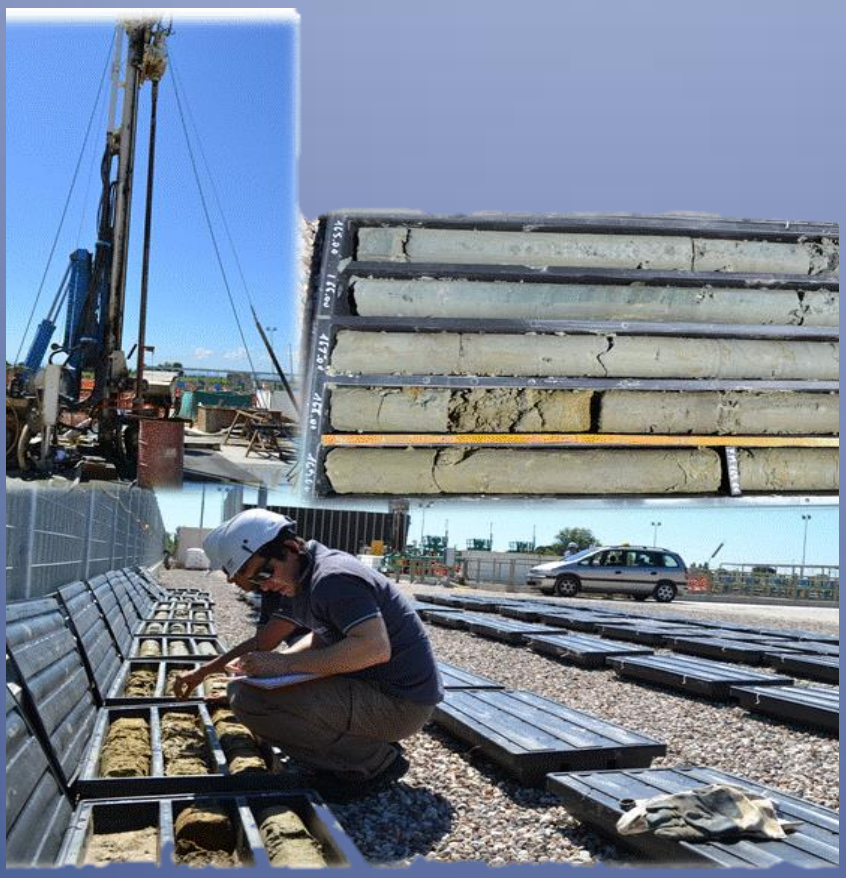


Il sondaggio profondo di Cotignola considerazioni stratigrafiche

Lorenzo Calabrese, Paolo Severi, Venusia Ferrari e Luciana Bonzi

Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna

Rapporto tecnico di attività del 22 agosto 2013

servizio geologico sismico e dei suoli

Regione Emilia-Romagna

Gruppo di lavoro Servizio Geologico Sismico e dei Suoli:

Lorenzo Calabrese

Paolo Severi

Venusia Ferrari

Luciana Bonzi

Ringraziamenti :

Ing. Gaetano Annunziata, ing. Antonio Crisante (Edison Stoccaggio S.p.A.)

Il sondaggio profondo di Cotignola : considerazioni stratigrafiche

Nota del 22 agosto 2013

Introduzione

Il sondaggio profondo Cotignola-CO1 è ubicato a sud-ovest di Cotignola nei pressi della località Borghetto (figura 1).

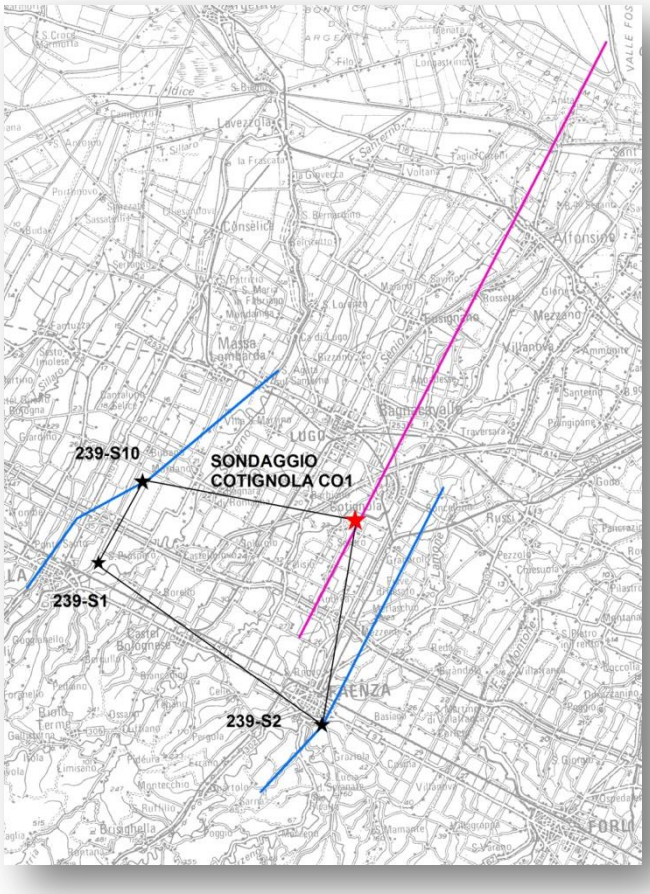


Figura 1: ubicazione del sondaggio Cotignola e dei sondaggi CARG profondi limitrofi; in viola è riportata la traccia del profilo sismico utilizzato per la sezione geologica di figura 2; in blu sono riportate le tracce delle sezioni profonde del Foglio 239 "Faenza" utilizzate in figura 3.

La profondità raggiunta è di 350 metri dal piano campagna (quota piano campagna 19 m s.l.m.) ovvero di 331 metri sul livello del mare.

