

ALMA MATER STUDIORUM A.D. 1088
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Scienze Geologiche

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali

Relazione di Laurea

Interpretazione geoarcheologica di un
contesto di scavo di età romana presso Cervia
(Ravenna)

Candidato:
Alessio Rizzieri

Relatore:
Prof. Stefano Cremonini

Sessione Ottobre 2016
Anno Accademico 2015-2016

Indice

Riassunto	pag.1
Capitolo 1 Introduzione	2
1.1 Occasione dello studio	2
1.2 Obiettivi	2
Capitolo 2 Contestualizzazioni	2
2.1 Ubicazione geografica	2
2.2 Geomorfologia	3
2.2.1 Generalità	3
2.2.2 Le saline di Cervia	6
2.3 Dati archeologici	9
2.4 Geologia	12
2.4.1 Tettonica	15
2.4.2 Subsidenza	16
2.5 Livello del mare Adriatico settentrionale in età antica	18
Capitolo 3 Materiali e metodi	19
Capitolo 4 Dati	20
4.1 Geomorfologia locale	20
4.2 La stratigrafia di Valle Felici	21
4.3 Dati di cantiere	22
4.3.1 Settore A	23
4.3.2 Settore B	25
4.3.3 Settore C	28
4.4 Campionamento paleontologico	33
Capitolo 5 Discussione	35
5.1 Interpretazione genetica delle stratigrafie	35
5.2 Altre considerazioni	37
5.3 Considerazioni sul livello del mare in età antica	37

Capitolo 6	Conclusioni	39
Ringraziamenti		39
Bibliografia		39
Sitografia		40

RIASSUNTO

Lo studio riguarda l'analisi stratigrafica tridimensionale di un contesto di scavo presso la località Pinarella di Cervia (Ravenna).

Il lavoro è consistito nella realizzazione di cinque colonne stratigrafiche e relative osservazioni utili alla correlazione di queste, dalle quali è stato possibile ricostruire l'evoluzione dell'assetto ambientale nell'arco temporale compreso tra l'età romana (20 a.C-20 d.C.) ed il Medioevo.

Il contesto stratigrafico rilevato mostra una chiara evidenza trasgressiva da età romana su ambienti continentali preromani. In un ambito areale limitato si sono osservate facies costiere giacenti su depositi fini lagunari e palustri.

Il rinvenimento di alcune strutture archeologiche romane, di ancora non certa destinazione funzionale, ha permesso di formulare considerazioni sulla quota del livello del mare in età romana, riconosciuta a 2,60/2,70m al di sotto del livello marino attuale.

Si è notato come la regressione forzata caratteristica dell'ambiente padano, in questo ambito sia molto limitata e tarda (successiva al VII sec. d.C) e sia avvenuta ad opera dell'accrezione dell'apparato deltizio del Savio nella sua ala destra.

Parole chiave: geoarcheologia, costa emiliano-romagnola, spiaggia, Olocene, livello mare, Cervia

CAPITOLO 1

Introduzione

1.1 Occasione dello studio

L'occasione dello studio presente è stata fornita da un grande scavo eseguito per la realizzazione di un nuovo svincolo stradale multiplo in sostituzione dell'attuale incrocio tra la S.S. Romea e l'ex S.P. 71 Bis "Cervese". Nell'ambito del cantiere industriale, in osservanza agli articoli di legge vigenti, è stato attivato un cantiere di sorveglianza archeologica. Sotto la direzione scientifica della Soprintendenza dei Beni Archeologici della Regione Emilia-Romagna, su invito della dott.ssa Chiara Guarnieri, ispettore archeologo della Soprintendenza dei beni archeologici dell'Emilia-Romagna, e dietro richiesta scritta al Soprintendente Archeologo dott. L. Malnati, si è avuto accesso alla cantieristica in oggetto.

1.2 Obiettivi

Il lavoro si è posto come fine:

- Lo studio del tema stratigrafico, cercando di identificare ambienti e processi che lo hanno originato e come questi si sono evoluti nel corso del tempo.
- Valutazione dei rapporti interni e geometrici esistenti tra i vari ambienti/sottoambienti.
- L'eventuale comprensione della destinazione funzionale delle strutture antropiche di età antica rinvenute in scavo.

CAPITOLO 2

Contestualizzazioni

2.1 Ubicazione geografica

L'area oggetto dello studio (Fig.1 e 2) è ubicata in provincia di Ravenna, a Sud del centro abitato di Cervia, in località Pinarella. Le coordinate geografiche WGS 84 del punto baricentrale del cantiere sono 44° 13' 57" N, 12°21'38" E. Dista dalla linea di costa attuale 1,3 km e dalle saline di Cervia 0,7 km.

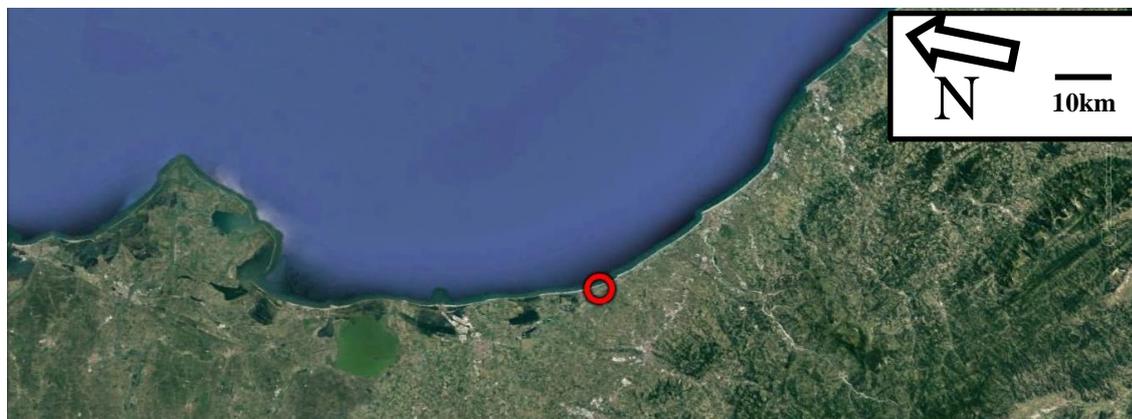


Fig.1 - Ambito costiero emiliano-romagnolo ed ubicazione (doppio cerchio) dell'area di scavo (Google Earth, 14/12/2015).



Fig.2 - Area del cantiere stradale presso l'incrocio della S.S. Romea – ex S.P.71 Bis “Cervese” (Google Earth, 13/3/2015).

2.2 Geomorfologia

2.2.1 Generalità

Il gradiente topografico della pianura cesenate a destra del fiume Savio fino all'area costiera scende progressivamente e in maniera regolare con direzione SO-NE fino alla zona costiera. Il più importante corso d'acqua in prossimità dell'area di studio è il fiume Savio, con andamento SO - NE, che rispecchia quello dei fiumi principali della Romagna (Cibin *et al.*, 2005). Tale area è dominata dal dosso fluviale del Savio per la pianura alluvionale medio-bassa e per la parte costiera, dall'evoluzione del sistema deltizio dello stesso. In destra idrografica del Savio gli autori riconoscerebbero una pluralità di piccoli paleovalvei (Castiglioni *et al.*, 1997) ma non si hanno certezze riguardo ad origine ed età di questi. Il complesso deltizio pare che non esistesse in età tardo-antica (Cremonini, 1995a). La sedimentazione è di età medievale o comunale e questo trova riscontro anche nell'area del riminese dove la progradazione costiera aumenta notevolmente a partire dal periodo comunale (Cremonini, 1995a).



Fig.3 - Geomorfologia dell'area cervese
(Castiglioni *et al.*, 1997)

Sono visibili almeno tre diverse fasi di accrezione del sistema deltizio del Savio (Fig.4), evidenziate da altrettanti insiemi di cordoni di accrezione deltizia separati da superfici erosive. La prima superficie, quella più antica, giace in corrispondenza dell'attuale S.S. Romea. La seconda e la terza, comprendono una serie di cordoni aventi distribuzione areale modesta ma geometricamente visibile a indicare il momento di acme della fase progradazionale. La terza si presenta geometricamente appuntita. La presenza e lo sviluppo del delta hanno causato progressivamente la progradazione della linea di costa verso Est, con conseguente disattivazione della sequenza di spiaggia nell'intorno dell'area oggetto dell'intervento di scavo.

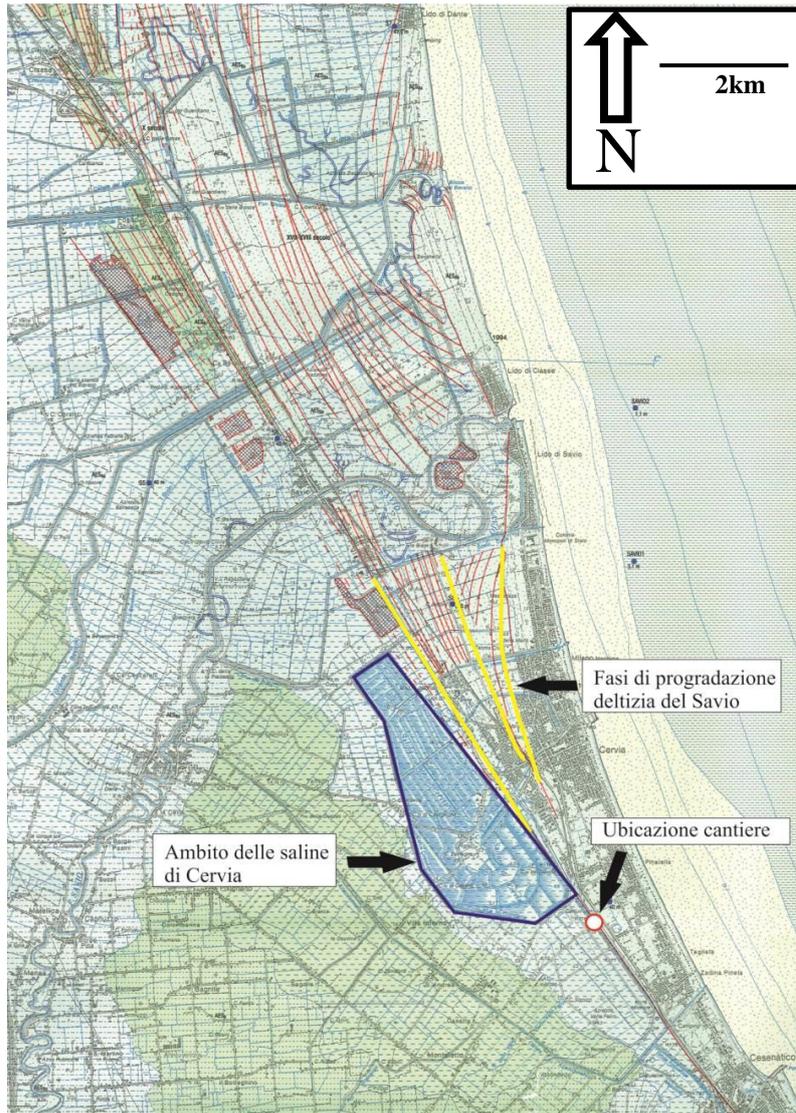


Fig.4 - Fasi di accrezione deltizia del Savio (colore rosso) (Cibin *et al.*, 2005)

La posizione delle saline di Cervia è resa possibile dalla presenza di un ambito topografico che ha portato allo sviluppo di un ambiente originariamente microlagunare indotto dalla trasgressione eustatica olocenica sulla superficie della pianura medio-tardo olocenica. Nella porzione medio-bassa della pianura cesenate sono presenti alcuni rii naturali, drenanti le aree superiori della pianura che trovano e trovano recapito nella porzione più bassa della fascia retrocostiera, immediatamente a monte della S.S. Romea, zona occupata sia dalle saline cervesi sia dalla ex Valle Felici, ora bonificata. In quest'ultima area è di interesse la presenza di due corsi, Rio Granarola e Rio della Valle, che nella cartografia storica, sia I.G.M (100 I SE, 1894) sia della metà dell'800 svolgevano la funzione l'uno di limite meridionale alla saline di Comacchio e l'altro agente di bonifica entro il comprensorio, allora palustre, della ex Valle Felici.



Fig.5 - Carta storica (R. E.R., 1999)

2.2.2 Le saline di Cervia

Dal punto di vista storico sembra che solamente dal IX-X secolo d.C. sia nota la produzione e commercializzazione di sale nel cervese (Medri, Marzella, 2005) e si ritiene che le saline di Cervia siano più recenti di quelle limitrofe di Comacchio. La storia di Cervia nel corso dei secoli coincide con lo sviluppo economico e politico delle sue saline. Inizialmente la produzione del sale era autonoma e a conduzione familiare dove ad ogni salinero veniva assegnata un'unica salina. Successivamente, le saline erano riservate alle famiglie signorili o ecclesiastiche ma nel 1920 sono divenute monopolio di Stato.

Il numero delle saline è variato nel corso del tempo in base alla richiesta di mercato e a questioni politiche. L'inizio dell'industrializzazione della costa dell'alto adriatico a partire dagli anni '50, ha reso necessario una riorganizzazione delle saline che è avvenuta nel 1959. La trasformazione dello stabilimento ha portato una riduzione delle 149 saline in un sistema a raccolta unica, l'utilizzo di strumentazioni tecnologiche al fine di ridurre le spese e la manodopera, e lo sfruttamento dell'intera superficie dell'area salifera di 827,7 ettari anziché i tre quinti come avveniva precedentemente.



Fig.6 - Complessità dei rapporti interni tra le vasche salanti e le loro ridotte dimensioni precedentemente alla riorganizzazione industriale del 1958 (Carta storica R. E.R, 1999)

Il ciclo produttivo del sale consiste inizialmente nella fase di pompaggio dell'acqua marina destinata alla prima e poi alla seconda zona evaporante, dove viene mantenuta con battenti di 15-20cm. Successivamente, per caduta naturale, l'acqua passa nella quarta e poi nella terza zona evaporante (battente di 10cm) fino a raggiungere la saturazione. I primi ossidi a precipitare sono quelli di ferro, seguiti da carbonato di calcio, solfato di calcio e infine cloruro di sodio. La raccolta dei sali viene effettuata una volta all'anno, solitamente alla fine di agosto. L'attività produttiva comporta la sedimentazione di fanghi limosi salini scuri ricchi in sostanza organica, che conferiscono un potere terapeutico (Medri, Marzelli, 2005).



