

- I depositi alluvionali e marino marginali pleistocenici e olocenici dell'appennino settentrionale, del margine appenninico, e della pianura padana meridionale

Metodologia di rilevamento geologico, descrizione delle unità, **analisi della cartografia geologica** di superficie e **di sottosuolo sviluppata per il progetto CARG**

- Cartografia geologico-tematica

**Illustrazione della cartografia di sottosuolo degli acquiferi di pianura**

- Escursione geologica

I terrazzi alluvionali del fiume Reno (con successivo commento in aula)

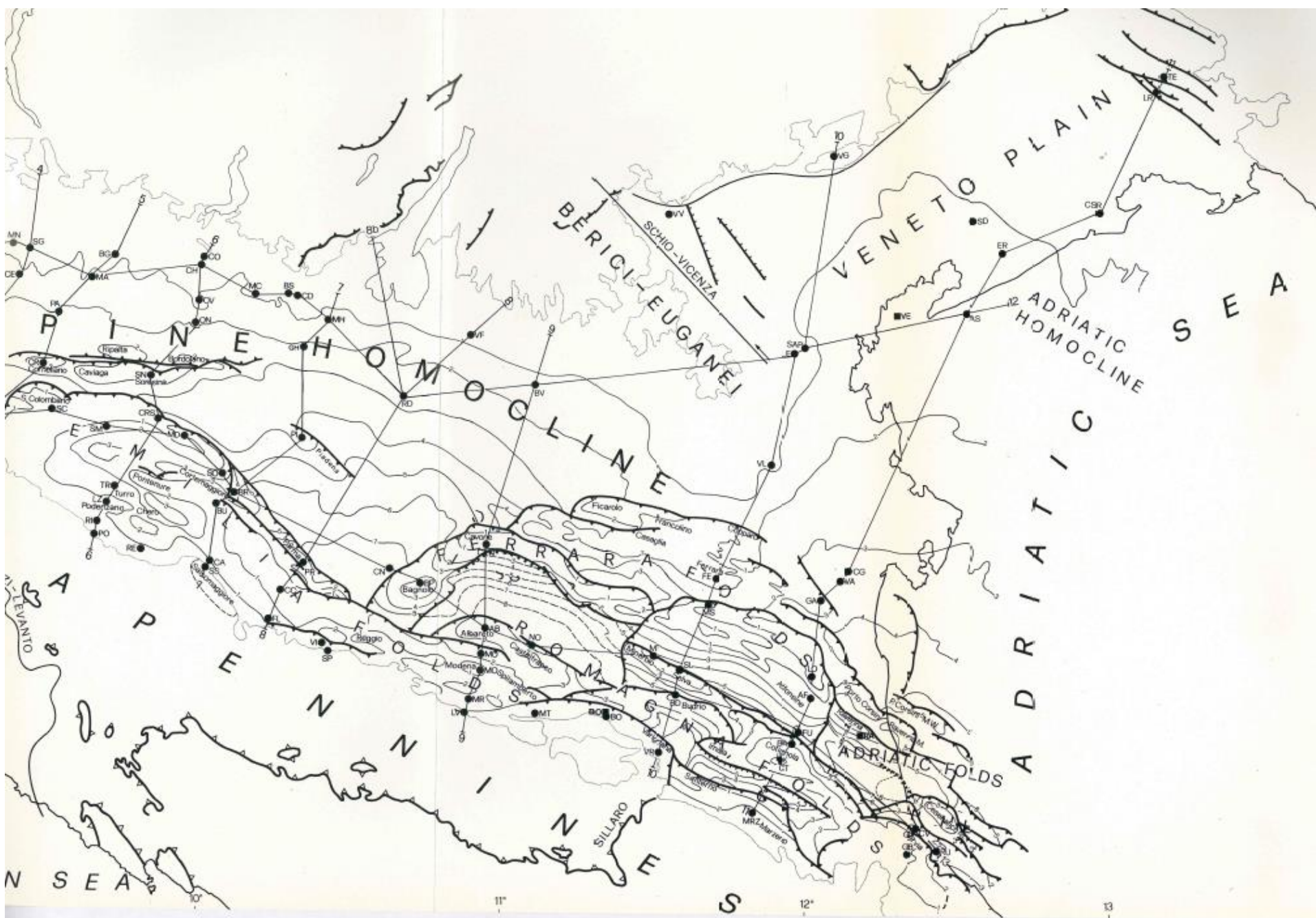
- Prova d'esame

Scritto : realizzazione in gruppo di una carta geologica in un settore della pianura padana

Orale : argomenti trattati nel corso, commento della prova scritta

Il sottosuolo della pianura: stratigrafia e cartografia geologica  
nel progetto CARG

Cartografia geologico-tematica :  
Illustrazione della cartografia degli acquiferi di pianura

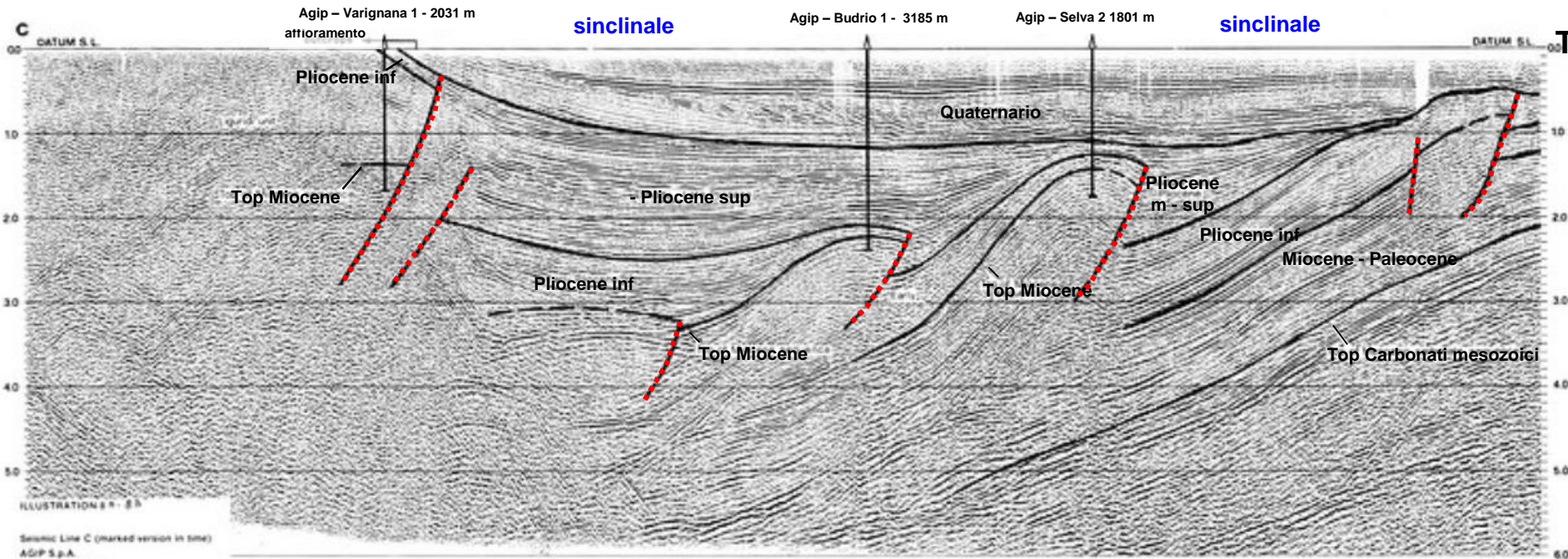




Appennino

Pieghe romagnole

Pieghe ferraresi

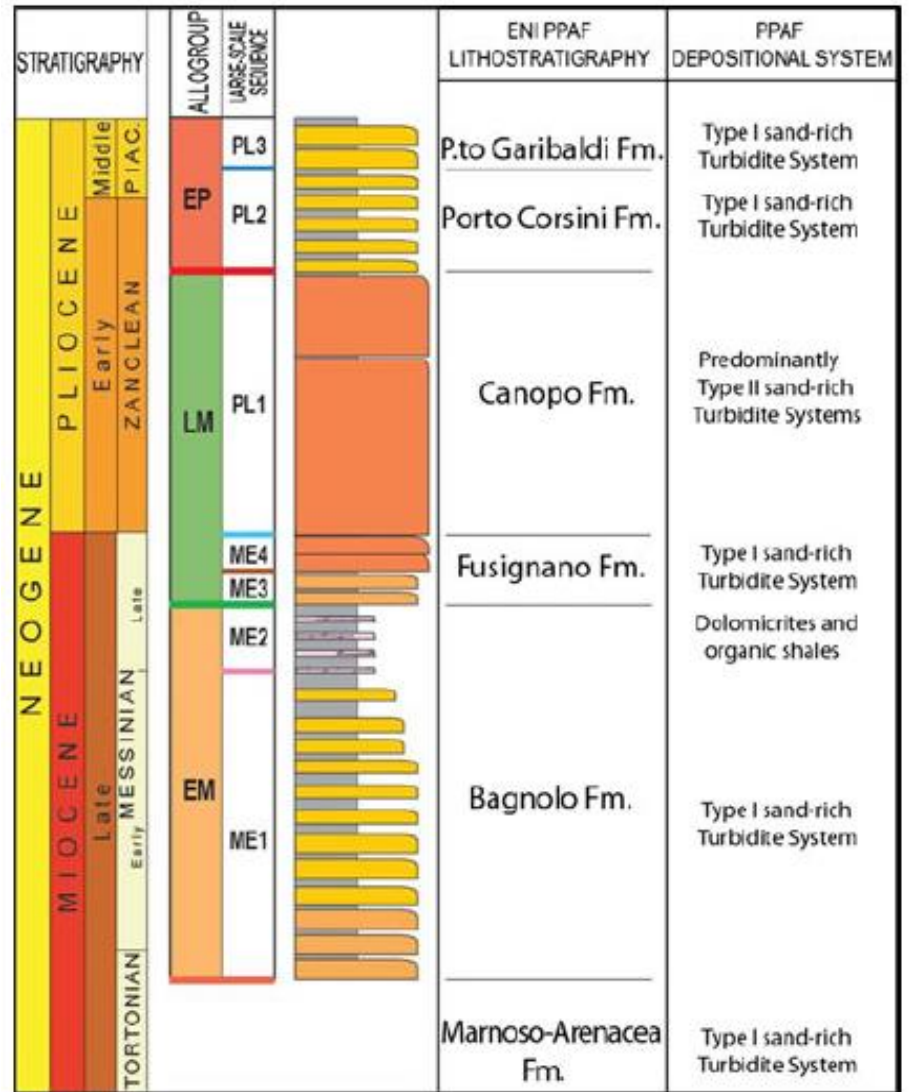
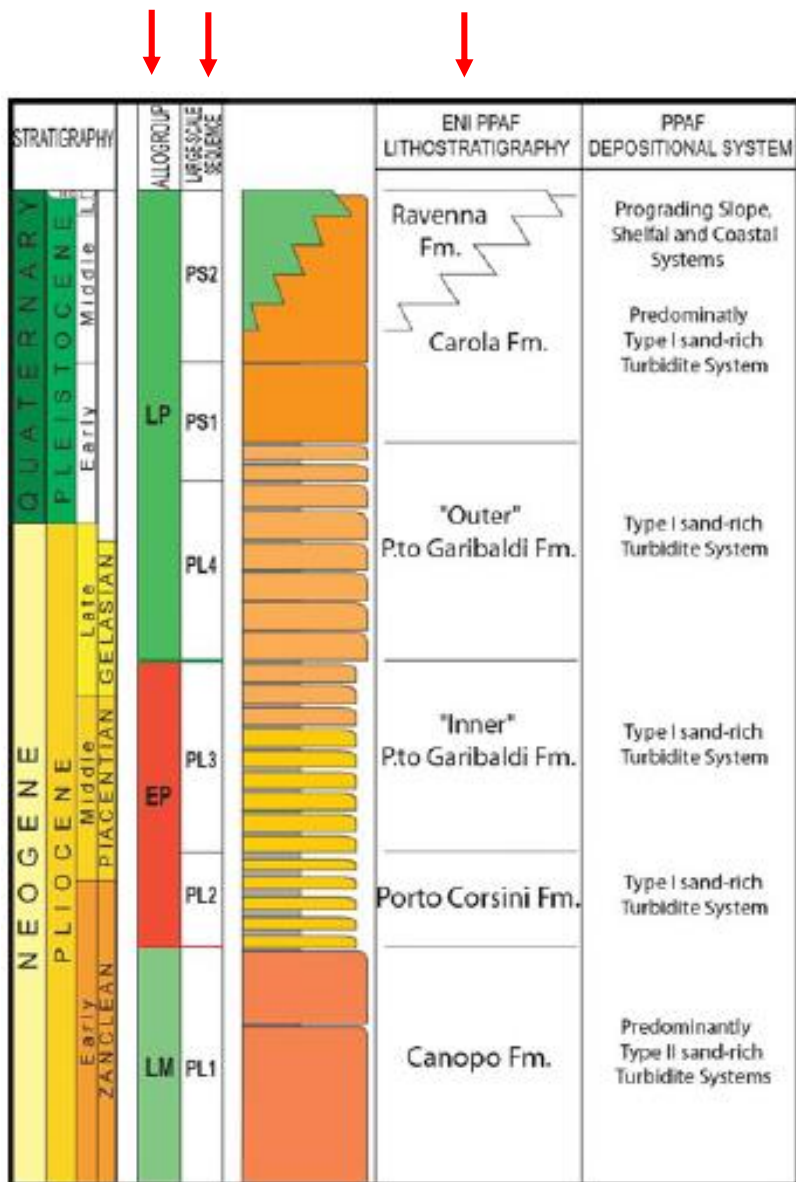


