



# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Geografia "G. Morandini"**

**Scuola di Dottorato di Ricerca "Territorio Ambiente Risorse e Salute"**

**Indirizzo "Uomo e Ambiente"**

**XX Ciclo**

## **Evoluzione paleoidrografica della pianura veneta meridionale e rapporto Uomo-Ambiente nell'Olocene**

**Direttore della Scuola:** Ch.mo Prof. Vasco BOATTO

**Supervisore:** Dott. Paolo MOZZI

**Dottoranda:** Silvia PIOVAN

31 gennaio 2008



*A mio fratello Stefano*



# Indice

Indice delle figure .....	7
Indice delle tabelle .....	11
Abstract .....	13
Riassunto .....	15
1. Introduzione .....	17
1.1. Spazio e tempo: due concetti per descrivere il territorio .....	17
1.2. La pianura alluvionale ed il rapporto Uomo-Ambiente .....	18
1.3. Interesse per l'area di studio e obiettivo della ricerca .....	18
2. Inquadramento geografico .....	21
2.1. Inquadramento generale .....	21
2.2. Clima .....	22
2.3. Idrografia .....	23
2.3.1. Adige .....	23
2.3.2. Tartaro – Canalbianco .....	25
2.3.3. Fratta – Gorzone .....	25
3. Inquadramento geologico .....	27
3.1. Struttura tettonica regionale .....	27
3.2. Sistemi deposizionali della Pianura Padana orientale .....	31
3.3. Evoluzione stratigrafico-sedimentaria della Pianura Padana orientale in funzione delle variazioni eustatiche e del clima .....	32
3.3.1. Cronostratigrafia quaternaria .....	32
3.3.2. Pleistocene inferiore – ultimo massimo glaciale (MIS 2) .....	33
3.3.3. Ultimo massimo glaciale e fase di <i>lowstand</i> .....	34
3.3.4. <i>Hiatus</i> post-glaciale .....	35
3.3.5. Fase trasgressiva e <i>maximum flooding</i> .....	35
3.3.6. Fase di <i>highstand</i> .....	36
4. Inquadramento geomorfologico e pedologico .....	43
4.1. Paleoidrografia tardo olocenica della pianura Padano-Atesina .....	43
4.2. Suoli .....	48
5. Contesto storico e archeologico .....	51
5.1. Età del Bronzo .....	51
5.2. Età del Ferro .....	55
5.3. Età romana .....	57
5.3.1. La viabilità romana nella Pianura Padana .....	58
5.3.2. La centuriazione di Adria .....	58
5.4. Medioevo, rinascimento ed età moderna .....	63
5.4.1. “Successi delle acque” durante il dominio veneziano in Polesine .....	65
6. Metodi .....	67
6.1. Analisi della cartografia e “landmarks seeking” .....	67
6.2. Analisi del microrilievo e DTM .....	68
6.3. Telerilevamento .....	69

6.4. Sondaggi manuali e sezioni aperte .....	72
6.5. Progetto e realizzazione di un carotatore per sondaggi manuali .....	73
6.6. Elementi di sedimentologia e geomorfologia fluviale .....	79
6.6.1. Canali ( <i>channel deposits</i> ).....	80
6.6.2. Argini naturali ( <i>natural levees deposits</i> ).....	80
6.6.3. Ventagli di rotta ( <i>crevasse splay</i> ).....	81
6.6.4. Piana di esondazione e canali abbandonati .....	81
6.7. Elementi di geometria fluviale .....	82
6.8. Geocronologia .....	83
6.8.1. La tecnica di datazione con radiocarbonio .....	83
6.8.2. La calibrazione delle date .....	85
6.9. Analisi petrografica delle sabbie .....	87
6.9.1. Preparazione delle sezioni sottili.....	87
6.9.2. Conteggio .....	88
6.10. Loss-On-Ignition .....	88
6.10.1. Protocollo utilizzato .....	89
7. Risultati .....	95
7.1. Cartografia storica e “landmarks seeking” a Pettorazza Grimani .....	95
7.2. Modello digitale del terreno .....	105
7.2.1. Ramo più settentrionale del Po tra Rovigo e l’Adige attuale .....	105
7.2.2. Adige attuale e ramo più settentrionale del Po a sudovest di Cona .....	107
7.2.3. Adigetto.....	108
7.3. Telerilevamento .....	110
7.3.1. Ventaglio di rotta di Villadose .....	110
7.3.2. Pettorazza Grimani.....	111
7.3.3. Ramalto .....	112
7.4. Sezioni stratigrafiche.....	114
7.4.1. Sarzano 1 .....	114
7.4.2. Saline 1 .....	115
7.4.3. Saline 2.....	115
7.4.4. Chiaroni 1.....	119
7.4.5. Villadose 1 .....	121
7.4.6. Cona 1 .....	123
7.4.7. Pettorazza 1 .....	126
7.4.8. Ramalto 1 .....	129
7.5. Radiodatazioni .....	132
7.6. Petrografia delle sabbie .....	132
8. Discussione .....	141
8.1. Sezioni stratigrafiche.....	141
8.2. Petrografia delle sabbie .....	144
8.3. Considerazioni di ambito regionale .....	145
8.4. Carta geomorfologica.....	148
9. Conclusioni .....	153
Bibliografia .....	157
Ringraziamenti .....	167
APPENDICE: descrizione e log dei sondaggi manuali e delle sezioni aperte .....	169

## Indice delle figure

Fig. 1 – Area di studio: bassa pianura Padano-Atesina, centrata lungo il corso attuale del fiume Adige. .	21
Fig. 2 – Grafico delle medie mensili delle precipitazioni e delle temperature per la stazione di Rovigo (2 m s.l.m.). Dati ARPAV, 2005.....	23
Fig. 3 – Sezioni trasversali attraverso l'alveo dell'Adige: a) "Sezione 284", Trona di Sopra; b) "Sezione 291", Borgoforte; c) "Sezione 305", Rottanova.....	26
Fig. 4 – Inquadramento strutturale dell'area di studio. a) Schema tettonico dell'area sudalpina e dell'avanfossa della Pianura Padana (Castellarin <i>et al.</i> , 2005). b) Schema strutturale di dettaglio dell'area compresa tra gli archi appenninici N-vergenti e la monoclinale adriatica. In rosso, il tracciato della sezione c) passante per Villadose (Rovigo) tracciata grazie ai sondaggi profondi AGIP degli anni '70-'80 (modif. da Pieri & Groppi, 1981).....	30
Fig. 5 – Cronologia basata sulle misure del $\delta^{18}O$ effettuate sulla carota di ghiaccio GRIP Summit (Lowe & Walker, 1997 da Dansgaard <i>et al.</i> , 1993).....	32
Fig. 6 – Schema geomorfologico dell'area del delta del Po, con riportate le tracce delle sezioni stratigrafiche H e J, illustrate in Fig. 7. (1) possibile posizione della linea di costa durante la trasgressione post-glaciale; (2) cordoni dunosi sepolti; (3) cordoni dunosi in superficie, di età: A = transizione subboreale-subatlantico; B = VI-IV sec. a.C.; C = I-II sec. d.C.; D = V sec. a.C. circa; E = V sec. d.C. circa (modif. da Bondesan <i>et al.</i> , 1995).....	37
Fig. 7 – Profili stratigrafici delle sezioni HH e JJ attraverso il sistema deposizionale del delta padano. Pleistocene: (1) sabbie e limi continentali; Olocene: (2) sabbie di facies costiera; (3) limi e argille marine; (4) limi e argille lagunari; (5) argille e limi continentali; (6) sabbie fluviali; (8) ghiaie; (8) torbe; (9) principali cordoni dunosi in superficie (10) sondaggi; (modif. da Bondesan <i>et al.</i> , 1995).....	38
Fig. 8 – Correlazione tra: la stratigrafia geoarcheologico-ambientale (colonna 1), l'evoluzione delle temperature e delle precipitazioni (colonna 2), evoluzione delle spiagge con sabbia silicoclastica (a) e organogena (b) (colonna 3). Per la colonna 1: Periodi freddo-umidi (in azzurro) E = Piccola Età Glaciale; C = Piccola Età Glaciale Alto Medioevale; A = Piccola Età Glaciale Arcaica. Periodi caldo-aridi: D = Periodo Caldo Medioevale; B = Periodo Caldo Romano. Periodi di transizione: F = Transizione da freddo-umido a caldo-arido; G = Transizione da caldo-arido a freddo-umido (ridisegnato da Ortolani & Pagliuca, 2007).....	39
Fig. 9 – Progradazione dell'area del delta padano ed evoluzione della rete idrografica a partire dall'ultima trasgressione marina avvenuta circa 5500 BP (modificato da Stefani & Vincenzi, 2005).....	41
Fig. 10 – Schema semplificato della paleoidrografia della pianura Padano-Atesina tra Legnago e Adria. Sono riportati: in azzurro, l'idrografia principale attuale e, in vari colori, le tracce dei paleoalvei padani e atesini. Vengono riportati inoltre i maggiori siti archeologici protostorici (per la bibliografia si veda nel testo del capitolo 5).....	44
Fig. 11 – Ricostruzione della paleoidrografia e delle strutture antropiche nel territorio tra Rovigo ed Adria (Peretto, 1986).....	45
Fig. 12 – Suoli dell'area di studio nel contesto della bassa pianura veneta sudorientale. Per la descrizione delle singole categorie dei suoli si rimanda al testo.....	49
Fig. 13 – Il <i>decumanus maximus</i> della centuriazione di Adria. Foto di Raffaele Peretto.....	59
Fig. 14 – Sezione trasversale del <i>decumanus maximus</i> a nord di Ca' Motte di Villadose (modif. da Peretto, 1986).....	60
Fig. 15 – Scavo archeologico della villa di Ca' Motte di Villadose durante la campagna 2007. Basi dei pilastri del portico. Foto scattata per gentile concessione della Prof. G.M. Facchini.....	62
Fig. 16 – Sepoltura romana ad inumazione rinvenuta nel sito di Saline durante la campagna di scavo 2006 (foto scattata per gentile concessione del Dott. R. Peretto).....	63
Fig. 17 – Schema per l'interpretazione di tracce antropiche e naturali nelle fotografie aeree (Ferri, 1989).....	70
Fig. 18 – Pianura veneta sud orientale: tratto lungo il fiume Adige tra Rovigo ed Adria. LANDSAT5 TM.....	71
Fig. 19 – Disegno quotato del carotatore cilindrico.....	73

Fig. 20 – Schema delle parti meccaniche del carotatore a doccia realizzato, con chiusura tipo a baionetta e attacco alle aste standard. ....	74
Fig. 21 – Schema delle fasi di chiusura del carotatore e carotatore chiuso. ....	74
Fig. 22 – Schema di montaggio e di funzionamento del tripode. ....	75
Fig. 23 – Disegno quotato della crociera. ....	76
Fig. 24 – Disegno quotato del verricello e di una delle tre aste. ....	77
Fig. 25 – A sinistra, foto del carotatore cilindrico e, a destra, esempio di carota estratta con lo stesso. Si nota la preservazione della struttura laminare del sedimento estratto. ....	78
Fig. 26 – Applicazione del tripode. ....	78
Fig. 27 – Schema riassuntivo delle forme associate ad un fiume meandriforme nella sua pianura alluvionale (modificato da Brown, 1997). ....	79
Fig. 28 – Parametri geometrici di un meandro. $A_{12}$ = ampiezza del meandro 1-2; $A_{23}$ = ampiezza del meandro 2-3; $L_{12}$ = lunghezza del meandro 1-2; $L_{23}$ = lunghezza del meandro 2-3; $R_1, R_2, R_3$ = raggi di curvatura dei semimeandri 1, 2, 3; $F$ = punto di flesso (Marchetti, 2000). ....	83
Fig. 29 – Sezione stratigrafica semplificata che illustra il metodo di datazione con radiocarbonio di un deposito di paleocanale (modificato da Berendsen & Stouthamer, 2000). Il campione 1 permette di datare l'inizio dell'attività del canale mentre i campioni 2 e 3 il momento della sua disattivazione. ....	86
Fig. 30 – Alcune fasi della prova LOI presso il laboratorio di Palinologia del Dipartimento di Biologia di Padova. ....	90
Fig. 31 – Mappa realizzata da Gasparro Lavi, detto il Moretto, nel 1593, raffigurante l'idrografia dell'area della pianura atesina tra i Lessini e la Laguna di Venezia. Scala indicativa di questa riproduzione 1:750000 (ASVR, Fondo Prefettura, Disegni, n.14. In: Peretto, 1992). ....	95
Fig. 32 – Stralcio della mappa di Santo Astolfi del 1733 raffigurante l'area polesana del circondario di Adria. Scala indicativa di questa riproduzione, 1:230000 (Accademia dei Concordi – Rovigo). ....	96
Fig. 33 – Riquadro della mappa di Marchetto e Milanovich (1786) con l'area di Pettorazza. Scala indicativa di questa riproduzione 1:46000 (Museo dei Grandi Fiumi – Rovigo). ....	96
Fig. 34 – Scorcio di via Contea Alta verso sud. Si nota il dislivello tra l'argine del vecchio tracciato fluviale ed il piano della campagna circostante. ....	97
Fig. 35 – Cippo di confine del XVI secolo. ....	98
Fig. 36 – Edificio risalente al XV secolo, posizionato sulla sommità dell'antico argine sinistro del fiume. ....	98
Fig. 37 – Fossato tra la prima curva a gomito ed il ponticello: ciò che rimane del canale di drenaggio che portava le acque dal centro del paleomeandro allo scolo Ceresolo. ....	99
Fig. 38 – Foto scattata lungo la scarpata a nord di via Umberto Maddalena, in corrispondenza del punto più a sud del paleomeandro. Si nota il dislivello, tra il piano dove si trova la strada e la campagna al centro del paleomeandro, corrispondente alla scarpata del <i>thalweg</i> fluviale. ....	100
Fig. 39 – Profilo del <i>thalweg</i> del paleomeandro tra i sondaggi P06 e P18. ....	100
Fig. 40 – Scarpata del <i>thalweg</i> ad ovest di Fattoria Vecchia. ....	101
Fig. 41 – Villa Grimani (XVI sec.). Facciata rivolta verso l'interno del paleomeandro (si nota il dislivello dell'argine a fronte). ....	101
Fig. 42 – Allargamento dell'argine artificiale (banca e sottobanca) del fiume attuale in corrispondenza dell'inserzione del vecchio corso. ....	102
Fig. 43 – Tratto rettificato dell'argine e, in destra foto, il paese di Pettorazza. Il campanile più vicino all'argine è quello di Papafava, sulla quale vi è la lapide commemorativa (vedi a lato). ....	102
Fig. 44 – Carta paleogeografica del paleomeandro di Pettorazza. I numeri indicano l'ubicazione dei <i>landmark</i> : 1) argine destro; 2) cippo di confine del XVI secolo; 3) edificio del magazzino idraulico risalente al XV secolo sull'argine sinistro; 4) fossato di drenaggio; 5) argine destro e <i>thalweg</i> ; 6) villa Grimani, risalente al XVI secolo; 7) inspessimento dell'argine attuale; 8) scolo pubblico; 9) lapide commemorativa sul campanile di Papafava. ....	103
Fig. 45 – Foto aerea del paleomeandro di Pettorazza Grimani. In primo piano, l'attuale corso dell'Adige e il centro di Pettorazza con, verso destra, il complesso di villa Grimani. ....	104
Fig. 46 – Modello digitale del terreno della Pianura Padano-Atesina. I riquadri bianchi indicano le aree studiate tramite transetti di sondaggi manuali e sezioni aperte. ....	105



Fig. 47 – DTM dell’area a nord-est di Rovigo compresa tra il capoluogo e San Martino di Venezze.....	106
Fig. 48 – DTM dell’area di studio tra l’Adige attuale e Cona. ....	108
Fig. 49 – DTM dell’area tra l’Adige a sud di Pettorazza Grimani.....	109
Fig. 50 – Fotomosaico, da foto aeree verticali, dell’area a nord di Villadose. Le frecce indicano la traccia del decumano massimo. In rosso viene riportata la traccia AA’ del transetto Villadose 1.....	111
Fig. 51 – Foto aerea verticale dell’area a sud di Pettorazza Grimani. Si può notare, segnalata dalle frecce gialle, la traccia viaria poligonale attorno al paleomeandro; le frecce bianche individuano <i>limites</i> della centuriazione, tra cui, in alto a sinistra, il decumano massimo. In rosso viene riportata la traccia AA’ del transetto Pettorazza 1.....	112
Fig. 52 – Foto aerea obliqua dell’area a nord dell’Adigetto, presso Ramalto. Foto di A. Ninfo (Progetto ARCUS – via Annia). Le frecce indicano la traccia di una struttura antropica. In rosso, vengono riportati i punti di sondaggio.....	113
Fig. 53 – Traccia del dosso fluviale che corre 1 km a nord dell’Adigetto presso Fasanara. Si possono notare, dove non ancora intaccate dalle migliori fondiarie, le tracce di accrescimento laterale delle barre fluviali. Vengono riportati, in rosso, i punti di sondaggio (transetto Ramalto 1). Foto di A. Ninfo (Progetto ARCUS – via Annia). ....	113
Fig. 54 – Sezione aperta SAR01 presso edilizio. Le linee in nero rappresentano le superfici di accrezione laterale della barra di meandro. A lato, viene riportato il log stratigrafico. ....	114
Fig. 55 – Sarzano, SAR01. Strato sabbioso tra 2,1 e 2,35 m a laminazione incrociata concava. ....	115
Fig. 56 – Saline 2, SA01, alternanze di sabbia e limo-argilloso con evidenza di livelli a debole pedogenesi. ....	116
Fig. 57 – Sezione stratigrafica Saline 1.....	117
Fig. 58 – Sezione stratigrafica Saline 2. Il punto “1” indica la posizione dei resti archeologici presso il sito. ....	118
Fig. 59 – Campagna di Chiaroni. Si può notare la depressione tra i due rami dossivi tagliati dal transetto di Chiaroni 1, tracciato in prossimità della stradina a sinistra della foto. ....	119
Fig. 60 – Sezione stratigrafica di Chiaroni 1. ....	120
Fig. 61 – Trincea di scavo che mostra l’appoggio delle unità archeologiche sullo strato sterile di sabbia corrispondente a V02 115-160 cm. Foto scattata per gentile concessione della Prof.ssa G.M. Facchini. ....	121
Fig. 62 – Sezione stratigrafica Villadose 1. Il punto “1” indica la posizione dei resti archeologici presso il sito. ....	122
Fig. 63 – Sezione stratigrafica Cona 1.....	124
Fig. 64 – Log stratigrafico con, riportate, le profondità dei campionamenti e diagramma LOI per il sondaggio CO09 (Cona 1). A sinistra, la foto delle carote estratte.....	126
Fig. 65 – Sezione stratigrafica Pettorazza 1.....	128
Fig. 66 – Sezione stratigrafica di Ramalto 1.....	130
Fig. 67 – Edificio rustico di Fasanara, sul culmine del dosso 1 km a nord dell’Adigetto. Lo sbancamento in corso per migliorie fondiarie mette in evidenza l’elevazione del dosso di circa 3 metri sul piano campagna circostante.....	131
Fig. 68 – Foto grande: edificio rustico e, sullo sfondo, la depressione tra il dosso di Fasanara ed il dosso dell’Adigetto. Nella foto piccola, è evidente il cambio cromatico del terreno da toni più scuri verso tonalità più chiare in corrispondenza del dosso sabbioso. ....	131
Fig. 69 – Modello Digitale del Terreno con riportate le posizioni dei campionamenti per la petrografia delle sabbie. ....	133
Fig. 70 – Diagramma QFL+CE con riportati i dati di riferimento da Gazzi (1986). ....	136
Fig. 71 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. e b. granulo di dolomia policristallina (TRE01, a. PPL, b. XPL); c. foraminifero planctonico (SAR01, PPL); d. foraminiferi (2) e 3 granuli di calcite monocristallina (SAR01, PPL); e. ed f. granulo di glaucofane (NA01, e. PPL, f. PPL ruotato di 90°).....	138
Fig. 72 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. inosilicato geminato (TA01, XPL); b. al centro, granulo di microclino con geminazione geminazione “tartan”; in alto a sinistra, granulo di muscovite; in basso a destra, 2 granuli di inosilicati e un granulo di feldspato (NA02, XPL); c. e d. frammento di roccia sedimentaria terrigena (siltstone) (c. PPL – d. XPL); e. ed f. inosilicato geminato a sinistra e feldspato geminato con alterazione di sericite (XPL); f. granulo di orneblenda (NA01, PPL). ....	139

Fig. 73 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. e b. frammento di roccia vulcanica acida (TRE01, a. PPL, b. XPL); c. a destra, frammento di roccia metamorfica (serpentinite scistosa); a sinistra, granulo con accrescimenti di pennina (TA01, XPL); d. frammento di roccia metamorfica (serpentinite scistosa) (NA01, XPL); e. frammento di roccia metamorfica (micascisto) (V05, XPL); granulo di plagioclasio con alterazione di sericite lungo le tracce di sfaldatura (TRE01).....	140
Fig. 74 – Sullo sfondo, quello che rimane del dosso di Fasanara .....	155

## Indice delle tabelle

Tab. 1 – Sistemi di suoli dell’area di studio, secondo la Carta dei Suoli del Veneto, ARPAV, 2005. ....	50
Tab. 2 – Schema cronologico semplificato delle fasi archeologiche in Italia nordorientale (modif. da Fontana, 2006). .....	51
Tab. 3 – Campioni prelevati per la petrografia. ....	88
Tab. 4 – Dati delle pesate (risultati grezzi) relative alla prova del protocollo LOI su 10 campioni di sedimento “artificiale” .....	91
Tab. 5 – Risultati della prova del protocollo LOI su 10 campioni di sedimento “artificiale”.....	91
Tab. 6 – Valori statistici calcolati per le prove LOI alle temperature dettate dal protocollo applicate al sedimento artificiale.....	93
Tab. 7 – Dati delle pesate (pesi lordi) relativi all’analisi LOI sui 12 campioni prelevati dalla carota estratta dal sondaggio CO09.....	123
Tab. 8 – Dati delle pesate (pesi netti) e risultati della LOI sui 12 campioni del sondaggio CO09. ....	125
Tab. 9 – Risultati delle radiodattazioni. ....	132
Tab. 10 – Analisi modale dei campioni di sabbia. Tabella dei conteggi (300 granuli per campione). ....	134
Tab. 11 – Analisi modale dei campioni di sabbia. Tabella di valori percentuali. ....	135
Tab. 12 – Percentuali del diagramma QFL+CE.....	136



## Abstract

This multidisciplinary research studies the palaeohydrography of the distal part of the Adige and Po alluvial plain (north-eastern Italy) for understanding man-environment relations during the Late Holocene. The southern Venetian plain corresponds to the distal tracts of the Adige and Po alluvial systems. Archaeological investigations in this area, indicate the existence of a complex settlement network, starting in the Bronze Age (2200-1000 B.C.) (Bellintani & Zerbinati, 1984; Bellintani, 1986; Salzani, 1992) and continuing in the Iron Age (1000-200 B.C.) and Roman times (200 B.C.-476 A.D.) (Peretto, 1986) with a well-preserved Roman *centuria*.

The reconstruction of the palaeoenvironmental conditions during the Late Holocene has been mainly based on remote sensing interpretation and archaeological data (Peretto, 1986; Marcolongo, 1987; Marcolongo & Zaffanella 1987, Cremonini, 2007). In this research, new geomorphological, chronostratigraphical and petrographical data are presented, in order to provide better insights on the man-environment relationships in the study area.

In Cona some drills reached the *caranto* palaeosoil that represents the limit between Pleistocene and Holocene sequences all over the Venetian-Friulian Plain (Fontana *et al.*, in stampa). The radiocarbon dating of the back-swamp peats indicates that the depositional rate was low in the Early and Middle Holocene, whereas it was higher after 2763-2192 B.C.

Geomorphological, stratigraphical and petrographical results confirm the presence of a Po branch from Fratta Polesine through Sarzano to Cona which activity began in the same period and produced the Villadose crevasse splay. The palaeochannel deactivation dates back in the Late Bronze Age as confirmed by archaeological settlement in Saline that lies on the natural levee deposits.

In the Roman times, the *Decumanus Maximum* of the centuriation and the Ca' Motte villa were settled over the Villadose crevasse deposits. Both Saline and Ca' Motte are located in places characterized by high geomorphological and good drainage conditions.

Modern Adige River cuts the alluvial ridge of the Po northern branch in San Martino di Venezze. Pettorazza chronostratigraphic and petrographic evidences of a buried sand body of Adige River show that a first activity dates back since the Roman Age to the Early Middle Age whereas the deposition of the modern alluvial ridge started at the beginning of the second millennium A.D. Some authors (Peretto, 1986; Balista, 2004) have suggested the presence of a southern branch of Adige River active during the

Roman Age, that produced the alluvial ridge cut, in more recent times, by the Adigetto channel. Stratigraphical results show that, in Ramalto, no important sand body in correspondence of the Adigetto alluvial ridge.

## Riassunto

Questa ricerca multidisciplinare ha l'obiettivo di studiare l'evoluzione paleoidrografica della pianura Padano-Atesina (Italia nordorientale) e le relazioni Uomo-Ambiente durante il tardo Olocene. La pianura veneta meridionale è formata dalle parti distali dei sistemi alluvionali dei fiumi Adige e Po. Numerose ricerche archeologiche in quest'area hanno evidenziato la presenza di una complessa rete di insediamenti, a partire dall'età del Bronzo (2200-1100 a.C.) (Bellintani & Zerbinati, 1984; Bellintani, 1986; Salzani, 1992), attraverso l'età del Ferro (1000-200 a.C.) e l'età Romana (200 a.C.-476 a.D.) (Peretto, 1986), quest'ultima caratterizzata dall'impostazione di un reticolo centuriato.

Le ricostruzioni paleoambientali del tardo Olocene, a scala regionale, sono state principalmente basate su interpretazioni da telerilevamento e dati archeologici (Peretto, 1986; Marcolongo, 1987; Marcolongo & Zaffanella 1987, Cremonini, 2007). In questa ricerca, vengono presentati nuovi dati geomorfologici, cronostratigrafici e petrografici, allo scopo di far luce sulle relazioni Uomo-Ambiente nell'area di studio.

I sondaggi eseguiti a Cona hanno raggiunto il paleosuolo "caranto" che, nella Pianura Veneto-Friulana, rappresenta il limite Pleistocene-Olocene (Fontana *et al.*, in stampa). La radiodatazione di uno strato di torba indica che il tasso deposizionale fu relativamente basso durante l'Olocene inferiore e medio, mentre fu più alto a partire dal 2763-2192 a.C.

I dati geomorfologici, stratigrafici e petrografici confermano la presenza di un ramo del Po da Fratta Polesine, attraverso Sarzano e Cona, la cui attività ebbe inizio nello stesso periodo e produsse il ventaglio di Rotta di Villadose. La sovrapposizione del sito archeologico di Saline sui depositi di argine naturale, proverebbero che la disattivazione del ramo più settentrionale del Po è avvenuta nel Bronzo finale.

Durante l'epoca Romana, sui depositi di ventaglio di rotta di Villadose, si impostarono il decumano massimo della centuriazione e la villa di Ca' Motte.

Sia Saline che Ca' Motte si trovano su alti morfologici caratterizzati da buone condizioni di drenaggio.

L'Adige attuale taglia il dosso del ramo più settentrionale del Po presso San Martino di Venezie. A Pettorazza, evidenze cronostratigrafiche e petrografiche di un corpo sabbioso sepolto atesino proverebbero che una prima attività fluviale dell'Adige, in quest'area, risale al periodo compreso tra l'età Romana e l'Alto Medioevo mentre la deposizione del dosso fluviale moderno cominciò all'inizio del secondo millennio a.C.

Alcuni autori (Peretto, 1986; Balista, 2004) hanno suggerito la presenza di un ramo atesino più meridionale durante l'età Romana, che avrebbe prodotto il dosso, attualmente percorso dal Naviglio Adigetto. I risultati stratigrafici mostrano come a Ramalto, non vi sia la presenza di un corpo sabbioso importante in corrispondenza di tale dosso.



# 1. Introduzione

## *1.1. Spazio e tempo: due concetti per descrivere il territorio*

Il territorio, inteso come il prodotto dell'azione sociale su un dato ambiente (Raffestin, 1981; Turco, 1988), può essere descritto attraverso i concetti di spazio e tempo.

Lo spazio è la base su cui l'uomo costruisce il territorio, quindi è posto anteriormente ad esso. Il territorio ha dunque una storia che si evolve con l'uomo nel tempo e nasce dallo spazio: è anzi l'uomo che lo trasforma, mettendo in movimento energia ed informazione (Raffestin, 1981). Un movimento implica sempre una velocità, che nella sua stessa definizione comprende spazio e tempo: attraverso questi due parametri si può allora descrivere il cambiamento del territorio come geografia del potere.

E' importante sottolineare che anche lo spazio, prima di essere territorio, muta nel tempo: questo è quanto che accade ad un determinato ambiente naturale prima dell'intervento della società umana. L'ambiente, infatti, cambia ed è cambiato nel corso della storia del nostro pianeta a prescindere dall'uomo, basti pensare alla tettonica, ai fattori astronomici che influiscono sul clima o all'azione della biosfera.

La geografia è la scienza che studia e descrive i rapporti tra i fenomeni fisici e umani distribuiti sulla superficie terrestre. Tali rapporti "uomo-ambiente" producono nel corso del tempo tracce materiali come architetture, manufatti e resti biologici. L'archeologia è la disciplina che studia, attraverso essi, le civiltà e le culture umane del passato e le relazioni con l'ambiente nel quale esse erano inserite.

Chi si propone di studiare il rapporto uomo-ambiente di un territorio nel passato, deve quindi considerare gli aspetti archeologici e paleo-geografico-ambientali del territorio, che sono oggetto di studio di scienze specialistiche come geomorfologia, sedimentologia, paleoecologia, pedologia, climatologia e altre discipline naturalistiche. La collaborazione multidisciplinare tra queste materie e l'archeologia ha portato allo sviluppo di una nuova branca di studi, che prende il nome di geoarcheologia. Secondo Renfrew (1976) essa può essere definita come la disciplina che utilizza l'esperienza della geologia, attraverso le sue conoscenze dei suoli, dei sedimenti e delle forme del terreno, applicandola ai siti archeologici e allo studio delle circostanze che ne hanno portato la localizzazione, la formazione come depositi, e la loro successiva preservazione.

In particolare lo studio dei processi e dei prodotti fluviali è quindi indispensabile al fine di chiarire le relazioni uomo-ambiente in un contesto di pianura alluvionale. In particolare, Brown (1997) definisce geoarcheologia alluvionale (*alluvial geoarchaeology*) la geoarcheologia applicata alle pianure alluvionali. E' proprio in quest'ultima prospettiva che si è sviluppato questo lavoro di tesi.

### *1.2. La pianura alluvionale ed il rapporto Uomo-Ambiente*

La pianura alluvionale costituisce una delle più diffuse forme del paesaggio terrestre. Dal punto di vista fisiografico, essa può essere definita come il territorio pianeggiante o con differenze di livello minime e pendenze generalmente molto basse, costituito da sedimenti sciolti di diversa granulometria, frutto di processi erosivi e deposizionali di uno o più corsi d'acqua.

Essa si evolve continuamente nel corso del tempo e, secondo criteri geomorfologici e sedimentologici, è il risultato della sovrapposizione e interdigitazione di precedenti pianure di esondazione. Una *floodplain* (piana di esondazione) è l'area adiacente ad un corso d'acqua e che può essere inondata durante le piene fluviali (Brown, 1997; Bridge, 2003). Essa è un complesso di unità morfologiche, tra cui si ricordano i corpi di canale (*channels*), le forme di meandro (*oxbow lakes, point bars, meander scrolls*), le barre fluviali, gli argini (*natural levees*), le depressioni (*backswamps*) ed i ventagli di rotta (*crevasse-splays*), che portano all'origine di strutture sedimentarie caratteristiche.

Le pianure alluvionali hanno sempre attirato l'attenzione dell'uomo, dato che costituiscono un ambiente particolarmente favorevole per gli insediamenti. Si crea, infatti, un legame basato sulla capacità della pianura alluvionale di servire ai bisogni dell'uomo per esempio per quanto riguarda l'approvvigionamento di acqua e cibo, il rifornimento di materie prime e l'utilizzo di vie di comunicazione.

### *1.3. Interesse per l'area di studio e obiettivo della ricerca*

La caratteristica peculiare della pianura veneta meridionale è di essere attraversata dai due principali fiumi italiani che, oltre ad averla formata e modellata, l'hanno resa un luogo interessante per lo sviluppo di insediamenti e la mettono in stretto contatto con il vicino mare Adriatico. Nel corso del tempo, Adige e Po hanno inoltre costituito luoghi di culto, di lavoro, di produzione di energia e considerevoli fonti di acqua e cibo.

Numerose sono le ricerche archeologiche effettuate nell'area di studio, specialmente a partire dagli anni Settanta, che hanno evidenziato importanti testimonianze della presenza umana già dall'età del Bronzo (Bellintani & Zerbinati, 1984; Bellintani, 1986; Salzani, 1992) e del Ferro (De Min, 1984; Peretto, 1994; Harari, 1998). Ad esse si sono spesso affiancati studi paleoambientali, applicati a contesti areali limitati (Balista, 2004; Ballotta, 1993) o che, pur estendendosi ad ambiti regionali, si sono basati principalmente su analisi telerilevate (Peretto, 1986; Marcolongo, 1987). Al fine della ricostruzione paleoambientale, la scelta dei metodi e della scala d'indagine è fondamentale.

Pur analizzando strutture geomorfologiche che hanno già attirato l'attenzione degli studiosi paleoambientali per le loro provate o possibili connessioni con importanti ritrovamenti archeologici (ad esempio i dossi del ramo più settentrionale del Po, del Po di Adria, dell'Adigetto ed il ventaglio di rotta di Villadose) o particolari vicende storico-geografiche (per esempio il paleomeandro atesino di Pettorazza Grimani), questa tesi di dottorato cercherà di dare un contributo alla comprensione della stratigrafia regionale non solo attraverso il telerilevamento ma anche e soprattutto avvalendosi di una serie di transetti di sondaggi manuali.

Le analisi stratigrafiche si propongono, in alcuni casi, di ottenere informazioni utilizzabili direttamente nel contesto locale di siti archeologici studiati (come nei casi di Ca' Motte e di Saline).

L'acquisizione di nuovi dati riguardo alla sequenza sedimentaria olocenica, la cui conoscenza è spesso lacunosa in altre aree della pianura veneta, a causa dell'affioramento diretto di depositi più antichi, si è avvalsa anche di radiodatazioni al  $^{14}\text{C}$  presso laboratori specializzati. Queste datazioni possono aiutare, affiancando i dati archeologici, a comprendere e definire la cronologia delle varie fasi sedimentarie che hanno interessato la pianura alluvionale.

Lo studio multidisciplinare si è avvalso anche della *loss on ignition*, sotto la supervisione della Dott.ssa Antonella Miola del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova.

Questa tesi si è posta inoltre come obiettivo l'analisi petrografica di sabbie, effettuata in collaborazione con la Prof.ssa Cristina Stefani del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, allo scopo di fornire nuovi dati per lo studio della loro provenienza. Unico precedente per quanto riguarda l'analisi delle sabbie, per l'area di

studio, riguarda un campione sabbioso proveniente dal dosso fluviale del ramo più settentrionale del Po, presso Cona (Castiglioni, 1978).

La multidisciplinarietà della ricerca ha visto inoltre la raccolta di dati geomorfologici, ottenuti mediante l'analisi del microrilievo, delle immagini telerilevate, della cartografia storica e attraverso il rilevamento di campagna.

L'insieme dei metodi esposti potrà chiarire l'evoluzione paleoidrografica nel tratto di pianura veneta meridionale formata dai fiumi Po ed Adige nel Tardo Olocene e analizzare le relazioni tra le dinamiche ambientali ed il popolamento antico, tramite alcuni casi di studio. La pianura padano-atesina, intesa qui come l'insieme dello spazio fisico ed umano, ha visto dunque in questi due fiumi la sua genesi, il suo sviluppo ma anche l'origine delle sue crisi, dovute alle disastrose rotte e avulsioni che da sempre ne hanno sconvolto ambiente e territorio.

Per quanto drammatici, tali sconvolgimenti rientrano nelle dinamiche naturali di un corso d'acqua e nelle dinamiche insediative e di gestione del territorio da parte dell'uomo. Essi, tra l'altro, rappresentano la sorgente principale dei sedimenti che sigillano e preservano le tracce antropiche all'interno del record sedimentario in un ambito di piana di esondazione.

Quando la scarsa o del tutto assente copertura sedimentaria porta ad avere le tracce antropiche a diretto contatto con la superficie topografica attuale, si ha la possibilità di indagarle direttamente (tramite ad esempio il telerilevamento o la ricerca archeologica di superficie) ma allo stesso tempo è reale il pericolo che esse vengano corrotte o del tutto cancellate dall'intervento antropico. A tale riguardo, basti pensare allo sconvolgimento portato dalle arature o dalle opere di migliorie fondiarie che tra l'altro distruggono l'originaria morfologia del terreno.

## 2. Inquadramento geografico

### 2.1. Inquadramento generale

L'area di studio ricade nella porzione sudorientale della regione Veneto. E' centrata in senso latitudinale sul confine, segnato dall'Adige, tra le province di Padova e Rovigo e si colloca tra il capoluogo polesano ad ovest, e la laguna di Venezia ad est.

Questo lembo di pianura veneta, definita anche "minuscola Mesopotamia" (Ortolani, 1956), è geneticamente legato agli eventi dei due maggiori fiumi italiani, Po ed Adige, che hanno condizionato profondamente nel corso dei millenni l'assetto del territorio nelle sue duplici componenti umane e ambientali.

Il territorio, è caratterizzato quindi da una spiccata individualità geografica, dovuta all'evoluzione fluviale che ha portato, nel corso del tempo, profondi mutamenti del suolo e del paesaggio.

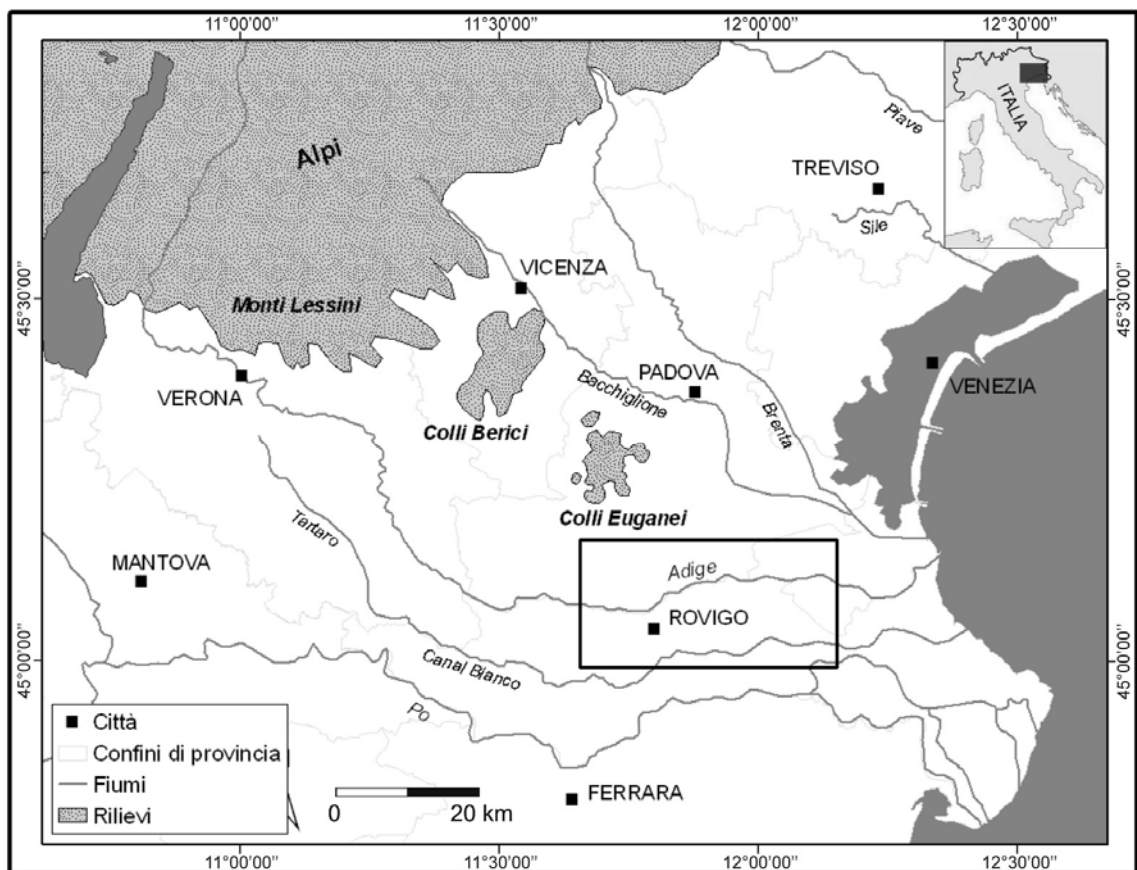


Fig. 1 – Area di studio: bassa pianura Padano-Atesina, centrata lungo il corso attuale del fiume Adige.

La stessa etimologia del toponimo “Polesine”, in cui rientra gran parte dell’area di studio, pare derivare dal latino medievale *pollicinum* o *policinum* ovvero “terra paludosa”. In antichità questo nome era comunemente usato per indicare gli isolotti di terra emersa che si formavano all’interno di un corso d’acqua o tra più fiumi, e destinati ad essere sommersi alla successiva alluvione (Istituto della Enciclopedia Italiana, 1996). Il nome richiama, dunque, la caratteristica principale di questo territorio così come doveva presentarsi nell’Alto Medioevo.

Da sempre l’uomo ebbe comunque da convivere o cercare di dominare con questo ambiente. I ritrovamenti archeologici indicano che fin dai tempi pre- e protostorici la presenza di insediamenti umani doveva essere concentrata lungo gli argini naturali di fiumi attivi o aree dossive di alvei abbandonati che, con la loro elevazione sulla piana di esondazione, offrivano luogo di maggior rifugio dalle alluvioni.

Ma è con l’annessione del Polesine nell’Impero Romano e poi nella Repubblica di Venezia, che vennero attuati importanti piani di bonifica e di gestione del territorio (vedi a proposito cap. 5).

Dal XIX secolo l’impiego delle macchine idrovore trasformò profondamente i sistemi di bonifica, rendendo possibile la salubificazione di aree molto depresse, poste anche al di sotto del livello del mare per le quali il drenaggio naturale era difficilissimo o addirittura impossibile.

## 2.2. *Clima*

Il clima della Pianura Padana è di tipo temperato caldo con precipitazioni distribuite in tutti i mesi e con una temperatura media del mese più caldo superiore a 22°C (tipo Cfa secondo la classificazione di Köppen). In particolare, il carattere di sub continentalità della pianura veneta è riscontrabile negli inverni rigidi, nelle estati calde e nell’elevata umidità dell’aria che rende le estati afose ed origina nebbie in inverno (Pinna 1978; Strahler, 1951; ARPAV, 2005). Secondo la classificazione di Thornthwaite e Mather, che prende in considerazione l’evapotraspirazione potenziale, l’indice di umidità globale, e gli indici di aridità e di umidità e l’efficienza termica, secondo i dati ARPAV (2005), nella fascia di bassa pianura corrispondente alla provincia di Rovigo e alla bassa pianura veronese, il clima varia da subumido a subarido, con indice di umidità globale negativo (segno di aridità).

Il Polesine è caratterizzato dal più basso valore regionale di precipitazioni medie annue, pari a 600 mm/anno. La Fig. 2 rappresenta l'andamento delle precipitazioni e delle temperature medie mensili. Si notano tre minimi relativi delle precipitazioni: tra dicembre e febbraio, a luglio e tra settembre e ottobre (la controtendenza di agosto è dovuta a temporali estivi). Si hanno poi due massimi relativi delle precipitazioni in tarda primavera e in novembre.

La temperatura media annua varia dai 12 ai 13 °C mentre le medie mensili presentano il massimo nel mese di luglio (23,9 °C) ed un minimo in gennaio (1,5 °C) (ARPAV, 2005).

Per quanto riguarda il bilancio idrico del suolo, si ha un deficit idrico nel periodo tra aprile ed ottobre, in cui l'evapotraspirazione potenziale supera le precipitazioni; il ripristino della riserva idrica utile totale avviene solo in gennaio.

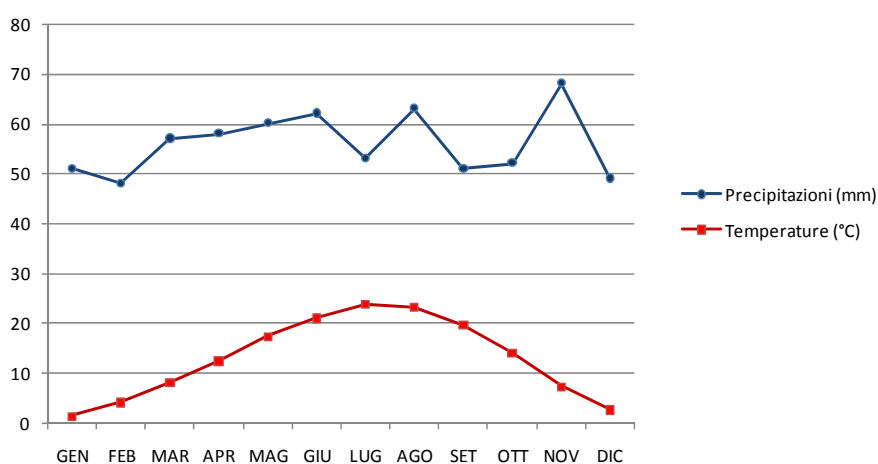


Fig. 2 – Grafico delle medie mensili delle precipitazioni e delle temperature per la stazione di Rovigo (2 m s.l.m.). Dati ARPAV, 2005.

### 2.3. Idrografia

#### 2.3.1. Adige

L'Adige è il secondo fiume d'Italia per lunghezza (circa 410 km) e terzo per estensione del bacino idrografico (12.200 km<sup>2</sup>) dopo Po e Tevere. Il fiume si forma grazie una complessa rete sorgentifera presso le Alpi Venoste (la sorgente è generalmente posta a Passo Resia, a quota 1504 m s.l.m.), in Alto Adige (Turri, 1992).

Dopo aver trovato la confluenza con l'Isarco a sud di Bolzano, dove fiancheggia l'intrusione porfirica atesina, il fiume scorre entro una valle glaciale trasversale

attraverso i massicci carbonatici sudalpini. Esso scorre attraverso le città di Trento e, lambendo Rovereto, arriva a farsi strada attraverso le cerchie moreniche di Rivoli Veronese. L'Adige giunge dunque in pianura subito a monte di Verona da dove, chiuso il suo bacino tributario, prosegue verso la foce (circa 180 km da Pescantina, a nord di Verona, al mare).

La sua foce in Mar Adriatico è di tipo a delta cuspidato ed è localizzata a valle di Cavanella d'Adige, tra la laguna di Chioggia e quella di Porto Caleri.

La larghezza della sezione fluviale varia da un minimo di 40 m nel tratto Merano-Bolzano fino ad un massimo di 269 m nei pressi di Zevio (Menna, 1992).

Le quote del fondo dell'alveo sono: 920 m a Glocenza (Val Venosta), 294 m a Merano, 118 m a Bolzano, 62 m a Verona, 12 m a Legnago, 3,71 m a Boara Pisani e - 1,23 m s.l.m. a Cavarzere (Menna, 1992).

La portata del fiume dipende strettamente dall'apporto di acqua di scioglimento glaciale e dalle precipitazioni meteoriche, dato che il suo bacino montano è caratterizzato da un'alta incidenza di aree impermeabili. Il deflusso medio annuo ammonta a circa 8 miliardi di m<sup>3</sup>, di cui la metà è registrata nei quattro mesi da giugno a settembre. La portata media, calcolata nel periodo 1923-1949 per la stazione di Boara Pisani è di 246 m<sup>3</sup>/sec (Menna, 1992; Bondesan, 2001).

Si riportano di seguito alcune sezioni, ritenute caratteristiche, dell'alveo dell'Adige nel suo tratto da Badia Polesine alla foce (Ministero dei Lavori Pubblici, 1957), rilevate tra il 1954 ed il 1956 a cura dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia.

La sezione di Trona di Sopra (Fig. 3a), mostra una larghezza dell'alveo corrispondente a circa 125 m, con un'incisione del *thalweg* che, nel suo punto più profondo, tocca i 6 m al di sotto del livello della scarpata più interna. Questa sezione mostra un profilo non influenzato da opere di rettifica fluviale, caratteristica idraulica che invece caratterizza, nella Fig. 3b, la sezione di Borgoforte: si nota un profilo decisamente più piatto rispetto al precedente, dove non si riconosce una così profonda incisione del *thalweg* e dove la larghezza dell'alveo varia tra i 150 ed i 200 m.

La sezione di Rottanova (Fig. 3c), taglia l'alveo fluviale in corrispondenza di una rettifica. Si intravede, verso sud, quello che probabilmente è il relitto della vecchia incisione di *thalweg*, mentre si nota la nuova incisione, che si sta approfondendo, nel settore più a nord. Qui, la larghezza dell'alveo raggiunge i 250 m circa.



### 2.3.2. Tartaro – Canalbianco

Lungo la fascia delle risorgive della pianura atesina, trovano origine il Tartaro ed il Fratta che scorrono, nel loro tratto più meridionale, attraverso l'area di studio.

Il Tartaro è l'unico fiume, fra l'Adige ed il Po, che sfocia in Adriatico. Esso fa parte del bacino interregionale "Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante". Come già accennato, esso nasce, assieme ai suoi affluenti, in pianura, da risorgive individuate sul confine dei comuni di Villafranca e Povegliano, al limite tra l'alta pianura ghiaiosa e la bassa pianura sabbioso-limoso-argillosa. Esso raccoglie le acque di risorgiva di tutti i comuni dell'area sudoccidentale della provincia di Verona.

Nel suo tratto finale, il corso è artificiale e prende il nome di Canalbianco o Canal Bianco (prima dell'apertura del Canalbianco, il Tartaro era un affluente del Po). La lunghezza totale del fiume è di circa 147 km, di cui 52 km attribuiti al Tartaro e 95 km al Canalbianco, che attraversa longitudinalmente tutta la provincia di Rovigo (Regione Veneto, 2002).

Il Canalbianco ha come affluenti importanti il Menago, il Bussè e il Tione, con il quale si unisce a Gazzo Veronese. La sua funzione idraulica principale è quella di allontanare le acque di piena dei laghi di Mantova e di ricevere le acque dell'ampia rete di scoli di bonifica in sinistra Po.

### 2.3.3. Fratta – Gorzone

Il bacino del Fratta – Gorzone fa capo al sistema Agno – Guà – Fratta – Gorzone la cui rete idrografica è costituita da due aste principali aventi direzione N-S denominate rispettivamente "Agno – Guà – Frassine – S. Caterina" e "Roggia Grande – Rio Acquetta – Rio Togna – Fratta"; le due aste si uniscono nel comune di Vescovana formando il Canale Gorzone.

L'asta del Fratta propriamente detto trova origine da risorgive ubicate in territorio vicentino. Dopo un breve tratto in provincia di Verona, entra in provincia di Padova all'altezza di Merlara. Da qui prosegue dapprima verso sud e successivamente verso est: nei pressi di Vescovana, si unisce con il Frassine dando origine al canale Gorzone, scavato nel 1558 dai Padovani per scaricare le acque dei due fiumi e di altri canali di bonifica estensi che vi si immettono. Il Gorzone prosegue poi verso est, vicinissimo all'Adige, attraverso i comuni di Pettorazza e Cavarzere, fino ad immettersi nel Brenta poco prima della foce di questo fiume in Adriatico (Miliani, 1939).

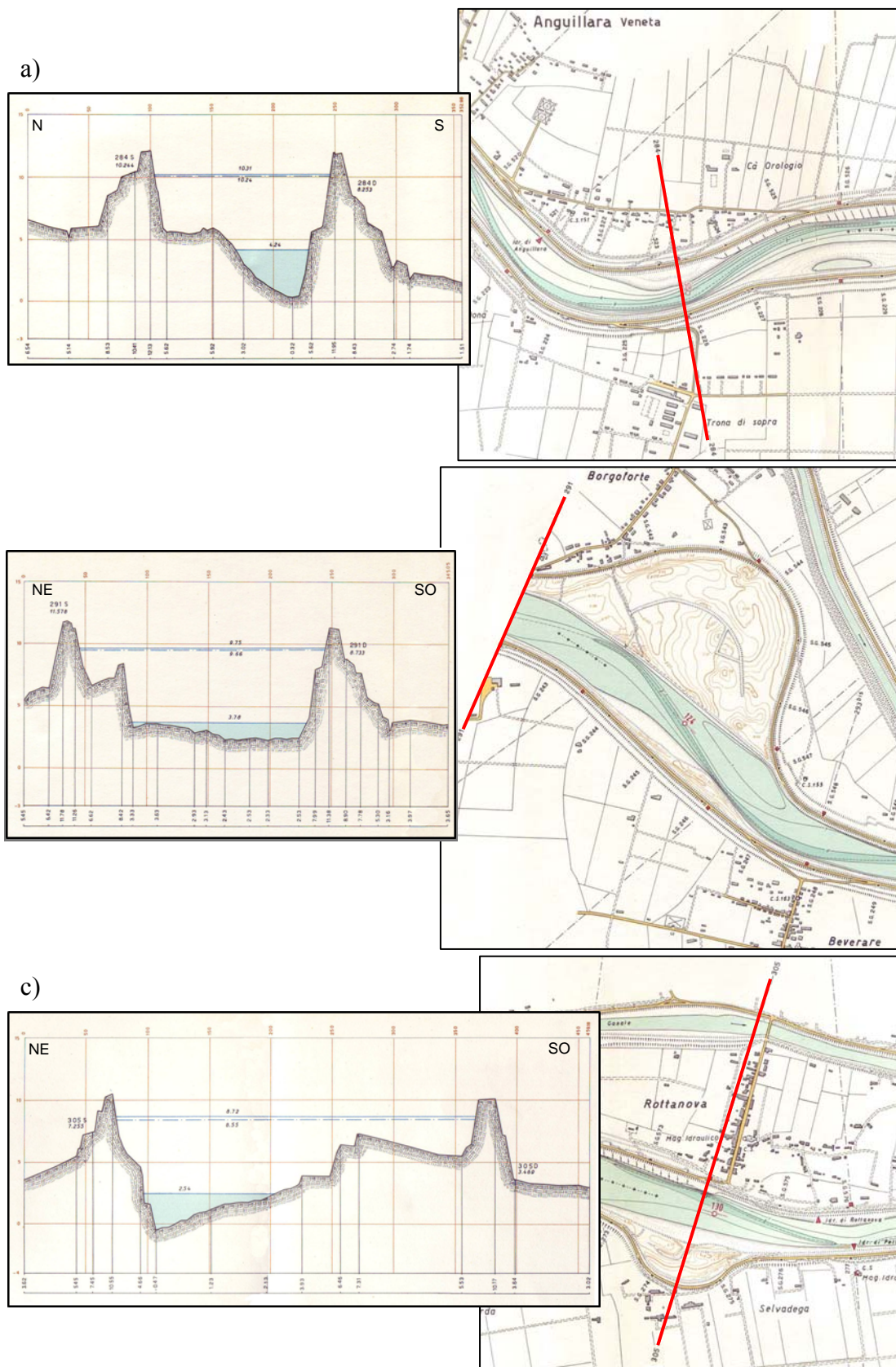


Fig. 3 – Sezioni trasversali attraverso l'alveo dell'Adige: a) "Sezione 284", Trona di Sopra; b) "Sezione 291", Borgoforte; c) "Sezione 305", Rottanova.

### 3. Inquadramento geologico

#### 3.1. Struttura tettonica regionale

La regione Alpino-Mediterranea costituisce l'area di transizione tra la placca Africana e quella Europea; il suo attuale assetto strutturale è il risultato della complessa evoluzione del relativo margine collisionale (Faccenna *et al.*, 2001). I risultati di studi sulla sismo-tettonica hanno permesso di tracciare i limiti dei domini, (quasi asismici, come l'area dell'Adriatico) in cui è suddivisa l'area. Essa è costituita da un mosaico di microplacche separate tra loro da strutture tettoniche a scala litosferica (Dewey *et al.* 1989; Reuther *et al.* 1993).

La microplacca Adriatica, di cui fanno parte la Pianura Padana ed il bacino del mare Adriatico, è delimitata a nord dal fronte meridionale delle falde sud-vergenti delle Alpi Meridionali, ad est dalle Dinaridi e dalle Albanidi, a sud dalla faglia di Kephallinia e dalla scarpata Apulia ed a ovest dal limite esterno degli Appennini. Essa risulta avere un movimento in senso antiorario rispetto alla placca Eurasiatica, con polo di rotazione posto nelle Alpi occidentali (Babbucci *et al.*, 2004; Jarosiński *et al.*, 2006; Serpelloni *et al.*, 2005).

L'orogenesi alpina, iniziata nel Cretaceo, è dovuta alla collisione tra la placca africana e quella europea che comportò la definitiva scomparsa della Tetide, oceano che prima le separava. La litosfera oceanica, parte della placca europea (margine passivo), entrò in subduzione sotto il margine attivo africano (fase Eo-Alpina, Cretaceo superiore) e la successiva fase di impatto continentale (fase Meso-Alpina, Eocene) causò la sovrapposizione del fronte continentale africano (Australpino) su quello europeo (Pennidico, Elvetico). Si produsse così il prisma di accrezione collisionale, formato da sottili lembi di crosta continentale europea e africana-adriatica e da residui di crosta oceanica, che costituisce il cuore delle Alpi. Il prisma è punzonato dal fronte attuale della placca africana (Alpi Meridionali) e "galleggia" sulla litosfera europea (Dal Piaz *et al.*, 2003).

Le Alpi Meridionali si evolvono secondo due sistemi strutturali ad andamento arcuato: uno occidentale, lombardo, con polarità verso sud ed uno orientale, veneto, con polarità sudest. Durante la fase eo-alpina, si sviluppa la parte più settentrionale dell'arco occidentale, a ridosso della linea Insubrica. Dall'Oligocene al Tortoniano si sviluppano la parte meridionale esterna dell'arco occidentale e quella settentrionale dell'arco

orientale. Quest'ultimo si completa della parte meridionale tra il Messiniano al Plio-Pleistocene.

La formazione dell'Appennino settentrionale è avvenuta attraverso movimenti tettonici al margine continentale della microplacca Adriatica a partire dal Cretaceo superiore fino al Plio-Pleistocene (Pieri & Groppi, 1981). Gli archi frontali dell'Appennino, rivolti sulla Pianura Padana si sviluppano tra il Pliocene e il Pleistocene, contemporaneamente all'arco orientale.

Durante il Mesozoico, l'area dell'attuale Pianura Padana viene a costituire l'avampese comune delle due catene in formazione. In particolare, il bacino Veneto, separato da quello Lombardo dal cuneo dei Lessini, fu oggetto di deposizione di flysh dal cretaceo superiore al Terziario inferiore (Massari *et al.* 1986). Poi, dal Paleocene al Miocene esso costituisce l'avanfossa della catena dinarica che con le sue estreme propaggini sudovest vergenti delimita ad est la pianura stessa (Massari, 1990).

Dall'Oligocene, l'intero bacino padano si evolve in avanfossa per il Sudalpino e, dal Messiniano, per l'Appennino (Boccaletti *et al.*, 1990).

Dal punto di vista strutturale, l'area di studio è collocata al confine tra la monoclinale pedealpina e la parte più settentrionale della monoclinale adriatica (Pieri & Groppi, 1981). A segnare il limite tra queste due strutture vi è la faglia trascorrente Schio-Vicenza, che rappresenta il margine nordorientale dei Berici-Euganei (Pieri & Groppi, 1981; Zanferrari *et al.*, 1982) e che costituisce un importante elemento attivo per quanto concerne la neotettonica della Pianura Veneta.

Zanferrari *et al.* (1982) definiscono 8 "unità neotettoniche" per l'Italia nordorientale. In particolare, l'area di studio si collocherebbe tra le unità neotettoniche della "Pianura veronese e mantovana, Polesine", la "Pianura veneta orientale e friulana occidentale" e la "Lessini, Berici ed Euganei".

Dal Pliocene, l'area di studio è interessata da una subsidenza generalizzata che crea spazio di accomodamento per la deposizione di molte centinaia di metri di sedimenti fluviali. In particolare per l'area circostante la laguna di Venezia, l'abbassamento relativo funge da richiamo del reticolo idrografico (Zanferrari *et al.*, 1982).

Il risultato di questa subsidenza pressochè continua e generalizzata fa sì, come si può vedere in Fig. 4, che la pianura Padano-Atesina sia costituita da una spessa serie di sedimenti quaternari: la base del Quaternario si colloca, infatti, ad una profondità compresa tra i 700 e i 1000 metri (Pieri & Groppi, 1981).

La faglia Schio-Vicenza, che segna il confine tra le unità “Pianura veneta orientale e friulana occidentale” e “Lessini, Berici ed Euganei”, viene riconosciuta, verso sud, fino a Conselve (Pieri & Groppi, 1981). Tuttavia, alcuni autori, la prolungano fino quasi a lambire il delta padano (Slejko *et al.*, 1987), passando in corrispondenza dell’area di Pettorazza Grimani (Rovigo), dove si ha una delle più grandi paleoanse del fiume Adige. Come fanno notare Bondesan *et al.* (2002), richiamando Norinelli (1979) e Ogniben (1986), alcuni “indizi”, non supportati però da prove, potrebbero far ipotizzare un collegamento tra la geometria del corso fluviale e la faglia in profondità. Bondesan *et al.* (2002) fanno notare come il paleomeandro di Pettorazza Grimani sia, infatti, costituito da due tratti distinti: una prima paleoansa, più piccola, interrotta, all’altezza di Contea, dalla paleoansa maggiore, probabilmente dovuta alla ripresa di un canale di rotta più antico o ad un basculamento NO-SE dell’area. Per la descrizione della paleoansa di Pettorazza Grimani, si rimana al capitolo 7.1.