Il sondaggio è stato realizzato con carotaggio continuo, col metodo della variazione telescopica del diametro del carotiere, dalla ditta RCT srl per conto della Edison Stoccaggio spa, in relazione a quanto stabilito dal Decreto di pronuncia di compatibilità ambientale relativo al progetto di trasformazione a stoccaggio nei giacimenti di Cotignola e San Potito (Ra) di cui al DSA/DEC/2007/0000773 del 8 ottobre 2007.

Stratigrafia

In Allegato 1 è riportata la descrizione in termini litologici, sedimentologici e stratigrafici del carotaggio.

La successione sedimentaria attraversata dal sondaggio è costituita da un'alternanza di sabbie, da fini e limose a grossolane con ghiaietto e limi e argille limose. La porzione superiore è caratterizzata da depositi di piana alluvionale mentre la porzione inferiore da quelli costieri e marini.

La figura 2 mostra l'ubicazione del sondaggio lungo un profilo sismico interpretato (modificato da Note Illustative del Foglio 222 Lugo, progetto CARG). Si può osservare che il sondaggio è stato realizzato in corrispondenza di un alto strutturale sepolto e che lungo la verticale del sondaggio vengono attraversati la successione del Quaternario Marino, nella sua porzione più alta, i depositi del Sintema Emilia-Romagnolo Inferiore e la successione continentale del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore.

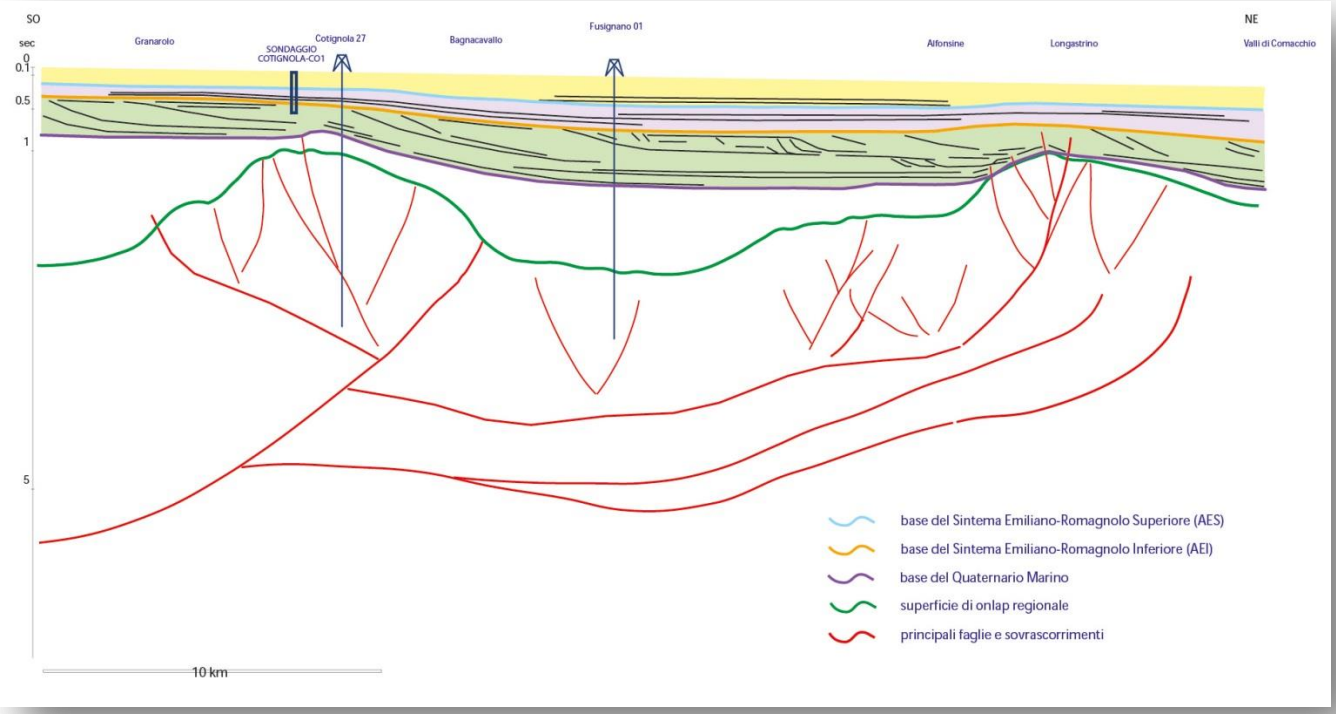


Figura 2: profilo sismico interpreto passante per il sondaggio di Cotignola (modificato da Note illustrative del Foglio 222 Lugo)

In prossimità del sondaggio è ubicato il pozzo per idrocarburi Cotignola 27, la cui stratigrafia più superficiale, riportata in figura 3, mostra il passaggio tra facies marino-marginali a facies alluvionali

a circa 300 metri dal piano campagna; i log elettrici, inoltre, evidenziano la presenza di tre importanti sequenze tra l'inizio della registrazione, a 250 m, e 350 m dal piano campagna.