Seismic Line C (marked version in time)  
 AGIP S.p.A.  
 PO PLAIN (ITALY)  
 - Horizontal Scale: 1 : 83 333  
 - Vertical Scale: Two-way time













margine appenninico  
Pedeappenninic Thrust Fault

Via Emilia

APPENNINO

IMO

Ospedale  
Rizzoli

PIANURA

TER

Google earth



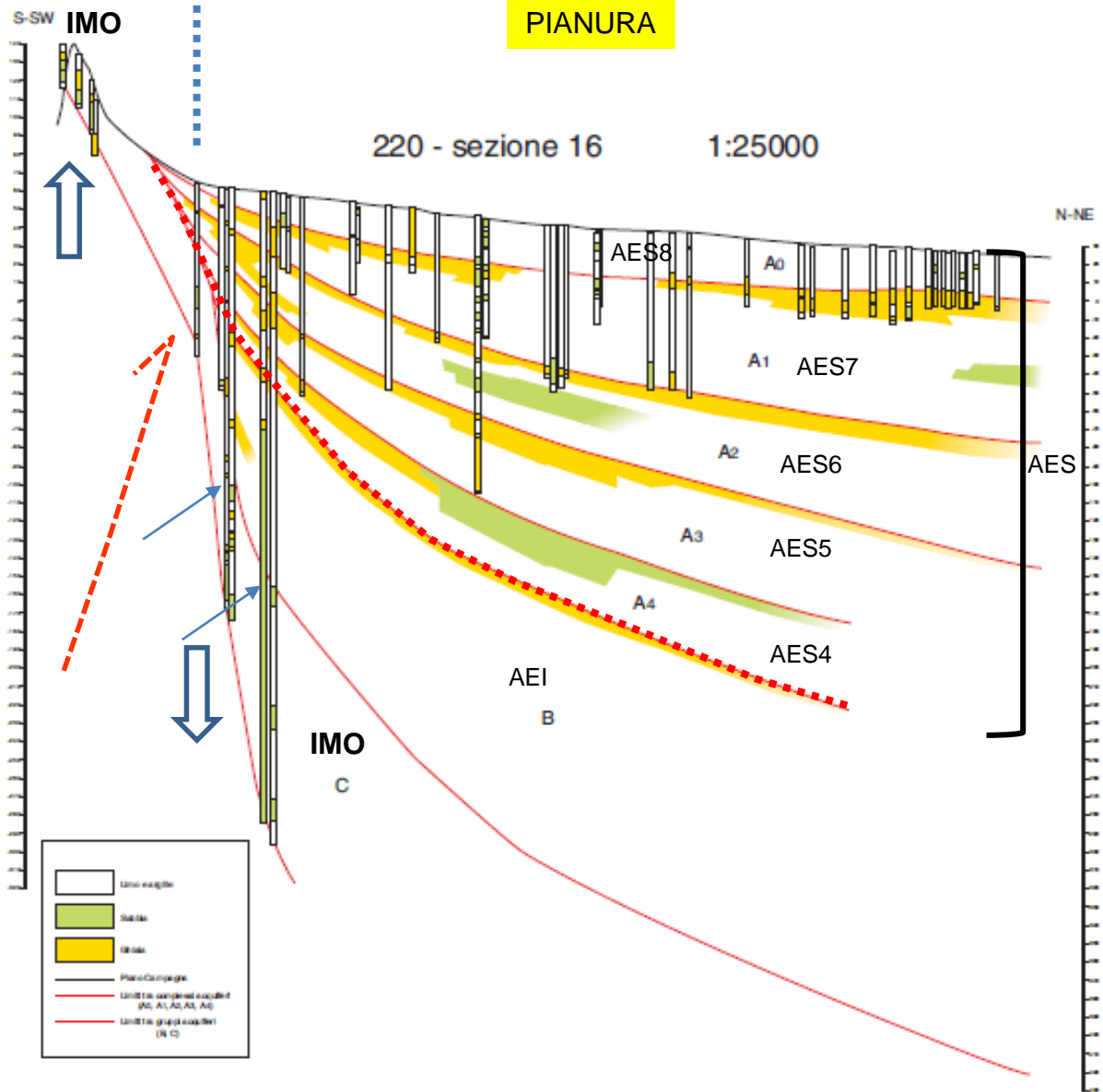


AES

IMO

APPENNINO

PIANURA





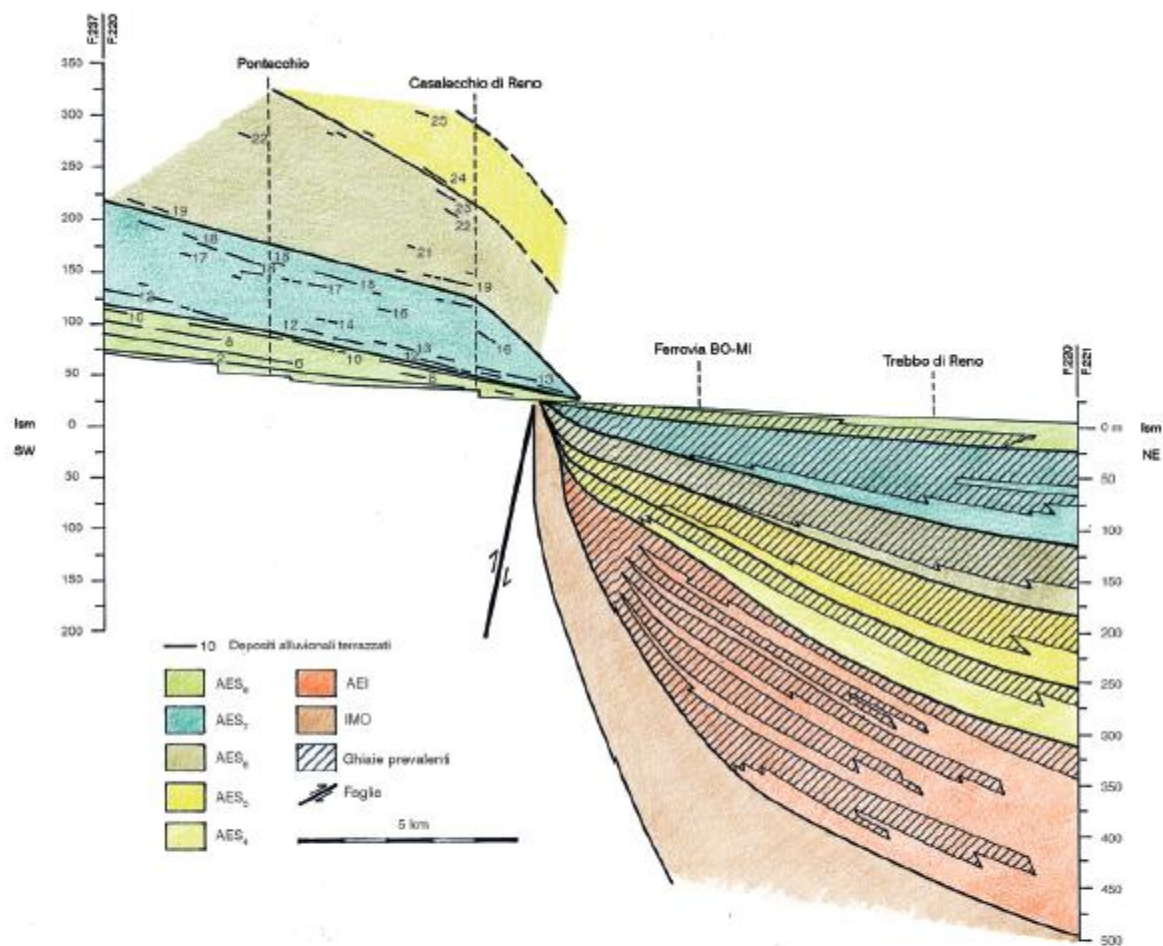
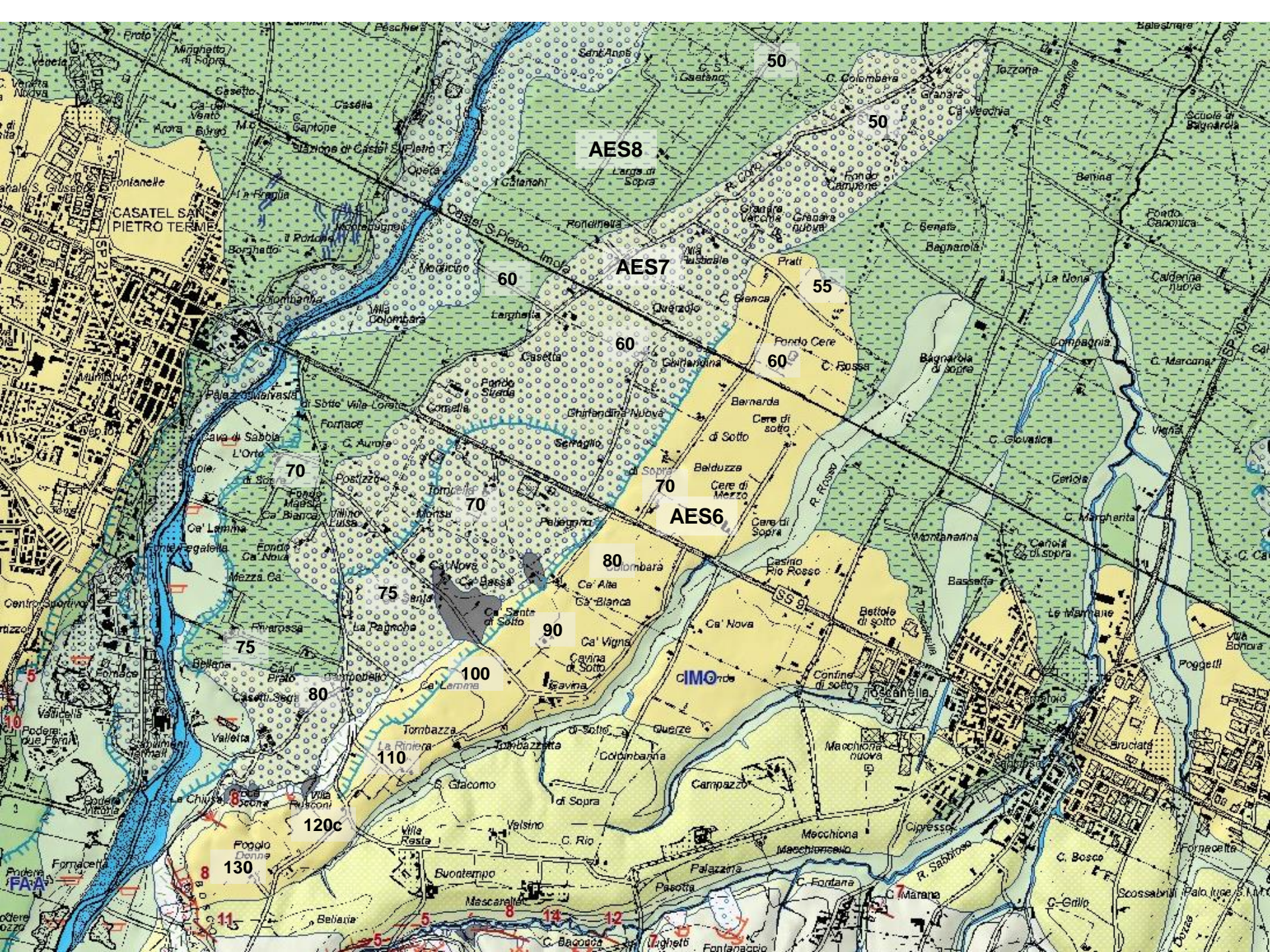


Fig. 11 - Schema di correlazione delle unità pleistoceniche alluvionali e marino costiere tra il settore montano e di pianura del F. Reno. Nella parte montana il colore della unità rappresenta l'intervallo spaziale in cui si trovano i depositi alluvionali terrazzati attribuiti a quella stessa unità. Viene riportato inoltre il numero di ordine dei depositi alluvionali terrazzati (ordine 1 = terrazzo più recente).