Fig.7 - Fanghi limosi neri delle saline di Cervia



Fig. 8a – Vasche salanti presso le saline di Cervia (Foto: Stefano Cremonini)



Fig. 8b (Foto: Stefano Cremonini)

2.3 Dati archeologici

Si utilizzano i dati archeologici per valutare il carattere di affioramento o di sepoltura degli orizzonti stratigrafici e gli apporti sedimentari sviluppati attraverso il tempo. La bassa pianura cesenate tra la Via di Confine e la zona delle saline di Comacchio / Valle Felici, che mostra ancora traccia di una centuriazione di età romana perpendicolari alla via stessa, reca in affioramento tutti i siti di età romana (Bertani, Migani, 1997b: siti 18, 17, 16, 20, 26, 27, 35). Due eccezioni estremamente interessanti si registrano immediatamente a ridosso della Romea: il sito 13, del VI secolo d.C e il sito 36, di età del Bronzo.

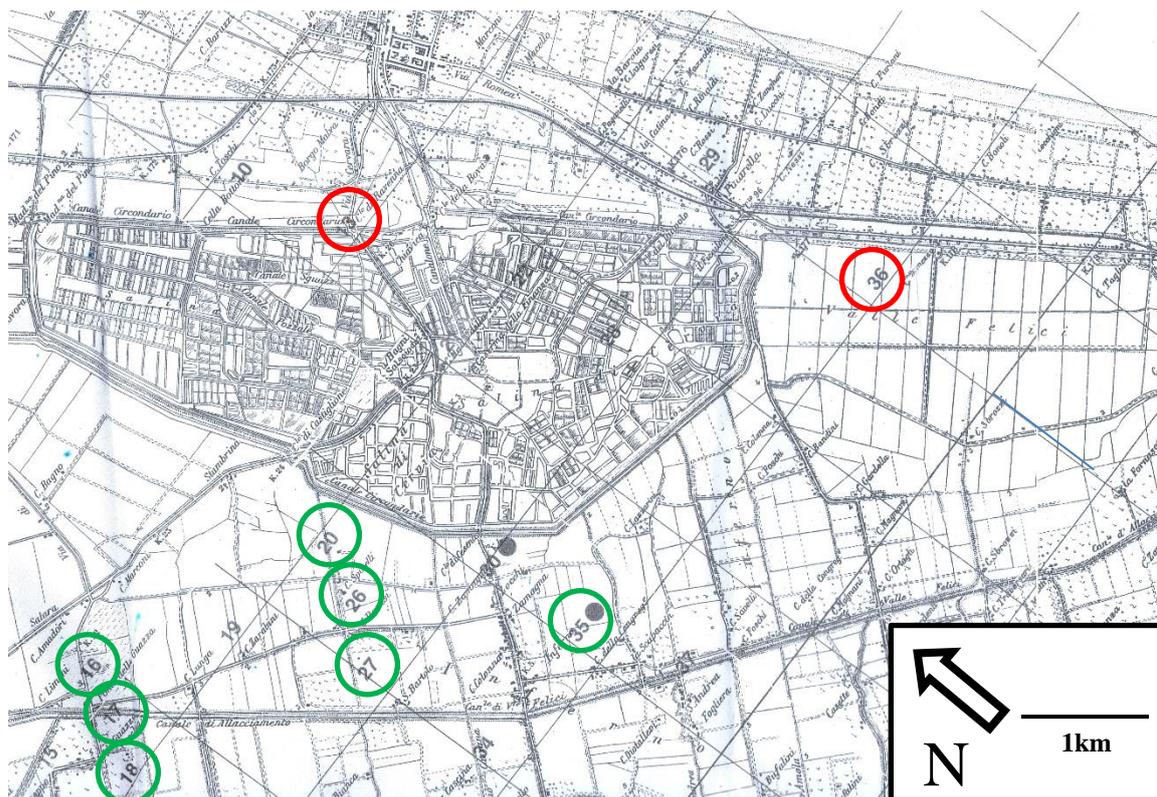


Fig.9 - Carta archeologica del Cervese. I cerchi verdi indicano i siti di età romana mentre quelli rossi la Chiesa di San Martino “*prope litus maris*” (n.13) e l’abitato di Valle Felici (n.36) (Bertani e Migani, 1997b).

Il sito 13, situato in località Podere Mariona, ad Ovest di Cervia, riguarda il rinvenimento a 2m di profondità di un pavimento a mosaico di una chiesa paleocristiana sorta all’incirca nel VI secolo, identificata come San Martino “*prope litus maris*” (Bertani e Migani, 1997b). L’appellativo “vicino alla riva del mare” fornisce chiare informazioni ambientali relative alla posizione della linea di costa nella tardo-antichità. Conoscendo la situazione paleoambientale del sito, e considerata l’età di costruzione del medesimo, uno spessore di 2 metri a copertura del piano pavimentale sembrerebbe leggermente eccessivo. Volendo comunque considerare valido questo valore, nel caso che i sedimenti di copertura siano a componente prevalentemente sabbiosa, si potrebbe ipotizzare la presenza di un apporto eolico dall’antico litorale marino prospiciente l’edificio sacro; in alternativa potrebbe ipotizzarsi la presenza sulla verticale del sito di uno spessore di materiale di riporto recente o facies di crollo, peraltro non individuate, legate all’edificio stesso.

In età romana, presso l'asse di elongazione di Valle Felici, posizionata a 250-500 m a SW del cantiere di studio, correva la via Popilia (Cremonini, 1995a; Rigato, 2006). Lungo la Popilia (Fig.10) sorgeva probabilmente l'antica *Ficocle* (forse l'attuale Prato della Rosa) successivamente trasformata in *Cervia Vecchia*, cuore storico della salina. Solo nella prima metà del XVIII secolo (1697-1750) verrà abbandonata per insostenibilità igienico-ambientale e verrà rifondata nel luogo attuale (Medri, Marzelli, 2007). In età antica infine non si hanno testimonianze sulla presenza della Via Romea. Una disamina della dimensione stratigrafica delle successioni sedimentarie a copertura dei siti archeologici in rapporto alla variazione del livello del mare è trattata in Cremonini (1994).

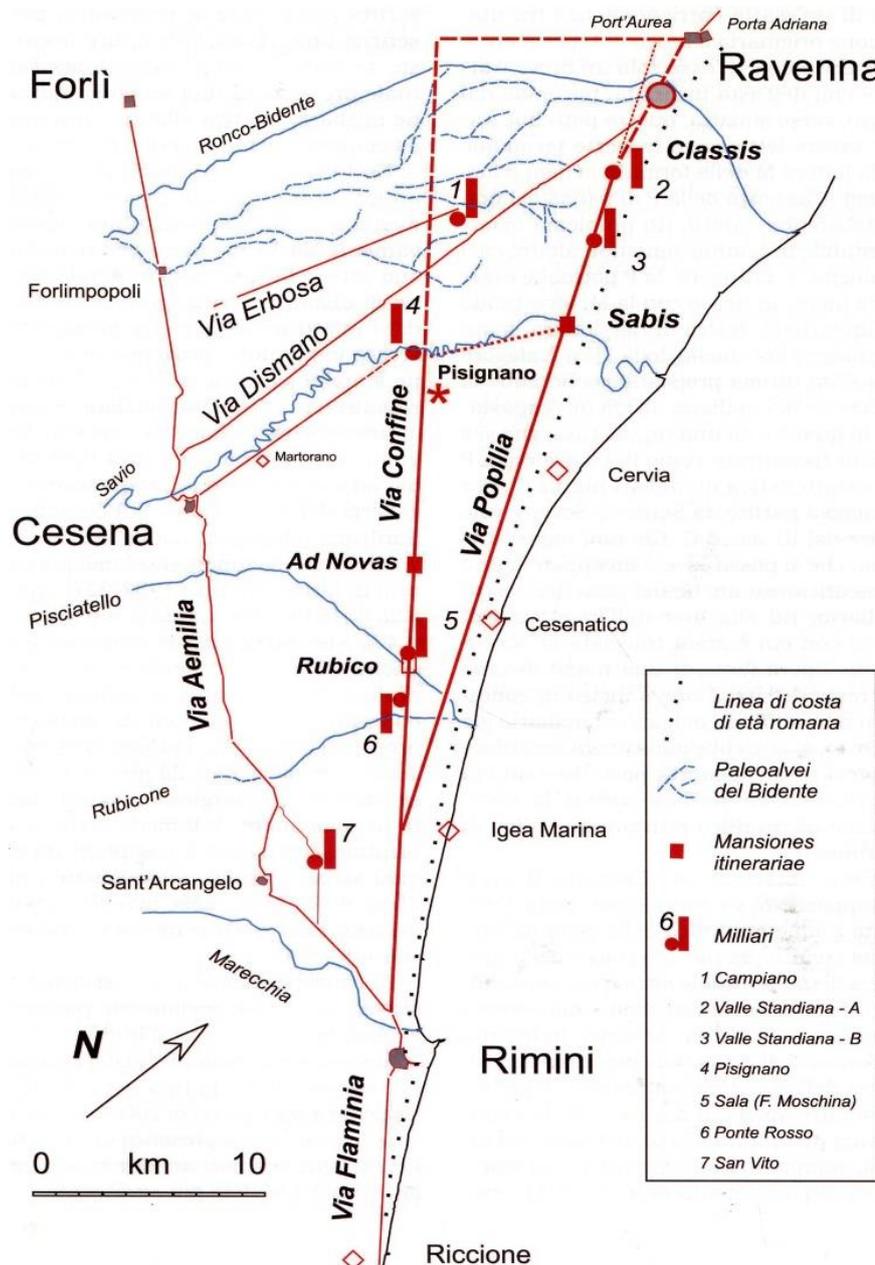


Fig.10 - Traccia della Popilia (Rigato, 2006)

Il sito 36 invece riguarda il ritrovamento di un insediamento dell'età del Bronzo medio. È ubicato lungo il "Collettore Sbrozzi", 70 m a Sud della S.P "Cervese" (Fig.11). Lo scavo ha messo in luce tre livelli di occupazione, i cui due livelli superiori hanno spessori di 10-20cm, alternati a due livelli sterili spessi 5cm quello superiore e 10cm quello inferiore (Veggiani, 1971). L'abitato di Valle Felici rappresenta per ora la più antica testimonianza della presenza umana nel territorio cervese. La sequenza stratigrafica dello scavo è riportata di seguito (Fig.12).



Fig.11 - Sito di Valle Felici (CTR, 1970)

0m = Livello del mare attuale	
-0,80m = Piano di campagna attuale	
- 0,80 / - 1,40m	Arativo
-1,40/ -1,80m	Terreno alluvionale
-1,80/ - 2m	Sabbie
-2/ -2,10m	Argilla gialla di fiume
-2,10/ -2,20m	Primo livello antropico del Bronzo
-2,20/ -2,25m	Livello sterile
-2,25/ -2,44m	Secondo livello antropico
-2,44/ -2,54m	Argilla blu sterile con molte tracce di erbe palustri (SIC)
-2,54/ - 2,60m?	Terzo livello antropico che poggia su un focolare in posto

Fig.12 - Stratigrafia di Valle Felici

2.4 Geologia

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo è l'unità stratigrafica che comprende tutti i depositi quaternari continentali affioranti e tutti i sedimenti nel sottosuolo ad essi correlati (Ricci Lucchi *et al*, 1982). Questi ultimi sono costituiti da depositi deltizio-alluvionali che oltre la pianura costiera passano a depositi marini. I depositi alluvionali progradano da Ovest ad Est e contemporaneamente si ha spostamento nella stessa direzione dei depositi deltizi e costieri.

Il Supersistema può essere suddiviso in due sistemi: AEI, Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore e AES, Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore.

AEI, il più antico tra i due e presente solo nel sottosuolo, è costituito da alternanze cicliche di depositi fini (argille e limi in prevalenza) e depositi grossolani (sabbie e talvolta ghiaie) riferibili rispettivamente a facies di piana alluvionale e di piana fluvio-deltizia e costiera.

AES invece è affiorante prevalentemente nella sua unità stratigrafica più recente AES8 (Subsistema di Ravenna). In affioramento AES è costituito da ghiaie e sabbie di canale fluviale, alternanze limoso-argilloso-sabbiose di tracimazione fluviale (argini e piane inondabili), argille palustri e da sabbie litorali. Nel sottosuolo della pianura AES è costituito da alternanza di argille organiche, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale e subordinata e secondariamente deltizio e costiero (Cibin *et al*, 2005).

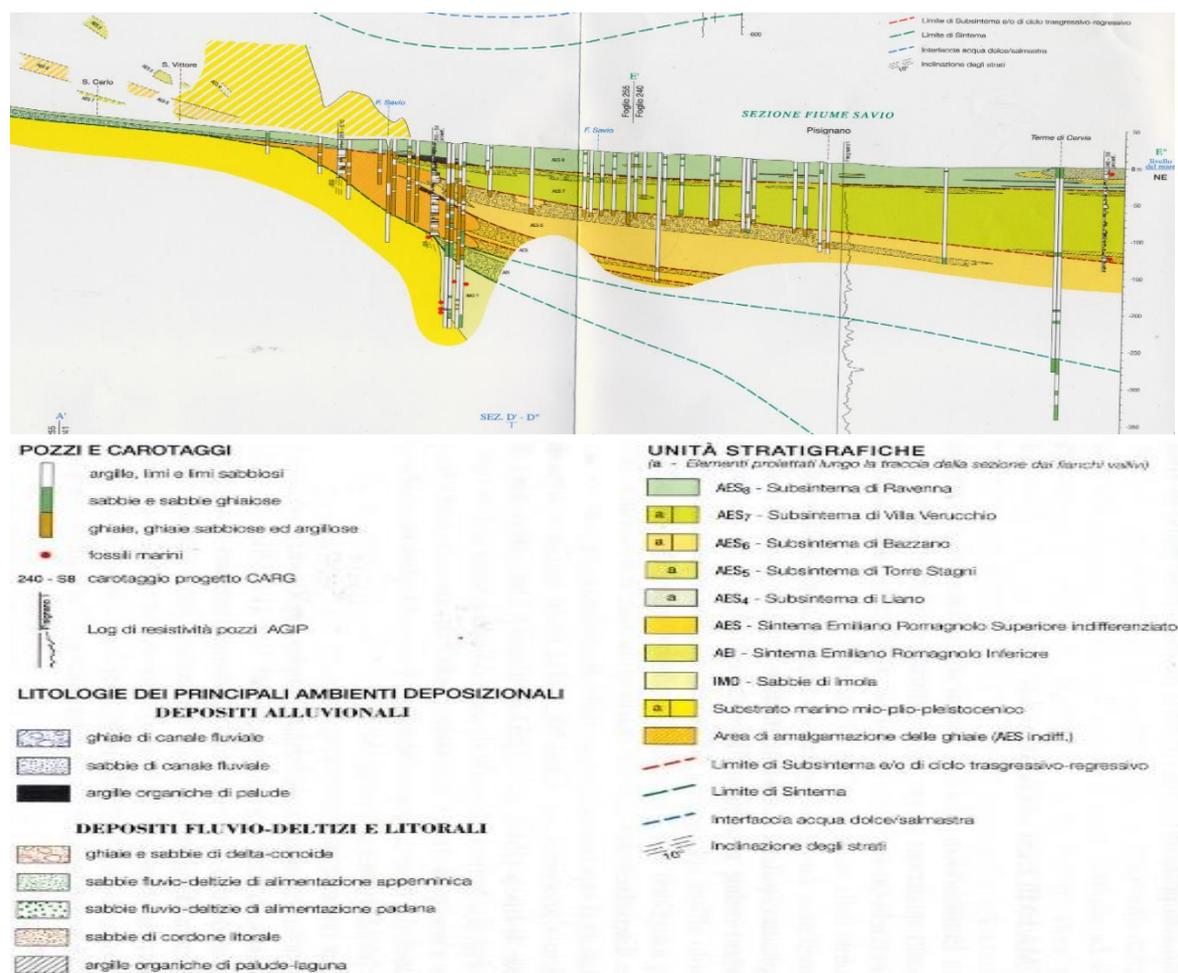


Fig.13 - Unità stratigrafiche del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) (Cibin *et al.*, 2005)

Per inquadrare il contesto stratigrafico generale dello scavo, si può utilizzare il sondaggio regionale 241 – S1, eseguito a soli 0,3km in direzione Nord – Est dall’area di interesse.