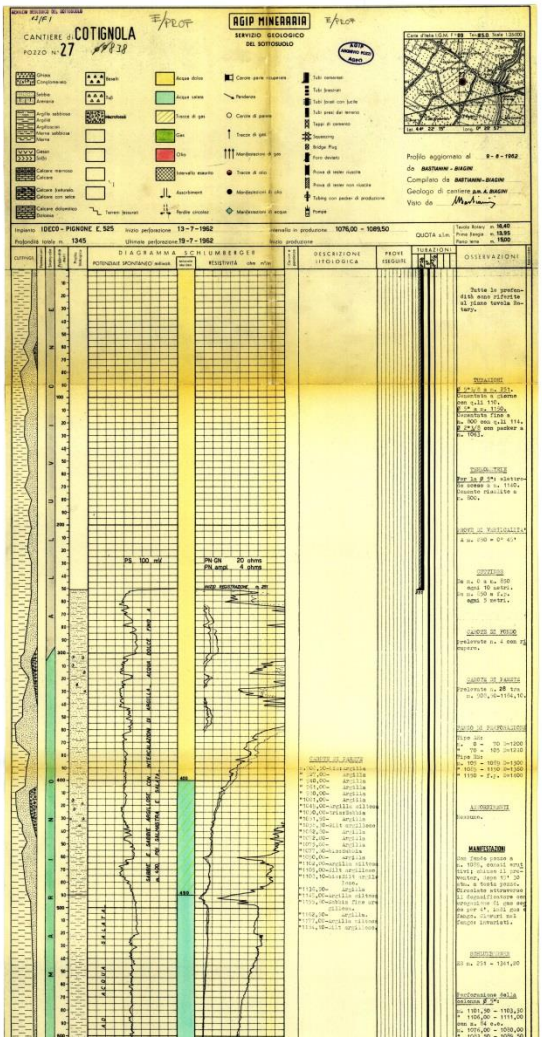


Figura 3: Stratigrafia del pozzo per idrocarburi Agip Cotignola 27 da piano campagna a circa 600 m di profondità.

La scarsità di dati stratigrafici di dettaglio nell'intervallo attraversato dal sondaggio lascia aperte varie interpretazioni. Di seguito è illustrata una delle plausibili suddivisioni stratigrafiche della successione.

Unità Stratigrafiche

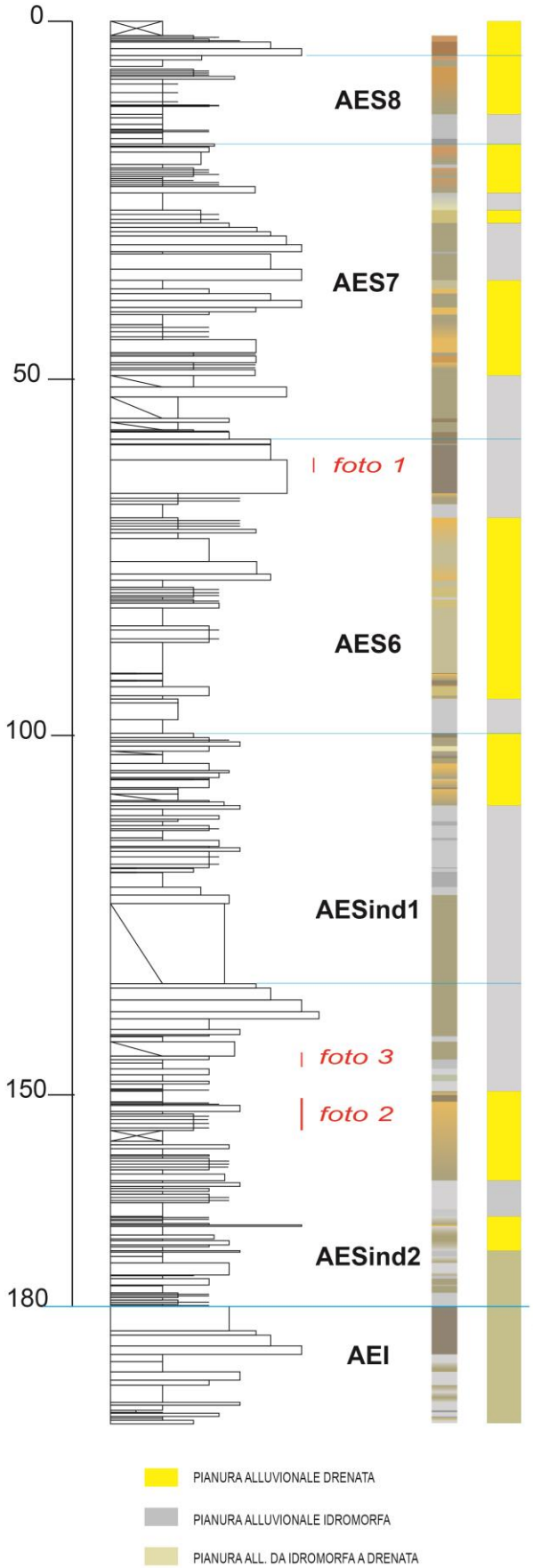
Con riferimento al criterio stratigrafico utilizzato nel Foglio CARG 239 "Faenza", lungo la carota sono state distinte tre unità principali, appartenenti al Pleistocene medio-superiore: AES (Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore), in cui si sono distinte a loro volta 6 sotto-unità (attribuibili ad

AES8a, AES8, AES7, AES6, AES indistinto superiore (AESind1), AES indistinto inferiore(AESind2)), AEI (Sintema Emilia-Romagnolo Inferiore) e le Sabbie di Imola (IMO).

I limiti di queste unità sono stati posti in corrispondenza di contrasti marcati nelle associazioni di facies, tenendo conto delle variazioni generali delle sequenze lungo la successione e degli spessori attribuibili a ciascuna unità. In termini di modello concettuale, si è posto il limite ove i sistemi deposizionali alluvionali mostrano una brusca disattivazione (da un punto di vista litologico al tetto dei principali corpi sabbioso-ghiaiosi) e/o in corrispondenza della base dei depositi "trasgressivi" marini. La definizione delle unità è stata realizzata direttamente in campo a seguito dell'analisi delle facies del carotaggio ed è stata successivamente rivista confrontando i primi risultati con il quadro stratigrafico consolidato di questo settore.

I risultati delle analisi paleontologiche sui campioni prelevati dalla carota, attualmente in corso presso l'Università degli Studi di Bologna, potranno affinare il posizionamento dei suddetti limiti.