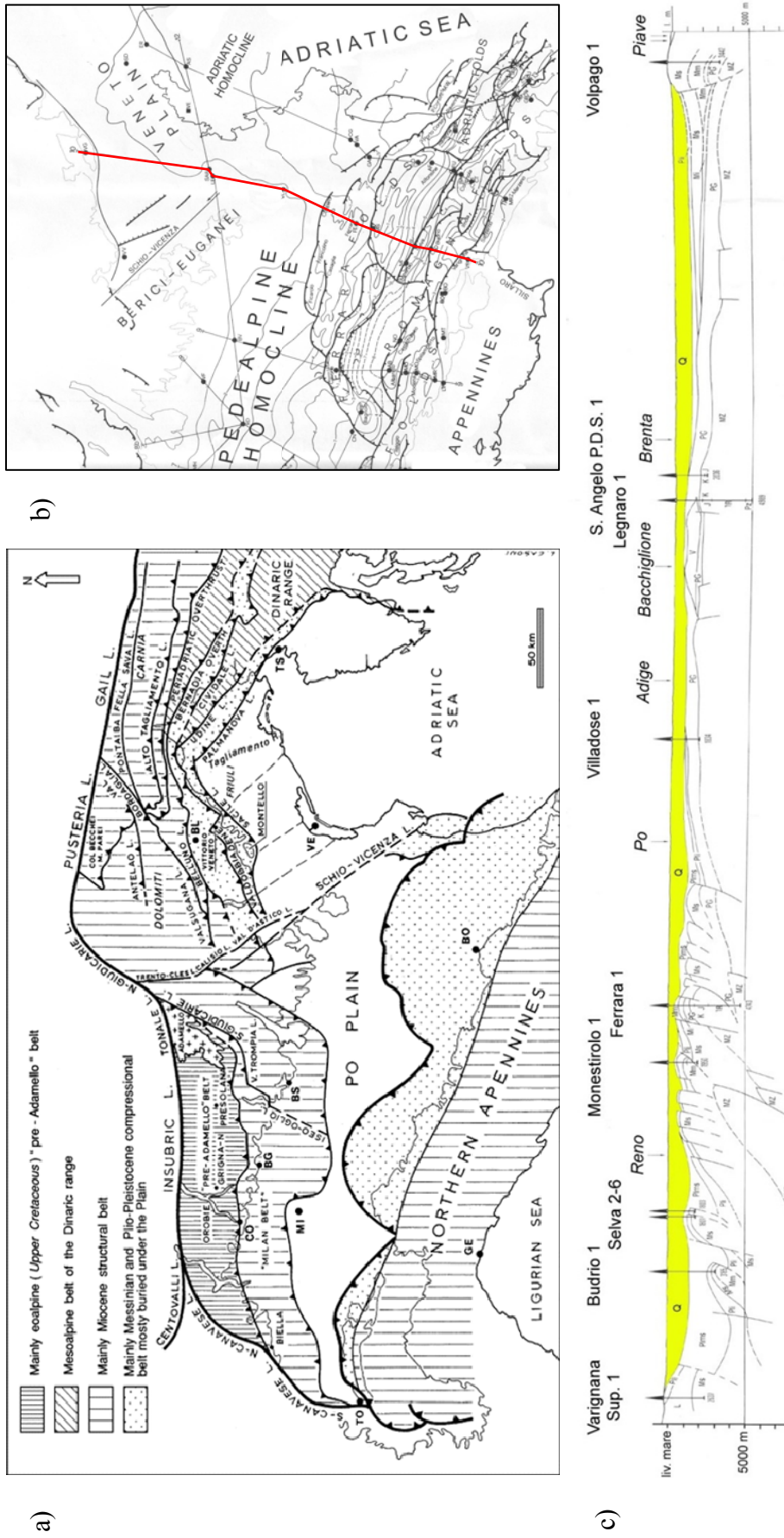


Fig. 4 – Inquadramento strutturale dell'area di studio. a) Schema tettonico dell'area sudalpina e dell'avansossa della Pianura Padana (Castellarin *et al.*, 2005). b) Schema strutturale di dettaglio dell'area compresa tra gli archi appenninici N-vergenti e la monoclinale adriatica. In rosso, il tracciato della sezione c) passante per Villadose (Rovigo) tracciata grazie ai sondaggi profondi AGIP degli anni '70-'80 (modif. da Pieri & Groppi, 1981).

### 3.2. Sistemi deposizionali della Pianura Padana orientale

La Pianura Padano-Atesina, rientra nella porzione orientale della Pianura Padana *sensu lato*; essa si colloca tra la Pianura Veneto-Friulana costituita dai megafan del Brenta, del Piave, del Tagliamento, di Cormor, del Torre, dell'Isonzo e di conoidi minori (Fontana *et al.*, in stampa), a nordest, e la Pianura Padana (*sensu strictu*) a sud e ad ovest (MURST, 1997).

La porzione più superficiale della Pianura Padano-Atesina si è formata nel corso dell'Olocene superiore grazie all'attività sedimentaria dell'Adige, del Tartaro e del Po (Castiglioni, 1999).

La porzione pedemontana del sistema sedimentario dell'Adige è caratterizzata prevalentemente da sedimenti grossolani (ghiaie prevalentemente calcaree) depositi in conoidi fluvio-glaciali pleistocenici, localmente terrazzati. Durante l'ultima glaciazione, infatti, il ghiacciaio dell'Adige, che occupava la valle atesina a nord di Verona, alimentava importanti scaricatori glaciali che andavano a depositare i sedimenti nella piana proglaciale.

Anche per la pianura atesina si può tracciare un limite che divide l'alta dalla bassa pianura. Questa differenziazione è dovuta alla diversa granulometria, e quindi alla diversa permeabilità dei sedimenti costituenti il sottosuolo: abbiamo ghiaie e sabbie, permeabili, nell'alta pianura e sedimenti fini e impermeabili, come limi ed argille, nella bassa pianura. La differenziazione tra alta e bassa pianura è riconoscibile anche dalla diversa pendenza superficiale e dall'abbondanza di idrografia superficiale. Si hanno valori di pendenza dell'1,6‰ (dato calcolato dal DTM, per il tratto da Verona a Bonavigo) e una scarsa o assente idrografia naturale superficiale in l'alta pianura e una pendenza del 0,2 ‰ (dato calcolato dal DTM, per il tratto da Bonavigo alla foce) e idrografia superficiale abbondante in bassa pianura. La fascia delle risorgive, il cui limite superiore marca il limite tra alta e bassa pianura, è individuabile, anche se in modo discontinuo, dall'esterno delle cerchie moreniche fino a Castelbelforte, Gazzo, Cerea, Legnago e i Monti Berici.

### 3.3. Evoluzione stratigrafico-sedimentaria della Pianura Padana orientale in funzione delle variazioni eustatiche e del clima

#### 3.3.1. Cronostratigrafia quaternaria

Prima di introdurre la stratigrafia quaternaria della Pianura Padana orientale, si farà un breve richiamo riguardo alla nomenclatura cronostratigrafica del Quaternario.

Essa si avvale dello studio delle variazioni della concentrazione dell'isotopo  $^{18}\text{O}$  misurate su fossili, provenienti da carotaggi effettuati su sedimenti di fondo oceanico o da carote di ghiaccio (Emiliani, 1955; Shackleton, 1967; Shackleton & Opdyke, 1973 in Lowe & Walker, 1997).

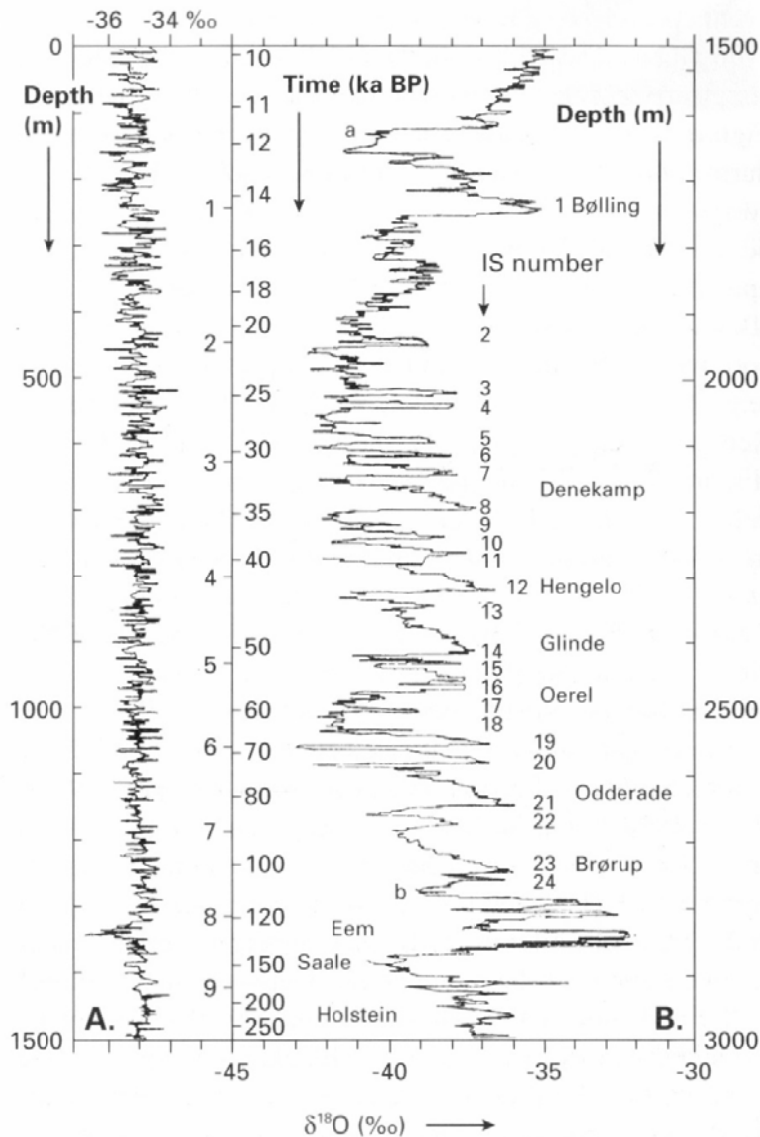


Fig. 5 – Cronologia basata sulle misure del  $\delta^{18}\text{O}$  effettuate sulla carota di ghiaccio GRIP Summit (Lowe & Walker, 1997 da Dansgaard *et al.*, 1993).



Queste variazioni, dovute al frazionamento isotopico, riflettono i cambiamenti del clima e consentono di creare diagrammi che mettono in relazione il valore della deviazione standard  $\delta^{18}\text{O}$  con la scala cronologica ottenuta con metodi di datazione assoluti. Le registrazioni più importanti, sulle quali si basano gran parte delle correlazioni, sono state effettuate sulle carote di ghiaccio carotate in Groenlandia (GRIP e GISP2) ed in Antartide (Vostock *ice core*).

In seguito ai primi lavori di Emiliani, nel 1955, i profili isotopici, provenienti dalle carote di fondo oceanico, sono stati suddivisi in stadi isotopici. Ad ogni stadio è assegnato un numero progressivo: pari, per i periodi più freddi, “glaciali”, dispari per quelli più caldi, “interglaciali”.

Il Quaternario viene così descritto secondo 104 *stage* isotopici, a partire da 2,6 milioni di anni BP (Lowe & Walker, 1997).

In questa tesi, lo studio stratigrafico ha interessato tutto l’Olocene, fino a toccare il tetto del Pleistocene: la Fig. 5 illustra la cronostratigrafia dal Pleistocene medio, in base alle suddivisioni MIS (*Marine Isotopic Stage*) basate sulle variazioni del frazionamento isotopico dell’ $^{18}\text{O}$ .

### 3.3.2. Pleistocene inferiore – ultimo massimo glaciale (MIS 2)

Come già anticipato, l’area di studio si colloca ai margini dei sistemi deposizionali della pianura Veneto-Friulana, a nord, e quello del Po a sud.

In particolare, essa rappresenta l’immediato entroterra del sistema deltizio padano-atesino e del settore meridionale della laguna di Venezia, che sono stati oggetto di importanti ricerche stratigrafico-sedimentarie e che hanno portato la descrizione dell’evoluzione paleoclimatica, paleoambientale e paleogeografica della Pianura Padana negli ultimi 2 milioni d’anni corrispondenti al Quaternario. (Kent *et al.*, 2002, Massari *et al.*, 2004),

Nel sondaggio Venezia 1, che tocca i 950 metri circa di profondità e che è stato a più riprese oggetto di studio multidisciplinare, si arriva a descrivere il passaggio tra Gelasiano (Pliocene) e Pleistocene. I sedimenti quaternari, che poggiano su una superficie di discontinuità, al top della successione di piattaforma marina e litoranea pliocenica, iniziano, a circa 818 metri, con sedimenti fini di piattaforma marina, alternati a livelli di sapropel. A partire dai 768 metri, si hanno condizioni bacinali emipelagiche, con massicci apporti di sedimento terrigeno da eventi torbidity. Queste

condizioni caratterizzano la transizione Pleistocene inferiore-medio e la prima parte del Pleistocene medio.

Successivamente, a partire dai 541 metri, si è avuto un progressivo passaggio a condizioni di mare basso, con la prima comparsa di sedimenti di pianura alluvionale a 289 metri circa. Da qui fino al tetto del sondaggio, si sono avute, alternativamente, condizioni marine, litoranee, lagunari e alluvionali, organizzate in cicli trasgressivo-regressivi che mostrano un generale *trend* verso condizioni di mare basso (Massari *et al.* 2004).

Lo *stage* isotopico 5, ed in particolare nel *substage* 5e, denominato anche “Eemiano” (136000-105000 BP) in ambiente continentale e “Tirreniano” (126000-110000 BP) in ambiente marino, rappresenta l’ultimo periodo interglaciale, caratterizzato dalla maggiore ingressione marina degli ultimi 260000 anni (Pirazzoli, 1993) e da un clima caldo che ha permesso lo sviluppo, in Pianura Padana, di una foresta termofila (Amorosi *et al.*, 2004).

Il successivo raffreddamento globale, che portò all’ultima glaciazione, descritta fino a pochi anni fa come Würm o glaciazione würmiana nell’Europa centrale e nell’area alpina (Penk & Brückner, 1912), ricopre l’intervallo di tempo comprendente i MIS 4, 3 e 2 (86000-15000 BP). Lo stadio isotopico corrispondente all’ultimo massimo glaciale è il numero 2 ed ha inizio circa 24.000 BP per terminare attorno ai 15.000 BP (Lambeck & Chappel, 2001)

Al fine di questa ricerca, verranno di seguito illustrate le principali fasi sedimentarie che hanno caratterizzato la Pianura Padana orientale a partire dall’ultimo massimo glaciale (MIS 2).

### 3.3.3. Ultimo massimo glaciale e fase di *lowstand*

Durante l’ultimo massimo glaciale, (LGM – *Last Glacial Maximum*), la Pianura Padana orientale era caratterizzata da un clima freddo e semi-arido (Paganelli, 1996; Miola *et al.* 2006). Il livello marino era circa 120 m più basso dell’attuale e la linea di costa si trovava alla latitudine dell’attuale città di Ancona (Correggiari *et al.*, 1996). Questa posizione della linea di costa fu raggiunta durante l’ultima fase di stazionamento basso (*lowstand*) del livello relativo del mare, dovuta all’abbassamento glacio-eustatico dell’LGM. I grandi ghiacciai che ricoprivano le Alpi e che avevano il loro sbocco in pianura (Castiglioni, 2001), alimentavano una rete idrografica molto più ricca e con portate molto più abbondanti rispetto a quelle odierne.

In questa fase sedimentaria, nella Pianura Veneto-Friulana si hanno evidenze di un sistema fluviale dominato da corsi d'acqua di tipo pensile che con le loro frequenti avulsioni avrebbero portato spessi depositi di piana di esondazione, caratterizzati da abbondanti, estesi ma sottili strati di torba, depositi nelle depressioni interdossive. Il ridotto spessore di questi strati di torba sarebbe dovuto ai continui eventi di esondazione che ne avrebbero interrotto la deposizione (Miola *et al.* 2006).

#### 3.3.4. *Hiatus* post-glaciale

Studi dettagliati riguardo all'architettura stratigrafica del sottosuolo dell'area deltizia (Bondesan, *et al.* 1995; Amorosi *et al.* 1999, 2003, 2005; Stefani & Vincenzi, 2005) mostrano come la successione olocenica, spessa fino a poche decine di metri, sia separata dalla sottostante sequenza alluvionale datata LGM da una superficie di discordanza. Tale superficie è rappresentata, nella Pianura Veneto-Friulana, dal paleosuolo calcico "caranto" (Mozzi *et al.* 2003).

Questa discontinuità ha come conseguenza l'assenza di dati cronostratigrafici in particolare per il periodo compreso tra 14.500 e 8.000 BP. Come riportano Fontana *et al.* (in stampa), questa mancanza di dati sarebbe imputabile ad uno *hiatus* sedimentario dovuto all'attività fluviale limitata entro canali incisi, che non avrebbe portato sedimentazione nella piana di esondazione. Le cause della scarsità di apporto sedimentario al sistema fluviale sono da ricercarsi in due principali fattori. Il progressivo ritiro dei ghiacciai alpini nelle fasi finali dell'LGM, iniziato col brusco cambiamento climatico avvenuto tra 18000 e 16000 anni BP (Orombelli & Ravazzi, 1996) e protrattosi fino al Tardiglaciale (15000-11500 BP) (Pellegrini *et al.*, 2005) e la formazione di laghi temporanei a monte di depositi morenici e/o di frane post-glaciali, avrebbero causato il trattenimento di importanti quantità di sedimenti (Castiglioni, 2001). Inoltre, la ricolonizzazione delle aree montane da parte della vegetazione, avrebbe ridotto il tasso di erosione e quindi portato a una diminuzione nell'apporto sedimentario.

#### 3.3.5. Fase trasgressiva e *maximum flooding*

Attorno a 11500 anni BP, in seguito alla deglaciazione, iniziò una fase trasgressiva in cui il livello marino si innalzò fino a raggiungere circa i valori attuali. Questo causò un'aggradazione dei sistemi fluviali e una retrogradazione di tutto il sistema costiero che durò dallo Younger Dryas, periodo caratterizzato, nell'area padana, da un clima

secco e relativamente più fresco e dalla presenza di foreste di pino, per tutto il Boreale e fino all'inizio dell'Atlantico. Quest'ultimo periodo sarebbe stato caratterizzato dalle temperature più alte di tutto l'Olocene (Accorsi *et al.* 1996).

Durante l'Atlantico, attorno a 6000-5500 anni B.P., si ebbe una trasgressione marina che, nella Pianura Padana, portò la linea di costa 20-30 km più ad ovest dell'attuale (Fig. 6) (Amorosi *et al.*, 2005).

### 3.3.6. Fase di *highstand*

Dopo la massima trasgressione, il tasso di risalita del livello relativo del mare non fu più sufficiente a controbilanciare l'apporto sedimentario che cominciò così a prevalere. Iniziò dunque la fase di *highstand* (stazionamento alto), tutt'ora in atto, che portò alla progradazione della linea di costa (Fig. 6) e alla formazione dei sistemi deltizi attuali (Stefani & Vincenzi, 2005).

Negli ultimi 2400 anni della storia del delta, la linea di costa ha progradato per 11 km, lungo una fascia costiera che si estende per circa 80 km (Cremonini, 2007). I delta sono caratterizzati da una forma arcuata, dovuta all'azione del modellamento da parte delle onde e dalla presenza di fasce dunose costiere che, con la progradazione del sistema, hanno lasciato traccia "fossile" delle antiche linee di costa (Fig. 6).

I cordoni dunosi più interni e più antichi rilevati, sono stati datati XII-XI sec. a.C. e si collocano nella fascia longitudinale che comprende gli attuali centri di Loreo e San Pietro di Cavarzere (Marcolongo, 1987). Spostandosi verso la costa attuale, si trovano le fasce dunose datate VII sec. a.C., corrispondenti, secondo Bondesan *et al.* 1995, alla transizione Sub-boreale – Sub-atlantico, quelli formati tra il V ed il II sec. a. C., tra il VI ed il X sec. d.C. ed infine quelli corrispondenti al XV-XVI sec. d.C (Marcolongo, 1987; Bondesan *et al.*, 1995; Stefani & Vincenzi, 2005, Cremonini, 2007).

Amorosi *et al.* (2005) osservano, all'interno dei depositi di *highstand*, l'estesa continuità laterale di strati di torba, datati circa 4.000 BP, in tutta l'area a nordovest di Comacchio, che proverebbero, in questo periodo, lo sviluppo di bacini palustri tra i canali tributari del delta in cui avveniva la deposizione di sedimenti organici.

In un profilo tracciato da Bondesan *et al.* (1995) che attraversa la parte più orientale della Pianura Padano-Atesina, si nota che ad ovest del limite raggiunto dalla massima ingressione marina, ovvero in prossimità dell'area studiata in questa tesi, i depositi olocenici sono caratterizzati da limi e argille di facies fluviale-palustre e torba (Fig. 7, sez. HH) in eteropia, verso est, con sabbie deposte in ambiente litoraneo. Sedimenti

torbosi analoghi, provenienti da livelli radiodati tra circa 6 e 12 metri di profondità dal sondaggio di Massafiscaglia (entroterra del delta padano), hanno dato valori compresi tra 3900-3700 B.P. e 7200-6950 B.P. (Fig. 7, sez. JJ, sondaggio 1).

Durante il Sub-boreale, ed in particolare a circa 3000-2900 B.P., si ebbero condizioni climatiche più fredde rispetto al periodo precedente. In questo periodo, come si vedrà nel paragrafo 4.1, dovevano essere attivi il Po di Adria ed il ramo più settentrionale del Po. Quest'ultimo, che doveva avere il suo sbocco in Adriatico tra Adria e Chioggia, avrebbe contribuito, con il suo apporto sedimentario, alla costruzione del lido che racchiudeva la laguna di Venezia (Stefani & Vincenzi, 2005; Cremonini, 2007).

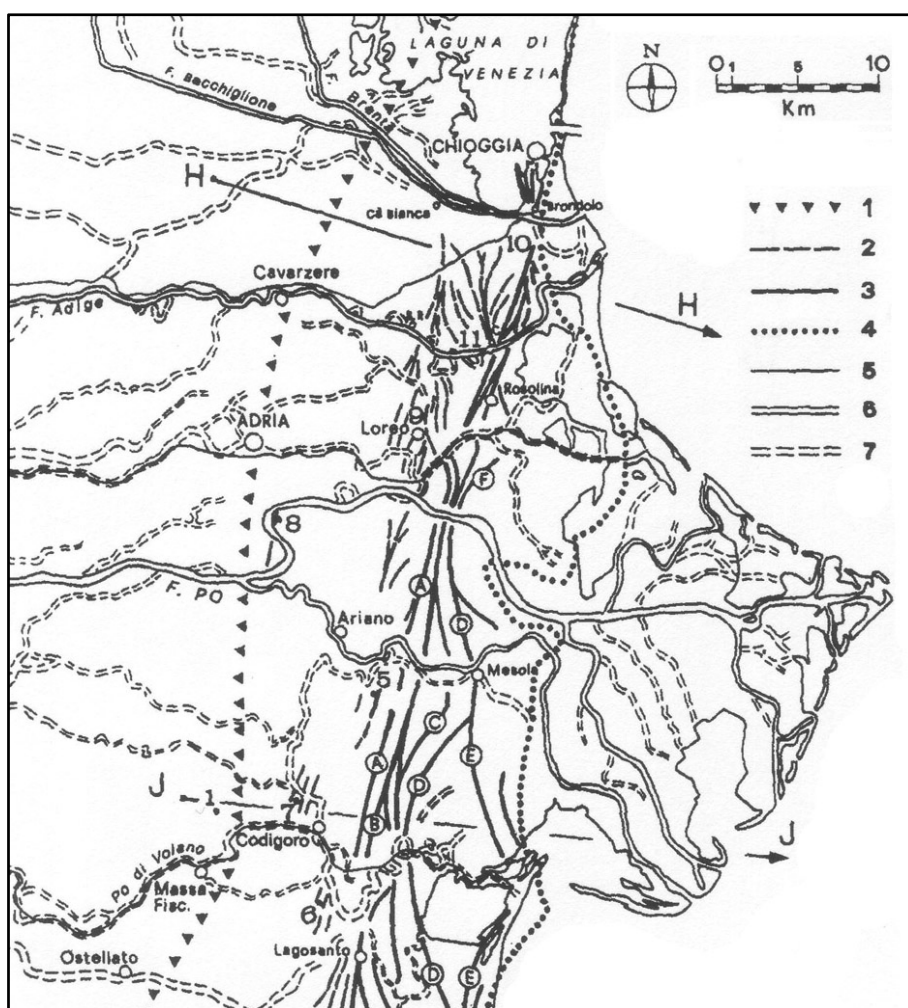


Fig. 6 – Schema geomorfologico dell'area del delta del Po, con riportate le tracce delle sezioni stratigrafiche H e J, illustrate in Fig. 7. (1) possibile posizione della linea di costa durante la trasgressione post-glaciale; (2) cordoni dunosi sepolti; (3) cordoni dunosi in superficie, di età: A = transizione subboreale-subatlantico; B = VI-IV sec. a.C.; C = I-II sec. d.C.; D = V sec. a.C. circa; E = V sec. d.C. circa (modif. da Bondesan *et al.*, 1995).

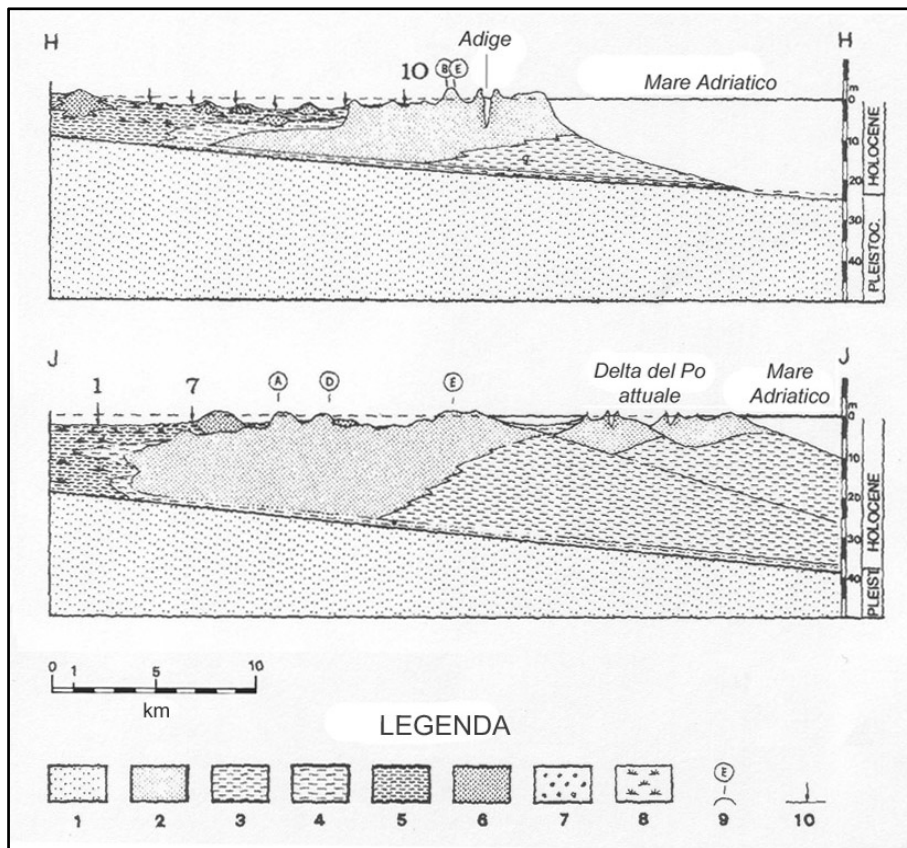


Fig. 7 – Profili stratigrafici delle sezioni HH e JJ attraverso il sistema deposizionale del delta padano. Pleistocene: (1) sabbie e limi continentali; Olocene: (2) sabbie di facies costiera; (3) limi e argille marine; (4) limi e argille lagunari; (5) argille e limi continentali; (6) sabbie fluviali; (8) ghiaie; (8) torbe; (9) principali cordoni dunosi in superficie (10) sondaggi; (modif. da Bondesan *et al.*, 1995).

Come suggerito da Cremonini (2007), in quest'epoca, e fino al Medioevo (XI sec. d.C.) la pianura Padano-Atesina, doveva essere solcata da un reticolo idrografico caratterizzato da numerosi canali secondari, che farebbe ipotizzare un modello fluviale di tipo anabranching.

Una situazione simile, è stata descritta nel delta dei fiumi Reno e Mosa, nei Paesi Bassi. Makaske (1998), Berendsen & Stouthamer (2002), Berendsen & Stouthamer (2002) descrivono, infatti, l'evoluzione paleogeografica e paleoidrografica del delta formato dal sistema fluviale a canali anastomizzati dei fiumi suddetti.

Tra 2500 e 1500 BP, periodo caratterizzato da un clima fondamentalmente caldo, la struttura idrografica rimase relativamente stabile (Veggiani, 1985 in Stefani & Vincenzi, 2005). Alla stabilità fluviale contribuì peraltro l'intervento antropico, specialmente durante l'epoca romana.

Con l'epoca Tardo Antica – Alto Medievale (in particolare tra 1500 e 1300 BP) si assiste ad un significativo cambiamento sia climatico che di gestione antropica delle acque. Secondo diversi autori (Bertolani Marchetti, 1966; Panizza 1985; Veggiani, 1994) si ebbe un deterioramento delle condizioni climatiche, che produsse, in coincidenza con il progressivo abbandono delle terre dopo il declino della romanità (caduta dell'Impero Romano d'Occidente e invasioni barbariche, (vedi paragrafo 5.4), disastrosi effetti nella pianura veneta meridionale e romagnola (Cremaschi & Gasperi, 1989). Ortolani & Pagliuca (1994) definiscono, in particolare, il periodo compreso tra il VI e l'VIII sec. d.C. “Piccola Età Glaciale Alto Medievale”, sulla base di dati paleoambientali e geoarcheologici (Fig. 8).

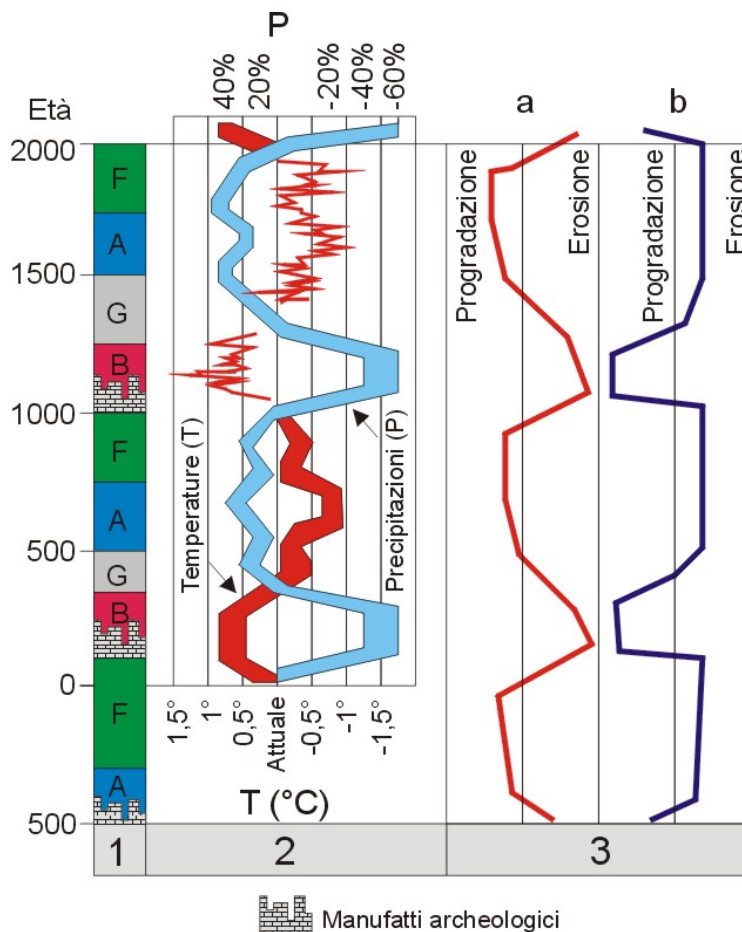


Fig. 8 – Correlazione tra: la stratigrafia geoarcheologico-ambientale (colonna 1), l'evoluzione delle temperature e delle precipitazioni (colonna 2), evoluzione delle spiagge con sabbia silicoclastica (a) e organogena (b) (colonna 3). Per la colonna 1: Periodi freddo-umidi (in azzurro) E = Piccola Età Glaciale; C = Piccola Età Glaciale Alto Medioevale; A = Piccola Età Glaciale Arcaica. Periodi caldo-aridi: D = Periodo Caldo Medioevale; B = Periodo Caldo Romano. Periodi di transizione: F = Transizione da freddo-umido a caldo-arido; G = Transizione da caldo-arido a freddo-umido (ridisegnato da Ortolani & Pagliuca, 2007).

Dal punto di vista idrografico, a seguito di lunghi periodi di piogge che determinarono serie di importanti rotte fluviali con inondazioni ed alluvionamenti di vasti territori, molti corsi d'acqua abbandonarono i loro antichi alvei pensili verso aree più depresse. Tra gli effetti di tali eventi alluvionali, molte tra le aree più depresse della pianura Padano-Atesina rimasero a lungo caratterizzate dalla presenza di specchi lacustri, che lentamente si trasformarono in bacini palustri. Si ricorda a tale proposito la formazione degli antichi laghi di Piacenza, Spialfredo, Vighizzolo ed Anguillara (Marcolongo & Zaffanella, 1987).



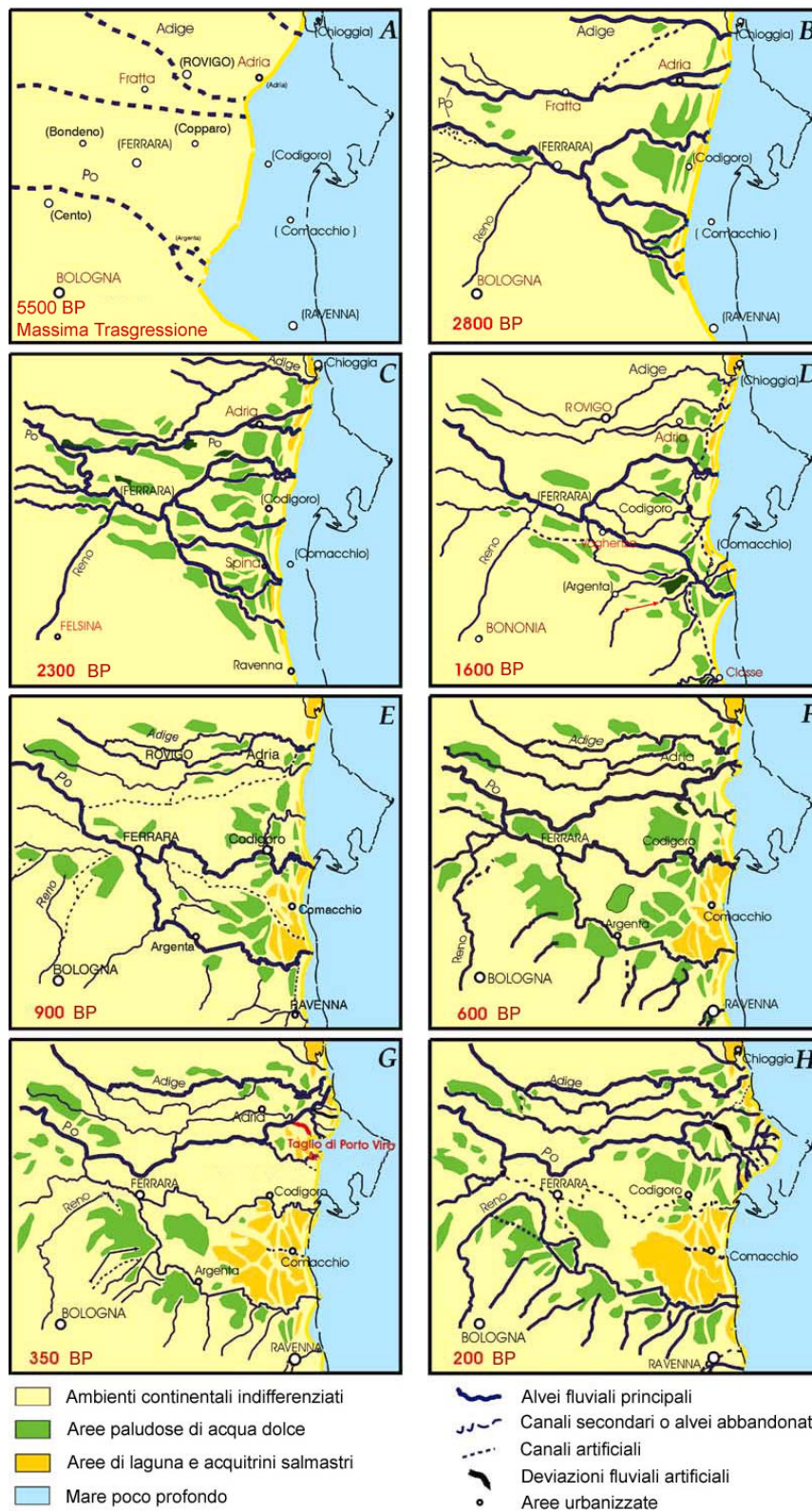


Fig. 9 – Progradazione dell'area del delta padano ed evoluzione della rete idrografica a partire dall'ultima trasgressione marina avvenuta circa 5500 BP (modificato da Stefani & Vincenzi, 2005).



## 4. Inquadramento geomorfologico e pedologico

“Parlando dei corsi d’acqua del Padovano il dottissimo Filiasi (1750-1829) dice che l’indovinarne il corso è quasi come il voler spiegare i geroglifici d’Egitto (in quel tempo assolutamente indecifrabili) e ciò, non solo riguardo ai tempi romani, ma anche per quelli posteriori al mille” (Averone, 1911).

### 4.1. *Paleoidrografia tardo olocenica della pianura Padano-Atesina*

Gli studi dell’evoluzione paleoidrografica della bassa pianura Padano-Atesina durante il tardo Olocene si hanno a partire dagli anni Settanta, periodo in cui iniziarono, tra l’altro, importanti campagne di scavo archeologico ed in cui si intensificava l’interesse per le ricognizioni di superficie. Essenziali, al fine di avere una visione regionale delle condizioni geomorfologiche e paleoidrografiche, fu la possibilità di indagare, con sempre maggior dettaglio e quantità di materiale, i dati altimetrici delle tavolette IGM e delle Carte Tecniche Regionali, gli aerofotogrammi e le immagini satellitari.

I lavori che verranno qui discussi, in quanto ritenuti rappresentativi dello stato dell’arte delle ricostruzioni paleoambientali, sono infatti basati essenzialmente sull’associazione delle interpretazioni topografiche e da telerilevamento con i dati archeologici.

La bassa pianura Padano-Atesina, come si può dedurre dal nome, è caratterizzata da una fitta rete di “tracce” fluviali attribuibili ai sistemi idrografici del Po e dell’Adige.

Le strutture fluviali rappresentate da tali tracce si possono distinguere nettamente dai territori circostanti sia per il quasi esclusivo e particolare rilievo della morfologia, dovuta alla pensilità dei corsi d’acqua, sia per la formazione prevalentemente sabbiosa dei corpi sedimentari che le costituiscono rispetto alla granulometria più fine delle piane di esondazione limitrofe.

La Fig. 10 illustra una ricostruzione paleoidrografica della pianura veneta meridionale, desunta dall’attuale stato dell’arte, riportando inoltre i siti archeologici protostorici di maggiore rilevanza che verranno discussi nel capitolo 5. La carta schematica è basata su Marcolongo (1987) e Peretto (1986): in particolare, si fa notare che il tracciato “A2” dell’Adige, a valle di Rovigo, è stato riportato secondo le indicazioni di quest’ultimo autore.

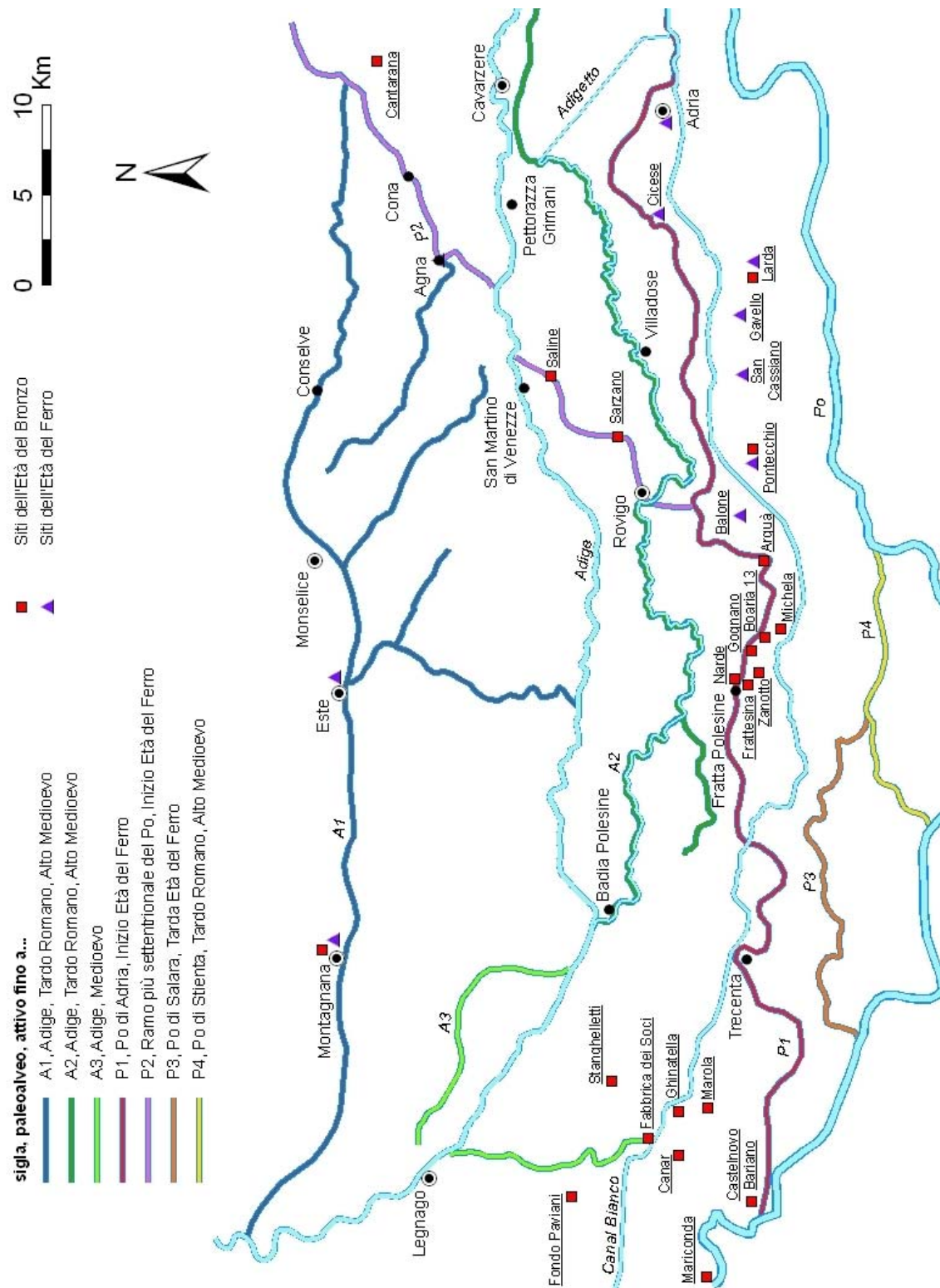


Fig. 10 – Schema semplificato della paleoidrografia della pianura Padano-Atesina tra Legnago e Adria. Sono riportati: in azzurro, l'idrografia principale attuale e, in vari colori, le tracce dei paleoalvei padani e atesini. Vengono riportati inoltre i maggiori siti archeologici protostorici (per la bibliografia si veda nel testo del capitolo 5).

I dossi fluviali che segnano i confini dell'area di studio di questa tesi sono stati attribuiti, da vari studiosi, ad antichi paleoalvei del fiume Po.

A segnare il confine meridionale vi è il "Po di Adria" chiamato così dal Veggiani (Veggiani, 1972 e 1974). Secondo lo stesso autore, durante il X sec. a.C. il Po si divideva in due tra Brescello e Guastalla. Il ramo meridionale è denominato Po di Spina, proprio perché ivi trovava la foce dopo aver toccato gli attuali Bondeno e Ferrara. Il ramo settentrionale è rappresentato dal Po di Adria attivo, secondo Veggiani, durante l'età del Bronzo e l'inizio dell'età del Ferro (fino al IX-VIII sec. a. C.).

Il suo dosso si snoda verso est con ampie anse per staccarsi, nei pressi di Castelmassa, dall'attuale alveo padano. Esso prosegue poi attraverso Ceneselli, Trecenta, Castelguglielmo, San Bellino, Fratta Polesine, Villamarzana, Arquà Polesine, Rovigo, Adria. Da qui fino a pochi chilometri ad est di Loreo il dosso è seguito dall'attuale corso del Canal Bianco. Presso Loreo il Po di Adria si divideva in due: il ramo settentrionale si dirigeva verso Tornova per poi sfociare in Adriatico presso Cavanella d'Adige, dove ora scorre l'Adige. Il ramo meridionale sembra invece che seguisse l'attuale alveo del Po di Levante, sfociando poi in Adriatico presumibilmente nei pressi di Fenilòn, come ricostruito da Marcolongo (1987) sulla base del telerilevamento.

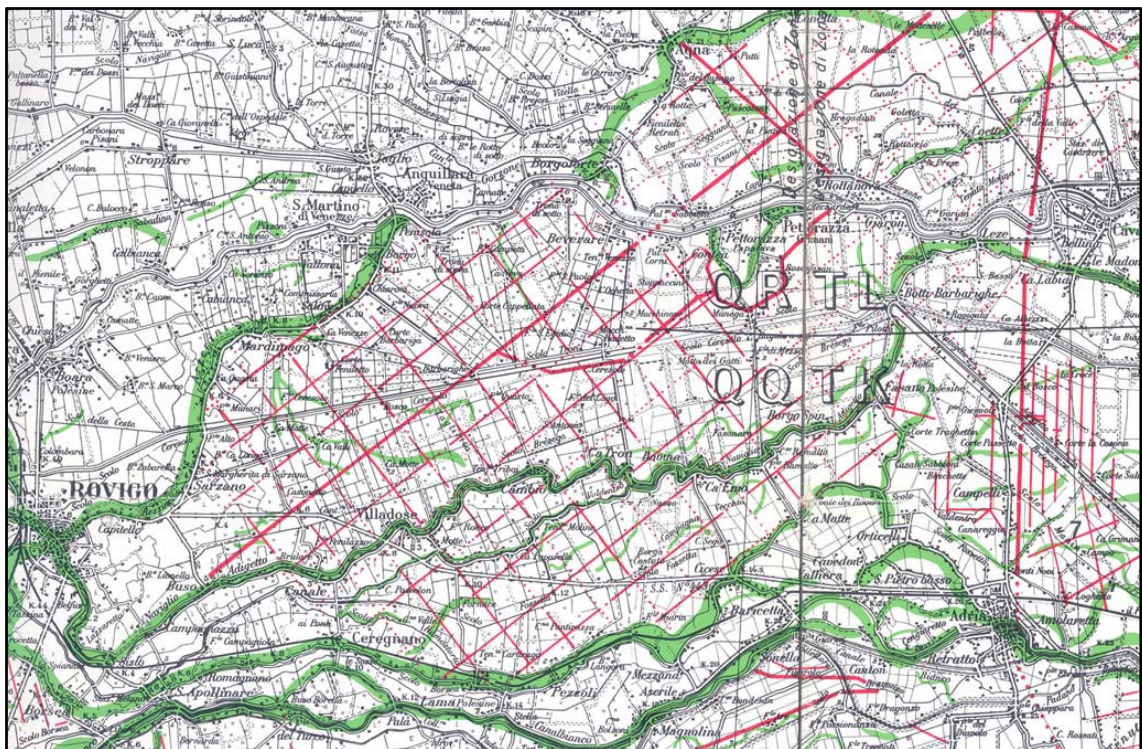


Fig. 11 – Ricostruzione della paleoidrografia e delle strutture antropiche nel territorio tra Rovigo ed Adria (Peretto, 1986).

Pochi chilometri a sud di Rovigo dal Po di Adria si stacca un antico ramo padano, definito da Castiglioni “ramo più settentrionale del Po” (Castiglioni, 1978), che corre in direzione nord-est, con ampie anse, toccando gli attuali paesi di Sarzano, Mardimago, San Martino di Venezze. La traccia del dosso è qui ripresa per il tratto da San Martino di Venezze a Borgoforte dall’attuale alveo dell’Adige. A Borgoforte esso prosegue, sempre nella medesima direzione, verso Agna, Cona e Conca d’Albero per poi perdersi verso l’area lagunare in direzione di Chioggia (Castiglioni, 1978; Peretto, 1986; Marcolongo e Zaffanella, 1987).

Il Po di Adria e la sua diramazione verso nord sono stati a lungo oggetto di discussione per la loro identificazione nei toponimi *Filistina*, *Pestrina*, *fossa Philistina* (Cessi, 1898; Bellemo, 1893; Averone, 1911; De Bon, 1939; Peretto, 1986), e per le ipotesi, suggerite dalle varie interpretazioni, per quanto ne riguarda l’attività fluviale. Come ricordato da Castiglioni (1978), dal Medioevo si sarebbe tramandato il termine *Pestrina*, per il Po di Adria e la sua prosecuzione verso nord (ramo più settentrionale del Po). Secondo De Bon (1939) la *Pestrina* sarebbe ancora attiva durante l’epoca romana e, se si accetta che *Pestrina* = *fossa Philistina*, questo concorderebbe con un passo di Plinio nel suo trattato *Naturae Historia*, in cui vengono citate la foce *Philistina* e la *Fossa Philistina*.

Veggiani (1972) considera invece il Po di Adria attivo solo fino al IX-VIII sec. a.C. e Castiglioni (1978) suggerisce che “logicamente si dovrebbe pensare la stessa cosa” per il ramo più settentrionale del Po. Tuttavia fa notare come le ipotesi di Veggiani siano basate soprattutto su considerazioni paleoclimatiche “di ordine generale”.

Sono considerati invece più recenti i paleoalvei pensili del Po che si staccano dall’attuale corso padano presso Salara e Stienta. Il primo, ritenuto attivo durante la tarda età del Ferro sarebbe invece già stato abbandonato in epoca Romana: di questo periodo sono, infatti, i resti di edifici rinvenuti sopra il dosso fluviale che si sviluppava da Salara per Veratica, Curà, Runzi, Pellizzare, Precona e S. Donato (Marcolongo & Zaffanella, 1987). Da qui, secondo Peretto (1986), la traccia del paleoalveo si immette nell’attuale Canalbianco a nord di Pincara mentre, secondo Marcolongo (1987), esso prosegue verso Capitello di Fiesso Umbertiano dove si congiunge con un altro paleoalveo pensile attivo nell’epoca Tardo Antica – Alto Medievale, che si stacca dall’attuale alveo padano nei pressi di Stienta e attraversa i centri di Ospitaletto e Fiesso Umbertiano, Cascina Morosina, la Crosara, Viezze, per poi riimmersi nell’alveo attuale a Raccano, vicino a Polesella.

Passando ai paleoalvei attribuiti al bacino atesino, Marcolongo (1987) descrive tracce di antichi corsi dell'Adige del Pleistocene superiore – Tardiglaciale passanti poco a nord di Montagnana e orientati all'incirca NO-SE lungo la parte apicale della conoide alluvionale atesina. Altri percorsi, attestabili all'Olocene Medio-Antico sono individuabili, secondo lo stesso autore, ai piedi dei Lessini, con un orientamento O-E.

In età compresa tra il Bronzo finale e il Tardo Antico – Alto Medioevo sembrerebbe invece essere il paleoalveo pensile che si snoda in sinistra idrografica dell'Adige attuale tra Roverchiara e Bonavigo per toccare poi i centri di Minerbe, Bevilacqua, Montagnana, Saletto, Este (Marcolongo, 1987; Balista, 1998; Balista, 2004). Il dosso si divide qui in due rami: quello settentrionale prosegue attraverso località Motta e Marendole verso Monselice. La traccia fluviale sembra poi dirigersi verso Pernumia, Conselve, Candiana, Villa del Bosco e Conca d'Albero dove quasi tocca il già descritto “ramo più settentrionale del Po”. Prosegue poi verso Brenta d'Abba perdendosi verso la laguna. Il ramo meridionale segue invece la direzione N-S, attraverso Mottarelle, Deserto d'Este, Villa Estense, Carmignano e S. Urbano fino a terminare perpendicolarmente sull'attuale corso dell'Adige. Questo andamento, come fa notare Marcolongo (Marcolongo, 1987), è nettamente discorde rispetto alla rete idrografica attuale.

Da questo paleoalveo si dipartono numerosi ventagli di rotta, tra cui quelli di Bevilacqua, Borgo S. Zeno, Megliadino San Fidenzio e Saletto. Esso è conosciuto, tra l'altro, per la famosa e quantomai dibattuta “Rotta della Cucca”, introdotta nella storiografia rodigina da Camillo (1645-1719) e Carlo Silvestri (1681-1754) sulla base dell'*Historia langobardorum* dello storico longobardo Paolo Diacono. Il trattato latino parla invero solo di un *diluvium* che avrebbe avuto luogo nel novembre del 589 d.C.: l'Adige ed il Tevere avrebbero rispettivamente provocato gravi danni a Verona e a Roma. Zerbinati per Accademia dei Concordi (2003) sottolinea il fatto che l'Istoria agraria di Camillo Silvestri inventa la “Rotta della Cucca” per interpretare la diversione del fiume nei pressi di Bonavigo. Recenti contributi sull'argomento (Bondesan *et al.* 2002) hanno messo in dubbio la supposta “Rotta della Cucca” ed evidenziato come già prima del 589 d.C. il corso fluviale arrivasse a Badia Polesine come il corso attuale. Balista (2004) riassume la questione citando anche Zaffanella (1979).

A Canove di Legnago, si stacca dall'attuale corso un dosso atesino attivo forse fino al Medioevo (Marcolongo, 1987), su cui sorgono i paesi di Terrazzo, Merlara e Castelbaldo: qui la traccia si innesta nuovamente nel fiume attuale.

Poco più a valle, presso Badia Polesine, si diparte, dalla destra idrografica, il Naviglio Adigetto. Esso scorre entro un paleoalveo pensile atesino che, secondo Peretto (1986), era già attivo durante l'epoca romana. L'autore inoltre discute, riferendosi all'attuale corso d'acqua: "le stesse caratteristiche geomorfologiche dell'alveo fluviale metterebbero in discussione l'origine e l'età di questo fiume che dalla più diffusa opinione è considerato di epoca medioevale" e poi riporta: " il paleoalveo, infatti, nel quale oggi è imbrigliato ..., si presenta notevolmente pensile, ampio (in genere tra 100-200 m) e completamente terrazzato con potenti strati di sabbia: sicuri elementi questi della lunga e duratura attività nel tempo". Egli sottolinea anche il legame "diretto" tra l'attività dell'Adigetto in età Romana e l'agro centuriato di Adria, estendendo quindi la presenza di un paleoalveo atesino anche al tratto ad est di Rovigo, attraverso Villadose, Cambio, Ca' Tron e Fasana. La ricostruzione paleoidrografica di Marcolongo (1987) limita la sovrapposizione dell'Adigetto con il paleoalveo solo fino a Rovigo. Secondo la sua interpretazione da telerilevamento, tracce atesine proseguono da Rovigo verso Sarzano (in questo breve tratto sarebbero tra l'altro coincidenti con quelle del ramo più settentrionale del Po), per poi disperdersi nelle campagne tra lo scolo Ceresolo a nord e l'Adigetto a sud.

#### *4.2. Suoli*

Tutta la pianura veneta meridionale, ad esclusione della fascia costiera, deltizia e lagunare, è caratterizzata dalla provincia di suolo "BR", definita come di "bassa pianura recente, calcarea, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi sabbiosi e piane e depressioni a depositi fini (Olocene). Suoli a differenziazione del profilo moderata (Cambisols)" (ARPAV, 2005).

Questa provincia di suoli che comprende la parte più recente della bassa pianura veneta andata aggradando durante l'Olocene, può essere suddivisa in due porzioni, una più antica, ad iniziale decarbonatazione dei sedimenti ed una più recente, con sedimenti ricchi di carbonati fin dalla superficie.

Come si può vedere in Fig. 12 i sistemi di suoli che caratterizzano l'area di studio sono distribuiti seguendo la struttura della paleoidrografia e dell'idrografia attuale. La granulometria infatti varia dalle sabbie in corrispondenza dei dossi fluviali, ai limi della pianura modale, fino a sedimenti argillosi e torbosi delle aree depresse, spesso bonificate.



La presenza della falda entro il profilo del suolo garantisce un approvvigionamento costante d'acqua durante l'anno e la necessità di irrigazione si limita così solo ai suoli a granulometria più grossolana o a rari interventi durante la stagione estiva.

L'uso del suolo è prevalentemente a seminativo: le colture principali sono il mais, la barbabietola, la soia ed il frumento (ARPAV, 2005).

Secondo la Soil Taxonomy, il regime di umidità del suolo è di tipo ustico, ovvero, se la temperatura media annua del suolo è inferiore a 22 °C e se l'escursione termica a 50 cm di profondità è maggiore o uguale a 6 °C, la sezione di controllo dell'umidità è secca in alcune o tutte le sue parti per 90 o più giorni cumulativi ma non è asciutta in alcuna parte per più della metà dei giorni cumulativi quando la temperatura del suolo a 50 cm di profondità è maggiore di 5 °C (Soil Taxonomy, 1999). Se in un anno normale la sezione di controllo è umida in tutte le sue parti per 45 o più giorni consecutivi nei quattro mesi successivi al solstizio d'inverno, allora risulterà secca in tutte le sue parti per meno di 45 giorni consecutivi nei quattro mesi successivi al solstizio d'estate.

Il regime di temperatura del suolo è di tipo mesico, caratterizzato da temperature medie annue comprese tra gli 8 ed i 15 °C e un'escursione di temperatura media estiva ed invernale maggiore di 5 °C a 50 cm di profondità (ARPAV, 2005).



Fig. 12 – Suoli dell'area di studio nel contesto della bassa pianura veneta sudorientale. Per la descrizione delle singole categorie dei suoli si rimanda al testo.

In Tab. 1 vengono riportate le descrizioni dei sistemi di suoli per l'area considerata.

BR1	<p>Suoli su dossi della pianura alluvionale, formati da sabbie e limi, da molto a estremamente calcarei.</p> <p>Suoli molto profondi, a moderata differenziazione del profilo, a parziale decarbonatazione, con iniziale accumulo di carbonati in profondità (<i>Hypocalcic Calcisols</i>).</p>
BR2	<p>Suoli su dossi della pianura alluvionale, formati da sabbie e limi, da molto a estremamente calcarei.</p> <p>Suoli molto profondi, a differenziazione del profilo da bassa a moderata, a decarbonatazione iniziale o nulla (<i>Calcari-Fluvic Cambisols</i>).</p>
BR3	<p>Suoli della pianura alluvionale indifferenziata, formati da limi, da molto a estremamente calcarei.</p> <p>Suoli profondi, a moderata differenziazione del profilo, a parziale decarbonatazione, con iniziale accumulo di carbonati in profondità (<i>Hypocalcic Calcisols</i>).</p>
BR4	<p>Suoli della pianura alluvionale indifferenziata, formati da limi, da molto a estremamente calcarei.</p> <p>Suoli profondi, a moderata differenziazione del profilo, a decarbonatazione iniziale o nulla (<i>Calcari-Fluvic Cambisols</i>).</p>
BR5	<p>Suoli in aree depresse della pianura alluvionale, formati da argille e limi, da molto a estremamente calcarei.</p> <p>Suoli moderatamente profondi, a moderata differenziazione del profilo, a idromorfia profonda, talvolta a iniziale decarbonatazione (<i>Gleyic Cambisols</i>).</p>
BR6	<p>Suoli in aree depresse della pianura alluvionale, formati da depositi torbosi su limi e argille.</p> <p>Suoli moderatamente profondi, a differenziazione del profilo da bassa a moderata, ad accumulo di sostanza organica in superficie, a idromorfia poco profonda, localmente salini e spesso con orizzonti organici sepolti (<i>Molli-Gleyic Cambisols</i>).</p>

Tab. 1 – Sistemi di suoli dell'area di studio, secondo la Carta dei Suoli del Veneto, ARPAV, 2005.

## 5. Contesto storico e archeologico

Lungi dal voler essere esaustivi nel descrivere la ricchezza dei ritrovamenti, si cercherà di fare una sintesi dello stato delle scoperte archeologiche per i maggiori siti di insediamento e per quelli ritenuti chiave nella presente ricerca.

In Tab. 2 viene riportato uno schema cronologico valido per l'Italia nordorientale a partire dall'età del Bronzo antico.

