongo (PD) scorre, con direzione ONO-ESE, su un dosso poco rilevato, fino a Brenta d'Abba, dove il dosso piega a nord-est, mentre il fiume prosegue, per altri 2,5 km, fino ad affiancarsi al Brenta. A valle di Brenta d'Abba il tracciato del fiume risulta del tutto artificiale, sostanzialmente rettilineo e parallelo a quello del Brenta fino alla confluenza con esso. È evidente, dal tracciato rettilineo

del fiume, l'intervento dell'uomo, che lo ha costretto tra argini artificiali. Non è immediato invece stabilire un rapporto tra il corso d'acqua e il dosso, che il fiume segue in generale; potrebbe essere lo stesso Bacchiglione che ha formato il dosso, ma questo potrebbe anche essere stato creato dal Brenta e poi usurpato dal corso d'acqua minore. Non si può nemmeno escludere, anche se appare meno probabile, che questo sia stato un vecchio tracciato dell'Adige. La carta dei *Principali lineamenti morfologici* allegata al testo di BASSAN *et al.* (1994) mostra come questo dosso possa essere messo in relazione con percorsi fluviali provenienti da nord e da nord-est, ma anche, se pur con una vistosa interruzione, con il percorso atesino che da Pernumia si snoda verso ovest passando poco a nord di Terrassa Padovana e di Arzercavalli.

A sud del Bacchiglione si trova un altro dosso ben rilevato, che compare nella carta provenendo da ovest, da Candiana (PD), e si biforca in due estensioni che sfumano in dossi poco rilevati lunghi circa 1,5 km. Essi costituiscono la terminazione occidentale di un pronunciato dosso atesino che si segue da Pernumia per San Pietro Viminario, Conselve e Arre (PD). Il dosso segna uno dei tracciati dell'Adige d'Este detto Togisone (poi Viginzone), che defluiva verso est e sfociava a Choggia (BASSAN *et al.*, 1994). Entrambe le terminazioni sembrano indicare il tracciato di corsi d'acqua che si innestavano sul dosso padano che da Agna, per Frapiero e Villa del Bosco, va a Conca d'Albero (Fig. 7.11).

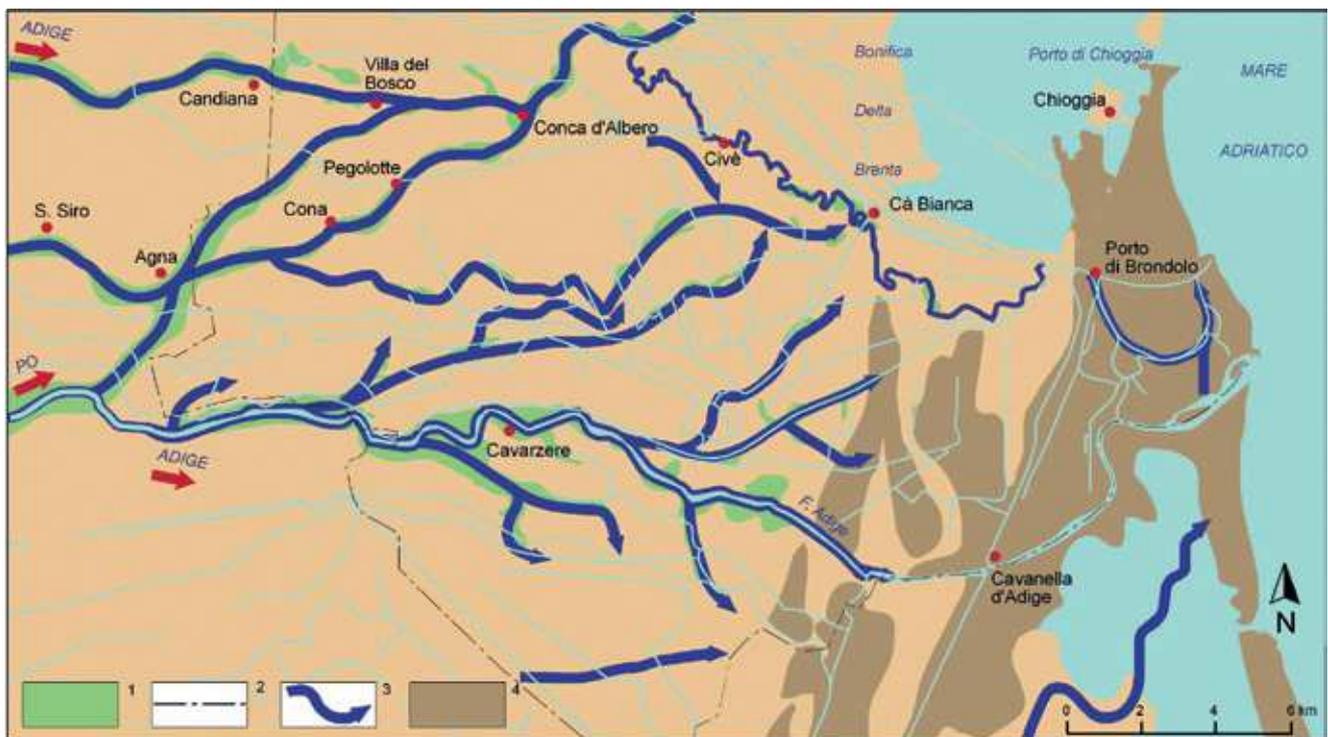


Fig. 7.11 - Le principali direttrici di deflusso a sud del Bacchiglione.

Legenda: 1) dossi di Adige e Po; 2) limite provinciale; 3) principali direttrici di deflusso; 4) antiche linee di costa e sistemi di apparati deltizi.

A un tracciato dello stesso Adige d'Este sembra logico ascrivere il dosso poco pronunciato, discontinuo e sottile che da San Prosdocimo va a nord-est fino allo Scolo Altopiano, qui piega a sud-est seguendo lo Scolo Paltana e a Conca d'Albero si congiunge con il dosso di un ramo padano. Si ritiene<sup>11</sup> che questi corsi d'acqua, legati all'Adige d'Este, siano stati attivi già nella media età del bronzo, o forse precedentemente (MARCOLONGO & ZAFFANELLA, 1987). Si sarebbero poi disattivati a seguito della rotta della Cucca, nel 589. Si attribuisce invece al sistema Brenta-Bacchiglione il dosso, lungo circa due chilometri, a sud-ovest di Pontelongo che con direzione meridiana dallo Scolo Paltana scende verso il tracciato sopra descritto dell'Adige d'Este. Alla forma corrisponde un affioramento di sabbie che lo congiunge con il dosso passante per Pontelongo.

Nel triangolo compreso tra il limite occidentale della carta, il corso del Bacchiglione e il dosso settentrionale del Po si trovano tracce discontinue di corsi d'acqua minori, che probabilmente risalgono a periodi nei quali il territorio era occupato da paludi o zone umide. Aree depresse si trovano tra Correzzola e Villa del Bosco (PD).

Più a sud si trovano due dossi ben evidenti, entrambi provenienti da Agna (PD) e diretti a nord-est: il primo passa per Canale San Felice e, portatosi a nord dello Scolo Mira, arriva a Conca d'Albero; il secondo arriva parimenti a Conca d'Albero con un percorso più meridionale, che da Agna passa per Cona e Pegolotte (Fig. 7.11).

Il dosso prosegue poi a NNE fin quasi a Brenta d'Abba. Questi due dossi sono riferiti al ramo più settentrionale del Po (CASTIGLIONI, 1978), attivo nell'età del Bronzo (nel periodo IX-III secolo a.C.) e probabilmente parzialmente insabbiato durante il periodo romano (PERETTO, 1986)<sup>12</sup>. Tra i due dossi si individuano piccoli bacini e le tracce di alcuni paleoalvei, tra i quali uno particolarmente sviluppato a ovest di Pegolotte. È possibile che il Po defluisse anche lungo alcuni percorsi volti maggiormente a est. Uno di questi potrebbe essere marcato dalle aree sabbiose che si osservano a est di Pegolotte per Cantarana e Civè, ma questo eventuale tracciato è privo di riscontri morfologici. Maggiore continuità ed evidenza ha invece una traccia sinuosa che si stacca dal dosso a Conetta, passa per l'idrovora Tassi e prosegue verso est fino all'altezza di Motta Molara, poi si volge a nord-est verso Civè, suddividendosi in vari rami. Per alcuni tratti questo paleoalveo presenta anche un modesto risalto morfologico.

Il territorio compreso tra il ramo del Po di Agna e l'Adige attuale si presenta come un'area complessivamente depressa, a drenaggio difficile. Le tracce relative al periodo romano mostrano una utilizzazione del territorio per l'agricoltura, ma è probabile che nell'alto medioevo le condizioni siano peggiorate. Le prime opere di bonifica furono eseguite dai monaci benedettini nella zona di Cona nel XII secolo (BASSAN *et*

*al.*, 1994), ma nelle carte storiche sei-settecentesche risultano ancora stagni a nord di Cavarzere, lungo la fossa della Rotta Nova. La "*Nouvelle Carte du Territoire de Polesine*" del 1780 segnala la presenza di un piccolo lago a nord di Rottanova. Lavori di bonifica furono eseguiti nel 1854; nel 1862 venne prosciugato il Foresto (BASSAN *et al.*, 1994). L'area è attraversata da alcuni importanti canali di bonifica, i maggiori dei quali possono essere considerati veri fiumi canalizzati: tra questi il Canale Rebosola, il Canale dei Cuori e il Gorzone. Quest'ultimo nel 1500 funzionava come diversivo dell'Adige, che scaricava le piene attraverso la Rotta Sabadina (ZUNICA, 1987). I tracciati di questi canali sono completamente determinati dall'uomo e indipendenti dalla morfologia dell'area, esclusi forse un segmento del Gorzone e uno del Canale Nuovo dei Cuori, che a nord di San Pietro di Cavarzere seguono qualche tratto di paleoalvei.

Tutta l'area presenta diffuse tracce di paleoalvei, che disegnano una contorta rete di corsi d'acqua che si intersecano, senza mostrare una direzione prevalente. Particolarmente interessante è la fascia compresa tra il Canale dei Cuori e l'Adige a nord di Cavarzere. Qui si osserva un fitto intreccio di paleoalvei anastomotici ben delineati, che corrispondono probabilmente a canali impostatisi su aree paludose e forse legati a rotte apertesi sulla sinistra dell'Adige.

La notevole estensione di suoli organici presenti a est della linea meridiana da Cantarana a Cavarzere si spiega proprio con la grande estensione delle paludi e delle zone umide che si verificò dall'alto medioevo all'età moderna. Gli impaludamenti che seguirono lo sfruttamento del territorio da parte dei romani si spiegano sia con la carente competenza che all'epoca si aveva nella gestione idraulica dei corsi d'acqua, sia con l'effetto dell'innalzamento del livello marino e della concomitante subsidenza (CARBOGNIN & TOSI, 2003). BORGIA *et al.* (1982) riporta per Adria una subsidenza di 33 cm tra il 1884 e il 1950, corrispondente a una velocità media di 5,1 mm/a, che ben giustifica la difficoltà di drenaggio riscontrata nella fascia costiera della pianura. Una accelerazione della velocità di subsidenza è stata verificata negli anni seguenti a seguito di estrazione di fluidi dal sottosuolo (per lo sfruttamento del metano) e delle opere di bonifica.

L'Adige scorre su un dosso ben individuato dal suo ingresso nel territorio della provincia sino a San Pietro di Cavarzere. Il percorso odierno dell'Adige è quello che esso prese, come concordano gli studiosi, con la rotta della Cucca, presso Albaredo (VR), probabilmente nel 589, come riporta Paolo Diacono. Questo tracciato non fu privo di inconvenienti, come testimoniano le cronache delle molte rotte ed esondazioni. Sulla carta sono riportate le tracce che ancora conservano evidenza di rotte avvenute sia in sinistra che in destra. La traccia più evidente è quella di Rottanova, cui si accompagna un breve dosso fluviale biforcuto

<sup>12</sup> Vedi anche i capitoli 2 "Profilo storico" e 3 "Geoarcheologia".

orientato verso nord-est. L'alveo era in origine più sinuoso di quanto lo è attualmente. Particolarmente evidenti sono le anse tagliate di Viola e Pizzon. Esse appaiono ancora attive ma tagliate artificialmente in una carta di Carlantonio Baldo del 1769, che fa risalire il taglio a dieci anni prima. Un meandro rettificato è visibile a monte di Cavanella d'Adige; dalla prima ansa si diparte un piccolo ventaglio di rotta. Dal dosso dell'Adige, in corrispondenza dell'abitato di Cavarzere si dipartono verso sud due protuberanze, la maggiore delle quali segue lo Scolo Tartaro prima di biforcarsi in due rami volti rispettivamente a sud e a sud-est. L'osservazione della citata carta del Baldo rivela che qui si intestavano due diversivi dell'Adige che confluivano nello Scolo Tartaro, indicato nella carta del Baldo come Canal Tartaro, poi detto Canal d'Ose, indi Oselin. L'Oselin attraversa un'area tra due depressioni; in corrispondenza di quella più occidentale nella carta del Polesine di Rovigo di Santo Astolfi del 1733 è riportato uno stagno, indicato con l'idronimo di Lago Anguggiario; nella stessa posizione la "Nouvelle Carte du Territoire de Polesine" del 1780 segna un Lago Agugiario.

L'elemento morfologico più evidente della parte meridionale della carta è un dosso fluviale sinuoso allungato da ovest a est, cui corrisponde una fascia di sabbie più lunga ed estesa del dosso stesso. Esso corrisponde verosimilmente a uno dei rami secondari del Po di Adria. Il piccolo ventaglio di esondazione riportato sulla carta in sua corrispondenza è una forma posteriore, legata probabilmente a un corso d'acqua sottodimensionato che ha sfruttato l'alveo abbandonato dalla corrente principale del Po. Più problematica appare l'attribuzione della traccia fluviale, priva di risalto morfologico, lungo la quale è tracciato lo Scolo Botta, a un più settentrionale ramo del Po di Adria, anche se la cosa non si può escludere. Probabilmente questo paleoalveo è dovuto ad attività più recente di un corso d'acqua che divagava in una area divenuta paludosa dal medioevo in poi. Una rete di tracce simili si trova tra lo Scolo Botta e il paleoalveo del Po di Adria. Che questa zona sia divenuta area umida dal medioevo mentre precedentemente era bonificata si evince dalla presenza di tracce di centuriazione riportate sulla carta tra Botta e Borgo Santa Maria.

A sud del paleoalveo del Po di Adria si trovano aree con suoli organici: qui, nella zona dell'ex Tenuta Grignella, vi era palude nel 1833, mentre la carta del Baldo riporta in questa posizione uno stagno con l'idronimo di Lago Oriondo.

### 7.7.2. La morfologia litorale

Una indicazione sulla posizione raggiunta dal mare durante la massima ingressione olocenica è data da BASSAN *et al.* (1994) che riportano i risultati di sondaggi eseguiti lungo l'Adige e più a sud. Questi testimoniano la presenza di sedimenti lagunari, a sud dell'Adige, lungo una linea che va da Piantazza,

appena a est di Cavarzere, sino al Naviglio Adigetto a est di Pasetto. Sabbie litorali sono state trovate in sondaggi eseguiti più a oriente, lungo una fascia che da Corte Fracasso, a nord di Boscochiaro, passa per Martinelle, il Traversagno, Acquamarza, Podere San Giovanni e arriva al Podere Santa Lucia, a NNE di Grignella. A est di Grignella sabbie litorali sono state trovate al Podere Santa Rosa, al Fienile Nuovo e a Forcarigoli. A nord dell'Adige, secondo FAVERO & SERANDREI BARBERO (1980) e BONDESAN *et al.* (2001), l'ingressione marina arrivò a una linea che da est di Cavarzere con direzione NNE passa per Cive e Canale Colombara per poi entrare in laguna.

La testimonianza superficiale più orientale di apparati litorali potrebbe essere data da due tracce di cordoni litorali spianati che sono stati individuati mediante telerilevamento tra il Gorzone e il Canale dei Cuori, a nord di San Gaetano. Sono due cordoni ben distinti, situati a distanza di 200 m uno dall'altro, lunghi poco più di un chilometro e allungati in direzione ENE-OSO; non sembrano perciò far parte dell'esteso corpo sedimentario litorale individuato più a est.

La prima fascia di sedimenti litoranei ampiamente estesa è rappresentata da un cordone complesso, largo da 350 a 750 metri circa, che si estende da Motta Palazzetto a Bebbe; qui è interrotto dalla fascia di sedimenti organici presso l'Adige, ma riprende a sud del fiume allungandosi sino a Ca' Negra bassa e Provvidenza. Secondo vari Autori questo cordone, si sarebbe formato nell'età del bronzo. Più a est, e accostati a questo primo cordone se ne trovano altri che, pur spianati, formano un insieme ben distinto. Essi vanno aprendosi da nord a sud, così che l'estremo sud-orientale punta verso Cavanella d'Adige, senza raggiungerlo. La disposizione di questi cordoni suggerisce che si tratti dell'ala sinistra di un delta con foce ubicata all'incirca in corrispondenza dell'Adige attuale. Dalle evidenze archeologiche risulta che questo apparato sia di età posteriore all'XI sec. a.C. La traccia di un paleoalveo, che a est di Dolfina interseca il Gorzone e scende, con direzione quasi meridiana, a Cavanella d'Adige, separa i cordoni descritti da quelli dell'apparato più orientale, che vanno aprendosi verso nord e che con varie propaggini arrivano al Canale di Valle. Sulla carta questo complesso, costituito da forme spianate, è stato diviso in una parte occidentale meno definita e una orientale con cordoni ben distinti. Dalla disposizione topografica sembrano legati a una foce ubicata in posizione settentrionale, forse dove attualmente è tracciato il Gorzone. Alcuni cordoni, disposti su tre file a nord del Gorzone, suggeriscono tuttavia una foce ancora più a nord. Essi sono intersecati dal paleoalveo del Brentone vecchio, che rappresenta probabilmente il percorso più meridionale del fiume in questa area. A est del Canale di Valle, che sul suo lato occidentale mostra l'evidenza di una fascia di piccoli ventagli d'esondazione, si trova un apparato litorale che si va allargando da nord a sud, tra Sant'Anna e il Bosco Nordio. Qui si sono

conservate dune con un rilievo fino a 6 m (CASTIGLIONI, 2001). Questo apparato, secondo MARCOLONGO & ZAFFANELLA (1987) è di epoca greco-etrusca. Segue l'apparato di dune dell'area di Sottomarina, legate al cospicuo avanzamento della linea di costa verificatosi dal Rinascimento. A sud dell'attuale tratto terminale del Brenta è visibile l'ampia ansa semicircolare che il fiume descriveva fino al 1839 (ZUNICA, 1969). A est in essa confluiva un ramo dell'Adige volto a nord, che separava l'isola Bacucco (ora Isola Verde).

## 7.8. LA LAGUNA SUD

### 7.8.1. L'assetto geomorfologico dell'area

I primi dati riguardanti la formazione del settore meridionale della laguna di Venezia sono riassunti nel lavoro di FAVERO & SERANDREI BARBERO (1980). Gli Autori, attraverso l'analisi di numerosi sondaggi eseguiti all'interno del bacino meridionale, propongono un modello di evoluzione paleoambientale basato sullo studio dei sedimenti olocenici depositatisi in quest'area. La formazione del bacino lagunare sarebbe avvenuta in seguito all'ingressione marina, iniziata alla fine dell'ultimo periodo glaciale würmiano, che raggiunse l'acme verso la metà del periodo Atlantico circa 6000 anni BP; la linea di massima ingressione olocenica viene posizionata a monte dell'attuale linea di costa (A in Fig. 7.12).

Le tracce di questa provvisoria e antica linea non sono visibili in superficie ma sono testimoniate dalla presenza di sabbie di ambiente marino-litorale situate attualmente a circa 7 m di profondità (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1978). Nelle aree retrostanti la linea di massima ingressione si sono formate paludi e torbiere per il susseguirsi di episodi di inondazione e di ristagno delle acque dolci a causa della maggiore difficoltà di drenaggio che si stava instaurando; gli Autori (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980) ritengono che questi sedimenti palustri si siano depositati in un intervallo di tempo compreso tra 6000 e 5000 anni dal presente. Dopo la massima ingressione marina, a partire dall'Atlantico superiore, inizia una fase di arretramento del mare: in un periodo relativamente breve la linea di costa si porta, intorno a circa 5000 anni fa, fino all'allineamento Motte Cucco - Peta de Bo - Val Grande (B in Fig. 7.12). La migrazione della linea di costa è stata probabilmente favorita dall'apporto di sedimenti da parte del Brenta nel settore meridionale della laguna e, più a sud, da parte dell'Adige e del Po.

### 7.8.2. Le antiche linee di costa

Nella carta geomorfologica l'antico litorale identificato dall'allineamento Motte Cucco - Peta de Bo - Val Grande è ben rappresentato dal sistema di dune localizzate lungo la direttrice San Pietro di Cavarzere-Motte Cucco-Motta Palazzetto.

All'interno del bacino lagunare attuale, invece, le

tracce dell'antica linea di costa non sono così evidenti. I primi riferimenti alla probabile presenza di un vecchio lido nel settore sud della laguna si trovano in un lavoro di ZUNICA (1974), il quale attraverso l'analisi della cartografia storica ipotizza la correlazione tra una estesa lingua di terra emergente situata nel bacino lagunare di Chioggia e il più vecchio dei cordoni dunosi che corrono alle spalle del delta del Po. Per verificare questa ipotesi nella carta geomorfologica sono stati riportati alcuni elementi desunti dalla cartografia storica e in particolare il margine interno della laguna tratto da una carta del 1534 di Nicolò dal Cortivo, elaborata da CISOTTO (1968). Nel settore situato nei pressi della Valle della Dolce, a ovest di Chioggia, il margine interno lagunare del XVI secolo individua una forma allungata in direzione NNE-SSO, rappresentata da terre in quel periodo emerse. Tale lingua di terra è separata in due parti dall'antico "Canal de Aseo", e la porzione situata più a nord si congiunge con una antica foce del fiume Brenta. Questo elemento morfologico è stato interpretato come una porzione dell'antico cordone litoraneo corrispondente alla prosecuzione dell'allineamento di cordoni dunosi posti più a sud tra Motta Palazzetto e San Pietro di Cavarzere. All'interno del bacino lagunare attualmente è riconoscibile solo una piccola parte dell'antico cordone litoraneo, rappresentata dall'odierna barena di Ca' Manzo (denominata "Vecchia Valle dell'Aseo" nella carta del 1534). La porzione situata più a sud è stata probabilmente sommersa e rimodellata dal Brenta che in questa area ha formato un ampio delta tra il 1840 e il 1896 (l'attuale Bonifica Delta Brenta). Mediante l'analisi da telerilevamento eseguita da A. LEZZIERO e S. MAGRI di immagini del satellite IKONOS, che ha effettuato la copertura completa del bacino scolante durante il periodo giugno/luglio 2001, sono state individuate, all'interno della laguna, alcune anomalie lineari interpretate come colonizzazioni di fanerogame. Queste anomalie sono situate alla sommità di un alto morfologico allungato (confermato dalla carta del microrilievo del fondo lagunare), costituito da un potente strato di sabbie. Tale alto morfologico è localizzato nel settore lagunare a nord di Chioggia, presso Vallesello sopra Vento, e nella carta geomorfologica è stato identificato con il simbolo di "cordone litoraneo antico desunto da immagini satellitari".

Sempre all'interno del bacino lagunare, ma in un settore più settentrionale, un'antica linea di costa rilevata da E. CANAL attraverso il campionamento e lo studio di numerosi campioni di sabbia, è stata rappresentata nella carta geomorfologica con il simbolo di "cordone litoraneo antico desunto da rilevamento".

I vari elementi sopra descritti, riconosciuti attraverso l'utilizzo di tre diverse metodologie (cartografia storica, telerilevamento e rilevamento di superficie) hanno permesso di cartografare in dettaglio l'antico cordone litoraneo già individuato in profondità da FAVERO & SERANDREI BARBERO (1980).

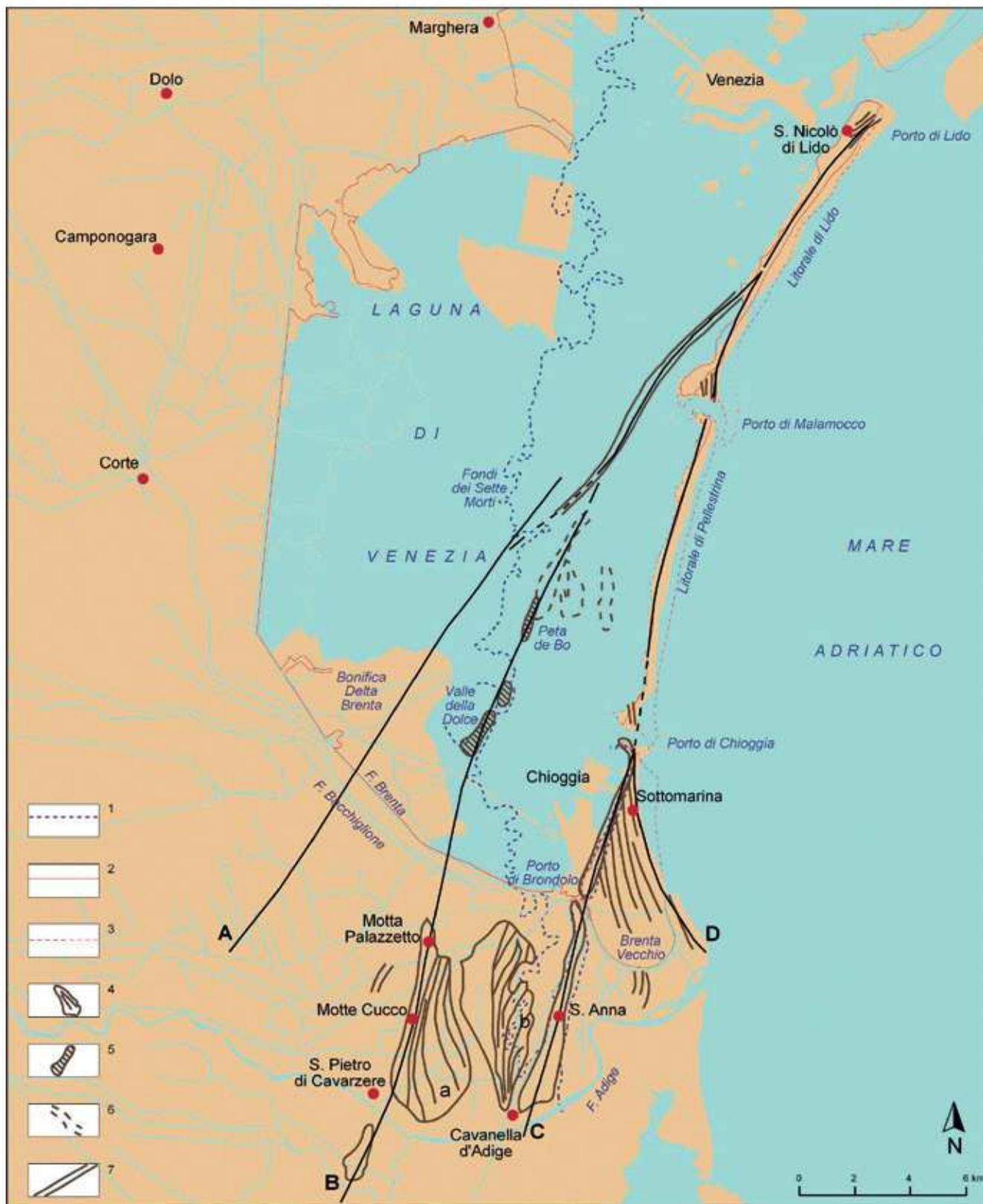


Fig. 7.12 - Le variazioni della linea di costa nel settore meridionale della laguna di Venezia.

Legenda: linea A: limite della massima ingressione olocenica, tratto da FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980; linea B: linea di costa San Pietro di Cavarzere - Motte Cucco - Motta Palazzetto - Peta de Bo; linea C: linea di costa Cavanella d'Adige - Sant'Anna - Chioggia; linea D: linea di costa attuale; 1) e 2) margine interno lagunare e linea di costa desunti da cartografia storica, secolo XVI (1) e secolo XVIII (2); 3) limite della spiaggia intertidale desunto da cartografia storica (anno 1763); 4) cordone litoraneo e complesso dunoso fossile spianato o rilevato; cordone litoraneo antico desunto da: 5) cartografia storica, 6) immagini satellitari, 7) rilevamento (E. Canal); "a" e "b": antichi apparati deltizi.

A monte di questa antica linea di costa si sono formate le prime lagune: a partire da circa 5000 anni fa si assiste al graduale sviluppo dei bacini lagunari, favorito principalmente dalla stabilità della linea di costa e dal fatto che alle spalle del cordone litoraneo vi erano settori non direttamente interessati dagli apporti clastici dei fiumi (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980). A partire dalle prime fasi di formazione dell'ambiente lagunare fino alla fine del periodo Atlantico, momento in cui la laguna ha raggiunto la sua massima espansione verso terra, il Brenta continuava a influenzare solo l'estremità meridionale del bacino. In un sondaggio ubicato nei pressi della località Fogolana sono state rilevate sabbie grossolane e ghiaie fini a circa 3,5 m di profondità, attribuite a un percorso del Brenta datato intorno a 5000 anni BP (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980). Anche all'interno del bacino lagunare tra Valle Millecampi e Conche (presso Ca' Boschettona) è stato individuato un antico alveo sepolto del Brenta, attivo durante l'Olocene (BASSAN *et al.*, 1994).

Nel settore di pianura posto più a sud compreso tra Adige e Brenta, alle spalle della linea di costa San Pietro di Cavarzere-Motta Palazzetto, si estendeva l'antica laguna di Motte Cucco successivamente scomparsa a causa dell'intenso apporto di sedimenti sabbiosi che hanno riempito parte del bacino e favorito la ripresa dell'avanzamento della linea di costa (FAVERO, 1983).

Nella carta geomorfologica tra San Pietro di Cavarzere e Cavanella d'Adige sono ben espressi due sistemi di cordoni dunosi ("A" e "B" in Fig. 7.12) che FAVERO & SERANDREI BARBERO (1978) identificano come apparati deltizi del fiume Po. Il primo dei due sistemi, infatti, sembra essere l'ala sinistra di un delta bialare con foce nella zona dell'attuale corso dell'Adige, mentre il secondo sembra essere l'ala destra di un altro delta, successivo al primo, con foce posta in corrispondenza dell'antico Porto di Brondolo. La formazione di questi due apparati deltizi potrebbe aver causato il rapido spostamento della linea di costa avvenuta tra 2800 e 2500 anni fa. Infatti i cordoni sabbiosi posti lungo la direttrice Cavanella d'Adige-Sant'Anna-Chioggia (C in Fig. 7.12) sono stati collegati da FAVERO & SERANDREI BARBERO (1978) a una linea di costa di età "etrusca", sulla quale si trova l'abitato di Spina (RA), e a un precedente cordone di età "pre-etrusca" identificati da CIABATTI (1967). Questi cordoni, situati a oriente del Canale di Valle, sono costituiti da una serie di allineamenti sabbiosi paralleli e molto vicini tra loro che testimoniano un lungo periodo di stabilizzazione del litorale in quest'area; in particolare sono stati riferiti, partendo da ovest verso est, al IV secolo a.C., al III secolo d.C. e al X secolo d.C. (CARBOGNIN & TOSI, 2003). In tempi successivi, da Chioggia la linea di costa si raccordò con San Nicolò di Lido per l'emersione di scanni costieri formati dalle sabbie del Brenta e poi del Piave, che divennero i lidi di Pellestrina e di Malamocco, più avanzati verso mare rispetto alla costa più antica (FAVERO, PAROLINI & SCATTOLIN, 1988).

Dato che i due sistemi deltizi vengono attribuiti al Po, ne consegue che il fiume padano si trovava, in questo periodo, più a nord dell'attuale percorso. Il dosso che passa per Agna-Cona-Pegolotte-Conca d'Albero (Fig. 7.11) è stato infatti definito come il ramo più settentrionale di questo fiume, sicuramente attivo in età preistorica e probabilmente anche in età protostorica (CASTIGLIONI, 1978).

Oltre al Po anche il fiume Adige ha contribuito con le sue alluvioni alla chiusura dell'antico bacino lagunare di Motte Cucco. In ZOLETTO (1991) viene riportata la datazione  $^{14}\text{C}$  ( $3225 \pm 90$  BP) di un tronco fluitato da corrente fluviale inglobato in sedimenti sabbiosi dell'Adige, campionato nella cava di San Siro; l'area si trova alla sommità di un dosso che a partire da Monselice, attraverso Bagnoli, arriva fino ad Agna (Fig. 7.11). Anche in un sondaggio effettuato a Ca' Borsetto, località situata nei pressi di un paleoalveo posto in continuità con il dosso fluviale sopra descritto, sono state riscontrate in profondità delle sabbie grigio-rossastre a grana medio-fine attribuite a un antico corso dell'Adige (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1978). ZANETTIN (1955) precisa che prima della rotta della Cucca, avvenuta nel 589 d.C., l'Adige avrebbe seguito la linea Este - Arre - Pontecasale - Villa del Bosco per immettersi nella laguna di Chioggia; aggiunge inoltre che una diversione di questo fiume si sarebbe avuta per Agna fino a Brondolo. La direttrice che a partire da Monselice (PD) arrivava fino ad Agna attraverso Bagnoli e San Siro risulterebbe, quindi, un antico percorso dell'Adige attivo circa 3200 anni fa; così come la fascia continua di sabbie grossolane d'Adige rilevata da ZANETTIN (1955) lungo la linea Pontecasale-Candiana-Villa del Bosco-Conca d'Albero corrisponderebbe a un antico alveo di questo fiume, il quale proseguendo lungo l'antico corso del Brentone, attraverso Cive e Ca' Bianca, giungeva fino a Brondolo (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1978).

### 7.8.3. Le forme e i depositi fluviali del Brenta nel bacino di Chioggia

Al percorso odierno del Brenta a nord di Padova secondo BASSAN *et al.*, (1994) sono collegati i dossi fluviali che si diramano da quest'ultimo a valle di Noventa Padovana. Dopo aver oltrepassato la zona di Camin (Fig. 7.10) l'ampio dosso di Noventa Padovana si divide in due percorsi principali, uno dei quali si dirige verso la direttrice Legnaro-Polverara e prosegue nel Canale di Pontelongo probabilmente confluendo negli antichi percorsi dell'Adige; l'altro segue la direzione di Saonara-San Angelo-Brugine e devia verso est passando per Arzergrande e Codevigo. Secondo BASSAN *et al.* (1994) il percorso fluviale del Brenta da Carturo a Camin era attivo in epoca ben precedente alla medievale rotta della Frivola; lo confermerebbero datazioni assolute e evidenze archeologiche come, ad esempio, il ponte di epoca romana rinvenuto nei pressi di Camin (PESAVENTO MATTIOLI, 1986). L'Autore, inoltre, ritiene probabile che questi antichi tracciati

corrispondano ai “*Medoaci duo*” citati da PLINIO. A partire da Codevigo l'ampio dosso sabbioso che passa per Arzergrande si divide in due rami: il primo risale verso Rosara e si immette in laguna nei pressi del Casone della Morosina; il secondo prosegue verso sud-est fino all'antica località Fogolana. In una carta di Domenico Vagioli del 1610, rappresentante il settore lagunare attualmente occupato dalla Bonifica Delta Brenta, si possono riconoscere alcune forme rilevate identificate con il nome di “dosso”. A partire da sud si individua il “dosso dell'Inferno” nei pressi dell'antico Canale di Montalbano, il “dosso del Bosco Scuro” in corrispondenza della località Fogolana, il “dosso del Agugiaro”, il cui primo tratto coincide con il Canale Scirocchetto e devia poi verso est, e infine il “dosso del Bosco”. È da notare che, escludendo una piccola porzione del “dosso del Agugiaro”, all'interno di queste forme non è presente un corso d'acqua attivo e che esse sono localizzate a monte del margine interno lagunare del 1534 separate tra loro da paludi e canneti. Nel lavoro di ZUNICA (1974) viene riportata una carta del Denaix del 1810, in cui gli stessi dossi appaiono ancora emersi ma localizzati all'interno della laguna viva separati da laghi e valli; anche ZUNICA (1974) identifica questo settore come un ambiente relitto derivato dagli apparati di sbocco dei più antichi corsi d'acqua sfocianti in laguna. Attualmente la Bonifica Delta Brenta ha coperto e livellato le antiche forme rilevate; solo nei pressi del Passo della Fogolana si riconosce una zona ancora adesso leggermente rialzata. Nella carta geomorfologica sono stati riportati i “dossi desunti dalla cartografia storica”; le barene e le velme a essi associate, presso Ca' delle Sacche e Casone della Morosina, sono state interpretate come forme residuali di dossi fluviali ora in laguna.

#### **7.8.4. Le forme e i depositi fluviali del Brenta nel bacino di Malamocco**

##### *Il settore sud del bacino di Malamocco*

Nel settore compreso tra il confine con la provincia di Padova e il Naviglio Brenta, a ridosso del Taglio Nuovissimo, si estende un'area costituita da ampie superfici poste sotto il livello del mare corrispondenti alle paludi che anticamente delimitavano il bacino lagunare (FAVERO, 1991). Le diramazioni fluviali, che si staccano dall'antico percorso del Brenta passante per Saonara-San Angelo-Brugine, interrompono la continuità tra le ampie zone depresse che caratterizzano quest'area. Si osservano infatti numerosi dossi, a volte poco pronunciati, alcuni dei quali corrispondono ad antiche divagazioni del Brenta, altri invece corrispondono, più semplicemente, a rotte e a canali di esondazione. Procedendo da sud verso nord (Fig. 7.10) si osserva la diramazione che da San Angelo prosegue verso Campolongo Maggiore e Corte (dosso di Campolongo) oppure verso Boion fino a Lova (dosso di Boion); quella da Vigonovo verso Premaore (dosso di Vigonovo), e da Tombelle verso Fossò, Camponogara (dosso di Fossò), proseguendo

probabilmente verso Campagna Lupia fino ad arrivare a Lova nei pressi del margine lagunare (dosso di Campagna Lupia).

Un piccolo corso d'acqua indicato con il nome di Rio Cornio e Scolo Brentella - Cornio attraversa il territorio posto a nord di Piove di Sacco da Vigonovo fino al margine lagunare. L'abbondanza dei resti archeologici ritrovati lungo il suo percorso ha portato numerosi Autori a identificare il Cornio come il *Medoaco* dei tempi romani quando questo sfociava in mare per il Porto di Malamocco (BRUNELLO, 1993). Ma secondo FAVERO (1991) il Cornio è molto più simile agli elementi della rete idrografica minore, che nascono da risorgiva o che sono alimentati da piogge che cadono sulla pianura: meno soggetti alle rovinose piene dei fiumi alpini, conservano tracce di millenni di attività svolte dall'uomo lungo le loro rive; una imbarcazione monossile, ad esempio, è stata rinvenuta lungo l'alveo di questo piccolo corso d'acqua nei pressi di Lova nel 1880 ed è stata datata da LEONARDI (1941) all'età preistorica o protostorica.

Tali percorsi fluviali hanno comunque contribuito alla chiusura di questa parte di bacino lagunare, di cui non si conosce la massima espansione raggiunta, ma che sicuramente nel passato è stato occupato da paludi di acqua dolce e da torbiere come evidenziato nella documentazione cartografica del XVI secolo. Nella carta geomorfologica il limite di queste aree di ambiente dulcicolo è indicato dalla linea corrispondente al margine interno lagunare desunto dalla carta di Nicolò dal Cortivo del 1534.

La zona situata all'interno del perimetro lagunare compresa tra il Porto Industriale di Marghera e la Bonifica Delta Brenta è infatti caratterizzata dalla presenza di aree barenicole identificate nella carta geomorfologica come “barene su sedimenti di ambiente palustre di acqua dolce”. Si tratta di barene formatesi per ingressione marina su torbe e argille palustri che, a loro volta, si erano instaurate in un ambiente già invaso dalle acque salate (indicatori di ambiente lagunare sono stati infatti riscontrati nei sedimenti sottostanti quelli di ambiente dulcicolo; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). La successiva estromissione dei fiumi operata nel tempo dai veneziani ha portato alla reingressione delle acque marine fino all'argine di conterminazione lagunare attuale e la formazione delle barene è avvenuta in seguito all'insediarsi della vegetazione alofila nella zona intertidale e subtidale (ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). Questo tipo di barene, definite da FAVERO & SERANDREI BARBERO (1983) come “residuo di ambiente dulcicolo”, è destinato alla graduale sommersione e all'erosione a causa dell'estrema compressibilità e disgregabilità del sedimento torboso e argilloso che forma il substrato stesso della barena. Questa tendenza evolutiva è inoltre accentuata dalla esposizione alle mareggiate legate ai venti di bora e di scirocco o, localmente, dal gioco delle correnti di marea e, infine, è legata alla attuale scarsità di apporti

clastici da parte dei fiumi (ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). Le barene situate all'interno dell'area delle valli da pesca (Valle dell'Averno, Valle Figheri, Valle Morosina tra le maggiori) denotano, al contrario, una tendenza evolutiva verso l'accrescimento dei margini. È probabile che l'isolamento di queste aree legato alla presenza degli argini delle valli da pesca abbia causato l'interruzione dei processi tipici dell'ambiente lagunare i quali, al contrario, portano alla graduale erosione delle barene localizzate all'interno della laguna viva.

#### *Il settore nord del bacino di Malamocco*

Anche il settore del bacino meridionale della laguna posto più a nord subì importanti modifiche a seguito della migrazione verso est della linea di costa iniziata nella prima parte del periodo Subatlantico: la laguna si estese notevolmente verso mare ma, contemporaneamente, la presenza di torbe e di argille palustri intercalate ai depositi di ambiente lagunare testimonia una massiccia invasione da parte delle acque dolci (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980). In poco più di mille anni, specificano gli Autori, nell'area compresa tra Torson e il margine lagunare e, più a sud, nella zona delle barene di Sacca delle Orae e Fondi dei Sette Morti, i depositi fluviali del Brenta riempirono le depressioni lagunari e formarono una superficie suborizzontale poco sopra al livello delle acque, localmente idonea ad ospitare insediamenti antropici (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980). Questo processo ha un preciso riferimento cronologico in quanto due campioni di torba, prelevati in quest'area poco lontano dal sondaggio Torson (Fig. 7.10), hanno evidenziato un'età corrispondente a  $1730 \pm 80$  (età calibrata 89-531 d.C.) e  $1140 \pm 80$  (età calibrata 688-1025 d.C.) anni a  $^{14}\text{C}$  BP (PIRAZZOLI *et al.*, 1979), e alcuni resti di tronchi trovati nelle torbe a 1 m di profondità vicino al sondaggio Bondante (Fig. 7.10) sono stati datati da 1515 a 1145 anni fa (MARCELLO & SPADA, 1968; ARENA, 1959). Considerando il fatto che al di sotto delle torbe si trovano limi e argille palustri con spessori da 0,5 a 1 metro a diretto contatto con i sedimenti lagunari, è probabile che già in epoca romana il Brenta defluisse verso il Bacino di Malamocco dopo aver abbandonato i percorsi che da Noventa Padovana e da Camin lo portavano verso sud (FAVERO, 1991).

Osservando in dettaglio l'area compresa tra la Brenta Secca e il Canale Bondante di Sotto si nota una alternanza di alti e bassi morfologici. Partendo da sudovest verso nordest si individuano infatti delle aree che si trovano a quote superiori allo zero; in particolare il dosso di Lugo, il dosso delle Giare e le aree barenicole attraversate dai canali lagunari come il Laroncello, il Volpadeago e l'Avesa, dei quali nella carta geomorfologica è riportato l'antico tracciato ripreso dalle carte storiche del XVI e XVII secolo. Le zone depresse sono rappresentate dalle valli (Valle Maina e Serraglia) e dai laghi (Lago Stradoni, Lago

dei Teneri, Lago del Morto e della Stella). È da notare che il toponimo "lago" nella terminologia lagunare è frequentemente associato a zone che si trovano in prossimità della foce di un fiume. L'insieme di questi elementi fa pensare a un ambiente di delta fluviale endolagunare legato alla presenza di un corso d'acqua che, nel passato, ha depositato le sue alluvioni in quest'area riempiendo parzialmente il bacino lagunare (lo dimostrerebbero i depositi palustri spessi un paio di metri rilevati in questo settore da FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980) e i canali lagunari (tra cui i canali Laroncello, Volpadeago e Avesa) rappresenterebbero le antiche direttrici fluviali. Anche il ritrovamento di un insediamento di età romana nell'area barenicola situata tra il Lago dei Teneri e il Lago Stradoni fa pensare alla presenza di terre emerse e localmente idonee all'occupazione antropica. Su questi depositi di ambiente dulcicolo si sarebbero successivamente impostate le barene e le velme attuali a seguito di una nuova ingressione di acque salate (sia per subsidenza che per eustatismo) e dell'estromissione dei fiumi dalla laguna. La costruzione dell'argine di conterminazione lagunare ha infine preservato dall'erosione alcune aree come il dosso delle Giare e il dosso di Lugo che conservano tuttora la forma evidenziata nelle carte del XVIII secolo, mentre le zone esterne all'arginatura hanno subito e tuttora subiscono i processi erosivi che contraddistinguono l'attuale tendenza evolutiva della morfologia lagunare.

#### **7.8.5. Le forme e i depositi fluviali in laguna relativi alle deviazioni artificiali del fiume Brenta dal 1143 ad oggi**

Nella carta geomorfologica si individuano i due percorsi che le acque del Brenta seguirono mescolandosi con le acque dei fiumi minori in conseguenza alle numerose rotte avvenute presso Oriago. Il primo di questi percorsi fluviali ha dato luogo al dosso che da Oriago arriva fino all'abitato di Marghera, prosegue poi nel Musone-Bottenigo e sfocia infine in laguna presso le antiche Bocche Grandi di Bottenigo (Fig. 7.13).

Il margine lagunare interno del XVI secolo all'altezza dell'attuale Canale delle Tresse evidenzia una lingua di terra emersa denominata "Punta dei Lovi", toponimo che identifica una forma fluviale di transizione tra gli apparati deltizi, stretti e molto allungati, e gli argini naturali (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). È probabile che quest'ultima corrisponda a una delle due foci del Brenta citate da COMEL (1968), in particolare quella situata nei pressi di Santa Marta (A in Fig. 7.13), chiusa dai veneziani nel 1191 nella speranza di rallentare il preoccupante fenomeno di interrimento della laguna. Le acque del Brenta, infatti, defluivano verso la città di Venezia attraverso l'antico "Canal di Botenigo", ora Canale delle Tresse, e si immettevano nel Canale della Giudecca. Fino a questo punto defluivano anche le acque del secondo percorso del Brenta, quello che seguiva l'odierno Naviglio; nei pressi di Oriago, immettendosi nell'alveo di un altro corso



d'acqua minore (l'antico "fiume Oriago"), il Brenta scaricava le sue torbide in laguna con una ulteriore foce, quella di Fusina (B in Fig. 7.13). Il margine lagunare del 1534 in questo punto non evidenzia grossi protendimenti verso l'interno della laguna; è probabile che le acque del Brenta deviassero verso nord-est e, attraverso un antico canale lagunare riconoscibile forse nell'attuale Canale Vecchio di Fusina, arrivassero a lambire la città di Venezia interessando anche l'Isola di San Giorgio in Alga. La batimetria del fondo lagunare nei pressi di Fusina ha comunque messo in evidenza un alto morfologico, segnalato nella carta geomorfologica con il simbolo di "delta fluviale endolagunare": poiché questo delta non trova riscontro nella carta del XVI secolo è possibile che esso si sia formato in tempi successivi, da quando cioè le acque del Naviglio Brenta si immettono nel Canale della Giudecca attraverso il Canale Nuovo di Fusina (C in Fig. 7.13).

Il nuovo corso del Brenta, che dal 1143 defluiva in direzione di Venezia, aveva reso inabitabile il territorio di San Ilario (antica località situata nei pressi dell'attuale margine lagunare a sud-ovest di Porto Marghera), trasformandolo in un ambiente palustre. Il limite della terraferma continuava lentamente ad avanzare restringendo sempre di più il bacino lagunare, contemporaneamente una quantità sempre maggiore di acqua dolce defluiva verso la città determinando l'impaludamento della laguna e l'avanzare dei canneti (FAVERO *et al.*, 1988); i veneziani decisero di intervenire facendo deviare le acque del Brenta verso sud nel bacino di Malamocco.

Nel 1327 la deviazione venne portata a termine e il Brenta sfociò a Volpego di fronte a San Marco in Bocca Lama (isola scomparsa nel XVII secolo). In corrispondenza dell'antica foce di Volpego sia la batimetria del fondo lagunare sia il margine interno del 1534 evidenziano la presenza di un delta endolagunare (D in Fig. 7.13), testimoniato in superficie dalle attuali Motte di Volpego (piccola area costituita da velme che ancora sopravvivono a ridosso del Canale Malamocco-Marghera).

Nel 1438 la foce di Fusina fu chiusa e da quel momento in poi il deflusso principale del Brenta fu allontanato dal Porto di San Nicolò di Lido. I veneziani, nel tentativo di allontanare ancora di più le alluvioni del Brenta dalla città deviandole verso il Porto di Malamocco, chiusero anche la foce di Volpego. Incanalando il fiume lungo l'antico Canale Corbola, aprirono nel 1452 una nuova foce in corrispondenza del Canale Maggiore di cui, ancora oggi, si trova riscontro in un delta endolagunare (E in Fig. 7.13) evidenziato anche nella carta del 1534.

Nel 1457 venne aperto lo "Sborador di Sambruson" (dove oggi scorre lo Scolo Brenta Secca) mediante il quale le acque del Brenta defluivano fino al Canale di Lugo utilizzando un antico percorso del fiume (MARCHIORI, 1986).

Nel 1507 il Brenta fu incanalato in un alveo artificiale chiamato "Taglio Brenta Nuova" o "Brentone", che at-

traversando Dolo, Corte e Conche portava le acque del fiume nella laguna di Chioggia attraverso il "Canale di Montalbano", usufruito nel passato dal Bacchiglione. In una carta anonima del XVII secolo, infatti, il Canale di Montalbano è denominato "Bachion Vecchio" e si osserva a ovest di Conche il nuovo tracciato del fiume "Bachion Novo", che si collega al "Canal del Toro". Nella carta geomorfologica in corrispondenza dello sbocco dell'antico "Canale di Montalbano" è rappresentato un "delta fluviale endolagunare" messo in evidenza sia dalla batimetria del fondo lagunare sia dal margine interno del 1534 (F in Fig. 7.13). L'antica "Carta del territorio della Fogolana e di luoghi vicini" di Giacomo Alberti (1542) fa ben risaltare la forma del delta del Brenta di quel periodo: esso si presenta suddiviso in numerose digitazioni che danno luogo a un caratteristico disegno a zampa d'oca (ZUNICA, 1974). È probabile che la presenza del vecchio lido, allora in parte ancora emerso, abbia ostacolato la normale deposizione delle alluvioni del Brenta che sono state, quindi, deviate verso nord.

La fusione dei tratti terminali di Brenta e Bacchiglione aveva provocato gravi problemi di inondazione a monte (MARCHIORI, 1986) e nel 1540 si decise di portare entrambi i fiumi fino a Brondolo attraverso due alvei indipendenti: il "Canal del Toro" (ora Canale Morto) per il Bacchiglione e l'attuale alveo del Bacchiglione per il Brenta. Per far defluire le acque fino al mare attraverso la laguna di Chioggia vennero costruiti dei "paradori", argini artificiali che incanalavano i due fiumi fino al porto di Brondolo. Questa situazione perdurò fino al 1840 e il risultato fu che in circa 300 anni la laguna di Brondolo, rimasta priva di accessi al mare, si trasformò prima in una valle di acqua dolce per arrivare poi alla completa scomparsa (FAVERO, PAROLINI & SCATTOLIN, 1988). Inoltre, le alluvioni di Brenta e Bacchiglione unite agli apporti dell'Adige diedero luogo a un notevole accrescimento del litorale fino alla formazione dell'attuale lido di Sottomarina. Nella carta geomorfologica è riportata la situazione relativa al 1534: il margine interno lagunare del XVI secolo delimita l'area occupata dall'antica laguna di Brondolo e dal lido di Chioggia tra l'omonimo porto e il Porto di Brondolo; a sud di quest'ultimo è riconoscibile il lido che delimitava la laguna di Brondolo fino all'antica foce dell'Adige.

La scarsa pendenza del lungo percorso artificiale in cui defluivano le acque del Brenta per arrivare fino al porto di Brondolo causò un notevole innalzamento del letto del fiume; nei pressi di Calcroci sono tuttora riconoscibili i vecchi argini della Brenta Nuova (VALLERANI, 1995). Si verificarono numerose e violente inondazioni soprattutto tra il 1700 e l'inizio del 1800, ma solo nel 1840 il Brenta fu nuovamente incanalato verso la laguna di Chioggia mediante il tratto artificiale denominato "Brenta Vecchia". L'immissione del fiume nella laguna determinò lo sviluppo di un ventaglio alluvionale emergente che portò all'impaludamento di oltre 30 km<sup>2</sup> di laguna e al parziale interrimento dei

canali lagunari (ZUNICA, 1974). Parte di questo territorio fu successivamente bonificato e gli fu dato il nome di Bonifica Delta Brenta. In Fig. 7.14, è riportata una carta del 1810 (unione dei fogli 9 e 13 della carta del Denaix) in cui si osserva la situazione di questo settore lagunare prima che venissero immesse le acque del fiume nel 1840.



ZUNICA (1974) precisa che se la formazione del delta fu determinata dal depositarsi di cospicui apporti solidi del Brenta, va anche tenuto conto che prima del profilarsi di queste nuove condizioni, tutto il settore appariva come un ambiente relitto. Infatti, sia per effetto dell'azione erosiva delle acque, sia per effetto della subsidenza, gli spazi vallivi avevano preso il sopravvento sulle

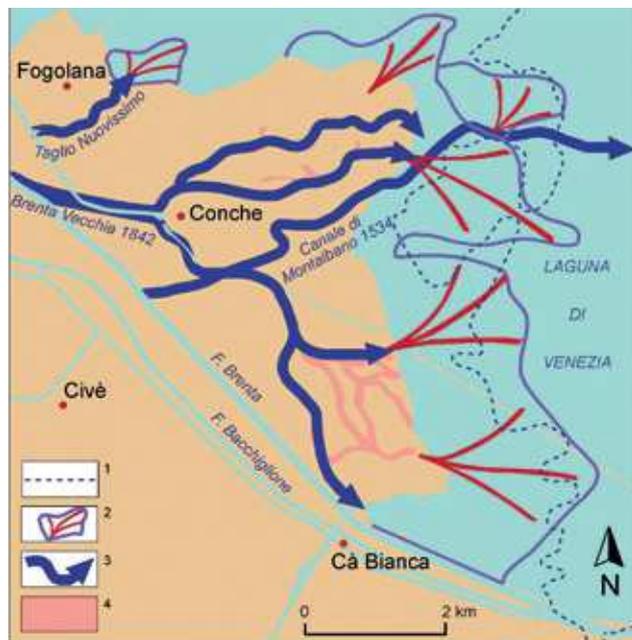


Fig. 7.14 - Particolare della carta del Denaix (unione dei fogli 9 e 13) in cui si osserva come appariva nel 1810 il settore lagunare oggi occupato dalla Bonifica Delta Brenta (da ZUNICA, 1992).

Fig. 7.15 - Le principali direttrici di deflusso del Brenta nel settore della Bonifica Delta Brenta durante il XVI e XIX secolo.

Legenda: 1) margine interno lagunare desunto da cartografia storica (secolo XVI); 2) delta fluviali endolagunari (XVI secolo: Canale di Montalbano; XIX secolo: Brenta Vecchia); 3) direttrici di deflusso; 4) traccia di corso fluviale estinto a livello della pianura o leggermente incassato.

Fig. 7.16 - Stralcio del foglio X della carta rilevata per conto dell'Alto Comando della Marina Austriaca nel 1860. Le acque del fiume Brenta defluiscono in laguna attraverso numerosi rami e il delta appare già ben delineato: in questo periodo risultano più attivi i rami settentrionali (da ZUNICA, 1992).

Fig. 7.17 - Stralcio del foglio IX e XII della carta redatta a cura della Deputazione Provinciale di Padova nel 1882. Le acque del fiume Brenta defluiscono ora, sempre attraverso numerosi e sottili rami, nel bacino meridionale della laguna (da ZUNICA, 1992).

aree in passato emergenti. L'estrema rapidità con cui l'ampio delta si è formato (circa 50 anni) è stata quindi facilitata dalla presenza di un substrato in parte eroso ma, comunque, già in precedenza interessato dalla deposizione delle alluvioni del fiume (vedi ad esempio la foce del XVI secolo e gli antichi dossi della Fogolana e dell'Inferno).

Osservando la carta geomorfologica si nota che questo delta fluviale comprende, oltre al settore ora bonificato, un'area parzialmente emersa situata all'interno del bacino lagunare, costituita da barene e velme che dolcemente si raccordano con il fondo della laguna (Fig. 7.15).

Anche in questo caso il limite morfologico del delta fluviale endolagunare è stato tracciato sulla base dei dati batimetrici e dell'analisi della cartografia storica (G in Fig. 7.13). La formazione dell'apparato deltizio è avvenuta essenzialmente in due fasi: per primi si sono sviluppati i rami settentrionali del Brenta che sedimentando all'interno della laguna colmarono l'area compresa tra il dosso della Fogolana e l'antico Canale di Montalbano (Fig. 7.16). Il piccolo delta situato più a nord (H in Fig. 7.13), tra il Canale Scirocchetto e il dosso della Fogolana, sembra essere legato all'apporto di modeste quantità di torbide da parte del Canale Nuovissimo, interrotto all'altezza della località Fogolana nel 1840 per permettere il taglio del Brenta a nord di Conche (ZUNICA, 1974). Una seconda fase di sviluppo del delta presenta l'attività dei soli rami meridionali del Brenta, i quali scaricando nella Valle della Dolce e verso il Canale delle Trezze colmarono anche questa parte di laguna (Fig. 7.17).

Nel 1858 venne ultimato il "Taglio della Cunetta" da Fossalovara a Corte, ma solo nel 1896 il Brenta tornò a sfociare a Brondolo attraverso l'attuale alveo, unito al Bacchiglione all'altezza di Ca' Pasqua. Le acque dei due fiumi da quel momento in poi furono definitivamente estromesse dalla laguna di Venezia.

#### 7.8.6. La "laguna viva"

L'analisi della batimetria lungo i principali alvei lagunari che si ramificano dalle bocche di porto di Malamocco e di Chioggia ha messo in evidenza delle morfologie particolari. Si individuano infatti forme più o meno rilevate che contornano i canali lagunari, identificate come argini mareali da GATTO & MAROCCO (1993a). Mentre nel bacino settentrionale questi corpi sedimentari costituiscono delle vere e proprie barene ("barene di canale lagunare"), in quest'area si rinvengono al di sotto del l.m.m., meno sviluppati e privi di vegetazione; per questo tipo di argini sommersi GATTO & MAROCCO (1993a) propongono il nome di "gengive".

Altre forme, evidenziate dalla batimetria e cartografate nella carta geomorfologica, sono le "fosse di foce lagunare": si tratta di profonde depressioni, spesso imbutiformi, localizzate in corrispondenza delle bocche di porto (STEFANON, 1980). La fossa di maggiori dimensioni, nota localmente con il nome

di "Fossa della Palada delle Ceppe" posizionata nei pressi della Bocca di Porto di Malamocco, raggiunge i 50 m di profondità. Le fosse situate presso le altre due bocche di porto raggiungono valori di profondità minori: circa 38 m a Chioggia e intorno a 30 m al Lido in corrispondenza del forte di Sant'Andrea. Queste depressioni sono di solito localizzate alla radice interna e all'estremità esterna verso mare delle dighe. Nel caso della Bocca di Porto del Lido, invece, le fosse interne sono situate nei due canali in cui la bocca di porto si biforca. Secondo STEFANON (1980) la formazione delle depressioni è dovuta a fenomeni di erosione del fondo dei canali per la presenza di forti correnti all'interno delle bocche di porto (fino a 3 m/sec a Malamocco), provocate dalle escursioni di marea. Le fosse si sono formate in tempi molto recenti e sono legate alla regolarizzazione delle bocche di porto effettuata attraverso la costruzione dei moli foranei.

#### 7.8.7. Il litorale del bacino meridionale

All'interno del bacino meridionale è stata individuata una antica linea di costa, probabilmente di età precedente al 1000 a.C. per rapporto alle linee di costa successive di età etrusca e preetrusca (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1978), le cui tracce sono state cartografate nella carta geomorfologica con le seguenti simbologie: "cordone litoraneo antico desunto da immagini satellitari", "da cartografia storica" e "da rilevamento". La presenza di questo antico cordone litoraneo è testimoniata attualmente da alcuni piccoli isolotti talora emergenti solo in occasione delle basse maree: Motta Val Grande, Motta Peta de Bo e Barena di Ca' Manzo situate nella parte più interna del bacino, Motta di Beverara e Motta di Bombae spostate verso est e legate probabilmente a una posizione intermedia del litorale tra l'antica linea di costa e quella attuale. Secondo FAVERO (1991), al contrario di quanto si è verificato nel bacino settentrionale dove la migrazione della linea di costa è avvenuta per gli abbondanti apporti di sedimenti fluviali, il litorale di Pellestrina si è spostato nella posizione attuale a seguito della formazione di un tombolo localizzato tra i due cordoni litoranei più esterni: quello di Malamocco a nord e di Sottomarina a sud. I vari isolotti che costituivano l'esile tombolo iniziale furono saldati tra loro dall'opera dell'uomo convinto che solo l'estrema difesa dei litorali avrebbe potuto proteggere la laguna dall'aggressione del mare. La costruzione dei "Murazzi" lungo tutto il litorale di Pellestrina trasformò, infatti, questo lido in una vera e propria diga che lo ha conservato fino ai giorni nostri (FAVERO, 1991).

Il Lido di Sottomarina, che costituisce l'ultimo tratto verso sud del litorale della laguna di Venezia, si è formato negli ultimi 500 anni (D in Fig. 7.12); nella carta geomorfologica si individua l'area molto più limitata che rappresentava nel XVI secolo l'antico litorale di Chioggia (desunto dalla carta di Nicolò dal Cortivo del 1534). A seguito della diversione del Brenta, che fu portato a sfociare a Brondolo unitamente

al Bacchiglione nel 1540, ebbe luogo un notevole accrescimento del litorale fino alla posizione attuale causato dalla deposizione delle alluvioni dei due fiumi a cui si unirono anche gli apporti dell'Adige.

Nella parte interna del bacino lagunare le appendici sabbiose emerse comprese tra il Canale Lombardo e il Lago Lusenzo a sud di Chioggia sono state interpretate da FAVERO (1994), per la loro direzione e per la tessitura dei sedimenti superficiali, come l'ala settentrionale di un apparato deltizio che trova la sua continuità in quei cordoni dunosi localizzati a est del Canale delle Bebbe, interpretati a loro volta come l'ala meridionale di un apparato deltizio del Po (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1980).

Come accade per Venezia anche per Chioggia poco si sa ancora sull'origine dell'isola su cui sorge uno dei due maggiori centri abitati della laguna: FAVERO (1991) suggerisce l'ipotesi di un insediamento sui cordoni di una cuspidale fluviale probabile continuazione dell'apparato deltizio precedentemente descritto.

## 7.9. LA LAGUNA CENTRALE

### 7.9.1. Il territorio di San Ilario

Le fonti documentarie forniscono rare informazioni inerenti il corso del Brenta nel periodo compreso fra i

primi decenni del Cristianesimo e l'undicesimo secolo d.C. BRUNELLO (1993) riporta una citazione di Paolo Diacono secondo il quale il Brenta, durante il diluvio del 589, poco più a sud di Vigodarzere (PD) si aprì un nuovo letto fino a Noventa e verso il Piovano (*Historia Longobardorum*, III, 23).

Una datazione al radiocarbonio ( $1380 \pm 100$  BP, 450-860 d.C.) eseguita su un tronco sepolto a 5 m di profondità in sedimenti alluvionali nelle vicinanze di Saonara (PD), indica che il Brenta interessava quest'area tra il V e il IX secolo d.C. (CASTIGLIONI, GIRARDI & RODOLFI, 1987). Inoltre, alcuni documenti storici medievali associano spesso il nome del Brenta con il territorio di Piove di Sacco e la località denominata "Le Bebe", senza però precisare l'esatto percorso che rimane ancora oggi sconosciuto.