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)



Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) è costituito da sabbie da fini a molto grossolane con ghiaietto, con sparsi frammenti vegetali (ritrovati anche sezioni di tronchi e rami, foto 1) e localmente gusci sottili di molluschi, alternati a sabbie fini limose, limi ed argille limose (foto 2) con sostanza organica sparsa e localmente concentrata (foto 3) e con locali gusci sottili di molluschi. Si riconoscono frequentemente sequenze sabbiose spesse da pochi metri fino a 8-10 m di tipo Fining-Upward (FU) e, nelle litologie con granulometria intermedia, laminazioni e alternanze centimetriche di sabbie fini e limi. Sono presenti anche strati sabbiosi da centimetrici a decimetrici inclusi in sequenze prevalentemente limoso-argillose; queste sono diffuse in tutta la successione e presentano frequentemente screziature di colore (da giallo ocra a grigio e bruno) e concrezioni calcaree (calcinelli) (foto 2). Sono presenti anche livelli torbosi (in AES6 AESind1 e AESind2).

Foto 1: sabbie medie e grossolane di riempimento di canale fluviale; si possono osservare grossi frammenti legnosi.

Foto 2: depositi limoso-argillosi, localmente sabbiosi con intercalati livelli di sabbia di piana inondabile ed argine; si osservano le screziature di colore giallo ocra e grigie ed al tetto un orizzonte bruniccio con profonde alterazioni (paleosuolo) (piana alluvionale drenata).

Foto 3: depositi limoso-argillosi localmente sabbiosi di piana inondabile, argine e palude (piana alluvionale idromorfa).

Le associazioni di facies indicano ambienti di piana alluvionale e comprendono depositi di riempimento di canale fluviale, argine da prossimale a distale , rotta fluviale e piana inondabile con la presenza di paludi e paleosuoli.

Il limite inferiore con l'unità sottostante è posto a 180 m p. c., in corrispondenza del passaggio da una piana alluvionale fortemente idromorfa contraddistinta da depositi di palude e di argine e/o delta interno (AEI) ad una piana alluvionale drenata. In particolare, tale limite è posto al tetto di una spessa sequenza sabbiosa di riempimento di canale fluviale.

Le sotto- unità sono caratterizzate da una porzione inferiore generalmente grigia, dominata da litotipi fini e con orizzonti da decimetrici a metrici limosi ed argillosi grigio scuro con diffusa sostanza organica, che testimonia la dominanza di una piana alluvionale mal drenata e idromorfa con presenza di paludi (foto 3). Nei termini della ciclicità climatico-eustatica che caratterizza il Pleistocene, questa porzione è interpretata come registrazione della fase "trasgressiva/calda".

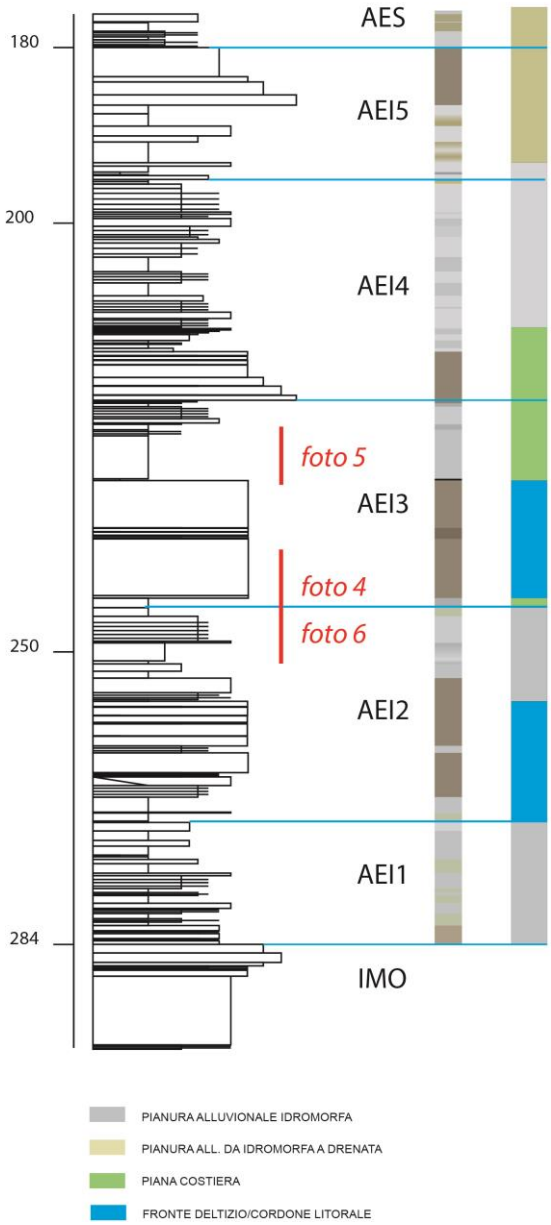
La porzione superiore delle sotto-unità è generalmente caratterizzata da depositi di piana alluvionale con apparati fluviali ben sviluppati. In tutte le sotto-unità, infatti, con eccezione di AESind1, si osservano spessi depositi sabbiosi di riempimento di canale (foto 1). I depositi fini sono generalmente fortemente screziati e, nel caso di AESind1 e AESind2, si osservano anche paleosuoli ben sviluppati, che testimoniano condizioni di profondo drenaggio della piana (foto 2). Questa porzione rappresenterebbe la fase "regressiva/fredda".

Le sotto-unità presentano generalmente un'organizzazione di tipo Coarsening-Upward (CU) con i depositi di piana inondabile ed argine alla base e con i depositi di canale fluviale che divengono più frequenti e spessi verso il tetto. Fanno eccezione AESind1, che è caratterizzata da limi e sabbie fini lungo tutta la verticale ed AES7 che presenta, oltre diffusi depositi sabbiosi fluviali della porzione superiore, una prima sequenza canale/argine/piana nella porzione inferiore al di sopra dell'orizzonte "trasgressivo".