Il carotaggio (Fig.14), assunto come zero il piano di campagna, mostra una porzione di cordone litorale costituito da una serie di depositi essenzialmente sabbiosi presenti sia in superficie che nel sottosuolo, aventi in questa zona spessore di circa 7m ma in progressivo ispessimento fino a 25m verso NE. Questi cordoni rappresentano una sequenza di progradazione costiera che può essere suddivisa in alcune litofacies: una prima, direttamente affiorante, rappresentata da 1-3m di duna eolica con sabbie ben cernite. Una seconda litofacies costituita da sabbie limose alternate a limi sabbiosi di fronte deltizio, per poi diventare nuovamente sabbia di ambiente di spiaggia (battigia e prima spiaggia sommersa). Il cordone termina poi con sabbie e sabbie limose di barriera trasgressiva.

Dopo le sabbie si ha una potente successione di 30m costituito da un’alternanza di sabbie, limi e argille di tracimazione fluviale dove non c’è stata la distinzione dei depositi di argine e rotta fluviale da quelli di piana inondabile.

Questa successione talvolta è interrotta da depositi argillosi o limosi di ambiente palustre - lagunare ma soprattutto da argille o argille-limose variamente organiche. I depositi di palude-laguna sono sia affioranti (come nelle saline di Cervia) sia nel sottosuolo. I depositi di palude-laguna direttamente affioranti corrispondono a depositi di retrocordone, in contatto netto con il cordone litorale sabbioso, mentre quelli nel sottosuolo, potrebbero rappresentare aree interdistributrici di piana deltizia. Hanno spessore di circa 1m. Talvolta questi depositi possono presentare lenti più grossolane, limoso-sabbiose, che stanno ad indicare episodi di washover provocati da eventi di ingressione marina all’interno di un ambiente deposizionale tipicamente fluviale.

Le argille variamente organiche vengono spesso chiamate anche argille nere o torbe, proprio per il colore grigio-nerastro conferito loro dalla materia organica. Gli orizzonti più sottili possono essere interpretati come momenti palustri in una facies di piana inondabile, mentre quelli più spessi, potrebbero essere state ambienti palustri dolci di area interfluviale. Hanno spessore di 1-2m. Lateralmente questi livelli fanno passaggio a sabbie di cordone litorale (Cibin et al., 2005).

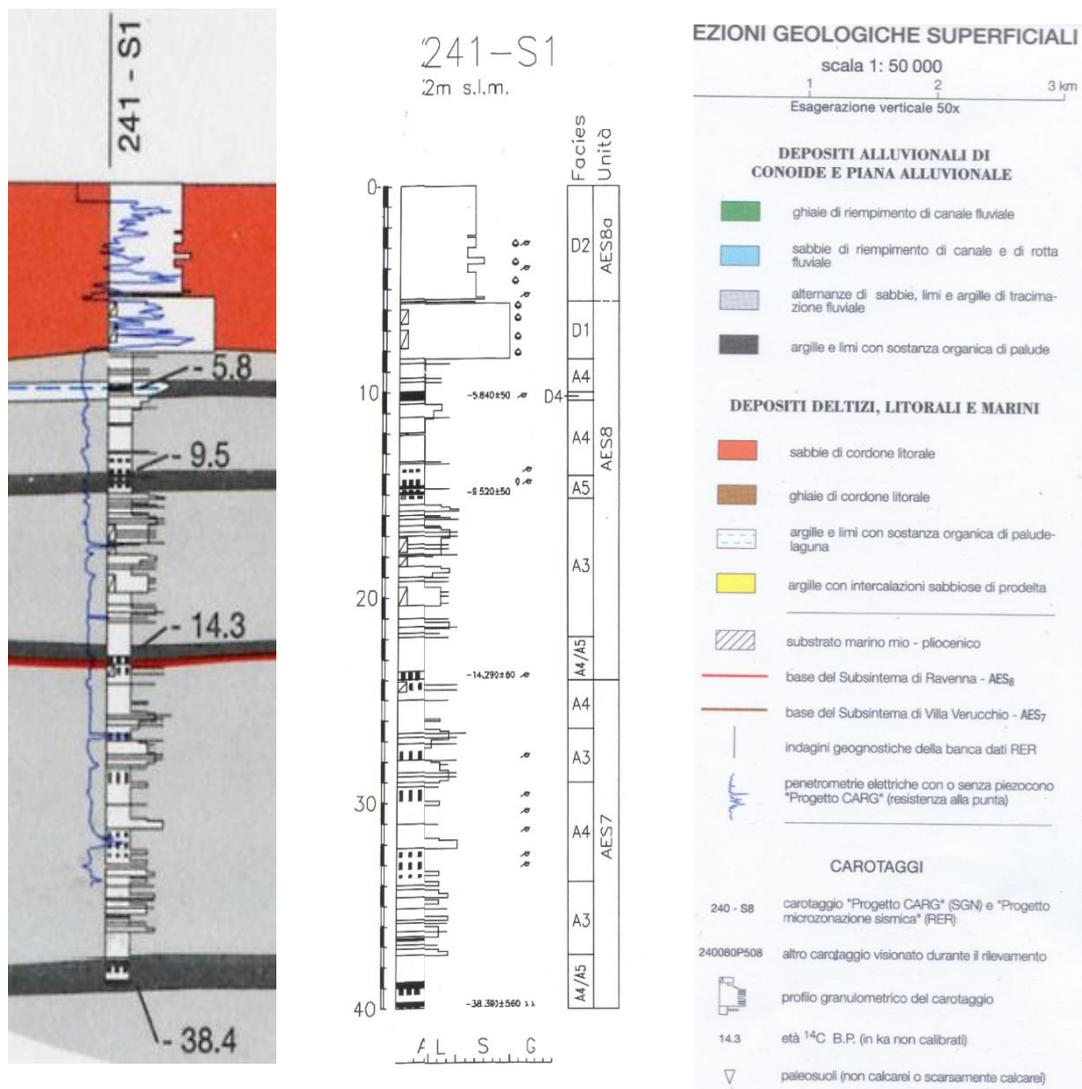


Fig.14 - Stratigrafia del carotaggio regionale 241-S1 (Cibin *et al.*, 2005)



Fig. 15 - Carta geologica di superficie. Il cerchio indica l'area di studio. In rosso le sabbie di cordone litorale (Cibin *et al.*, 2005)

2.4.1 Tettonica

Il contesto tettonico si è generato per regime compressivo lungo il fronte sepolto della catena appenninica, dove lo scontro tra la microplacca Adria e placca Europea ha portato Adria a sottoscorrere quella Europea (Balocchi, 2011).

Tale regime compressivo ha determinato sovrascorrimenti con geni di strutture arcuate. Nella parte meridionale della Pianura Padana (Ferrarese, bassa Romagna e Ravennate), se ne contano tre e rappresentano le porzioni più avanzate della catena appenninica. Da Ovest verso Est sono: l'arco del Monferrato, l'arco Emiliano e l'arco di Ferrara. Quest'ultimo si può ulteriormente suddividere in pieghe ferraresi, romagnole e adriatiche, tutte ricoperte dalla spessa coltre di detriti alluvionali della Pianura Padana.

Sulla verticale dell'area di studio la base dei depositi pliocenici giace a 2300m di profondità su di una "scaglia" tettonica di piccole dimensioni delimitata da tre sovrascorrimenti (Fig.16).



Fig.16 - Assetto strutturale con pieghe e thrust dei depositi plio-pleistocenici della pianura cervese (Cerrina Ferroni *et al.*, 2002)

2.4.2 La subsidenza

Tutto il settore centrale e orientale della Pianura Padana è soggetto a fenomeni di subsidenza: questa mostra un generale aumento lungo l'asse mediano fino al punto di culmine nel ravennate (Arca, Beretta, 1985), in fase subsidente dal Pliocene medio. La subsidenza naturale è causata da diversi fattori quali tettonica e isostasia. Fino agli anni '50 del secolo scorso la subsidenza nel ravennate è stata indotta da sole cause naturali: nel cervese questa risulterebbe stimabile in 1,25 mm/anno (Fig.17) (Elmi *et al.*, 2003).



Fig.17 - Tassi di subsidenza naturale lungo la costa romagnola durante il Quaternario (Elmi *et al.*, 2003)

Adottando come marker i corpi litoranei sabbiosi cliniformi dello stadio isotopico marino 5.5 (MIS 5.5), identificati fino a 30km oltre la linea di costa attuale, la subsidenza naturale negli ultimi 125ka è quantificabile in 0,6-0,8 mm/anno (Fig.18) (Ferranti *et al.*, 2006).

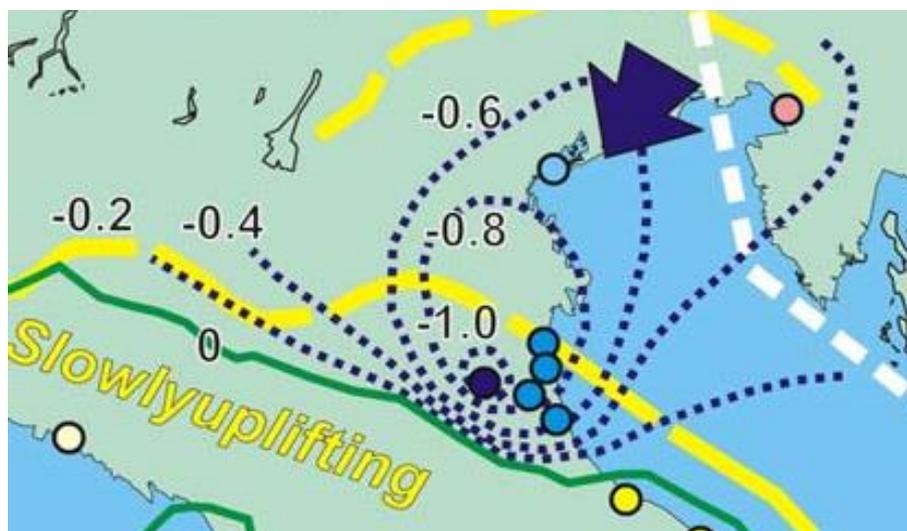


Fig.18 - Tassi di subsidenza naturale lungo la costa altoadriatica negli ultimi 125ka (Ferranti *et al.*, 2006).

Nell'ultimo sessantennio, si è generata una subsidenza di tipo artificiale che è andata a sommarsi a quella naturale. Nel periodo 1950-1990 (Bondesan *et al.*, 2001) viene stimata una subsidenza totale di 49 cm, pari a 12mm /anno. Le due componenti determinano attualmente un movimento verticale locale negativo nell'area cervese di 6mm/anno (Fig.19) (Arpa, 2013). Pertanto dal 1990 al 2015 si è registrato un abbassamento ulteriore di 9cm.

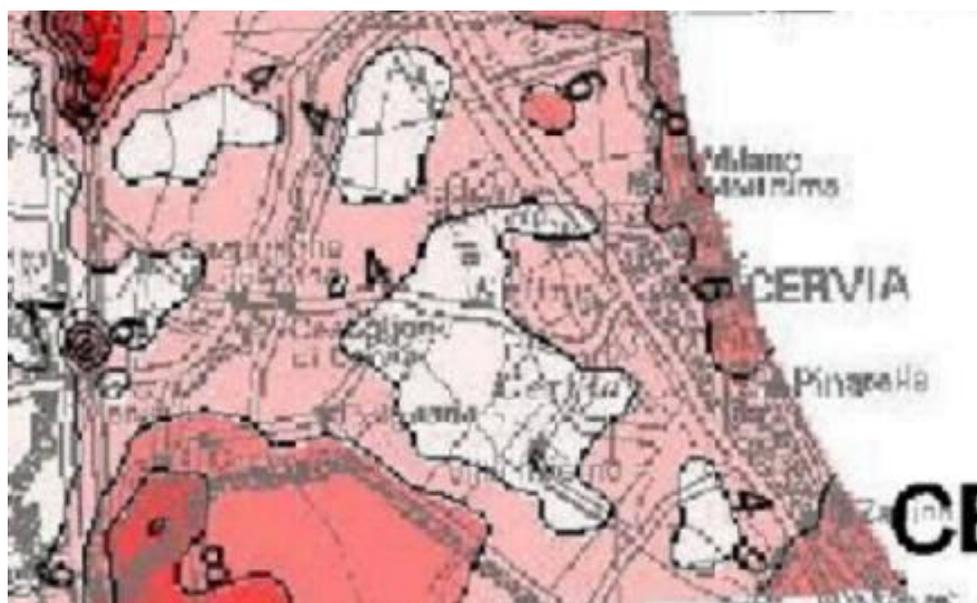


Fig. 19 - Tassi di subsidenza totale della costa emiliano-romagnola per il periodo 1992-2000 misurati con stazioni permanenti GPS (Arpa, 2013).