AES8

AES7

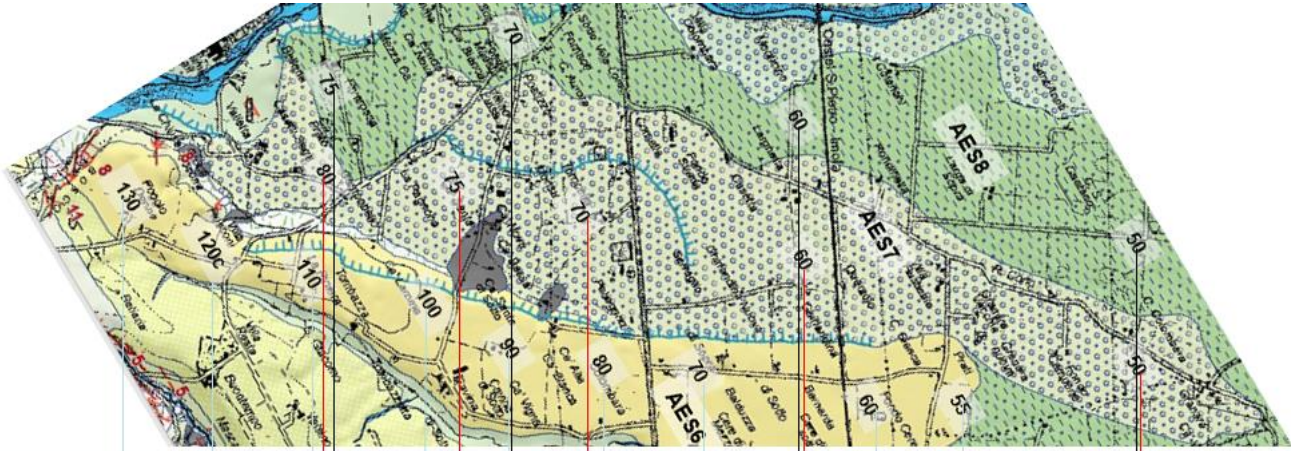
AES6

CASEL SAN PIETRO TERME

FAA







13





AES7

AES8

AES6

S1

S2

S3

AAS

MAS

SVG

SVG

GVG

ABB

IMO

IMO

IMO

IMO

IMO

IMO

IMO

IMO

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

AES

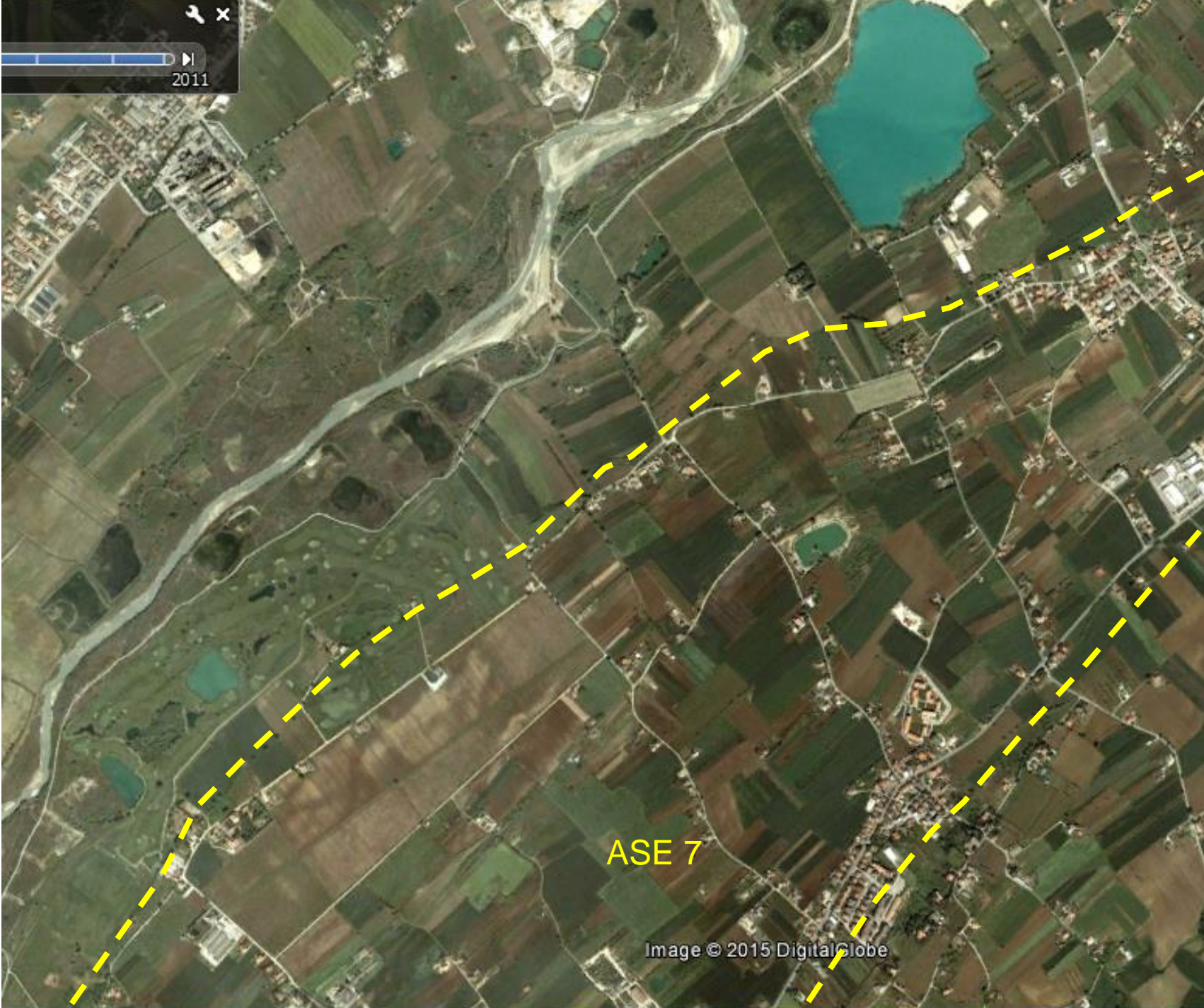
AES

AES

AES

AES





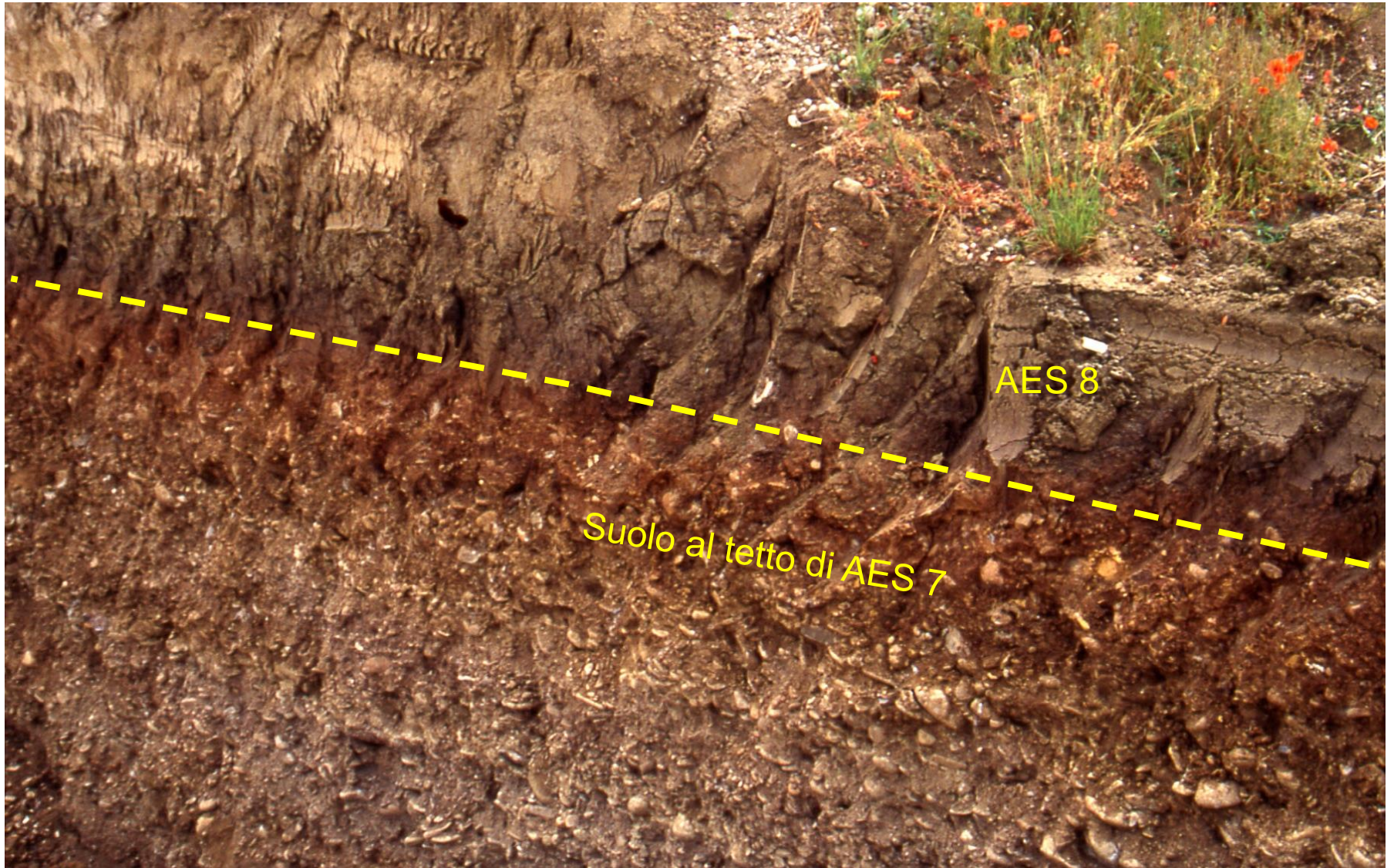
ASE 7



## Suolo rossastro al tetto di AES 7

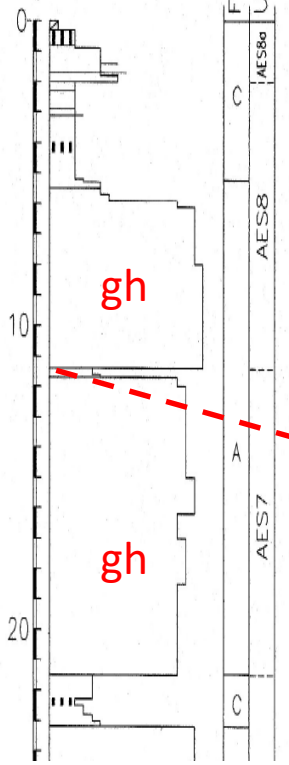








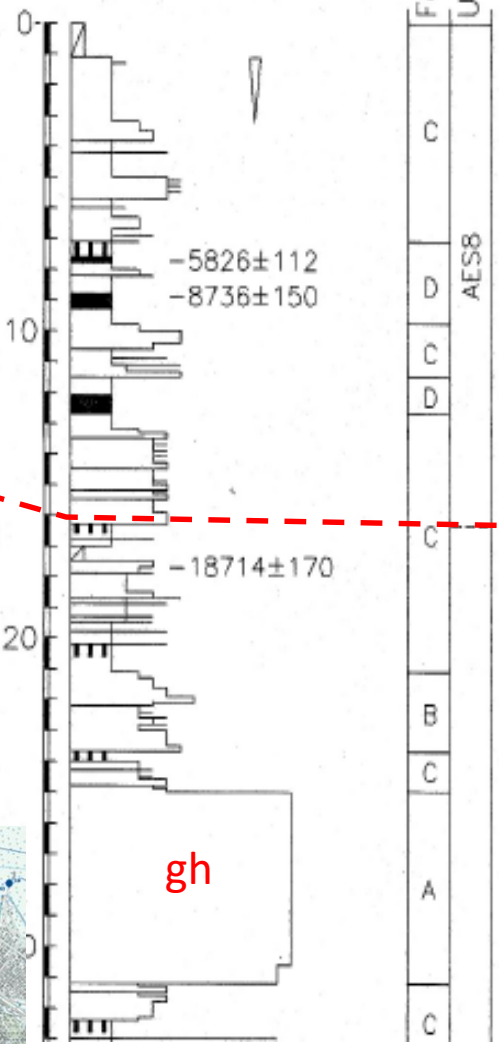
256-S1  
29.0m s.l.m.



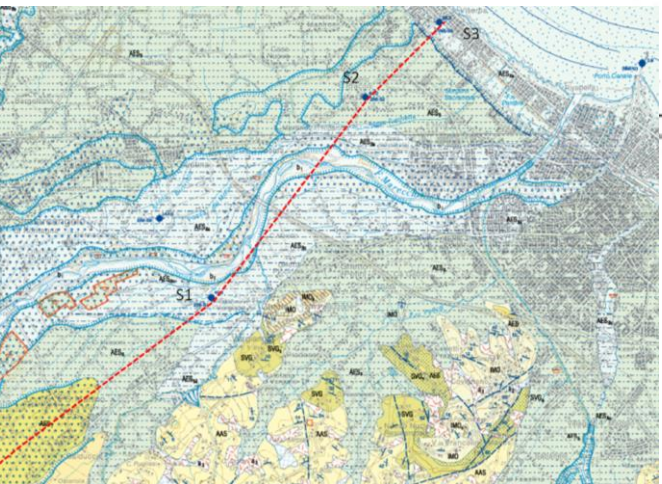
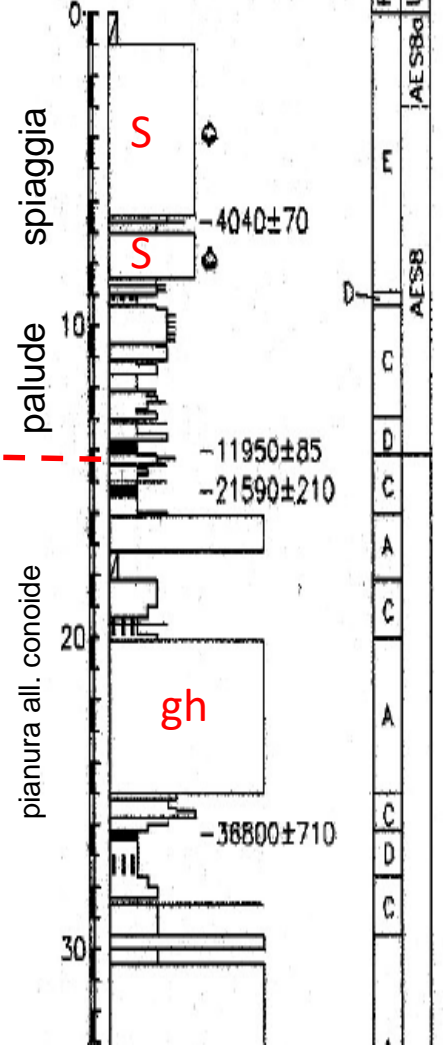
AES8

AES7

256-S2  
12.0m s.l.m.



256-S3  
1.5m s.l.m.