Le frequenti inondazioni che accompagnavano le piene del fiume erano comunque fonte di preoccupazione per i padovani che nel 1143 aprirono un diversivo presso Noventa in direzione di Venezia, utilizzando uno dei corsi fluviali naturali o artificiali che servivano da comunicazione tra Padova e la città lagunare (COMEL, 1968). La deviazione del Brenta provocò in breve tempo l'impaludamento del territorio di San Ilario, luogo in cui sorgeva l'Abbazia fondata nel IX secolo dai monaci Benedettini nei pressi dell'odierna località Do-

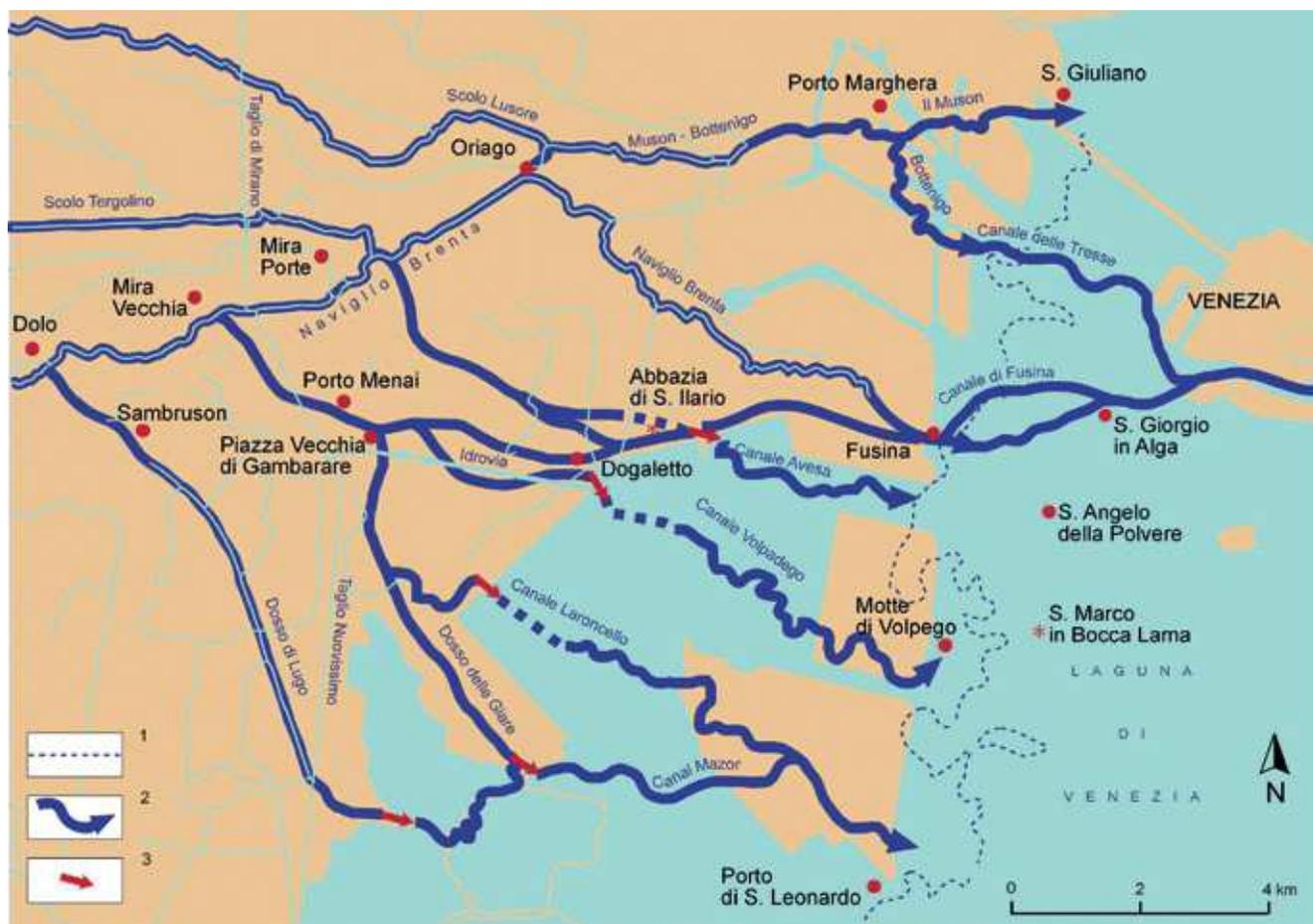


Fig. 7.18 - Le principali direttrici di deflusso del Brenta nel settore posto a sud del Naviglio Brenta tra Dolo e Fusina. Legenda: 1) margine interno lagunare desunto da cartografia storica (secolo XVI); 2) direttrici di deflusso; 3) ingresso di sistema fluviale attivo o abbandonato in canale lagunare.

galetto (Fig. 7.18). In occasione delle frequenti rotte, infatti, le acque del Brenta si mescolavano con quelle dei corsi d'acqua minori causando allagamenti disastrosi per tutta l'area situata a sud di Mestre (FAVERO, PAROLINI & SCATTOLIN, 1988).

### 7.9.2. I fiumi di risorgiva minori: Musone Vecchio, Marzenego, Zero e Dese

Un altro fiume, il Musone, sfociava in laguna provocando seri danni alla città di Venezia. Attualmente questo corso d'acqua, proveniente dai colli Asolani, entra in un alveo artificiale detto Muson dei Sassi a ovest di Castel di Godego e si unisce al Brenta nei pressi di Vigodarzere. Nelle vicinanze di San Martino di Lupari, invece, nasce un fiume di risorgiva, il Musone Vecchio, il quale passando per Stigliano arriva a Mirano e da qui, attraverso l'omonimo Taglio, si immette nel Naviglio Brenta. All'altezza di Salzano, dove il Musone Vecchio prosegue verso sud, un dosso poco pronunciato con associati sedimenti prevalentemente sabbiosi si stacca in direzione sud-est costeggiando il Rio Cimetto (denominato "Musonel" in una carta del XVI secolo) fino all'abitato di Mestre. Questo antico percorso fluviale risulta essere il limite naturale tra due centuriazioni romane, quella Altinate a nord e quella Patavina a sud, e, secondo gli storici, potrebbe coincidere con il tracciato romano dell'antico fiume Musone. Inoltre sembra probabile che in epoca romana il Musone sfociasse in laguna in una località non lontana dall'odierna Mestre. BRUNELLO (1993) precisa che il fiume, arrivato in città lungo l'alveo di cui resta traccia nell'attuale Rio Cimetto, attraversava l'area occupata attualmente dal centro di Mestre utilizzando uno dei due rami del Marzenego (il Ramo delle Campanie) e scorrendo in prossimità del Canal Salso (ex "Cava Gradeniga") si immetteva in laguna all'altezza di San Giuliano.

COMEL (1968) ricorda che in epoca medievale il Musone prendeva il nome di Bottenigo nel suo ultimo tratto e, dopo aver raccolto le acque del Menegone, Lusore, Zezenigo e Pionca, sfociava in laguna nei pressi di Porto Marghera (Fig. 7.18).

Nella carta geomorfologica è riportato l'antico percorso di questo fiume desunto da due carte storiche; una risalente al XVI secolo in cui ancora si nota il collegamento tra il "Fiume Muson" e il "Botenigo", e una del 1628 dove "Il Muson" sfocia direttamente in laguna. Nel 1454 il Governo della Repubblica di Venezia ordinò che il Bottenigo, attraverso il canale Rivale, venisse deviato nel Canal Salso all'altezza di San Giuliano (BRUNELLO, 1993). Nella carta storica più recente, infatti, del vecchio tratto finale del fiume non rimane che un canale lagunare che si snoda tra le barene e prende il nome di "Caroseto". Nel 1655 fu portato a termine il Taglio di Mirano, attraverso il quale le acque del Musone furono definitivamente convogliate nel Naviglio Brenta; inoltre l'eccesso delle acque dei due fiumi poteva scaricarsi in mare a Brondolo attraverso il Taglio Nuovissimo, completato già nel 1610.

Nel 1336 l'argine artificiale costruito in precedenza tra Fusina e San Marco in Bocca Lama venne prolungato fino a Marghera e Campalto per allontanare da Venezia le acque del Musone e del Marzenego. Il Marzenego, infatti, nel XIV secolo sfociava in laguna presso Marghera con due foci: quella chiamata "Osellino", per l'esiguità della sua corrente, era la più vecchia; la foce più recente, invece, era stata aperta nel 1360 (COMEL, 1968). Anche il territorio di Mestre era interessato da continui allagamenti da quando, nel 1435, le acque del Dese e, successivamente, quelle dello Zero e del Sile vennero immesse nei canali della città attraverso deviazioni praticate per alimentare i mulini. Da questo periodo in poi i veneziani decretarono una lunga serie di provvedimenti allo scopo di allontanare definitivamente dalla laguna le acque dei tre fiumi di risorgiva (Zero, Dese e Marzenego) che non furono, tra l'altro, mai portati a termine. Infatti, i pareri sulla tecnica più opportuna da seguire per ottenere i migliori risultati erano molto diversi e fortemente contrastanti (COMEL, 1968). L'unico provvedimento attuato fu quello riguardante il fiume Marzenego che fu deviato nel 1519 da Mestre fino alle foci del Dese attraverso il canale dell'Osellino. Tuttora le acque del Marzenego e del Dese, unitamente a quelle dello Zero, defluiscono in laguna nel bacino di Tre Porti presso Altino.

### 7.9.3. Il settore di Marghera-Mestre

In MOZZI *et al.* (2003) viene descritto lo studio delle caratteristiche sedimentarie, pedologiche e palinologiche effettuato su alcune carote prelevate in questo settore della laguna, tra Porto Marghera e la foce del fiume Dese, che ha consentito di ricostruire l'evoluzione tardoquaternaria dell'area. Durante l'Ultimo Massimo Glaciale (LGM) avvenne la deposizione di sedimenti fluviali sotto forma di *overbank fines* e limitati depositi sabbiosi di canale; questi depositi fanno parte del sistema sedimentario pleistocenico del Brenta (megaconoide del Brenta). Dopo la cessazione dell'attività di questa conoide, probabilmente alla transizione Pleistocene-Olocene, i processi di sedimentazione furono interrotti e si avviarono intensi processi pedogenetici a spese dei sedimenti fluviali. I processi di redistribuzione dei carbonati attraverso il profilo del suolo portarono alla formazione di orizzonti calcici di tipo B e C. Questi orizzonti sono tipici del paleosuolo noto con il nome di "caranto"<sup>13</sup>. Si tratta di argille e limi sovraconsolidati, con abbondanti noduli carbonatici e screziature, che nell'area lagunare costituiscono un livello significativo al tetto del Sintema di Venezia e che marciano una importante discontinuità stratigrafica al limite con i depositi olocenici del Sintema del Po. Nel settore di Marghera-Mestre, i primi depositi di chiara origine lagunare (facies di fondo lagunare, di piana intertidale e di palude salmastra) sono con ogni probabilità di età

<sup>13</sup> Vedi anche il capitolo 6 "Suoli" e il capitolo 8 "Geologia", in cui c'è un'apposita scheda sul caranto.

post-romana e giacciono direttamente sul "caranto" a profondità da 1 a 3 m sotto il livello del mare; corrispondono alla unità di Torcello definita nei fogli CARG Venezia e Chioggia-Malamocco. La datazione mediante radiocarbonio di orizzonti organici presenti al di sopra del caranto ha fornito dati cronostratigrafici in supporto agli studi sulle variazioni recenti del livello marino. L'innalzamento relativo (eustatismo + subsidenza) è stato stimato essere nell'ordine di circa 2 m negli ultimi 1000 anni nell'area EniRisorse di Porto Marghera e di 1 m negli ultimi 600 anni nell'area ABIBES di Porto Marghera-Fusina.

#### 7.9.4. Il settore di Campalto-Tessera

FAVERO (FAVERO, PAROLINI & SCATTOLIN, 1988) individua nei dintorni di Campalto tra Mestre e Tessera, in un'area dove il livello della campagna è ancora elevato rispetto alle zone adiacenti, un dosso largo e piatto attribuito a un antico Brenta (cartografato nella carta geomorfologica a nord di Campalto). La continuazione di questo dosso all'interno della laguna si segue probabilmente in quelle barene ora artificiali che affiancano l'attuale canale di Campalto, interpretate nella carta geomorfologica come "dosso fluviale in laguna". Anche FAVERO conferma la presenza del dosso, ora sommerso, all'interno del perimetro lagunare e precisa che al momento della formazione del bacino era emerso fino all'area situata tra San Nicolò di Lido e Sant'Erasmo; il dosso formava una penisola raccordata con l'antica linea di costa, attualmente sepolta sotto le barene della laguna, la quale proseguiva verso est fino a Jesolo.

La porzione del margine interno lagunare che interessa l'area di Campalto e Tessera è rappresentato nella carta geomorfologica come "frangia di pianura alluvionale pleistocenica in laguna". La formazione dell'ambiente lagunare in questo settore è avvenuta in seguito all'instaurarsi della vegetazione alofila lungo la fascia di transizione dalla laguna alla terraferma, dove il terreno superficiale, precedentemente emerso e soggetto a condizioni subaeree, è stato permeato da acque salate e salmastre (ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). Le barene di questa particolare zona sono state definite dagli Autori come "barene di margine lagunare" e sono caratterizzate dalla presenza di indicatori di ambiente continentale in superficie o a pochi centimetri di profondità (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983). Questo è uno dei rari settori della laguna in cui le barene, pur risentendo del generale processo di sommersione, presentano una notevole stabilità; il substrato, infatti, si presenta piuttosto compatto e poco costipabile perché formato da sedimenti di età pleistocenica (FAVERO, 1992). La presenza di edifici di epoca romana rinvenuti a Sacca delle Case a una profondità compresa tra 0,50 e 1 m sul livello medio mare nell'area barenicola antistante l'aeroporto Marco Polo fa ritenere che l'area compresa tra San Giuliano, l'Isola di Carbonera e la Palude Pagliaga sia stata invasa dalle acque lagunari solo

in seguito all'ingressione marina verificatasi alla fine dell'epoca romana (FAVERO *et al.*, 1981).

#### 7.9.5. Il settore di Venezia

SERANDREI BARBERO *et al.* (2001), attraverso lo studio sedimentologico e micropaleontologico di numerosi sondaggi, hanno ricostruito i paleoambienti di deposizione e la cronologia dei materiali tardo-pleistocenici e olocenici che costituiscono il sottosuolo della città di Venezia fino a una profondità di 24 m dal l.m.m. Al di sopra di questa quota si trovano depositi alluvionali deposti a partire da 23.000 anni BP, che denotano in prevalenza un ambiente di piana di esondazione. Sono costituiti principalmente da materiali fini, legati a tracimazione di canali di tipo meandriforme (LEZZIERO, 1999); si rilevano inoltre sedimenti a maggiore granulometria riconducibili a episodi di rotta o ad ambienti di argine naturale e facies di canale attivo. A una profondità variabile tra -10,50 e -9,40 m è stato rilevato dagli Autori un livello torboso diffuso in tutta l'area studiata, deposti tra 19.000 e 21.000 anni BP, che attesta una fase di temporanea riduzione della sedimentazione nella piana alluvionale, testimoniata a livello regionale (CORREGGIARI, ROVERI & TRINCARDI, 1996). La parte alta della sequenza alluvionale è interessata da fenomeni di alterazione subaerea: a una quota compresa tra -7 e -5 m è presente l'orizzonte denominato "caranto" costituito prevalentemente da argille o limi sovraconsolidati, ma anche da sabbie normalconsolidate, con screziature ocracee diffuse e concrezioni calcaree spesso organizzate in livelli.

Al di sopra della successione alluvionale si trova un livello fine ricco di resti vegetali interpretato come palustre; attraverso un contatto di tipo erosivo, a una profondità di circa -5 m, si passa ai depositi lagunari sovrastanti. Questi ultimi sono costituiti in prevalenza da sedimenti argilloso-limosi legati a fondali di bassa energia, ma non mancano livelli a energia maggiore legati ad aree più esposte alle correnti di marea o alle bocche di porto (LEZZIERO, 1999). Lo studio micropaleontologico ha evidenziato che l'area del centro storico di Venezia era una laguna aperta con canali mareali e prevalenza di apporti marini; a nord e a sud della città e a Murano, invece, si era impostato un ambiente lagunare chiuso con scarso ricambio (SERANDREI BARBERO *et al.*, 2001). L'età dei primi depositi lagunari individuati nel sottosuolo di Piazza San Marco è risultata di  $4.670 \pm 70$  anni BP, in accordo con l'età convenzionale calcolata per gli stessi sedimenti nella laguna settentrionale e con il lavoro di McCLENNEN, AMMERMAN & SCHOCK (1997). Gli Autori sottolineano che mentre le acque marine raggiunsero l'area lagunare meridionale circa 10.000 anni BP a Chioggia e nel settore sud del litorale di Pellestrina, e 7000 anni BP nei pressi del litorale del Lido, solo intorno a 5000 anni BP l'ingressione Versiliana arrivò a Venezia e nel bacino settentrionale.

All'interno della successione di depositi alluvionali

a una profondità variabile tra -12,30 e -10,40 m, nel sottosuolo di Piazza San Marco è stata osservata una sequenza di sabbie da fini a medio-grossolane, dello spessore di circa 5 m legata alla presenza di un canale fluviale attivo prima dell'impostarsi dell'ambiente lagunare (LEZZIERO, 1999). SERANDREI BARBERO *et al.* (2001) fanno notare che lo spessore dei sedimenti lagunari sovrastanti e l'età più antica a essi associata evidenziano l'andamento regolare, attorno ai -5 m, della superficie di tetto dei depositi continentali. Non risultano quindi variazioni altimetriche importanti legate alla presenza del paleoalveo nel sottosuolo della città. Contrariamente a quanto ipotizzato dagli Autori in precedenza, l'area del centro storico di Venezia non sembra essere quindi la continuazione di quell'alto morfologico individuato da FAVERO (1983) nei pressi di Campalto, attribuito a un paleoalveo del Brenta e probabilmente collegato a un altro alto morfologico riconosciuto nel sottosuolo della bocca di Lido (TOSI, 1994).

#### 7.9.6. Le isole minori

Le isole, elementi morfologici caratteristici della laguna di Venezia, sono state utilizzate dall'uomo, che nel tempo le ha trasformate, per edificarvi città, monasteri, fortificazioni o "contrade". Molteplici sono state le ipotesi formulate riguardo alla possibile genesi di queste isole: in realtà la spiegazione sembra essere molto semplice e legata all'opera dell'uomo. FAVERO (1991) riporta un passo della lettera di Cassiodoro del VI secolo il quale, parlando della laguna di Venezia, scrive: «Ciò che non offrì la natura, fu creato dalla mano dell'uomo. Con intrecci di rami flessibili si conferisce solidità al terreno e non si dubita di opporre ai flutti una difesa così esile ...». È probabilmente questa l'origine della maggior parte delle isole lagunari minori: a partire da una situazione naturale privilegiata (come ad esempio una barena creata dai fiumi che si immettevano in laguna o dalle correnti di marea entranti dalle bocche di porto, la quale offriva condizioni più favorevoli rispetto alle paludi della terraferma dal punto di vista delle attività commerciali e dell'aspetto sanitario), l'uomo successivamente interveniva con una assidua opera di innalzamento del livello del suolo mediante riporti e continue ricostruzioni.

FAVERO nel suo lavoro sulla laguna di Venezia (1991) riporta alcuni esempi riguardo all'origine delle isole lagunari: tra questi citiamo l'antico centro di San Ariano, i cui orti furono creati dai monaci prelevando la sabbia dai litorali; oppure le isole create attorno a Venezia per la difesa militare, come San Secondo sorta su un insediamento abbandonato, il Forte Campana e il Forte Fisolo creati con l'apporto di terreno dai fondali lagunari vicini. E ancora i terrapieni eretti a difesa delle postazioni militari, come l'Ottagono Abbandonato di Malamocco, all'interno dei quali si trovano spesso resti archeologici di età romana e medievale prelevati insieme al fango dai fondali circostanti. La descrizione

di Cassiodoro trova infine conferma in uno scavo eseguito nell'Isola di San Pietro: a una profondità di 1,80 m è stata identificata una barena difesa con rami intrecciati attorno a pali conficcati nel terreno; questo dimostrerebbe quindi che l'opera dell'uomo creò ciò che la natura non aveva fornito (FAVERO, 1991).

### 7.10. LA LAGUNA NORD

#### 7.10.1. Il delta del Sile

COMEL (1968) nella sua descrizione dei terreni agrari compresi nella Tavoletta IGM "Quarto d'Altino" riporta che l'estensione della fascia di recente alluvione in destra Sile si protende talora in modo considerevole verso sud; altre volte, invece, si allontana solo di poco dal fianco della sponda del fiume, contrariamente a quello che succede in sinistra dove queste alluvioni sono chiaramente delimitate al piede del dosso sabbioso. L'estrema variazione di questo limite è legata al fatto che il Sile verso sud si è spinto in laguna con più rami, contemporaneamente o successivamente usufruiti. Le acque di piena del fiume esondando sul terreno circostante hanno via via colmato, con i materiali di torbida, aree che precedentemente appartenevano all'ambiente lagunare.

Nella carta geomorfologica la fascia interna alla laguna a ridosso del margine lagunare attuale a sud di Altino e del Taglio del Sile è stata interpretata come una successione di "delta fluviali endolagunari" separati da zone depresse in cui si sono impostate "paludi" o "valli" (Palude di Cona, Palude della Rosa, Palude del Bombaglio, Valle Perini, Valle di Ca' Zane, Valle Lanzoni). I vari delta sono stati delimitati sulla base della batimetria del fondo lagunare: è stata presa in considerazione l'isobata -0.5 m che corrisponde morfologicamente al piede del delta fluviale, il quale sale dolcemente verso le velme e barene costituenti l'area emersa e intertidale del corpo sedimentario. Partendo da est, il primo delta è localizzato tra la Valle Lanzoni e la Valle di Ca' Zane (A in Fig. 7.19): si tratta di una forma leggermente rilevata, allungata in direzione SE, che si raccorda con le velme e barene situate a ridosso del canale Cenesa.

La parte emersa è molto ridotta essendo costituita da poche barene di piccole dimensioni. L'antico percorso del "Canale del Siletto" staccandosi dall'attuale alveo del Sile all'altezza di Portegrandi attraversa il delta fino a immettersi nel canale Cenesa il cui tracciato odierno coincide a grandi linee con quello del XVII secolo. Questa direttrice fluviale (canale Siletto-Cenesa) doveva essere, in un primo tempo, il corso principale attraverso il quale il Sile sfociava in laguna per poi confluire nel canale San Felice e, infine, uscire in mare aperto per l'antico Porto di Treporti (COMEL, 1968). È da notare come il margine interno lagunare del 1639 delinei ai lati del canale Cenesa una "punta" alluvionale, con morfologia simile alle "punte dei lovi", formata dagli argini naturali di quello che doveva essere un antico percorso del Sile.

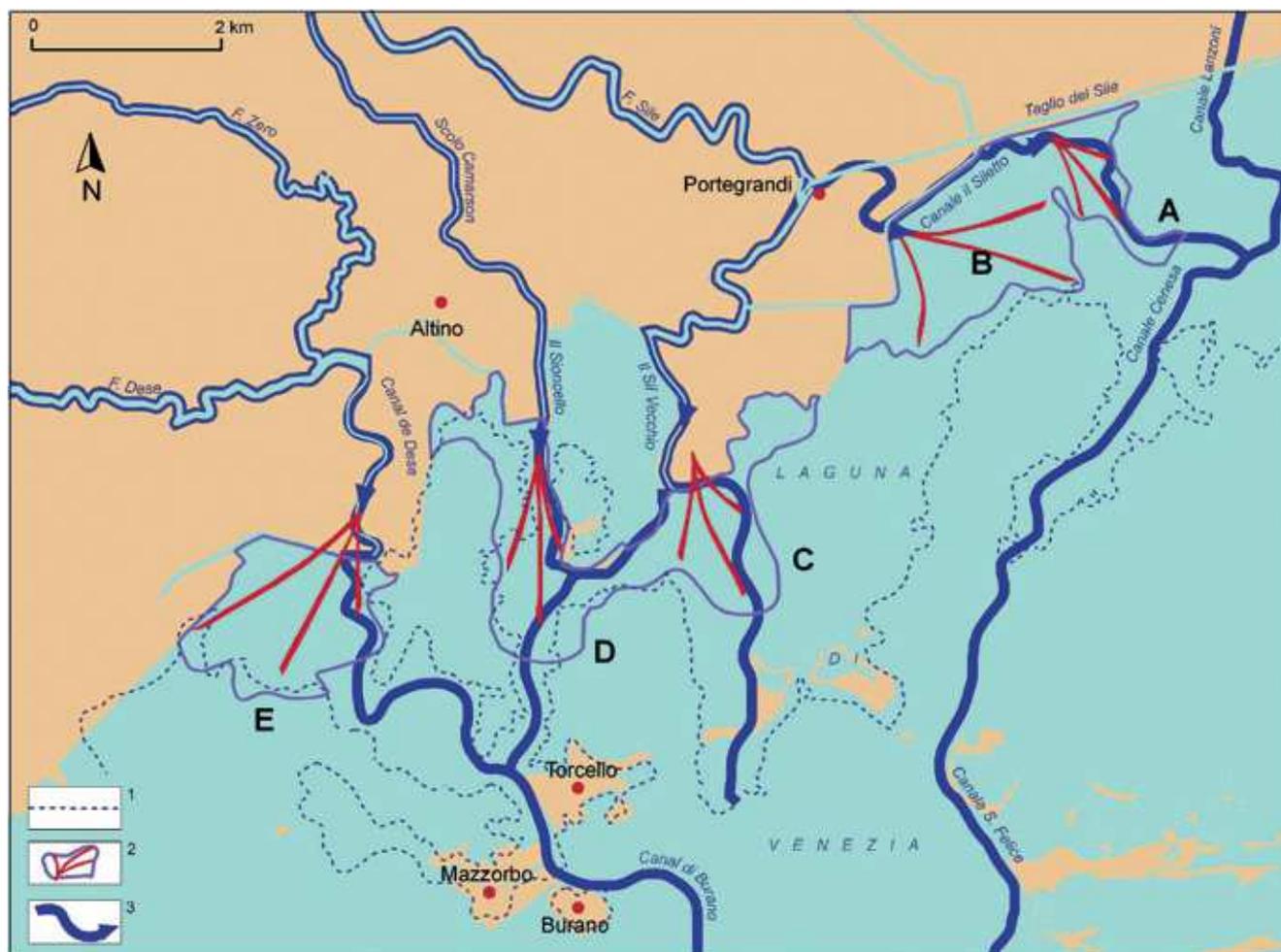


Fig. 7.19 - Le principali direttrici di deflusso dei fiumi di risorgiva Sile, Zero e Dese nel settore settentrionale della Laguna di Venezia.

Legenda: 1) margine interno lagunare desunto da cartografia storica (secolo XVII); 2) delta fluviali endolagunari (A e B: foce del Canale Il Siletto; C: foce del Canale Il Sil Vecchio; D: foce del Canale Sioncello; E: foce del Canal de Dese); 3) direttrici di deflusso.

A ovest di questo primo delta endolagunare si trova un'area barenicola (B in Fig. 7.19), appartenente alla zona di terra che risulta emersa nel XVII secolo, di cui non si hanno molti dati. Nella carta geomorfologica è stata interpretata come "delta fluviale endolagunare" ma solo a livello di ipotesi in quanto l'unica evidenza che porta a far pensare che si tratti di un apparato deltizio è la sua forma. Infatti, al suo interno non è presente un percorso fluviale antico (almeno da quanto risulta dalla cartografia storica consultata) così come non è visibile un collegamento con i canali lagunari limitrofi al contrario di quanto avviene, invece, per tutti gli altri delta riconosciuti in laguna e riportati nella carta geomorfologica.

Procedendo ancora verso ovest si rinviene un secondo delta endolagunare (C in Fig. 7.19) legato al percorso del canale Silone, considerato come uno dei numerosi rami con cui il Sile sfociava in laguna. Nella carta geomorfologica si può seguire l'antico corso del canale Silone, denominato "Il Sil Vecchio", il quale attraversa il delta secondo un tracciato coincidente con l'attuale canale della Dossa, prosegue nel canale della Dolce, dove si chiude il margine interno

lagunare del XVII secolo, e da qui confluisce nel canale di Burano fino ad arrivare all'antico Porto di Treporti. Dalla lettura delle carte storiche si evidenzia che questo era probabilmente il principale percorso del Sile prima dell'attuazione del Taglio del Sile nel 1684.

Il delta endolagunare situato subito a ovest del precedente (D in Fig. 7.19) è legato, invece, al canale Sioncello, il cui tratto iniziale da Trepalade fino ad Altino è sicuramente di origine artificiale. COMEL (1968) indica lo Scolo Carmason, marcato nella carta geomorfologica dalla presenza di un paleoalveo fluviale ben definito, come naturale prosecuzione del canale Sioncello a monte di Altino; quest'ultimo, così come il tracciato ora usufruito dai fiumi Zero e Dese nel loro tratto finale, doveva essere alimentato da un ramo del Sile che si staccava dal dosso attuale all'altezza di Quarto d'Altino (COMEL, 1968).

Per lo stesso motivo, quindi, anche l'area barenicola situata alla foce del sistema fluviale Zero-Dese (E in Fig. 7.19), attraversata dall'antico "Canal de Dese", è stata interpretata e rappresentata nella carta geomorfologica come "delta endolagunare". FAVERO

(1992) conferma che le barene situate alle foci del Dese sono legate a processi sedimentari di origine fluviale e precisa che una ricerca inedita effettuata nell'area a monte ha permesso di riconoscere le tracce di un corso fluviale, probabilmente il Dese, migrato da ovest verso est. Le barene connesse con il percorso più occidentale sono riconoscibili nella zona della Palude dei Laghi per la presenza di morfologie sommerse. Il delta legato alle foci del Dese risulta quindi l'unico delta fluviale ancora attivo all'interno del bacino lagunare, anche se il percorso odierno del fiume non sembra avere esplicato un ruolo costruttivo rilevante: le barene di quest'area presentano una relativa stabilità per l'assenza nel loro substrato di torbe (e quindi di sedimenti compressibili) e non per la presenza in superficie di processi sedimentari particolarmente attivi (FAVERO, 1992).

I percorsi relativi al XVII secolo, riportati nella carta geomorfologica, sia del canale Sioncello (Sioncello) sia dei fiumi Zero-Dese (Canal de Dese) sono analoghi a quelli attuali e confluiscono entrambi nel canale di Burano dopo essersi uniti nel canale Borgognoni. Il margine interno lagunare del 1639 evidenzia in quest'area un susseguirsi di apparati fluviali costituiti dagli argini naturali e dai delta dei corsi d'acqua sfocianti in laguna in quel periodo (Sile, principalmente, con i suoi vari rami, ma anche Zero, Dese e più a est Vallio e Meolo) i quali depositando le loro torbide trasformarono quella che prima era laguna viva (laguna della Dolce) in paludi e torbiere. Nella carta storica del 1639, tra i vari apparati fluviali (Canal del Dese, Sioncello, Sil Vecchio) si notano infatti delle piccole aree, talora chiuse, che portano ancora il nome di "laguna".

Per quanto riguarda l'età di formazione dei delta endolagunari descritti, studi micropaleontologici e sedimentologici effettuati da vari Autori (SERANDREI BARBERO, 1974; ALBANI *et al.*, 1977; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1981; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983; ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1984) su un considerevole numero di sondaggi distribuiti in quest'area, evidenziano il passaggio da una fase francamente lagunare a una barenicola di emersione negli ultimi 1500-1000 anni. Si pensa quindi che l'impaludamento dell'area situata tra Torcello e il margine lagunare sia avvenuto a partire dalla fine del periodo romano e sia continuato per tutto il Medioevo. Fu l'intervento dei veneziani a modificare ancora una volta la situazione: per porre fine alle frequenti inondazioni provocate dal Sile e all'impaludamento che stava interessando anche l'area della laguna di Torcello, nel 1684 deviarono le acque del fiume da Portegrandi fino all'alveo della Piave Vecchia attraverso il canale artificiale denominato Taglio del Sile. L'allontanamento del fiume permise la reingressione delle acque marine e quindi la scomparsa degli ambienti palustri con la conseguente espansione del bacino lagunare e la formazione delle aree barenicole tuttora esistenti (FAVERO, 1983).

### 7.10.2. Il delta di marea

Le aree situate lungo il canale di Burano con le sue diramazioni (canali di Crevan e di Mazzorbo, canali Dese e Silone, canali della Dolce e della Dossa, canale Scanello), lungo il canale di San Lorenzo (o Gaggian) e di San Felice fino al canale Cenesa, e ancora lungo i canali Rigà, dei Bari e della Civola, sono state interpretate come "argini naturali di canale lagunare". Con tale termine si intende identificare "i corpi sedimentari di canale che contornano il tratto centrale e finale dei principali alvei lagunari, definiti morfologicamente da forme allungate nel senso del canale, con funzione di veri e propri argini mareali" (GATTO & MAROCCO, 1993a). Tali corpi sedimentari sono evidenziati dalle barene, in questo caso definite come "barene di canale lagunare" (FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983), di cui fanno parte anche le Isole di Torcello, Burano e Mazzorbo, e dalle velme attraverso le quali si passa in modo graduale dal canale al fondo lagunare. Il limite tra il fondo lagunare e l'argine naturale dei canali è stato determinato sulla base della batimetria prendendo come quota di riferimento l'isobata -0,5 m, profondità alla quale avviene il cambio di pendenza (Figg. 7.20 e 7.21).

Nella parte interna di questo corpo sedimentario invece il passaggio tra la barena e il canale avviene in corrispondenza di un gradino, detto "gradino di erosione" (GATTO & MAROCCO, 1993), generato dall'azione erosiva delle acque incanalate e del moto ondoso all'interno dei canali. Si osserva infatti, tra la linea che delimita il canale lagunare vero e proprio e l'inizio della barena, una stretta fascia sommersa che segue fedelmente l'andamento dell'alveo lagunare; tale fascia, secondo ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO (1984), è situata a una profondità variabile da 0 a -60 cm sotto il livello del mare.

Il ciglio superiore del gradino, che corrisponde alla parte più elevata della barena, si trova a una quota posta a circa 30-35 cm sopra il livello medio del mare; sono presenti zone anche più alte (raramente però superiori ai 40 cm) localizzate in prossimità della confluenza di due canali. Le barene di canale lagunare presentano talora delle caratteristiche incisioni nella parte frontale, assumendo in questo caso una configurazione planimetrica a forma di denti di sega (GATTO & MAROCCO, 1993) molto evidente in quest'area. Queste incisioni, in alcuni casi, si trasformano in veri e propri tagli delle barene, con la conseguente formazione di canali secondari che mettono in comunicazione il canale principale con la piana di marea circostante (si veda, ad esempio, l'area barenicola compresa tra il canale Scanello e il canale San Felice).

L'insieme dei corpi sedimentari definiti nella carta geomorfologica come "argini naturali di canale lagunare" che si sviluppano a partire dalla Bocca del Porto di Lido verso l'interno della laguna forma quello che nella letteratura è noto come "delta di marea" (FAVERO, 1992). La provenienza dal mare

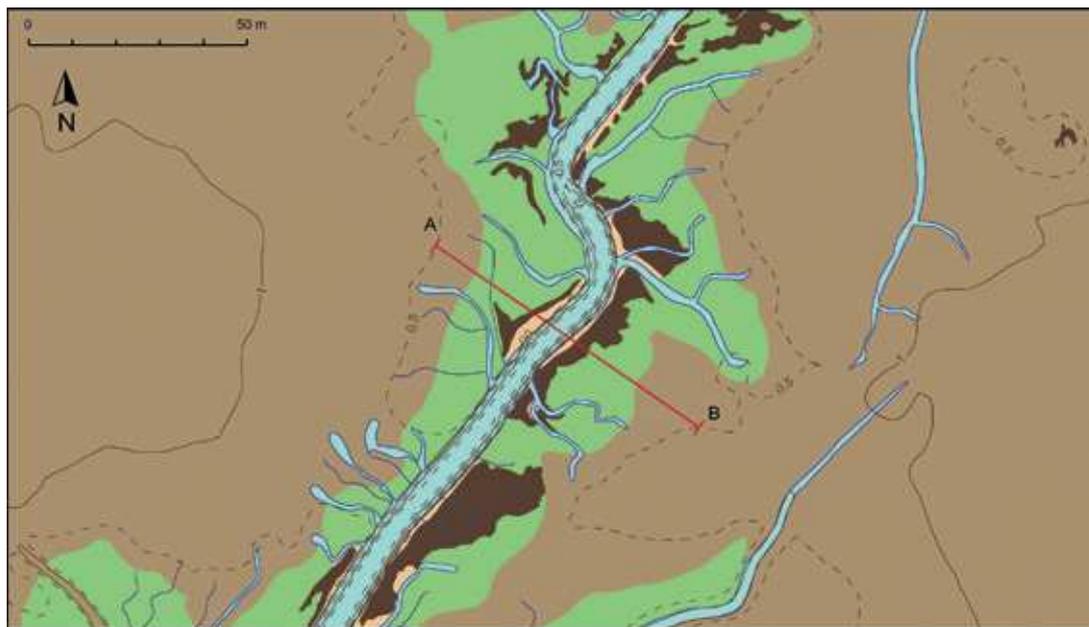


Fig. 7.20 - Particolare della Carta geomorfologica della provincia di Venezia nel settore settentrionale del bacino lagunare (canale Cenese).

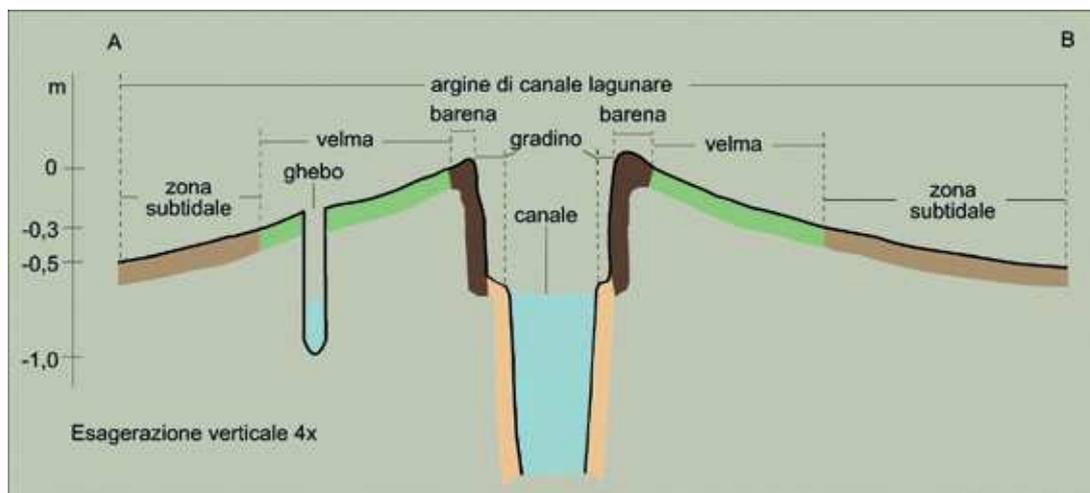


Fig. 7.21 - Rappresentazione schematica dell'argine di canale lagunare lungo il canale Cenesa visto in sezione (AB in Fig. 7.20).

dei sedimenti che costituiscono le barene di canale lagunare di quest'area è stata dimostrata in numerosi lavori (BARILLARI & ROSSO, 1976; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1981; FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1983; ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO 1984): l'analisi sedimentologica e la distribuzione granulometrica del materiale prelevato sulla superficie di alcune barene evidenziano che i sedimenti che le compongono vengono trasportati dal mare lungo i canali durante la marea entrante e successivamente ridistribuiti, a seconda della granulometria, man mano che viene a mancare l'effetto della corrente di marea. La parte più grossolana della sospensione proveniente dal mare si deposita sul ciglio della barena, mentre le sospensioni che arrivano sulla parte meno rilevata della barena (retrociglio) e sulle velme sono via via più fini (ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1984).

Nella carta geomorfologica, ai lati dei canali lagunari principali (canale di Burano e canale di San Felice) si nota una fascia di sedimenti più grossolani, costituiti da sabbia limosa, legata probabilmente ai fenomeni di

deposizione sopra descritti. La tessitura dei sedimenti superficiali va riducendosi poi verso il limo argilloso, di cui sono costituite principalmente barene e velme, fino alle argille limose delle paludi più esterne. Nelle vicinanze della bocca di porto si osserva invece una maggiore concentrazione di limo e limo sabbioso.

FAVERO (1992) fa notare la marcata asimmetria del delta di marea finora descritto; in effetti la parte del delta a nord-est della Bocca del Porto di Lido appare molto più sviluppata. Verso ovest, in direzione di Venezia, le uniche aree barenicole individuate come apparati di "argine naturale di canale lagunare" sono quelle che si sviluppano ai lati del canale Carbonera (continuazione del canale Porto di Sant'Erasmus) e del canale di Tresso, comprendenti l'Isola del Lazzaretto Nuovo. Anche se per quest'area non si hanno dati relativi alla provenienza dei sedimenti, la morfologia dell'intero apparato è analoga a quanto osservato nella zona più orientale. FAVERO (1992) anticipa che alcune indagini, al tempo ancora in corso, fanno pensare all'ipotesi che le isole sulle quali sorse

Venezia fossero barene di canale lagunare connesse ad un delta di marea collegato con la Bocca di Porto di San Nicolò di Lido. Se questa ipotesi venisse confermata l'intero sistema di canali, isole e barene comprese tra Venezia e la Palude Maggiore farebbe parte di un complesso "delta di marea" di cui rimane tuttora attivo solo il ramo orientale.

Studi di carattere sedimentologico e micropaleontologico effettuati negli ultimi anni (SERANDREI BARBERO *et al.*, 2001) hanno evidenziato che i sedimenti lagunari rinvenuti nel sottosuolo della città di Venezia, di età compresa tra 4670 anni BP circa e l'epoca storica, si sono depositati in un ambiente lagunare aperto, con testimonianze di apporti marini e di canali mareali.

Le aree del bacino lagunare che si localizzano, in questa zona, tra i vari argini naturali di canale lagunare sono rappresentate da paludi, laghi e valli (Palude della Rosa, del Bombagio, del Monte ecc.) che indicano nel loro insieme i "piani di marea", cioè le aree lagunari prevalentemente sommerse dalle acque salate e salmastre poste a un livello più basso della media delle basse maree (ALBANI, FAVERO & SERANDREI BARBERO, 1984).

Le "aree depresse del fondo lagunare" presentano una profondità media, per il bacino settentrionale della laguna di Venezia, di circa -1 m dal l.m.m. e hanno la caratteristica di rimanere sempre sommerse anche durante le maree minime annuali.

### 7.10.3. Il settore delle valli da pesca

Il settore nord-orientale della laguna di Venezia, caratterizzato dalla presenza delle valli da pesca, corrisponde all'area di cui si ha il minor numero di dati; di conseguenza la storia più antica di questa parte di bacino è di fatto sconosciuta. I dati più attendibili sono quelli ricavati dall'analisi della cartografia storica e dei documenti antichi, dai quali risulta che fino al 1500 l'area comprendente la Palude Maggiore, la Valle Dogà, la Valle Grassabò e le zone limitrofe formava un bacino chiuso con una propria bocca di porto situata alla confluenza degli attuali canali della Civola e del Colpo, tra Lio Piccolo e Lio Maggiore (FAVERO, 1983). Osservando la carta geomorfologica si nota che il margine interno del XVII secolo delimita un settore del bacino lagunare compreso tra l'attuale conterminazione e l'antico canale de Lio Mazor, il cui corso corrisponde agli odierni canale della Civola e canale Pordelio. Quest'area, oggi interamente occupata dalle valli da pesca (Valle Dogà, Valle Grassabò, Valle Dragojesolo tra le maggiori) è stata influenzata nel passato dal percorso medievale del Piave: l'alveo della Piave Vecchia. Il dosso sabbioso poco rilevato su cui oggi scorre il tratto finale del Sile è costituito, infatti, dalle alluvioni recenti del Piave (COMEL, 1961); questo dosso fluviale divide il bacino settentrionale dell'attuale laguna di Venezia dai terreni posti a est, i quali costituivano l'antica laguna di Jesolo e Eraclea successivamente interrata dalle alluvioni del fiume. L'Autore riporta che nel 1110 la

foce del Piave era situata poco a sud di Musile, poi, attraverso il percorso della Piave Vecchia, arrivò in breve tempo alla posizione attuale. Nel 1300 lambiva già la città di Jesolo dove le acque del Piave furono costrette a deviare verso sud-ovest per la presenza dell'antico lido di Jesolo, un cordone dunoso che sembra raccordarsi con le antiche linee di costa di Lio Maggiore e Lio Piccolo (FAVERO, 1983) e con la linea di costa odierna nei pressi di San Nicolò di Lido (FAVERO, 1994). Frequenti sono state le rotte e le deviazioni di questo corso d'acqua, soprattutto quelle in destra idrografica che si immettavano in laguna: COMEL (1961) cita quelle avvenute in prossimità di Caposile e sul prolungamento dell'attuale canale Francescato. Nella carta geomorfologica gli unici elementi di rilievo individuabili all'interno del settore occupato dalle valli da pesca sono delle lingue di sabbia, talora molto strette e allungate, che staccandosi dal dosso della Piave Vecchia si immettono in laguna. Nelle vicinanze di Case Iseppi, lungo l'alveo della Piave Vecchia, si stacca un lembo di terra emersa, ora arginata, costituito da sabbia al cui interno si individua la traccia di un paleoalveo. Questa lingua sabbiosa poco rilevata si snoda all'interno della laguna per circa 2 km e seguendo un tracciato sinuoso si collega con l'attuale canale della Madonna, un corso d'acqua presente già nelle carte del XVII secolo con l'idronimo "Canal vien dall'Arzere". L'origine di questo antico canale si individua nei pressi di Caposile, prima che venisse effettuato il Taglio del Sile, e sembra lambire l'Argine di San Marco, un argine artificiale costruito dai Veneziani nell'intento di allontanare le torbide del Piave dalla laguna. Un altro piccolo lembo sabbioso rilevato si riconosce tra Case Iseppi e Case Piave Vecchia; situato all'interno della laguna, esso si evidenzia, nonostante le modeste dimensioni e la mancanza di collegamento con il margine lagunare, per la presenza di un paleoalveo al suo interno. E ancora, nel punto in cui la conterminazione lagunare, coincidente in quest'area con l'antico Argine di San Marco, cambia direzione verso sud-est nei pressi di Santa Maria di Piave, si individua una fascia barenicola arginata che si sviluppa con continuità all'interno della laguna costeggiando un canale.

In una carta di Sebastiano Corradino del 1711, che rappresenta questo settore dell'attuale bacino lagunare, identificato a quel tempo con il termine di "luoghi paludivi", si riconoscono alcune aree contraddistinte dal toponimo "dosso". Dal confronto con la carta geomorfologica si rileva la corrispondenza tra queste aree e i lembi di terra emersa precedentemente descritti (Fig. 7.22).

In particolare, il dosso che si stacca da Case Iseppi, dopo aver cambiato direzione verso nord-ovest, si divide in due rami, uno dei quali prosegue verso sud-est costeggiando un'area barenicola posta tra due argini di valle da pesca. Tutti questi lembi di terra emersa, ora situati all'interno della laguna viva ma che nel XVIII secolo corrispondevano ad aree con un

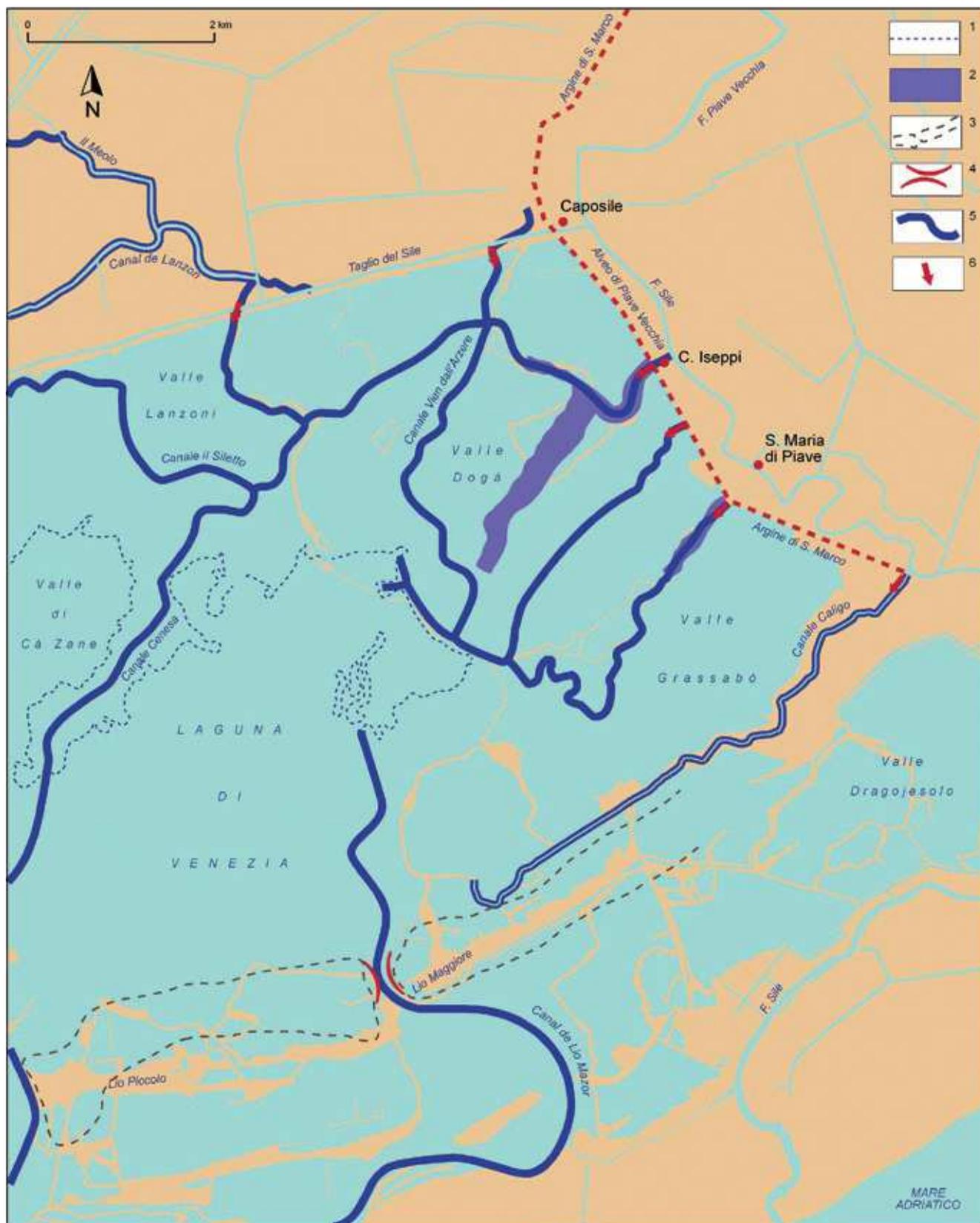


Fig. 7.22 - Le principali direttrici di deflusso dei fiumi di risorgiva Sile, Vallio, Meolo e del Piave nel settore settentrionale della Laguna di Venezia.

rilievo tale da poter essere definite “dossi”, potrebbero rappresentare le forme relitte di quelle rotte, citate da COMEL, attraverso le quali il Piave scaricava le sue torbide in laguna, trasformando quello che doveva

essere un ambiente di laguna aperta in paludi e torbiere.

A questo proposito FAVERO (1983) osserva che “dopo l’allontanamento del Piave e l’immissione, nel suo

vecchio alveo, delle acque del Sile, meno abbondanti e meno soggette a piene, le paludi e torbiere si trasformarono in barene e, non più alimentate dalle acque dolci e dalle torbide fluviali, regredirono rapidamente per un processo di sommersione. Tuttavia le arginature delle valli da pesca mantennero queste zone praticamente isolate dal resto del bacino lagunare”.

Da Santa Maria di Piave procedendo verso sud, si incontra una fascia di alluvioni sabbiose larga circa 1 km, la quale penetra all'interno della laguna per circa 5 km separando la Valle Grassabò dalla Valle Dragojesolo; presenta la forma di una leggera dorsale sul cui colmo scorre il canale Caligo. In un'area posta a sud-est del canale si nota una piccola depressione, probabile continuazione della Valle Dragojesolo in parte colmata dalle alluvioni plavensi e isolata dalla valle attuale per la presenza di argini artificiali. Gli Autori (COMEL, 1961; FAVERO, 1983) sono concordi nel considerare il canale Caligo un percorso alternativo del Piave, attraverso il quale il fiume scaricava le acque di piena in mare per l'antica bocca di porto situata tra Lio Piccolo e Lio Maggiore.

La sedimentazione delle alluvioni del Piave lungo la linea di costa ha fatto sì che questa si spostasse sempre più verso mare; si sono formati nel tempo dei cordoni dunosi che hanno man mano interrotto il collegamento tra l'antico bacino lagunare della Palude Maggiore e il mare aperto. Le acque defluivano attraverso il “Canale di Lio Mazor”, ora canale Pordelio, e sfociavano in mare presso l'antica bocca di “Porto di Lio Mazor”, ancora distinguibile nelle carte della prima metà del XVII secolo. Il “Canale di Lio Mazor” rimase come via di comunicazione a ridosso del nuovo litorale con foce non più rivolta al mare ma verso il canale di Treporti. Con la scomparsa della bocca di “Porto di Lio Mazor” l'antico bacino della Palude Maggiore entrò a far parte definitivamente dell'attuale bacino del Lido (FAVERO, 1983).

#### 7.10.4. Il litorale nord-orientale

Nei pressi del sito archeologico di Jesolo - Le Mure, situato ora a circa 4 km dal mare, al di sotto delle antiche strutture poste alla base della basilica paleocristiana sono state rinvenute le sabbie di un antico litorale: secondo FAVERO (1991) si tratta di una antica linea di costa che proseguiva verso ovest fino a congiungersi con le località di Lio Maggiore e Lio Piccolo all'interno dell'odierna laguna; lungo il margine orientale del bacino lagunare le tracce di questo antico litorale non sarebbero visibili in quanto sepolte sotto le attuali barene.

Le formazioni sabbiose di Lio Maggiore e Lio Piccolo fanno parte, quindi, di una serie di “isole” create dal mare che ha ridistribuito i sedimenti portati dai fiumi. Sono isole lagunari aventi una genesi diversa da quella delle altre isole minori della laguna di Venezia per le quali è stata ipotizzata una origine “artificiale”: in questo caso si tratta di morfologie insulari

corrispondenti ai dossi sabbiosi degli antichi litorali (FAVERO, 1991). Ad attestare l'originaria posizione delle antiche linee di costa all'interno del bacino settentrionale della laguna restano pochi isolotti: Lio Maggiore, Lio Piccolo, Sant'Erasmus, Le Mesole, Falconera e i Dossi di Saccagnana.

L'antica linea di costa proseguiva in direzione di Sant'Erasmus fino a congiungersi, oltre la bocca di Porto di Lido, con San Nicolò di Lido che secondo FAVERO (FAVERO, PAROLINI & SCATTOLIN, 1988) rappresentava la posizione del litorale più avanzata verso mare in quanto coincidente con un dosso fluviale.

CANAL (1998) precisa che, mentre nel bacino meridionale della laguna di Venezia il cordone litoraneo da Chioggia a San Nicolò è rimasto pressoché stazionario durante gli ultimi 2800 anni, la linea di costa del settore settentrionale della laguna, da San Nicolò alla foce del Piave, si è alternativamente spostata prima verso nord e poi verso sud nel corso dei secoli: dove oggi osserviamo i canali di Treporti e di San Felice circa 2000 anni fa esisteva un cordone litoraneo che si estendeva dall'odierno Porto di San Nicolò fino alla località di Lio Piccolo.

Attraverso uno studio multidisciplinare che ha preso in considerazione dati archeologici, geofisici, mineralogici e micropaleontologici riguardanti i sedimenti tarsoquaternari del bacino veneziano, BONARDI *et al.* (1997) hanno realizzato un modello sedimentario a scala secolare relativo agli eventi climatici minori degli ultimi 2000 anni. Nell'ambito di questo modello gli Autori hanno datato le antiche linee di costa individuate da E. CANAL mediante il rilevamento del fondale lagunare. I reperti archeologici più significativi giacciono ora sul letto dei canali a una profondità di 4-5 m per una lunghezza di circa 7 km dal porto di San Nicolò fino a Lio Piccolo: si tratta di materiali litici disposti in allineamento rettilineo pressoché continuo, simili agli antichi basolati stradali di età romana, che dovevano avere la funzione di percorsi viari posti lungo l'antico litorale (CANAL, 1998). Infatti dove ora si rilevano i canali di Treporti e di San Felice nel periodo compreso tra 2100 e 1800 anni BP esisteva un cordone di dune che separava la laguna dal mare aperto (Fig. 7.23a).

L'evoluzione di questo cordone litoraneo viene suddivisa in tre fasi principali:

- fase 1 - l'innalzamento del livello marino provocò la sommersione e la distruzione della prima linea di costa con la successiva formazione di nuove dune sempre più vicine al margine interno lagunare;
- fase 2 - il litorale si stabilizzò lungo l'allineamento Sant'Erasmus, Lio Piccolo e Lio Maggiore nel periodo che va da 1400 a 1100 anni BP (Fig. 7.23b);
- fase 3 - a seguito della diversione verso sud-ovest della foce del Piave, i sedimenti del fiume formarono, in un'area esterna al precedente litorale, una nuova serie di dune (corrispondenti alle odierne località di Falconera, Le Mesole, Saccagnana e Treporti) datate da 800 a 900 anni BP (Fig. 7.23c).

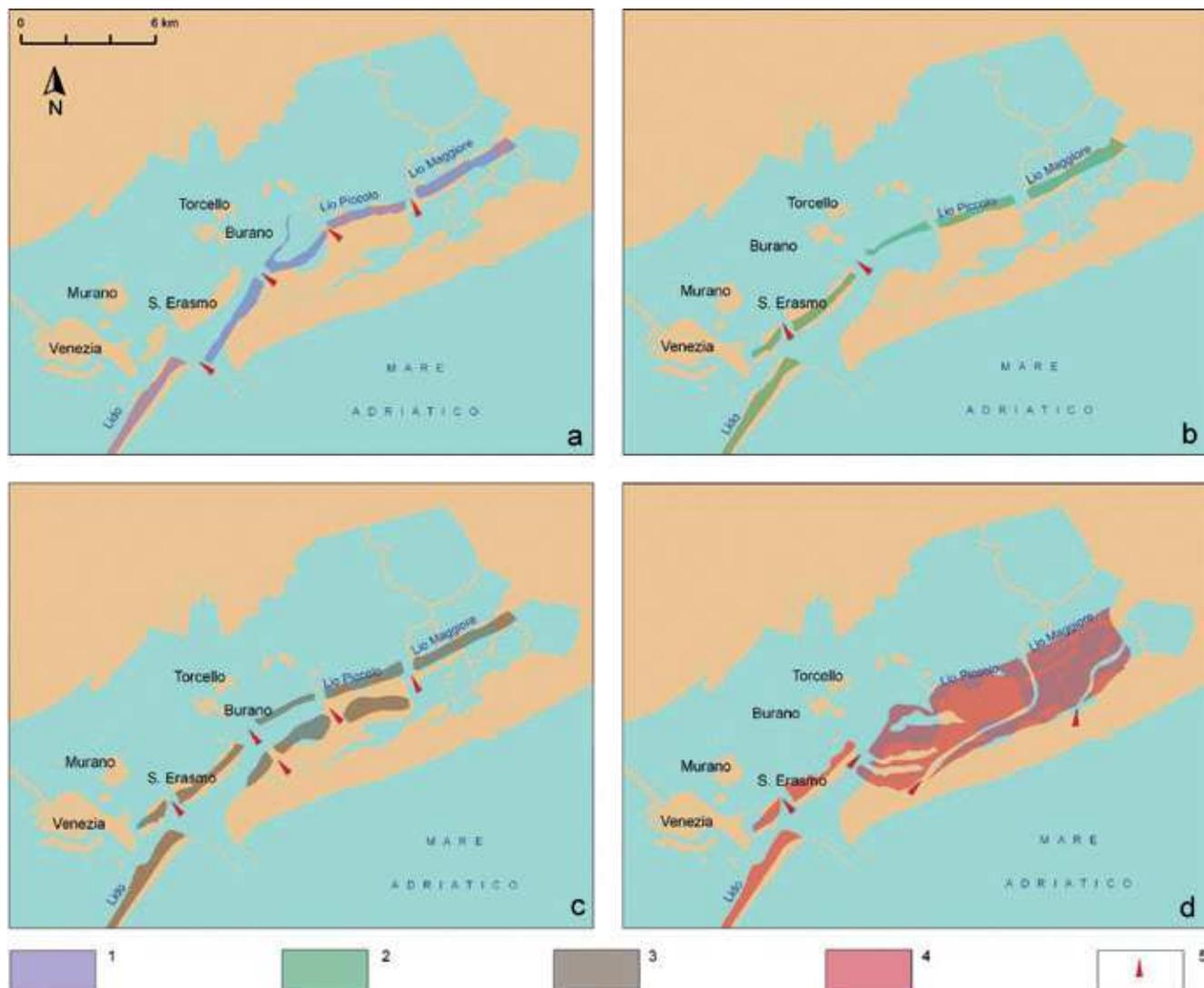


Fig. 7.23 - Ubicazione e migrazione degli antichi cordoni litoranei desunta su basi geologiche e geomorfologiche. Le frecce indicano le antiche bocche di porto.  
 Legenda: a) 2100 - 1800 BP; b) 1400 - 1100 BP; c) 900 - 800 BP; d) 500 - 400 BP (da BONARDI *et al.*, 1997, modificato).

Nel periodo compreso tra il X e il XIV secolo la deposizione delle torbide del Piave all'interno della laguna formò una vasta area palustre; l'occlusione delle bocche di porto che si erano precedentemente formate lungo il nuovo litorale racchiuse le acque fluviali e salmastre all'interno di quest'area fino a provocare l'apertura di una nuova foce lagunare nei pressi dell'antica bocca di Treporti (Fig. 7.23d). L'azione erosiva dell'acqua portò infine alla formazione dei canali di Treporti e di San Felice dove prima si localizzavano le dune della linea di costa più antica (BONARDI *et al.*, 1997).

## 7.11. LE LAGUNE DI CAORLE E BIBIONE

### 7.11.1. L'assetto geomorfologico dell'area

Attualmente per laguna di Caorle s'intende una superficie di circa 15 km<sup>2</sup> formata da alcune aree sommerse e in gran parte utilizzate come valli da pesca: Valle Grande di Caorle, Val Perera, Valle Zignago, Valle Nuova, Palude della Rocca. Si tratta di specchi

d'acqua con profondità comprese tra 0,5 e 3 m che nell'insieme si sviluppano lungo il corso del canale Nicessolo. Questo è l'asse portante del sistema lagunare e lo pone in comunicazione con il Mare Adriatico attraverso il Porto di Falconera (detto anche di Caorle). Altre zone lagunari sono conservate nella zona di Porto Baseleghe lungo il canale dei Lovi e la golena del Cavrato; si devono poi anche considerare la Valle Grande e la Vallesina di Bibione.

L'aspetto odierno della laguna di Caorle è il frutto di un'evoluzione attuata nel corso dell'Olocene, che ha subito però radicali cambiamenti di origine antropica a partire dal XVI secolo e soprattutto nel corso del XX secolo con le bonifiche agrarie. La carta geomorfologica, rappresentando la morfologia superficiale della zona, permette di osservarne gli aspetti geologici più recenti e "pellicolari" e solo in qualche caso quelli del primo sottosuolo; infatti le variazioni naturali e la notevole artificializzazione degli ambienti salmastri hanno causato l'erosione, il seppellimento o la rielaborazione di molte delle tracce antiche. Per contro, l'importanza

ricoperta dalla laguna di Caorle nell'economia e nella politica della Repubblica di Venezia ha richiesto frequenti rappresentazioni cartografiche che hanno documentato i cambiamenti subiti dalla zona negli ultimi 500 anni, con mappe storiche e dati d'archivio spesso di notevole dettaglio.

L'assetto geologico e stratigrafico dell'area considerata (Fig. 7.24) è stato analizzato grazie ad alcuni carotaggi profondi che hanno consentito di ricostruire e datare la sequenza sedimentaria della laguna (MARROCCO *et al.*, 1996; GALASSI & MARROCCO, 1999; LENARDON, MARROCCO & PUGLIESE, 2000).

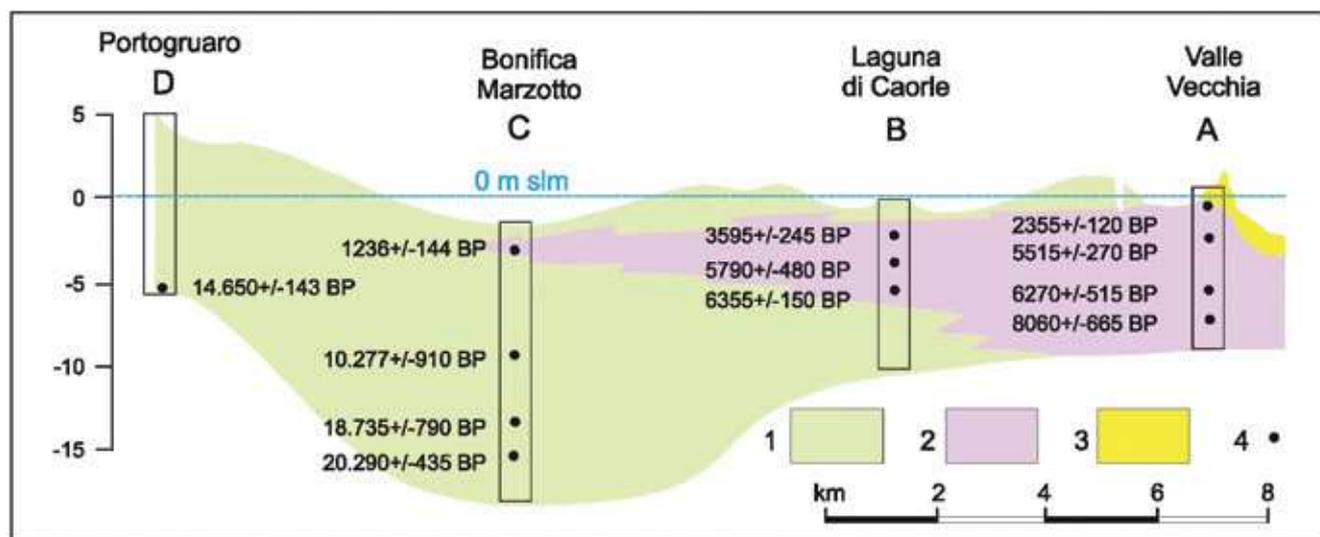


Fig. 7.24 - Sezione paleografica e stratigrafica dell'area della laguna di Caorle, transetto Portogruaro – Valle vecchia elaborato sulla base dei sondaggi A, B, C e D; per l'ubicazione si vedano Figg. 7.1 e 7.4.

Legenda: 1) depositi di pianura alluvionale; 2) depositi lagunari; 3) depositi costieri; posizione dei campioni datati (GALASSI & MARROCCO, 1999 semplificato).