2.5 Livello del mare Adriatico Settentrionale in età antica

L'aumento eustatico del livello marino è geologicamente molto rapido, infatti nell'ultimo periodo glaciale che ha interessato la Terra il livello del mare era circa 120m più basso rispetto a quello attuale (Lambeck *et al.*, 2004; Lambeck, Purcell, 2005; Vacchi *et al.*, 2016). La variazione del livello del mare è il risultato di diversi fattori quali eustatismo, glacio-idro-isostasia e tettonica (Lambeck *et al.*, 2004). Il primo è globale, mentre gli altri due variano da luogo a luogo. La glacio-idro-isostasia è il processo che tiene conto della somma di due componenti: la prima riguarda gli effetti che la fusione delle calotte glaciali induce sulla crosta terrestre in termini di movimenti verticali come risposta al carico rappresentato dall'accrescimento delle coltri o dall'alleggerimento dovuto al loro scioglimento; la seconda, le variazioni del fondale marino dovute all'incremento (o decremento) della colonna d'acqua, a sua volta causato dallo scioglimento (accrescimento) dei ghiacci in conseguenza del riscaldamento (raffreddamento) globale (Antonioni, Silenzi, 2007). Alcuni studi hanno cercato di delineare la variazione del livello del mare nell'Adriatico Settentrionale. Il modello matematico di Lambeck *et al.* (2004) (Fig.20) suggerisce che 2000 anni fa il mare fosse 0,75 m più basso rispetto a quello attuale, di 2,50 m 4000 anni fa e di 5 m 6000 anni rispetto al presente.

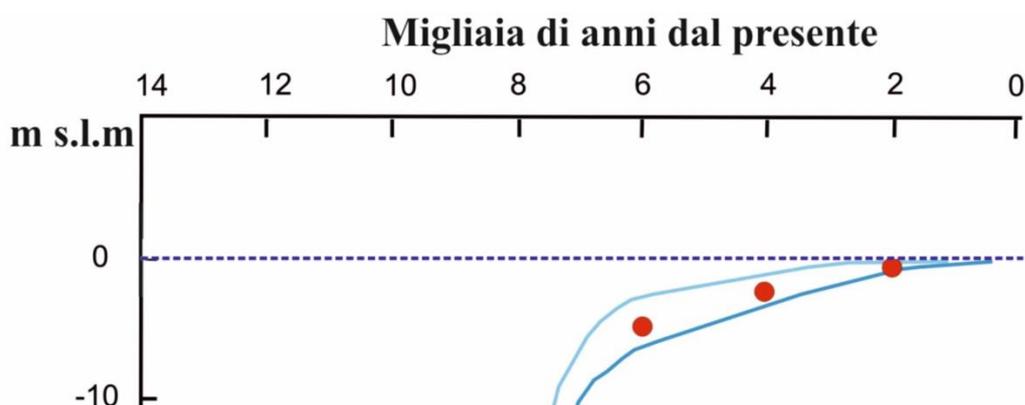


Fig.20 - Risalita del livello del mare lungo la costa regionale emiliana (Lambeck *et al.*, 2004)

Gli ultimi studi effettuati (Vacchi *et al.*, 2016), basati sull'analisi dei taxa di ambienti lagunare e palustre e marker archeologici indicherebbero livelli relativi del mare come indicato nella tabella sottostante.

Tabella 1 - Livello dell'Adriatico Settentrionale rispetto a quello attuale lungo la costa regionale emiliana

12,9 ka BP	-53 ± 0,9 m
12,2 ka BP	-43 m
10 ka BP	-23,3 ± 0.8 m
9,2 ka BP	-20 ± 0,8 m
8,2 ka BP	-15,1 ± 1,5 m
7,1 ka	-8,3 ± 1,5 m
6 ka BP	-7,6 ± 0,8 m
5,0 – 4,5 ka BP	-4,1/-4,6 m
4,5 – 1,8 ka BP	Mancanza di dati
1,7 – 1,2 ka BP	-2,8 m
0,8 ka BP	-2,5 ± 0,7 m

CAPITOLO 3

Materiali e metodi

- La fase iniziale dello studio ha previsto cinque giorni di campagna per rilevare cinque colonne stratigrafiche con letture di quote stratimetriche già corrette rapportate alla verticale, descrizione della granulometria, attribuzione dei colori secondo le tavole Munsell, strutture sedimentarie interne, rapporti laterali ed eventuali evidenze di strutture archeologiche. Sono stati prelevati 19 campioni totali, 7 dei quali fossiliferi e sottoposti ad analisi macropaleontologica ad opera del prof. Daniele Scarponi dell'università di Bologna.
- Si è fatto riferimento alla cartografia archeologica (Bertani, Migani, 1997b) per valutare il carattere di affioramento o di sepoltura degli orizzonti stratigrafici e gli apporti sedimentari sviluppati attraverso il tempo.
- Sono stati eseguiti due profili altimetrici, il primo dei quali, utilizzando le quote fornite dalla CTR (1970), che ha permesso di inquadrare il contesto geomorfologico locale. Ha lunghezza 1,7km e si estende da Valle Felici fino alla linea di costa attuale. A questo è seguito un secondo profilo che coinvolge circa l'area del cantiere, realizzato con le quote fornite dall'assistenza tecnica cantieristica e a cui sono successivamente state ancorate le colonne stratigrafiche rilevate.

CAPITOLO 4

Dati

Si illustrano tutti i tipi di dati utilizzati in questo lavoro, sia quelli rilevati in campagna sia quelli desunti dalla bibliografia. Vengono illustrati soltanto i dati stratigrafici principali acquisiti e non la totalità delle osservazioni svolte.

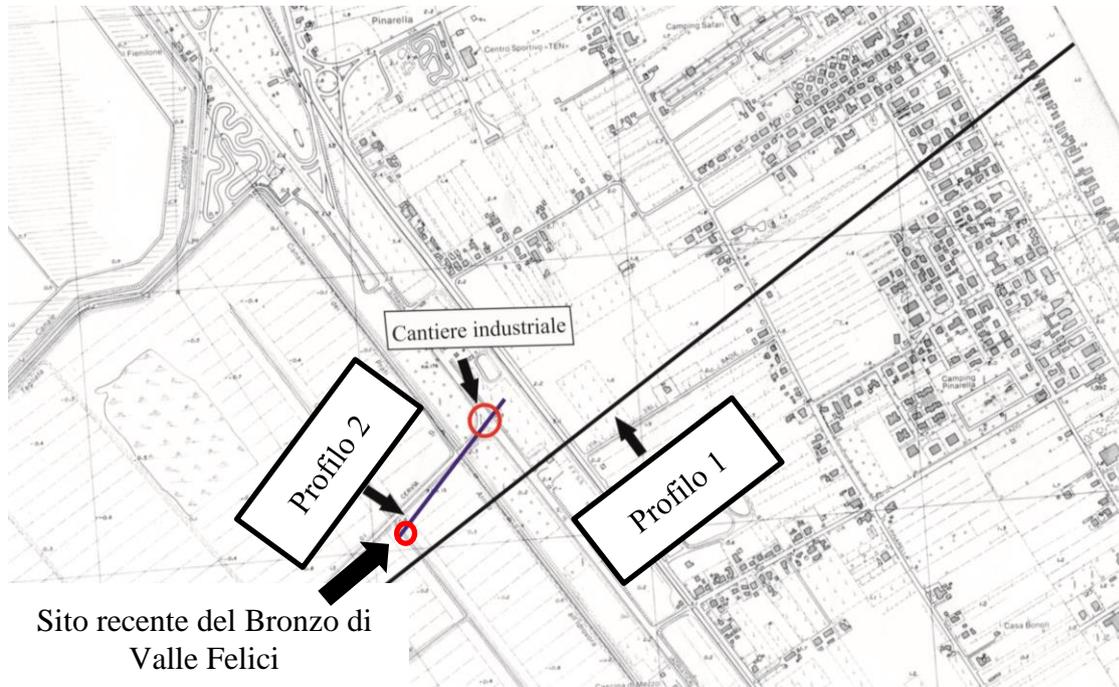


Fig.21 - Ubicazione degli elementi di interesse (CTR, 1970)

4.1 Geomorfologia locale

In base a quanto indicato precedentemente, la porzione di territorio interessata dagli interventi cantieristici vede il tracciato della S.S. Romea come elemento di separazione, a oriente, tra ambiti di accrescimento della porzione terminale dell'ala destra del delta cuspidato del fiume Savio da un ambito territoriale occidentale di genesi più antica, giacente a quote più basse del precedente di quasi 2 m. Per chiarezza sono state riportate anche le ipotetiche superfici erosive di separazione tra le varie fasi di accrescimento del delta.

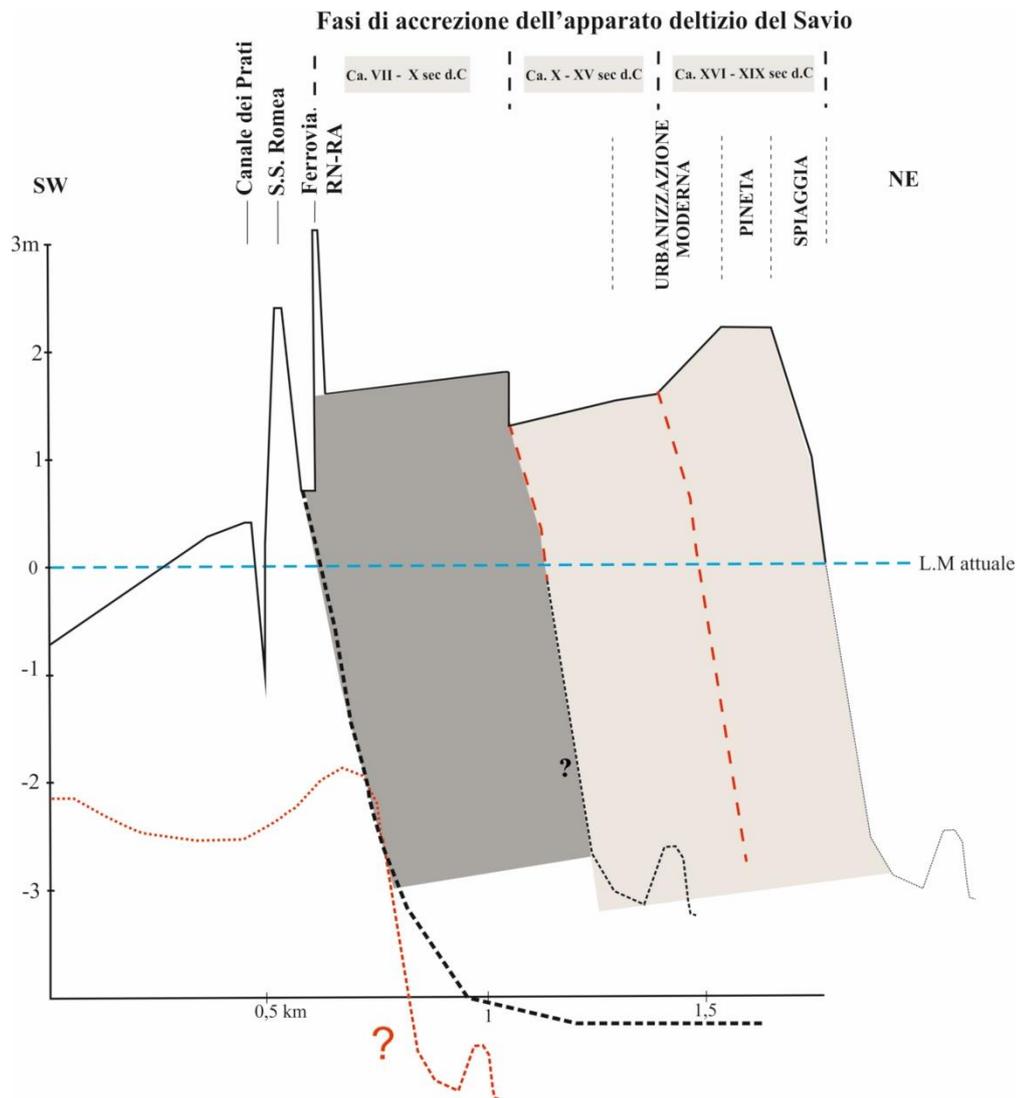


Fig.22 - Profilo topografico attraverso l'area di studio

4.2 La stratigrafia di Valle Felici

Utilizzando i dati pubblicati da Bermond (1970) (cfr. fig.12, pag.11), si è graficata la stratigrafia del sito di Valle Felici segnalato da Veggiani (1971) che si riporta qui di seguito. Le carenze e la terminologia usata sono approssimativi derivando da una descrizione eseguita da tecnici di un altro ambito disciplinare.

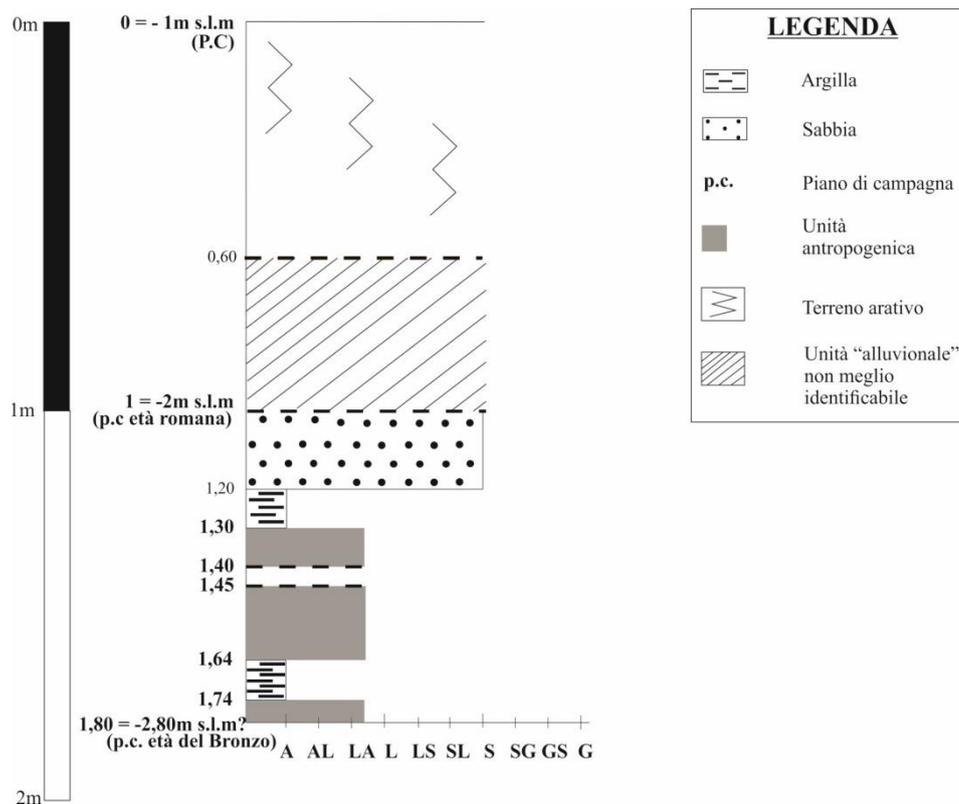


Fig.23 - Stratigrafia di Valle Felici (Bermond, 1970)

4.3 Dati di cantiere

L'ubicazione dell'area di cantiere e scavo archeologico è riportata di seguito (fig.24).

