



ISPR A

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Organo Cartografico dello Stato (legge n° 68 del 2-2-1960)

**NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
alla scala 1:50.000**

foglio 182

GUASTALLA

A cura di:

S. Rosselli¹, F.C. Molinari¹, P. Severi¹

Con i contributi di:

Archeologia: **I. Di Cocco¹**

Analisi Radiocronologiche: **ENEA, Bologna, I**

Idrogeologia: **L. Bonzi¹**

¹ Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna

Ente realizzatore:



Regione Emilia-Romagna

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

*Direttore del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA: **L. Serva***

*Responsabile del Progetto CARG per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA:
F. Galluzzo*

*Responsabile del Progetto CARG per la Regione Emilia-Romagna:
R. Pignone*

PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA:

Revisione scientifica:

C. D'Ambrogi, M. D'Orefice, M. Rossi

Coordinamento cartografico:

D. Tacchia (coordinatore), **V. Pannuti**

Revisione informatizzazione dei dati geologici:

C. Cipolloni, M.P. Congi, M. Rossi (ASC)

Coordinamento editoriale:

D. Tacchia, V. Pannuti

PER LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI:

Coordinamento informatizzazione:

M. Grandi, A. Martini (direzione lavori)

Coordinamento allestimento cartografico per la stampa:

A. Angelelli (direzione lavori), **S. Scappini**

*Informatizzazione e allestimento cartografico per la stampa
a cura di **InfoCartoGrafica** - Piacenza*

GESTIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA DEL PROGETTO CARG:

M.T. Lettieri - Servizio Geologico d'Italia - ISPRA

G. Falanga, S. Stagni - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione
Emilia-Romagna

Si ringraziano i componenti dei Comitati Geologici per il loro contributo scientifico

Stampa:

INDICE

I	- INTRODUZIONE	pag. 5
II	- CARTOGRAFIA E STUDI PRECEDENTI	» 7
III	- INQUADRAMENTO GENERALE	» 11
1.	- CARATTERI GEOGRAFICI E GEOMORFOLOGICI	» 11
2.	- INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	» 12
2.1.	- GEOLOGIA DI SOTTOSUOLO	» 15
IV	- METODOLOGIA DI STUDIO	» 17
1.	- CARTOGRAFIA DI SUPERFICIE E BANCA DATI UTILIZZATA	» 17
2.	- CARTOGRAFIA DI SOTTOSUOLO	» 22
2.1.	- ANALISI DI DATI PREGRESSI	» 23
2.2.	- BANCA DATI GEOGNOSTICI	» 23
V	- STRATIGRAFIA	» 29
1.	- DEFINIZIONE DEL CRITERIO STRATIGRAFICO UTILIZZATO	» 29
2.	- SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO-PADANO	» 31
2.1.	- SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	» 31
2.1.1.	- <i>Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore</i>	» 32
2.1.1.1.	- Subsintema di Agazzano	» 34
2.1.1.2.	- Subsintema di Villa Verucchio	» 35
2.1.2.3.	- Subsintema di Ravenna	» 36
3.	- DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA ... »	38
VI	- SISTEMI DEPOSIZIONALI E LITOLOGIE	» 41
1.	- DEPOSITI ALLUVIONALI	» 43
1.1.	- DEPOSITI DI PIANA ALLUVIONALE DEI FIUMI APPENNINICI	» 43
1.1.1.	- <i>Ghiaie e sabbie di conoide distale e di riempimento di canale fluviale</i>	» 43
1.1.2.	- <i>Alternanze di sabbie, limi di argine, canale e rotta fluviale</i> ... »	44
1.1.3.	- <i>Argille e limi di piana inondabile</i>	» 44
1.1.4.	- <i>Argille organiche di palude</i>	» 45
1.2.	- DEPOSITI DI PIANA A MEANDRI DEL FIUME PO	» 46
1.2.1.	- <i>Sabbie di riempimento di canale fluviale</i>	» 46
1.2.2.	- <i>Limi di riempimento di canale fluviale abbandonato</i>	» 46
1.2.3.	- <i>Alternanze di limi e sabbie di argine prossimale e rotta fluviale</i> »	46

1.2.4. - <i>Alternanze di limi, argille e sabbie di argine distale e rotta fluviale</i> »	47
1.2.5. - <i>Argille e limi di piana inondabile</i> »	47
VII - CARTOGRAFIA »	49
1. - CARTA GEOLOGICA »	49
2. - FOGLIO ALLEGATO DI SOTTOSUOLO »	50
2.1. - CARTA DEL TETTO DELLE SABBIE E DELLE GHIAIE »	51
2.2. - SEZIONI GEOLOGICHE »	52
VIII - ASPETTI GEOLOGICO APPLICATIVI »	55
1. - LE RISORSE IDRICHE DI SOTTOSUOLO: SINTESI DEL PROGETTO EUROPEO “Bassins Versants Méditerranées” . . . »	55
APPENDICE 1	
STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI »	61
APPENDICE 2	
I SOTTOAMBIENTI DI CANALE FLUVIALE DEL FIUME PO E LORO MODIFICAZIONI »	75
APPENDICE 3	
IL CONTRIBUTO DEI DATI ARCHEOLOGICI ALLA REALIZZAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA DI PIANURA . . . »	79
BIBLIOGRAFIA »	90

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia ENI - Divisione AGIP per la consultazione e la parziale divulgazione di dati che hanno consentito lo studio, a scala regionale, dell'architettura dei depositi quaternari di sottosuolo ed hanno contribuito alla costruzione delle sezioni geologiche riportate nel Foglio Allegato.
Si ringrazia l'Autorità di Bacino del fiume Po per i dati ed i suggerimenti forniti.
Si ringraziano tutti gli Enti pubblici, privati e liberi professionisti che hanno fornito i dati raccolti nella Banca Dati Geognostici del Foglio 182.

I - INTRODUZIONE

Il Foglio 182 “Guastalla” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:50.000 è stato realizzato nell’ambito del Progetto CARG attraverso una convenzione tra il Servizio Geologico Nazionale (S.G.N.) e la Regione Emilia-Romagna (RER).

Il Foglio è attraversato per tutta la sua estensione dal fiume Po, che divide una parte a sud ricadente nella Regione Emilia-Romagna (circa 404 kmq) ed una a nord nella Regione Lombardia (166 kmq circa).

In base alla convenzione stipulata il coordinamento di questo Foglio è stato affidato alla Regione Emilia-Romagna, esso è stato comunque frutto di una costante e proficua collaborazione tra i tecnici di entrambe le regioni.

Lo studio dei depositi quaternari di pianura, che ricoprono l’intero areale del Foglio, si è avvalso di precedenti studi che hanno coinvolto il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, in particolare il progetto che ha portato alla costituzione di una Banca Dati Geologici e quello per l’analisi di sezioni sismiche della Pianura Padana realizzato in collaborazione con ENI-AGIP. Per la realizzazione della Carta di Superficie sono stati utilizzati dati pedologici, adattati alle finalità geologiche dello studio, provenienti dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e, per la porzione lombarda a nord del fiume Po, dai dati pedologici, litologici e geomorfologici prodotti da ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste) reperiti presso l’Infrastruttura Informazione Territoriale (S.I.T.) della Regione Lombardia.

Il rilevamento di superficie del Foglio del settore emiliano e l’elaborazione complessiva dei dati di sottosuolo sono dovuti a Carlo Fabio Molinari mentre il rilevamento per la porzione lombarda è stato realizzato da Silvia Rosselli.

I coordinatori scientifici del Foglio sono Paolo Severi e Ubaldo Cibin. Le indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche),

eseguite appositamente per il progetto, sono state dirette in cantiere da Andrea Cessari.

L'analisi dei depositi quaternari è avvenuta con l'obiettivo di comprenderne le geometrie nelle tre dimensioni rappresentandole attraverso la Carta Geologica di Superficie, la Carta di Sottosuolo e le numerose sezioni con vari gradi di dettaglio (Foglio Allegato alla Carta Geologica - Geologia di Sottosuolo).

Per la realizzazione della cartografia di questi terreni si è utilizzato un criterio stratigrafico-sequenziale, definendo e correlando a scala regionale Sequenze Deposizionali *sensu* MITCHUM *et alii* (1977). Le porzioni comprese tra le discontinuità stratigrafiche di base e di tetto delle Sequenze Deposizionali equivalgono ad unità formali di tipo UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*; SALVADOR, 1994) ovvero supersintemi, sintemi e subsintemi come richiesto dalla Guida al rilevamento della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1992).

I subsintemi sono stati suddivisi in sottounità informali definite in base alle caratteristiche geologiche, morfologiche e pedostratigrafiche.

II - CARTOGRAFIA E STUDI PRECEDENTI

La bibliografia geologica relativa al Foglio 182 è piuttosto scarsa. L'area comprende esclusivamente depositi di pianura ricadenti quasi interamente nel settore nord-occidentale del Foglio 74 "Reggio nell'Emilia" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, descritti nelle relative Note Illustrative (PAPANI *et alii*, 1967) alle quali si rimanda per una descrizione dettagliata degli studi antecedenti gli anni '70 e parzialmente nel Foglio 73 "Parma" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000. In queste carte i sedimenti quaternari della pianura furono suddivisi, in base a caratteristiche pedologiche e morfologiche in *Alluvium* e *Diluvium* per indicare rispettivamente quelli deposti nell'ultimo post-glaciale e quelli più antichi.

Più recentemente la zona di Viadana è stata oggetto di studi di dettaglio relativi alla localizzazione di un sito per una centrale elettronucleare (ENEL, 1984) e di approfondimenti relativi alla sicurezza del sito (SERVA, 1990).

Le caratteristiche pedologiche del Foglio sono raccolte nelle Note Illustrative della Carta dei Suoli 1:250.000 della REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1994). Per il settore lombardo ci si è riferiti alle pubblicazioni realizzate all'interno del Progetto "Carta Pedologica" in particolare REGIONE LOMBARDIA, ERSAL, Amministrazione provinciale di Mantova (1992) ed alle successive elaborazioni ed aggiornamenti presenti presso l'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale (S.I.T.) della Regione Lombardia, Progetto Carta Pedologica - Sistema Informativo dei Suoli (realizzato in collaborazione tra ERSAL, Regione Lombardia ed alcune Amministrazioni Provinciali) ed infine le pubblicazioni Suoli e Paesaggi della Pianura Lombarda (REGIONE LOMBARDIA & ERSAL, 2004).

Relativamente agli elementi geomorfologici si ricordano:

- la Carta Geomorfologica della Pianura Padana scala 1:250.000 (CASTIGLIONI *et alii*, 1997), che fornisce una sintesi delle conoscenze geomorfologiche relative all'intera pianura;
- l'Atlante Cartografico realizzato da AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) per le caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e delle aree inondabili del fiume Po;
- per il settore lombardo le informazioni presenti nella Banca Dati Basi Informative Ambientali della Pianura in scala 1:25.000 (consultabili presso l'Infrastruttura Informazione Territoriale - S.I.T. della Regione Lombardia);
- la carta geomorfologica presente in CASTALDINI *et alii* (2003).

La bibliografia relativa ai dati archeologici presenti nel Foglio ed utilizzati per la datazione dei terreni superficiali è esplicitata in Appendice 3, alla quale si rimanda.

Per la realizzazione del Foglio 182, nelle sue componenti di superficie e di sottosuolo, e per la stesura delle Note Illustrative ci si è basati su alcuni lavori di cartografia e stratigrafia dei depositi alluvionali quaternari che, anche se non riguardano in modo specifico questo settore della pianura emiliano-romagnola, costituiscono un riferimento essenziale per l'inquadramento regionale dei depositi alluvionali padani. In particolare, nell'ambito della cartografia geologica ufficiale, si ricordano:

1) la Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna scala 1:250.000 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1999): vi vengono rappresentati, ad una scala di sintesi, i depositi della pianura emiliano-romagnola distinti in base agli ambienti deposizionali, le caratteristiche litologiche e quelle pedostratigrafiche. Il contributo di questa carta alla descrizione degli ambienti deposizionali ed alla attribuzione stratigrafica dei depositi affioranti è stato determinante per la realizzazione del presente Foglio;

2) i seguenti Fogli Geologici della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000: Foglio 181 "Parma nord", Foglio 200 "Reggio nell'Emilia", che sono stati utilizzati come esempi di cartografia geologica sia di superficie che di sottosuolo.

Un importante lavoro per l'inquadramento stratigrafico regionale è RICCI LUCCHI *et alii* (1982) che utilizza un criterio di tipo sequenziale per lo studio della successione quaternaria affiorante nel margine appenninico, suddividendola in due cicli sedimentari principali marino (Qm) e continentale (Qc), separati da una superficie di inconformità di significato regionale.

A partire dal lavoro di RICCI LUCCHI *et alii* (1982), REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) propongono uno schema stratigrafico regionale dei depositi quaternari di sottosuolo basato in gran parte su dati di stratigrafia sismica e perforazioni petrolifere. Questo lavoro è stato rivisto recentemente ed aggiornato

nel Foglio 199 “Parma sud” (CARTA GEOLOGICA D’ITALIA ALLA SCALA 1:50.000, 2005) (fig. 1). Nello schema i cicli sedimentari principali marino (Qm) e continentale (Qc) sono definiti “supersintema del Quaternario Marino” e “supersintema Emiliano-Romagnolo” e sono ulteriormente divisi in sequenze deposizionali di rango gerarchico inferiore nelle quali si organizzano i depositi di riempimento della Pianura Padana.

Con analogo approccio stratigrafico-sequenziale è stato condotto da REGIONE LOMBARDIA & ENI-AGIP (2002) uno studio sulle riserve idriche sotterranee della Regione Lombardia permettendo, tra l’altro, di estendere il riconoscimento e la mappatura delle principali superfici di discordanza già definite nel settore emiliano-romagnolo della Pianura Padana fino al margine settentrionale del bacino padano. I sondaggi geognostici profondi realizzati nell’ambito di questo lavoro, integrati dai successivi sondaggi svolti nell’ambito del Progetto CARG dalla Regione Lombardia, hanno permesso l’analisi magnetostratigrafica, palinologica e petrografia delle carote recuperate implementando le informazioni relative allo sviluppo del bacino padano nel settore a nord del fiume Po ed alla datazione delle superfici sismiche principali riconosciute nel sottosuolo (MUTTONI *et alii*, 2003; SCARDIA *et alii*, 2006).

I depositi quaternari del settore mantovano, collocato poco a nord del Foglio in questione, sono stati recentemente studiati con la metodologia della stratigrafia fisica (PAVESI, 2003); nello stesso settore è stato indagato il controllo climatico eustatico delle sequenze trasgressivo-regressive dei depositi fluviali, riconosciute in sottosuolo (AMOROSI *et alii*, 2008). L’evoluzione morfostrutturale recente della pianura cremonese è analizzata in GEREVINI & VERCESI (1999).

Come esempi metodologici generali si è fatto riferimento ai lavori di DI DIO (1996, 1996a) e DI DIO *et alii* (1997a, 1997b) relativi al settore parmense; in bibliografia sono inoltre presenti i riferimenti ai lavori degli Autori riportati nello schema di figura 1.

Relativamente alla strutturazione dei depositi di sottosuolo si ricorda l’interpretazione dei dati geofisici della Pianura Padana e Veneta condotta da AQUATER (1979). Un lavoro di grande importanza è rappresentato da PIERI & GROPPI (1981): partendo dai dati relativi alla ricerca petrolifera condotta da AGIP nella pianura padano-veneta questo lavoro fornisce una ricostruzione degli elementi strutturali principali presenti nel bacino padano ed i rapporti tra le strutture sepolte appenniniche ed alpine.

I dati derivanti dall’esplorazione petrolifera sono stati utilizzati inoltre da DONDI & D’ANDREA (1986) per descrivere la geologia di sottosuolo del Bacino Padano e Veneto.

In anni più recenti sono state pubblicate:

- Carta geologico-strutturale dell’Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:250.000 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR, 2002);
- Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR, 2003).

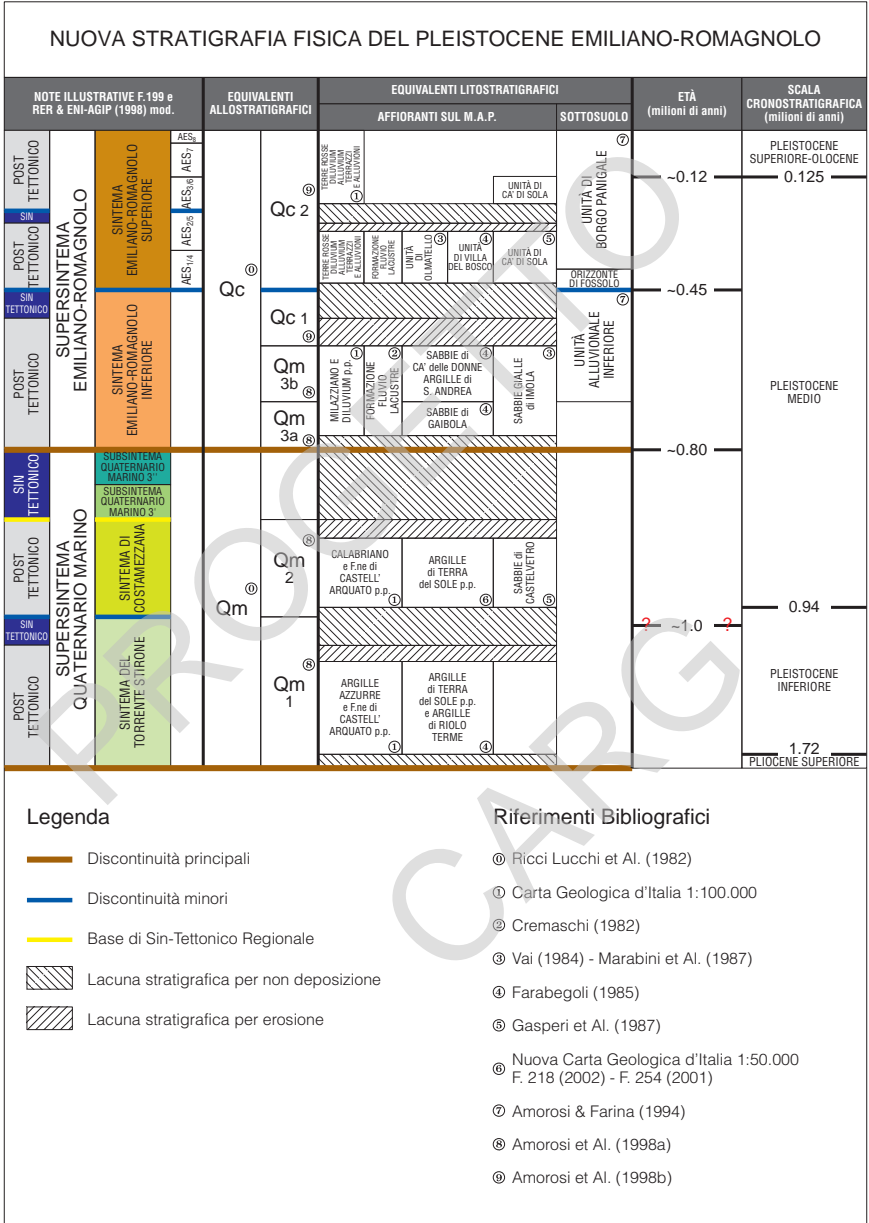


Fig. 1 - Schema cronostratigrafico e geologico della successione dal Pliocene superiore all'Olocene della pianura emiliano-romagnola. Tratta da RER-ENI/AGIP, 1998 viene qui proposta nella versione rivista nelle Note Illustrative del Foglio 199 "Parma sud" (CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA Scala 1:50.000, 2005).

III - INQUADRAMENTO GENERALE

1. - CARATTERI GEOGRAFICI E GEOMORFOLOGICI

L'area del Foglio 182 interessa parte del territorio delle province di Parma e Reggio nell'Emilia, a sud del fiume Po, e delle province di Mantova e Cremona a nord. Essa comprende: nel settore emiliano parte della città di Parma e gli abitati di Colorno, Sorbolo, Brescello, Boretto, Gualtieri, Guastalla, Castelnuovo di sotto, nel settore lombardo quelli di Casalmaggiore, Viadana, Pomponesco, Dosolo e parte del borgo di Sabbioneta.

Idrograficamente l'area in esame è caratterizzata dal corso del fiume Po che scorre da ovest ad est lungo tutto il tratto settentrionale dal Foglio con un percorso sinuoso caratterizzato dall'ampia ansa di Viadana. Gli affluenti maggiori sono rappresentati dai torrenti Parma, Enza e Crostolo in destra idrografica: in questo settore i corsi d'acqua secondari sono costituiti da fossi, navigli e canali di bonifica. Una fitta rete di canalizzazioni costruite a scopo di bonifica e di irrigazione caratterizza anche il settore lombardo in sinistra del fiume Po.

L'area in esame è occupata interamente dai depositi di piana alluvionale costruiti sia dal fiume Po che dagli apparati fluviali appenninici.

La figura 2 mostra il modello digitale del terreno ricostruito a partire dalle quote indicate sulle CTR in scala 1:10.000; le quote variano tra 51 e 18 metri, le isoipse sono ogni metro. Come si vede le isoipse non sono presenti nella parte centrale del Foglio, in cui ricade il Po con il suo complesso sistema arginale.

Si nota come la porzione a sud del Po sia caratterizzata da un andamento molto più tormentato e con gradienti decisamente maggiori rispetto alla parte settentrionale del Foglio. Si riconosce molto bene la struttura positiva dell'alveo del fiume Enza (ad esempio presso Sorbolo), rilevata sino a tre o quattro metri rispetto alla pianura circostante. Visibile anche la struttura rilevata della parte

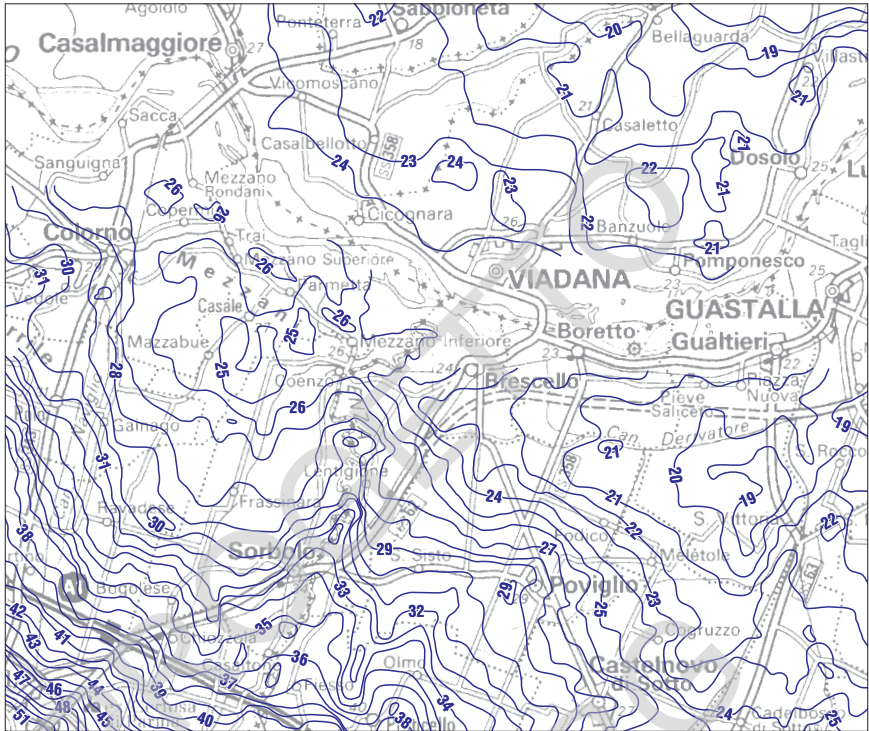


Fig. 2 - Modello digitale del terreno ricostruito da elaborazione della CTR in scala 1:10.000.

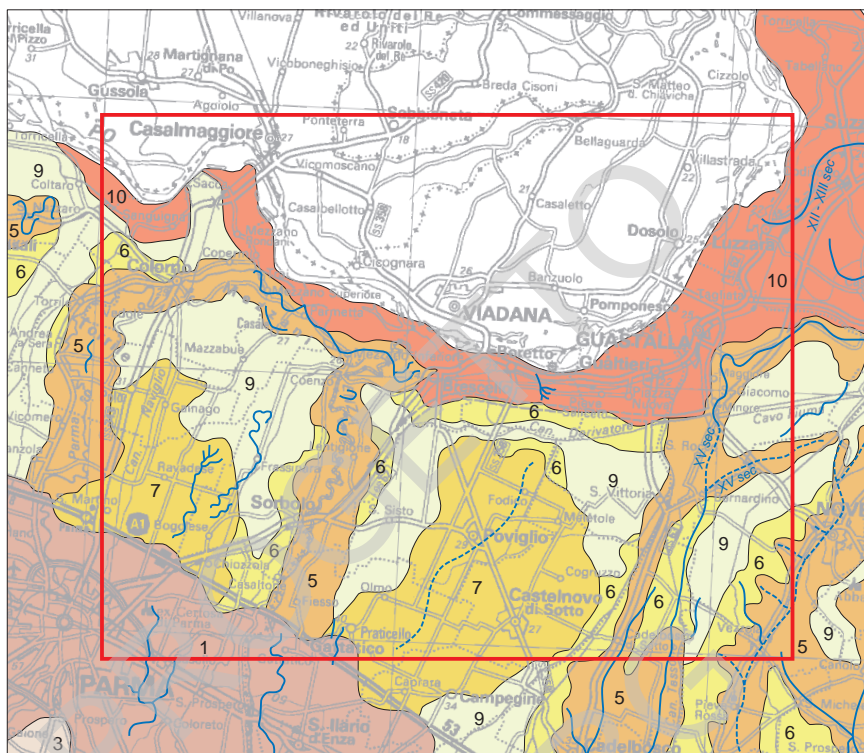
terminale del torrente Parma prima della confluenza in Po, nel settore ovest del Foglio, presso Colorno. Altrettanto chiare le parti depresse tra i due corsi d'acqua. Nel margine est del Foglio (sempre a sud del Po), è invece visibile la forma rilevata dell'alveo del torrente Crostolo.

La parte immediatamente a sud del Po è caratterizzata da gradienti molto bassi, così come nella parte a nord del Po, dove è anche presente la parte più depressa in assoluto del Foglio (18 metri sul livello del mare, nel settore nord orientale, presso Villastrada).

2. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il Foglio 182 si colloca nel settore centrale della Pianura Padana ed è caratterizzato geologicamente dalla presenza di depositi alluvionali legati sia all'attività dei fiumi appenninici che del fiume Po.

La Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna (RER, 1999) (fig. 3)



DEPOSITI ALLUVIALI

CONOIDI E TERRAZZI ALLUVIALI

- | | |
|---|--|
| 1 | Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Depositi di conoide di terrazzo. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 2 | Sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 3 | Limi e limi argillosi, in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 4 | Ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi. Depositi alluvionali indifferenziati. |

PIANA ALLUVIONALE

- | | |
|----|--|
| 5 | Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 6 | Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 7 | Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 8 | Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. |
| 9 | Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude. |
| 10 | Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. |

Ridisegnata da:
 Regione Emilia-Romagna
 "CARTA GEOLOGICA DI PIANURA DELL'EMILIA-ROMAGNA"
 a cura di Domenico Preti - (1999)

Fig. 3 - Carta Geologica di Pianura (RER - 1999).

mappa vari ambienti deposizionali distinti su base litologica e pedologica. La maggior parte dell'area del Foglio è costituita da depositi di piana alluvionale in cui si distinguono ambienti di canale, argine prossimale o distale, e di piana a meandri, lungo il corso del fiume Po. Solo marginalmente, nel settore sud-occidentale, sono presenti depositi ascrivibili ad ambienti di conoide e terrazzo alluvionale.