### 7.11.2. La laguna attuale e le aree di bonifica

La carta geomorfologica in molti settori testimonia le tracce di quelli che furono gli spazi lagunari fino al XIX e XX secolo, rimasti relitti nelle zone di bonifica con interventi che hanno prosciugato i terreni nel corso di pochi decenni. Nel caso delle zone un tempo sommerse dalla laguna di Caorle quasi tutte le tracce di antichi canali lagunari e ghebi sono infatti facilmente riconducibili a morfologie rappresentate come ancora attive nella carta del Lombardo-Veneto e nelle prime tavolette IGM<sup>14</sup>.

Tutta l'attuale laguna di Caorle è delimitata da un argine perimetrale che la separa nettamente dalle aree bonificate, che furono parzialmente inondate anche dalla forte mareggiata del 1966, soprattutto a monte di Valle Nuova (BONDESAN *et al.*, 1995).

Nell'attuale laguna di Caorle le aree in cui sono presenti barene sono concentrate soprattutto nella Valle Grande, dove ricoprono buona parte della superficie, solcata da tipici ghebi che si dipartono dal canale Nicessolo. Altre superfici barenicole si trovano nella Valle Nuova (Fig. 7.25); qui però sono situate quasi esclusivamente lungo il perimetro, soprattutto presso la palude della Rocca e a ridosso di Porto Falconera. Negli altri settori della laguna di Caorle le barene sono quasi assenti o limitate a piccole porzioni tra gli argini e i terrapieni che formano la struttura delle valli da pesca. Fra queste si evidenzia la Valle

Zignago, formata da un complesso palinsesto di argini che la rendono molto caratteristica e facilmente identificabile anche nelle immagini telerilevate.

Negli altri settori dominati dalle acque salmastre, però all'esterno della laguna s.s., si segnalano aree a barene anche lungo il canale dei Lovi e Cavrato, Vallesina e Valle Grande di Bibione. In particolare all'interno della golena del canale Cavrato, recentemente ricalibrato, è presente un diffuso canneto il cui sviluppo è stato probabilmente favorito dal limitato deflusso dell'alveo, utilizzato come scolmatore del Tagliamento solo nelle piene maggiori.

La carta del microrilievo pone in evidenza il fatto che le zone di bonifica si trovano spesso a quote inferiori rispetto a quelle ancora sommerse, probabilmente a causa del costipamento differenziale verificatosi: maggiore nelle zone drenate sia per la perdita dell'acqua interstiziale, sia per la conseguente degradazione dei depositi torboso-organici ivi presenti. Nel complesso si può così notare come la laguna sia circondata da depressioni che si estendono verso monte fino all'isopisa 0,5 m, con un limite che procede grosso modo da San Stino di Livenza per Cavanella di Concordia e Lugugnana fino a Cesarolo. La medesima isopisa separa le aree più meridionali, quasi pianeggianti, da

<sup>14</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le Tavv. 2-3.

quelle settentrionali, topograficamente articolate per la presenza di morfologie fluviali come dossi e incisioni. Nell'area considerata, le quote più basse riportate dalla Carta Tecnica Regionale raggiungono i -3 m e si trovano a sud-ovest di Concordia Sagittaria, a poca distanza dalla grande ansa del fiume Lemene.

All'interno delle zone depresse sono evidenti numerose tracce, visibili da foto aerea, dei canali di marea e dei ghebi, talvolta molto complesse e fra loro sovrapposte. Verosimilmente i segni appartengono a varie fasi, ma la loro distinzione non è stata affrontata in questo lavoro. Le tracce appartenenti a questi elementi geomorfologici sono distinguibili da quelle propriamente fluviali per la minor ampiezza del loro alveo e soprattutto per la morfologia dendriforme che caratterizza il drenaggio lagunare; sovente si riconoscono diramazioni secondarie che si dipartono dal canale principale in direzione quasi perpendicolare e subscono poi a loro volta numerose ramificazioni. Questi aspetti sono particolarmente evidenti nella zona di Bandoquerelle, tra i fiumi Lemene e Loncon, dove tra l'altro lo spessore dei sedimenti organici superficiali era particolarmente considerevole, come ricordato dal toponimo Fosso della Torba.

Oltre alle zone sommerse dalle acque salmastre, prima delle bonifiche esistevano numerosi settori caratterizzati da terreni paludosi, sia salmastri che dolci, la cui origine era strettamente collegata allo scarso deflusso delle acque superficiali, ostacolato dalla presenza della laguna. Molte di queste aree palustri erano ancora ben rappresentate alla metà del XIX secolo; procedendo da est a ovest si possono ricordare: la Valle di Cesarolo, la Valle Grande e la Vallesina di Bibione, la Palude di Gramigna, la Valle Zignago, la Palude Mariussi, la Palude Ca' Balduro, la Palude di Sindacale, la Palude di Vanghera, la Palude Simoni, la Palude Grande di Concordia, la Valle Dolce, la Palude del Lago, la Palude Loncon, la Palude Bando Querelle, la Valle Rossetti e la Valle della Rocca, la Palude delle Sette Sorelle, la palude di Ottava Pressa e di Nona Pressa, la Palude Riello, la Valle Porri. Nel complesso i terreni attualmente posti sotto il livello marino tra Tagliamento e Livenza corrispondono a circa 230 km<sup>2</sup> (CASTIGLIONI, 1995) e sono tutti bonificati artificialmente.

I sedimenti degli antichi fondi lagunari mostrano spesso nello strato arativo un colore da grigiastro a bruno grigiastro (2,5Y 5-4/2 della Munsell Soil Color Chart)<sup>15</sup>, che in profondità passa poi a tonalità ridotte tipiche dei suoli idromorfi. Talvolta si segnalano anche resti di bivalvi tipo *Cerastoderma glaucum*, particolarmente abbondanti dentro i riempimenti dei canali lagunari dove talvolta si trovano anche significativi strati di torbe. La tessitura dei terreni dipende spesso dal microambiente lagunare in cui essi si sono depositi ma procedendo verso monte, dove la laguna ricopriva sottilmente la pianura preesistente, si ha una grande influenza dei substrati alluvionali sottostanti. Dopo quasi un secolo di arature profonde e aerazione del terreno, in mol-

te zone la spalmatura dei sedimenti lagunari è quasi completamente scomparsa; ciò è evidente presso Torresella di Portogruaro dove, in zone occupate dalla laguna fino agli inizi del XX secolo, oggi affiora direttamente la pianura pleistocenica con i caratteristici banchi di concrezioni carbonatiche.

Complessivamente nelle aree bonificate sono più diffusi i sedimenti limosi, anche se spesso possiedono una percentuale di sabbie variabile tra il 20 e il 40%. Nel settore a est dell'attuale laguna si segnalano però sabbie e sabbie limose la cui abbondanza è da correlare con l'attività del *Tiliaventum Maius* che con i suoi rami, probabilmente non contemporaneamente, sfociava tra Valle Zignago e Valle Vecchia, traversando perciò l'attuale laguna. I depositi fluviali hanno interagito con l'ambiente salmastro e nella porzione superficiale si riconoscono fino al limite orientale del Porto di Falconera. Più a ovest le analisi chimiche e petrografiche condotte sulle sabbie dei litorali di Caorle hanno dimostrato una loro appartenenza al sistema del Livenza (PROVINCIA DI VENEZIA, 1983). La differenziazione tra sedimenti del Tagliamento e del Livenza-Meduna si basa soprattutto sulla maggior presenza di carbonati in questi ultimi e nell'assenza in essi delle litologie ignee o metamorfiche invece presenti nella zona della Carnia.

Oltre all'interazione con i fiumi, le lagune hanno subito soprattutto l'influsso del mare, in un rapporto variabile di erosione e deposizione<sup>16</sup> caratterizzato da una dinamica molto rapida che ha comportato notevoli variazioni anche solo negli ultimi secoli. In particolare la situazione dei litorali riportata nelle varie carte storiche<sup>17</sup>, che rappresentano la costa tra Tagliamento e Livenza già a partire dalla prima metà del XVI secolo, consente di apprezzare la scomparsa o lo spostamento di alcune bocche lagunari come nel caso di quelle di Caorle, Santa Croce, Santa Margherita e del Mezzo Lido di Baseleghe. In particolare quest'ultima si trovava al centro dell'attuale litorale di Valle Vecchia e forse era ricollegabile all'antico corso del *Tiliaventum Maius*; la bocca di Mezzo Lido del Basileghe era rappresentata nelle mappe fino al 1562, ma già in quelle del XVII secolo non è più esistente.

### 7.11.3. La Valle Grande e la Vallesina di Bibione

La Valle Grande e la Vallesina vengono oggi spesso definite anche come Laguna di Bibione e si trovano comprese tra l'ala destra dell'apparato deltizio del Tagliamento, il canale Litoranea Veneta e il canale Lugugnana. Si tratta in realtà di valli da pesca di origine artificiale in quanto gli interventi antropici hanno trasformato zone palustri, separate dalla laguna di Caorle, in aree maggiormente comunicanti con le acque salmastre (CASTI MORESCHI, 1990). La

<sup>15</sup> Vedi anche il capitolo 6 "Suoli" e il capitolo 8 "Geologia", in cui c'è un'apposita scheda sul caranto.

<sup>16</sup> Vedi anche il capitolo 19 "Rischio da mareggiata" e la Tav. 16.

<sup>17</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le Tavv. 2-3.

documentazione cartografica ha infatti permesso di conoscere che, dopo alcuni tentativi di coltivazione a bosco, tra il 1689 e il 1694 la superficie venne resa una valle da pesca. In precedenza erano soprattutto le acque di piena del Tagliamento a rendere paludosa l'area. Poco prima del 1833 venne anche costruito un terrapieno che divise lo specchio d'acqua in due

porzioni: la Valle Grande e la Vallesina. Durante l'Olocene comunque l'area considerata era stata dominata anche dall'ambiente lagunare e forse marino, come dimostrato dalle tracce di probabili antichi cordoni dunali a monte della Litoranea Veneta e dalle dune pre-romane di località Mottaron dei Frati.



Fig. 7.25 - Valle Nuova nella Laguna di Caorle.

## RICERCA SULLA PRESENZA DELLA FORESTA PLANIZIALE NELLA PIANURA VENETA ORIENTALE

Michele Zanetti - Associazione Naturalistica Sandonatese

### Premessa

Riesce difficile, osservando le distese rurali e urbane che alle soglie del Terzo Millennio dilagano senza soluzione di continuità verso gli orizzonti più lontani del Veneto Orientale, immaginare il paesaggio e l'ambiente dell'antica foresta di pianura. Di quella cioè che i Romani e i Venetici e ancor prima le popolazioni Euganee e Liguri, conobbero, frequentarono, sfruttarono e affrontarono, dando infine inizio a quell'opera lunga e faticosa di erosione e di distruzione del tessuto forestale, i cui esiti conclusivi sono appunto visibili negli odierni paesaggi di pianura.

Ricostruire in termini semplicemente descrittivi l'ambiente della foresta padana, le sue atmosfere, i suoni, gli odori, i fremiti dovuti al passaggio delle stagioni, è sempre un esercizio di grande fascino, che difficilmente, tuttavia restituisce intatta la suggestione di un universo selvatico oggi del tutto estinto. La foresta non rivive infatti nel bosco Olmè di Cessalto, nel bosco Fontana di Mantova o nei boschi di Muzzana del Turgnano (UD): la foresta non esiste più e probabilmente non esisterà più, poiché i suoi requisiti primari erano costituiti dalla continuità della stessa superficie forestale su territori vastissimi e dall'architettura imponente e dunque da una dimensione della componente arborea dominante di proporzioni appunto imponenti. La volta forestale sfiorava i quaranta metri d'altezza, la stratificazione era folta e i patriarchi arborei di Farnia, di Frassino e d'Olmo presentavano proporzioni tali da trascendere la stessa fantasia. Proporzioni che non sono riscontrabili, attualmente, se non in rari individui sopravvissuti alle vicissitudini dell'antropizzazione del territorio.

Certo si può ricercare l'ancestrale atmosfera della foresta e la sua architettura nelle cattedrali di faggio del Cansiglio o nelle acquitrinose distese di farnia e leccio della Mesola (FE); forse però è la selva slovena di Tarnova, con la sua intricata distesa, con le sue atmosfere talvolta cupe, con i suoi silenzi inquietanti, con i suoi odori sconosciuti e con i suoi ospiti antichi a restituire in parte le sensazioni che nell'animo degli uomini di due millenni fa suscitava la Grande Madre Selva.

Erano, queste stesse, sensazioni di paura, di soggezione e di smarrimento al cospetto di un tentacolare universo vivente che avvolgeva e soverchiava schiacciando al suolo la minuscola dimensione umana, che inghiottiva e isolava. Nel contesto sconfinato della foresta ci si poteva infatti smarrire e si poteva vagare per giorni, seguendo le piste trac-

ciate dai grandi mammiferi, senza ritrovare la direzione per divincolarsi dal suo abbraccio mortale. Nella foresta si poteva morire, aggrediti dai grandi predatori di cui era rifugio, per la scarsità di cibo o per le insidie climatiche di un ambiente ostile alla vita dell'uomo.

Erano, al contempo e per queste stesse ragioni, sensazioni di rispetto sacrale, poiché nel groviglio verde della foresta, nei suoi alberi secolari, nell'intrico di fusti lianosi, nelle impenetrabili cortine di arbusti spinosi, nel richiamo dei grandi animali selvatici, si esprimeva tutta la forza generatrice di una Dea Madre che molto più tardi sarebbe stata chiamata Natura. L'espressione di quella energia che eternamente costruisce e demolisce secondo le leggi di un ordine superiore, ovvero del Sistema Naturale.

La foresta primaria, insomma, non apparteneva all'uomo, ma alla vita selvatica, all'universo di vita selvatica espresso da centinaia di specie vegetali e animali che della foresta erano struttura vivente e che la foresta stessa edificavano.

La grande scimmia bipede venuta dall'Africa centinaia di migliaia di anni prima era invece figlia della savana: degli spazi aperti che essa poteva controllare, percorrere facilmente, sfruttare grazie a strumenti e caratteri che l'evoluzione naturale non aveva concesso ad alcun'altra specie. Per questo la foresta non era ambiente da colonizzare, ma spazio da conquistare. Per questo la stessa foresta andava sospinta verso orizzonti lontani e dunque distrutta: lo imponevano l'ecologia della specie umana e soprattutto la grande rivoluzione culturale cominciata con esiti incerti alcuni millenni prima e conosciuta con il nome di allevamento e poi di agricoltura.

### Sulle tracce della foresta estinta

Ricercare le testimonianze viventi dell'antica foresta planiziale nella Bassa Pianura Veneta non è esercizio facile. Significa infatti esplorare un territorio il cui assetto geografico, la cui geomorfologia e idrografia e la cui dotazione vegetale e animale risultano sensibilmente - se non radicalmente - modificate rispetto all'epoca storica antica o protostorica. Oltre tremila anni di trasformazioni antropiche dell'ambiente, sommate alle naturali modificazioni dei parametri climatici, idrogeologici e geomorfologici, hanno determinato una situazione ambientale che si discosta spesso profondamente dall'assetto conosciuto e talvolta descritto dagli stessi cronisti d'epoca romana. Per avere la percezione di tali mutamenti è del resto sufficiente pensare alle modificazioni della

geografia fluviale, con la conseguente estinzione pressoché totale della capacità degli stessi apparati fluviali di modellare il territorio. L'estinzione dei fenomeni di spagliamento e di deposizione del sedimento fluviale che generavano i profili della pianura ha inciso in misura determinante sui processi di genesi, di evoluzione e di involuzione ambientale degli originari bacini lagunari. Parimenti importanti sono state le conseguenze ambientali relative ai successivi interventi di prosciugamento e di dissodamento delle vastissime superfici palustri sublitoranee, con modificazioni dei livelli di falda e degli stessi parametri del clima, che in epoca romana era caratterizzato da valori riferibili a una fase secondaria di espansione glaciale. Le stesse bonifiche hanno inoltre determinato fenomeni di subsidenza, contestuali a fenomeni di eustatismo positivo dovuti ai mutamenti e alle oscillazioni climatiche postglaciali (da 12.000 anni BP). La stessa opera bimillenaria di deforestazione sistematica, infine, ha modificato profondamente il microclima, il livello della falda freatica e la natura dei suoli della Pianura Veneta Orientale, con l'estinzione dell'azione pedogenetica della stessa foresta.

La ricerca degli antichi domini forestali, espressi in termini geografici, presuppone lo studio dei documenti relativi alla cartografia geomorfologica. L'altimetria, o meglio la micro-altimetria, costituisce un parametro determinante in questo senso. Le formazioni forestali mesofile, miste e caratterizzate dalle dominanti arboree Farnia, Carpino bianco e Olmo campestre, occupavano infatti i suoli più elevati, interessati come tali soltanto agli eventi alluvionali di dimensioni più rilevanti o eccezionali. Contestualmente va rilevato che la stessa foresta si caratterizzava per una composizione del sottobosco erbaceo peculiare e sensibilmente diversa da quella tipica dei boschi spiccatamente igrofilo e di ripa (Frassineti, Populeto-saliceti, Alneti). In questi termini, pertanto, la ricerca degli antichi domini forestali può essere intesa come incrocio e sovrapposizione dei dati costituiti appunto dalla geomorfologia e dall'altimetria, da un lato, e dalla presenza e distribuzione delle stesse tracce viventi costituite dalla flora erbacea di sottobosco, dall'altro.

In altre parole, essendo che l'opera di abrasione della naturalità da parte dell'uomo non ha rimosso del tutto - se non in casi particolari - le componenti delle biocenosi pregresse, la ricerca degli stessi elementi residuali condotta nel territorio consente di delineare una significativa geografia dei querceti storici.

La successiva verifica, mediante sovrapposizione della cartografia geomorfologica, a conferma del dato, consente di comprendere quale fosse l'entità territoriale del grande ecosistema formato dalla stessa foresta mesofila.

La ricerca delle testimonianze viventi relative all'ambiente forestale è stata condotta nell'area della Pianura Veneta Orientale a partire dal 1994. Soltanto con la creazione dell'Osservatorio Florofaunistico Venetorientale, avvenuta nel 1998 a opera dell'Associazione Naturalistica Sandonatese, tuttavia, la stessa ricerca ha assunto precisi connotati di metodo e di continuità, avendo come base la Carta tecnica regionale e come riferimento le parcelle cartografiche in scala 1:5000.

A partire dal 1998, pertanto, i naturalisti ricercatori, che hanno aderito al progetto di monitoraggio permanente della Biodiversità nel contesto territoriale denominato Pianura Veneta Orientale, hanno contribuito a tracciare le mappe di distribuzione relative alle specie floristiche proprie del sottobosco dei querceti planiziali.

Prima di procedere alla presentazione del catalogo floristico interessato e utile alla ricerca si ritiene importante tracciare i caratteri identitari relativi alla geografia dell'area interessata.

#### **La Pianura Veneta Orientale**

Con l'espressione geografica Pianura Veneta Orientale si intende, in questa sede, il settore della Bassa Pianura Veneta collocato a est del fiume Marzenego e i cui limiti geografici sono stati convenzionalmente fissati nei termini seguenti:

A ovest: corso del fiume Marzenego - Ponte della Libertà - Città di Venezia - Bocca di porto di Lido; a sud: litorale alto Adriatico compreso tra Punta Sabbioni e la foce del Tagliamento; a est: basso corso del fiume Tagliamento; a nord: per quanto qui d'interesse, il confine provinciale con le province di Pordenone e Treviso.

Si tratta, in sostanza, di una superficie territoriale comprensiva di quattro distinte fasce geografiche - una quinta, come si vedrà, l'interessa soltanto marginalmente - il cui profilo risulta indicativamente quadrangolare.

L'area territoriale di riferimento delle considerazioni e delle ricerche cui si fa riferimento nel seguito costituisce un ambito geografico omogeneo e ad elevato livello di antropizzazione. Si tratta, in particolare, della fascia territoriale che si colloca in posizione litoranea e sublitoranea e che costituisce un elemento di connessione tra la Bassa Pianura Veneta e la Bassa Pianura Friulana.

La successione di fasce geografiche che la caratterizza comprende: il litorale sabbioso, di profondità trasversale oscillante fra i cinquecento e i cinquemila metri; la laguna salmastra, conservatasi soltanto nell'area veneziana e di ampiezza pari a circa dodicimila metri; la bassa pianura alluvionale, sottratta alla pregressa condizione palustre mediante l'opera di bonifica otto-novecentesca; la fascia delle risorgive, collocata a separazione tra alta e bassa pianura

e di ampiezza indicativa pari a mille-cinquemila metri, e infine l'alta pianura diluviale, la cui entità risulta comunque assai ridotta nel contesto considerato.

La sua superficie si estende per circa 1800 km<sup>2</sup> (180 mila ettari) e include il settore orientale dei territori amministrativi relativi alle province di Treviso e Venezia. Essa comprende l'intero bacino settentrionale della laguna di Venezia ed è solcata trasversalmente da una rete fluviale che forma un complesso sistema idrografico, i cui elementi principali sono costituiti da corsi d'acqua di tipo alpino, di risorgiva e di bonifica.

Le trasformazioni ambientali dovute all'opera plurimillennaria dell'uomo sono, nell'area suddetta, di entità particolarmente rilevante. L'urbanizzazione sistematica dei litorali sabbiosi ha cancellato quasi ovunque le strutture geomorfologiche tipiche, ovvero gli apparati dunali. La diversione delle maggiori aste fluviali dalle foci naturali e l'arginatura della laguna di Venezia hanno modificato irreversibilmente l'idrografia territoriale e il regime idraulico della stessa laguna. Il prosciugamento delle paludi circumlagunari e litoranee ha determinato l'appoderamento e l'urbanizzazione di territori vastissimi, ma anche fenomeni di subsidenza tuttora in atto<sup>18</sup>. La densa infrastrutturazione longitudinale e trasversale del territorio ha determinato la creazione di barriere biotiche talvolta invalicabili per interi gruppi di organismi e ha indotto, contestualmente allo sfruttamento della risorsa edafica, la creazione di un sistema di cave senili costituito da una quindicina di bacini, con una superficie complessiva estesa per oltre 200 ha. Le stesse infrastrutture sono costituite da strade statali, da tre tronchi autostradali - cui se ne sta aggiungendo un quarto - nonché da linee ferroviarie longitudinali e trasversali che verranno affiancate da una nuova linea ad alta velocità e alta capacità. Il patrimonio forestale è stato letteralmente cancellato dalla geografia territoriale essendo attualmente riconducibile ai soli boschi fluviali e alle pinete litoranee artificiali, anche se si è recentemente arricchito con nuovi boschi realizzati artificialmente sul modello ecologico degli antichi querceto-carpineti (Bosco Bandiziol a San Stino, Bosco di Mestre ecc.). Il querceto-carpineti autoctono costituisce, per contro, una presenza del tutto residuale, la cui superficie complessiva non supera i 40 ha.

L'insediamento comprende infine centri di grandi dimensioni relative (Mestre, Treviso), centri di medie dimensioni (capoluoghi territoriali come San Donà di Piave, Portogruaro, Mogliano Veneto, Oderzo ecc.) e decine di piccoli centri dispersi lungo il reticolo fluviale, oltre a un esteso e polverizzato insediamento sparso di tipo puntiforme e lineare, mentre i litorali sabbiosi sono occupati, come s'è detto, da città balneari con configurazione lineare, estese per decine di chilometri.

In questo particolare contesto geografico, di sostanziale omogeneità geografica e di contestuale, elevata diversità ambientale, le maggiori trasformazioni ambientali antropiche<sup>19</sup>, ovvero quelle che hanno scandito la storia del rapporto uomo-ambiente, sono pertanto costituite da:

- deforestazione protostorica e storica (dall'epoca preromana al XIX° secolo);
- diversione fluviale veneziana (secoli XIV-XVIII);
- bonifica otto-novecentesca;
- l'urbanizzazione novecentesca.

Queste stesse che hanno cancellato i due ecosistemi dominanti propri dell'assetto naturale di questo territorio e costituiti dalla foresta mesofila e dalla palude dolce.

### La ricerca

La ricerca relativa alla diffusione geografica dell'ecosistema forestale mesofilo si è sviluppata, come affermato in precedenza, attraverso la mappatura di alcune specie floristiche minori, ovvero di tipo erbaceo, tipiche del sottobosco dello stesso querceto planiziale.

Il querceto-carpineti di bassa pianura si caratterizza per la composizione mista; le sue componenti arboree sono infatti rappresentate da specie dominanti come la Farnia (*Quercus robur*), il Carpino bianco (*Carpinus betulus*), il Frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*) e l'Olmo campestre (*Ulmus minor*), in percentuali diverse. La struttura forestale è tipicamente stratificata, con una folta componente intermedia formata da arbusti di specie diverse, mentre lo strato inferiore risulta caratterizzato da una componente erbacea folta e diversificata. Ne sono componenti tipiche la Primula comune (*Primula vulgaris*), la Pervinca (*Vinca minor*), il Sigillo di Salomone maggiore (*Polygonatum multiflorum*), l'Anemone bianca (*Anemone nemorosa*), l'Aglio orsino (*Allium ursinum*) e la Polmonaria (*Pulmonaria officinalis*). Queste stesse formavano infatti una compagine tipicamente legata al microclima fresco-umido del sottobosco ombreggiato e al fertile suolo umifero di origine appunto forestale; la loro presenza risultava pertanto direttamente legata all'ecosistema forestale mesofilo, che dalla gronda delle lagune salmastre dilagava letteralmente sui ripiani sedimentari emersi della bassa pianura e sui terrazzi diluviali dell'alta pianura, fino a raggiungere e a risalire le pendici collinari venete.

La scelta di questa componente ai fini dell'indagine in oggetto è dovuta al fenomeno della permanenza delle specie suddette nel territorio, anche successivamente alla deforestazione. E' stata infatti verificata una sua maggiore resistenza all'abrasione da

<sup>18</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza" e la cartografia di Tav. 15.

<sup>19</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le Tavv. 2 e 3.

trasformazione ambientale antropica. In altre parole le specie erbacee di sottobosco, oltre che costituire un indizio certo per il legame ecologico univoco con l'*habitat* del querceto mesofilo, riescono generalmente a conservare una presenza sfruttando i biotopi di rifugio rappresentati da boschi agrari da legna e dal reticolo delle siepi. Queste ultime, in particolare, possono essere considerate biotopi di rifugio della naturalità minore propria dell'antica foresta. Esse hanno infatti determinato le condizioni affinché un'interessante frazione della fitocenosi forestale evitasse l'estinzione locale, consentendo di assegnare loro, nell'attuale realtà d'ambiente, il ruolo di testimonianza residuale dello stesso ambiente forestale storico. Ruolo che dovrebbe imporre la loro conservazione, innanzitutto per conseguire l'obiettivo di tutela della biodiversità - e dunque dell'identità ecologica - della Pianura Veneta. L'esito della ricerca in oggetto è delineato nelle car-

tine schematiche che evidenziano la diffusione territoriale rilevata per ciascuna delle specie in oggetto. Ciascuna di esse presenta un livello di diffusione nel territorio differente dalle altre, rivelando implicitamente due diversi aspetti: il primo relativo a una possibile disomogeneità floristica del sottobosco dei querceti storici di pianura - condizione riscontrata peraltro negli stessi biotopi relitti di querceto-carpineti; il secondo riguardante invece le differenti capacità di adattamento ai nuovi ambienti proprie di ciascuna specie.

La somma dei rilievi di presenza, effettuati sulla base del reticolo cartografico regionale relativo alla scala 1:5000, in cui ciascuna tavoletta presenta una superficie pari ad alcune centinaia di ettari, ha infine consentito di delineare, con buona approssimazione, le superfici forestali relative all'epoca storica. L'esame delle cartine relative a ciascuna specie

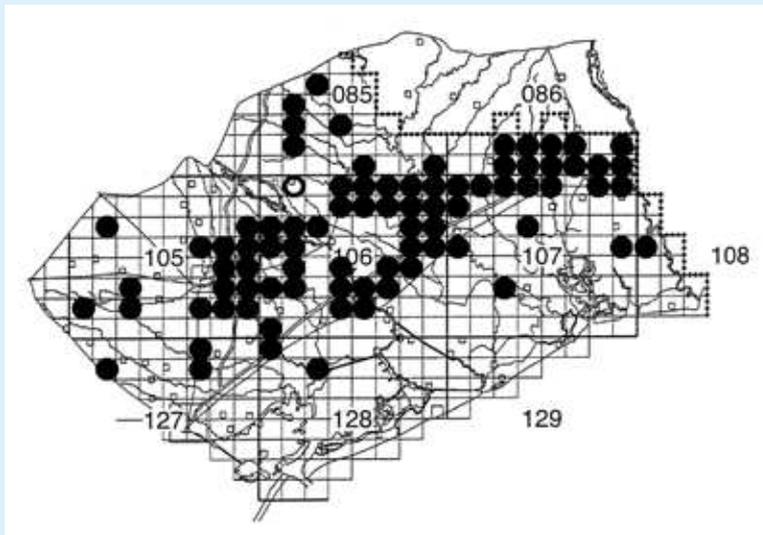


Fig. 7.26 - Distribuzione rilevata per la Primula comune (*Primula officinalis*).

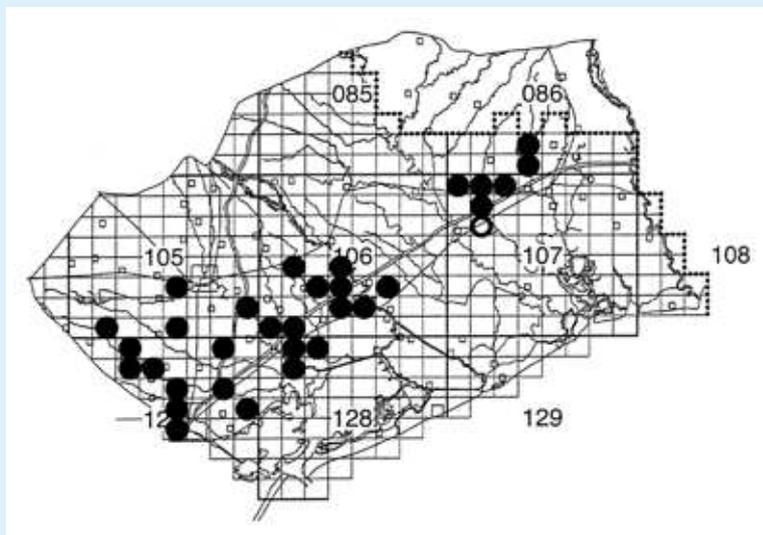


Fig. 7.27 - Distribuzione rilevata per la Pervinca minore (*Vinca minor*).



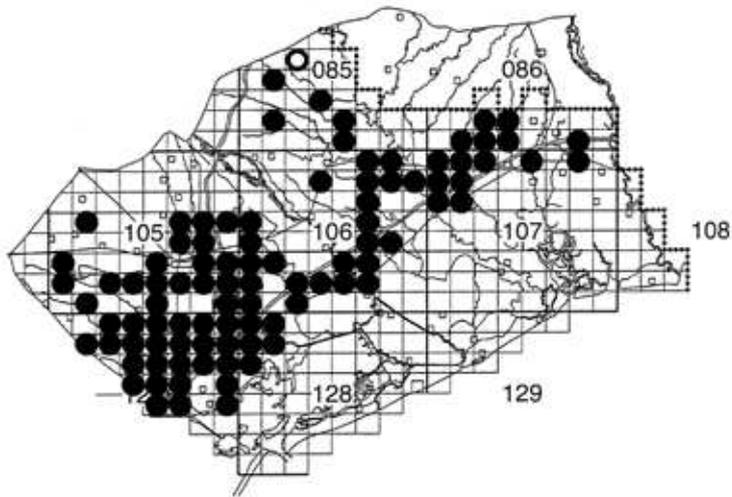


Fig. 7.28 - Distribuzione rilevata per il Sigillo di Salomone maggiore (*Polygonatum multiflorum*).

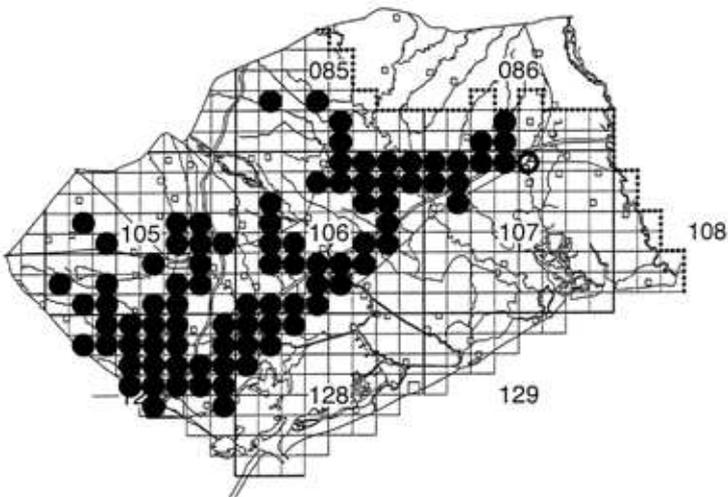


Fig. 7.29 - Distribuzione rilevata per l'Anemone bianca (*Anemone nemorosa*).

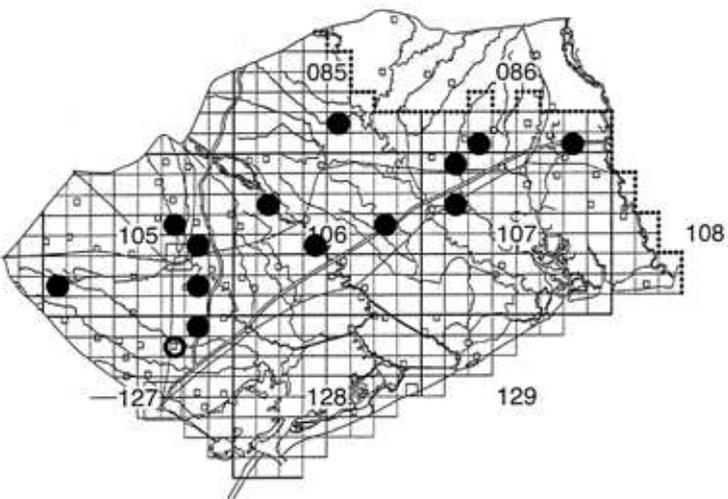


Fig. 7.30 - Distribuzione rilevata per l'Aglio orsino (*Allium ursinum*).

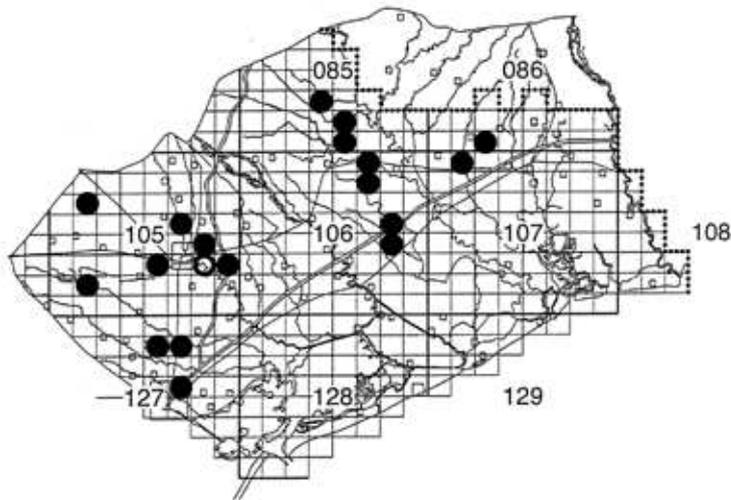


Fig. 7.31 - Distribuzione rilevata per la Polmonaria (*Pulmonaria officinalis*).

consente, in prima istanza, di verificare una costante riguardante la posizione del fronte forestale meridionale. I riquadri privi di presenze collocati a nord di tale linea sono dovuti all'elevato livello di trasformazione ambientale antropica e, più spesso, a carenza di copertura nella ricerca. La linea virtuale che segna il limite meridionale della stessa foresta si sviluppa con andamento progressivamente divergente rispetto all'attuale linea di costa. Dalla gronda lagunare mestrina, in cui i boschi si affacciavano letteralmente alla laguna ancora in epoca storica recente, il fronte forestale arretra fino all'altezza dell'abitato di San Michele al Tagliamento, presso il confine regionale. La fascia lagunare, attualmente trasformata in distesa agraria, andava cioè dilatan-

dosi verso est. La stessa autostrada Venezia-Trieste segue di fatto il ciglio delle antiche depressioni lagunari e palustri e sembra segnare di fatto il limite meridionale di diffusione delle specie floristiche proprie del sottobosco forestale.

In dato trova un riscontro oggettivo nella cartografia geomorfologica – del microrilievo – in cui l'altimetria dei suoli evidenzia come il limite di cui si parla fosse il medesimo dei territori emersi e come tali idonei alla colonizzazione da parte delle formazioni forestali mesofile. L'esame della cartografia in oggetto, dunque, se conferma l'ipotesi relativa a una presenza della foresta su tutte le superfici di bassa pianura collocate stabilmente sopra il livello del mare, evi-

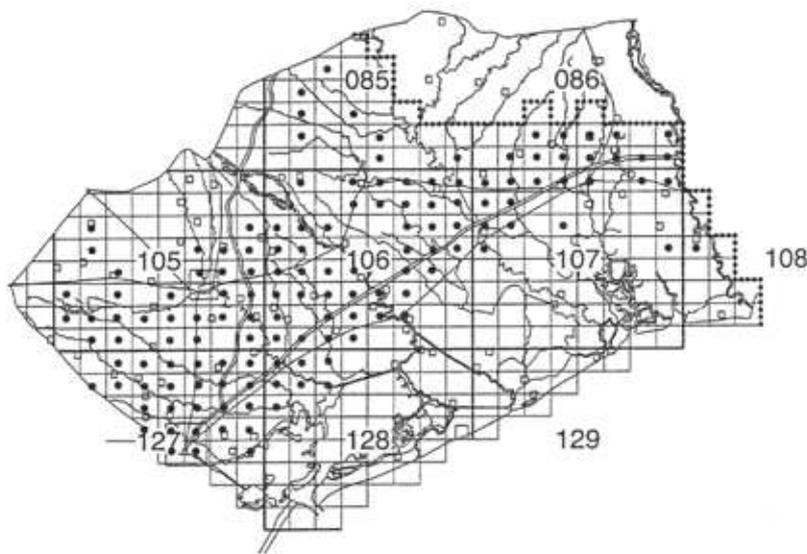


Fig. 7.32 - Distribuzione delle specie floristiche erbacee di sottobosco rilevata nell'ambito del Progetto di monitoraggio permanente della Biodiversità della Pianura Veneta Orientale tra il 1988 e il 2010.

denza che le rare infiltrazioni delle specie floristiche in oggetto a sud del suddetto limite riguardano esclusivamente i dossi lineari che rendono pensili i grandi fiumi o i loro paleoalvei.

Le stesse isole lagunari veneziane prossime alla gronda e originate da antiche alluvioni fluviali dovevano essere in origine fittamente boschose se, come risulta dalla cartografia storica più antica, una tra queste era denominata *Gajola*: termine di origine longobarda derivato dal sostantivo "gahagi" (bosco). La successiva colonizzazione antropica e il reiterato processo di trasformazione ambientale e di abrasione della naturalità pregressa ha tuttavia cancellato del tutto, in questi casi, le testimonianze floristiche della stessa foresta.

Le discontinuità che si osservano nella cartografia prodotta dalla ricerca presentano una diversa motivazione: nella fascia territoriale più interna, infatti, si tratta di carenze di indagine, mentre nella fascia di bassa pianura le situazioni di vuoto relative alle specie in oggetto sono dovute alla presenza di situazioni di tipo palustre permanenti o ricorrenti, dovute alla presenza di depressioni e alle esondazioni dei sistemi fluviali alpini o di risorgiva.

Se poi si considera, a ulteriore conferma delle infor-

mazioni così desunte, la presenza e la distribuzione dei toponimi di origine propriamente forestale, riferiti soprattutto ad alberi tipici del querceto, il dato d'ipotesi trova conferma ulteriore. *Carpenedo*, *Rovare*, *Frassina*, *Ormelle*, *Olmi* e numerosi altri attestano un'ampia diffusione della flora maggiore propria dei querceti di bassa pianura nell'intera Pianura Veneta Orientale. In questo caso, inoltre, la testimonianza culturale supera il significato relativo alla semplice presenza della foresta mesofila, per assumere un significato complementare di tipo fitostorico: alcuni interessanti toponimi, infatti, rivelano la permanenza in epoca storica di specie arboree relitte e tipiche di situazioni bioclimatiche estinte, come il pino silvestre, la betulla e il faggio.

Di particolare interesse al fine di valutare la presenza della foresta nella bassa pianura del Veneto Orientale risulta infine la testimonianza costituita dal governo dei boschi messo in atto dalla Serenissima. Migliaia di documenti, conservati presso l'Archivio di Stato di Venezia, riguardano l'attività dei tecnici della Repubblica e la formulazione dei provvedimenti di governo del patrimonio forestale di pianura. I roveri e le farnie dei boschi sopravvissuti alle successive azioni di deforestazione (protostorica, romana, bassomedioevale) costituivano la materia

1. Carpenedo ha 2,5
2. Cessalto (TV) ha 24
3. Cavalier (TV) ha 9
4. Basalghelle (TV) ha 13
5. Gaiarine (TV) ha 4
6. Lison ha 6
7. Zacchi ha 0,5
8. Villa Bombarda ha 11
9. Alvisopoli ha 3,5

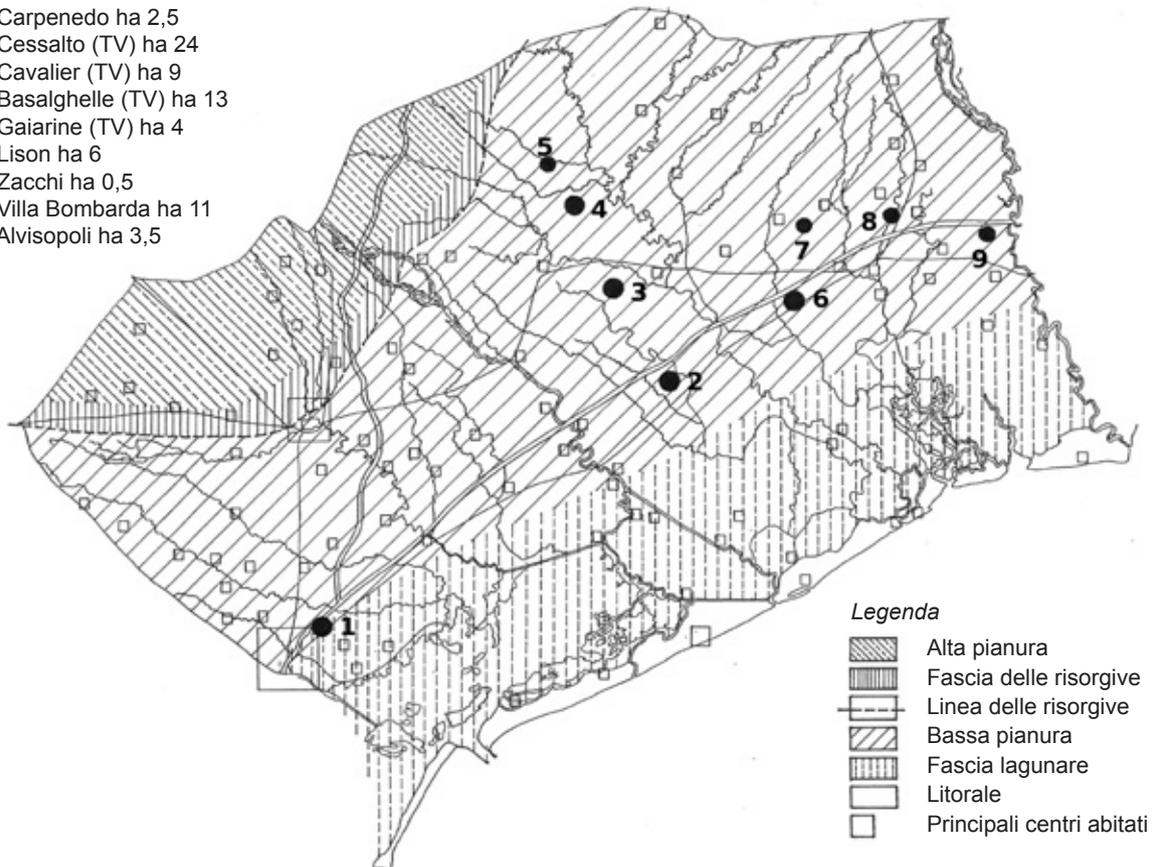


Fig. 7.33 - Fasce geografiche e boschi storici nella Pianura Veneta Orientale.



Fig. 7.34 - Il Bosco del Merlo nella campagna dei vigneti di Lison (Portogruaro): significativo esempio di biotopo forestale relitto.

prima necessaria a sostenere la potenza militare e commerciale di Venezia e godevano delle attenzioni speciali riservate a una risorsa strategica.

### Le risorse dell'antica foresta

In Epoca preromana, e ancora in Epoca romana, la foresta di pianura costituiva una fonte preziosa di risorse. Se da un lato infatti le formazioni forestali occupavano le superfici più fertili della stessa pianura e il loro abbattimento risultava necessario per consentire l'espansione delle colonie umane e della produzione primaria necessaria al loro sostentamento, dall'altro esse costituivano autentici apparati di produzione di beni di notevole importanza economica. Questa fu certamente la ragione per cui la stessa foresta venne sostituita, nel nuovo paesaggio delineatosi con l'affermazione dell'agricoltura, da un fitto mosaico di superfici boschive, cui erano demandate funzioni analoghe.

Va comunque sottolineata la natura sostanzialmente diversa, nel rapporto con l'ambiente forestale, relativa alle due fasi, protostorica (Età del Bronzo) e storica (Età del Ferro, Epoca Romana), dell'economia delle popolazioni di pianura. Nel primo caso,



Fig. 7.35 - Scorcio della campagna a sud del Bosco del Merlo (Lison, Portogruaro).

infatti, la foresta rappresenta ancora una realtà ambientale egemone e, nel contempo, un apparato produttivo naturale indispensabile alla sussistenza delle comunità insediatesi stabilmente nell'ambiente pianiziale. Le forme ancora primitive di agricoltura e di allevamento imponevano infatti un'economia mista, in cui l'aspetto relativo alla caccia e raccolta presentava ancora un'importanza rilevante. In questi termini pertanto la foresta rappresentava una fonte di risorse complementare, ma indispensabile, da cui si prelevavano significative entità di biomassa animale e vegetale.

Anche se la grande fauna forestale quaternaria appariva in questa fase della storia naturale in declino irreversibile, la dimensione delle superfici forestali e la relativa contiguità con gli spazi umanizzati consentivano ancora una remunerativa attività venatoria. Venivano pertanto effettuate cacce in battuta al cinghiale e al cervo, al capriolo e persino al lupo, di cui si sfruttava la pelliccia, mentre ogni specie di



Fig. 7.36 - Il Bosco Zacchi, nella campagna di Cinto Caomaggiore: esempio di frammento forestale storico di esigue dimensioni.

mammifero o di uccello forestale costituiva una potenziale preda di interesse alimentare. Si sommava inoltre a questa la raccolta di vegetali selvatici: dai germogli (pungitopo, asparago selvatico, tamaro, luppolo ecc.) ai frutti (more, rosa canina, melo selvatico, prugnolo, ciliegio, nocciolo ecc.), quindi la ricerca del miele prodotto dalle api selvatiche e di qualsiasi altra sostanza, vegetale o animale, fosse appunto commestibile.

Più limitata era l'importanza della foresta di pianura come fonte di approvvigionamento di materiali da costruzione. I ricoveri abitativi venivano probabilmente realizzati con l'impiego di tronchi e rami di alberi a legno tenero (salici, pioppi, ontani), come tali meno faticosi da abbattere, mentre le coperture venivano costruite con materiali quali la canna di palude o le grandi carici, prelevate dalle paludi dolci perifluviali. In sostanza dunque la foresta costituiva un autentico apparato produttivo naturale, le cui

dinamiche sfuggivano al controllo dell'uomo, ma i cui prodotti risultavano indispensabili all'economia di sussistenza tipica delle culture dell'epoca.

Nella seconda fase, relativa al periodo propriamente storico e dunque alla stessa epoca romana, il rapporto di sfruttamento instaurato con l'ambiente forestale evolve in termini sostanziali. In questo caso, peraltro, si può già parlare di "residuo" ambiente di foresta, poiché l'intervento di deforestazione aveva ormai raggiunto livelli elevati e determinato la frammentazione delle stesse superfici forestali e un arretramento degli orizzonti forestali verso l'alta pianura o verso i lidi e le lagune. La foresta primigenia conservava pertanto tracce di presenza assai estese e di relativa integrità e tuttavia il paesaggio agrario romano costituiva la realtà egemone nell'area di bassa e media pianura del Veneto. Appezamenti a cereali si alternavano alle vigne, al pascolo e soprattutto al bosco, che costituiva un fondamentale apparato di produzione energetica, d'uso comune e



Fig. 7.37 - La campagna di Pradipozzo (Portogruaro) in cui sorgeva l'antica foresta planiziale.

di superficie dimensionata in ragione delle esigenze della stessa comunità rurale.

Al bosco era dunque stato assegnato, definitivamente, il ruolo anticamente svolto dalla foresta, con una importanza crescente per l'aspetto relativo alla produzione di materiali lignei da costruzione. Le accresciute esigenze, dovute ai molteplici impieghi e al contestuale sviluppo di tecnologie di lavorazione di notevole livello, assegnavano ai materiali lignei lavorabili la stessa importanza riguardante il materiale combustibile, come i precedenti forniti dal bosco.

Il bosco veniva pertanto ad assumere un valore strategico, cui erano legati l'economia e la qualità della vita delle comunità che ne gestivano le risorse; valore che si ritroverà inalterato e anzi enfatizzato mille anni dopo, nell'economia e nella politica di gestione delle risorse territoriali attuata dalla Serenissima.

Quanto al rapporto con la foresta, esso conservava certamente un'importanza ancora rilevante, ma non più determinante. La foresta rimaneva l'ambiente vocato alla grande attività venatoria, senza tuttavia



Fig. 7.38 - La campagna di Dese (Venezia-Mestre) in cui è in corso la realizzazione del Bosco di Mestre.

che questa risultasse determinante per l'approvvigionamento di risorse alimentari; occasionalmente essa veniva frequentata per la raccolta di legna o di alimenti vegetali e per il prelievo di materiali da costruzione, ma le distanze dai maggiori insediamenti, che si dilatavano progressivamente, limitavano molto probabilmente queste stesse attività.

I destini della grande foresta padana, in epoca romana, erano pertanto già delineati e il suo progressivo smantellamento rappresentava una tendenza apparentemente irreversibile, anche se destinata a manifestarsi in tempi lunghi. Se risponde infatti al vero la sacralità della foresta presso i Romani, è altrettanto vero che le superfici da essa occupate erano certamente quelle che, per problemi di assetto idrogeologico o di collocazione geografica, meno di altre si prestavano a essere recuperate all'agricoltura e appoderate.

Duemila anni fa, in sostanza, l'ambiente forestale era già considerato alternativo all'assetto "pascolo, bosco, colture" che doveva, nell'arco breve di due millenni e con alterne sorti, evolvere infine nell'attuale monocoltura agraria di tipo industriale e nell'insediamento puntiforme sparso, sotto cui sono sepolte e disperse le vestigia delle ville rustiche della romanità del Veneto Orientale.



Fig. 7.39 - Fiori di Colchico (*Colchicum autumnale*), esempio di specie forestale presente con una stazione al margine della laguna di Campalto (Venezia-Mestre).

## LE UNITÀ DI PAESAGGIO SECONDO L'APPROCCIO GEOMORFOLOGICO

Giuseppe Gisotti - Presidente Sigea (Società Italiana di Geologia Ambientale)

E' ormai convincimento generale che non si possono effettuare scelte territoriali corrette senza una completa ed esauriente conoscenza delle caratteristiche geologiche e pedologiche, senza una sufficiente valutazione e quantificazione dei parametri geoambientali.

Nella pianificazione territoriale normalmente si opera una valutazione prima separata (analisi) e poi congiunta (sintesi) delle principali "componenti dell'ambiente naturale" al fine di *definire le potenzialità e le limitazioni all'uso del territorio stesso*. Ma tale procedimento non costituisce ancora uno strumento conoscitivo completo per la pianificazione, in quanto la realtà naturale dev'essere ulteriormente verificata con le finalità socio-economiche.

Alcuni esperti di ecologia del paesaggio (*landscape ecology*) sostengono che il sottosistema geomorfologico ne rappresenti uno degli aspetti più importanti. Secondo LESSER (1977) la geomorfologia riveste una "funzione ordinatrice dello spazio" ed egli vede il significato ecologico della geomorfologia nella sua funzione di "fattore regolatore" per molte altre funzioni dell'ecosistema paesaggio. Predominante è la funzione che la geomorfologia possiede nei confronti della differenziazione spaziale del bilancio ecologico del paesaggio. Per esempio, nel controllare il microclima locale la morfologia dei luoghi svolge un ruolo di primo piano, per quanto riguarda le forme del rilievo



Cava di bauxite in Puglia.



Civita di Bagnoregio.



Latomia di Siracusa.

e soprattutto per l'esposizione e la clivometria. Oltre alle condizioni geomorfologiche, anche le condizioni geologiche in senso lato influenzano direttamente i potenziali ecologici del paesaggio stesso. Infatti l'assetto geologico di una regione, oltre che influenzare l'economia umana attraverso la distribuzione spaziale dei giacimenti di materiali (ghiaia, sabbia, argilla, carbone fossile, minerali ecc.), si ripercuote direttamente sull'ecologia del paesaggio, per esempio, attraverso i fenomeni erosivi, veri e propri processi di trasferimento di materia ed energia (erosione diffusa, frane ecc.) o attraverso i fenomeni di infiltrazione nel suolo/sottosuolo (idrogeologia): infatti gli accumuli di sostanze nocive sul terreno, mediante i processi di trasferimento attraverso l'acqua, possono causare danni in luoghi diversi da quello originario, con un ritardo spesso del tutto imprevedibile.

La Regione Veneto è stata fra le prime a mettere in atto i principi sopra accennati, redigendo negli anni '80 la "Carta delle Unità Geomorfologiche" a scala 1:250.000, che è stata redatta con lo scopo di fornire il quadro generale di riferimento fisico e il collegamento fra i diversi livelli e le diverse scale nel processo di pianificazione (SCHIAVON E. & SPAGNA V., 1987). Successivamente la stessa Regione ha pubblicato "Le forme del terreno viste dal cielo: il Veneto" che è un atlante geomorfologico basato essenzialmente su foto aeree, che ha lo scopo di invitare "... a visitare il Veneto dal punto di vista geomorfologico", ma che vuole essere anche un complemento alla citata Carta delle Unità Geomorfologiche (SPAGNA V., 2009).

Tale processo, nel riconoscimento e nella valorizzazione

delle forme del terreno, trova il modo di armonizzare l'utilizzazione delle risorse naturali con le attività produttive e con il modello di insediamento e di relazione fra i diversi settori geografici della Regione, dalla montagna alla collina, all'alta pianura, alla bassa pianura, ai litorali, tutti settori legati tra loro dalla dinamica geomorfologica del passato e attuale nonché dai meccanismi naturali e artificiali che ancora oggi reggono gli equilibri tra forme e processi fisici nel territorio. Questo saggio di cartografia tematica si pone nel quadro della documentazione di base per il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento previsto dalla L.R. 2.05.1980, n° 40, modificata e integrata dalla L.R. 27.06.1985, n° 61.

Nel 2011 è uscito il libro sulle "Unità di Paesaggio" (GISOTTI G., 2011), basato sulle esperienze dell'Autore su tale argomento a cominciare dai primi anni '80 e sulla scia dei vari lavori sullo stesso argomento, redatti da singoli professionisti e/o da pubbliche Amministrazioni. L'Autore propone una metodologia sperimentale che si fonda sulle componenti geologiche e pedologiche per valutare, nelle grandi linee, la potenzialità e le limitazioni d'uso del territorio, come contributo alla pianificazione e gestione dello stesso. L'esame non si limita alle componenti suddette, ma riguarda anche i parametri che ne sono più o meno influenzati, quali erodibilità delle rocce, propensione al

dissesto idrogeologico, circolazione delle acque sotterranee, forme del rilievo terrestre, fertilità del suolo. Allo scopo di effettuare una valutazione completa delle attitudini e vocazioni dei terreni, è necessario integrare i risultati dell'esame geologico e pedologico con quelli relativi agli altri fattori naturali, quali i fattori climatico, vegetazionale e faunistico, che sono necessari, ma non sufficienti per definire le attitudini se non sono armonizzati con le componenti sociali ed economiche.

In sintesi i lavori citati prendono in esame sia le risorse del territorio che i rischi cui il territorio è soggetto, a cominciare da quelli geologici (rischio idrogeologico, sismico e vulcanico).

Per quanto riguarda le risorse, dalle esperienze sopra ricordate si prevede di valutare lo stato quantitativo e qualitativo delle risorse, in particolare quelle geologiche, prevedendo azioni indirizzate alla loro conservazione e utilizzazione sostenibile. Per quanto riguarda i rischi, si tratta di effettuare la previsione, prevenzione e mitigazione di tali rischi. Merita accennare al fatto che tali valutazioni si avvalgono *in primis* delle conoscenze della geologia e dei suoi rapporti, delle sue interferenze con le altre scienze dell'ambiente, pertanto esse si basano sulla "geologia ambientale", di cui si espone un diagramma di flusso (Fig. 7.40).

## LA GEOLOGIA AMBIENTALE

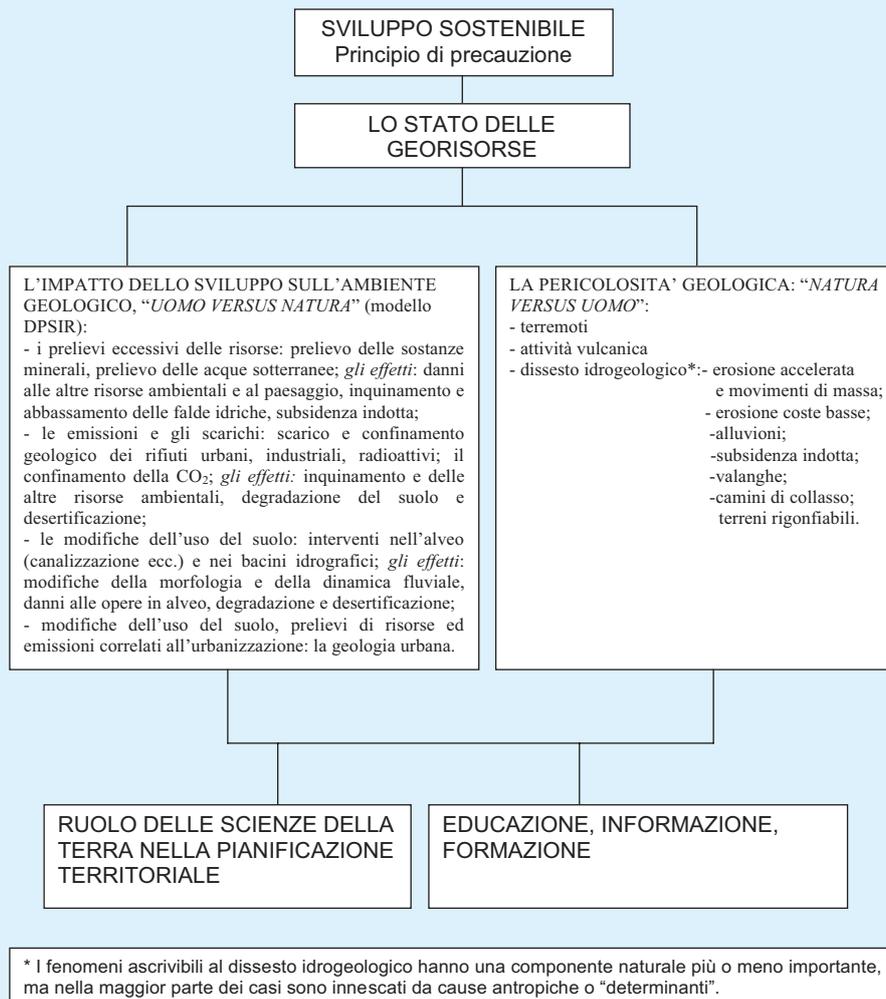


Fig. 7.40 - Diagramma di flusso che mostra i rapporti fra ambiente geologico e attività antropica.

## 8 GEOLOGIA

ALDINO BONDESAN<sup>1</sup>, ALESSANDRO FONTANA<sup>1</sup>, PAOLO MOZZI<sup>1</sup>, SANDRA PRIMON<sup>1</sup>, VALENTINA BASSAN<sup>2</sup>, ANDREA VITTURI<sup>2</sup>

### 8.1. PREMESSA

Dopo aver acquisito le necessarie conoscenze su tutto il territorio provinciale in ordine alla pedologia e alla geomorfologia, si è affrontato lo studio per la realizzazione della carta geologica del territorio provinciale, e questo grazie di dati sul sottosuolo raccolti nel corso degli studi precedenti.

Si è quindi deciso di passare dalle due dimensioni spaziali alla terza, anche se autorevolmente è stato detto che il modello geologico realizzato è “davvero unico, particolare, assolutamente originale ... perché caratterizzato da ben cinque dimensioni. Sì, cinque dimensioni; quelle tridimensionali dello spazio, più la dimensione temporale e, infine, la dimensione antropica”<sup>3</sup>.

Ben presto però, sulla base della collaborazione con APAT<sup>4</sup>, Regione Veneto e altri enti per realizzare i fogli CARG 1:50.000 “Venezia”, Chioggia - Malamocco” e “Portogruaro”, si è constatato che la mancanza dei fondi necessari per eseguire indagini indispensabili allo scopo impedivano l’effettiva realizzazione del progetto col dettaglio e le informazioni richieste.

Si è però deciso di procedere ugualmente, anche se in modo diverso rispetto ai canoni APAT, in quanto una cartografia geologica di buon dettaglio era ugualmente realizzabile considerando l’ampia documentazione esistente e la presenza di un team di specialisti affiatati ed esperti, con un bagaglio di conoscenze pregresse relative al territorio provinciale.

E’ stato così realizzato lo studio “Le unità geologiche della provincia di Venezia”, corredato dalla “Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia” in scala 1:50.000.

Essa viene riportata in questo volume alla scala 1:100.000 (Tav. 10). Alla carta è allegata una cinquantina di profili geologici che descrivono in modo dettagliato il sottosuolo fino a 10 - 30 m di profondità, ai quali vengono associati schemi e sezioni-tipo rappresentative delle unità geologiche delimitate in carta.

Le unità geologiche della provincia di Venezia rappresentano quindi il punto d’arrivo di un’attività pluridecennale che ha visto impegnato il Servizio Geologico provinciale nel campo delle ricerche su suolo e sottosuolo, sia in autonomia che in collaborazione con altri enti. Nella sua impostazione generale esso assume una finalità eminentemente di carattere pratico e di diretta applicazione per una molteplicità di utenti, sia della Pubblica Amministrazione che del mondo professionale, il tutto in un ambito di rigore scientifico e metodologico.

Lo studio è stato organizzato in forma schematica e sintetica al fine di realizzare un agile, ancorché detta-

gliato, strumento di consultazione per tutti coloro che operano nel campo della geologia.

### 8.2. EVOLUZIONE GEOLOGICA TARDOQUATERNARIA DELLA PIANURA VENETO-FRIULANA

ALESSANDRO FONTANA<sup>1</sup>

La provincia di Venezia si estende da NE a SW tra il corso del fiume Tagliamento fin quasi a quello del Po, comprendendo tutta la fascia costiera della pianura veneta e una porzione di quella friulana; il limite geografico occidentale di quest’ultima è infatti rappresentato dal Livenza. Nel complesso la provincia comprende quasi un terzo della pianura costiera dell’Italia nord-orientale e il suo assetto stratigrafico, quindi, è rappresentativo della storia geologica tardopleistocenica e olocenica della pianura che si affaccia sull’Adriatico settentrionale.

Le caratteristiche degli elementi rappresentati nella Carta delle unità geologiche (Tav. 10) sono intimamente legate agli elementi geomorfologici riconoscibili in superficie e, complessivamente, sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra le fasi finali del Pleistocene e l’Attuale, ossia negli ultimi 150.000 anni circa. Le ricerche condotte in questi ultimi anni, soprattutto a seguito dei progetti di cartografia geomorfologica, pedologica e geologica riguardanti la provincia di Venezia e, più in generale, la pianura veneta e friulana (BONDESAN *et al.*, 2004a; BONDESAN & MENEGHEL, 2004; RAGAZZI *et al.*, 2008; RAGAZZI & ZAMARCHI, 2008; ARPAV, 2005; FONTANA, 2006; TOSI *et al.*, 2007a; 2007b; ZANFERRARI *et al.*, 2008a; 2008b; 2008c; FONTANA *et al.*, 2012) hanno consentito un deciso avanzamento delle conoscenze geologiche del territorio e dell’evoluzione che esso ha subito. Qui vengono esaminati e riassunti i concetti descritti originariamente nelle note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia (FONTANA *et al.*, 2004; in: BONDESAN & MENEGHEL, 2004), introducendo le conoscenze più recenti e ampliando lo spazio dedicato agli aspetti stratigrafici

<sup>1</sup> Università di Padova - Dipartimento di Geografia.

<sup>2</sup> Provincia di Venezia - Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

<sup>3</sup> Dalla “Prefazione” di Pietro Antonio De Paola (Presidente Consiglio Nazionale Geologi) e Danilo Belli (Presidente Ordine Geologi Regione Veneto) al volume “Le unità geologiche della provincia di Venezia” (2008).

<sup>4</sup> Già Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e del Territorio (APAT) e ora Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che però altro non sono che il “Servizio Geologico d’Italia” d’antica memoria.

e geologici che servono alla comprensione del primo sottosuolo.

I dati attualmente disponibili per la pianura veneziana consentono di descrivere con una discreta affidabilità l'assetto stratigrafico dei depositi presenti nei primi 30 m circa di profondità, mentre per il sottosuolo più profondo si possono tratteggiare solo alcune caratteristiche generali. Infatti, le comuni indagini geognostiche si spingono solitamente fino a 15-30 m. I sondaggi a carotaggio continuo profondi 30-50 m sono in numero limitato e quelli che raggiungono i cento metri corrispondono quasi esclusivamente ai pochi carotaggi realizzati per i nuovi fogli della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (progetto CARG)<sup>5</sup>.