Spessori:

AES: 180m; Aes8a: 5m; AES8: 12 m; AES7: 41 m; AES6: 42 m; AESind1: 35 AESind2: 45 m

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI):



Il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) è costituito da sabbie da fini e medie, localmente grossolane, e da limi e argille limose, con fossili diffusi (foto 4). I corpi sabbiosi sono spessi da 6 m fino a 14 metri, sono generalmente ricchi in fossili e localmente presentano laminazioni e intercalazioni limoso-sabbiose ricche in sostanza organica. Gli intervalli più fini sono spessi da pochi decimetri fino a 5-6 metri, presentano localmente intercalazioni sabbiose e sono ricche in sostanza organica (foto 4 e 5); si osservano spesso concrezioni calcaree (calcinelli) e si riconoscono locali orizzonti pedogenizzati (foto 6).

Foto 4: Sabbie fini fossilifere di cordone litorale che appoggiano con contatto netto (243,7 m) su depositi argillosi di palude.

Foto 5: depositi argillosi di palude con torbe alla base.

Foto 6: depositi limoso-argillosi di piana inondabile ed argine (piana alluvionale idromorfa); al tetto si osserva un orizzonte alterato con concrezioni calcaree (paleosuolo).

Le associazioni di facies indicano che la successione di AEI è caratterizzata dall'avvicendamento di ambienti di piana alluvionale, di piana costiera e marino-marginali. La tendenza generale è regressiva: gli ambienti schiettamente marini si osservano nella porzione inferiore e centrale mentre la porzione superiore è caratterizzata da una successione continentale.

Il limite inferiore con l'unità sottostante è posto in corrispondenza del passaggio da una successione marina e costiera (IMO) ad una successione di piana alluvionale ovvero al tetto del secondo corpo sabbioso marino, a 284 m p.c.

Anche in AEI è possibile osservare un'organizzazione interna e distinguere delle sotto-unità. Queste sotto-unità sono identificate applicando lo stesso criterio stratigrafico usato per AES; in particolare, sono evidenti due sequenze trasgressive/regressive marcate dal passaggio di facies marine, poggianti su depositi alluvionali, a facies continentali.

La sequenza basale (che chiameremo AEI1) è spessa 14 metri ed è composta da una successione argilloso-limosa di piana alluvionale comprendente depositi di palude, piana inondabile e tracimazione. Al tetto è presente un orizzonte pedogenizzato.

Le sequenza soprastante ad AEI1 (che chiameremo AEI2) è spessa 25 metri ed è formata alla base da depositi di palude/laguna (spessore circa 1 m) seguiti da depositi di prodelta e/o spiaggia

esterna (spessore circa 4 metri); a questi seguono depositi sabbiosi di cordone litorale e/o fronte deltizio (spessore circa 8 metri) ed infine una successione di piana alluvionale (spessore circa 11 metri) (foto 6). Al tetto è presente un orizzonte pedogenizzato.

La sequenza soprastante ad AEI2 (che chiameremo AEI3) è spessa 25 metri ed è formata alla base da depositi di palude (spessore circa 1 m) su cui si appoggiano depositi sabbiosi di cordone litorale e/o fronte deltizio (spessore circa 14 metri) (foto 4); al tetto è presente un intervallo decimetrico torboso seguito da depositi di palude (foto 5) e, al tetto, da depositi di tracimazione (spessore circa 10 metri).

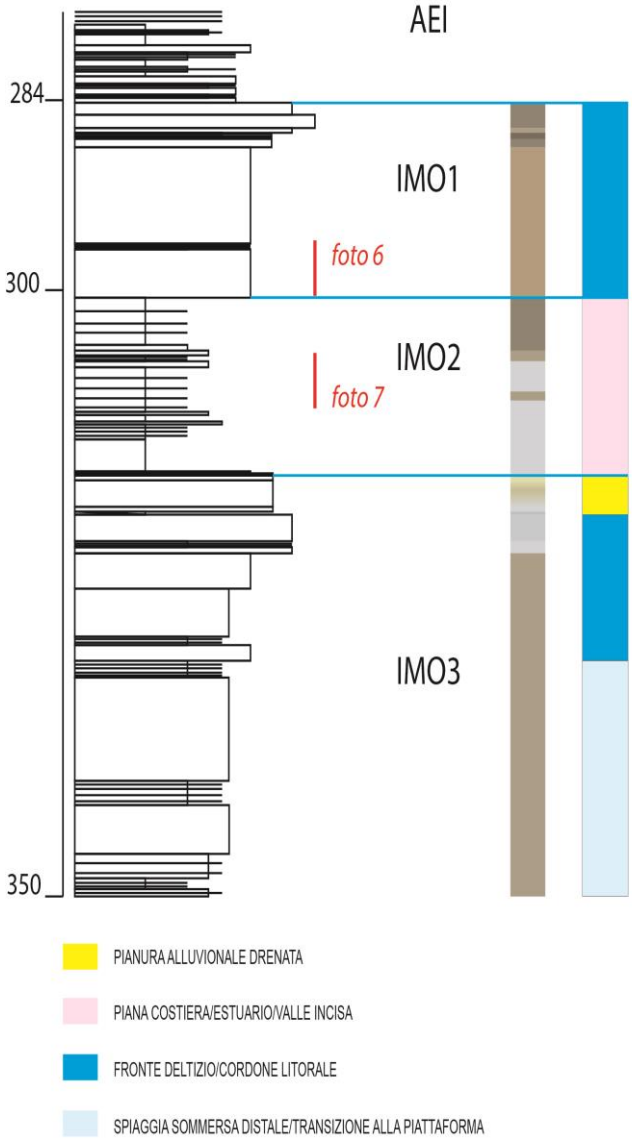
La sequenza soprastante ad AEI3 (che chiameremo AEI4) è spessa 25 metri ed è costituita, dal basso verso l'alto, da depositi di piana costiera (canale tidale (?), spessore circa 6 m, e palude, spessore circa 2 metri) seguiti da una successione fine di piana alluvionale idromorfa (spessore circa 17 metri). Al tetto è presente un orizzonte pedogenizzato.