La Pianura Padana che nel suo insieme rappresenta l'espressione morfologica di superficie del Bacino Padano, un bacino sedimentario di età terziaria compreso tra le strutture appenniniche (a vergenza settentrionale) e le strutture alpine (a vergenza meridionale). La storia compressiva che lo ha interessato ha contribuito, assieme alle variazioni climatiche succedutesi nel tempo, all'architettura dei suoi depositi. La genesi del settore di interesse è legata allo sviluppo della catena appenninica, una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni (propagazione in direzione dell'Avampaese padano-adriatico).

L'evoluzione dell'Appennino può essere descritta in estrema sintesi nel passaggio da una prima fase oceanica (Cretaceo - Eocene medio) nella quale si verifica la progressiva chiusura del paleo oceano ligure-piemontese, ad una fase continentale che dall'Oligocene in poi testimonia un regime collisionale e post-collisionale tra i due blocchi continentali della zolla europea (sardo-corsa) e la placca Apula (o Adria o Adriatico-Padana) (BOCCALETTI *et alii*, 1980). In particolare, l'attuale strutturazione del bacino trae origine dalle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e l'antistante substrato padano: l'avanzamento delle falde appenniniche infatti ha indotto sprofondamenti flessurali nell'antistante avampaese padano ed il formarsi di un bacino subsidente con lo sviluppo dell'avanfossa padano adriatica (CREMONINI & RICCI LUCCHI, 1982; GASPERI *et alii*, 1987; CASTELLARIN *et alii*, 1985; CONTI & GELMINI, 1994).

Dopo l'abbassamento del livello del mare dovuto all'isolamento del Mediterraneo nel Messiniano, con il Pliocene si registra una generale trasgressione marina con deposizione pelitica estesa e presenza di depositi torbiditici nelle zone più profonde. Nel Pleistocene inizia un nuovo ciclo sedimentario che completa il progressivo colmamento del Bacino Padano (ciclo "Qm" - Quaternario marino in RICCI LUCCHI *et alii*, 1982) caratterizzato da successioni marine via via meno profonde. In risposta ad uno degli ultimi episodi deformativi della catena appenninica, avvenuto nel Pleistocene medio, si verificò il passaggio da un ambiente marino ad uno continentale (ciclo "Qc" Quaternario continentale) determinando la troncatura al tetto dei depositi marini, con contatto erosivo, da parte dei depositi sabbioso-ghiaiosi alluvionali del Pleistocene medio-superiore (Supersintema Emiliano-Romagnolo). Nel Pleistocene medio-superiore l'evoluzione del Bacino Padano registra, comunque, fasi periodiche di innalzamento del livello del mare, portando, in alcune aree, all'instaurarsi di ambienti e depositi marini alternati a quelli continentali.

2.1. - GEOLOGIA DI SOTTOSUOLO

Nelle aree di pianura i profili sismici realizzati da AGIP hanno permesso di riconoscere nel sottosuolo la presenza di archi di accavallamento legati, come accennato, all'evoluzione del bacino di avanfossa padano-adriatico generato in seguito alla collisione e subduzione di crosta continentale. Queste strutture, ad andamento parallelo con orientazione generalmente circa NO-SE, sono costituite da pieghe anticlinaliche e *thrusts* (superfici di sovrascorrimento), separate da zone sinclinaliche, e guidano la migrazione progressiva verso nord-est dell'avanfossa plio-pleistocenica.

L'area del Foglio 182 è compresa tra il Fronte di Sovrascorrimento Esterno (*External Thrust Front, ETF*) sepolto delle pieghe emiliane a sud-ovest e la

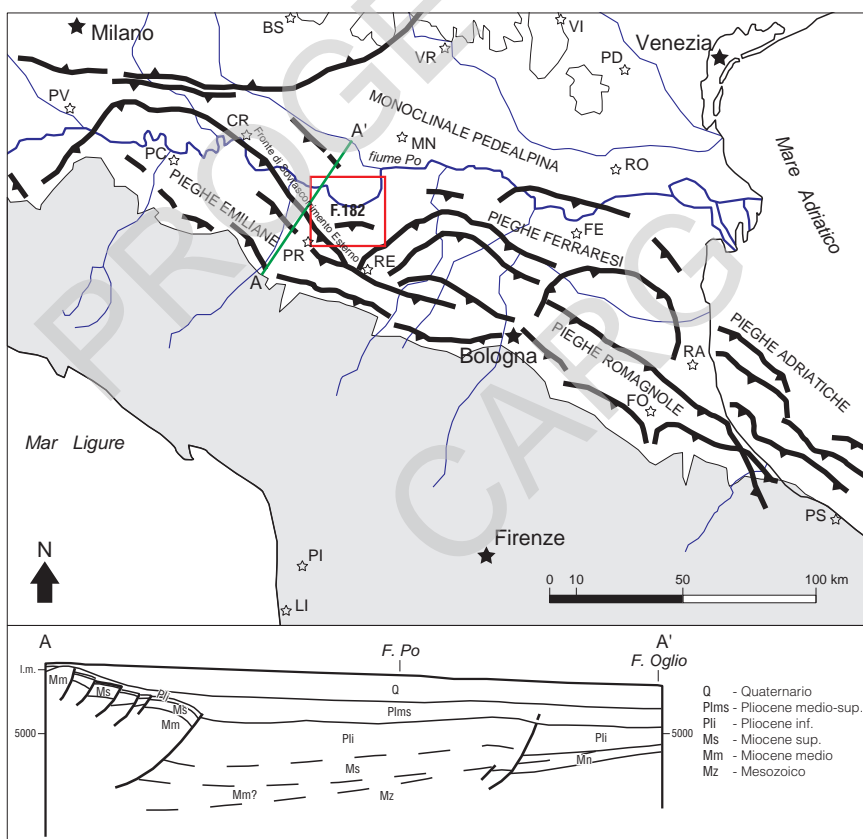


Fig. 4 - Schema di inquadramento geologico del sottosuolo nel settore centrale della Pianura Padana (modificato da PIERI & GROPPPI, 1981).

chiusura occidentale delle pieghe ferraresi a sud-est. A nord è delimitata dal fronte esterno del prisma di accrezione appenninico (settore di Piadena). La sua posizione risulta prevalentemente depocentrale con quote della base dei depositi pliocenici posta tra i 6000 ed i 7500 metri dal piano campagna ed immersione verso sud (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR, 2002) (figg. 4 e 4a).



Fig. 4a - Inquadramento strutturale del Foglio 182 (tratto da REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR, 2002) nel quale sono rappresentate le isobate della base del Pliocene.

IV - METODOLOGIA DI STUDIO

I rilievi delle zone di pianura per la realizzazione della Carta Geologica in scala 1:50.000 del Foglio 182 sono stati eseguiti seguendo la Guida al Rilevamento della Carta Geologica d'Italia (SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1992).

Le caratteristiche del territorio investigato, caratterizzato da depositi fluviali in area esclusivamente pianeggiante, determinano la necessità di un approccio diverso rispetto ai rilevamenti in aree collinari e montane. In questo contesto, privo di significative sezioni naturali, per la diretta osservazione dell'immediato sottosuolo è necessario ricorrere, oltre che alle informazioni ricavabili dalla pedologia, a dati provenienti da scavi artificiali, perforazioni ed indagini geognostiche e sismiche.

Nella realizzazione delle cartografie di superficie e di sottosuolo sono stati utilizzati sia dati pregressi (Banche Dati e bibliografia) che informazioni ricavate dall'esecuzione di nuove indagini appositamente predisposte. Di seguito si descrivono in dettaglio tutte le tipologie di dato utilizzate e le metodologie di indagine impiegate.

1. - CARTOGRAFIA DI SUPERFICIE E BANCA DATI UTILIZZATA

Sono state preliminarmente acquisite le informazioni presenti presso le Banche Dati disponibili sul territorio (fig. 5) sia sul contenuto stratigrafico che pedologico.

Per il settore lombardo sono state utilizzate le informazioni reperite presso la Direzione Territorio ed Urbanistica della Regione Lombardia riguardanti stratigrafie di pozzi per acqua e indagini geognostiche a supporto degli studi pianificatori e territoriali in corso di sistematizzazione in Banca Dati, mentre per

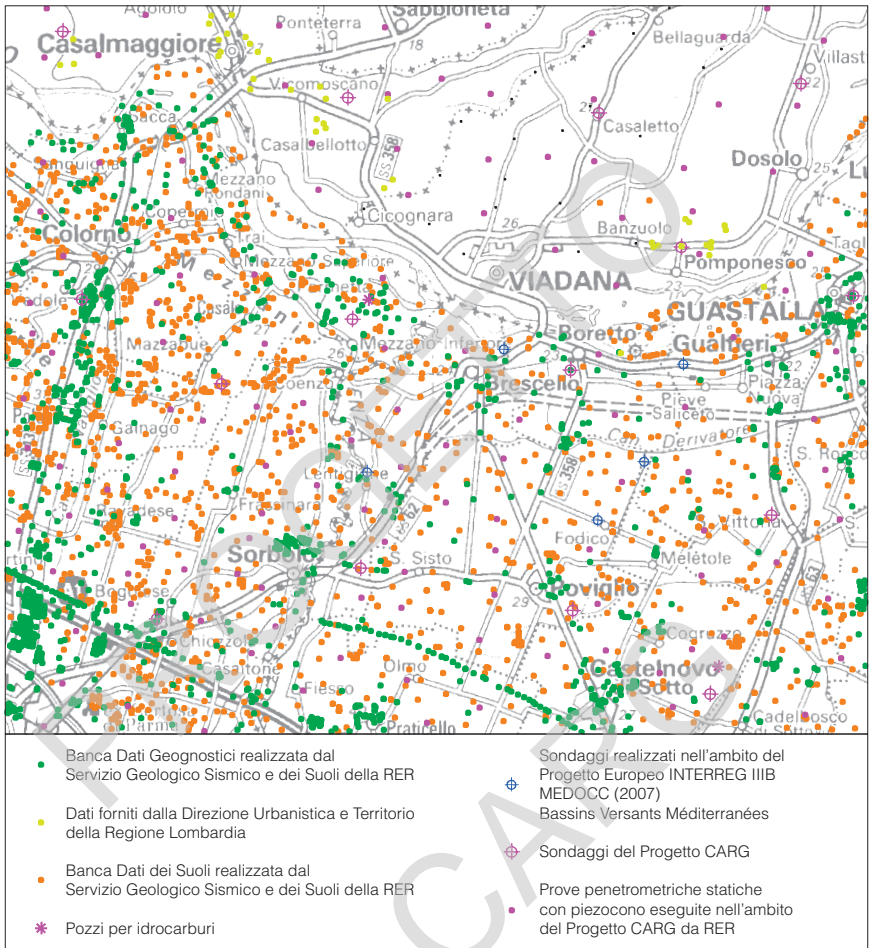


Fig. 5 - Ubicazione dei dati utilizzati per la realizzazione della Carta Geologica. In legenda sono riportate la tipologia e la provenienza delle informazioni.

il settore a sud del fiume Po sono state utilizzate le informazioni presenti presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

La Banca Dati Geognostici della Regione Emilia-Romagna raccoglie informazioni provenienti da numerose fonti sia pubbliche (Amministrazioni, Ferrovie dello Stato, ANAS, ENEL, Aziende Municipalizzate, AGIP) che private (imprese di perforazione e liberi professionisti).

La qualità ed il dettaglio delle informazioni in entrambi i casi risultano inevitabilmente poco omogenei pur permettendo una notevole copertura del ter-

ritorio: si può passare da informazioni relative ai soli livelli permeabili (nel caso dei pozzi per acqua) a stratigrafie di dettaglio a corredo di sondaggi a carotaggio continuo ed a diagrammi relativi a prove penetrometriche statiche in occasione a supporto di progettazioni ingegneristiche. Queste informazioni risultano importantissime anche nella ricostruzione della cartografia di sottosuolo come specificato nel relativo capitolo.

Per la realizzazione della Carta di Superficie sono state fondamentali sia le informazioni provenienti dalla Banca Dati dei Suoli realizzata dall'Ufficio Pedologico della Regione Emilia-Romagna che le informazioni provenienti da ERSAF raccolte presso la Direzione Territorio ed Urbanistica della Regione Lombardia. La Banca Dati dei Suoli della Regione Emilia-Romagna contiene, nell'area del Foglio, 626 dati relativi a stratigrafie di sondaggi realizzati con trivella a mano ed a descrizioni di profili pedologici derivanti dalla realizzazione di appositi scavi, che complessivamente permettono di avere informazioni dirette nel primo metro e mezzo di profondità. È stata inoltre utilizzata la Banca Dati del Servizio Analisi e Consulenza Terreni della Regione Emilia-Romagna (SACT): queste informazioni, 1034 nell'areale di studio, forniscono in particolare i parametri relativi alla percentuale di CaCO_3 presente nell'orizzonte superficiale (orizzonte pedologico "A") i cui valori forniscono una informazione preziosa per valutare il grado di lisciviazione a cui è stato sottoposto. Conoscendo infatti la percentuale di carbonati presenti nei depositi alluvionali non alterati in questo settore della pianura (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1994), l'abbassamento della loro percentuale nel suolo nonché lo spessore interessato, ne definisce il grado di alterazione pedogenetica. Questo parametro assieme alle altre determinazioni analitiche (parametri chimici, fisici, mineralogici e micromorfologici) integrate da dati archeologici e geomorfologici permette di stabilire l'età relativa, ed in alcuni casi anche assoluta, delle superfici esposte. Nel settore lombardo analoghe informazioni sono state ricavate dai dati presenti presso la Direzione Urbanistica e Territorio - Infrastruttura per l'Informazione Territoriale (S.I.T.) della Regione Lombardia derivanti dal Progetto Carta Pedologica in scala di semidettaglio (1:50.000) oltre che dai dati di letteratura (REGIONE LOMBARDIA, ERSAL & AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MANTOVA, 1992; REGIONE LOMBARDIA & ERSAF, 2004). Sono state utilizzate inoltre le Basi Informative Ambientali della Pianura in scala 1:25.000 della Regione Lombardia che hanno fornito informazioni relative alla litologia di superficie, con riferimenti alle proprietà granulometriche e fisico-chimiche del substrato pedologico oltre a numerosi elementi geomorfologici caratteristici.

Nell'ambito del Progetto CARG dopo l'esame dei dati pregressi disponibili sono state predisposte e realizzate campagne di indagine per il controllo e l'affinamento del modello geologico sia superficiale che profondo. Sono stati pertanto realizzati 15 sondaggi a carotaggio continuo con profondità comprese tra i 35 ed i 123 metri (v. Appendice 1) e 132 prove penetrometriche statiche con piezocono accoppiate a trivellate a mano spinte fino a 1,5 metri di profondità che hanno permesso l'analisi delle caratteristiche geologiche e pedologiche fondamentali per l'elaborazione della Carta di Superficie.

Un necessario complemento alle informazioni descritte in precedenza per la definizione della litologia di superficie è stata l'analisi delle immagini satellitari e delle foto aeree. L'analisi dell'immagine satellitare ha riguardato l'acquisizione del 12 ottobre 1986 effettuata dal sensore Thematic Mapper™ a bordo del satellite Landsat5. Attraverso elaborazioni volte a migliorare il contrasto cromatico (fig. 6) è stato possibile evidenziare le caratteristiche geologiche superficiali dell'area legate, ad esempio, alla maggiore o minore permeabilità del terreno utili ad identificare i diversi ambienti deposizionali (fig. 7).

Sono state inoltre analizzate foto aeree relative al volo GAI (1954-1955) alla scala 1:33.000, al volo TEM 1 Lombardia 1980-1982, alla scala 1:20.000 ed ortofoto (CGR 2003) alla scala circa 1:40.000 per il settore lombardo, pancromatiche alle scale 1:30.000 (volo RER 1985), 1:75.000 (volo Italia, 1994), ortofoto digitalizzate (AIMA 1996) per gli areali della Regione Emilia-Romagna. L'analisi dei fotogrammi ha permesso di individuare le principali unità geomorfologiche quali argini naturali ed artificiali, ventagli di rota, palealvei (fig. 8).

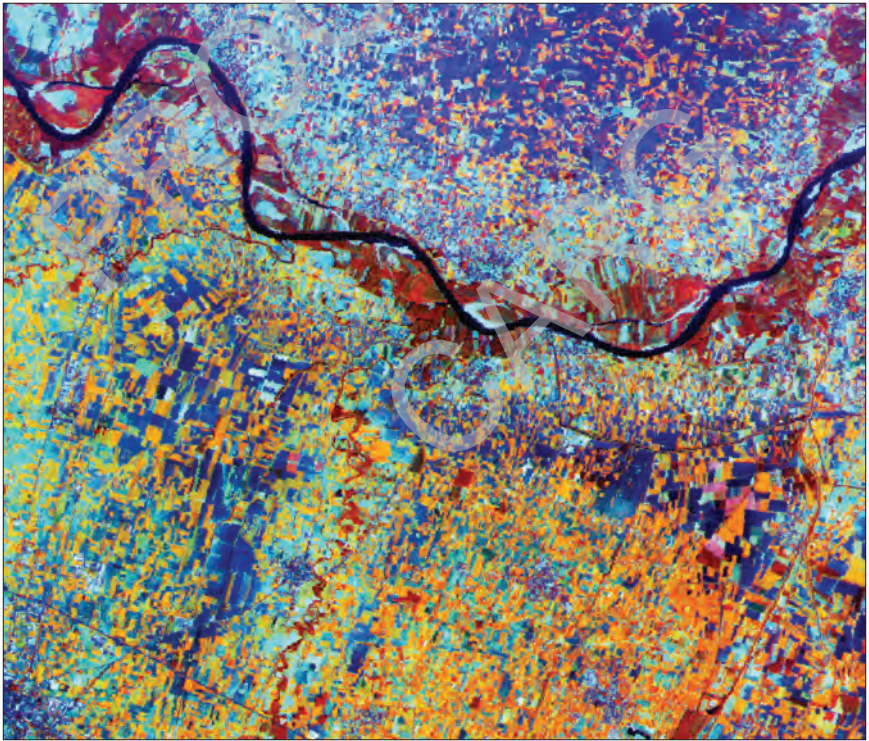


Fig. 6 - Immagine da satellite dell'area del Foglio 182 (Satellite Landsat5 - Sensore Thematic Mapper - 12 ottobre 1986).

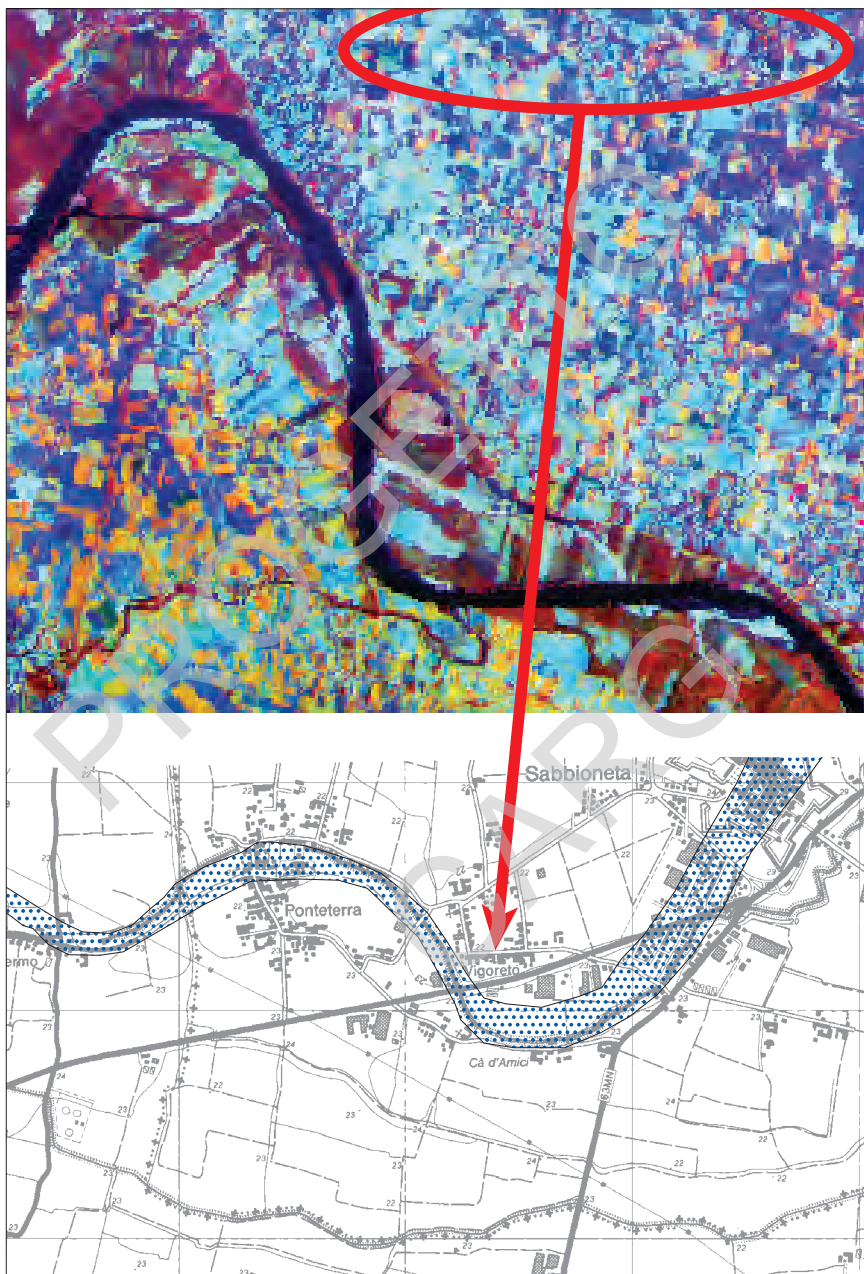


Fig. 7 - Identificazione di ambienti fluviali tramite immagine Landsat elaborata.



Fig. 8 - Unità geomorfologiche individuate utilizzando le ortofoto (anno 2003): meandri abbandonati.

Le unità geomorfologiche presenti nella Carta di Superficie derivano da un confronto ed integrazione fra tutti i dati descritti in precedenza e quanto presente in letteratura.

Lungo l'asta del fiume Po sono stati utilizzati i dati derivanti dallo studio di dettaglio realizzato dall'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) relativi alle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e delle aree inondabili.

Per l'attribuzione dell'età effettiva dei sedimenti affioranti è stata infine utilizzata l'analisi dei reperti archeologici svolta in collaborazione con il Dipartimento di Archeologia dell'Università di Bologna ed integrata, per il settore lombardo, dai dati allegati al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PROVINCIA DI MANTOVA, 2002), dai dati presenti nel tematismo riguardante i beni storico-architettonici presenti nella Base Informativa della Pianura (Direzione Urbanistica e Territorio - Infrastruttura per l'Informazione Territoriale - S.I.T. della Regione Lombardia) e da fonti bibliografiche (REGIONE LOMBARDIA *et alii*, 1984).

2. - CARTOGRAFIA DI SOTTOSUOLO

Lo studio del sottosuolo si è articolato sostanzialmente in due fasi di lavoro successive:

- analisi dei dati pregressi;
- ricostruzione preliminare dei rapporti stratigrafici riconosciuti e loro verifica ed affinamento tramite realizzazione di apposite indagini geognostiche.

2.1. - ANALISI DI DATI PREGRESSI

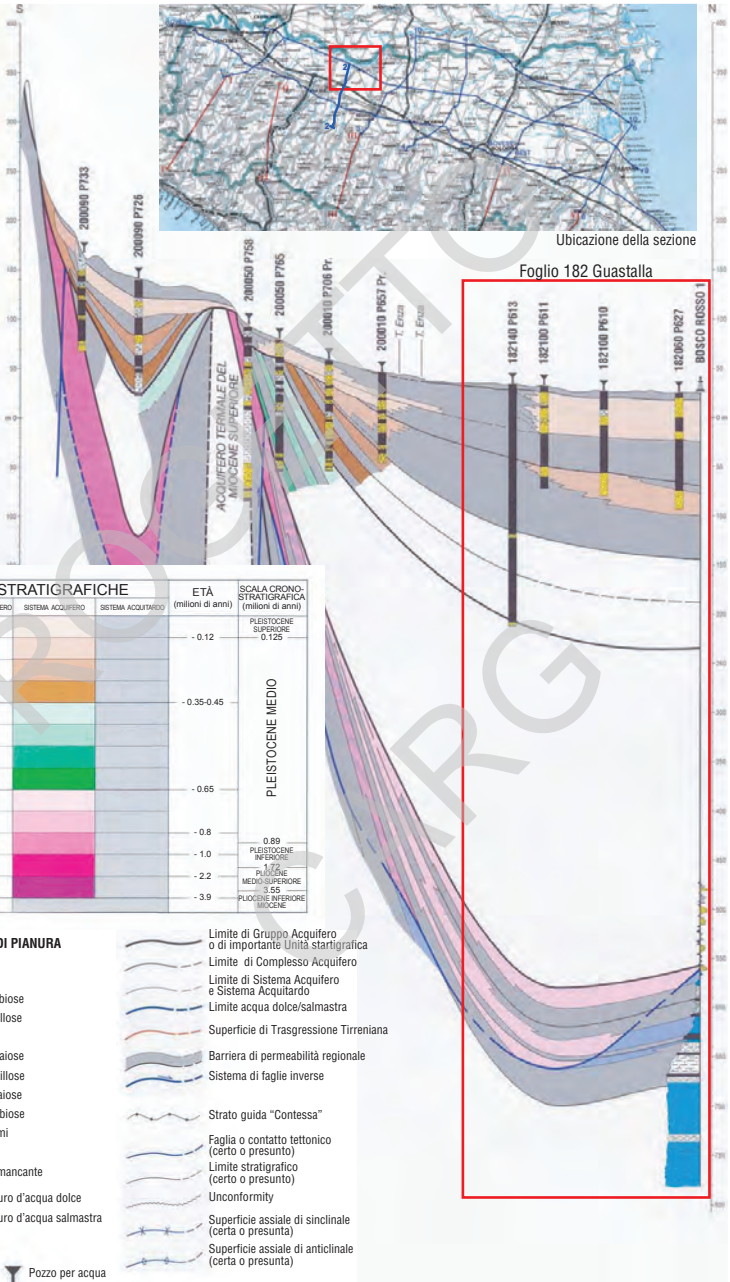
Lo studio della porzione più profonda del sottosuolo è stato condotto analizzando i profili sismici elaborati per la ricerca petrolifera. Tali profili, tarati da log di pozzo, costituiscono un importante strumento analitico dato che permettono di osservare le geometrie della stratificazione e di comprendere conseguentemente le tappe evolutive di un bacino sedimentario partendo dal riconoscimento della geometria d'insieme dei riflettori sismici (facies sismica) (AA.VV., 1977). Essi consentono inoltre il riconoscimento dei vari sistemi deposizionali, soprattutto nelle situazioni tettonicamente indisturbate in cui le facies sismiche diagnostiche si presentano fisicamente contigue (ORI *et alii*, 1986; ORI, 1993). Nell'area di studio sono stati consultati i profili sismici presenti nella Banca Dati CNR - AGIP, il profilo geologico interpretato in Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998) (fig. 9) e la Carta Strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & C.N.R., 2002).