### 8.2.1. Cenni di geodinamica e origine della pianura veneto-friulana

La realizzazione dei nuovi fogli della carta geologica d'Italia (progetto CARG Regione Veneto e CARG Friuli Venezia Giulia), nel complesso ha fornito una dettagliata sintesi dell'evoluzione geologica-strutturale del territorio provinciale dalla fine del Paleozoico all'Attuale (ad es. ZANFERRARI, 2007; ZANFERRARI *et al.*, 2008c). La pianura veneto-friulana rappresenta la superficie del riempimento di età terziaria e quaternaria di un bacino deposizionale che è situato all'estremità nord-orientale della microplacca adriatica. Si tratta dell'avampaese condiviso fra il settore orientale delle Alpi meridionali e gli Appennini settentrionali. La prima corrisponde a una catena a thrust sud-vergenti sviluppatesi a partire dal Paleogene, mentre la seconda è una catena a thrust con vergenza nord-orientale formatesi dal Neogene (MASSARI, 1990; DOGLIONI, 1993).

Il fronte alpino più meridionale è sepolto sotto la piana alluvionale pedealpina, mentre nel settore più orientale, quello friulano, alcuni dei sovrascorrimenti più esterni affiorano in parte nel mezzo della pianura friulana e, vicino a Udine, hanno creato alcuni terrazzi tettonici sollevati di pochi metri (ZANFERRARI *et al.*, 2008a; FONTANA, 2006). Il settore più meridionale della pianura veneta, invece, è stato influenzato fin dal Miocene superiore dall'attività di espansione verso nord dell'avampaese appenninico, i cui thrust più esterni si trovano sepolti al di sotto dell'attuale corso del fiume Po. L'influenza della tettonica appenninica ha provocato un tilting con immersione verso sud che viene sentito fino alla zona di Venezia (CARMINATI *et al.*, 2003). La subsidenza indotta dal carico tettonico dell'Appennino settentrionale ha prodotto oltre metà dell'abbassamento verificatosi nell'area della laguna veneta nel Pleistocene, ossia circa 500 m (CARMINATI *et al.*, 2003; BARBIERI *et al.*, 2007).

Tuttora i tassi di subsidenza media annua<sup>6</sup> calcolate sugli ultimi 125.000 anni indicano che tutta la pianura costiera veneto-friulana è in subsidenza, ma i valori manifestano un netto incremento procedendo dalla zona friulana verso quella padana. In particolare, mentre il tasso di affondamento nella zona tra

Tagliamento e Livenza è di circa 0,45 mm/a, tra Livenza e Venezia è di 0,5-0,6 mm/a e aumenta poi notevolmente a sud di Chioggia, dove supera anche 1 mm/a (FERRANTI *et al.*, 2006; ANTONIOLI *et al.*, 2009). Fra le varie faglie con andamento NNW-SSE rappresentate in numerose pubblicazioni, il recente lavoro di rianalisi ha documentato l'importanza della faglia Schio-Vicenza anche durante il Quaternario, mentre gran parte degli altri lineamenti con simile andamento sembrano aver avuto una scarsa attività, che in genere non ha dislocato la base del Pleistocene (ZANFERRARI, 2007).

Oltre alle deformazioni tettoniche, l'evoluzione plio-quaternaria è stata fortemente influenzata dall'evento verificatosi circa cinque milioni di anni fa durante il piano cronostratigrafico denominato Messiniano; in questo periodo del Miocene la chiusura dello stretto di Gibilterra portò all'abbassamento del livello del Mediterraneo di parecchie centinaia di metri, causando l'emersione di vasti territori, fra cui tutta l'area considerata, e sottoponendoli così ad una notevole erosione alluvionale. Tale processo portò alla riorganizzazione del reticolo fluviale principale e diede origine a molte delle principali valli alpine e delle maggiori depressioni esistenti nel substrato della pianura; queste ultime sono riconoscibili solo grazie all'esplorazione sismica condotta per la ricerca petrolifera e hanno guidato la sedimentazione marina pliocenica e quella marina e alluvionale quaternaria. Nella Fig. 8.1 è riportato lo schizzo geologico strutturale della pianura veneto-friulana, col profilo geologico del settore centrale.

### 8.2.2. I megafan alluvionali

L'aspetto attuale della pianura veneto-friulana è fortemente legato all'evoluzione tardo pleistocenica e olocenica dei fiumi alpini Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta e Adige (Tab. 8.1).

Essi hanno infatti ripetutamente cambiato percorso a valle del loro sbocco montano interessando aree

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 7.

<sup>6</sup> L'apparente non concordanza tra i dati sui valori di subsidenza qui indicati e quanto riportato nel capitolo 16 "Subsidenza" e nella cartografia della Tav. 15 si può spiegare con la differenza che vi è tra i dati a lungo termine (e cioè i 125.000 anni cui si fa qui riferimento) e quelli a breve termine (1992-2002 del cap. 16). I tassi attuali, infatti, sono frutto della situazione che a scala geologica è considerabile come istantanea, in cui cioè l'evidenza di tendenze momentanee e il peso delle attività umane è marcato. Nelle osservazioni a breve termine, quindi, vi possono essere delle zone che stanno affondando con velocità molto elevate, mentre in altre aree il terreno appare in sollevamento. Se si esamina la subsidenza a lungo termine, quindi su periodi talmente lunghi da togliere le "anomalie" momentanee, risulta indiscutibile che la pianura si sta abbassando, altrimenti non si avrebbe deposizione. Di conseguenza i dati apparentemente non concordanti sono tali in quanto riferiti a scale temporali diverse; in entrambi i casi, però, il territorio provinciale risulta in abbassamento più o meno evidente; del resto ciò viene confermato dalle indagini CNR precedenti, citate nel capitolo 16.

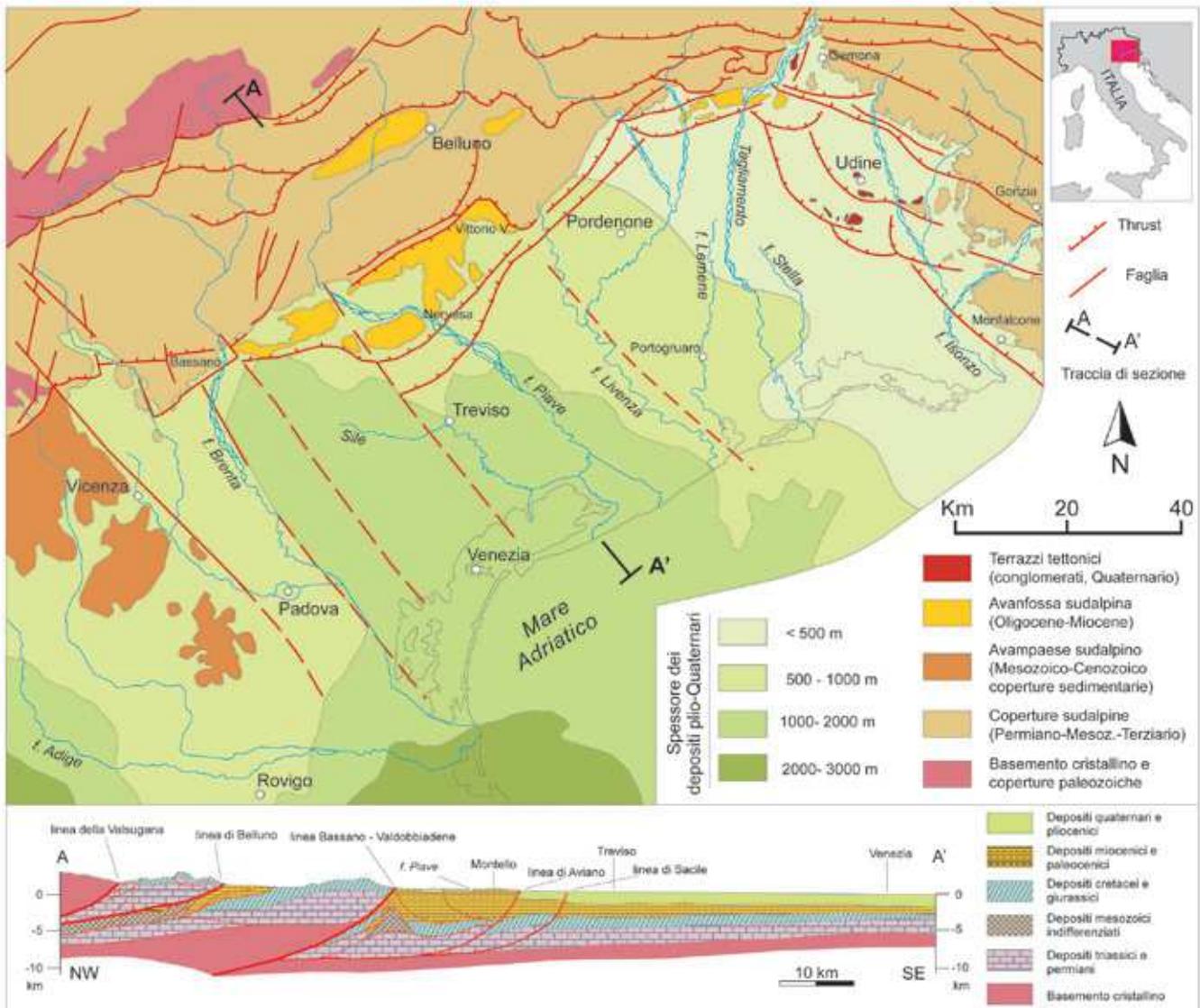


Fig. 8.1 - Schizzo geologico strutturale della pianura veneto-friulana, con profilo geologico del settore centrale (da REGIONE VENETO, 1990; GASPERI, 1997; PERUZZA *et al.*, 2002, modificati).

Fiume	Bacino (km <sup>2</sup> )	Lunghezza (km)	Quota massima del bacino (m)	Precipitazioni annue medie (mm/a)	Portata media annua (m <sup>3</sup> /s)	Portata di picco (m <sup>3</sup> /s)	Quota alveo allo sbocco in pianura (m)
Isonzo	3430	140	2760	1800	230	4400	65
Tagliamento	2580	172	2780	2150	109	4500	130
Piave	3899	222	3162	1330	132	4250	85
Brenta	1787	160	3079	1386	71	2810	130
Adige	11.954	410	3890	933	220	4000	100

Tab. 8.1 - Caratteristiche idrologiche e del bacino di drenaggio dei maggiori fiumi alpini della pianura veneto-friulana (da SURIAN & RINALDI, 2003; NEGRISIN & STEFANI, 1974).

molto ampie, fino a coprire migliaia di km<sup>2</sup>. Si sono così formati sistemi sedimentari, allungati fino al mare, che in pianta presentano una morfologia a ventaglio, mentre nelle tre dimensioni possiedono una forma simile a un cono appiattito (Fig. 8.2); tali sistemi, un

tempo genericamente descritti come conoidi (ad es. COMEL *et al.*, 1982; CASTIGLIONI, 1999; CASTIGLIONI & PELLEGRINI, 2001), ora sono definiti come megafan alluvionali (FONTANA *et al.*, 2004; 2008; MOZZI, 2005; FONTANA, 2006).



italiano come “megaconoide”, è correntemente utilizzato nella letteratura scientifica internazionale soprattutto nelle ricerche stratigrafiche, geomorfologiche e geologiche riguardanti le zone di avampaese delle catene a thrust, dove esistono sistemi deposizionali “a ventaglio” con estensione areale compresa tra 1000 e

50.000 km<sup>2</sup> (per una bibliografia specifica si veda FONTANA, 2006; FONTANA *et al.*, 2008; LEIRER *et al.*, 2005). Rispetto agli altri megafan descritti in letteratura internazionale, quelli della pianura veneto-friulana si distinguono per avere dimensioni relativamente piccole, essendo compresi tra 1000 e 2500 km<sup>2</sup> (Tab. 8.2).

Sistema alluvionale	Bacino (km <sup>2</sup> )	Megafan alluvionale (km <sup>2</sup> )	Lunghezza max (km)	Ampiezza max (km)	Quota alveo allo sbocco in pianura (m)	Quota max terrazzo più elevato (m)	Gradiente topografico della porzione apicale (‰)
Tagliamento	2580	1200	65	40	130	155	7 - 4
Piave	3899	1050	55	35	85	100	5 - 3
Brenta	1787	2600	75	50	130	145	6 - 4

Tab. 8.2 - Caratteristiche dei megafan alluvionali della pianura veneto-friulana (FONTANA *et al.*, 2008).

Vi sono anche alcuni sistemi alluvionali, come quelli dei torrenti Cellina e Meduna, che si esauriscono nell'area pedemontana e sono costituiti da depositi ghiaiosi in tutto il loro sviluppo. Una situazione particolare è rappresentata dal sistema del Piave di Montebelluna che, pur presentando caratteristiche di “conoide”, costituisce in realtà il solo settore affiorante di un megafan la cui sezione distale è stata sepolta successivamente dai sedimenti del Brenta (BONDESAN *et al.*, 2002b; MOZZI, 2005). Esistono inoltre dei sistemi compositi, formati dall'azione combinata di più fiumi di una certa importanza, come nel caso dell'Isonzo-Torre e del Monticano-Cervada-Meschio e degli scaricatori glaciali dell'anfiteatro di Vittorio Veneto. Con alcune differenze tra il settore padano e quello veneto-friulano, altri megafan sono riconoscibili lungo tutto il versante alpino della pianura padana, pur se definiti “conoidi alluvionali” in letteratura (CREMASCHI, 1987; GUZZETTI *et al.*, 1997; MARCHETTI, 2001; CASTIGLIONI & PELLEGRINI, 2001).

La dinamica che ha portato alla formazione dei megafan attualmente riconoscibili sulla superficie delle pianure del nord Italia si è ripetuta più volte nel corso del Quaternario. Nel sottosuolo, quindi, sono probabilmente presenti in successione verticale diverse generazioni di megafan e fan-delta che, però, potrebbero presentare forma, estensione, direzione media e valori di inclinazione anche molto differenti rispetto a quelli attualmente visibili in superficie. Dallo studio della distribuzione delle ghiaie nei primi cento metri del sottosuolo però si evidenzia la stabilità delle zone di apice, in genere coincidenti con i principali sbocchi vallivi attuali (STEFANINI & CUCCHI, 1977; DAL PRÀ *et al.*, 1977). Da notare, inoltre, che nella zona di interdigitazione tra i maggiori megafan esistono i più importanti corsi di risorgiva o di risorgenza carsica che con i loro sistemi hanno occupato quindi le aree depresse d'interfluvio. È questo il caso dei fiumi Aussa (tra megafan di Isonzo-Torre e Cormor), Stella (tra megafan di Cormor e Tagliamento), Livenza (tra megafan di Tagliamento e Piave), Sile (tra megafan

di Piave e Brenta) e Bacchiglione (tra megafan del Brenta e piana dell'Adige).

#### 8.2.2.1. Differenziazione longitudinale

I megafan alluvionali presentano una differenziazione interna sia in senso longitudinale al loro allungamento sia trasversalmente. Nel complesso, le prime decine di chilometri di sviluppo dei megafan, dallo sbocco vallivo dei corsi d'acqua fino alla fascia delle risorgive, sono caratterizzate da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi con pendenze comprese tra 7 e 2‰ e forme complessivamente assimilabili a quelle di conoidi alluvionali. Allontanandosi dal margine alpino, la diminuzione della capacità di trasporto dei corsi d'acqua ha impedito loro di veicolare sedimenti grossolani, consentendo il moto verso valle di sedimenti progressivamente più fini, che vanno a formare una pianura costituita da depositi di esondazione limoso-argillosi e da corpi di canale sabbiosi o, più raramente, ghiaiosi.

Questi tratti distali dei megafan corrispondono alla cosiddetta “bassa pianura”. Vi è, dunque, una netta soglia sedimentaria che limita le aree di deposizione delle diverse classi granulometriche.

A questi settori corrispondono inoltre differenti tipi di alveo e di facies sedimentarie, con una dinamica di retroazione in cui la variazione di ogni parametro influenza gli altri (MIALL, 1996). Attualmente, procedendo dallo sbocco vallivo, i maggiori fiumi quali Tagliamento, Piave e Brenta presentano dapprima un letto ghiaioso molto largo a canali intrecciati aventi una profondità di 1-2 m; più a valle, in genere poco a sud della linea delle risorgive, l'alveo diviene monocursale, prima di tipo wandering o a isole fluviali e poi a meandri. In tale settore l'acqua scorre in un canale profondo vari metri, con un'ampia zona d'esondazione in cui il fiume deposita sedimenti fini; nel tratto terminale, l'alveo diviene pensile e si ha la formazione di dossi fluviali rilevati rispetto alla pianura circostante. L'estensione e la morfologia dei megafan, assieme alla lunghezza dei tratti caratterizzati da alvei a canali

intrecciati, hanno subito vari cambiamenti spaziali e temporali, in funzione del variare dei principali fattori che regolano il sistema sedimentario: clima, gradiente topografico, rapporto tra portata liquida e solida, posizione del livello di base. Di conseguenza, confrontando situazioni di fasi cronologiche diverse, si possono evidenziare alvei braided che procedono oltre la costa attuale e sedimenti grossolani posti ben al di sotto della loro attuale zona di sedimentazione. In Italia settentrionale, gran parte delle cause di cambiamento degli stili fluviali alla scala delle migliaia e decine di migliaia d'anni sono attribuibili a cambiamenti climatici, con conseguente variazione delle portate liquide e della quantità di sedimenti resi disponibili per il trasporto fluviale (MARCHETTI, 1990; 2001; FONTANA *et al.*, 2008). In particolare, è stato durante il Pleistocene finale che si è verificata la maggior aggradazione, con formazione dell'attuale alta pianura e di buona parte di quella bassa (CASTIGLIONI, 2001; MOZZI, 2005; FONTANA *et al.*, 2008).

La differenziazione longitudinale della pianura ha condotto alla genesi di fasce fra loro distinguibili procedendo da monte verso valle. Gli eventuali cambiamenti di estensione dei diversi settori sono correlabili soprattutto con l'evoluzione dei cicli climatici o dei trend tettonici; in particolare, è la dinamica glacio-eustatica che con il suo influsso sui processi alluvionali e sulla posizione del livello marino può "spostare" la fascia delle risorgive e quella costiera, con importanti effetti sull'estensione delle diverse porzioni di pianura. Da queste considerazioni appare evidente che eventuali variazioni nella differenziazione longitudinale possono avvenire solo in tempi piuttosto lunghi se comparati alla scala umana, con cicli dell'ordine di migliaia e centinaia di migliaia di anni.

### 8.2.2.2. Differenziazione trasversale

Un'altra importante differenziazione interna dei megafan alluvionali, ma anche dei conoidi, è dovuta al fatto che, in un certo periodo, un sistema fluviale è attivo solo in una limitata fascia, mentre il resto del megafan o del conoide non è interessato da nuove sedimentazioni. I terreni abbandonati sono quindi soggetti alla pedogenesi e allo sviluppo del reticolo dei fiumi di risorgiva e del drenaggio locale. Quindi, se complessivamente con la sua attività un fiume alpino interessa tutto il suo sistema, per brevi periodi geologici (ad esempio gli ultimi 15.000 anni) vi possono essere alcune aree soggette a una intensa azione e altre praticamente inattive. Tale dinamica rende possibile l'esistenza di settori appartenenti al medesimo megafan, talvolta tra loro adiacenti, ma con caratteristiche idrologiche, pedologiche e geomorfologiche anche molto diverse. Nella pianura veneto-friulana le differenze tra i vari "spicchi" del megafan sono spesso notevoli e la separazione più evidente è quella tra le aree dove affiorano depositi pleistocenici e quelle dove hanno età olocenica recente.

Diversamente da quella longitudinale, la differenzia-

zione trasversale della pianura può essere soggetta a cambiamenti piuttosto rapidi e avvertibili anche a scala umana. Ne sono un esempio i fenomeni di avulsione fluviale, che possono verificarsi anche nell'arco di pochi anni o addirittura istantaneamente. Osservando la documentazione geologica si è notato che, nella bassa pianura veneto-friulana, l'abbandono di una porzione del megafan in favore di un'altra nel post-LGM si è verificato con una periodicità di centinaia e migliaia di anni; quindi, dal punto di vista cronologico, la variabilità trasversale dei megafan è inferiore di uno o due ordini di grandezza rispetto alla variabilità longitudinale.

### 8.2.2.3. Megafan telescopici o compositi: fasi di aggradazione ed erosione

Per la dinamica che regola i processi sedimentari degli ambienti alluvionali e costieri, nell'evoluzione dei megafan sono in genere riconoscibili fasi di aggradazione e fasi di erosione. Spesso queste dinamiche differenti si sono alternate all'interno di cicli legati soprattutto a quelli climatici e glacio-eustatici, riconoscibili su scala planetaria; tuttavia, in qualche caso, i due opposti processi sedimentari possono essersi verificati contemporaneamente in megafan adiacenti o addirittura possono anche coesistere in diversi settori del medesimo corpo sedimentario. A scala locale, un esempio si può riscontrare nei megafan del Brenta e del Tagliamento dove i fiumi creano dossi nel settore attivo, mentre in quelli non interessati dall'azione dei corsi alpini i corsi di risorgiva rimodellano con piccole incisioni la pianura preesistente. Complessivamente, pur esistendo alcune diversità nelle dimensioni e nella storia evolutiva, i megafan e i maggiori conoidi alluvionali della pianura veneto-friulana possono essere definiti compositi o polifasici, in quanto costituiti da più lobi deposizionali. Questi sistemi vengono detti anche telescopici poiché formati da più lobi minori che s'innestano uno nell'altro assumendo dimensioni minori e con apice situato più a valle, passando da quelli più antichi a quelli più recenti.

### 8.2.3. Evoluzione della pianura dal Pleistocene superiore all'Olocene

Al momento non sembra possibile definire uno schema cronostratigrafico applicabile a tutti i sistemi alluvionali della pianura veneto-friulana, ma si può comunque individuare un'importante fase morfogenetica comune, legata alle fasi finali dell'ultima glaciazione. Infatti, com'è accaduto in tutta l'Italia nord-orientale, anche la pianura ha subito una delle più importanti fasi evolutive durante l'Ultimo Massimo Glaciale (LGM dall'inglese *Last Glacial Maximum*; per una definizione si veda OROMBELLI *et al.*, 2005), quando i ghiacciai alpini ebbero la massima espansione e alcuni arrivarono in pianura con le loro fronti. Le morfologie e i depositi formati durante quel periodo, compreso tra 30.000 e 17.000 anni fa circa, sono in genere ancora ben evidenti in superficie o si trovano a debole pro-

fondità, sepolti dai sedimenti più recenti; questi ultimi, essendosi formati in condizioni climatiche differenti, vengono genericamente definiti come post-LGM (ultimi 17.000 anni circa) (Fig. 8.3). Nel testo l'età dei depositi è indicata in anni  $^{14}\text{C}$  BP quando è riferita al risultato di laboratorio dato dalla datazione al radiocarbonio, mentre è indicata in anni cal BP quando il risultato dell'analisi è stata corretta secondo le curve di calibrazione, ed è quindi calibrata. Nel primo caso, quando viene fatto riferimento ad una singola datazione, è indicata anche l'incertezza della misura, ad esempio  $\pm 50$ . Il metodo del radiocarbonio consente di datare materiali organici degli ultimi 40.000 anni, mentre per età più antiche si fa riferimento ad altri sistemi di geocronologia.

I dati riguardanti il pre-LGM (precedentemente a circa 30.000 anni fa) sono piuttosto scarsi e sono limitati ai pochi carotaggi stratigrafici che giungono ad almeno

30-40 m di profondità. In tutta la pianura compresa tra il Carso e l'Adige i sondaggi che consentono lo studio dei depositi situati a 50-100 m sotto la superficie sono circa una ventina e hanno consentito di campionare sedimenti databili fino a 150.000-200.000 anni fa, cioè risalenti alle fasi finali del Pleistocene medio. Le informazioni permettono di riconoscere alcuni importanti *marker* stratigrafici, ma l'evoluzione geologica può essere delineata solo sommariamente. L'unico tratto di pianura in cui depositi alluvionali precedenti all'ultimo massimo glaciale sono affioranti è quello compreso tra il Montello e l'area delle sorgenti del Sile, nell'alta pianura trevigiana (Bondesan *et al.*, 2002; Mozzi, 2005). Tali sedimenti costituiscono il megafan di Montebelluna, costruito dal fiume Piave, quando esso giungeva in pianura a ovest del Montello, attraverso i varchi di Cornuda e Biadene, invece che a est come accade attualmente.

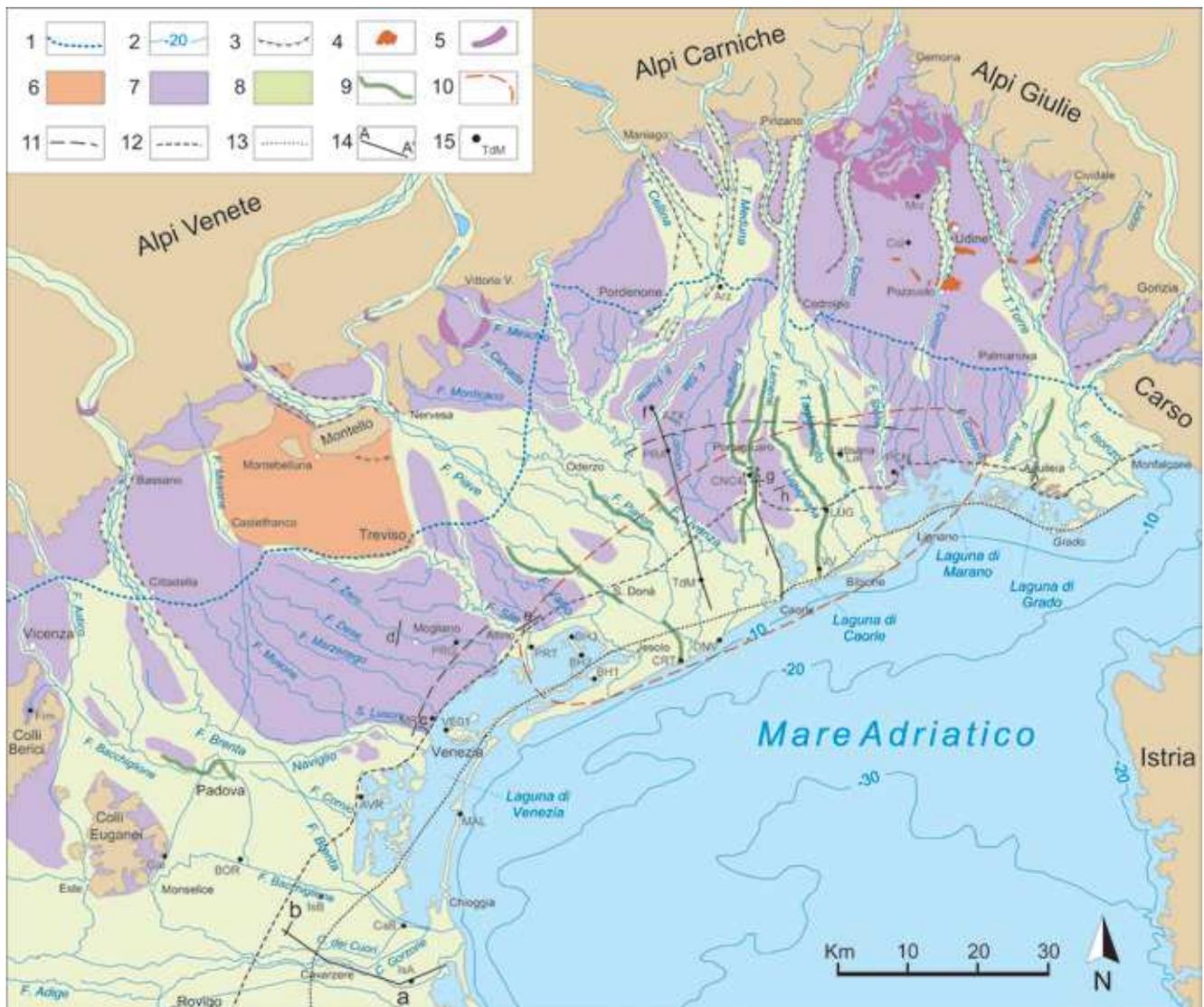


Fig. 8.3 - Età delle superfici nella pianura veneto-friulana (modificato da FONTANA *et al.*, 2008).

Legenda: 1) limite superiore delle risorgive; 2) isobate; 3) orli terrazzo fluviale; 4) terrazzo tettonico; 5) apparati morenici del LGM; 6) sedimenti pre-LGM; 7) sedimenti LGM; 8) sedimenti post-LGM; 9) tracce di incisioni fluviali post-LGM; 10) area con potenti orizzonti torbosi del MIS 3; 11) limite lagunare interno nel Tirreniano; 12) massimo limite lagunare interno olocenico; 13) limite più interno dei depositi costieri olocenici; 14) traccia delle sezioni stratigrafiche riportate nel testo: a) Fig. 8.13b, b) Fig. 8.14, c) Fig. 8.8, d) Fig. 8.10, e) Fig. 8.7, f) Fig. 8.5, g) Fig. 8.11, h) Fig. 8.9; i) Fig. 8.13a; 15) carotaggi.

Date le notevoli dimensioni, è probabile che il megafan di Montebelluna si sia formato durante un periodo glaciale, forse la penultima glaciazione. Esso in realtà è formato da due sistemi affiancati e in parte sovrapposti corrispondenti ai relativi due sbocchi della collina di Biadene e di Montebelluna.

In questo testo, nel descrivere le fasi evolutive del tardo Pleistocene e dell'Olocene viene spesso usata la suddivisione cronologica degli stage isotopici dell'Ossigeno, abbreviati in MIS acronimo dell'inglese *Marine Isotopic Stage* (MARTINSON *et al.*, 1987). Questa scala cronologica, che ha validità globale,

si basa sulla variazione del rapporto tra gli isotopi stabili dell'Ossigeno ( $\delta^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ) presenti nei gusci dei foraminiferi oceanici ed è un indicatore indiretto della passata temperatura della superficie oceanica e, quindi, del paleoclima. I MIS sono indicati con numero progressivo a partire da 1, che coincide con l'Olocene, e possono essere suddivisi in substage; i MIS con numero dispari corrispondono a periodi più caldi (ad es. MIS 1, MIS 5.5), mentre quelli con numero pari a periodi più freddi, in cui si sono potute verificare le avanzate glaciali. I substage sono a volte indicati anche con le lettere (ad es. MIS 5a; MIS 5b).

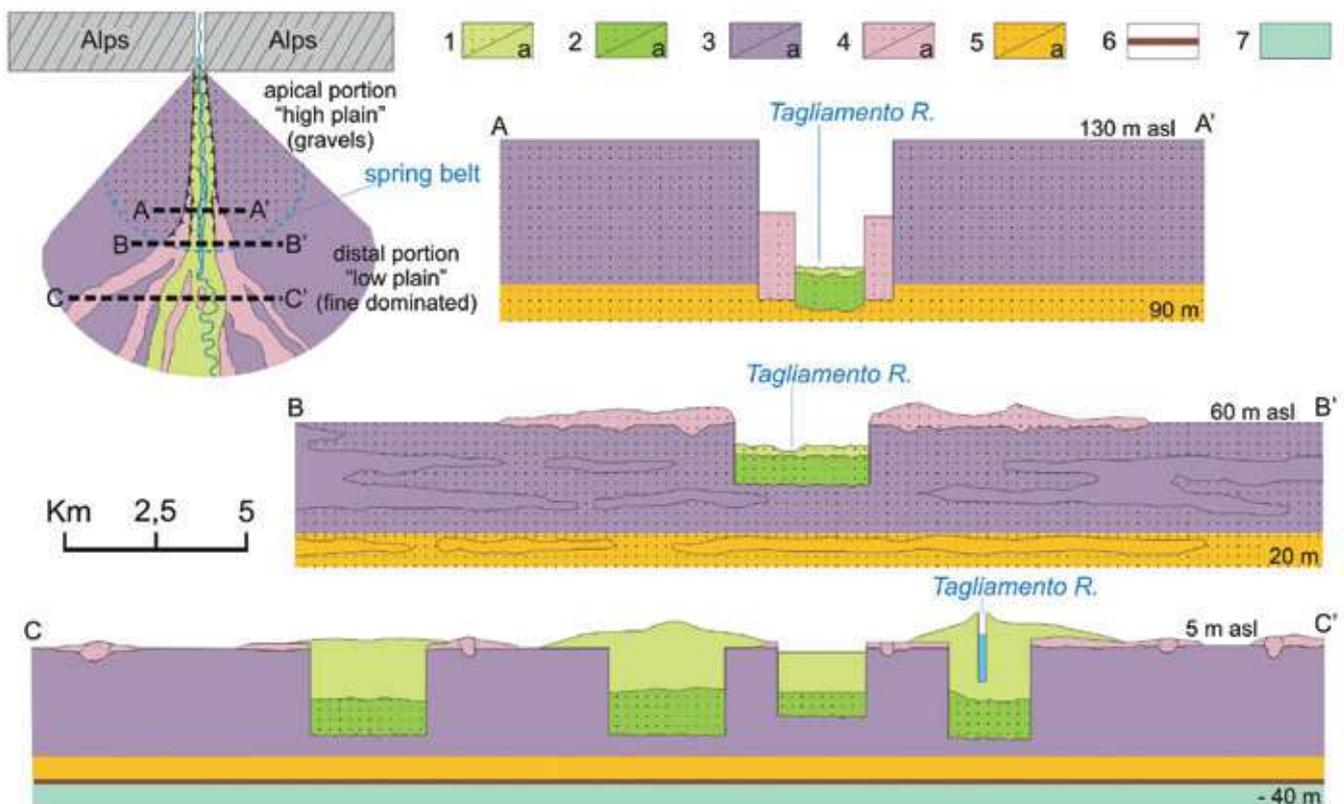


Fig. 8.4 - Schema modellizzato del megafan telescopico del Tagliamento (modificato da FONTANA, 2006).

Legenda: 1) ghiaie e sabbie medio e tardo oloceniche, a) sedimenti fini; 2) ghiaie e sabbie tardoglaciali e dell'Olocene iniziale, a) sedimenti fini; 3) ghiaie e sabbie acme LGM, a) sedimenti fini; 4) ghiaie e sabbie fine LGM, a) sedimenti fini; 5) ghiaie e sabbie del Würm medio; a) sedimenti fini; 6) torbe e sedimenti organici datati al top 30-35.000 anni  $^{14}\text{C}$  BP; 7) depositi costieri e lagunari dell'ultimo interglaciale.

### 8.2.3.1. Pre-LGM (> 30.000 anni fa)

Durante l'acme della penultima glaciazione, verificatosi alla fine del MIS 6, verosimilmente tra 148.000 e 135.000 anni fa (PINI *et al.*, 2009), furono raggiunte condizioni climatiche pleniglaciali e i ghiacciai alpini fuoriuscirono dagli sbocchi vallivi; la pianura subì una notevole fase di sedimentazione che, per i tassi di deposizione e l'architettura deposizionale, è confrontabile con quella verificatasi nel LGM. Dai pochi sondaggi che giungono a intercettare questi sedimenti, si desume che nel sottosuolo della bassa pianura veneto-friulana essi sono prevalentemente costituiti da sedimenti limosi e limoso-argillosi con sottili canali sabbiosi a geometria lentiforme (KENT *et al.*, 2002; DONNICI & SERANDREI BARBERO, 2004; MASSARI *et al.*,

2004; TOSI *et al.*, 2007a; 2007b; PINI *et al.*, 2009; FONTANA *et al.*, 2010). Nel settore a est di Venezia questi sedimenti hanno uno spessore superiore a 25 m e il loro top stratigrafico si trova a 60-70 m di profondità, mentre più a ovest esso si approfondisce fino a 80-100 m.

Al di sopra di essi, i sondaggi geognostici hanno individuato depositi di ambiente costiero e lagunare/deltizio appartenenti all'ultimo interglaciale, corrispondente alla porzione iniziale del MIS 5 (MÜLLENDERS *et al.*, 1996; KENT *et al.*, 2002; TOSI *et al.*, 2007a; 2007b; FONTANA *et al.*, 2010a) e più precisamente al sub stage 5.5 chiamato anche MIS 5e o Tirreniano (132.000-116.000 anni BP). In tale periodo il livello marino raggiunse un'altezza massima di circa +6 m slm attorno

a 125.000 anni fa (FERRANTI *et al.*, 2006; ANTONIOLI *et al.*, 2009) e, nell'attuale territorio della provincia, la fase di high stand marino consentì la formazione di sistemi lagunari e apparati deltizi. Secondo i nuovi dati il margine lagunare interno era spostato verso monte di alcuni chilometri rispetto a quello esistente prima delle bonifiche moderne; anche la linea di costa era relativamente più interna e nel sottosuolo dell'attuale area lagunare-costiera i depositi di quell'epoca sono caratterizzati da facies di shore-face e prodelta; si tratta di alternanze decimetriche di sabbie e sabbie limose con talvolta abbondanti resti di conchiglie marine; al tetto delle sequenze costiere vi sono in genere depositi in facies deltizia o lagunare (KENT *et al.*, 2002; MASSARI *et al.*, 2004; MÜLLENDERS *et al.*, 1996; DONNICI & SERANDREI BARBERO, 2004; TOSI *et al.*, 2007a; 2007b; FONTANA *et al.*, 2010a).

Con la fine del Tirreniano si verificò una fase fredda (MIS 5.4) che viene ritenuta l'inizio del cosiddetto periodo Würmiano (116.000-11.500 anni fa), che durò fino alla fine del tardoglaciale (CHALINE & JERTZ, 1984; OROMBELLI *et al.*, 2005); il termine Würm attualmente è poco utilizzato nella letteratura internazionale per i problemi di divisione cronologica che ha innescato.

Dopo il Tirreniano vi sono state 2 substadi freddi (MIS 5.4 e 5.2) cui se ne sono alternati altrettanti relativamente caldi (MIS 5.3 e 5.1); in queste ultime il livello marino arrivò a circa -20 m slm (ANTONIOLI *et al.*, 2004) e, soprattutto nel settore più meridionale della provincia, è possibile che abbia consentito la deposizione di sedimenti costiero-lagunari, come verificatosi in Romagna (AMOROSI *et al.*, 2004; ANTONIOLI *et al.*, 2009). Attorno a circa 80.000 anni fa si verificò la transizione tra MIS 5 e MIS 4, cioè da condizioni climatiche mediamente più calde a mediamente più fredde; su gran parte della bassa pianura veneta e friulana la deposizione rimase molto scarsa o quasi assente per un tempo piuttosto prolungato che, probabilmente, nella bassa pianura veneto-friulana è durato fino a circa 35-30.000 anni fa e comprende quindi sia il MIS 4 che il MIS 3. Nel settore orientale della provincia, fino alla longitudine di Venezia, tale hiatus sedimentario è rappresentato da alcuni orizzonti di torbe che, tra Livenza e Tagliamento, hanno una potenza di 1,5-3 m che tende a diminuire verso monte, fino a coincidere con un suolo individuato nel sondaggio Azzano del foglio San Vito al Tagliamento (FONTANA, 2006; ZANFERRARI *et al.*, 2008c; PINI *et al.*, 2009; FONTANA *et al.*, 2010a). Tale chiusura verso monte è forse un effetto del maggior gradiente topografico che, aumentando verso nord, limitava la stagnazione delle acque in superficie e quindi la possibilità di accumulo di materiale vegetale indecomposto. Si tratta di depositi di ambiente palustre in cui l'analisi pollinica evidenzia flore temperate e mai calde, a testimonianza delle condizioni di relativo clima freddo in cui si deposero (FONTANA *et al.*, 2010a). Al momento le datazioni però non consentono ancora di definire se le torbe coprano tutto l'intervallo di tempo tra circa 80.000 e 30.000 anni o

solo l'ultima parte di esso. Uno *hiatus* deposizionale probabilmente coincidente con quello sopra descritto è stato individuato presso il limite orientale della laguna di Venezia (CANALI *et al.*, 2007), nel sondaggio VE01 presso il Tronchetto di Venezia (MÜLLENDERS *et al.*, 1996) e nella zona di Valle Averno (DONNICI & SERANDREI BARBERO, 2004). Nel settore più meridionale della provincia i dati diretti sono pochi, ma è ipotizzabile che le altezze a cui si trovano i depositi marini del MIS 5.5 siano più basse (TOSI *et al.*, 2007b); in particolare, sotto il delta padano si trovano a circa 100-120 m sotto la superficie (FERRANTI *et al.*, 2006). Nel settore orientale della provincia, nei carotaggi, sopra le torbe precedentemente descritte sono stati incontrati pochi metri di depositi sabbiosi e limosi al cui tetto in vari sondaggi è stato individuato un suolo con caratteri ben evoluti che rappresenta un'altra stasi della sedimentazione della durata di alcune migliaia di anni. Tale suolo sepolto si trova a profondità variabili tra 30-35 m e le datazioni della parte sommitale o dei sedimenti situati immediatamente al di sopra di esso corrisponde a 26.000-22.000 anni BP non calibrati, cioè alla base dei depositi del LGM (FONTANA *et al.*, 2010a).

Come già accennato, precedentemente al LGM era attivo il megafan di Montebelluna (Figg. 8.2 e 8.3) e quindi il Piave giungeva in pianura a occidente del Montello. Nella bassa pianura il megafan di Montebelluna è stato sepolto da quelli di Nervesa e del Brenta, che si sono sviluppati durante il LGM. L'esistenza del sistema di Montebelluna nel sottosuolo della bassa pianura è dimostrata dalla presenza delle sue ghiaie sotto i depositi fini del tratto distale del megafan del Brenta e di Nervesa (BONDESAN *et al.*, 2002; MOZZI, 2005); la base dell'intervallo argilloso sovrastante i sedimenti ghiaiosi attribuiti al megafan di Montebelluna è stato datato a 32.000 anni <sup>14</sup>C BP presso Candellù (TV) (FONTES *et al.*, 1973).

Il Tagliamento, prima del LGM, aveva il suo sbocco in pianura più a est di quello attuale che venne attivato durante l'ultima avanzata glaciale, mentre prima era sfruttato dal torrente Arzino (PAIERO & MONEGATO, 2003; VENTURINI, 2003).

#### 8.2.3.2. LGM

Pur essendo disposta lungo la fascia costiera e comprendendo importanti apparati deltizi e costieri olocenici, estese porzioni della provincia di Venezia sono costituite da sedimenti depositati durante l'Ultimo Massimo Glaciale (Fig. 8.3). Tale periodo (30.000-17.000 anni fa) è una tra le fasi più importanti nell'evoluzione geologica del nord-est italiano e corrisponde all'ultima avanzata glaciale pleistocenica, durante la quale enormi ghiacciai occuparono le principali valli alpine e con le loro fronti giunsero in pianura o in prossimità di essa (CASTIGLIONI, 2004; MONEGATO *et al.*, 2007; FONTANA *et al.*, 2008). Durante il LGM le condizioni ambientali glaciali e periglaciali favorirono una notevole produzione di detriti nell'area

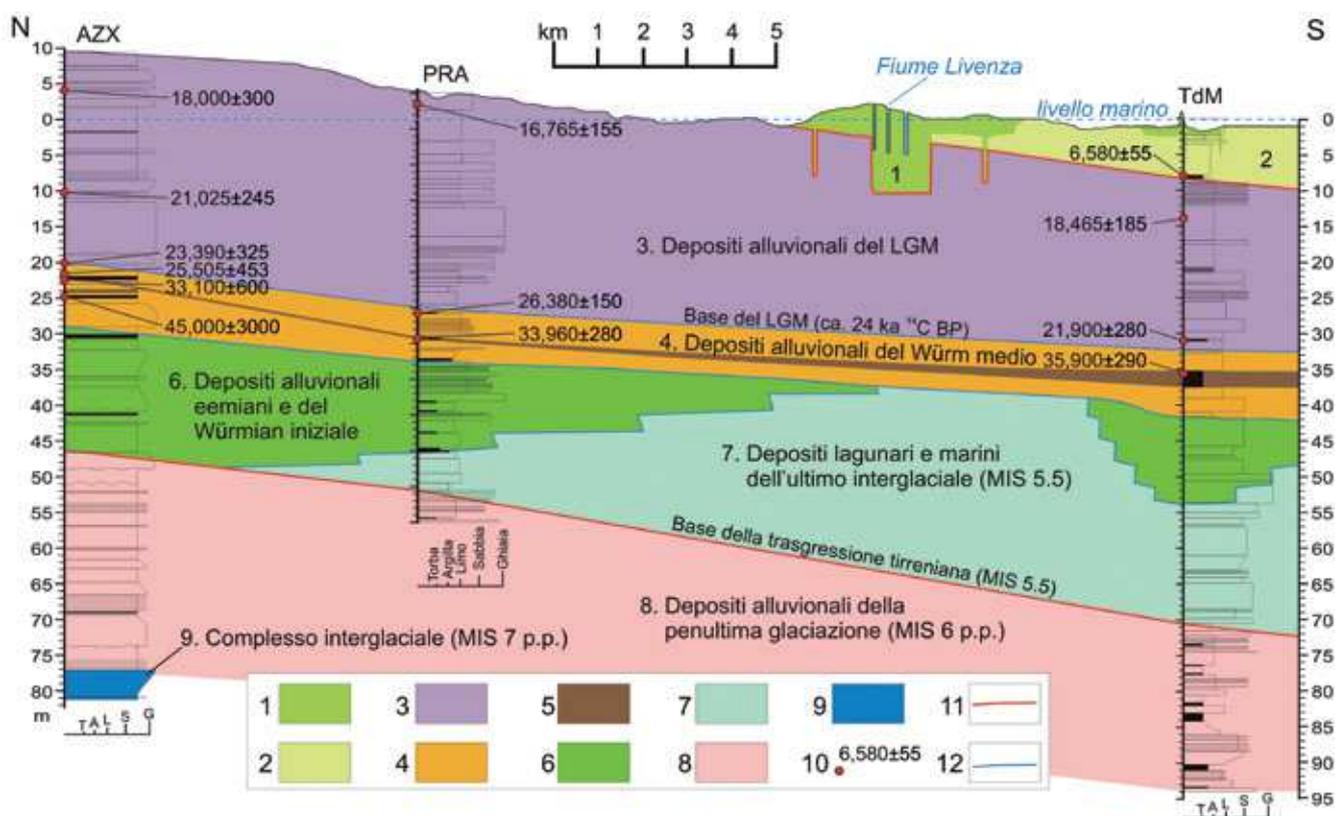


Fig. 8.5 - Sezione stratigrafica tra i sondaggi Azzano Decimo-Torre di Mosto, traccia f in Fig. 8.3.

Legenda: 1) depositi alluvionali post-LGM; 2) depositi lagunari post-LGM; 3) depositi alluvionali LGM; 4) depositi alluvionali del Würm medio; 5) orizzonte organico pre-LGM; 6) depositi alluvionali e deltizi eemiani e del Würm iniziale; 7) depositi dell'ultimo interglaciale (MIS 5.5); 8) depositi alluvionali della penultima glaciazione; 9) depositi marini interglaciali (parte finale del MIS 7); 10) datazioni radiocarboniche non calibrate; 11) superficie trasgressiva; 12) limite stratigrafico.

alpina e prealpina; inoltre, il movimento dei ghiacciai garantiva un efficace trasporto dei sedimenti fino alle fronti glaciali, alimentando poi i sistemi fluvioglaciali con una importante portata liquida e solida. L'abbondante sedimentazione favorì un rapido e diffuso sviluppo areale e verticale dei megafan alluvionali che, proprio nel LGM, raggiunsero la loro massima estensione areale e subirono una notevole fase deposizionale (aggradazione) su tutta la superficie della pianura (FONTANA *et al.*, 2008). Questa fase di sedimentazione interessò tutto il versante della pianura padana, su cui si affacciavano i grandi ghiacciai alpini ed è proprio durante il LGM che nella pianura lombarda venne formato il cosiddetto "livello fondamentale della pianura" (CREMASCHI, 1987; MARCHETTI, 1990).

Lo spessore di sedimenti depositi durante il LGM è in genere superiore a 15 m su tutta la pianura e può raggiungere un massimo di 25-30 m, come documentato nel megafan del Tagliamento (unità di Meolo e Lison) poco a valle della fascia delle risorgive e nel megafan del Brenta nella zona di Mestre e Marghera (unità geologica di Mestre) (Figg. 8.6, 8.7, 8.8).

Per effetto della fase di stazionamento basso del mare, la sedimentazione fluviale si estese sulla piattaforma Adriatica; i depositi del LGM sono infatti affioranti su ampie porzioni del fondale marino al di sotto delle batimetriche dei 13-20 m, cioè oltre la fascia

in cui sono presenti i delta olocenici. Nell'Adriatico settentrionale, strati di torbe centimetriche, datati tra 20.000 e 18.000 anni  $^{14}\text{C}$  BP, sono spesso presenti sotto pochi decimetri di depositi marini, separati da essi da una superficie di ravinement (CORREGGIARI *et al.*, 1996; GORDINI *et al.*, 2002). Questa rapida e significativa aggradazione contrasta notevolmente con l'evoluzione che dovrebbero subire le pianure nei periodi glaciali secondo i classici modelli di stratigrafia sequenziale (ad es. BLUM & TÖRNQVIST, 2000). Infatti, in quasi tutte le pianure costiere del mondo, la fase di caduta del livello marino e lo stazionamento basso pleniglaciale fecero scendere il mare al di sotto della scarpata continentale che margina le coste oceaniche, innescando una profonda erosione delle pianure retrostanti (BLUM & TÖRNQVIST, 2000). Per quelle zone il livello eustatico esercitò quindi un importante ruolo anche durante il LGM e nell'evoluzione dei sistemi alluvionali possiamo riconoscere un controllo "da mare". L'Adriatico, invece, durante l'acme glaciale si ritirò nella depressione esistente nella sua parte centrale, a oltre 400 km di distanza dalle attuali coste veneto-friulane, lasciando in condizioni di pianura continentale il precedente fondale marino (CORREGGIARI *et al.*, 1996). Probabilmente, il bassissimo gradiente topografico che caratterizzava i territori emersi assorbì gli effetti dell'abbassamento eustatico pleniglaciale, impedendo che esso innescasse l'incisione fino

nelle zone considerate. Nella pianura veneto-friulana si poté così attuare l'aggradazione sedimentaria alimentata dai bacini montani glacializzati e, quindi, i sistemi alluvionali subirono un controllo "da monte" (FONTANA *et al.*, 2004; 2008).

Gli apici dei megafan di Brenta e Piave erano posizionati allo sbocco delle valli alpine e distavano tra 10 e 20 km dalle morene frontali dei ghiacciai. Il megafan del Tagliamento, invece, aveva il suo apice in una forra situata al limite occidentale dell'anfiteatro morenico LGM e, quindi, all'epoca era direttamente connesso al ghiacciaio e funzionava come il suo maggior scaricatore glaciale. Nel LGM la porzione attiva del megafan del Brenta raggiungeva i 2500 km<sup>2</sup> circa e quest'area è confrontabile con quella raggiunta dall'intera pianura alimentata dal ghiacciaio del Tagliamento (2300 km<sup>2</sup>), ma è il doppio dell'estensione del megafan del Tagliamento in senso stretto (1200 km<sup>2</sup>). Tale assetto è spiegato dal fatto che il megafan del Tagliamento era solo uno dei quattro scaricatori alimentati dal ghiacciaio, mentre gli altri corrispondono ai megafan di Torre, Cormor e Corno. Diversamente, la valle del Brenta faceva confluire tutte le acque di fusione dal ghiacciaio ad un unico sistema fluviale. Il megafan del Piave era anche esso una porzione (1100 km<sup>2</sup>) dell'intero sistema fluvioglaciale del ghiacciaio del Piave, mentre le rimanenti erano rappresentate dal sandur dell'anfiteatro morenico di Vittorio Veneto (250 km<sup>2</sup>).

Di conseguenza, la piana fluvioglaciale del Piave era corrispondente alla metà circa di quelle alimentate dai ghiacciai di Brenta e Tagliamento (FONTANA *et al.*, 2008). È da evidenziare che il Brenta, attualmente alimentato da un bacino notevolmente inferiore rispetto a quello degli altri fiumi alpini veneto-friulani, durante il LGM riceveva le trasfluenze glaciali provenienti dall'esteso bacino dell'Adige, che garantivano quindi una sovra-alimentazione della fronte glaciale che giungeva a Bassano (CASTIGLIONI, 1940; MOZZI, 2005).

I settori apicali e distali dei megafan formati durante il LGM erano ben differenziati; nella porzione prossimale sia le tracce paleoidrografiche desunte dal telerilevamento che la stratigrafia dei depositi ghiaiosi indicano che i fiumi avevano una tipologia *braided*. Essi trasportavano ghiaie e blocchi, ma la loro capacità di trasporto calava rapidamente verso valle e i corsi abbandonavano gran parte del loro carico sedimentario entro 15-25 km dall'apice del sistema. Più a valle non sono presenti ghiaie nei depositi del LGM e i canali fluviali sono costituiti da sabbie. Nei settori distali del lobo pleistocenico del megafan del Brenta c'è evidenza di una selezione longitudinale - da monte a valle - sia delle sabbie di canale che dei depositi fini della piana d'esondazione. Infatti, in 15 km i primi passano dalle sabbie grossolane con ciottoli alle sabbie fini, mentre la percentuale di argilla aumenta dal 20% al 40% (RAGAZZI *et al.*, 2004).

Nel settore distale, al di sotto del limite inferiore delle risorgive, le tracce fluviali sono tipicamente costituite

da alvei con pochi canali o canale singolo poco sinuoso; alcune volte si riconoscono le tracce di isole fluviali che indicano la presenza di tipologie *wandering* (Figg. 8.9, 8.10).

I canali fluviali erano leggermente rilevati, generando dossi alluvionali che si elevavano di 1-3 m rispetto alla piana circostante, larghi tra 50 e 200 m. Nella bassa pianura la superficie databile al LGM è costituita da bassi dossi separati fra loro da estese piane di esondazione argilloso limose. Nei carotaggi le *facies* sedimentarie sono caratterizzate da alternanze decimetriche di limi argillosi, limi e limi sabbiosi con laminazione piana; i corpi di canale sono formati da sabbie fini e medie e hanno quasi sempre uno spessore inferiore a 1 m, che talvolta può raggiungere i 2-3 m; l'estensione laterale di tali corpi è limitata ed essi sono scarsamente interconnessi fra loro, separati da sedimenti argilloso limosi. Questa situazione è ritenuta essere un indizio di un sistema dominato dalle avulsioni, in quanto un'eventuale migrazione laterale di meandri avrebbe lasciato come depositi dei corpi tabulari di sabbie notevolmente estesi piuttosto che canali separati (MIALL, 1996; BERENDSEN & STOUTHAMER, 2001). L'assetto appena descritto è tipico del megafan del Piave (BONDESAN *et al.*, 2004a) e del Tagliamento (FONTANA, 2006; FONTANA *et al.*, 2008), mentre nel sottosuolo di Mestre e di Venezia, formato dal megafan del Brenta (unità geologica di Mestre), sono presenti corpi sabbiosi con spessori particolarmente sviluppati, che possono arrivare anche a 10-15 m (Fig. 8.8). Questa situazione è particolarmente ben documentata nell'area industriale di Marghera dove sono disponibili centinaia di carotaggi che attraversano i depositi dell'LGM. Nella carta delle unità geologiche i depositi del LGM corrispondono all'unità di Mestre nel megafan del Brenta e all'unità di Meolo nel megafan del Piave; nel megafan del Tagliamento essi sono compresi nell'unità di Lison per la maggior fase del LGM e in quella di Torresella per la fase terminale. Nel sistema dell'Adige-Po i sedimenti LGM non sono affioranti all'interno del territorio provinciale. In bassa pianura, nelle sequenze pleniglaciali si trovano frequenti livelli torbosi e limosi organici di spessore pluricentimetrico, con una continuità laterale che può raggiungere vari chilometri (BONDESAN *et al.*, 2002b; 2002c; MIOLA *et al.*, 2003; 2006). La presenza delle torbe testimonierebbe limitati momenti di stasi sedimentaria, in aree dove l'affioramento della falda freatica portava alla formazione di bacini palustri e all'accumulo di sostanza vegetale. L'assenza di sedimentazione è da attribuirsi alla momentanea lontananza degli apporti sedimentari, spiegabile con la dinamica interna dei megafan alluvionali, che non sono attivi contemporaneamente su tutta la loro superficie, ma sedimentano solo in alcuni settori per poi spostarsi in altri. L'esistenza di questi orizzonti organici è una caratteristica riscontrata dall'Isonzo all'Adige e presentano un'età radiometrica compresa in genere tra 24.000-14.500 <sup>14</sup>C BP e più comunemen-

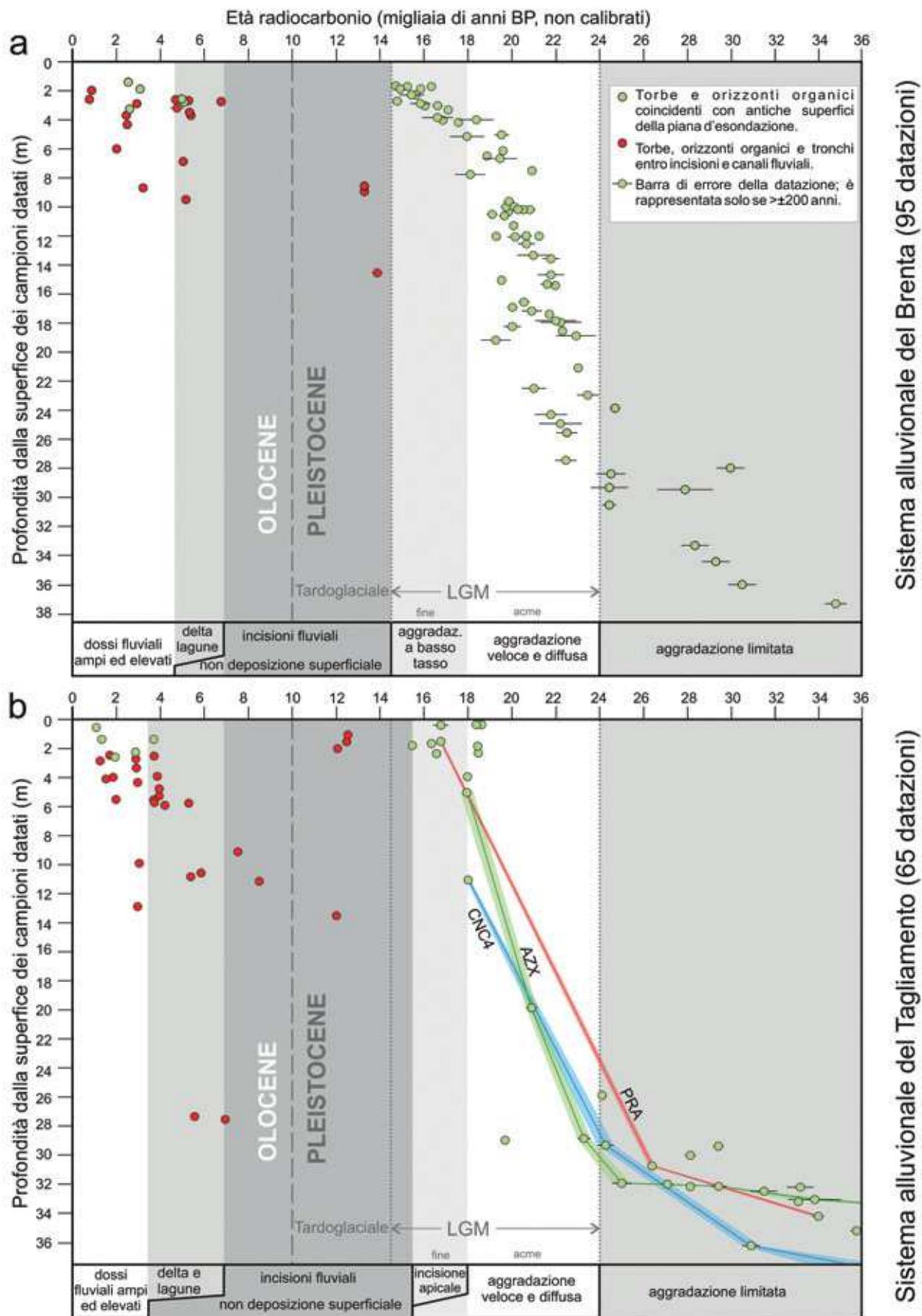


Fig. 8.6a - Diagramma delle datazioni radiocarboniche disponibili per il sistema alluvionale del Brenta.

Fig. 8.6b - Diagramma delle datazioni radiocarboniche disponibili per il sistema alluvionale del Tagliamento; le linee colorate uniscono campioni provenienti dallo stesso carotaggio (TdM, AZX, CNC4, si veda Fig. 8.3 per ubicazione dei sondaggi); (FONTANA *et al.*, 2010a).

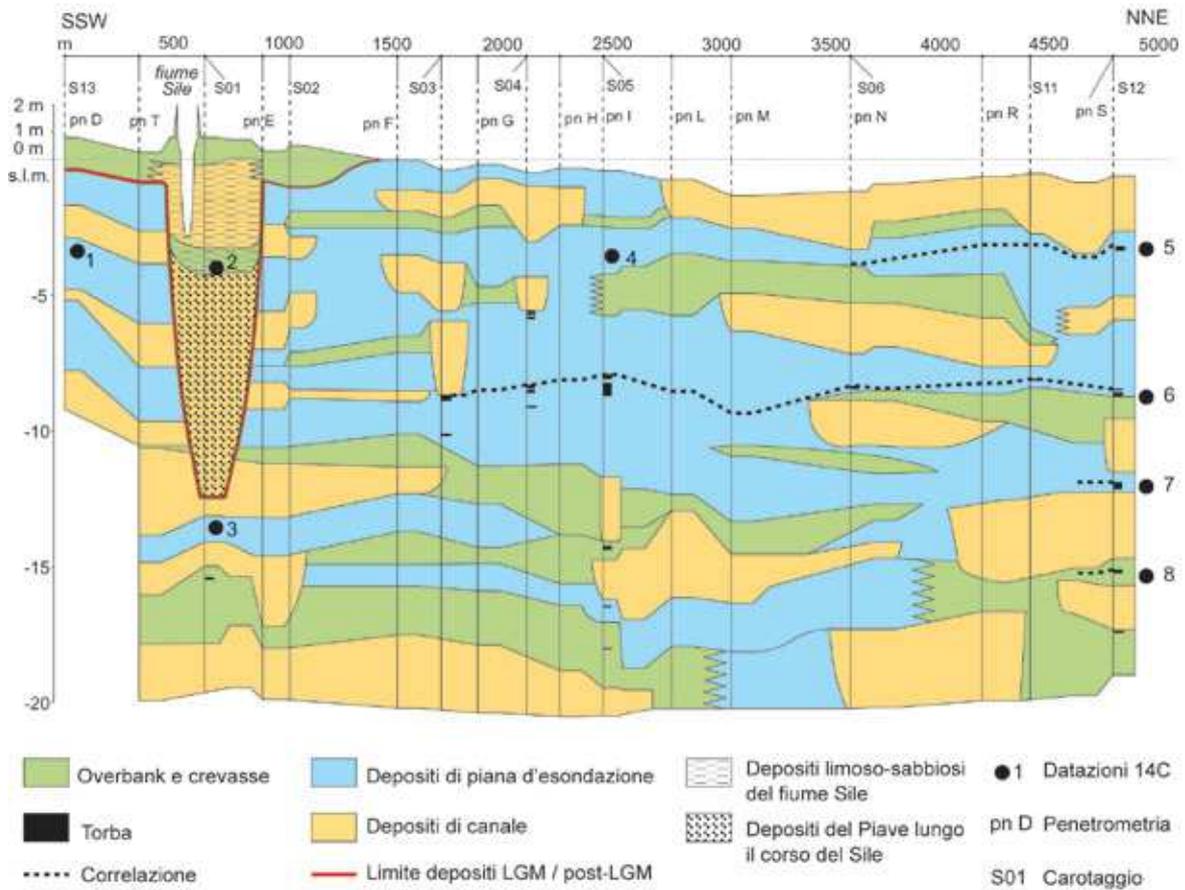


Fig. 8.7 - Sezione stratigrafica dell'area di Ca' Tron, settore distale del megafan del Piave, appartenente all'unità di Meolo; per l'ubicazione si veda traccia e in Fig. 8.3; (modificato da BONDESAN *et al.*, 2004a). Le datazioni sono espresse in anni convenzionali <sup>14</sup>C BP non calibrati.

Legenda: 1) 17.530±120; 2) 3650±40; 3) 20.300±220; 4) 16.190±50; 5) 17.920±130; 6) 19.770±140; 7) 21.150±190 8) 20.970±140.