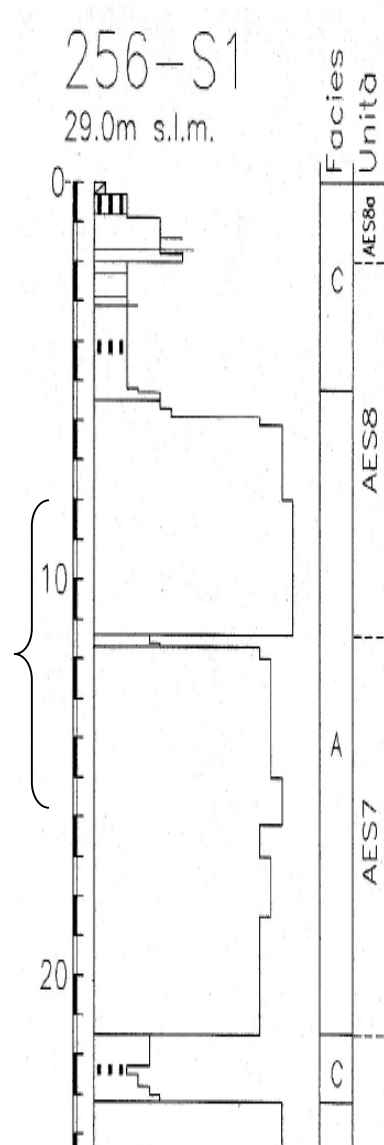


carotaggi in ghiaia (riempimento di canale - conoide)

S1 8 - 12 mt



S1 12 - 16 mt



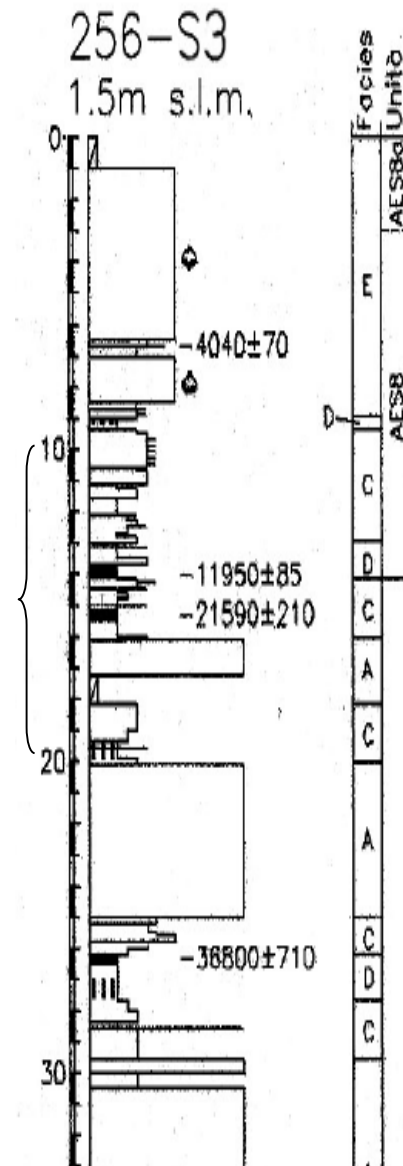
intervallo fine tra 11.5 e 11.7 divide GH di AES8 e AES7 (il paleosuolo rosso NON c'è)



S3 15 – 20 mt

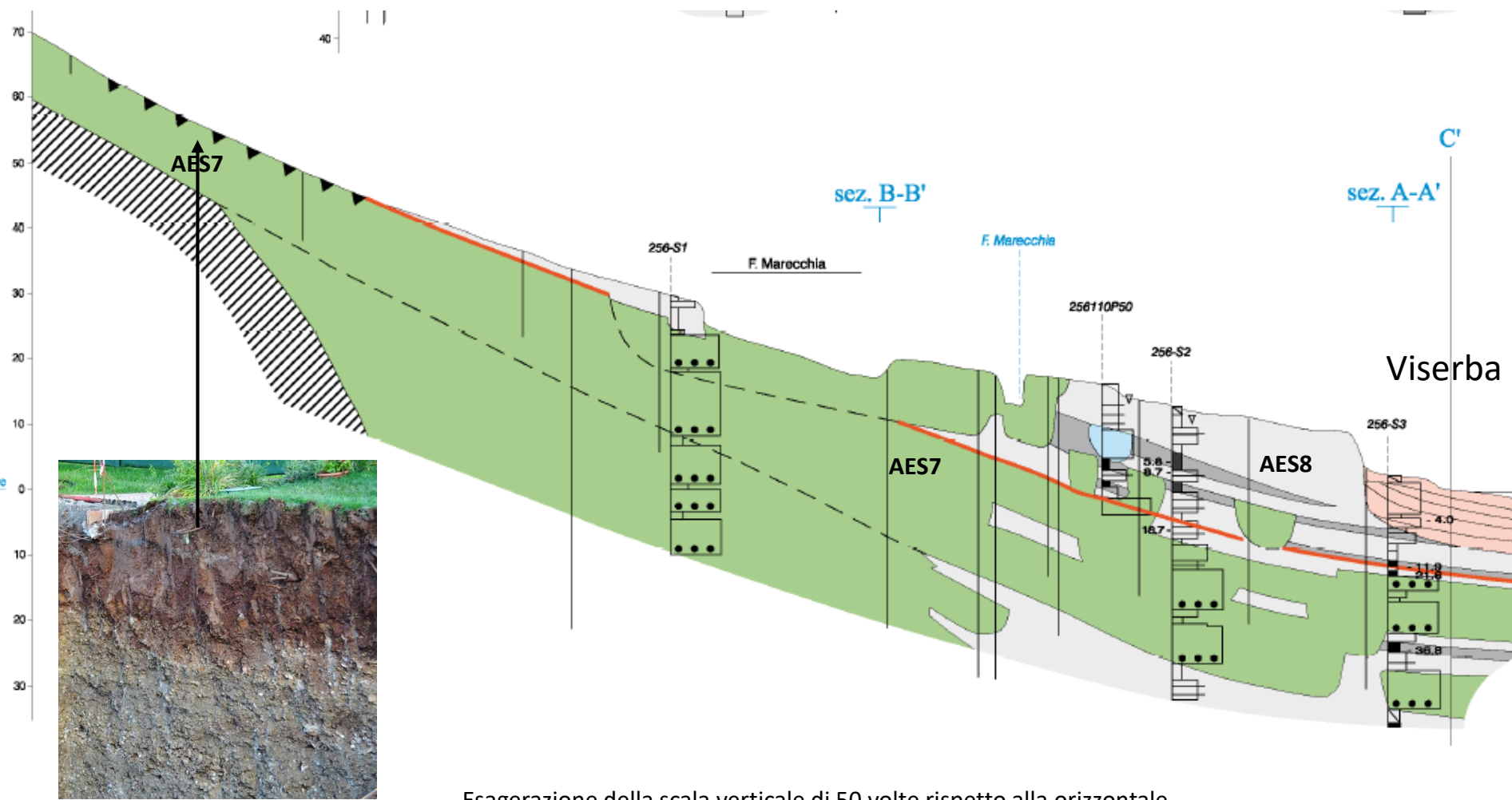


S3 10 – 15 mt



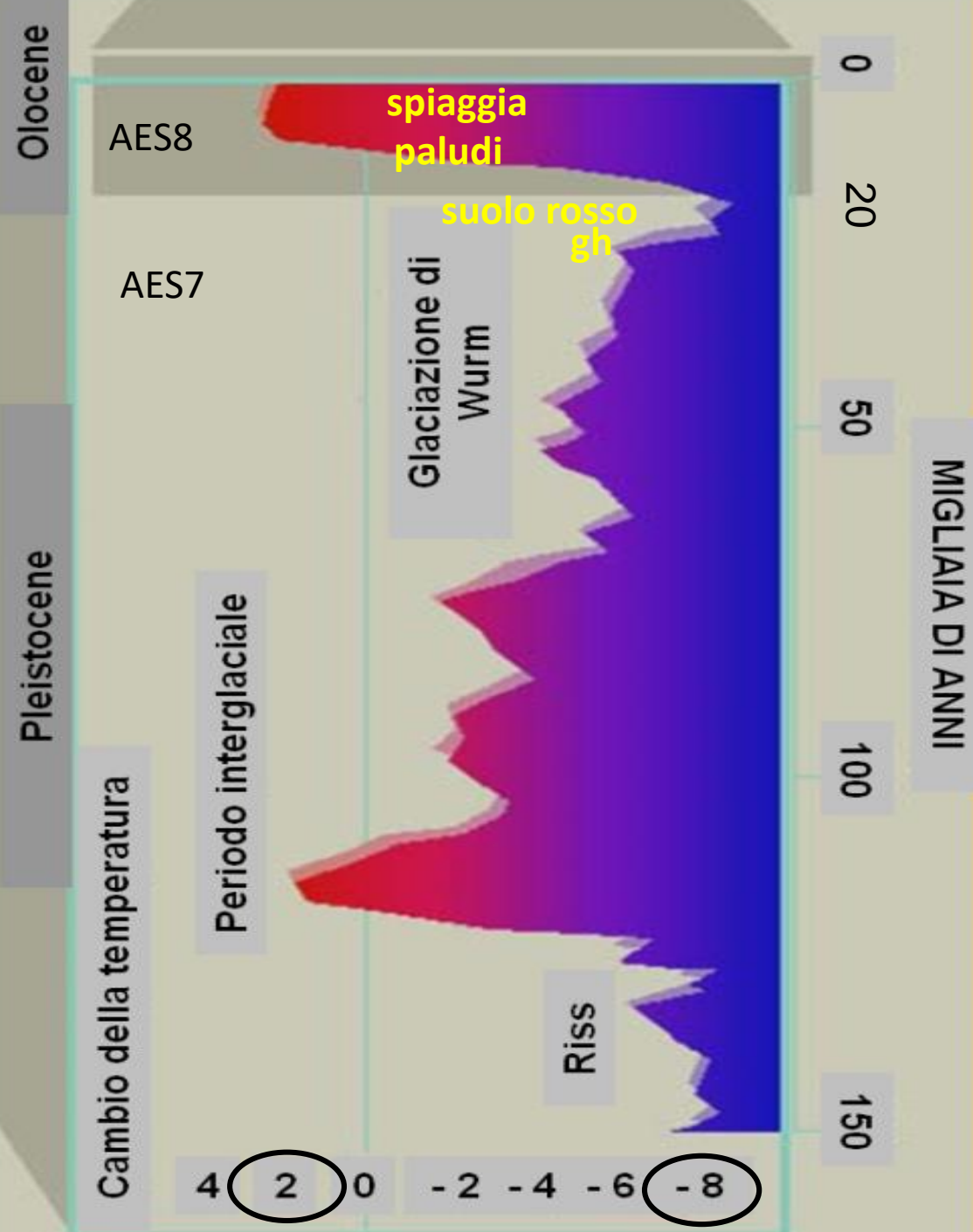
punti gialli = datazione C14

notare che le GH tra 17 e 18 mt sono state "perse"