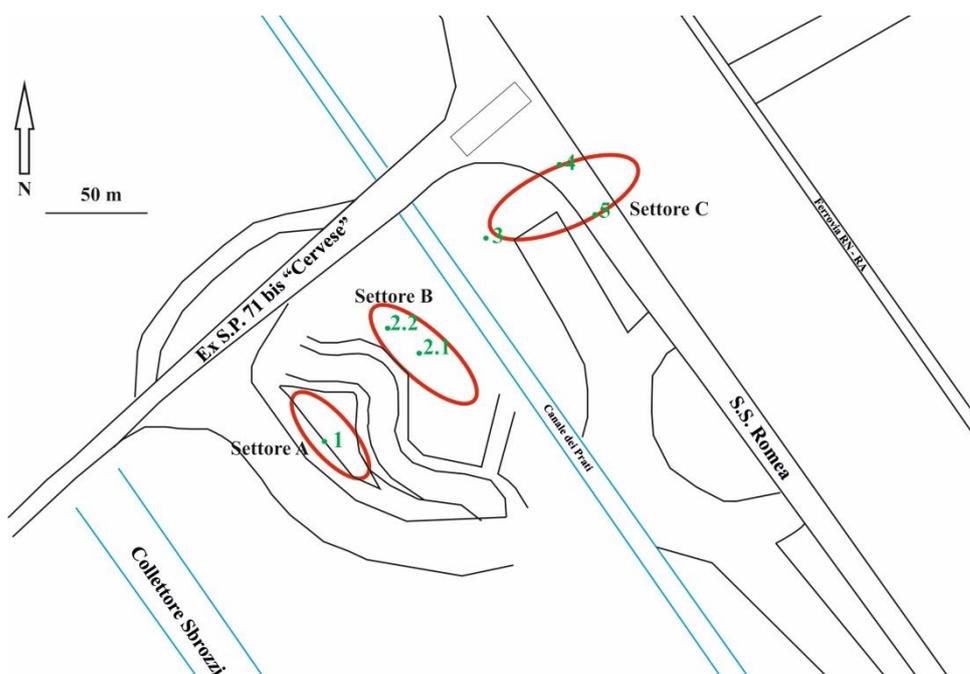


Fig.24 - Planimetria dei settori di scavo (A,B,C). È anche riportata l'ubicazione delle singole stratigrafie rilevate (1-5).

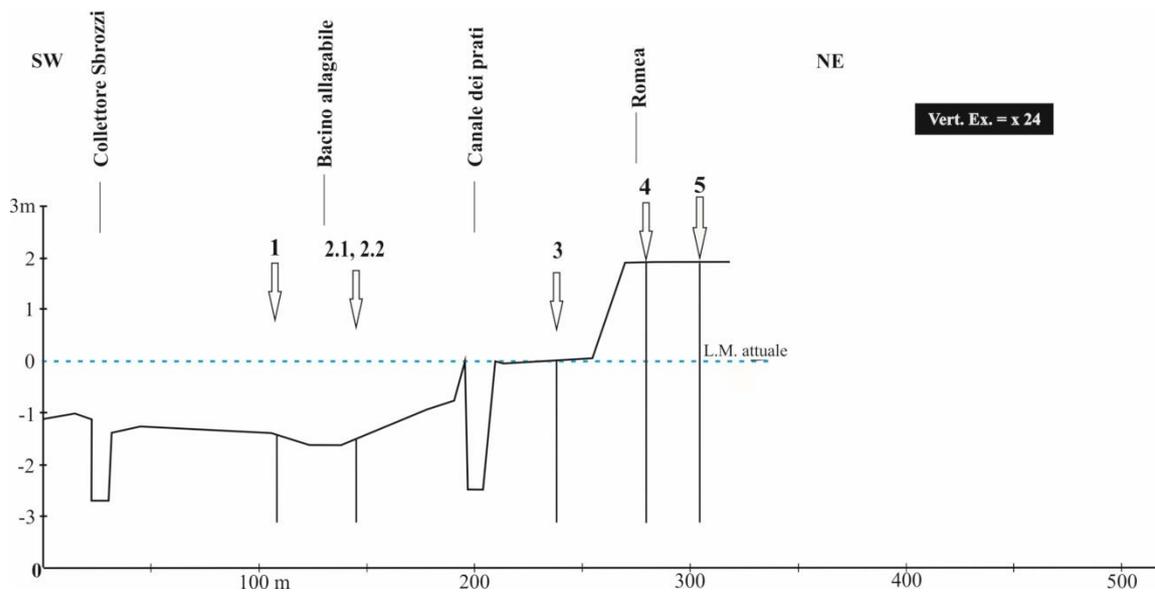


Fig.25 - Profilo topografico dell'area di scavo con rappresentate le ubicazioni delle colonne rilevate.

4.3.1 Settore A

Stratigrafia 1

È ubicata nella parete SW dello sbancamento

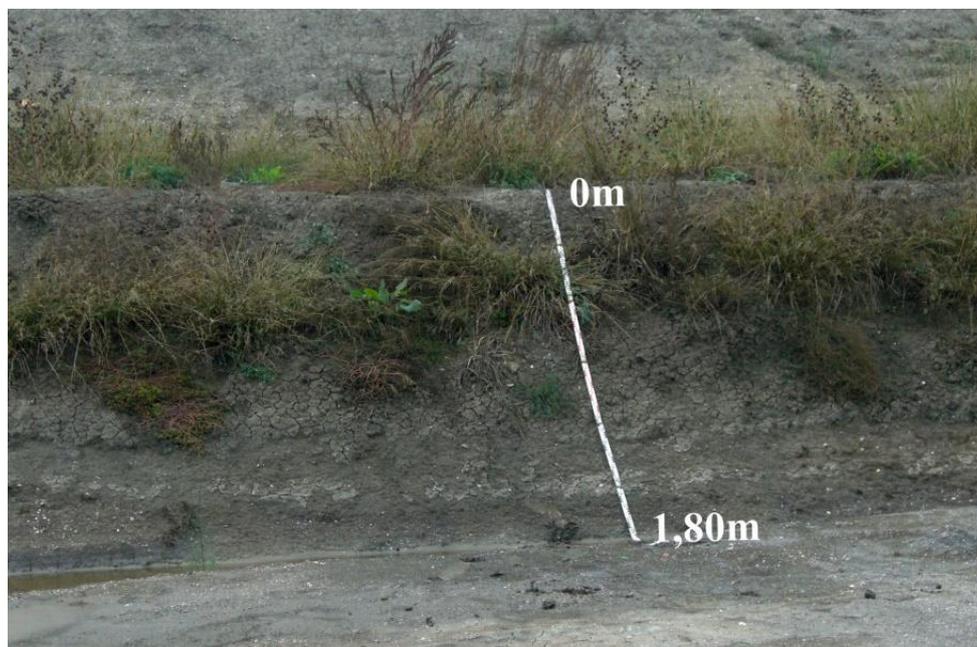


Fig.26 - Settore A: ubicazione stratigrafia 1 (Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

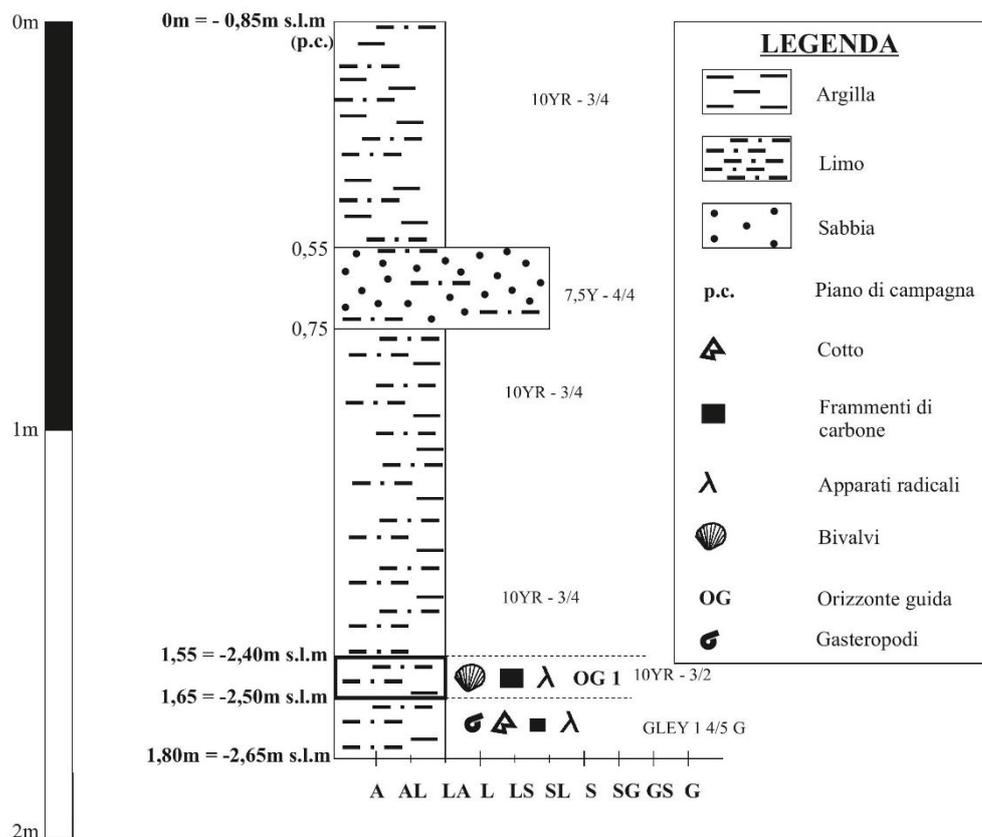


Fig.27 - Stratigrafia 1

- 0,0 – 0,55m: limi argillosi marroni (10YR – 3/4). Il limite inferiore è netto.
- 0,55 – 0,75m: sabbie limose (7,5Y- 4/4). Il limite inferiore è netto.
- 0,75 – 1,55m: limi argillosi marroni (10YR – 3/4). Il limite inferiore è netto.
- 1,55 – 1,65m: limi argillosi grigio scuri (10YR – 3/2). Presenza di bivalvi, tracce di carbone e apparati radicali. Il limite inferiore è un netto.
- 1,65 – 1,80m: limi argillosi limi-argillosi moderatamente plastici al tatto ma non adesivi, grigio-azzurro (Gley 1-4/5G). Contengono frammenti pluricentimetrici di cotto, gasteropodi planari, tracce di carbone e apparati radicali. Screziature prevalentemente di colore grigio.

4.3.2 Settore B

Stratigrafia 2.1

È ubicata al margine Nord del settore B.



Fig.28 - Settore B: ubicazione stratigrafia 2.1
(Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

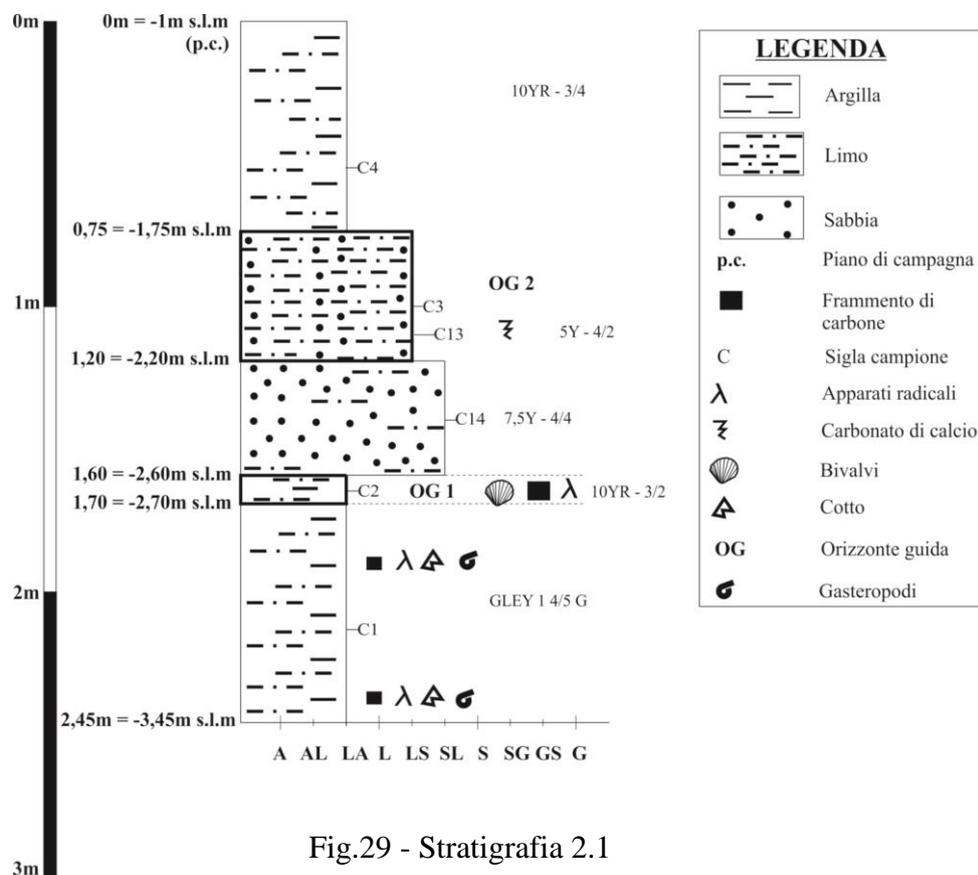


Fig.29 - Stratigrafia 2.1

- 0 – 0,75m: limi argillosi marroni (10YR – 3/4) con presenza di ciottoli di dimensione 3-5 cm. Il limite inferiore è netto. (CAMPIONE 4)
- 0,75 – 1,20m: limi argillosi neri (5Y – 4/2), debolmente plastici, non adesivi con screziature grigio – azzurre, presenza di materiale conchigliare per lo più fratturato, e tracce di carbonato di calcio. Il limite inferiore è netto. (CAMPIONE 3 E 13)
- 1,20 – 1,60m: sabbie limose debolmente argillose (7,5Y/4/4). Il limite inferiore è netto. (CAMPIONE 14)
- 1,60 – 1,70m: limi argillosi grigio scuri (10YR - 3/2) con presenza di frustuli vegetali, carbone e bivalvi. Il limite inferiore è netto. (CAMPIONE 2)
- 1,70 – 2,45m: limi argillosi moderatamente plastici, non adesivi, grigio-azzurro (Gley 1 4/5G). Contengono frammenti pluricentimetrici di cotto, gasteropodi planari, tracce di carbone e apparati radicali. Tracce di screziature prevalentemente di colore grigio. (CAMPIONE 1)

Stratigrafia 2.2



Fig.30 - Settore B: ubicazione stratigrafia 2.2 (Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