Età	Epoca	Fase	Inizio	Periodi climatici
Olocene	Medioevo	basso	1000 d.C.	Subatlantico
		alto	476 d.C.	
	Romano	tarda	200 d.C.	
		imperiale	40 a.C.	
		repubblicana	200 a.C.	
	Ferro	secondo	600 a.C.	
		primo	950 a.C.	
	Bronzo	finale	1150 a.C.	Subboreale
		recente	1450 a.C.	
		medio	1800 a.C.	
antico		2200 a.C.		

Tab. 2 – Schema cronologico semplificato delle fasi archeologiche in Italia nordorientale (modif. da Fontana, 2006).

### 5.1. Età del Bronzo

A partire dal 2150 a.C. circa, e quindi agli inizi dell'età del Bronzo (2200-1000 a.C.), si assiste, in Italia settentrionale, alla comparsa di numerosi insediamenti palafitticoli, che costituiranno la base per lo sviluppo della “cultura di Polada”, che ha una buona diffusione in Veneto, Trentino e Lombardia. Il legame tra questo tipo di insediamenti e l'acqua sembra essere dovuto più a motivazioni culturali che pratiche (Fasani, 1984). In questo periodo, incisioni rupestri della Valcamonica testimoniano l'utilizzo dell'aratro trainato da buoi, strumento che, rispetto alla semplice zappa, permette lo sfruttamento di aree più estese, e che quindi porta la capacità di occupare territori più vasti.

Alla cultura di Polada appartiene il più antico insediamento umano finora rinvenuto in Polesine. Esso è rappresentato dalla palafitta di Canà, sorta tra il 1940 e il 1850 a.C.

(Bronzo antico) presso un'area paludosa formata dal fiume Tartaro. Scavi condotti, a partire dal 1977, in quest'area dell'alto Polesine hanno portato alla luce centinaia di pali impiantati, ceramiche della cultura di Polada e Wieselburg-Gata (quest'ultima suggerisce contatti con popolazioni della regione medio-danubiana), manufatti in osso, corno di cervo, selce e pochi bronzi. Indagini palinologiche e paleontologiche hanno portato al riconoscimento di un'economia di sussistenza, basata sulla coltivazione di un ampio spettro di specie, sulla raccolta di specie selvatiche e sull'abbondante presenza del maiale (Bellintani, 1987; Balista & De Guio, 1997).

Durante il Bronzo medio (1700-1350 a.C.), in Pianura Padana si ha un importante cambiamento delle modalità insediative: vengono, infatti, progressivamente abbandonati i siti palafitticoli in favore dello sviluppo dei villaggi planiziali che caratterizzano, nella pianura mantovano-emiliana e nelle Grandi Valli Veronesi, la Civiltà delle Terramare (Cremaschi, 1997) e, in Friuli, i Castellieri (Fontana, 2006). Gli insediamenti planiziali dell'area Basso Veronese e polesana (quest'ultimi non riconosciuti come terramaricoli), interessano maggiormente le aree rilevate dei dossi fluviali inattivi o in via di disattivazione (Peretto, 1986; Balista & De Guio, 1997). Come sottolineato da Fontana (2006), in questo periodo si sviluppa anche il culto delle acque, testimoniato dagli abbondanti rinvenimenti, in Veneto orientale e Friuli, di pregiati manufatti metallici (in genere spade) all'interno di alvei fluviali. Nell'area di studio, un caso che potrebbe essere riferito al culto delle acque è quello del ritrovamento di una spada bronzea, avvenuto alla fine del XVIII secolo, lungo il dosso del ramo più settentrionale del Po, presso Sarzano (Bellintani & Zerbinati, 1984). Tale spada, datata seconda metà del XIII sec. a.C, ha una lunghezza totale di 48,9 cm ed un codolo con sezione quadrangolare, con apice a mazzuolo sfaccettato a sezione ottagonale. La lama fogliata è di tipo a pistillo (con espansione verso la punta) ed ha una sezione romboidale. Le misure relative agli elementi della lama e del codolo collocano la spada nel tipo "Arco". Come fanno notare Bellintani e Zerbinati (1984), questo reperto è l'unico nel suo genere ad essere stato ritrovato a sud dell'Adige e potrebbe essere attribuito al culto delle acque.

Per quanto riguarda il Bronzo medio, le testimonianze più abbondanti in Polesine si hanno nei siti di Ghinatella e Marola, in corrispondenza dell'antico percorso del Tartaro (Bellintani, 1984; Salzani, 1986) e Zanforlina di Pontecchio Polesine, pochi chilometri a sud di Rovigo, lungo il Po di Adria (Peretto & Salzani, 2003).

I siti archeologici del Bronzo che hanno portato alla luce maggiori quantità di reperti ricadono tuttavia tra il Bronzo recente (1350-1200 a.C.) ed il Bronzo finale (1200-1000 a.C.), intervallo temporale che rappresenta uno dei periodi archeologici più importanti per l'Italia settentrionale, data la quantità e le dimensioni dei siti conosciuti. In questo periodo si ha il massimo sviluppo della civiltà terramaricola e della Civiltà dei Castellieri. Per quanto concerne la complessa civiltà delle terramare, si ricordano, per l'alta pianura modenese, l'imponente insediamento di S. Rosa di Poviglio (Bernabò Brea & Cremaschi, 1997; Cremaschi *et al.* 2006) e, per le Grandi Valli Veronesi, i siti di Gazzo Veronese, Fondo Paviani, Castello del Tartaro, Fabbrica dei Soci, Stanghelletti, Massaua e Stanghelle (Balista & De Guio, 1997). La civiltà terramaricola, la cui sussistenza era basata sull'agricoltura, sull'allevamento, sull'artigianato e sul commercio a lunga distanza (Europa settentrionale, orientale e area mediterranea), ebbe il suo apogeo nella seconda metà del XV sec. a.C. e subì un improvviso collasso attorno al 1150 a.C. Le cause dell'abbandono degli insediamenti sembrano essere legate, oltre che ad un possibile contesto climatico sfavorevole, ad una situazione di stress socio-economico e ambientale che avrebbe portato alla disgregazione del sistema terramaricolo (Cremaschi, 1997).

In Polesine, nel Bronzo recente e finale si hanno gli insediamenti di Mariconda, Fratta Polesine e Larda di Gavello.

Il sito di Mariconda di Melara, che è parzialmente attraversato dall'attuale alveo del fiume Po, è il più occidentale tra quelli rinvenuti in provincia di Rovigo. Grazie a periodi di magra, sono stati individuati i resti di un insediamento databile tra il Bronzo recente ed il Bronzo finale (XII-XI sec. a.C.), in corrispondenza della sponda sinistra del fiume (Fasani, 1966; Salzani, 1973).

Spostandosi verso est, lungo il dosso del Po di Adria, troviamo l'imponente complesso insediativo di Frattesina presso Fratta Polesine.

Frattesina riveste un ruolo rilevante in ambito nazionale ed europeo per quanto riguarda la documentazione archeologica del Bronzo finale. L'interesse per l'area ebbe inizio dopo le prime segnalazioni nel 1967 con ricognizioni di superficie che ne delinearono subito l'estensione e l'importanza. Nel 1974 ebbe inizio una serie di campagne di scavo che portò alla delimitazione del sito nell'area circostante l'attuale centro urbano di Fratta Polesine. Evidenze di un abitato databile fra la tarda età del Bronzo e gli inizi dell'età del Ferro (ca. XII-VIII sec. a.C.) si estendono per oltre nove ettari a poche centinaia di metri a sud del paleoalveo del Po di Adria (Peretto, 1986).

Nelle immediate vicinanze del villaggio, sono state scoperte due necropoli, rispettivamente a sud e a nord del paleoalveo. La prima ad essere rinvenuta, nel 1977 è la necropoli di Fondo Zanotto, 500 m a sud-est dell'abitato. Gli scavi condotti nei quattro anni successivi hanno individuato più di 150 urne cinerarie databili tra la fine dell'XI e l'inizio del IX sec. a.C. La seconda necropoli, denominata Narde e situata 700 m a nord del villaggio, è stata scoperta nel 1985 durante lo scavo di un canale di scolo. Gli scavi condotti tra il 1987 ed il 2005 hanno recuperato 574 urne, (tipo biconico con scodella a chiusura), databili tra l'età del Bronzo finale e la prima età del Ferro (XII-IX sec. a.C.).

Entrambe le necropoli presentano affinità con altre di questo periodo: le urne venivano collocate in piccoli pozzetti al cui fondo si poneva parte del materiale del rogo ed un signacolo (ciottolo fluviale o palo) (Bellintani *et al.*, 1984; Bietti Sestieri, 1984, Salzani & Colonna, 2005).

Anche se la pratica funeraria dell'inumazione è molto limitata, particolare è il caso di una sepoltura multipla con rituale misto presso Narde, in cui in un'unica fossa furono deposti un uomo e una donna affiancati, le cui età dovevano essere rispettivamente di circa 50 e di 30-40 anni, ed un'urna collocata tra le due teste.

Una delle caratteristiche peculiari del complesso di Fratta sta nel fatto che si tratta di un vero e proprio centro industriale: le prove consistono nel rinvenimento sia di oggetti finiti che di scarti di produzione in pasta vitrea, osso, corno di cervo, avorio, bronzo e altri metalli, ceramica e ambra. La tipologia dei materiali utilizzati e alcune tecniche e forme applicate alla lavorazione indicano collegamenti con tutto il territorio italiano, comprese le isole maggiori e le aree transalpine (Baltico, Europa orientale e centrale) e del Mediterraneo orientale (Bietti Sestieri & De Grossi Mazzorin, 2001).

Alla fine degli anni Sessanta, a Gognano di Villamarzana, furono rinvenuti numerosi resti di ceramica analoga a quella di Frattesina datati al Bronzo finale, provenienti da raccolte di superficie a seguito di arature profonde (Bellintani *et al.*, 1984). La continuità dei ritrovamenti dell'età del Bronzo e della prima età del Ferro prosegue verso est, sempre lungo il dosso del Po di Adria con i siti di Boaria 13 e Michela (Villamarzana), dove è emerso un complesso insediativo collocato tra la fine del X ed il IX sec. a.C., contemporaneo alle fasi più recenti dell'abitato di Frattesina (Aspes *et al.*, 1970; Salzani, 1986, Consonni & Salzani, 2005).

Per quanto riguarda la parte orientale del basso Polesine, oltre al sito di Larda di Gavello, abbiamo i siti di Saline e Cantarana.

Le ricerche archeologiche, iniziate nel 1998, presso Larda di Gavello e la vicina località Colombina, collocati circa 3 km a sud del dosso del Po di Adria, hanno portato al rinvenimento di tracce insediative del Bronzo recente (XIII sec. a.C.) (Peretto, 1997).

Il sito di Saline, attraversato da una sezione stratigrafica per questa tesi, presenta un insediamento del Bronzo finale (XI-X sec. a.C.), indagato per la prima volta a metà degli anni Ottanta. Il sito, già noto per i ritrovamenti di età Romana (Zerbinati, 1982), è collocato da Bellintani (1986) nel contesto culturale della cultura protovillanoviana. L'autore fa notare la mancanza di precisi dati stratigrafici ma fa alcune considerazioni di carattere preliminare: pone l'abitato in destra "fiume", come gli appare dalla cartografia quotata. Egli suppone un debole alluvionamento del sito, che provverebbe una certa attività fluviale durante la vita dell'abitato ed inoltre suppone un episodio alluvionale del ramo più settentrionale del Po, che avrebbe coperto l'ultima fase insediativa del Bronzo.

Proseguendo a nord dell'Adige lungo il ramo più settentrionale del Po, ad est di Cona giace il sito del Bronzo recente-finale di Cantarana. In seguito a lavori di spianamento e bonifica sono stati portati alla luce numerosi frammenti ceramici, una fusaiola, un'ascia bronzea, un contrappeso in pietra e abbondanti pezzi di corno di cervo. I ritrovamenti si collocano su un dosso di canale di rotta (Fasani, 1984).

I siti di Fabbrica dei Soci, Ghinatella, Frattesina e quelli ad esso limitrofi, per l'ambito polesano, sono contraddistinti dal concentramento della popolazione in insediamenti su aree ristrette, lungo importanti arterie fluviali, in un periodo coincidente l'abbandono degli abitati palafitticolo-terramaricoli. A questo riguardo, alcuni autori (Arenoso Callipo & Bellintani, 1994) non escludono la possibilità che vi sia una relazione diretta tra la fine della Civiltà delle Terramare e del suo modello insediativo e la "nuova" strategia che fin dalle fasi iniziali ha caratterizzato il "fenomeno" Frattesina e gli altri insediamenti analoghi in Polesine e fuori provincia (ad es.: Montagnana e Casalmoro).

## 5.2. *Età del Ferro*

Si prenderanno ora in considerazione i siti archeologici dell'età del Ferro nell'area polesana, escludendo quelli del Ferro iniziale avendoli già descritti per continuità cronologica nel paragrafo precedente.

I siti di maggiore interesse, tra Adige e Po, si collocano lungo la direttrice ovest-est segnata dai dossi fluviali di antichi corsi e rami secondari del Po di Adria (Peretto, 1986). Proccedendo da ovest verso est, troviamo i siti di Balone, San Cassiano, Larda, Dossi, Cicese ed Adria. Segnalazioni di ritrovamenti archeologici di imprecisa ubicazione si hanno invece presso Pontecchio Polesine, Borsea, Gavello e Pezzoli.

In seguito a segnalazione di materiale vario emerso nel 1985 durante i lavori di costruzione della superstrada Transpolesana, scavi condotti tra il 1987 ed il 1990 a Balone hanno evidenziato la presenza di una necropoli ed i resti del vicino abitato. Sono state rinvenute quattro sepolture ad inumazione, tutte dotate di un corredo funebre più o meno ricco a seconda dell'età e del sesso del defunto. Sono presenti ceramiche a figure rosse prodotte ad Atene, che datano il sito alla metà del V sec. a.C., vasellame bronzeo di produzione etrusca e ceramiche depurate etrusco-padane. I ritrovamenti e l'assenza di materiale veneto ha portato all'ipotesi della presenza etrusca. L'insediamento di Balone viene collocato, in base alla fotointerpretazione, presso un paleoalveo minore, legato al Po di Adria (Peretto, 1994).

A San Cassiano di Crespino, ricerche archeologiche tra il 1995 ed il 1998, hanno portato alla luce i resti di un'abitazione datata alla fine del VI sec. a.C.: le pareti, in argilla cruda, canne e paglia, poggiavano su fondamenta di blocchi di trachite e la copertura del tetto era di tegole rettangolari. Sono state individuate due fasi insediative: la prima, datata primo quarto del V sec. a.C. è stata interrotta da un episodio d'incendio seguito da una ristrutturazione planimetrica non anteriore al 470 a.C., e una seconda fase databile in pieno V secolo. Tra i resti di vasellame sono state rinvenute ceramiche attiche a figure nere e ceramiche depurate etrusco-padane. Secondo le ipotesi, il piccolo e concentrato insediamento di San Cassiano avrebbe avuto la funzione di una fattoria coloniale, analoga unità insediativo-produttiva etrusca del sito di Balone (Harari, 1998).

Per Adria, si limiterà la descrizione al ruolo che la città ha avuto durante l'età del Ferro. Per quanto riguarda gli aspetti più strettamente archeologici si rimanda alla bibliografia (Tamassia, 1993; Bonomi *et al.* 1993; Stefani, 1996/1997; Camerin & Tamassia 1998/1999; Bonomi *et al.*, 2002).

La città di Adria sorge nel VI sec. a.C. lungo il paleoalveo del Po che la collegava direttamente al mare distante all'epoca meno di 10 km (si ricorda che attualmente la città dista circa 25 km dalla costa). La posizione strategica della città contribuì ad una riorganizzazione del territorio dell'entroterra polesano nell'ambito dell'espansione etrusca dal Delta Padano. Adria fungeva da emporio rifornito di prodotti locali e da



terminale della “via dell’ambra” che partiva dall’Europa settentrionale. Fu, infatti, un importante centro commerciale fra il IV e il V sec. a.C. tanto che, secondo alcuni storici, in questo periodo i Greci nominarono Adriatico il mare in cui navigavano per raggiungere la città. La progressiva progradazione del delta del Po allontanò la città dal mare, rendendo sempre più difficoltosa la prosecuzione dell’attività portuale (De Min, 1984).

La conoscenza circa l’impianto dell’abitato antico e del tessuto urbano è contrastata da una problematica esplorazione del sottosuolo. Le difficoltà principali sono dovute alla copertura alluvionale che copre gli strati archeologici più antichi per circa 6-7 metri, al livello alto della falda acquifera ed al fatto che l’abitato moderno è sovrapposto a quello antico. Sembra tuttavia che l’abitato sorgesse nella parte sud-occidentale della città moderna e fosse caratterizzato da abitazioni tipo palafitte (di cui sono stati individuati pochi resti). Queste dovevano essere costruite con materiali leggeri e deperibili come legno, argilla e paglia, scelti probabilmente proprio per le specifiche condizioni ambientali. La città sorgeva, infatti, in un’area lagunare che, per la sua instabilità, dovuta alla scarsa resistenza al taglio dei terreni, richiedeva materiali edilizi poco pesanti e particolari criteri costruttivi (De Min, 1984).

### *5.3. Età romana*

A partire dal III sec. a.C. la ricerca di nuovi rapporti commerciali spinse il mondo romano ad entrare in contatto con le popolazioni venete antiche. Fu così, che a partire dalla seconda metà del II secolo a.C., tutta la pianura Veneta fu interessata dal processo di romanizzazione. Al fine di assicurare l’influenza militare, politica, ed economica sul territorio fu di fondamentale importanza la creazione di un’efficiente e capillare rete stradale che congiungesse i più importanti centri pre-romani e le nuove colonie. Secondo Peretto (1986), le opere di bonifica agraria, che accompagnarono la realizzazione della rete viaria, furono favorite da un periodo climatico caratterizzato da temperature medie più alte delle attuali (Panizza, 1985; Orombelli, 2005). Per l’età Romana, l’imponente e diffusa quantità di rinvenimenti archeologici, non consente la descrizione dei singoli casi: oltre ad una panoramica delle infrastrutture più importanti per la Pianura Padana ed alla contestualizzazione territoriale dell’area di studio, si descriveranno solo i siti e i casi di studio che risultano interessanti per questa tesi.

### 5.3.1. La viabilità romana nella Pianura Padana

La via *Æmilia*, stesa dal console Marco Emilio Lepido nel 187 a.C., univa *Ariminum* (Rimini) con *Placentia* (Piacenza), attraversando tutta l'attuale regione Emilia Romagna.

La via *Postumia*, fatta costruire nel 148 a.C. dal console Postumio Albino, attraversava tutta la *Gallia Cisalpina*, corrispondente alla Pianura Padana centro-occidentale e congiungeva Genova con Aquileia passando per Piacenza, Verona, Vicenza.

La via *Claudia Augusta*, iniziata nel 15 a.C. da Druso ed ultimata da suo figlio, l'imperatore Claudio, nel 47 d.C., collegava il mondo latino con le civiltà transalpine tramite due percorsi che si univano presso *Tridentum* (Trento), chiamati rispettivamente *Claudia Augusta Altinate* e *Claudia Augusta Padana*. Il primo percorso attraversava il territorio della *X Regio*: partiva da *Altinum* (Altino), seguiva la valle del Piave e si divideva in due nei pressi di *Feltria* (Feltre), dove un tracciato entrava nella Valbelluna e proseguiva verso *Bellunum* (Belluno) e l'altro si dirigeva verso Trento, Bolzano, Merano ed il Passo di Resia. Il secondo tracciato partiva da Ostiglia e, passando per Verona, raggiungeva Trento dove si univa alla via *Claudia Augusta Altinate*.

La via *Popillia* (fatta costruire dal console Popillius Laenas nel 132 a.C.) collegava Rimini con Adria attraverso un percorso diretto lungo la fascia costiera Adriatica.

Nel 131 a.C. il pretore Tito Annio Rufo realizzò la via *Annia* che, secondo Bosio (1991) costituiva il proseguimento della via *Popillia* da Adria ad Aquileia, attraversando i centri di *Patavium* (Padova), Altino e *Iulia Concordia* (Concordia Sagittaria). Questo tracciato verrà discusso nel paragrafo seguente.

### 5.3.2. La centuriazione di Adria

Nel 1968, a seguito di indagini di superficie e di una prospezione aerea, Rodolfo Peretto pubblicò la notizia della scoperta di un tracciato stradale antico largo più di 20 metri e con "ai fianchi"... "manufatti romani un po' ovunque", che dalla località Buso (Rovigo), si dirigeva, con direzione N 50° E, verso Pettorazza Grimani e poi Monsole (Cona). Già all'epoca della scoperta di questo tracciato venne sospettata, data l'evidenza di "reticoli divisionali antichi su cui si sono sovrapposti quelli medievali ed i più recenti", la presenza di una centuriazione romana.

Solo negli anni Ottanta, dopo uno studio sistematico di fotografie aeree dell'area compresa tra Rovigo ed il delta del Po, si rivelò la presenza di una vasta suddivisione

agraria attribuibile all'età Romana estesa per circa 250 km<sup>2</sup> nel territorio a nordovest di Adria, compreso tra la periferia orientale di Rovigo e Monsole di Cona. In questo disegno agrario, il tracciato segnalato da Rodolfo Peretto nel 1968 venne da allora identificato come il *decumanus maximus*, detto anche “via di Villadose” (Fig. 13) dal nome della cittadina dove furono individuate le prime tracce (Peretto, 1968; Peretto, 1986).

L'attribuzione di questo reticolato agrario all'età Romana è stata confermata dalle sistematiche ricerche di superficie condotte nel territorio dal Gruppo Archeologico di Villadose (G.A.V.) a partire dal 1988. I diffusi ritrovamenti hanno permesso di confermare ed arricchire il quadro della presenza romana già in parte conosciuta grazie a rinvenimenti casuali testimoniati fin dal XVI sec. d.C. (Zerbinati 1993).



Fig. 13 – Il *decumanus maximus* della centuriazione di Adria. Foto di Raffaele Peretto.

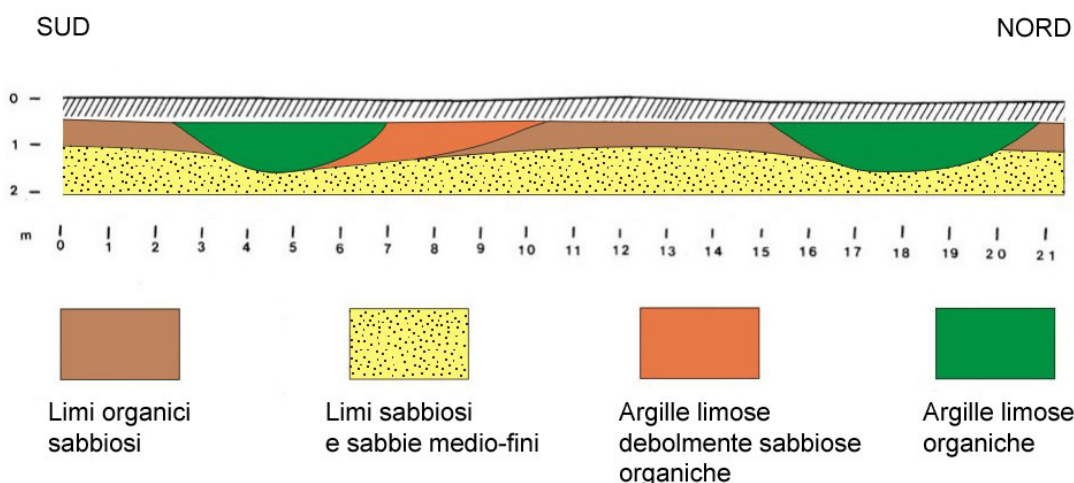


Fig. 14 – Sezione trasversale del *decumanus maximus* a nord di Ca' Motte di Villadose (modif. da Peretto, 1986).

La centuriazione di Adria, compresa tra le due fasce dossive del ramo più settentrionale del Po ed il Po di Adria, consiste in una serie di *limites* ortogonali tra loro con direzione rispettivamente N 50° E e N 40° O che configurano un reticolo a maglie quadrate. Le maglie della centuriazione hanno un lato medio di 965 m, pari a circa 27 *actus* (959,04 m). Secondo Peretto (1986), l'orientamento dei *limites* è dovuta all'adattamento rispetto alla morfologia dei due dossi entro cui è racchiuso l'agro centuriato.

Dalle foto aeree, la via di Villadose presenta una larghezza di circa 25 m se si considera l'insieme del tracciato e dei due fossati laterali. Tale misura è ridotta a circa 20 metri se si analizzano le sezioni stratigrafiche, di cui viene riportato un caso in Fig. 14. Dalla stratigrafia qui riportata, il piano stradale, rilevato sotto lo strato di arativo, risulta essere largo 8,5 m, il fossato più a nord 5,5 m. Il fossato più a sud, ripreso da un corso d'acqua in epoche successive, presenta una stratigrafia parzialmente rielaborata rispetto quella originaria (Peretto, 1986).

La manutenzione degli antichi percorsi agresti e dei fossati di drenaggio doveva risultare di non semplice attuazione per i romani: a questo proposito, Peretto (1986) mette in relazione lo spezzone viario che si stacca dal tracciato della via di Villadose a nordest di Barbarighe con la realizzazione di un percorso alternativo che aggirasse l'area, "a drenaggio difficoltoso", a sudovest di Beverare (vedi Fig. 11).

A proposito di quest'area, Balista (2004) descrive come parte del reticolo delle canalette interpoderali della centuriazione romana siano state occluse, prima da fanghiglie organiche di abbandono, "contenenti materiali residuali del I-II sec. d.C." e

poi da depositi sabbiosi pronienti da eventi di rotta riferibili ad un percorso atesino, formatosi “in seguito al processo di avulsione causato dai deterioramenti del periodo che precede di poco il verificarsi della cosiddetta diversione della Rotta della Cucca”.

Peretto (1986) congiunge il tracciato alternativo di Barbarighe, con la struttura poligonale, visibile in foto aerea, che contorna esternamente il paleomeandro di Pettorazza Grimani. Quest’ultima sarebbe, secondo Peretto, probabilmente legata al tratto di via Annia (De Bon, 1939; Bosio, 1991) che da Rottanova, con direzione N 50° O, attraversa le località di Pascolon e Ponte Fienile e giunge in corrispondenza del centro di Agna, dove sono noti ritrovamenti di età Romana (AA.VV., 1988). A nordovest di Rottanova, presso la Tenuta Rosetta, si trova inoltre l’incrocio tra la via di Villadose e questo tratto di via Annia. L’arteria romana proseguirebbe poi verso Bovolenta e Padova, ma a nord di Agna il tracciato non è più visibile dalle foto aeree.

Come già accennato, l’area centuriata è stata per anni oggetto di ricognizioni di superficie da parte del G.A.V., sotto il coordinamento della Soprintendenza ai Beni Archeologici del Veneto, che hanno permesso di rilevare addensamenti di materiale tra cui laterizi (mattoni bollati, coppi, elementi per pavimentazioni), elementi lapidei e di decorazione architettonica, ceramiche, anfore, vetri, oggetti in bronzo e ritrovamenti numismatici. L’analisi dei materiali e la loro distribuzione sul territorio hanno fatto ipotizzare la presenza di ville rustiche, edifici rurali e di carattere manifatturiero, piccole necropoli e tombe isolate (per i ritrovamenti archeologici del G.A.V. nell’agro di Adria si vedano i contributi raccolti in Maragno, 1993).

In seguito a segnalazione del G.A.V., allo scopo di comprendere meglio le fasi insediative romane in quest’area del Polesine, è stata avviata nel 2002, un’indagine archeologica in località Ca’ Motte di Villadose, curata dall’Università degli Studi di Verona, sotto la direzione scientifica della Prof.ssa G.M. Facchini. Le campagne di scavo dal 2002 al 2005 hanno portato alla luce i resti di una villa rustica costruita nel periodo compreso tra la fine del I sec. a.C. e la metà del I sec. d.C. La frequentazione dell’area nelle vicinanze della villa è testimoniata fino all’età Tardo Antica, essendo stati ritrovati numerosi reperti bronzei, ceramici ed anfore databili a partire dal III sec. d.C. (Facchini, 2006). L’edificio, che si affacciava direttamente al decumano massimo, presenta una “disposizione ordinata degli ambienti abitativi e riferiti ad attività manifatturiere” come spazi coperti da tettoie in legno, portici e cortili con pavimentazione in laterizio, non organizzati attorno ad una grande area scoperta ma

piuttosto in successione l'uno all'altro. Le indagini, tutt'ora in corso, potranno in futuro definire l'estensione dell'abitato e la sua funzione nell'ambito dell'agro centuriato.

Nel corso di questa tesi, l'area della villa rustica è stata oggetto di una serie di sondaggi manuali, atti allo scopo di studiare i rapporti stratigrafici tra i livelli antropici di età romana e l'architettura sedimentaria del ventaglio di rotta che caratterizza tutta la zona archeologica di Ca' Motte (vedi paragrafo 7.4.5).

Il sito archeologico di Saline, ubicato sul dosso del ramo più settentrionale del Po e già descritto per i ritrovamenti dell'età del Bronzo, ha restituito numerosi materiali dell'età Romana, databili I a.C.-I d.C., (Bellintani, 1984).

Nell'ambito di una convenzione tra il Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo ed il Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, si è partecipato alla descrizione stratigrafica di alcune sezioni aperte durante gli scavi a Saline, effettuati nell'estate 2006, dall'equipe del Dott. R. Peretto. Gli scavi archeologici hanno portato alla luce numerosi manufatti romani ed una sepoltura ad inumazione (Peretto, non pubbl.) che si collocherebbero in continuità stratigrafica con i resti del Bronzo finale (Bellintani, 1986) (vedi paragrafo 7.4.2 ed il capitolo 8 per la presentazione e discussione della stratigrafia del sito).



Fig. 15 – Scavo archeologico della villa di Ca' Motte di Villadose durante la campagna 2007. Basi dei pilastri del portico. Foto scattata per gentile concessione della Prof. G.M. Facchini.



Fig. 16 – Sepoltura romana ad inumazione rinvenuta nel sito di Saline durante la campagna di scavo 2006 (foto scattata per gentile concessione del Dott. R. Peretto).

#### *5.4. Medioevo, rinascimento ed età moderna*

Dopo la divisione dell'Impero Romano (fine IV sec. d.C.) e l'invasione degli Unni avvenuta verso la metà del V sec., nel 476 il capo barbaro Odoacre depose Romolo Augusto segnando la fine formale dell'Impero Romano d'Occidente. I successivi regni sono detti romano-barbarici per il fatto che, pur essendo dominati dai barbari, mantenevano resti di strutture amministrative e burocratiche essenzialmente romane.

Al regno di Odoacre succedette quello di Teodorico, capo degli Ostrogoti: nonostante la legittimazione da parte degli imperatori d'Oriente, si tratta, per entrambi, di regni sostanzialmente indipendenti.

Pochi anni dopo la morte di Teodorico, avvenuta nel 526, l'imperatore bizantino Giustiniano mosse guerra contro i Goti che nel frattempo governavano in Italia decisi a negare ogni concessione agli Italici stessi e alla Chiesa. Le conseguenti "guerre gotiche" (535-553) portarono alla riconquista da parte di Giustiniano dei territori precedentemente caduti in mano dei Goti ma la restaurazione dell'antico impero era

solo un'illusione date le condizioni dell'Occidente. In particolare, per l'Italia, le guerre gotiche portarono solo città distrutte, carestie e peste (Camera & Fabietti, 1992).

Nel 568 i Bizantini vennero attaccati a loro volta dai Longobardi che calavano dalla regione danubiana nella Pianura Padana in una sorta di emigrazione di massa a cui facevano strada i guerrieri. Nei decenni che seguirono, per quanto riguarda la regione Veneto-Friulana, vennero conquistate Concordia, Monselice e Padova. Nel frattempo nei territori lagunari che, già durante le incursioni degli Unni, rappresentavano un sicuro rifugio, divennero stabili gli insediamenti di Grado, Bibione, Caorle, Jesolo, Torcello, Poveglia, Malamocco, Albiola, Chioggia, Cavarzere e di alcune isole ove sorgerà Venezia. Questi centri costituiranno il nucleo della futura Repubblica Veneziana (Zorzi, 2005) grazie all'emigrazione dall'entroterra non solo di singoli profughi, o nuclei famigliari, ma anche di autorità civili, militari ed ecclesiastiche e cittadini abbienti.

Tutta l'area tra Grado e Cavarzere restò fuori dominio longobardo e si considerò parte non soggiogata dell'Impero Bizantino (Lane, 1991), le cui massime autorità, facenti capo a Ravenna, erano rappresentate in laguna da tribuni detti poi *dux* (doge) che ricevevano ordini e onorificenze da Bisanzio. Anche dopo la costituzione del Sacro Romano Impero da parte di Carlo Magno re dei Franchi, i territori italiani sotto il suo controllo, pur sommando quelli un tempo governati dai Longobardi e dai Bizantini in terraferma, continuarono a non comprendere Venezia, che restava formalmente all'Impero Bizantino, come stabilito dalla *Pax Nicefori* dell'811 (Bassan, 1972).

Da questa data il "dogado" veneziano si rese progressivamente indipendente anche da Bisanzio, si configurò come la potenza marittima dell'Adriatico, conquistò vasti territori oltremare ed infine arrivò al dominio diretto del proprio entroterra (a partire da Treviso, nel 1339).

Per quanto riguarda il Polesine, a partire dal disgregamento del Sacro Romano Impero Germanico e fino al Regno d'Italia (1806), esso non fu mai controllato da un'unica potenza (Polcri & Giappichelli, 1995). Vanno ricordate innanzitutto, la fase di ascesa dei comuni di Rovigo, Lendinara, Badia e Ariano e quella successiva di consolidamento delle signorie a scala regionale, naturali concorrenti e talvolta alleate di Venezia. Entrambe le fasi conobbero un'alternarsi di guerre e fortune: emblematici sono i casi di Adria, che consumata dalle guerre del suo vescovo contro Loreo, fedele a Venezia, finì temporaneamente nell'orbita degli Estensi, signori di Ferrara e il caso dei Da Carrara, signori di Padova che, più volte, mancarono ai patti con Venezia finché questa non assunse il controllo di tutti i loro possedimenti, inclusi quelli fino all'Adige.



Il consolidamento del dominio veneziano, che avveniva anche per patti con le comunità limitrofe e infiltrazione economica (acquisto di terre), si ha però a seguito della Pace di Cambrai (1529). Essa, da una parte sanciva l'equilibrio delle potenze straniere in Italia e, dall'altra, lasciava a Ferrara (che dalla Devoluzione del 1598 sarebbe stata parte dello Stato Pontificio) il Polesine meridionale, stabilendo un confine che rimase fino alla caduta di Venezia con l'entrata in città delle truppe francesi di Bonaparte (1797) (Bassan, 1972; Zorzi, 2005).

#### 5.4.1. "Successi delle acque" durante il dominio veneziano in Polesine

L'amministrazione di Venezia, in quanto città lagunare, ha sempre comportato la manutenzione dei canali cittadini e di quelli che si immettevano in laguna (*Officium supra canales* e l'elezione dei *sex pro cavatione rivorum* sono già attestati alla fine del XII secolo). Contemporaneamente alle acquisizioni nell'entroterra, un'importante svolta in materia di gestione si ha nel 1501, quando, con un decreto del Consiglio dei Dieci si ha la costituzione di un collegio di "Tre Savi sopra le acque, i quali dovevano occuparsi esclusivamente dei fiumi e delle arginature" (Miliani, 1937).

Il vero Magistrato alle Acque può però essere fatto risalire solo al 1530 quando, finita l'emergenza militare della guerra di Cambrai, fu inizialmente composto da tre Savi e sette nobili. Nel 1678 venne poi istituito il Magistrato all'Adige, il quale doveva gestire in modo razionale ed organico l'idraulica del fiume, cercando di prevenire e riparare gli eventi di rotta, particolarmente disastrosi per le campagne del padovano e del Polesine.

Ne "Le Acque del Polesine" (Accademia dei Concordi di Rovigo), Girolamo Silvestri a metà del XVIII secolo, riassume il legame tra il territorio polesano e le sue acque: "Tre oggetti dee principalmente proporsi chi scrive sopra l'acque del Polesine di Rovigo; 1° che servono per la navigazione, 2° che se ne allontanino le sormontazioni e le rotte, 3° che abbiano le campagne il loro debito scolo" (Accademia dei Concordi, 2003).

Una delle cause principali dell'instabilità fluviale in Polesine, ed in particolare per l'Adige, è la pensilità dei corsi d'acqua che porta i letti fluviali anche a quote ben più elevate di quelle delle campagne circostanti. La gestione idraulica dei problemi legati a questo fenomeno seguì, nelle varie epoche, concetti assiomatici che poi spesso si rivelarono errati. Fu appunto sulla base dell'esperienza, spesso pagata a caro prezzo, che le sistemazioni idrauliche hanno potuto evolversi "verso soluzioni integrali", che mirano a prevenire le cause dei dissesti fluviali (Miliani, 1937).

Facendo riferimento al periodo 1604-1882, Bondesan *et al.* (2002) presentano un'analisi degli eventi di rotta certi registrati lungo il tratto di bassa pianura dell'Adige tra Legnago e Cavanella d'Adige: nel periodo considerato essi contano oltre 80 rotte del fiume, sia in destra che in sinistra, di cui 40 avvenute in corrispondenza delle anse fluviali. Oltre all'emanazione di decreti sulla regolazione dei diversivi atesini (si ricorda quello per il Castagnaro del 1504), la Repubblica Veneta s'impegnò, dopo la piena del 1567, a collegare le parziali difese arginali dell'Adige in tutto il suo tratto di pianura. Fu così, ad esempio, che si ebbe la costruzione di nuovi tratti d'argine tra Pettorazza Grimani e l'antico sbocco dell'Adigetto. Successivamente ad altre piene, si ebbe la necessità di rafforzare alcuni tratti di argine che si erano manifestati insufficienti a contenere le acque.

Con l'istituzione del Magistrato all'Adige, vennero iniziate le prime opere di rettifica fluviale: tra il 1678 ed il 1700 vennero rettificata le volte di Ronchi e Marchesane (Badia Polesine) e nel 1725 quella di Tornova.

Dopo la piena del 1757, che diede luogo a nuovi eventi di rotta ed esondazioni (Bondesan *et al.*, 2002), vennero rettificata le volte Viola e Rivoltante (Cavarzere).

Nonostante questi lavori, continuarono le piene e le rotte. In particolare, dopo la piena del 1774, che portò almeno quattro rotte tra Piacenza d'Adige e Borgoforte (Bondesan *et al.*, 2002), si vide necessaria l'istituzione di un servizio regolare di custodia e di difesa (servizio delle "guardie") dell'asta fluviale, che venne così divisa in tronchi.

Pochi anni dopo si attuarono altre importanti opere di rettifica: nel 1783 quelle delle volte di Morosina e di Pettorazza, nel 1784 quelle delle volte Fasolo, Marice e Oca (immediatamente a valle di Pettorazza) e, nel 1785, quella della volta Melonara (Piacenza d'Adige).

Ai fini di questa ricerca, si pone qui particolare attenzione al caso della paleoansa di Pettorazza Grimani, dove nel periodo compreso tra il 1684 ed il 1772 sono occorse ben 9 rotte: 6 in destra e 3 in sinistra. La struttura meandriforme di Pettorazza è stata la maggiore di tutto il corso inferiore del fiume prima di essere stata oggetto di rettifica.

Solo nel più tardi, nel 1842 toccò alle volte Villabona (Castagnaro), Boara (a nord di Rovigo) e Malipiera (Cavarzere). Nel 1845 vennero poi rettificata le volte Anconetta e Gallianta (Cavarzere) e quella di Camponovo (Borgoforte) (Miliani, 1937; Bondesan *et al.*, 2002).

## 6. Metodi

### 6.1. Analisi della cartografia e “landmarks seeking”

Allo scopo di confrontare l'idrografia attuale con quella passata e di chiarire le fasi preparatorie ed esecutive del taglio fluviale di Pettorazza Grimani, si sono analizzate alcune mappe storiche, eseguite da diversi disegnatori, e documenti (rendiconti, lettere, progetti) di ingegneri e tecnici relativi alle opere di sistemazione idraulica dell'alveo dell'Adige, risalenti fino al XVI secolo.

Lo studio della cartografia storica e della documentazione è stato eseguito presso l'Archivio di Stato di Padova, l'Accademia dei Concordi di Rovigo ed il Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo e tramite consultazione della bibliografia.

Le mappe consultate comprendono:

- Mappa realizzata da Gasparro Lavi, detto il Moretto, del 1593 (Fig. 31), raffigurante l'idrografia dell'area della pianura atesina tra i Lessini e la Laguna di Venezia (ASVR, Fondo Prefettura, Disegni, n.14, riportata da Peretto, 1992)
- Mappa della mappa di Santo Astolfi del 1733 (Fig. 32) raffigurante l'area polesana del circondario di Adria.
- Mappa di Marchetto e Milanovich del 1786 (Fig. 33), Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo.
- Carte catastali del comune di Pettorazza Grimani, consultate per gentile concessione del sig. M. Fugalli, segretario comunale.

Le informazioni desunte dall'analisi cartografica sono state prese in considerazione e confrontate con quelle ottenute dall'analisi del microrilievo e della fotointerpretazione per la realizzazione, in ambiente GIS, della carta geomorfologica e paleogeografica.

Nel caso di studio di Pettorazza Grimani, si è effettuato un rilevamento geomorfologico di campagna, accompagnato da un censimento di tutti quegli elementi del paesaggio, naturali ed antropici (*landmarks seeking*), che portassero informazioni riguardo alla paleogeografia del meandro rettificato in epoca storica. Durante il rilevamento si sono inoltre effettuate interviste a persone anziane del paese ed a ufficiali comunali allo scopo di ottenere ulteriori informazioni a riguardo.

## 6.2. Analisi del microrilievo e DTM

Per studiare la morfologia a grande dettaglio del territorio studiato si è realizzato un DTM (*Digital Terrain Model*) basato sulla costruzione di una carta del microrilievo.

L'analisi del microrilievo, integrata con il telerilevamento e l'analisi della cartografia storica, ha costituito una base fondamentale su cui si è pianificata la campagna di sondaggi atti ad indagare la stratigrafia dell'area.

Il DTM georeferenziato ha permesso il riconoscimento delle forme fluviali, in particolare dei dossi e dei ventagli di rotta, fornendo utili indicazioni per l'ubicazione dei sondaggi manuali, allo scopo di studiare la stratigrafia e l'architettura dei corpi sedimentari che riflettono la loro presenza sulla morfologia superficiale. In particolare, i corpi dossivi, le depressioni e i dossi secondari dei canali di rotta hanno dato un'ottima risposta all'analisi del modello digitale del terreno, come si vedrà nel paragrafo 7.2.

La carta del microrilievo è stata costruita mediante interpolazione manuale dei punti quotati della Carta Tecnica Regionale del Veneto a scala 1:10000. Questo sistema consente di non considerare le quote relative a forme di origine antropica, come arginature, terrapieni di strade o tracciati ferroviari, cave e aree interessate da miglione fondiarie. I punti quotati hanno precisione decimetrica e le isoipse tracciate hanno un'equidistanza di mezzo metro.

Una volta completata la costruzione manuale delle isoipse si è proceduto alla loro digitalizzazione georeferenziata utilizzando il programma *TOSCA* e successivamente si sono elaborati i dati con il software *IDRISI* sotto la supervisione del Dott. F. Ferrarese.

Il DTM è stato poi importato in un progetto di lavoro ArcGis (software GIS – *Geographic Information System*) e posto in trasparenza con l'unione delle sezioni CTR. Su queste basi georeferenziate si sono inoltre inseriti i dati relativi al reticolo idrografico, ai nuclei urbani principali, alla paleoidrografia desunta dai riferimenti bibliografici, ai siti archeologici di interesse, ai risultati della fotointerpretazione e alla localizzazione dei sondaggi effettuati.

La realizzazione del DTM georeferenziato ha permesso di effettuare un'analisi geografica multiscalare: la morfologia è stata analizzata in relazione con gli elementi naturali ed antropici del territorio sia da una visione regionale (bassa pianura Padano-Atesina) che di dettaglio della singola forma.

E' stata personalmente realizzata la carta del microrilievo di nove sezioni CTR (168060 – Stanghella, 168070 – Anguillara Veneta, 168080 – Pettorazza Grimani,

168100 – Rovigo, 168110 – Villadose, 168120 – Ca' Emo, 169050 – Rottanova, 169060 – Cavarzere, 169070 – Cavanella d'Adige) che hanno contribuito ad integrare il DTM della Regione Veneto elaborato dal Dott. F. Ferrarese del laboratorio GIS del Dipartimento di Geografia di Padova. E' stato gentilmente concesso l'utilizzo di quelle parti di DTM che servivano per coprire completamente l'area di studio.

### 6.3. Telerilevamento

Parallelamente all'analisi della cartografia storica ed alla realizzazione del modello digitale del terreno, si è effettuato il telerilevamento degli elementi geomorfologici e delle tracce delle strutture antropiche.

Si sono analizzate sia fotografie aeree (verticali ed oblique), sia immagini satellitari. Le fotografie aeree verticali sono state studiate presso l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI) del CNR di Padova.

Dato che l'area di studio ricade completamente in una zona di bassa pianura, con dislivelli topografici minimi, le riprese aeree non soffrono di significanti distorsioni nelle foto. Per questo motivo, durante l'analisi, non è stato necessario l'utilizzo dello stereoscopio.

Si sono analizzate le seguenti riprese aeree:

- Volo Rossi 1981 (bianco e nero)
- Volo SCAME 1983 (bianco e nero)
- Volo REVEN 90 (bianco e nero)
- Volo Rossi – CRG 1997 (a colori)

E' stato inoltre possibile il rilievo ed il confronto con la fotogrammetria verticale, di alcune tracce fluviali e strutture antropiche, grazie a foto oblique scattate da deltaplano dal Dott. Peretto del Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo e da aereo dal Dott. Andrea Ninfo del Dipartimento di Geografia di Padova.

Le tracce antropiche e naturali evidenziate dal telerilevamento sono state, in un primo momento, riportate sulla base topografica delle sezioni 1:10000 della Carta Tecnica Regionale e successivamente digitalizzate (e quindi georeferenziate), in ambiente GIS.

La Fig. 17 riassume i principali casi che si possono presentare durante uno studio aerofotogrammetrico. Le tonalità dei colori del suolo variano a seconda della composizione del terreno e del suo contenuto di umidità: i sedimenti sabbiosi perdono

più velocemente l'umidità e danno una risposta con tonalità chiare, mentre quelli limoso-argillosi sono caratterizzati da toni scuri. Questo permette, ad esempio, il riconoscimento di tracce fluviali, a partire dai sedimenti sabbiosi degli argini naturali e dal riempimento argilloso-organico della chiusura dell'alveo.

I terreni sabbiosi, inoltre, tendono ad anticipare la maturazione delle colture.

La presenza di strutture antropiche sepolte, ad esempio, è ben riconoscibile sulle colture di soia. In fase di maturazione, infatti, questa leguminosa si colora di tonalità giallastro-marroni e quindi, se nel sottosuolo vi sono strutture sepolte, che tendono a disperdere l'umidità più velocemente, la traccia della coltura più matura ne permette l'identificazione rispetto al resto del terreno circostante.

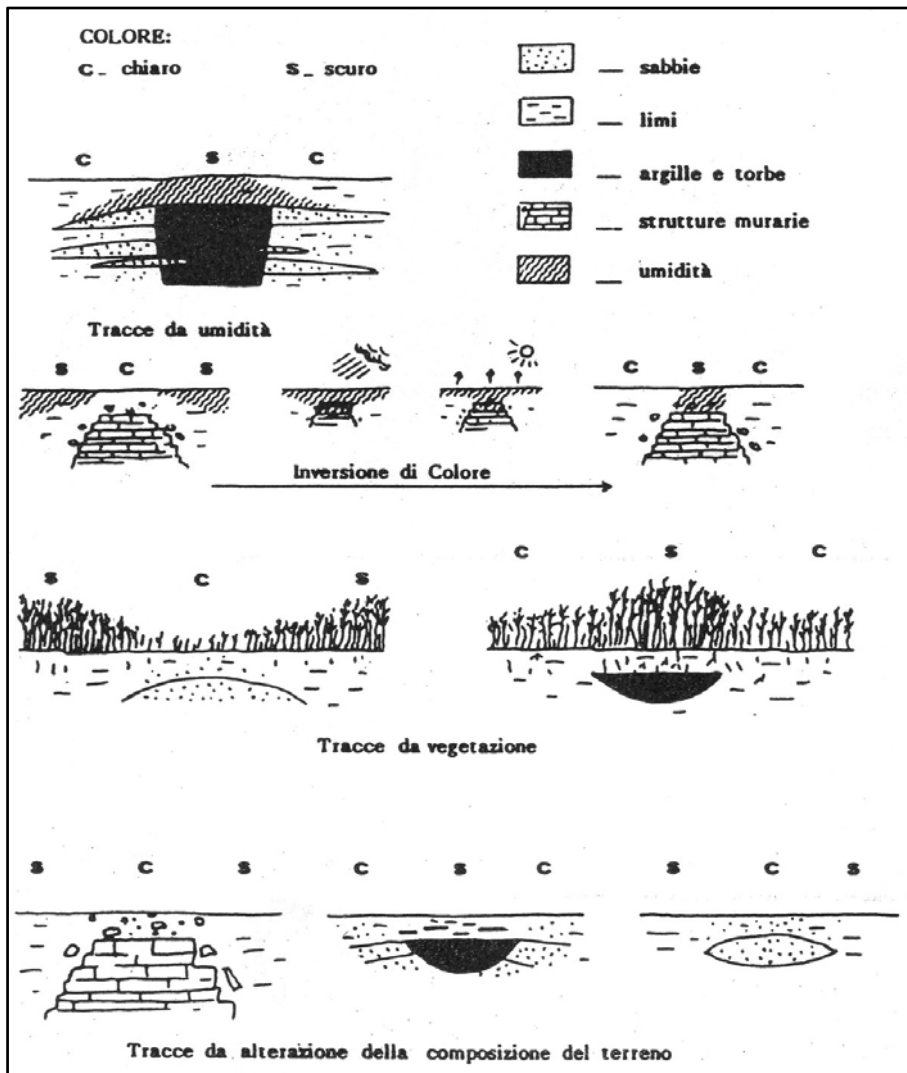


Fig. 17 – Schema per l'interpretazione di tracce antropiche e naturali nelle fotografie aeree (Ferri, 1989).

A seconda quindi del periodo dell'anno in cui viene scattata la foto, del contenuto di umidità del suolo e dell'inclinazione dei raggi solari, è possibile identificare i vari elementi antropici e naturali.

Lo studio delle immagini satellitari LANDSAT5 TM a falsi colori, di cui si ha un esempio in Fig. 18, ha costituito un metodo complementare e comparativo rispetto all'analisi fotoaerea per il rilevamento dei corpi sabbiosi maggiori che, grazie alla diversa risposta in riflettanza dei sedimenti, sono ben riconoscibili rispetto alla piana di esondazione caratterizzata da sedimenti più fini.

Sono state inoltre consultate, via WEB, le immagini satellitari al visibile di GoogleEarth.

Si sono rilevati dossi fluviali di pertinenza padana e atesina, ventagli di rotta, paleovalvei, canali secondari e tracce di paleomeandri lungo il corso attuale dell'Adige.

Pur avendo costituito una base di partenza per lo studio sul terreno, il telerilevamento ha affiancato lo studio stratigrafico durante tutta la ricerca: spesso si sono effettuati controlli incrociati per confrontare i dati stratigrafici con la risposta superficiale telerilevata ed il DTM.



Fig. 18 – Pianura veneta sud orientale: tratto lungo il fiume Adige tra Rovigo ed Adria. LANDSAT5 TM.

#### 6.4. Sondaggi manuali e sezioni aperte

Lo studio stratigrafico si è avvalso di settacinque sondaggi manuali, 1 sezione aperta in scavo edilizio e 2 trincee esplorative in scavi archeologici.

I sondaggi si sono spinti a profondità variabili tra i 4 e i 9 m dal piano campagna e sono stati organizzati in 6 transetti localizzati attraverso le strutture sedimentarie di interesse per la ricerca. Nel contesto dei singoli transetti, la distanza tra i sondaggi è stata definita a seconda della scala di indagine: in particolare, dove si è ritenuto necessario, al fine della precisione nella definizione dei corpi sedimentari, si sono eseguiti sondaggi a distanza minima di 30-50 m l'uno dall'altro.

I sondaggi sono stati effettuati con sonda manuale di tipo Edelman per sedimenti fini (prodotta dalla ditta olandese Eijkelkamp Agrisearch Equipment), dotata di aste con innesto standard a baionetta. Normalmente, durante i sondaggi si è utilizzata la punta per sedimenti fini “a cucchiaio” fino alla profondità massima raggiungibile con le prolunghe e solo una volta esaurite le aste disponibili, si è applicata la punta “a sgorbia” (lunghezza operativa di 100 cm) per l'estrazione dell'ultimo tratto di carota.

Le descrizioni sedimentologiche e stratigrafiche hanno seguito la seguente check-list, basata sui metodi di descrizione del suolo di Sanesi (1977):

- Quota dal piano campagna del tetto e del letto dello strato;
- Tessitura: per la stima della granulometria si sono valutati plasticità, adesività, saponosità e smeriglio attraverso la manipolazione dei sedimenti inumiditi (Sanesi, 1977);
- Colore: è stato rilevato il colore dei sedimenti umidi, in condizioni di ombra con le tavole cromatiche per i suoli della Munsell Color Company;
- Screziature: (colore Munsell, abbondanza, dimensioni, contrasto);
- Evidenze di fenomeni di ossido-riduzione;
- Effervescenza all'HCl (10%);
- Noduli (tipo, dimensioni, abbondanza, consistenza);
- Materiale organico presente e resti vegetali e malacofauna (tipo, dimensioni, abbondanza);
- Inclusi antropici, carboni e altri inclusi;
- Strutture sedimentarie;
- Tipo di limite inferiore.



### 6.5. Progetto e realizzazione di un carotatore per sondaggi manuali

Durante il lavoro di campagna, a causa della frequente presenza di strati sabbiosi oggetto di fluidificazione sotto falda e la necessità di campionare torbe per analisi al radiocarbonio, si è resa necessaria l'ideazione di un carotatore a trattenimento maggiore rispetto alla sonda Edelman e che fornisse carote, il più possibile indisturbate e di massa sufficiente per i campionamenti.

A questo scopo, è stato progettato e costruito il carotatore cilindrico illustrato nel disegno di Fig. 19.

Il carotatore, il cui attacco standard a baionetta consente l'applicazione sulle aste Eijkkamp, è costituito da un cilindro di acciaio inossidabile con apertura a doccia e dotato, alla testa, di due coltelli in acciaio duro C40. La chiusura avviene tramite l'inserimento del coperchio semicilindrico sulla ghiera frontale e assicurato per mezzo di una ghiera mobile in acciaio con innesto a baionetta (vedi Fig. 20 e Fig. 21). La ghiera è dotata di opportune zigrinature per la sua corretta presa anche in condizioni fangose. Il carotatore possiede dei fori nella parte superiore per consentire la fuoriuscita di fasi liquide e fangose durante l'inglobamento della carota.

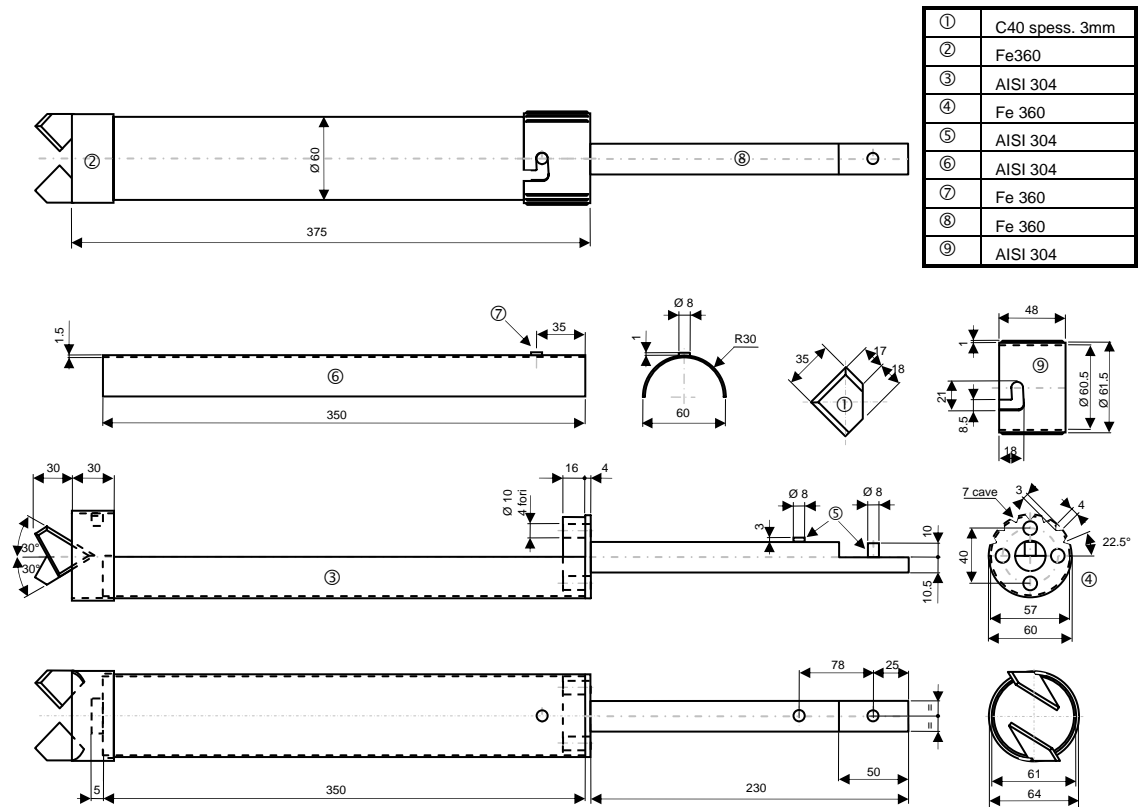


Fig. 19 – Disegno quotato del carotatore cilindrico.

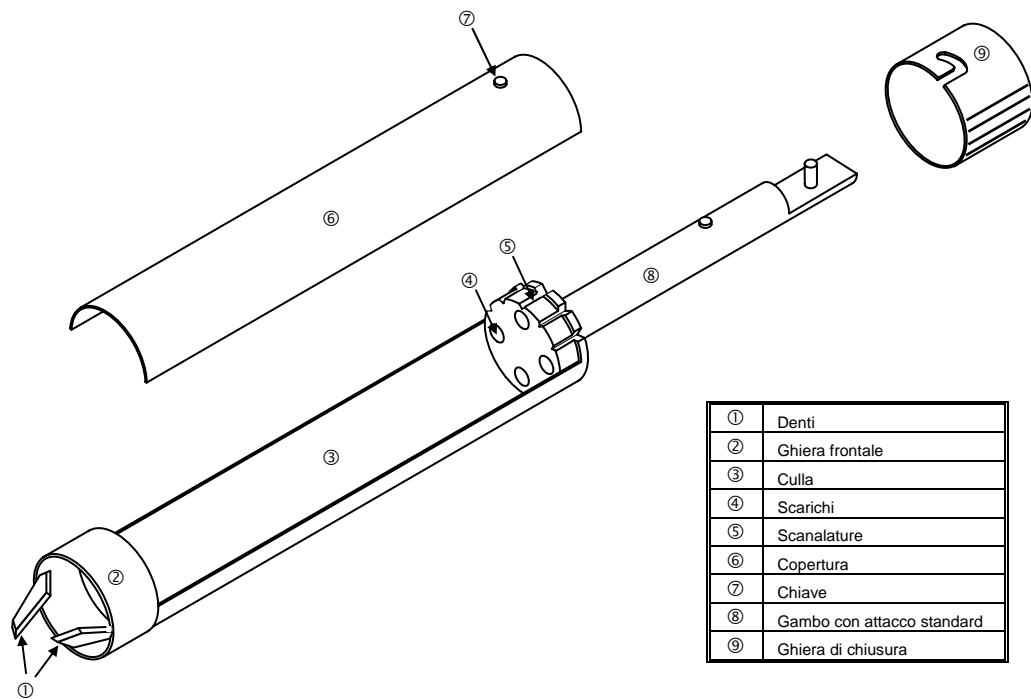


Fig. 20 – Schema delle parti meccaniche del carotatore a doccia realizzato, con chiusura tipo a baionetta e attacco alle aste standard.