A queste quattro sequenze, si aggiunge una sequenza sommitale (che chiameremo AEI5) spessa 15 m composta da depositi di piana inondabile da idromorfa a drenata con calcinelli (spessore 9 metri), con un orizzonte torboso alla base e con depositi sabbiosi di riempimento di canale fluviale (spessore 6 metri) al tetto; questa sequenza, parimenti ad AEI1, potrebbe essere espressione anch'essa di un ciclo trasgressivo-regressivo in ambito totalmente continentale.

Spessori:

AEI: 104 m; AEI1: 14 m AEI2: 25 m AEI3; 25 m AEI4: 25 m; AEI5: 15 m

Le Sabbie di Imola (IMO)



Le Sabbie di Imola sono state attraversate quasi per intero (non è stato raggiunto il limite inferiore); sono costituite prevalentemente da sabbie fini (foto 6) e subordinatamente da limi sabbiosi, limi e argille limose (foto 7) e da sabbie medie, anche con ciottoli. Le associazioni di facies testimoniano ambienti marini di spiaggia, paralici fino a continentali. La successione è organizzata in tre sotto-unità.

Foto 6: Sabbie fini fossilifere di cordone litorale.

Foto 7: Depositi argilloso-limosi con lamine e fossili.

La sotto-unità inferiore è costituita da una sequenza di facies con tendenza CU e regressiva (spessore 35 metri): nella porzione inferiore (spessore circa 20 m) sono presenti alternanze di sabbie fini limose e limi sabbiosi, localmente argillosi, con livelli di argille limose alla base; si osservano laminazioni, bioturbazioni diffuse e fossili (spiaggia esterna e transizione alla piattaforma); la porzione superiore (spessore circa 12 metri) è costituita da sabbie fini con locali intercalazioni di limi sabbiosi e da sabbie medie verso il tetto, i fossili sono diffusi e localmente si osservano laminazioni e sostanza organica verso il tetto (cordone litorale/fronte deltizio); la sequenza è chiusa da circa 3 metri di sabbie da fini a medie molto alterate ed indurite con clasti argillosi e ciottoli ed evidenze di pedogenesi al tetto;

La sotto-unità intermedia appoggia con contatto netto sulla sottostante ed è costituita da argille limose e limi fossilifere con rari livelli sabbiosi; localmente si osservano bioturbazioni e laminazioni tipo “varve” (foto 7). Questa successione è stata interpretata come deposito di estuario/piana costiera (spessore 15 m);

La sotto-unità superiore è composta da sabbie fini con locali laminazioni e abbondanti fossili (circa 12 m, foto 6) che passano al tetto a sabbie fossilifere medie e localmente grossolane con intercalazioni di livelli limosi con sostanza organica (circa 4 m). La successione è interpretata come una sequenza CU e regressiva di cordone litorale e/o fronte deltizio (spessore 16 m).

Spessore IMO: 66 m

Correlazioni stratigrafiche

Il sondaggio di Cotignola è stato confrontato e correlato con le sezioni geologiche CARG più prossime. In particolare sono state analizzate le sezioni profonde passanti per Imola e Faenza del Foglio 239 "Faenza" (figura 4). La distanza del sondaggio dalle tracce delle sezioni di Imola e Faenza è rispettivamente di circa 8,5 km e circa 3,5 km. Vi è un buon livello di correlazione tra i limiti definiti lungo il carotaggio e le superfici stratigrafiche tracciate nelle sezioni; in particolare, gli spessori delle unità e delle sotto-unità del sondaggio sono molto simili a quelli che emergono dalla sezione di Imola.