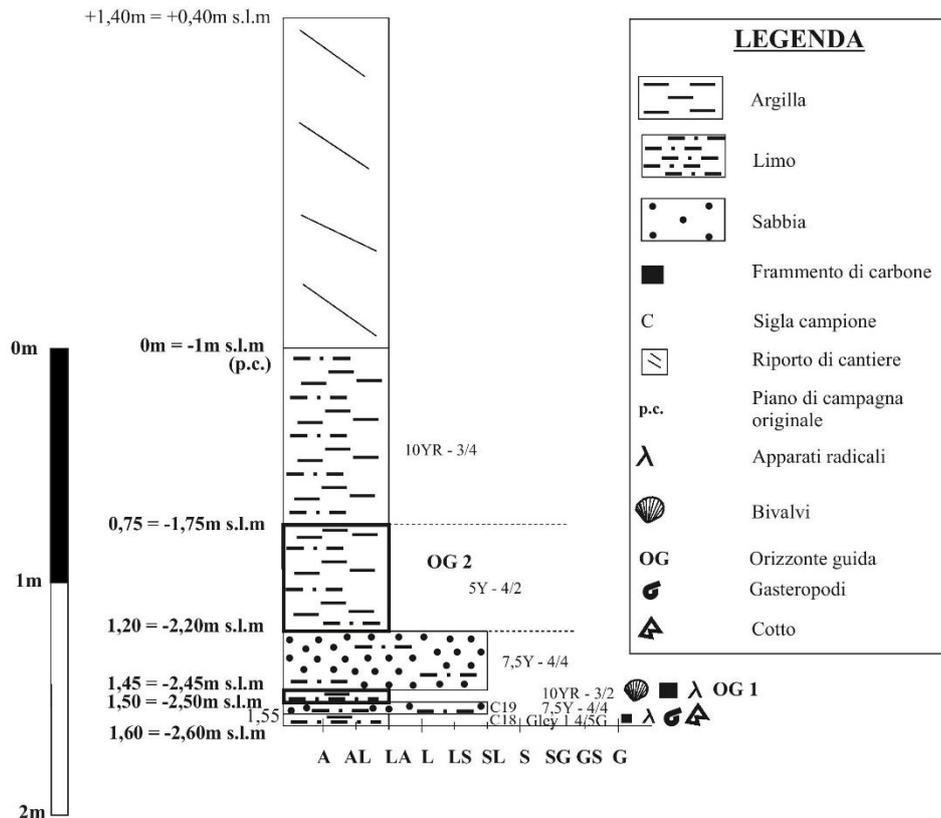


Fig.31 - Stratigrafia

- 0,0 – 0,75m: limi argillosi marroni (10YR – 3/4) con presenza di ciottoli di dimensione 3-5 cm. Il limite inferiore è netto.
- 0,75 – 1,20m: limi argillosi neri (5Y – 4/2), debolmente plastici, non adesivi; screziature grigio-azzurre. Presenza di materiale conchigliare per lo più fratturato. Il limite inferiore è un contatto netto. Il limite inferiore è netto.
- 1,20 – 1,45m: sabbie limose debolmente argillose (7,5Y/4/4). Il limite inferiore è netto.
- 1,45 – 1,50m: limi argillosi grigio scuri (10YR - 3/2) con presenza di frustuli vegetali, carbone e bivalvi. Il limite inferiore è un contatto netto.
- 1,50 – 1,55m: sabbie limose debolmente argillose (7,5Y/4/4). Il limite inferiore è un contatto netto. (CAMPIONE 19)
- 1,55 – 1,60m: limi argillosi moderatamente plastici al tatto ma non adesivi, di colore grigio – azzurro (Gley 1 4/5G). Contengono frammenti pluricentimetrici di cotto, gasteropodi, tracce di carbone e apparati radicali. Tracce di screziature prevalentemente di colore grigio. La matrice limoso argillosa continua fino a 80 cm di profondità sotto al letto della stratigrafia. (CAMPIONE 18)



Fig.32 - Contatti netti tra limi i argillosi grigi, sabbie limose e limi argillosi marroni (cfr fig.27, pag.25) (Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

4.3.3 Settore C

Stratigrafia 3

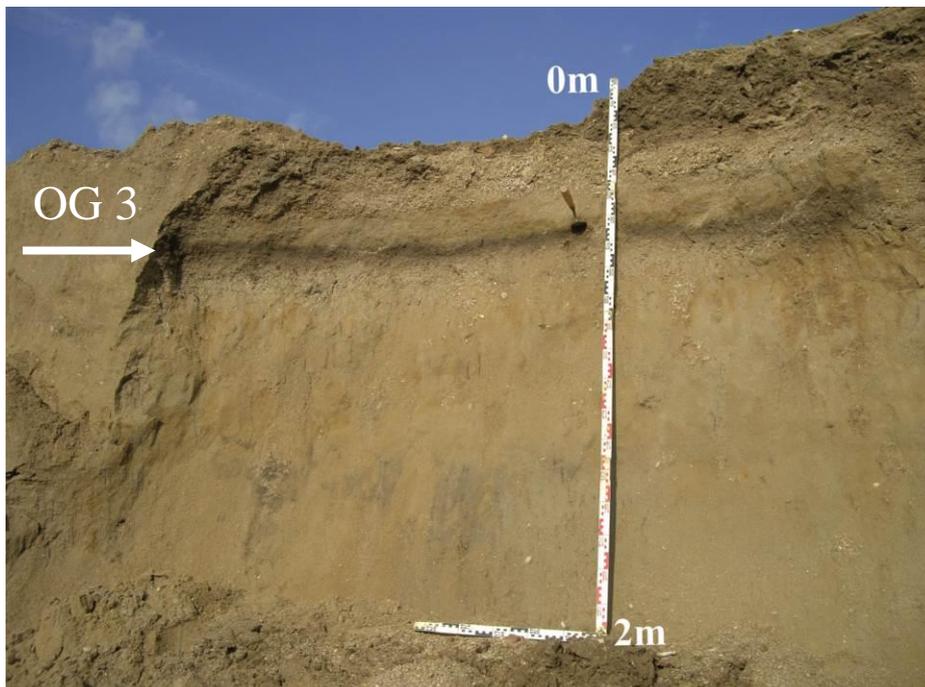


Fig.33 - Settore C: ubicazione stratigrafia 3 (Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

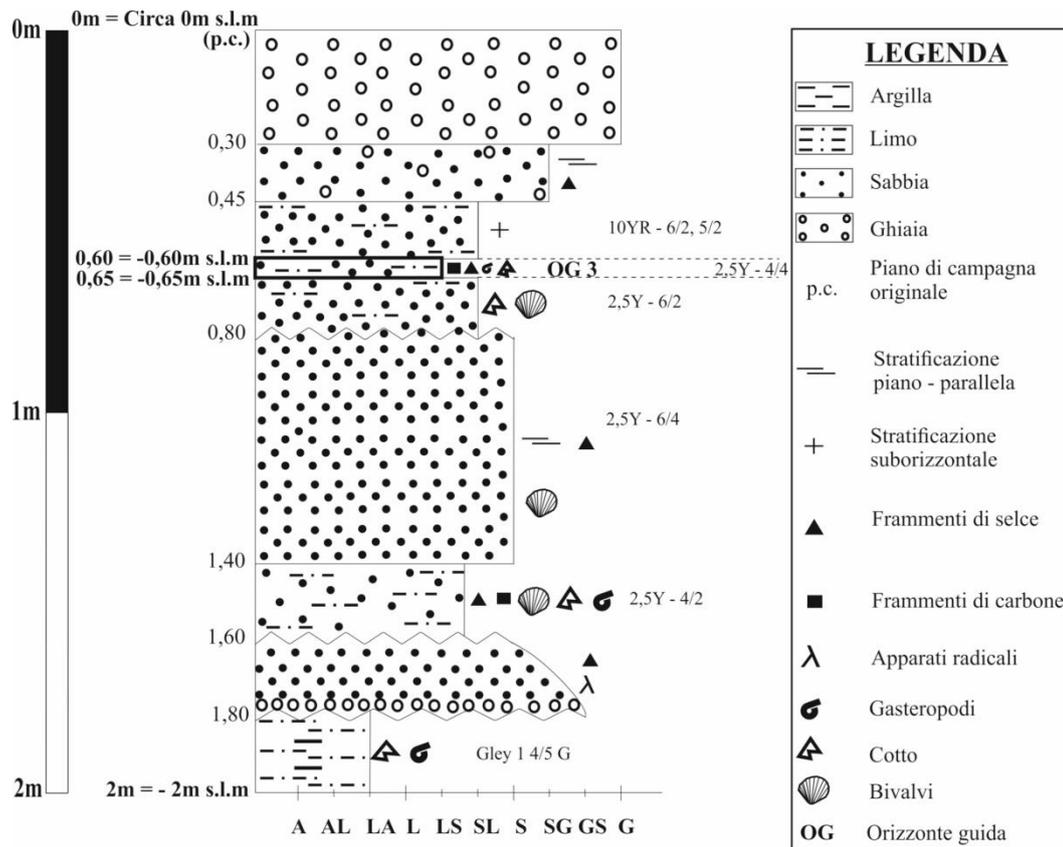


Fig.34 - Stratigrafia 3

- 0,0 – 0,30 m: deposito di graniglia clasto-sostenuto. Il limite inferiore è netto.
- 0,30 - 0,45m: graniglia e sabbia ciottolosa a laminazione piano-parallela orizzontale con abbandonante tritume conchigliare. Al letto sporadica presenza di ciottoli di selce, di 2-3cm.
- 0,45 – 0,60m: sabbie fini leggermente siltose, giallognole (10YR - 6/2, 5/2), a stratificazione suborizzontale marcata da livelli plurimillimetrici di graniglia silicea. Il limite inferiore è netto.
- 0,60 – 0,65m: sabbie fini limose organiche bruno-olivastre (2,5Y – 4/4), circa 20% di frammenti millimetrici di selce e carbone; raro cotto. Al tetto si osserva la dispersione di gasteropodi terrestri integri. Il limite inferiore è netto.
- 0,65 – 0,80m: sabbie fini limose di colore grigio chiaro (2,5Y – 6/2) con graniglia silicea, biosomi e frammenti di bivalvi. Il contatto inferiore è fortemente erosivo. Localmente presenza di tasche contenenti frammenti laterizi talvolta anche di grandi dimensioni (fino a 10cm).
- 0,80 – 1,40m: sabbie medio-fini a laminazione piano-parallela, inclinata (2,5 – 6/4), contenenti localmente valve integre pluricentriche di bivalvi con presenza anche di ciottoli di selce subcentimetrici a disposizione caotica. Il limite inferiore è netto, ma lateralmente, in parete, la sequenza continua per altri 2m fino al fondo scavo.
- 1,40 – 1,60m: unità lenticolare di sabbia medio-grossolana leggermente siltosa di colore grigio (2,5Y – 4/2), localmente contenente gusci integri subcentrimetrici di gasteropodi, rari frammenti di selce e comuni porzioni di carbone subcentimetrici. Rari frammenti anche di ceramica d'impasto. Il limite inferiore è fortemente erosivo.

- 1,60 – 1,80m: sabbie medio-grossolane contenenti centimetrici e subcentimetrici frammenti di selce con abbondanti tracce di apparati radicali e vari ciottoli centimetrici. I 2m al letto presentano uno spessore sabbia grossa ghiaiosa con presenza di ciottoli (20%).
- 1,80 – 2,00m: limi-argillosi debolmente sabbiosi, moderatamente plastici e non adesivi, di colore grigio-azzurro (Gley 1 4/5G). Contengono frammenti pluricentimetrici di laterizio e cotto, minori di 10cm. Presenza sporadica di qualche ciottolo di grandi dimensioni e di gasteropodi planari.

Stratigrafia 4

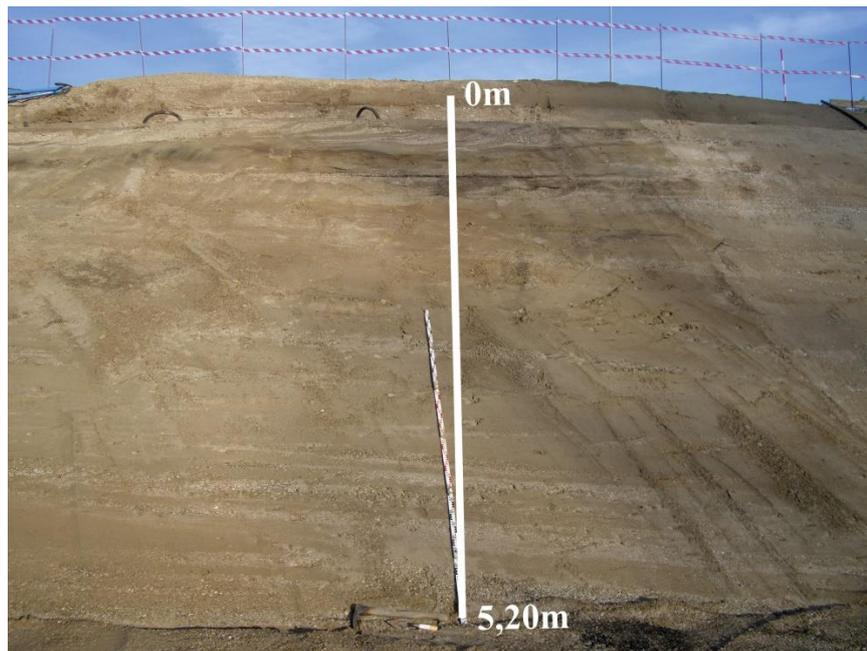


Fig.35 - Settore C: ubicazione stratigrafia 4 (Foto: Alessio Rizzieri, 2015)