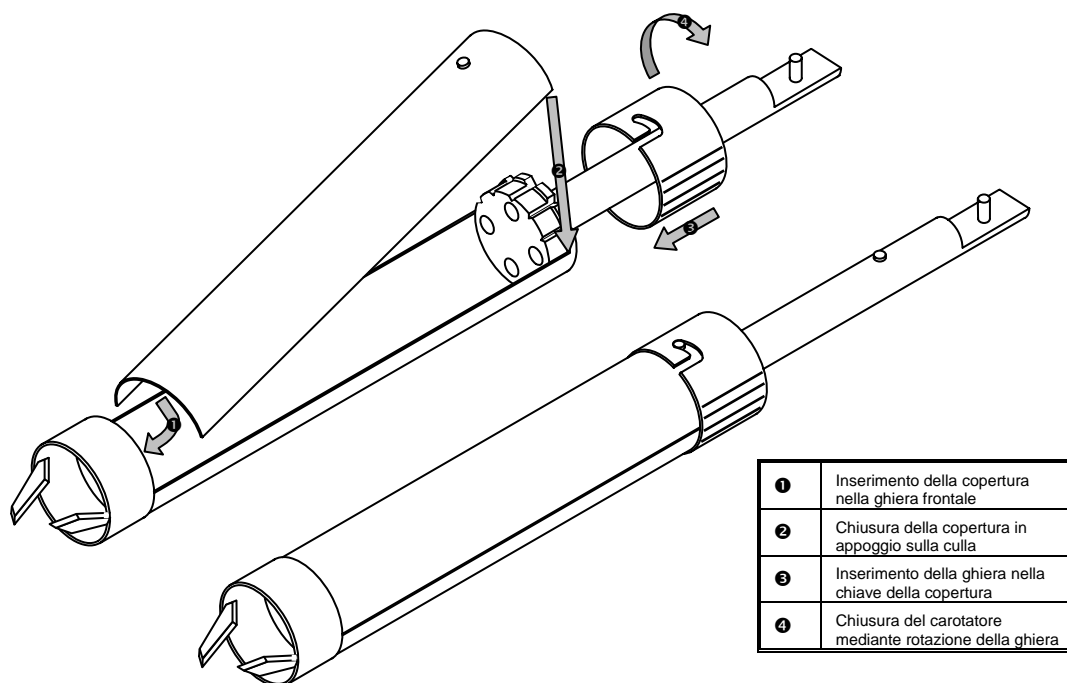


Fig. 21 – Schema delle fasi di chiusura del carotatore e carotatore chiuso.

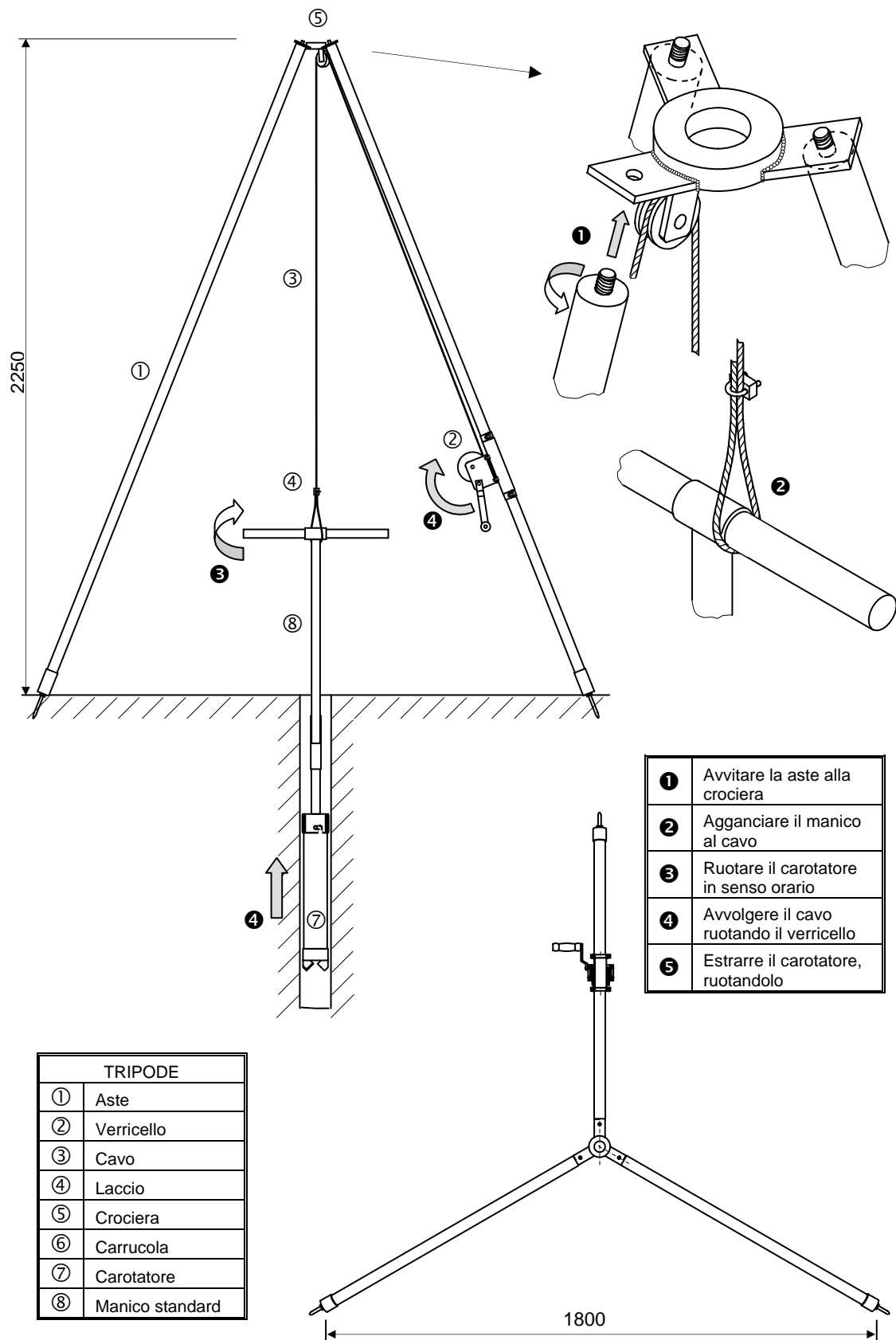


Fig. 22 – Schema di montaggio e di funzionamento del tripode.

Date le profondità raggiunte, si è resa necessaria la realizzazione di un tripode al fine di facilitare l'estrazione del carotatore e delle aste. Il tripode (Fig. 22) consiste in tre aste di alluminio dotate, alle estemità, di punte in acciaio per assicurarne la stabilità sul terreno. Ad una delle aste, che vengono unite mediante una crociera al vertice (Fig. 23) per mezzo di innesti filettati (Fig. 22), viene applicato un verricello con cavo di acciaio del diametro di 4 mm che, una volta agganciato al manico della sonda, ne consente l'estrazione (Fig. 24).

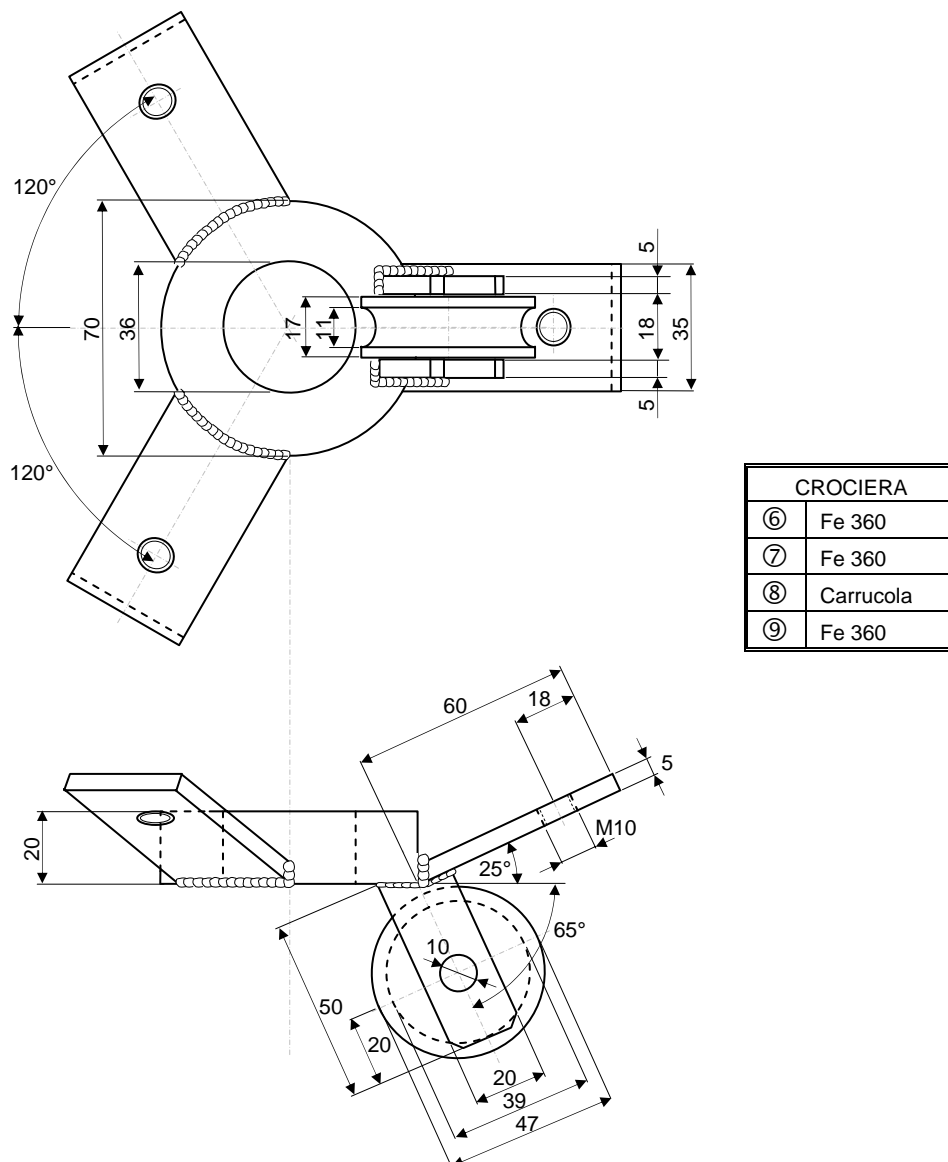


Fig. 23 – Disegno quotato della crociera.

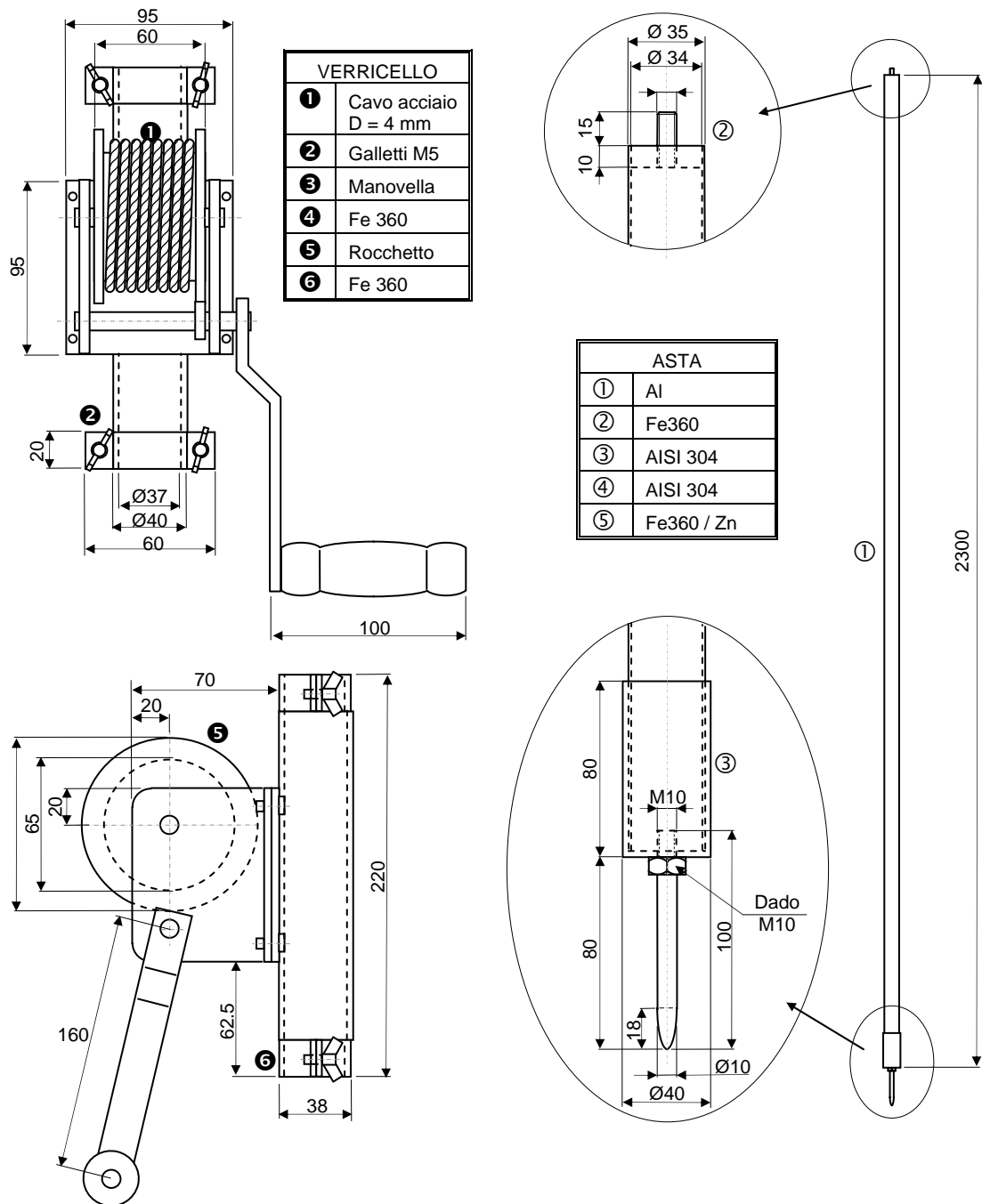


Fig. 24 – Disegno quotato del verricello e di una delle tre aste.



Fig. 25 – A sinistra, foto del carotatore cilindrico e, a destra, esempio di carota estratta con lo stesso. Si nota la preservazione della struttura laminare del sedimento estratto.



Fig. 26 – Applicazione del tripode.

## 6.6. Elementi di sedimentologia e geomorfologia fluviale

Per l'interpretazione dei depositi alluvionali, si è fatto riferimento alle definizioni di Miall (1996) e Brown (1997), mentre per elementi di stratigrafia sequenziale si rimanda a Miall (1997).

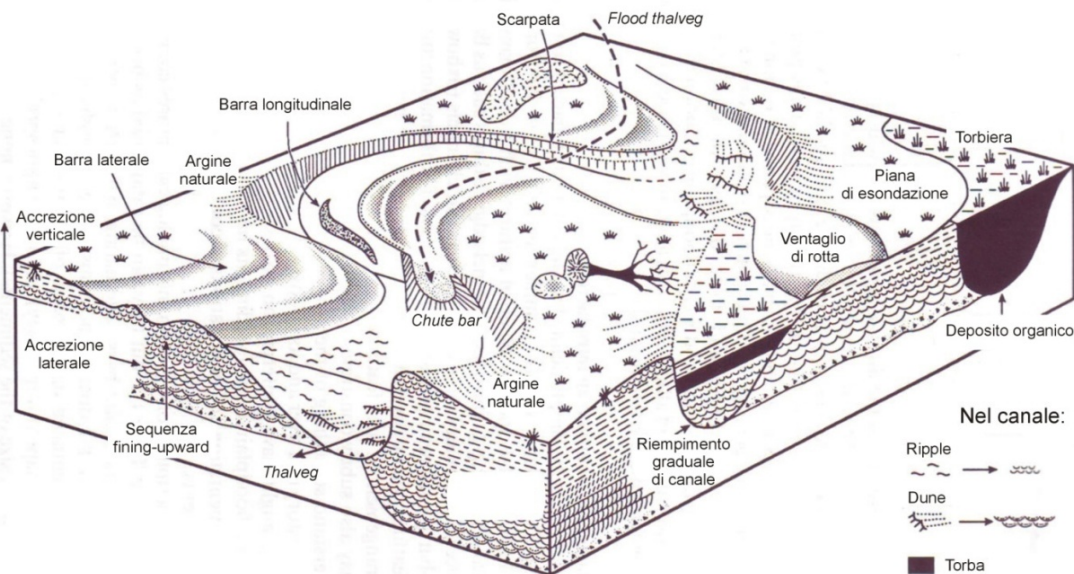


Fig. 27 – Schema riassuntivo delle forme associate ad un fiume meandriforme nella sua pianura alluvionale (modificato da Brown, 1997).

I depositi alluvionali possono essere suddivisi in due grandi categorie: quelli che si formano all'interno del canale attivo (*channel deposits*) e quelli che si formano al di fuori del canale principale (*overbank deposits*).

Questi ultimi possono essere a loro volta raggruppati in tre grandi classi:

- depositi formati da flussi di tracimazione provenienti dal canale, che costituiscono gli argini naturali, i canali ed i ventagli di rotta (granulometria limoso-sabbiosa);
- depositi formati in ambienti sedimentari a bassa energia, come bacini di esondazione e piccoli laghi di pianura di maggior durata temporale (granulometria limoso-argillosa);
- depositi di origine biochimica, formati dall'alterazione, dall'evaporazione o dall'attività organica.

Nel contesto fluviale Miall definisce un elemento architetture come un componente di un sistema deposizionale. Esso ha dimensioni equivalenti o più piccole rispetto ad un riempimento di canale e più grandi di una singola unità di facies. E' caratterizzato da una particolare associazione di facies, una determinata geometria interna, una forma esterna ed, in alcuni casi da una sequenza verticale (Miall 1996).

Segue una descrizione generale degli elementi architetture tipici dell'ambiente di pianura alluvionale.

#### 6.6.1. Canali (*channel deposits*)

Gli alvei fluviali si possono suddividere in due grandi categorie: essi possono essere liberi, se scorrono su una superficie piana e possono modificare liberamente il proprio percorso, oppure confinati, se fluiscono su un substrato poco erodibile che ne condiziona il percorso (Marchetti, 2000). I corsi d'acqua liberi vengono a loro volta suddivisi, in base alla loro geometria, in quattro tipologie:

- canale singolo, a bassa sinuosità
- canale singolo, meandriforme
- intrecciati (*braided*)
- anastomosati

I canali si distinguono dai depositi di piana di esondazione perché essi costituiscono sistemi ad alta energia e quindi sono caratterizzati da una granulometria maggiore (sabbie e/o ghiaie).

L'area di studio consiste in una pianura alluvionale composta da sedimenti generalmente compresi tra la granulometria della sabbia e dell'argilla con, a tratti, materia organica (torba), depositi da canali di tipo meandriforme. Si fa notare, tuttavia, la possibilità che il modello fluviale sia simile a quello a canali anastomizzati, tipico di aree che si collocano nelle aree deltizie (Makaske, 1998).

#### 6.6.2. Argini naturali (*natural levees deposits*)

Quando, durante una fase di piena, un corso d'acqua esonda in modo diffuso, la tracimazione è distribuita su lunghi tratti delle sponde. Il susseguirsi di eventi di tracimazione determina la formazione di successioni di strati, a granulometria differente, immediatamente a lato del canale attivo, in cui i sedimenti più grossolani si depositano nella fase iniziale, quando l'energia di trasporto è superiore, mentre quelli più fini vengono lasciati dalla fase finale, a minore energia (Miall, 1996).



Ogni successione così formata rappresenta quindi un evento di esondazione, ed il loro susseguirsi porta alla formazione dell'argine naturale (Marchetti, 2000).

Gli strati che costituiscono i depositi di argine naturale sono costituiti da limi e sabbie limose laminate e con la possibile presenza di strutture sedimentarie a ripple. Questi ultimi però, possono essere oblitterati dall'azione della bioturbazione e delle radici.

#### 6.6.3. Ventagli di rotta (*crevasse splay*)

Questo tipo di deposito si forma se la tracimazione del canale avviene in punti concentrati e non in modo diffuso, ad esempio in coincidenza di un cedimento dell'argine o dove esso è localmente più basso e consente la fuoriuscita dell'acqua durante una piena.

Il ventaglio di rotta presenta una gradazione granulometrica dei sedimenti, andando dall'apice (parte prossimale, più vicina al punto di rotta), dove essi sono più grossolani, verso la parte distale dove sono più fini. Questa gradazione è dovuta all'esaurirsi dell'energia del flusso di rotta allontanandosi dal punto da dove è fuoriuscita l'acqua (Marchetti, 2000).

I depositi di ventaglio di rotta sono caratterizzati da strati sottili di sabbie medio-fini, con abbondanti strutture sedimentarie dovute al flusso d'acqua, resti di radici e bioturbazioni. La struttura interna di questi depositi presenta superfici di accrescimento a basso angolo che testimoniano la progradazione laterale dei sedimenti. Sono comuni superfici di erosione a piccola scala ed intercalazioni laminari di limo o argilla (Miall, 1996).

#### 6.6.4. Piana di esondazione e canali abbandonati

In questa classe di depositi vengono inclusi i sedimenti depositi durante flussi laminari, quelli che si depositano negli specchi d'acqua di pianura e nei canali abbandonati.

In genere la stratificazione è parallela e la litologia è abbastanza costante sebbene vi possano essere importanti variazioni nel colore e nella tessitura che sono il segnale di variazioni nei processi sin- e post- sedimentari.

I depositi di argine naturale e di ventaglio di rotta si definiscono bene nelle parti prossimali della tracimazione, sia essa diffusa o concentrata.

Nelle parti distali, dove l'energia del flusso dell'esondazione va diminuendo fino ad annullarsi, si depositano i sedimenti più fini, per decantazione in acque ferme. Questi

depositi molto fini, generalmente argille, che spesso si interdigitano con quelli provenienti da altri bacini di alimentazione, contribuiscono all'aggradazione verticale della piana d'inondazione.

La sedimentazione può aver luogo in modo discontinuo, tramite gli apporti di materiali fini provenienti da diversi eventi di esondazione, oppure in modo continuo e lento, attraverso la deposizione di sedimenti in sospensione in paludi e stagni d'acqua permanenti. Anche i canali abbandonati costituiscono un ambiente di sedimentazione dove, in assenza di correnti trattive, l'unica forza agente è quella di gravità e dove si depositano materiali finissimi come le argille. In questo tipo di ambiente è molto comune la formazione di torba e di depositi ricchi in sostanza organica.

### 6.7. Elementi di geometria fluviale

In questo paragrafo vengono riportati alcuni parametri morfometrici relativi alla geometria degli alvei, in particolare per quanto riguarda quelli di tipo meandriforme.

La definizione dei corsi d'acqua rettilinei e meandriformi avviene sulla base di un parametro  $P$  detto sinuosità. Esso esprime il rapporto tra la lunghezza del canale ( $L_c$ ) e la lunghezza del segmento che ne congiunge i due estremi ( $L_v$ ) (ovvero la lunghezza della valle entro cui scorre) (Marchetti, 2000).

$$P = \frac{L_c}{L_v}$$

La sinuosità tende ovviamente a 1 nel caso di corsi d'acqua rettilinei e può essere modificata dalla sovrapposizione di un corso d'acqua su tracciati fluviali preesistenti.

Il parametro  $P$  è usato per classificare i canali singoli in tre categorie: rettilinei ( $P < 1,05$ ), sinuosi ( $1,05 < P < 1,5$ ) e meandriformi ( $P > 1,5$ ) (Morisawa, 1985).

Il tracciato dei canali non rettilinei può essere descritto con una funzione sinusoidale solo nel loro intero sviluppo, mentre ogni singola ansa va descritta, dal punto di vista geometrico, attraverso i seguenti parametri:

- lunghezza del meandro  $L_m$
- ampiezza del meandro  $A_m$
- raggio di curvatura del meandro  $r_m$
- larghezza del canale  $w$
- profondità del canale  $d$

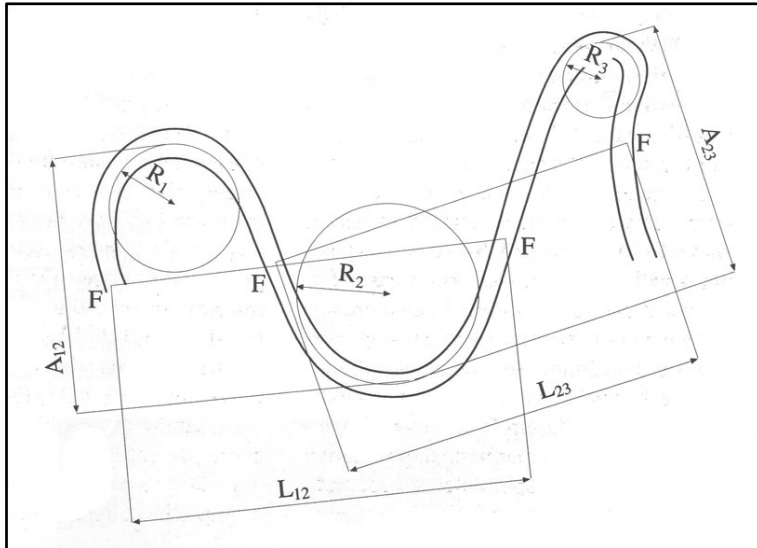


Fig. 28 – Parametri geometrici di un meandro.  $A_{12}$  = ampiezza del meandro 1-2;  $A_{23}$  = ampiezza del meandro 2-3;  $L_{12}$  = lunghezza del meandro 1-2;  $L_{23}$  = lunghezza del meandro 2-3;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  = raggi di curvatura dei semimeandri 1, 2, 3;  $F$  = punto di flesso (Marchetti, 2000).

## 6.8. Geocronologia

Durante le fasi di carotaggi manuali sono stati prelevati campioni da gran parte dei livelli torbosi incontrati, nella previsione di effettuare radiodazioni. La campionatura ha previsto il prelevamento di materiale proveniente da livelli centimetrici (2-3 cm di spessore) delle carote estratte (di diametro variabile tra 4 e 6 cm). Dei campioni conservati in frigorifero e poi essiccati in stufa alla temperatura di 60 °C per una notte, ne sono stati selezionati 7, ritenuti interessanti per datare l'impostazione dei corpi dossivi studiati e l'evoluzione della pianura. I campioni sono stati radiodati con tecnica convenzionale presso i laboratori della GeoChronLab (Billerica - USA).

### 6.8.1. La tecnica di datazione con radiocarbonio

Il  $^{14}\text{C}$  è un isotopo radioattivo del carbonio che ha un tempo di dimezzamento di 5.730 anni. Tuttavia, a causa di continui processi di produzione nell'atmosfera, dovuta ai raggi cosmici, la sua concentrazione è pressoché stabile nel tempo.

Come gli altri isotopi del carbonio, il  $^{14}\text{C}$  è rapidamente ossidato in  $^{14}\text{CO}_2$  ed attraverso la fotosintesi e la catena alimentare entra nei tessuti di piante e animali. Il carbonio presente in una pianta o un animale vivente ha la stessa composizione isotopica del carbonio atmosferico. Quando l'animale o la pianta muore, cessa

l'assimilazione di carbonio ma il  $^{14}\text{C}$  continua a decadere con un tempo di dimezzamento  $T_{1/2} = 5.730 \pm 30$  anni.

Così, misurando la percentuale dell'isotopo radioattivo ancora presente e quella dell'elemento "figlio" già prodotto, in un oggetto contenente C organico, si riesce a darne l'età.

Una volta risaliti all'età del campione, vanno apportate delle correzioni dovute al fatto che, per diverse cause, il tasso di produzione di  $^{14}\text{C}$  e quindi la sua concentrazione nell'atmosfera non sono costanti nel tempo. Le principali cause di queste fluttuazioni sono:

- variazioni del flusso dei raggi cosmici dovute alla variazione del campo magnetico terrestre;
- variazioni nell'attività solare (macchie solari);
- cambiamenti climatici globali e locali, ad esempio la concentrazione dell'anidride carbonica dipende dall'equilibrio tra la pressione parziale nell'atmosfera e la sua concentrazione nelle acque di superficie;
- immissione nell'atmosfera di anidride carbonica in seguito a fenomeni naturali (eruzioni vulcaniche).

Vi sono poi altre due cause di variazione della concentrazione di  $^{14}\text{C}$ , dovute all'uomo, che di fatto impediscono di utilizzare il metodo del radiocarbonio per la datazione di reperti posteriori al 1.700 d.C. Questo comunque non rappresenta un problema per le radiodatazioni dei sedimenti studiati per questa tesi, ma le si riporta ugualmente, per completezza:

- con l'inizio dell'era industriale, a causa dell'utilizzo sempre più diffuso di combustibili fossili come il petrolio, è stata immessa nell'atmosfera una enorme quantità di carbonio fossile, completamente privo di  $^{14}\text{C}$ , ormai decaduto. Questo ha prodotto un disequilibrio tra la produzione e il decadimento del  $^{14}\text{C}$ , e la concentrazione di  $^{14}\text{C}$  è diminuita,
- tra gli anni '50 e gli anni '60 sono state effettuate molte esplosioni nucleari che hanno portato un aumento nella concentrazione di  $^{14}\text{C}$ , distribuito in modo anisotropo sulla terra. Il meccanismo di fissione produce neutroni che, come i raggi cosmici, reagiscono con l'atmosfera e producono un aumento di concentrazione di  $^{14}\text{C}$ , attraverso la reazione:  $n + ^{14}\text{N} \rightarrow ^{14}\text{C} + p$

Oltre a tutto ciò, si deve sommare il fatto che, durante la fotosintesi, si producono molecole organiche complesse contenenti atomi di C legati fra loro. La formazione di legami C – C è favorevole se gli atomi di C sono più leggeri, pertanto il carbonio fotosintetico è meno ricco di  $^{13}\text{C}$  e di  $^{14}\text{C}$  rispetto all'anidride carbonica atmosferica. Il cosiddetto frazionamento isotopico consiste, in questo caso, nella diminuzione del contenuto di isotopi quando la  $\text{CO}_2$  atmosferica è fissata ed entra nei cicli biologici.

Le età dei materiali, misurate con il radiocarbonio, sono sempre riferite al 1950 come “anno 0” (anno delle prime misure radiometriche con  $^{14}\text{C}$ ) e vengono indicate con “BP” (*Before Present*) (Lowe & Walker, 1997). Ad esempio un oggetto datato al 1230 BP vuol dire che è del  $1950 - 1230 = 720$  d.C.

### 6.8.2. La calibrazione delle date

La calibrazione dei risultati è necessaria perché il presupposto teorico secondo cui l'attività specifica del  $^{14}\text{C}$  che compone la  $\text{CO}_2$  atmosferica sia costante, non è valido (Stuiver & Suess, 1966).

Le variazioni dell'abbondanza di  $^{14}\text{C}$  descritte nel paragrafo precedente, forniscono errori sistematici nelle datazioni con il radiocarbonio. Ciò non invalida il metodo in generale, ma richiede che i suoi risultati siano corretti ricorrendo a datazioni ottenute in altro modo.

Uno dei metodi di calibrazione più utilizzati, è quello della dendrocronologia, che si basa sullo studio ed il conteggio degli anelli di accrescimento degli alberi.

Ogni anello di accrescimento contiene la concentrazione di  $^{14}\text{C}$  propria dell'anno in cui si è formato. Alberi che sono vissuti nella stessa regione geografica avranno un trend simile relativamente alle caratteristiche degli anelli, come lo spessore ed il colore: ad esempio, essi sono sottili se corrispondono ad anni poco piovosi e sono larghi se corrispondono ad anni molto piovosi. Così, per sovrapposizione, si possono fare correlazioni tra diverse sequenze di anelli, costruendo “calendari” in cui ogni anno è caratterizzato da un certo contenuto di  $^{14}\text{C}$ . Questi “calendari” verranno poi “ancorati” alle radiodazioni al  $^{14}\text{C}$  effettuate sui campioni presi in esame, permettendo la produzione di curve di calibrazione. Le età non corrette vengono definite come “età convenzionali” e sono, forzatamente, le uniche utilizzabili quando i sedimenti datati hanno un'età superiore al limite massimo correggibile attraverso il metodo considerato (circa 22.000 anni BP) (Lowe & Walker, 1997).

Il primo lavoro internazionalmente accettato sulla calibrazione uscì nel 1982 (Klein *et al.*, 1982) e da allora sono state proposte curve di calibrazione sempre più estese e migliorate.

In questa tesi, i risultati delle radiodattazioni sono stati calibrati con il programma Calib versione 5.0.1, realizzato presso il Quaternary Isotope Lab dell'Università di Washington e pubblicato per la prima volta su Radiocarbon nel 1986 (Stuiver & Reimer, 1986). L'attuale versione del programma, Rev 5.0, utilizza, per la costruzione delle curve di calibrazione, il database INTCAL04 (Reimer *et al.*, 2004).

La scelta dei campioni di torba da radiodatare, al fine di definire la cronostratigrafia delle fasi di deposizione, ha seguito il metodo indicato da Berendsen & Stouthamer (2000) ed illustrato in Fig. 29.

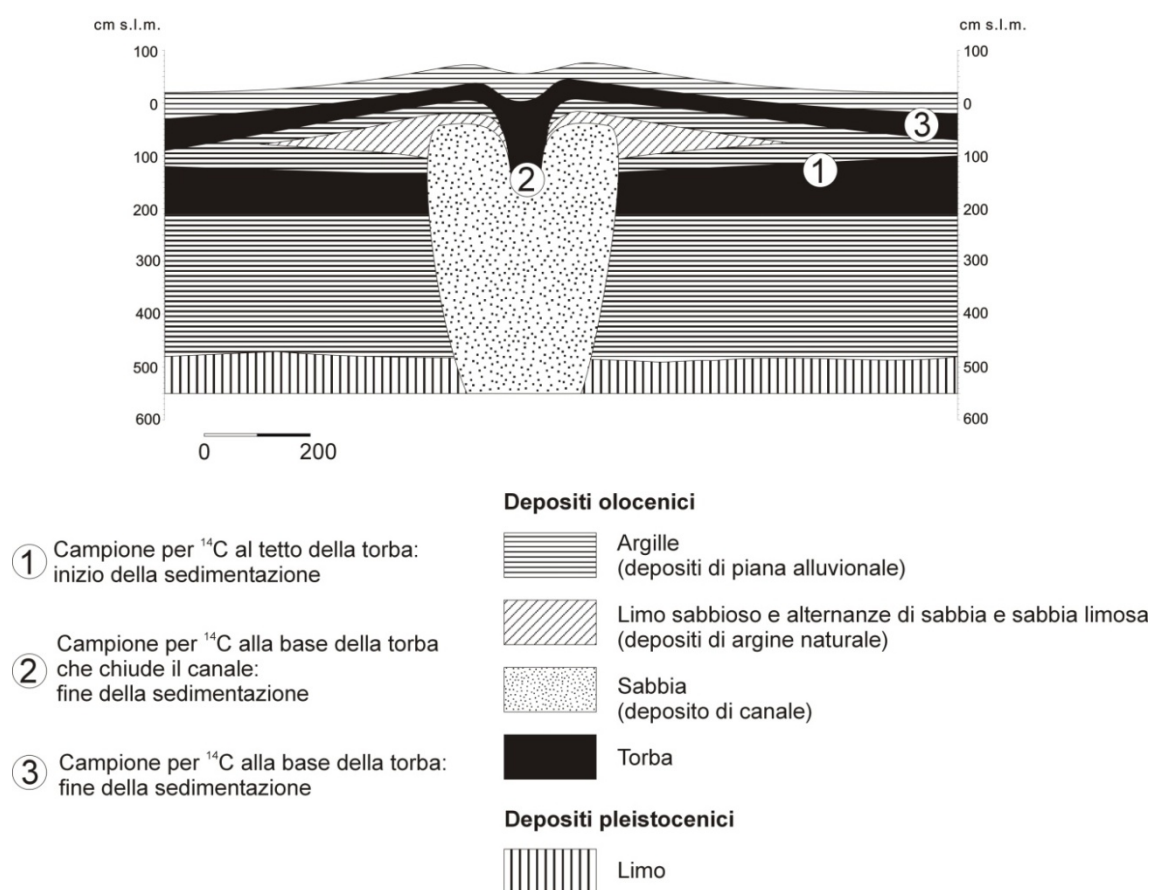


Fig. 29 – Sezione stratigrafica semplificata che illustra il metodo di datazione con radiocarbonio di un deposito di paleocanale (modificato da Berendsen & Stouthamer, 2000). Il campione 1 permette di datare l'inizio dell'attività del canale mentre i campioni 2 e 3 il momento della sua disattivazione.

## 6.9. Analisi petrografica delle sabbie

### 6.9.1. Preparazione delle sezioni sottili

Durante la campagna di sondaggi e di esame di sezioni aperte sono stati prelevati campioni di sabbia in corrispondenza dei principali corpi sedimentari studiati. Dopo una selezione, sono stati preparati 10 campioni (Tab. 3) ritenuti significativi per lo studio petrografico delle sabbie nei siti di Sarzano (2), Villadose (2), Pettorazza (3), Narde di Fratta Polesine (1), viale Forlanini – Rovigo (1) e in località Tre Martiri di Rovigo (1). Questi ultimi tre campioni sono stati forniti dal Dott. R. Peretto.

La preparazione dei campioni, eseguita dal laboratorio di sedimentologia del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, è consistita nella setacciatura dei sedimenti con maglie fino a 0.0063 mm e nell'inglobamento in resina epossidica secondo il protocollo di Gazzi *et al.* (1973). Le sezioni sottili sono state inoltre colorate con Rosso di Alizarina per il riconoscimento della calcite dalla dolomite, in quanto la calcite si colora di rosa, mentre la dolomite rimane incolore. La colorazione ha previsto un'esposizione di 1-2' alla soluzione colorante.

La fase di conteggio e di analisi, sotto la supervisione della Prof.ssa C. Stefani, ha previsto l'uso di un microscopio ottico Leika a luce trasmessa dotato di obiettivi 5x, 10x, 25x e 40x, apparsi per analisi a nicols incrociati, conoscopia. Il conteggio è stato effettuato tramite un tavolino traslatore ad incremento costante, in modo tale da avere una copertura a maglia quadrata della sezione sottile. La distanza tra due punti consecutivi è impostata in modo tale che ogni granulo ricada, per la maggior parte dei casi, sotto un solo punto per volta.

Secondo il metodo utilizzato "Gazzi-Dickinson" (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970), si considerano con criteri differenti i frammenti di roccia a grana grossa, composti da singoli cristalli di dimensioni superiori a 0.0625 mm, da quelli a grana fine, composti da cristalli di dimensioni inferiori a 0.0625 mm. Con questa tecnica di conteggio si riduce al minimo l'influenza della granulometria sulla composizione delle sabbie (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970).

Campione	Profondità (cm)	Sito di campionamento	Campionamento da...
<b>SAR01</b>	400	Sarzano	Sezione aperta
<b>SAR02</b>	160	Sarzano	Sezione aperta
<b>V01</b>	330-350	Ca' Motte di Villadose	Sondaggio
<b>V05</b>	200-230	Ca' Motte di Villadose	Sondaggio
<b>P04</b>	380-390	Pettorazza Grimani	Sondaggio
<b>P06</b>	310-320	Pettorazza Grimani	Sondaggio
<b>P16</b>	240-250	Pettorazza Grimani	Sondaggio
<b>NA01</b>	100	Narde di Fratta Polesine	Sezione aperta
<b>TA01</b>	600	Rovigo (Via Forlanini)	Sezione aperta
<b>TRE01</b>	50	Rovigo (Via Tre Martiri)	Sezione aperta

Tab. 3 – Campioni prelevati per la petrografia.

### 6.9.2. Conteggio

La fase di conteggio ha previsto l'uso di un microscopio ottico Leika a luce trasmessa dotato di obiettivi 5x, 10x, 25x e 40x, apparsi per analisi a nicols incrociati, conosopia. Il conteggio è stato effettuato tramite un tavolino traslatore ad incremento costante, in modo tale da avere una copertura a maglia quadrata della sezione sottile. La distanza tra due punti consecutivi è impostata in modo tale che ogni granulo ricada, per la maggior parte dei casi, sotto un solo punto per volta.

Secondo il metodo utilizzato "Gazzi-Dickinson" (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970), si considerano con criteri differenti i frammenti di roccia a grana grossa, composti da singoli cristalli di dimensioni superiori a 0.0625 mm, da quelli a grana fine, composti da cristalli di dimensioni inferiori a 0.0625 mm. Con questa tecnica di conteggio si riduce al minimo l'influenza della granulometria sulla composizione delle sabbie (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970, Zuffa, 1970, Ingersoll *et al.* 1984).

Sono stati contati 300 granuli per ogni vetrino.

### 6.10. Loss-On-Ignition

La tecnica LOI (*Loss On Ignition*) è un metodo comune, economico e ampiamente utilizzato per la stima del contenuto di sostanza organica e di carbonati dei sedimenti (Dean, 1974; Bengtsson & Enell, 1986; Heiri *et al.*, 2001; Santisteban *et al.*, 2004).

Il metodo consiste in una prima combustione a 500-550 °C in cui avviene l'ossidazione della sostanza organica in diossido di carbonio e cenere. Nella seconda combustione a 900-1000 °C, viene liberato diossido di carbonio dalla reazione che



trasforma il carbonato di calcio in ossido di calcio. La perdita di peso che avviene durante le reazioni è misurabile pesando il campione prima e dopo le singole combustioni ed è strettamente correlata con il contenuto di materia organica e carbonati.

#### 6.10.1. Protocollo utilizzato

Allo scopo di migliorare la caratterizzazione della stratigrafia di alcuni log ed in previsione di utilizzare la tecnica in futuri studi sedimentologici e palinologici, si è deciso di sperimentare, per la prima volta nell'ambito degli studi della pianura alluvionale veneta, la tecnica LOI. Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio di Palinologia del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova, in collaborazione con la Dott.ssa A. Miola.

E' stato redatto un protocollo basato essenzialmente su quelli proposti da Dean (1974) e Bengtsson & Enell (1986), seguendo alcune indicazioni date da Heiri *et al.* (2001):

- Porre il crogiolo di porcellana (Modello Haldenwanger 888-0 ) in muffola a 550°C per 1 ora.
- Porlo a raffreddare in un luogo protetto, a temperatura ambiente.
- Determinare il peso C del crogiolo con un'accuratezza di +/- 0.1 mg
- Mettere il campione di sedimento (di volume pari a 5-10 ml) nel crogiolo. Si utilizza un cilindretto di plastica (ditalino) che contiene circa 8.5 ml.
- Determinare subito il peso (C+S) del crogiolo + campione.
- Porre crogiolo + campione in muffola a 105 +/- 2°C per una notte (circa 20 ore), cosicché da farlo asciugare fino a raggiungere un peso costante.
- Porlo a raffreddare in un luogo protetto, a temperatura ambiente.
- Determinare il peso (C+S)' del crogiolo + campione a secco.
- Porre il crogiolo + campione a secco in muffola a 550°C per 4 ore.
- Porlo a raffreddare in un luogo protetto, a temperatura ambiente.
- Determinare il peso (C+S)'550 del crogiolo + le prime ceneri.
- Porre il crogiolo + le prime ceneri in muffola a 950°C per 2 ore.
- Porlo a raffreddare in un luogo protetto, a temperatura ambiente.
- Determinare il peso (C+S)'950 del crogiolo + le seconde ceneri.



Fig. 30 – Alcune fasi della prova LOI presso il laboratorio di Palinologia del Dipartimento di Biologia di Padova.

Il protocollo redatto ha preso in considerazione alcuni risultati dello studio metodologico di Heiri *et al.* (2001). Gli autori concludono innanzitutto che, per sedimenti ricchi in sostanza organica, quali molto spesso sono quelli studiati per questa tesi, un tempo di combustione di 2 ore (Bengtsson & Enell, 1986) può non essere sufficiente. Come consigliato, si è adottato un tempo di combustione a 550 °C di 4 ore. Un'altra nota riguarda le dimensioni dei campioni: sempre secondo Heiri *et al.* (2001), il valore di LOI<sub>550</sub> dipende da questo parametro e suggerisce di utilizzare volumi pressochè costanti per tutti gli esperimenti. L'ultima nota degli autori è che, considerando misure effettuate all'interno di uno stesso laboratorio (ovvero in condizioni sperimentali i più possibili simili), la LOI rappresenta un utile strumento per correlazioni tra sondaggi con segnali LOI ben distinti e, nella consapevolezza dei limiti del metodo, un dato (*proxy*) sul contenuto di carbonio dei sedimenti.

Al fine di verificare la riproducibilità degli esperimenti, è stato inizialmente applicato il protocollo a 10 campioni "artificiali", ottenuti mescolando argille, limi e torbe provenienti da vari carotaggi, seccati in stufa a 60 °C per una notte e tritati a polvere con il mortaio.

Vengono di seguito riportati i risultati della prova. Nella tabella, sono riportati i pesi, in grammi, del crogiolo secco (C), del campione secco col crogiolo (C+S), del

campione col crogiolo dopo essere stati seccati a 105 °C e dopo le combustioni a 550 °C, (C+S)'<sub>550</sub> ed a 950 °C, (C+S)'<sub>950</sub>.

CAMPIONE	C (g)	C+S (g)	(C+S) <sub>105</sub> (g)	(C+S) <sub>550</sub> (g)	(C+S) <sub>950</sub> (g)
1	26,2920	31,9686	31,6231	29,7074	29,5553
2	23,0155	28,3865	28,0745	26,3132	26,1697
3	24,2750	29,6958	29,3758	27,5606	27,4120
4	24,3742	29,7130	29,3713	27,4797	27,3306
5	27,3059	32,5902	32,2686	30,4992	30,3526
6	27,3979	32,5757	32,2698	30,5585	30,4156
7	28,5597	33,7814	33,4667	31,7053	31,5618
8	23,9183	29,2979	28,9847	27,2246	27,0777
9	23,8605	29,2587	28,9386	27,1316	26,9848
10	23,9801	29,5374	29,2240	27,4454	27,2902

Tab. 4 – Dati delle pesate (risultati grezzi) relative alla prova del protocollo LOI su 10 campioni di sedimento “artificiale”.

CAMPIONE	WS (g)	DW <sub>105</sub> (g)	DW <sub>550</sub> (g)	DW <sub>950</sub> (g)	LOI <sub>105</sub> (g)	LOI <sub>550</sub> (g)	LOI <sub>950</sub> (g)
1	5,6766	5,3311	3,4154	3,2633	6,0864	35,9344	2,8531
2	5,3710	5,0590	3,2977	3,1542	5,8090	34,8152	2,8365
3	5,4208	5,1008	3,2856	3,1370	5,9032	35,5866	2,9133
4	5,3388	4,9971	3,1055	2,9564	6,4003	37,8540	2,9837
5	5,2843	4,9627	3,1933	3,0467	6,0860	35,6540	2,9540
6	5,1778	4,8719	3,1606	3,0177	5,9079	35,1259	2,9331
7	5,2217	4,9070	3,1456	3,0021	6,0268	35,8957	2,9244
8	5,3796	5,0664	3,3063	3,1594	5,8220	34,7406	2,8995
9	5,3982	5,0781	3,2711	3,1243	5,9298	35,5842	2,8908
10	5,5573	5,2439	3,4653	3,3101	5,6394	33,9175	2,9596

Tab. 5 – Risultati della prova del protocollo LOI su 10 campioni di sedimento “artificiale”.

Nelle tabelle, DW<sub>105</sub>, DW<sub>550</sub>, DW<sub>950</sub> rappresentano rispettivamente il peso secco in grammi del campione prima e dopo la combustione a 550 °C e a 950 °C. LOI<sub>550</sub> e LOI<sub>950</sub> rappresentano le perdite di peso in percentuale dopo le relative combustioni.

Per il calcolo dei valori percentuali di LOI si sono applicate le seguenti formule (Heiry *et al.*, 2001):

$$LOI_{105} = 100 \times \frac{WS - DW_{105}}{WS}$$

$$LOI_{550} = 100 \times \frac{DW_{105} - DW_{550}}{DW_{105}}$$

$$LOI_{950} = 100 \times \frac{DW_{550} - DW_{950}}{DW_{105}}$$

I pesi di sostanza iniziale non sono tutti uguali (vedi WS).

I valori  $LOI_{105}$  quando molto simili, possono provenire anche da pesi iniziali anche molto diversi. Inoltre, data la procedura di calcolo e misura, gli errori nel valore di  $LOI_{550}$  e  $LOI_{950}$  non dipendono dalla massa iniziale ma solo dai pesi secchi (DW).

Per un numero di misure pari a 10 ( $n = 10$ ), una corretta analisi statistica prevede l'utilizzo della distribuzione di Student anziché quella di Gauss. In particolare, l'affidabilità del protocollo va testata verificando che le misure rientrino nell'intervallo di confidenza stabilito (95%). Quest'ultimo è funzione dei gradi di libertà ( $\nu$ ): per  $n = 10$ , ovvero  $\nu = 9$ , esso è definito dalla formula (1) dove  $t_c = 2,26$ .

$$(1) \quad \bar{x} - t_c \sigma_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_c \sigma_{\bar{x}}$$

Le medie delle serie di misure per le tre LOI calcolate ( $LOI_{105}$ ,  $LOI_{550}$ ,  $LOI_{950}$ ) sono variabili di Student calcolabili con la formula della media campionaria:

$$(2) \quad \mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La deviazione standard è calcolata con:

$$(3) \quad \hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

e lo scarto standard dalla media con:

$$(4) \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\hat{s}}{\sqrt{n}}$$

	LOI <sub>105</sub> (g)	LOI <sub>550</sub> (g)	LOI <sub>950</sub> (g)
<b>Media campionaria <math>\mu</math></b>	5,9611	35,5108	2,9148
<b>Deviazione standard <math>\hat{S}</math></b>	0,2059	1,0335	0,0465
<b>Scarto standard dalla media <math>\sigma_{\bar{x}}</math></b>	0,0651185	0,32682514	0,01471081
$\bar{x} - t_c \sigma_{\bar{x}}$	30,4756	4,39963	1,9881703
$\bar{x} + t_c \sigma_{\bar{x}}$	61,3607	40,9854	5,68012475

Tab. 6 – Valori statistici calcolati per le prove LOI alle temperature dettate dal protocollo applicate al sedimento artificiale.

Come si può notare, confrontando i valori in Tab. 6 le condizioni della (1) sono verificate.

Si può quindi concludere che il protocollo è validato in quanto i campioni artificiali (creati appositamente uguali) sono indistinguibili.



## 7. Risultati

### 7.1. Cartografia storica e “landmarks seeking” a Pettorazza Grimani

Dalla ricerca cartografica si è potuto risalire alla conformazione del paesaggio geografico della Pianura Padano-Atesina sino dal Cinquecento. La carta del 1593 di Gasparro Lavi (Fig. 31) mette in evidenza la complessa rete paleoidrografica dell'epoca, in cui emerge chiaramente il meandro di Pettorazza.

Il meandro è ancora presente nel 1733, rappresentato nella mappa di Santo Astolfi (Fig. 32). In questa rappresentazione sono tra l'altro ben evidenti le anse fluviali appena a valle di Pettorazza (volte Oca, Marice, Fasolo) che verranno rettificare nello stesso anno del taglio principale.

La mappa di Marchetto e Milanovich del 1786 (Fig. 33) raffigura la situazione immediatamente successiva all'opera di rettifica fluviale. Si notano i tagli della Volta Pettorazza e delle volte minori dell'Oca, Marice e Fasolo. Dalla mappa si nota inoltre la presenza di un'incisione (rappresentata con un tracciato nero il cui primo tratto è curvo) che dal centro dell'ormai paleomeandro fuoriesce verso l'esterno per confluire nello scolo Ceresolo. Tale scolo è ancora presente, come si può vedere in Fig. 37.



Fig. 31 – Mappa realizzata da Gasparro Lavi, detto il Moretto, nel 1593, raffigurante l'idrografia dell'area della pianura atesina tra i Lessini e la Laguna di Venezia. Scala indicativa di questa riproduzione 1:750000 (ASVR, Fondo Prefettura, Disegni, n.14. In: Peretto, 1992).



Fig. 32 – Stralcio della mappa di Santo Astolfi del 1733 raffigurante l'area polesana del circondario di Adria. Scala indicativa di questa riproduzione, 1:230000 (Accademia dei Concordi – Rovigo).



Fig. 33 – Riquadro della mappa di Marchetto e Milanovich (1786) con l'area di Pettorazza. Scala indicativa di questa riproduzione 1:46000 (Museo dei Grandi Fiumi – Rovigo).



Verranno di seguito discussi i *landmarks*, censiti durante il rilevamento di campagna, che hanno portato alla ricostruzione della paleogeografia del meandro di Pettorazza (Fig. 44).

Partendo da ovest e seguendo il paleomeandro, si percorre via Contea Alta. Il toponimo è già significativo: infatti, questa strada è rilevata di 3 m sul piano campagna, come si può vedere in Fig. 34.



Fig. 34 – Scorcio di via Contea Alta verso sud. Si nota il dislivello tra l'argine del vecchio tracciato fluviale ed il piano della campagna circostante.

Seguendo l'andamento dell'argine destro del paleoalveo, la strada scende di quota prima di giungere al cippo commemorativo (Fig. 35), che nel Settecento sostituì il pilastro di confine, posto nel 1519 tra le giurisdizioni parrocchiali di Agna (per Pettorazza Papafava, in sinistra fiume) e Cavarzere (per Pettorazza Grimani, in destra fiume), in seguito a numerose discordie tra la fazioni Padovana e Veneziana (Mozzato, 1985). La foto del cippo (Fig. 35) è stata scattata dando le spalle all'unico indizio finora censito dell'argine sinistro.

Esso è rappresentato da un edificio, che attualmente è ad uso abitativo, e che si colloca a circa 100 metri dal cippo di confine, verso l'interno del paleomeandro (Fig. 36). Da informazioni assunte in loco, risulta che tale edificio, risalente al XV sec., fu utilizzato come deposito di imbarcazioni e magazzino idraulico. Inoltre, durante passati lavori di ristrutturazione dell'edificio, furono scoperti tre archi di mattoni (che stanno sotto l'attuale pavimentazione) con infissi, sulle "colonne", "grossi anelli metallici che servivano all'attracco delle barche".



Fig. 35 – Cippo di confine del XVI secolo.

Secondo ulteriori informazioni raccolte, sono presenti anche graffiti sulle travi e sui muri del sottotetto, probabilmente eseguiti da lavoratori durante l'esecuzione del taglio del meandro. Inoltre, parte di tale edificio servì come stalla per il ricovero dei cavalli durante i lavori di taglio del meandro, a partire dal 1782.

La sensazione che si ha osservando la campagna dal cortile antistante la casa è chiaramente quella di trovarsi sulla sponda di un alveo abbandonato, ovvero di stare sulla sommità dell'argine sinistro, a circa 3 m sopra il piano della campagna circostante.



Fig. 36 – Edificio risalente al XV secolo, posizionato sulla sommità dell'antico argine sinistro del fiume.

Proseguendo verso sudest per altri 550 m circa, la strada si fa sterrata e si incontra un ponticello che attraversa un canale di drenaggio largo circa 3 m collocato esattamente nella posizione segnata dalla mappa di Marchetto e Milanovich del 1783. Si tratta evidentemente dello stesso canale. Esso, secondo le testimonianze raccolte da alcune persone anziane del paese, fungeva da scolo di drenaggio che portava le acque, dalla zona interna, continuamente interessata da fenomeni di impaludamento, verso sud, ovvero verso la naturale direzione di drenaggio delle acque.

Infatti, il fossato proviene dalle campagne al centro del paleomeandro: dopo una prima curva, prosegue verso ovest per circa 90 m, dove incontra il ponte su cui è stata scattata la foto di Fig. 37. Il canale di drenaggio prosegue, sempre verso ovest, per altri 60 metri, dove curva di nuovo verso sud per dirigersi verso lo scolo Ceresolo dove va a gettarsi. E' interessante notare la lunghezza di 90 metri del tratto di fossato tra la prima curva ed il ponticello: essa coincide con il valore medio della larghezza dell'Adige attuale in quest'area. Questo fa pensare che il canale sia stato tagliato attraverso l'antico alveo (che doveva avere la stessa lunghezza) ai fini di raccogliere le acque provenienti dal relitto fluviale atesino.

Proseguendo verso sud, si raggiunge l'estremità meridionale della paleoansa in località Bufali. Qui, la strada sterrata si congiunge, tramite uno stretto passaggio, alla strada asfaltata di via Umberto Maddalena, che percorre da qui ancora un relitto dell'argine destro, rilevato di 3 m rispetto al piano campagna.



Fig. 37 – Fossato tra la prima curva a gomito ed il ponticello: ciò che rimane del canale di drenaggio che portava le acque dal centro del paleomendro allo scolo Ceresolo.

In Fig. 38 si può notare la scarpata del *thalweg* (la cui incisione è attualmente occupata da un fossato privo d'acqua) tra il piano dove corre la strada e la campagna al centro del paleomeandro.



Fig. 38 – Foto scattata lungo la scarpata a nord di via Umberto Maddalena, in corrispondenza del punto più a sud del paleomeandro. Si nota il dislivello, tra il piano dove si trova la strada e la campagna al centro del paleomeandro, corrispondente alla scarpata del *thalweg* fluviale.

Lungo via Umberto Maddalena, si segue la scarpata del *thalweg* fino all'incrocio con la strada provinciale n.29. Sono state rilevate le misure della scarpata (Fig. 39) in corrispondenza del transetto Pettorazza 1, che taglia il paleomeandro poche decine di metri a sud di Fattoria Vecchia (Fig. 40).

La scarpata del *thalweg* è 4 m più profonda rispetto al piano stradale.

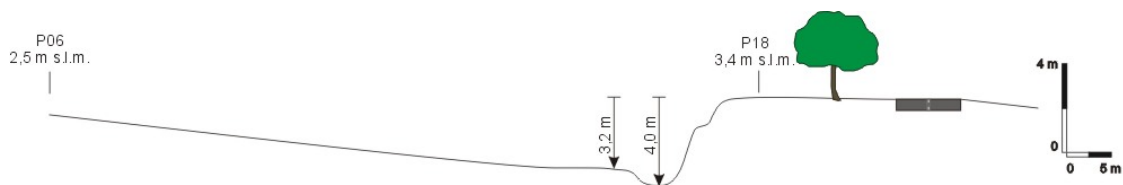


Fig. 39 – Profilo del *thalweg* del paleomeandro tra i sondaggi P06 e P18.



Fig. 40 – Scarpata del *thalweg* ad ovest di Fattoria Vecchia.

Attraverso via Roma si giunge in paese ed in particolare a Villa Grimani (Fig. 41), casa della famiglia veneziana omonima a partire dal XVI sec., periodo in cui essi si stabilirono nel Polesine. Vi sono evidenze storiche della presenza di un molo fluviale in fronte alla villa (sito web <http://www.pettorazza.it>). Villa Grimani sorge alla base dell'attuale argine destro, in corrispondenza del punto di congiunzione più orientale del paleoalveo con il presente corso fluviale.

Proprio in corrispondenza di tale punto, si nota l'inspessimento dell'argine artificiale per un tratto lungo 300 metri dei corpi arginali di banca e sottobanca (Fig. 42).



Fig. 41 – Villa Grimani (XVI sec.). Facciata rivolta verso l'interno del paleomeandro (si nota il dislivello dell'argine a fronte).



Fig. 42 – Allargamento dell'argine artificiale (banca e sottobanca) del fiume attuale in corrispondenza dell'inserzione del vecchio corso.

In questo punto confluisce anche una strada costruita, secondo notizie raccolte all'ufficio municipale, su un canale, ora tombinato, chiamato "Scolo Pubblico". Esso sembra essere ciò che rimane dell'antico corso fluviale.

Prima del taglio del meandro, Pettorazza era divisa in due villaggi: Pettorazza Grimani (veneziana) e Pettorazza Papafava (padovana). Sul campanile della parrocchia di Papafava, che risale al 1691, vi è ora una lapide commemorativa dell'opera idraulica a seguito di cui i villaggi si riunirono in un unico paese (Fig. 43).



Fig. 43 – Tratto rettificato dell'argine e, in destra foto, il paese di Pettorazza. Il campanile più vicino all'argine è quello di Papafava, sulla quale vi è la lapide commemorativa (vedi a lato).

Grazie alla consultazione della cartografia storica, al censimento dei *landmarks* e alle testimonianze raccolte tramite interviste, si è potuta realizzare una carta paleogeografica del paleomeandro di Pettorazza Grimani come doveva essere al momento del taglio fluviale.

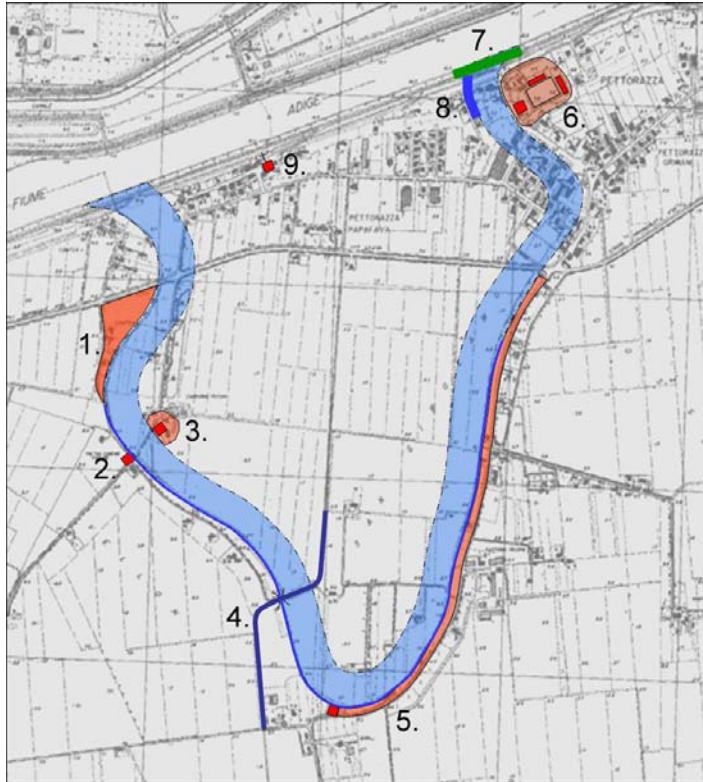


Fig. 44 – Carta paleogeografica del paleomeandro di Pettorazza. I numeri indicano l'ubicazione dei *landmark*: 1) argine destro; 2) cippo di confine del XVI secolo; 3) edificio del magazzino idraulico risalente al XV secolo sull'argine sinistro; 4) fossato di drenaggio; 5) argine destro e *thalweg*; 6) villa Grimani, risalente al XVI secolo; 7) inspessimento dell'argine attuale; 8) scolo pubblico; 9) lapide commemorativa sul campanile di Papafava.