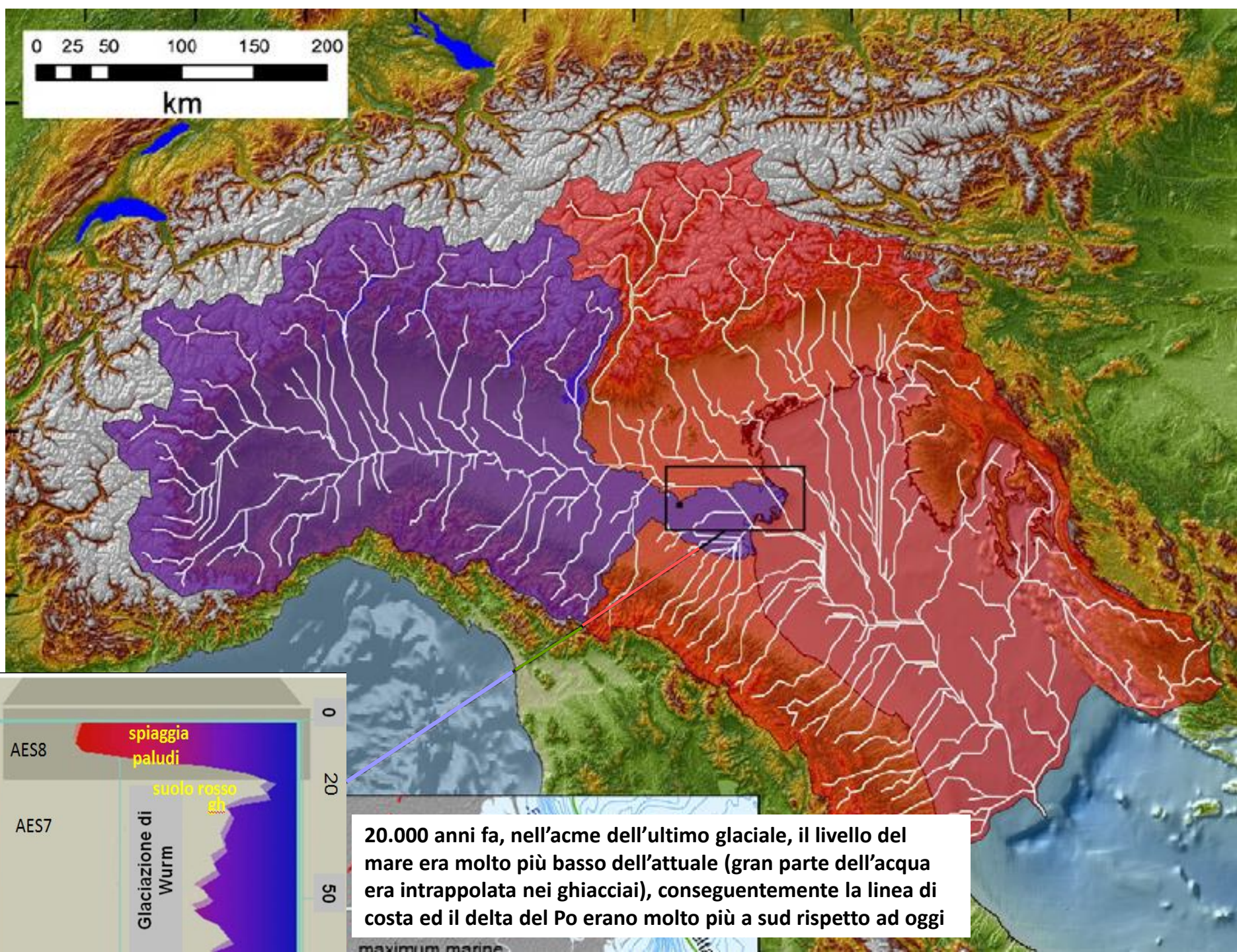


Esagerazione della scala verticale di 50 volte rispetto alla orizzontale







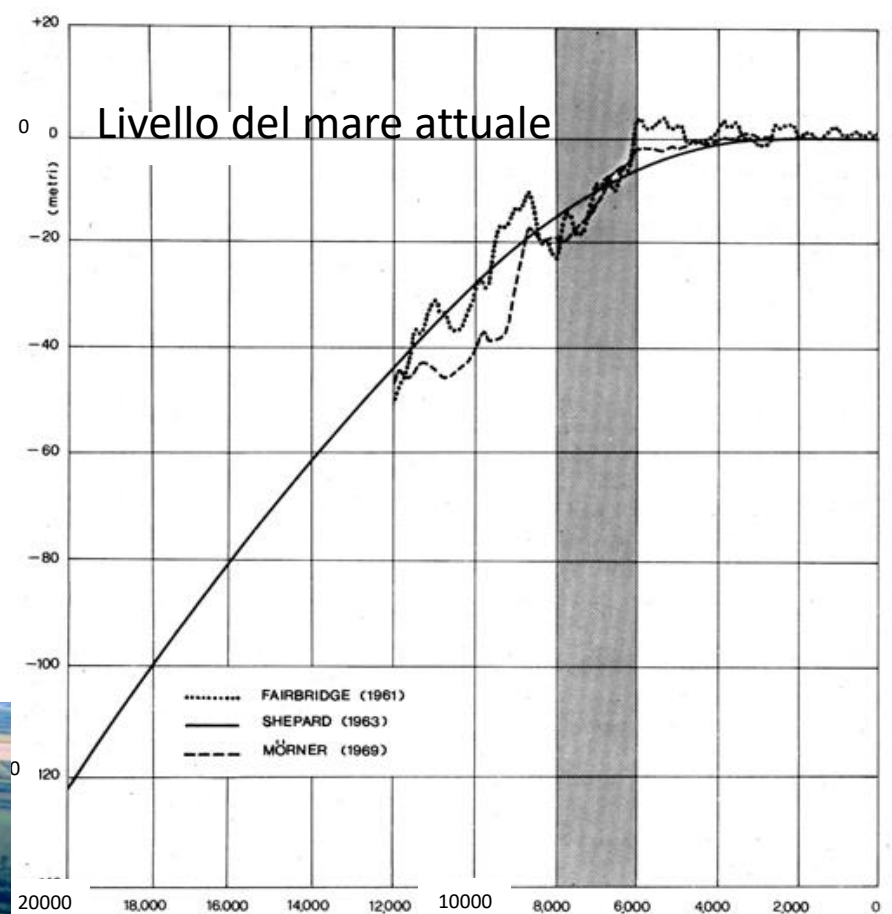
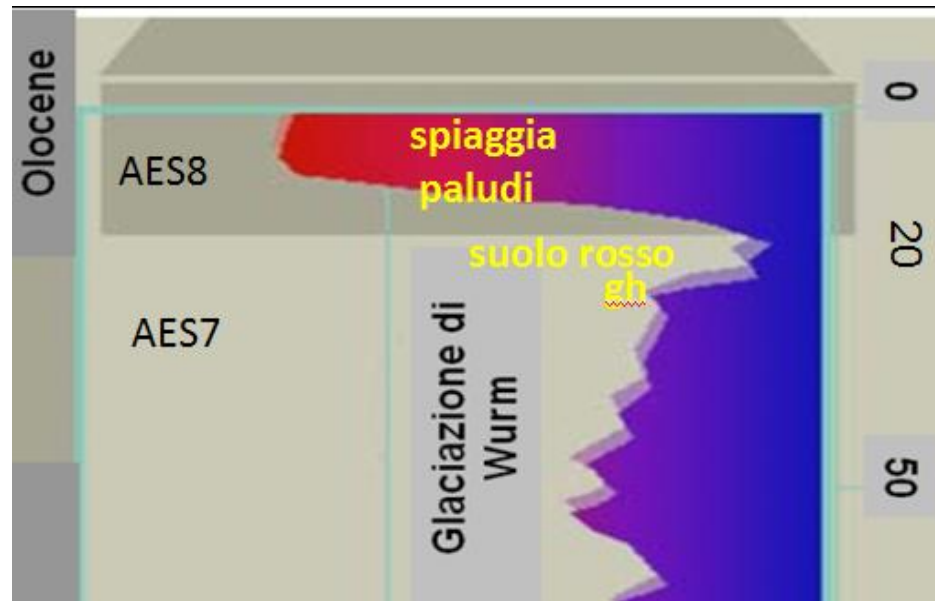


Olocene



20.000 anni fa, nell'acme dell'ultimo glaciale, il livello del mare era molto più basso dell'attuale (gran parte dell'acqua era intrappolata nei ghiacciai), conseguentemente la linea di costa ed il delta del Po erano molto più a sud rispetto ad oggi



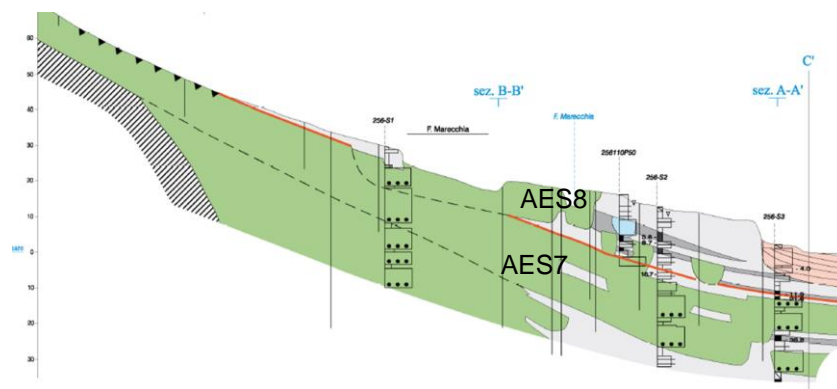
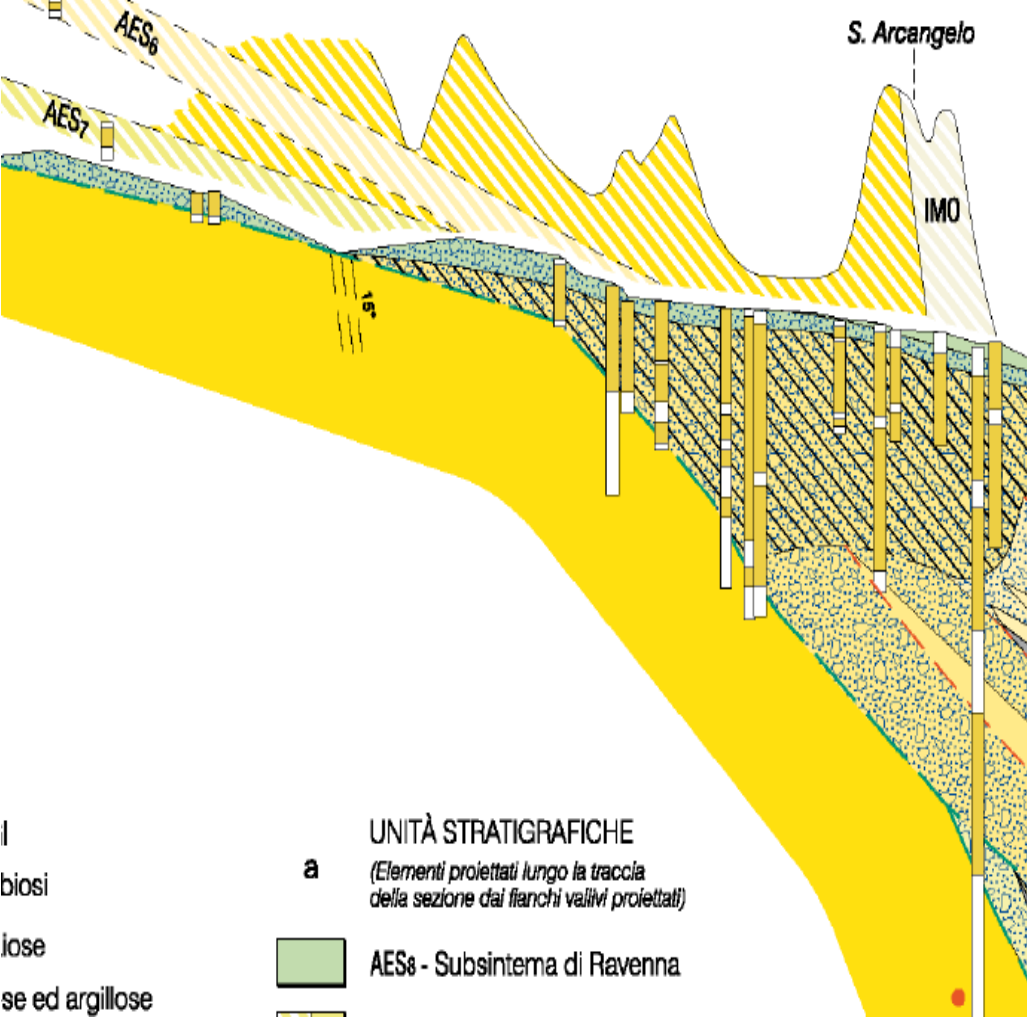


**Alla fine dell'ultima glaciazione il livello del mare inizia a risalire rapidamente.**

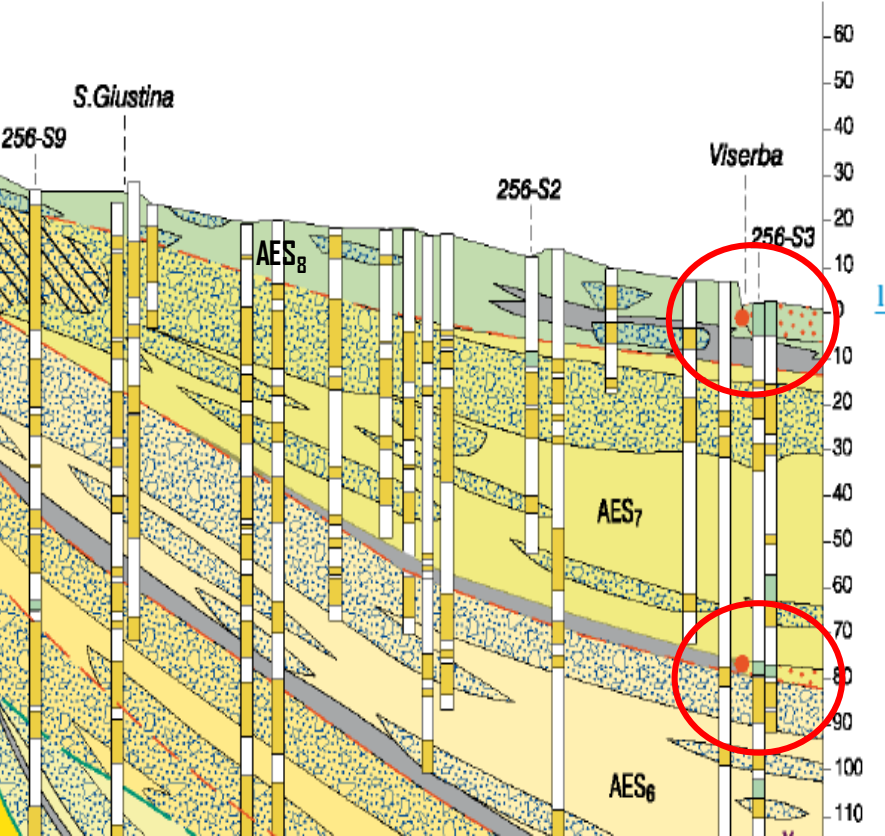
**La rapida risalita del livello del mare cambia completamente la geografia : si instaura una piana costiera dove prima c'era una pianura alluvionale, si sviluppano diffusi impaludamenti anche molto lontani dalla attuale linea di costa. In gran parte del sottosuolo padano si trovano estesi livelli organici di origine palustre che datano a circa 12.000 – 10.000 anni fa.**



# SEZIONE FIUME MARECCHIA





# SEZ. COSTIERA



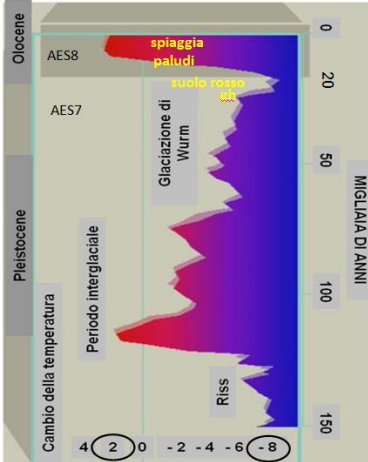
UNITÀ STRATIGRAFICHE  
*(Elementi proiettati lungo la traccia della sezione dai fianchi vallivi proiettati)*

**a**

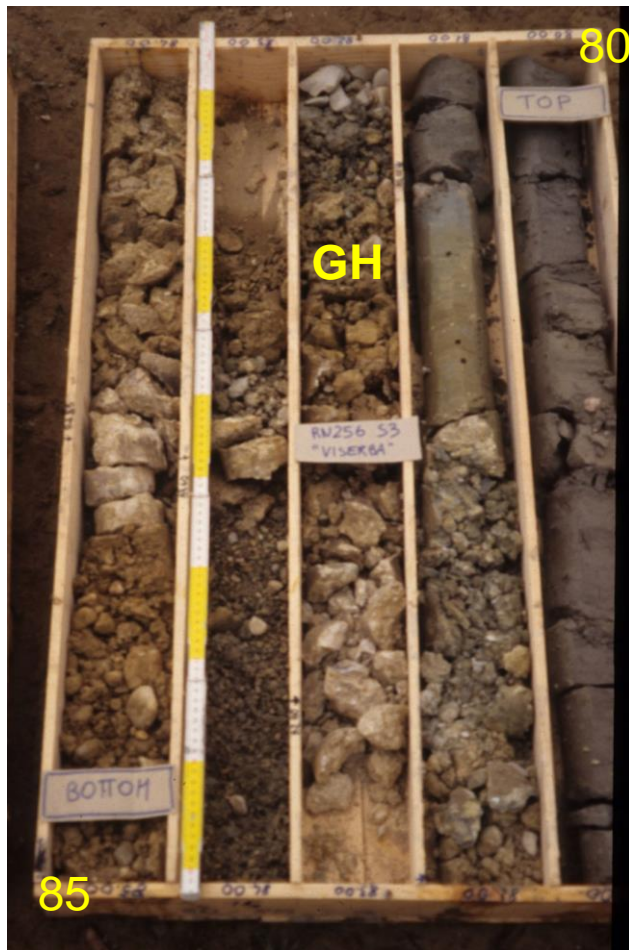
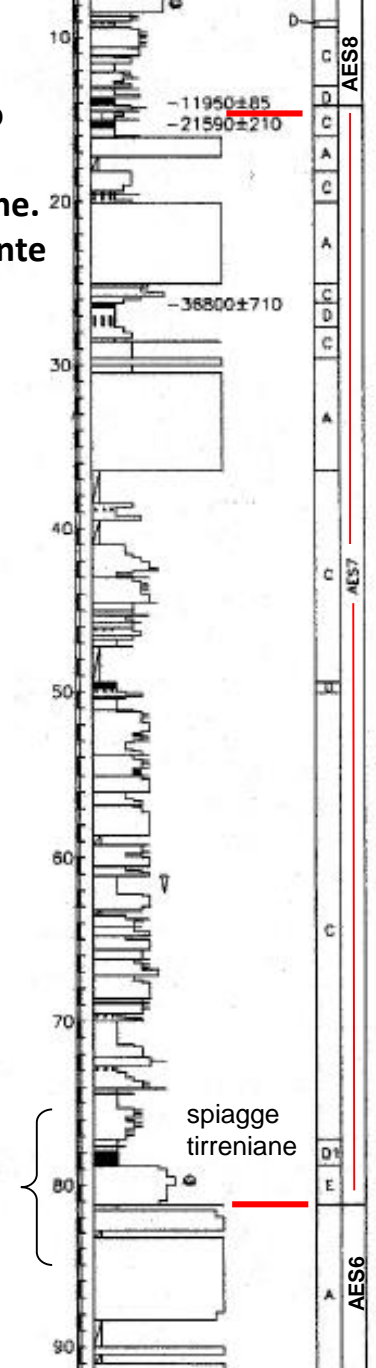
 AES8 - Subsistema di Ravenna  