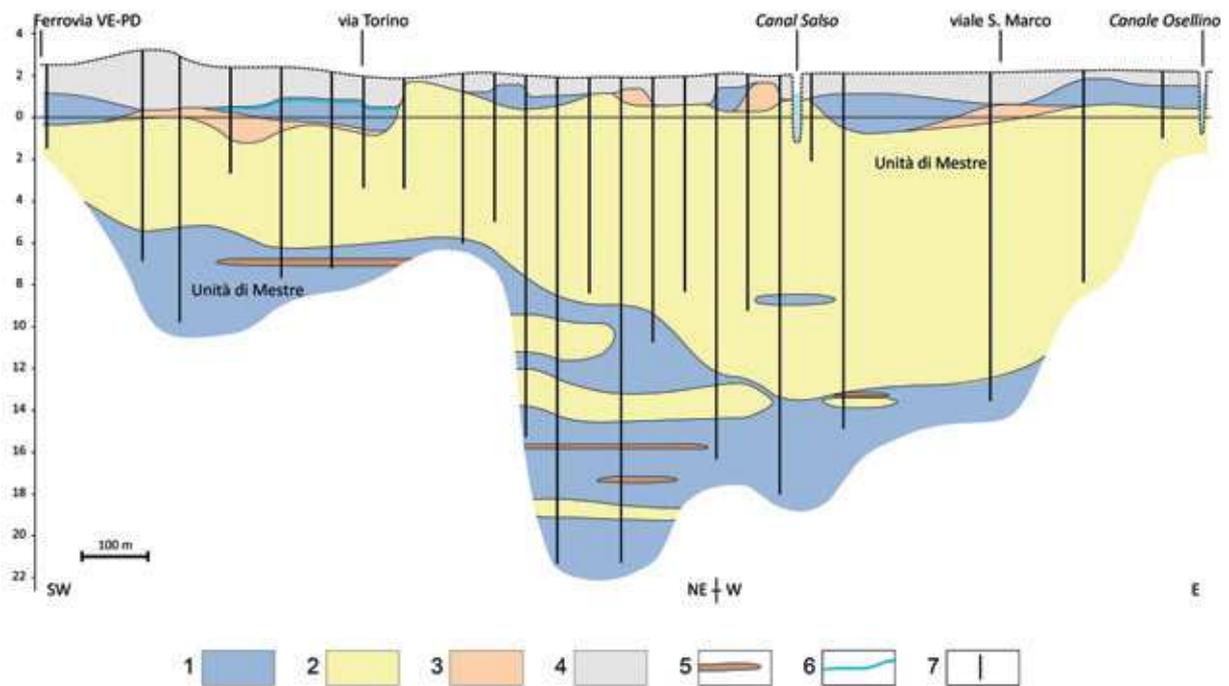


Fig. 8.8 - Sezione stratigrafica dell'area di Mestre; per l'ubicazione si veda la traccia c in Fig. 8.3.

Legenda: 1) depositi di piana esondazione; 2) depositi di canale; 3) depositi di argine naturale; 4) depositi antropici; 5) torbe; 6) limite Pleistocene-Olocene; 7) sondaggio stratigrafico.

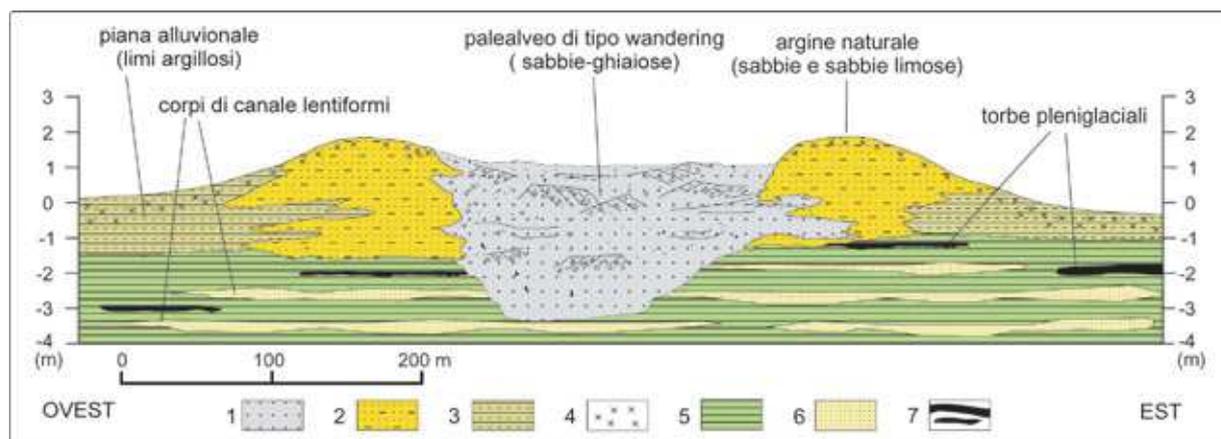


Fig. 8.9 - Sezione stratigrafica schematica di un dosso dei megafan del Tagliamento e del Cormor, databile alla fine del LGM; per ubicazione si veda la traccia h in Fig. 8.3. (FONTANA *et al.*, 2004).

Legenda: 1) alveo con sabbie ghiaiose disposte in stratificazione incrociata tabulare e con strutture di erosione e riempimento, frequenti ciottoli di fango; 2) argini naturali sabbioso limosi con presenza di suoli evoluti, spesso con rubefazione incipiente; 3) piana alluvionale distale limoso argillosa con laminazioni pluricentimetriche e presenza di suoli calcici con caratteri idromorfi; 4) concrezioni e croste carbonatiche; 5) piana alluvionale pleniglaciale argillosa limosa con laminazioni millimetriche, frammenti di vegetali e gasteropodi; 6) corpi di canale sabbiosi lentiformi con potenza decimetrica, presenza di laminazione parallela; 7) depositi organici, torbe e limi organici di età pleniglaciale.

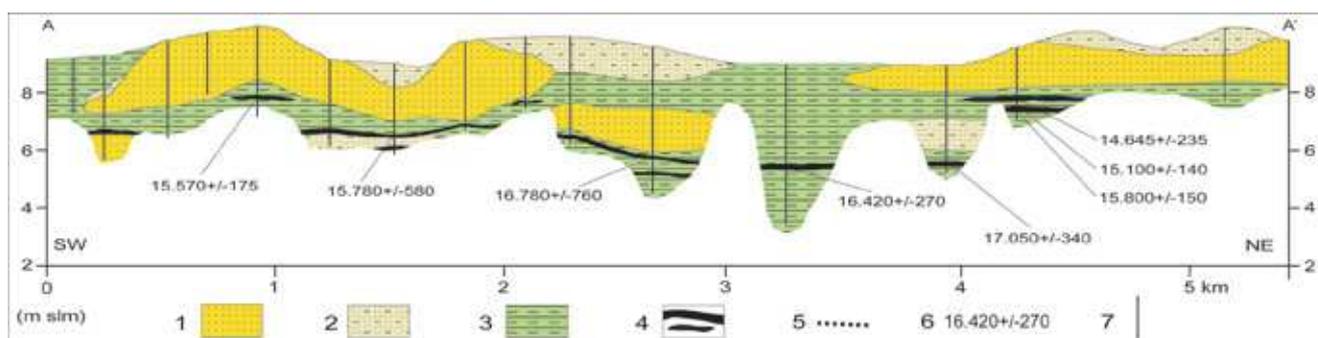


Fig. 8.10 - Profilo stratigrafico del tratto distale del megafan del Brenta (per l'ubicazione si veda la traccia d in Fig. 8.3) (FONTANA *et al.*, 2004).

Legenda: 1) depositi di canale (sabbie da fini a grossolane, spesso in sequenze positive, con stratificazione interna millimetrica e centimetrica, parallela e incrociata); 2) depositi di trascinamento prossimali (alternanze millimetriche e centimetriche di sabbie fini limose e limi, comuni *ripples* negli strati più spessi e grossolani); 3) depositi di trascinamento distale (argille, argille limose e limi argillosi, con laminazione millimetrica parallela, spesso contenenti gasteropodi, radici, resti di vegetazione palustre); 4) depositi organici (torbe e argille organiche); 5) correlazione stratigrafica degli orizzonti organici; 6) campione con datazione  $^{14}\text{C}$ ; 7) sondaggio stratigrafico.

te tra 22.000-18.000  $^{14}\text{C}$  BP, corrispondente all'acme LGM (Fig. 8.6). Le analisi polliniche condotte su numerosi campioni datati evidenziano flore tipiche di clima freddo e secco, compatibili con ambienti di steppa (MAROCCO, 1991; BONDESAN *et al.*, 2002b; MIOLA *et al.*, 2003; 2006; BONDESAN *et al.*, 2002c; MONEGATO *et al.*, 2007). Nel diagramma rappresentato in fig. 8.6 quasi tutte le datazioni al radiocarbonio con età LGM sono state condotte su questo tipo di orizzonti. Tra 18.000 e 14.500 anni  $^{14}\text{C}$  BP (20.000-17.000 anni fa) ebbe inizio la fase di deglaciazione nelle aree alpine (PELLEGRINI *et al.*, 2005; 2006), con il conseguente abbandono delle cerchie moreniche più esterne degli anfiteatri (OROMBELLI & RAVAZZI, 1996; ZANFERRARI *et al.*, 2008a; OROMBELLI *et al.*, 2005; MONEGATO *et al.*, 2007). Nel caso dell'anfiteatro del Tagliamento, in questa fase finale del LGM, definito anche "periodo

cataglaciale", si verificò la formazione di argini morenici più interni rispetto a quelli della massima espansione "pleniglaciale" (ZANFERRARI *et al.*, 2008a; MONEGATO *et al.*, 2007). Nello stesso periodo, nella pianura friulana il Tagliamento, il Cormor e il Corno di San Daniele si approfondirono nel tratto apicale dei loro megafan rispettivamente fino all'altezza di Valvasone, Mereto di Tomba e Pozzuolo del Friuli (COMEL, 1958). Venne quindi terrazzata parte dell'alta pianura, mentre più a valle le incisioni sfumavano progressivamente fino a scomparire e i sedimenti fluviali della fase cataglaciale si depositavano al di sopra della pianura pleniglaciale e costituivano anche dossi rilevati. Si sono creati così lobi telescopici dei megafan, in cui l'apice del cono cataglaciale è incastrato nei depositi di quello pleniglaciale. Il terrazzamento dell'alta pianura friulana, oltre a fornire materiale grossolano

per effetto dell'erosione laterale nell'alta pianura, confinò le acque degli scaricatori all'interno di strette incisioni, concentrando quindi il flusso idraulico e aumentando di conseguenza la capacità di trasporto della corrente fluviale. Per tale motivo, i dossi fluviali che si formarono in bassa pianura furono caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie-ghiaiose, che si ritrovano fino alla laguna attuale, al contrario di quanto accadeva nel pleniglaciale, quando le ghiaie non superavano la fascia delle risorgive. Nella bassa pianura durante il ritiro del ghiacciaio, il Tagliamento ha sedimentato su di un'area molto estesa e, infatti, a est del Livenza sono presenti numerose tracce di paleoalvei ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi riferibili a quel periodo (Fig. 8.9), spesso ben riconoscibili dalle ultime propaggini dell'alta pianura fino alla frangia lagunare. Nella carta delle unità geologiche (Tav. 10) questi depositi sono definiti unità di Torresella. Nel primo settore della bassa pianura i paleoalvei sono di tipo braided ghiaiosi, con clasti mediamente di 2-4 cm e, subito a sud del limite inferiore delle risorgive, i canali sono leggermente incisi rispetto ai banchi limoso-argillosi pleniglaciali, ma la loro posizione depressa non è quasi percepibile. Invece, più a valle del limite inferiore delle risorgive e fino alla costa attuale, i paleoalvei divengono monocursali e hanno sviluppato dei dossi fluviali, che seppelliscono i depositi pleniglaciali e si elevavano anche di 2 m su di essi (Fig. 8.9). A sud del limite inferiore delle risorgive gli alvei sono monocursali, sono compresi tra argini naturali sabbioso-limosi e, procedendo verso valle, assumono sempre di più le caratteristiche di tipo wandering, con un andamento a larghi meandri poco sinuosi. I depositi di canale sono ghiaioso sabbiosi e sono potenti 3-4 m, mentre i sedimenti di pianura alluvionale ad essi correlata arrivano a 1-3 m di spessore. I dossi hanno una larghezza di 200-300 m e possiedono una pendenza compresa tra 1,2 e 0,8‰, confrontabile con quella della loro piana alluvionale. Gli alvei sono larghi 60-100 m e sono caratterizzati da strutture sedimentarie tipiche dei fiumi con portata variabile: depositi ghiaioso-sabbiosi con stratificazione incrociata tabulare, presenza di ciottoli di fango (*clay chip*), strutture di erosione e riempimento (*scour and fill*) e talvolta superfici di riattivazione. Inoltre, i canali sono riempiti totalmente da ghiaie o sabbie ghiaiose mentre mancano sempre sequenze di abbandono o di canali residuali con eventuali orizzonti organici o resti vegetali da poter eventualmente datare col metodo del radiocarbonio.

Si sottolinea il fatto che questi dossi dell'area friulana sono aggradanti sulla pianura e sono ghiaiosi, mentre nel sottosuolo le ghiaie sono completamente assenti nei sedimenti pleniglaciali poco più antichi. Per il Tagliamento, anche se le datazioni sono poche, sembra che gli ultimi eventi deposizionali riconducibili alla fase cataglaciale siano databili tra 15.000-14.500 <sup>14</sup>C BP, cioè 18.000-17.000 anni fa.

Le informazioni cronologiche riguardanti il ritiro dei

ghiacciai di Piave, Brenta e Isonzo sono confrontabili con quelle del Tagliamento; infatti, nell'anfiteatro morenico del Piave di Vittorio Veneto, la cerchia morenica più esterna è stata datata a 17.670±320 <sup>14</sup>C BP (CARTON *et al.*, 2009) mentre, già 14.370±115 <sup>14</sup>C BP, il ghiacciaio si era ritirato più a monte della valle di Revine (TV) (CASADORO *et al.*, 1976), stazionando tra Feltre e Belluno attorno a 13.500 <sup>14</sup>C BP (PELLEGRINI *et al.*, 2005). È interessante notare che nel settore distale del megafan del Piave di Nervesa, presso l'area di Ca' Tron di Roncade (TV), la data più recente relativa all'aggradazione pleistocenica della pianura, a 2,5 m di profondità, risale al 16.190±50 <sup>14</sup>C BP, e ricade quindi proprio all'interno del periodo di arretramento del ghiacciaio del Piave (BONDESAN *et al.*, 2004a). Come descritto precedentemente, nell'alta pianura del Piave non si hanno evidenti terrazzamenti della superficie pleistocenica; questa differenza rispetto ai megafan di Tagliamento e Brenta può essere spiegata dal gradiente topografico meno elevato che caratterizza la superficie LGM del Piave; tale fiume infatti ha il suo sbocco vallivo 50 m più in basso rispetto agli altri due fiumi alpini (FONTANA *et al.*, 2008).

Anche per il megafan del Brenta le date relative all'ultima grande fase di aggradazione pleistocenica sembrano coincidere con questo periodo (Fig. 8.6). In particolare, per la bassa pianura del Brenta sono disponibili numerose datazioni effettuate su campioni situati tra 1,5 e 4 m di profondità, tutte comprese tra 14.645±235 <sup>14</sup>C BP e 17.050±340 <sup>14</sup>C BP (BONDESAN *et al.*, 2002b; 2004b; 2004c; MOZZI, 2005). Nel megafan del Brenta non è riconoscibile una incisione dell'apice durante il cataglaciale, anche se il tasso di crescita verticale sembra essere stato significativamente minore rispetto a quello che ha caratterizzato invece il pleniglaciale tra 24.000-18.000 anni <sup>14</sup>C BP, cioè tra 30.000-20.000 anni fa (Mozzi, 2005). L'incisione dell'apice avvenne nel tardoglaciale e portò alla disattivazione dell'intera superficie dell'alta e bassa pianura, anche all'interno dell'area compresa tra Colli Euganei e Berici, dove l'aggradazione era continuata fino a 14.500 anni <sup>14</sup>C BP circa (Mozzi, 2005; FONTANA *et al.*, 2008).

È interessante notare che i conoidi dei torrenti Cellina e Meduna, nonostante la vicinanza al sistema del Tagliamento, sono stati caratterizzati da una estesa aggradazione, simile a quella pleniglaciale, fino allo Younger Dryas (10.800-9.500 a.C.) e solo l'inizio dell'Olocene si ebbe una rapida e profonda incisione (AVIGLIANO *et al.*, 2002a; 2002b).

### 8.2.3.3. Post-LGM (ultimi 17.000 anni)

#### 8.2.3.3.1. Stasi sedimentaria e formazione delle incisioni fluviali

Se durante il LGM l'evoluzione della bassa pianura venne essenzialmente controllata dai sistemi fluvioglaciali e fluviali, nel post-LGM essa fu soggetta anche all'attività del mare, dei fiumi di risorgiva e dell'uomo. Attorno a 17.000 anni fa (14.500 anni

$^{14}\text{C}$  BP) si verificò un rapido miglioramento delle condizioni climatiche e tale data viene presa a livello globale come terminazione del LGM e inizio del cosiddetto tardoglaciale, che durò poi fino al 9500 a.C. (OROMBELLI *et al.*, 2005). Il riscaldamento globale causò un rapido ridimensionamento dei ghiacciai alpini e, nelle Alpi Orientali, portò al loro definitivo ritiro nelle alte valli già attorno a 14.000 anni fa (VENTURINI, 2003; PELLEGRINI *et al.*, 2005; BAVEC *et al.*, 2004). Tuttavia durante il tardoglaciale il clima subì alcune fasi di recrudescenza, in qualche caso anche molto rapida, che consentirono il temporaneo ritorno di condizioni climatiche quasi glaciali; in queste fasi, di durata secolare o millenaria, definite stadiali, i ghiacciai non ebbero comunque la possibilità di rioccupare le principali vallate alpine, rimanendo al di sopra dei 2000 m circa (VENTURINI, 2003; PELLEGRINI *et al.*, 2005). Con l'inizio del tardoglaciale ebbe inizio una nuova fase nell'evoluzione della pianura, essenzialmente caratterizzata dalla mancanza di sedimentazione e dalla formazione di incisioni fluviali. I megafan di Brenta e Tagliamento sono stati entrambi soggetti ad un'importante fase di terrazzamento fino all'Olocene iniziale, anche se con caratteri fra loro differenti (Fig. 8.4). L'ultimo evento deposizionale riconosciuto sul lobo LGM del megafan del Brenta si verificò attorno a 14.500 anni  $^{14}\text{C}$  BP (MOZZI, 2005); la successiva disattivazione è da imputare all'incisione dell'apice del megafan presso lo sbocco vallivo a Bassano. La scarpata erosiva correlata al terrazzamento fluviale è tuttora alta circa 15 m all'apice e diminuisce gradualmente verso valle fino a scomparire a 25 km di distanza. Dove è presente l'incisione, al suo interno si trovano i depositi tardoglaciali e dell'Olocene iniziale. Nel settore apicale si riconoscono altre scarpate alte 2-4 m che danno luogo a tre terrazzi maggiori con una topografia ondulata. Più a valle i sedimenti olocenici seppelliscono la superficie datata al LGM. Quindi, considerando i depositi LGM e post-LGM, si può identificare una geometria telescopica dei due diversi lobi del megafan. Nel sistema deposizionale del Tagliamento la fase erosiva tardoglaciale approfondì ulteriormente l'incisione precedentemente formata durante la fase cataglaciale e nel settore apicale del megafan confinò maggiormente il canale fluviale attivo (Fig. 8.4). L'altezza della scarpata erosiva è attualmente 60-70 m presso l'apice del megafan e raggiunge ancora circa 30 m dieci chilometri più a valle, poi diminuisce progressivamente, fino a scomparire in corrispondenza del limite superiore delle risorgive. Come risultato si ha che anche l'apice del lobo della fine del LGM è stato terrazzato e la sedimentazione successiva si è spostata più a valle. Di conseguenza il megafan del Tagliamento è costituito da tre differenti lobi: il più antico databile alla fase di acme glaciale, il secondo alla fase finale del LGM e l'ultimo, attivo a partire dal tardoglaciale fino ad oggi, cioè nel post-LGM. Gli apici dei lobi più recenti si inseriscono in quelli precedenti ed è chiaramente riconoscibi-

le una geometria a corpi telescopici (Figg. 8.3, 8.4). A partire dal tardoglaciale, poco a valle della fascia delle risorgive, i fiumi alpini sono stati sempre caratterizzati da alvei a canale singolo e sinuosità variabile, in cui l'ampiezza, la profondità, la larghezza degli alvei e la massima granulometria trasportata sono variate in dipendenza del rapporto tra portata liquida e solida, del livello di base e del clima. Fino all'Olocene medio i fiumi hanno manifestato una tendenza marcatamente erosiva anche nel loro tratto inferiore, portando alla formazione di incisioni profonde tra 5 e 25 m rispetto al top della superficie LGM (si veda il simbolo n. 9 in Fig. 8.3). L'erosione verificatasi nel post-LGM è stata particolarmente importante nel settore distale del megafan del Tagliamento e del Piave, dove si sono formate alcune incisioni molto ampie e profonde (FONTANA *et al.*, 2008; CARTON *et al.*, 2009). Queste morfologie si svilupparono principalmente durante il tardoglaciale, ma sono rimaste in uso o sono state riattivate anche durante periodi successivi; tale situazione ha così causato l'aggradazione sedimentaria all'interno delle incisioni, portando al loro riempimento e spesso all'obliterazione della loro originaria evidenza topografica. A monte di Portogruaro sono ancora riconoscibili due antiche incisioni grazie alla preservazione della loro morfologia superficiale, consentita da una loro precoce disattivazione e un loro riutilizzo solo da parte di fiumi di risorgiva. Nel tratto più meridionale, queste depressioni sono state riempite a causa dei depositi lagunari olocenici e della deposizione fluviale post-romana. Circa cinque chilometri a valle di Portogruaro, nei pressi di Concordia Sagittaria, una serie di carotaggi e scavi archeologici ha permesso di ricostruire alcune sezioni stratigrafiche di cui la più esemplificativa è rappresentata in Fig. 8.11. La valle, ora sepolta, è incisa all'interno dei depositi LGM e la potenza del canale fluviale tardoglaciale è di circa 8 m; tali depositi corrispondono all'unità di Cinto Caomaggiore e il diametro massimo dei ciottoli campionati all'altezza di Concordia raggiunge i 5 cm. Dopo l'abbandono da parte del Tagliamento, nelle depressioni si è verificato l'accumulo di un deposito torboso palustre tra 8000 e 7000 anni fa circa, quando le acque salmastre dell'ingressione marina olocenica hanno invaso le due incisioni. L'ambiente lagunare è rimasto nelle depressioni fino al periodo romano, portando al parziale riempimento di esse, che è stato poi completato tra VI-IX secolo d.C., durante una nuova fase di rioccupazione dell'incisione da parte del Tagliamento. Considerando tutte le valli post-LGM riconosciute nel settore distale del megafan del Tagliamento (si veda il simbolo n. 9 in Fig. 8.3), comprese quelle ora completamente sepolte, si ottiene una larghezza media compresa tra 500-2000 m e una profondità di 8-25 m; alla base delle incisioni vi sono ghiaie e ghiaie sabbiose con uno spessore di 5-12 m. Come sopra descritto per il megafan del Tagliamento, in tutti i megafan della pianura veneto-friulana a partire dal tardoglaciale le ghiaie sono state generalmente

trasportate considerevolmente più a valle del loro limite di deposizione durante il LGM. Questa situazione è testimoniata anche per il sistema dell'Isonzo (ARNAUD-FASSETTA *et al.*, 2003), del Piave (CARTON *et al.*, 2009) e del Brenta. In alcuni casi le ghiaie sono state trasportate vari chilometri oltre quella che è la loro attuale soglia di deposizione in pianura; ciò è probabilmente legato all'incisione del tratto apicale dei megafan e alla conseguente concentrazione del flusso idraulico nelle incisioni. La presenza di incisioni con all'interno sedimenti anche ghiaiosi è stata riconosciuta sotto l'attuale alveo del Piave a valle di San Donà, lungo il tracciato del Piavon e poco più a nord-ovest tra gli abitati di Losson e Meolo. Presso la zona di Cortellazzo alcuni carotaggi hanno intercettato un'incisione

fonda 30 m rispetto all'attuale superficie topografica, riempita da sedimenti marini; tuttavia non è chiaro se questo elemento sia una valle fluviale post-LGM riutilizzata durante la trasgressione marina o se sia stata formata solo dalla dinamica costiera. Una situazione simile è stata riscontrata nel tratto terminale del fiume Sile a Portegradi, dove, al di sotto del dosso attuale, è presente un'incisione fonda circa 12 m riempita di sabbie di origine plavense (Fig. 8.7). Nel caso del Brenta, ghiaie confinate all'interno di una valle incisa alcuni metri rispetto alla superficie LGM sono presenti fino alla periferia occidentale di Padova. In tutta la pianura veneto-friulana i dati cronostratigrafici riguardanti il tardoglaciale e l'Olocene iniziale mancano quasi completamente (Fig. 8.4). Nei diagrammi

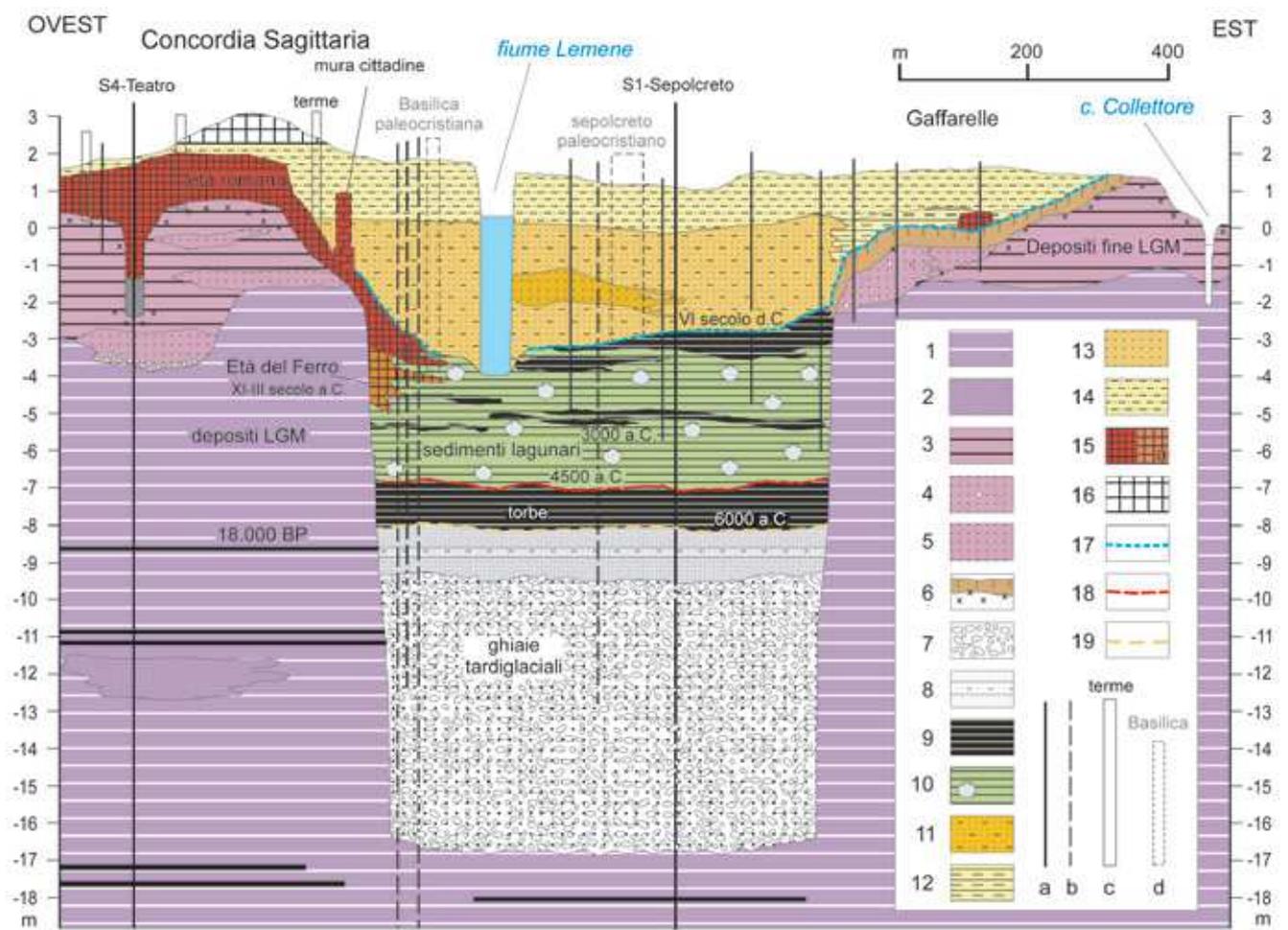


Fig. 8.11 - Sezione dell'incisione sepolta posta a est di Concordia Sagittaria (da FONTANA, 2006). Per l'ubicazione si veda la traccia g in Fig. 8.3.

Legenda: a) sondaggi; b) proiezione di sondaggi poco distanti dalla traccia della sezione; c) scavi archeologici editi, presenti lungo la sezione; d) proiezione di scavi archeologici; 1) piana pleniglaciale limoso-argillosa; 2) canale pleniglaciale sabbioso; 3) piana cataglaciale limoso-argillosa; 4) canale cataglaciale sabbioso-ghiaioso (diametro max 1-2 cm); 5) canale cataglaciale sabbioso; 6) suolo sepolto della superficie LGM con abbondanti concrezioni; 7) ghiaie medie (2-5 cm) tardoglaciali o dell'Olocene iniziale trasportate dal Tagliamento che formò la valle (unità di Cinto Caomaggiore); 8) sabbie e limi dell'Olocene iniziale; 9) torbe e depositi organici ricchi di frammenti vegetali; 10) sedimenti lagunari e palustri (limi argillosi e limi con frammenti di molluschi lagunari e frammenti vegetali); 11) depositi di rotta e canale fortemente idromorfi (limi sabbiosi e sabbie fini; 12) depositi di tracimazione (limi e limi argillosi con frammenti vegetali e di gasteropodi continentali); 13) depositi di canale (sabbie medie disposte in stratificazione incrociata e parallela); 14) depositi di dosso (sabbie limose e sabbie); 15) depositi antropici legati alla frequentazione romana; 15a) preromani; 16) depositi antropici moderni e attuali; 17) discontinuità tra i depositi lagunari-fluviali e quelli del Tagliamento del VI secolo d.C.; 18) discontinuità tra i depositi torbosi e lagunari olocenici; 19) discontinuità tra i depositi fluviali del Tagliamento che incise la valle e il riempimento fluvio-lagunare olocenico.

relativi alle datazioni radiocarboniche disponibili per il sistema del Tagliamento e del Brenta questa carenza di informazioni è particolarmente evidente per l'intervallo 14.500-8000 anni <sup>14</sup>C BP ed è correlabile alla mancata formazione di orizzonti organici databili (Fig. 8.6). Ciò nonostante, nel settore distale della pianura non esistono ragioni climatiche o paleoambientali che possano spiegare un così drastico calo nella produzione di torba, legno o sedimento organico durante il tardoglaciale e specialmente nell'Olocene iniziale. Una delle ipotesi più verosimili può essere trovata nella mancanza di deposizioni alluvionali sopra la superficie LGM dei megafan fino a circa 8000 anni fa. Questo fatto può essere stato indotto dal confinamento dell'attività fluviale entro i canali incisi, che portarono alla trasformazione di ampi settori di megafan in superfici di *by-pass* prive di deposizione. Le tracce di profonda erosione sono particolarmente evidenti a est del Livenza, ma anche nel settore centro-occidentale della provincia di Venezia l'attività fluviale è stata particolarmente ridotta e fasi di aggradazione non si verificarono fino all'Olocene medio. Sulle superfici abbandonate dall'attività alluvionale poterono così svilupparsi suoli ben formati descritti nel successivo paragrafo.

Una simile evoluzione può essere descritta nel settore centrale della pianura padana per i megafan e conoidi che si trovano lungo il margine alpino. Dopo la maggior fase di aggradazione, verificatasi nel LGM, i corsi alpini terrazzarono il settore prossimale della pianura, dal loro sbocco vallivo per alcune decine di chilometri (MARCHETTI, 2001; 2002).

Una delle cause più importanti nella mancanza di sedimentazione sulla superficie dei megafan e della conseguente incisione è stato il ritiro dei ghiacciai all'interno delle vallate alpine. Le ricerche più recenti indicano che tra 15.000-14.000 anni <sup>14</sup>C BP la deglaciazione delle Alpi Orientali era probabilmente quasi completa (PELLEGRINI *et al.*, 2005). Spesso, quasi contemporaneamente o poco dopo il ritiro glaciale, nelle valli deglacciate si formarono estesi laghi intravallivi per effetto della presenza degli sbarramenti creati dalla presenza degli apparati morenici frontali o, più comunemente, per la creazione di frane che sbarrarono temporaneamente i deflussi (CASTIGLIONI, 2001). Questi laghi, descritti nei bacini montani di Isonzo (BAVEC *et al.*, 2004), Tagliamento (VENTURINI, 2003; MONEGATO *et al.*, 2007) e Piave (PELLEGRINI *et al.*, 2005; 2006), intrappolarono il sedimento grossolano e causarono quindi una drastica diminuzione nel flusso sedimentario verso la pianura. Nel Vallone Bellunese una importante fase di aggradazione interna alla valle ha caratterizzato il tardoglaciale e parte dell'Olocene, fino a circa 10.000-8000 anni fa (SURIAN & PELLEGRINI, 2000), portando al prolungato stoccaggio dei depositi fluviali. Inoltre, dalla fine del LGM, il miglioramento climatico ha indotto la ricolonizzazione delle montagne da parte della vegetazione (VESCOVI *et al.*, 2007), aumentando

la stabilità dei versanti e inducendo così un calo nel tasso di erosione e nel carico sedimentario dei fiumi.

#### 8.2.3.3.2. *Caratteri pedologici delle superfici pleniglaciali e cataglaciali*

Le superfici formatesi durante il LGM e ancora affioranti, comprese quelle della fase cataglaciale, sono caratterizzate da suoli<sup>7</sup> con caratteristiche relativamente omogenee in tutto il territorio provinciale. I sedimenti che le formano, infatti, hanno un'età quasi coincidente che è compresa tra 18.000 e 15.000 anni <sup>14</sup>C BP. Inoltre, i momenti più significativi per la formazione dei suoli si sono verificati durante l'Olocene e hanno quindi interessato in ugual modo i depositi di entrambe le fasi del LGM. In generale per la pedogenesi sono stati importanti l'azione della copertura forestale e l'effetto di alcune fasi pedoclimatiche come quella verificatasi durante l'Atlantico, caratterizzato da clima caldo umido con stagioni contrastate (CREMASCHI, 1990). La presenza della falda freatica in prossimità della superficie ha localmente inibito la pedogenesi. Tuttavia, specie nelle posizioni più rilevate e ben drenate, come al colmo degli argini naturali, vi sono chiari indizi di una lunga evoluzione pedogenetica, con fenomeni di rubefazione che hanno sviluppato colori marrone giallastri (10YR 6-5/3). Allontanandosi dagli argini naturali i sedimenti divengono progressivamente più limosi e la superficie meno elevata, di conseguenza la presenza della falda e la minor permeabilità dei depositi hanno creato notevoli orizzonti di concrezioni carbonatiche. Queste si svilupparono originariamente tra i 60-120 cm di profondità, mentre attualmente sono praticamente inglobate dalle arature moderne. Questo tipo di suoli è tipico della pianura LGM ancora affiorante e, quando sepolta, è facilmente riconoscibile anche in profondità grazie alle proprietà pedogenetiche che presenta il suo tetto. Nel sottosuolo della laguna di Venezia questi orizzonti sovraconsolidati vengono definiti con il termine "caranto"<sup>8</sup> (GATTO e PREVIADELLO, 1974; MOZZI *et al.*, 2003); nel settore Sandonatese e Portogruarese tale termine dialettale descrive anche le concrezioni carbonatiche.

L'attività agricola ha notevolmente alterato le caratteristiche della superficie pleistocenica sicuramente già a partire dall'epoca romana e, in alcune zone, probabilmente anche durante le fasi finali della Protostoria; uno degli effetti delle arature è stata l'esumazione degli orizzonti concrezionati che attualmente si trovano in genere parzialmente o totalmente inglobati nell'orizzonte arativo.

#### 8.2.3.3.3. *Trasgressione marina e dinamica fluviale medio olocenica*

A partire da 17.000 anni fa la fusione dei ghiacci causò

<sup>7</sup> Si veda anche il capitolo 6 "Suoli".

<sup>8</sup> Il "caranto" viene più dettagliatamente descritto in un'apposita scheda di questo capitolo.

un rapido innalzamento marino globale (Fig. 8.12), che dal livello minimo di circa -120 m slm, raggiunto all'acme del LGM, risalì al ritmo medio di 15-10 mm/anno (CORREGGIARI *et al.*, 1996; LAMBECK *et al.*, 2004). Il sollevamento del livello eustatico è da imputarsi principalmente allo scioglimento della calotta artica e di quelle nordeuropea e nordamericana, con ghiacci che raggiunsero un volume simile all'attuale attorno a circa 7000 anni fa (LAMBECK & CHAPPEL, 2001); infatti, nonostante la fusione quasi completa dei ghiacciai nelle valli alpine fosse avvenuta già circa 13.000 anni fa, il mare continuò a salire rapidamente fino a 7000-6000 anni fa, quando raggiunse un livello relativo di pochi metri inferiore all'attuale (Fig. 8.12). Il successivo sollevamento del mare è da attribuirsi in buona parte alle deformazioni tettoniche, alla subsidenza locale, agli aggiustamenti isostatici, alle fluttuazioni climatiche oloceniche e alla quantità di apporti sedimentari fluviali (LAMBECK *et al.*, 2004). La trasgressione marina non fu un evento sincrono in tutto l'Adriatico, ma si verificò dapprima nel settore più meridionale e in quello orientale. La morfologia delle coste giocò un ruolo fondamentale e così, mentre sulla sponda istriano-dalmata, alta e rocciosa, il mare raggiunse piuttosto

rapidamente una posizione simile all'attuale, sul versante opposto la scarsa pendenza della pianura alluvionale preesistente rallentò il fenomeno. Si sono così generate delle situazioni differenziate anche tra zone adiacenti. Nella pianura veneto-friulana, le aree in cui le superfici relitte pleistoceniche sono affioranti fino al margine lagunare hanno subito la trasgressione in modo passivo, tanto che in queste aree l'odierna posizione del mare è generalmente la più interna raggiunta nel postglaciale. Invece, nelle aree in cui sono sfociati i corsi alpini durante l'Olocene, la situazione è in genere più complessa e spesso si riconosce un ciclo trasgressivo-regressivo composto da una iniziale espansione marina sulla pianura preesistente, seguita dall'instaurarsi di un ambiente lagunare o deltizio, talvolta caratterizzato dalla successiva progradazione dei sistemi fluviali. Il protendimento verso mare di questi ultimi e il sistema dei lidi da essi stessi creato hanno isolato specchi di mare e formato le lagune in cui il moto ondoso ha un debole effetto, mentre diviene fondamentale il regime tidale (BLUM & TÖRNQVIST, 2000). A sud della laguna di Venezia è ben riconoscibile un ciclo trasgressivo-regressivo, mentre verso nord la posizione più interna

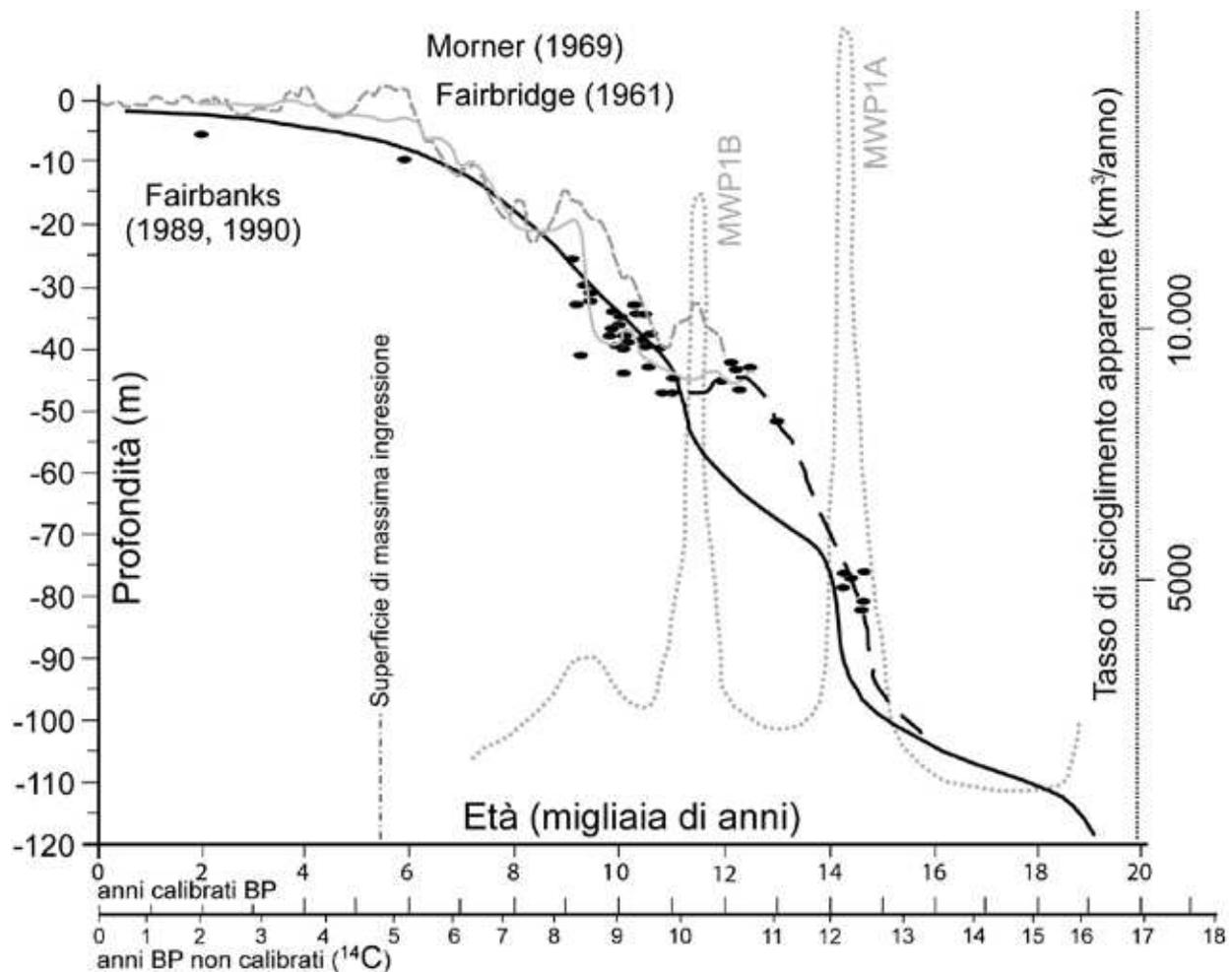


Fig. 8.12 - Curva di risalita del livello marino (tratteggiata nera) basata sui dati calibrati (pallini neri) provenienti dalla piattaforma adriatica confrontata con le curve eustatiche più comunemente riportate in letteratura e il tasso di scioglimento apparente delle calotte glaciali (FAIRBANKS, 1989) (da TRINCARDI & ARGAGNI, 2003, modificato da CORREGGIARI *et al.*, 1996).

raggiunta dal mare è in genere meno lontana dalla linea di costa e quasi sempre corrisponde con il margine delle lagune esistenti prima delle bonifiche moderne (BONDESAN *et al.*, 2001; AMOROSI *et al.*, 2008) (Fig. 8.13).

Nella pianura romagnola i sedimenti marini di circa 8500 anni fa si trovano tra -27 e -30 m slm e ricoprono la superficie pleniglaciale; poco a nord, nell'area di Conselice e Pomposa, compaiono facies lagunari tra -15 e -18 m slm, datate a 7000-8000 anni fa (AMOROSI *et al.*, 2008). Nella baia di Pirano (Slovenia), a -26,5 m slm sono state individuate facies lagunari di circa diecimila anni fa (OGORELEC *et al.*, 1981) e simili

risultati sono anche disponibili per il centro del Golfo di Trieste (OGRINC *et al.*, 2005). In area veneziana e friulana, la prima formazione delle lagune sembra essere documentata a circa 7500-6000 anni fa, in corrispondenza della massima ingressione marina. La parte centrale della laguna di Venezia cominciò a formarsi circa 6000 anni fa (-8 m slm), mentre nel settore meridionale della laguna e del delta dell'Adige è segnalata un'età leggermente più antica per i primi depositi lagunari, secondo le datazioni più affidabili. Anche nel settore settentrionale della laguna di Venezia i primi depositi costiero-lagunari sono datati attorno a 7500 anni fa (CANALI *et al.*, 2007).

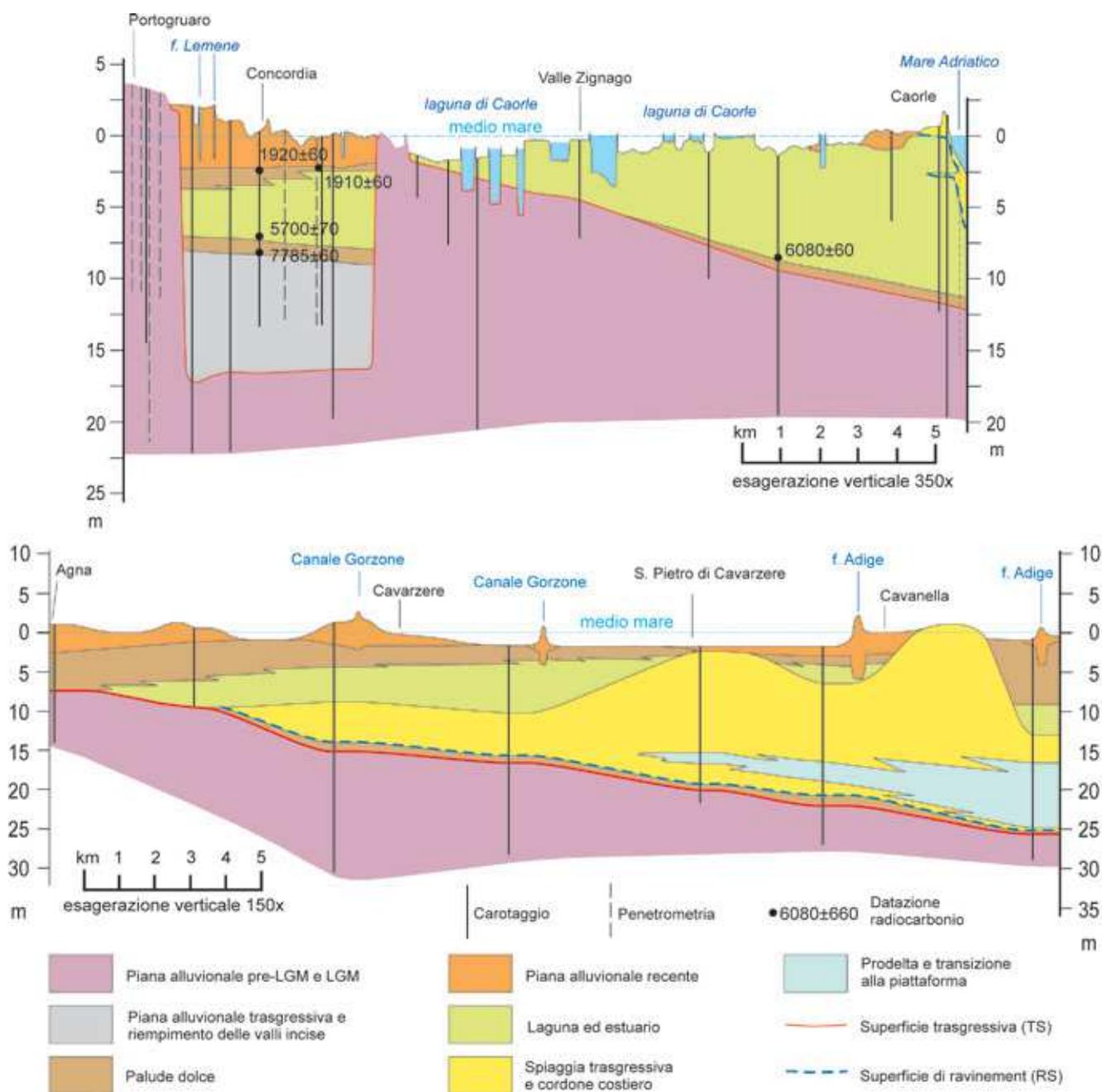


Fig. 8.13 - Sezione stratigrafica costiera della laguna di Caorle (8a) e del settore di Chioggia (b) (per ubicazione si vedano le tracce 'i' e 'a' in Fig. 8.3; modificato da AMOROSI *et al.*, 2008).

Nell'area del basso Piave, in località Palazzetto di San Donà, i primi sedimenti lagunari si trovano a sei metri di profondità e datano a  $6520 \pm 50$  anni  $^{14}\text{C}$  BP (BONDESAN *et al.*, 2004), mentre i primi cordoni dunali del sistema costiero del fiume Piave sono datati a  $5460 \pm 60$  anni  $^{14}\text{C}$  BP (BONDESAN *et al.*, 2002b). In tutto il settore compreso tra Piave e Tagliamento si riconoscono sedimenti lagunari soprastanti la pianura pleistocenica, recentemente incontrati da numerosi sondaggi tra circa -7 e -9 m slm e datati attorno al 5000 a.C. (GALASSI & MAROCCO, 1999; FONTANA, 2006). Nella laguna di Marano, le più antiche tracce di presenza marina postglaciale sono state riconosciute presso l'Isola di S. Andrea a -8 m slm e datano a  $5540 \pm 140$  anni  $^{14}\text{C}$  BP (MAROCCO, 1989); presso Lignano, sotto l'attuale delta del Tagliamento, a -7,3 m slm è stata segnalata la presenza di sedimenti lagunari di  $4620 \pm 160$  anni  $^{14}\text{C}$  BP (MAROCCO, 1991). Circa 2 km più a nord, in località Picchi di Latisana, il limite tra pianura e depositi lagunari è stato individuato a -6,5 m slm (FONTANA, 2006). Lungo la costa veneto-friulana la risalita marina e l'espansione dei sistemi lagunari sono state fortemente condizionate dalla morfologia della pianura preesistente. Le acque salmastre si sono così infiltrate prima entro le zone depresse e, in particolare, le incisioni corrispondenti ad alcuni profondi paleoalvei del Tagliamento hanno consentito alla laguna di giungere molto all'interno della pianura. Il caso più evidente è quello verificatosi lungo due incisioni esistenti al di sotto degli attuali corsi dei fiumi Lemene e Reghena, lungo le quali le acque salmastre giunsero fino a Portogruaro (FONTANA, 2006). All'interno delle incisioni la base dei depositi lagunari ha un'età di 5900-5700 anni  $^{14}\text{C}$  BP (Figg. 8.10, 8.12). Durante l'Olocene, nella porzione distale dei megafan alluvionali, i fiumi alpini hanno avuto dei corsi meandriformi caratterizzati da differenti valori di ampiezza e sinuosità e lunghezza d'onda dei meandri. In varie fasce di meandro, caratterizzate da una disattivazione che ha consentito la deposizione di depositi organici nei canali residuali, è stata datata la base di questi sedimenti. Una cospicua parte delle datazioni oloceniche presenti nei diagrammi di Fig. 8.6 sono state realizzate proprio su questo tipo di materiali organici, ottenendo una datazione abbastanza affidabile della disattivazione del canale. Altre datazioni riguardanti gli orizzonti organici di ambiente lagunare (soprattutto barene) forniscono informazioni sull'aggradazione della piana costiera. Fino a circa 6000-5000 anni fa, mentre l'highstand marino consentiva la progradazione dei sistemi fluviali nella zona costiera, i fiumi alpini hanno manifestato una scarsa capacità sedimentaria nella pianura, persino nei loro tratti terminali, a ridosso dell'ambiente deltizio. Nel sistema del Tagliamento una fase di incisione si è manifestata ancora attorno al 1000 a.C. (unità di Alvisopoli). Questa è stata caratterizzata dal trasporto di ghiaie alcuni chilometri più a valle rispetto al loro limite di sedimentazione attuale. Nel megafan del Piave, lungo il fiume Sile presso il

limite attuale della laguna, il Piave ha attivato un'incisione fonda circa dodici metri all'interno dei sedimenti LGM, riempita da sedimenti tra 7000 e 3600 anni  $^{14}\text{C}$  BP (BONDESAN *et al.*, 2004a). Anche nell'area di Aquileia vi sono evidenze di incisioni fluviali del Torrenatisone-Isonzo ben approfondite rispetto ai depositi LGM e lungo le quali erano trasportate le ghiaie fino all'altezza dell'attuale abitato fino agli ultimi secoli del I millennio a.C. (ARNAUD-FASSETTA *et al.*, 2003).

#### 8.2.3.3.4. Dossi fluviali e dinamica fluviale tardo olocenica

Nel settore distale dei megafan, la fase di incisione fluviale o di non sedimentazione verificatasi nel post-LGM continuò fino all'ultima parte del periodo climatico Subboreale (1000 a.C. circa), quando si verificarono poi importanti cambiamenti nella dinamica fluviale di tutta la pianura; vi sono tuttavia alcune differenze cronologiche tra i sistemi del Brenta, Piave e Tagliamento.

Presso Mezzavia, poco a ovest di Padova, la datazione radiocarbonica di una ceppaia in posizione di vita entro un suolo, sepolto dall'argine naturale di un antico percorso del Brenta, dimostra che l'aggradazione sulla superficie LGM era iniziata attorno a circa 5000 anni  $^{14}\text{C}$  BP. Tuttavia, anche in questo sistema fluviale, la fase di estesa e ben riconoscibile sedimentazione si verificò successivamente al 1000 a.C. (MOZZI, 2004a). Per il settore della provincia che è stato formato da Adige e Po non è chiaro al momento quando questo sistema fluviale cominciò a formare i suoi ampi dossi (Fig. 8.14). Il più antico dosso olocenico del Piave si sviluppò a valle di San Donà successivamente a 3000-4000 anni BP; inoltre, questa tendenza all'aggradazione è anche evidenziata dal completo riempimento da parte dei depositi del Piave dell'incisione del Sile, fonda 12 m (BONDESAN *et al.*, 2004a). Nel megafan del Tagliamento i dossi olocenici cominciarono a formarsi solo dopo il 1000 a.C. (FONTANA, 2004; 2006) e anche per l'Isonzo si riconosce una simile tendenza (ARNAUD-FASSETTA *et al.*, 2003). Queste evidenze stratigrafiche e geomorfologiche suggeriscono che la formazione dei dossi fluviali influenzò ampie porzioni del settore distale dei megafan solo circa 3000-4500 anni fa. Questo stile deposizionale è ancora attivo, anche se, durante gli ultimi secoli, esso è stato fortemente controllato dalle attività umane e particolarmente dagli interventi di arginatura e deviazione artificiale.

I dossi fluviali olocenici sono molto differenti da quelli pleistocenici sia nelle dimensioni che nella geometria interna dei corpi.

I dossi costruiti negli ultimi millenni sono generalmente più alti (2-5 m rispetto alla piana d'esondazione) e più ampi (500 - 2000 m) rispetto a quelli del LGM. I fiumi formano meandri nei loro tratti terminali e con canali profondi generalmente 5-7 m. Le avulsioni sono state il processo maggiore nell'innescare nuove direttrici fluviali. Nel megafan del Tagliamento la

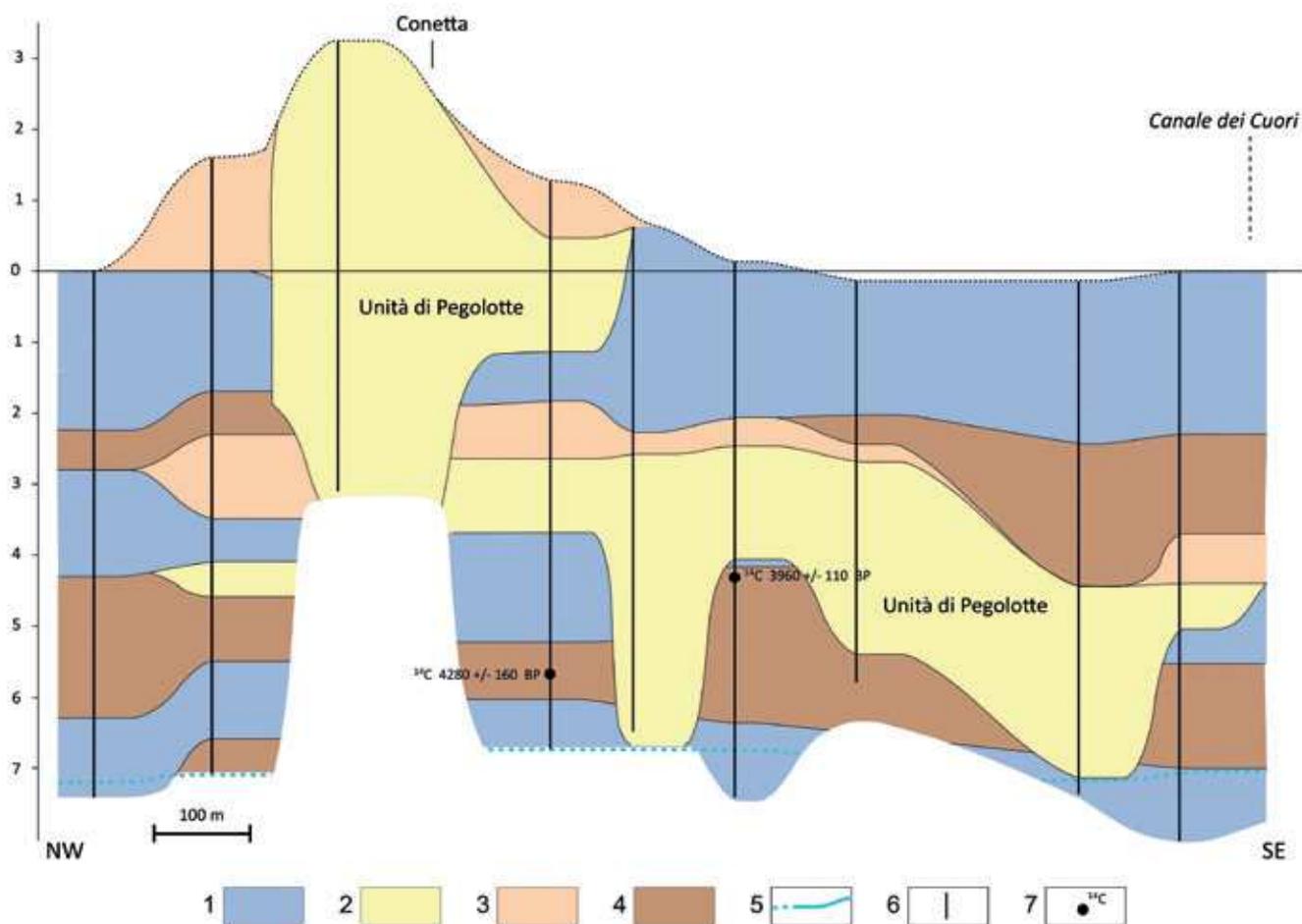


Fig. 8.14 - Sezione stratigrafica di dosso fluviale tardo olocenico del Po appartenente all'unità di Pegolotte (Piovan, 2008); per ubicazione si veda la traccia b in Fig. 8.3.

Legenda: 1) depositi di piana esondazione; 2) depositi di canale; 3) depositi di argine naturale; 4) torbe e depositi palustri; 5) limite Pleistocene-Olocene; 6) sondaggio stratigrafico; 7) datazione.

sedimentazione tardo olocenica ha interessato anche le incisioni precedentemente abbandonate, conducendo al loro totale riempimento, come riconosciuto in Concordia (Fig. 8.11), sotto l'attuale percorso della roggia Lugugnana e sotto il corso attuale del fiume. Infatti, in corrispondenza del percorso odierno del Tagliamento il fiume si era inciso nei depositi LGM fino alla fine del Subboreale (circa 3000 anni fa), ma la profondità del canale era significativamente inferiore rispetto alle incisioni attive nel tardoglaciale e all'inizio dell'Olocene; lungo l'alveo le ghiaie arrivavano più a valle di oggi, ma meno rispetto all'Olocene iniziale e medio. L'assottigliamento della profondità dell'alveo e la diminuzione della capacità di trasporto può essere correlata all'abbassamento del gradiente idraulico del canale, fenomeno favorito dalla risalita relativa del livello marino, come dimostrato in altre pianure costiere europee (es. Blum & Törnqvist, 2000; Berendsen & Stouthamer, 2001).

La sedimentazione tardo olocenica ha interessato aree notevolmente meno estese rispetto a quelle coinvolte nel LGM. Escludendo le aree costiero-deltizie, lo spessore dei sedimenti olocenici che seppelliscono la superficie pleistocenica generalmente raggiunge

uno spessore massimo di 4-6 m, lungo i dossi fluviali. Nelle piane d'esondazione correlate ai dossi la potenza dei sedimenti olocenici è di solo 1-3 m. Nelle sequenze stratigrafiche tardo oloceniche, i depositi organici o gli strati di torba sono diffusi solo negli ambienti lagunari o palustri costieri, mentre nelle serie alluvionali la torba è presente solo come una parte del riempimento dei canali residuali. In contrasto, i suoli sepolti sono piuttosto diffusi e il loro grado di sviluppo può essere utilizzato per stimare la durata del periodo di esposizione cui è stata soggetta la superficie su cui si sono evoluti (Mozzi *et al.*, 2003; Fontana *et al.*, 2004; Ragazzi *et al.*, 2004). Nella ricostruzione cronostatigrafica delle sequenze alluvionali sono di particolare importanza i suoli sepolti con presenza di reperti e soprattutto strutture archeologiche, che consentono una precisa datazione anche di quelle superfici in cui non è disponibile materiale organico da sottoporre a radiodatazione<sup>9</sup>.

In tutti i megafan della pianura veneto-friulana un importante periodo di alluvioni è riconoscibile durante

<sup>9</sup> Vedi anche i capitoli 6 "Suoli" e 3 "Geoarcheologia".

l'Alto Medioevo (dal V-VI al X secolo d.C.). Questo intervallo corrisponde a un periodo di elevata e concentrata piovosità ricordato dalle fonti storiche e coincide anche con il collasso del sistema agrario e di drenaggio messo in opera durante l'epoca romana. Tra il VI-VII secolo il Tagliamento è stato caratterizzato da un'elevata attività avulsiva che è menzionata nei resoconti storici e ha condotto all'attivazione alternata di tre differenti direttrici con formazione di dossi (FONTANA, 2004; 2006). A partire dall'XI secolo è stato attivo solo il ramo attuale del fiume e il dosso formato da esso ha una larghezza di 4 km e si erge sulla piana circostante di circa 3-4 m. Molti siti romani e il tracciato della via Annia sono stati sepolti dall'attività dell'attuale direzione del fiume Tagliamento e la loro posizione stratigrafica e areale testimonia che la formazione del dosso avvenne nel periodo post-romano.

Vari dossi sono stati formati anche dal Piave, dal Brenta e dall'Adige durante l'Alto Medioevo. Il dosso occupato dal Naviglio-Brenta sembra essersi formato nel periodo medievale con una forte influenza degli interventi umani che, fin dal XI secolo, hanno pesantemente condizionato questa direttrice.

#### 8.2.3.3.5. *Influenza umana e bonifiche moderne*<sup>10</sup>

Nel territorio provinciale la presenza dell'uomo ha cominciato ad avere un certo effetto sull'ambiente a partire dal Neolitico quando, attorno a 7500 anni fa venne introdotta l'agricoltura, l'allevamento e furono costruiti i primi villaggi stabili. Gli effetti dell'attività antropica sono però rimasti abbastanza limitati e localizzati fino all'età del Ferro, mentre con l'epoca romana hanno interessato molto diffusamente il territorio e hanno cominciato a lasciare tracce ben riconoscibili anche sulle morfologie superficiali. La colonizzazione romana ha infatti condotto alla messa a coltura di quasi tutta la pianura veneto-friulana, alla realizzazione di una fitta rete di strade e canali e alla costruzione di villaggi e città. L'aratura di estese superfici ha portato a fenomeni di erosione areale molto diffusa e alla modificazione degli orizzonti superficiali dei suoli.

Tra il Tardoantico e il Medioevo gli interventi sono stati limitati, mentre hanno subito una decisa crescita d'importanza a partire dal XV secolo con la decisione della Repubblica di Venezia di modificare l'idrografia per favorire lo sfruttamento del territorio. Sono stati così interessati tutti i fiumi tributari della laguna di Venezia per evitare la sedimentazione all'interno del bacino e preservare quindi ampi settori soggetti ai flussi di marea dalla progradazione dei sistemi deltizi. Soprattutto dal XV secolo, numerose deviazioni artificiali e regolazioni di fiumi sono state condotte su Brenta, Adige, Piave, Livenza e Bacchiglione. Dal XVIII secolo la pianura veneto-friulana può essere considerata una piana arginata dove, ad eccezione di eventi catastrofici di grande magnitudo, la sedimentazione è stata quasi eliminata. Inoltre, le opere di bonifica agraria condotte nel XX secolo hanno indotto un aumento

nella subsidenza della piana costiera per effetto del drenaggio dei terreni e dell'ossidazione dei depositi organici superficiali che un tempo si formavano sotto le paludi costiere e i fondi lagunari<sup>11</sup>. Nel complesso gli interventi antropici hanno lasciato una notevole evidenza geomorfologica, incidendo sulla direzione e la morfologia degli alvei, sull'assetto costiero e sull'estensione delle lagune. Da un punto di vista geologico, invece, l'attività umana ha avuto effetti localizzati, in quanto i depositi prodotti direttamente dall'uomo sono generalmente di piccola estensione, limitati alle porzioni superficiali. Un discorso a parte meritano le casse di colmata della zona di Porto Marghera, dove nel XX secolo sono stati accumulati artificialmente 3-5 m di depositi per rendere edificabili alcuni settori della laguna. Anche tutta la città di Venezia e gli edifici delle isole maggiori come Murano e Burano poggiano su accumuli artificiali di detriti.

### 8.3. LE UNITÀ GEOLOGICHE

Le unità geologiche della provincia di Venezia sono state definite attraverso l'esame delle sequenze stratigrafiche ricostruite sulla scorta delle diverse banche dati impiegate, prima fra tutte quella del Servizio Geologico provinciale<sup>12</sup>. I dati stratigrafici (circa 9400) sono stati integrati da una serie di studi e analisi, alcuni già editi, come lo Studio geomorfologico della provincia di Venezia (BONDESAN & MENEGHEL, 2004), altri allora ancora inediti, come ad esempio la Carta dei suoli della provincia alla scala 1:50.000.

Lo studio geologico, ogni qual volta è stato possibile, ha fatto ricorso al rilevamento di campagna eseguito a più riprese, sia attraverso ricognizioni e sopralluoghi, sia con la descrizione e lo studio di sezioni esposte in occasioni di scavi e di sondaggi manuali e meccanici eseguiti in luoghi di particolare interesse<sup>13</sup>.