2.2. - BANCA DATI GEOGNOSTICI

La cartografia geologica di sottosuolo è stata principalmente realizzata attraverso lo studio della Banca Dati Geognostici del Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna. Questa Banca Dati è stata realizzata a scala regionale raccogliendo numerosissime indagini geognostiche, costituite prevalentemente da stratigrafie di pozzi per acqua, sondaggi e prove penetrometriche realizzate da soggetti vari per scopi geotecnici. Gli elementi presenti nella Banca Dati Geognostici per il settore emiliano-romagnolo, integrati con le informazioni reperite per il settore lombardo, hanno portato a raccogliere, nell'area del Foglio, 1436 elementi puntuali rappresentativi di:

- prove penetrometriche (584) (penetrometriche statiche con punta meccanica, elettrica o con piezocono; penetrometriche dinamiche leggere o SCPT);
- stratigrafie di pozzi per acqua e sondaggi geognostici (850);
- pozzi realizzati da AGIP per la ricerca di idrocarburi (2).

Tramite un applicativo in ambito GIS appositamente predisposto sono state realizzate sezioni geologiche a scala verticale ampliata tramite le quali sono state ipotizzate attribuzioni stratigrafiche e correlazioni con le unità affioranti nel Foglio ed in areali limitrofi. In queste sezioni geologiche le geometrie della stratificazione, specie per le porzioni di sottosuolo più profonde, sono state tracciate



in modo congruente con quanto dedotto dall'analisi delle linee sismiche AGIP di cui si è detto in precedenza.

Successivamente a questa prima fase sono stati progettati e realizzati 15 sondaggi a carotaggio continuo allineati secondo delle sezioni geologiche. Oltre a questi è stato anche possibile visionare direttamente alcuni sondaggi (n. 5) realizzati in questa area dal Servizio Geologico regionale nell'ambito del Progetto Europeo INTERREG IIIB MEDOCC - BASSINS VERSANTS MEDITERRANÉES (2007) (acronimo BVM). Sia i sondaggi realizzati appositamente per il Foglio, che quelli per il Progetto Europeo citato sono descritti in modo dettagliato nell'Appendice 1.

I sondaggi a carotaggio continuo costituiscono un elemento fondamentale ed insostituibile per la realizzazione della cartografia di sottosuolo, essi infatti permettono una osservazione diretta del sottosuolo (litologie, ambienti deposizionali e analisi di facies). La stratigrafia dei sondaggi rappresenta inoltre lo strumento fondamentale per la taratura in chiave stratigrafica delle prove penetrometriche sia pregresse che di nuova realizzazione (AMOROSI & MARCHI, 1999; CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 - Foglio 223 "Ravenna", 2002).

Il prelievo delle carote di sondaggio ha permesso infine la raccolta di campioni con presenza di sostanze organiche permettendo la datazione con il metodo del ^{14}C del livello stratigrafico campionato. Queste analisi sono state condotte anche su campioni prelevati nei sondaggi del Progetto Europeo precedentemente citato. Le risultanze di queste analisi sono sintetizzate in tabella 1.

Tab.1 - Risultati delle analisi radiometriche condotte su campioni di materiale organico prelevati da sondaggi del Progetto CARG e sondaggi del Progetto Europeo INTERREG IIIB MEDOCC - 2007 (indicato con BVM) eseguite da ENEA di Bologna. La posizione dei sondaggi è illustrata in figura 3 mentre la stratigrafia dei sondaggi è riportata in Appendice 1. La profondità dei campioni è riferita al piano campagna.

Sigla Campione	Posizione Campione (sondaggio)	Profondità Campione	Materiale/ Pretrattamento	$\delta^{14}\text{C}$	Data BP	Data Calibrata
ENEA-785	S. Rosa (BVM2)	-33,10 m	Torba/ acido-base-acido	-27	40300±550	
ENEA-786	Pieve Saliceto (BVM5)	-42,30 m	Torba/ acido-base-acido	-27	Background	
ENEA-787	Lentigione (BVM4)	-40,30 m	Torba/ acido-base-acido	-27	42900±750	
ENEA-805	Brescello (BVM1) campione 1	-32,30 m	Legno/ acido-base-acido	-24	33400±200	
ENEA-806	Brescello (BVM1) campione 2	-45,80 m	Torba/ acido-base-acido	-27	49300±1150	
ENEA-807	Fodico (BVM3)	-17,60 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-27	15500±6950	68.2% 22900BC-10100BC
ENEA-808	Lentigione (BVM4)	-10,20 m	Legno/ acido-base-acido	-24	7400±100	68.2% 6399BC-6113BC 95.4% 6438BC-6069BC
ENEA-809	Fodico (BVM3)	-34,60 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-28,2*	Background	

Fig. 9 - Sezione geologico-idrogeologica di sottosuolo ricavata da REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998).

ENE810	Fodico (BVM3)	-11,10 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-27,1*	15450±130	68.2% 16925BC-16745BC 95.4% 17005BC-16648BC
ENE815°	Sorbolo L.te (S2)	-12,30 m	Legno/ acido-base-acido	-28,3*	5030±40	68.2% 3941BC-3857BC (43.9%) 3818BC-3768BC (24.3%) 95.4% 3948BC-3712BC
ENE815°	Sorbolo L.te (S2)	-12,30 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-28*	5180±50	68.2% 4042BC-3956BC 95.4% 4226BC-4205BC (2.1%) 4165BC-4130BC (3.7%) 4113BC-4102BC (0.6%) 4074BC-3927BC (79%) 3877BC-3804BC (10%)
ENE816	Casaletto (S9)	-29,80 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-26,8*	39100±1150	
ENE820	Villastrada (S10)	-6,40 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-27	2920±70	68.2% 1255BC-1238BC (4.5%) 1214BC-1015BC (63.7%) 95.4% 1370BC-1349BC (1.5%) 1316BC-924BC (93.9%)
ENE817	Villastrada (S10)	-30,50 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-29,3*	47900±550	
ENE818	Sorbolo L.te (S2)	-32,70 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-27	28600±200	
ENE820	Villastrada (S10)	-6,40 m	Suolo organico/ acido-base-acido	-29,2*	2890±50	68.2% 1191BC-1178BC (4.0%) 1160BC-1144BC (4.9%) 1131BC-1000BC (59.3%) 95.4% 1259BC-1232BC (3.4%) 1218BC-927BC (92.0%)
ENE849	Oglio-Po (S8)	-7,50 m	Suolo/ acido-base-acido	-26,1*	20400±110	68.2% 22620BC-22270BC 95.4% 22850BC-22100BC
ENE850	Laghetto Camporanieri (S3)	-3,50-3,80 m	Suolo/ acido-base-acido	-25,2*	1830±60	68.2% 80AD-11AD (4.9%) 120AD-250AD (63.3%) 95.4% 50AD-350AD
ENE852	Poviglio (S11)	-13,30 m	Suolo/ acido-base-acido	-27	13150±180	68.2% 13900BC-13300BC 95.4% 14300BC-13000BC
ENE853	Laghetto Camporanieri (S3)	-14-14,20 m	Suolo/ acido-base-acido	-26,6*	15750±110	68.2% 17100BC-16920BC 95.4% 17260BC-16840BC
ENE854	Poviglio (S11)	-16,00 -16,20 m	Suolo/ acido-base-acido	-27	14550±120	68.2% 15950BC-15300BC 95.4% 16100BC-15000BC
ENE855	Laghetto Camporanieri (S3)	-18,40 m	Suolo/ acido-base-acido	-26,6*	17850±150	68.2% 19400BC-18850BC 95.4% 19700BC-18600BC
ENE856	Pomponesco (S13)	-6,7-6,8 m	Suolo/ acido-base-acido	-26,2*	11300±2000	68.2% 11390BC-11030BC 95.4% 11650BC-10900BC

* Valori determinati con spettrometria di massa.

° Il campione ENEA-815 presentava un elevato contenuto di frustoli legnosi che sono stati separati dal resto del campione e quindi datati in modo da avere un confronto con la datazione del suolo organico in cui erano contenuti.

Gli elementi ricavati dai sondaggi hanno quindi permesso di verificare le sezioni geologiche realizzate e di definire in maniera più precisa il modello geologico del sottosuolo.

Oltre ai sondaggi sono state anche realizzate 132 prove penetrometriche statiche con piezocono spinte sino a circa 40 metri di profondità e distribuite in modo abbastanza regolare in modo da garantire una copertura omogenea nell'area in esame.

L'elaborazione di tutti i dati di sottosuolo a disposizione attraverso numerose sezioni trasversali e longitudinali, ha permesso la realizzazione delle sezioni geologiche inserite nel Foglio e della carta delle isobate del tetto delle ghiaie e sabbie appartenenti al subsistema di Ravenna (AES₈) ed alla unità di Vignola (AES_{7b}) del subsistema di Villa Verucchio (AES₇) (vedi Foglio Allegato di Sottosuolo).

PROGETTO
CARG

V - STRATIGRAFIA

1. - DEFINIZIONE DEL CRITERIO STRATIGRAFICO UTILIZZATO

Le unità cartografate nei Fogli di Superficie e di Sottosuolo del Foglio “Guastalla” appartengono alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano ed in particolare al Supersistema Emiliano-Romagnolo.

L'analisi stratigrafica è stata condotta utilizzando i criteri della stratigrafia fisica come definito dalle linee guida per il rilevamento della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1992) e successive integrazioni, e con approccio analogo a quello utilizzato e descritto per i Fogli confinanti (Foglio 181 “Parma nord” e Foglio 200 “Reggio nell'Emilia”).

La stratigrafia fisica si volge all'identificazione di sequenze di strati delimitati da superfici-tempo ed alla relazione genetica tra sistemi deposizionali coevi. Questo approccio ha portato, nel corso degli anni, ad un incremento nell'utilizzo di Unità Allostratigrafiche (NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1983; POAG & WARD, 1993), di unità delimitate da superfici di discontinuità (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units* - UBSU) (SALVADOR, 1994) o di unità legate a cicli di eventi come le Unità Stratigrafico-deposizionali (VAIL, 1987; POSAMENTIER *et alii*, 1988; GALLOWAY, 1989).

Questi tipi di unità presentano caratteristiche che ben si adattano allo studio dei depositi quaternari (MUTTI *et alii*, 1994) ed alla loro rappresentazione cartografica.

Per il Foglio 182 sono state utilizzate le UBSU, cioè unità delimitate alla base ed al tetto da superfici di discontinuità (*angular unconformities, disconformities* ecc.) nell'accezione indicata dal Servizio Geologico Nazionale che permette una maggiore flessibilità rispetto a quanto indicato dal Codice Internazionale di Stratigrafia. Infatti le aree di pianura quali quelle del Bacino Padano sono

caratterizzate in ampia parte da ambienti deposizionali fluviali nei quali sono estremamente frequenti lacune e diastemi (*sensu* BARRELL, 1917). Inoltre l'assenza quasi totale di superfici esposte rende complesso ed incerto il riconoscimento delle discontinuità né escludibile il passaggio verso valle a superfici di continuità stratigrafica. L'individuazione di limiti inconformi nei depositi di sottosuolo della Pianura Padana è talora ostacolato anche dalla difficoltà di poter utilizzare linee sismiche ad alta risoluzione che permettano di tracciare le geometrie della stratificazione dei depositi soprattutto in presenza di deboli contrasti di facies. A livello bacinale questa operazione è stata svolta con l'analisi di dati sismici e dati di pozzo da REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998), che ha fornito il quadro di riferimento, e a cui si sono sommati i lavori di maggior dettaglio, quali la realizzazione dei Fogli Geologici del Progetto CARG. Questi studi, basati sull'analisi stratigrafica e sedimentologica di dettaglio supportata da approfondimenti micropaleontologici, palinologici e radiometrici, hanno permesso di affinare il modello stratigrafico e di seguire le principali superfici di discontinuità stratigrafica e la loro correlazione a scala di bacino.

Il criterio utilizzato è stato quello delle UBSU. Se nelle aree intravallive della pianura (BLUM, 1993) le UBSU sono ottimamente applicabili alla rappresentazione cartografica dei depositi di terrazzo (dove le superfici di discontinuità sono costituite alla base da scarpate di erosione fluviale e al tetto da suoli), nelle zone di piana alluvionale e di piana a meandri vengono utilizzati i suoli come limite di UBSU, in quanto essi rappresentano superfici di discontinuità non deposizionali (PRETI & GUERMANDI, 1991).

Nel sottosuolo il riconoscimento delle UBSU avviene partendo dalla analisi dei cicli deposizionali di diverso ordine gerarchico presenti caratterizzati da un'evoluzione di tipo trasgressivo-regressivo. A scala regionale, partendo dal margine appenninico, in base alla prosecuzione fisica e/o geometrica dei corpi ghiaiosi di terrazzo e di conoide alluvionale, è stato possibile correlare i subsistemi affioranti con i cicli deposizionali riconosciuti nel sottosuolo della pianura. Nel Foglio 182 i limiti delle UBSU nel sottosuolo vengono considerati corrispondenti alla base dei cicli trasgressivi analogamente a quanto riconosciuto nei Fogli adiacenti (Fogli 181 e 200).

La successione sedimentaria del Foglio appartiene al supersistema Emiliano-Romagnolo (ciclo Quaternario continentale Qc secondo RICCI LUCCHI *et alii*, 1982) di età olocenico-pleistocenica che costituisce la parte sommitale del ciclo sedimentario trasgressivo-regressivo della successione post-evaporitica del margine padano-adriatico. Il supersistema Emiliano-Romagnolo è ripartito regionalmente in due successioni sovrapposte di rango inferiore: il sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) ed il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) (DI DIO *et alii*, 1997a, b) separati da una superficie di discontinuità stratigrafica, passante verso la parte settentrionale del bacino ad una correlativa superficie di continuità: questa superficie di discontinuità è stata riconosciuta in affioramento e seguita in sottosuolo tramite l'utilizzo di sismica e stratigrafie di pozzi e sondaggi.

Nell'area del Foglio sono presenti solo i terreni appartenenti al sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituiti da depositi di piana alluvionale, legata ai fiumi appenninici, e depositi della piana a meandri del fiume Po. In questo sintema sono compresi i terreni indicati come *alluvium* (da recente ad antico) nella CARTA GEOLOGICA D'ITALIA al 1:100.000 Foglio 74 "Reggio nell'Emilia" (1967) e Foglio 73 "Parma" (1964).

Il sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) a livello regionale è stato suddiviso in diversi subsintemi (fig. 1) distinti in base alle loro caratteristiche morfo-pedostratigrafiche. Nella Carta Geologica del Foglio 182 affiora solo il termine superiore ovvero il subsintema di Ravenna (AES₈). Nel Foglio di Sottosuolo sono stati riconosciuti anche il subsintema di Villa Verucchio (AES₇) ed il subsintema di Agazzano (AES₃), interpolati in sottosuolo su una griglia di sezioni passanti per i sondaggi ed i pozzi della Banca Dati Geognostici e corrispondenti a cicli sedimentari di tipo trasgressivo-regressivo.

Il passaggio al sottostante sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) è stato intercettato nei due pozzi per idrocarburi perforati da AGIP ed è riportato nelle sezioni profonde F-F' e G-G' dell'Allegato di Sottosuolo.

I subsintemi più recenti (AES₈ ed AES₇) sono stati ulteriormente suddivisi in unità di rango stratigrafico inferiore (unità di Modena - AES_{8a}, unità di Vignola - AES_{7b}) sempre utilizzando gli attributi morfo-pedostratigrafici e stratigrafico sequenziali sopra accennati.

2. - SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO-PADANO

2.1. - SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO

Il supersintema Emiliano-Romagnolo, definito da REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998), è dunque l'unità stratigrafica che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti in corrispondenza del margine appenninico padano (ciclo Qc di RICCI LUCCHI *et alii*, 1982) ed i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. La sua età è Pleistocene medio - Olocene (~ 800.000 anni BP - Attuale) (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998 successivamente modificata in CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 Foglio 199 "Parma sud", 2005).

Dei due distinti sintemi che la compongono (sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore, AEI e sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, AES) nel Foglio di Superficie e di Sottosuolo sono espressi solo i termini appartenenti al sintema Emiliano-Romagnolo Superiore.

Nel settore del Foglio 182 la base del supersintema Emiliano-Romagnolo, coincidente con la base del sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI), è stata

individuata attraverso l'interpretazione di log geofisici all'interno dei pozzi per l'esplorazione degli idrocarburi: pozzo Bosco Rosso 1 e pozzo Castelnovo 1.

In particolare nel settore del Foglio "Guastalla" la base di AEI si trova nella porzione sommitale della successione marina pleistocenica dove è ben evidente una forte e repentina progradazione dei sistemi fluvio-deltizi e di piattaforma al di sopra di sistemi di piattaforma esterna/scarpa.

Il contesto strutturale profondo risulta omogeneo nel settore del Foglio 182, in quanto non coinvolto da fronti di sovrascorrimento recenti (*thrusts*) che possano condizionare le geometrie stratigrafico-deposizionali più superficiali. In questo contesto la base di AEI, nei due pozzi citati in precedenza, si trova a profondità simili di circa -550 m s.l.m.

Analizzando i profili dei log elettrici (potenziale spontaneo e resistività) si nota come nella parte basale dell'AEI aggradino sistemi continentali fini di piana alluvionale con qualche intervallo sabbioso attribuibile a depositi di riempimento di canale fluviale. Risulta quindi evidente che il passaggio quaternario marino-quaternario continentale avviene in concomitanza della base del sistema Emiliano-Romagnolo inferiore.

Similmente, sempre analizzando i log elettrici ENI, si nota come al tetto di AEI avvenga una significativa progradazione in quanto i depositi fini di piana alluvionale vengono repentinamente sostituiti da depositi più grossolani ghiaioso-sabbiosi appartenenti a sistemi di conoide distale.

2.1.1. - *Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)*

Questa successione costituisce la porzione superiore del supersistema Emiliano-Romagnolo e comprende i depositi continentali del Foglio 182 riconosciuti in superficie ed in sottosuolo.

Si tratta di depositi alluvionali prevalentemente legati al sistema di alimentazione appenninico nel settore centro-meridionale del Foglio, ovvero depositi dai fiumi Parma ed Enza e subordinatamente dal torrente Crostolo, che si interdiggano verso nord con i depositi di piana a meandri del fiume Po (sistema padano). I depositi si sviluppano in ambienti di canale, di argine e rotta fluviale e di piana inondabile.

Nel sottosuolo il sistema è costituito da alternanze cicliche di spessore pluri decametrico costituite da porzioni prevalentemente fini di piana alluvionale, intercalate da depositi sabbiosi, particolarmente presenti nel settore centro settentrionale del Foglio ed attribuibili alla sedimentazione della piana a meandri del Po. Nella parte più meridionale del Foglio, nella stessa posizione stratigrafica delle sabbie padane, sono a tratti presenti delle ghiaie riferibili alla parte più distale delle conoidi appenniniche.

La sedimentazione del sistema Emiliano-Romagnolo Superiore prende inizio al termine di un evento minore, ancorché regionale, di sollevamento delle strutture compressive appenniniche, registrato in affioramento da una superficie

di discontinuità erosiva in Fogli adiacenti (Fogli 219 e 220). Tale superficie, riconoscibile anche nei profili sismici, risulta molto evidente in corrispondenza dei principali fronti strutturali sepolti (Di Dio *et alii*, 1997a, b). Come accennato in precedenza, la successione sedimentaria dell'AES è divisa regionalmente in vari subsintemi corrispondenti, nelle vallate e nel margine appenninico emiliano-romagnolo, a terrazzi (o gruppi di terrazzi) intravallivi ed alle conoidi alluvionali ad essi correlate (Fogli 181, 199, 200, 201 e 202). Le sezioni geologiche tracciate dal margine appenninico alla pianura hanno permesso di correlare a scala regionale i subsintemi affioranti con i cicli riconosciuti nel sottosuolo. Il confronto tra la ciclicità del sottosuolo con le curve del $\delta^{18}\text{O}$ pubblicate da RUDDIMAN *et alii* (1989) fanno ritenere che la ciclicità deposizionale riconosciuta nel sottosuolo all'interno del sistema sia da attribuirsi alle oscillazioni climatiche che si sono sviluppate durante il Pleistocene alla scala dei 100.000 anni (Fogli 256 e 240).

Questo raffronto, rafforzato dalle datazioni radiometriche e archeologiche disponibili sia in superficie che nel sottosuolo, ha permesso di legare la ciclicità del sottosuolo ed i subsintemi del margine appenninico alle curve climatiche citate.

Le caratteristiche dei sedimenti appartenenti al sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) è descritta in dettaglio nei paragrafi seguenti e riguarda i depositi affioranti descritti nella Carta Geologica di Superficie, e i depositi di sottosuolo illustrati sia nelle sezioni geologiche a corredo della carta che in quelle presenti nel Foglio Allegato.

Nel Foglio 182, il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore è stato suddiviso in tre subsintemi, dei quali solo il superiore è presente nella Carta di Superficie mentre gli altri sono stati riconosciuti in sottosuolo. In ordine crescente di età:

- subsistema di Ravenna (AES₈)
- subsistema di Villa Verucchio (AES₇)
- subsistema di Agazzano (AES₃)

Sulla base della prosecuzione fisica e/o geometrica dei corpi ghiaiosi di terrazzo e di conoide alluvionale riconosciuti nei Fogli vicini (Fogli 181, 200, 201 e 202) i 3 subsintemi più recenti sono stati correlati con i 3 cicli deposizionali più superficiali riconosciuti all'interno di AES nel sottosuolo della pianura.

Come sopra anticipato, nel sottosuolo il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore è costituito dalla sovrapposizione di cicli deposizionali di spessore pluridecimetrico. Ogni ciclo è composto da una porzione fine (limi argille e localmente sabbie), ed una grossolana costituita da sabbie prevalenti. Questa ciclicità riflette una variazione dell'energia deposizionale fluviale che aumenta con la sedimentazione sabbiosa e diminuisce con quella fine. La massima disattivazione dei sistemi fluviali avviene bruscamente proprio al tetto dei depositi sabbiosi più continui arealmente, e spesso si manifesta con la presenza di argille ricche in sostanza organica. Queste argille organiche nelle zone costiere sono

fisicamente correlabili con le ingressioni marine dentro la piana alluvionale. Per questo motivo, anche lontano dalla pianura costiera, nella ciclicità dei depositi alluvionali si riconosce un trend trasgressivo-regressivo: la massima trasgressione è rappresentata dalle argille organiche che, per convenzione, costituiscono la base del ciclo. Al di sopra di esse seguono depositi fini di tracimazione fluviale in cui le sabbie di canale fluviale sono presenti come corpi lenticolari. Superiormente la sedimentazione sabbiosa aumenta, e la parte terminale del ciclo è data dalla massima espansione della sedimentazione sabbiosa.

Tra i cicli riconosciuti nel sottosuolo, il più recente è caratterizzato solamente dalla parte basale trasgressiva che corrisponde ai primi 20 metri circa dal piano campagna. Il successivo è invece completo, ed in esso si riconosce la parte basale trasgressiva sul tetto delle sabbie sottostanti e tutta la porzione regressiva superiore. Il ciclo inferiore è invece investigato da pochi dati che ne descrivono quasi esclusivamente la parte terminale grossolana.

Come sopra detto questi cicli sono stati correlati rispettivamente ai sintemi AES₈ (presente solo la parte trasgressiva), AES₇ ed AES₃.

Al di sotto dei primi 3 cicli/subsintemi (AES₈, AES₇ ed AES₃) sono presenti regionalmente due ulteriori cicli deposizionali che nell'area del Foglio non sono riconoscibili e mappabili dato il ridottissimo numero di informazioni geognostiche disponibili. Nelle sezioni profonde, pertanto, è stato introdotto il termine AES indifferenziato.

Lo spessore di AES varia da circa 130 metri presso il limite meridionale del Foglio 182 fino a circa 300 metri nel settore centrale.

L'età della base del sintema è attribuita per posizione stratigrafica e per raffronto con i cicli climatico-eustatici, al Pleistocene medio a partire dai 400-450.000 anni BP (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998). Il limite superiore corrisponde alla superficie topografica attuale (Olocene).

2.1.1.1. - Subsintema di Agazzano (AES₃) (sottosuolo)

L'unità è presente solo nel sottosuolo ed è stata correlata su base geometrica con numerose sezioni partendo dalle aree limitrofe (Fogli 200, 199 e 181, dove l'unità è presente anche in affioramento), ed utilizzando le stratigrafie di alcuni sondaggi più profondi presenti in Banca Dati, del sondaggio S15 e dei pozzi per idrocarburi.

La base dell'unità è costituita da depositi fini alluvionali di tracimazione e piana inondabile passanti verso l'alto a depositi sabbiosi e ghiaiosi di canale fluviale con spessori fino a 15 metri. Localmente (sezione geologica F-F') la base di AES₃ si colloca all'interno di potenti depositi sabbiosi di canale fluviale legati allo sviluppo del sistema del fiume Po (parte settentrionale del Foglio).

L'architettura stratigrafica mostra come i depositi più grossolani a tetto del ciclo si alternino a depositi argillosi e limosi di tracimazione e piana inondabile

andando a costituire corpi tabulari chilometrici sovrapposti. (sezione geologica G-G').

Nel sottosuolo dei Fogli Geologici più orientali, a partire dal 201, questa unità è del tutto correlabile su base geometrica con il subsistema di Bazzano (AES₆).

2.1.1.2. - Subsistema di Villa Verucchio (AES₇) (sottosuolo)

Definito nell'area del Foglio 256 "Rimini" (2005), questo subsistema è presente solo in sottosuolo nel settore del Foglio 182 ed è costituito da ghiaie, sabbie, limi e argille di ambiente alluvionale. Su base morfologica, pedostratigrafica ed archeologica il subsistema di Villa Verucchio viene suddiviso regionalmente in due unità (dal basso: AES_{7a} unità di Niviano ed AES_{7b} unità di Vignola) prevalentemente comprese tra superfici a limiti inconformi e separate, ove affioranti, da scarpate fluviali di oltre 10 metri. La loro correlazione è stata effettuata con numerose datazioni radiometriche realizzate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna lungo il margine appenninico.

La base di AES₇ corrisponde alla parte trasgressiva del ciclo ed è individuata nell'area del Foglio 182 dall'inizio della deposizione fine di piana inondabile o tracimazione fluviale su sedimenti più grossolani (sabbie e ghiaie) presenti al tetto del subsistema di Agazzano (AES₃) (sez. F-F' e G-G' del Foglio Allegato di Sottosuolo). Vi sono altresì zone dove le differenze granulometriche tra il tetto dell'unità AES₃ sottostante e la base di AES₇ non sono più tali da permettere l'esatta risoluzione del limite tra le due unità che risulta, pertanto, incerto.

Nella carta riportata nel Foglio Allegato di Sottosuolo sono state mappate le isobate di tetto delle porzioni sabbioso ghiaiose, riferibili al tempo AES_{7b} (unità di Vignola), ove queste costituivano un corpo sedimentario di continuità adeguata ad una sua correlazione areale in base ai dati a disposizione. Vi si riconoscono i seguenti depositi:

- ghiaie e sabbie di conoide distale e sabbie di riempimento di canale fluviale dei fiumi appenninici (parte meridionale del Foglio). Le ghiaie sono da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati, passanti a sabbie medie e grossolane, ben cernite, localmente alternate a limi sabbiosi. Nelle porzioni più distali dei sistemi appenninici sono presenti delle sfrangiature ed interdigitazioni tra i depositi sabbioso ghiaiosi e le litologie più fini;
- sabbie di riempimento di canale fluviale legate al sistema di alimentazione padano che formano corpi tabulari molto estesi (settore settentrionale del Foglio). Le sabbie sono da fini a grossolane con rare intercalazioni ghiaiose, gli strati sono da spessi a molto spessi e generalmente amalgamati.