bi  
 biosi  
 iose  
 se ed argillose



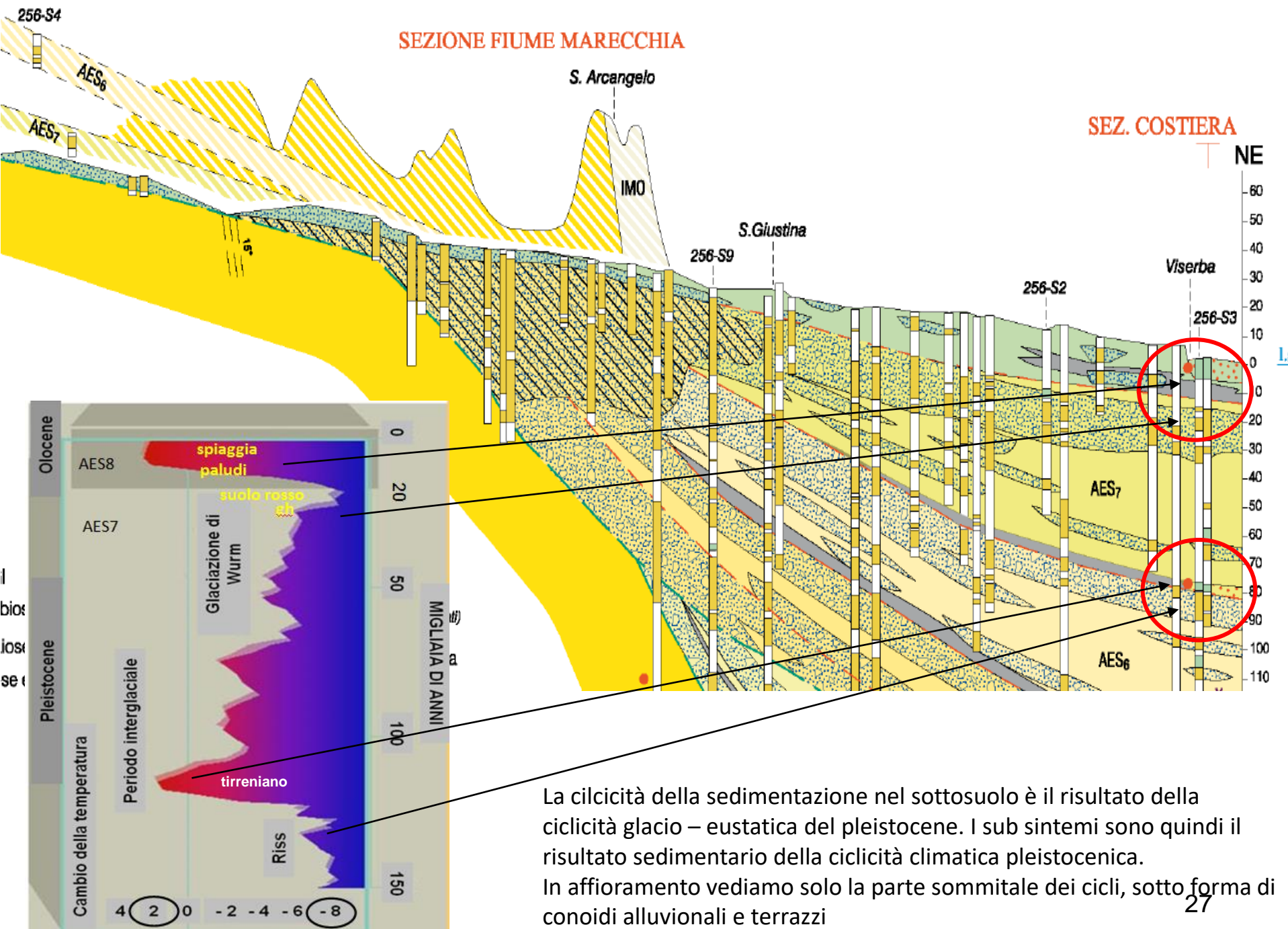


L'unità AES7 nel sottosuolo corrisponde ad un ciclo climatico – glacio eustatico completo. Con andamento trasgressivo regressivo. La base è marcata da spiagge (di età tirreniana) e da torbe, che poggiano sulle ghiaie del ciclo precedente (AES6), superiormente riprende la sedimentazione alluvionale (il mare si sta ritirando) prevalentemente fine. La sedimentazione alluvionale diventa grossolana al tetto del ciclo, durante il periodo più freddo. Il nuovo ciclo, corrispondente ad AES8, inizia con le torbe e le spiagge oloceniche. AES 8 è un ciclo incompleto (c'è solo la parte trasgressiva basale)

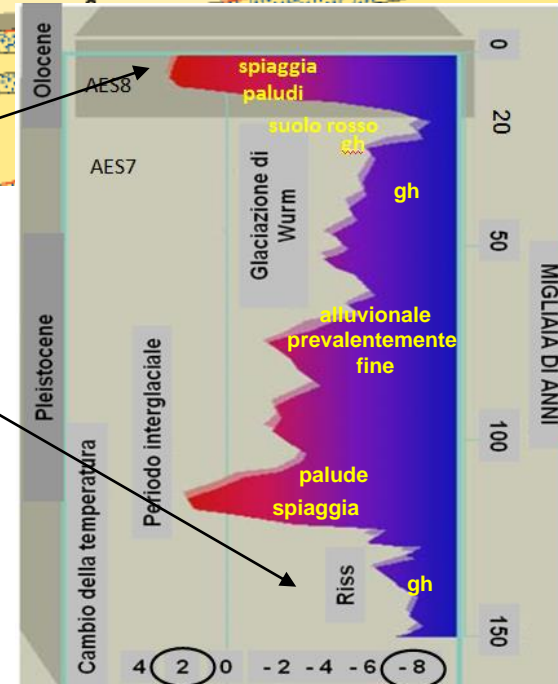
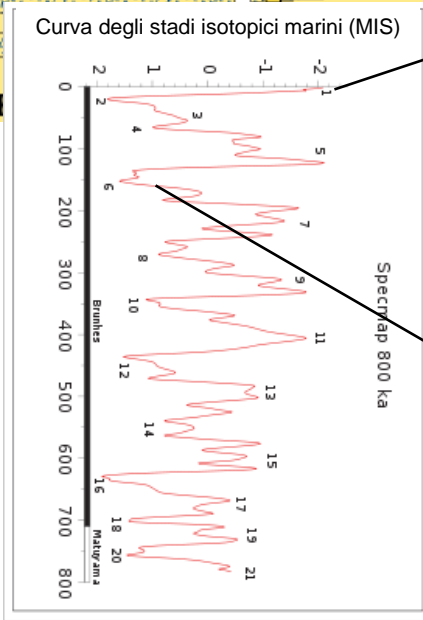
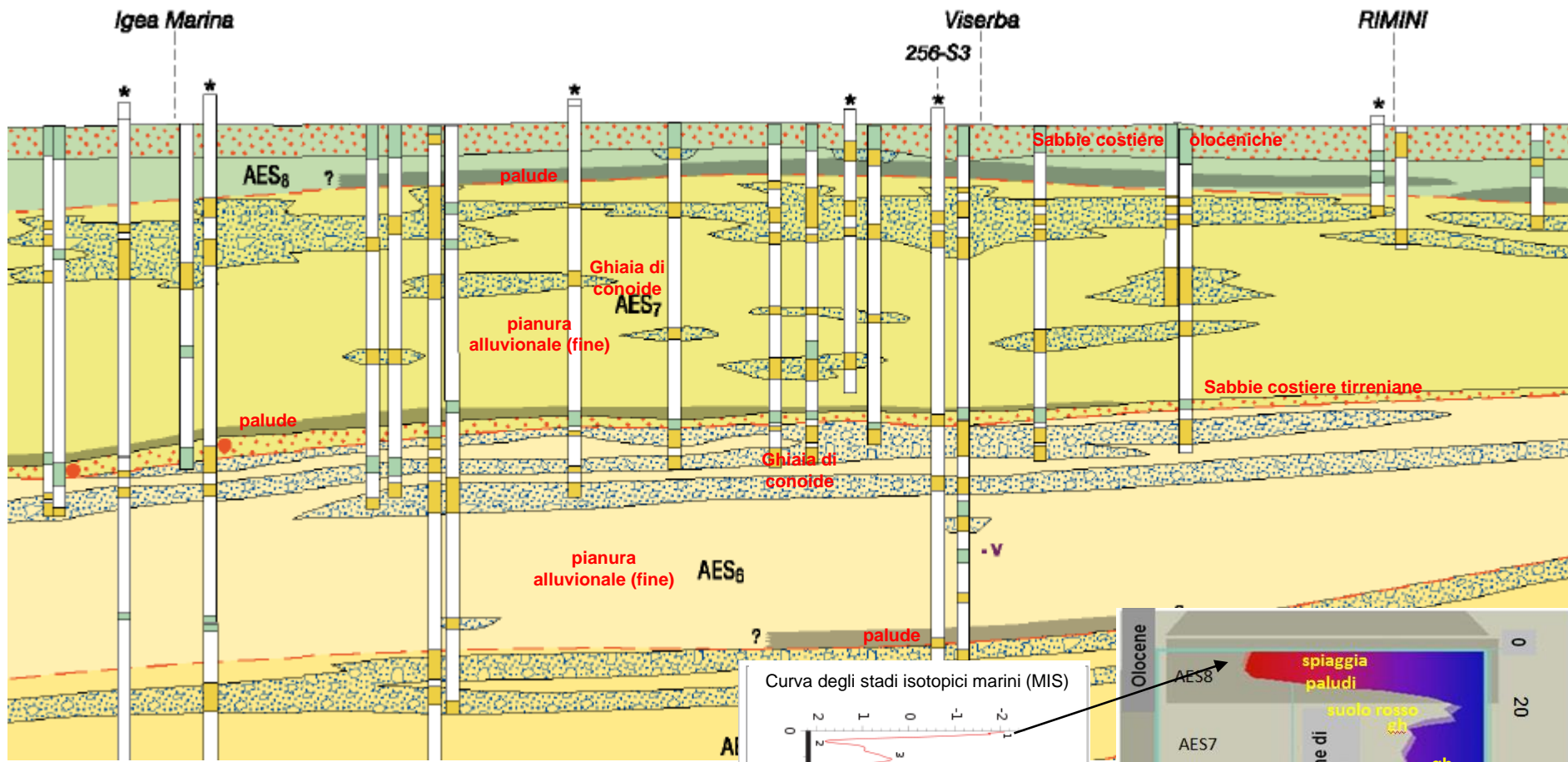


spiagge tirreniane

limi e argille di pian all.