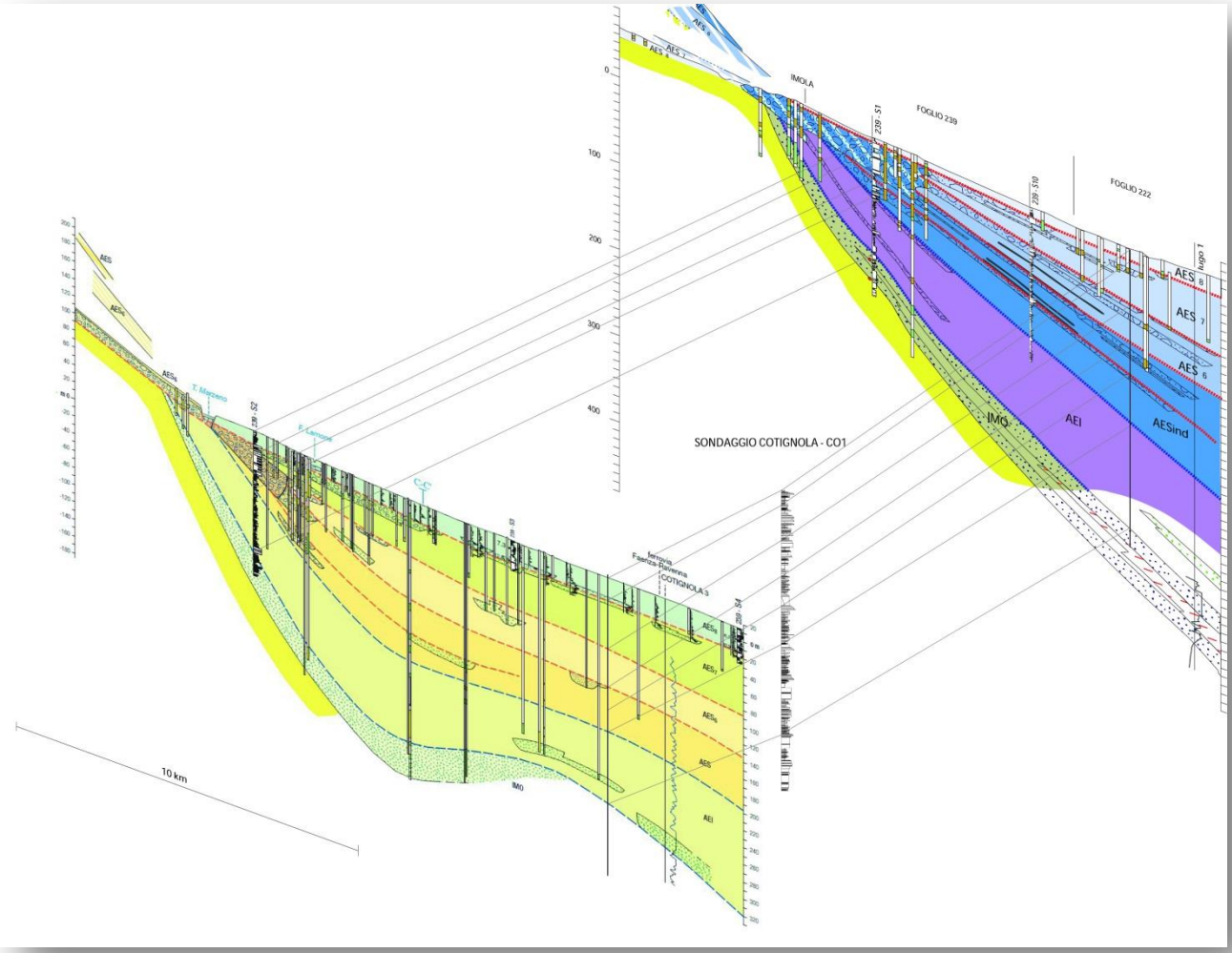


Figura 4: confronto tra le unità stratigrafiche del sondaggio di Cotignola e le sezioni geologiche del Foglio 239 Faenza; per l'ubicazione delle tracce si veda figura 1.

La correlazione con queste sezioni consente di ricostruire le variazioni laterali delle facies sia trasversalmente che longitudinalmente al margine appenninico. La figura 5 mostra la correlazione tra i quattro sondaggi profondi CARG e il sondaggio di Cotignola.

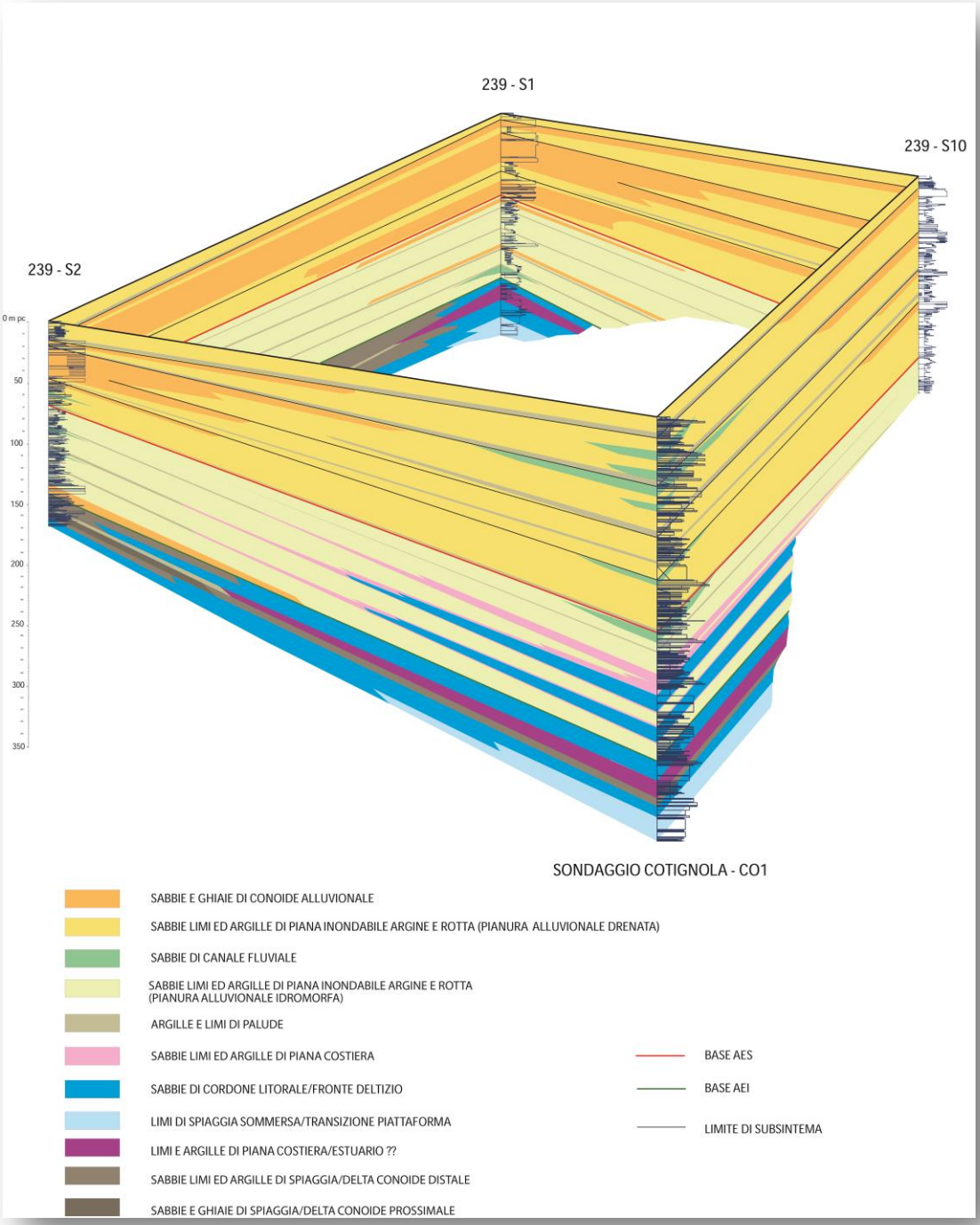


Figura 5: correlazione tra il sondaggio Cotignola e i sondaggi profondi CARG limitrofi del Foglio 239 Faenza; per l'ubicazione si veda figura 1.