Lateralmente e/o sottocorrente i depositi di canale fluviale passano a depositi più fini costituiti da limi, limi sabbiosi di argine, canale e rotta fluviale e da limi, ed argille di piana inondabile.

Sulla base della diversa posizione stratigrafica dei corpi grossolani individuati nel sottosuolo al tetto di AES₇, nella carta del tetto delle sabbie e ghiaie sono stati distinti due intervalli sovrapposti indicati con AES_{7b} Sup. e AES_{7b} Inf.

Lo spessore del subsistema è compreso tra i 50 ed i 90 metri circa.

La correlazione del subsistema è avvenuta attraverso una maglia di sezioni a scala regionale e le età radiometriche riscontrate hanno consentito di correlare il subsistema di Villa Verucchio con il ciclo climatico-eustatico compreso fra gli stadi isotopici 5e (Tirreniano *Auct.*) e 2 della curva degli isotopi dell'ossigeno di MARTINSON *et alii* (1987). Pertanto l'età del subsistema è attribuita all'intervallo compreso fra c.a. 120.000 anni e c.a. 14.000 anni B.P. (Pleistocene superiore). In questo intervallo temporale ricadono i campioni di materiale organico appartenenti ad AES₇ prelevati nell'area del Foglio e sottoposti ad indagine radiometrica (tabella 1 ed Appendice 1).

2.1.2.3. - Subsistema di Ravenna (AES₈)

Tutti i depositi affioranti nel Foglio 182 appartengono al subsistema di Ravenna, definito nel Foglio 223 (CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000, 2002). Nell'area tipo è caratterizzato da una superficie di discontinuità marcata da un netto contrasto di facies (depositi di ambiente paralicò e marino marginale poggianti sui depositi alluvionali pleistocenici del subsistema sottostante di Villa Verucchio) legati all'ultimo ciclo trasgressivo-regressivo di età olocenica. Il subsistema di Ravenna si sviluppa in questo settore della pianura (Foglio 182), in condizioni di piana alluvionale e rappresenta lo spessore dei sedimenti deposti nell'ultimo postglaciale. Come è caratteristico della cartografia geologica di pianura in contesti di piana alluvionale, si nota una distribuzione superficiale di classi granulometriche, derivanti dall'ambiente deposizionale, che permette il riconoscimento e la mappatura dei diversi sottoambienti del sistema fluviale. Nel Foglio 182 l'unità è costituita da alternanze di sabbie, limi sabbiosi, limi ed argille di canale, argine e rotta fluviale e da argille e limi di piana inondabile, legati allo sviluppo dei reticoli idrografici appenninici nella parte centro meridionale del Foglio e del fiume Po nella parte centro settentrionale. Il tetto del subsistema è una superficie deposizionale, frequentemente relitta, coincidente con il piano topografico attuale che mostra suoli con diverso grado di alterazione. Gli orizzonti superiori dei suoli variano da non calcarei a calcarei, discriminando l'appartenenza all'unità di Modena (AES_{8a}), descritta nel paragrafo successivo. La superficie topografica coincide in gran parte con il piano di frequentazione romano (tranne che per AES_{8a}) come testimoniano i reperti archeologici relativi ad insediamenti e tracce della centuriazione romana (v. Appendice 3).

L'organizzazione interna del subsistema ed i suoi rapporti con il subsistema sottostante (AES₇) sono stati ricostruiti attraverso l'analisi dei dati geognostici di sottosuolo e sono rappresentati nelle sezioni della Carta Geologica e del Foglio Allegato di Sottosuolo.

Nel Foglio Allegato alla Carta Geologica viene illustrato in planimetria, tramite linee isobate, l'andamento nel sottosuolo del tetto delle sabbie e ghiaie appartenenti a questa unità. Si riconoscono i seguenti depositi:

- ghiaie e sabbie di conoide distale e di riempimento di canale fluviale, legate allo sviluppo della piana alluvionale dei fiumi appenninici. Le ghiaie sono da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa in strati da spessi a molto spessi di solito amalgamati. Questi depositi sono presenti nella porzione sud-occidentale del Foglio e si rastremano, fino a raggiungere pochi metri di spessore, procedendo verso nord;
- sabbie di riempimento di canale fluviale appartenenti a depositi di piana a meandri del fiume Po. La granulometria varia da fine a grossolana, gli strati sono da spessi a molto spessi prevalentemente amalgamati. Questi depositi sono ben rappresentati nella porzione settentrionale del Foglio dove hanno il massimo spessore mentre si assottigliano procedendo verso sud.

Nell'area del Foglio, il subsistema di Ravenna raggiunge lo spessore massimo di circa 23 metri.

Età: Pleistocene superiore - Olocene. La base dell'unità è datata a circa 14.000 anni B.P. secondo dati radiometrici e geoarcheologici ottenuti in aree adiacenti (Foglio 202).

All'interno del Subsistema di Ravenna viene distinta, su base archeologica e pedostratigrafica, l'unità di Modena (AES_{8a}).

Unità di Modena (AES_{8a})

Questa unità di rango inferiore comprende i depositi più recenti e superficiali presenti del Foglio ed affiora estesamente lungo il corso del fiume Po, nel settore centrale del Foglio, e lungo il corso dei torrenti Parma, Enza e Crostolo. È stata definita e datata da CREMASCHI & GASPERI (1989) nell'area tipo (unità Alluvione). Concettualmente questa unità comprenderebbe i depositi fluviali attualmente in evoluzione (b₁) che però vengono cartografati separatamente in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente.

Consiste in depositi di riempimento di canale fluviale (sabbie fini e finissime) e di argine lungo il fiume Po (limi sabbiosi prevalenti) e da depositi di piana inondabile (argille e limi), di argine, canale e rotta fluviale (alternanze di sabbie e limi) lungo il corso dei fiumi appenninici.

Gli affioramenti di questa unità che consentano osservazioni stratigrafiche sono estremamente limitati (scavi occasionali, fronti di cava): nella sua descrizione, pertanto, si è fatto riferimento prevalentemente ai dati ricavati dai carotaggi e trivellate realizzati appositamente per il Foglio.

Questa unità è definita dalla presenza a tetto di un suolo a bassissimo grado di alterazione, non decarbonatato. Il limite inferiore di AES_{8a} è dato dal contatto, in discontinuità, dei suoi depositi sul suolo non calcareo o scarsamente calcareo presente al tetto di AES₈.

Dati di letteratura, archeologici e storici, indicano che l'unità si è deposta a partire dal IV-VI secolo d.C. (BONDESAN, 1986; CIABATTI & VEGGIANI, 1990; MON-

TEVECCHI & NOVARA, 2000; VEGGIANI, 1982, 1987). I depositi dell'unità di Modena sono stati attribuiti da CREMASCHI & GASPERI (1989), in aree del Foglio 200, alla crisi climatica altomedievale (MAYR, 1964; ACCORSI *et alii*, 1982; VEGGIANI, 1994; CAPORUSSO & CREMASCHI, 1988; BERGONZINI *et alii*, 1989). Nell'area del Foglio 182 sono presenti ritrovamenti archeologici (strutture abitative, fornaci) di età romana da essa sepolti, come descritto in Appendice 3.

All'interno dell'unità, ulteriormente suddivisa in carta in base alla granulometria dei depositi affioranti e all'ambiente deposizionale, sono stati distinti alcuni elementi morfologici quali ventagli di rotta, paleoalvei ed argini artificiali utili alla ricostruzione dell'evoluzione idrografica dell'area.

In sottosuolo l'unità AES_{8a} si presenta sia con depositi di argille e limi di piana inondabile, che con alternanze di limi, argille e sabbie fini di argine ed infine sabbie di canale fluviale (nelle aree più vicine al corso del fiume Po). Talora sui depositi di piana inondabile aggradano limi e sabbie di canale argine. Datazioni radiometriche con il metodo del ¹⁴C, effettuate su materiale organico presente in suoli intercettati in sondaggio, confortano il posizionamento della base di questa unità in sottosuolo (sondaggio S3 - v. Appendice 1). Lo spessore dell'unità AES_{8a} varia da pochi metri nel settore centro meridionale del Foglio, fino a superare i 10 metri spostandosi verso il corso del fiume Po (sondaggio S12 e sezione A-A' della Carta Geologica).

Età: Olocene (IV-VI sec. d.C. - attuale).

3. - DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA

La cartografia geologica realizzata per il Progetto CARG nel territorio della Regione Emilia-Romagna riunisce sotto questa denominazione quei depositi per i quali non è possibile un inquadramento stratigrafico ed una correlazione a scala di bacino. Essi si sono formati ad opera di vari processi sedimentari legati tipicamente a dinamiche gravitative (frane e depositi detritici) o fluviali (i depositi alluvionali attualmente in evoluzione e recenti). Questi ultimi sono ovviamente gli unici presenti nell'area Foglio 182, interamente pianeggiante, e sono mappati prevalentemente lungo il corso del fiume Po e localmente lungo il corso dei fiumi Parma ed Enza.

I depositi alluvionali sono stati distinti in *depositi alluvionali in evoluzione* (**b₁**), *depositi alluvionali recenti* (**b_{1a}**). I depositi alluvionali in evoluzione comprendono i depositi connessi alla dinamica dell'alveo attuale del corso d'acqua, i depositi alluvionali recenti occupano invece i tratti terrazzati, fissati dalla vegetazione ma che sono potenzialmente interessati dalle dinamiche fluviali in regime di piena ordinaria e quindi soggetti ancora a rimobilizzazione. Lungo il corso del fiume Po questi depositi hanno una notevole estensione e nel corso dello studio è stato possibile verificare la dinamica evolutiva del fiume attraverso il confronto tra cartografie storiche e diverse serie temporali di foto aeree ed

ortofoto. Per la mappatura di questi depositi si è fatto riferimento al lavoro realizzato dall'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) per la caratterizzazione geomorfologica dell'alveo del fiume Po e delle adiacenti aree inondabili. Questo studio è stato condotto prevalentemente tramite analisi fotointerpretativa su fotogrammi di voli effettuati in vari anni fino al 2002 ed ha portato alla realizzazione di un Atlante Cartografico. La base topografica utilizzata è stata prodotta dal Magistrato del fiume Po e deriva da un rilievo aerofotogrammetrico eseguito nel 1988 e restituito alla scala 1:10.000. Nella realizzazione del Foglio 182 questo documento è stato preso come riferimento temporale per la mappatura dei depositi lungo il corso del fiume Po.

Dal punto di vista litologico sono costituiti prevalentemente da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi. Le ghiaie sono localmente presenti soprattutto lungo il corso dei fiumi appenninici. L'ambiente deposizionale è quello di canale fluviale.

L'età è ovviamente riferibile all'Olocene-attuale.

PROGETTO
CARG

VI - SISTEMI DEPOSIZIONALI E LITOLOGIE

Secondo quanto prescritto dal Servizio Geologico d'Italia (1992) per il rilevamento e cartografia geologica dei depositi quaternari questi devono essere rappresentati in carta anche sulla base delle litologie e degli ambienti deposizionali che li costituiscono. Pertanto nelle presenti note viene inserito un titolo per la descrizione delle litologie e delle associazioni di facies deposizionale presenti nell'area analizzata (fig. 10), entro il quadro stratigrafico fornito dalle unità a limiti inconformi, a completamento delle informazioni riportate nel capitolo dedicato alla stratigrafia.

Nella Carta Geologica di Superficie questa caratterizzazione viene applicata tramite l'ausilio di sovrassegni alle seguenti unità: AES₈ ed AES_{8a}, b₁ e b_{1a} all'interno delle quali, quando è stato possibile, si è provveduto all'attribuzione del dato litologico e deposizionale sulla base della reperibilità ed attendibilità dei dati presenti nella Banca Dati Geognostici. Per quanto riguarda la Carta di Superficie sono risultate fondamentali le trivellazioni manuali e osservazioni in scavi di trincee appositamente realizzati dall'Ufficio Pedologico della Regione Emilia-Romagna, e le trivellate a mano associate alle prove penetrometriche statiche con piezocono che hanno permesso la dettagliata analisi delle facies e delle caratteristiche pedologiche dei primi metri della successione fondamentali per l'elaborazione della Carta di Superficie.

In questo capitolo sono state inserite anche le descrizioni delle litologie e degli ambienti non affioranti, ma presenti nella pianura sepolta e rappresentati negli elaborati del Foglio Allegato alla Carta Geologica riconosciuti nelle unità AES₈ ed AES₇. Come già specificato nel titolo IV, la caratterizzazione delle facies sepolte è avvenuta tramite l'utilizzo di osservazioni dirette (carotaggi appositamente realizzati) e di informazioni indirette ricavate dalla Banca Dati Geognostici del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e dai dati di sottosuolo forniti dalla Regione Lombardia. Fra le osser-

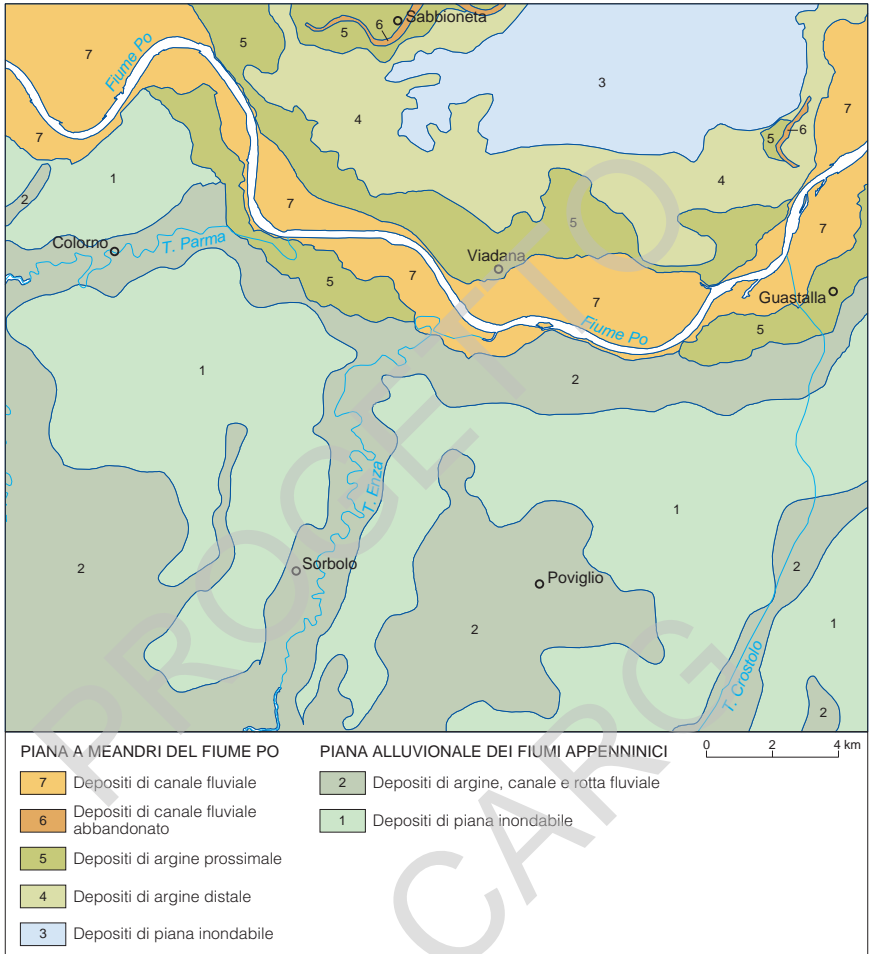


Fig. 10 - Schema dei sistemi deposizionali presenti nella Carta Geologica di Superficie del Foglio.

vazioni indirette di grande importanza sono risultate le prove penetrometriche con piezocono (CPTU) appositamente realizzate per il Progetto CARG le cui potenzialità, per la caratterizzazione dei sistemi deposizionali sepolti, è sottolineata in AMOROSI & MARCHI (1999).

Nel Foglio 182, all'interno del sistema deposizionale alluvionale che caratterizza l'intero areale, sono riconoscibili due diversi domini deposizionali: la piana alluvionale dei fiumi appenninici e la piana a meandri del fiume Po. Al loro interno sono state riconosciute associazioni di facies diverse che caratterizzano i diversi elementi deposizionali presenti e che vengono di seguito descritte.

1. - DEPOSITI ALLUVIONALI

Vengono descritte le caratteristiche delle associazioni di facies riconosciute in superficie ed in sottosuolo.

1.1. - DEPOSITI DI PIANA ALLUVIONALE DEI FIUMI APPENNINICI

1.1.1. - *Ghiaie e sabbie di conoide distale e di riempimento di canale fluviale* (in sottosuolo)

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati, passanti a sabbie medie e grossolane, talora ben cernite. Intercalazioni di sabbia e argilla assenti o subordinate e sviluppate al tetto degli strati. Sono presenti nel settore sud-orientale del Foglio nel subsistema di Ravenna (AES₈) in corpi di pochi metri e sono interpretati come depositi di conoide distale e riempimento di canale fluviale. Nella sottostante unità di Vignola (AES_{7b}) in questo ambiente sono riconoscibili dei passaggi da ghiaie e sabbie di conoide distale a sabbie di canale fluviale con granulometria media e grossolana, ben cernite, localmente alternate a limi sabbiosi. Anche questi corpi sono cartografabili nel settore meridionale del Foglio mentre, proseguendo verso nord, si rastremano in termini di spessore passando in amalgamazione con le sabbie del sistema padano (in AES_{7b}). La porzione ghiaiosa non è stata intercettata dai sondaggi realizzati per il Progetto CARG ma è stata riconosciuta nei sondaggi della Banca Dati Geognostici del Servizio Geologico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.



Fig. 11 - Argille di piana inondabile (C1) con intercalate sabbie di canale fluviale legate allo sviluppo dei sistemi appenninici (A1). Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.

1.1.2. - *Alternanze di sabbie, limi di argine, canale e rotta fluviale*

Sabbie da finissime a medie, con contenuto in sabbia $> 30\%$, in strati da sottili a spessi alternate a limi sabbiosi, con contenuto in sabbia compreso tra il 20% ed il 30% , in strati prevalentemente sottili, spesso non ben visibili, oppure limi prevalenti, con contenuto in sabbia $< 20\%$ e contenuto in argilla $< 40\%$, in strati spesso non definibili. Generalmente gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva. Formano corpi rilevati con geometria nastriforme e spessore di qualche metro, meglio visibili in AES_{8a} in superficie. Nella stratigrafia dei sondaggi si sono distinte le porzioni più sabbiose di canale fluviale dalle porzioni relativamente più fini di canale argine (v. legenda Appendice 1).

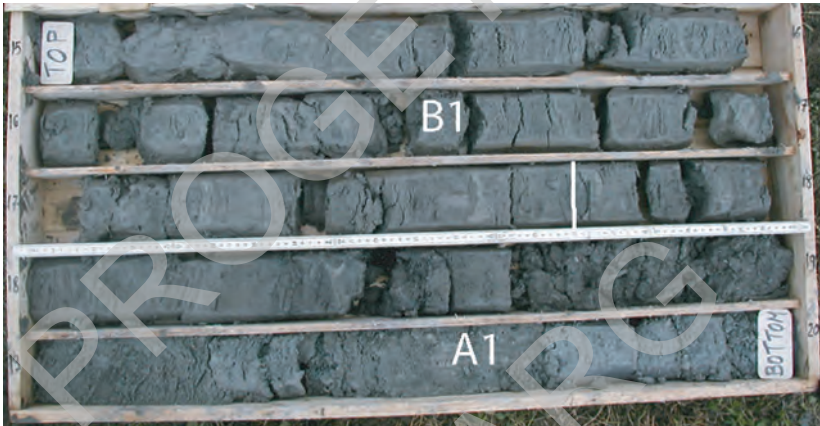


Fig. 12 - *Alternanze di limi e sabbie di canale argine (B1) e passanti a sabbie di canale fluviale (A1) di piana alluvionale dei fiumi appenninici. Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.*

1.1.3. - *Argille e limi di piana inondabile*

Argille e argille limose con contenuto in argilla $> 40\%$, e limi con stratificazione non definibile; in quanto spesso le argille ed i limi sono bioturbati. Presenti anche livelli di argille organiche, e rare intercalazioni sabbiose sottili. Lo spessore è modesto, non superando i 2-3 metri in superficie. Nel sottosuolo indagato dai sondaggi geognostici gli intervalli argilloso-limosi indifferenziati possono superare i 6 metri e le argille organiche raggiungere spessori di 3-4 metri. In AES_{8a} formano corpi di geometria allungata nelle aree depresse interposte ai depositi di argine.

Nelle porzioni in carta immediatamente a sud del Po, l'attribuzione di questi depositi all'ambito della sedimentazione appenninica è da ritenersi incerta, dato che gli stessi potrebbero anche essere, almeno in parte di origine padana.



Fig. 13 - Depositi di piana alluvionale (C1) passanti a depositi di canale argine (B1) dei fiumi appenninici. Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.

1.1.4. - Argille organiche di palude (sottosuolo)

Argille grigio scure con livelli di torba, di spessore decimetrico, e frustoli vegetali. Sono state intercettate in sondaggio e sono rappresentate in sezione C-C' nel Foglio Allegato di Sottosuolo.

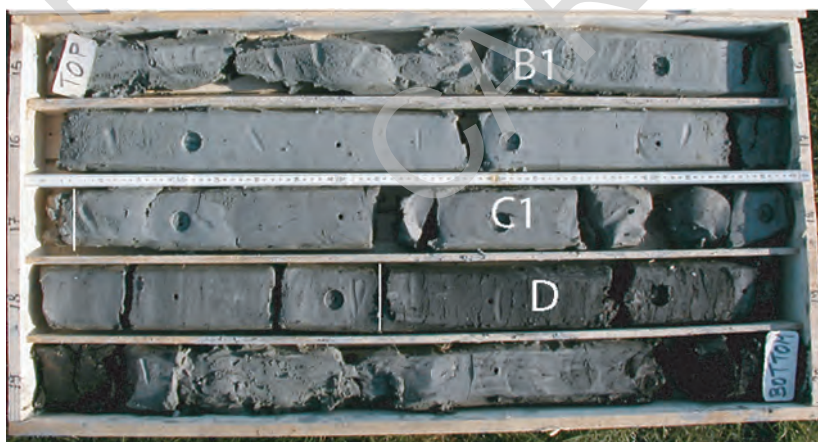


Fig. 14 - Depositi di canale argine e rotta fluviale (B1) passanti a depositi di piana inondabile (C1) dei fiumi appenninici e depositi palustri (D). Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.

1.2. - DEPOSITI DI PIANA A MEANDRI DEL FIUME PO

1.2.1. - Sabbie di riempimento di canale fluviale

Sabbie fini e finissime in affioramento, in sottosuolo: sabbie da fini a grossolane con rare intercalazioni ghiaiose; strati da spessi a molto spessi e generalmente amalgamati. In profondità sono cartografabili nel settore settentrionale del Foglio e si assottigliano, in termini di spessori, verso sud (in AES₈). Sabbie da fini a grossolane con rare intercalazioni ghiaiose; strati da spessi a molto spessi e generalmente amalgamati (in AES_{7b}). Sono cartografabili nel settore centrale del Foglio.

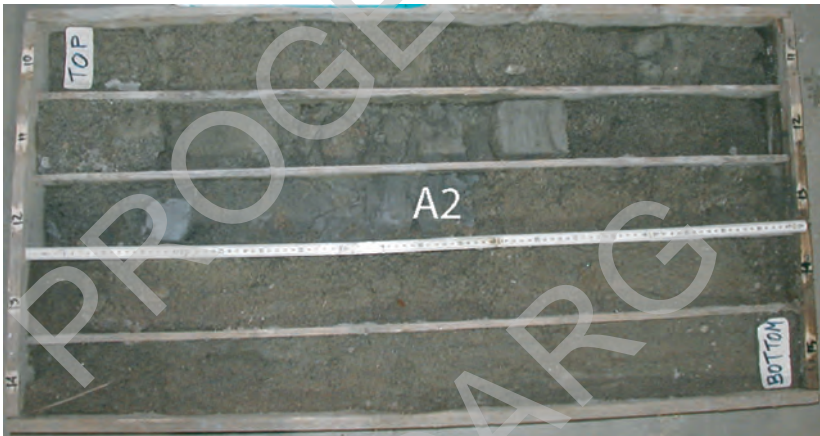


Fig.15 - Depositi di canale fluviale del Po (A2). Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.

1.2.2. - Limi di riempimento di canale fluviale abbandonato

Limi sabbiosi, limi con sabbie. Il loro riconoscimento è stato possibile a partire dall'analisi dei dati da satellite che evidenziava le caratteristiche di minore permeabilità del terreno rispetto alle zone circostanti.

1.2.3. - Alternanze di limi e sabbie di argine prossimale e rotta fluviale

Limi alternati a strati sottili di sabbie fini e finissime, ed argille. Morfologia allungata parallelamente all'asta fluviale e debolmente rilevata. I depositi di spessore da 1 a 3 metri, fanno transizione graduale ai depositi di argine distale.

1.2.4. - *Alternanze di limi, argille e sabbie di argine distale e rotta fluviale*

Limi, limi da argillosi a debolmente argillosi, argille limose, sabbie finissime limose. Morfologia scarsamente rilevata. I depositi di spessore da 1 a 3 metri, fanno transizione graduale ai depositi di piana inondabile.

Si fa notare come nella descrizione dei sondaggi la distinzione in argine prossimale e distale non è mantenuta data la forte analogia tra le associazioni di facies. Nella Carta di Superficie la distinzione oltre che dalle informazioni dirette ed indirette presenti in Banca Dati si è avvalsa delle caratteristiche morfologiche individuate. I sondaggi segnalano in sottosuolo la presenza locale di materiale organico e torba.

1.2.5. - *Argille e limi di piana inondabile*

Argille, argille limose, limi argillosi. Morfologia topograficamente depressa. Spessori da 2,4 a 6 metri.



Fig 16 - *Argille di piana inondabile (C2) passanti a sabbie di riempimento di canale fluviale (A2) (sistema padano). Le sigle utilizzate sono riferite all'Appendice 1.*

Frequentemente in sottosuolo non è stato possibile attribuire questi depositi ad uno dei due sistemi di alimentazione appenninico o padano e pertanto in sezione e nella descrizione dei sondaggi si è mantenuto il termine “indifferenziati”.

PROGETTO
CARG

VII - CARTOGRAFIA

Alla Carta Geologica in scala 1:50.000 è stato aggiunto un Foglio Allegato, relativo alla “Geologia di Sottosuolo”. Le informazioni combinate delle due cartografie e delle sezioni geologiche associate consentono la ricostruzione tridimensionale dei corpi sedimentari di maggiore interesse nell’area del Foglio 182.

Nei successivi capitoli vengono descritti gli elementi principali (unità stratigrafiche e sistemi deposizionali) rappresentate nei due prodotti cartografici.

1. - CARTA GEOLOGICA

La Carta Geologica, in scala 1:50.000, descrive la distribuzione e le caratteristiche di facies e litologiche delle unità stratigrafiche appartenenti al supersistema Emiliano-Romagnolo, presenti nell’area del Foglio 182.

I depositi di superficie si riferiscono interamente al subsistema di Ravenna - AES₈ appartenente al sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). L’unità cartografica di rango gerarchico minore è l’unità di Modena (AES_{8a}) che costituisce la parte sommitale di AES₈.

All’interno delle unità geologiche sono state distinte differenti classi granulometriche dominanti che corrispondono ad associazioni di facies (ad es. argille e limi di piana inondabile, ecc.; vedi legenda allegata alla Carta Geologica) che caratterizzano i diversi sistemi deposizionali presenti.