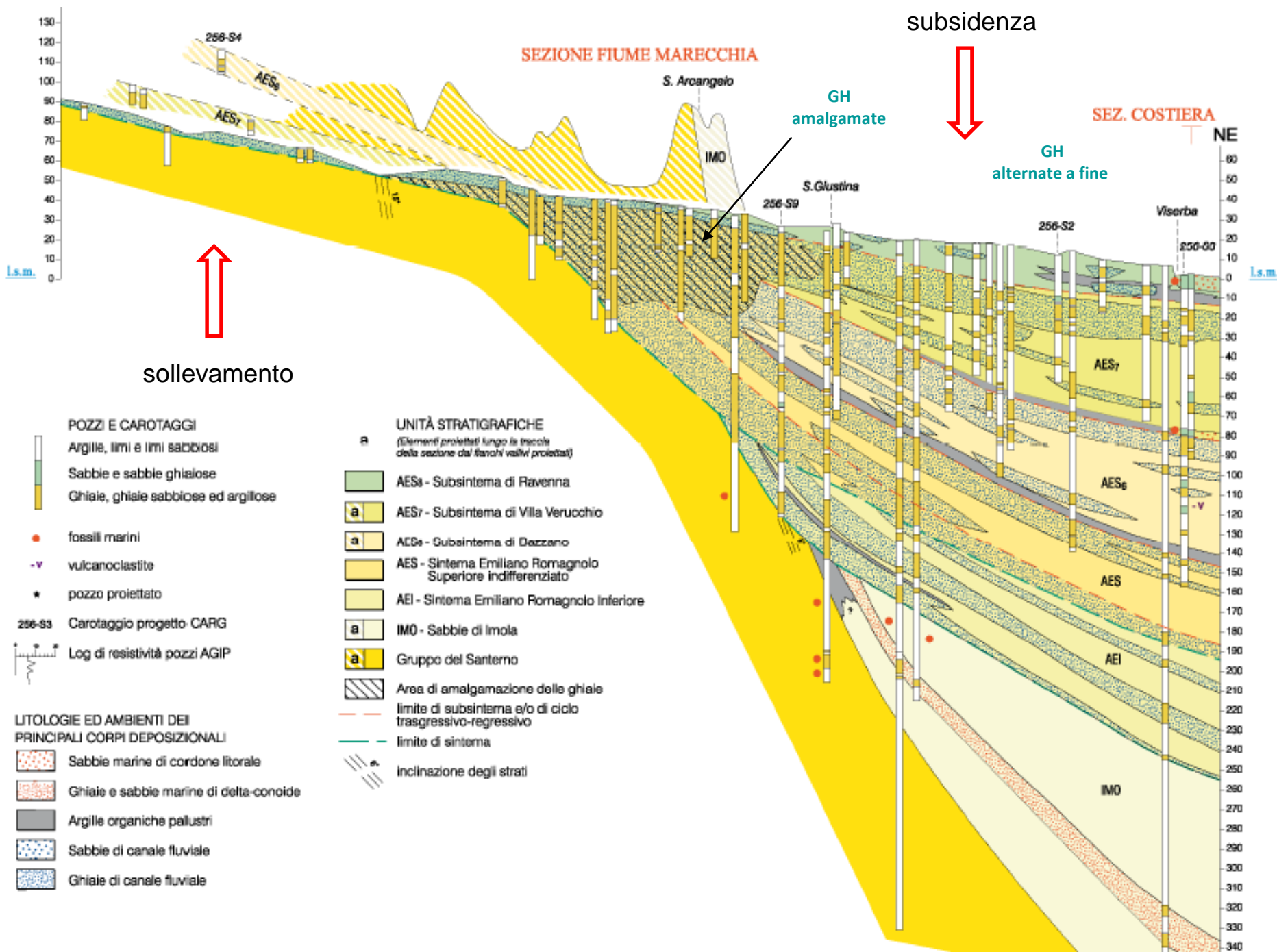




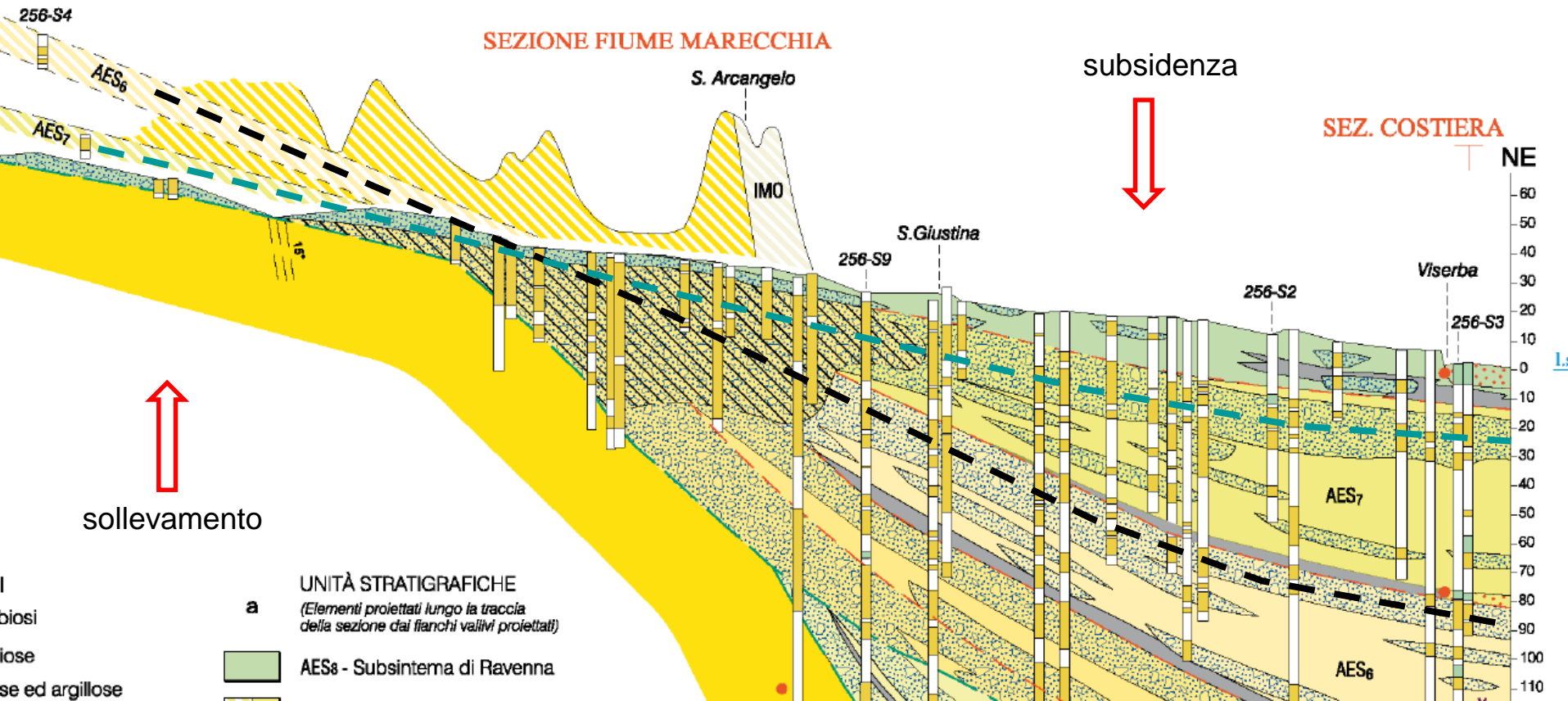


**I cicli sedimentari riconosciuti nel sottosuolo (ovvero i subsintemi), sono correlabili a scala regionale, infatti sono il risultato sedimentario di eventi globali (i cicli climatico eustatici del pleistocene).**







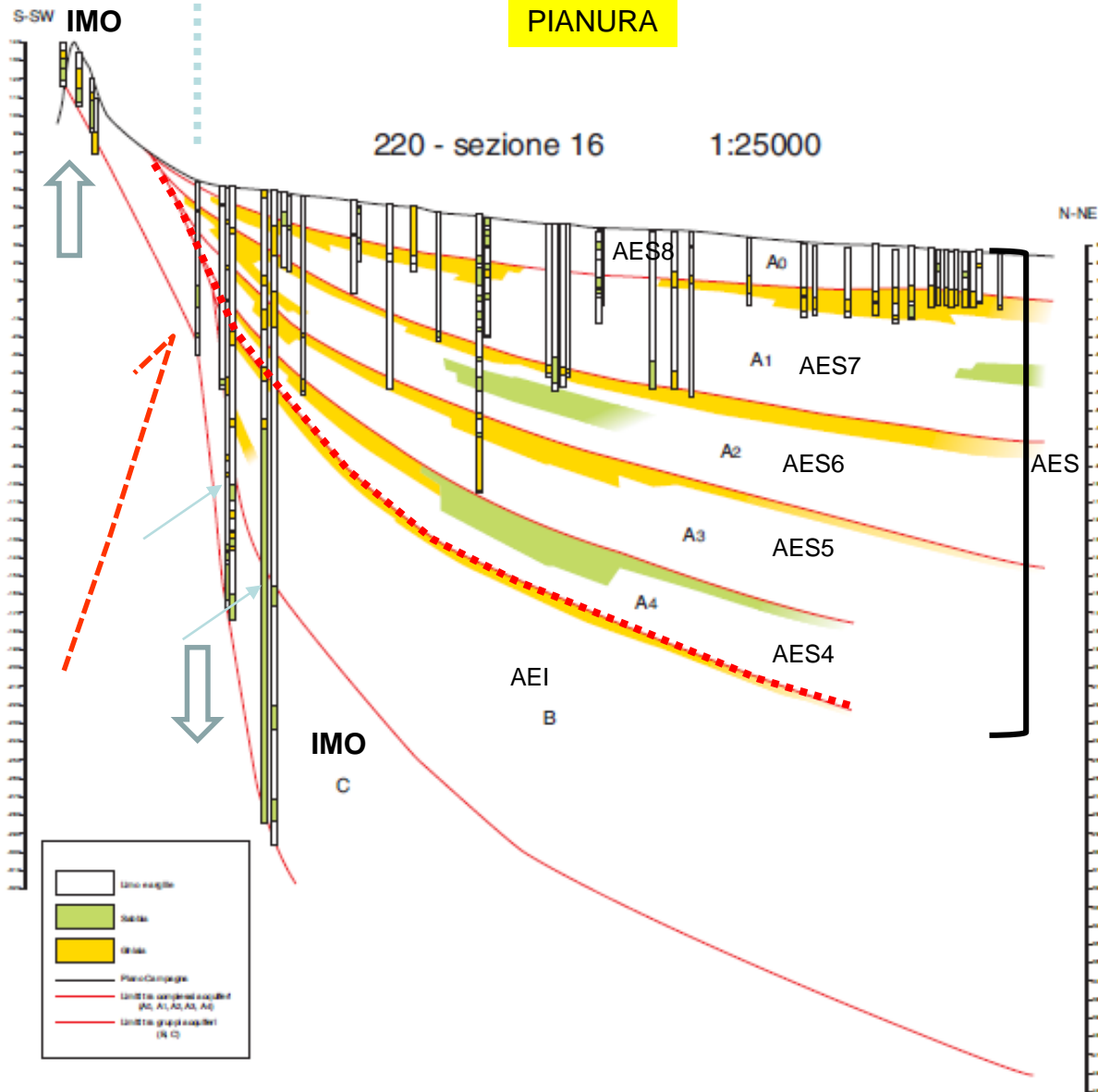


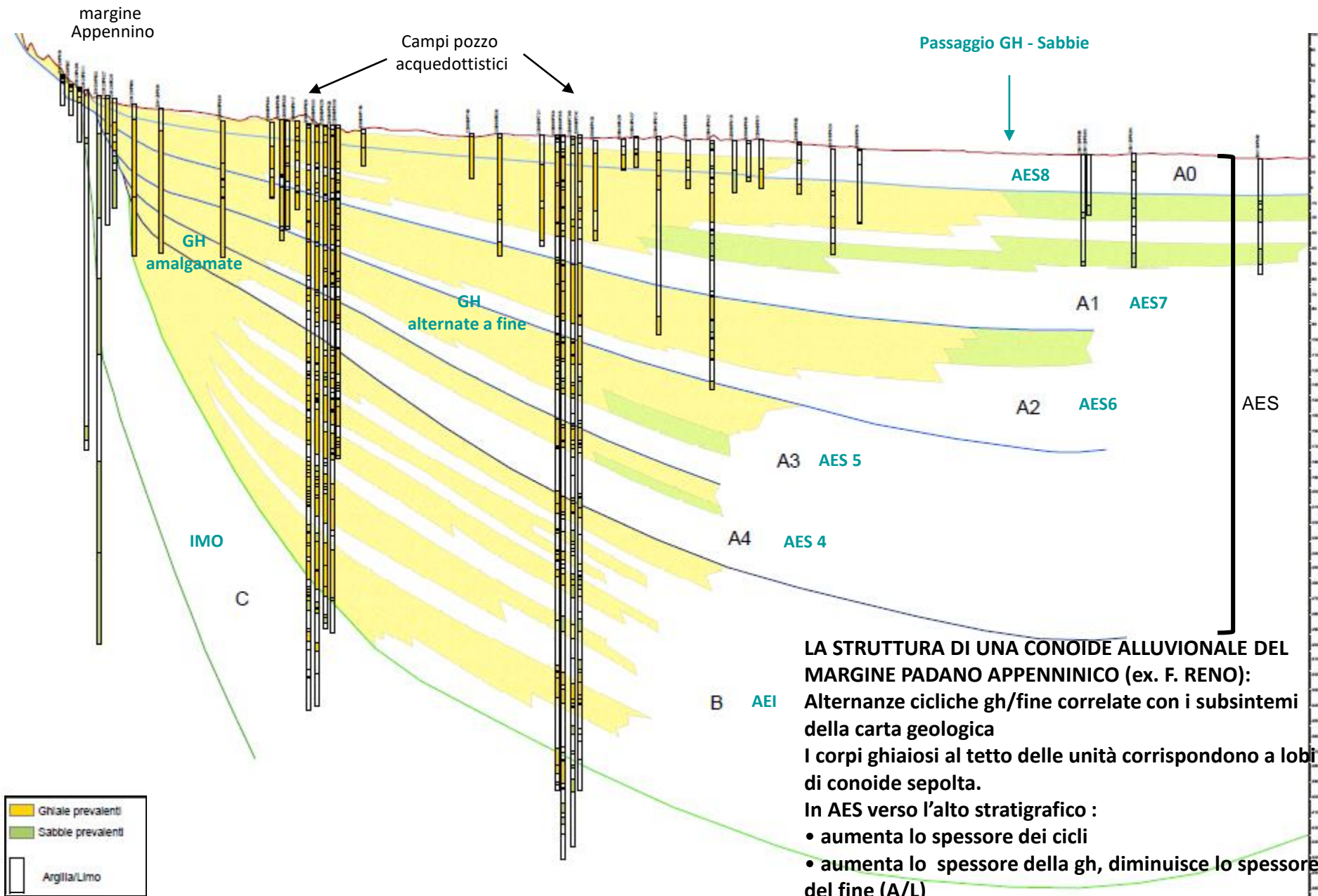
**Correlazione geometrica tra i terrazzi e i corpi ghiaiosi di sottosuolo (conoidi)**  
 I terrazzi rappresentano solo una piccola parte del record stratigrafico delle unità il cui spessore è completamente registrato nel sottosuolo