Uno studio territoriale di questo tipo non ha potuto prescindere da un approccio multidisciplinare. Per questa ragione è stato fatto largo ricorso a una serie di informazioni accessorie, molte delle quali ottenute attraverso indagini e analisi eseguite specificatamente.

Tra queste si ricorda il contributo delle radiodazioni, di cui quindici, finanziate dall'Amministrazione provinciale, sono state eseguite su campioni specificatamente raccolti per il progetto. Analisi mineralogiche, pure realizzate appositamente, sono state effettuate su campioni di sabbia consentendo di stabilire il baci-

<sup>10</sup> Vedi anche i capitoli 2 "Profilo storico", 3 "Geoarcheologia" e 4 "Idrografia e bonifica idraulica".

<sup>11</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza".

<sup>12</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 7.

<sup>13</sup> Tra tutti si segnala l'ampio e dettagliato rilevamento effettuato in occasione degli scavi per il Passante Autostradale di Mestre. Ghiotta è stata infatti l'occasione di seguire gli scavi realizzati lungo i circa 33 km del tracciato del Passante, che taglia quasi perpendicolarmente le principali strutture deposizionali del Brenta Pleistocenico.

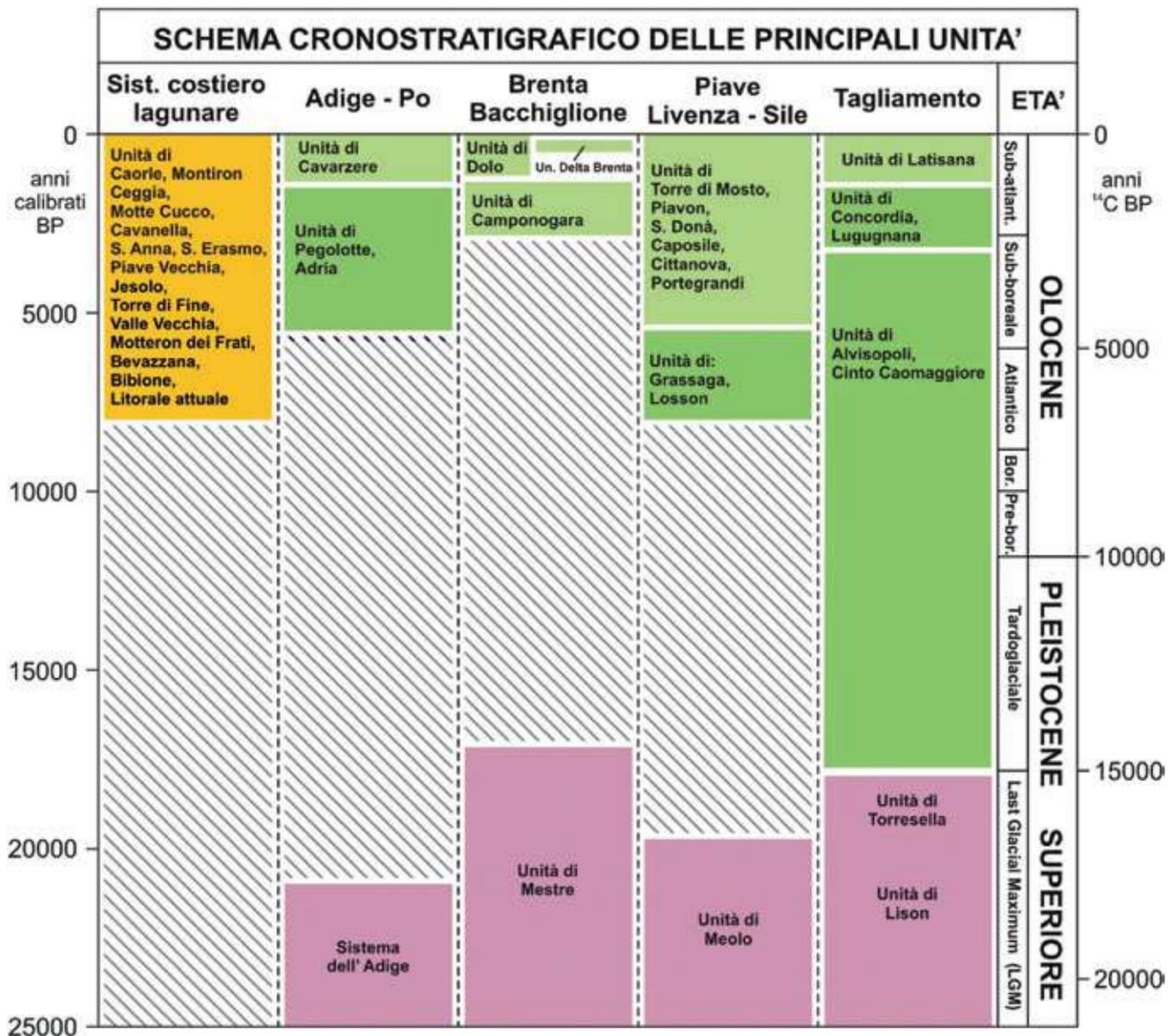


Fig. 8.15 - Schema cronostratigrafico delle principali unità geologiche.

no di provenienza dei sedimenti e quindi di dirimere le situazioni dubbie dove la possibile convergenza delle direttrici fluviali poteva far attribuire i depositi a uno o a un altro fiume.

Le presenze archeologiche nel territorio sono state un altro elemento importante di datazione degli orizzonti superficiali in termini di deposizione precedente o successiva alla frequentazione del sito o alla realizzazione del manufatto archeologico. La presenza delle centuriazioni sulle superfici ha permesso di aggiungere un ulteriore elemento di attribuzione cronologica<sup>14</sup>. Anche l'impiego della cartografia storica rappresentante l'evoluzione idrografica del territorio veneziano negli ultimi cinque secoli è stata di particolare aiuto nella definizione della natura ed estensione dei depositi<sup>15</sup>.

Tra le varie applicazioni che consente la conoscenza

geologica del sottosuolo provinciale qui si cita solo quanto attiene alla pianificazione; il Piano Provinciale d'Emergenza (PPE), prima, e il Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento (PTCP), poi, hanno ampiamente utilizzato anche quanto emerso da questo studio.

Esso poi è anche la base per perfezionare altre conoscenze, in un succedersi virtuoso in cui ogni studio è da un lato il logico approdo conclusivo di quelli che l'hanno preceduto, e dall'altro è la base per partire all'acquisizione di sempre nuove e più approfondite conoscenze.

Per questo motivo, le "Unità geologiche del territorio

<sup>14</sup> Vedi anche il capitolo 3 "Geoarcheologia" e la cartografia di Tav. 4.

<sup>15</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le cartografie delle Tavv. 2 e 3.

*provinciale di Venezia*”, che all’inizio del presente capitolo erano state indicate in un qualche modo come un “*punto d’arrivo*” di una pluridecennale attività, ora possono a giusto titolo essere considerate anche un “*punto di partenza*” verso nuovi, ambiziosi progetti.

Lo studio qui esaminato ha quindi voluto essere uno strumento essenziale per chi opera in provincia di Venezia e intende completare le proprie osservazioni di campagna inserendole in un quadro regionale.

Le note illustrative presenti nella pubblicazione originale riportano una cospicua serie di transetti condotti attraverso l’interpolazione di carotaggi eseguiti per scopi molteplici. Il dato di campagna è stato quindi interpretato e accompagnato da un modello interpretativo. In questo modo è stato possibile operare dei confronti diretti tra i *log* eseguiti all’interno di una delle unità geologiche e la sezione geologica di riferimento che meglio approssima la serie stratigrafica attraversata.

Si sono dapprima prodotte, col materiale a disposizione, circa 200 sezioni geologiche che hanno per-

messo la caratterizzazione delle varie unità geologiche riconosciute nella provincia di Venezia; sono stati quindi scelti i 54 profili più rappresentativi delle singole unità.

A questi profili sono stati associati altrettanti modelli geologici nel tentativo di fornire al lettore sia il dato oggettivo sia l’interpretazione derivata.

Ogni unità presente nella carta è stata perciò descritta all’interno delle note; per ogni unità è stato indicato il sistema sedimentario di appartenenza<sup>16</sup>.

Oltre a rinviare alla cartografia di Tav. 10 (dove sono cartografati, in scala 1:50.000, i sistemi e, al loro interno, le unità geologiche), viene riportata, a titolo d’esempio, la scheda dell’Unità di Cavarzere, appartenente al Sistema alluvionale dell’Adige.

<sup>16</sup> Sono stati indicati i seguenti sistemi: “Alluvionale del Tagliamento” (con sette unità), “Alluvionale dei fiumi di risorgiva e del reticolo locale” (due unità), “Alluvionale del Piave-Livenza” (due unità), “Alluvionale del Piave” (sei unità), “Alluvionale del Sile-Piave” (una unità), “Lagunare-palustre” (tre unità), “Alluvionale del Brenta” (quattro unità), “Alluvionale dell’Adige” (quattro unità), “Costiero” (tredici unità) e “Antropico” (una unità).

## IL PASSANTE DI MESTRE

Tiziano Abbà - Geologo in Borgoricco (PD)

L’area centrale della provincia di Venezia fra il 2005 e il 2008 è stata interessata dai lavori per la costruzione del Passante di Mestre, il nuovo tratto autostradale che aggira il nodo di Mestre e Marghera alleggerendo il traffico nella tangenziale. Il tracciato attraversa i comuni di Pianiga, Mira, Mirano, Spinea, Martellago, Salzano, Scorzè e Quarto d’Altino in provincia di Venezia, di Mogliano Veneto, Zero Branco, Casale sul Sile e Preganziol in provincia di Treviso. Quest’area ricade nella porzione più antica della pianura alluvionale del fiume Brenta, nella quale i processi sedimentari di grande portata si sono disattivati nel Pleistocene superiore, circa 17.000 anni fa, durante le fasi finali del LGM.

I lavori per la costruzione del Passante sono stati un’opportunità notevole per acquisire dati geologici su questo settore della pianura veneta. Si sono svolti infatti nel periodo in cui erano in corso i rilevamenti per uno studio geologico condotto dalla Provincia sul proprio territorio, sfociato nella pubblicazione *Le unità geologiche della provincia di Venezia* (BONDESAN *et al.*, 2008). Questa fortunata coincidenza ha permesso di sfruttare al meglio l’occasione, grazie alla disponibilità della Società di Progetto Passante di Mestre SCpA e delle numerose ditte appaltatrici che hanno permesso l’accesso del personale della Provincia all’interno dei cantieri.

I lavori per la costruzione del Passante hanno comportato l’esecuzione di numerosi carotaggi profondi 30÷50 m lungo il tracciato, lo scavo di trincee stradali profonde 8÷9 m e lunghe centinaia di metri e la realizzazione di opere accessorie, quali sottopassaggi per le strade secondarie interrotte dall’autostrada e scoline drenanti a margine dei

cantieri. Gli scavi per le trincee e i sottopassaggi hanno aperto ampie sezioni sui terreni della pianura, offrendo la rara opportunità di vedere nel dettaglio le strutture e le geometrie dei corpi sedimentari che normalmente vengono dedotte per interpolazione di dati puntuali, costituiti dalle descrizioni stratigrafiche dei carotaggi. La situazione è stata particolarmente favorevole nel settore occidentale del tracciato, fra Spinea e Mogliano, in cui gli scavi hanno intercettato le strutture deposizionali ortogonalmente, permettendo di osservarne al meglio le dimensioni e i rapporti laterali.

La consistente mole di dati raccolti è confluita in due pubblicazioni, *Le unità geologiche della provincia di Venezia* (BONDESAN *et al.*, 2008), citata sopra, scaricabile dal sito *web* del Servizio Geologico provinciale (<http://difesasuolo.provincia.venezia.it/DifesaSuolo/>, alla voce “Pubblicazioni”), e *Il Passante autostradale di Mestre* (Lalli, 2010), sintesi dei lavori progettuali, del monitoraggio ambientale e delle ricerche geologiche, pedologiche e archeologiche che hanno accompagnato la costruzione dell’autostrada. Il contributo di questi dati alla conoscenza della pianura alluvionale veneta è stato notevole ed è stato possibile grazie alla collaborazione fra diversi soggetti che hanno interessi convergenti nella conoscenza del territorio: imprese private (Società di Progetto Passante di Mestre e ditte esecutrici dei lavori), ente pubblico (Provincia di Venezia) e mondo della ricerca (Università di Padova, Dipartimento di Geografia). È solo un esempio di quando sia fondamentale la collaborazione e lo scambio di informazioni e di come sia possibile trovare vie d’incontro che portino reciproci vantaggi agli enti coinvolti.

## SISTEMA ALLUVIONALE DELL'ADIGE

CAV

CAV  
UNITÀ DI CAVARZERE

ADIGE

**OLOCENE sup. (I millennio a. C. – Attuale)**

L'unità di Cavarzere è costituita da depositi alluvionali legati per la maggior parte alla direttrice attuale del fiume Adige e, per una piccola porzione di territorio presso Cà Bianca a sud del fiume Brenta, ad un antico percorso atesino attivo tra il Bronzo finale e il Tardo Romano - Alto Medioevo. Tale percorso, passante per Este, Monselice, Conselve e Candiana, arrivato a Conca d'Albero piegava probabilmente verso sud-est, verso Clvè e Cà Bianca. L'attribuzione all'unità di Cavarzere di questa parte di territorio provinciale è confermata dall'analisi di alcuni campioni di sabbia prelevati presso il transetto n.42 (Brentone), che ne indicano l'appartenenza al fiume Adige.

Per le aree adiacenti al corso attuale dell'Adige, si suppone invece che la deposizione sia successiva al periodo Romano, probabilmente innescata dall'attivazione

del ramo odierno del fiume. I sedimenti lungo l'alveo sono sopraelevati rispetto alla pianura circostante e formano un dosso che presso Cavarzere raggiunge circa 1 km di ampiezza e una quota di 2,5 m slm mentre la pianura distale si trova 2 m sotto il livello marino. Oltre al dosso principale, che si sviluppa lungo l'asta attuale del fiume, si riconoscono alcune diramazioni, la più importante delle quali si stacca a monte di Cavarzere e segue il corso dello Scolo Tartaro fino a congiungersi più a sud con lo Scolo Botta. Un'altra diramazione di dimensioni inferiori parte da Rottanova e trova la sua prosecuzione nel paleoalveo di Motta Molara (transetto n.41).

I sedimenti dell'Adige poggiano sia a nord che a sud sui depositi alluvionali più antichi del Po (rispettivamente unità di Pegolotte e unità di Adria). I limiti tra queste unità non sono sempre ben identificabili con il solo rilevamento e nella Carta delle unità geologiche sono stati tracciati sulla base dei risultati di analisi mineralogiche effettuate sulle sabbie e dello studio dell'orientamento dei principali paleoalvei presenti nell'area. In particolare tra l'unità di Cavarzere e l'unità di Adria è stato preso come riferimento il limite dato nelle note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, fogli "Venezia" ed "Adria" (Zanettin, 1955).

Il limite superiore dell'unità di Cavarzere è dato dal top deposizionale originario, coincidente con la superficie topografica e variamente rimodellato dall'attività antropica ed è coperto solo dalle torbe palustri rinascimentali-moderne (unità dei Cuori) e dal corso del Brentone verso N-NE (unità Delta Brenta).

Il limite inferiore è caratterizzato dal passaggio graduale verso i sottostanti depositi di palude salmastra nelle aree più interne, o dal contatto netto verso mare con le sabbie dei depositi costieri.

Nel transetto n.40 Cavarzere si può osservare la presenza, ad una profondità di circa 9-10 m dal p.c., di un orizzonte di argille sovraconsolidate, a volte con noduli calcarei (sondaggio 289), che rappresenta il tetto dei depositi alluvionali di età pleistocenica. In alcuni casi un livello di torba, con spessore massimo di circa 80 cm (sondaggio 289), probabilmente rappresentativo di depositi di retrobarriera, separa i sedimenti alluvionali pleistocenici dai sovrastanti depositi lagunari caratterizzati da argille e argille limose fossilifere, con rari resti vegetali e tracce sabbiose, per spessori compresi tra 2 e 4 m.

Si passa verso l'alto ad argille e argille limose ricche di resti vegetali e prive di conchiglie, spesso torbose o con livelli decimetrici di torba, rappresentative di depositi palustri sopra ai quali si riconoscono i sedimenti alluvionali dell'unità di Cavarzere. Tali sedimenti sono costituiti da depositi di piana inondabile, depositi di canale fluviale, di argine e di ventaglio di rota. I depositi di piana inondabile hanno uno spessore variabile da 2 m a 4 m e sono caratterizzati dall'alternanza di strati decimetrici di limi argillosi, argille limose, limi sabbiosi o debolmente sabbiosi e argillosi. Spesso sono presenti resti vegetali, talora abbondanti, o livellotti organici in alternanza a livelli torbosi. In particolare, nelle aree più interne è indicata spesso la presenza di screziature bruno-giallastre che danno al sedimento una tipica colorazione ocrea. Solo in alcuni casi si rinvencono minute concrezioni carbonatiche ad indicare la presenza di un suolo incipiente.

I depositi di canale fluviale (transetti n.41 Motta Molara e n.42 Brentone) sono rappresentati da corpi sabbiosi costituiti da sabbie da medio-grosse a fini, talvolta limose, con gradazione normale e spessori variabili fino a un massimo di 5 m (sondaggio 12632, transetto Brentone). La larghezza dei canali è di circa 100-150 m. Caratteristica è la presenza di lamelle millimetriche di mica e, in alcuni casi, di abbondanti resti vegetali. Si riconoscono sequenze di abbandono costituite da limi argillosi organici con abbondanti resti vegetali e livelli torbosi (sondaggio 11291, transetto Motta Molara). I depositi di argine si distinguono per l'alternanza di livelli da millimetrici a centimetrici di limo argilloso debolmente sabbioso e limo sabbioso con rari livelli di sabbia fine limosa, spesso con abbondanti resti vegetali (sondaggio 11287, transetto Motta Molara). In alcuni casi sottili alternanze di limi e sabbie con sequenza granulometrica negativa, potrebbero essere associate a depositi di ventaglio di rota, anche se spesso le informazioni non sono così dettagliate da poter distinguere questi ultimi due tipi di depositi.

Il sondaggio 11540 del transetto Cavarzere è posizionato in corrispondenza di un paleoalveo costituito da sabbia fine e medio-fine per uno spessore di 3,10 m dal p.c., rappresentativo di un deposito di canale distributore o di rota. Si tratta di corpi sedimentari a geometria nastriforme, generalmente larghi 30-40 m, che si differenziano dai depositi di canale fluviale per le dimensioni più ridotte e per la minore granulometria dei sedimenti.

Il transetto n.42 Brentone è posizionato lungo un antico tracciato fluviale, riconoscibile nelle carte storiche del XVI secolo con il nome di *Fiume Brentone*, e ben visibile nelle fotografie aeree per la presenza di una traccia di paleoalveo molto marcata. L'analisi mineralogica di alcuni campioni di sabbia prelevati a profondità variabili dal p.c. all'interno del paleoalveo (sondaggi 12621 e 12632) ne ha indicato l'appartenenza al fiume Adige, mentre il campione di sabbia relativo al sondaggio 12626 risulta molto simile come composizione ai sedimenti del fiume Brenta. È probabile, quindi, che un antico percorso dell'Adige sia stato successivamente ripreso dal Brenta in epoca medievale: molti documenti storici indicano infatti la presenza di un fiume denominato Brenta nel territorio delle Bebbe e nelle vicinanze di Brondolo intorno all'anno Mille (Brunello, 1993).

L'unità di Cavarzere corrisponde all'Unità di Torcello nella cartografia CARG della Regione Veneto (Tosi et al., 2007b).

Sandra Primon



**SISTEMA ALLUVIONALE DELL'ADIGE**

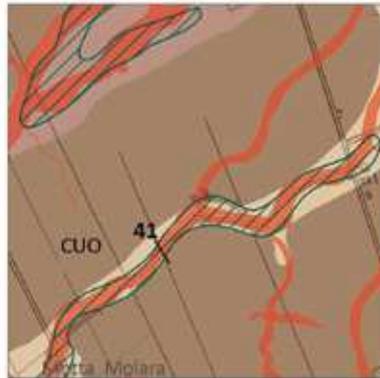
**UNITÀ DI CAVARZERE - Transetto n. 41 - Motta Molara**

Transetto n. **41**  
Motta Molara

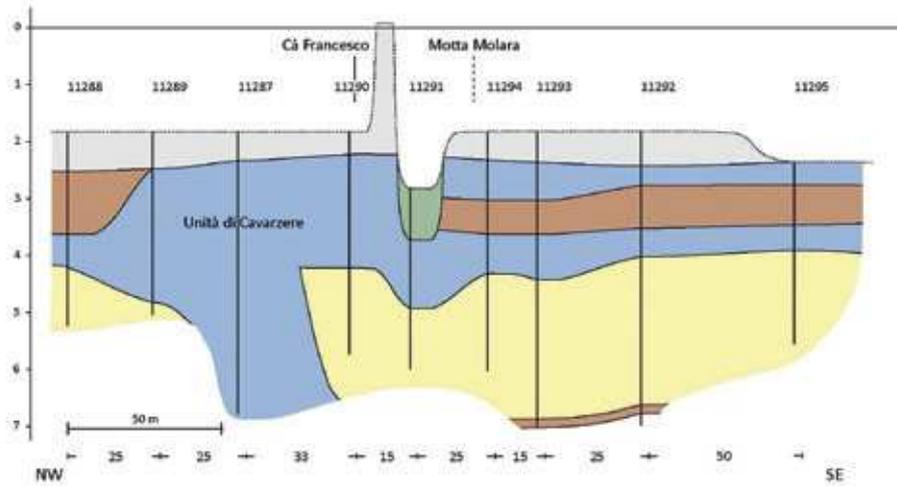
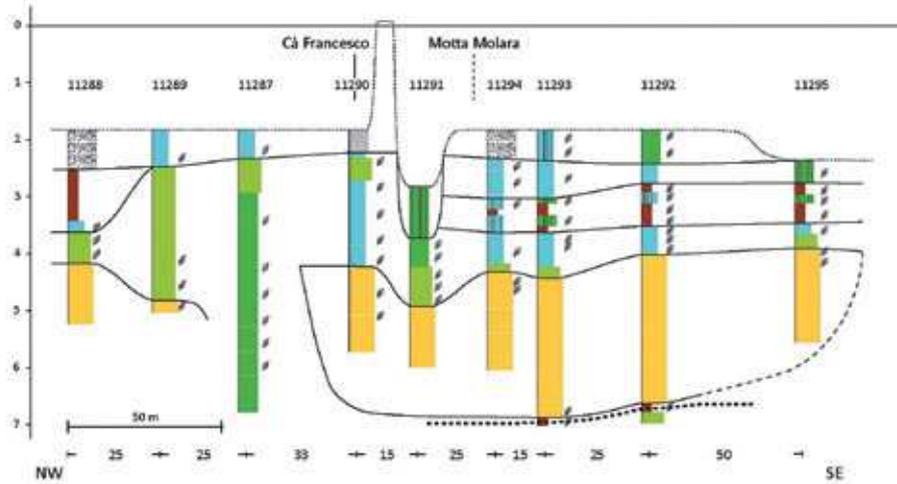
Coordinate sondaggio 11288:  
1746452 - 5006868

Numero sondaggi: 11288 - 11289  
- 11287 - 11290 - 11291 - 11294  
- 11293 - 11292 - 11295

Comune: Cona



**ADIGE**



# SISTEMA ALLUVIONALE DELL'ADIGE

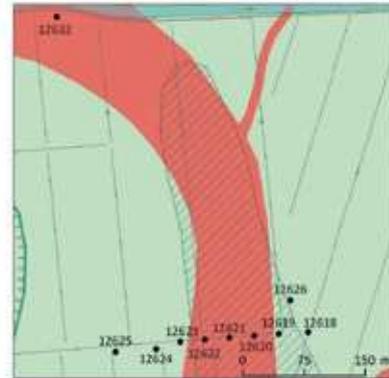
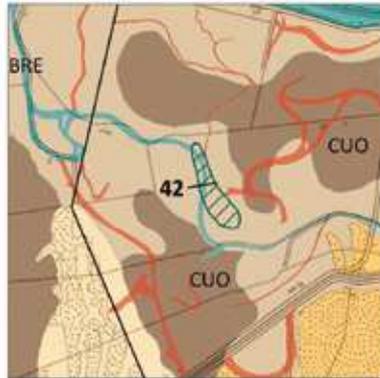
## UNITÀ DI CAVARZERE - Transetto n. 42 - Brentone

Transetto n. **42**  
Brentone

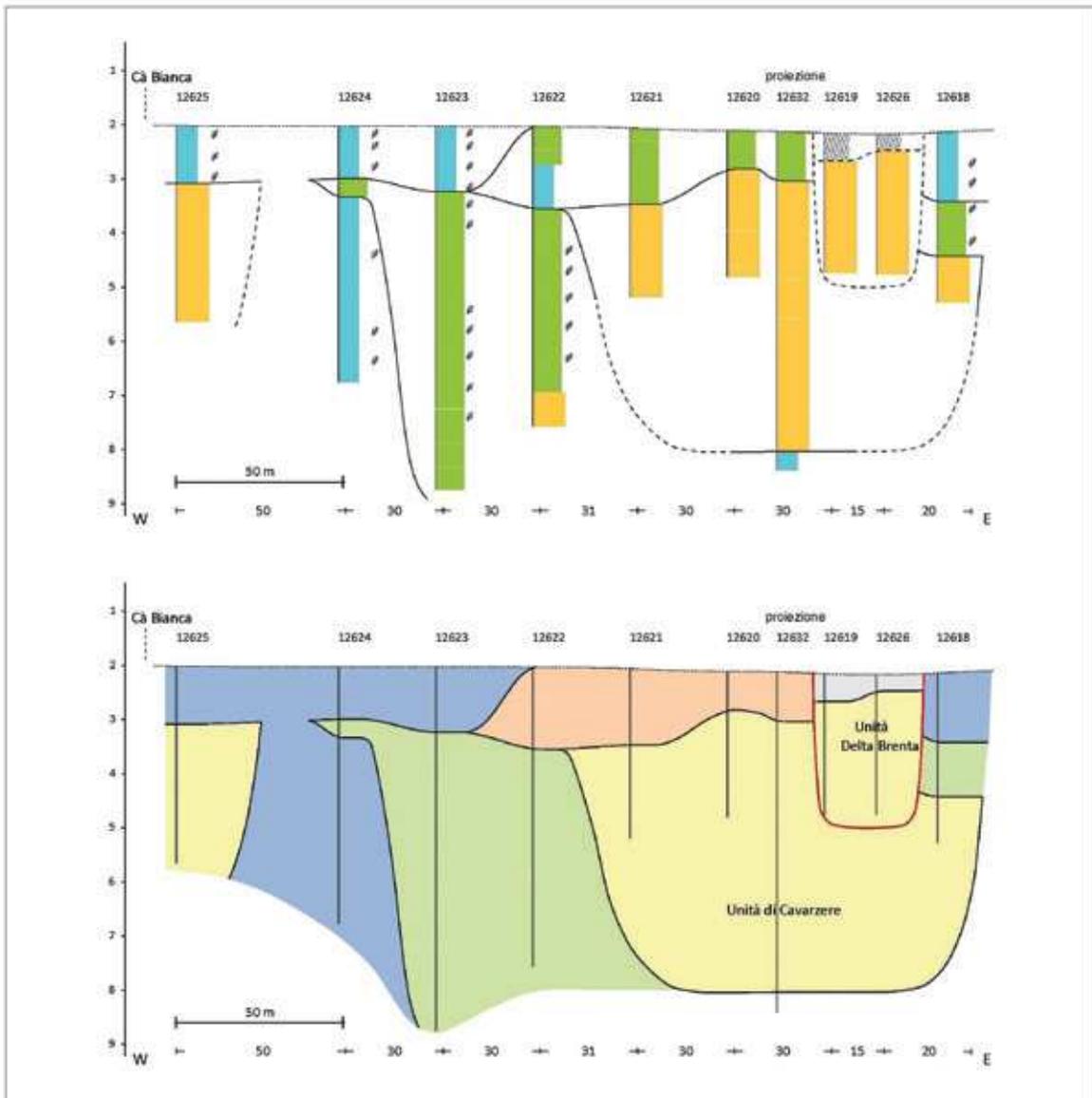
Coordinate sondaggio 12625:  
1752958 - 5007216

Numero sondaggi: 12625 - 12624  
- 12623 - 12622 - 12621 - 12620  
- 12632 - 12619 - 12626 - 12618

Comune: Chioggia



ADIGE



## GENESI, STRATIGRAFIA E DISTRIBUZIONE DEL CARANTO<sup>17</sup>

Paolo Mozzi - Università di Padova, Dipartimento di Geografia

Alla luce degli studi effettuati (MATTEOTTI, 1962; GATTO & PREVIADELLO, 1974; GATTO, 1980; 1984; MOZZI *et al.*, 2003), si può affermare che con il termine "caranto" nell'area lagunare veneziana si identifica un livello ubicato alla base dei depositi lagunari, posto al tetto della sottostante serie alluvionale. Questo intervallo, mediamente spesso 1-2 m, è costituito da limi argillosi e argille notevolmente compatti, con colorazioni screziate dall'ocra al grigio e comuni noduli carbonatici duri con diametro da pochi millimetri a 1-2 cm. La sua tipica sovraconsolidazione è da imputarsi alla pedogenesi (Figg. 8.16 e 8.17).

Il caranto ha caratteristiche del tutto analoghe a quelle dei suoli calcici presenti nella bassa pianura pleistocenica del Brenta, di cui costituisce la porzione ricoperta dai depositi lagunari. Il materiale parentale è, in ambedue i casi, dato dai depositi fini di esondazione del tratto distale del megafan di Bassano. Il tetto del caranto, con immersione complessiva verso SE, ha pendenze comprese mediamente tra 0,5 e 0,7‰, comparabili con quelle della pianura pleistocenica affiorante al margine della laguna.

I tempi disponibili per la formazione del caranto vanno dalla disattivazione del sistema fluviale, presumibilmente avvenuta tra 14.500 e 10.000 a <sup>14</sup>C BP, e l'arrivo dell'ingressione marina. Quest'ultima avvenne precocemente (6000 - 5000 a <sup>14</sup>C BP) nei settori litoranei, e solo successivamente in quelli più interni; anche le zone dell'alto morfologico pleistocenico, segnalato nel sottosuolo del Lido (Tosi, 1994), potrebbero essere state raggiunte tardivamente dalla trasgressione rispetto alle aree depresse circostanti. Il caranto è dunque un marker stratigrafico del limite Pleistocene-Olocene, ma la lacuna sedimentaria che rappresenta

copre ambiti temporali diversi a seconda delle località considerate.

Le interruzioni nell'estensione delle aree a caranto sono interpretabili in termini di variazioni delle caratteristiche geopedologiche del substrato alluvionale pleistocenico, su cui si è sviluppata la medesima fase pedogenetica. Non è necessario ipotizzare episodi di incassamento del reticolo fluviale e conseguente erosione localizzata del caranto per spiegare la sua discontinua distribuzione areale. Ovviamente, dove si fossero effettivamente verificati questi processi di incassamento l'erosione ha asportato l'eventuale orizzonte di caranto.

In ultimo, si ricorda che il vocabolo caranto non è di estrazione scientifica, e il suo utilizzo non si limita all'area lagunare. Infatti, si tratta di un termine tradizionale che, nelle campagne venete, indica suoli agrari di difficile arabilità, solitamente a causa di noduli e croste carbonatiche. Questo a volte può generare una certa confusione, essendo il termine caranto riferito a suoli o paleosuoli di età e origine anche molto diversa.

Infatti, in tutta la pianura veneto-friulana i suoli sviluppati sulla pianura LGM e ancora affioranti, o coperti dai sedimenti costieri e alluvionali durante l'Olocene, possiedono caratteristiche comparabili con quelle del caranto del sottosuolo della laguna di Venezia e, ormai, è divenuta prassi definire questi profili pedologici o i loro orizzonti carbonatici con il termine caranto. Agronomi, pedologi, ma anche geologi e archeologi, operanti nella pianura veneta spesso lo usano nelle loro relazioni, per indicare genericamente la presenza di orizzonti di accumulo dei carbonati e in vari casi anche per suoli meno sviluppati di quelli presenti al top della sequenza alluvionale LGM.



Fig. 8.16 - Il suolo sviluppato al tetto della sequenza alluvionale LGM ("caranto") in affioramento lungo un fossato. Si può notare la presenza di orizzonti biancastri per accumulo di concrezioni calcaree e di origine pedogenetica.



Fig. 8.17 - Il suolo "caranto" sepolto da depositi post-LGM, osservato in carotaggio. L'orizzonte presenta molte screziature e piccole concrezioni di carbonato di calcio.

<sup>17</sup> Tratto da: Mozzi P., 2004b - Il caranto nel sottosuolo della laguna di Venezia. In: BONDESAN A. & MENEGHEL M. (a cura di), Geomorfologia della provincia di Venezia, Esedra, Padova, 342-346.

## LA CITTÀ DI ALTINO, ANTENATA DI VENEZIA

PAOLO MOZZI\*, ALESSANDRO FONTANA\*, ANDREA NINFO\*, FRANCESCO FERRARESE\*

Tra i siti archeologici più importanti della provincia vi è l'antica città di Altino, situata lungo il bordo della laguna di Venezia, poco a est dell'aeroporto Marco Polo. Altino è considerata l'antenata di Venezia in quanto era una comunità già fortemente connessa alla laguna e, a partire dal V secolo d.C., le invasioni barbariche spinsero la sua popolazione a cercare rifugio sulle isole, dando origine a una serie di abitati da cui, successivamente, si originò Venezia. E' da ricordare che, per la costruzione dei nuovi insediamenti, l'antica città venne sfruttata come una cava e i suoi edifici furono asportati fino alle fondamenta.

Frequentata già durante l'età del Bronzo, Altino presentava un assetto proto-urbano fin dall'età del Ferro e venne trasformata in una città pienamente romana nel I secolo a.C., quando divenne un *Municipium* (TIRELLI, 2011). La sua importanza era legata al porto lagunare, che faceva da connessione tra le rotte marittime e i percorsi stradali come la via Annia e la Claudia Augusta.

L'area di Altino era archeologicamente molto nota per i numerosi ritrovamenti effettuati durante le bonifiche agrarie del XX secolo e per l'importanza che le attribuivano le fonti storiche, tuttavia solo grazie a recenti indagini tramite tele-rilevamento è stato possibile riconoscere la pianta urbana e mappare con gran dettaglio la rete delle strade, dei canali, gli edifici pubblici e monumentali; fra questi ultimi sono stati individuati il foro, il teatro, l'odeon, la basilica, l'anfiteatro, il sistema di mura che cingevano l'abitato e le strutture portuali (NINFO *et al.*, 2009).

Le nuove scoperte sono state effettuate attraverso lo studio di immagini aeree condotto grazie al "Progetto via Annia", cui ha collaborato anche la Provincia di Venezia (VERONE-

SE, 2011). La gran parte delle informazioni è stata ricavata dall'analisi di una foto multispettrale scattata nel luglio del 2007, dopo una fase di acuta siccità che aveva reso evidenti le aree in cui nel primo sottosuolo erano presenti resti di muri o fondazioni. Infatti, in corrispondenza di queste strutture il terreno è formato da frammenti di laterizi e roccia su cui le coltivazioni erano avvizzite (Fig. 8.18). Di particolare interesse sono le tracce di due grandi canali che tagliavano la città e quelle riferibili a strutture portuali, ubicate al margine dell'attuale conterminazione lagunare.

L'area occupata dalla città antica corrisponde a una zona topograficamente rilevata, la cui morfologia non è spiegabile come un elemento naturale: al colmo sono raggiunte le quote massime di 3,5 m ed è particolarmente rilevata rispetto alla pianura circostante, posta tra 0,5 e -1 m slm.

Alcuni carotaggi recentemente effettuati dal Dipartimento di Geografia di Padova, con la collaborazione della Soprintendenza per i Beni archeologici e il sostegno della Regione Veneto, hanno verificato che il sottosuolo della città è costituito da una stratificazione archeologica che raggiunge uno spessore di 3-4 m e poggia sulla sottostante pianura alluvionale di età LGM, su cui è ancora parzialmente conservato il caratteristico paleosuolo tipo "caranto".

I primi insediamenti si impostarono quindi su di una superficie che si trovava circa alla quota dei terreni circostanti ma, tra la Protostoria e l'età tardoantica, la sovrapposizione di numerosi livelli di capanne, abitazioni ed edifici ha condotto al progressivo innalzamento della superficie.

\* Università di Padova, Dipartimento di Geografia.

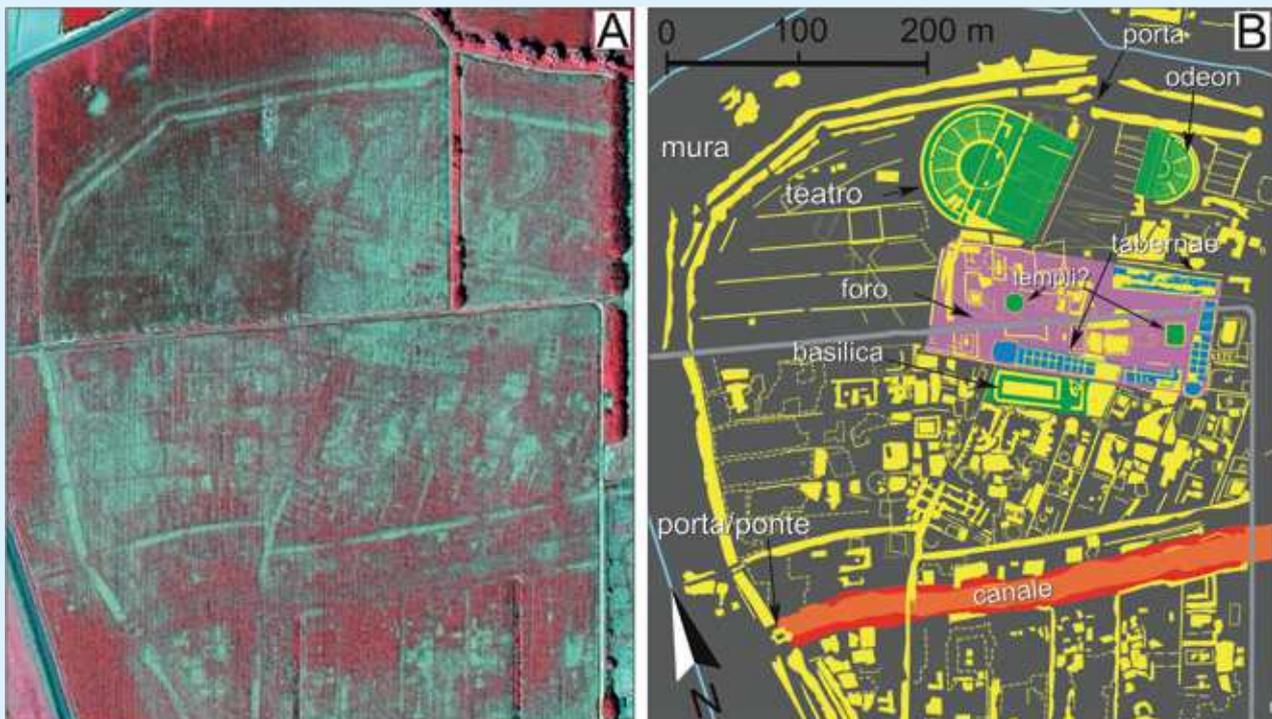


Fig. 8.18 - Confronto tra un'elaborazione a falsi colori (A) del settore nord-occidentale della città e l'interpretazione delle tracce evidenziate in essa (B). L'immagine è una composizione a falsi colori tra le bande infrarosso, rosso e verde (modificato da NINFO *et al.*, 2009).

## LA VIA ANNIA: MARKER STRATIGRAFICO E PALEOGEOGRAFICO

PAOLO MOZZI\*, ALESSANDRO FONTANA\*

La provincia di Venezia con il suo sviluppo perico-stiero è caratterizzata in buona parte del suo territorio dalla presenza del tracciato della via Annia, specialmente nel tratto situato a est di Marghera. Si tratta della strada che ha rappresentato la spina dorsale del sistema di trasporto terrestre nell'antichità e che tuttora in vari tratti è ancora in uso,

come tra San Donà di Piave e S. Stino di Livenza. Sono stati molti gli studi archeologici che, già dal XIX secolo, hanno considerato questa arteria e, negli ultimi decenni, varie sono anche state le ricerche geologiche che hanno considerato l'Annia per il suo valore stratigrafico (ad es. VITTURI, 1994; BONDESAN & MENEGHEL, 2004).

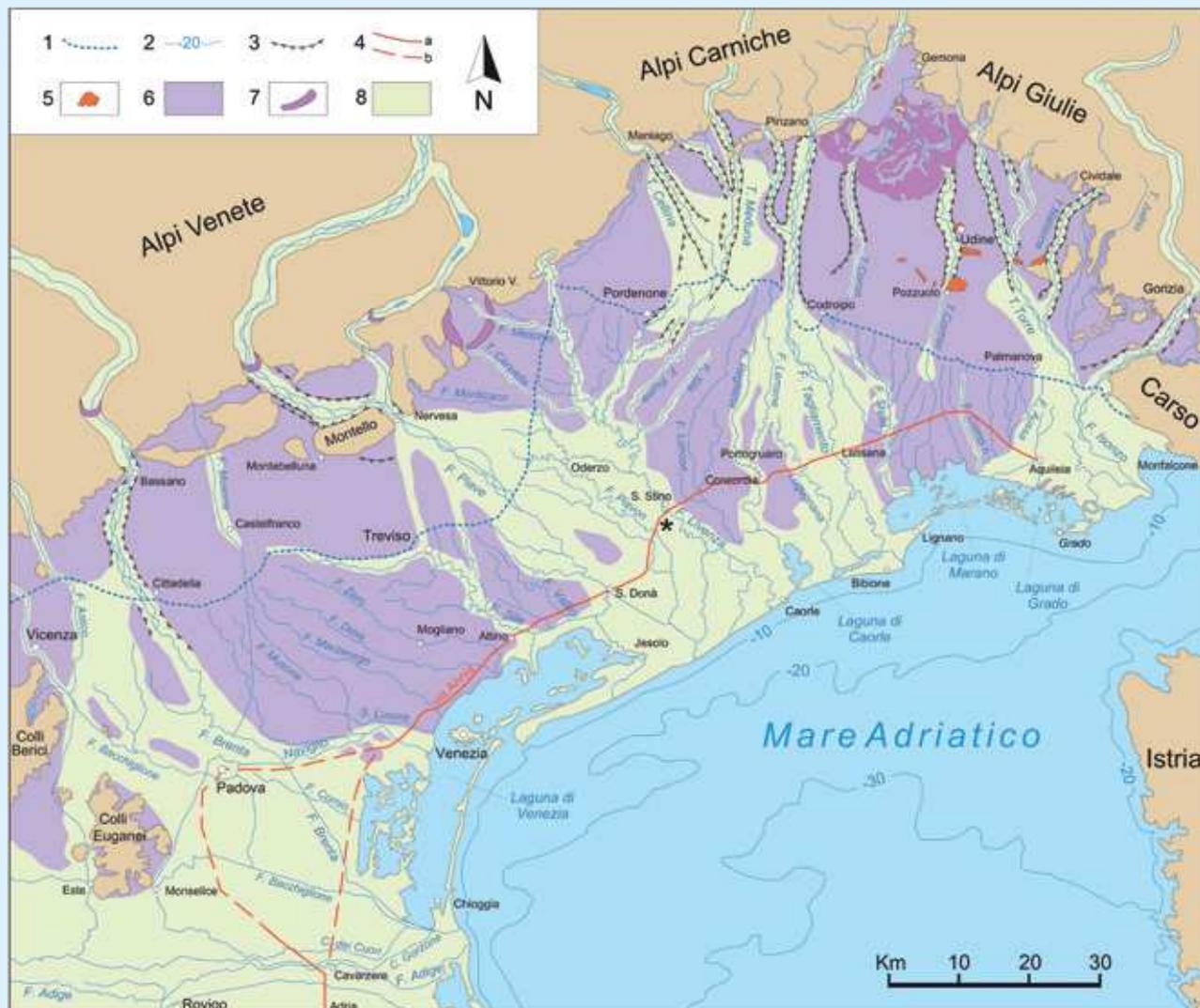


Fig. 8.19 - Carta dell'età delle superfici della pianura veneto-friulana con indicato in rosso il tracciato della *via Annia*; l'asterisco indica il sito del Ponte Canalat, vicino a Ceggia (Mozzi *et al.*, 2011).

Legenda: 1) limite superiore delle risorgive; 2) isobate; 3) orlo di terrazzo; 4a) tracciato viario; 4b) tracciato viario ipotizzato o parzialmente noto; 5) terrazzo tettonico; 6) sedimenti alluvionali del LGM; 7) sedimenti alluvionali e costieri del post-LGM.

L'Annia venne costruita nel 152 o nel 132 a.C. e costituiva l'asse viario principale del Nord-est Italia; era costituita da una stesura di ghiaie e solo all'interno dei centri urbani poteva essere lastricata con basoli (FURLANETTO, *infra*). Questa antica strada è stata recentemente considerata nel suo intero sviluppo e sotto tutti gli aspetti grazie al piano di

ricerche "via Annia, progetto di recupero e valorizzazione di un'antica strada romana", finanziato da ARCUS SpA, Regione Veneto e Comune di Padova (VERONESE, 2009; 2011). Nell'ambito del progetto sono state condotte nuove ricerche dall'Università

\* Università di Padova, Dipartimento di Geografia.



Fig. 8.20 - Foto aerea obliqua dell'area di Ponte Canalat di Ceggia (Mozzi *et al.*, 2011).

di Padova, dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto e da quella del Friuli; ad esse ha collaborato anche la Provincia di Venezia.

In questa scheda vengono considerate le nuove informazioni geomorfologiche e paleoambientali emerse nel territorio veneziano da queste ricerche che, per questi aspetti, sono state realizzate dal Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova (NINFO *et al.*, 2009; 2011; FONTANA, 2009; MOZZI & NINFO, 2009; BONDESAN *et al.*, 2010; MOZZI *et al.*, 2011)

Il Dipartimento di Geografia di Padova ha curato l'analisi tramite telerilevamento di tutto il percorso stradale tra Adria e Aquileia e una serie di indagini geologiche e paleoambientali mirate alla ricostruzione dell'ambiente che era presente lungo la strada e della sua evoluzione nel tempo.

Come base di partenza sono state utilizzate le indagini precedentemente condotte per la realizzazione della Carta Geomorfologica della provincia, che avevano già ricostruito in grande dettaglio quasi tutto il tracciato dell'antica strada e verificato in parte le relazioni esistenti tra il manufatto, i siti archeologici e l'assetto paleoambientale (BONDESAN *et al.*, 2004b). Le nuove ricerche si sono così potute concentrare su obiettivi molto specifici, indirizzando le osservazioni in alcune zone che potevano garantire i migliori risultati.

Grazie alla collaborazione con l'Aeroclub di Padova, all'interno del progetto è stata effettuata una

campagna di voli aerei che ha consentito di scattare oltre 40.000 fotografie oblique lungo l'antico tracciato (Fig. 8.20) e di analizzare le foto zenitali precedentemente acquisite per altri scopi.

Questo lavoro di analisi tramite telerilevamento ha permesso di raccogliere risultati straordinari presso la città di Altino (vedi Scheda Altino in questo capitolo) e di scoprire numerose importanti tracce di strutture archeologiche in molte altre aree poste all'interno del territorio provinciale (MOZZI & NINFO, 2009; NINFO *et al.*, 2011).

I dati stratigrafici sono stati raccolti mediante l'esecuzione di sondaggi manuali e, quando possibile, con il rilievo di sezioni aperte in trincee esplorative oppure reperite in scavi occasionali (cantieri edili, profilatura di canali irrigui ecc.).

Dati i fondi disponibili, per poter svolgere attività in aree così diverse e distanti i carotaggi sono stati condotti a mano con sonda manuale di tipo Edelman per sedimenti fini, spinti fino a profondità massima di 9 m dal piano campagna. Quando ritenuto necessario al fine della ricostruzione dell'architettura deposizionale di dossi e paleoalvei, i sondaggi sono stati organizzati lungo transetti circa perpendicolari a tali elementi paleoideografici; la spaziatura tra i singoli carotaggi varia da qualche decina a poche centinaia di metri, in funzione della situazione da indagare.

L'Annia attraversa tutto il territorio provinciale da

Stra fino al Tagliamento e, tra Adria e Padova, passa nella zona di Cavarzere; oltre al valore archeologico la strada ha un importantissimo ruolo stratigrafico in quanto rappresenta un elemento ben databile che può servire da riferimento *ante quem* o *post quem* rispetto ai depositi che si trovano al di sotto o al di sopra di essa. Un esempio chiarificatore è dato dal dosso fluviale presente lungo l'attuale direzione del Piave, che seppellisce l'antico tracciato viario e che possiamo quindi definire post-romano. La via è quindi una sorta di linea temporale che, in generale, individua ciò che è precedente al I-II secolo a.C. da ciò che può essere successivo al IV-V secolo d.C. Si deve comunque ricordare che il percorso di epoca romana in vari tratti ricalca quella che era una pista protostorica, in qualche caso già presente nel I millennio a.C. (BONDESAN *et al.*, 2004a); in altre zone la strada è poi rimasta in uso molto più a lungo e, talvolta, lo è ancora, come ad esempio lungo l'attuale via Orlanda in prossimità di Campalto o della S.S. 14 tra S. Stino di Livenza e Concordia.

Un altro importante significato geomorfologico della via Annia è dato dall'andamento del suo tracciato che, tra Marghera e Concordia, si snoda grossomodo lungo quello che all'epoca della sua costruzione era il limite tra le paludi d'acqua dolce e le lagune. Il caso più emblematico è rappresentato dall'area di Ca' Tron, situata in territorio trevigiano tra i fiumi Sile e Vallio, in cui il tracciato originario venne interessato dalla risalita lagunare nel I secolo a.C. e, quindi, per evitare l'ostacolo fu costruita un bretella che si staccava dal percorso originario passando alcune centinaia di metri più a monte e si ricongiungeva poco oltre alla strada vecchia (BONDESAN *et al.*, 2004a).

In alcune zone la strada attraversava delle aree palustri in cui i depositi superficiali erano molto organici e talvolta torbosi (Figg. 8.20 e 8.21), richiedendo quindi l'uso di tecniche costruttive adeguate - come fondazioni su pali e riporti di materiale - che dovevano contrastare la compattazione del terreno, limitando quindi la deformazione della carreggiata.

Nella foto obliqua (Fig. 8.20) si nota la traccia gialla della carreggiata, costruita con dei riporti di limi sabbiosi sopra il carotaggio effettuato poco a monte del ponte Canalat vicino a Ceggia; essa evidenzia inoltre le scadenti caratteristiche geotecniche del sottosuolo, dove vi sono oltre 6 m di depositi lagunari e palustri, molto organici.

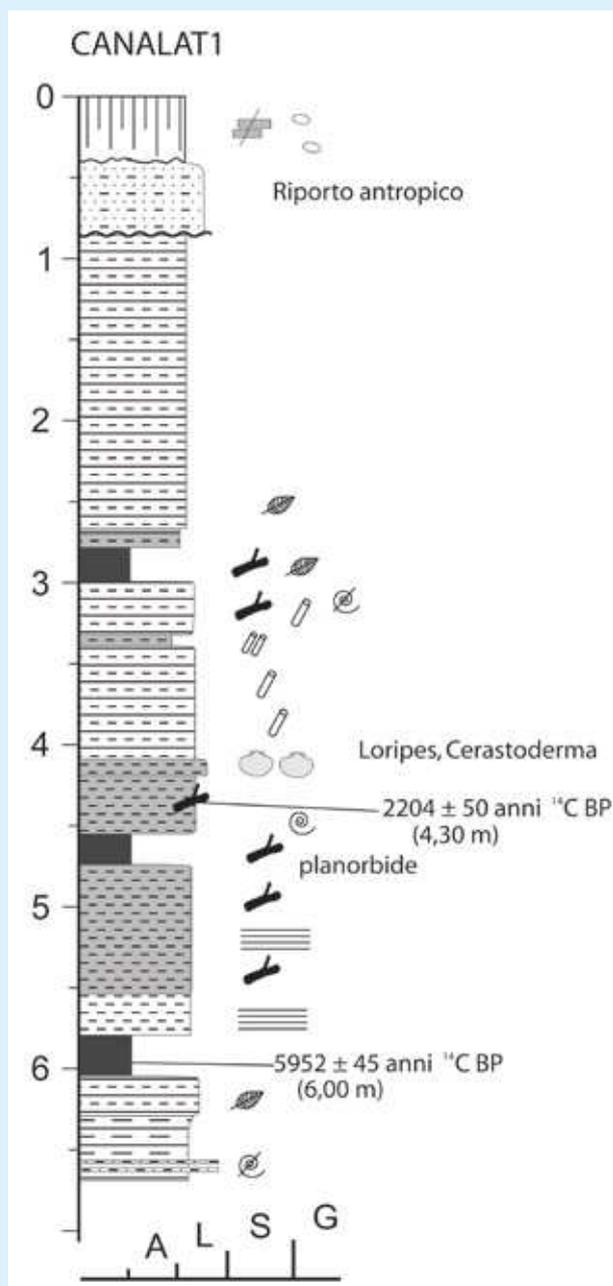


Fig. 8.21 - Log stratigrafico del carotaggio CANALAT1 (Mozzi *et al.*, 2011).

## 9 GEOSITI

ALDINO BONDESAN<sup>1</sup>, CHIARA LEVORATO<sup>2</sup>

### 9.1. GENERALITÀ

Il “progetto geositi della provincia di Venezia” ha avuto come finalità l’individuazione e il censimento delle aree di particolare rilevanza geologica per poterle maggiormente tutelare e allo stesso tempo renderle fruibili al pubblico, anche attraverso la creazione di possibili itinerari geologici. L’indagine condotta ha permesso di definire i caratteri evolutivi, i processi e le forme che hanno dato vita ai geositi. La pubblicazione “I geositi della provincia di Venezia”, a cura di BONDESAN A. & LEVORATO C. (2008) raccoglie una breve sintesi, sotto forma di schede, delle informazioni raccolte in uno specifico *data base* informatico, inedito, riccamente corredato di dati e di immagini.

In questa sintesi vengono invece riportate due schede (16: Barene Scanello; 20: Paleoalveo del Piave in laguna), a titolo esemplificativo in quanto si rinvia alla pubblicazione per maggiori informazioni. Viene invece trattato quanto concerne la metodologia e la sintesi dei risultati conseguiti; si riporta inoltre, sempre per quanto concerne la metodologia, le modalità di redazione dell’antologia storico-artistico-letteraria di Tania Rossetto che accompagna le singole schede.

La definizione di “geosito” è mutata progressivamente nel corso del tempo e oggi non è più circoscritta al vecchio concetto di monumento naturale o bellezza ambientale a carattere geologico, ma comprende anche gli aspetti scientifici e didattici propri del sito considerato. Secondo BRANCUCCI & GAZZOLA (2003) “*per geosito si intende un territorio, di varia dimensione, in cui è possibile definire un interesse geologico e che per la sua forma, la sua costituzione o il suo processo evolutivo esemplifica un tipo di fenomeno geologico o di processo geomorfologico di interesse oltre che scientifico anche didattico, culturale e/o scenografico; tali caratteri, che si configurano come valori, possono rivestire un’importanza di bene per le popolazioni*”.

Il progetto di censimento dei geositi del territorio provinciale di Venezia è nato attraverso un protocollo siglato tra la Provincia di Venezia e la Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA) che da anni si occupa di questo tema facendosi promotrice e realizzatrice di studi, corsi, convegni e gruppi di lavoro.



Fig. 9.1 - Cordon di Jesolo - Cortellazzo. Nella carta sono messi in evidenza con il colore marrone i sistemi di dune che bordavano l’intero litorale nord adriatico e che isolavano aree paludose, oggi bonificate, alle spalle degli apparati costieri (ANTON VON ZACH, *Topographisch - geometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig*. 1798-1805, scala originale 1:28.800).

La Provincia ha sentito la necessità di pervenire ad un quadro conoscitivo della distribuzione delle singularità geologiche dell’intero territorio provinciale, in quanto tali beni geologici costituiscono le componenti abiotiche degli ecosistemi, la cui conoscenza è indispensabile, al pari di quella delle componenti biotiche, per una corretta conservazione e valorizzazione degli ecosistemi stessi; tutto questo in relazione a un sempre più crescente interesse nei confronti del patrimonio ambientale da parte non solo degli “addetti ai lavori”, ma anche e soprattutto dell’intera società intesa nella sua più estesa eterogeneità.

Aldino Bondesan, presidente della Sezione Interregionale Triveneto della SIGEA e docente di Geomorfologia presso l’Università di Padova, è stato incaricato del coordinamento scientifico del progetto nel quale sono stati successivamente coinvolti diversi ricercatori esperti nella geologia e geomorfologia del territorio provinciale. Le attività di studio sono state portate a termine in coordinamento con Andrea Vitturi e Valentina Bassan del Servizio Geologico provinciale.

<sup>1</sup> Università di Padova - Dipartimento di Geografia; SIGEA - Società Italiana di Geologia Ambientale.

<sup>2</sup> Naturalista in Santa Maria di Sala.

Punto di partenza della ricerca sui geositi della provincia sono state le banche dati e i progetti di ricerca a carattere geologico-ambientale condotti a cura o per conto della Provincia, e in particolare il primo censimento sui geositi (allora "geotopi") condotto nell'ambito della stesura del precedente Piano Territoriale Provinciale (PTP – 1999). Questa prima iniziativa era stata portata avanti con l'intento di assoggettare i geositi a particolari norme di tutela; essi sono stati quindi accuratamente selezionati in base alle particolari condizioni di importanza e vulnerabilità e il numero dei siti individuati è stato ridotto al minimo indispensabile.

In realtà nel territorio provinciale sono presenti numerosi

altri siti e zone di interesse geologico e pedologico (pedositi) a varia scala (internazionale, nazionale, regionale e locale) che non sono stati allora evidenziati nel PTP, anche per non porre eccessivi vincoli.

Al fine di inquadrare il contesto geologico nel quale si collocano i geositi si ritiene qui opportuno delineare a sommi capi i caratteri geologico-geomorfologici della provincia di Venezia, rinviando agli specifici capitoli di questo Atlante, o alle pubblicazioni specifiche ivi citate, per maggiori approfondimenti.

Il territorio provinciale si estende lungo la costa da Chioggia a Bibione, per una lunghezza di circa 110 km e una larghezza media di circa 25 km; si tratta di un'area di pianura costiera ampia 2469 kmq, di cui circa 550 kmq di superfici lagunari.

Le massime quote dei terreni naturali si rinvengono nel lembo posto più a nord del comune di Scorzé, con 21 m s.l.m., mentre le minime sono al di sotto del livello del medio mare anche di 4 m (Cavarzere).

La provincia di Venezia appartiene alla *bassa pianura padano-veneta* e alla *fascia lagunare e deltizia*. Si tratta di un'area con pendenza generale da nord-ovest a sud-est che assume una forma a catino con le quote minime nei bacini lagunari (lagune di Venezia, Caorle e Bibione), ma ancor più in alcune zone perilagunari bonificate, e che risale lungo la fascia litorale (litorali di Chioggia, Ca' Roman, Pellestrina, Lido, Cavallino, Jesolo, Eraclea, Caorle e Bibione) con quote che possono arrivare anche a diversi metri sopra il livello del mare (dune costiere).

In estrema sintesi la gran parte del territorio provinciale è stata costruita da un insieme di sistemi alluvionali connessi ai principali corsi d'acqua che interessano l'area; la zona è costituita dalle porzioni terminali del-



Fig. 9.2 - Lama del "Mort". Circa 200 anni fa il Piave sfociava quasi nello stesso punto dove si trova oggi. Solo l'evoluzione successiva dell'asta terminale ha portato alla deviazione verso sinistra del fiume e quindi alla successiva formazione della lama (ANTON VON ZACH, *Topographisch - geometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig*. 1798-1805, scala originale 1:28.800).

le conoidi che risultano essere più antiche (pleistoceniche) nell'area centrale, a nord del Naviglio Brenta, nella zona più settentrionale del Sandonatese e in alcune zone dell'alto Portogruarese; più recenti (Olocene) risultano essere invece i sedimenti nella restante parte del territorio provinciale che hanno costruito forme quali dossi fluviali, paleoalvei, zone di bassura, talora di origine palustre, altre volte di origine lagunare, attualmente bonificate.

Il sistema lagunare è evidente nelle lagune di Venezia e Caorle con la presenza di barene, velme, isole e canali lagunari, valli da pesca e delta fluviali endolagunari.

Il sistema litorale è costituito dai sedimenti sabbiosi sui litorali di Sottomarina e Chioggia, Ca' Roman, Pellestrina, Lido, Vignole, Sant'Erasmus, Cavallino, Jesolo, Eraclea, Caorle e Bibione. Al loro interno sono riconoscibili i principali sistemi di dune, ancorché spianati; i litorali sono interrotti dalle bocche di porto e dalle foci dei corsi d'acqua.

Il censimento dei geositi del territorio provinciale di Venezia è consistito nella ricerca di tutti i dati disponibili inerenti la conoscenza, caratterizzazione e distribuzione dei geositi sul territorio provinciale.

Il piano di lavoro è stato organizzato secondo le seguenti fasi.

## 9.2. RACCOLTA BIBLIOGRAFICA SUI GEOSITI

Sono stati consultati i testi inerenti gli aspetti generali dei geositi al fine di fissare i criteri di censimento e catalogazione degli stessi sulla base delle principali esperienze nazionali e internazionali; è stata inoltre condotta un'analisi bibliografica e documentale di quanto eventualmente prodotto, oltre che dalla Pro-

vincia di Venezia, dalla Regione Veneto e dagli Enti preposti al governo del territorio e alla ricerca scientifica su temi riguardanti gli aspetti geologico-ambientali della provincia.

### 9.3. DEFINIZIONE DEI CANONI DI SELEZIONE DEL GEOSITO

Agli studi precedenti si sono aggiunte altre proposte di eventuali geositi da annessere all'elenco provinciale, così come i criteri nella compilazione della scheda di censimento. Le regole per l'attribuzione a un luogo dello *status* di geosito, improntate anche sulle peculiarità dell'area veneziana, sono stati stabilite non soltanto in base alla spettacolarità, ma soprattutto dall'importanza del sito per la sua valenza scientifica, per il suo carattere di testimonianza geologica, per la sua rappresentatività di particolari forme o processi (meandro fluviale, evoluzione litoranea ecc.), per le sue caratteristiche paesaggistiche intrinseche e per la sua fruibilità come luogo di particolare attrazione didattico-turistica. Il fine ultimo è stato quello di evitare il concetto di vincolo e di conservazione inteso in senso "statico", per promuovere una fruizione controllata ed educativa.

### 9.4. ADOZIONE DELLA SCHEDA ISPRA

Si è deciso di introdurre tutti i campi previsti dalla *Scheda Sperimentale per l'Inventario dei Geositi Italiani* (comprensiva della scheda specialistica) redatta dal Servizio Geologico Nazionale (ora ISPRA) e dal Centro Documentazione Geositi dell'Università di Genova. Questo ha reso la banca dati dei geositi esportabile nelle banche dati gestite dall'ISPRA.



Fig. 9.3 - Meandro abbandonato del Piave tra San Donà e Musile. Il meandro abbandonato risulta particolarmente evidente grazie alla suddivisione agraria che mette in risalto l'antico corso, oggi interrato.



Fig. 9.4 - Laguna di Caorle, Val Nova: bocca di un canale lagunare con in primo piano l'accumulo dei sedimenti dragati al suo interno.

### 9.5. ALLESTIMENTO DELLA SCHEDA DI CENSIMENTO

La scheda è stata ampiamente integrata rispetto alla proposta APAT laddove le nuove conoscenze e la disponibilità di specifiche banche dati abbiano permesso di allargare il quadro conoscitivo. Per la compilazione delle schede di censimento sono stati consultati e spesso riprodotti materiali provenienti dalle fonti elencate di seguito:

- Geomorfologia della provincia di Venezia (BONDESAN A. & MENEGHEL M., 2004).
- *Database* Progetto IMAGO, relativo alla cartografia storica dell'area veneziana (Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova, *database* inedito a cura di FURLANETTO P. & BONDESAN A.).
- Serie storica delle tavolette IGM, dall'Unità d'Italia ad oggi.
- ANTON VON ZACH, *Topographisch-geometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig*, 1798-1805, scala originale 1:28.800.
- Carta Topografica del Regno Lombardo Veneto alla scala originale 1:86.400 (1833).
- Foto aeree zenitali appartenenti alla fototeca della Provincia di Venezia, sia a colori che in bianco nero, in varie scale e con levate appartenenti ad anni diversi.
- Sondaggi della Banca dati delle prove geognostiche della Provincia di Venezia.
- Vincoli ambientali e archeologici.

### 9.6. SELEZIONE DEI GEOSITI

La fase successiva è stata quella di identificare e selezionare i geositi sulla base della loro esemplificabilità o rappresentabilità nel territorio provinciale attraverso scelte collegiali condotte dal gruppo di lavoro. Le tipologie principali di geositi riscontrate in quest'area di bassa pianura costiera sono:

- allineamenti di dune e paleodune che individuano antiche linee di costa,
- paleoalvei e paleomeandri,
- paleosuoli (anche non affioranti, ma individuati in carotaggi conservati),
- lagune, risorgive ecc.

Una nota merita il modo in cui è stata trattata la Laguna di Venezia: dato che si tratta di un geosito di rilevanza internazionale si è preferito, per omogeneità e congruenza di lavoro, censire piuttosto alcune singolarità geologiche in essa contenute: isole litorali, barene (residuali e di prodelta), dune costiere e canali.

Da una prima lista contenente 56 geositi ne sono stati scelti 31 ritenuti maggiormente significativi (vedi Tab. 9.1 e Fig. 9.5).