Il subsistema di Ravenna è suddiviso in depositi legati al sistema di alimentazione appenninico e da depositi di piana a meandri del fiume Po (sistema padano). Sulla base dei caratteri tessiturali nei depositi di piana alluvionale dei fiumi appenninici sono stati distinti: a) ambienti fluviali di canale, argine e rotta fluviale (caratterizzati da alternanze di sabbie, limi ed argille) b) ambienti di

piana inondabile (argille, argille limose e limi). Come più sopra accennato la parte di questi depositi che occupa le porzioni in carta immediatamente a sud del Po, potrebbe anche essere legata in parte all'ambito di sedimentazione padano.

L'espressione morfologica dei depositi di canale, argine e rotta fluviale è rappresentata da corpi rilevati a geometria nastriforme ben espressi soprattutto in AES_{8a}. I depositi di piana inondabile formano corpi di geometria allungata che in AES_{8a} si posizionano lungo le aree depresse interposte ai depositi di argine.

Nella piana a meandri del fiume Po sono stati distinti: a) ambienti fluviali di canale (sabbie prevalenti) b) di argine prossimale e rotta fluviale (alternanza di limi e sabbie) c) di argine distale (alternanza di limi, argille e sabbie) d) canale fluviale abbandonato (limi sabbiosi) e) piana inondabile (argille e limi). Nel settore padano la distinzione tra i depositi di argine prossimale e di argine distale, che presenta un certo margine di incertezza, è stata coadiuvata dalla loro espressione morfologica che passa da debolmente rilevata a scarsamente rilevata facente transizione alla morfologia topograficamente depressa della piana inondabile verso il settore nord-orientale del Foglio.

Alla carta sono associate due sezioni geologiche, una longitudinale ed una trasversale, che descrivono i rapporti stratigrafici tra i subsistemi e le unità riconosciute nel primo sottosuolo.

Al fine di rappresentare meglio i rapporti geometrici tra le unità, le sezioni sono costruite con una esagerazione verticale di scala di 50x.

In sezione vengono inoltre rappresentati, con apposito sovrassegno, gli ambienti deposizionali riconosciuti. Sono stati distinti i depositi legati ai sistemi fluviali appenninici da quelli padani e la separazione dei due settori in sottosuolo è stata rappresentata con un apposito tratto. Si nota come le distinzioni tra i due sistemi di alimentazione risulti più complessa quando si considerano i depositi fini in sottosuolo: nelle sezioni geologiche la distinzione tra argille e limi di origine padana e appenninica è stata interpretata nelle tre unità presenti (AES₈, AES_{8a} e AES₇) per le quali sono state trasposte le distinzioni della Carta di Superficie. In AES₇, a causa delle diverse densità di informazioni, le porzioni fini sono state indicate con la dicitura di sabbie, limi ed argille di trascinamento fluviale indifferenziata.

2. - FOGLIO ALLEGATO DI SOTTOSUOLO

L'obiettivo delle Carte di Sottosuolo è la definizione dell'architettura stratigrafica dell'area studiata attraverso la mappatura dei depositi grossolani presenti, l'identificazione e la caratterizzazione di superfici di discontinuità e dei confini tra associazioni di facies. La ricostruzione dell'assetto stratigrafico e geometrico dei depositi nel sottosuolo ha una grande importanza a fini pratici in quanto fornisce lo schema fondamentale per studi applicativi legati ad esempio all'utilizzo delle risorse idriche ed alla loro protezione, allo studio della subsidenza, ecc.

La cartografia geologica di sottosuolo è stata realizzata partendo dai dati puntuali presenti nella Banca Dati Geognostici (stratigrafie di carotaggi continui, pozzi per acqua, pozzi petroliferi, prove penetrometriche) e lineari (linee sismiche) interpolati tramite una griglia di sezioni geologiche correlate tra loro ed al quadro stratigrafico regionale tramite l'utilizzo delle Sequenze Deposizionali (SD) *sensu* MITCHUM *et alii* (1977).

La rappresentazione delle relazioni spaziali tra i principali corpi sedimentari è illustrata nel Foglio Allegato Carta di Sottosuolo tramite:

- la carta dell'andamento del tetto dei depositi sabbioso-ghiaiosi dei subsintemi di Ravenna e di Villa Verucchio in scala 1:50.000;
- sezioni geologiche rappresentative dei rapporti geometrici tra le principali unità stratigrafiche individuate.

2.1. - CARTA DEL TETTO DELLE SABBIE E DELLE GHIAIE

Analogamente a quanto realizzato in tutti i Fogli di pianura realizzati in questo progetto dalla Regione Emilia-Romagna, nel Foglio Allegato Carta di Sottosuolo si è scelto di rappresentare in pianta l'andamento dei corpi più grossolani (sabbie e ghiaie) presenti nel primo sottosuolo. La granulometria del deposito è ricavata in modo diretto dalle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi per acqua ed in modo indiretto analizzando la risposta alla punta dei terreni nelle prove penetrometriche (ad es. nei diagrammi penetrometrici le sabbie presentano valori di resistenza alla punta > 10MPa).

La quota del "tetto delle sabbie e delle ghiaie" è rappresentata in carta da isobate riferite al livello del mare.

Per la costruzione della carta del tetto di questi depositi sono state utilizzate le stratigrafie dei 15 sondaggi realizzati per il Progetto CARG, quelle dei 5 sondaggi del Progetto Europeo BVM (2007) ricadenti nell'area del Foglio, le 132 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU), appositamente realizzate, oltre alle informazioni presenti in Banca Dati (carotaggi continui e pozzi per acqua e prove penetrometriche), analizzate di concerto con i dati appositamente realizzati, per validarne l'affidabilità.

L'attendibilità della carta è strettamente legata alla densità dei dati oltre che alla geometria dei depositi; di conseguenza questo elaborato è soggetto a correzioni derivanti dall'eventuale acquisizione di nuove informazioni.

Nella Carta di Sottosuolo all'interno dei depositi di AES₈ non è stata distinta l'unità di Modena (AES_{8a}) pertinente solo alla cartografia geologica di superficie.

L'attribuzione stratigrafica dei corpi grossolani al subsintema di Ravenna (AES₈) e di Villa Verucchio (unità di Vignola - AES_{7b}) è avvenuta, come accennato, sulla base del quadro stratigrafico riconosciuto nell'area del Foglio tramite sezioni geologiche a loro volta correlate con le interpretazioni presenti nei Fogli limitrofi (Foglio 181 "Parma nord", Foglio 200 "Reggio nell'Emilia"): in questa

attribuzione sono risultate fondamentali le osservazioni dirette delle facies presenti nei sondaggi realizzati per il Progetto CARG e per il Progetto Europeo BVM (2007) unite alle datazioni radiometriche effettuate sulle carote prelevate.

Il “tetto delle sabbie e delle ghiaie” così rappresentato può appartenere sia ad AES₈ che ad AES_{7b} conferendo a questa superficie un significato tempo-trasgressivo, ovvero non isocrono.

Il tetto delle sabbie AES₈ risulta affiorante in un tratto del settore golenale del fiume Po nel quale le informazioni della Banca Dati Geognostici ha permesso la sua delimitazione fino alla superficie.

Nella carta del tetto delle ghiaie e sabbie si distinguono nel settore sud-occidentale del Foglio, due intervalli sovrapposti appartenenti entrambi alla unità di Vignola indicati come AES_{7b} Superiore e AES_{7b} Inferiore la cui differenza di quota può raggiungere i 7-8 metri.

Dalla lettura della carta emerge l'esistenza di due domini distinti legati all'attività dei fiumi appenninici ed a quella del fiume Po. La distinzione avviene prevalentemente sulla distribuzione e geometria dei corpi grossolani.

I depositi padani costituiti da sabbie occupano la porzione settentrionale e centrale del Foglio e sono caratterizzati da corpi tabulari praticamente continui ed amalgamati di spessore pluridecamentrico (fino a 40-50 metri) a nord che tendono a rastremarsi fino a raggiungere gli 8 metri di spessore verso sud (vedi sezioni geologiche).

I depositi legati all'attività dei fiumi appenninici sono confinati nella parte meridionale del Foglio e sono rappresentati da sabbie e ghiaie di conoide distale e di canale fluviale distribuite in corpi aventi geometria nastroforme e spessori variabili dal metro fino a 20 metri circa.

2.2. - SEZIONI GEOLOGICHE

La metodologia di studio per i depositi quaternari di sottosuolo, come già accennato in precedenza, è quella dell'analisi e della correlazione di una fitta maglia di sezioni geologiche a loro volta riferite al quadro stratigrafico regionale. Tutte le sezioni geologiche elaborate per il Foglio 182 sono state sviluppate e correlate con i settori adiacenti tramite l'utilizzo delle Sequenze Deposizionali (SD) *sensu* MITCHUM *et alii* (1977). Per chiarezza si riporta una sintesi delle caratteristiche delle Sequenze Deposizionali (SD) come già esplicitata nell'adiacente Foglio 181 “Parma nord”.

Nel Foglio Allegato sono riportate solo le sezioni, longitudinali e trasversali, che meglio descrivono l'architettura dei depositi sepolti. Vi sono rappresentati due gruppi di sezioni con scala verticale diversamente esagerata, allo scopo di restituire nel modo migliore il dettaglio delle informazioni raccolte.

Le sezioni geologiche più profonde (E-E' ed F-F' con esagerazione verticale di scala di 50x) si spingono fino a circa 300 metri ad intercettare la base del sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) (*Sequenza Deposizionale Minore*,

UNITÀ	CLASSE	MEZZI DI IDENTIFICAZIONE	MECCANISMO RESPONSABILE
S.D. Principali (Supersintemi)	S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	- Analisi sismostratigrafica dei profili sismici industriali - Analisi di facies e biostratigrafia delle sezioni affioranti e dei pozzi petroliferi	Tettonica compressiva e subsidenza isostatica a scala crostale con associata compattazione ed espulsione dei fluidi interstiziali
S.D. Minori (Sintemi)	S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	- Analisi sismostratigrafica dei profili sismici industriali - Analisi di facies e biostratigrafia delle sezioni affioranti e dei pozzi petroliferi	Tettonica crostale e/o pellicolare con associata compattazione ed espulsione dei fluidi interstiziali
S.D. Climatico-Eustatiche di rango superiore (Subsintemi)	S.D. <i>sensu</i> MITCHUM <i>et alii</i> 1977	- Analisi di facies su affioramenti, pozzi e sondaggi - Analisi strutturale e morfo-pedostratigrafia del margine - Analisi di facies sismica (max risoluzione industriale)	Oscillazioni climatiche ed eustatiche che inducono variazioni della potenza morfogenetica dei sistemi fluviali (cicli di 20/100.000 anni)

si veda la tabella sopra riportata), individuata in profilo da una apposita linea. Il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore è rappresentato dai tre subsintemi superiori (AES₈, AES₇ ed AES₃) di spessore pluridecametrico (*Sequenza Deposizionale Climatico-Eustatica*, come riportato nella tabella soprastante). A scala regionale nella parte basale di AES sono riconosciuti due ulteriori cicli deposizionali che nell'area del Foglio non sono riconoscibili e mappabili dato il ridottissimo numero di informazioni geognostiche disponibili. Nelle sezioni, pertanto, è stato utilizzato il termine AES indifferenziato.

Ogni ciclo è composto da una porzione inferiore prevalentemente fine (limi ed argille), ed una superiore prevalentemente grossolana costituita da sabbie prevalenti e ghiaie. Complessivamente quindi il ciclo mostra un aumento dell'energia della sedimentazione fluviale passando dal basso verso l'alto, riflettendo una sorta di trend trasgressivo-regressivo. I limiti delle SD Minori e delle SD climatico-eustatiche sono indicati da appositi tratti di diverso colore.

In sezione sono rappresentati le litologie e gli ambienti dei principali corpi deposizionali. Sono distinti i depositi legati al sistema appenninico (ghiaie e sabbie di canale fluviale, più grossolani, e corpi sabbiosi di canale fluviale che si sostituiscono ai precedenti procedendo verso nord), ed i depositi sabbiosi di canale fluviale legati al sistema padano. I depositi fini costituiti da argille e limi di piana inondabile sono indifferenziati.

La base del supersistema Emiliano-Romagnolo (*Sequenza Deposizionale Principale*, si veda la tabella sopra riportata) è stata individuata attraverso l'interpretazione di log geofisici all'interno dei pozzi per l'esplorazione degli idrocarburi presenti nell'area del Foglio (pozzo Bosco Rosso 1 e pozzo Castelnovo) ed è situata a circa 580 metri di profondità dal piano campagna.

Le sezioni C-C', D-D' ed E-E' (esagerazione verticale di scala di 50x), raggiungono una profondità di circa 40-50 metri ed intercettano il subsistema di Ravenna (AES₈) e la porzione alta del subsistema di Villa Verucchio (AES₇). Il limite tra i due subsistemi è tratteggiato nei settori dove l'amalgamazione dei corpi sabbiosi padani rende incerta la sua posizione.

Sono riportate, con apposito sovrassegno, le facies riconosciute all'interno degli ambienti di piana alluvionale dei fiumi appenninici (sabbie di riempimento di canale fluviale, ghiaie di riempimento di canale fluviale ed argille organiche di palude) e di piana a meandri del fiume Po (sabbie di riempimento di canale fluviale). La geometria e le caratteristiche dei corpi grossolani sepolti hanno permesso, come descritto sopra, di riconoscere i settori legati allo sviluppo dei sistemi appenninici da quelli padani: il limite tra i due sistemi è rappresentato sul profilo con una apposita linea.

VIII - ASPETTI GEOLOGICO APPLICATIVI

1. - LE RISORSE IDRICHE DI SOTTOSUOLO: SINTESI DEL PROGETTO EUROPEO “Bassins Versants Méditerranées”.

In contemporanea con la realizzazione del Foglio 182, e nello stesso ambito territoriale, la Regione Emilia-Romagna ha partecipato come *partner* al Progetto Europeo (INTERREG IIIB MEDOOC), denominato *Bassins Versants Méditerranées*, acronimo BVM. Questo progetto ha riguardato la gestione delle risorse idriche nei territori di competenza delle regioni mediterranee coinvolte; in questo ambito la Regione Emilia-Romagna ha sviluppato uno studio idrogeologico volto all'individuazione di nuove risorse idriche nel proprio territorio, di cui si da conto in questo paragrafo.

La necessità di individuare nuove risorse idriche è nata principalmente a seguito delle difficoltà che di anno in anno si ripropongono nel far fronte ad una sempre crescente richiesta di acqua da parte dei vari settori di utilizzo, di fatto accompagnata da una persistente diminuzione dei quantitativi di risorsa disponibili. Accanto ai prelievi da pozzo, l'elemento che incide con peso sempre maggiore sulla mancanza della risorsa e che ne complica la gestione è la variazione delle condizioni climatiche ad ampia scala. Anche in Emilia-Romagna, infatti, si è assistito negli ultimi anni ad un incremento delle temperature medie accompagnato da una variazione nelle modalità di precipitazione che ne causa una minore efficacia ai fini del suo utilizzo. L'aumento di temperatura incide sul depauperamento delle falde in termini di incremento della richiesta (specie nei settori agricolo e civile), ma anche in termini di perdita d'acqua per evaporazione ed evapotraspirazione. Il calo della quantità di pioggia o, meglio, il fatto che le piogge non siano più distribuite nel corso di tutto l'anno idrologico ma si

concentrano in pochi giorni e con grande intensità (tropicalizzazione delle precipitazioni), comporta gravi conseguenze per l'agricoltura e, sul lungo periodo, non permette alle falde sotterranee di alimentarsi ed immagazzinare acqua.

Accanto alle campagne di sensibilizzazione per il risparmio della risorsa, per far fronte al deficit idrico delle falde della pianura (stimato in circa 24,4 milioni di m³/anno e concentrato in prevalenza nelle aree maggiormente urbanizzate ove insiste buona parte del prelievo idrico dal sottosuolo), il Piano di Tutela della Acque (PTA) approvato dalla Regione Emilia-Romagna, come principale strumento di pianificazione dell'uso e della tutela della risorsa, ha espressamente indicato la necessità di approfondire la conoscenza degli acquiferi situati lungo il corso del fiume Po e sin ora poco utilizzati.

L'area scelta per la realizzazione di questo studio è situata nel settore nord-occidentale della Regione, tra le province di Parma e Reggio nell'Emilia e comprende interamente l'estensione del Foglio 182 (fig. 17).

Le attività produttive che prevalgono in questa zona sono quelle agricole e di conseguenza la densità di popolazione in quest'area è decisamente più bassa rispetto a quella della fascia che corre lungo la Via Emilia, nella quale si concentrano i maggiori centri abitati ed i principali poli industriali. Pur essendo presenti numerosi pozzi, inoltre, lo sfruttamento delle acque sotterranee è scarso, poiché a fini irrigui vengono utilizzate prevalentemente le acque superficiali della fitta

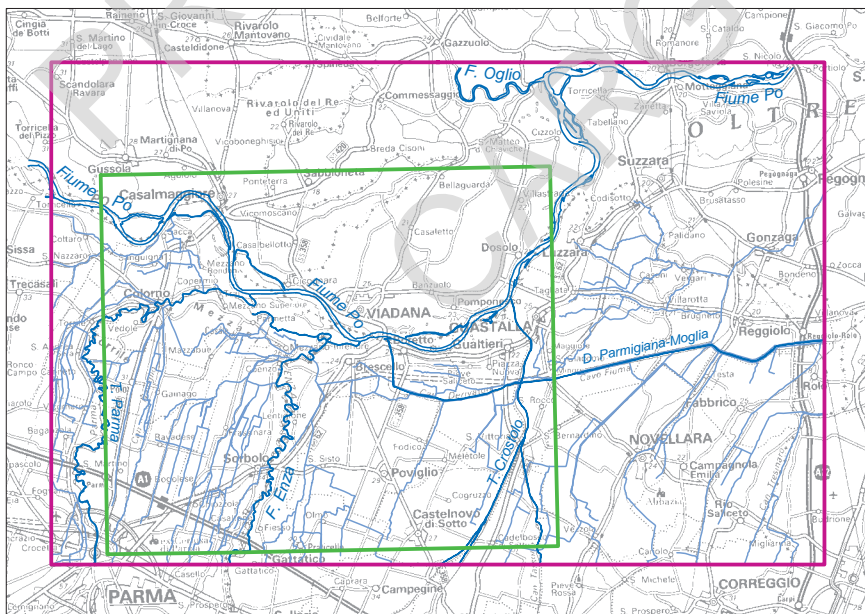


Fig. 17 - Area di studio. In verde il Foglio 182.

rete di canali presente su tutto il territorio. A favore di quest'area vi è poi la presenza del fiume Po che, in diretta connessione idraulica con gli acquiferi sabbiosi che seguono il suo corso, garantisce la ricarica delle falde in essi contenute almeno nei periodi di piena.

Il principale oggetto dell'indagine idrogeologica alla base del progetto è il più superficiale degli acquiferi padani, denominato A1 e corrispondente al deposito sabbioso presente al tetto all'unità stratigrafica AES₇, di cui si è detto in precedenza. Si tratta di un acquifero confinato (e dunque protetto dalla superficie) molto esteso e con spessori medi di 25-30 m, la cui geometria è stata ricostruita con grande precisione grazie ad una fitta rete di sezioni geologiche realizzate partendo dai numerosi dati già in possesso del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e integrandoli con i nuovi dati prodotti specificamente per questo studio.

Per la ricostruzione della superficie piezometrica è stata messa a punto una rete di monitoraggio opportunamente tarata sull'acquifero in esame. Alcuni dei piezometri di questa rete sono stati attrezzati con delle sonde che hanno misurato il livello dell'acqua in continuo e con cadenza oraria per più di un anno. Questo tipo di monitoraggio si è rivelato di fondamentale importanza per comprendere gli effettivi rapporti tra il fiume e la falda ed ha permesso quindi di appurare che quando il Po è in magra ha nei confronti della falda più superficiale un comportamento decisamente drenante, mentre quando è in morbida tende ad essere in equilibrio con essa (fig. 18). La situazione cambia invece quando il fiume va in piena ed esercita una forte spinta di pressione sull'acquifero che

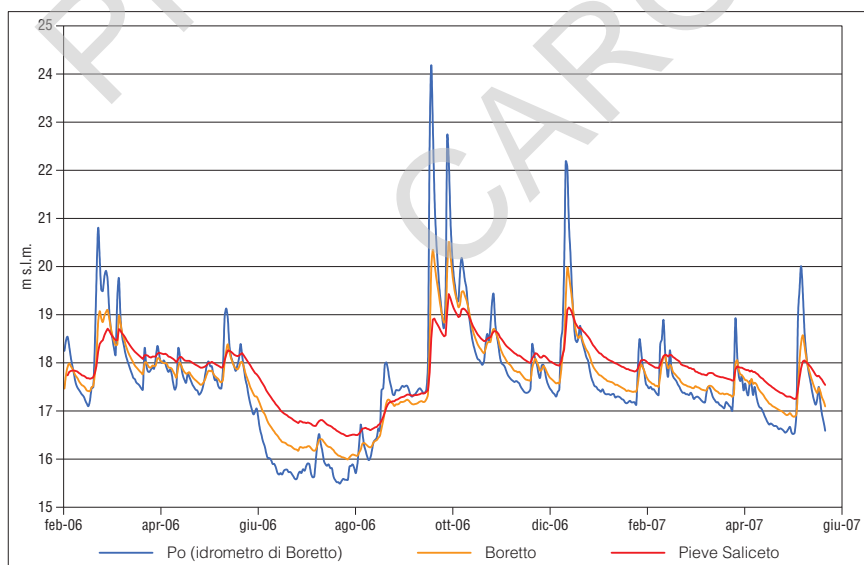


Fig. 18 - Monitoraggio in continuo della piezometria a Boretto e Pieve Saliceto.

viene così alimentato da grandi quantità di acqua. La vicinanza con il fiume, inoltre, avrebbe un duplice vantaggio poiché oltre a garantire la ricarica della falda, consentirebbe di sfruttare l'effetto di attenuazione di un eventuale carico inquinante proveniente dal Po, operato dalle sabbie degli argini naturali del corso d'acqua (*riverbank filtration*).

Una volta comprese le dinamiche fiume-falda e raccolti tutti i parametri necessari al calcolo del bilancio idrico nell'area in esame, è stato implementato un modello di flusso delle acque sotterranee. Il modello è stato realizzato in regime stazionario su tutta l'area in esame ed è servito per sintetizzare tutti i dati raccolti, per validarne la qualità e quindi per verificare la correttezza delle elaborazioni e delle interpretazioni fatte. Su di un'area più ristretta ritenuta la più idonea ad un eventuale sfruttamento è stato invece fatto un modello in regime transitorio che ha beneficiato dei dati delle centraline in continuo che ne hanno permesso una taratura più accurata. La possibilità di realizzare il modello di transitorio è stata di fondamentale importanza per determinare i volumi di risorsa in gioco e per valutare, a scopo "predittivo", gli effetti indotti sul sistema fiume-falda dall'introduzione di un fattore di stress quale può essere, ad esempio, un nuovo campo pozzi.

Si è quindi ipotizzato di perforare dei nuovi pozzi nella provincia di Reggio nell'Emilia, ed in particolare nei comuni di Boretto e Gualtieri (entrambi ricadenti nel Foglio 182) e si è utilizzato il modello di flusso approntato, per valutare, secondo vari scenari, la risposta del sistema naturale a questa nuova sollecitazione. I volumi in gioco, dimensionati in modo corretto rispetto alla sostenibilità della risorsa (equilibrio tra prelievi e ricarica), sono risultati valutabili in 4-6 milioni di metri cubi di risorsa l'anno.

Ai fini di un utilizzo potabile l'acqua prelevata dovrebbe essere trattata, per la riduzione di alcune sostanze presenti in valori troppo elevati rispetto alle norme in vigore. Tali trattamenti avrebbero un costo variabile tra 120 e 180 mila Euro l'anno. A questo punto l'acqua potrebbe essere distribuita e servire un'utenza di circa 30-40 mila abitanti.

Oltre ad accertare e quantificare la possibilità concreta di reperire nuove risorse idriche in maniera del tutto sostenibile dal sistema idrogeologico locale, il presente progetto può rappresentare anche un attendibile esempio di metodologia di lavoro applicabile in tutti quei contesti che presentino problematiche simili, specie nelle pianure alluvionali delle aree mediterranee in cui le variazioni climatiche hanno portato negli ultimi anni a forti diminuzioni della risorsa idrica disponibile.

Il presente studio ha comunque un carattere preliminare e non ha la pretesa di esaurire tutte le analisi e le problematiche di interesse. Rimane, in ogni caso, come uno strumento di lavoro da perfezionare con dati sempre aggiornati e da utilizzare per fare delle valutazioni preliminari di come le variazioni climatiche o altri fattori antropici potrebbero influire sui vari termini di bilancio e, quindi, sulla risorsa a scala locale.

In particolare qualora si volesse realmente realizzare le opere qui proposte, sarebbe necessario effettuare ulteriori studi in particolare per quel che riguarda i dati sui prelievi in atto, la determinazione dei parametri idrogeologici attraverso la realizzazione di prove di pompaggio e gli effetti che nuovi emungimenti di acqua dall'acquifero A1 potrebbero avere sulla subsidenza.

PROGETTO
CARG

PROGETTO
CARG

APPENDICE 1

STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI

In questa Appendice sono riportate le stratigrafie descrittive dei 15 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti appositamente per la realizzazione della Carta Geologica (sondaggi del Progetto CARG) e le stratigrafie dei 5 sondaggi realizzati nell'area del Foglio dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del Progetto Europeo INTERREG IIIB MEDOCC - BASSINS VERSANTS MÉDITERRANÉES (2007). L'ubicazione dei sondaggi è illustrata nella figura 19.

Nelle stratigrafie riportate in Appendice è illustrato:
















- il profilo granulometrico in termini di contenuto in argilla, limo e sabbia;
- il contenuto in sostanza organica;
- i paleosuoli;
- la presenza di alcuni costituenti particolari (es. fossili e legni);
- le strutture sedimentarie;
- l'età rilevata al carbonio ^{14}C ;
- le unità stratigrafiche a cui viene riferito il singolo intervallo;
- le associazioni di facies attribuite ai diversi intervalli attraversati.



Fig. 19 - Ubicazione dei sondaggi (S - Progetto CARG; BVM - Progetto INTERREG IIB MEDOCC-Bassins Versants Méditerranéens).