Fig. 45 – Foto aerea del paleomeandro di Pettorazza Grimani. In primo piano, l'attuale corso dell'Adige e il centro di Pettorazza con, verso destra, il complesso di villa Grimani.



## 7.2. Modello digitale del terreno

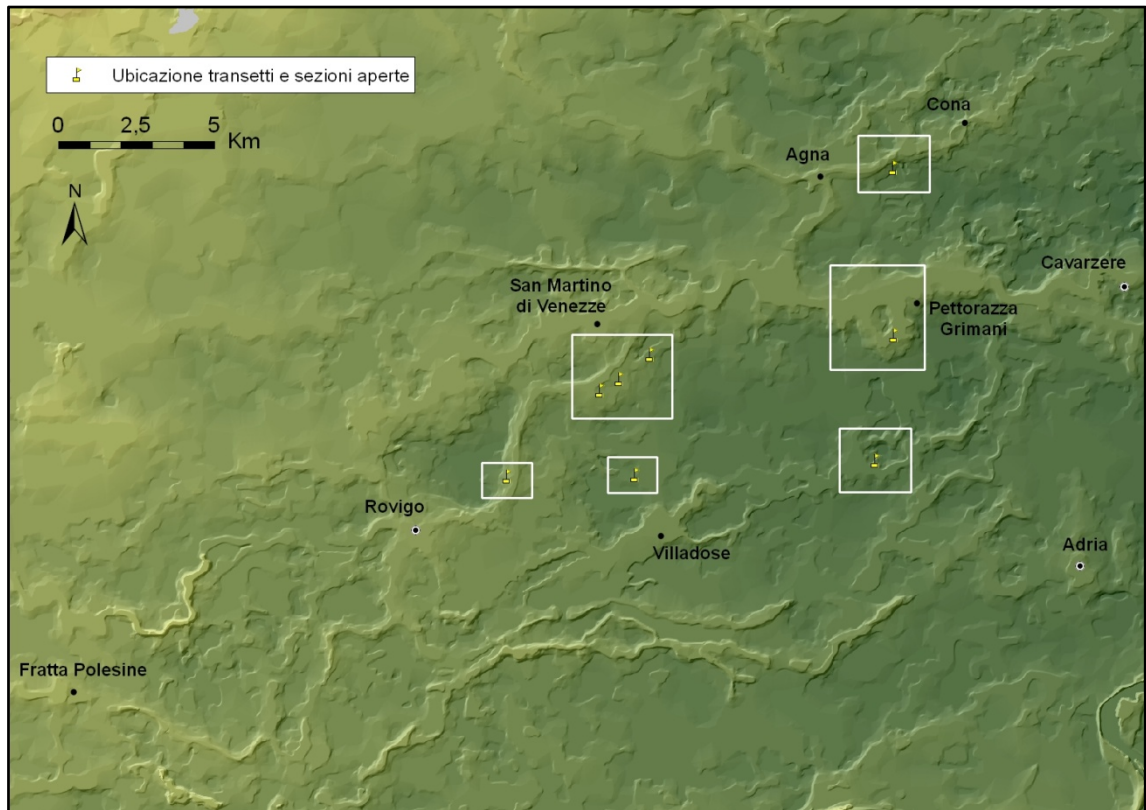


Fig. 46 – Modello digitale del terreno della Pianura Padano-Atesina. I riquadri bianchi indicano le aree studiate tramite transetti di sondaggi manuali e sezioni aperte.

Di seguito verranno descritte delle immagini DTM delle aree indagate mediante rilevamento di campagna. Nelle figure sono riportate le ubicazioni dei transetti di sondaggi manuali. In legenda, per le singole immagini DTM, si riporta la scala a gradiente cromatico altimetrico, con gli estremi delle quote minime e massime per l'area considerata.

### 7.2.1. Ramo più settentrionale del Po tra Rovigo e l'Adige attuale

In Fig. 47 si distinguono, con direzione OSO-ENE, il dosso fluviale dell'Adige attuale nel cui settore più a monte sono riscontrabili le quote maggiori che toccano i 5 metri s.l.m. Nell'angolo di sudovest si nota l'alto morfologico su cui sorge la città di Rovigo. Esso costituisce il punto d'incrocio tra più dossi fluviali (per una visione a più piccola scala si veda anche la Fig. 69): qui si incrociano, infatti, il dosso dell'Adigetto che giunge da ovest, un dosso minore proveniente da nordovest (segnalato anche da Peretto, 1986) ed il ramo più settentrionale del Po da sudovest. Quest'ultimo

rappresenta l'alto morfologico maggiore tra l'Adige attuale e lo scolo Adigetto. Presso San Martino di Venezze la traccia di questo dosso fluviale viene interrotta e probabilmente ripresa, per il tratto fino a Borgoforte, dal corso atesino. Il dosso del ramo più settentrionale del Po tra Rovigo e San Martino mostra un andamento sinuoso. Attraverso la formula descritta nel paragrafo 6.7, è stata stimata una sinuosità di 1,2.

Nel DTM si nota inoltre un'area più rilevata che, poco a monte di Saline, si allunga, formando dossi minori, nell'area depressa a nordovest di Villadose, interpretato come un ventaglio di rotta.

Anche la zona a valle di Saline mostra evidenze di possibili eventi di rotta che avrebbero portato all'allargamento della fascia dossiva tra la stessa località e San Martino. In località Chiaroni, si distacca, sulla destra del dosso padano, un dosso secondario di cui però si perdono le tracce in corrispondenza del corso dell'Adige.

Le sezioni aperte e i transetti di sondaggi eseguiti in quest'area si collocano attraverso il dosso del ramo più settentrionale del Po (Sarzano1, Saline 1 e 2, Chiaroni 1) e attraverso il ventaglio di rotta di Villadose (Villadose 1).

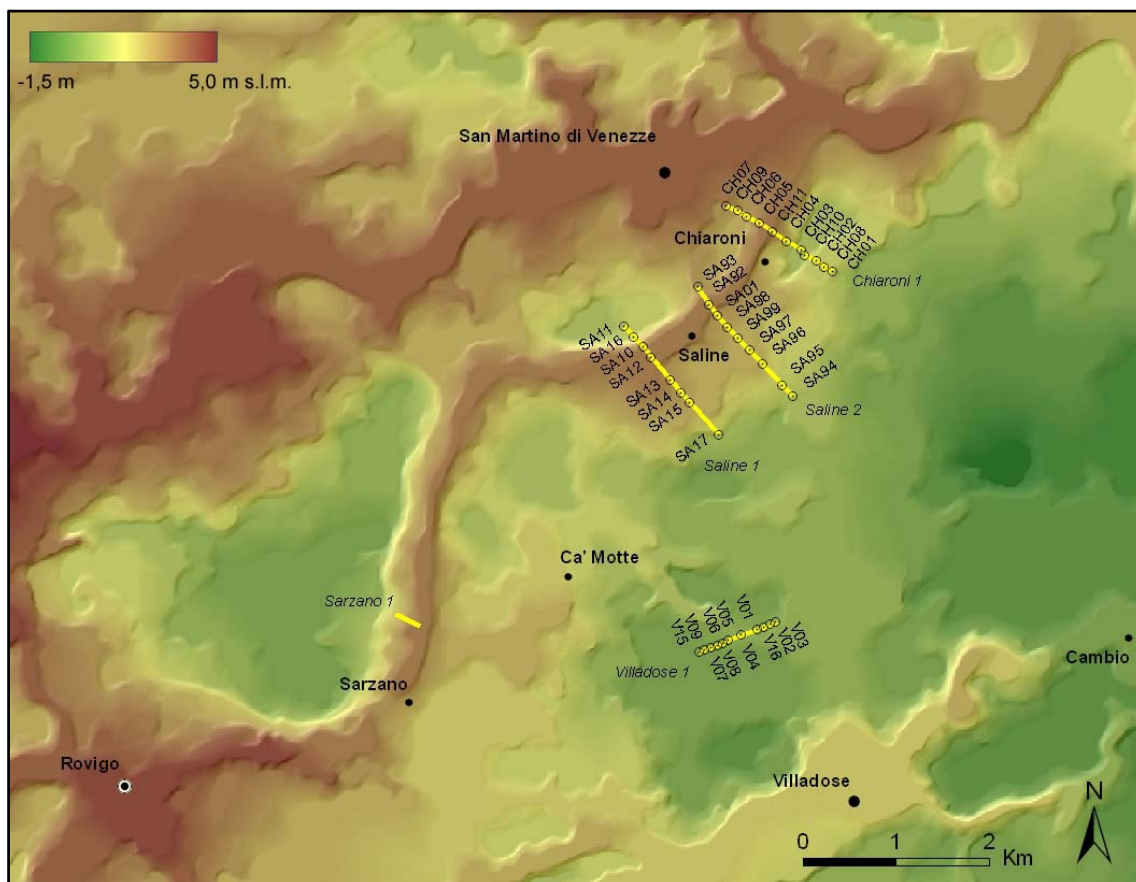


Fig. 47 – DTM dell'area a nord-est di Rovigo compresa tra il capoluogo e San Martino di Venezze.

### 7.2.2. Adige attuale e ramo più settentrionale del Po a sudovest di Cona

La Fig. 48 mostra il DTM che comprende l'area tra l'Adige attuale da Borgoforte fino quasi a Cavarzere (appena fuori mappa), e Cona, posta a nordest dell'area di Fig. 47.

Nel DTM è evidente il dosso fluviale atesino che, in alcuni punti tocca e supera il chilometro di larghezza. Questo avviene, in particolare, per l'area a monte ed a valle di Pettorazza Grimani. Questo tratto del fiume era caratterizzato, fino alla seconda metà del Settecento, da numerose anse fluviali, poi rettificata dal Governo Veneziano (vedi paragrafo 5.4.1), in corrispondenza delle quali, grazie ai depositi dovuti alle continue rotte fluviali, il dosso si accresceva notevolmente.

La caratteristica peculiare di questo tratto di dosso atesino è l'evidente paleomeandro di Pettorazza Grimani, oggetto di rettifica nel 1783.

Nella parte nordoccidentale del DTM, si nota il proseguimento del dosso del ramo più settentrionale del Po che, in corrispondenza di Borgoforte, si stacca dal dosso dell'Adige verso nordest, per raggiungere Agna e poi Cona. A Borgoforte vi è tra l'altro un'altra modesta ansa atesina (Volta di Camponovo) rettificata nel 1845 (Bondesan *et al.*, 2002).

Presso il centro abitato di Agna, vi è il raccordo del ramo più settentrionale del Po con il dosso, proveniente da nordovest, formato dall'Adige quando passava per Montagnana ed Este (Marcolongo, 1987).

Da Agna sembra inoltre dipartire, dalla sinistra del dosso padano principale, un dosso secondario che si congiunge con un altro ramo minore poco prima del limite del DTM. Quest'ultimo ramo si distacca in sinistra del dosso padano circa due km a monte di Cona. Non si esclude comunque che tali dossi secondari siano di pertinenza atesina anziché padana, data la complessità geomorfologica dell'area.

Le quote più basse registrate in quest'area, che raggiungono i 3 metri sotto il livello del mare, sono raggiunte nelle campagne a sudest di Cona.

I transetti di sondaggi eseguiti in quest'area sono disposti attraverso il dosso del ramo più settentrionale del Po, tra Agna e Cona (Cona 1), ed il dosso del paleomeandro di Pettorazza Grimani (Pettorazza 1).

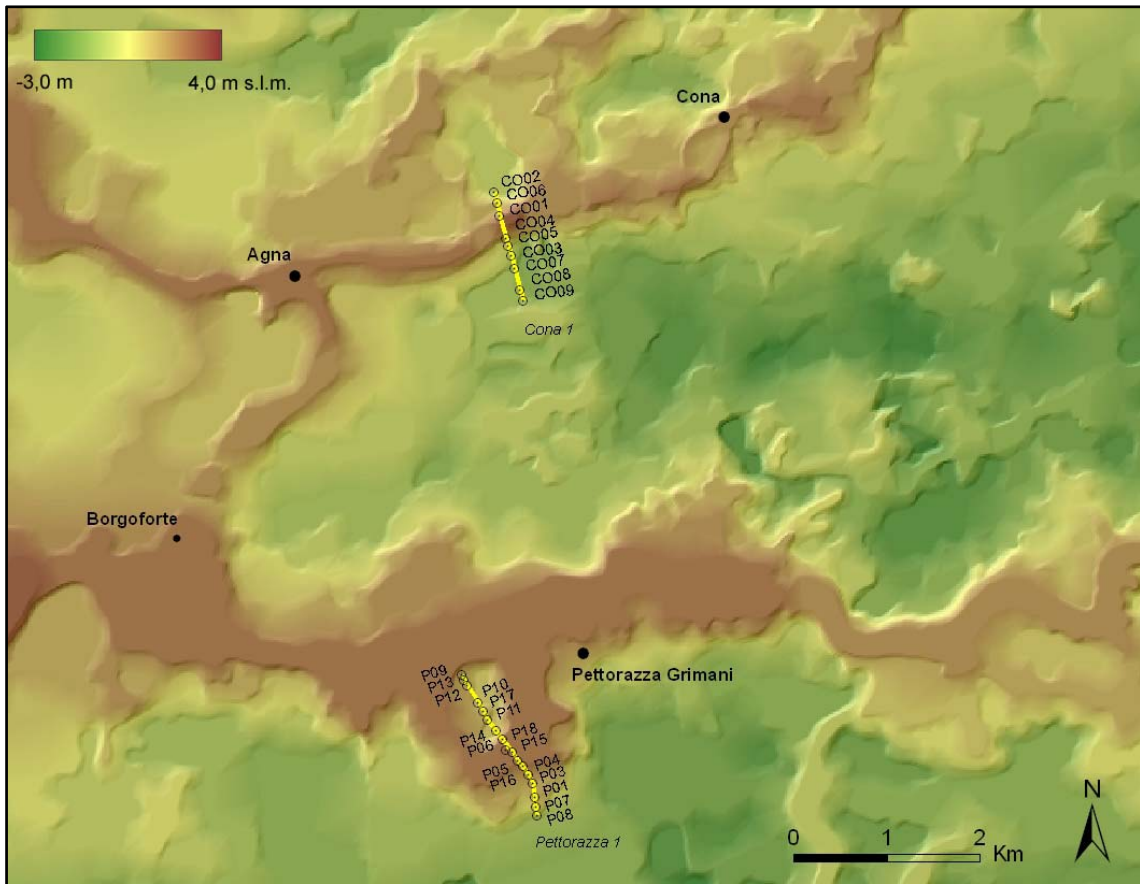


Fig. 48 – DTM dell’area di studio tra l’Adige attuale e Cona.

### 7.2.3. Adigetto

Il DTM in Fig. 49 comprende ancora il dosso atesino precedentemente descritto ed evidenzia la presenza di un alto morfologico relativo, presumibilmente dovuto a depositi di rotta, (rotte perlatro testimoniate a partire dal Seicento e riassunte in Bondesan *et al.*, 2002) che si apre verso sud a partire dal paleomeandro di Pettorazza Grimani.

Il dosso dell’Adigetto, che ha dimensione ed elevazione nettamente inferiori rispetto al dosso atesino, ha andamento dapprima OSO-ENE e poi SSO-NNE. Si nota la giunzione dei due dossi circa 3 km a valle di Pettorazza Grimani. Nel 1751, importanti opere idrauliche hanno portato alla canalizzazione del Naviglio Adigetto che non si immette più in Adige, ma devia verso sudest presso Botti Barbarighe per poi gettarsi nel Canalbianco (Accademia dei Concordi, 2003).

In località Ca’ Tron, si distacca dal dosso dell’Adigetto un alto morfologico che prosegue per circa 1,5-2 km in direzione nordest e che denomineremo “dosso di Fasanara”. Le tracce di questo dosso si fanno poi più blande: dal DTM sembra ci possa

essere un ricongiungimento col dosso dell'Adigetto o il proseguimento, di cui però si perderebbero tracce evidenti, verso NNE (dove si è già segnalato un alto morfologico a sud di Pettorazza).

Dal centro del limite meridionale del DTM, entra un dosso probabilmente riferibile ad una diramazione del Po di Adria che, alla latitudine di Ramalto, curva verso est per poi proseguire verso NNE, e correre quasi parallelamente all'ultimo tratto del dosso dell'Adigetto.

Le quote massime sono rappresentate dal dosso atesino attuale (fino a 4 metri s.l.m.), mentre le quote più basse si trovano nella depressione intradossiva tra Adige e Adigetto (-2,5 metri s.l.m.).

E' stato tracciato un transetto di sondaggi che taglia trasversalmente sia il dosso dell'Adigetto che quello dipartitosi da Ca' Tron, verso NE.

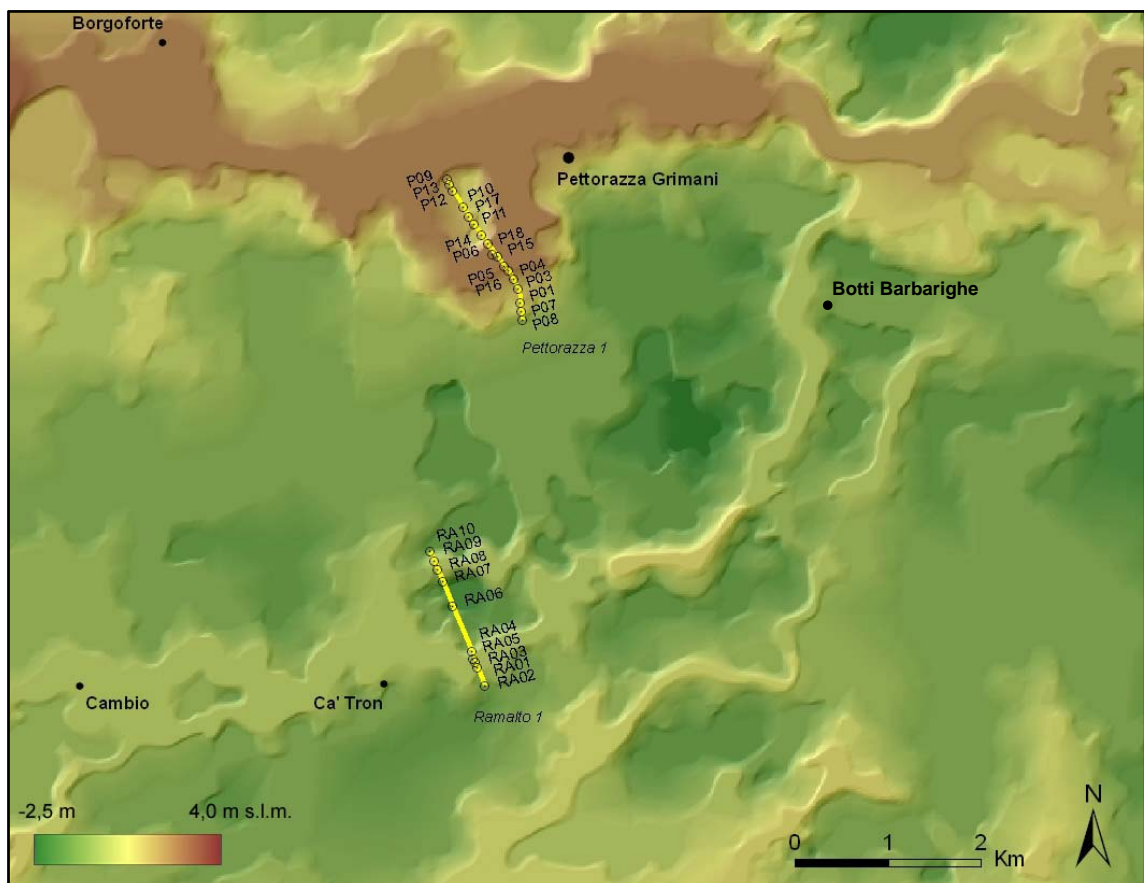


Fig. 49 – DTM dell'area tra l'Adige a sud di Pettorazza Grimani.

### 7.3. Telerilevamento

L'analisi di foto aeree ed immagini satellitari ha fornito un importante contributo nel riconoscimento di tracce antropiche e naturali utilizzate nella realizzazione della carta geomorfologica discussa nel paragrafo 8.4. Sono state individuate tracce di paleoalvei (generalmente individuate per il loro colore chiaro), tracce di riempimento di paleoalveo (colore scuro) e tracce di strutture antropiche.

Verranno di seguito illustrati i casi di studio in cui il telerilevamento è stato particolarmente utile per alcuni sviluppi della ricerca, come la scelta dei punti di sondaggio manuale o la comprensione di specifici rapporti tra le strutture antropiche e la paleoidrografia. Per i risultati sull'intera area di studio, si rimanda alla carta geomorfologica e alla sua discussione (fine del capitolo 8).

#### 7.3.1. Ventaglio di rotta di Villadose

In Fig. 50, immagine ricavata da un fotomosaico di fotogrammi dal volo SCAME 1983, si può notare la complessa struttura dei canali del ventaglio di rotta di Villadose che, secondo la fotointerpretazione, copre un'area di almeno 20 km<sup>2</sup>. È visibile, impostato, sulle tracce dei paleocanali, un tracciato viario con direzione N 50° E, caratterizzato dalla presenza di due fossati laterali e da una larghezza totale di circa 25 m. Dal confronto con la bibliografia (Peretto, 1986), tale struttura è attribuibile al decumano massimo della centuriazione di Adria.

Allo scopo di studiare l'architettura sedimentaria del ventaglio di rotta e delle sue relazioni con il decumano massimo e la villa romana di Ca' Motte, si è potuto, grazie a questa foto aerea, tracciare un transetto di sondaggi che intersecasse tali elementi.

Nella parte a sudest della foto, è visibile anche un tratto dell'attuale dosso dell'Adigetto, a valle di Villadose, i cui sedimenti superficiali sono caratterizzati da tonalità chiare. Questa fascia, più chiara rispetto alla campagna circostante, è larga circa 350 metri.



Fig. 50 – Fotomosaico, da foto aeree verticali, dell'area a nord di Villadose. Le frecce indicano la traccia del decumano massimo. In rosso viene riportata la traccia AA' del transetto Villadose 1.

### 7.3.2. Pettorazza Grimani

Dalla fotografia aerea dell'area a sud di Pettorazza Grimani si può notare come le tracce antropiche della centuriazione scompaiano in prossimità del dosso del paleomeandro dell'Adige moderno. Attorno a quest'ultimo si nota inoltre la presenza di un tracciato viario di forma poligonale, parzialmente ripreso da fossati, carrareccie e suddivisioni agrarie moderne. Sono altresì presenti tracce paleoidrografiche di canali attribuibili a eventi di rotta.

Come si può vedere dalla Fig. 51, il transetto di sondaggi di Pettorazza 1 taglia trasversalmente la traccia del paleomeandro, evidenziata dal passaggio della strada via Umberto Maddalena (vedi paragrafo 7.1) e la struttura poligonale che contorna il meandro.

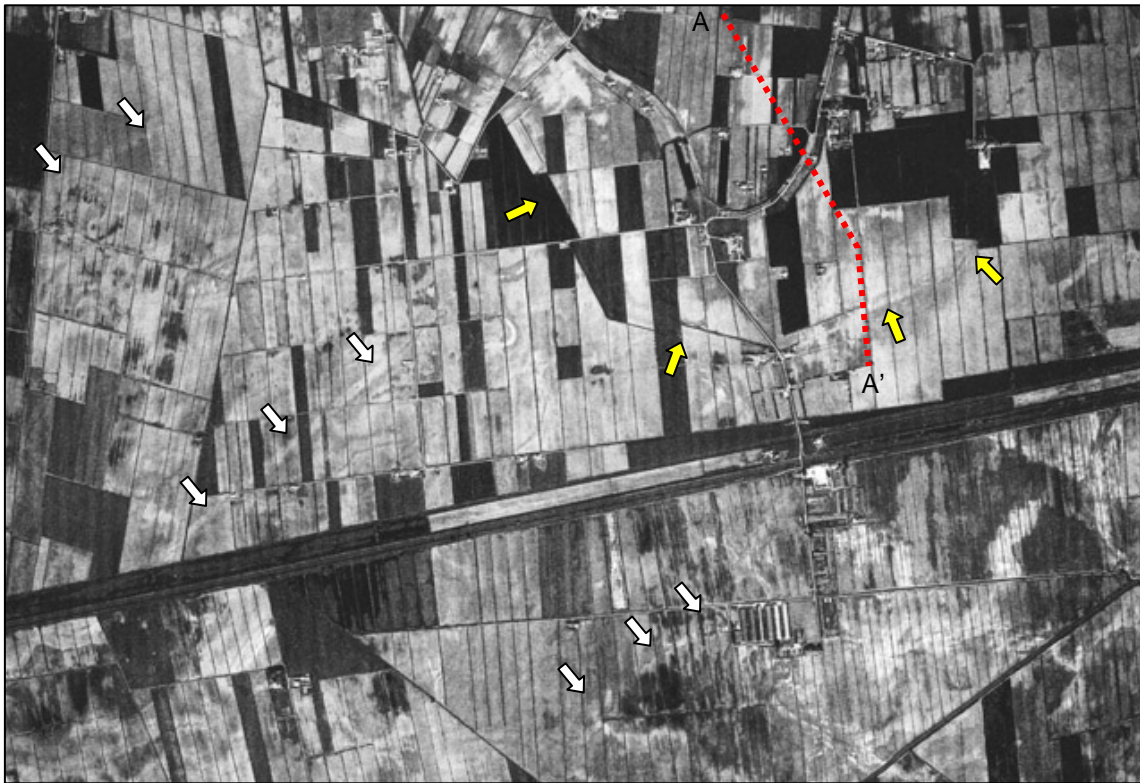


Fig. 51 – Foto aerea verticale dell’area a sud di Pettorazza Grimani. Si può notare, segnalata dalle frecce gialle, la traccia viaria poligonale attorno al paleomeandro; le frecce bianche individuano *limites* della centuriazione, tra cui, in alto a sinistra, il decumano massimo. In rosso viene riportata la traccia AA’ del transetto Pettorazza 1.

### 7.3.3. Ramalto

Le fotografie oblique dell’area di Ramalto (nordovest di Adria), scattate dal Dott. A. Ninfo nell’ambito del Progetto ARCUS – Via Annia, mostrano l’evidenza di una traccia di paleoalveo, che denomineremo “paleoalveo di Fasanara”, circa 1 km a nord del corso del Naviglio Adigetto. In particolare, la Fig. 52 evidenzia come tale traccia sia stata cancellata, nella parte più ad ovest (sulla foto, a sinistra), da lavori di miglioria fondiaria. Si nota, inoltre, la presenza di una traccia di origine antropica che corre circa in direzione N 50° O.

In Fig. 53 si possono notare, dove non ancora intaccate dalle migliorie fondiarie, le tracce di accrescimento laterale della barra fluviale.

Anche in questo caso, l’analisi preliminare delle foto aeree ha aiutato la scelta dei punti dove effettuare i sondaggi. Nel caso di Ramalto, si è scelto di tracciare un transetto il più possibile ortogonale al corso dell’Adigetto e al paleoalveo di Fasanara.





Fig. 52 – Foto aerea obliqua dell’area a nord dell’Adigetto, presso Ramalto. Foto di A. Ninfo (Progetto ARCUS – via Annia). Le frecce indicano la traccia di una struttura antropica. In rosso, vengono riportati i punti di sondaggio.



Fig. 53 – Traccia del dosso fluviale che corre 1 km a nord dell’Adigetto presso Fasanara. Si possono notare, dove non ancora intaccate dalle migliori fondiari, le tracce di accrescimento laterale delle barre fluviali. Vengono riportati, in rosso, i punti di sondaggio (transetto Ramalto 1). Foto di A. Ninfo (Progetto ARCUS – via Annia).

#### 7.4. Sezioni stratigrafiche

Verranno di seguito descritte le sezioni stratigrafiche studiate. Per la descrizione dei singoli sondaggi e delle sezioni aperte, si rimanda all'appendice in fondo al testo.

##### 7.4.1. Sarzano 1

Uno scavo edilizio per la costruzione di un edificio condominiale presso Sarzano, gentilmente segnalato dal Dott. R. Peretto, ha permesso la descrizione di parte di una sezione aperta, in corrispondenza del dosso del ramo più settentrionale del Po. La sezione taglia trasversalmente l'asse del paleoalveo (Fig. 54) e mostra l'accrezione laterale di una barra di meandro fino ad una profondità di 4 m. Nel log stratigrafico, che descrive la parte più ad ovest della sezione, i primi 1,5 m sono fortemente rimaneggiati dall'attività antropica moderna. Da 1,5 m fino a circa 3,8 m si presenta una successione di coppie di strati a sabbia-argilla limosa dello spessore variabile tra i 20 e 70 cm. I singoli strati sabbiosi, alternati a strati di argilla limosa, sono caratterizzati da laminazione incrociata concava, con drappeggi di sabbia ricca in sostanza organica (Fig. 55). Da 3,8 m fino alla base della sezione aperta, che ha una profondità variabile da 4,1 m (punto di descrizione del log) fino a 4,3 m, si ha sabbia media, pulita. Osservando l'intera sezione, si notano clinoformenti che immergono verso SE di circa 20°, mostrando una migrazione verso sud-est della barra.

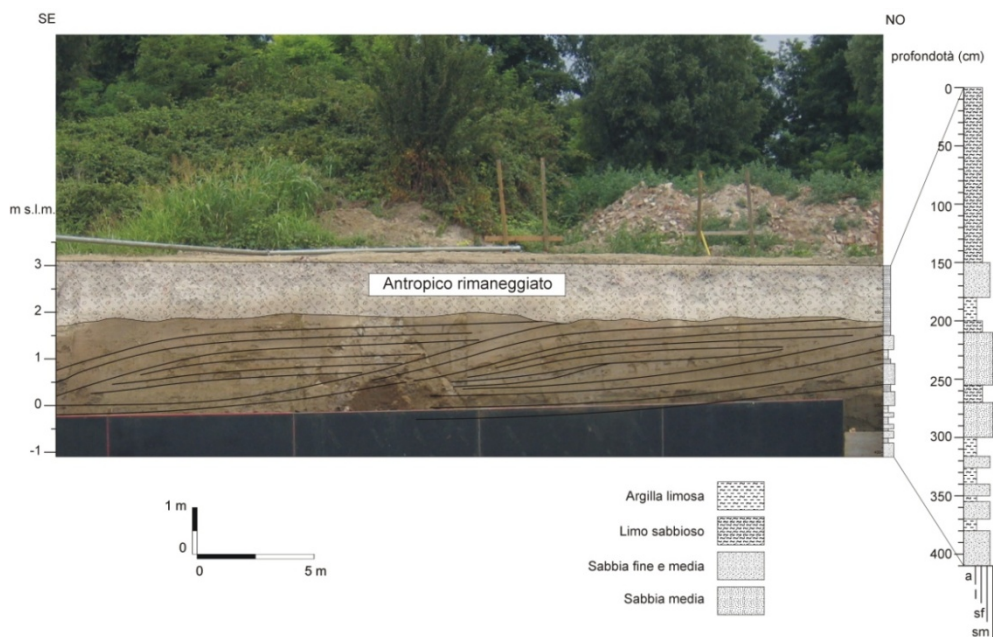


Fig. 54 – Sezione aperta SAR01 presso edilizio. Le linee in nero rappresentano le superfici di accrezione laterale della barra di meandro. A lato, viene riportato il log stratigrafico.

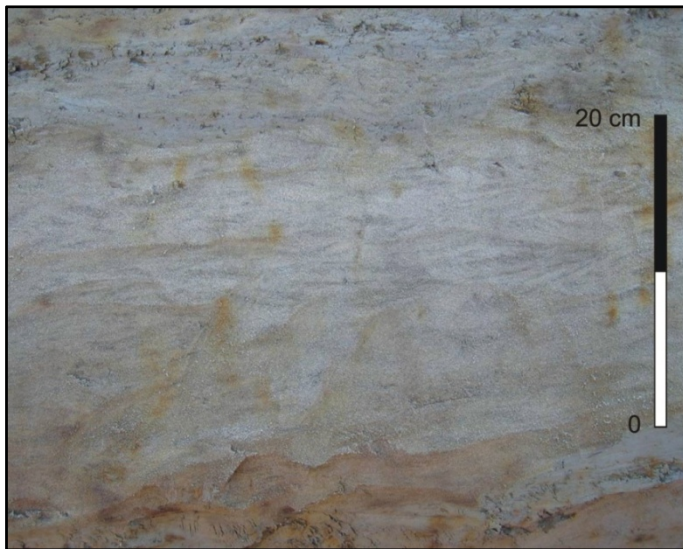


Fig. 55 – Sarzano, SAR01. Strato sabbioso tra 2,1 e 2,35 m a laminazione incrociata concava.

#### 7.4.2. Saline 1

Questa sezione stratigrafica (Fig. 57) taglia il ramo più settentrionale del Po 2 km a sud del fiume Adige. Si evidenzia la presenza di un corpo sabbioso principale, largo 700 m e spesso almeno 4 m impostatosi su depositi di piana alluvionale caratterizzati da strati di argilla e argilla torbosa pluri-decimetrici. E' inoltre presente uno strato di torba spesso circa 1 m tra -2 and -3 m s.l.m. Sono stati radiodati due campioni prelevati da questo strato di torba. Il più profondo, campionato ad una profondità di 4,3-4,4 m in SA11, ha dato un'età di 3381-2621 a.C. mentre, il campione, che si colloca stratigraficamente più in superficie, prelevato a 5,25-5,35 m in SA10 è datato 3030-2288 a.C.

Le alternanze di limo sabbioso, sabbia fine e sabbia fine limosa nella parte di sudest rispetto al corpo sabbioso principale sono state interpretate come depositi di argine naturale e di crevasse-splay. La sequenza fining upward intercalata allo strato di argilla organica nel sondaggio SA13 è interpretabile come il deposito di riempimento, ovvero di chiusura del canale dopo la sua disattivazione.

#### 7.4.3. Saline 2

La sezione di Saline 2 (Fig. 58), è caratterizzata da un deposito sabbioso largo 1300 m localizzato 300 m a nord della sezione Saline 1. Questo corpo di canale è inciso su depositi fini argillosi e torbosi, pluri-decimetrici: l'incisione è ben visibile a nordovest, dalla profondità di circa -1 s.l.m, in corrispondenza del sondaggio SA93 mentre, a

sudest, essa appare meno evidente, a causa di un passaggio laterale da sabbie medie a limi sabbiosi. SA01 si colloca in corrispondenza del sito archeologico di Saline (Bellintani, 1986): il log descrive, per i primi 2 metri, una sezione aperta nel contesto dello scavo diretto dal Dott. R. Peretto del Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo e per i successivi, le carote del sondaggio manuale. Esso mostra un deposito di sabbia media tra 6,6-1,8 m, sepolto da un'alternanza di sabbia fine e argilla limosa, con livelli che presentano una debole pedogenesi, tra 1,8 m e 0,9 m. Nello stesso scavo, pochi metri più a nord, presso la sezione aperta SA06 (vedi appendice), sabbie limose sterili, con evidenze di debole pedogenesi, correlabili alle alternanze descritte in SA01, sottostanno al deposito massivo di sedimento franco-limoso (95-108 cm) che contiene i frammenti di ceramiche del Bronzo. Questo strato archeologico è coperto da 0,6 m di sedimento limoso che contiene frammenti di laterizi e ceramiche romane, parzialmente rimaneggiato da aratura moderna.

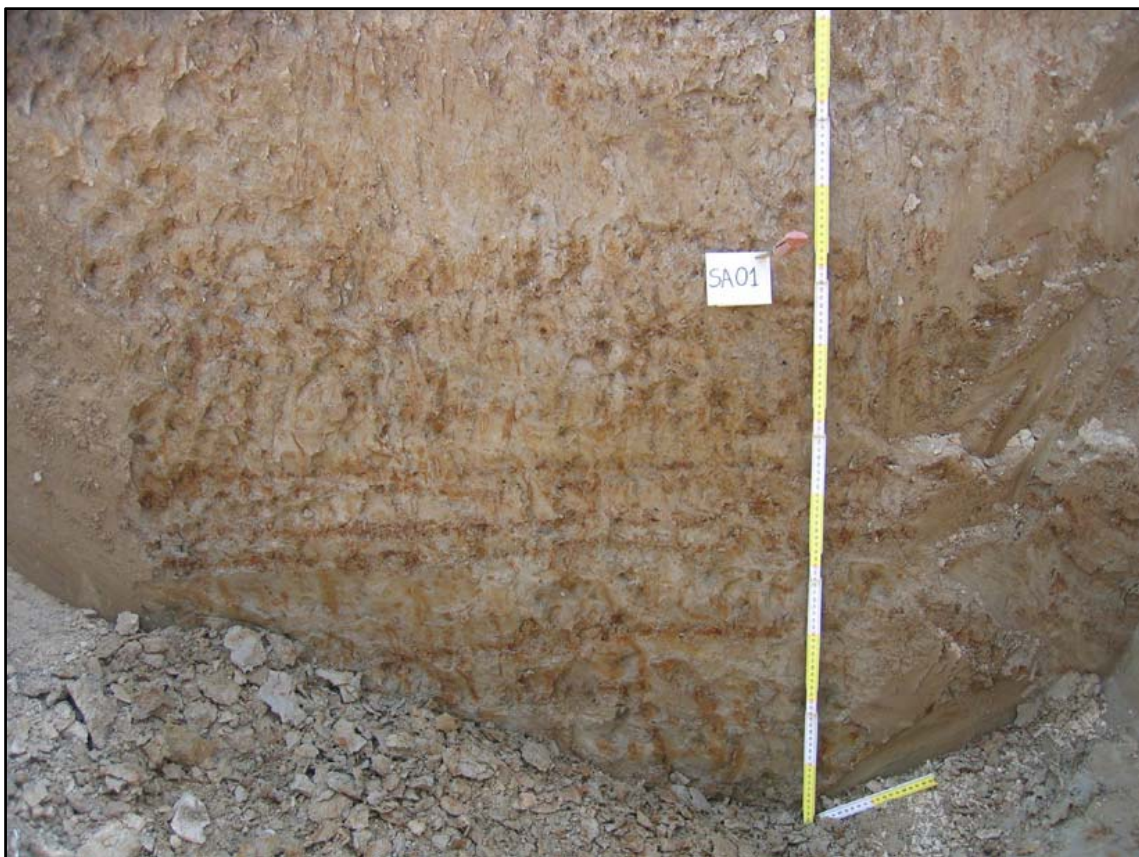


Fig. 56 – Saline 2, SA01, alternanze di sabbia e limo-argilloso con evidenza di livelli a debole pedogenesi.

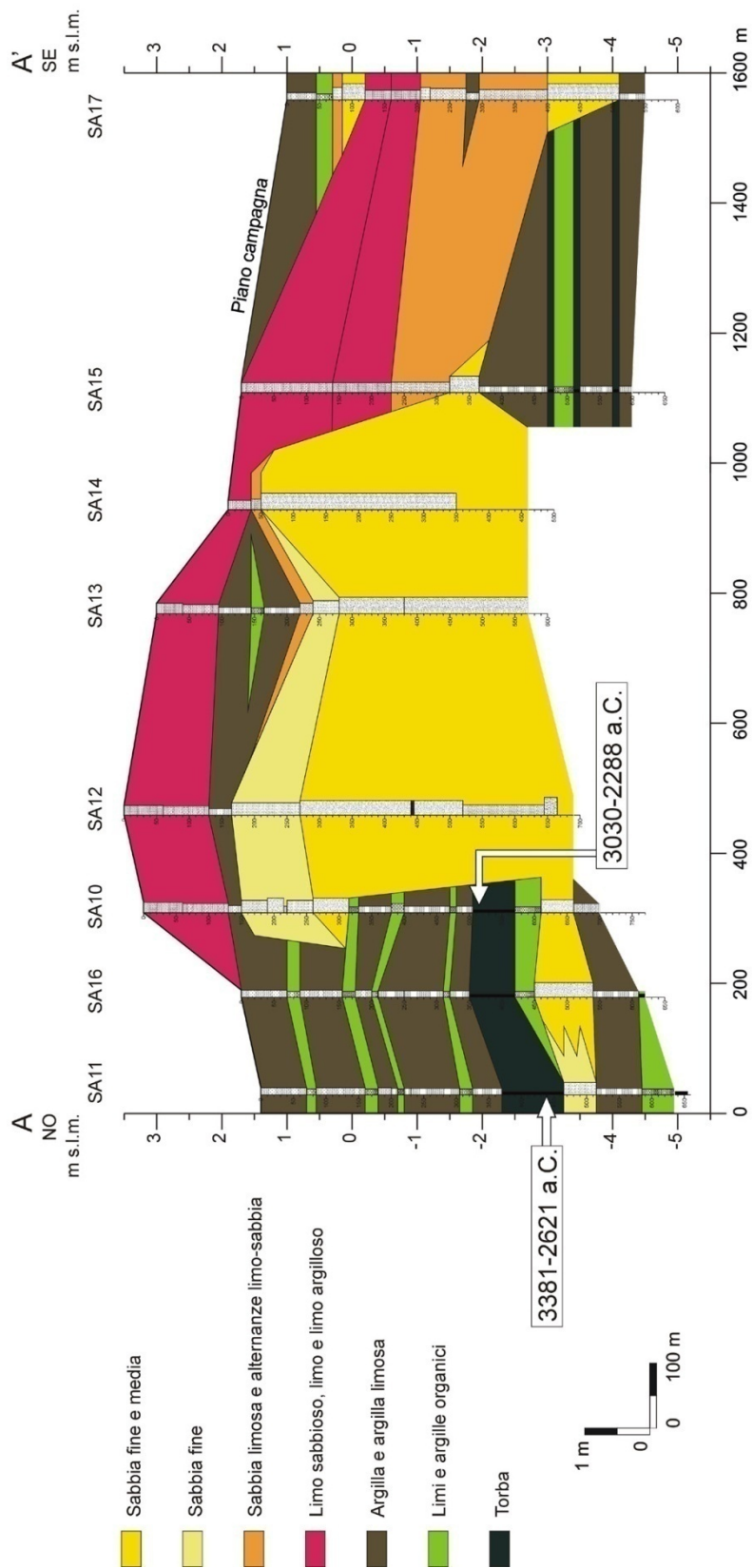


Fig. 57 – Sezione stratigrafica Saline 1.

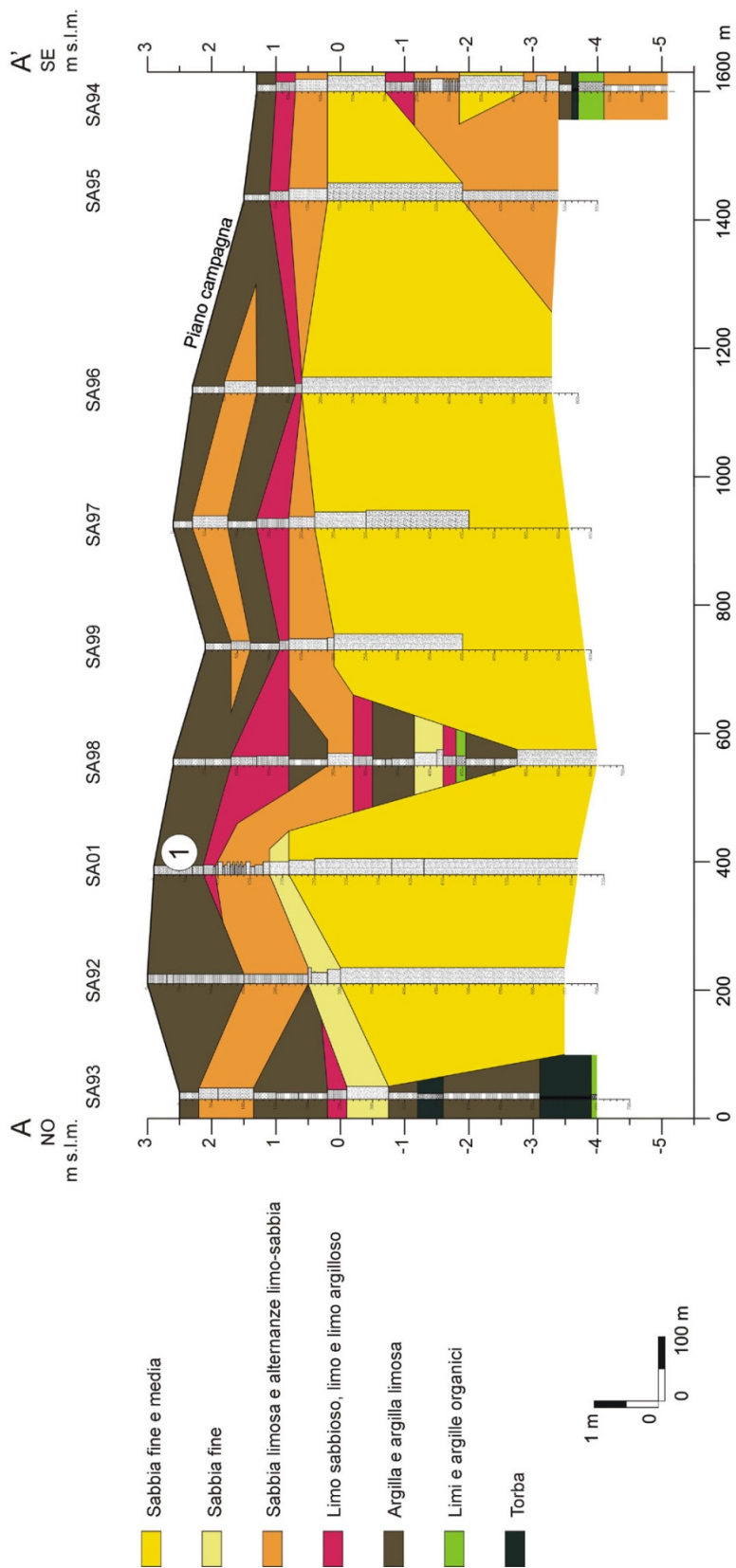


Fig. 58 – Sezione stratigrafica Saline 2. Il punto “1” indica la posizione dei resti archeologici presso il sito.

#### 7.4.4. Chiaroni 1

La sezione di Chiaroni 1 (Fig. 60) è collocata circa 500 m a valle del punto in cui, secondo il modello digitale del terreno, il dosso fluviale padano si divide in due rami minori.

La stratigrafia mostra qui due corpi sabbiosi principali. Il più largo, compreso nei sondaggi CH06, CH05, CH11 e CH04, è largo circa 700 m. Il corpo sabbioso minore è largo 400 m ed è indagato dai sondaggi CH10, CH02 e CH07. Nella parte più a NO del transetto, presso CH07, si nota la presenza di un terzo corpo sabbioso compreso tra 0,5 e -2,5 m s.l.m. I primi due corpi sabbiosi sono parzialmente incassati in depositi di argilla e torba sottostanti i -2 m s.l.m. (che raggiungono anche il metro di spessore in CH09, CH03 e CH10) mentre, al di sopra, sono ricoperti da sedimenti argilloso-limosi. In particolare, in CH09, si nota uno strato di torba spesso 1,3 m racchiuso tra il corpo sabbioso più occidentale e quello centrale e sovrastante uno strato prevalentemente limoso-sabbioso che è posto tra i due corpi sabbiosi laterali.



Fig. 59 – Campagna di Chiaroni. Si può notare la depressione tra i due rami dossivi tagliati dal transetto di Chiaroni 1, tracciato in prossimità della stradina a sinistra della foto.

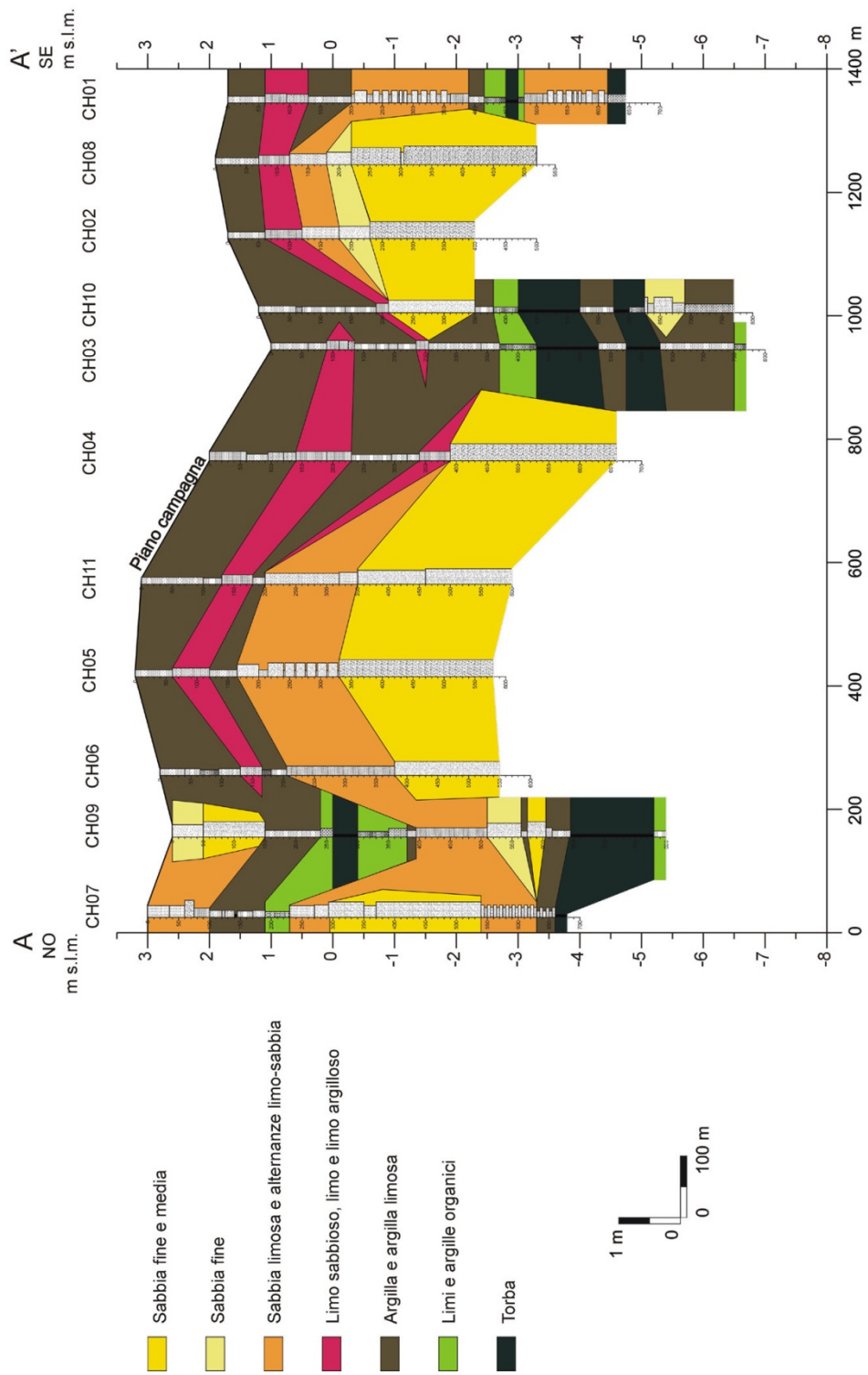


Fig. 60 – Sezione stratigrafica di Chiaroni 1.



#### 7.4.5. Villadose 1

La sezione di Villadose 1 (Fig. 62) taglia il decumano massimo “via di Villadose” tra i sondaggi V01 e V02. In corrispondenza di V02 si colloca anche la villa rustica romana di Ca’ Motte, studiata dalla Prof. Facchini dell’Università di Verona. Da un punto di vista geomorfologico, i resti della villa poggiano su un deposito di ventaglio di rotta proveniente, come mostrato dal telerilevamento, dal ramo più settentrionale del Po.

La sezione Villadose 1 evidenzia la presenza di quattro corpi sabbiosi (sabbia media), in corrispondenza dei sondaggi V15, V08-V06-V05, V04, V01-V16-V02. Questi rappresenterebbero i corpi dei canali di rotta, incisi su depositi di argilla e torba sottostanti. Alla profondità media di -3,5 m s.l.m. vi è uno strato costituito da argille torbose e torba, spesso circa 1 m. I corpi sabbiosi di ventaglio di rotta sono parzialmente ricoperti da depositi più fini, di piana di esondazione.

Come si può notare in Fig. 61, i resti della villa romana poggiano sullo strato sabbioso-limoso, sterile dal punto di vista archeologico, costituente l’ala più orientale del corpo sabbioso centrato su V01.



Fig. 61 – Trincea di scavo che mostra l’appoggio delle unità archeologiche sullo strato sterile di sabbia corrispondente a V02 115-160 cm. Foto scattata per gentile concessione della Prof.ssa G.M. Facchini.

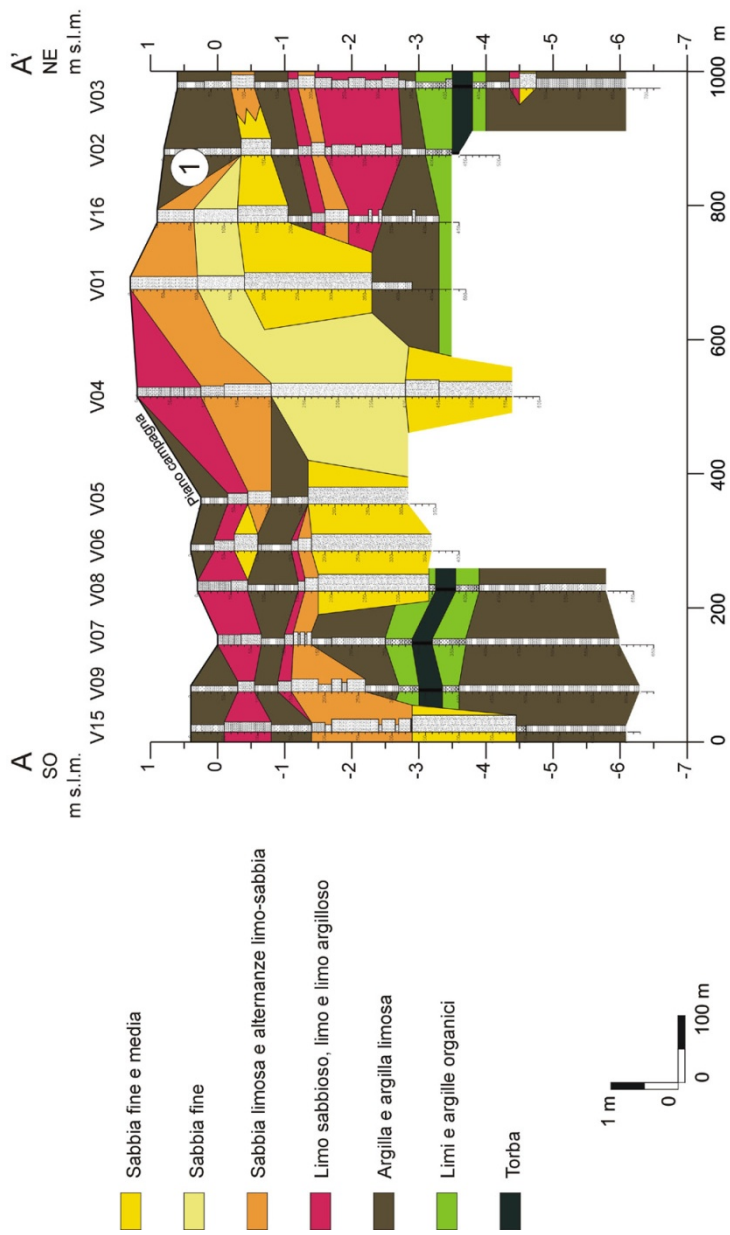


Fig. 62 – Sezione stratigrafica Villadose 1. Il punto “1” indica la posizione dei resti archeologici presso il sito.

#### 7.4.6. Cona 1

Il transetto di Cona 1 (Fig. 63) taglia il ramo più settentrionale del Po circa 3 km a nord dell'Adige attuale. La sezione evidenzia due diversi corpi sabbiosi: il più profondo si è impostato incidendo una serie di sedimenti torbosi e argillosi ed in particolare uno strato di torba spesso circa 1 m posto ad una profondità media di 6 m dal piano campagna. La radiodatazione effettuata su un campione prelevato al tetto di questo strato (CO03 4,35-4,45 m) ha dato un'età di 2763-2192 a.C. Più in profondità, l'incisione del canale interessa uno strato torboso più antico, datato 3357-2486 a.C. (CO04 7,05 m). Questo corpo di canale è coperto da un deposito di argille e sedimenti torbosi di spessore variabile tra 2,5 e 4 m. In particolare, in corrispondenza di CO08, vi sono 1,15 m di torba a chiudere la depressione di canale (tra 2,20-3,85 m).

Il corpo sabbioso più superficiale (vedi CO01, CO04) è spesso più di 6 m e corrisponde alla parte più rilevata del dosso fluviale.

In CO02, CO03, CO08 e CO09, è stato raggiunto un orizzonte calcico il cui tetto si colloca ad profondità compresa tra -7 e -7,5 m. Esso è caratterizzato da sedimenti biancastri, un'alta percentuale di noduli di  $\text{CaCO}_3$  e da alti valori di  $\text{LOI}_{950}$  come indicato in Fig. 64.

Al sondaggio CO09 è stata applicata l'analisi *loss on ignition* su campioni prelevati alle profondità riportate in Tab. 7. Nella tabella vengono riportati inoltre i risultati delle pesate.

CAMPIONE	Prof. (cm)	C (g)	C+S (g)	(C+S) <sub>105</sub> (g)	(C+S) <sub>550</sub> (g)	(C+S) <sub>950</sub> (g)
1	30	24,3700	34,0673	30,3042	29,4066	29,3094
2	95	23,8568	40,1338	36,2583	35,8783	34,9463
3	145	23,9145	39,8414	34,9663	34,4856	33,5588
4	215	23,0116	36,4452	30,6746	29,7865	29,6690
5	245	27,3932	40,0963	33,6508	32,5642	32,4644
6	295	26,2873	35,1563	28,0279	26,7512	26,7159
7	315	23,9752	33,6085	26,2236	24,8613	24,8118
8	390	26,3395	42,0845	37,3957	36,9588	36,4876
9	455	27,3007	43,1240	39,8720	39,6560	38,9152
10	570	25,8181	36,5895	29,5994	28,2448	28,1204
11	720	26,1572	44,7845	41,6640	41,4210	37,2402
12	800	25,7093	43,3807	39,7892	39,4211	35,7999

Tab. 7 – Dati delle pesate (pesi lordi) relativi all'analisi LOI sui 12 campioni prelevati dalla carota estratta dal sondaggio CO09.

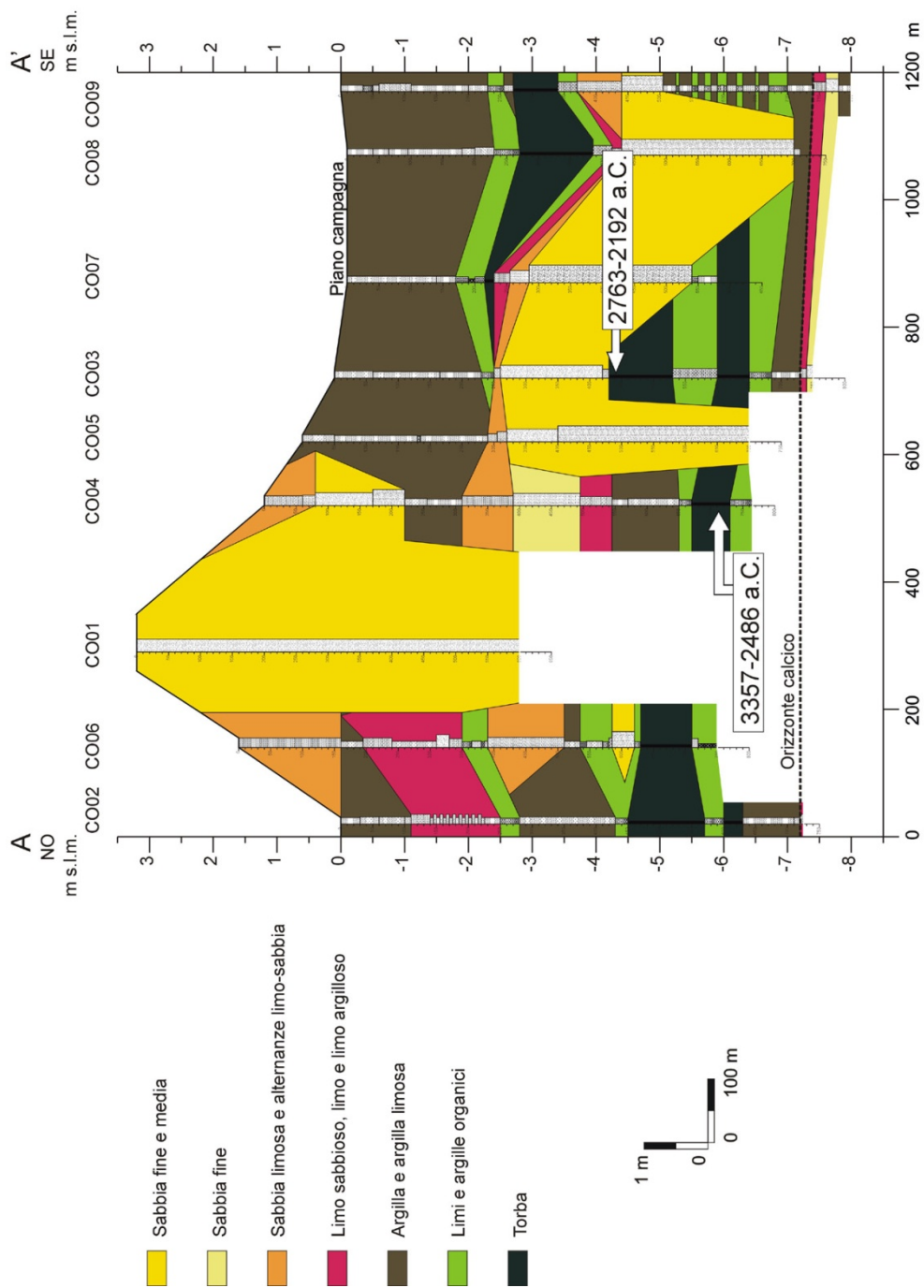


Fig. 63 – Sezione stratigrafica Cona 1.