Il dato fondamentale da cui si è partiti è l'importanza scientifica e didattica del sito geologico a livello provinciale e regionale, mettendo quanto meno sullo stesso piano le valenze sceniche e la tradizione culturale. Dal punto di vista scientifico un geosito può essere rappresentativo per la testimonianza paleogeografica, come ad esempio il ramo più settentrionale del Po nell'antichità (geosito n° 28), oppure può rappresentare un processo nella sua evoluzione geo-morfologica, come la "Lama del Mort" (geosito n° 9) o ancora può essere un esempio didatticamente rilevante, come la Valle Averte (geosito n° 23).

### 9.7. STESURA DELLE SCHEDE DI CENSIMENTO

Sono state compilate le diverse sezioni nelle quali la

1. Paleoalveo pleistocenico di Torresella	Portogruaro
2. Tagliamento romano	Fossalta di Portogruaro - Portogruaro
3. Risorgiva di Frattina	San Michele al Tagliamento
4. Valli sepolte di Concordia	Concordia Sagittaria
5. Scarpate di Summaga	Portogruaro – Gruaro - Cinto Caomaggiore
6. Paludi di Loncon	Annone Veneto – Portogruaro - Concordia Sagittaria - S. Stino di Livenza
7. Paleodelta del Piave di Torre di Fine	Eraclea
8. Cordoni di Jesolo - Cortellazzo	Jesolo
9. Lama del "Mort"	Eraclea - Jesolo
10. Meandro abbandonato del Piave	Musile di Piave
11. Meolo Vecchio	Meolo
12. Paleoalveo del Brenta Vecchio	Chioggia
13. Paleocanali lagunari	Quarto d'Altino - Musile di Piave
14. Laguna di Caorle	Caorle
15. Valle Grande e Mutteron dei Frati	San Michele al Tagliamento
16. Barene Scanello	Venezia
17. Barene sulla pianura pleistocenica	Venezia
18. Caranto	Venezia
19. Delta fluviali endolagunari	Venezia
20. Paleoalveo del Piave in laguna	Venezia
21. Canale lagunare Cenesa	Venezia
22. Isola lagunare di Sant'Erasmus	Venezia
23. Valle Averte	Campagna Lupia
24. Dune di Ca' Roman	Venezia
25. Dune degli Alberoni	Venezia
26. Bosco Nordio	Chioggia
27. Duna di Valcerere Dolfina	Cavarzere
28. Antico dosso del Po	Cona
29. Centuriazione di Adria	Cavarzere
30. Gorgo di Ca' Labia	Cavarzere
31. Palude Le Marice	Cavarzere

Tab. 9.1 - Elenco dei geositi della provincia di Venezia.

scheda è organizzata, sia consultando materiale d'archivio e sia attraverso il rilevamento sul campo. La raccolta della documentazione iconografica è stata completata dalle riprese aeree, sia video che fotografiche, grazie alla Guardia di Finanza e ai Vigili del Fuoco che hanno messo a disposizione i loro elicotteri.

Dopo essere stati fotografati, ripresi e descritti, i geositi sono stati inseriti in un *database* in formato Access®, per una rapida e completa consultazione e utilizzazione.

A partire dalla scheda dell'APAT e sulla base delle nuove conoscenze raccolte dall'intero gruppo di lavoro, il *database* è stato integrato con i seguenti campi:

- *Cartografia Storica*: Banca dati IMAGO, Carta di Von Zach (1805), Carta topografica del Regno Lombar-

- do Veneto (1833), Cartografia IGM (dalla fine '800).
- *Multimedia*: fotografie da terra, fotografie aeree, fotografie aeree zenitali, filmati.
- *Proposte di itinerari*: Inquadramento geologico, descrizione del percorso, schizzo del percorso, particolarità ambientali, *link* ai siti *web*.
- *Carta Geomorfologica*: descrizione evolutiva, stralcio della carta geomorfologica.
- *Archeologia*: età dei siti archeologici se presenti, tipo di siti archeologici, bibliografia, note.
- *Varie*: sondaggi, *link* ai siti *web*, coordinate geografiche.

Il *data base* contiene materiali riservati e pertanto non è stato pubblicato, ma rimane in consultazione presso il Servizio Geologico provinciale. Viene descritto nel capitolo 5 "Banche dati".

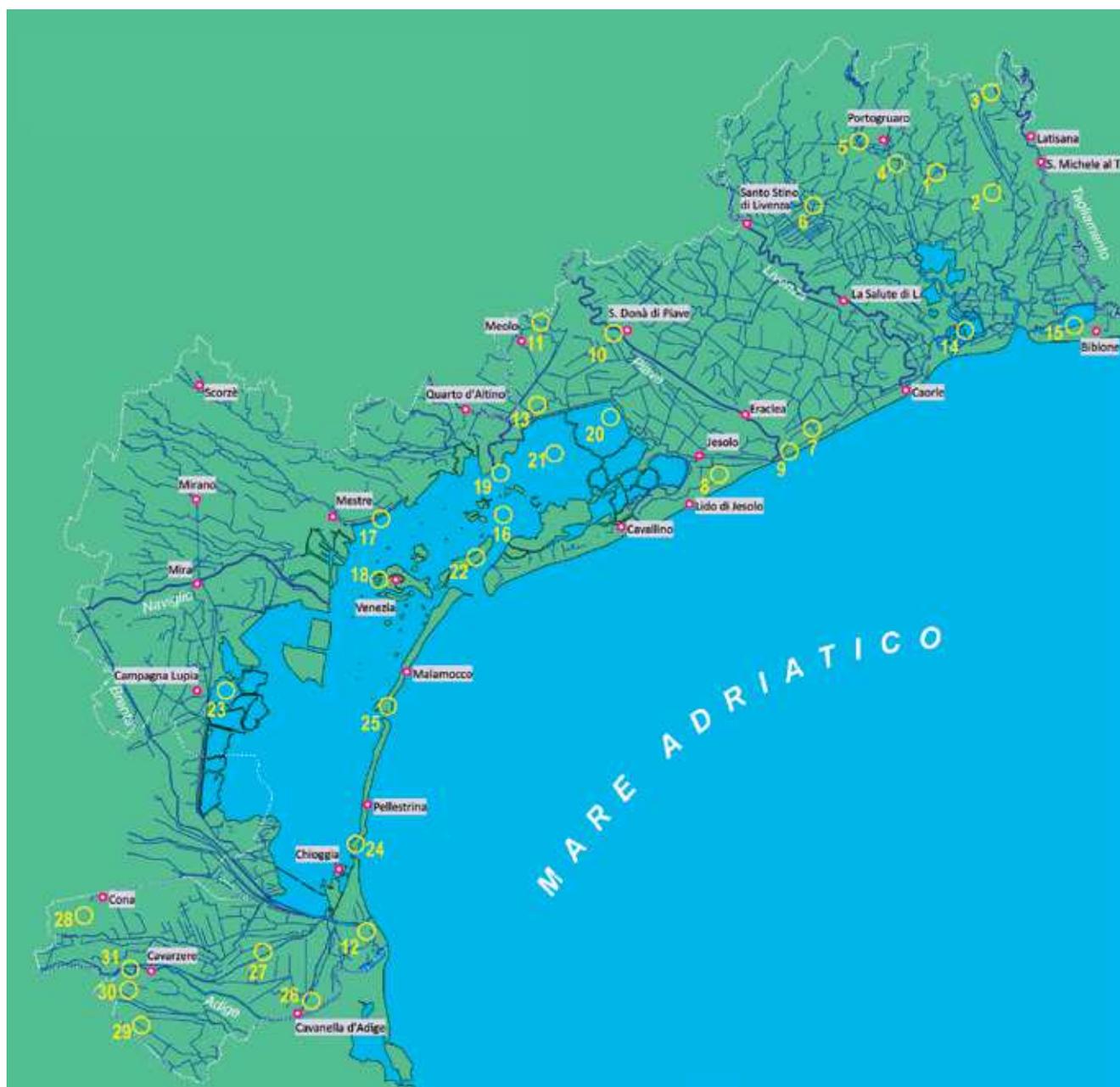


Fig. 9.5 - Ubicazione dei geositi nel territorio provinciale.

GEOSITO  
**16**Comune:  
VeneziaLocalità/toponimo:  
Canale ScanelloCTR Veneto:  
sezione 128100 Treporti  
(scala: 1:10000)Latitudine 45°29'20.09"N  
Longitudine 12°26'8.18"E

# Barene Scanello

*Canali e "ghebi", velme e barene: la secolare azione delle maree alle porte di Burano*

## Descrizione

La località Scanello, in prossimità dell'isola di Burano, presenta in pochi chilometri quadrati gran parte degli elementi morfologici tipici dell'ambiente lagunare quali: canali, ghebi, chiari, barene, velme, paludi, ecc.

In particolare le barene che si sviluppano lungo il Canale Scanello sono state identificate come "barene di canale lagunare". Si tratta di aree barenicole localizzate ai bordi dei canali lagunari la cui morfologia è caratterizzata dalla presenza di un bordo rialzato presso il canale alimentatore, del quale segue fedelmente l'andamento, e da una superficie digradante verso il lato lontano dal canale. Le barene sono attraversate dai canali lagunari secondari che affluiscono ai canali principali con la funzione di drenare o disperdere le acque all'interno del bacino lagunare, e dai ghebi che si diramano o dai canali principali o più frequentemente da quelli secondari e muoiono sulle piane di marea. La parte terminale dei ghebi è spesso caratterizzata dalla presenza dei chiari, specchi d'acqua piovana o salmastra, ben rappresentati nell'area delle barene Scanello.

## Geomorfologia

Le aree situate lungo il canale di Burano con le sue diramazioni, Canali di Crevan e di Mazzorbo, Canale Borgognoni e S. Antonio, Canale Scanello, sono interpretate come "argini naturali di canale lagunare" (vedi stralcio della "Carta geomorfologica della provincia di Venezia"). Con tale termine si intende identificare "i corpi sedimentari di canale che contornano il tratto centrale e finale dei principali alvei lagunari, definiti morfologicamente da forme allungate nel senso del canale, con funzione di veri e propri argini mareali" (Gatto, Marocco, 1993). Tali corpi sedimentari sono caratterizzati dalle barene, in questo caso definite come "barene di canale lagunare" (Favero, Serandrei Barbero, 1983), e dalle velme attraverso le quali si



L'immagine rappresenta una tipica area barenicola interessata da canali secondari e da ghebi; attraverso i quali il flusso e riflusso delle maree giunge nelle parti più interne delle barene (foto Bondesan A. - Provincia di Venezia, 16/12/2003).



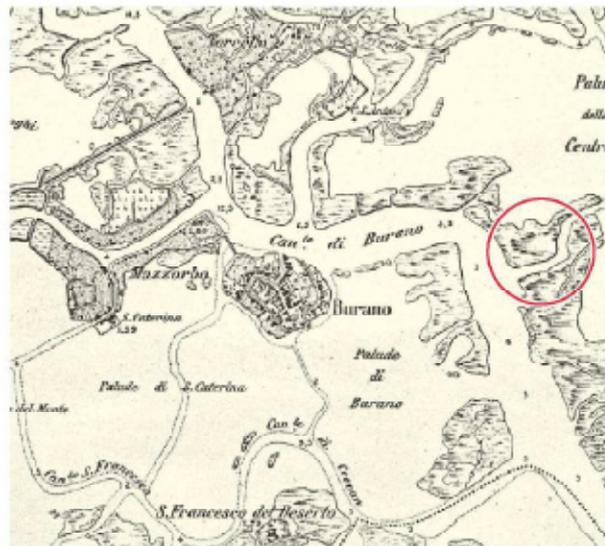
Particolare di una mappa della laguna superiore tra la foce del Dese e il Canale della Doga (XIX secolo). Si può osservare la minore estensione delle barene, rispetto a quella attuale, poste ai lati del Canale di Burano, in particolare nei pressi del Canale Scanello (ASVE, Miscellanea Mappe, disegni, 1309).

GEOSITO  
16

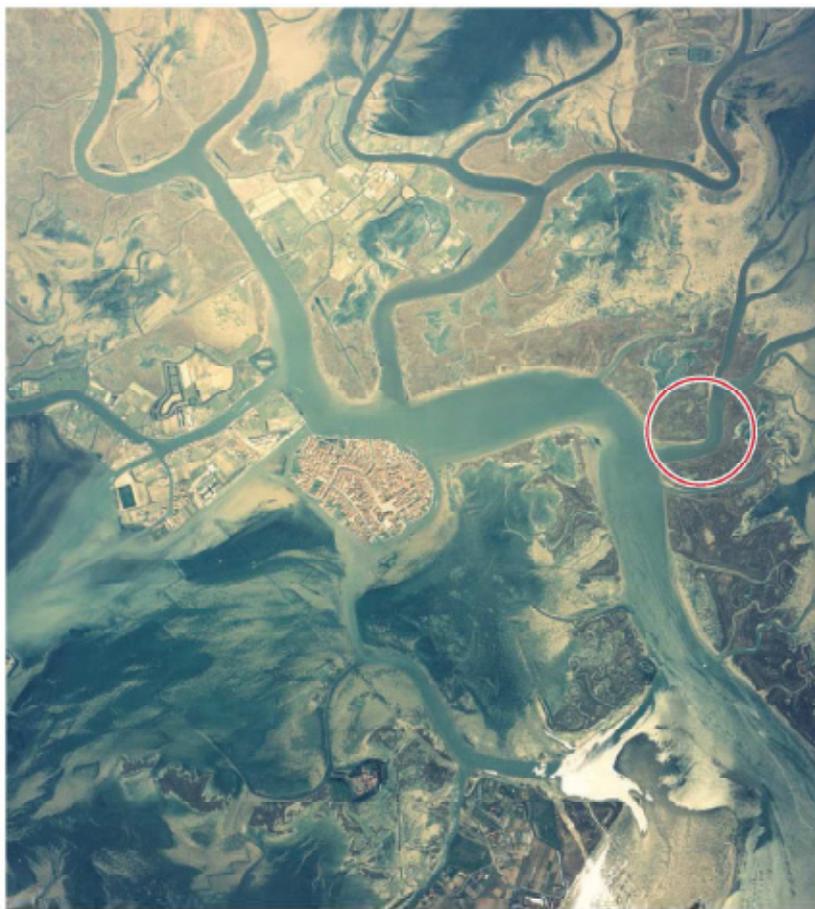
## Barene Scanello



Nella Carta geomorfologica della provincia di Venezia le aree situate lungo il canale di Burano sono identificate come "argini naturali di canale lagunare". Tali corpi sedimentari sono costituiti dalle barene di canale lagunare (aree di colore marrone) e dalle velme (aree identificate da un fitto tratteggio marrone). Anche le isole di Torcello, Mazzorbo e Burano sono inserite in questo particolare contesto morfologico (Bondesan A., Meneghei M. (a cura di), 2004, Carta geomorfologica della provincia di Venezia, scala originale 1:50.000).



L'area delle Barene Scanello rappresentata in una carta dell'Istituto Geografico Militare del 1887. L'estensione delle barene di canale lagunare poste ai lati del Canale di Burano è molto simile a quella attuale: si riconoscono infatti il Ghebo Scanello e gli altri canali secondari (stralcio della tavoletta IGM, F° 51 II N.E. Venezia, scala 1:25.000; rilievo 1887).



In questa foto aerea zenitale, ripresa nel 1987, le Barene Scanello appaiono al massimo della loro estensione. Le aree barenicole si riconoscono per il colore (marrone scuro) e per il caratteristico pattern dendritico dei canali lagunari che le attraversano (Volo REVEN 87, 1987, str. 5F, n. 3183, CGR).

passa in modo graduale dal canale al fondo lagunare.

Le barene di canale lagunare presentano talora delle caratteristiche incisioni nella parte frontale, assumendo in questo caso una configurazione planimetrica a forma di denti di sega (Gatto, Marocco, 1993) molto evidente in quest'area. Queste incisioni, in alcuni casi, si trasformano in veri e propri tagli delle barene, con la conseguente formazione di canali secondari che mettono in comunicazione il canale principale con la piana di marea circostante.

Bonardi, Tosi (2000) hanno effettuato un rilevamento plano-altimetrico di dettaglio nell'area del Canale Scanello; tale rilevamento ha messo in evidenza una notevole variabilità delle quote nei diversi settori delle barene. In generale le quote più elevate si trovano in corrispondenza di quei margini costituiti da microfalese di circa 30-40 cm di altezza sul l.m.m. mentre le più basse sono quelle relative alle velme e ai settori centrali costituiti da zone depresse note come chiari. La morfologia dei margini è sostanzialmente di due tipi: quella a microfalese, sempre prospiciente i canali e soggetta all'azione erosiva del moto ondoso e delle correnti di marea e quella degradante a velma in generale soggetta al ripascimento di sedimenti. Il rilevamento batimetrico effettuato in Canale Scanello ed in alcuni rami secondari, ha individuato irregolarità morfologiche che indicano una intensa azione erosiva delle



L'area delle Barone Scanello vista da sud-est. Sullo sfondo le isole di Burano e Torcello situate rispettivamente a ovest e a est del Canale di Burano (foto Bondesan A. - Provincia di Venezia, 16/12/2003).

correnti di marea. Si tratta di alcune fosse con profondità anche superiori a 11 metri, decisamente anormali, soprattutto se rapportate alla lunghezza, larghezza e profondità media del canale, rispettivamente di circa 2 km, di 80-100 metri e 4 metri.

[Sandra Primon]

## Bibliografia

ALBANI A., FAVERO V., SERANDREI BARBERO R., 1983, "Apparati intertidali della laguna di Venezia". In: Ministero LL.PP. - Magistrato alle acque (a cura di), Laguna, fiumi, lidi: cinque secoli di gestione delle acque nelle Venezia, Atti del Convegno, Venezia, 10-12 giugno 1983, La Press, Fiesse d'Artico, Memoria 2-2, 1-17.

ALBANI A., FAVERO V., SERANDREI BARBERO R., 1984, "Apparati intertidali ai margini di canali lagunari. Studio morfologico, micropaleontologico e sedimentologico". Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Venezia, Rapporti e Studi, 9, 137-162.

BONARDI M., TOSI L., 1999, "Erosione e sedimentazione in un'area campione della laguna di Venezia". In: Atti del Convegno Conoscenza e Salvaguardia delle Aree di Pianura - Il Contributo delle Scienze della Terra. Ferrara, 8-11 novembre 1999.

BONARDI M., TOSI L., 2000, "Rilevamento geomorfologico per progetti di gestione di lagune e stagni costieri. Due esempi di applicazione: la laguna di Venezia e lo stagno costiero di Orbetello". Geol. Tec. e Amb., 1, 13-21.

BONARDI M., CANAL E., CAVAZZONI

R., SERANDREI BARBERO R., TOSI L., ENZI S., 1996, "Impact of paleoclimatic fluctuations on depositional environments and human habitats in the lagoon of Venice (Italy)". World Resource Review, 11 (2), 247-257.

BONDESAN A., MENEGHEL M. (a cura di), 2004, "Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia". Esedra, Padova, 516

FAVERO V., SERANDREI BARBERO R., 1981, "Evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia nell'area archeologica tra Burano e Canale S. Felice". Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali, 6, 119-134.

FAVERO V., SERANDREI BARBERO R., 1983, "Oscillazioni del livello del mare ed evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia nell'area compresa tra Torcello e il margine lagunare". Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali, 8, 83-102.

GATTO P., MAROCCO, 1993, "Caratteri morfologici ed antropici della Laguna di Grado (Alto Adriatico)". Gortania, Atti del Museo Friulano di Storia Naturale, 14, 19-42.

PRIMON S., FURLANETTO P., 2004, "Il delta di marea". In: Bondesan A., Meneghel M. (a cura di), Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia, Esedra, Padova, 349-352.

SIMONELLA I. (a cura di), 2005, "Atlante degli ambiti di interesse naturalistico della provincia di Venezia". Provincia di Venezia, Cicero, Venezia, 85-87.

GEOSITO  
**16**

## Barone Scanello

### INTERESSE SCIENTIFICO

Primario: Geomorfologico  
Secondario: Naturalistico  
Valutazione di interesse scientifico primario: Rappresentativo (RP)  
Grado di interesse scientifico primario: Locale (L)  
Rilevatori: Sandra Primon

### VINCOLI TERRITORIALI

Il sito rientra in un'area protetta.

- Vincolo idrogeologico
- SIC
- ZPS
- Ambiti ex 1497/39 ex 431/85
- Ambiti naturalistici a livello regionale
- Biotopo
- Aree boscate e zone con priorità di riforestazione
- Dune, paleodune
- Geotopo
- Zone umide
- PALAV art. 21 interesse paesistico-ambientale
- PTRC art. 33-34-35
- Fasce di rispetto dei fiumi
- Vincolo archeologico

### CONSERVAZIONE

Stato di conservazione: Discreto  
Possibilità di degrado: Media  
Tipo di degrado: Antropico  
Descrizione del degrado: Erosione del margine delle barone a causa del moto ondoso indotto dal vento e dalla navigazione a motore.



### Internet

- [http://www.svsn.it/aggiornamento/gli\\_ambienti\\_salmastri.htm](http://www.svsn.it/aggiornamento/gli_ambienti_salmastri.htm)
- <http://www.limosa.it/it/frameset.htm>
- <http://www.provincia.venezia.it/archeove/pubblco/laguna/laguna.htm>
- <http://www.rivvinatura.it/italian/scoopri-laguna7.html>

GEOSITO  
**16**

**Barene Scanello**

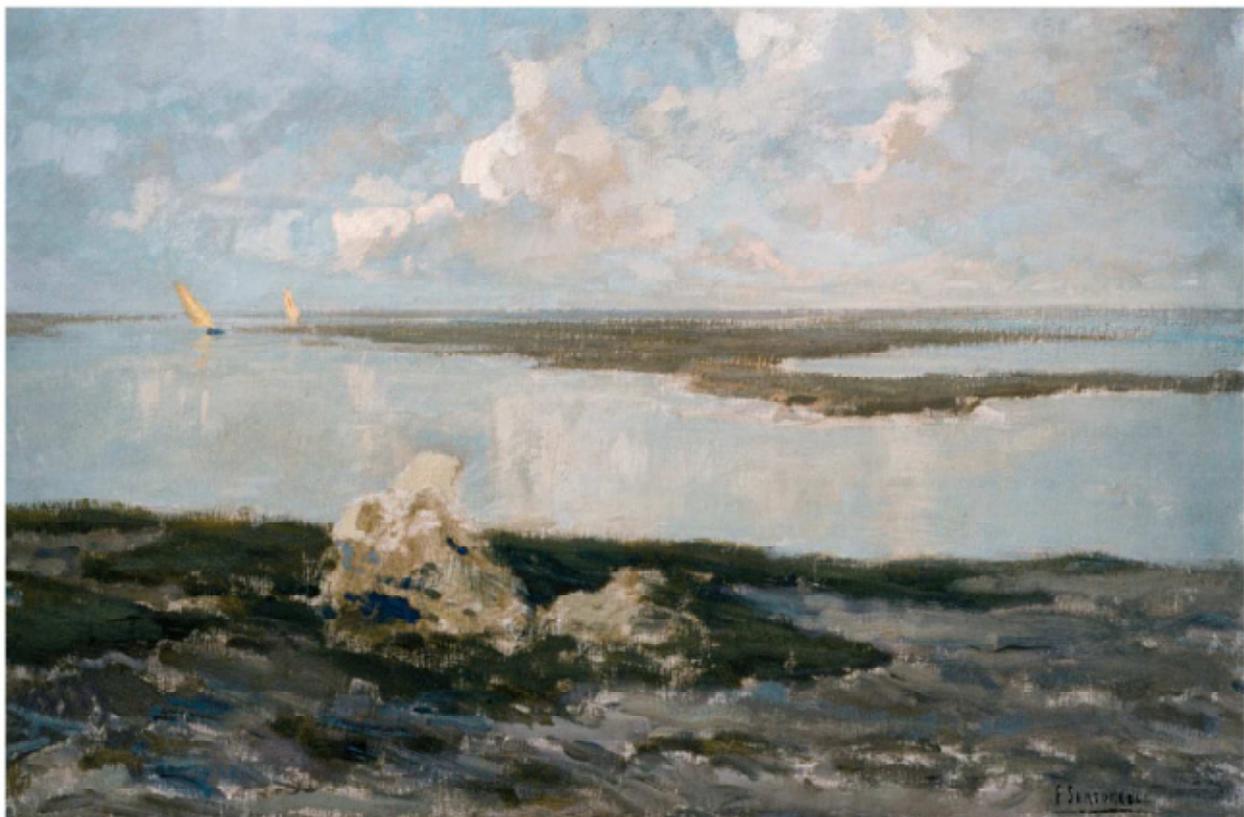
*Solo un lungo esercizio di spostamenti, eradicazioni, rotture di ogni accertata prospettiva e abitudine potrebbe forse portarci nelle vicinanze di questi luoghi. Forse, per capirne qualcosa, bisognerebbe arrivarci come in altri tempi con mezzi di altri tempi, per paludi, canali, erbe, glissando con barche necessariamente furtive, dopo esser passati attraverso la scoperta di uno spazio dove tutte le distinzioni son messe in dubbio e insieme convivono in uno stupefacente caos, rispecchiate e negate a vicenda le une dalle altre. Bisognerebbe, per capirci qualcosa, arrivare a vedere cupole case capanne emerse dal niente dopo che si sia sprofondati con le gambe in sabbie mobili intrise di cielo, in zolle di succhiante forza vegetale, o dopo corse all'impazzata stroncate da una caduta in avanti nell'infinito, quasi come avvenne al Carlino di Ippolito Nievo. Solo con lo spirito di Carlino, camminando o nuotando o arrancando mezzo sommersi, da Portogruaro in giù, ci si preparerebbe abbastanza per sfiorare, toccare quell'impensata germinazione di realtà attonite, protese, morse dall'irreale.*

*Si staccano a volte dalle rive marine pezzi di terra con erbe folte, che si trasformano in piccole isole galleggianti. A qualcuno capitò, talvolta, di trovarsi portato al largo dopo essersi addormentato su una riva che si presentava stabile, di trovarsi in movimento pur se sdraiato tra canne ed erbe. E su una zattera di questo genere, più remota e mitica che quella usata da Ulisse, si potrebbe rischiare di approssimarsi alla città.*

Andrea Zanzotto, *Venezia, forse* (1976)

A. Zanzotto, *Le poesie e prose scelte*, Arnoldo Mondadori, Milano, 1999, 1051.

Il testo di Andrea Zanzotto (Pieve di Soligo, 1921), datato 1976, compare l'anno successivo con lo stesso titolo nel celebre volume fotografico di Fulvio Roiter, *Essere Venezia*. Nel suo ciruire il tema veneziano avvicinandolo dall'ambiente lagunare, e ancor prima attraverso il paesaggio perduto di canali e paludi "da Portogruaro in giù" consacrato alla letteratura da Ippolito Nievo, Zanzotto fa emergere con forza i temi dell'evoluzione geomorfologica che da sempre lo affascina.



F. Sartorelli, *Laguna di Torcello, ante 1911*  
(Galleria d'arte moderna Ricci Oddi, Piacenza)

# Paleoalveo del Piave in laguna

*Gli argini delle valli da pesca segnano il percorso di un antico ramo del Piave*

GEOSITO  
**20**

Comune:  
Venezia

Località/toponimo:  
Caposile

CTR Veneto:  
sezione 128030 Caposile  
(scala: 1:10000)

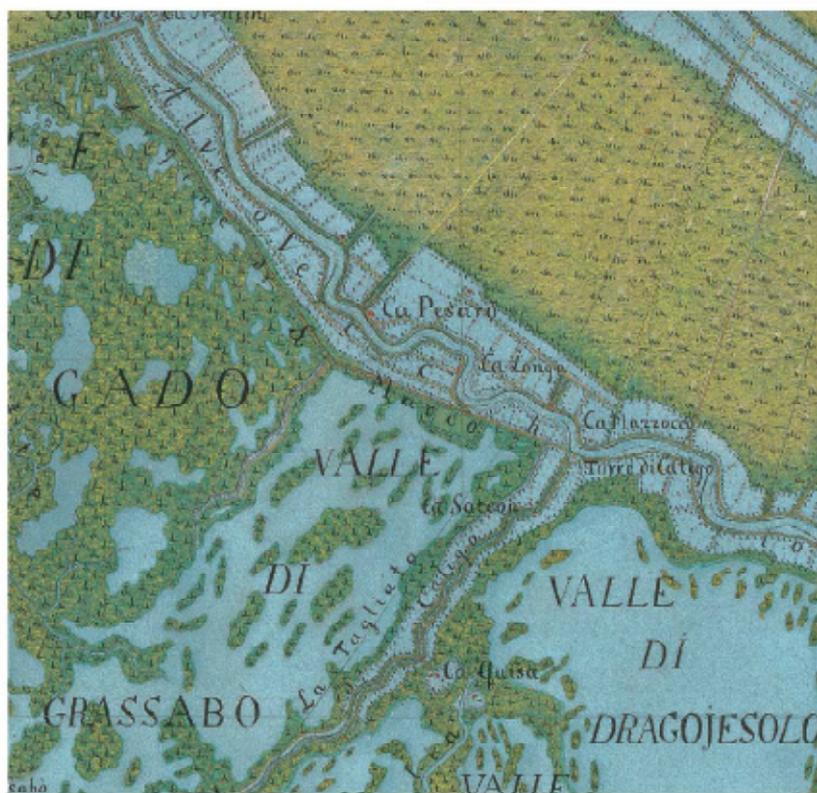
Latitudine 45°33'47.73"N  
Longitudine 12°33'10.61"E

## Descrizione

Il tracciato del paleoalveo del Piave che dopo Caposile si immette in laguna nella sua porzione nord-orientale è ben evidenziato da un sistema di argini che confina le valli da pesca e le peschiere poste a nord. Si tratta di uno degli elementi morfologici più rilevati e ben definiti nel settore di laguna considerato. Non è completamente risolta la questione della prosecuzione del deflusso dell'antico corso il quale poteva considerevolmente confluire o forse generare il canale Lanzoni. Il raggio di curvatura dei meandri e la morfometria del paleoalveo mostrano una similitudine più pronunciata con il tratto più meridionale prossimo a Jesolo e una sostanziale difformità con il tratto di Piave vecchia dal quale il dosso in laguna si distacca.

## Geomorfologia

Il dosso più occidentale del Piave corrisponde al dosso della Piave Vecchia, che borda il margine lagunare e nel quale confluiscono dal 1684 le acque del Sile, in seguito allo scavo del Taglio eseguito dalla Serenissima. Il dosso, poco pronunciato, si stacca da S. Donà di Piave e arrivato a Caposile compie un angolo retto e scende verso Jesolo, esaurendosi prima della confluenza con il canale Caligo. La direttrice fluviale è comunque evidenziata dalla presenza di sabbie che seguono il tracciato fluviale odierno fino a Jesolo. Qui il fiume cambia di nuovo bruscamente direzione per dirigersi a sud-ovest verso la foce, nei pressi di Cavallino. Il dosso è ulteriormente enfatizzato dalla presenza delle aree depresse che si allargano nei tratti interdossivi e della laguna di Venezia in destra idrografica. Un dato geocronologico di estremo interesse proviene dalla torba datata alla base del corpo sabbioso in prossimità di Caposile che consente di stabilire che questo ramo del Piave si attivò solo successivamente al 530-680 d.C. In destra idrografica si osservano numerosi indizi di vie di deflusso superficiale che



Nella carta del Von Zach il rilevamento delle barene non è così preciso da mettere in luce il disegno del paleoalveo. Si scorgono tuttavia altri rami del Piave che si gettavano anticamente in laguna, uno dei quali è il canale Caligo (Anton Von Zach, *Topographisch-geometrische Kriegskarte von dem Herzogthum Venedig, 1796-1805*, scala originale 1:26.800).

sono rimaste attive probabilmente anche per lungo tempo. Alcune sono evidenziate dal disegno degli elementi topografici che ricalcano probabili vie di deflusso, altre sono state riconosciute nelle carte storiche. Due di questi percorsi sono particolarmente evidenti. Di uno è rimasto il dosso a meandri verso l'estremità di Caposile, dell'altro rimane traccia tutt'oggi nel canale Caligo, sia attraverso le sabbie che formano una penisola che si immette in laguna, sia attraverso l'idrografia relitta costituita dal canale stesso. Lungo il suo margine meridionale sono state segnalate sabbie litoranee connesse ad antiche dune.

## Cartografia storica

Il territorio riportato nella carta del 1711 rappresentata a p. 81 è costituito dalla frangia lungo il margine settentrionale della laguna nord, in destra idrografica del Sile. È delimitato a nord dal *Taglio del Sile* (Taglio del Sile), a sud dal Canale del Caligo, ad est dalla *Piave Vecchia* (attuale Piave Vecchia) e ad ovest dal *Lanzoni* (oggi il Canale Lanzoni). Il Sile è descritto dal punto di immissione del *Lanzoni* fino al punto dal quale si stacca in destra il Canale Caligo; le acque del fiume percorrono per un primo tratto il tracciato rettilineo del Taglio e poi si immettono nell'alveo abbandonato dal Piave. Il

GEOSITO  
**20****Paleoalveo del Piave  
in laguna**

L'immagine mostra il dosso sul quale sono stati realizzati ripetuti ed importanti interventi di natura idraulica che consentono lo scambio idrico tra le valli e la laguna (foto Bondesan A. - Provincia di Venezia, 16/12/2003).

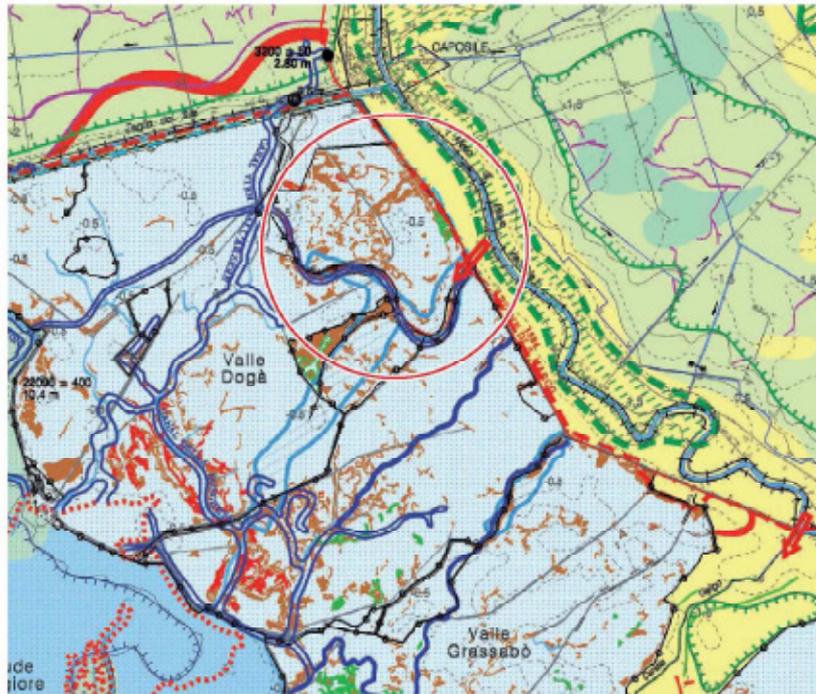
Lanzzon attraversa il Taglio e presenta un andamento molto simile all'attuale; a sud questo canale, dopo aver incontrato il *Sileto* (Canale Siletto), continua nel *Canal di Seneza* (Canale Cenesa). Lungo il Taglio, proseguendo verso Caposile, è indicato in destra idrografica un corso d'acqua denominato nel suo primo tratto *Canal da Terra* e nella sua parte terminale *Canal della Bocchetta*; di questo canale, in geomorfologia, rimane qualche solo traccia della parte sud, mentre è del tutto assente il tratto che lo collega alla terraferma. Il *Canal della Bocchetta* è collegato, in sinistra, dapprima con l'*arzerre di S. Marco* attraverso il *Fosso va alli Arzeroni*, ancora individuabile, e poi con il *Lago de Paltan*, tuttora esistente. Più a sud è presente il *Canale della Pertica* ben visibile nella topografia che termina nella *Palua della Pertica*. Dall'alveo della

*Piave Vecchia* si stacca il *Canale del Caligo* con andamento in parte simile all'attuale; questo più a sud, all'altezza della località Lio Mazor si immette nel *Canal de Civala va in porto de Lio* (Canale della Civala). Per quanto riguarda l'uso del suolo si può notare che il settore settentrionale del territorio è occupato dalla *Valle del Dogado di Ca' Bernardo* (Valle Dogà) e quello meridionale dalla *Vale di Grassabò* (Val Grassabò); in entrambe si estendono aree paluetri e laghi. Appare inoltre, lungo il Taglio, l'indicazione di alcuni prati. Quasi perpendicolari alla Piave Vecchia sono indicati due dossi privi di toponimo. Compare il toponimo di qualche centro abitato: il *Montiron*, la *Casa della Vale del Dogado* (Cason di Val Dogà), la *Casa della Vale di Grassabò* (Cason Vecchio di Grassabò) e *Lio Mazor* (Ca' Lio Maggiore).

[Aldino Bondesan]

## ■ Bibliografia

- BONDESAN A., 2004, "Il Piave e le sue diramazioni nel Basso Piave". In: Bondesan A., Meneghel M. (a cura di), *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia*, Esedra, Padova, 220-225.
- BONDESAN A., MENEGHEL M. (a cura di), 2004, *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia*, Esedra, Padova, 516.
- SIMONELLA I. (a cura di), 2005, *Atlante degli ambiti di interesse naturalistico della provincia di Venezia*. Provincia di Venezia. Cicero editore, Venezia, 82-84.



La carta mostra l'assetto geomorfologico della laguna nord di Venezia dove un sistema di antichi rami piavensi si getta in laguna, testimoniando successive avanzate del fiume dopo la rotta che nel VII secolo d.C. determinò lo spostamento verso la laguna (Bondesan A., Meneghel M. (a cura di), 2004, Carta geomorfologica della provincia di Venezia, scala originale 1:50.000).



Il ramo del Piave è particolarmente evidente nella foto aerea e si conserva nel tempo grazie alla sua funzione di argine vallivo (Volo GAI 55, 1955, str. 17, n. 315, IGM).

## Paleovalve del Piave in laguna

GEOSITO  
**20**

### INTERESSE SCIENTIFICO

Primario: Geomorfologico  
Valutazione di interesse scientifico primario:  
Esemplificativo (ES)  
Grado di interesse scientifico primario:  
Locale (L)  
Rilevatori: Aldino Bondesan

### VINCOLI TERRITORIALI

- Vincolo idrogeologico
- SIC
- ZPS
- Ambiti ex 1497/39 ex 431/85
- Ambiti naturalistici a livello regionale
- Biotopo
- Aree boscate e zone con priorità di riforestazione
- Dune, paleodune
- Geotopo
- Zone umide
- PALAV art. 21 interesse paesistico-ambientale
- PTRC art. 33-34-35
- Fasce di rispetto dei fiumi
- Vincolo archeologico

### CONSERVAZIONE

Stato di conservazione: Discreto  
Possibilità di degrado: Elevata  
Tipo di degrado: Antropico  
Descrizione del degrado: Sbancamenti legati all'attività di riordino idraulico per l'orticoltura.



GEOSITO  
**20**

**Paleoalveo del Piave  
in laguna**

*Le deviazioni cui soggiacque, sono in parte da attribuirsi a naturali catastrofi, in parte a lavori d'arte. Già nel 1534, deviato col grande argine di S. Marco dalla laguna di Burano, il Piave, fino alla metà del secolo XVII, dopo aver costeggiato il bosco del Montello ed essere giunto a S. Donà, rivolgevasi al sud proseguendo verso Jesolo, sboccava là vicino all'Adriatico, per quella foce che conserva ancora un tal nome. Ma la ragguardevole quantità delle scaricate sabbie che indi scendevano dilungandosi a pregiudizio dei sottostanti porti e della laguna, indusse il veneziano governo ad intraprendere, dal 1642 al 1664, un nuovo importante lavoro ed a compire [...] un ulteriore disalveamento di questo fiume verso il nord, conducendolo pel gran Taglio del Piave a metter foce pel porto di S. Margherita, non lungi da Caorle. E poiché duravasi troppo grande fatica a contenere tanta massa d'acque sopra un lungo letto orizzontale posto così presso alla spiaggia, e per frequenti squarciamenti procurandosi le piene nuovi varchi, si doveva ogni anno accorrere con dispendiosi ripari, avvenuta nel 1683 una gran rotta nell'argine destro al sito della Londrona, il celebre Montanari suggerì la si lasciasse aperta e si facesse anzi scaricare per essa l'intero fiume nel vicino porto di Cortellazzo.*

L. Sormani Moretti. *La Provincia di Venezia. Monografia statistica, economica, amministrativa*, Stabilimento tipografico di G. Antonelli, Venezia, 1880-1881, 154.

Luigi Sormani Moretti, *La provincia di Venezia* (1880-1881)



Tomaso Filippi, *Barena nella Laguna di Venezia*, 1895/1914  
(per gentile concessione dell'Archivio Storico I.R.E., Venezia,  
fondo fotografico Tomaso Filippi, n. 3356)

## NOTA ALL'ANTOLOGIA STORICO-ARTISTICO-LETTERARIA ALLEGATA AI GEOSITI

Tania Rossetto - Università di Padova - Dipartimento di Geografia

Sulla scorta delle suggestioni fornite dalla selezione dei trentun geositi del territorio provinciale veneziano è stata raccolta e composta un'antologia storico - artistico - letteraria. La natura eterogenea dei testi (poesia, narrativa, prosa di viaggio, letteratura guidistica, letteratura di testimonianza storica, amministrativa, scientifica, divulgativa) e delle immagini (paesaggismo ottocentesco e figurativismo novecentesco in pittura, fotografia storica) è stata mediata da concise contestualizzazioni e da succinti rimandi bibliografici, che intendono suggerire possibili tracce per utili approfondimenti e ulteriori ricerche.

Anche qui si rinvia alla pubblicazione "I geositi della provincia di Venezia", a cura di A. BONDESAN & C. LEVORATO (2008) per maggiori dettagli.

La scelta antologica dei testi si è avvalsa di alcune delle più celebri opere letterarie dedicate all'ambiente veneziano, dalle quali si è tentato di estrapolare brani significativi nella specifica ottica della ricerca geologico - geomorfologica che sta alla base del Progetto Geositi. Il preventivo approfondimento conoscitivo dei siti in senso scientifico ha consentito di rileggere in prospettiva diversa e con rinnovata freschezza le pagine più classiche e persino più abusate, procurando una forma piacevole di riconoscimento e riscoperta. Questo processo multidisciplinare di avvicinamento ai Geositi ha portato del resto a verificare come l'atteggiamento dello studioso e quello dello scrittore costituiscano spesso due facce di una comune attenzione rivolta a un particolare aspetto geomorfologico, due varianti di una "sedimentazione immateriale" che va sovrapponendosi nel tempo a quella materiale. Così avviene in particolare per alcuni autori, che dimostrano una

sensibilità assai spiccata per i temi connessi alle forme e ai tempi geologici, trovandovi veri e propri motivi ispiratori di immaginazione e creazione letteraria.

Ai testi più famosi dedicati ai punti topici dell'ambiente veneziano, al fine di raggiungere gli aspetti più "periferici" del territorio provinciale sono stati affiancati brani estratti da una letteratura di testimonianza in cui più capillare è l'attenzione descrittiva verso i luoghi del Veneziano. Si è ricorso infatti ad alcuni testi ottocenteschi che compendiano lo scibile sul territorio provinciale complessivo o su parti di esso, ma anche alle testimonianze più specifiche della propaganda e della scienza geografica di inizio Novecento, alla ricerca di ritratti il più possibile fedeli alle condizioni ambientali precedenti alla definitiva modernizzazione del territorio veneziano. I passi letterari diventano in questo caso documentazione storica di un paesaggio perduto, di cui proprio le tracce superstiti, oggi denominate Geositi, intendono mantenere attiva memoria.

L'intento documentario ha ispirato anche la scelta delle immagini, appartenenti spesso a una cultura figurativa minore, ma assai significativa se misurata secondo il metro del valore testimoniale. In altri casi il messaggio artistico di un autore è stato colto perché capace di trasfigurare esteticamente alcune specificità del dato ambientale. Nel lavoro di alcuni artisti, infatti, un aspetto particolare di rilevanza morfologica o naturalistica è stato assunto come tema caratterizzante di una poetica pittorica. Un ruolo di primo piano viene affidato alla fotografia storica, in grado di fissare aspetti ambientali e sociologici di un territorio, reso in seguito irricognoscibile, con immagini di grande fascino, specie quando manifestano la presenza di una specifica sapienza tecnico-estetica da parte dell'operatore.

La ricerca iconografica si è avvalsa in gran parte delle espressioni culturali del territorio veneziano, usufruendo delle strutture archivistiche e documentali e profittando delle iniziative di studio e di valorizzazione poste in atto da istituzioni locali, nella convinzione che il ricorso a tali strutture costituisca già di per sé una via di promozione del Progetto Geositi.

È infine utile specificare che in taluni casi l'accostamento di un testo o di un'immagine a un geosito non ha rispecchiato un criterio di pedissequa pertinenza, ma ha seguito l'intento di fornire un momento suggestivo, utile ad arricchire, intellettualmente ed emotivamente, l'approccio conoscitivo ai beni geologici e geomorfologici della provincia di Venezia.



Fig. 9.6 - Il gorgo di Ca' Labia (Cavarzere), immerso nella campagna, è circondato da canneto nell'area più prossima allo specchio d'acqua e da vegetazione arborea nelle immediate vicinanze (vedi geosito 30 alla fine di questo capitolo).

GEOSITO  
**02**

**Tagliamento romano,  
il Tiliaventum Maius**

*Quel sito invece era un luogo deserto e sabbioso che franava in un canale d'acqua limacciosa e stagnante; da un lato una prateria invasa dai giunchi allargavasi per quanto l'occhio potea correre e dall'altro s'abbassava una campagna mal coltivata nella quale il disordine e l'apparente sterilità contrastavano col rigoglio dei pochi e grandi alberi che rimanevano nei filari scomposti. Io mi guardai intorno e non vidi segno che richiamasse la mia mente a qualche memoria.*

[...]

*Mi rotolai su le mie brache fino alla piegatura delle coscie, e discesi nel pelago impigliandomi i piedi e le mani nelle ninfee e nelle giunchiglie che lo asserragliavano. Spingi da una banda e tira dall'altra, mi faceva strada fra quella boscaglia nuotante, ma la strada andava sempre più giù, e le piante mi scivolavano sopra una belletta sdruciolevole come il ghiaccio. Quando Dio volle il fondo ricominciò a salire [...].*

*E volsi intorno gli occhi e mi ricorderò sempre l'abbagliante piacere e quasi sbigottimento di meraviglia che ne ricevetti. Aveva dinanzi un vastissimo spazio di pianure verdi e fiorite, intersecate da grandissimi canali simili a quello che aveva passato io, ma assai più larghi e profondi. I quali s'andavano perdendo in una stesa d'acqua assai più grande ancora; e in fondo a questa sorgevano qua e là disseminati alcuni monticelli, coronati taluno da qualche campanile. Ma più in là ancora l'occhio mio non poteva indovinar cosa fosse quello spazio infinito d'azzurro, che mi pareva un pezzo di cielo caduto e schiacciato in terra: un azzurro trasparente, e svariato da strisce d'argento che si congiungeva lontano lontano coll'azzurro meno colorito dell'aria.*

Ippolito Nievo, *Le Confessioni di un italiano* (1867)

I. Nievo, *Le confessioni d'un italiano*, vol. I, Rizzoli, Milano, 1954, 111-112.

La passeggiata di Carlino dal territorio di Fossalta di Portogruaro verso la costa adriatica, nel brano tratto dalle *Confessioni di un italiano* (pubblicate postume del 1867 con il titolo *Le confessioni di un ottuagenario*) di Ippolito Nievo (Padova, 1831- Mar Tirreno, 1861), deve la sua grande fortuna alla capacità di invertire nella trasfigurazione letteraria l'allora diffusa percezione negativa dell'ambiente palustre. L'esperienza estetica di Carlino ("Quella passeggiata mi votò forse per sempre a quella religione semplice e poetica della natura che mi ha poi consolato d'ogni tristizia umana colla dolce e immanchevole placidità delle sue gioie"), che anticipa sistemi di apprezzamento di molto posteriori, coinvolge infatti la vasta fascia anfibia della pianura litoranea digradante verso il litorale, con i suoi paesaggi incerti compresi tra gli ultimi lembi di campagna, i tracciati sinuosi dei corsi d'acqua, le paludi e le lagune.

(M. Gorra Cecconi, *Nievo e Venezia*, Comune di Venezia, Venezia, 1981;

F. Vallerani, *Acque a Nordest. Da paesaggio moderno a luoghi del tempo libero*, Cierre, Verona, 2004, 35-39).



L. Diamante, *Sole velato (campagna a Fossalta)*, 1968  
(su concessione della Quadreria Luigi Diamante, Alvisopoli).

Nella produzione pittorica di Luigi Diamante (Udine, 1904-Fossalta di Portogruaro, 1971) l'interpretazione del paesaggio friulano si incrocia sovente con quella del paesaggio del Veneto orientale. Legato per ragioni biografiche a Fossalta di Portogruaro, Diamante subisce il fascino di questa piccola "frontiera" e, cogliendo feconde suggestioni dall'opera di Ippolito Nievo, ne interpreta i luoghi con sguardo contemporaneo. Anche per questo originale incontro fra memoria letteraria ed espressione artistica del Novecento, il Comune di Fossalta ha recentemente valorizzato l'eredità della sua opera con la Quadreria Luigi Diamante di villa Mocenigo presso Alvisopoli. (D. Menichini, G. Pauletto, L. Padovese, *Diamante*, Ed. Centro Iniziative Culturali Pordenone, Pordenone, 1974).

GEOBITO  
**17****Barene sulla pianura  
pleistocenica**

*Per me, nativo della bassa padovana, dove la pianura di estenua e si perde in palude e laguna, dove terra e acqua e aria si mescolano e si confondono in uno, gli orizzonti han da essere assolutamente orizzontali: voglio dire piatti, lisci, senza gobbe o picchi o altre montuose escrescenze; simili quanto possibile alla linea retta che mentalmente traccio attraverso questo foglio bianco.*

[...]

*Non è che la laguna, il piccolo mare chiuso di Venezia, possa liberare l'animo dalle tiranniche obbligazioni e stretture della vita sociale, discioglierlo nella diffusa armonia degli elementi primitivi. Troppo umano, troppo civile, questo paesaggio, per risuscitare nel nostro interno vecchi spiriti e aboliti sogni romantici. No; la pace ch'io mi ritrovo dentro viene proprio da quell'orizzonte rettilineo e tutto nudo, da quel distendersi e quasi cancellarsi del mondo su un letto di acque tranquille, da quella pace, appunto, di piccolo mare domestico, che soltanto in casi eccezionali può rompersi e turbarsi e agitarsi a somiglianza dell'altro, l'immenso, che sta fuori.*

Diego Valeri, *La laguna di Venezia*, in *Invito al Veneto* (1976)

Diego Valeri, *Invito al Veneto*.  
Massimiliano Boni, Bologna, 1977, 19-20.

Nella raccolta *Invito al Veneto* Diego Valeri (Pieve di Sacco, 1887-Roma, 1976) raccoglieva, al termine della sua vita, alcuni "profili" volti a trasmettere nella loro "impressionistica frammentarietà" gli aspetti più cari della sua "piccola patria". I lirici ritratti dedicati a Venezia e alla sua laguna, che aprono la raccolta, vanno ad aggiungersi ad una nutrita produzione in versi e in prosa che ha saputo cantare e insieme indagare con intuito e sottigliezza gli aspetti peculiari del paesaggio lagunare veneto.

(G. Manghetti, a cura di, *L'opera di Diego Valeri*, atti del Convegno nazionale di studi, Rigoni, Piove di Sacco, 1998).



A. Bovo, *Barene a Campalto*, 1978  
(su concessione Eredi Bovo)

Nella pittura di Aldo Bovo (Mirano, Venezia, 1923- Mestre, 1995) uno sguardo trascognato visita con affettuosa assiduità gli ultimi aggetti della terraferma mestrina verso le tranquille acque lagunari, traducendosi in soavi immagini dalle infinite gradazioni d'azzurro. (Aldo Bovo 1923-1995, catalogo delle opere, Mestre-Venezia, 2005).

GEOSITO  
**21**

**Canale lagunare  
Genesa**

*Quando la marea è alta, per molte miglia a nord e a sud di Venezia, non si vedono che sottili isolette [...]. Ma a marea bassa la scena si trasforma interamente. Un abbassamento di diciotto o venti pollici è sufficiente a far scoprire la terra su gran parte della laguna, e, al momento del completo riflusso, la città sembra che stia nel mezzo di un oscuro piano di alghe, di colore scuro. Traverso questo oscuro piano salato la gondola o la barca peschereccia s'avanzano in canali tortuosi, raramente profondi più di quattro o cinque piedi e talvolta così pieni di fango che le carene più pesanti vi lasciano un solco profondo visibile a traverso le acque, e il remo ad ogni movimento lascia oscuri segni su quel fondo o è imbarazzato tra le erbe foltissime che frangiano i banchi e che si piegano qua e là stizzosamente, spinte dall'incerto dominio dell'esaurita marea. La scena è spesso profondamente oppressiva [...]; ma per avere una idea di ciò che doveva essere ne' tempi remoti, il viaggiatore segua verso sera le sinuosità di qualche canale poco frequentato fino nel mezzo del malinconico piano, allontani con l'immaginazione lo splendore della grande città lontana, e le mura e le torri delle isole vicine, si spinga così lontano fino a che il dolce calore del tramonto si è ritirato dalle acque ed il nero deserto menzognero sia preda, nella sua nudità, della notte, impraticabile, sconfortante, perduto nell'oscuro languore e nel silenzio pauroso rotto solo dal ruscello salato che guazza nello stagno senza marea o dal grido interrogatore di qualche uccello marino che fugge, ed allora solo potrà in qualche modo entrare nell'orrore col quale un tempo gli uomini scelsero quella solitudine per loro rifugio.*

John Ruskin, *Le pietre di Venezia* (1851-1853)

J. Ruskin, *Le pietre di Venezia*, introduzione di J. D. Rosenberg, Rizzoli, Milano, 2000, 99-100.

Le celebri pagine delle *Stones of Venice*, in cui John Ruskin (Londra, 1819-Brantwood, 1900) affronta il tema della fondazione della città, detengono un significato culturale notevole per il loro dichiarato intento di riportare alla luce l'immagine perduta dell'habitat primigenio, la scena naturale selvaggia che fece da sfondo alle origini di Venezia. Nel lucido tentativo di recuperare il "reale aspetto del trono di Venezia" per contrastare l'imperante visione romantica e sentimentale della città, grazie al fascino esercitato dalle sue evocazioni, Ruskin finisce per dar vita ad una "estetica lagunare" giocata in modo assai innovativo su valori geologico-naturalistici. (S. Perosa, a cura di, *Ruskin e Venezia. La bellezza in declino*, L. S. Olschki, Firenze, 2001).



E. Corrodi, *Paesaggio*, seconda metà del XIX sec.  
(Accademia Nazionale di S. Luca, Roma, inv. 701)

Il tema lagunare veneziano, rivisitato innumerevoli volte da tanti pittori ottocenteschi, viene rappresentato in questo dipinto di Ermanno Corrodi (Frascati, Roma, 1844-Roma, 1905) con una particolare sensibilità per la componente morfologico-vegetazionale, messa in evidenza grazie agli effetti luministici. (*Dizionario enciclopedico Bolaffi dei pittori e degli incisori italiani*, III, Torino, 1972, ad vocem).

GEOSITO  
30

Gorgo di Ca' Labia

*Di tra la fittissima rete di corsi d'acqua che, stretti fra potenti arginature, solcano la pingue pianura del Polesine, è facile, a chi osservi una buona carta topografica, discernere alcune raccolte d'acqua stagnante dette gorghi, che dal volgo stesso, nel quale si tramanda perenne la memoria delle lotte dagli avi sostenute contro i fiumi, si attribuiscono a squarci d'argini prodotti dalle piene.*

[...]

*I loro tranquilli specchi d'acqua, talora notevolmente estesi, nei quali si riflettono le sponde dai margini densi di pregiati paglieti e, tra i campi ed i filari d'alberi, le case dei pescatori, non solo imprimono a quel tratto di pianura, una singolare impronta di paesaggio lacuale, ma sono anche cagione di un complesso di condizioni fisiche ed antropiche affatto eccezionali per l'Alto e Medio Polesine.*

Arrigo Lorenzi, *I gorghi del Polesine* (1905)

A. Lorenzi, *I "gorghi" del Polesine*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", Fasc. V, 1905, 358-359.

Arrigo Lorenzi (Udine, 1874-Padova, 1948), docente di Geografia all'Università di Padova sin dal 1915, costituisce una figura esemplare per il suo tentativo di abbracciare, a partire dagli originari interessi geografico-fisici, anche le ragioni degli studi geografico-umanistici, maturando una visione della geografia come terreno di scambio tra prospettive diverse di studio. La ricerca dedicata al tema dei gorghi dimostra anch'essa il tentativo di coniugare aspetti morfologici e aspetti percettivi di un paesaggio del tutto originale.

(A. A. Michieli, *Arrigo Lorenzi*, in "Rivista Geografica Italiana", 1948, n. 3, 161-171).



F. Sartorelli, *Scena campestre*, ante 1910  
(per gentile concessione dell'Archivio Storico I.R.E., Venezia,  
fondo fotografico Tomaso Filippi, n. 6027)

# 10 SISMICITÀ

† VITTORIO ILCETO,<sup>1</sup> JACOPO BOAGA<sup>1</sup>

## 10.1. INTRODUZIONE

Un terremoto è un rilascio di energia dovuto alla fagliazione della crosta terrestre. La fagliazione è dovuta al movimento reciproco delle placche litosferiche, al cui margine di interazione si verificano i terremoti. L'energia sismica si propaga in tutte le direzioni attenuandosi con la distanza dall'epicentro. L'epicentro è la proiezione sulla superficie terrestre del punto di rottura dove si è generato il terremoto, posto solitamente per i forti terremoti tra pochi km e diverse decine km di profondità, che prende il nome di ipocentro. L'energia si propaga per mezzo di onde simiche, descrivibili in onde di volume: onde P e onde S. Le onde P, o longitudinali, hanno un moto nello stesso senso di propagazione dell'onda, mentre le S, o trasversali, hanno un moto trasversale alla direzione di propagazione. In aggiunta a queste onde vi sono le superficiali, che si generano con l'interazione con la superficie terrestre. La dimensione del terremoto si determina principalmente con due scale: l'intensità macrosismica (scala Mercalli), che è una descrizione qualitativa degli effetti di un sisma esposta in gradi; o la magnitudo (scala Richter) che è una misura quantitativa dell'energia rilasciata.

Lo studio degli effetti di un terremoto in ambito territoriale prevede di determinare zone di isosismicità, e prende il nome di zonazione sismica o classificazione territoriale. Lo studio peculiare degli effetti sismici di un determinato luogo ricade invece negli ambiti degli studi di risposta sismica locale. Le condizioni geologiche locali sono infatti determinanti nel modificare gli effetti dei terremoti. Particolari condizioni topografiche e, soprattutto, litologiche possono fortemente amplificare il moto sismico inducendo effetti molto diversi anche in punti relativamente vicini tra loro.

Lo studio specifico della risposta sismica locale è solitamente demandato alla fase di progetto di un'opera, seppur guidato dalla normativa, mentre lo studio della sismicità territoriale ricade nell'ambito della pianificazione, di più spiccata competenza delle amministrazioni nazionali e locali<sup>2</sup>, nonché degli organismi di ricerca scientifica.

In questo capitolo la sismicità viene esaminata in termini storici e di classificazione territoriale relativamente al territorio provinciale di Venezia.

## 10.2. IL RISCHIO SISMICO

### 10.2.1. Premessa

Il NordEst italiano, dal punto di vista sismico, è contornato da molte aree sismogenetiche, come si evince dalla Fig. 10.1 nella quale viene riportato l'insieme

delle aree sismogenetiche italiane (zonazione sismogenetica a cura del Gruppo Nazionale Difesa Terremoti).

Come visibile nelle Figg. 10.1 e 10.2, indicanti rispettivamente la zonazione sismogenetica nazionale e le aree sismogenetiche del Veneto, il territorio del NordEst è bordato a est dall'elevata sismicità dell'area istriano-slovena, a nord dall'area Friulano - Carnica, a nord-ovest dall'area di Belluno - Alpago - Cansiglio, con una propaggine verso l'Asolano - Montello, a ovest dall'area del Veronese - Lago di Garda e infine a sud dall'Appennino Emiliano - Romagnolo.

Le zone sismogenetiche interessanti la provincia di Venezia ricadono in quelle di interazione Adria-Europa (convergenza delle placche adriatica ed europea), caratterizzata da pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e relative faglie inverse associate (ZANFERRARI *et al.*, 1982; SLEJKO *et al.*, 1989; VALENSISE & PANTOSTI 2001; PERUZZA *et al.*, 2002; GALADINI *et al.*, 2002). In particolare, le zone individuate come 905 e 906 dal Progetto ZS9 racchiudono un'alta frequenza di eventi sismici. Da segnalare la sorgente sismica del Montello (TV), ricadente in zona 905, ritenuta potenzialmente responsabile di terremoti con  $M > 6$ , e definibile, in base ai dati a disposizione, come silente. La zona 906 invece interessa l'area tra Bassano del Grappa (VI) e Verona.

Questa caratterizzazione sismica è chiaramente motivata dalla costante attività sismica che si riscontra soprattutto nell'area Friulano - Carnica, ma che trova importanti riscontri anche nelle aree venete funestate, ad esempio, dai terremoti di Belluno del 1873, del Cansiglio del 1936 e di Asolo del 1695.

Negli ultimi secoli, le aree della pianura veneta sono state oggetto di forti risentimenti di sismicità indotta dalle sopramenzionate aree sismogenetiche, ma non da episodi sismici direttamente originatisi nelle zone della pianura veneta o del golfo di Venezia.

Notizie storiche, che si riferiscono ai primi secoli del secondo millennio d.C., descrivono una situazione ben più inquietante dato che rovinosi cataclismi sono

<sup>1</sup> Università di Padova, Dipartimento di Geoscienze.

<sup>2</sup> Gli studi qui presentati sono stati realizzati, anche a distanza di tempo tra loro, principalmente dal prof. Vittorio Ilceto nell'ambito della pianificazione provinciale e comunale di Protezione Civile. L'insieme delle conoscenze così acquisite è stato poi rivisto, attualizzato e sintetizzato per questo Atlante geologico da entrambi gli autori. Gli studi sintetizzati nelle due schede sono invece frutto del lavoro di entrambi gli autori.

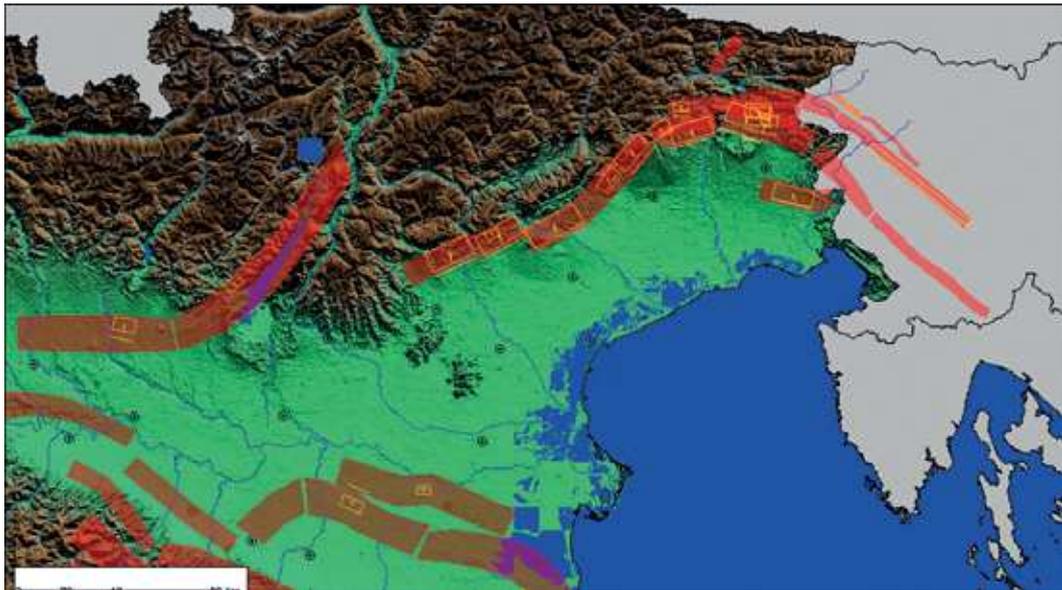


Fig. 10.1 - Aree sismogenetiche del Nord Est d'Italia, da "The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)", ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA, 2007.



Fig. 10.2 - Zonazione Sismogenetica ZS9, a cura del Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

segnalati in tutte le città venete: Venezia e il suo litorale compresi.

Se questo insieme di conoscenze sismologiche, storico-strumentali, è alla base della valutazione della massima Intensità Macrosismica osservata per i comuni veneziani e che raggiunge l'VIII° grado della Scala Mercalli, esso, pur tuttavia, poco dice sui più probabili periodi di ritorno di sismi la cui memoria si perde nei secoli e forse nei millenni.

Questo argomento è, come noto, di attualità nel nostro Paese dato il verificarsi di terremoti, fortunatamente

non dei più distruttivi, in aree non ufficialmente classificate come zone sismiche e che solo recenti studi attribuivano, per alcune di esse, una certa propensione al rischio sismico.