LEGENDA DELLE STRATIGRAFIE DEI CAROTAGGI

simboli

16,7 m s.l.m.	quota del piano di campagna riferita al livello del mare
	intervallo non recuperato o fortemente disturbato
	tracce di sostanza organica
	abbondante sostanza organica diffusa e torbe
	frustoli vegetali
	frammenti di legno
	fossili
	fossili continentali
	fossili marini
	radici
	bioturbazione diffusa
	clasti di argilla
	fessure di essiccazione
	fitta laminazione pianoparallela
	laminazione obliqua e angolo massimo osservato
	suolo evoluto (parzialmente o totalmente decarbonatato)
7420±60	età ¹⁴ C in ka B.P. non calibrata

A	argille
L	limi
S	sabbie
G	ghiaie

associazioni di facies

DEPOSITI ALLUVIONALI

Depositi indifferenziati

A	sabbie di riempimento di canale fluviale
B	alternanza di sabbie, limi e argille
C	argille e limi di piana inondabile

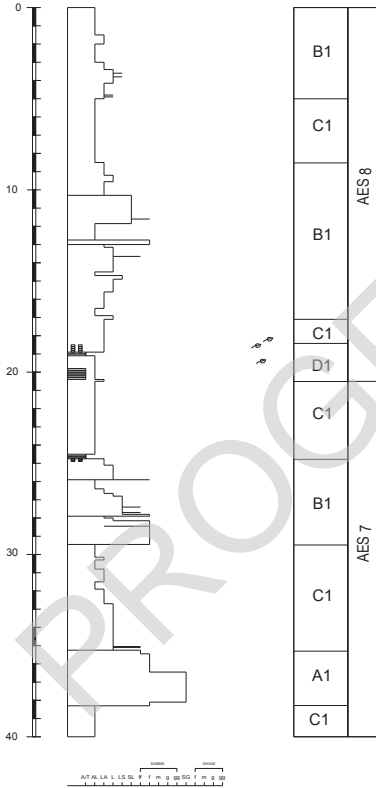
Piana alluvionale dei fiumi appenninici

A1	sabbie di riempimento di canale fluviale
B1	alternanza di sabbie, limi e argille di canale argine e rotta fluviale
C1	argille e limi di piana inondabile
D	argille e limi con sostanza organica palustri

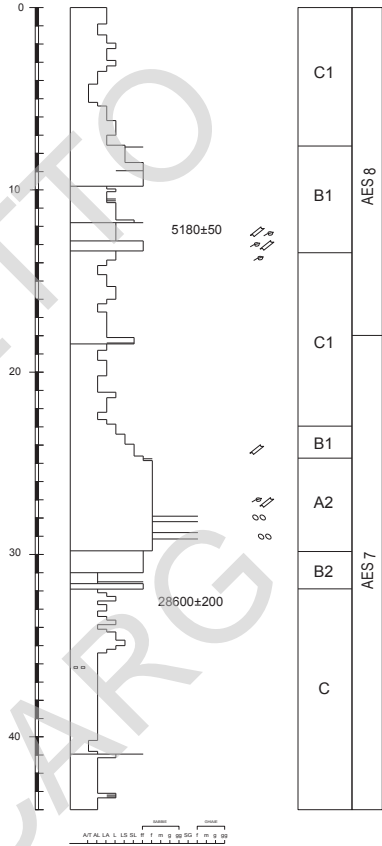
Piana a meandri del fiume Po

A2	sabbie di riempimento di canale fluviale
B2	alternanze di limi e sabbie di argine prossimale e rotta fluviale/ alternanze di limi, argille e sabbie di argine distale e rotta fluviale
C2	argille e limi di piana inondabile

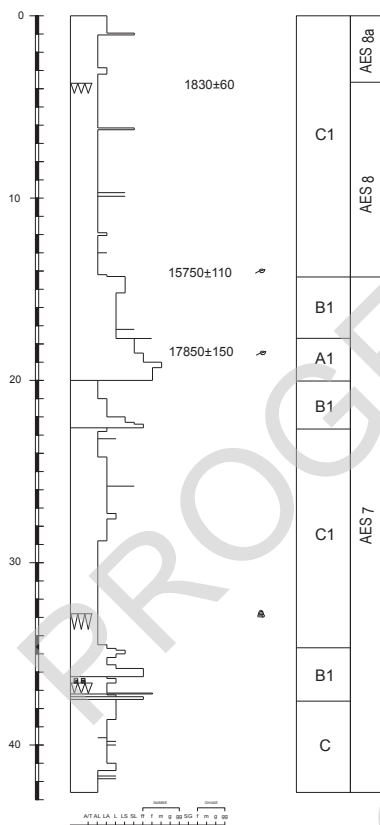
S1 Bogolese
prof. m 40,0



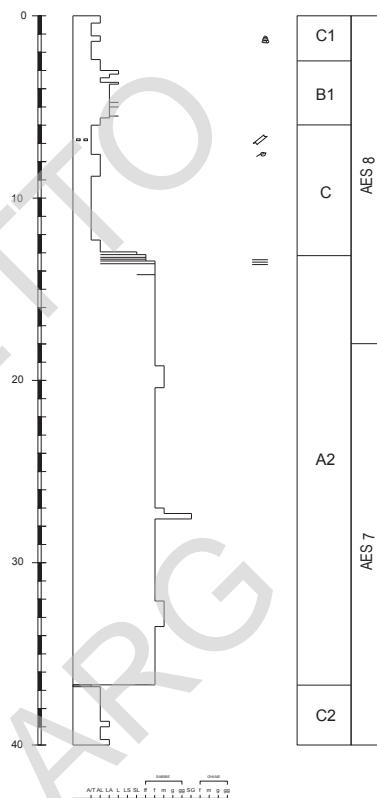
S2 Sorbolo Levante
prof. m 44,0



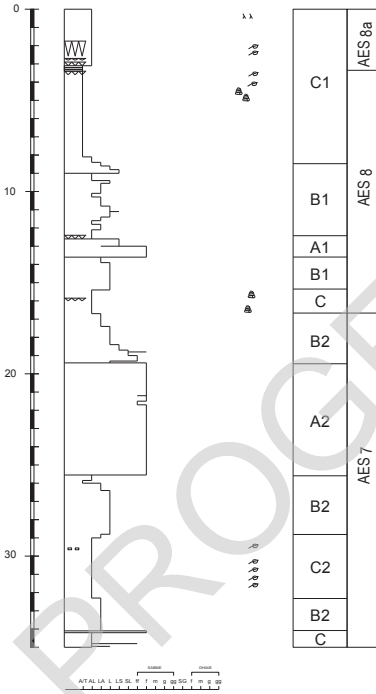
S3 Lago Campo Ranieri prof. m 42,6



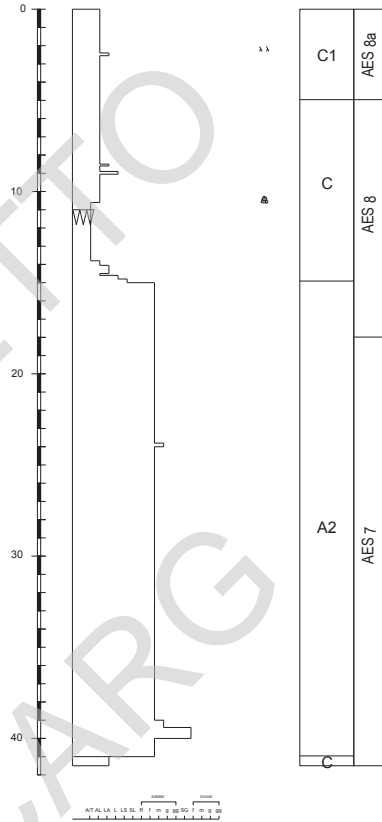
S4 Casa Nuova prof. m 40,0



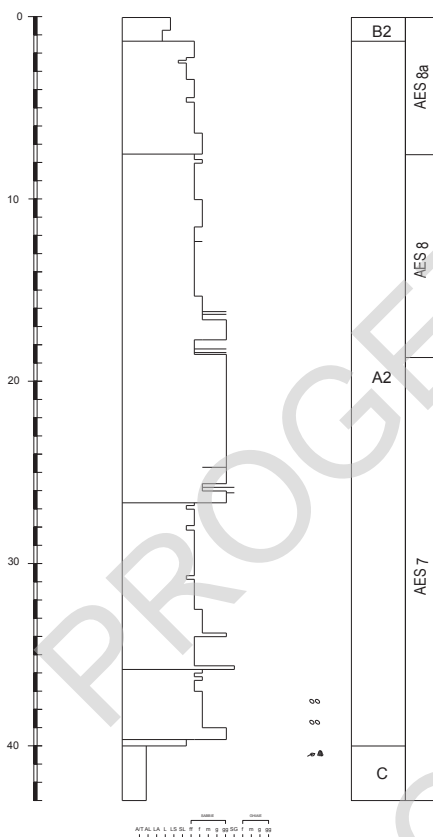
S5 Santa Vittoria
prof. m 35,0



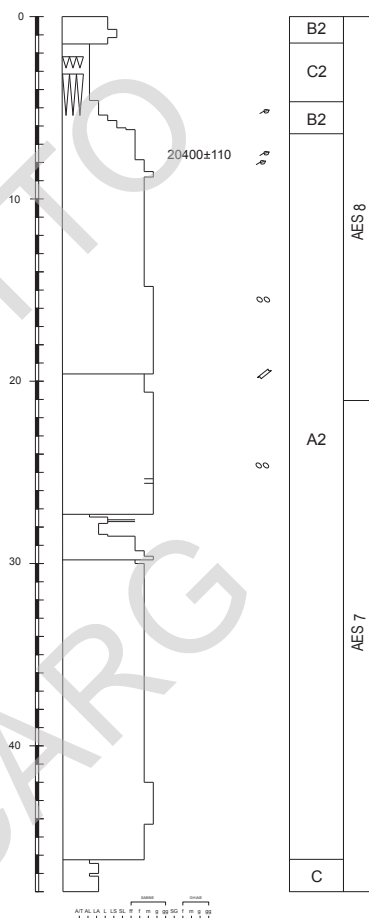
S6 Vedole
prof. m 41,5



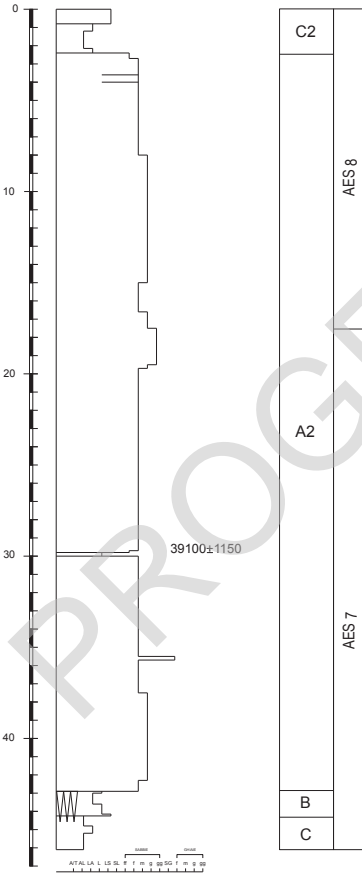
S7 Mezzano Inferiore prof. m 43,0



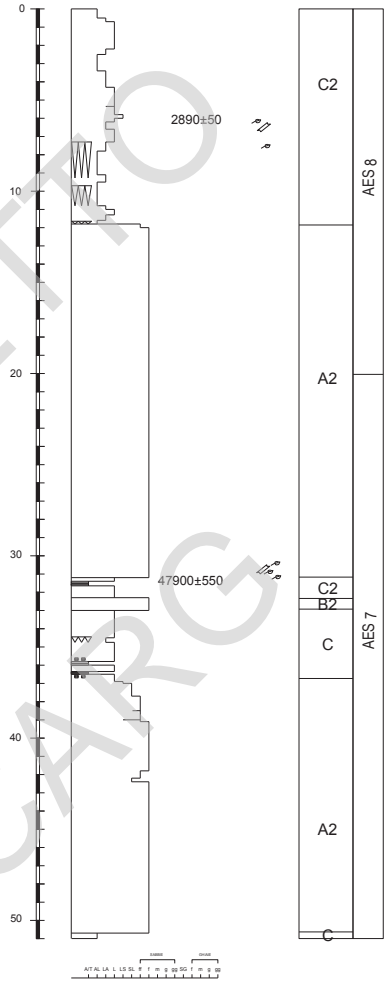
S8 Ospedale Oglio-Po prof. m 48,0



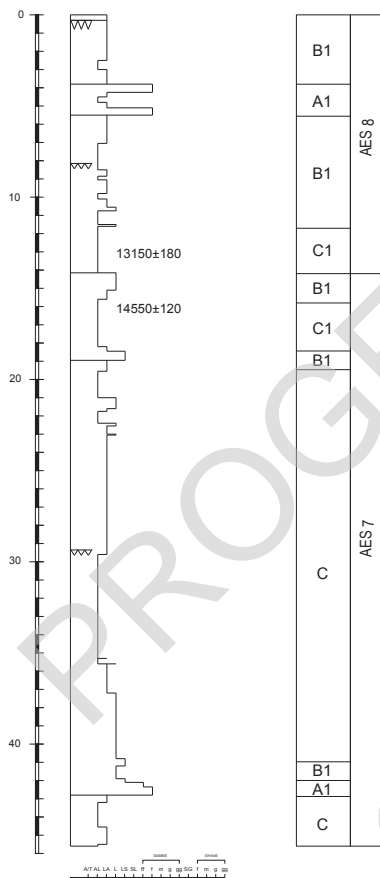
S9 Casaleto
prof. m 46,1



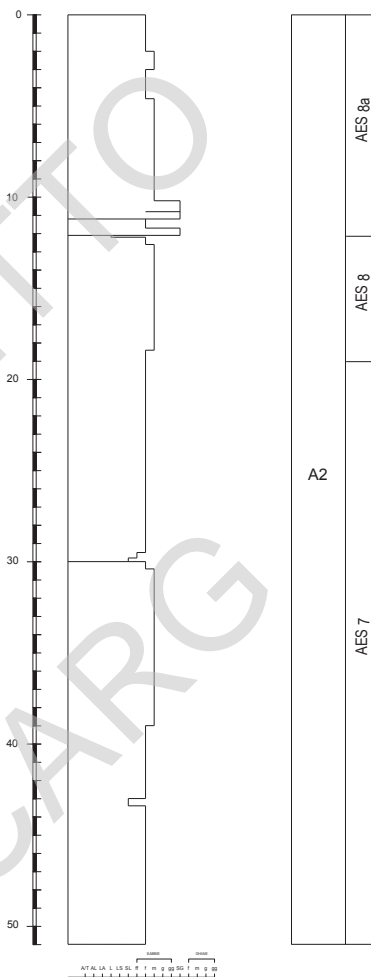
S10 Villastrada
prof. m 51,0



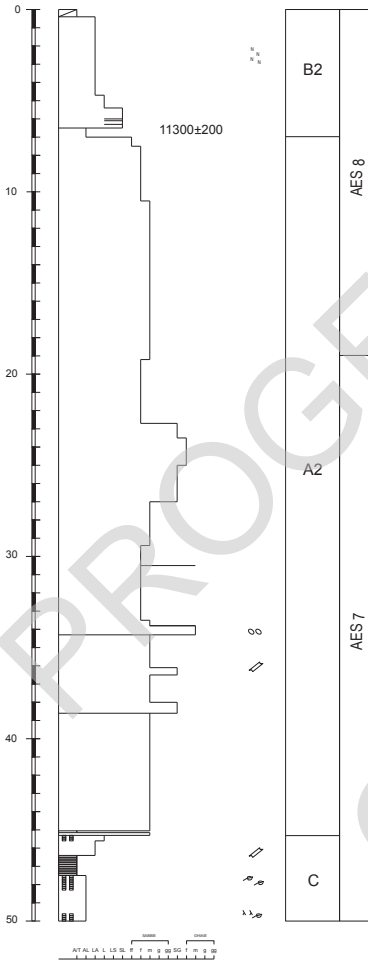
S11 Poviglio prof. m 45,6



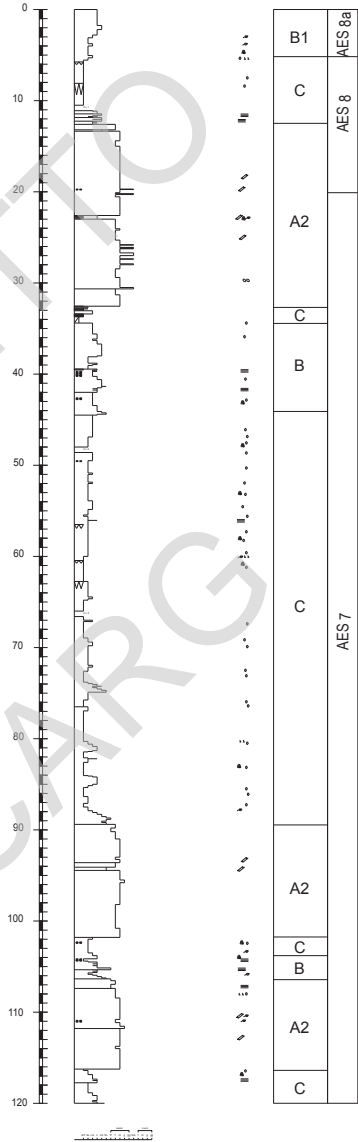
S12 Gussola prof. m 51,0



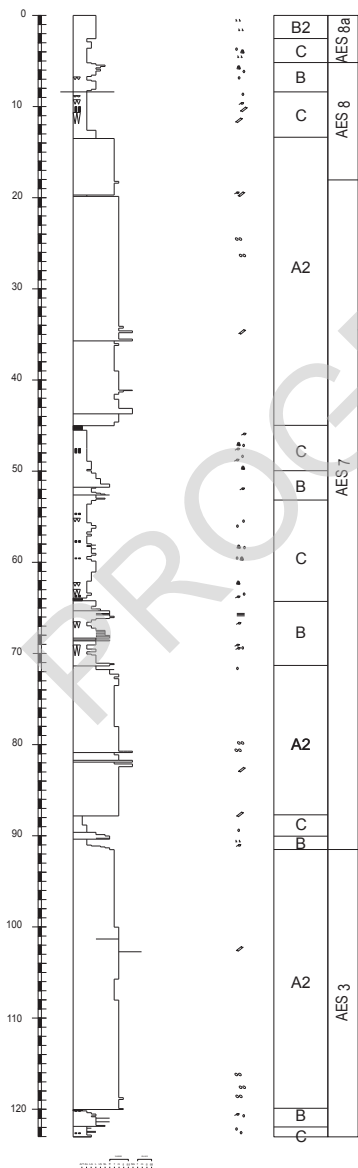
S13 Pomponesco
prof. m 50,0



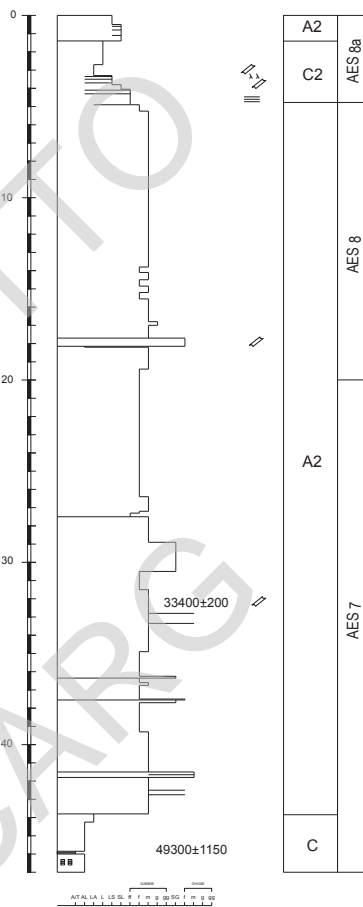
S14 Boretto
prof. m 120,0



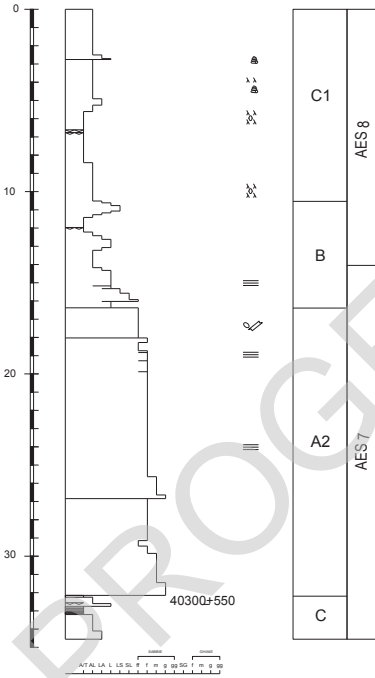
S15 Guastalla
prof. m 123,0



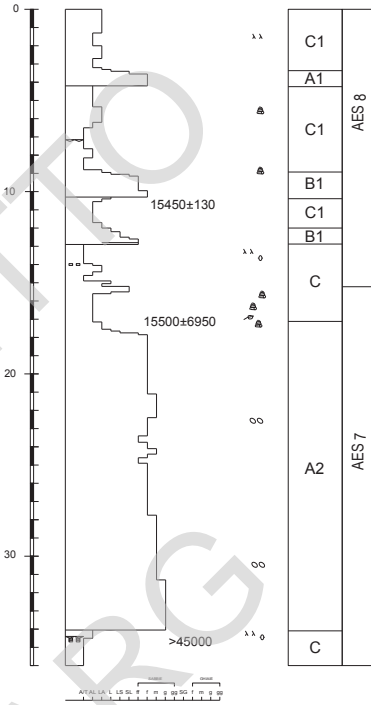
BVM1 Brescello
prof. m 47,0



BVM2 Santa Rosa
prof. m 34,5

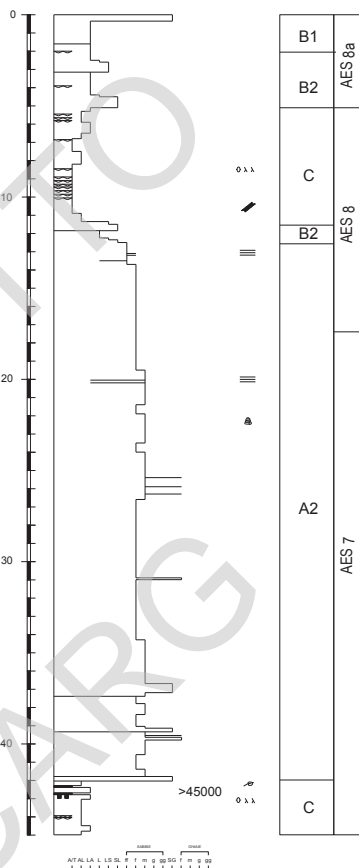
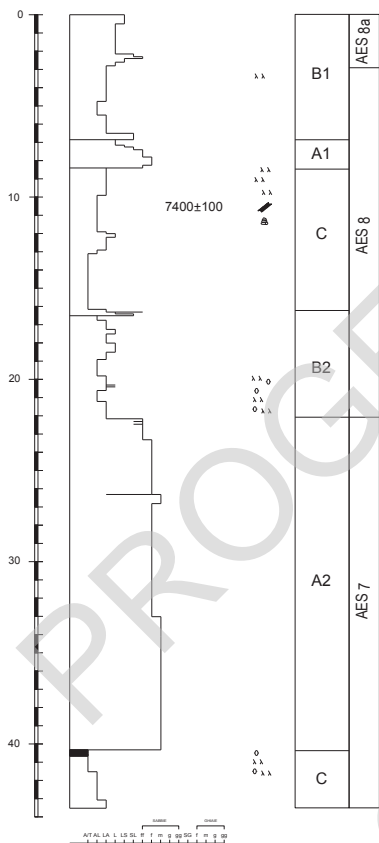


BVM3 Fodico
prof. m 36,0



BVM4 Lentigione prof. m 43,5

BVM5 Pieve Saliceto prof. m 45,0



PROGETTO
CARG

APPENDICE 2

I SOTTOAMBIENTI DI CANALE FLUVIALE DEL FIUME PO E LORO MODIFICAZIONI

Il Foglio 182 si colloca nel settore centrale della Pianura Padana lungo il corso del fiume Po, nel tratto in cui scorre tra Casalmaggiore e Guastalla.

Il corso del fiume Po ha subito nel tempo numerose e significative trasformazioni testimoniate dalle cartografie storiche e dalle foto aeree riprese in epoche diverse (fig. 20a). In questi documenti si nota una variazione dei morfotipi presenti lungo l'asta fluviale quale, ad esempio, la progressiva sparizione delle barre longitudinali e lo spostamento delle barre di meandro. I fenomeni che determinano le variazioni dell'alveo fluviale e dei suoi depositi sono sia naturali, ovvero legati ai cambiamenti geologici e climatici, che antropici (escavazioni, sistemazioni in alveo per scopi di protezione o per favorire la navigazione). Questi ultimi hanno avuto una notevole importanza nel settore del Foglio 182 che è stato interessato, a partire dal 1919 fino a circa il 1970, da numerosi interventi realizzati con l'intento di garantire un fondale minimo nell'alveo di magra per la navigazione (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2008b). L'opera di canalizzazione del fiume Po è avvenuta tramite la costruzione di pennelli ed opere in cassero che, indirizzando la corrente, hanno portato al raggiungimento del tracciato di progetto (fig. 20b) ed all'aspetto del corso fluviale attuale.

La caratterizzazione geomorfologica dell'alveo del fiume Po e delle aree inondabili è stata rappresentata nel lavoro AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) con un atlante cartografico del corso del fiume. Vi viene riportata la situazione dell'alveo di magra dei primi mesi del 2002 oltre a numerose informazioni relative ai processi morfologici verificatisi tra il 1979 ed 2002.

Questo studio è stato preso a riferimento per la definizione dettagliata dei morfotipi presenti lungo l'asta fluviale del Po nel Foglio 182.



Foglio 173 I NE - (1881)



Foglio 173 I NE - (1935)



Ortofoto AIMA - (1996)

Fig. 20a - Variazioni nel corso del fiume Po tra il XIX ed il XXI secolo rappresentate nella cartografia ufficiale: tavolette del Foglio 173 Parma (IGM 1881 e 1935) e ortofoto (AIMA 1996). Si notano i cambiamenti della forma dei depositi in alveo e lungo le sponde.

Nella carta di superficie le unità stratigrafiche rappresentate lungo il corso del fiume sono b_1 e b_{1a} i cui limiti sono stati mappati riferendosi a questa cartografia confrontata con la situazione presente nell'ortofoto del 2003.

Il sistema deposizionale che li caratterizza è di piana a meandri e l'associazione di facies riconosciuta è quella delle sabbie di riempimento di canale fluviale, rappresentata in carta con l'apposito sovrassegno.

Nel lavoro sopra citato dell'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) lo studio delle forme e la loro relazione con il corso d'acqua permette di distinguere numerosi sottoambienti così come mostrato nella figura 21. Per questioni di leggibilità queste informazioni non sono state rappresentate nella carta di superficie.

Lo schema sottostante (fig. 21) riporta in dettaglio i sottoambienti di canale fluviale distinti, riferiti al periodo rappresentato nell'atlante cartografico. La litologia prevalente è di sabbie molto fini e finissime, limi sabbiosi e sabbie limose.

Si riconoscono:

- barre di meandro,
- canali di taglio,
- barre longitudinali,
- barre laterali,
- barre di flesso.

Le barre di meandro (*point bar*) si collocano in corrispondenza del lobo di un meandro e sono talora incise da canali di taglio (*chute channel*) che le attraversano.

La barra longitudinale (*longitudinal bar*) si posiziona nella parte centrale dell'alveo: la sua dimensione maggiore è parallela alla direzione di flusso della corrente.

La barra laterale (*side bar*) è simile alla barra longitudinale ma la sua posizione è aderente ad una sponda.

La barra di flesso (*cross-over bar*) si situa tra due meandri contigui nella loro zona di flesso.



Fig. 20b - Il progetto di canalizzazione del fiume Po dei primi del '900. Vi sono rappresentate le opere in alveo necessarie al raggiungimento del tracciato fluviale previsto.