La Tab. 8 riporta i pesi netti ed i valori LOI percentuali (per le formule si veda paragrafo 6.10.1) dopo le successive fasi di combustione.

Come si può vedere dalla Fig. 64, i valori LOI<sub>550</sub> e LOI<sub>950</sub> sono stati plottati in un diagramma che ne illustra l'andamento in funzione delle diverse profondità di campionamento. La composizione litologica della carota è riportata nel log del sondaggio.

CAMPIONE	Prof. (cm)	WS (g)	DW <sub>105</sub> (g)	DW <sub>550</sub> (g)	DW <sub>950</sub> (g)	LOI <sub>105</sub> (%)	LOI <sub>550</sub> (%)	LOI <sub>950</sub> (%)
1	30	9,6973	5,9342	5,0366	4,9394	38,8056	15,1259	1,6380
2	95	16,2770	12,4015	12,0215	11,0895	23,8097	3,0641	7,5152
3	145	15,9269	11,0518	10,5711	9,6443	30,6092	4,3495	8,3860
4	215	13,4336	7,6630	6,7749	6,6574	42,9565	11,5895	1,5333
5	245	12,7031	6,2576	5,1710	5,0712	50,7396	17,3645	1,5949
6	295	8,8690	1,7406	0,4639	0,4286	80,3743	73,3483	2,0280
7	315	9,6333	2,2484	0,8861	0,8366	76,6601	60,5898	2,2016
8	390	15,7450	11,0562	10,6193	10,1481	29,7796	3,9516	4,2619
9	455	15,8233	12,5713	12,3553	11,6145	20,5520	1,7182	5,8928
10	570	10,7714	3,7813	2,4267	2,3023	64,8950	35,8237	3,2899
11	720	18,6273	15,5068	15,2638	11,0830	16,7523	1,5671	26,9611
12	800	17,6714	14,0799	13,7118	10,0906	20,3238	2,6144	25,7189

Tab. 8 – Dati delle pesate (pesi netti) e risultati della LOI sui 12 campioni del sondaggio CO09.

Dal diagramma si può notare un picco assoluto di LOI<sub>550</sub> (73%) in corrispondenza del livello di torba campionato a 295 cm ed uno relativo (36%) a 570 cm, corrispondente ad un livello di argilla torbosa.

Per quanto riguarda la LOI<sub>950</sub>, i valori più elevati si hanno nei campioni prelevati a 720 e 800 cm di profondità.

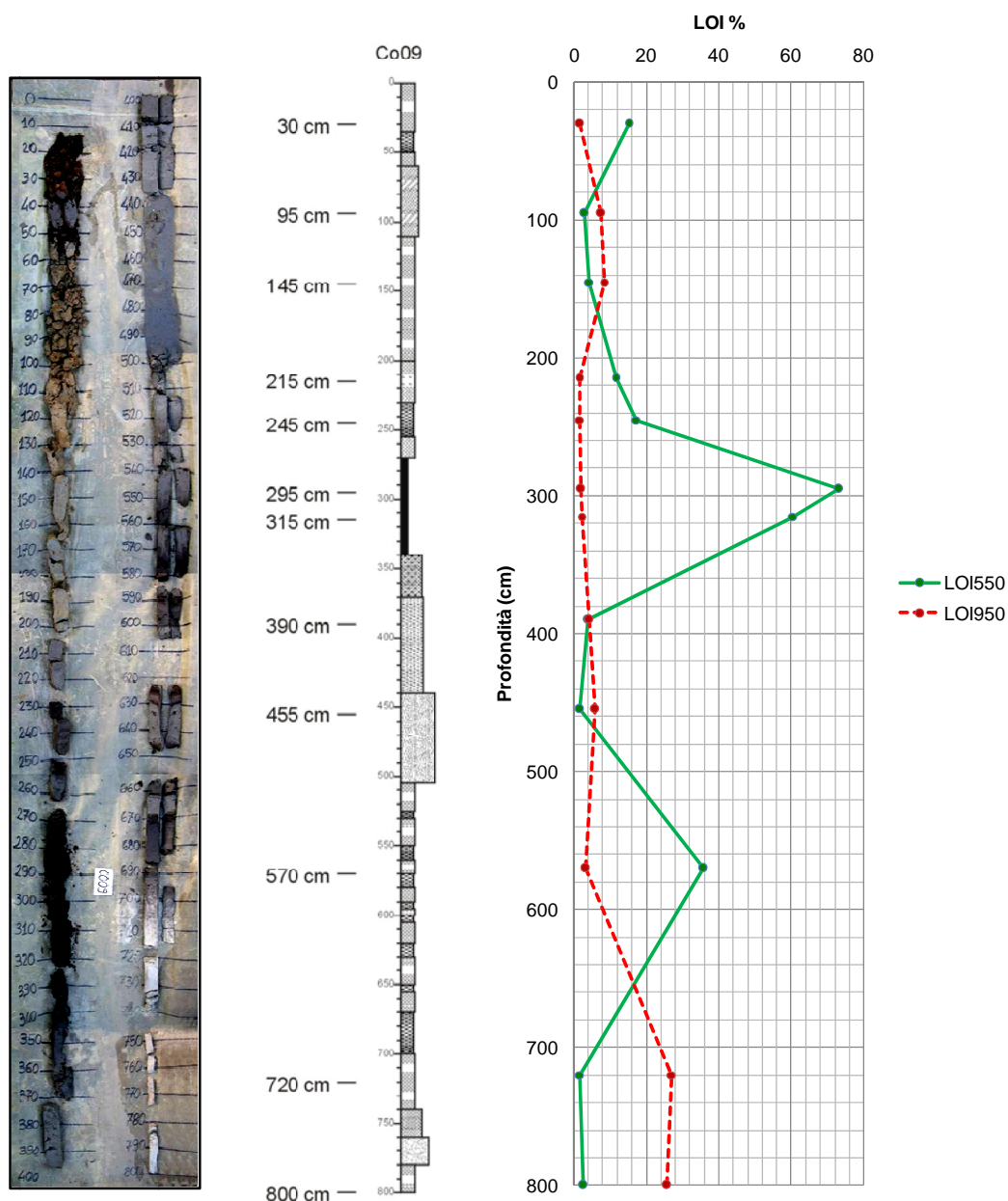


Fig. 64 – Log stratigrafico con, riportate, le profondità dei campionamenti e diagramma LOI per il sondaggio CO09 (Cona 1). A sinistra, la foto delle carote estratte.

#### 7.4.7. Pettorazza 1

La sezione stratigrafica Pettorazza 1 (Fig. 65) è localizzata trasversalmente al dosso fluviale dell'Adige moderno, in corrispondenza di un paleomeandro il cui taglio artificiale risale al 1783. Il transetto è stato collocato qui per l'assenza di argini artificiali che potrebbero aver disturbato la stratigrafia originaria.

La sezione ha rivelato la presenza di un importante corpo sabbioso, spesso almeno 6,5 m e largo più di 400 m, in corrispondenza della maggiore elevazione del dosso (P14, P06, P18, P15, P05).

Nella parte più a SE del transetto si ha l'evidenza di un altro corpo sabbioso, sepolto a -1,5 m s.l.m. Questo, presenta una forma tabulare, di spessore limitato tra 1 e 2 metri circa, in corrispondenza dei sondaggi P18, P15, P05, P16, P04, P03, mentre va ad approfondirsi (la base non è stata però toccata) in P01.

Il corpo sabbioso centrato in P06 incide una sequenza di limi, argille organiche e torbe e, verso sudest, il corpo sabbioso tabulare sepolto.

Sono stati radiodati 3 campioni di materiale organico. I due campioni prelevati dal sondaggio P14 hanno dato età rispettivamente di 2350-1688 a.C per il più profondo (a 5,40-5,50 m di profondità) e di 193 a.C.-390 d.C per il più superficiale (a 3,65-3,70 m). Quest'ultimo si colloca al di sotto dei depositi sabbiosi di argine naturale del corpo di canale principale. La terza radiodatazione, eseguita su P16, a 3,80-3,90 m di profondità, ha dato un'età di 1015-1226 d.C. e fornisce l'età della torba sovrastante il corpo sabbioso tabulare sepolto.

La sezione mostra poi altri corpi sabbiosi minori, interpretabili come depositi di canali di rotta. All'estremità nordoccidentale del transetto si può notare un corpo sabbioso, di dimensioni minori rispetto agli altri due descritti, soprastante il tetto dei depositi di torba a -1 m s.l.m.

Su quest'ultimo deposito di torba sembra esservi l'incisione di un altro piccolo corpo di canale, in corrispondenza del sondaggio P11, attorno ai -2 m s.l.m. Questo sondaggio mostra inoltre la disattivazione di questo canale, rappresentata da un esiguo strato di torba (10-20 cm di spessore circa).

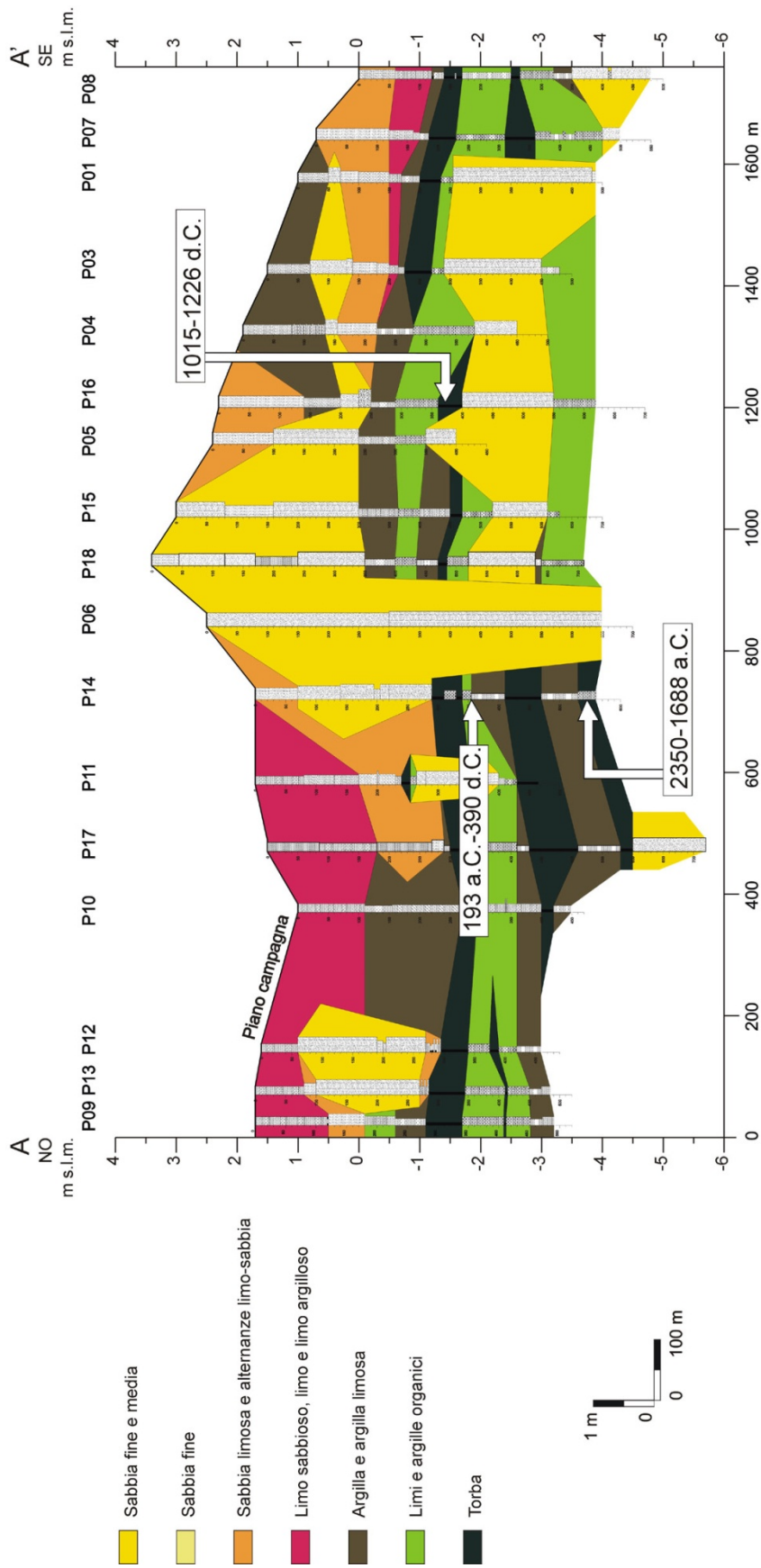


Fig. 65 – Sezione stratigrafica Pettorazza 1.



#### 7.4.8. Ramalto 1

La sezione di Ramalto 1 (Fig. 66) mostra, in corrispondenza del sondaggio RA05, effettuato tra il Naviglio Adigetto e lo Scolo Valdentro, la presenza di un esiguo corpo sabbioso spesso non più di 3 metri. Il deposito di sabbia fine si esaurisce tra i due sondaggi effettuati, rispettivamente, subito a NW ed a SE dei canali attuali. Ad oriente di questo corpo di canale si ha l'evidenza di un deposito di alternanze di sabbia e limo, probabilmente legato ad un evento di rotta.

Seguendo l'indicazione, data dalle foto aeree, di una traccia fluviale posta circa 1 km a nordest del dosso dell'Adigetto, il transetto si è spinto fino ad attraversare un secondo dosso (denominato in questa tesi "dosso di Fasanara"), attualmente in fase di smaltellamento per miglorie fondiari (Fig. 52 e Fig. 53).

In corrispondenza della parte più elevata del dosso, vi è un corpo sabbioso spesso almeno 6 metri, largo circa 150 m. Tale corpo di canale mostra due ali laterali, formate da sedimenti limoso-sabbiosi e centrate ad una profondità media di circa -5 m s.l.m., che rappresenterebbero gli argini naturali. Tra i due dossi vi è una depressione caratterizzata, in buona parte, da depositi fini argillosi e da sedimenti organici.

In profondità, oltre i 6 metri sotto il livello del mare, vi è uno strato torboso spesso, in RA06, più di un metro.

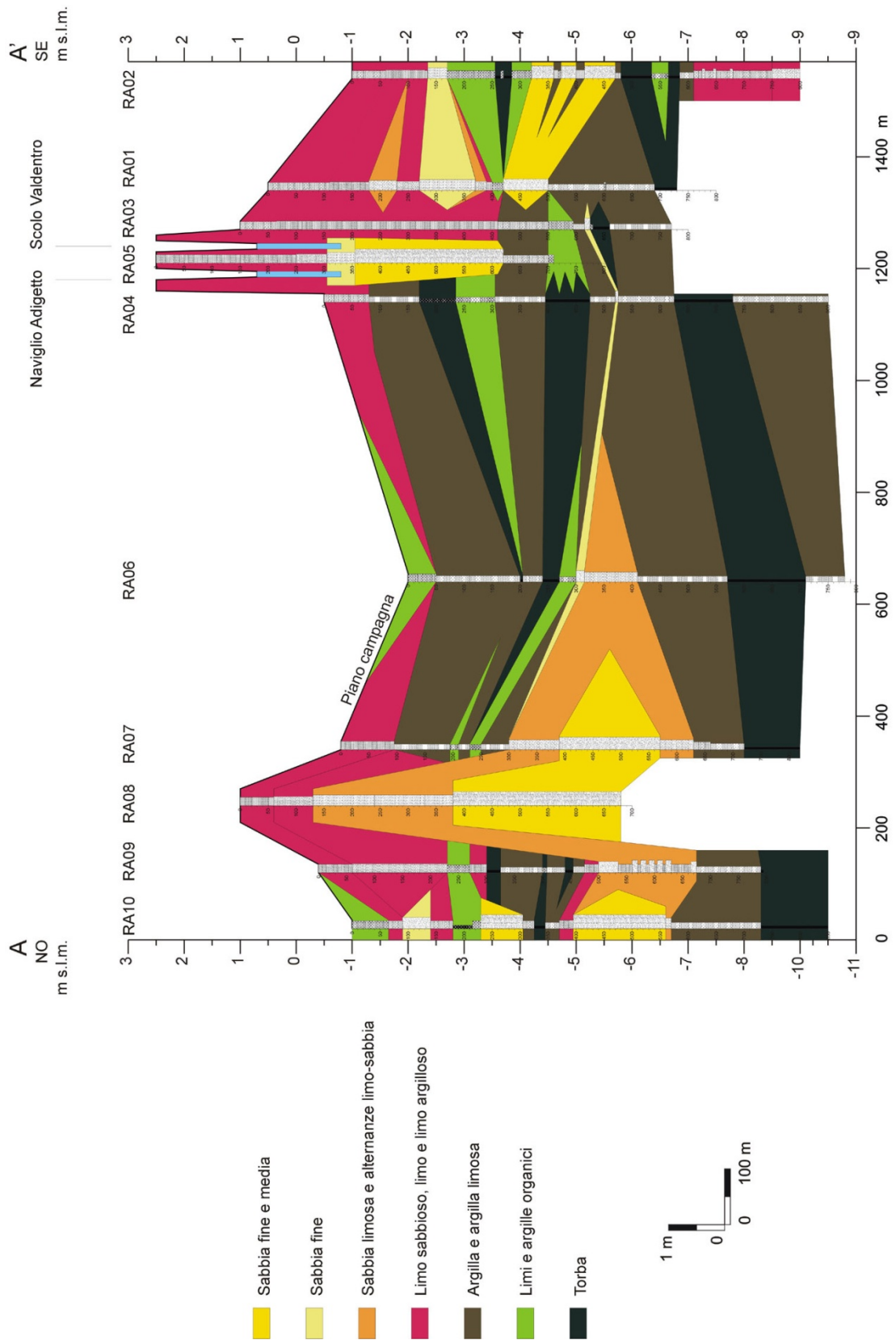


Fig. 66 – Sezione stratigrafica di Ramalto 1.



Fig. 67 – Edificio rustico di Fasanara, sul culmine del dosso 1 km a nord dell'Adigetto. Lo sbancamento in corso per migliorie fondiari mette in evidenza l'elevazione del dosso di circa 3 metri sul piano campagna circostante.



Fig. 68 – Foto grande: edificio rustico e, sullo sfondo, la depressione tra il dosso di Fasanara ed il dosso dell'Adigetto. Nella foto piccola, è evidente il cambio cromatico del terreno da toni più scuri verso tonalità più chiare in corrispondenza del dosso sabbioso.

## 7.5. Radiodattazioni

In Tab. 9 vengono riportati i risultati delle radiodattazioni, le informazioni del sito di campionamento e l'età calibrata. La calibrazione è stata effettuata utilizzando la curva IntCal04 con il software Calib 5 (Stuiver & Reimer 1993; Stuiver *et al.*, 2005).

Oltre all'età convenzionale data dal laboratorio (analisi eseguite da GeoChron Laboratory di Billerica - USA) sono riportate le età calibrate con errore di 2 sigma, riferite BP (*Before Present*) e a.C. – d.C.

Campione (sondaggio e profondità -cm)	Comune	Latitudine	Longitudine	Età convenzionale BP	Età calibrata BP (errore di 2 $\sigma$ )	Età calibrata a.C.-d.C. (errore di 2 $\sigma$ )	Materiale
CO03 440	Cona	45°10'19" N	11°59'18" E	3960±110 BP	4141-4712 BP	2763-2192 a.C.	Torba
CO04 705	Cona	45°10'25" N	11°59'16" E	4280±160 BP	4435-5306 BP	3357-2486 a.C.	Legno
P16 375	Pettorazza Grimani	45°07'20" N	11°59'15" E	920±60 BP	724-935 BP	1015-1226 d.C.	Torba
P14 367	Pettorazza Grimani	45°07'34" N	11°59'03" E	1910±120 BP	1560-2142 BP	193 a.C.-390 d.C.	Torba
P14 545	Pettorazza Grimani)	45°07'34" N	11°59'03" E	3640±130 BP	3637-4299 BP	2350-1688 a.C.	Torba
SA10 530	Saline - San Martino di Venezia	45°06'50" N	11°51'42" E	4130±140 BP	4237-4979 BP	3030-2288 a.C.	Torba
SA11 435	Saline - San Martino di Venezia	45°06'57" N	11°51'35" E	4390±150 BP	4570-5330 BP	3381-2621 a.C.	Torba

Tab. 9 – Risultati delle radiodattazioni.

## 7.6. Petrografia delle sabbie

Sul modello digitale del terreno di Fig. 69 vengono riportati i siti di campionamento per lo studio petrografico. Come si può notare dal DTM, sono stati selezionati campioni provenienti dal dosso dell'Adige in corrispondenza del paleomeandro di Pettorazza (scelti per avere una base di confronto sicura), dal dosso del “ramo più settentrionale del Po”, a monte e a valle del nodo di Rovigo, sul ventaglio di rotta di Villadose ed in corrispondenza del “Po di Adria” presso lo scavo archeologico di Narde.

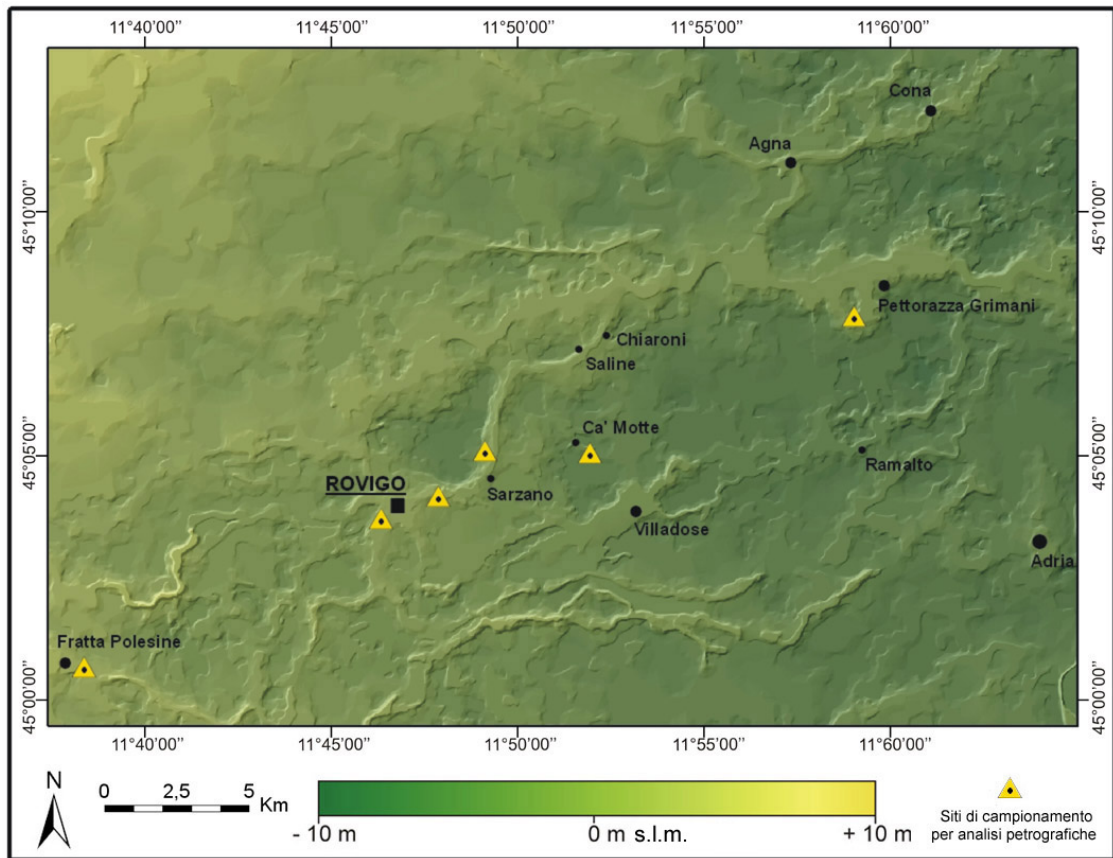


Fig. 69 – Modello Digitale del Terreno con riportate le posizioni dei campionamenti per la petrografia delle sabbie.

La Tab. 10 riporta i valori dei conteggi effettuali per i 10 campioni analizzati. Da questi valori si sono calcolate le percentuali relative al totale dei 300 granuli contati per ciascun campione (Tab. 11).

	Tipo di granulo \ campione	NA01	TRE01	TA01	SAR01	SAR02	V01	V05	P06	P16	P04	
Q	Quarzo monocristallino	57	85	82	70	99	87	105	48	45	50	
	Quarzo policristallino a grana grossa	32	38	29	11	13	20	31	4	20	9	
	Quarzo policristallino a grana fine	5	11	4	6	3	3	10	3	2	3	
	Quarzo in f.r. vulcanica acida	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	
	Quarzo in f.r. metamorfica di basso g.	4	3	1	10	0	6	11	3	6	3	
	Quarzo in f.r. granitica/gneissica	14	10	14	2	6	17	5	5	7	4	
F	K-feldspato monocristallino	24	19	17	8	13	22	10	27	13	16	
	K-feldspato in f.r. vulcanica acida	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
	K-feldspato in f.r. granitica/gneissica	3	0	1	0	0	5	0	0	1	0	
	Plagioclasio monocristallino	32	23	24	23	13	24	29	19	18	33	
	Plagioclasio in f.r. vulcanica acida	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	
	Plagioclasio in f.r. metamorfica di basso g.	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	
	Plagioclasio in f.r. granitica/gneissica	2	2	5	0	1	3	0	0	1	0	
L	Frammento roccia vulcanica acida	11	46	20	16	16	15	28	23	36	35	
	Frammento roccia vulcanica intermedia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Serpentine scistosa	5	4	10	0	8	8	3	0	0	0	
	Frammento roccia metamorfica di basso g.	16	3	4	10	7	6	0	5	12	1	
	Frammento roccia metamorfica di medio g.	2	5	3	2	7	2	1	1	1	0	
	Selce	2	0	1	0	1	2	1	1	2	0	
	Siltstone	1	2	13	2	4	3	1	1	0	1	
	Mica e clorite	21	14	13	37	18	17	5	70	42	56	
	Mica e clorite in f.r. granitica/gneissica	0	0	3	1	0	0	2	0	0	2	
	Mica e clorite metamorfica di basso g.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
	Glaucofane	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	
	Altri min. pesanti	34	15	13	41	39	32	26	20	30	15	
	Altri min. pesanti in f.r. granitica/gneissica	0	2	2	0	0	0	1	0	0	2	
	Glauconite	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
										0	0	
	CE	Dolostone - granulo monocristallino	0	3	0	0	4	0	6	19	9	5
		Dolostone - granulo policristallino	2	4	3	2	8	5	3	19	29	43
Limestone - granulo monocristallino		0	2	1	1	1	8	5	9	3	1	
Limestone - granulo policristallino		16	9	10	31	22	6	7	4	4	14	
Limestone - granulo micritico		9	0	20	14	7	7	5	7	11	3	
Bioclasti rielaborati		0	0	0	3	4	1	0	3	1	0	
Ossidi e minerali opachi		5	0	2	0	1	1	2	5	2	2	
Indeterminati		1	0	0	2	0	0	0	1	1	1	
Totale		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	

Tab. 10 – Analisi modale dei campioni di sabbia. Tabella dei conteggi (300 granuli per campione).

	Tipo di granulo \ campione	NA01	TRE01	TA01	SAR01	SAR02	V01	V05	P06	P16	P04	
Q	Quarzo monocristallino	19.0	28.3	27.3	23.3	33.0	29.0	35.0	16.0	15.0	16.7	
	Quarzo policristallino a grana grossa	10.7	12.7	9.7	3.7	4.3	6.7	10.3	1.3	6.7	3.0	
	Quarzo policristallino a grana fine	1.7	3.7	1.3	2.0	1.0	1.0	3.3	1.0	0.7	1.0	
	Quarzo in f.r. vulcanica acida	-	-	1.3	0.3	-	-	-	-	0.3	-	
	Quarzo in f.r. metamorfica di basso g.	1.3	1.0	0.3	3.3	-	2.0	3.7	1.0	2.0	1.0	
	Quarzo in f.r. granitica/gneissica	4.7	3.3	4.7	0.7	2.0	5.7	1.7	1.7	2.3	1.3	
F	K-feldspato monocristallino	8.0	6.3	5.7	2.7	4.3	7.3	3.3	9.0	4.3	5.3	
	K-feldspato in f.r. vulcanica acida	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	
	K-feldspato in f.r. granitica/gneissica	1.0	-	0.3	-	-	1.7	-	-	0.3	-	
	Plagioclasio monocristallino	10.7	7.7	8.0	7.7	4.3	8.0	9.7	6.3	6.0	11.0	
	Plagioclasio in f.r. vulcanica acida	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.3	-	
	Plagioclasio in f.r. metamorfica di basso g.	0.7	-	-	0.7	-	-	-	-	0.7	-	
	Plagioclasio in f.r. granitica/gneissica	0.7	0.7	1.7	-	0.3	1.0	-	-	0.3	-	
L	Frammento roccia vulcanica acida	3.7	15.3	6.7	5.3	5.3	5.0	9.3	7.7	12.0	11.7	
	Frammento roccia vulcanica intermedia	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	
	Serpentine scistosa	1.7	1.3	3.3	-	2.7	2.7	1.0	-	-	-	
	Frammento roccia metamorfica di basso g.	5.3	1.0	1.3	3.3	2.3	2.0	-	1.7	4.0	0.3	
	Frammento roccia metamorfica di medio g.	0.7	1.7	1.0	0.7	2.3	0.7	0.3	0.3	0.3	-	
	Selce	0.7	-	0.3	-	0.3	0.7	0.3	0.3	0.7	-	
	Siltstone	0.3	0.7	4.3	0.7	1.3	1.0	0.3	0.3	-	0.3	
	Mica e clorite	7.0	4.7	4.3	12.3	6.0	5.7	1.7	23.3	14.0	18.7	
	Mica e clorite in f.r. granitica/gneissica	-	-	1.0	0.3	-	-	0.7	-	-	0.7	
	Mica e clorite metamorfica di basso g.	-	-	-	0.3	-	-	0.3	-	-	0.3	
CE	Dolostone - granulo monocristallino	-	1.0	-	-	1.3	-	2.0	6.3	3.0	1.7	
	Dolostone - granulo policristallino	0.7	1.3	1.0	0.7	2.7	1.7	1.0	6.3	9.7	14.3	
	Limestone - granulo monocristallino	-	0.7	0.3	0.3	0.3	2.7	1.7	3.0	1.0	0.3	
	Limestone - granulo policristallino	5.3	3.0	3.3	10.3	7.3	2.0	2.3	1.3	1.3	4.7	
	Limestone - granulo micritico	3.0	-	6.7	4.7	2.3	2.3	1.7	2.3	3.7	1.0	
	Bioclasti rielaborati	-	-	-	1.0	1.3	0.3	-	1.0	0.3	-	
	Ossidi e minerali opachi	1.7	-	0.7	-	0.3	0.3	0.7	1.7	0.7	0.7	
	Indeterminati	0.3	-	-	0.7	-	-	-	0.3	0.3	0.3	
	Totale		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tab. 11 – Analisi modale dei campioni di sabbia. Tabella di valori percentuali.

La Tab. 12 riporta le percentuali relative alle componenti Q, F, L+CE, dove Q include il quarzo totale, F i feldspati ed L+CE i frammenti di roccia a grana fine, più i carbonati extrabacinali. Vengono riportati anche i valori di riferimento per l'Adige ed il Po di Gazzi (1986) La composizione petrografica, secondo tali parametri, è plottata sul diagramma triangolare QFL+CE (Fig. 70).

	NA01	TRE01	TA01	SAR01	SAR02	V01	V05	P06	P16	P04	Po	Adige
Q	46,9	54,6	50,4	47,4	51,7	53,4	62,1	31,5	35,8	31,2	54,8	39,9
F	26,4	16,4	17,7	15,6	11,5	21,7	14,9	24,0	16,8	22,2	20,0	17,3
L+CE	26,8	29,0	32,0	37,0	36,8	24,9	23,0	44,5	47,3	46,6	25,2	42,8
Somma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 12 – Percentuali del diagramma QFL+CE.

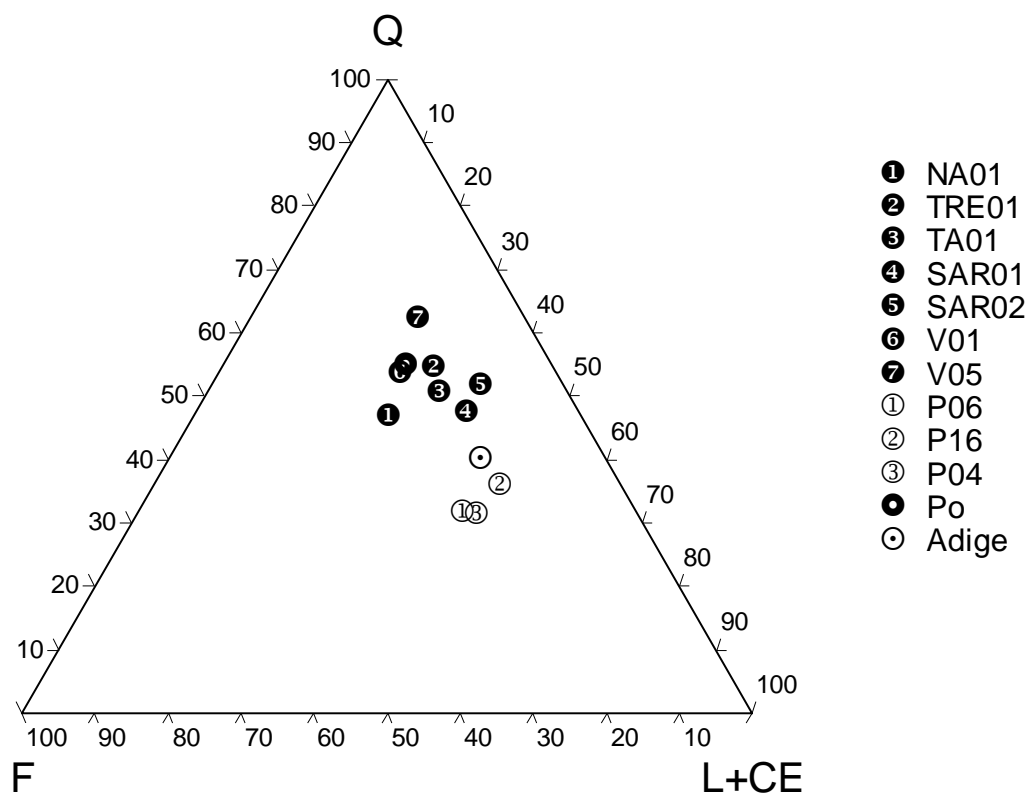


Fig. 70 – Diagramma QFL+CE con riportati i dati di riferimento da Gazzi (1986).

La componente silicoclastica varia da 65% a 85% ed è rappresentata da quarzo, feldspati, frammenti di roccia metamorfica e vulcanica e miche. Il quarzo compare sia come monocristallino che policristallino ed anche come componente faneritico in frammenti di roccia metamorfica e granifica. I feldspati sono comunemente presenti come cristalli singoli ed, in alcuni casi, inclusi in frammenti di roccia a grana grossa di



origine vulcanica. La frazione carbonatica è composta da granuli di limestone e dolostone e varia da 5% fino ad oltre 20%.

I frammenti di roccia metamorfica sono rappresentati da abbondanti micascisti, granodioriti e filladi.

I frammenti di roccia vulcanica includono per lo più granuli di roccia vulcanica acida e vetro, spesso molto alterati con abbondanti ossidi.

Tra i fillosilicati, sono comuni: mica, biotite e clorite.

Gli altri minerali includono anfiboli, pirosseni, epidoto e granati. Granuli di glaucophane sono presenti solo nei campioni TA01, SAR01, SAR02.

Nella frazione carbonatica, granuli di dolomite monocristallina e policristallina sono i più abbondanti nei campioni di Pettorazza, mentre granuli di calcite micritica e policristallina sono i più abbondanti negli altri campioni. In alcuni casi sono stati rinvenuti gusci di foraminiferi planctonici.

Tutti i campioni analizzati ricadono nell'area litica del diagramma triangolare: le sabbie quindi sono riconosciute come sabbie litiche.

Il diagramma triangolare evidenzia due distinti cluster di campioni, definiti come petrofacies. Una petrofacies comprende i campioni NA01, TRE01, TA01, SAR01, SAR02, V01 e V05; essa risulta essere una petrofacies quarzo-litica con una media del 52.4% di quarzo. Essa è caratterizzata da un contenuto relativamente elevato di feldspato. La frazione litica è rappresentata da una varietà di frammenti di roccia metamorfica, in particolare da serpentiniti scistose. Tra i minerali pesanti, la presenza di glaucofane è importante per l'interpretazione della provenienza. Le sabbie appartenenti a questa petrofacies sono simili a quelle del Po.

La seconda petrofacies comprende tutti i campioni prelevati a Pettorazza (P04, P06, P16). Tale petrofacies è simile a quella dell'Adige poichè è più litica (valore medio 46.2%) e ha una percentuale di quarzo più bassa dell'altra petrofacies (32.9%). Essa è anche caratterizzata dall'assenza di serpentiniti scistose e glaucofane.

Nelle pagine seguenti viene proposto una raccolta fotografica di granuli osservati al microscopio ottico durante il conteggio.

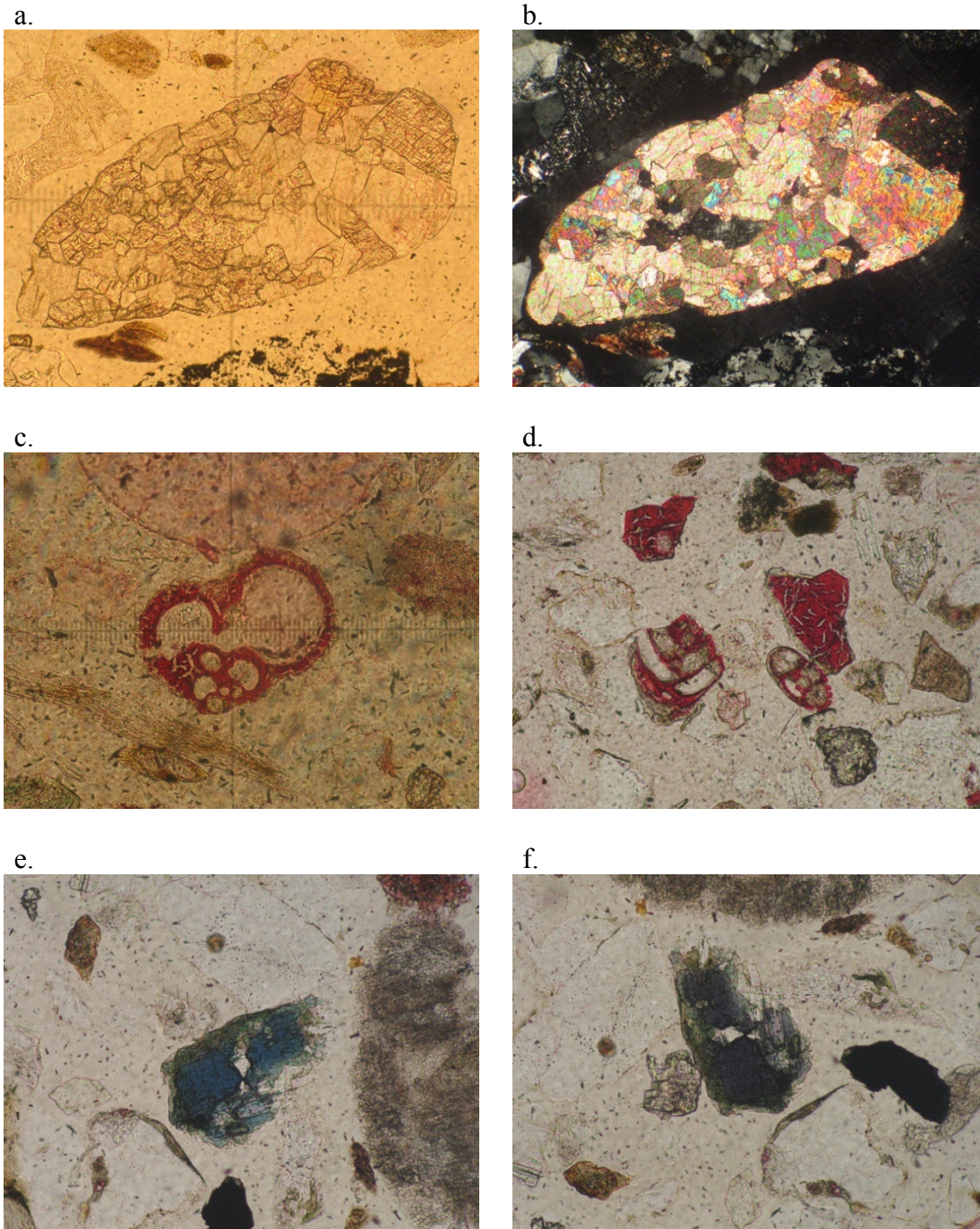


Fig. 71 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. e b. granulo di dolomia policristallina (TRE01, a. PPL, b. XPL); c. foraminifero planctonico (SAR01, PPL); d. foraminiferi (2) e 3 granuli di calcite monocristallina (SAR01, PPL); e. ed f. granulo di glaucofane (NA01, e. PPL, f. PPL ruotato di 90°).

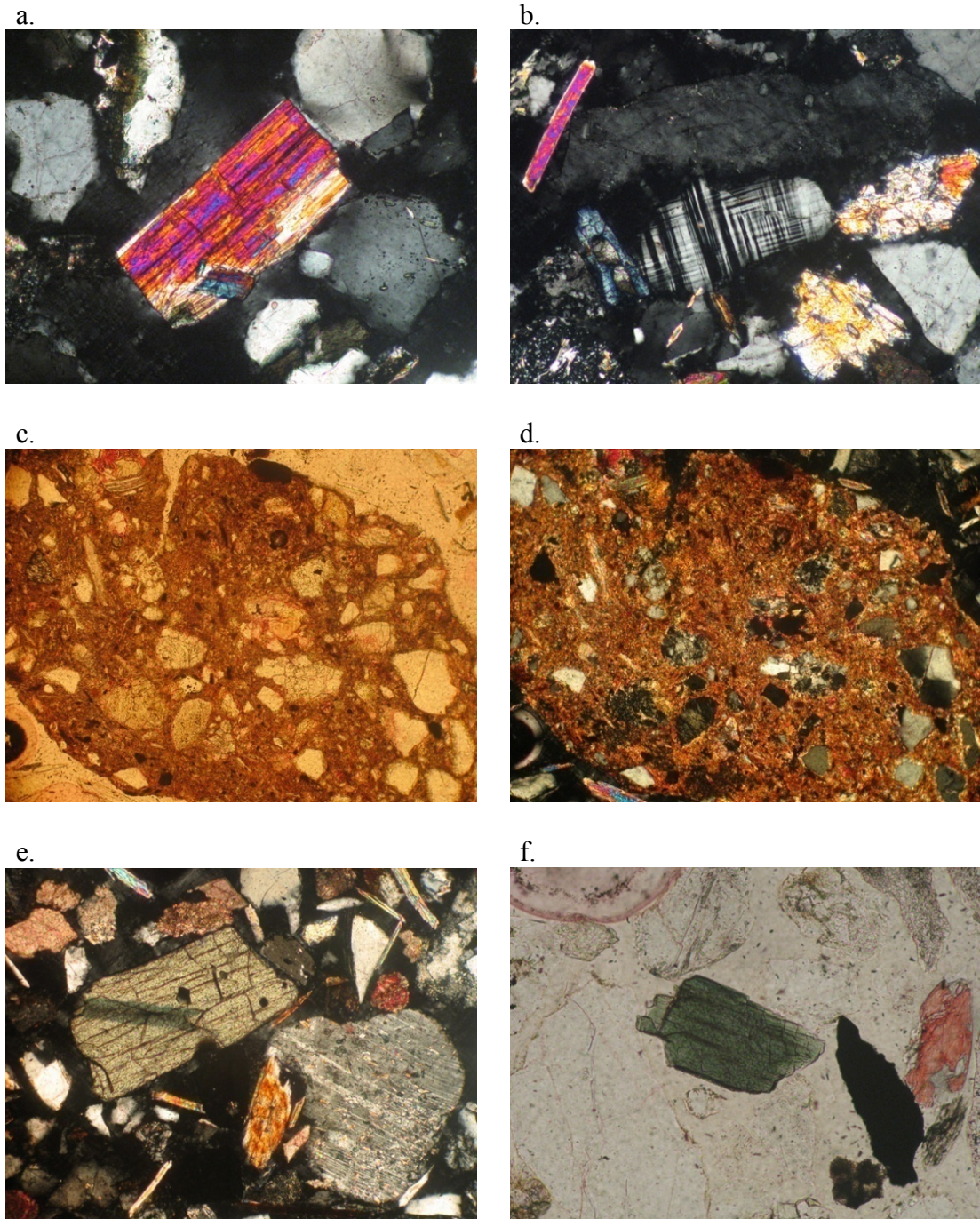


Fig. 72 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. inosilicato geminato (TA01, XPL); b. al centro, granulo di microclino con geminazione geminazione “tartan”; in alto a sinistra, granulo di muscovite; in basso a destra, 2 granuli di inosilicati e un granulo di feldspato (NA02, XPL); c. e d. frammento di roccia sedimentaria terrigena (siltstone) (c. PPL – d. XPL); e. ed f. inosilicato geminato a sinistra e feldspato geminato con alterazione di sericite (XPL); f. granulo di orneblenda (NA01, PPL).

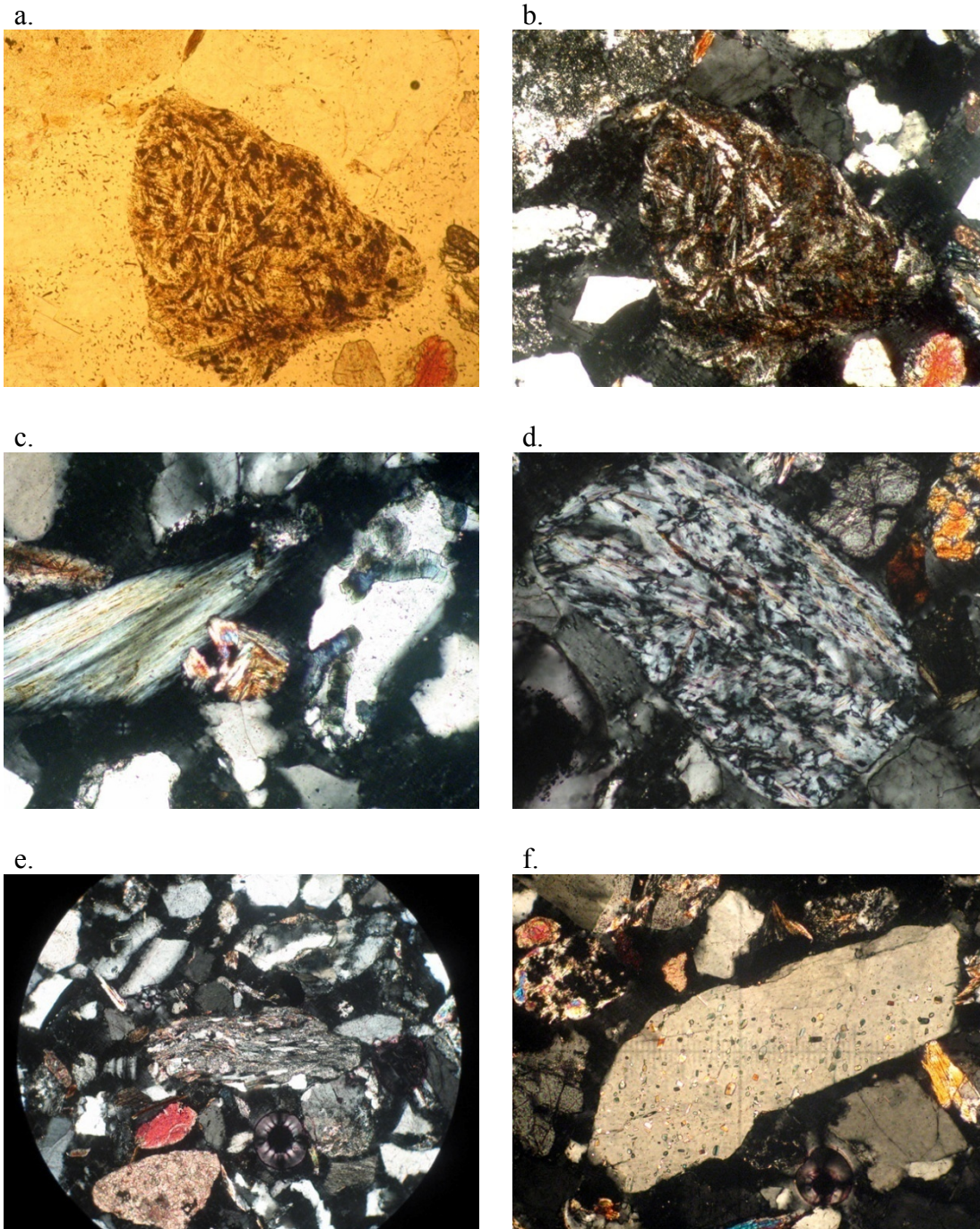


Fig. 73 – Granuli di sabbia in sezione sottile: a. e b. frammento di roccia vulcanica acida (TRE01, a. PPL, b. XPL); c. a destra, frammento di roccia metamorfica (serpentine scistosa); a sinistra, granulo con accrescimenti di pennina (TA01, XPL); d. frammento di roccia metamorfica (serpentine scistosa) (NA01, XPL); e. frammento di roccia metamorfica (micascisto) (V05, XPL); granulo di plagioclasio con alterazione di sericite lungo le tracce di sfaldatura (TRE01).

## 8. Discussione

### 8.1. Sezioni stratigrafiche

La stratigrafia del profilo Saline 1 (Fig. 57), tracciato trasversalmente al ramo più settentrionale del Po, mostra l'incisione del corpo di canale costituito da sabbia media-fine, su depositi più fini costituiti da strati alternati di argilla limosa, argilla e torba. L'incisione è ben visibile tra i sondaggi SA10 ed SA12. Infatti, l'architettura del corpo sedimentario evidenzia una certa asimmetria: nel lato a nordovest si presenta una profonda e ripida incisione, mentre a sudest, il contatto tra il corpo sabbioso e i depositi di rotta, caratterizzati da una spessa successione limoso-sabbiosa, tra 1 m s.l.m. e -2,5 m s.l.m., rende tale limite meno evidente. I depositi di rotta, poggiano su strati di materiale più fine, analoghi a quelli del lato nordoccidentale, dovuti a sedimentazione a bassa energia su piana di esondazione, con abbondante accumulo di sostanza organica.

Lo studio stratigrafico di Saline 1 è supportato da due radiodazioni. La più profonda, proveniente dal letto del livello torboso in SA11, che mostra una buona continuità fino ad SA10, ha dato il valore di 3381-2621 a.C. La seconda datazione, proveniente dal sondaggio SA10 al tetto dello strato di torba correlato con il precedente ha dato 3030-2288 a.C. Queste datazioni mostrano una sovrapposizione corrispondente ad un intervallo di tempo di 409 anni. Questo implica che la caratterizzazione cronostratigrafica dei singoli livelli torbosi non sia distinguibile. E' possibile, tuttavia, affermare che lo strato torboso tra -2 e -3 m s.l.m. si è formato tra il 3381 ed il 2288 a.C. Queste datazioni sono utili per collocare cronologicamente l'impostazione del ramo più settentrionale del Po: dato che esse sono state eseguite su uno strato torboso tagliato dall'impostazione del fiume, e sepolto dai depositi di argine naturale, si può dire che l'attività fluviale è iniziata successivamente al periodo di formazione della torba.

Grazie alla continuità del dosso fluviale in superficie, è possibile ipotizzare una correlazione del corpo sabbioso di Saline 1 con quello descritto dalla sezione di Saline 2, ubicata circa 1 km più a valle.

In Saline 2 (Fig. 58), il corpo sabbioso appare più ampio rispetto a Saline 1: esso presenta ancora una certa asimmetria, con una profonda incisione a nordovest e una gradazione laterale, da sedimenti grossolani (sabbie medie) verso granulometria più fini, dovuta a depositi di ventaglio di rotta prossimali, nel lato di sudest, peraltro intuibili

anche dal DTM. Lo strato torboso più profondo in SA93 è probabilmente correlato con lo strato radiodato in Saline 1, data la sua posizione relativa rispetto al livello del mare ed al suo rapporto con l'incisione fluviale.

Il corpo di canale presenta, in corrispondenza di SA98, l'evidenza del riempimento durante la fase di disattivazione, caratterizzata da sedimenti limoso-argillosi ricchi in sostanza organica. Questo canale si trova 200 metri a sudest del sito archeologico di Saline, che mostra una continuità archeologica dal Bronzo finale all'età Romana (per maggiori dettagli vedi paragrafo 5.1), e posto in corrispondenza di SA01. Il deposito archeologico, posto in prossimità della superficie, poggia su un'alternanza di sedimenti limoso-sabbiosi e argillosi, caratterizzata da debole pedogenesi su più livelli (Fig. 56). Quest'alternanza, interpretata come deposito di argine naturale, è posta sopra il corpo sabbioso di canale. L'aggradazione del dosso fluviale, e dunque l'attività del paleoalveo, doveva dunque essersi conclusa prima del Bronzo finale.

Bellintani (1986), basandosi su dati altimetrici, posiziona l'insediamento dell'età del Bronzo sulla destra del fiume. L'evidenza del canale residuale in SA98 suggerisce invece che l'insediamento si trovasse sulla sponda sinistra del fiume.

La sezione stratigrafica di Chiaroni 1 (Fig. 60) descrive due corpi sabbiosi associati a due dossi fluviali la cui presenza è visibile dal DTM. Il corpo sabbioso compreso tra i sondaggi CH06 e CH04 ha, come evidenza morfologica, il dosso principale del ramo più settentrionale del Po, mentre quello più orientale dà origine al dosso minore la cui formazione è presumibilmente legata ad un canale di rotta staccatosi dall'alveo padano.

Lo strato torboso più profondo in CH09 è probabilmente correlabile, per il suo spessore e per la sua posizione stratigrafica, con i due già descritti, in sinistra del paleoalveo, nei profili Saline 1 e Saline 2.

Le alternanze di sabbia limosa e sabbia fine spesse circa 2 metri in CH09 e CH01 sono interpretate come depositi di argine naturale rispettivamente del paleocanale principale padano e di quello minore, a sudest. In CH09 questo deposito è sepolto sotto una lente di torba e sedimenti fini ricchi di sostanza organica, spesso circa 1 metro, che rappresenterebbe il riempimento residuale successivo alla disattivazione dell'alveo padano.

Per quanto riguarda il deposito sabbioso tra 0 e -2,5 m s.l.m. in CH07, esso potrebbe essere legato, considerando l'assetto geomorfologico, ad un evento di rotta dell'Adige,

che scorre 600 metri a nord, posteriore alla fase di attività del ramo più settentrionale del Po.

La sezione di Villadose 1 (Fig. 62), come si può vedere dal DTM (Fig. 47) e dalla fotointerpretazione, è stata tracciata attraverso il ventaglio di rotta che si apre poco a sud di Saline verso le campagne a nordovest di Villadose. Qui, la fotointerpretazione mostra il tracciato del decumano massimo della centuriazione di Adria che solca i depositi del ventaglio di rotta con direzione SO-NE e su cui sorge la villa rustica romana di Ca' Motte.

Il ventaglio di rotta di Villadose è più antico dell'occupazione romana, dato che i resti delle fondazioni della villa rustica di Ca' Motte sorgono al di sopra dei depositi sabbiosi di canale. Questo è in accordo con l'interpretazione da foto aeree.

La sezione di Cona 1 (Fig. 63) mette in evidenza due corpi di canale: il più antico, impostatosi dopo il 2763-2192 a.C., è chiuso da una spessa lente torbosa, la cui radiodatazione al letto, tutt'ora in corso, potrà dare informazioni riguardo all'epoca della disattivazione del canale.

Il corpo di canale più recente, corrispondente alla quota massima del dosso fluviale, mostra un'aggradazione posteriore alla disattivazione del primo canale.

L'orizzonte calcico raggiunto alla profondità media di 7 metri nel transetto Cona 1 può essere correlato con il paleosuolo "caranto" che caratterizza la Pianura Veneto-Friulana (Gatto & Previatello, 1974; Mozzi *et al.* 2003).

Secondo questa interpretazione, l'orizzonte calcico segna il tetto della sequenza tardo-pleistocenica. La radiodatazione effettuata sullo strato di torba a -6 m s.l.m., che ha dato un'età di 3357-2486 a.C., provverebbe la presenza di uno *hiatus* sedimentario nella sequenza alluvionale che comprende tutto l'Olocene inferiore, parte del medio e, probabilmente, il Tardiglaciale. Questo rispecchia la situazione stratigrafica caratteristica per tutta la Pianura Veneto-Friulana (Fontana *et al.*, in stampa).

Da un punto di vista geoarcheologico, la cronostatigrafia di Cona 1 mostra come la sequenza alluvionale cronologicamente riferibile all'età del Bronzo inizi al di sopra del livello torboso, radiodatato 2763-2192 a.C., posto a -4 m s.l.m. Evidenze archeologiche più antiche del Bronzo, se presenti, sarebbero sepolte ad oltre 4 metri di profondità.

A Pettorazza (Fig. 65), la sezione stratigrafica mostra l'aggradazione di una pianura alluvionale avvenuta tra il II millennio a.C. e l'epoca romana (I sec. a.C.-IV sec. d.C.), su cui si è impostato il corpo sabbioso di un alveo atesino disattivatosi prima dell'XI-XIII sec. d.C.

La sezione mostra anche come il corpo sabbioso principale, che taglia quello più antico e corrisponde alla quota più elevata del dosso fluviale dell'Adige moderno, abbia cominciato ad aggradare sulla pianura circostante durante il Medioevo.

La sezione di Ramalto 1 (Fig. 66), tracciata attraverso i dossi di Fasanara e dell'Adigetto, mostra che, in corrispondenza di quest'ultimo, non vi sono corpi sabbiosi particolarmente estesi e profondi, paragonabili a quelli già indagati e riferibili all'Adige o del Po.

Questo sembra escludere l'ipotesi che questo dosso corrisponda ad alvei fluviali antichi importanti, come invece si potrebbe pensare osservando la morfologia desumibile dal modello digitale del terreno.

Il profilo stratigrafico mette invece in evidenza il più rilevante corpo sabbioso del dosso di Fasanara, che, come mostrano le foto aeree, corre 1 km a nord dell'Adigetto.

## 8.2. Petrografia delle sabbie

I risultati dell'analisi petrografica hanno permesso di stabilire che i campioni di sabbia NA01, TA01, TRE01, SAR01, SAR02, rispettivamente provenienti da Narde di Fratta Polesine, via Forlanini e via Tre Martiri (rispettivamente ad ovest e ad est di Rovigo) e Sarzano, sono attribuibili al fiume Po (Fig. 70). Questo è in accordo con i risultati ottenuti da Castiglioni (1978), in cui l'autore espone i risultati petrografici ottenuti da un campione di sabbia prelevato a Cona ed esaminato dal Prof. Jobstraibizer dell'Università di Padova. Il materiale "risulta essere una sabbia media-fine priva di componente siltoso-argillosa, e costituita da granuli in massima parte compresi nell'intervallo tra 0,5 e 0,1 mm. All'esame microscopico la frazione leggera è risultata composta essenzialmente da quarzo, feldspati e carbonati calcitici; la frazione pesante, qualitativamente molto varia, è caratterizzata dalla presenza di glaucofane e dalla scarsità di clinopirosseni e di dolomite. Ricordando che il glaucofane è il minerale indice dei sedimenti del Po, e che dolomite e clinopirosseni, rari nel Po, abbondano invece nelle sabbie dell'Adige, si può concludere che il materiale esaminato è stato



depositato dal Po. Tuttavia, tenendo presente che nella frazione leggera sono presenti dei feldspati alcalini rossicci, tipici delle sabbie dell'Adige, è probabile che il campione esaminato rifletta una modesta contaminazione della sabbia padana con sabbia di origine atesina”.

L'analisi petrografica quindi, come l'evidenza stratigrafica e geomorfologica, confermano che il dosso fluviale da Fratta Polesine, attraverso Rovigo, Sarzano e Cona è dovuto al fiume Po.

Allo stesso ramo più settentrionale del Po appartengono le sabbie prelevate dai paleocanali del ventaglio di rotta di Villadose.

I tre campioni di sabbia prelevati a Pettorazza, rispettivamente dal corpo sabbioso tabulare del paleocanale più antico, dal riempimento del canale moderno e dai depositi di rotta a sudest, sono inclusi nella petrofacies attribuita al sistema fluviale atesino (Fig. 70).

### 8.3. Considerazioni di ambito regionale

Si possono ora fare alcune considerazioni a carattere regionale dell'area di studio, sia per quanto riguarda l'evoluzione paleoidrografica che per quanto concerne l'evoluzione delle dinamiche insediative.

Dalle sezioni stratigrafiche studiate, appare evidente come durante l'età del Bronzo vi sia stata una fase importante per la costruzione della pianura Padano-Atesina durante il Tardo Olocene. L'età del Bronzo fu tuttavia preceduta da importanti cambiamenti delle condizioni del sistema sedimentario post-glaciale.