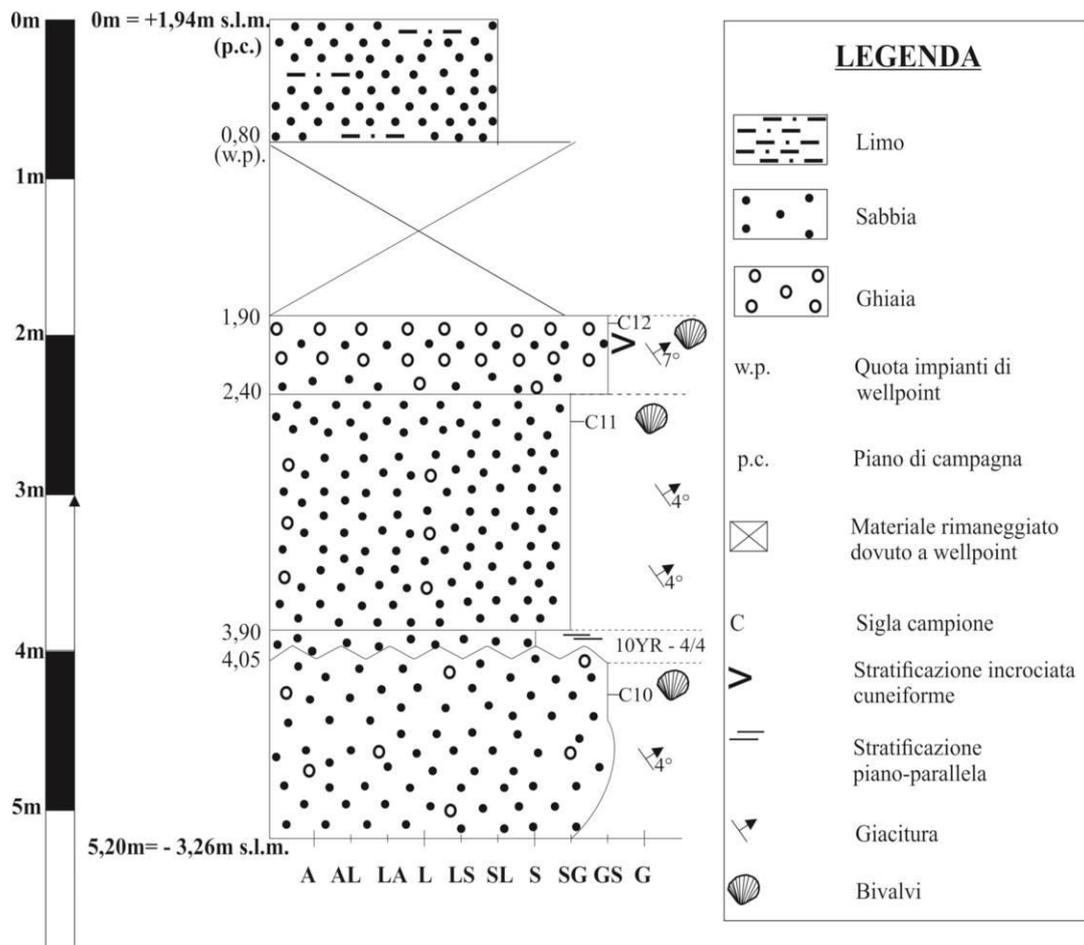


Fig.36 - Stratigrafia 4

- 0,0 – 0,80m: sabbie siltose. Il contatto è netto.
- 0,80 – 1,90m: sabbie caoticizzate dalle operazione di infissione degli impianti di wellpoint.
- 1,90 – 2,40m: ghiaie sabbiose che verso la base gradualmente diventano sabbie ghiaiose. Il contatto è netto. Giacitura: N155°E - 4°NE. (CAMPIONE 12)
- 2,40 – 3,90m: alternanze tra ghiaie sabbiose che gradualmente passano a sabbie ghiaiose con sporadica presenza di ghiaia. Il contatto è netto. Giacitura: N155°E - 7°NE. (CAMPIONE 11)
- 3,90 – 4,05m: sabbie medio-fini (10YR – 4/4). Il contatto è erosivo.
- 4,05 – 5,20m: sabbie con lenti di ghiaie sabbiose spesse 20-25cm immergenti verso E e lunghe 9-10m. Nei 30cm di letto, frequente materiale conchigliare e ossidi di ferro e manganese. Giacitura: N155°E - 7°NE (CAMPIONE 10)

Stratigrafia 5



Fig. 37 - Ubicazione stratigrafia 5 (Foto: Stefano Cremonini, 2015)

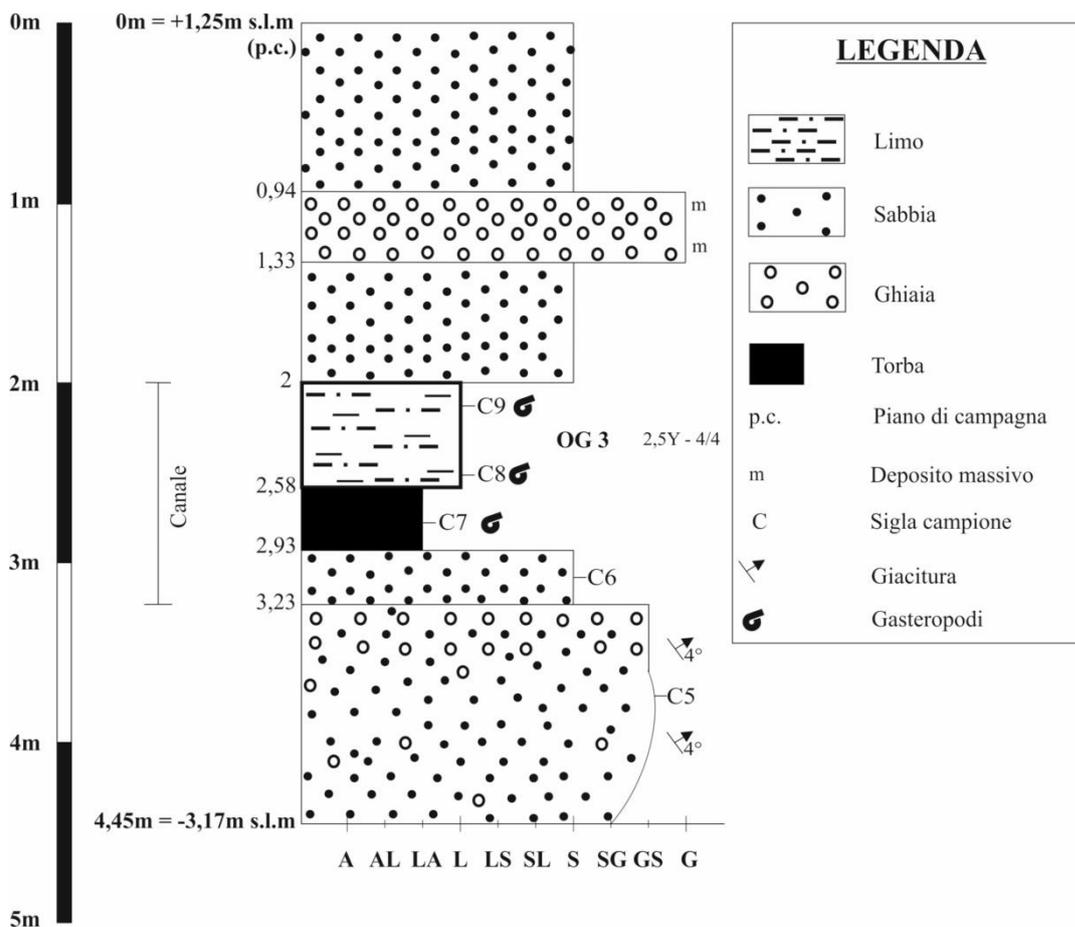


Fig. 38 - Stratigrafia 5

- 0–0,94m: deposito di sabbie rosse debolmente pedogenizzate, decapitate al tetto da battuti corrispondenti a piani di calpestio di varia età compresa almeno tra Rinascimento e attuale.
- 0,94 – 1,33m: deposito massivo di graniglia.
- 1,33 – 2m: sabbie.
- 2 – 2,58m: limi organici. (CAMPIONE 8 E 9)
- 2,58 – 2,93m: limi argillosi torbosi. (CAMPIONE 7)
- 2,93 – 3,23m: sabbie. (CAMPIONE 6)
- 3,23 – 4,45: sabbie a stratificazione inclinata a bassa angolo.
Giacitura: N155°E/ 4°NE. (CAMPIONE 5)

4.4 Campionamento paleontologico



Fig.39

Specie: *Pomatias elegans*
(campione 1,4,6,7,8,9)
Habitat: gastreropode polmonato appartenente alla famiglia dei Pomatidi. Indica un ambiente continentale.



Fig.40

Specie: *Cernuella sp.*
(campione 1,4,6,7,8,9)
Habitat: gastreropode polmonato appartenente alla famiglia dei Pomatidi. Indica un ambiente continentale.



Fig.41

Specie: *Scrobicularia plana*
 (campione 2,3)
 Habitat: bivalve indicatore di
 ambiente salmastro



Fig.42

Specie: *Cerastoderma glauco*
 (campione 2,3)
 Habitat: bivalve indicatore di
 ambiente salmastro



Fig.43

Specie: *Chamelea gallina* (campione 5,10,11,12)
 Habitat: bivalve indicatore di ambiente di
 spiaggia sommersa, da battigia a spiaggia
 sommersa superiore con probabile profondità
 0-2 m

CAPITOLO 5

Discussione

La S.S. Romea rappresenta indicativamente l'elemento di transizione tra un ambito occidentale caratterizzato da depositi prevalentemente fini (limosi o limoso argillosi) da uno orientale di tipo sabbioso.

5.1 Interpretazione genetica delle stratigrafie

Nella porzione occidentale il tema stratigrafico è costituito al letto da limi argillosi idromorfi grigio-celesti (campione 1) che si chiudono con limi argillosi neri a carattere salmastro di età romana (campione 2). Segue uno strato di sabbie o sabbie limose originato probabilmente da washover (campione 14). Successivamente compaiono limi argillosi scuri di ambiente salmastro e al top della sequenza, sviluppo di una successione limoso argillosa marrone di ambiente dolce (campione 4).

I mutamenti ambientali mostrano come la caratterizzazione sia salmastra durante e dopo (campione 3) l'età romana anche se non è ancora possibile definire cronologicamente il limite.

Il passaggio ad ambiente dulcicolo è legato allo sviluppo, e quindi alla comparsa presso l'area di studio, dei depositi marginali dell'ala destra dell'apparato deltizio del fiume Savio. Non si hanno indicazioni sul carattere dulcicolo o salmastro dei limi argillosi grigio-azzurri preromani ma è ragionevolmente ipotizzabile di tipo dolce poiché solo dall'età romana l'azione della subsidenza e l'innalzamento del livello marino avrebbero portato il passaggio da ambiente palustre a laguna salmastra.

Nel primo orizzonte guida sono collocate tutte le strutture archeologiche di età romana come piani di calpestio, strutture lignee di difesa spondale e di alloggiamento di paratoie sulle quali sono state rinvenuti (e sono in corso di datazione assoluta radiocarbonica) associazioni di balanidi e teredini che hanno permesso la definizione della quota stratimetrica del livello marino di età romana attorno all'anno 1 a.C.-1d.C (+- 20). La quota in questione risulta attualmente giacente ad una profondità di -2,60 /-2,70m.

In età postromana si sviluppano orizzonti organici (livello guida 2 e 3) legati al parziale invegetamento e frequentazione delle superfici topografiche ormai di ambiente di retrospiaggia su cui potrà agire la pedogenesi e l'insediamento probabilmente altomedievale.

Nel settore orientale, dopo un iniziale deposito nero di età romana, si ha il contatto diretto ed erosivo con il tema di spiaggia sommersa prossimale (campione 10,11,12) caratterizzato da set sabbiosi debolmente inclinati verso E talvolta con depositi ghiaiosi a geometria cuneiforme a stratificazione immergente verso W. Il tema si chiude con una serie di strutture di tipo canalizzato (campioni 7,8,9) talvolta intorbate ed episodi di washover ripetuti. Il top della sequenza presenta arrossamenti dovuti alla pedogenesi e strutture antropiche recenti.

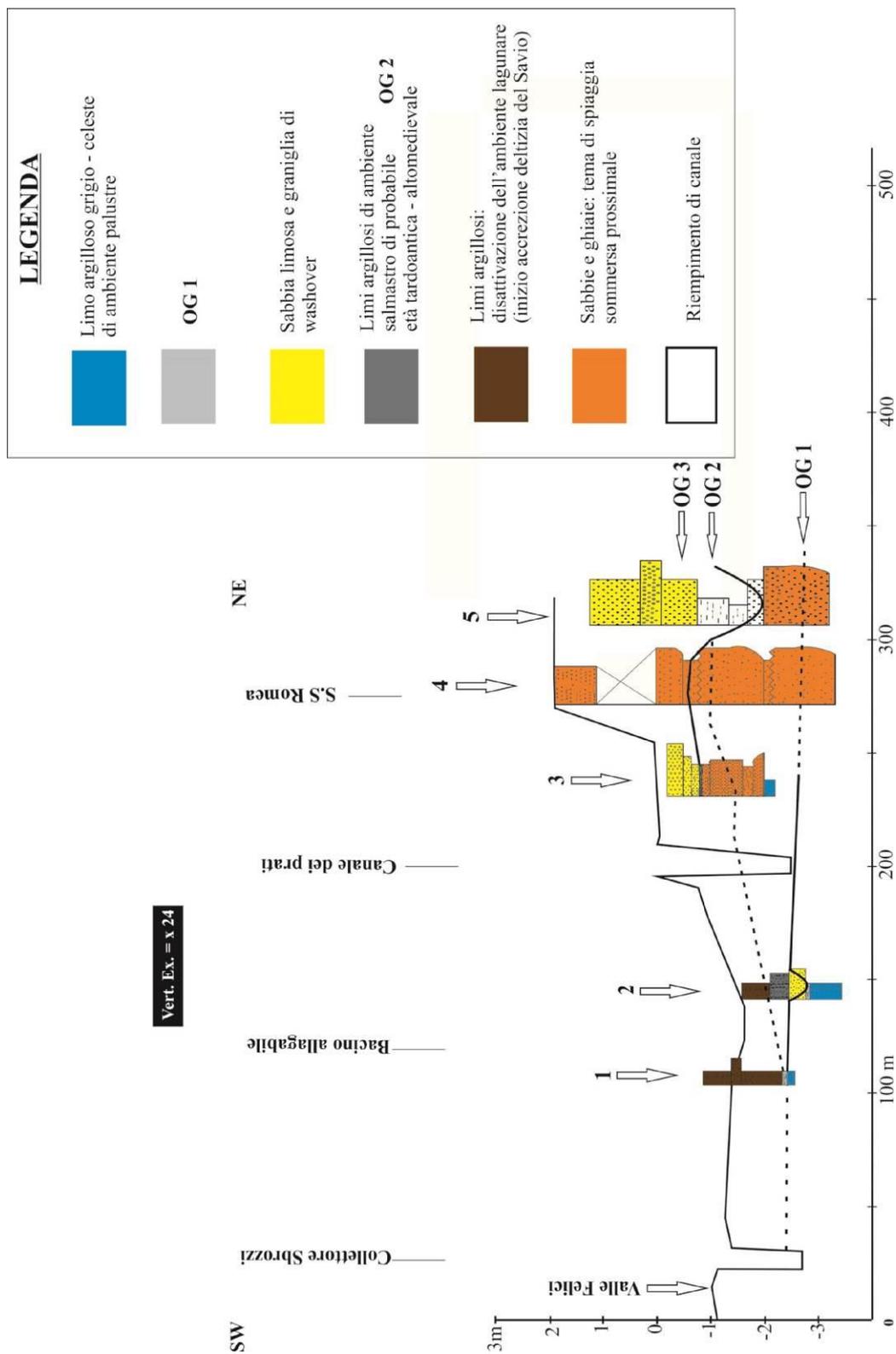


Fig. 44 - Profilo dell'area di cantiere e correlazioni stratigrafiche

5.2 Altre considerazioni

Per quanto osservato durante le operazioni di scavo, non pare possibile risolvere l'interrogativo riguardante la destinazione funzionale delle strutture lignee di età romana rinvenute.