AES è caratterizzato da sistemi deposizionali di conoide e piana alluvionale. Verso il margine della catena (sondaggi 239-S1 e 239-S2) sono presenti con continuità i corpi ghiaiosi amalgamati delle ghiaie di conoide. Verso la piana alluvionale la successione diviene prevalentemente fine con la predominanza di facies di piana inondabile con tracimazioni; nel settore di Imola ovvero in corrispondenza del sistema del fiume Santerno (sondaggio 239-S10) si ritrovano, al tetto delle sotto-unità, ancora corpi ghiaiosi mentre nel settore dei sistemi del T. Senio e del F. Lamone (sondaggio Cotignola) negli stessi livelli stratigrafici le ghiaie sono sostituite da sabbie.

AEI è caratterizzato, nella porzione prossima al margine (sondaggi 239-S1 e 239-S2), da una successione prevalentemente fine di piana alluvionale, generalmente mal drenata e frequenti depositi palustri, con sporadici e poco sviluppati depositi grossolani di riempimento di canale fluviale; un importante corpo ghiaioso si osserva in corrispondenza della base di AEI nel sondaggio 239-S2 ed uno minore circa a metà dell'unità lungo il sondaggio 239-S1. Spostandosi verso il sondaggio Cotignola, nella porzione centrale, ai depositi di piana alluvionale si intercalano facies di piana costiera e quindi facies francamente marine di spiaggia mentre nella porzione superiore si passa ad ambienti più schiettamente continentali.

IMO presenta in corrispondenza del margine la tripartizione descritta già nel Foglio 239 "Faenza" con facies di spiaggia e/o delta conoide (IMO1 e IMO3) separate da facies di piana alluvionale e palude e laguna (IMO2). Nel sondaggio Cotignola IMO è suddivisibile in tre sotto-unità, attribuibili ai tre membri IMO1, IMO2, IMO3, che testimoniano due cicli deposizionali distinti: una prima progradazione dei sistemi di delta conoide/spiaggia che si conclude con emersione, una successiva fase trasgressiva con diffusione di ambienti costieri paralici ed una nuova progradazione dei sistemi di delta conoide e spiaggia.

Conclusioni

Il sondaggio profondo di Cotignola ha fornito nuovi importanti informazioni sulla storia geologica del settore orientale della Pianura Padana aprendo una finestra sui corpi del sottosuolo, sede di risorse naturali fondamentali come le acque di falda. La stratigrafia di AEI in questa porzione di bacino non era mai stata osservata direttamente e descritta prima e questo conferisce al carotaggio analizzato una connotazione di eccezionalità che giustifica questa breve nota.

Riferimenti Bibliografici

Amorosi A., Ricci Lucchi F. & Roveri M., 1998. Le Sabbie di Imola (Pleistocene medio) nel Pedeappennino bolognese. In: Guida alle escursioni, Riunione scientifica annuale del Gruppo informale Sedimentologia del CNR, Bologna 6-9 ottobre 1998, 27-50.

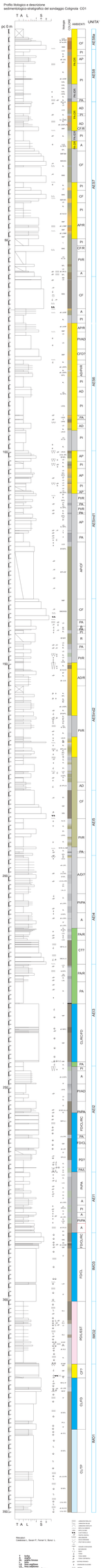
Amorosi A., Caporale L., Cibin U., Colalongo M.L., Pasini G., Ricci Lucchi F., Severi P. e Vaiani S.C., 1998. The Pleistocene Imola Sands, northern Apennines foothills. Giorn.Geol., 60, 83-118.

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 239 Faenza (in stampa) - ISPRA-Servizio Geologico d'Italia
- Regione Emilia-Romagna.

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 222 Lugo (in stampa) - ISPRA-Servizio Geologico d'Italia
- Regione Emilia-Romagna.

ALLEGATO 1

Profilo litologico e descrizione sedimentologica stratigrafica del sondaggio Colignola CO1



Rilevatori:
Calabrese L., Severi P., Ferrari V., Bonvi L.

T = torba
Ta = argilla torbosa
Tl = limo torboso
Ta = argilla
Al = argilla limosa
Alt = argilla limosa torbosa
Ass = argilla sabbiosa
Ass = sabbia fine
Ass = sabbia fine
Ass = sabbia media
Ass = sabbia media a granulometria costante
Ass = sabbia di media granulometria
Ass = sabbia grossa

PIANURA ALLUVIONALE OPENDATA

PIANURA ALLUVIONALE OPENDATA

PIANURA ALL. DA OPENDATA A DRENATA

PIANA COSTIERA

PIANA COSTIERA/ESTUARIO/VALLE INCISA

PIONTE DELOSCA/CORDONE LITORALE

SPAZIATA SEMMERSA DISTALE/TRANSGRESSIVA ALLA PIATTAFORMA

SSC - calcarenite bianca
SSC - calcarenite bianca
SSC - calcarenite bianca
SSC - calcarenite bianca
MTC - marne bianche
MTC - marne bianche
MTC - marne bianche
CTC - conglomerato
CTC - conglomerato
CTC - conglomerato