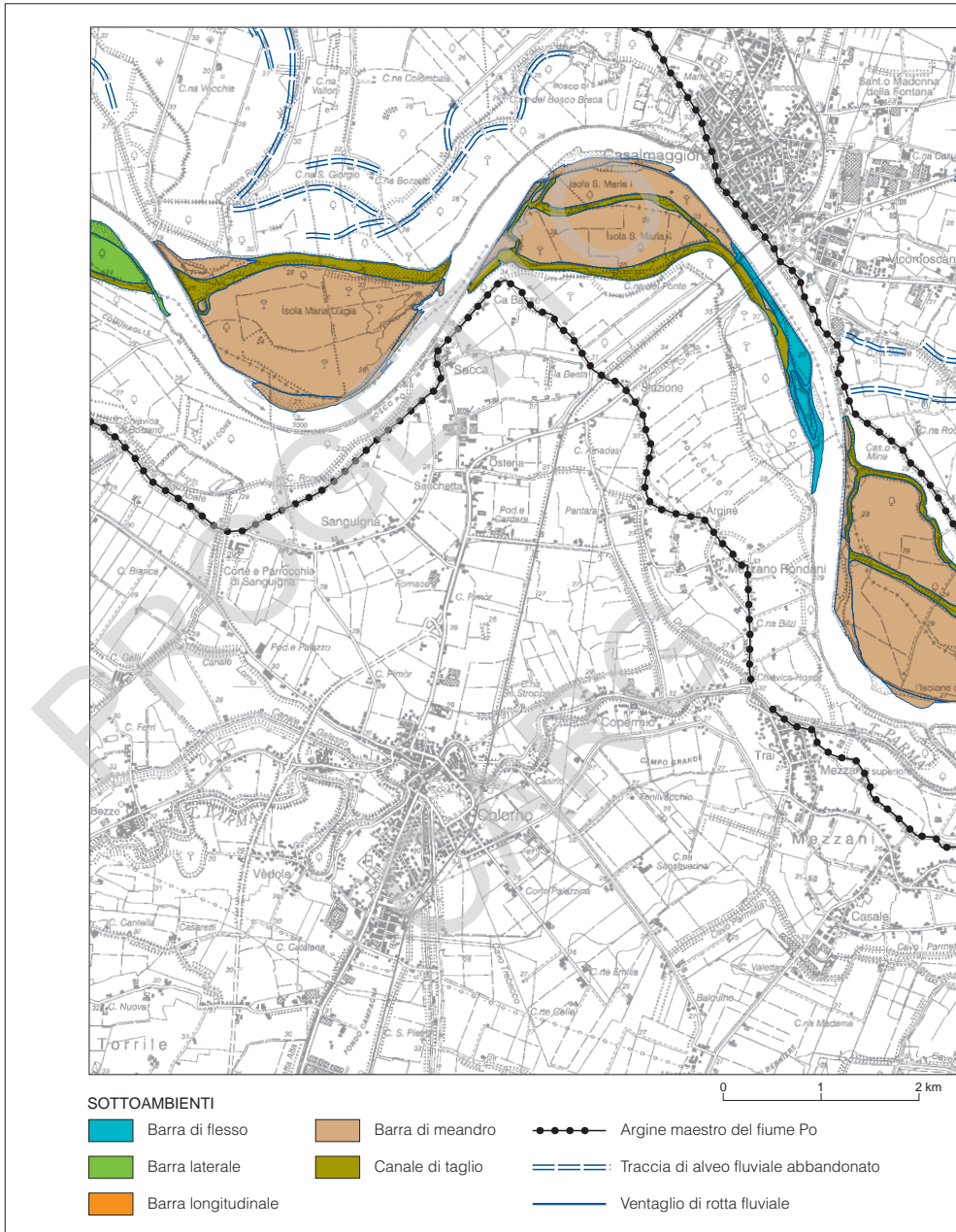


Fig. 21 - Schema dei sottoambienti di canale fluviale appartenenti alla piana a meandri del fiume Po.

APPENDICE 3

**IL CONTRIBUTO DEI DATI ARCHEOLOGICI ALLA
REALIZZAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA DI PIANURA
(a cura di Ilaria Di Cocco)**

1. - INQUADRAMENTO

L'area compresa nel Foglio 182 mostra una notevole diversità nelle sue caratteristiche geomorfologiche e nella conservazione dei suoli antichi, direttamente riflessa dalla sopravvivenza della centuriazione e dall'affioramento di siti archeologici in ampie zone del territorio, e al contrario dalla cancellazione della prima e dal sovralluvionamento dei secondi nelle superfici restanti. Importanti contributi alla comprensione dell'evoluzione storico-topografica e paleoambientale della zona vengono dai lavori di CREMASCHI & MARCHESINI (1978) e CREMASCHI *et alii* (1980)⁽¹⁾, DALL'AGLIO (1980, 1981), BOTTAZZI (1990) e CASTALDINI *et alii* (2003).

Tutto il territorio nel suo complesso ha restituito consistenti testimonianze archeologiche⁽²⁾, a partire da una notevole diffusione di insediamenti risalenti all'età del Bronzo e di siti dell'età del Ferro. Il popolamento romano poi si diffuse

(1) Si vedano anche i numerosi contributi dedicati alla ricostruzione geomorfologica della zona di Poggio, in relazione all'importante scavo della terramara di Santa Rosa di Fodico. Uno dei contributi più recenti è quello contenuto in BERNABÒ BREA & CREMASCHI (2004).

(2) Tra le principali fonti bibliografiche relative ai ritrovamenti avvenuti in questo territorio sono da ricordare, *in primis*, per quanto datata, la CARTA ARCHEOLOGICA D'ITALIA - Foglio 74, curata da M. Degani (1974); in secondo luogo, per il territorio lombardo, gli articoli del "Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia" e, per quello emiliano, i numerosissimi articoli pubblicati sui "Quaderni di Archeologia Reggiana", la serie del *Catasto archeologico della provincia di Reggio nell'Emilia* con

in modo capillare, dotando il territorio di una rete di infrastrutture ancora oggi parzialmente conservate. Tutta la pianura doveva essere regolarmente insediata, grazie alla capacità di governare il territorio raggiunta in epoca romana. A partire dalla crisi tardo antica cambiò la conservazione dell'assetto antico, in relazione all'artificialità dello stesso; le aree naturalmente elevate ed asciutte, morfologicamente stabili, mantengono una maggiore stabilità rispetto a quelle basse e più facilmente inondabili, che per essere insediate necessitavano di maggiori opere di drenaggio ed arginature e quindi risentirono maggiormente dell'allentato controllo antropico, diretta conseguenza della crisi economica e demografica.

Delinare quindi tramite l'archeologia le aree in cui il popolamento e le infrastrutture antiche sono meglio conservate permette di riconoscere gli ambienti più stabili e quelli soggetti a maggiori trasformazioni.

I contesti ambientali, e le conseguenti dinamiche del popolamento antico, appaiono innanzitutto diversi nel territorio lombardo e in quello emiliano.

1.1. - TERRITORIO LOMBARDO

Nel primo infatti, posto a sinistra del Po, le forme del territorio appaiono modellate principalmente dalle dinamiche fluviali, con numerosissime tracce di meandri abbandonati e paleoalvei, lungo cui si articola un sistema di popolamento sparso e di strade curvilinee. Appare difficile, nella storia degli studi, stabilire se la zona fosse stata regolarmente centuriata secondo un sistema di assi ortogonali, o se al contrario fossero stati tracciati unicamente i cardini, orientati NNE-SSO, secondo la principale direttrice delle linee di scolo⁽³⁾. In ogni caso il popolamento appare modellato sui principali elementi naturali del territorio, e in particolare seguire l'andamento di alcuni paleoalvei. È questo il caso, ad esempio, dei siti dell'età del Bronzo, che si distribuiscono lungo i corsi d'acqua allora attivi, che garantivano non solo la primaria risorsa dell'acqua necessaria alla vita ed all'agricoltura, ma anche un veicolo per gli scambi commerciali. Ad esempio gli attuali Scolo Mortizzo e Canale Ceriana sembrano ricalcare due

volumi dedicati ai siti paleolitici, neolitici, eneolitici e dell'età del Bronzo, edita dal 1980 e successivamente aggiornata; l'altra serie della *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia*, che ha pubblicato tra il 1989 e il 1990 specifici contributi dedicati ai comuni di Brescello, Boretto e Poviglio (AA.VV., *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Brescello*, 1989; AA.VV., *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Boretto*, 1989; AA.VV., *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Poviglio*, 1990); per il territorio parmense, il principale riferimento sono gli articoli pubblicati sul notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna, pubblicato prima come "Studi e documenti di archeologia" e successivamente come "Archeologia dell'Emilia-Romagna".

(3) Si vedano ad esempio TOZZI, 1972, 26 e TOZZI, 2003, 116.

(4) Probabilmente comunque il paleoalveo era già estinto quando l'abitato nacque. Sul popolamento dell'età del Bronzo e il sito di Sabbioneta si veda ANGHINELLI & ANGHINELLI (2003), 99-101 e 106-107.

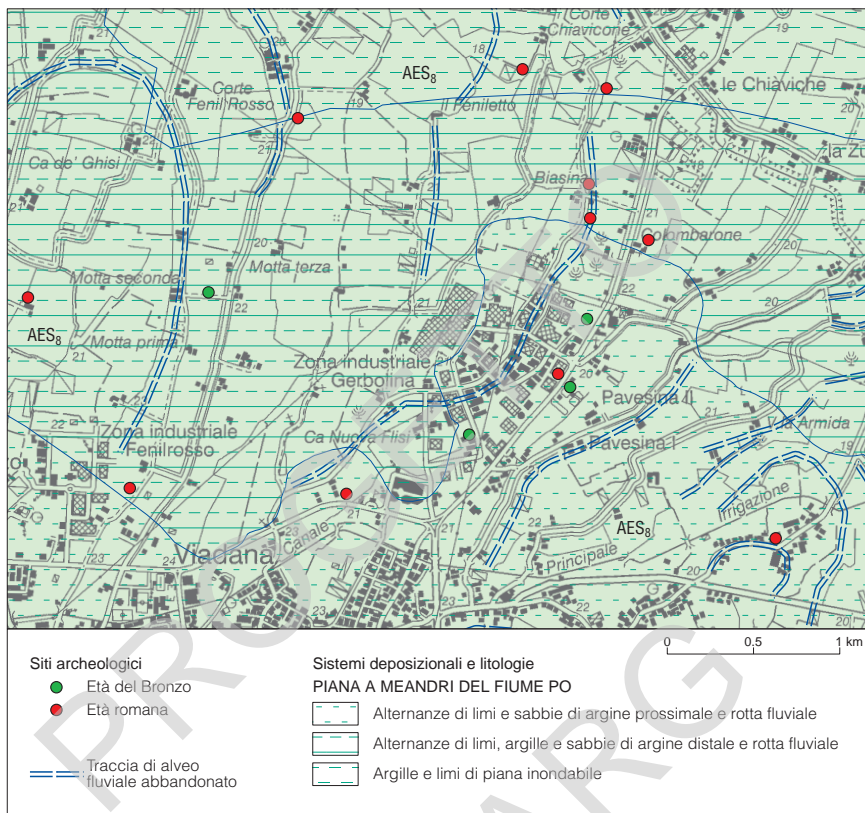


Fig. 22 - Allineamento di siti dell'età del Bronzo e di epoca romana lungo il paleoalveo tra Viadana e Biasina.

paleoalvei di una qualche importanza nell'età del Bronzo e in epoca romana, visto che lungo i loro corsi si allineano numerosi siti, come anche lungo il paleoalveo ricalcato dalla strada sinuosa che oggi collega Corte Baghella, il Casale e Biasina (fig. 22) (ANGHINELLI & ANGHINELLI, 2003). Rispetto ai corsi d'acqua gli insediamenti andavano a porsi su alti morfologici che garantivano la sicurezza dell'insediamento dalle esondazioni fluviali, ad esempio su antichi lobi di meandro. Oggi il sovrapporsi di progressive alluvioni nelle aree depresse circostanti i punti più elevati ha spesso appiattito le differenze, ostacolando la leggibilità della morfologia antica e delle scelte antropiche che su essa si modellarono. come l'insediamento di Sabbioneta, collocato su alto morfologico formato da un consistente apporto alluvionale probabilmente depositato da un paleoalveo del Po che ha lasciato tracce ad est dell'abitato, mentre un ramo minore doveva girare attorno all'abitato⁽⁴⁾.

Allo stesso modo, 3,5 km a NE di Viadana, in località il Casale, fu rinvenuta un'imponente stratificazione riconducibile ad un insediamento dell'età del Bronzo (terramara), i cui resti affioravano parzialmente in superficie e quindi si dovevano originariamente elevare ampiamente sull'antico piano di campagna, che chi condusse nell'Ottocento lo scavo identificò a 4 m di profondità, coperto da tre distinti strati alluvionali, il superiore dei quali presenta dei resti romani, che si trovano quindi sostanzialmente in superficie (fino a 1 m di profondità). All'inizio degli anni Novanta fu inoltre indagata un'area poco distante, in corrispondenza della fornace Baruffaldi-Fantini, dove fu individuato un sottile strato antropico (30-60 cm) di spessore, a circa 2 m di profondità e in prossimità del livello della falda. Si confermò quindi che l'abitato era molto esteso, avendone con ogni probabilità individuata una zona marginale, e che, stando ad una foto della sezione, il piano di campagna antico era coperto da un potente strato alluvionale. Oggi la morfologia dell'area appare molto più uniforme e con differenze di quota assai meno marcate.

1.2. - TERRITORIO EMILIANO

Nel più ampio settore del Foglio 182 posto in destra Po, al di là della fascia di meandreggiamento padana si pone un territorio caratterizzato dall'alternarsi di ampie aree sostanzialmente stabili, che ancora presentano un'organizzazione delle infrastrutture incardinata sulla centuriazione romana e quindi sostanzialmente "artificiale", a maglie regolari, per quanto aderenti alle linee di scolo naturali, e di settori in cui l'attività dei fiumi appenninici ha causato un forte sovralluvionamento del paesaggio antico.

In particolare si può riconoscere un'area sostanzialmente stabile dal punto di vista geomorfologico nel territorio del comune di Poviglio e in quelle sezioni comprese nel Foglio 182 dei comuni di Gattatico e Castelnovo di sotto (ad esclusione del margine orientale del medesimo).

Qui la centuriazione è decisamente ben conservata (fig. 23), mentre l'affioramento di siti archeologici è documentato in modo consistente solo nel comune di Poviglio, ma si può ritenere che questa circostanza sia determinata dal fatto che solo in questo territorio sono state compiute ricognizioni sistematiche di tutto il territorio comunale. Si può quindi ritenere che anche nei comuni di Gattatico e Castelnovo di sotto, si avrebbe una simile densità di siti affioranti a seguito di un'analoga attività di ricognizione di superficie. Tale lettura è confermata dall'individuazione di alcuni siti affioranti dell'età del Bronzo e di uno addirittura del neolitico.

Questa superficie antica affiorante, che si estende anche nell'estremità meridionale del territorio del comune di Brescello, corrisponde ad un'area non solcata da corsi d'acqua di una certa importanza, ma solo da torrenti e scoli minori.

All'esterno di essa, ossia a nord del Collettore Impero e ad est del T. Crostolo, invece la situazione è contraddistinta da un presumibile seppellimento delle

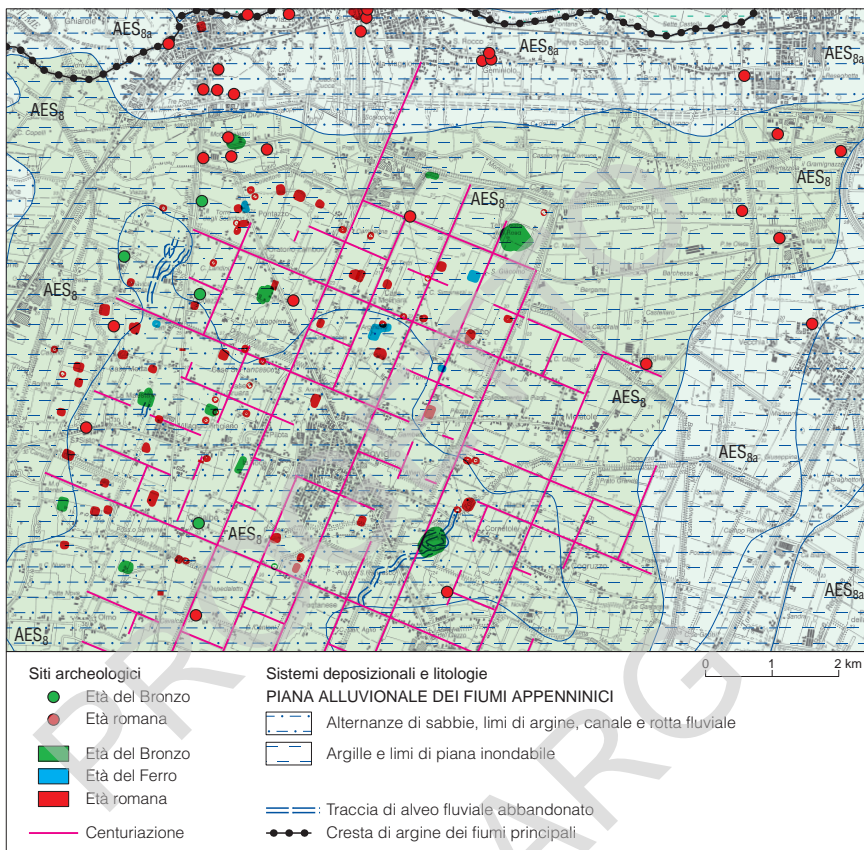


Fig. 23 - Conservazione della centuriazione e dei siti archeologici nell'area di Poviglio.

unità di superficie antiche, vista la scarsa conservazione degli assi centuriali e i pochi siti individuati. Il seppellimento anzi si può considerare sicuro per quasi tutta la fascia a nord del Collettore Impero, dove i ritrovamenti documentati nelle raccolte delle carte archeologiche di Brescello e Boretto mostrano un certo sovralluvionamento, per quanto non consistente come quelli riscontrati in altre zone della bassa pianura emiliana (ad esempio, sempre nel Foglio 182, nella zona di Colorno). In alcuni casi eventi alluvionali abbastanza antichi sono stati riscontrati direttamente in scavi archeologici, come nel caso della necropoli occidentale di Brescello romana, dove i cippi giacevano a 2-3 m dal piano di campagna attuale, rovesciati tutti in una stessa direzione e come abbattuti dalla piena del fiume, e coperti da uno strato sabbioso di 60-80 cm, sigillato a sua volta da diversi strati argillosi di una potenza massima di 15 cm.

Analogamente, ma per un periodo più antico, il sito della Quadra Padulli documenta come nella sezione dello stesso Collettore Impero sia stato osservato uno strato antropico corrispondente ad un battuto pavimentale spesso circa 15 cm, coperto da uno strato antropico spesso circa 30 cm e contenente frammenti ceramici che sembrano databili alla prima fase del bronzo recente. Lo strato antropico, tranne in un punto in cui si elevava formando un cumulo di circa un metro, era coperto da circa un metro di alluvioni argillose sterili, coperto a sua volta da 60-70 cm di arativo. Le circostanze hanno quindi permesso di osservare il piano di campagna dell'età del bronzo a notevole profondità (circa 2 m).

Le alluvioni qui ricordate possono essere collegate alla migrazione del corso stesso del Po, che si è progressivamente spostato verso nord, ma che nell'età del Bronzo si doveva attestare all'altezza di Poviglio, seguendo probabilmente il percorso ricalcato dall'attuale Cavo Fiuma. Su di esso infatti si affacciava la Terramara di Poviglio (fig. 24), al cui margine nord gli scavi hanno individuato un ampio corso d'acqua, il cui letto si trovava circa 3 m più in basso dell'attuale superficie topografica (BERNABO BREA & CREMASCHI, 2004). Una datazione posteriore di questo paleoalveo meridionale del Po, che sarebbe passato da Colorno, proseguendo per un percorso coincidente all'incirca con i canali Terrieri, Scalop-

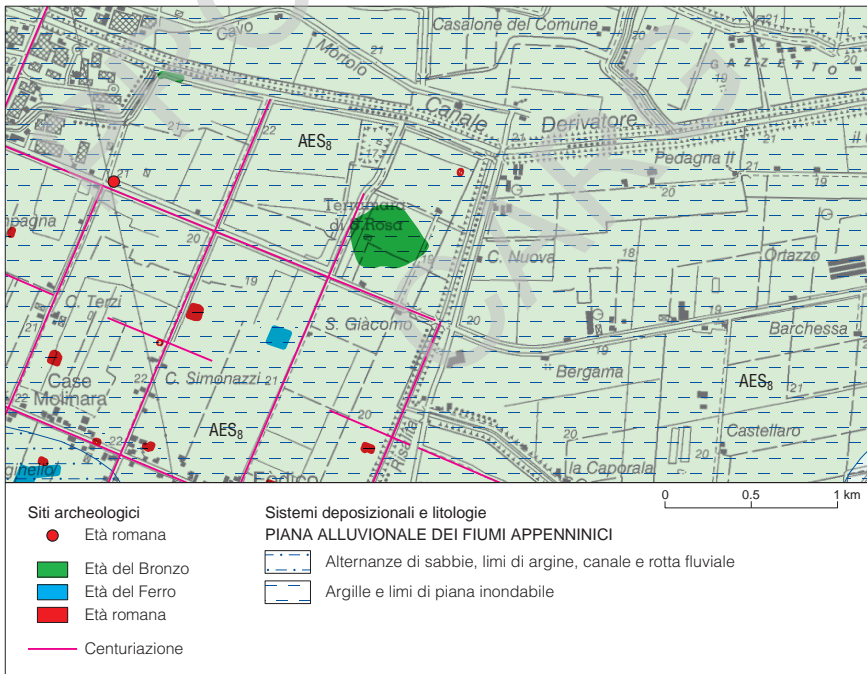


Fig. 24 - Ubicazione della Terramara di S. Rosa di Poviglio (in verde).

pia, Confine e Fiuma, è proposta da DALL'AGLIO (1980), che lo ritiene, sulla base di numerose considerazioni storico-topografiche, databile ad età protostorica e forse alla prima età repubblicana, mentre sicuramente già nel I secolo d.C. Brescello era a sud del Po, come attestato da Plinio, che la colloca nella regione *Aemilia*, il cui confine settentrionale era appunto il Po.

In ogni caso la fascia di meandreggiamento del Po, compresa fra l'argine maestro, il canale derivatore, il collettore Dusilio ed il canale impero, pur capillarmente insediata in epoca romana, era ancora attiva sia in età romana che postclassica, come attestano diversi ritrovamenti archeologici di età romana inframmezzati o coperti da strati alluvionali padani, quale quello di Brescello già ricordato (BERNABÒ BREA & CREMASCHI, 2004).

Più ad est, nella zona di Gualtieri, l'area sovralluvionata sembra assai più ampia e fiancheggia anche il corso del Crostolo; qui infatti è quasi del tutto assente la centuriazione e anche le notizie storiche confermano numerosi interventi antropici volti a risolvere il dissesto idrogeologico della zona, che portarono sostanzialmente ad un inalveamento del torrente in un corso rettilineo artificiale. Ad esempio poco ad est di Gualtieri, nella zona industriale di S. Giacomo (fig. 25), sono stati individuati ad una profondità di 2,3-2,5 m alcuni fittili romani, tra cui dei mattoni manubriati integri. Il sovralluvionamento della zona in epoca post-romana è confermato indirettamente dal toponimo Roncaglio che la individua; esso infatti indica una zona disboscata, e quindi precedentemente incolta, di solito in seguito a dissesti ambientali. Sarebbe tuttavia interessante verificare l'esistenza di strutture geomorfologiche più rilevate, ad esempio in corrispondenza dell'affioramento di alcuni siti romani.

Ad occidente dell'area centuriata di Brescello/Poviglio appena esaminata, in corrispondenza dell'attuale corso dell'Enza e delle sue divagazioni in epoca storica (CASTALDINI *et alii*, 2003), il seppellimento dei suoli antichi arriva anche a 3-5 m di spessore (fig. 26). Particolarmente significativo appare il ritrovamento, poco meno di un chilometro a nord di Casaltone, di una complessa stratigrafia sulla riva sinistra dell'Enza, dove si sovrappongono un sito forse eneolitico a 5 m di profondità, un insediamento dell'età del Bronzo a 3,5 m, una strada acciottolata attribuita ad età preromana a 2,5 m di profondità e materiale frammentario di età romana a 1,5. Poco più a nord, presso Sorbolo, a seguito dell'erosione dell'argine sinistro da parte dell'Enza fu messa in luce una tomba di età imperiale, di cui si conservava il piano di deposizione formato da mattoni legati con calce viva, a 5 m di profondità.

Ad ovest del corso dell'Enza, tra questo e quello del Naviglio, si estende un'altra zona di ampia conservazione della centuriazione, con i siti di epoca romana sostanzialmente affioranti (si veda ancora la fig. 26). È stata osservata (DALL'AGLIO, 1990) tuttavia un'anomala duplicazione dei canali di scolo e una toponomastica risalente ad età medievale e moderna (tra cui agiotoponomi, ossia toponimi legati alla presenza del culto di un santo, e fitotoponomi, legati alla presenza di coperture arboree) mentre risultano sostanzialmente scomparsi toponimi risalenti all'assetto territoriale di età romana, come i prediali. Si può quindi

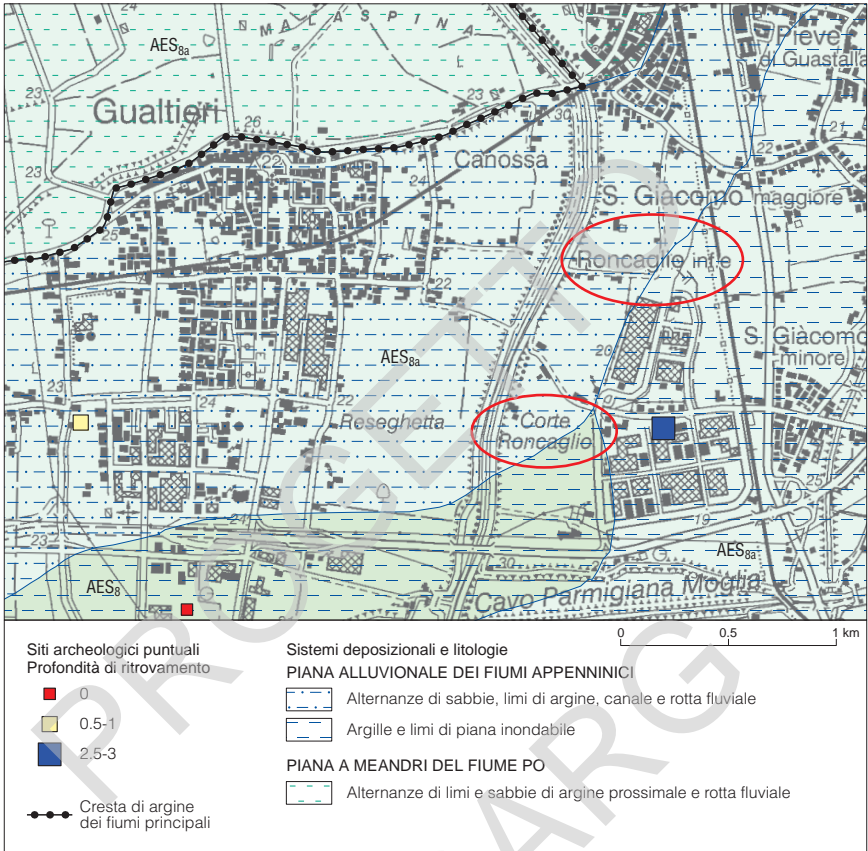


Fig. 25 - Ubicazione dei ritrovamenti romani nella zona industriale di S. Giacomo e dei toponimi "Roncaglio".

ipotizzare che l'area abbia subito in epoca postromana un dissesto idraulico che non si tradusse in un completo stravolgimento del suo assetto, ma comunque in difficoltà che portarono ad un estendersi delle zone incolte, a problemi di drenaggio e a un parziale abbandono della zona.