La questione della classificazione sismica, soprattutto delle aree tradizionalmente identificate come asismiche o a bassa sismicità, è stata, a pochi mesi dal terremoto verificatosi a San Giuliano di Puglia (CB) il 31.10.2002, affrontata con l'OPCM n° 3274/2003 che, oltre a rivedere la classificazione di alcuni comuni, ha introdotto una 4<sup>a</sup> "zona sismica" in cui ricadono tutte le aree precedentemente non classificate. In seguito l'Ordinanza n° 3519/2006 ha invece stabilito nuove direttive generali per la definizione delle zone sismiche nazionali, definendo la nuova mappa di riferimento per la Pericolosità Sismica nazionale in termini di accelerazioni massime al suolo rigido con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fig. 10.3). Il "Testo Unico delle Costruzioni" (D.M. 14.01.2008) attualmente in vigore impone la definizione dell'azione sismica definita puntualmente, considerando anche le condizioni topografiche e le tipologie di suolo (attraverso il parametro  $V_{S_{30}}$ ; vedi la successiva scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia ricadenti nella zona 3").

E' da sottolineare l'importanza contingente di tale decisione in considerazione dell'enorme espansione urbanistica e industriale sviluppatasi in totale assenza di normativa antisismica, cui va aggiunto l'immenso secolare patrimonio edilizio e monumentale che mal sopporta l'azione di sismi anche di modesta intensità. Lo stesso tragico esempio del terremoto del 6 aprile 2009 che ha colpito la città dell'Aquila ne è un esempio. Nonostante la non molto rilevante energia sismica rilasciata, i danni sono stati molto ingenti e sicuramente sarebbero stati limitabili con approcci di tipo prestazionale quali le ultime normative sono rivolte.

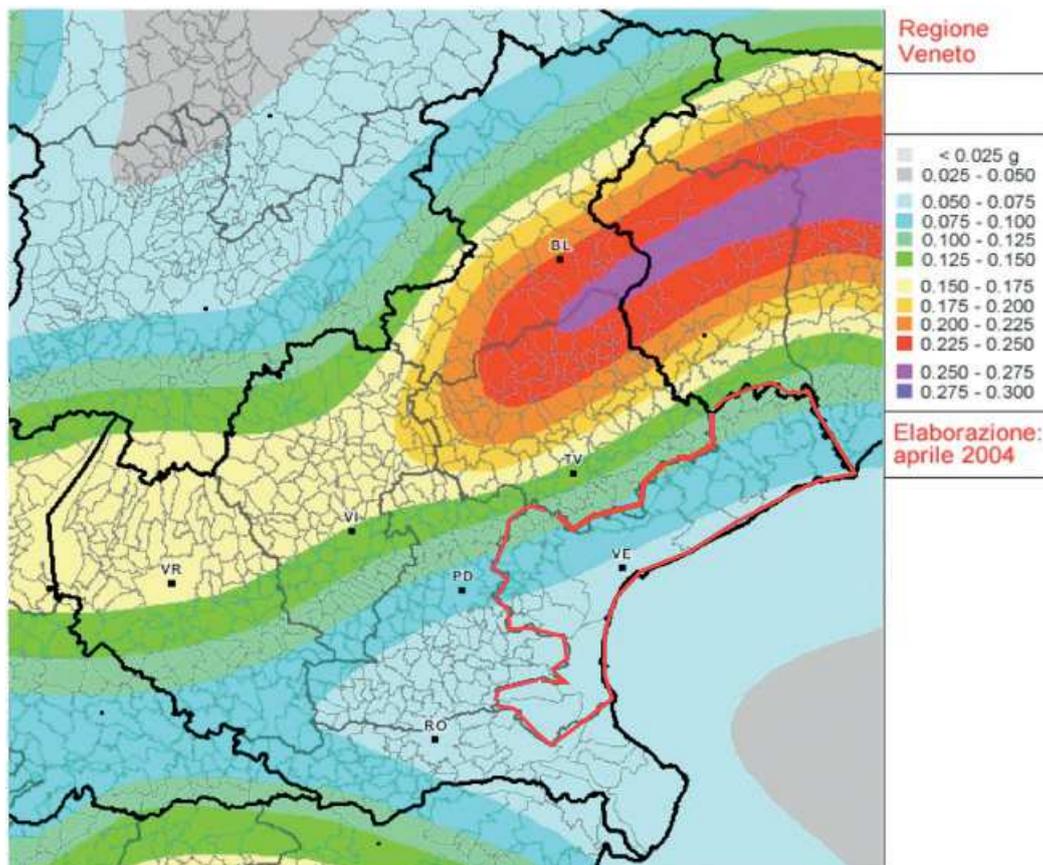


Fig. 10.3 - Massime accelerazioni orizzontali attese in provincia di Venezia e nel Veneto (OPCM n° 3519 del 28.04.2006).

### 10.2.2. Sismicità storica dell'area veneziana

Passando ora a un rapido *excursus* sulla sismicità storica dell'area veneziana, si possono riportare le scarse notizie storiche relative ai terremoti avvenuti durante il primo e secondo millennio d.C.

Secondo Mercalli, nella sua opera "I terremoti d'Italia" (1901), negli anni 238, 243, 260 si ebbero forti terremoti che danneggiarono città quali Verona, Vicenza, Padova e quindi, con molta probabilità, anche il territorio veneziano.

Un secolo più tardi, il 21 luglio del 365 o 369, un terribile terremoto, con probabile epicentro nel Bellunese, provocò forti danni a Padova, facendo crollare a Verona parte dell'Arena, cambiando il corso del Piave "giacché una grande frana gli sbarrò il letto". Anche il mare si scostò dal lido (maremoto?) e pertanto anche in questa occasione il territorio veneziano risentì fortemente del terremoto.

Le prime notizie storiche di sismicità relativa a Venezia risale al terremoto/i del 745 e/o 754 (758 secondo Mercalli) che "rovinò molti edifici e fu terribile per tutte le isole".

L'attendibilità di questi, come di altri terremoti, è stata recentemente messa in discussione da Costantino Marmo nel 1989.

Per Venezia più grave fu il terremoto del 1093 che "storse il Campanel di S. Angelo e ne seguì addietro mortalità e carestie".

All'inizio del secolo XII, secondo la Storia sismica

della provincia di Venezia di F.S. Zanon (1937), sono da annoverare due terremoti: il primo attorno all'anno 1106 (?) chiamato da Zanon "terremoto di Malamocco", e il secondo del 1117, o "terremoto di S.Ermagora", sempre secondo Zanon, ben noto in letteratura scientifica e generalmente attribuito alla Lombardia - Veneto (Mercalli e in seguito Iaccarino), che raggiunse l'XI° grado della scala MCS. Il primo, oltre che della distruzione di chiese e palazzi, fu responsabile del maremoto che sconvolse Malamocco: "Il mare, come scosso dal suo fondo, penetrando furioso per tutti i porti e le aperture della laguna superava i lidi e tutto inondava. Tante case rovesciate, tanti fondaci guasti. Un'intera isola scomparve ingoiata dai flutti, l'antica Malamocco .....". Il secondo fu probabilmente molto più violento e risentito in tutta l'alta Italia e in Svizzera; a Venezia "fu un grandissimo tremuoto, e venne un'acqua sulfurea (metano? N.d.A.) che appiccò fuoco alla Chiesa di S. Ermagora ...".

Nel secolo XIV merita senza dubbio menzione il terremoto di Villaco (A) del 1348, anch'esso dell'XI° grado, che fece rovinare molti campanili in Venezia, dove gli è stato attribuita un'intensità dell'VIII° grado. Un altro aspetto riguarda l'avvento di ondate di maremoto: "Il Canal Grande rimaneva ogni tratto asciutto in modo da lasciare vedere il fondo, mentre l'acqua si riversava ora da un lato ora dall'altro".

Con l'ottica di riportare solo i maggiori terremoti si menziona qui il terremoto del Friuli del 1511 del

IX°-X° grado con risentimenti in Venezia del VII°-VIII° grado.

Dalle cronache si apprende di distruzioni e morti in Venezia per caduta di comignoli, statue, merli e ornamenti e di case vecchie. Nei secoli seguenti sembra assistere a una diminuzione dell'intensità dei sismi, pur aumentando la quantità e l'accuratezza delle informazioni circa la sequenza delle scosse registrate nei secoli XVII e XVIII.

Anche il secolo XIX fu caratterizzato da "quiete sismica" poiché nell'area veneziana si ebbero pochi risentimenti di rilievo. L'attività sismica, proveniente dalle aree sismogenetiche limitrofe, è sempre meglio documentata.

Alcuni terremoti hanno raggiunto in Venezia il VI° grado, quale il terremoto dell'Alpago del 1873 e quello di Rimini del 1875, trasmessosi con intensità maggiore del V grado nella parte meridionale della provincia e che in Venezia ha raggiunto il III° - IV° grado.

Sul finire del secolo, nel 1895, il terremoto di Lubiana (SLO) fece risentire i propri effetti su tutta la provincia di Venezia con intensità del VI° grado.

Anche nel XX secolo continua la calma sismica, interrotta episodicamente da risentimenti del VI° grado, come quelli dovuti ad esempio dal terremoto di Belluno (altrimenti chiamato Alpago - Sarmede) del 1936 e, più recentemente, del Friuli del 1976.

Con l'ampliamento delle Reti Sismiche nazionali e locali è possibile ora migliorare le conoscenze sismiche nel senso sia di una più precisa collocazione degli epicentri e sia nel riconoscimento e studio dell'attività sismica di medio-bassa intensità, così determinante negli studi sismotettonici regionali.

Anche se nel Veneto sono state installate poche stazioni sismiche, è iniziata da qualche anno la registrazione anche dei piccoli terremoti i cui epicentri sono stati localizzati nell'entroterra veneziano e nel Golfo di Venezia.

Questi fenomeni sismici, molto spesso nemmeno avvertiti dalla popolazione, possiedono, come si è sopra menzionato, una notevole importanza geodinamica poiché stanno a testimoniare l'esistenza di strutture geologiche attive come quelle che dalle Alpi si spingono fino al mare, attraversando quindi il territorio veneziano.

In tempi più recenti (fine agosto - novembre 1997) uno sciame sismico, generalmente con Magnitudo Richter inferiore a 3, ha interessato l'area settentrionale della provincia di Venezia. Le scosse di maggiore intensità sono state avvertite dalla popolazione e pertanto la loro Intensità macrosismica può essere valutata come "moderata" (IV° - V° grado della scala MCS). L'area epicentrale è stata localizzata nell'area di S. Stino di Livenza - Passarella - Ceggia e la profondità ipocentrale, a seconda dei vari episodi sismici, valutata fra i 5 e i 15 km.

Questa notevole variazione dei valori di profondità ipocentrale è dovuta da un lato al fatto che i singoli terremoti dello sciame sismico si possono essere

prodotti a profondità diverse, e dall'altro alla sempre difficile determinazione della profondità ipocentrale aggravata, nel presente caso, dal fatto che l'area epicentrale è situata all'esterno delle Rete Sismica della Regione Friuli-Venezia Giulia, con conseguente caduta di precisione localizzativa.

A conclusione di questo *excursus* storico, al di là delle inevitabili inesattezze e incompletezze storiche, riferibili ai tempi più antichi, sembra di poter affermare che da qualche secolo si stia assistendo, in questa zona, a una calma sismica. Quest'ultima non coinvolge solo il territorio veneziano ma, ovviamente, anche le aree sismogenetiche limitrofe.

Ciò è plausibile soprattutto se paragonato a quanto sembra essere avvenuto nei primi secoli di questo millennio durante i quali molti terremoti, ben più disastrosi di quelli contemporanei, si sono abbattuti su queste contrade.

Con quale periodo di ritorno?

Gli avvenimenti recenti in aree considerate poco sismiche o asismiche riaprono questo capitolo nel senso che se le attuali conoscenze sismogenetiche non lasciano intravedere la presenza di strutture tettoniche capaci di generare terremoto molto distruttivi, ciò non esclude la possibilità di dover subire terremoti mediamente distruttivi a conferma delle massime intensità macrosismiche osservate nel passato nella regione veneziana.

### 10.2.3. Normativa sismica

La Legge 64/1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" rappresenta la pietra miliare della normativa sismica italiana. Essa prevedeva l'emanazione per decreto, di concerto con il Ministro dell'Interno e sentito il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), di norme tecniche per le costruzioni sia pubbliche che private. Il punto fondamentale di questa legge, mantenuto dalle successive, risiede nella possibilità di aggiornare la classificazione sismica del Paese e le norme sismiche ogni qualvolta che ciò sia giustificato dal progredire delle conoscenze dei fenomeni sismici.

La classificazione sismica prevedeva, quindi, l'inserimento dei comuni a rischio in una delle tre categorie sismiche allora previste e, per i comuni classificati, valevano specifici criteri progettuali e costruttivi.

Riguardo alla classificazione sismica, gli studi di carattere sismologico e geologico a seguito del terremoto del 1976 in Friuli e di quello del 1980 in Irpinia, svolti nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) del CNR, portarono a un sostanziale aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale e permisero la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al governo (PETRINI, 1980; PETRINI *et al.*, 1987) e tradotta in una serie di decreti da parte del Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1980 ed il 1984; tali decreti costituiscono la storica classificazione sismica italiana (Servizio

Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 1986).

Questa proposta del CNR era, per la prima volta in Italia, basata su indagini di tipo probabilistico della sismicità italiana e conteneva un embrione di stima del rischio sismico sul territorio nazionale (GRUPPO DI LAVORO SCUOTIBILITÀ, 1979; PETRINI *et al.*, 1981).

Durante gli anni Novanta il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) ha realizzato le Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale (SLEJKO *et al.*, 1998), consegnate al Dipartimento di Protezione Civile nel 1996.

Queste carte rappresentano l'accelerazione orizzontale di picco (PGA) e l'intensità macrosismica con periodo di ritorno 475 anni, e cioè con valori di scuotimento sismico con probabilità di eccedenza non superiore al 10% in 50 anni. Esse sono gli strumenti di comune utilizzo nella progettazione antisismica delle costruzioni civili.

I risultati contenuti in quella carta sono stati poi utilizzati per formulare, nell'ambito di un gruppo di lavoro misto GNDT - Servizio Sismico Nazionale (SSN), una proposta di classificazione dei comuni nelle tre categorie sismiche, che è stato quindi individuato su base strettamente scientifica. Successivamente, un altro gruppo di lavoro misto GNDT - SSN (ALBARELLO *et al.*, 2000) perfezionò le carte di pericolosità sismica nazionale utilizzando ancora la metodologia consolidata del probabilismo sismotettonico.

Relativamente alle norme sismiche, già nel 1975 vennero emanate le prime disposizioni (vedi Tab. 10.1), successivamente integrate da diversi interventi legislativi.

Le innovazioni più importanti introdotte dalle norme sismiche del 1975 riguardano l'introduzione dello spettro di risposta per le strutture e la possibilità di eseguire indagini di tipo dinamico. Gli aggiornamenti successivi hanno meglio precisato soprattutto l'altezza

N.	Riferimento	Contenuto
1	Legge 2 febbraio 1974, n° 64	"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
2	D.M. LL.PP. 3 marzo 1975	Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
3	D.M. LL.PP. 24 marzo 1982	Norme tecniche riguardanti la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento.
4	D.M. LL.PP. 12 dicembre 1985	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle tubazioni.
5	D.M. LL.PP. 3 dicembre 1987	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
6	D.M. LL.PP. 20 novembre 1987	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
7	D.M. LL.PP. 11 marzo 1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
8	D.M. LL.PP. 4 maggio 1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
9	D.M. 14 febbraio 1992	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato (C.A.) normale e precompresso e per le strutture metalliche.
10	D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
11	D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
12	D.M. 16 gennaio 1996	Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
13	Circolare LL.PP. n° 65 del 10 aprile 1997	Circolare illustrativa del D.M. 16/01/96.
14	OPCM n° 3274 del 20.03.2003	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
15	OPCM n° 3519 del 28.04.2006	Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006. Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (Ordinanza 3519).
16	DM 14.01.2008	Decreto Ministeriale 'Norme tecniche per le costruzioni'.

Tab. 10.1 - Riferimenti legislativi nazionali per la normativa sismica.

## MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO

† Vittorio Iliceto e Jacopo Boaga

La nuova riclassificazione del Veneto aveva imposto l'intera zona 3 al comune di San Michele al Tagliamento, dovuta principalmente alla forma particolarmente allungata in direzione N-NO del suo territorio, la cui parte settentrionale ricadeva in una fascia di accelerazione sismica prevista significativa. Nell'ambito di un progetto di ricerca con l'Università di Padova è stato perciò deciso di procedere a uno studio di microzonazione, rivelatosi il primo caso di sottozonazione comunale nel territorio del Veneto.

La metodologia scientifica utilizzata per la microzonazione del comune di San Michele al Tagliamento è stata conforme a quella utilizzata per microzonazioni da molti Istituti di Ricerca nazionali ed europei. Un caso analogo di studio, ad esempio, è stato affrontato con la medesima metodologia e in collaborazione con il "Landesamt für Geologie Rhostoffe und Bergbau" di Friburgo, l'autorità territoriale preposta alla mitigazione del rischio sismico della regione del Baden-Württemberg, in Germania.

Lo studio ha dapprima previsto l'impiego di diverse misurazioni strumentali atte a valutare la struttura del sottosuolo in termini di velocità sismiche per diverse località del comune, nonché di determinare il periodo proprio di vibrazione dell'intero territorio comunale.

Lo studio relativo alla risposta sismica locale nel caso di diversi terremoti ha imposto sia uno studio deterministico della pericolosità sismica sia la valutazione strumentale dell'attività sismica in loco. Il primo riguardava il calcolo di sismogrammi sintetici computando gli effetti di forti terremoti sul territorio comunale, asservendosi dei dati delle velocità sismiche acquisite nella prima fase del lavoro. Il secondo ha previsto l'acquisizione sismica in continuo per 6 mesi con 2 sismografi posti alle estremità settentrionale e meridionale del territorio

comunale. Lo scopo dell'indagine era di registrare terremoti locali provenienti da diverse direzioni. Nell'arco dei 6 mesi sono stati registrati terremoti locali di Magnitudo comprese tra 2,4 e 3,4. Di questi, tre erano provenienti da N-NO, cioè dall'area sismologicamente più attiva del Friuli, mentre due erano localizzati in epicentri laterali rispetto al territorio comunale (dal padovano e dalla Slovenia), quasi equidistanti dalle stazioni (Fig. 10.4).

In collaborazione con la Questura di Padova si è proceduto a un esperimento sull'attenuazione dell'energia elastica. Sono stati fatti brillare 30 kg di tritolo sul letto del fiume Tagliamento, registrando con sensori l'attenuazione dell'energia elastica lungo l'asse NO-SE e NE-SO. L'indagine sperimentale, relazionata alle registrazioni sismometriche, ha dimostrato come i terremoti provenienti dal N-NO, i più pericolosi in termini di capacità sismogenetica, hanno effetti molto differenti tra la zona settentrionale e quella meridionale del comune. L'energia sismica viene difatti fortemente attenuata lungo l'asse del territorio comunale di forma allungata in direzione NO-SE. Al contrario i terremoti registrati provenienti da NE e SO, quasi equidistanti dalle stazioni riceventi, hanno rilevato effetti del tutto assimilabili per la stazione meridionale e quella settentrionale. Questo ha scongiurato la possibilità di effetti locali marcati dovuti a diverse condizioni litologiche e rimarcato come il pericolo sismico del comune, atteso dalle faglie sismogenetiche friulane, sia essenzialmente legato alla sola attenuazione energetica.

I risultati del lavoro hanno perciò permesso la riclassificazione del territorio comunale in accordo con la zonazione regionale, individuando una zona 3 per la parte settentrionale del comune e una zona 4 per la sua parte meridionale (Fig. 10.5), dato poi ufficialmente recepito dalla Regione Veneto.



Fig. 10.4 - Terremoti registrati dalle stazioni (in giallo). In rosso i terremoti provenienti dall'area friulana, in blu i terremoti "laterali" dal padovano e dalla Slovenia.

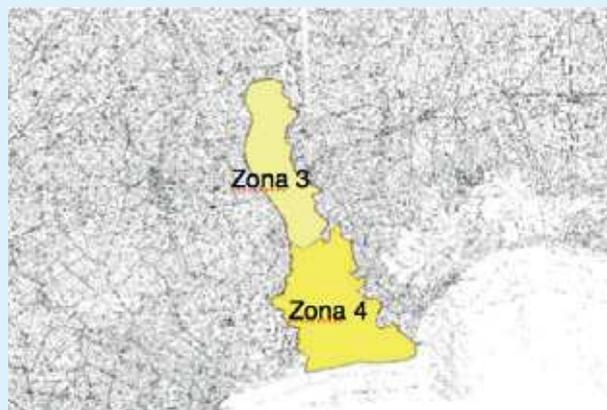


Fig. 10.5 - Riclassificazione del territorio comunale di San Michele al Tagliamento in sub-zona 3 e sub-zona 4.

massima ammissibile per gli edifici in zona sismica in funzione della larghezza della strada prospiciente.

E' il caso inoltre di ricordare che la recente normativa italiana (D.M. 14.01.2008) si rifà alle indicazioni dell'EUROCODICE n° 8: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture" in cui tra l'altro si precisano gli studi e le indagini sismiche da eseguire specialmente per quanto riguarda la costruzione di edifici strategici.

In data 20 marzo 2003 è stata firmata dal Presidente del Consiglio l'Ordinanza n° 3274 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", con la quale, su indicazione della Protezione Civile, viene introdotta una nuova Classificazione Sismica dell'intero territorio nazionale suddividendolo in 4 Zone "ex Categorie".

Col D.M. n° 14.09.2005 e col successivo D.M. n° 14.01.2008 sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni"; in esso sono definiti nuovi criteri di calcolo delle strutture dei manufatti da realizzarsi in zona sismica. Il Decreto è stato dapprima applicato in via sperimentale per diciotto mesi risultando nel contempo possibile l'utilizzo dei precedenti metodi di calcolo (di cui al D.M. 16.01.1996), per poi diventare, con circolare pubblicata nella G.U. n° 187 del 13.08.1996, l'unica Norma di riferimento utilizzabile.

L'Ordinanza 3519/2006 ha invece stabilito nuove direttive generali per la definizione delle zone sismiche nazionali e ha introdotto caratteri innovativi anche nelle modalità di calcolo degli edifici (variando i valori delle accelerazioni massime al suolo, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{S_{30}} > 800 \text{ m/s}$ , con  $V_{S_{30}}$  media pesata della velocità delle onde sismiche S dei primi

30 metri di sottosuolo; vedi la successiva scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia ricadenti nella zona 3"). La norma ha inoltre stabilito che gli ambiti amministrativi comunali non risultano più necessariamente caratterizzati dall'interessamento a un unico e omogeneo livello di rischio, in quanto possono essere contraddistinti dall'appartenenza a più fasce, e quindi a più zone; vedi la scheda "Microzonazione sismica del comune di San Michele al Tagliamento".

#### 10.2.4. Classificazione sismica dell'area veneziana

La valutazione della sismicità di un'area può quindi essere trattata sia sotto l'aspetto legislativo (classificazione sismica), sia attraverso gli studi sismologici in essa condotti (ed eventualmente da completare), sia attraverso un'analisi della specifica fragilità, e quindi pericolosità, del territorio in termini di contenuti edilizio - monumentali, industriali ecc.

Dal punto di vista della classificazione sismica nessun comune della provincia di Venezia rientra nelle zone classificate sismiche dal D.M. LL.PP. del 14.05.1982 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche della Regione Veneto".

Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", su indicazione della Protezione Civile sono state profondamente modificate le Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica ed è stata introdotta una nuova classificazione sismica dell'intero territorio nazionale suddividendolo in 4 Zone: "ex Categorie" (Fig. 10.6).

La 4° zona fa riferimento a tutte le aree precedente-

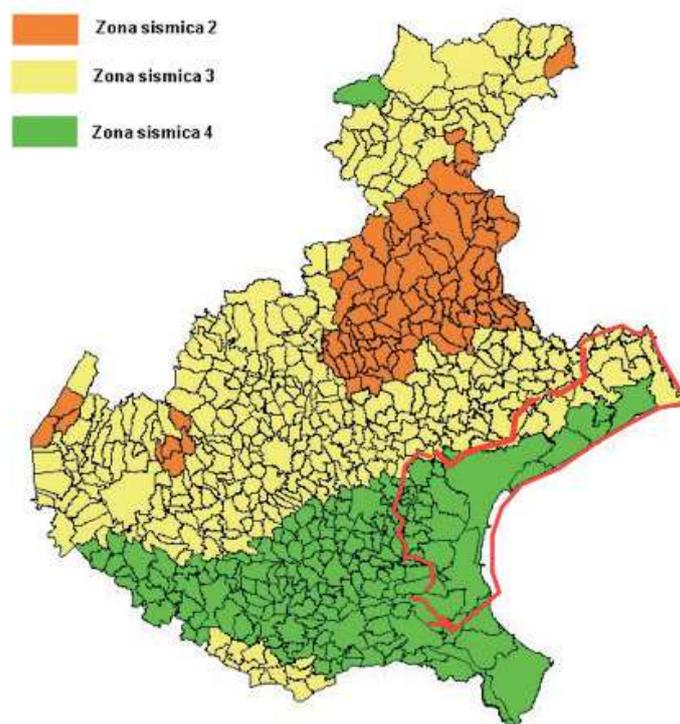


Fig. 10.6 - Riclassificazione sismica del Veneto (D.R. n° 67/2003); non è presente la "Zona sismica 1".

mente non classificate, evidenziando così la sismicità dell'intero territorio nazionale.

Nella zona 4 le Regioni sono state chiamate a decidere se applicare o meno la progettazione sismica nel caso di edifici ordinari, mentre essa risulta comunque obbligatoria per gli edifici strategici e ad alto affollamento (D.R. n° 67/2003).

Pertanto tutti i comuni veneziani (24), inclusi nella III<sup>a</sup> categoria, sono ora classificati in zona 3 (Fig. 10.6): Annone Veneto, Ceggia, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Piave, Fossalta di Portogruaro, Guaro, Marcon, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Noale, Noventa di Piave, Portogruaro, Pramaggiore, Quarto d'Altino, Salzano, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento, Santa Maria di Sala, S. Stino di Livenza, Scorzé, Teglio Veneto e Torre di Mosto, mentre sono confluiti in zona 4 i comuni (19) a suo tempo ricadenti nella denominazione "non classificato": Campolongo Maggiore, Camponogara, Caorle, Cavallino Treporti, Cavarzere, Ceggia, Chioggia, Cona, Eraclea, Fiesso d'Artico, Fossò, Jesolo, Mira, Mirano, Pianiga, Spinea, Stra, Venezia, Vigonovo.

La Provincia di Venezia ha voluto valutare, pur a grandi linee, i principali parametri che caratterizzano il comportamento dinamico del terreno nei comuni ricadenti in Zona 3 (Fig. 10.7) del proprio territorio. Nello specifico (scheda "La classificazione sismica del suolo dei comuni in provincia di Venezia

ricadenti nella zona 3") le indagini hanno studiato il territorio provinciale sito in zona 3 nei termini di misura dei valori di  $V_{s_{30}}$  del sottosuolo e, più specificatamente, la misura del periodo proprio di edifici strategici confrontandolo con quello del terreno di fondazione.

Nella Tabella 10.2 sono riportate le Massime Intensità Macrosismiche osservate riferite a ogni comune del veneziano, come desunte dall'Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise nell'ambito del G.N.D.T, I.N.G.V. e S.S.N., mentre la Fig. 10.8 le riporta arealmente.

D'altro canto gli studi condotti da Istituzioni quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il Servizio Sismico Nazionale (SSN), il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) ecc. prospettano un quadro di Intensità macrosismiche osservate ( $I_{max}$ ) che vanno dal VI° all'VIII° grado della Scala Mercalli.

Nella Fig. 10.8 è riportata la massima intensità macrosismica per ciascun comune della provincia e del Veneto.

L'intensità macrosismica può essere valutata avvalendosi di diverse scale fra le quali la più nota, per la valutazione dei danni ai fabbricati, è la scala M.S.K.

La scala M.S.K., chiamata così dalle iniziali dei nomi

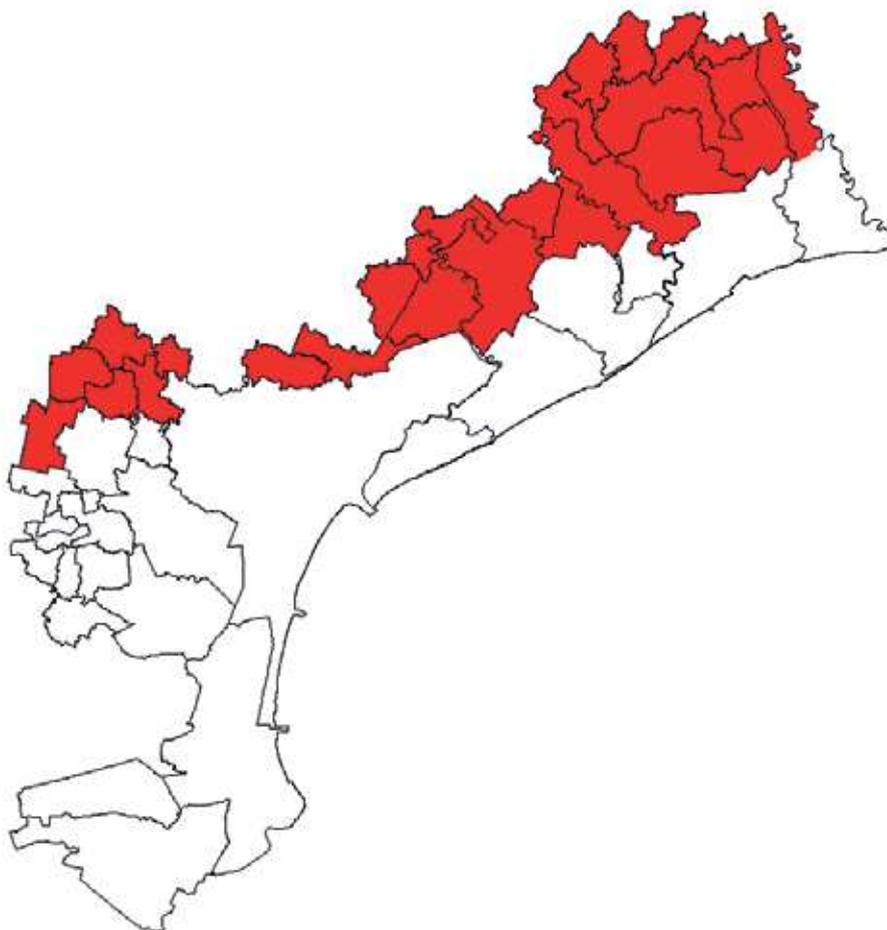


Fig. 10.7 - Comuni della provincia di Venezia ricadenti in zona 3.

Comune	Intensità macrosismica
ANNONE VENETO	7
CAMPAGNA LUPIA	< 6
CAMPOLONGO MAGGIORE	< 6
CAMPONOGARA	< 6
CAORLE	< 6
CAVARZERE	< 6
CEGGIA	< 6
CHIOGGIA	7
CINTO CAOMAGGIORE	7
CONA	< 6
CONCORDIA SAGITTARIA	< 6
DOLO	< 6
ERACLEA	< 6
FIESSO D'ARTICO	< 6
FOSSALTA DI PIAVE	< 6
FOSSALTA DI PORTOGRUARO	< 6
FOSSO`	< 6
GRUARO	7
JESOLO	7
MARCON	7
MARTELLAGO	7
MEOLO	< 6

Comune	Intensità macrosismica
MIRA	< 6
MIRANO	7
MUSILE DI PIAVE	< 6
NOALE	8
NOVENTA DI PIAVE	< 6
PIANIGA	7
PORTOGRUARO	< 6
PRAMAGGIORE	7
QUARTO D'ALTINO	7
SALZANO	7
SAN DONA` DI PIAVE	< 6
SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO	< 6
SANTA MARIA DI SALA	7
SANTO STINO DI LIVENZA	< 6
SCORZE`	7
SPINEA	7
STRA	< 6
TEGLIO VENETO	7
TORRE DI MOSTO	< 6
VENEZIA	8
VIGONOVO	< 6

Tab. 10.2 - Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Venezia.

## LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DEI COMUNI IN PROVINCIA DI VENEZIA RICADENTI IN ZONA 3

† Vittorio Iliceto e Jacopo Boaga

La Provincia di Venezia ha eseguito uno studio diffuso dei comuni ricadenti in zona sismica 3. Lo studio era teso a valutare la classificazione sismica del suolo su di un punto campione del territorio comunale ed effettuare svariate misure tomografiche, atte a ricavare il periodo proprio di risonanza di sottosuolo ed edificato per costruzioni ritenute strategiche (scuole, ospedali ecc.).

Per ogni comune posto in zona 3 è stata eseguita un'indagine geofisica da superficie in grado di caratterizzare le velocità sismiche trasversali ( $V_s$ ) per i primi 30 metri di sottosuolo, permettendo la classificazione sismica del punto di misura secondo il D.M. 14.01.08. È stata difatti calcolata la media pesata delle  $V_s$  per i primi 30 metri di sottosuolo calcolando il parametro  $V_{S_{30}}$ . In termini generali si può affermare che i territori comunali presi in esame rientrano nelle categorie di sottosuolo C (*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la*

*profondità e da valori di  $V_{S_{30}}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s, ovvero  $15 < N_{spt30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kpa nei terreni a grana fine”*) e D (*“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle qualità meccaniche in profondità e da valori di  $V_{S_{30}}$  inferiori ai 180 m/s, ovvero  $15 < N_{spt30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} < 70$  kpa nei terreni a grana fine”*).

Molto significative sono apparse le misure del periodo proprio di risonanza di suolo ed edifici strategici, in grado di rivelare possibili pericolose condizioni di doppia risonanza per diversi edifici strategici in ogni comune ricadente in zona 3. Questa ulteriore indagine ha quindi dimostrato l'importanza dello studio del comportamento dinamico di edifici strategici, anche se le norme in vigore si limitano molto più semplicemente a imporre la sola classificazione sismica del suolo, omettendo di fatto che questa diventa significativa solo quando su di esso si basa un edificio di particolare importanza.

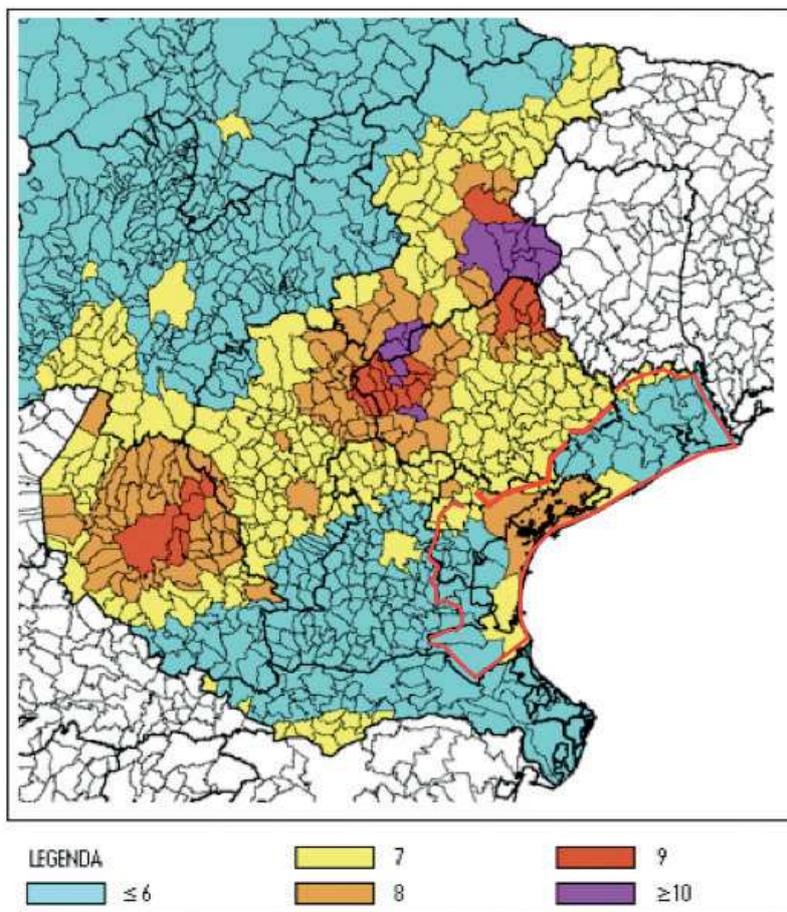


Fig. 10.8 - Massime intensità macrosimiche osservate in provincia di Venezia e nel Veneto.

<b>Tipi di costruzione</b>	<b>TIPO A</b>	Costruzioni in pietrame di campo, costruzioni rustiche, case di mattoni cotti al sole, case di creta
	<b>TIPO B</b>	Costruzioni di mattoni comuni, a grandi blocchi o di tipo prefabbricato; costruzioni fatte metà a legno metà a pietre; fabbricati in pietra naturale tagliata
	<b>TIPO C</b>	Costruzioni consolidate (cemento armato ecc.); costruzioni in legno ben costruite
<b>Grado del danno</b>	<b>1°) DANNI LEGGERI:</b>	fenditure sottili nell'intonaco, caduta di piccoli pezzi di esso.
	<b>2°) DANNO MODERATO:</b>	piccole fenditure nelle pareti; caduta di grandi pezzi di intonaco; slittamento di tegole sui tetti; fessurazioni di comignoli con eventuali crolli parziali di essi.
	<b>3°) DANNI GRAVI:</b>	larghe e profonde fenditure nelle pareti interne; caduta di comignoli.
	<b>4°) DISTRUZIONE:</b>	crepe nei muri interni ed esterni; crollo parziale di edifici; distacco di parti dell'edificio; crollo di pareti interne e muri non maestri.
	<b>5°) DANNO TOTALE:</b>	crollo totale degli edifici.

degli Autori Medvedev-Sponheuer-Karnik, è divisa in tre parti:

- una descrizione delle costruzioni suddivisa in tre parti;
- una scala che riporta in gradi la gravità dei danni causati dal terremoto;
- una scala di intensità in 12 gradi, ognuno dei

quali descrive gli effetti del terremoto sulle persone (percezione auditive e visive), sulle cose, sull'ambiente e sulle costruzioni.

Qui nel seguito si riporta il testo della scala M.S.K. relativo al V° - VI° - VII° - VIII° grado poiché di diretto interesse per i comuni del veneziano.

Conviene ricordare che i gradi, tra le scale Mercalli e

M.S.K., possono differire al massimo di +/- ½ grado. Nella scala gli aggettivi sono quantizzati come segue:

<b>Pochi</b>	<b>5%</b>
<b>Molti</b>	<b>50%</b>
<b>La maggior parte</b>	<b>75%</b>
<b>Tutti</b>	<b>100%</b>

#### **Disposizioni della scala (attori nella descrizione del moto):**

- Persone dintorni
- Strutture di tutti i tipi
- Natura

#### **• Descrizione dei danni ascrivibili ai singoli gradi della scala MSK:**

##### **V° - Risveglio**

Il terremoto è sentito da tutti quelli che si trovano all'interno di edifici, e da molti all'esterno. Gli animali si innervosiscono. Gli edifici tremano. Gli oggetti sospesi oscillano considerevolmente. I quadri sbattono contro i muri oppure si spostano. A volte si fermano gli orologi a pendolo. Gli oggetti instabili possono ribaltarsi o spostarsi. Le finestre e le porte aperte si aprono completamente e si richiudono. I liquidi spruzzano in piccole quantità dai loro contenitori aperti, quando questi sono molto pieni. La sensazione della vibrazione è simile a quella provocata dalla caduta di un oggetto pesante nell'edificio.

Sono possibili danni leggeri in costruzioni di tipo A. Talvolta c'è un cambiamento nel flusso delle fontane.

##### **VI° - Spavento**

Avvertito da molti internamente ed esternamente agli edifici. Molti si spaventano ed escono dagli edifici. Poche persone perdono l'equilibrio. Gli animali domestici scappano dalle stalle. A volte piatti e bicchieri si possono rompere e i libri possono cadere dagli scaffali. I mobili pesanti si possono muovere e i campanelli possono suonare.

Danno di grado 1° per pochi edifici di tipo B e per vari di tipo A. In pochi edifici di tipo A il danno è di grado 2°.

In pochi casi sono possibili fessure di circa 1 cm di larghezza nel terreno umido; nelle montagne ci possono essere frane, cambiamenti nel flusso delle sorgenti e nel livello dell'acqua nei pozzi.

##### **VII° - Danni agli edifici**

Molte persone si spaventano e corrono fuori dagli edifici. Molti non riescono a stare in equilibrio: la vibrazione è notata da persone al volante di automobili in movimento. Le campane suonano.

In vari edifici di tipo C il danno è di grado 1; in vari

edifici di tipo B il danno è di grado 2. Molti edifici di tipo A subiscono danni di grado 3 e pochi di grado 4. In casi particolari ci sono frane su strade inclinate; fessure nelle strade; condutture danneggiate; fessure in muri di pietra.

Si formano onde nell'acqua, e l'acqua diventa torbida e infangata. I livelli d'acqua nei pozzi e il flusso delle sorgenti cambiano. In pochi casi le sorgenti asciutte riacquistano il loro flusso e altre smettono di fluire. In certi casi, scivolano mucchi di sabbia.

##### **VIII° - Distruzione degli edifici**

Paura e panico; anche le persone alla guida di automobili sono disturbate. Qua e là si rompono e cadono rami di alberi. Anche i mobili pesanti si muovono e si ribaltano. I lampadari sono in parte danneggiati.

Molti edifici di tipo C subiscono danni di grado 2, pochi di grado 3. La maggioranza degli edifici di tipo B subisce danni di grado 3 e molti di tipo A subiscono danni di grado 4. Molti edifici di tipo C subiscono danni di grado 2. A volte si osservano: rotture di condutture; monumenti che si muovono e oscillano; pietre tombali che si rovesciano; muri di pietra che cadono.

Piccole frane in depressioni e in strade rialzate con forti pendenze. Fessure nel terreno larghe fino a vari cm. L'acqua nei laghi diventa torbida. Si formano nuovi serbatoi. I pozzi asciutti si riempiono e molti già pieni si prosciugano; in molti casi c'è un cambiamento nel flusso e livello dell'acqua.

#### **• Descrizione dei danni ascrivibili ai singoli gradi della scala EMS:**

Attualmente, in ambito comunitario, è in vigore una nuova scala sismica denominata EMS "European Macroseismic Scale" che può essere considerata un aggiornamento della M.S.K. Essa, limitata ai gradi di interesse, viene riportata sia per completezza ma sia anche in funzione del chiaro approccio schematico offerto ai vari tipi di informazioni necessari per una più esaustiva comprensione del testo della scala.

##### **V° - Forte**

Il terremoto è avvertito da molti all'interno e da pochi all'esterno di edifici. Alcuni si spaventano e corrono all'esterno. Molti si svegliano. Le persone sentono un forte scuotimento dell'intero edificio, stanza o arredamento.

Gli oggetti sospesi oscillano considerevolmente. Porcellane e bicchieri sbattono assieme. Piccoli oggetti, instabili o malfermi, si spostano o cadono. Porte e finestre si aprono o si chiudono. In pochi casi si rompono i vetri delle finestre. I liquidi spruzzano in piccole quantità dai loro contenitori aperti, quando questi sono molto pieni. Gli animali si innervosiscono.

Danni del primo grado a pochi edifici della classe di vulnerabilità A e B.

**VI° - Deboli danni**

Avvertito da molti internamente ed esternamente agli edifici. Molti si spaventano ed escono dagli edifici. Poche persone perdono l'equilibrio.

Piccoli oggetti normalmente stabili possono cadere. I mobili pesanti si possono muovere. A volte piatti e bicchieri si possono rompere. Gli animali domestici (anche se all'esterno) possono essere spaventati.

Danno di grado 1° per pochi edifici di classe di vulnerabilità A e B. In pochi edifici di tipo A e B il danno è di grado 2°, per pochi della classe C il danno è di grado 1°.

**VII° - Danni**

Molte persone sono spaventate e cercano di correre fuori. Molti hanno difficoltà di stare in piedi, specialmente ai piani alti.

L'arredamento è spostato e mobili con carichi elevati possono essere ribaltati. Oggetti in gran numero cadono dagli scaffali. L'acqua fuoriesce da contenitori, bacinelle, piscine. Molti edifici di classe di vulnerabilità A hanno danni di grado 3; pochi di grado 4. Molti edifici di classe di vulnerabilità B hanno danni di grado 2; pochi di grado 3. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità C hanno danni di grado 2. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità D hanno danni di grado 1.

**VIII° - Forti danni**

Molti hanno difficoltà di stare in piedi, anche all'esterno.

I mobili possono essere rovesciati. Oggetti quali TV, macchine da scrivere ecc. cadono a terra. Pietre tombali si spostano, si girano o si rovesciano. In terreni soffici si possono osservare delle onde.

Molti edifici di classe di vulnerabilità A hanno danni di grado 4; pochi di grado 5. Molti edifici di classe di vulnerabilità B hanno danni di grado 3; pochi di grado 4. Molti edifici di classe di vulnerabilità C hanno danni di grado 2; pochi di grado 3. Alcuni edifici di classe di vulnerabilità D hanno danni di grado 2.

**10.3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO A LIVELLO DI DISTRETTO.**

La provincia di Venezia possiede una conformazione ad arco che la fa estendere molto lungo la direzione NE-SO e molto meno secondo E-O.

Questa singolarità possiede un riflesso nell'ottica sismologica poiché i territori settentrionali e centrali risultano più prossimi alle zone sismogenetiche del Friuli e del Bellunese di quanto non lo siano quelli più meridionali, semmai più vicini agli accadimenti appenninici.

Per la redazione dei piani comunali di Protezione Civile, realizzati dal Servizio Protezione Civile della Provincia con i Comuni interessati, si è ritenuto che, causa la relativa modesta estensione di un territorio comunale medio, acquisisce maggiore vigore l'affrontare la valutazione del rischio sismico su aree più significative che, nel nostro caso, sono stati i Distretti Provinciali di Protezione Civile.

La Provincia di Venezia comprende i seguenti Distretti di Protezione Civile<sup>3</sup>: portogruarese, sandonatese, veneziano, Marcon e Quarto d'Altino (che per il rischio sismico sono stati considerati assieme al veneziano, stante la loro limitata estensione territoriale), miranese, riviera del Brenta e cavarzerano - chioggiotto (o clodiense).

E' inoltre il caso di ricordare che la valutazione del Rischio sismico in un'area si effettua non solo attraverso un approccio tecnico-scientifico bensì d'intesa con la Comunità interessata alla quale spetta il compito di definire il livello di protezione da adottare nella difesa delle catastrofi sismiche.

Da ciò, come è noto, deriva la definizione di Rischio Sismico, come prodotto cioè della Pericolosità per la Vulnerabilità<sup>4</sup>.

Si definisce infatti "Pericolosità" la probabilità di occorrenza di un evento sismico, di assegnata intensità, in un determinato luogo entro un periodo di tempo prestabilito. La Pericolosità è funzione della sismicità regionale e delle condizioni fisiche locali ed è indipendente dall'ambiente costruito.

Si definisce "Vulnerabilità" il grado di danno atteso in un determinato luogo in conseguenza di un evento sismico di assegnata intensità. La vulnerabilità è pertanto dipendente dalla presenza dell'uomo e delle sue attività economiche e culturali ed è indipendente dalla severità della scossa sismica attesa. In particolare la Vulnerabilità di un insediamento è funzione di molteplici fattori quali: popolazione e sua età, tessuto fisico e sua distribuzione sul territorio, economia e mezzi di produzione, servizi sociali e comunitari, cultura e tradizione storica, ambiente artistico e naturale ecc.

Per ogni comune provinciale è possibile confrontare il dato di intensità macrosismica con la massima intensità macrosismica attribuita al comune specifico. Si ottiene in tal modo una immediata valutazione della gravità della situazione tenendo presente il livello dei danni delineato dal grado di intensità macrosismiche. Si ricordi, ad esempio, che scosse del V° e VI° grado sono ampiamente risentite dalla popolazione ma possono provocare solo danni, pur lievi, a fabbricati specie di una certa vetustà.

Direttamente sui luoghi del risentimento si deve quindi passare alla valutazione dei danni, quali soprattutto crepe in vecchie abitazioni, possibili cadute di parti decorative, orlature, comignoli ecc., ma che possono portare all'eventuale coinvolgimento di alcune persone.

<sup>3</sup> La suddivisione in distretti di Protezione Civile è stata fatta dalla Regione Veneto, sentite le Province, con apposita D.G.R.V. Nel caso della provincia di Venezia la suddivisione ricalca sostanzialmente quella "storica", già usata per i Comprensori negli anni '70, in quanto considerata tuttora valida sia per gli aspetti fisico-territoriali che per quelli socio-economici.

<sup>4</sup> Le definizioni di rischio, pericolosità e vulnerabilità sono anche trattate nei capitoli 18 "Rischio idraulico" e 19 "Rischio da mareggiata".

Come si può osservare nella Fig. 10.9, per ogni comune il Servizio Sismico Nazionale è in grado di fornire alcuni parametri di base quali:

- la massima intensità macrosismica osservata,
- il numero atteso di persone coinvolte in crolli
- il danno totale annuo atteso per patrimonio abitativo.

Queste informazioni possono essere utilizzate sia in fase di prevenzione, realizzando ad esempio opere di rinforzo, ristrutturazione, messa a norma ecc., e sia in fase di post-accadimento per un confronto e rivalutazione della vulnerabilità delle strutture presenti nel singolo territorio comunale.

In ambito comunale, qualora si sia definito un elenco o una mappa della vulnerabilità degli edifici sensibili, si potrà valutare la rispondenza fra l'informazione del Servizio Sismico Nazionale e la realtà locale, ottenendo così un rapido quadro di riferimento circa la reale portata locale dell'accadimento sismico.

Risulta quindi necessario censire tutti gli edifici sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura e di riposo, edifici pubblici di interesse strategico, ponti, insediamenti industriali e depositi ecc. valutandone il loro grado di vulnerabilità alla luce della classificazione in tipologie

delle scale sismiche MSK e EMS e delle indicazioni contenute nelle recenti ordinanze di Protezione Civile in materia di messa in sicurezza degli edifici sensibili e strategici.

Esaminiamo ora, per ciascun distretto di Protezione Civile, il rischio sismico che è stato valutato.

### 10.3.1. Portogruarese

Il Distretto di Portogruaro è composto dai seguenti comuni: Annone Veneto, Caorle, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza, Teglio Veneto. Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la regione Friuli - Venezia Giulia.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Annone Veneto, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza e Teglio Veneto. I rimanenti comuni sono inseriti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di circa 91.000, di cui il 30 % è concentrato nella città di Portogruaro.

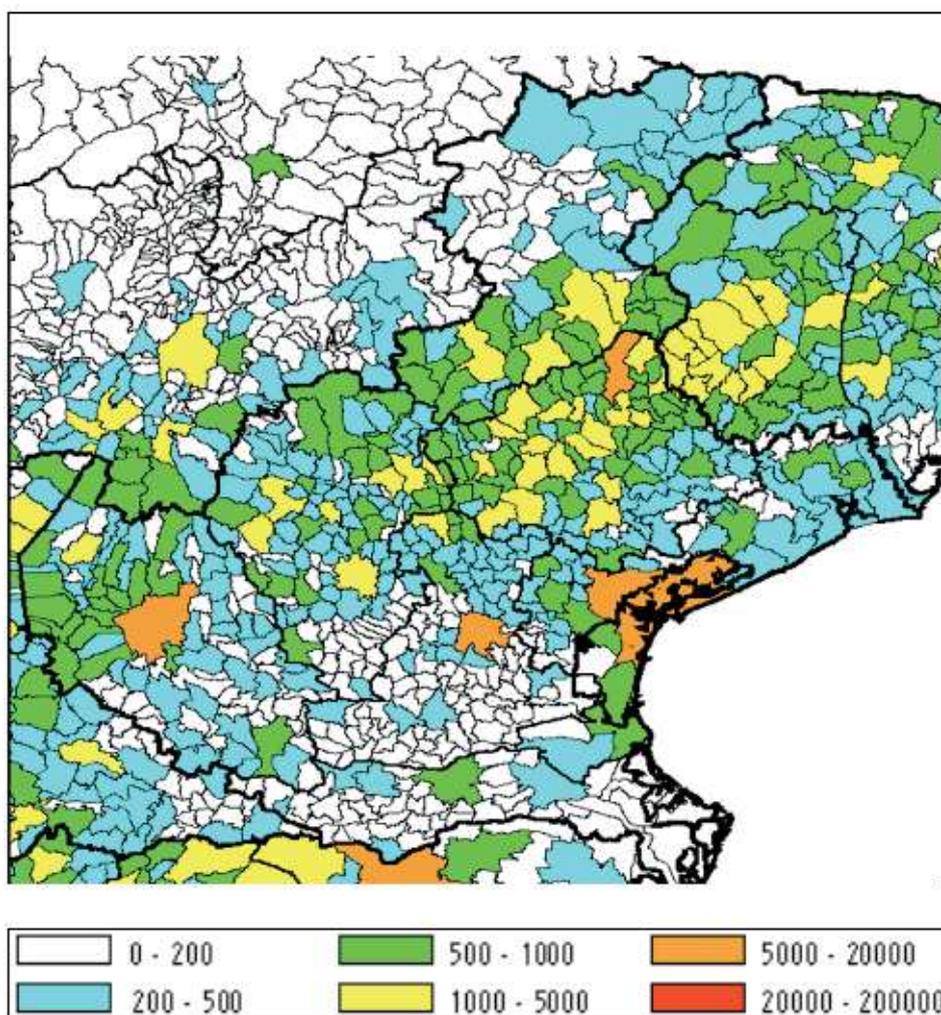


Fig. 10.9 - Danno totale annuo atteso per patrimonio abitativo per comune (metri quadri equivalenti), nel Veneto e in provincia di Venezia.

Le presenze nel 2010 nelle località balneari di Caorle e Bibione ammontano a 10,4 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del portogruarese gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda i comuni di Pramaggiore, Cinto Caomaggiore, Gruaro e Teglio Veneto;
- la seconda i comuni Annone Veneto, Caorle, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Portogruaro, San Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

### 10.3.2. Sandonatese

Il Distretto del sandonatese è composto dai seguenti comuni: Cavallino Treporti, Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Jesolo, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave, Torre di Mosto.

Essi appartengono al settore centro-settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Treviso.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Ceggia, Fossalta di Piave, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave e Torre di Mosto. I rimanenti comuni sono inseriti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 95.000, di cui il 35 % è concentrato nella città di San Donà. Le presenze nel 2010 nelle località balneari di Cavallino, Jesolo, Eraclea ammontano a 11,7 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del sandonatese gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda i comuni di Cavallino Treporti e Jesolo;
- la seconda i comuni Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave, Torre di Mosto.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

### 10.3.3. Veneziano

Il veneziano è composto dai comuni di Venezia, Marcon e Quarto d'Altino.

Essi costituiscono il settore centrale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Treviso.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Marcon e Quarto d'Altino. Il comune di Venezia è inserito in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di circa 300.000, di cui oltre il 90 % è concentrato nella città di Venezia Mestre. Le presenze nel 2010 nel comune di Venezia ammontano a 9,1 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il veneziano gli scenari di rischio risultano i più impegnativi poiché per la città lagunare di Venezia la massima intensità macrosismica osservata è stata dell'VIII° grado della scala Mercalli, mentre nell'entroterra, comprendente la città di Mestre - Marghera, Marcon e Quarto d'Altino, la I<sub>max</sub> è del VII° grado.

Pertanto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie, di cui la prima riguarda la città lagunare di Venezia, la seconda i comuni di Marcon, Quarto d'Altino e l'entroterra Mestre-Marghera.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto l'VIII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

### 10.3.4. Miranese

Il Distretto del miranese è composto dai seguenti comuni: Mirano, Scorzé, Noale, Santa Maria di Sala, Martellago, Spinea, Salzano.

Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con le province di Treviso e Padova.

Alcuni di essi sono classificati in zona 3, e precisamente: Martellago, Noale, Santa Maria di Sala, Scorzé e Salzano. I due rimanenti in zona 4.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 126.000 di cui il 60 % è concentrato nei comuni a elevata concentrazione di Mirano, Noale e Scorzé.

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del Distretto del miranese gli scenari di rischio risultano i più impegnativi poiché per Noale la massima intensità macrosismica osservata è stata dell'VIII° grado della scala Mercalli, mentre per i restanti comuni la I<sub>max</sub> è del VII° grado.

Pertanto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui la prima riguarda la Città di Noale e la seconda i comuni di Mirano, Scorzé, Santa Maria di Sala, Martellago, Spinea e Salzano.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto l'VIII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

### 10.3.5. Riviera del Brenta

Il Distretto della riviera del Brenta è composto dai seguenti comuni: Dolo, Mira, Fiesso d'Artico, Stra, Fossò, Vigonovo, Campagna Lupia, Camponogara, Campolongo Maggiore, Pianiga.

Essi costituiscono il settore più settentrionale della provincia di Venezia e confinano con la provincia di Padova.

Nessuno di essi è proposto per la classificazione di zona 3.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 110.000 di cui il 30 % è concentrato a Mira.

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio della riviera del Brenta gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie di cui:

- la prima riguarda il comune di Pianiga;
- la seconda tutti i rimanenti comuni.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli, i cui effetti sono stati riportati in precedenza.

### 10.3.6. Cavarzerano - Chioggiotto

Il cavarzerano - chioggiotto (o clodiense) è composto dai comuni di Chioggia, Cavarzere e Cona.

Essi costituiscono il settore più meridionale della provincia di Venezia e confinano con le province di Padova e Rovigo.

Nessuno di essi è proposto per la classificazione di zona 3.

Il numero complessivo di abitanti è di oltre 70.000, di cui oltre il 70 % è concentrato nella città di Chioggia - Sottomarina. Le presenze nel 2010 nel comune di Chioggia ammontano a 2,1 milioni (fonte: Regione Veneto).

Gli edifici sensibili e gli insediamenti industriali principali dovranno essere valutati in base alla loro vulnerabilità che, assieme al fattore di pericolosità, porterà alla definizione del livello di rischio sismico da attribuire ai singoli edifici o zone urbane e/o industriali.

Per il territorio del cavarzerano - chioggiotto gli scenari di rischio possono essere ricondotti a due tipologie, di cui la prima riguarda il comune di Chioggia e la seconda i comuni di Cavarzere e Cona.

Il primo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VII° grado della Scala Mercalli; il secondo scenario di rischio è relativo alla massima intensità macrosismica osservata che ha raggiunto il VI° grado della Scala Mercalli.

## 10.4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La classificazione sismica del territorio nazionale rappresenta già un preciso riferimento nell'ambito

della pianificazione del territorio suddividendolo in quattro categorie a diversa pericolosità sismica. La proposta di revisione ha impegnato per lunghi anni i ricercatori degli enti pubblici italiani e vede oggi un valore normativo con l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

Il quadro di riferimento nazionale è il punto di partenza per studi e indagini sia a livello regionale, se non già disponibili, che per ambiti più ristretti quali provinciali, comunali o intercomunali o ancor più ridotti qualora l'importanza dell'opera lo richieda. Non è pensabile, infatti, condurre lo studio della sismicità di un'area senza avere il riferimento generale circa la situazione sismogenetica regionale o la natura degli effetti locali, che solo indagini geologico - geofisiche e sismologiche sono in grado di delineare almeno in termini essenziali. Come si è potuto constatare durante l'*excursus* legislativo, le attuali norme non prescrivono chiaramente lo studio del sottosuolo e dei fenomeni sismici incombenti. Tali norme sono sempre viste in funzione dell'edificabile senza premettere che la sua ubicazione deve tener conto delle pericolosità sismica dell'area. Argomenti quali la definizione di terremoto di progetto, direzione delle componenti orizzontali delle accelerazioni, spettro di risposta sono esempi di punti che devono essere chiariti nella normativa alla luce delle nuove conoscenze e dei metodi di indagine del terreno.

Le numerose esperienze di studio maturate hanno dimostrato come la tendenza di alcune zone ad amplificare le onde sismiche sia uno dei fattori che non può essere ignorato da chi è preposto alla pianificazione e alla salvaguardia del territorio. Ciò è di fondamentale importanza sia per valutare la capacità di resistere alle sollecitazioni sismiche per le strutture già esistenti, sia per un'adeguata progettazione antisismica per le strutture di nuova realizzazione.

Si può intuire come un corretto approccio alla mitigazione del rischio sismico debba essere multidisciplinare.

Un primo sostanziale contributo può venire dalla ricerca sui terremoti storici grazie all'abbondante mole di informazioni contenuta negli archivi delle nostre antiche città. Lo studio della geologia urbana<sup>5</sup> e la raccolta dei dati geologici<sup>6</sup> e geotecnici consente di ricostruire le geometrie dei corpi sepolti e le proprietà elastiche e anelastiche dei terreni che controllano la distribuzione dell'energia sismica in superficie durante i terremoti. Quando queste informazioni sono sufficientemente dettagliate, le simulazioni numeriche sono in grado di evidenziare le zone dove gli effetti possono essere particolarmente violenti.

<sup>5</sup> Si ricorda in particolare su questo argomento che la Provincia, assieme alla Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), ha organizzato il convegno "Geologia urbana di Venezia" (24.11.2006), i cui Atti racchiudono interessanti relazioni, utili anche per la conoscenza del rischio sismico di Venezia (BONDESAN A. *et al.*, 2006).

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la Tav. 7.

La registrazione di eventi sismici in area urbana, anche se di magnitudo medio - bassa, rappresenta poi uno strumento molto affidabile, sia per finalità diagnostiche che per la calibrazione dei modelli fisico - matematici. Le competenze ingegneristiche sono, infine, determinanti per la valutazione della vulnerabilità degli edifici e per la descrizione di idonee vie sicure di fuga dall'evento calamitoso, nonché per la gestione degli interventi<sup>7</sup>.

Un punto importante, previsto sin dalla legge n° 64/1974, è che l'aggiornamento delle norme tecniche può prevedere anche la revisione della classificazione sismica e l'introduzione di nuove norme senza necessità di modificare la legge. E' opportuno, quindi, rivedere le norme nell'ottica della zonazione sismica: lavoro non così arduo poiché, come si è visto, molti dei fattori pertinenti alla zonazione sismica sono già contemplati dalle diverse norme nazionali e regionali. Una normativa specifica per la realizzazione della zonazione sismica, ad esempio a scala comunale o intercomunale, non richiederebbe l'introduzione *ex novo* di particolari studi, ma solo l'estensione a scale più adeguate di quanto già a vario titolo richiesto dalle norme esistenti, e la predisposizione di linee guida, che pur tenendo conto delle peculiarità delle varie zone, indichino gli studi e le indagini minimali, ma sufficienti, per garantire maggiormente l'incolumità pubblica, compatibilmente con lo stato delle conoscenze tecnico - scientifiche attuali.

L'efficacia della protezione dal rischio si inizia col lavoro di prevenzione che, nel caso del rischio sismico, si identifica con l'arte del ben costruire nelle zone meno vulnerabili e conosciute nel loro comportamento sotto le azioni sismiche. Le più recenti leggi nazionali e regionali (ad esempio il D.Lgs. n° 334/99, detto "Seveso 2", e la L.R.V. n° 11/01) condizionano esplicitamente i criteri di pianificazione e urbanizzazione con l'attuazione delle procedure di salvaguardia.

Pertanto la pianificazione del territorio, a qualunque livello, non può più transigere dalla necessità di armonizzare le esigenze sociali (piani regolatori) con quelle della sicurezza dei siti e degli edifici e, in caso di calamità, delle esigenze dell'intervento delle Autorità preposte.

Il corpo legislativo che regola le necessità dello sviluppo e dell'utilizzo del territorio, specificatamente ancor più in zona sismica, si sviluppa, sia a livello nazionale che regionale, secondo tre direttrici, non sempre convergenti e interdipendenti, relative alla pianificazione territoriale, alla normativa sismica e alla protezione civile.

Ciò è in buona parte derivato da una visione delle problematiche del territorio e del tessuto sociale che ha privilegiato scelte di settore tecniche o politico - amministrative; la tendenza attuale è auspicabilmente quella di una convergenza culturale verso concetti universali quali la prevenzione e previsione non

solo delle calamità, ma anche della pianificazione e gestione di ogni risorsa.

In via di principio, la conoscenza dei rischi incombenti sul territorio comporterebbe necessariamente la predisposizione o la revisione automatica dei piani urbanistici esistenti e redatti in epoche in cui le tematiche e ambientali e di protezione civile non emergevano così chiaramente dal contesto degli interessi, a volte opposti o contrastanti, che generalmente hanno determinato la conformazione degli strumenti urbanistici.

Scopi degli studi eseguiti sono stati quindi anche quelli di analizzare le azioni previste dalla normativa vigente in materia di difesa dai terremoti per consentire di tradurle, con l'ausilio delle conoscenze specialistiche sviluppatesi in modo significativo negli ultimi anni, in criteri aggiornati di zonazione sismica e in effettive operazioni tecnico-scientifiche di tipo geologico-geofisico.

Considerato che anche le leggi e le norme di settore iniziano ora a introdurre collegamenti diretti fra rischi e pianificazione territoriale<sup>8</sup>, la zonazione sismica deve, a nostro avviso, diventare un obiettivo comune della pianificazione del territorio.

Si auspica quindi che anche al rischio sismico, oltre ad esempio a quello industriale, venga prestata la dovuta attenzione sia dal settore della Pianificazione, sia da quello degli interventi.

<sup>7</sup> In proposito si segnala che la Provincia, redigendo i piani comunali di Protezione Civile assieme alla maggior parte dei Comuni provinciali, ha tra l'altro anche dato concrete indicazioni sulle vie di fuga e sui vari tipi di aree di Protezione Civile (ammassamento, attesa, ricovero).

<sup>8</sup> La L.R.V. n° 11/01 prevede infatti all'art. 107, c. 2, che "Le indicazioni o le prescrizioni in materia di assetto del territorio e di uso del suolo contenute negli strumenti di pianificazione provinciale di protezione civile costituiscono elementi vincolanti di analisi per la predisposizione e l'aggiornamento dei piani territoriali provinciali (PTP) e degli altri piani di settore di livello provinciale". Ciò vale, analogamente, per i Comuni (art. 109, c. 2) e per la Regione Veneto (art. 104, c. 1). Si tratta di un principio sacrosanto e innovatore, anche se avvenuto in forte ritardo.