Dopo l'ultimo evento deposizionale pleistocenico, avvenuto in condizioni di stazionamento basso del livello relativo del mare (fase di *lowstand*), si ebbe un periodo caratterizzato da esposizione subaerea, in condizioni di assenza di deposizione, in cui si ebbe la formazione del paleosuolo con orizzonte calcico individuato a -7 m s.l.m. a Cona 1.

Successivamente a questo *hiatus* deposizionale post-LGM, cominciò la fase trasgressiva, in cui si ebbe un innalzamento del livello relativo del mare. Questo avrebbe portato l'aumento generalizzato del livello di falda, con la conseguente formazione di ampie zone palustri ad acqua dolce che, nelle aree più vicine alla linea di costa, dovettero evolversi in paludi salmastre (Bondesan *et al.* (1995). Queste dovettero essere le condizioni paleoidrografiche dell'area di studio durante la fase trasgressiva e la

fase di massima ingressione marina (*maximum flooding*), segnalata attorno ai 6000-5500 BP per l'area costiera del delta padano (Stefani & Vincenzi, 2005). L'area di studio si colloca a soli 10-15 km ad ovest del limite raggiunto dalla massima ingressione marina segnalata da Bondesan *et al.* (1995): le torbe che questi autori hanno identificato, a monte di tale limite e che sarebbero in eteropia con limi e argille lagunari (Fig. 7) possono essere correlate con le torbe di Cona e Saline. Secondo questa interpretazione, questi depositi torbosi si sarebbero dunque formati durante la fase trasgressiva e di *maximum flooding*. Durante questa tesi, non è stato possibile stabilire se, nelle torbe campionate, vi fosse la presenza di elementi biologici di origine lagunare. Analisi palinologiche e paleobotaniche potrebbero far luce riguardo all'origine paleoambientale di questi depositi organici.

Le radiodazioni eseguite a Cona sui livelli torbosi compresi tra -6 e -4,5 m s.l.m., che danno un'età di 3357-2486 a.C. (ovvero 4435-5306 cal. BP) e 2763-2192 a.C. (ovvero 4141-4712 cal. BP). Per quanto l'errore nella misura renda non significativo il calcolo del tasso di sedimentazione tra i due livelli (a causa della parziale sovrapposizione delle date, di 277 anni), ha comunque senso calcolare quello rispetto al primo evento deposizionale olocenico registrato. Ammettendo che a Cona la sedimentazione sia ripresa a 8000 BP come nella Pianura Veneto-Friulana (Fontana *et al.*, in stampa), l'individuazione dell'orizzonte a caranto e la radiodazione eseguita sul livello torboso superiore, dimostrerebbe un tasso di sedimentazione di 3 metri in circa 3500 anni.

Il tasso di deposizione sembrerebbe aumentare nei 1500 anni successivi (calcolati dal livello torboso superiore radiodato alla superficie affiorante che corrisponde all'età del Bronzo Finale), durante i quali si depongono dai 4,5 ai 7,5 metri di sedimenti (rispettivamente nella piana di esondazione prossimale e al culmine del dosso fluviale).

A scala regionale, Fontana *et al.* (in stampa) evidenziano come nella fase di *highstand* si abbia l'aggradazione di importanti dossi fluviali come quelli del Brenta, del Piave e del Tagliamento, rispettivamente a partire da 5000 BP, 4000 BP e 3000 BP.

I dati cronostratigrafici di Cona suggeriscono l'inizio dell'aggradazione del dosso fluviale del ramo più settentrionale del Po da 4000 BP: questo indicherebbe che, a partire da questo periodo, il sistema deposizionale dell'area di studio sia entrato nell'attuale fase di stazionamento alto (*highstand*).

Sempre sulla base delle evidenze cronostratigrafiche delle sezioni studiate, l'attivazione fluviale dovette essere contemporanea a Saline e a Cona. Dal confronto

con la bibliografia (Peretto, 1986; Marcolongo & Zaffanella, 1987), essa dovette essere contemporanea o immediatamente successiva anche con quella del Po di Adria che, tra il Bronzo recente e finale vide fiorire gli insediamenti di Fratta Polesine, Pontecchio e Larda di Gavello.

Il cambiamento climatico, avvenuto al passaggio tra Sub-boreale e Sud-atlantico (tra 3000 e 2800 cal. BP) e che portò ad una diminuzione nelle temperature e ad un aumento nelle precipitazioni (Orombelli, 1997), potrebbe aver portato ad un aumento relativo nelle portate fluviali. Questo, associato all'aggradazione dell'alveo e alla conseguente pensilità del corso d'acqua, potrebbe aver favorito rotte ed avulsioni che avrebbero infine portato all'abbandono del ramo più settentrionale del Po.

La deposizione sul dosso fluviale non doveva essere più attiva già durante l'età del Bronzo finale, dato che le tracce insediative di Saline si collocano al di sopra dei depositi di facies arginale.

Inoltre, durante la fase di attività del ramo più settentrionale del Po, si ebbe un evento di rotta con l'apertura di una serie di canali in destra idrografica. Il punto di rotta è situato appena a sud di Saline e occupa l'area a nordovest di Villadose. Sui depositi sabbiosi di questo ventaglio di rotta, venne tracciato, durante l'epoca romana, il decumano massimo della centuriazione dell'agro di Adria: in superficie, si rinvengono numerose tracce di insediamenti romani tra cui la villa rustica di Ca' Motte. Come confermato dalle relazioni stratigrafiche tra le fondazioni della villa e i depositi limoso-sabbiosi, si conferma, anche per Ca' Motte, la strategia edilizia di costruire su terreni ben drenati, caratterizzati da un alto morfologico.

Presso Pettorazza Grimani, Peretto (1986) attribuisce la struttura poligonale che contorna il paleomeandro ed è visibile da fotografia aerea, all'epoca romana. Sulla base dei dati raccolti, la superficie corrispondente all'età romana, nell'area circostante il dosso dell'Adige, si trova però almeno 3 metri sotto il piano campagna, anziché collocarsi nell'arativo come a Ca' Motte: la poligonale è quindi attribuibile all'epoca post-romana.

La radiodatazione delle torbe a Pettorazza permetterebbe di correlare il corpo di canale sepolto a 3 metri di profondità e attivo fra IV e l'XI sec. d.C., con la deposizione delle sabbie che, secondo Balista (2004) chiudono le canalette interdoderali della centuriazione romana a sud di Beverare (vedi Fig. 11) e che proverrebbero da eventi di rotta dell'Adige.

Questo concorda con l'ipotesi secondo cui l'evento di avulsione che ha spostato il corso fluviale atesino dal percorso Montagnana – Este al tracciato, più meridionale, passante per Badia Polesine, San Martino di Venezze e Pettorazza Grimani, sia anteriore all'evento conosciuto come “Rotta della Cucca”, come peraltro già sostenuto da Bondesan *et al.* (2002).

La sezione di Ramalto mostrerebbe che l'Adigetto non può essere stato a lungo una diramazione e ancor meno il corso principale dell'Adige, come invece suggerito da Peretto (1986) e Balista (2004). A questo proposito, radiodatazioni sui livelli torbosi di Ramalto, tutt'ora in corso, e ulteriori studi stratigrafici potrebbero chiarire il periodo di attività del paleoalveo che ha portato alla formazione del dosso di Fasanara. Lo stato attuale delle conoscenze non esclude, ancora, un corso atesino fra Rovigo e Villadose, più meridionale e alternativo dell'attuale fra S. Martino di Venezze e Anguillara Veneta.

#### 8.4. Carta geomorfologica

La carta geomorfologica della Pianura Padano-Atesina è stata realizzata con il software ESRI ArcMap 9.0, mediante la digitalizzazione e la georeferenziazione delle tracce antropiche e naturali individuate dalle foto aeree e delle forme individuate grazie al modello digitale del terreno. Si è inoltre tenuto conto di alcune informazioni bibliografiche (Peretto, 1986; Marcolongo, 1987) e dei risultati dello studio stratigrafico, delle analisi petrografiche e, nel caso di Pettorazza Grimani, del rilevamento di campagna.

La carta, che come base topografica utilizza un mosaico di Tavolette IGM (1:25000), è compresa tra 45°03'00'' e 45°12'00'' di latitudine N e tra 11°46'00' e 12°06'00'' di longitudine E e copre un'area di circa 315 km<sup>2</sup>.

La carta riporta i principali centri abitati e l'idrografia principale.

I dossi fluviali sono riportati in vari colori: in blu, il dosso del Po di Adria, identificato dal DTM e attivo, secondo Marcolongo (1987) fino alla prima età del Ferro; in verde chiaro, il dosso del ramo più settentrionale del Po, attivo dal Bronzo antico al Bronzo finale (vedi paragrafo 8.1); in rosa chiaro, il dosso dell'Adige di età Tardo Romana – Alto Medioevale (Marcolongo, 1987); in ciclamino il dosso dell'Adige moderno, formatosi dopo l'inizio del II millennio d.C; in rosso scuro, il dosso dell'Adigetto.

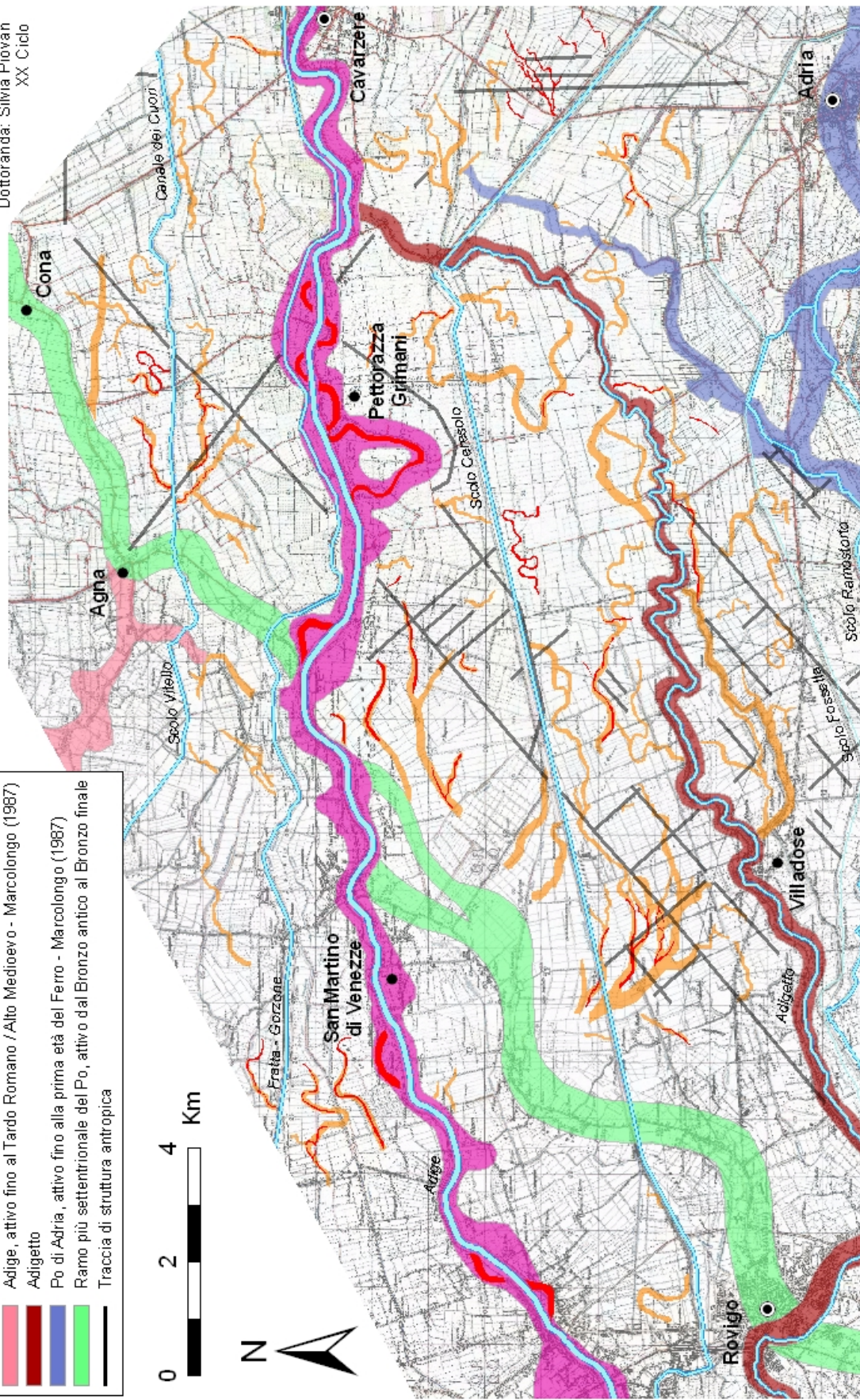
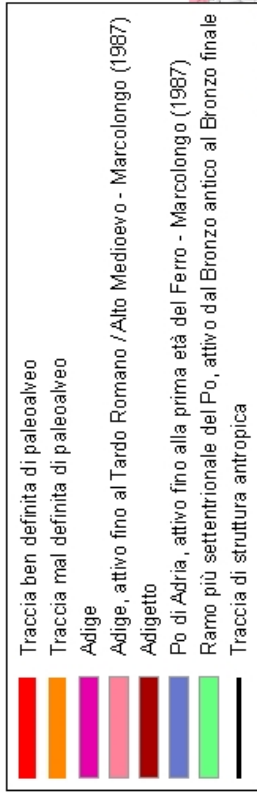
Le tracce di paleoalvei, identificate prevalentemente grazie alla fotointerpretazione, sono state divise in due classi a seconda della loro evidenza: in arancione e in rosso, rispettivamente quelle mal e ben definite. In rosso, per quanto riguarda l'Adige moderno, sono riportate le anse che, tra il XVIII e XIX secolo sono state oggetto di rettifica fluviale.

Le tracce antropiche, riportate con linee nere, sono attribuibili, attraverso un confronto bibliografico (Peretto, 1986) prevalentemente a tracce di centuriazione e viabilità romana. Secondo i risultati stratigrafici, non è questo il caso della poligonale che contorna il paleomeandro di Pettorazza Grimani.



# Carta geomorfologica della Pianura Padano-Atesina

Scuola "Territorio, Ambiente, Risorse, Salute"  
Dipartimento di Geografia  
Dottoranda: Silvia Piovan  
XX Ciclo







## 9. Conclusioni

La multidisciplinarietà della ricerca ha portato alla collaborazione con specialisti esterni al Dipartimento di Geografia (Prof. C. Stefani – Dipartimento di Geoscienze, Dott.ssa A. Miola – Dipartimento di Biologia, Dott. R. Peretto – Museo dei Grandi Fiumi di Rovigo) e alla costruzione di strumenti (carotatore e tripode) che hanno contribuito al miglioramento nell'esecuzione dei sondaggi manuali.

L'applicazione dell'approccio multidisciplinare, che ha visto principalmente l'utilizzo del telerilevamento, dell'analisi del microrilievo e delle analisi stratigrafiche e petrografiche, ha permesso di individuare le principali fasi sedimentarie che hanno caratterizzato la pianura Padano-Adriatica durante l'Olocene.

Dalle sezioni stratigrafiche studiate, è emerso che l'aggradazione olocenica della pianura si è avuta probabilmente fin dagli ultimi momenti della fase trasgressiva e durante la fase di stazionamento alto del livello relativo del mare. Secondo questa interpretazione, durante la fine della fase trasgressiva e l'inizio dell'*highstand* si ebbe, a causa dell'innalzamento generalizzato della falda, la formazione degli strati torbosi che si alternarono a strati argillosi nella formazione della pianura precedente l'età del Bronzo.

I casi di studio hanno singolarmente permesso di chiarire i rapporti stratigrafici tra i principali elementi geomorfologici e la piana di esondazione circostante, chiarendo in alcuni casi i rapporti tra l'impostazione di alcuni siti archeologici ed i processi fluviali che hanno, nel corso dei millenni, costruito la pianura. L'uomo della "minuscola Mesopotamia d'Italia", del resto, ha sempre cercato di convivere e gestire le dinamiche fluviali.

Il caso di studio del dosso del ramo più settentrionale del Po passante per Saline ha voluto riprendere il lavoro di Castiglioni del 1978, in cui si discute il risultato di un'analisi petrografica, su un campione di sabbia prelevato nei pressi di Cona. Il risultato, che attribuisce tali sabbie al Po, può essere ora integrato con i risultati ottenuti dai campioni di Narde, Rovigo e Sarzano, dando così al dosso del ramo più settentrionale del Po, una caratterizzazione oltre che stratigrafica e morfologica, anche petrografica. Questo fiume sembra aver iniziato a solcare la pianura a nord-est di Rovigo nel II millennio a.C. (nei limiti degli errori della radiodattazione, rispettivamente a Saline, dopo il 3030-2288 a.C. e a Cona, dopo il 2763-2192 a.C.).

Il transetto di Cona è stato determinante per individuare, a circa 7 metri sotto il livello dl mare, la superficie di discontinuità che segna il limite tra la sequenza deposizionale pleistocenica e quella olocenica. Si è qui raggiunto, evidenziato anche dall'analisi *loss on ignition*, il paleosuolo a caranto, *marker* stratigrafico che permette la correlazione con altri profili dell'area deltizia e della Pianura Veneto-Friulana, dove lo *hiatus* sedimentario è compreso tra i 14500 e gli 8000 BP (Fontana *et al.*, in stampa).

Nell'ipotesi che a Cona la sedimentazione sia ripresa a 8000 BP come nell'area immediatamente a settentrione, la deposizione di soli 3 metri di argille e torbe tra l'orizzonte calcico e i -4,5 m s.l.m. sarebbe avvenuta in 3500 anni, durante la fase trasgressiva olocenica. Nella fase di *highstand* si sarebbe invece avuto un tasso di deposizione più alto: circa 4,5-7,5 m in circa 1500 anni. In questo periodo si ebbe l'aggradazione del dosso fluviale del ramo più settentrionale del Po.

Durante la fase di attività, dal ramo più settentrionale del Po si aprì il ventaglio di rotta di Villadose, come confermato dall'analisi delle sabbie. Su questa unità geomorfologica è ubicato il sito romano di Ca' Motte (databile I sec. a.C. – I sec. d.C.) che è un esempio di come, in passato, venissero privilegiati, per l'insediamento, luoghi caratterizzati da condizioni geomorfologiche elevate e con buon drenaggio.

Il sito archeologico di Saline, anch'esso posizionato su un alto morfologico, ha permesso di determinare la disattivazione del paleoalveo del ramo più settentrionale del Po durante il Bronzo finale. Evidenze stratigrafiche hanno permesso di stabilire che l'insediamento del Bronzo finale era collocato in quella che era la sponda sinistra del paleocanale. L'aggradazione dell'alveo e la conseguente pensilità, associata al possibile aumento delle portate dovuto al cambiamento climatico tra Sub-boreale e Sud-atlantico (Orombelli, 1997), potrebbe aver favorito rotte ed avulsioni che avrebbero infine portato all'abbandono del ramo più settentrionale del Po.

Il dosso padano si divide in due rami secondari presso Chiaroni, dove la stratigrafia mostra due differenti corpi sabbiosi. Di questi due dossi si perde tuttavia traccia presso San Martino di Venezze, dove essi sono stati tagliati dall'Adige moderno a partire dall'XI sec. d.C., come dimostrano le radiodatazioni effettuate su torbe alla base del corpo di argine naturale a Pettorazza Grimani. Lo studio stratigrafico sul paleomeandro di Pettorazza, mostra anche la presenza di un corpo sabbioso sepolto più antico, impostatosi dopo il 193 a.C.-390 d.C. e disattivatosi nell'Alto Medioevo. Questo supporta l'ipotesi che il corso fluviale atesino abbia cominciato a solcare questo tratto di

rainura in seguito ad un'avulsione precedente al supporto evento conosciuto come "Rotta della Cucca".

L'analisi stratigrafica eseguita attraverso il dosso dell'Adigetto attuale, presso Ramalto di Adria, ha portato all'individuazione di un corpo sabbioso minore rispetto a quello attribuibile a corsi d'acqua come l'Adige o il Po. L'evidenza dell'alto morfologico, 1 km più a nord presso Fasanara, rispecchia invece la presenza di un corpo sedimentario sabbioso notevole.

Lo studio stratigrafico ha evidenziato come la superficie corrispondente all'epoca romana si trovi a diverse profondità nel record sedimentario.

A Pettorazza Grimani, nei pressi del dosso atesino, la superficie di frequentazione romana si trova ad almeno 3 m di profondità dal piano campagna, mentre a Saline ed a Villadose, essa corrisponde al piano campagna attuale (salvo fenomeni di rimaneggiamento dovuti all'attività agricola).

Questo implica, da una parte, la relativa facilità nel rinvenimento e, dall'altra, che l'azione dell'uomo moderno, tramite l'urbanizzazione e le attività agricole, possa cancellare le tracce antropiche antiche. Questo vale anche per le tracce morfologiche naturali del paesaggio. Emblematica in questo senso è stato il caso del dosso di Fasanara, parzialmente distrutto dalle opere di miglioramento fondiario, tutt'ora in atto.



Fig. 74 – Sullo sfondo, quello che rimane del dosso di Fasanara.



## Bibliografia

- Accademia dei Concordi (2003). Camillo, Carlo e Girolamo Silvestri. Successi delle acque dall'anno 1677 al 1755. Treviso: S.I.T.
- Accorsi, C. A., Bandini Mozzanti, M., Mercuri, A. M., Rivalenti, C., Trevisan Grandi, G. (1996). Holocene forest pollen vegetation of the Po Plain, northern Italy. *Allionia*, 34, 233-276.
- Amorosi, A., Centineo, M. C., Colalongo, M. L., Fiorini, F. (2005). Millennial-scale depositional cycles from the Holocene of the Po Plain, Italy. *Marine Geology*, 222-223, 7-18.
- Amorosi, A., Centineo, M. C., Colalongo, M. L., Pasini, G., Sarti, G., Vaiani, S. C. (2003). Facies architecture and Latest Pleistocene-Holocene depositional history of the Po Delta (Comacchio area), Italy. *J. Geol.*, 111, 39-56.
- Amorosi, A., Colalongo, M. L., Fiorini, F., Fusco, F., Pasini, G., Vaiani, S. C., Sarti, G. (2004). Palaeogeographic and palaeoclimatic evolution of the Po Plain from 150-ky core records. *Glob. Planet. Change*, 40, 55-78.
- Amorosi, A., Colalongo, M.L., Pasini, G., Preti, D. (1999). Sedimentary response to Late Quaternary sea-level changes in the Romagna coastal plain (northern Italy). *Sedimentology*, 46, 99-121.
- Arenoso Callipo, C. M. S. & Bellintani, P. (1994). Dati archeologici e paleoambientali del territorio di Frattesina di Fratta Polesine (RO) tra la tarda età del Bronzo e la prima età del Ferro. *Padusa*, 30, 7-33.
- ARPAV (2005). Carta dei Suoli del Veneto. Note illustrative. Treviso: Grafiche Vianello.
- Aspes, A., Bellintani, G. F., Fasani, L. (1970). I materiali della stazione protoveneta di Villamarzana (Ro). *Padusa* 6(2).
- AA.VV. (1988). Carta Archeologica del Veneto 1:100000. In L. Capuis, G. Leonardi, S. Pesavento Mattioli, G. Rosada (a cura di). Modena: Panini.
- Averone, A. (1911). Sull'antica idrografia veneta. R. Magistrato alle Acque per le provincie venete e di Mantova. Mantova: Tipografia Aldo Manuzio.
- Babbucci, D., Tamburelli, C., Viti, M., Mantovani, E., Albarello, D., D'Onza, F., Cenni, N., Mugnaioli, E. (2004). Relative motion of the Adriatic with respect to the confining plates: seismological and geodetic constraints. *Geophys. J. Int.*, 159, 765-775.
- Balista, C. (1998). L'antico corso dell'Adige a Montagnana in età pre-protostorica. In E. Bianchin Citton, G. Gambacurta, A. Ruta Serafini (a cura di), Presso l'Adige ridente, Catalogo della Mostra Padova, pp. 237-246.
- Balista, C. (2004). Il territorio cambia idrografia: la rotta della Cucca. In G. Leonardi, S. Rossi (a cura di), Archeologia e idrografia del Veronese a cent'anni dalla deviazione del fiume Guà (1904-2004). Atti della Giornata di Studi "La necropoli del Fiume Nuovo" – 15 maggio 2004.

- Saltuarie dal laboratorio del Piovego 6 (pp. 55-86). Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Padova.
- Balista, C., & De Guio, A. (1997). Ambiente ed insediamenti dell'età del bronzo nelle Grandi Valli Veronesi. In M. Bernabò Brea, A. Cardarelli; M. Cremaschi (a cura di), *Le Terramare. La più antica civiltà padana* (pp.137-165). Modena: Electa.
- Ballotta, C. (1993). Studio geomorfologico del territorio comunale di Villadose. In E. Maragno (a cura di), *La centuriazione dell'agro di Adria* (pp. 208-211). Stanghella: AGS edizioni.
- Bassan, P. (1972). *Il dominio Veneto nel Bassopolesine* (vol.1). Abano Terme: Il Gerione.
- Bellemo, V. (1893). *Il territorio di Chioggia, ricerche coro-idrografiche storico-critiche e archeologiche*. Chioggia: tip. Duse.
- Bellintani, G. F. (1984). Nuove scoperte nel Comune di San Bellino, località Contarina e nel Comune di San Martino di Venezze, località Saline. *Padusa*, 20, 529.
- Bellintani, G. F., Peretto, C., Peretto, R. (1984). La stazione preistorica di Frattesina in Fratta Polesine Rovigo. *Notizie preliminari sul materiale raccolto in superficie*. *Padusa*, 20, 29-36.
- Bellintani, G. F., Peretto, C., Peretto, R. (1984). Nuovi ritrovamenti protoveneti nel Medio Polesine. *Padusa*, 20, 29-36.
- Bellintani, G. F., Zerbinati, E. (1984). Spada del Bronzo recente scoperta nel Settecento a Sarzano. *Padusa*, 20, 379-394.
- Bellintani, P. (1986). Insediamento del Bronzo finale a Saline (San Martino di Venezze (RO)). *Padusa*, 22, 255-270.
- Bellintani, P. (1987). I materiali dell'insediamento dell'età del Bronzo di Canàr (Castelnuovo Bariano, Rovigo): le raccolte di superficie. *Padusa*, 23.
- Bengtsson, L., & Enell, M. (1986). Chemical analysis. In Berglund, B. E. (a cura di), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. (pp. 423-451). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Berendsen, H. J. A., & Stouthamer, E. (2000). Late Weichselian and Holocene palaeogeography of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 161, 311-335.
- Berendsen, H. J. A. & Stouthamer, E. (2002). Palaeogeographic and avulsion history of the Holocene Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijn* 81(1), 97-112.
- Bernabò Brea, Cremaschi, M. (1997). La terramara di S. Rosa di Povoglio: le strutture. In M. Bernabò Brea, A. Cardarelli; M. Cremaschi (a cura di), *Le Terramare. La più antica civiltà padana* (pp.196-249). Modena: Electa.
- Bertolani Marchetti, D. (1966). Vicende climatiche e floristiche dell'ultimo glaciale e del postglaciale in sedimenti della laguna veneta. *Mem. Biogeogr. Adriatica*, 7, 193-225.
- Bietti Sestieri, A.M. (1984). L'abitato di Frattesina. *Padusa*, 20, 413-427.

- Bietti Sestieri, A. M., & De Grossi Mazzorin, J. (2001). L'avorio dell'abitato protostorico di Frattesina (Rovigo, Italia). *The World of Elephants – International Congress, Rome, 2001*.
- Boccaletti, M., Nicolich, R. & Tortorici, L. (1990). New data and hypothesis on the development of the Tyrrhenian basin, *Palaeogeogr. palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 77, 15-40.
- Bondesan, M. (2001). Hydrography. In Castiglioni, G. B., Pellegrini, G. B. (a cura di), *Illustrative Notes of the Geomorphological Map of Po Plain (Italy)*. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (Suppl. 4)*. (pp. 165-188). Torino: Comitato Glaciologico Italiano.
- Bondesan, M., Favero, V., Viñals, M. J. (1995). New evidence on the evolution of the Po-delta coastal plain during the Holocene. *Quaternary International*, 29/30, 105-110.
- Bondesan, M., Camassi, R., Tchaprassian, M. (2002). Individuazione delle zone di rotta nel corso inferiore dell'Adige: il contributo di dati geologici, geomorfologici e storici. *Memorie di Scienze Geologiche*, 54, 73-86.
- Bonomi, S., Camerin, N., Tamassia, N. (2002). Adria, via San Francesco, scavo 1994: materiali dagli strati arcaici. *Padusa*, 38.
- Bonomi, S., Peretto, R., Tamassia, K. (1993). Adria: appunti preliminari sulla necropoli tardoetrusca e romana di via Spolverin di Bottrighe. *Padusa*, 29.
- Bosio, L. (1991). *Le strade romane della Venetia e dell'Histria*. Padova: Esedra.
- Bridge, J. S., (2003). *Rivers and Floodplains*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Brown, A. G. (1997). *Alluvial geoarchaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Camera, A., & Fabietti, R. (1992). *Impero Romano e Alto Medioevo*. Bologna: Zanichelli.
- Camarin, N., & Tamassia, K. (1998/1999). Adria, via San Francesco, scavo 1994: edificio di tipo abitativo-artigianale di IV-III sec. a.C. *Padusa*, 34/35.
- Castiglioni, G. B. (1978). Il ramo più settentrionale del Po nell'antichità. *Atti e Memorie Accademia Patavina SS.LL.AA.*, 90(111), 157-164.
- Castiglioni G. B. (1999). Geomorphology of the Po Plain. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 3(3), 7-20.
- Castiglioni, G. B. (2001). Response of the fluvial system to environmental variations. In Castiglioni, G. B., Pellegrini, G. B. (a cura di), *Illustrative Notes of the Geomorphological Map of Po Plain (Italy)*. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (Suppl. 4)*. (pp. 165-188). Torino: Comitato Glaciologico Italiano.
- Cessi, C. (1898). Filistina. *L'Ateneo Veneto*, 21(2), 129-153.
- Consonni, A., Salzani, L. (2005). L'abitato protostorico di Villamarzana – Campagna Michela (RO): Scavi 1993. *Padusa*, 41.
- Correggiari, A., Roveri, M., Trincardi, F., 1996. Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. *Il Quaternario*, 9, 697-704.

- Cremaschi, M. (1997). Terramare e paesaggio padano. In M. Bernabò Brea, A. Cardarelli; M. Cremaschi (a cura di), *Le Terramare. La più antica civiltà padana* (pp.107-125). Modena: Electa.
- Cremaschi, M., & Gasperi, G. (1989). L'alluvione alto-medioevale di Mutina (Modena) in rapporto alle variazioni ambientali oloceniche. *Mem.Soc.Geol.It.*, 42, 179-190.
- Cremaschi, M., Pizzi, C., Valsecchi, V. (2006). Water management and land use in the terramare and a possible climatic co-factor in their abandonment: The case study of the terramara of Poviglio Santa Rosa (northern Italy). *Quaternary International*, 151, 87-98.
- Cremonini, S. (2007). Some remarks on the evolution of the Po River plain (Italy) over the last four millennia. *China-Italy bilateral symposium on the coastal zone: evolution and safeguard*, Bologna, Italy.
- Dal Piaz, G. V., Bistacchi, A., Massironi, M. (2003). Geological outline of the Alps. *Episodes*, 26/3, 175-180.
- Dansgaard, W., Johnsen, S. J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N. S., Hammer, C. U., Hvidberg, C. S., Steffensen, J. P., Sveinbjörnsdottir, A. E., Jouzel, J., Bond, G. (1993). Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature*, 364, 218-220.
- Dean, W. E. Jr. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *Jour. Sed. Petrol.*, 44, 242-248.
- De Bon, A. (1939). *Il Polesine nell'antico Impero*. Rovigo.
- De Min, M. (1984). *Adria antica*. In A. Aspes (a cura di), *Il Veneto nell'antichità. Preistoria e protostoria* (vol. 2, pp. 809-830). Verona: Banca Popolare di Verona.
- Dewey, J. F., Helman, M. L., Turco, E., Hutton, D. H. W., Knott, S. D. (1989). Kinematics of the Western Mediterranean. In M. P. Coward, D. Dietrich, R. G. Park (a cura di), *Alpine Tectonics*, Geological Society of London Special Publication 45 (pp. 265-283). London: Geological Society.
- Dickinson, W. R. (1970). Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Jour. Sed. Petrol.*, 40, 695-707.
- Emiliani, C. (1955). Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, 63, 538-575.
- Faccenna, C., Becker, T. W., Lucente, F. P., Jolivet, L., Rossetti, F. (2001). History of subduction and back-arc extension in the Central Mediterranean. *Geophys. J. Int.*, 145(3), 809-820.
- Facchini, G. M. (2006). *Villadose in età Romana II. Scavi archeologici dell'Università degli Studi di Verona a Villadose (Ro), località Ca' Motte. Dalla didattica alla ricerca*. Stanghella: Ags-Edizioni.



- Fasani, L. (1966). Una stazione preistorica della fine dell'età del Bronzo a Mariconda presso Melara (Rovigo). *Padusa* 2(2/3).
- Fasani, L. (1984). L'età del Bronzo. In A. Aspes (a cura di), *Il Veneto nell'antichità. Preistoria e protostoria* (vol.2, pp. 451-614). Verona: Banca Popolare di Verona.
- Ferri, R. (1989). Metodologie di studio delle foto aeree nelle ricerche archeologiche e paleoambientali relative alla Bassa Padana e al delta del Po. In R. Ferri, M. Calzolari (a cura di), *Ricerche archeologiche e paleoambientali nell'area padana: il contributo delle foto aeree* (pp. 15-35). S. Felice sul Panaro (MO): Gruppo Studi Bassa Veronese.
- Fontana, A. (2006). Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche. *Monografie Museo Friulano Storia Naturale* 47. Udine: Comune di Udine.
- Fontana, A., Mozzi, P., Bondesan, A. (in stampa). Alluvial megafans in the Venetian-Friulian Plain (north-eastern Italy): Evidence of sedimentary and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International* (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.08.044.
- Gatto, P., & Previatello, P. (1974). Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di un'argilla sovraconsolidata nota come "caranto". C.N.R., Ist. Dinamica Grandi Masse, TR70, 1-45.
- Gazzi, P. (1966). Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese: correlazioni con il Flysch di Monghidoro. *Mineralogica Petrografica Acta*, 12, 69-97.
- Gazzi, P., Zuffa, G. G., Gandolfi, G., Paganelli, L. (1973). Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle spiagge adriatiche fra le foci dell'Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 12, 1-37.
- Harari, M. (1998). La seconda età del Ferro nel Polesine: nuove ricerche delle Università di Pavia e di Ferrara. In *Proceedings of the VIII Congress I.U.P.P.S* (Forlì, 8-14.IX.1996), IV, 12, Forlì 1998 (pp. 683-690).
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Palaeolimnology*, 25, 101-110.
- Ingersoll, R. V., Bullard, T. F., Ford, R. L., Grimm, J. P., Pickle, J. D., Sares, S. W. (1984). The effect of grain size on detrital modes: A test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Jour. Sed. Petr.* 54, 103-116.
- Istituto della Enciclopedia Italiana (1996). *La Piccola Treccani* (vol. IX, p. 328).
- Jarosiński, M., Beekman, F., Bada, G., Cloetingh, S. (2006). Redistribution of recent collision push and ridge push in Central Europe: insights from FEM modelling. *Geophys. J. Int.*, 167, 860-880.

- Kent, D. V., Rio, D., Massari, F., Kukla, G., Lanci, L. (2002). Emergence of Venice during the Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1719–1727.
- Klein, J., Lerman, J. C., Damon, P. E., Ralph, E. K. (1982). Calibration of Radiocarbon-Dates - Tables Based on the Consensus Data of the Workshop on Calibrating the Radiocarbon Time Scale. *Radiocarbon*, 24, 103-150.
- Lambeck, K. & Chappel, J. (2001). Sea level change during the last glacial cycle. *Science*, 292, 679-686.
- Lane, F. C. (1991). *Storia di Venezia. Ascesa e declino di una Repubblica marinara*. Torino: Einaudi.
- Lowe, J. J., & Walker, M. J. C. (1997). *Reconstructing quaternary environments*, London: Pearson – Prentice Hall.
- Makaske, B. (1998). *Anastomosing rivers. Forms, processes and sediments*. Ph.D. thesis, Utrecht: KNAG/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Universiteit Utrecht, Netherlands Geochronological Studies, 249.
- Maragno, E. (a cura di) (1993). *La centuriazione dell'agro di Adria* (pp. 208-211). Stanghella: AGS edizioni.
- Marchetti, M. (2000). *Geomorfologia fluviale*. Bologna: Pitagora Editrice.
- Marcolongo, B. (1987). Ricostruzione paleoidrografica attraverso interpretazione di immagini telerilevate. In B. Marcolongo (a cura di), *Paleoidrografia tardoquaternaria della pianura veneta sudoccidentale e il suo significato in una ricostruzione paleoclimatica* (pp. 6-9). Padova: C.N.R.
- Marcolongo, B., Zaffanella, G. C. (1987). Evoluzione paleogeografica della Pianura veneta Atesino-Padana. *Athesia*, 1, 31-67.
- Massari, F. (1990). The foredeeps of the Northern Adriatic margin: evidence of diachroneity in deformation of the Southern Alps. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 96 (2-3), 351-380.
- Massari, F., Grandesso, P., Stefani, C., Jobstraibizer, P. G. (1986). A small polyhistory foreland basin evolving in a context of oblique convergence: the Venetian basin (Chattian to Recent, Southern Alps, Italy). In P. Allen & P. Homewood (a cura di), *Foreland Basins*, Spec. Publ. Int. Ass. Sedimentol., 8, (pp.141-168).
- Massari, F., Rio, D., Serandrei Barbero, R., Asioli, A., Capraro, L., Fornaciari, E., Vergerio, P. (2004). The environment of Venice area in the past two million years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 202, 273-308.
- Menna, F. (1992). La fisionomia e le caratteristiche fisiche dell'Adige. In E. Turri & S. Ruffo (a cura di), *L'Adige* (pp. 91-97). Verona: Cierre Edizioni.
- Miall, A.D., (1996). *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer-Verlag, Berlin.
- Miall, A.D., (1997). *The Geology of Stratigraphic Sequences*. Springer-Verlag, Berlin.

- Miliani, L. (1937). Le piene dei fiumi veneti e i Provvedimenti di difesa: l'Adige. Venezia: Ferrari.
- Miliani, L. (1939). Le piene dei fiumi veneti e i provvedimenti di difesa: l'Agno, Gua, Frassine, Fratta, Gorzone, il Bacchiglione ed il Brenta. Firenze: F. Le Monnier.
- Ministero dei Lavori Pubblici (1957). Adige da Badia Polesine al mare (Fasc. 6). Venezia: Ufficio Idrografico del Magistrato alle acque
- Miola, A., Bondesan, A., Corain, L., Favaretto, S., Mozzi, P., Piovan, S., Sostizzo, I. (2006). Wetlands in the Venetian Po Plain (north-eastern Italy) during the Last Glacial Maximum: vegetation, hydrology, sedimentary environments. *Review of Paleobotany and Palynology*, 141, 53-81.
- Morisawa, M. (1985). *Rivers. Form and process*. London: Longman.
- Mozzato, A. (1985). *La Madonna delle Grazie di Pettorazza Papafava*.
- Mozzi, P., Bini, C., Becattini, R., Mariotti Lippi, M. (2003). Stratigraphy, palaeopedology and palynology of Late Pleistocene and Holocene deposits in the landward sector of the Lagoon of Venice (Italy), in relation to the "caranto" level. *Il Quaternario*, 16(1b), 193-210.
- MURST, Ministry of University Research and Technology (1997). *Geomorphological Map of Po Plain*. MURST-S.El.Ca,3 sheet, scale 1:250000, Firenze.
- Norinelli, A. (1979). Anomalie Aeromagnetiche del Distretto Eruttivo Euganeo-Berico. *Mem. Sci. Geol.*, 32, 8 pp.
- Ogniben, L. (1986). Modello geodinamico della regione trentina ed aree circostanti. *Studi Trent. Di Sc. Nat., Acta Geologica*, 63, 1-165.
- Orombelli, G. (1997). Le condizioni climatiche durante il II millennio a.C. In M. Bernabò Brea, A. Cardarelli; M. Cremaschi (a cura di), *Le Terramare. La più antica civiltà padana* (pp.51-55). Modena: Electa.
- Orombelli, G. (2005). Cambiamenti climatici. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 7,15-24.
- Orombelli, G., & Ravazzi, C. (1996). The late glacial and early Holocene; chronology and paleoclimate. *Il Quaternario*, 9, 439-444.
- Ortolani, M. (1956). *La pianura ferrarese*. Memorie di Geografia Economica, Centro per gli Studi per la Geografia Economica, Napoli: Tip. R. Pironti.
- Ortolani, F., & Pagliuca, S. (1994). Variazioni climatiche e crisi dell'ambiente antropizzato. *Il Quaternario*, 7(1).
- Ortolani, F., Pagliuca, S. (2007). Evidenze geologiche di variazioni climatico-ambientali nell'Area Mediterranea. *Quaderni della Società Geologica Italiana*, n.1, marzo 2007. Sito internet: [http://www.socgeol.it/modules/geopagine/pictures/quaderni%201%20\(2007\).pdf](http://www.socgeol.it/modules/geopagine/pictures/quaderni%201%20(2007).pdf)
- Paganelli, A. (1996). Evolution of vegetation and climate in the Veneto-Po plain during the Late-Glacial and the Early Holocene using pollen-stratigraphic data. *Il Quaternario*, 9, 581-590.

- Panizza, M. (1985). Schemi cronologici del Quaternario. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 8(1), 44-48.
- Penck, A., & Bruckner, E. (1909). *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz. Leipzig.
- Pellegrini, G. B., Albanese, D., Bertoldi, R., Surian, N. (2005). La deglaciazione nel Vallone Bellunese, Alpi Meridionali Orientali. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (Suppl. 7)*, 271-280.
- Peretto, R. (1968). Una via romana a Villadose. *Padusa* 4(1).
- Peretto, R. (1986). Ambiente e strutture antropiche nell'antico Polesine. In AA.VV. (a cura di), *L'antico Polesine. Testimonianze archeologiche e paleoambientali*. (pp. 21-100) Padova: Antoniana s.p.a.
- Peretto, R. (1992). La bassa pianura. In E. Turri & S. Ruffo (a cura di), *L'Adige* (pp. 71-85). Verona: Cierre Edizioni.
- Peretto, R. (1994). La scoperta del paesaggio. Il territorio tra protostoria e romanità. In AA.VV. (a cura di), *Balone. Insediamento etrusco presso un ramo del Po* (pp. 15-42). Padova: Catalogo mostra - Rovigo.
- Peretto, R. (1997). Recenti scoperte nell'entroterra di Adria. Insediamenti "etrusco padani" e la via di Gavello. *Padusa*, 8, 1-2.
- Peretto, R., Salzani, L. (2003). Pontecchio Polesine (RO). Località Zanfarlina. Un nuovo sito della media età del Bronzo. *QdAV*, 19, 40-51.
- Pieri, M., Groppi, G. (1981). Subsurface geological structure of the Po Plain. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogramma. Modello Strutturale, Contrib. vol. 414. Milano: AGIP Publisher.
- Pinna, M. (1978). *L'atmosfera e il clima*. Torino: UTET.
- Pirazzoli, P.A. (1993). Global sea-level changes and their measurement. *Global and Planetary Change*, 8, 135-148.
- Polcri, A. & Giappichelli, M. (1995). *Percorsi di Storia (vol.2)*. Firenze: Giunti.
- Raffestin, C. (1981). *Per una geografia del potere*. Unicopli, Milano.
- Regione Veneto (2002) Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco. In sito internet:  
[http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/61F4AF70-27E3-4B60-96EF-0C95387AD183/0/PAI\\_FTC\\_Relazione.pdf](http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/61F4AF70-27E3-4B60-96EF-0C95387AD183/0/PAI_FTC_Relazione.pdf)
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van derPlicht, J., and Weyhenmeyer, C. E. (2004). IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP. *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.

- Renfrew, C. (1976). *Archaeology and the Earth Sciences*. In D. Davidson & M. Shackely (a cura di), *Geoarchaeology: Earth Sciences and the past* (pp. 71-90). New York: Academic Press.
- Reuther, C. D., Ben-Avraham, Z., Grasso, M. (1993). Origin and role of major strike-slip transfers during plate collision in the Central Mediterranean. *Terranova*, 5, 249-257.
- Salzani, L. (1973). L'insediamento protoveneto di Mariconda (Melara Rovigo). *Padusa*, 9(2/4).
- Salzani, L. (1986). Abitati preistorici e protostorici dell'alto e del medio Polesine. In AA.VV. (a cura di), *L'antico Polesine. Testimonianze archeologiche e paleoambientali*. (pp 21-100) Padova: Antoniana s.p.a.
- Salzani, L. (1992). Necropoli dell'Età del Bronzo Finale alle Narde di Fratta Polesine. Seconda nota. *Padusa*, 26-27, 125-206.
- Salzani, L., Colonna, C. (2005). Fratta Polesine. Nuova area sepolcrale alle Narde. *Quaderni di Archeologia del Veneto*, 21.
- Sanesi, G. (a cura di) (1977). *Guida alla descrizione del Suolo*. Firenze: C.N.R.
- Santisteban, J. I., Mediavilla, R., López-Pamo, E., Dabrio, C. J., Ruiz Zapata, M. B., Gil García, M. J., Castaño, S., Martínez-Alfaro, P. E. (2004). Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments? *Journal of Paleolimnology*, 32, 287-299.
- Serpelloni, E., Anzidei, M., Baldi P., Casula, G. Galvani, A., (2005). Crustal velocity and strain-rate fields in Italy and Surrounding regions: New results from the analysis of permanent and non-permanent GPS networks. *Geoph. J. Int.*, 161, 861-880.
- Shackleton, N. J. (1967). Oxygene isotope analyses and Pleistocene temperatures re-assessed. *Nature*, 215, 15-17.
- Shackleton, N. J., & Opdyke N. D. (1973). Oxygene isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: oxygene isotope temperatures and ice volume on a  $10^5$  and  $10^6$  year scale. *Quaternary Research*, 3, 39-55.
- Slejko, A., Carulli, G. B., Carraio, F., Zanferrari, A., Zanolla, M. (1987). *Modello sismotettonico dell'Italia Nord-orientale*. Trieste: C.N.R. Gruppo Nazionale per la difesa dei terremoti.
- Stefani, M., Vincenzi, S. (2005). The interplay of eustasy, climate and human activity in the late Quaternary depositional evolution and sedimentary architecture of the Po Delta system. *Marine Geology*, 222-223, 19-48.
- Stefani T. (1996/1997). Organizzazione sociale e ideologia funeraria in una necropoli tardo-etrusca: il caso di via Spolverin di Adria. *Padusa*, 32/33.
- Strahler, A. N. (1951). *Physical Geography*. London: Wiley & Sons.
- Stuiver, M., & Reimer, P. J. (1986). A computer program for radiocarbon age calibration, *Radiocarbon*, 28, 1022-1030.

- Stuiver, M. & Reimer, P. J. (1993). Extended  $^{14}\text{C}$  database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35, 215-230.
- Stuiver, M., Reimer, P. J., and Reimer, R. W. (2005). CALIB 5.0. [WWW program and documentation].
- Stuiver, M., Suess, H. E. (1966). On the relationship between radiocarbon dates and true sample ages. *Radiocarbon*, 8, 534-540.
- Tamassia, K. (1993). La necropoli preromana di Adria, loc. Retratto-Donà. *Padusa*, 29.
- Turco, A., (1988). Verso una teoria geografica della complessità, Unicopli, Milano.
- Turri, E. (1992). Lo spazio atesino. In E. Turri & S. Ruffo (a cura di), *L'Adige* (pp. 3-19). Verona: Cierre Edizioni.
- Veggiani, A. (1972). Il ramo del Po di Adria nella tarda Età del Bronzo. *Padusa*, 8(3-4), 123-126.
- Veggiani, A. (1974). Le variazioni climatiche del basso corso del Po negli ultimi 3000 anni. *Padusa*, 10, 39-ss.
- Veggiani, A. (1985). Il Delta del Po e l'evoluzione della rete idrografica padana in epoca storica. *Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna* (pp. 37-68).
- Veggiani, A. (1994). I deterioramenti climatici dell'Età del Ferro e dell'Alto Medioevo. *Boll. Soc. Torriceliana di Scienze e Lettere, Faenza*, 45, 3-80.
- Zanferrari, A., Bollettinari, G., Carobene, L., Carton, A., Carulli, G. B., Castaldini, D., Cavallin, A., Panizza, M., Pellegrini, G. B., Pianetti, F., Sauro, U. (1982). Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. *Mem. Sc. Geol.*, 35, 355-376.
- Zerbinati, E. (1982). Edizione archeologica della Carta d'Italia al 100.000. Foglio 64 Rovigo. Firenze: I.G.M.
- Zerbinati, E. (1993). Storia delle scoperte archeologiche nell'area centuriata. In Maragno (a cura di), *La centuriazione dell'Agro di Adria* (pp. 109-129). Stanghella: AGS edizioni.
- Zaffanella, G. C. (1979). Geomorfologia e Archeologia Preistorica nel territorio compreso tra l'Adige, i Colli Berici e i Colli Euganei. *Padusa*, 15(1-2-3-4), 109-147.
- Zorzi, A. (2005). *La Repubblica del Leone. Storia di Venezia*. Milano: Bompiani.
- Zuffa, G. G. (1980). Hybrid arenites: their composition and classification. *Jour. Sed. Petrol.*, 50, 21-29.

## **Ringraziamenti**

Desidero innanzitutto ringraziare mio fratello Stefano, compagno infaticabile durante i sondaggi di campagna, mio padre Bruno per la realizzazione del carotatore e del tripode e mia madre Cristina per il supporto “logistico” durante le uscite in campagna.

Le analisi petrografiche e le analisi LOI si sono svolte nei laboratori di petrografia e palinologia rispettivamente della Prof.ssa Cristina Stefani e della Dott.ssa Antonella Miola, che ringrazio non solo per gli insegnamenti ma anche per il clima di ospitalità.

Un sentito grazie va inoltre al Dott. Raffaele Peretto, con il quale si sono aperte interessanti occasioni di studio e collaborazione di carattere geoarcheologico.

Le radiodatazioni sono state possibili grazie al finanziamento da parte del Progetto Via Annia (ARCUS S.p.a) – Regione Veneto – Comune di Padova, del Servizio Geologico della Provincia di Venezia e della Convenzione tra il Dipartimento di Geografia e l’ARPAV di Castelfranco per la cartografia dei suoli del Veneto.

Desidero inoltre ringraziare il Dott. Massimo Zecchin e il Dott. Alessandro Fontana, per i loro preziosi consigli e il Dott. Francesco Ferrarese e il Dott. Andrea Ninfo rispettivamente per l’aiuto nella produzione del modello digitale del terreno e per la realizzazione delle foto aeree del Progetto ARCUS – Via Annia.

Un caro pensiero va ad Andrea, per l’affetto dimostrato e le stimolanti ricerche sulla storia del Polesine, ai miei compagni di Dottorato, a tutti gli amici della fieldtrip INQUA 2007, per aver condiviso l’esperienza del “Quaternario australiano”, al Prof. Giorgio Zanon e al Prof. Alessandro Fornasiero, maestri ed amici sempre presenti ed infine, ma non ultimo, al mio infinitamente affezionato Dott. Roberto Raimondi.





**APPENDICE:**  
**descrizione e log dei sondaggi manuali**  
**e delle sezioni aperte**



<b>Sondaggio:</b>		SAR01	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1722643 E	4996638 N
<b>Sezione:</b>		Sarzano	<b>Comune:</b>		Sarzano	
<b>Data:</b>		11-lug-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		3 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	150	Strato fortemente rimaneggiato da impatto antropico, costituito da limo debolmente argilloso e sabbioso, 10YR 4/2 con frammenti di laterizi da sub-centimetrici 5% fino a dm (2%), ciottoli fluviali centimetrici 2% (riporto). Limite inferiore graduale per cambio cromatico su 10 cm.	3			
150	180	Sabbia fine-media, 2.5Y 5/3. Frammenti di molluschi 1% sub-centimetrici. Piccole concrezioni carbonatiche 7x5 mm, 1%. Limite inferiore graduale.	3-2			
180	200	Argilla limosa 2.5Y 5/3, compatta, con screziature 10YR 5/4 poco contrastate, 5%. . Limite chiaro per aumento della granulometria.	3			
200	210	Limo sabbioso, 2.5Y 5/3. Screziature 5YR4/6 3-5% che si fanno sempre più contrastate verso la base.	3			
210	255	Sabbia media grigia 2.5Y 5/1 con screziature 5YR 4/6 10-15% e verso la base 7.5YR 5/8 molto contrastate. Limite inferiore chiaro per diminuzione granulometria.	3			
255	270	Limo sabbioso, 2.5Y 5/3. Screziature 5YR4/6 3-5%.	3			
270	300	Sabbia media grigia 2.5Y 5/1 con screziature 5YR 4/6 10-15% e verso la base 7.5YR 5/8 molto contrastate. Resti organici sparsi, 1-2 mm max.	3			
300	315	Argilla limosa 2.5Y 5/1.	3			
315	325	Sabbia media fine grigia 2.5Y 6/1-2 con screziature 10YR 5/8 ben contrastate, con andamento sub-verticale. Struttura a laminazione incrociata, con lamine di 1-2 mm, al tetto delle quali vi sono microlamine più ricche di sostanza organica (scure, 2.5YR 3/2). Vi sono noduli di diametro 1-2 mm max di Fe-Mn che seguono l'andamento delle screziature (sub-verticali).	4			
325	385	Alternanze di argille debolmente limose 2.5Y 6-5/1 e sabbie 2.5Y 6/1-2 come sopra, penetrate da sceziature 7.5YR 4/4, al nucleo anche più scure, 7.5YR 3/2, di spessore 1-1.5 cm e lunghezza fino a 20 cm: 10% su tutto l'intervallo. Gli strati più argillosi a volte presentano piccole lenti di sabbia, sub-parallele con la stratificazione (spessore 3-4 cm, lunghezza max dm) che sono ossidate al contorno. Probabilmente sono tracce di bioturbazione o strutture da carico. I limiti tra gli strati sono netti. Limite inferiore netto su 2 cm. Le superfici di contatto tra gli intervalli immergono verso E.	4			
385	400	Sabbie medie grigie 2.5Y 6/2 con laminazione incrociata concava (spessore lamine 3-4 mm) con screziature ben contrastate 10YR 5/8, di diametro max 3 cm, subverticali, 5%.	4			

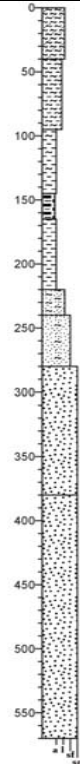


<b>Sondaggio:</b>	SA10		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>	1725141 E	4999606 N
<b>Sezione:</b>	Saline 1		<b>Comune:</b>	San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>	14-ott-07		<b>Provincia:</b>	Rovigo	
<b>Operatore:</b>	Silvia Piovàn		<b>Quota s.l.m.:</b>	3,2 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	60	Arativo: limo debolmente argilloso e sabbioso, 10YR 4/2 con frammenti di laterizi sub-centimetrici 2% e ciottoli fluviali subcentimetrici 2% (riporto). Limite inferiore graduale per cambio cromatico su 10 cm.	3		
60	130	Limo argilloso con sabbia, 2.5Y 5/3. Frammenti di molluschi 1% sub-centimetrici. Piccole concrezioni carbonatiche 7x5 mm, 1%. Limite inferiore graduale.	3-2		
130	150	Argilla debolmente limosa 2.5Y 5/3, compatta, con screziature 10YR 5/4 poco contrastate, 5%. Piccoli ciottoli di diametro max 1-2 mm, 1%, rotondeggianti. Limite graduale per aumento della granulometria.	3		
150	190	Sabbia media con sabbia grossa (10%) limosa, 2.5Y 5/3 con piccoli ciottoli di forma irregolare di dimensioni max pari a 4 mm. Screziature 5YR4/6 3-5% che si fanno sempre più contrastate verso la base.	3		
190	215	Sabbia media grigia 2.5Y 5/1 con screziature 5YR 4/6 10-15% e verso la base 7.5YR 5/8 molto contrastate. Resti organici sparsi, 1-2 mm max.	3		
215	220	Argilla 2.5Y 4/1 Resti vegetali fibrosi di diametro max 1-2 mm, lunghezza fino a 2 cm. Screziature molto contrastate 7.5YR 4/4 anche di diametro pari a 1 cm.	3		
220	315	Sabbia fine limosa Gley1 4/N organica. Resti di radici di lunghezza 3 cm max e diametro 5 mm max, 5%. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	2-3		
315	330	Torba-argilla torbosa 5Y 2.5/1.	0		
330	380	Argilla Gley1 5-4/N, probabilmente con laminazione piano-parallela. Lamine di sostanza organica nerastra Gley1 3/N.	2-3		
380	400	Limo torboso con resti vegetali fibrosi (spugnoso), colore Gley1 3/10Y.	0		
400	505	Argilla Gley1 3/N con intercalazioni di sostanza organica di spessore 1 cm max, sparse. Frammento di gasteropode a 415 (diametro 4-5 mm). Limite inferiore graduale.	0-1		
505	570	Torba con macroresti 10YR 2/1. Limite inferiore graduale.	0	530 cm 3030-2288 a.C.	
570	610	Argilla torbosa nera-marrone 5Y 2.5/1 Passaggio graduale su 12 cm.	0-1		
610	660	Sabbie fini pulite, Gley1 3/5GY.	3		
660	700	Limo argilloso scuro, Gley1 3/N.	2		



<b>Sondaggio:</b>		SA12	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725232 E	4999499 N
<b>Sezione:</b>		Saline 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		21-ott-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		3,5 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	60					
60	130	2				
130	165	3-4				
165	270	4		Andamento fining upward		
270	440	3-4		Andamento fining upward		
440	445	-				
445	520	-				
520	540	-				

Sondaggio:		SA13 (dietro casa all'incrocio con Ca' Venezze)		Coord. Gauss-Boaga:		1725434 E	4999255 N
Sezione:		Saline 1		Comune:		San Martino di Venezze	
Data:		22-ott-06		Provincia:		Rovigo	
Operatore:		Silvia Piovan		Quota s.l.m.:		3 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log		
0	40						
40	95						
95	145						
145	165						
165	220						
220	240						
240	280						
280	380						
380	570						

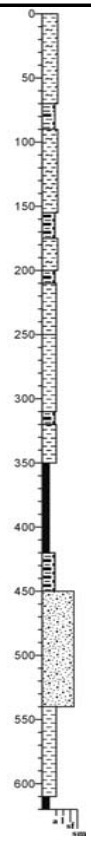




<b>Sondaggio:</b>		SA14 (a 10 m dal metanodotto)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725554 E	4999115 N
<b>Sezione:</b>		Saline 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		22-ott-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,9 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	60	Arativo. Limo argilloso-sabbioso 2.5Y 4/3 per i primi 35 cm, poi limo-sabbioso 2.5Y 4/1. Limite inferiore netto.	3			
60	300	Sabbia media 2.5Y 5/4.	3			

<b>Sondaggio:</b>		SA15	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725649 E	4999008 N
<b>Sezione:</b>		Saline (fine boschetto)	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		22-ott-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,7 m	
Prof. (cm)		Descrizione	HCI	C <sup>14</sup>	Note	Log
0	60	Fossato. Ai lati del fossato, argilla limosa 2.5Y 5/2.			Non descritto	
60	140	Argilla limosa 2.5Y 5/2 con screziature 7.5YR 5/8, al nucleo anche scure 7.5YR 2.5/3, sub-verticali 10%. Concrezioni di CaCO3 mm, 2%. Limite inferiore graduale.	4			
140	230	Limo debolmente sabbioso colore 2.5Y 5/2 con screziature 7.5YR 5/7-8 molto contrastate diametro 1-2 cm. Limite inferiore netto su 1 cm.	4		Andamento fining upward	
230	320	Limo sabbioso 2.5Y 5/2 con screziature 7.5YR 5/7-8 molto contrastate diametro 1-2 cm.	4			
320	365	Sabbia media 2.5Y 5-4/1. Limite inferiore netto erosivo.	3			
365	470	Argilla Gley1 6-5/N. Limite inferiore chiaro per aumento del contenuto organico.	2-3			
470	480	Torba Gley1 2.5/N. Limite inferiore chiaro.	0			
480	510	Argilla torbosa-organica Gley1 3/N.	0			
510	520	Torba Gley1 3/N.	0			
520	570	Argilla Gley1 6/N.	0-1			
570	580	Torba Gley1 3/N.	0			
580	600	Argilla Gley1 6/N.	0			

<b>Sondaggio:</b>		SA16 (fine silos, sx strada)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725051 E	4999709 N
<b>Sezione:</b>		Saline 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		28-ott-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,7 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	50				0	
		3			50	
50	85				100	
		2-3, 0 alla base			150	
85	155				200	
		4			250	
155	175				300	
		3			350	
175	200				400	
		2			450	
200	210				500	
		0			550	
210	250				600	
		2				
250	310					
		2				
310	320					
		0				
320	350					
		2				
350	420					
		0				
420	450					
		0				
450	540					
		2-3				
540	610					
		3				
610	620					
		0				





<b>Sondaggio:</b>		SA01	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725942 E	4999942 N
<b>Sezione:</b>		Saline 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		05-lug-06 e 06-lug-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		2,9 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	65	3				
65	77	4				
77	93	4				
93	180	4				
	DA QUI IN POI SI E' PROCEDUTO CON SONDAGGIO MANUALE					
180	200	4				
200	210	3-4				
210	250	3-4				
250	660	3				