Al margine occidentale di quest'area si può ricordare lo scavo localizzato nel Quartiere Benedetta, nella periferia nord-est di Parma, dove in occasione di una nuova lottizzazione sono stati rinvenuti i resti di un edificio rustico di epoca romana, quasi completamente distrutto dai lavori agricoli. Sono inoltre state individuate ad una profondità maggiore alcune sepolture ad incinerazione riferibili ad un piccolo sepolcreto legato all'insediamento, e in un avvallamento del terreno, a circa 1 m dal piano di campagna antico, un'ottantina di anfore

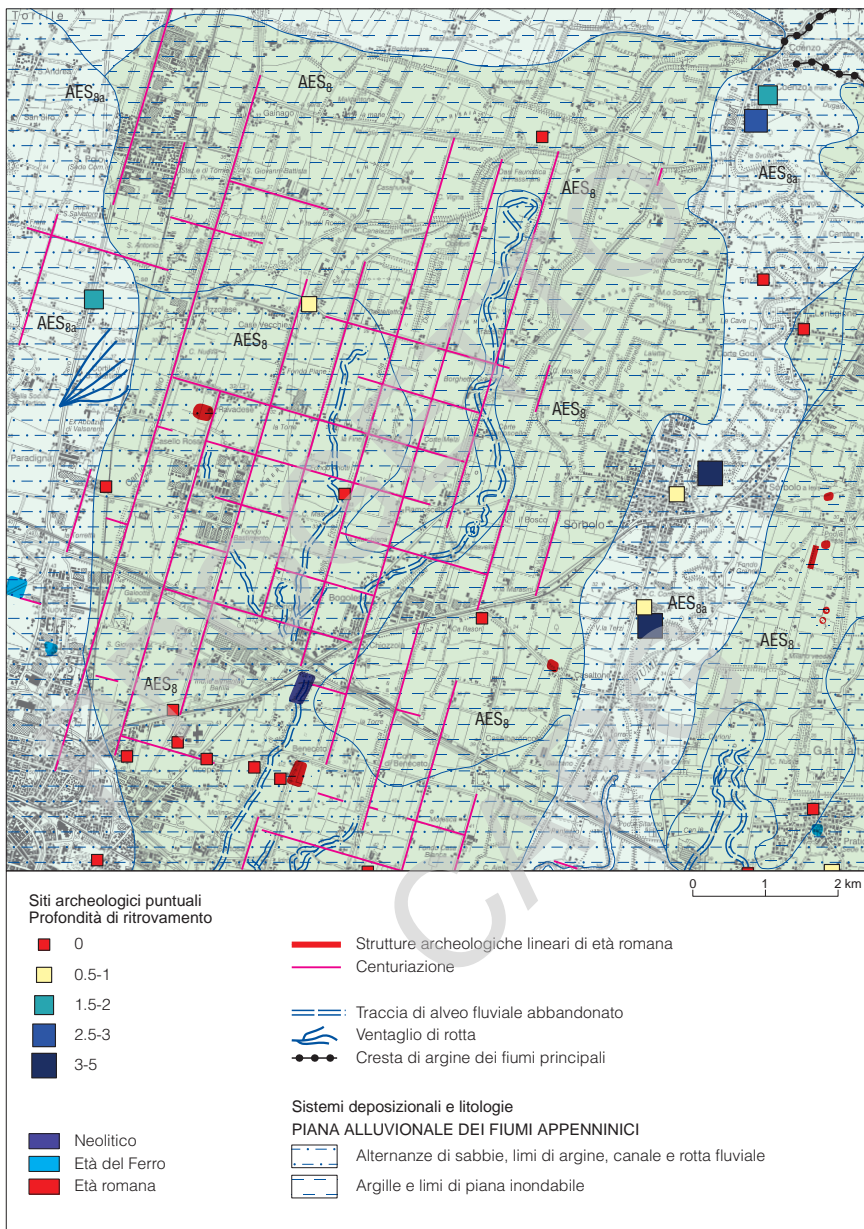


Fig. 26 - Conservazione della centuriazione a nord di Parma, con siti romani prevalentemente in affioramento, e seppellimento dei siti presso il corso del T. Enza, che con le modificazioni del suo alveo ha cancellato molte tracce dell'assetto antico del territorio.

probabilmente destinate a costipare e drenare l'area. Tutti i materiali paiono databili al I secolo d.C. L'area del ritrovamento era anticamente centuriata, ma si presenta bassa e ricca di risorgive, e quindi con problemi di drenaggio, che causarono probabilmente l'abbandono della zona in epoca tardoantica, a cui seguì l'insediamento di due monasteri medievali. La presenza di anfore, utilizzate per la bonifica di terreni e sottofondi stradali anche in altri siti a nord-est di Parma, conferma tale ricostruzione paleoambientale, come anche, 2 km a NO, in località Case Nuove, il ritrovamento, effettuato tramite prospezioni geofisiche e limitati saggi di scavo, di due insediamenti di età romana sigillati da una coltre di depositi alluvionali.

Poco più a nord, in località Paradigna, è stata rinvenuta una villa, le cui quote del ritrovamento non sono state pubblicate, tuttavia si possono ricavare dal fatto che parte delle strutture siano state danneggiate dai lavori agricoli, e che tuttavia si sia conservato un piano pavimentale. In sede di pubblicazione si è tuttavia anche osservato come gli scavi abbiano testimoniato ripetuti fenomeni esondativi, e che la villa si collocava sul limite meridionale di un dosso naturale. Queste osservazioni possono spiegare come, a fronte di un generale sovralluvionamento della zona la villa, trovandosi originariamente in un punto rilevato, abbia i resti parzialmente affioranti, mentre l'assetto attuale del terreno ha cancellato la morfologia antica. A conferma del dissesto dell'area sta la presenza, dall'inizio del XIV secolo, dell'abbazia cistercense di S. Martino dei Bocci di Valserena o di Paradigna, perché tali insediamenti monastici andavano a collocarsi in zone in cui erano necessari interventi di bonifica e di riorganizzazione territoriale, e quindi esistevano ampi spazi liberi per l'iniziativa e il lavoro dei monaci.

A completamento di questo quadro, è opportuno ricordare dei veri e propri indicatori di punti di particolare complessità e di snodo idrografico sono una serie di toponimi legati agli antichi sbocchi dei fiumi appenninici, nel Po o in un altro collettore maggiore. Si tratta di toponimi del tipo *caput* (capo, testa, foce) + l'idronimo, ad esempio *caput* + Enza, che dà come esito Coenzo, testimoniato fin dal XII secolo (FABBRICI, 2003). Allo stesso modo, nella nostra zona, troviamo Colorno⁽⁵⁾ (da *caput Lurni*, attestato dal X secolo), Copermio (*caput Parmae*) e, poco ad ovest del Foglio, Coltaro (*caput Tari*).

(5) Il Lorno non sfociava direttamente nel Po in questo punto, come è dimostrato sia da considerazioni geomorfologiche che da un passo della vita di S. Simeone, dove si narra che il monaco, partito da Parma, giunse a Colorno, dove si imbarcò e "Per Parmae fluvium in Padum discendi" (DALL'AGLIO, 1990, 62).

PROGETTO
CARG

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1977) - *Sismic Stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G. Mem.: 26.
- AA.VV. (1989) - *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Brescello*. Reggio nell'Emilia.
- AA.VV. (1989) - *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Boretto*. Reggio nell'Emilia.
- AA.VV. (1990) - *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia - Comune di Poviglio*. Reggio nell'Emilia.
- ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M. & FORLANI L. (1982) - *Prove di mutamenti climatici nell'Appennino emiliano*. Atti del primo convegno di meteorologia appenninica - Reggio nell'Emilia, 7-10 Aprile 1979, Reggio nell'Emilia: 641-652.
- AMOROSI A. & FARINA M. (1995) - *Large-scale architecture of a thrust-related alluvial complex from subsurface data: the Quaternary succession of the Po Basin in the Bologna area (northern Italy)*. *Giornale di Geologia*, **57**: 3-16.
- AMOROSI A., BARBIERI M., CASTORINA F., COLALONGO M.L., PASINI G. & VAIANI S.C. (1998b) - *Sedimentology, micropalaeontology and strontium-isotope dating of a lower-middle Pleistocene marine succession ("Argille Azzurre") in the Romagna Apennines, northern Italy*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **117**: 789-806.
- AMOROSI A., CAPORALE L., CIBIN U., COLALONGO M.L., PASINI G., RICCI LUCCHI F., SEVERI P. & VAIANI S.C. (1998a) - *The Pleistocene littoral deposits (Imola Sands) of the northern Apennines foothills*. *Giornale di Geologia*, **60**: 83-118.
- AMOROSI A. & MARCHI N. (1999) - *High-resolution sequence stratigraphy from piezocone tests: an example from the Late Quaternary deposits of the SE Po Plain*. *Sedimentary Geology*, **128**: 69-83.
- AMOROSI A., PAVESI M., RICCI LUCCHI M., SARTI G. & PICCIN A. (2008) - *Climatic signature of cyclic fluvial architecture from the Quaternary of the central Po Plain, Italy*. *Sedimentary Geology*, **209**: 58-68.
- ANGHINELLI A. & ANGHINELLI S. (2003) - *L'uomo e l'acqua: evoluzione preistorica e storica nel territorio di Viadana*. In: VENTURI S. & BACCHI N. (Edd.), *L'anima del Po*. Terre Acque e uomini tra Enza e Oglio, Parma: 87-158.
- AQUATER (1979) - *Interpretazione dei dati geofisici delle strutture plioceniche-quadernarie della Pianura Padana e Veneta*. GEOS/AO153, S. Lorenzo in Campo.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008a) - *Fiume Po da confluenza Stura di Lanzo a Pontelagoscuro. Parte 1 Cartografia delle variazioni planimetriche dell'alveo del fiume Po. Parte 2 Cartografia delle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e delle aree inondabili del fiume Po*. Disponibile su: [http://www.adbpo.it/download/a-atlanti del Po/Po_Atlan%20te_Geomorfologico/](http://www.adbpo.it/download/a-atlanti%20del%20Po/Po_Atlan%20te_Geomorfologico/)
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008b) - *Il recupero morfologico ed ambientale del fiume Po. Il contributo del Programma generale di gestione dei sedimenti del fiume Po*. Disponibile su: <http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/Pubblicazioni/Ente/artCatAltrepubblicazioni.27.1.50.1.all.html>
- BARRELL J. (1917) - *Rhythms and the measurements of geologic time*. *Geol. Soc. America Bull.*, **28**: 745-904.
- BERGONZINI G.D., BRONZONI L., CERCHI E., CHIESI I., CREMASCHI M., FORTE M., LOSI A. & ZANASI C. (1989) - *La successione stratigrafica rilevata nei recenti sondaggi presso l'abside centrale del Duomo*. Modena dalle origini all'Anno Mille. *Studi di Archeologia e Storia*, **1**: 45-54.

- BERNABÒ BREA M.A. & CREMASCHI M. (Edd.) (2004) - *Il villaggio piccolo della terramara di Santa Rosa di Poviglio: scavi 1987-1992*. Firenze.
- BLUM M.D. (1993) - *Genesis and architecture of incised valley fill sequence: a late Quaternary example from the Colorado River, Gulf Coastal Plain of Texas*. In: WEIMER P. & POSAMENTIER H.W. (eds.), *Siliciclastic sequence stratigraphy: recent developments and applications*. Tulsa AAPG Memoir, **58**: 259-283.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1980) - *Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**: 359-373.
- BONDESAN M. (1986) - *Lineamenti di geomorfologia del basso ferrarese*. In: *La civiltà comacchiese e pomposiana dalle origini preistoriche al tardo medioevo*. Atti del Convegno nazionale di studi storici, Comacchio, 1984: 17-28.
- BOTTAZZI G. (1990) - *Aspetti geografici e geologici*. In: AA.VV. *Carta archeologica della provincia di Reggio nell'Emilia: Comune di Poviglio*. Modena: 16 e ss.
- BUCHA & HORACEK (1975) - *Quaternary glaciation in Northern Hemisphere*. **2**: 10.
- CAPORUSSO D. & CREMASCHI M. (1988) - *Milano, via S. Croce. Scavi MM Linea 3. Significato archeologico e paleoambientale dei depositi di età romana*. *Archeologia Stratigrafica in Italia settentrionale*, **1**: 143-150.
- CARTA ARCHEOLOGICA D'ITALIA, (1974) - *Foglio 74*. A cura della Soprintendenza alle antichità dell'Emilia e della Romagna; rilevamento e compilazione Mario Degani, 52 p., [2] c. di tav. in tasca.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000 (1964) - *Foglio 73 - Parma*. Servizio Geologico d'Italia, II Edizione.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000 (1967) - *Foglio 74 - Reggio nell'Emilia*. Servizio Geologico d'Italia.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2002) - *Foglio 223 - Ravenna*. Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) - *Foglio 199 - Parma sud*. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) - *Foglio 219 - Sassuolo*. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) - *Foglio 240/241 - Forlì/Cervia*. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2005) - *Foglio 256 - Rimini*. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2009) - *Foglio 181 - Parma nord*. ISPRA-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2009) - *Foglio 201 - Modena*. ISPRA-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2009) - *Foglio 202 - San Giovanni in Persiceto*. ISPRA-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (2009) - *Foglio 220 - Casalecchio di Reno*. ISPRA-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 (in stampa) - *Foglio 200 - Reggio nell'Emilia*. ISPRA-Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna.

- CASTALDINI D., GIUSTI C. & MARCHETTI M. (2003) - *La Geomorfologia del corso del Po e del territorio nel tratto foce Enza - foce Oglio*. In: VENTURI S. & BACCHI N. (a cura di), *L'anima del Po*. Terre, acque e uomini tra Enza e Oglio. Battei Ed. Parma: 5-31.
- CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G. & VAI G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano*. *Giorn. Geol.*, **47** (1-2): 47-75.
- CASTIGLIONI G.B., AJASSA R., BARONI C., BIANCOTTI A., BONDESAN A., BONDESAN M., BRANCUCCI G., CASTALDINI D., CASTELLACCIO E., CAVALLIN A., CORTEMIGLIA F., CORTEMIGLIA G.C., CREMASCHI M., DA ROLD O., ELMI C., FAVERO V., FERRI R., GANDINI F., GASPERI G., GIORGI G., MARCHETTI G., MARCHETTI M., MAROCCO R., MENEGHEL M., MOTTA M., NESCI O., OROMBELLI G., PARONUZZI P., PELLEGRINI G.B., PELLEGRINI L., RIGONI A., SOMMARUGA M., SORBINI L., TELLINI C., TURRINI M.C., VAIA F., VERCESI P.L., ZECCHI R. & ZORZIN R. (1997) - *Carta Geomorfologica della Pianura Padana*. S.EL.CA., Firenze tav. 3, scala 1:250.000.
- CIABATTI M. & VEGGIANI A. (1990) - *Caratteri ed evoluzione del litorale emiliano-romagnolo*. In: *Il Mondo della Natura in Emilia-Romagna: la Pianura e la Costa*. Federazione Casse Risparmio e Banche del Monte dell'Emilia-Romagna, Milano: 77-94.
- CIGALA FULGOSI F. (1976) - *Dicerorhinus hemitoechus (Falconer) del post-Villafranchiano fluvio-lacustre del torrente Stirone (Salsomaggiore, Parma)*. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, **15** (1): 59-72.
- CONTI S. & GELMINI R. (1994) - *Miocene-Pliocene tectonic phases migration in foredeep-thrust belts-system in the Northern Apennines*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **48**: 261-274.
- CREMASCHI M. (1982) - *La formazione Fluvio-lacustre del Pleistocene inferiore-medio nel Pedepennino emiliano*. In: CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (Editori), *Guida alla Geologia del Margine appenninico padano*. *Guida Geol. Reg. S.G.I.*: 145-149.
- CREMASCHI M., BERNABÀ BREA M., TIRABASSI J., D'AGOSTINI A., DALL'AGLIO P.L., MAGRI S., BARRICHI W., MARCHESINI A. & NIPOTI S. (1980) - *L'evoluzione della pianura emiliana durante l'Età del Bronzo, l'Età Romana e l'Altomedioevo: geomorfologia e insediamenti*. *Padusa*, **16**: 53-158.
- 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. & MARCHESINI A. (1978) - *L'evoluzione di un tratto di Pianura Padana (prov. Reggio e Parma) in rapporto agli insediamenti ed alla struttura geologica tra il XV sec. a.C. ed il sec. XI d.C.*. *Archeologia Medievale*, **5**: 542-562.
- CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (1982) - *Guida alla geologia del margine appenninico padano*. *Guida Geol. Reg. S.G.I.*, Bologna.
- DALL'AGLIO P.L. (1980) - *Proposte per una datazione di due paleo-alvei del Po nel reggiano*. *Atti e Memorie Modena, Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi, Annuario ser. XI, II* (1980): 277-287.
- DALL'AGLIO P.L. (1981) - *Persistenze della divisione agraria romana nella pianura reggiana*. *Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria delle Province Modenesi, ser. XI, III* (1981): 231-249.
- DALL'AGLIO P.L. (1990) - *Parma e il suo territorio in età romana*. Sala Baganza (PR).
- DI DIO G. (1996) - *Conceptual model of the evolution of a stream equilibrium profile and development of genetically related alluvial fan system: impact of tectonics and 100 ky glaciations on cyclic variations of energy base level*. *Sessione Poster, XIII Convegno della Società Paleontologica Italiana, 10-13 settembre 1996, Università di Parma*.
- DI DIO G. (1996a) - *La nuova carta geologica della Provincia di Parma in scala 1:50.000: presupposto fondamentale per lo studio della geometria e della ricarica degli acquiferi*. In: ALIFRACO G. (a cura

- di), L'Acquifero Parmense - Relazione Annuale 1995, Amministrazione Provinciale di Parma, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo, **2**: 215-224.
- DI DIO G., LASAGNA S., PRETI D. & SAGNE M. (1997a) - *Stratigrafia dei depositi quaternari della Provincia di Parma*. Boll. Soc. Paleont. Ital., **35**: 181-189.
- DI DIO G., LASAGNA S., PRETI D. & SAGNE M. (1997b) - *Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma*. Il Quaternario, **10** (2): 443-450.
- DONDI L. & D'ANDREA M.G. (1986) - *La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene superiore al Pleistocene*. Giornale di Geologia, **48**: 197-225.
- ENEL - ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA - DIREZIONE DELLE COSTRUZIONI (1984) - *Rapporto per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella Regione Lombardia (Area Viadana)*. Rapporto 8403, Vol. **XXVII**.
- FABBRICI G. (2003) - *Appunti toponomastici*. In: VENTURI S. & BACCHI N. (Edd.), *L'anima del Po. Terre Acque e uomini tra Enza e Oglio*, Parma: 313-321.
- FARABEGOLI E. (1985) - *Note geologiche sul territorio di S. Lazzaro di Savena*. In: LENZI F., NENZIONI G. & PERETTO C. (eds.), *Materiale e documenti per un museo della preistoria. S. Lazzaro di Savena e il suo territorio*, Catalogo del museo, Nuova Alfa Editoriale, Bologna: 13-26.
- GALLOWAY W.E. (1989) - *Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I. Architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units*. AAPG Bulletin, **73**: 125-142.
- GASPERI G., CREMASCHI M., MANTOVANI UGUZZONI M.P., CARDARELLI A., CATTANI M. & LABATE D. (1987) - *Evoluzione plio-quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura*. Note Illustrative alla Carta Geologica. Mem. Soc. Geol. It., **39**: 375-431.
- GEREVINI C. & VERCESI P.L. (1999) - *Evoluzione recente della pianura cremonese tra il fiume Oglio ed il fiume Po*. In: *La Pianura. Conoscenza e Salvaguardia il contributo delle scienze della Terra*. Atti del Convegno, Ferrara 8-11 novembre 2009: 320-321.
- INTERREG IIB MEDOCC BASSINS VERSANTS MEDITERRANÉES (2007) - *Guida Metodologica. Individuazione di risorse idriche alternative. Progetto Pilota*. Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli.
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1881) - *Foglio 173 della Carta 1:100.000 Tav. I Quadr. NE*.
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1935) - *Foglio 173 della Carta d'Italia Tav. I Quadr. NE*.
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (2008) - *Foglio 182 - Guastalla alla scala 1:50.000*.
- MARABINI S., COSTA G.P., GIUSBERTI G., SAMI M., TAVIANI M., RICCI LUCCHI F. & VAI G.B. (1987) - *Rinvenimento di un cranio di Elephas nella parte alta delle "sabbie gialle" presso Faenza (Pleistocene)*. Rendiconti della Società Geologica Italiana, 1987, **10**: 55-58.
- MARTINSON D.G., PISIAS N.G., HAYES J.D., IMBRIE J., MOORE T.C. & SHACKLETON N.J. (1987) - *Age dating and the orbital theory of the ice ages-development of a high-resolution 0 to 300.000 year chronostratigraphy*. Quat. Res., **27**: 1-29.
- MAYR F. (1964) - *Untersuchungen über Ausmass und Folgen der Klima-und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen wärmezeit*. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F., **B.8**, H.3: 257-285.
- MITCHUM R.M. JR., VAIL P.P. & THOMPSON S. (1977) - *Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The Depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis in Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. C.E. Payton Editor, A.A.P.G. Memoir **26**: 53-62, Tulsa Oklahoma, U.S.A.

- MONTEVECCHI G. & NOVARA P. (2000) - *In agro decimano: per un catalogo del patrimonio storico archeologico del territorio a sud di Ravenna*. Comune di Ravenna, Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna. Danilo Montanari Editore: 222 pp.
- MUTTI E., DAVOLI G., MORA S. & SGAVETTI M. (1994) - *Conceptual stratigraphic framework*. In: MUTTI E., DAVOLI G., MORA S. & SGAVETTI M. (eds.), *The Eastern Sector of the South-Central Folded Pyrenean Foreland: Criteria for Stratigraphic Analysis and Excursion Notes*. Second High-Resolution Sequence Stratigraphy Conference, 20-26 June 1994, Tremp, Spain: 1-16.
- MUTTONI G., CARCANO C., GARZANTI E., GHIELMI M., PICCIN A., PINI R., ROGLEDI S. & SCIUNNACH D. (2003) - *Onset of major Pleistocene glaciations in the Alps*. *Geology*, **31**: 989-992.
- NORTH AMERICA COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1983) - *North American Stratigraphic Code*. AAPG Bulletin, **67**: 841-875.
- ORI G.G. (1993) - *Continental depositional systems of the Quaternary of the Po Plain (northern Italy)*. *Sedimentary Geology*, **83**: 183-198.
- ORI G.G., ROVERI M. & VANNONI F. (1986) - *Plio-Pleistocene sedimentation in the Apenninic-Adriatic foredeep (Central Adriatic Sea, Italy)*. In: ALLEN P.A. & HOMEWOOD P. (Eds.), *Foreland basins*. Spec. Pubbl. Int. Ass. Sediment., **8**: 183-198.
- PAPANI G., PETRUCCI F. & VENZO S. (1967) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio "Reggio nell'Emilia"*. Servizio Geologico d'Italia.
- PAVESI M. (2003) - *Stratigrafia fisica dei depositi quaternari e analisi dei movimenti verticali del suolo in un settore della pianura mantovana*. Tesi di Laurea inedita. Università degli Studi di Bologna.
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain (Italy)*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. n. **414**: 1-23.
- POAG C.W. & WARD L.W. (1993) - *Allostratigraphy of the U.S. Middle Atlantic Continental Margin - Characteristics, distribution, and depositional history of principal unconformity-bounded Upper Cretaceous and Cenozoic sedimentary units*. U.S. Geological Survey Professional Paper, **1542**: pp. 81.
- POSAMENTIER H.W., JERVEY M.T. & VAIL P.R. (1988) - *Eustatic controls on clastic deposition I: Conceptual framework*. In: *Sea Level Changes: An Integrated Approach* (Ed. by WILGUS C.K., HASTINGS B.S., KENDALL C.G.St.C., POSAMENTIER H.W., ROSS C.A. & VAN WAGONER J.C.), Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., **42**: 109-124.
- PRETI D. & GUERMANDI M. (1991) - *Esempio di applicazione delle "Unità Allostratigrafiche"*. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, **46**: 551-553.
- PROVINCIA DI MANTOVA (2002) - *Repertorio dei Siti Archeologici*. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Allegato M.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1994) - *I suoli dell'Emilia-Romagna, Note Illustrative*. Bologna: pp. 383.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1999) - *Carta Geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, scala 1:250.000*. Bologna.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR (2002) - *Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo, scala 1:250.000*. S.EL.CA., Firenze.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA & CNR (2003) - *Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna, scala 1:250.000*. S.EL.CA., Firenze.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. Bologna.
- REGIONE LOMBARDIA & ENI-AGIP (2002) - *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia*. S.EL.CA., Firenze.

- REGIONE LOMBARDIA, ERSAL, AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MANTOVA (1992) - *I suoli del Viadanese*. Progetto "Carta Pedologica". SSR11. Arti Grafiche Chiribella, Bozzolo (MN).
- REGIONE LOMBARDIA - ERSALF (2004) - *Suoli e Paesaggi della Provincia di Cremona*. 1-52.
- REGIONE LOMBARDIA - ERSALF (2004) - *Suoli e Paesaggi della Provincia di Mantova*. 1-50.
- REGIONE LOMBARDIA, SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DELLA LOMBARDIA, COMUNE DI MANTOVA, PROVINCIA DI MANTOVA (1984) - *Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano. Il caso mantovano*. Panini Ed. Modena.
- 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 CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F.), Guide Geologiche Regionali S.G.I., Bologna: 17-46.
- RUDDIMAN W.F., RAYMO M.E., MARTINSON D.G., CLEMENT B.M. & BACKMAN J. (1989) - *Pleistocene evolution: Northern hemisphere ice sheets and north Atlantic Ocean*. *Paleoceanography*, **4** (4): 353-412.
- SALVADOR A. (1994) - *International stratigraphic guide, second edition - International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS International Commission on Stratigraphy*. IUGS and GSA: pp. 214.
- SCARDIA G., MUTTONI G. & SCIUNNACH D. (2006) - *Subsurface magnetostratigraphy of Pleistocene sediments from the Po Plain (Italy): Constraints on rates of sedimentation and rock uplift*. *Geological Society of America Bulletin*, **118** (11-12): 1299-1312.
- SERVA L. (1990) - *Il ruolo delle scienze della terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **109**: 375-411.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1992) - *Cartografia geologica del Quaternario continentale*. In: Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento. Quaderni SGN, Serie III, **1**: 67-86.
- TOZZI P. (1972) - *Storia padana antica. Il territorio tra Adda e Mincio*. Milano.
- TOZZI P. (ed.) (2003) - *L'età antica, in Storia di Cremona*. Azzano San Paolo (MI).
- VAI G.B. (1984) - *Quando barrivano sul Castellaccio gli ultimi elefanti*. In: *Pagine di vita e storia imolesi*. C.A.R.S. Imola, **2**: 195-219.
- VAIL P.R. (1987) - *Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure*. In: *Atlas of Seismic Stratigraphy*, vol. 1 (Ed. by BALLY A.W.). AAPG Stud. Geol., **27**: 1-10.
- VEGGIANI A. (1982) - *La piccola età glaciale e gli impaludamenti tra Conselice e Alfonsine*. *Studi Romagnoli*, **33**: 1-18.
- VEGGIANI A. (1987) - *Stratigrafie archeologiche e abbassamento del suolo nella pianura emiliano-romagnola*. *Studi Romagnoli*, **38**: 331-352.
- VEGGIANI A. (1994) - *I deterioramenti climatici dell'età del ferro e dell'alto medioevo*. *Torricelliana*, *Boll. Soc. Torricelliana di Sc. e Lett.*, **45**: 1-80.

PROGETTO

CARG