Sia la profondità del canale dotato di paratoie sia il limitatissimo battente idrico del bacino ubicato nel Settore A (20-25 cm) potrebbero essere connessi alla produzione saliniera, simile dimensionalmente a quanto storicamente ed attualmente osservabile nelle saline di Cervia. Tuttavia, data la parzialità delle osservazioni, non si può escludere anche l'ipotesi di una produzione ittica locale.

5.3 Considerazioni sulla quota del livello del mare in età antica

Nell'area di scavo la quota del livello medio del mare di età romana registrato stratigraficamente, indicativamente attorno all'1 a.C / 1 d.C (ca \pm 20 anni), si può desumere da una coppia di strutture lignee di ancora dibattuta funzione. Ognuna di esse è costituita da due montanti verticali, congiunti da una trave orizzontale scanalata, che rappresenta l'elemento di appoggio della paratoia. La struttura settentrionale giace a quota leggermente inferiore rispetto a quella meridionale. Per semplicità, si considera solamente la forcilla settentrionale. Le teste dei pali giacenti a quota -2,80m s.l.m hanno evidenti tracce di usura naturale dovuta all'azione biologica (teredini e balanidi) e degradazione ambientale (riduzione dell'altezza originale). Da tutto questo si deduce che il livello medio del mare coevo si doveva trovare a 10-20 cm al di sopra del punto di resezione delle teste dei pali, quindi ad una quota di -2,70/-2,60 m rispetto a quello attuale, come già precedentemente suggerito anche in Cremonini (1995b).



Fig.45 - Montante ligneo degradato dall'attività biologica antica. Settore B, presso stratigrafia 2.

La quota $-2,60$ m s.l.m è suggerita anche dal tetto delle argille nere lagunari (OG 1) presenti lateralmente alle strutture nei settori A e B. Il valore delle specie rinvenute in posizione fisiologica sulle strutture archeologiche come marker indicatore di paleolivello medio marino è facilmente sostenibile da osservazioni svolte nell'ambito delle strutture idrauliche delle attuali saline di Cervia. Dato che la quota di giacitura attuale dell'evidenza del paleolivello marino è stata influenzata da subsidenza ed eustatismo è possibile eseguire una verifica empirica dei tassi caratteristici di queste due componenti. Considerando la subsidenza, già discussa precedentemente (paragrafo 2.4.2), da oggi al 1950 essa ammonta a 9cm (2015-2000) + 6cm (2000-1992) + 49cm (1990-1950) per un totale di 64cm che vedono prevalente la componente antropica. Anteriormente al 1950 si suppone essere stata prevalente la componente naturale. Supponendo valido di $1,25\text{mm}/\text{anno}$ proposto da Elmi *et al.*, (2003) si nota come esso conduca ad un valore di $2,43\text{m}$ associato al periodo compreso tra il 1950 e la nascita di Cristo: tale valore porterebbe il livello marino romano ad una quota di $0,47$ cm maggiore del livello marino attuale e pertanto è da scartare. Considerando invece valida la componente eustatica modellizzata da Lambeck *et al.*, (2004) e stimata per la nascita di Cristo a $0,75\text{m}$ nell'ambito costiero regionale si ottiene un residuo imputabile alla sola subsidenza pari a $1,25\text{m}$ che rapportata ai 1950 anni forniscono un tasso di subsidenza medio di $0,64\text{mm}/\text{anno}$ perfettamente in accordo con quanto sostenuto da Ferranti *et al.*, (2006).

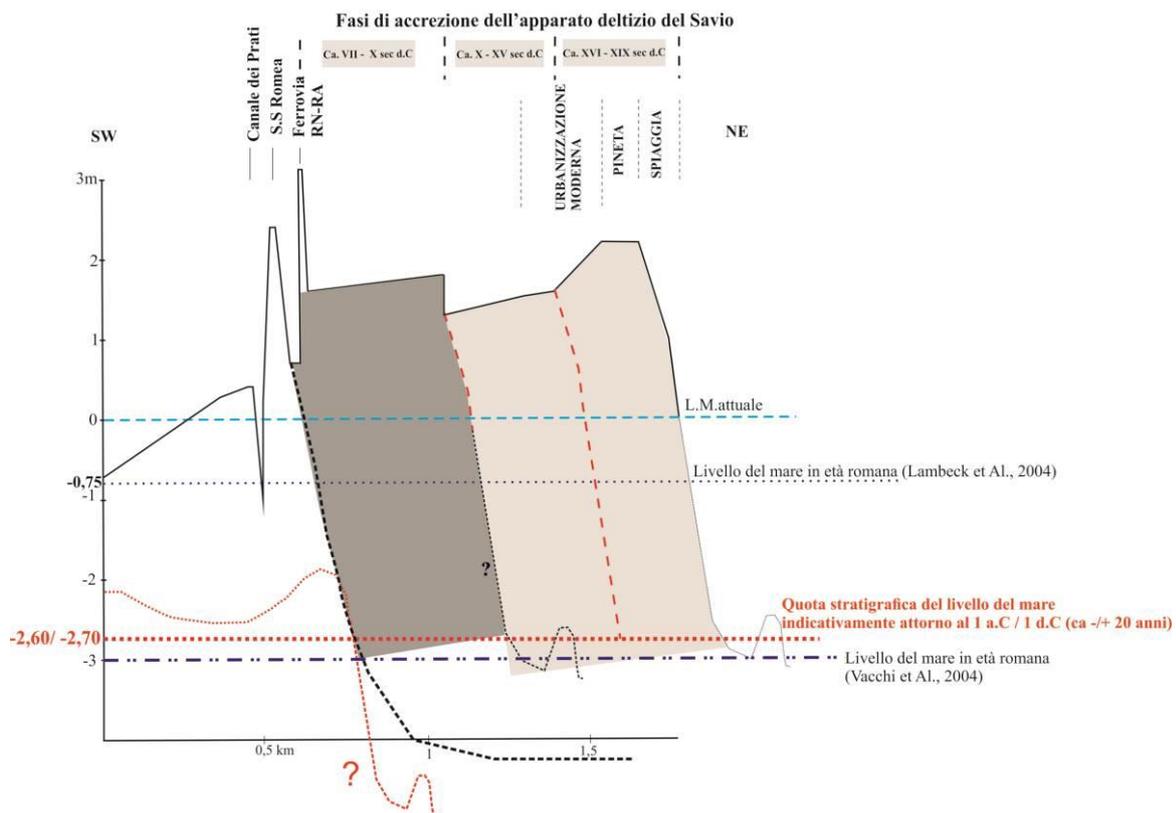


Fig.46 - Profilo topografico dell'area di studio con indicate le fasi di accrezione dell'apparato deltizio del Savio. Confronto tra le quote del livello del mare di età romana desunte da bibliografia e quella misurata stratimetricamente in campagna (linea tratteggiata rossa).

CAPITOLO 6

Conclusioni

- L'analisi stratigrafica di un contesto di cantiere presso Cervia ha permesso di comprendere come si tratti di un ambiente transizionale di limitate dimensioni.
- Si è focalizzata l'attenzione sul periodo romano-medioevo poiché si è avuta la restituzione di strutture archeologiche (Settore B) di particolare interesse.
- Dal punto di vista stratigrafico si è verificata la presenza di depositi di spiaggia sommersa prossimale/battigia chiaramente trasgressivi poggianti con contatto erosivo su argille limose nere di ambiente lagunare databili al 20 a.C-20 d.C.
- Il contesto risulta quindi chiaramente trasgressivo con depositi di washover sui quali si sono sviluppati sottili orizzonti organici probabilmente tardoantichi.
- Lo sviluppo dell'apparato deltizio del fiume Savio, databile dopo il VII sec. d.C, ha portato alla disattivazione delle facies costiere dall'area di interesse e ha innescato nel retroterra ambiente palustri dulcicoli fino ad età moderna.
- La registrazione stratimetrica attuale della quota del livello del mare di età romana risulta 2,60-2,70 al di sotto del livello del mare attuale. Tale profondità pare spiegabile considerando il modello interpretativo già proposto da Lambeck per la componente relativa all'eustatismo con un contributo minore dato dalla subsidenza naturale, inferiore ad 1 mm/anno.
- La somiglianza tra le strutture archeologiche rinvenute in cantiere e quelle attuali delle limitrofe saline di Cervia potrebbe propendere per un contesto strutturale legato alla produzione del sale anche se alcuni elementi condurrebbero ad allevamento ittico.

Ringraziamenti

- Dott.ssa Chiara Guarnieri della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna per l'invito.
- Dott. Corrado Caporali, responsabile tecnico dello scavo archeologico.
- Prof. Daniele Scarponi, docente dell'università di Bologna, per il contributo sul riconoscimento dei campioni macropaleontologici.
- Un ringraziamento al prof. Stefano Cremonini, sia dal lato umano che professionale.
- Un ringraziamento speciale ai miei genitori, amici e compagni di corso che hanno contribuito al raggiungimento di questo importante traguardo della mia vita.

Bibliografia

Antonoli F., Silenzi S. 2007 - *Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane*, Quaderni della Società Geologica Italiana, no.2 (2007)

Arca S., Beretta G.P. 1985 - *Prima sintesi geodetico-geologica sui movimenti verticali del suolo nell'Italia settentrionale (1897-1957)*, Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, anno XLIV, n. 2, aprile-maggio-giugno, I.G.M., Firenze

- Balocchi P., 2011 - *Modello Sismotettonico delle strutture profonde dell'Appennino settentrionale*, GeoResearch Center Italy - GeoBlog, pub n° 3(2011), ISSN: 2240-7847
- Bermond G., 1970 - *Problemi preistorici in Romagna: a proposito di alcune recenti ricerche*, in "Studi Romagnoli, XXI, pp. 343-351
- Bertani M.G, Migani S., 1997a - *La chiesa di S. Martino "Prope Litus Maris"*, In: Dall'Aglio P.L (a cura di) - *Storia di Cervia, Vol I*, pp 157-159
- Bertani M.G., Migani S., 1997b - *Carta archeologica della fascia costiera tra F. Savio e F. Uso*, In: Dall'Aglio P.L (a cura di), pp. 163-204
- Bertoni W., Elmi C., Marabini F. 2005, *The subsidence of Ravenna*, *Giornale di Geologia Applicata*, 1 (2005), pp 23 –32
- Bondesan A., Bondesan M., Cavallin A., Gasperi G., Castiglioni G.B. (a cura di), 1997 - *Carta geomorfologica della Pianura Padana*, Scala 1:250 000, foglio 3. S.EL.CA, Firenze
- Bondesan M., Gatti M., Russo P. 2001, *Movimenti verticali del suolo desunti dalla livellazioni* - Castiglioni G.B., Pellegrini G.B. (a cura di) – pp 141-148
- Castiglioni G.B., Pellegrini G.B. (a cura di), 1997 - *Carta Geomorfologica della Pianura Padana*, scala 1:250.000, S.E L.CA, Firenze
- Castiglioni G.B., Pellegrini G.B. (a cura di), 2001 - *Note illustrative della carta geomorfologica della Pianura Padana*. Supplementi di geografia fisica e dinamica quaternaria, supplemento 4
- Cerrina Ferroni A., Ottria G., Martinelli P., Martelli L., Catanzariti R. 2002 - *Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano – Romagnolo*, scala 1:250.000, S.E L.CA, Firenze
- Cibin U., Severi P. (a cura di), 2005 - *Note illustrative della geologica d'Italia*, scala 1:50.000, foglio 240-241. S.EL.CA, Firenze 2005, 104pp.
- Cremonini S. 1995a - *Per un profilo delle problematiche geostoriche riminesi* - Pro Poplo Ariminense, pp. 253-328
- Cremonini S. 1995b - *Dati sul livello del mare in età antica dal litorale adriatico emiliano-romagnolo e settentrionale* - Atti e Memorie, XLV, pp 1-103
- Elmi C., Forti P., Nesci O., Savelli D. 2003 - *La risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali nella pianura padana e veneto-friulana, nelle pianure minori e sulle coste nord e centro e centro – adriatiche*, in <<Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali >> (Atti Conv. Bologna, Febbraio 2000), pp. 225 – 259.
- Ferranti L., Antonioli F., Mauz B., Amorosi A., Dai Pra G., Mastronuzzi G., Monaco C., Orrù P., Pappalardo M., Radtkei U., Rendaj P., Romano P., Sansò P., Verrubbi V.

2006, *Markers of the last interglacial sea-level high stand along the coast of Italy: Tectonic implications*, Quaternary International 145–146, pp. 30–54

Lambeck K., Antonioli F., Purcell A., Silenzi S. 2004, *Sea - level change along the Italian coast for the past 10,000 yr.*, Quaternary Science Reviews (2004), 23, pp 1567 – 1598

Lambeck K., Purcell A., 2005 – *Sea-level change in Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas*, Quaternary Science Reviews, 24, pp 1969 – 1988

Medri S., Marzelli E., 2007 - *Storia e cultura di una Città salinara*, Ravenna, 107pp

R.ER. (Regione Emilia Romagna), 1999 - *Carta storica regionale 1:50.000 – foglio 241 Forlì* (Carta del Gran Ducato di Toscana e Stato Pontificio, 1851)

Ricci Lucchi F., Colalongo M.L., Cremonini G., Gasperi G.F., Iaccarino S., Papani G., Raffi S., & Rio D. (1982) – *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*. In: Guida alla geologia del margine appenninico padano (a cura di G. Cremonini & F. Ricci Lucchi), Guide Geologiche Regionali S.G.I., Bologna, 17-46

Rigato D., 2006 - *Quando i conti non tornano...ovvero le vicende del miliario romano della piave di S. Stefano di Pasignano*, Il Carrobbio, 32, pp. 37 – 48

Vacchi M., Marriner N., Morhange C., Spada G., Fontana A., Rovere A. 2016, *Multiproxy assessment of Holocene relative sea-level changes in the western Mediterranean: Sea-level variability and improvements in the definition of the isostatic signal*, Earth Science – Reviews (2016)

Veggiani A., 1971 - *Le ultime vicende geologiche del territorio cerviese e dell'area adriatica antistante*, in “Studi Romagnoli”, XXII, pp 3-17

Sitografia

Disponibile al sito:

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/subsidenza/la-subsidenza-in-emilia-romagna>