Sondaggio:		SA94 (in fondo al campo)	Coord. Gauss-Boaga:		1726759 E	4999076 N
Sezione:		Saline 1	Comune:		San Martino di Venezze	
Data:		05-nov-06	Provincia:		Rovigo	
Operatore:		Silvia Piován	Quota s.l.m.:		1,3 m	
Prof. (cm)	Descrizione		HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log
0	30	Argilla limosa scura 10YR 2/1. Frammenti di laterizi max. 3 mm, 1%. Radici 1 mm, 1 %.	2			
30	60	Limo debolmente sabbioso 2.5Y 5/2 con screziature 2.5Y 6/8. Concrezioni max. 1cm. Limite inferiore graduale.	4			
60	110	Sabbia fine limosa 2.5Y 5-4/3 con screziature 5YR 5/8, 20 %. Limite inferiore chiaro.	3-4			
110	200	Sabbia media 5Y 4/2 pulita. Limite inferiore indefinito.	2			
200	225	Limo debolmente sabbioso Gley1 4/N. Screziature poco contrastate 5Y 5/4. Inclusio resti vegetali mm 2 % sparsi. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica.	2-3			
225	245	Limo argilloso Gley1 2.5/N. Resti vegetali mm, 10 %. Probabile bioturbazione alla base. Gallerie diametro 1 - 2 mm, 50 %.	0-1			
245	315	Alternanze di sabbia fine debolmente limosa e limo. Argilla con inclusi frammenti vegetali marrone scuro 10YR 3/2 mm (max. 5mm), 5 %. Rapporto 1:1 fino a 270 cm poi sabbia e poi rapporto 1:1 da 290 a 315 cm. Limite inferiore netto.	2			
315	415	Sabbia media Gley1 4/N. Limite inferiore graduale per alternanza.	2			
415	435	Limo sabbioso Gley1 4/N a laminazione piano-parallela con resti vegetali fibrosi diametro 1-3 mm anche di lunghezza cm, Limite inferiore chiaro.	2			
435	450	Sabbia media Gley1 4/N. Limite inferiore graduale per alternanza.	2-3			
450	470	Sabbia limosa Gley1 4/N. Limite inferiore netto.	2			
470	490	Argilla limosa Gley1 5/N a laminazione piano parallela.	2			
490	500	Torba molto digerita 10YR 2/1 con macroresti. Limite inferiore chiaro per alternanza.	0			
500	540	Alternanza 1:1 di limo organico e torba. Limo nero Gley1 2/1. Torba 10YR 3/3 con macroresti. Limite inferiore graduale.	0			
540	640	Argilla Gley1 5/N con laminazione piano-parallela e inclusi carboniosi specie al tetto (fino a 560 cm, 3 %) max 5 mm. Lamine alternate di 2 mm Gley1 6/10Y.	2			







<b>Sondaggio:</b>		SA98	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726053 E	4999823 N
<b>Sezione:</b>		Saline 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		04-nov-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		2,6 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	50	Argilla debolmente limosa 2.5Y 4/3 con screziature 5/6 2.5Y.	2-3			
50	90	Argilla limosa debolmente sabbiosa 2.5Y 4/1 con screziature 10% 2.5Y 4/4 e concrezioni di CaCO3 di forma irregolare di diametro massimo 1 cm, 2 %. Alla base presente frammento di laterizio probabilmente romano. Limite inferiore graduale.	3-4			
90	130	Limo argilloso scuro 10YR 3/1. Screziature 10YR 4/6 poco contrastate e noduli soffici di ossido di ferro 1% mm di colore 10YR 5/4. Contiene inclusi carboniosi max 5 mm (forse carboncini), 1%. Limite inferiore graduale.	3			
130	180	Limo 2.5Y 5/3 con screziature 2.5Y 5/6 10%. Inclusi carboniosi mm (3-4 mm massimo), 1 - 2 %. Al limite inferiore (170 cm circa) concentrazione di concrezioni di CaCO3 irregolari max 1 cm, 5 %. Limite inferiore graduale per diminuzione granulometria.	3			
180	240	Argilla 2.5Y 4/2 con screziature 7.5YR 5/8 subverticali di diametro massimo 1 cm, diametro medio 5 mm, 10 15 %. Inclusi carboniosi mm, 1 - 2 %. Frammenti e gusci di gasteropodi, 3 %, diametro 4 - 5 mm. Limite inferiore abrupto.	3			
240	280	Sabbia media 5Y 5/3. Screziature 7.5YR 5/8 10% subverticali. Probabili lamine di 3 - 4 mm di argilla limosa in rapporto di 1 : 5-6. Limite inferiore abrupto.	2-3			
280	310	Limo Gley1 4/5G con al tetto screziature che penetrano fino a 300 cm da sopra. Inclusi frammenti vegetali mm max 1-2 mm, 1 %. Limite inferiore graduale per alternanza.	3			
310	330	Argilla Gley1 4/10Y con resti vegetali anche legnosi di 3 - 5 mm, 2% e inclusi torbosi 1 cm max cha aumentano verso la base.	2			
330	340	Argilla Gley1 4-3/10Y con abbondanti resti vegetali legnosi, 20 - 30 %. Limite inferiore graduale per diminuzione resti vegetali.	1			
340	375	Argilla limosa Gley1 4/10Y con frammenti di gusci di molluschi, 1 %, ed abbondanti resti vegetali anche pluri cm, 5 %.	0			
375	410	Sabbia fine Gley1 5/N con probabile laminazione piano parallela. Frammenti vegetali mm, 2 - 3%. Limite inferiore chiaro.	2	Andamento fining upward		
410	420	Sabbia media Gley1 4/N. Limite inferiore netto.	2			
420	440	Limo Gley1 4/N. Limite inferiore netto su 2 cm.	2			
440	455	Limo organico torboso Gley1 2.5/N con resti vegetali cm fibrosi, 5 %. Limite inferiore chiaro per cambio cromatico.	0			
455	500	Argilla limosa Gley1 5-4/N con resti vegetali cm fibrosi 5 - 10 %. Limite inferiore graduale.	1			
500	535	Argilla limosa Gley1 5-4/N con resti vegetali max 5 mm, 2 - 3%. Concrezioni soffici i CaCO3 Gley1 6/10Y, 10 - 15 % (simili a screziature). Limite inferiore chiaro per alternanza e scomparsa delle concrezioni.	0-1 3	sulla matrice, sulle concrezioni		
535	660	Sabbia media Gley1 5/N.	2-3	(carotino a partire da 600 cm)		



<b>Sondaggio:</b>		CH01 (a 100 m dall'inizio della stradina)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1727185 E	5000411 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		18-nov-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,7 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCI	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	60	Argilla limosa 2.5Y 2.5/1. Laterizi subcm, 1%. Radici mm 2-3%. Limite inferiore chiaro.	0-1			
60	95	Limo debolmente sabbioso 2.5Y 5/3 con screziature 10YR 5/8, 70%. Limite inferiore chiaro per riduzione ossidazione.	2			
95	130	Limo argilloso 2.5Y 5/3 con screziature poco contrastate 10-20% 10YR 5/6. Concrezioni di CaCO3 max 2-3 mm, 2 %. Frammenti vegetali (radici diametro 1 mm), 1-2 %. Limite inferiore graduale per diminuzione della granulometria.	4			
130	200	Argilla debolmente limosa 5Y 5/2. Screziature 7.5Y 5/8, 10% e concrezioni di CaCO3 max 1 cm, 5%. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria. Frammenti di gusci di molluschi 1%.	4	Facies di argine		
200	360	Alternanze di sabbia fine e limo argilloso 5Y 5/2 con screziature subverticali 7.5YR 5/8 molto contrastate anche con nucleo compattato diametro max 1.5 mm. Limite inferiore graduale. Spessore strati sabbia-argilla 3:1 max 20 cm.	-			
360	390	Limo debolmente sabbioso.	1-2			
390	415	Argilla limosa Gley1 2.5Y/N scura, ricca di sostanza organica.	0			
415	450	Argilla scura bioturbata.	0			
450	470	Torba 7.5 YR2.5/1. Macroresti vegetali abbondanti.	0			
470	480	Argilla organica Gley1 2.5Y/N.	0			
480	510	Limo debolmente sabbioso Gley2 5-4/5BG. Resti vegetali cm, 5 %.	2			
510	515	Sabbia media Gley2 5/4BG. Resti vegetali 5 %.	2			
515	610	Alternanza sabbia fine - limo argilloso.	-			
610	640	Limo organico scuro Gley1 2.5 Y/N.	-			





<b>Sondaggio:</b>		CH03 (a 200 m da CH02)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726838 E	5000631 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		19-nov-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	60	2				
60	90	4				
90	110	4		Il materiale si sgretola al tatto. Il colore di fondo e' 10YR 5/3.		
110	125	4		Il materiale si sgretola ed ha consistenza quasi spugnosa.		
125	135	1				
135	170	0				
170	190	0				
190	205	1-2				
205	235	0				
235	255	2				
255	340	2-3				
340	370	2-3				
370	430	1-2				
430	530	0				
530	575	2				
575	630	0				
630	750	-				



<b>Sondaggio:</b>		CH05	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726409 E	5000967 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		24-nov-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		3,2 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	60	Argilla limosa 2.5Y 5/2. Frammenti di laterizi, 1 %. Limite inferiore chiaro.	3			
60	120	Argilla limosa 5Y 5/2 con concrezioni di CaCO <sub>3</sub> soffici e dure diametro max 3 mm. Screziature 2.5Y 6/8 poco contrastate.	4			
120	180	Limo argilloso 2.5Y 5/1 con screziature 2.5Y 5/6, 5-10 %. Verso la base, le screziature sono colore 7.5YR 5/8. Limite inferiore graduale.	-			
180	225	Argilla limosa 2.5Y 4/2 con screziature 7.5YR 5/8 e 7.5YR 3/4. Limite inferiore netto.	4			
225	260	Sabbia fine 2.5Y 5/2. Limite inferiore netto. Tra 255 e 260 cm colore 7.5YR 5/8.	2	Probabile deposito di ventaglio di rotta		
260	275	Argilla limosa 10YR 4/2 con screziature 7.5YR 5/8. Limite inferiore netto.	3			
275	300	Sabbia fine-media. I primi 3 cm 10YR 4/2 poi 10YR 4/6 marrone-giallo scuro. Limite inferiore netto.	2-3			
300	390	Intervallo costituito da alternanze di sabbie fini-medie e argille limose. Laminazione max 1 cm, piano-parallela. Tra 300 e 305 cm limo argilloso. Scresziature 10YR 5/8 globulari diametro max 2 cm fino a 340 cm. Colore Gley1 5/N. Argilla 10YR 5/1.	2-3			
390	640	Sabbie medio-grosse Gley1 5-3/N.	3			



<b>Sondaggio:</b>		CH07	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726038 E	5001130 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		15-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		3 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	35	Sabbia debolmente limosa 10YR 4/2 con radici 2% diametro 2 mm max. Limite inferiore netto per cambio cromatico.	2			
35	60	Sabbia debolmente limosa 10YR 5/2. Limite infeiore chiaro.	3			
60	75	Sabbia media 10YR 5/2 pulita. Limite inferiore abrupto probabilmente erosivo.	2-3			
75	100	Limo debolmente sabbioso e argilloso 10YR 4/3 con screziature 10YR 4/4 poco contrastate 5-10 %. Resti di radici massimo 2 mm, 1-2 %. Limite inferiore chiaro per diminuzione della granulometria.	4			
100	120	Argille debolmente limosa 10YR 4/3 con screziature 7.5 YR 6/6. Frammenti di gusci di gasteropodi massimo 2 mm, 1 %. Plaghe di limo organico torboso a 110 cm (1 cm di spessore).	4			
120	125	Argilla limosa arrossata 5YR 4/4 (50 %, il colore di fondo e' 2.5YR 5/3).	3			
125	140	Argilla limosa 2.5YR 5/3 con screziature 5YR 4/4 10%. Plaghe di 2-3 mm di torba nera 3%. Limite inferiore abrupto.	4			
140	145	Torba Gley2 5PB con resti vegetali ben conservati, 50 %. Presenza di sabbia 20 %. I resti vegetali sono costituiti prevalentemente da radici. Limite inferiore graduale per diminuzione della sostanza organica.	0			
145	170	Argilla Gley1 5/10Y con screziature 10YR 4/4 poco contrastate. Resti vegetali carboniosi 5 % neri. Livello organico nero a 168 cm. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica.	1			
170	190	Argilla debolmente limosa Gley1 5/N-10Y con frammenti carboniosi 1-2 mm max, 5-10 %. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica e resti vegetali carboniosi pluri-mm, 5 %.	0			
190	230	Argilla organica Gley1 2.5/N. Resti vegetali anche di 1 cm, 5 %. Alla base tra 220-230 cm presenza di bioturbazione. Limite inferiore netto.	0			
230	293	Sabbia fine 2.5Y 4/2 con screziature 2.5Y 5/6 in corrispondenza di livelli di sabbia fine-limosa (rapporto 3:1). Noduli di CaCO3 a 240 cm di diametro 7 mm e a 270 cm di 2 mm di diametro. Laminazione piano-parallela (probabilmente facies di argine). A 283 cm livello piu' ricco di CaCO3 di colore Gley1 6/N come anche a 290 cm di 2 mm di spessore. Tra 230 - 270 cm sabbia fine debolmente limosa.	2-3			
293	350	Sabbia media Gley1 4/N. Resti vegetali ben conservati 1 cm max, 3-5 %. Presenza di radici, 2 %, diametro max 1mm. Limite graduale per inizio laminazione e diminuzione della granulometria.	3			
350	370	Sabbia fine debolmente limosa Gley1 5/N. Laminazione piano-parallela con livello di argilla limosa 3-4 mm di spessore con andmento irregolare di colore Gley1 7/N. Limite inferiore chiaro.	3			
370	540	Sabbia media Gley1 5/N. Resti vegetali 2 %. Intercalazioni di limo a 430 - 515 cm e 520 cm.	3-4			
540	630	Alternanze di sabbia fine e limo sabbioso Gley1 4/10Y. Laminazione piano-parallela. Limite inferiore graduale per alternanza.	2-3			
630	660	Argilla alternana a limo sabbioso 1:1 Gley1 6/N 10Y e laminazione piano-parallela. Limite inferiore chiaro per aumento della sostanza organica.	2-3			
660	680	Torba Gley1 2.5/5GY. Resti vegetali 50 %.	0			



<b>Sondaggio:</b>		CH09 (proprietà fam. Giavara)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726143 E	5001106 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		22-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		2,6 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	50	Arativo. Sabbia fine limosa 2.5Y 4/3. Limite inferiore graduale.	2-3			
50	150	Sabbia media 2.5Y 4/3. Screziature 2.5Y 4/4 5% poco contrastate. Limite inferiore netto.	3			
150	240	Argilla debolmente limosa con screziature 7.5YR 4/6 mediamente contrastate 5%. Colore di fondo 2.5Y 3/4. A 190 frammenti di gusci di gasteropodi di acqua dolce. A 205-220 cm laminazione piano-parallela. Limite inferiore chiaro.	3			
240	260	Limo torboso 5Y 4/1 con screziature 5Y 4/3 5%. Resti vegetali 10-20 % anche carboniosi. Limite inferiore graduale.	2			
260	300	Torba 10YR 2/1. Resti vegetali disposti secondo una laminazione piano-parallela. Limite inferiore netto.	0			
300	350	Argilla organica Gley1 5/N. Torba tra 320-323 cm e 335-340 cm. Laminazione piano-parallela con radice tra 340-350 cm. Limite inferiore graduale per alternanza.	0			
350	380	Torba e limo Gley1 4/10Y con resti vegetali 10% anche carboniosi. Limite inferiore netto.	0			
380	395	Argilla debolmente limosa Gley1 5/N - 10Y con inclusi carboniosi mm 3-5 %. Limite inferiore graduale per aumento granulometria.	2-3			
395	510	Limo debolmente sabbioso Gley1 4/N 10Y con intercalazioni di argilla Gley1 6/10Y di 5 mm di spessore (rapporto 4:1). Limite inferiore chiaro.	4			
510	565	Sabbia fine-media Gley1 3/N con resti vegetali 3%, legnosi mm 1%. Limite inferiore graduale per diminuzione della granulometria.	3-4			
565	575	Argilla Gley1 6-5/N.	3-4			
575	605	Sabbia media Gley1 3/N. Limite inferiore erosivo.	2			
605	615	Limo debolmente sabbioso laminato Gley1 4/10Y. Limite inferiore graduale.	3			
615	645	Argilla debolmente limosa Gley1 4/10Y con gallerie di bioturbazione tra 620-630 cm. Laminazione piano-parallela tra 640-645 cm.	3			
645	790	Torba Gley1 2.5/N. Livello bianco a 650-652 cm di CaCO3 nella torba.	0 nella torba, 3 nel livello bianco			
790	800	Argilla Gley1 6-5/N.	2			

<b>Sondaggio:</b>		CH10	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726884 E	5000608 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		22-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,2 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	60	Arativo. Argilla limosa 2.5Y 3/3. Limite inferiore netto.	2-3			
60	70	Argilla organica 2.5Y 2.5/1. Limite inferiore netto.	0			
70	140	Argilla 2.5Y 5/1. Screziature 5YR 4/6, 3 %. Limite inferiore abrupto per cambio cromatico.	2			
140	190	Argilla 2.5Y 4/1 con noduli soffici e duri di Fe-Mn di 4 mm e sub-mm, 1-2 %. Screziature 5YR 4/6. Al tetto 2-3 cm di screziature 7.5YR 5/8. Noduli di CaCO3 di 5 mm di diametro massimo alla base. Le screziature sono presenti al 3-5 % fino a 180 cm, poi 20 %. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	1			
190	210	Limo 2.5Y 4/1 con screziature 10YR 5/8. Noduli di CaCO3, 1.5 cm max, 2 %. Limite inferiore chiaro.	4			
210	350	Sabbia fine debolmente limosa 10YR 4/1. Laminazione piano-parallela. Alternanza di argilla debolmente limosa e sabbia fine tra 245-350 cm, 1:1 (lamina di 2 mm di spessore). Cambio cromatico a 305 mm, diventa Gley1 3/N. Limite inferiore graduale per alternanza.	4			
350	380	Argilla laminata Gley1 5/N-7/N con frustoli carboniosi mm sparsi, 2 %. Limite inferiore netto.	3-4			
380	420	Argilla organica Gley1 4/10Y con resti vegetali, 10-20 % e laminazione piano.parallela. Limite inferiore graduale.	1-2			
420	520	Torba nera Gley1 2.5/N. Resti vegetali 50 %. Limite inferiore chiaro per lateranza.	0			
520	575	Argilla Gley1 3/N con resti vegetali 2 %. Laminazione piano-parallela di 2-3 mm. Limite inferiore abrupto.	3			
575	600	Torba nera Gley1 2.5/N. Limite inferiore graduale.	0			
600	625	Argilla torbosa Gley2 2-3/10B con laminazione piano-parallela e resti vegetali, 10%. Limite inferiore netto.	2			
625	630	Sabbia media Gley1 5/N. Limite inferiore netto.	3-4			
630	640	Limo argilloso Gley1 5/N. Limite inferiore netto.	3-4			
640	670	Sabbia media Gley1 5/N con resti vegetali, 1-2 %.	3			
670	690	Limo sabbioso Gley1 5/N con laminazione piano-parallela.	4			
690	770	Limo argilloso Gley1 5/N e laminazione piano-parallela con intercalazione di torba a 735-738 cm.	2			



<b>Sondaggio:</b>		CH11 (dietro abitazione sig. Merlo)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726548 E	5000852 N
<b>Sezione:</b>		Chiaroni 1	<b>Comune:</b>		San Martino di Venezze	
<b>Data:</b>		30-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		3,1 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	100	Riporto. Franco con frammenti di laterizi dimensione 1-2 cm e ciotoli mm, 1 %, 10 YR 4/3.	3			
100	130	Argilla 5Y 4/3 con screziature biancastre 5Y 7/1, 3%, e 2.5Y 5/6, 10 %, poco contrastate. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	3-4			
130	180	Limo 2.5Y 5/2 con screziature 10YR 5/6 mediamente contrastate, 10 %, irregolari. Limite inferiore chiaro per diminuzione della granulometria.	3			
180	200	Argilla debolmente limosa 2.5Y 5/2 con screziature 7.5YR 4/4 tendente al 5/6 al nucleo. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	3			
200	320	Sabbia fine limosa 2.5Y 5/2 con screziature 7.5Y 5/8 ben contrastate, 5 %. Apparente laminazione incorciata. Limite inferiore graduale per cambio cromatico.	3			
320	350	Sabbia fine debolmente limosa Gley1 4/N-4/GY. Laminazione piano-parallela incorciata (come in Sarzano). Screziature 7.5YR 5/6, 3 %. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	3			
350	460	Sabbia media-fine laminata Gley1 4/N.	3			
460	600	Sabbia media Gley1 3/N.	2-3			

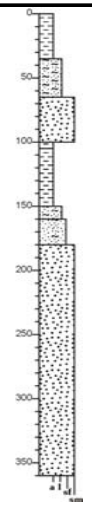


<b>Sondaggio:</b>		V02 (in corrispondenza della Via di Villadose a circa 200 m a est da V01)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726520 E	4996618 N
<b>Sezione:</b>		Villadose 1		<b>Comune:</b>		Villadose	
<b>Data:</b>		22-apr-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován		<b>Quota s.l.m.:</b>		0,8 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>		
10	115						
		-					
115	160	3					
160	200	1					
200	220	2					
220	240	3					
240	270	3					
270	295	3-4					
295	320	2					
320	365	-					
365	375	1					
375	440	1					
440	450	0-1					



<b>Sondaggio:</b>		V04 (Seconda scolina a sinistra, a 160 m da V01)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726204 E	4996504 N
<b>Sezione:</b>		Villadose 1		<b>Comune:</b>		Villadose	
<b>Data:</b>		27-mag-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		1,2 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log		
0	20						
20	50	3					
50	70	3-4					
70	95	3		Fining upward			
95	130	3-4					
130	170	4					
170	200	3-4, alla base 4					
200	400	-					
400	450	-					
450	560	-					



<b>Sondaggio:</b>		V06 (a 390 m da V01)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1726004 E		4996414 N	
<b>Sezione:</b>		Villadose 1		<b>Comune:</b>		Villadose			
<b>Data:</b>		03-giu-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo			
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		0,4 m			
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>		<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>		<b>Log</b>	
0	35	Argilla limosa organica 2.5Y 3/0. Radici 2 %. Limite inferiore chiaro su 5 cm.		3					
35	65	Sabbia fine limosa - limo 2.5Y 4/4. Contiene frammenti di laterizi rossi dimensione max 1.5 cm.		3					
65	100	Sabbia media 2.5Y 5/4 con screziature 7.5YR 4/6, 5 %. Limite inferiore netto.		3					
100	105	Argilla 5Y 5/2. Screziature 7.5YR 4/6, 5 %. Contiene noduli dimensioni max 7 - 8 mm rotondeggianti di CaCO3. Limite inferiore netto per cambio cromatico.		4					
105	150	Argilla grigio scuro-nero 5Y 3/1 con riempimenti di gallerie di bioturbazione 5Y 5/2, diametro 2 - 5 mm, 20 %, piu' abbondanti verso il tetto. Inclusi frustoli carboniosi di 2 - 3 mm, 2 - 3 %. Contiene noduli arancioni di Fe-Mn di lunghezza 1 cm. Limite inferiore chiaro su 3 - 4 cm.		0					
150	180	Argilla 5Y 5/1 che tende a limo sabbioso verso la base. Screziature 7.5Y 4/6 subverticali 5 % ed alla base orizzontali che seguono il limite. Contiene "plaghe " piu' organiche di dimensione max 1 cm. Limite inferiore chiaro su 3 - 4 cm.		-		Fining upward			
180	360	Sabbie medie grigio-Gley 7.5YR 5/0.		-					



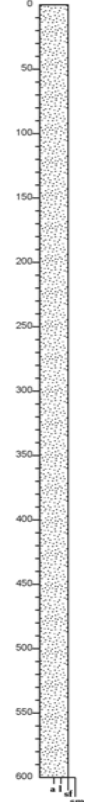


<b>Sondaggio:</b>		V08 (baracca, a 450 m da V01)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1725945 E	4996392 N
<b>Sezione:</b>		Villadose 1	<b>Comune:</b>		Villadose	
<b>Data:</b>		03-giu-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován	<b>Quota s.l.m.:</b>		0,3 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	50	Argilla debolmente sabbiosa 5Y 4-3/1 con screziature 5Y 4/3. Frammenti di laterizi max 1 cm rossastri, 2 - 3 %.	3			
50	75	Sabbia fine limosa - limo sabbioso 5Y 4/3 con screziature 7.5YR 5/8 ben contrastate specie alla base, 20 % (con resti di radici attuali, 1 %). Alla base colore 5Y 5/2 con accumulo di concrezioni max 3 - 4 mm, 5 %.	4		Coarsening upward	
75	115	Argilla scura 5Y 3/0 con gallerie di bioturbazioni e screziature arancioni 7.5YR 5/8. Noduli di CaCO3 irregolari, max 1 cm, 2 %, fino a 85 cm.	0, 2(*)		(*) nelle vicinanze dei noduli	
115	150	Argilla 5Y 6-5/1 con screziature 10YR 5/6. Resti di radici diametro 2 mm, lunghezza max 3 cm.	0-1			
150	180	Sabbia fine debolmente limosa 5Y 5-4/1 - Limite inferiore graduale.	2		Fining upward	
180	345	Sabbia media grigia 7.5YR 5/0. Limite inferiore chiaro.	2			
345	365	Argilla scura 2.5Y 3/0 torbosa con resti vegetali, 5 %.	1-2			
365	400	Torba 10YR 2/1 con resti vegetali legnosi, 10 %.	0			
400	420	Argilla limosa organica 7.5YR 4-3/0 con resti vegetali, 10 %.	0			
420	510	Argilla 7.5YR 6/0 con noduli carbonatici argillosi diametro 1 cm. Resti vegetali anche 1 cm, anche legnosi, 3 - 5 %.	-			
510	610	Argilla limosa con resti vegetali, 5 % e resti di gusci di gasteropode.	-			
610	637	Limo organico-torboso 10YR 3-2/1 con resti vegetali anche cm.	-			
637	645	Sabbia fine 7.5YR 4/0.	3			



Sondaggio:		V15 (a 120 m da V09)		Coord. Gauss-Boaga:		1725752 E		4996313 N	
Sezione:		Villadose 1		Comune:		Villadose			
Data:		18-giu-06		Provincia:		Rovigo			
Operatore:		Silvia Piovan		Quota s.l.m.:				0,4 m	
Prof. (cm)		Descrizione		HCl	C <sup>14</sup>	Note		Log	
0	50	Limo argilloso 2.5Y 4/2. Limite inferiore graduale.		4					
50	120	Limo con concrezioni di CaCO3 cm (anche di 1 - 2 cm) 2.5Y 4/4 e screziature 2.5Y 5/6 e 7.5Y 5/8, 20 %. Verso i 100 cm il colore di fondo diventa 2.5Y 4/2.		4					
120	180	Argilla debolmente limosa 5Y 4-3/1. Screziature 10YR 3/4, 5 - 10 %. Resti vegetali carboniosi sub-cm. Limite inferiore graduale.		0-1					
180	205	Limo sabbioso 2.5Y 4/2 con screziature 7.5YR 5/6. Limite inferiore graduale per cambio cromatico e per cambio granulometria.		4					
205	330	Prevalenza di sabbia fine-limosa 7.5YR 4/0 su argilla limosa 7.5YR 6/0 in rapporto 6:1. Laminazione piano-parallela. A 328 cm livello di argilla torbosa nera 2.5Y 2/0 di spessore 3 - 5 mm.		4					
330	408	Sabbia media-grossa Gley 7.5YR 4/0. A 350 cm resti di gasteropodi, 1 - 2 %. A 385 cm legno diametro 1.5 cm e lunghezza 1 cm. Limite inferiore netto.		4					
408	412	Argilla Gley 2.5Y 5/0 con resti vegetali, 5 - 10 %.		1					
412	485	Sabbia media-grossa Gley 7.5YR 4/0.		-					
485	500	Argilla torbosa, colore 2.5Y 3/2. Resti vegetali, 10 %.		0					
500	650	Argilla 7.5Y 4/0 con resti vegetali, 5 - 10 %. Laminazione piano-parallela.		0-1					



<b>Sondaggio:</b>		CO01		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734749 E	5006859 N
<b>Sezione:</b>		Cona 1		<b>Comune:</b>		Cona	
<b>Data:</b>		17-mar-07 e 04-apr-07		<b>Provincia:</b>		Venezia	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		3,2 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>		<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b> 
0	60	Arativo. Limo sabbioso.		-			
60	230	Sabbia media 10YR 4/3.		-		Sondaggio interrotto	
230	620	Sabbia grossa 7.5YR 4/2 con ghiaia, diametro max 3 mm, 1 %.		-		Sondaggio ripreso il 04/04/2007	

<b>Sondaggio:</b>		CO02	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734686 E	5007119 N
<b>Sezione:</b>		Cona 1	<b>Comune:</b>		Cona	
<b>Data:</b>			<b>Provincia:</b>		Venezia	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		0 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	30	Argilla 10YR 3/1. Frammenti di laterizi mm e radici, 1%. Limite inferiore netto.	3			
30	60	Argilla limosa 10YR 5/2 con screziature 10YR 5/6, 10%. Radici diametro max 1 mm, 1-2 %. Verso la base cominciano le screziature scure Gley15/N. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica.	3-4			
60	100	Argilla debolmente lomisa 10YR 3/1 con alto contenuto in resti carboniosi neri 10YR 2/1, 30-40 %. A 90 cm patina biancastra 10YR 8/1, probabilmente dovuta a dissoluzione di gasteropode. Da circa 90 cm iniziano le plaghe rosse (resti legnosi) cm 5YR 4/6.	2			
100	110	Argilla debolmente limosa 5Y 6/1-2. Gasteropode frantumato a 105 cm. Plaghe piu' chiare 5Y 6-7/1. Limite inferiore graduale.	4			
110	140	Limo debolmente argilloso 5Y 5/1-2 con screziature 5Y 4/3, 10 - 20 %. Limite inferiore graduale.	4			
140	225	Alternanze di limi sabbiosi e argille limose 5Y 4/1 con screziature sub-verticali arancioni 10YR 4/6 molto contrastate diametro sub-cm. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	3			
225	250	Argilla Gley1 5/N con screziature 10YR 5/6, 10 %, fino a 240 cm. Poi inclusi di sostanza organica carboniosa pluri-mm disposti secondo laminazione piano-parallela. Limite inferiore netto per aumento della sostanza organica.	2-3			
250	280	Torba argillosa Gley1 2.5/N con resti vegetali pluri-cm (forse simili a quelli di Pettorazza). Limite inferiore graduale per diminuzione della sostanza organica.	0			
280	430	Limo-argilla Gley1 5/N con inclusi di resti vegetali, 2-3 % sparsi. Concentrazione di sostanza organica tra 340 e 350 cm. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica.	3			
430	450	Argilla torbosa con resti vegetali, 20 %. Limite inferiore chiaro.	0			
450	570	Torba 7.5YR 2.5/1. Resti vegetali abbondanti, 30 %. Si frammenta, non compatta. Appare spugnosa.	0			
570	600	Argilla torbosa con resti vegetali, 20 %. Limite inferiore chiaro.	0			
600	630	Torba 7.5YR 2.5/1. Resti vegetali abbondanti, 30 %. Si frammenta, non compatta. Appare spugnosa.	0			
630	710	Argilla laminata con strato di resti vegetali tra 670 e 680 cm.	0-1			
710	720	Argilla Gley1 3/N compatta. Limite inferiore netto per cambio cromatico.	1			
720	725	Argilla Gley1 8/N bianca. Resti conchigliari sub-cm e vegetali, 1-2 %.	4			

<b>Sondaggio:</b>		CO03	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734868 E	5006440 N
<b>Sezione:</b>		Cona 1	<b>Comune:</b>		Cona	
<b>Data:</b>			<b>Provincia:</b>		Venezia	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		0,1 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	60	Arativo. Argilla limosa 5Y 3/1 con resti di radici mm, 2-3 %. Screziature 2.5Y 5/6 irregolari molto contrastate con, al nucleo, concrezioni di CaCO3 sub-cm. Limite inferiore graduale per cambio cromatico.	2-3			
60	165	Argilla debolmente limosa 5Y 2.5/1. Contiene resti vegetali mm, fibrosi, 1 % (frustoli e radici). Frammenti di gusci di molluschi, 1%. Gasteropode diametro 4 mm (tipo Helix) a 85 cm. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	-		Sondaggio interrotto	
165	220	Argille 2.5Y 5/1 con screziature 2.5YR 5/8. Verso 200 cm il colore di fondo diventa Gley1 5/N-10Y con screziature, 15-20 % 4.7YR 3/4. Concrezioni sferiche di CaCO3 diametro 2-3 mm, 1%. Resti di radici 2.5YR 3/3, 1 % diametro 1 mm. Limite inferiore chiaro	2-3		Sondaggio ripreso il 07/04/2007	
220	260	Limo sabbioso Gley1 3/N organico con resti vegetali scuri filamentosi. Limite inferiore netto per aumento di sabbia.	2			
260	420	Sabbia fine ricca in resti vegetali sub-cm, 20-30 %. Aspetto spugnoso. Da circa 315 cm diventa piu' schiettamente sabbiosa. Colore di fondo Gley1 4/N.	2			
420	430	Limo argilloso Gley1 5/N-10Y. Limite inferiore graduale.	2			
430	530	Torba con resti vegetali 10YR 2/1 con resti vegetali (tipo segatura di legno) ben digeriti. Limite inferiore graduale.	0	435-445 cm 2763-2192 a.C.		
530	600	Limo organico con resti vegetali, 10 %. Limite inferiore graduale.	1-2			
600	650	Torba 10YR 2/1 con resti vegetali legnosi, 5-10%. Limite infeiore netto.	0			
650	685	Argilla nera organica Gley1 2.5/N con resti vegetali fibrosi mm. Limite inferiore graduale.	0			
685	750	Strato di argilla limosa Gley1 8/1 tra 690 e 730 cm con concrezioni diametro max 2 cm, medie 3-4 mm. Sotto, argilla e limo Gley1 8/N con sabbia fine.	4		Probabile limite Pleistocene-Olocene.	













<b>Sondaggio:</b>	CO09 (195 m dalla curva verso la casa a sud)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>	1735000 E	5005945 N
<b>Sezione:</b>	Cona 1		<b>Comune:</b>	Cona	
<b>Data:</b>	30-giu-07		<b>Provincia:</b>	Venezia	
<b>Operatore:</b>	Silvia Piovani		<b>Quota s.l.m.:</b>	0 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	35	Argilla 7.5YR 3/2 molto organica con screziature 5YR 5/8. Contiene radici diametro max 1 mm, 1 %. Limite inferiore abrupto.	0		
35	50	Argilla organica 7.5YR 2.5/1 nera, compatta. Limite inferiore netto.	0		
50	60	Argilla Gley1 5/10Y. Bioturbazioni provenienti dal livello superiore. Limite inferiore chiaro per aumento della granulometria.	0		
60	110	Limo argilloso Gley1 5/N con screziature 7.5YR 5/8 ben contrastate di diametro 1 - 2 mm al nucleo. Limite inferiore chiaro. Tra 105 e 115 cm sabbia media dello stesso colore.	4		
110	200	Argilla Gley1 6/N con screziature 10YR 5/8-4/6. Resti di radichette, diametro 0.5 mm, 1 %. Limite inferiore netto.	3		
200	230	Argilla limosa 10YR 4/1 debolmente organica con resti vegetali cm. Limite inferiore netto su 2 cm per aumento della sostanza organica.	1		
230	255	Argilla torbosa laminata con resti vegetali anche carboniosi, 10 - 20 %. Limite inferiore netto.	0		
255	270	Argilla limosa 10YR 4/1 debolmente organica. Limite inferiore netto..	0		
270	340	Torba marrone molto scura 10YR 2/2 fino a 305 cm, poi nera 10YR 2/1. Limite inferiore graduale.	0		
340	370	Limo argilloso organico con resti vegetali mm, 10 %.	0-1		
370	440	Limo sabbioso 2.5Y 4/1, laminato, con resti vegetali anche cm, 5 %. Aumento della granulometria verso la base. Limite inferiore non definibile.	2		
440	505	Sabbia media Gley1 5/N. Limite inferiore chiaro su 5 cm per alternanza.	3		
505	700	Argilla Gley1 5/N con alternati livelli di torba/argilla-torbosa a 525 - 530 cm, 550 - 560 cm, 570 - 580 cm, 590 - 595 cm, 600 - 605 cm, 620 - 630 cm, 650 - 655 cm, 670 - 700 cm. Limite inferiore graduale per alternanza su 12 cm.	3 sull'argilla		
700	740	Argilla bianca Gley1 7/N. Concrezioni di CaCO3 diametro max 1 cm.	4	Probabile limite Pleistocene-Olocene	
740	760	Limo laminato.	4		
760	780	Sabbia medio-fine Gley1 6/10Y.	4		
780	800	Argilla Gley1 7/N. Concrezioni di CaCO3 diametro max 1 cm.	4		







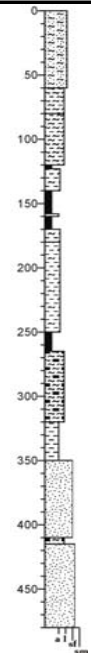




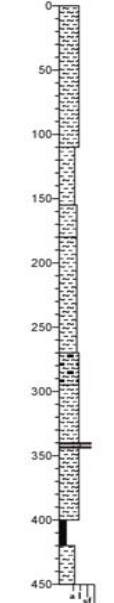


<b>Sondaggio:</b>		P07 (Localita' Munega (100 m a sud di P01))	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1735133 E	5000495 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1	<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		02-apr-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		0,7 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCI	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	60	-				
60	120	-				
120	160	-		Coarsening upward		
160	170	-				
170	180	-		Falda a 180 cm		
180	230	-				
230	290	-				
290	300	-				
300	360	-				
360	385	-				
385	405	-				
405	410	-				
410	425	-				
425	470	-				
470	500	-				

Sondaggio:		P08 (100 m a sud di P07)		Coord. Gauss-Boaga:		1735144 E	5000398 N
Sezione:		Pettorazza 1		Comune:		Pettorazza Grimani	
Data:		02-apr-06		Provincia:		Rovigo	
Operatore:		Silvia Piovani		Quota s.l.m.:		0 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCI	C <sup>14</sup>	Note	Log		
0	60						
60	80	-					
		4					
80	120	4					
120	123	1					
123	140	4 tetto, 1 base					
140	158	0-1					
158	160	4					
160	170	0-1					
170	180	1					
180	250	2					
250	265	1					
265	320	0-1					
320	350	3					
350	480	-					



<b>Sondaggio:</b>		P09 (Localita' Papafava)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734341 E	5001915 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1		<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		08-apr-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovani		<b>Quota s.l.m.:</b>		1,7 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>		<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	50	Arativo.		-			
50	118	Limo argilloso debolmente sabbioso 2.5Y 4/2 con screziature 10YR 4/6. Al nucleo 10YR 3/2, 20 %. Da 90 cm il colore di fondo diventa 10YR 5/2 (grigio-brunastro) con screziature. Radici 1 % (alberi ?). Limite inferiore netto.		3-4			
118	120	Intercalazione di limo organico 10YR 3/1 di 2 cm con screziature 10YR 4/6. Possibile laminazione piano-parallela.		3			
120	180	Sabbia fine limosa 2.5Y 4/4. A tratti piu' schiettamente limosa (tra 120 e 140 cm). Apparente andamento Coarsening Upward. A 145 cm concrezioni arenacee max 5-6 mm, 5 % di forma irregolare debolmente carbonatiche.		2, generale 2			
180	230	Limo debolmente argilloso 2.5Y 5/2 con screziature 10YR 4/6. Radici mm, 1 %. Noduli di Fe-Mn diametro 5 mm attorno a nuclei di argilla compatta (1-2 mm), 5 %. L'argilla ha colore 7.5YR 4/6. Limite inferiore diffuso (> 12 cm).		3-4			
230	280	Da 230 cm il colore diventa piu' grigio 5Y 4/1. Argilla limosa con screziature 7.5YR 4/6 diametro 0,5-1 cm sub-verticali lunghezza 3-4 cm. Limite inferiore graduale su 10 cm per aumento della sostanza organica.		4			
280	340	Torba con resti vegetali 2.5YR 2.5/0 nera.		0			
340	408	Limo organico 10YR 4/0 grigio scuro fino a 360 cm. Piu' sotto diventa quasi nero 10YR 5/0. Resti vegetali da mm a sub-cm.		0-1			
408	412	Torba ben digerita nera.		0			
412	450	Limo organico 10YR 4/0. Limite inferiore graduale su 10 cm.		0-1			
450	470	Argilla 7.5YR 5/0 con resti vegetali sub-cm, 5 %.		2			
470	485	Limo argilloso 7.5YR 5/0 micaceo.		4		Coarsening upward	
485	490	Limo argilloso 7.5YR 5/0 debolmente sabbioso.		4			

<b>Sondaggio:</b>		P10	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734512 E	5001620 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1	<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		08-apr-06	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>	<b>HCI</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	60	Arativo.	-			
60	110	Limo argilloso debolmente sabbioso 10YR 5/4 con gasteropodi (Viviparus), 1%. Inclusioni sub-cm carboniose. Limite netto irregolare.	4			
110	155	Argilla limosa 10YR 5/2 con screziature 10YR 5/8, 10 % e 5YR 5/4, 5 %. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	4			
155	180	Limo argilloso-argilla 7.5YR 5/0 con screziature 10YR 5/8, 20-30 % diffuse.	4			
180	270	Limo argilloso-argilla 10YR 4/0 con inclusi sub-mm carboniosi. Limite inferiore netto.	2			
270	295	Limo organico-torboso con resti vegetali carboniosi neri e non, 10YR 2/0.	0			
295	340	Limo argilloso 10YR 3/0 con resti vegetali sub-cm, 3-5 %.	2			
340	341	Sabbia fine-media grigia.	3-4			
341	343	Limo argilloso 10YR 3/0.	1-2			
343	344	Sabbia fine-media grigia.	3-4			
344	400	Limo argilloso 10YR 3/0. A 390 cm resti legnosi rossastri. Limite inferiore chiaro su 5 cm per aumento materiale torboso.	-			
400	420	Torba 2.5YR 2.5/0 nera.	0			
420	450	Argilla limosa 7.5YR 5/0 con macroresti ben conservati, 20 %.	1			

<b>Sondaggio:</b>	P11 (Papafava (20 m a est della casa del contadino anziano))		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>	1734622 E	5001426 N	
<b>Sezione:</b>	Pettorazza 1		<b>Comune:</b>	Pettorazza Grimani		
<b>Data:</b>	15-apr-06		<b>Provincia:</b>	Rovigo		
<b>Operatore:</b>	Silvia Piovani		<b>Quota s.l.m.:</b>	1,7 m		
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>		<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	50	Arativo.	-			
50	80	Limo argilloso-sabbioso 2.5Y 4/4. Carboni mm 1% e laterizi mm 1%. Frammenti di gusci di gasteropodi sub-cm, 1%. Limite inferiore graduale per aumento della sabbia e per cambio cromatico.	2-3			
80	140	Limo sabbioso 10YR 4/4. Concrezioni di CaCO <sub>3</sub> mm, 1% sparse.	2-3			
140	170	Limo sabbioso 10YR 4/3 con screziature 7.5YR 5/8 10% con plaghe sub-cm 2% di resti carboniosi e frammenti di gasteropodi 5%. Screziature grigie 10YR 5/2 3% che aumentano verso la base (dopo diventa il colore prevalente). Concrezioni mm sparse di CaCO <sub>3</sub> .	2-3			
170	200	Limo sabbioso e sabbia finissima 50% 10YR 4/3 e 50% 10YR 5/2 con screziature 7.5YR 5/8 20%.	2-3			
200	202	Sabbia media-fine colore 10YR 4/3. Limite inferiore netto.	3			
202	240	Limo sabbioso e sabbia fine 50% 10YR 4/3 e 50% 10YR 5/2 con screziature 7.5YR 5/8 20% gialle e grigie. Al tetto resti legnosi di 2 cm di lunghezza e diametro 1 cm. Patine di Fe-Mn 2% mm. Alla base limo argilloso. Screziature anche 2.5YR 5/4 rosa. Limite inferiore netto su 1 cm.	2-3			
240	255	Torba digerita mista debolmente laminata con resti vegetali 20% 2.5YR 2.5/0.	0			
255	265	Limo torboso nero con resti vegetali 20% 2.5YR 13/0.	2			
265	280	Sabbia media-fine torbosa 10YR 5-4/1 con resti vegetali 10%.	3			
280	380	Sabbia media-fine 10YR 4/1 con resti vegetali sparsi 2%, molto micacea.	3		Coarsening upward	
380	400	Sabbia fine limosa 10YR 4/1 con resti vegetali 5%.	2			
400	410	Argilla limosa con resti vegetali anche legnosi a 410 cm.	0			
410	430	Limo torboso-sabbioso grigio 10YR 4/0. Resti vegetali 20%.	1-2			
430	465	Torba laminata con resti vegetali 30%.	0			





<b>Sondaggio:</b>		P13 (tra P12 e P09 a lato della pista di decollo privata)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734363 E	5001861 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1		<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		15-apr-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		1,7 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>		
0	50	-					
50	70	-					
70	90	-		Fining upward			
90	270	-					
270	285	-					
285	295	-					
295	340	-					
340	370	-					
370	420	-					
420	460	-					



<b>Sondaggio:</b>		P15 (a 150 m da P05 nel pioppeto dietro le case)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734881 E	5001078 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1		<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		06-mag-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		3 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>		<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	30	Arativo.		-			
30	80	Sabbia media 10YR 5/3 che passa a 10YR 5/4 a 60 cm. Sabbia pulita.		3			
80	160	Sabbia fine debolmente limosa 10YR 4/4 con screziature 10YR 4/6 10 %. A tratti limo sabbioso 10YR 4/4 con screziature 7.5YR 4/6. Frammenti di resti di gasteropodi probabilmente acquatici di diametro max 3 mm.		2-3			
160	300	Sabbia media 10YR 5/3. Da 270 cm sabbia Gley 7.5YR 4/0. Diventa sabbia fine limosa a 270 cm. Limite inferiore graduale.		3-4			
300	365	Limo debolmente argilloso 5Y 4/1. A 335 cm incluso torboso di diametro 3-5 mm con resti fibrosi e frammenti di gasteropode schiacciato di diametro 5 mm.		4		Coarsening upward	
365	400	Limo torboso (non nero) costituito da resti vegetali cm molto ben conservati. Rapporto torba-limo argilloso 1:1.		1-2			
400	450	Limo argilloso 5Y 4/1. Contiene resti vegetali 10 %.		1			
450	470	Torba nera con resti vegetali molto ben conservati e abbondanti, 30 %.		0			
470	520	Argilla torbosa nera con resti vegetali.		0			
520	610	Sabbia media grigia con resti vegetali mm, 3-5 %.		3			
610	630	Argilla torbosa (torba fino a 617 - 624 cm) di colore 5Y 5/1.		0			

<b>Sondaggio:</b>		P16 (stradina pioppeto a 50 m da P05)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734995 E	5000930 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1		<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		06-mag-06		<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>		2,3 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log		
0	40	-					
40	140	-					
140	200	-					
200	230	-					
230	250	-					
250	290	-					
290	400	-	375 cm 1015-1226 d.C.				
400	450	-		Fining upward			
450	670	-					

<b>Sondaggio:</b>		P17 (Dietro alla casa, vicino al deposito)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734568 E	5001516 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1	<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		08-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován	<b>Quota s.l.m.:</b>		1,5 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	45					
40	85	3-4				
85	180	4				
180	270	3				
270	290	3				
290	300	3				
300	345	0				
345	410	1-2				
410	430	2				
430	510	0				
510	580	2 nella matrice, 4 sui noduli				
580	600	0				
600	720	2		Falda a 630 cm		

<b>Sondaggio:</b>		P18 (Proprietà Giovanni Chioetto detto "Macia" (*). Via U. Maddalena)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734818 E	5001105 N
<b>Sezione:</b>		Pettorazza 1	<b>Comune:</b>		Pettorazza Grimani	
<b>Data:</b>		08-set-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovàn	<b>Quota s.l.m.:</b>		3,4 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	45	Sabbia media-fine debolmente limosa 10YR4/4, Radici 1 %, mm.	3-4			
45	120	Sabbia fine 2.5Y4/3. Limite inferiore graduale.	3-4			
120	170	Sabbia fine 2.5Y5/2 con screziature 2.5Y4/3, 20 - 30 %, molto ossidato. Limite inferiore chiaro.	3-4			
170	240	Limo debolmente sabbioso 2.5Y5/2 con screziature 5YR4/6, 5 %. Frammenti di gusci di molluschi, mm, 1 %. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	3-4			
240		Sabbia media-fine 2.5Y5/2 con alternati strati di limo argilloso con screziature 2.5YR4/3, 5 %. Argilla a 280-283 cm, 320-330 cm (con strato di 2 cm di noduli di CaCO <sub>3</sub> , 10 %, biancastri 5YR8/1).	3-4			
350	400	Argilla limosa 2.5Y3/3 con resti vegetali carboniosi, mm, 1-2 %. Screziature 7.5YR4/6, 3 %. Apparente laminazione piano-parallela. Limite inferiore netto.	2			
400	470	Argilla debolmente limosa Gley1 5/N con screziature 7.5YR 4/6, 3 %. Che finiscono a 415 cm. Limite inferiore graduale per aumento della sostanza organica.	1			
470	485	torba 2.5Y2.5/1. Limite inferiore netto.	0			
485	520	Limo organico Gley1 4-3/5GY. Contiene resti vegetali anche cm, 5 - 10 %. Apparente laminazione piano-parallela. Limite inferiore graduale.	1-2			
520	540	Alternanze di sabbia-media e limo, 0.5 cm. Colore Gley1 4-3/5GY. Limite inferiore graduale per alternanze.	2			
540	630	Sabbia media Gley1 3/N. Limite inferiore abrupto (probabile erosione).	2-3			
630	640	Argilla limosa Gley1 3/N.	0			
640	710	Argilla torbosa 2.5Y 2.5/1 con resti vegetali anche cm, ben conservati. Limo 5 %.	0			
		(* Testimonia che durante l'alluvione del Po solo il vecchio argine rimaneva emerso mentre tutta l'area circostante era sommersa dall'acqua (livello dell'acqua circa 1.20 m sopra la pianura circostante).				

<b>Sondaggio:</b>		RA01 (proprietà Ferrati Diego)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734665 E	4996647 N
<b>Sezione:</b>		Ramalto 1	<b>Comune:</b>		Adria	
<b>Data:</b>		07-ott-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován	<b>Quota s.l.m.:</b>		0,5 m	
Prof. (cm)	Descrizione	HCl	C <sup>14</sup>	Note	Log	
0	110					
110	180	3				
180	230	3				
230	270	3-4				
270	370	2-3				
370	390	2-3				
390	400	2-3				
400	420	1-2				
420	500	0				
500	690	3-4				
690	730	2				
		0				





<b>Sondaggio:</b>		RA03 (proprietà Ferrati Diego, campo 6 m a sud dal canale Valdentro)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734640 E	4996718 N
<b>Sezione:</b>		Ramalto 1	<b>Comune:</b>		Adria	
<b>Data:</b>		13-ott-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piovan	<b>Quota s.l.m.:</b>		1 m	
<b>Prof. (cm)</b>		<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	65	Arativo. Limo argilloso 5Y 4/2 con frammenti di pietrisco, 1 %, diametro massimo 1 cm.	3			
65	110	Limo 5Y 4/1 con screziature 5Y 5/6, 5 %, poco contrastate. Limite inferiore graduale.	3-4			
110	190	Limo sabbioso 5Y 4/2 con screziature 3.5Y 4/4, 10 %, mediamente contrastate. Limite inferiore graduale per cambio cromatico e diminuzione della granulometria.	3-4			
190	400	Limo sabbioso con resti vegetali di dimensioni medie 1 cm, 5 %, massima 2 cm. Noduli soffici di CaCO <sub>3</sub> diametro 4 mm, %. Apparente laminazione piano-parallela. A tratti limo debolmente argilloso tra 215-220 cm, 305-310 cm e 380-400 cm. Colore Gley1 3/N.	2-3			
400	460	Limo Gley1 3/N con resti vegetali cm, 10 %. Gusci di gasteropodi ( <i>Viviparus</i> ) a 400 cm e 415 cm (il primo diametro 5 mm ed il secondo diametro 15 mm). Limite inferiore graduale per diminuzione della granulometria.	2			
460	550	Limo argilloso (argilla e limo) Gley1 5/N con resti vegetali, 120 %. Bioturbazioni tra 530 e la base. Limite inferiore graduale.	1-2			
550	595	Limo organico torboso con frammenti di guscio di gasteropode a 595 cm, diametro 2 cm. Limite inferiore netto.	0-1			
595	615	Argilla debolmente limosa e torbosa Gley1 4/N a laminazione sub-piano-parallela. Limite inferiore netto.	0-1			
615	625	sabbia fine-media Gley1 4/N. Limite inferiore abrupto.	1			
625	630	Argilla limosa e torbosa Gley1 3/10Y. Limite inferiore chiaro.	-			
630	660	Torba Gley1 2.5/10Y. Limite inferiore netto per alternanza. Resti vegetali (probabilmente <i>Fragmites</i> ).	0			
660	800	Argilla Gley1 5/N con resti vegetali, 10 %, con concrezioni di CaCO <sub>3</sub> disposte secondo laminazione piano-parallela, diametro 2-3 cm, soffici tra 600 e 665 cm, 1-2 %.	2			



<b>Sondaggio:</b>	RA05 (tra scolo Valdentro ed Adigetto)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>	1734611 E	4996755 N
<b>Sezione:</b>	Ramalto 1		<b>Comune:</b>	Adria	
<b>Data:</b>	20-ott-07		<b>Provincia:</b>	Rovigo	
<b>Operatore:</b>	Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>	2,5 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	50	Limo sabbioso 2.5Y 4/2 con resti di radici di 1 mm, 1 % e frammento di guscio di <i>Planorbis</i> a 80 cm, diametro 5 mm.	3		
50	150	Argilla limosa e limo 2.5Y 4/3 con frammenti di gusci di gasteropodi, 1% (di acqua dolce). Screziature 7.5YR mediamente contrastate, 2-3 % e frammenti carboniosi di radici, 1 %. Limite inferiore graduale per aumento della granulometria.	2-3		
150	250	Limo debolmente sabbioso 5Y 4/2 con screziature 10YR 4/6 poco contrastate, 10 %. Cambio cromatico a 250 cm. Limite inferiore graduale.	2		
250	305	Limo sabbioso Gley1 4/N con screziature 10YR 4/6, 20-30 %, a plaghe, mediamente contrastate. Limite inferiore graduale per alternanze.	2		
305	355	Alternanze di sabbia fine limosa e limo Gley1 3/N - 5/N (lamine di 5 mm) in rapporto 1:1. Limite inferiore netto.	2		
355	620	Sabbia media-grossa Gley1 3/N. Resti vegetali legnosi a 570 cm. Limite inferiore indefinibile.	2		
620	720	Limo argilloso Gley1 3/10Y.	1-2		



<b>Sondaggio:</b>	RA07 (all'angolo tra le scoline a sud dell'edificio di Fasanara)		<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>	1734289 E	49977582 N
<b>Sezione:</b>	Ramatlo 1		<b>Comune:</b>	Adria	
<b>Data:</b>	02-nov-07		<b>Provincia:</b>	Rovigo	
<b>Operatore:</b>	Silvia Piovan		<b>Quota s.l.m.:</b>	-0,8 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>
0	95	Limo 2.5Y 4/2 con screziature 7.5YR 4/6, 3% mediamente contrastate tra 50 e 95 cm. Radici sub-mm, 1 %. Limite inferiore chiaro.	2		
95	135	Argilla debolmente limosa Gley1 2.5/N fortemente bioturbata (plaghe mm di colore Gley1 4/N). Screziature 5YR 4/6, 3 %, mediamente contrastate. Limite inferiore chiaro su 5 cm per cambio cromatico.	2		
135	195	Argilla Gley1 5/N-10Y con screziature mm Gley1 3/N, 10 %, mediamente contrastata. Apparente laminazione piano-parallela. Resti vegetali mm, 5 %. Limite inferiore chiaro su 5 cm per alternanza.	1-2		
195	210	Argilla limosa organica Gley1 3/10Y con resti vegetali mm, 30 %. Limite inferiore graduale per diminuzione della sostanza organica.	0		
210	230	Argilla Gley1 5/N-10Y con screziature mm Gley1 3/N, 10 %, mediamente contrastata. Apparente laminazione piano-parallela. Resti vegetali mm, 5 %. Limite inferiore chiaro su 5 cm per alternanza.	1	Come in 135-195	
230	250	Argilla torbosa Gley1 2.5/10Y con resti vegetali mm, 30-40 %.	0		
250	300	Argilla Gley1 5/N con resti vegetali pluri-mm, 5-10 %. Limite inferiore chiaro per aumento della granulometria.	2		
300	390	Sabbia fine-limosa Gley1 5-4/N con lamine di limo sabbioso 5:1 di spessore medio 1-2 mm, massimo 5 mm. Resti vegetali sparsi, 1-2 %. Limite inferiore graduale (la sabbia e' piu' pulita).	2-3		
390	570	Alternanze di sabbia media-fine Gley1 5-4/N e argilla limosa Gley1 7/N di spessore 3-4 mm tra 405-410 cm, in rapporto 1:1. Lamine di sabbia con resti vegetali mm , 20 %, 2.5YR 4/1 tra 525-530 cm ed a 565 cm.	-		
570	630	Alternanza sabbia fine - limo sabbioso con spessori 5 mm, in rapporto 2:1, Gley1 5/N - 3/N (granulometria che diminuisce verso il basso ). Laminazione piano-parallela. Limite inferiore graduale per alternanza.	2		
630	660	Limo argilloso Gley1 5/N-10Y a laminazione piano-parallela di spessore 2-3 mm. Alcune lamine sono piu' chiare, Gley1 6/N-10Y, in rapporto 5:1. Limite inferiore graduale.	2		
660	720	Argilla limosa Gley1 5/N-10Y con resti vegetali pluri-mm, 5-10 %. Verso 700 cm anche pluri-cm (probabilmente fusti e radici di Fragmites). Limite inferiore netto su 2 cm.	0		
720	820	Torba Gley1 2.5/N con resti vegetali gialli 10YR 6/6, 30 %, laminati.	0		



<b>Sondaggio:</b>		RA09 (100 m a nord di RA08)	<b>Coord. Gauss-Boaga:</b>		1734185 E	4997801 N
<b>Sezione:</b>		Ramalto 1	<b>Comune:</b>		Adria	
<b>Data:</b>		10-nov-07	<b>Provincia:</b>		Rovigo	
<b>Operatore:</b>		Silvia Piován	<b>Quota s.l.m.:</b>		-0,4 m	
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>HCl</b>	<b>C<sup>14</sup></b>	<b>Note</b>	<b>Log</b>	
0	230	Limo debolmente sabbioso 2.5YR 4/1 con screziature mediante contrastate 7.5YR 4/6, pluri mm. Limite inferiore netto su 2 cm. Radici, 1 %, mm. Diventa sabbioso a 60 cm.	2-3			
230	270	Limo organico-torboso 2.5Y 2.5/1 con resti vegetali carboniosi cm, 10 % e non carboniosi, 10 %, cm. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	0			
270	300	Limo grigio Gley1 5/1 - 4/1. Limite inferiore chiaro su 5 cm.	3			
300	325	Torba 2.5Y 2.5/1. Resti vegetali 30 %. Limite inferiore netto su 2 cm.	0			
325	400	Argilla debolmente limosa Gley1 4/N con resti vegetali disposti secondo laminazione piano-parallela, 10 %. A 338-342 cm livello di argilla torbosa. Limite inferiore netto.	0-1			
400	408	Argilla torbosa Gley1 3/N. Limite inferiore netto.	0			
408	440	Argilla debolmente limosa Gley1 5/N con reti vegetali, 10 %, disposti a laminazione piano-parallela. Limite inferiore chiaro per alternanza.	0-1			
440	455	Torba 2.5Y 2.5/1. Limite inferiore netto.	0			
455	475	Argilla limosa Gley1 5/N con resti vegetali, 5 %. Laminazione piano-parallela su 2 - 3 mm.	2			
475	500	Limo debolmente sabbioso Gley1 5-6/N a laminazione piano-parallela su 1 - 2 mm con resti vegetali 3- 5 %. Limite inferiore graduale per alternanza (aumento della granulometria).	3			
500	790	Intervallo costituito da alternanze di sabbia fine e sabbia fine-limosa e limo, cosi' costituito: in 500 - 535 cm sabbia fine limosa laminata Gley1 4/N con accumulo di resti vegetali laminati 2 - 3 mm (520 e 530 cm), in rapporto 1:1 con la sabbia. I resti vegetali hanno colore 5YR 3-4/1. In 535-555 cm limo Gley1 4.5/N con resti vegetali 3 - 5 %. In 555 - 630 cm sabbia fine-media in rapporto 2:1 con limo ricco in resti vegetali, 5 %, di colore 5YR 3-4/1. A 560 cm frammenti di gusci di gasteropodi e bivalvi, 1 %, dimensione massima 3 mm. In 630 - 665 cm limo Gley1 5/N a laminazione piano-parallela con lamine di 1-2 mm. In 665-675 cm sabbia fine Gley1 4-5/N. In 575-790 cm argilla limosa Gley1 5/N.	2-3			
790	795	Torba 2.5Y 2.5/1.	0			