APPENNINO

PIANURA





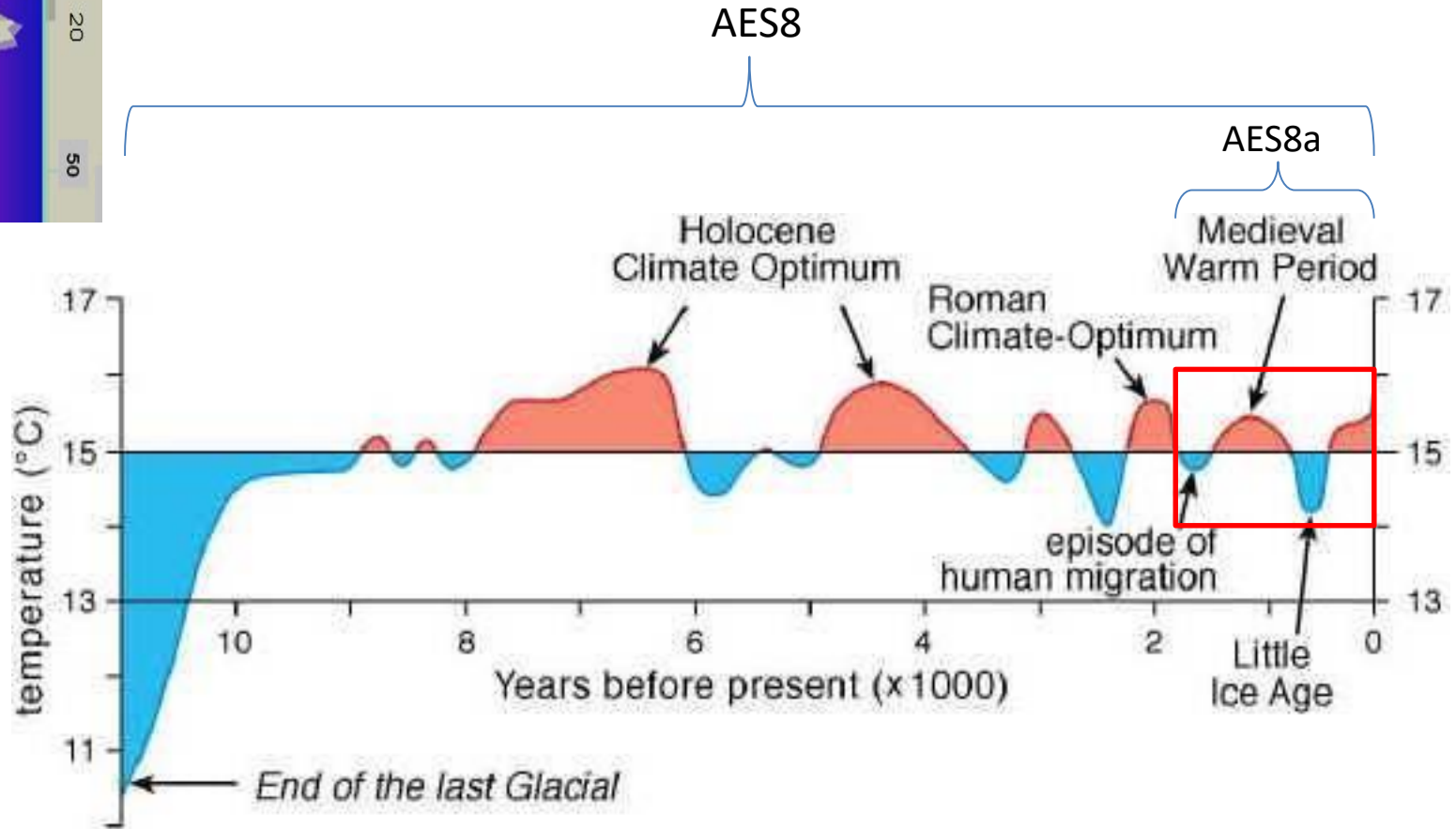
**LA STRUTTURA DI UNA CONOIDE ALLUVIONALE DEL MARGINE PADANO APPENNINICO (ex. F. RENO):**  
 Alternanze cicliche gh/fine correlate con i subsistemi della carta geologica  
 I corpi ghiaiosi al tetto delle unità corrispondono a lobi di conoide sepolta.  
 In AES verso l'alto stratigrafico :

- aumenta lo spessore dei cicli
- aumenta lo spessore della gh, diminuisce lo spessore del fine (A/L)

si osserva una complessiva progradazione delle ghiaie

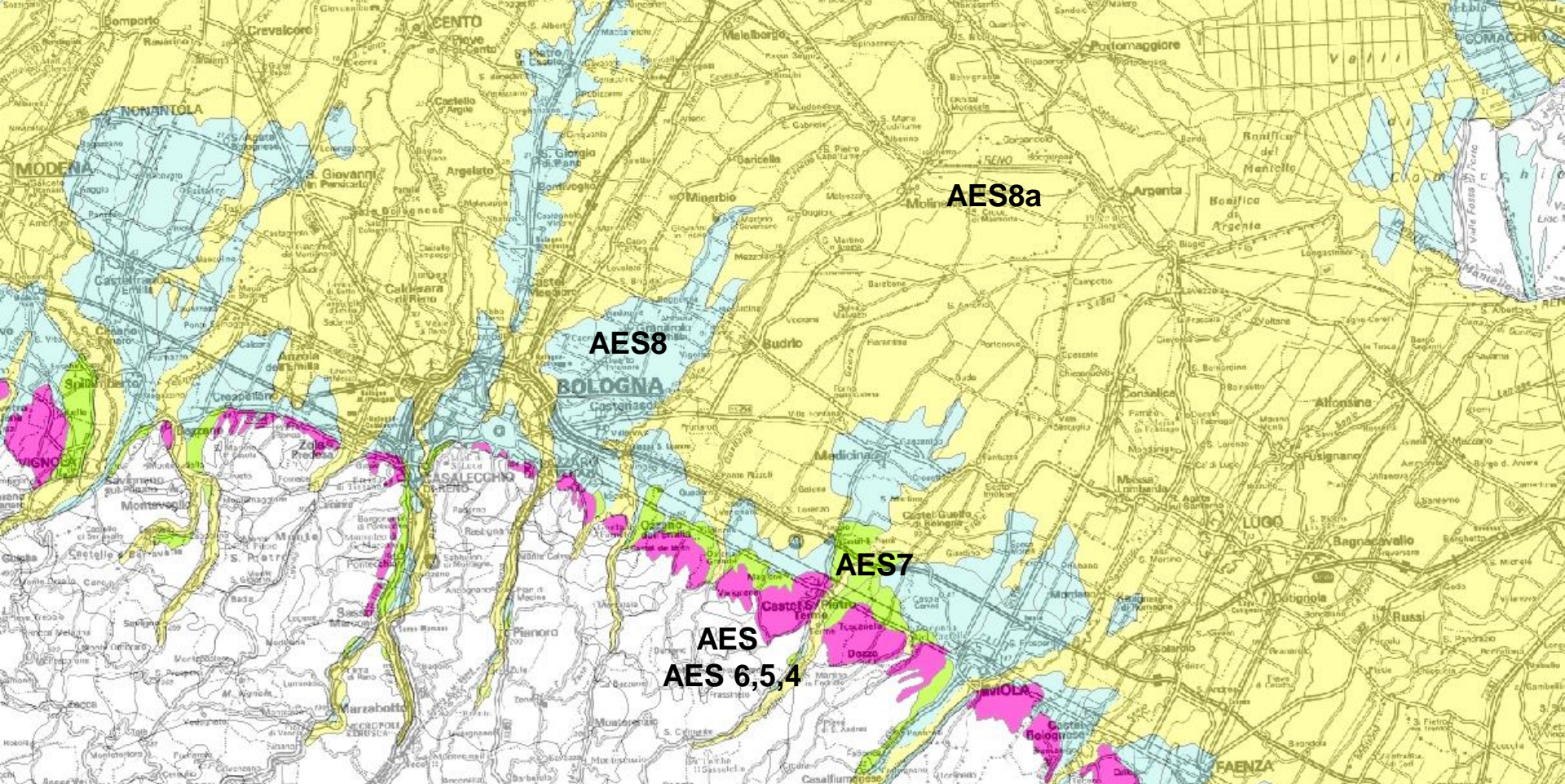


## Variazione climatiche durante AES8



*Average near-surface temperatures of the northern hemisphere during the past 11.000 years (after Dansgaard et al., 1969, and Schönwiese, 1995)*

L'evento climatico che ha innescato la sedimentazione dell'unità di Modena è la crisi climatica globale del IV-VI sec. D.C. Un periodo molto piovoso che ha causato estese esondazioni fluviali in tutta la pianura. Queste esondazioni hanno prodotto avulsioni fluviali, erosioni, ed hanno portato nuova sedimentazione su gran parte della pianura seppellendo o erodendo il piano topografico (suolo) romano.

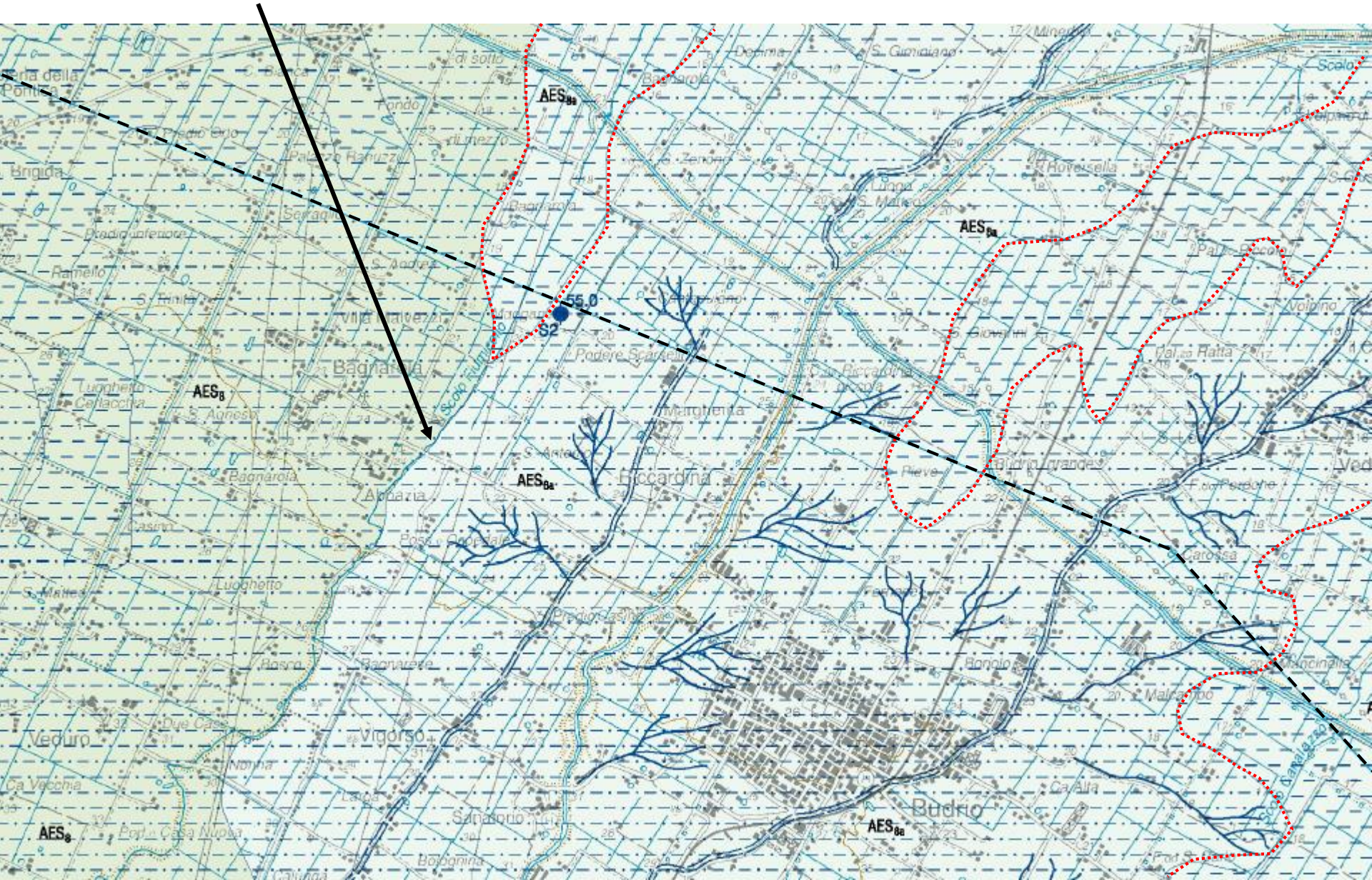


Le esondazioni fluviali prodotte dalla crisi climatica del IV – VI sec. seppelliscono il suolo romano (tetto dell'unità AES8) in gran parte della pianura

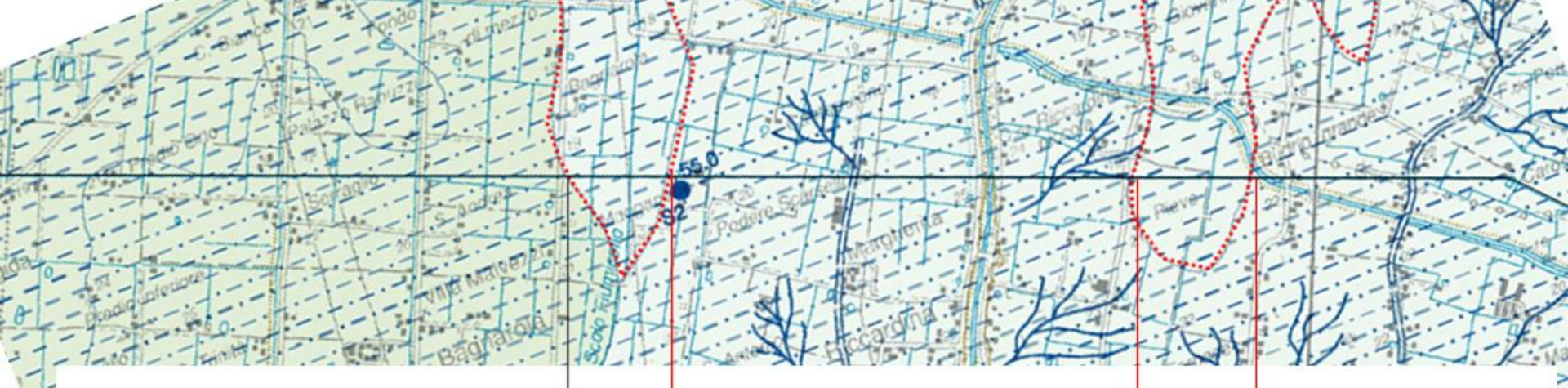
AES8a (unità post-romana) affiora pertanto nella gran parte della pianura padana a sud del Po



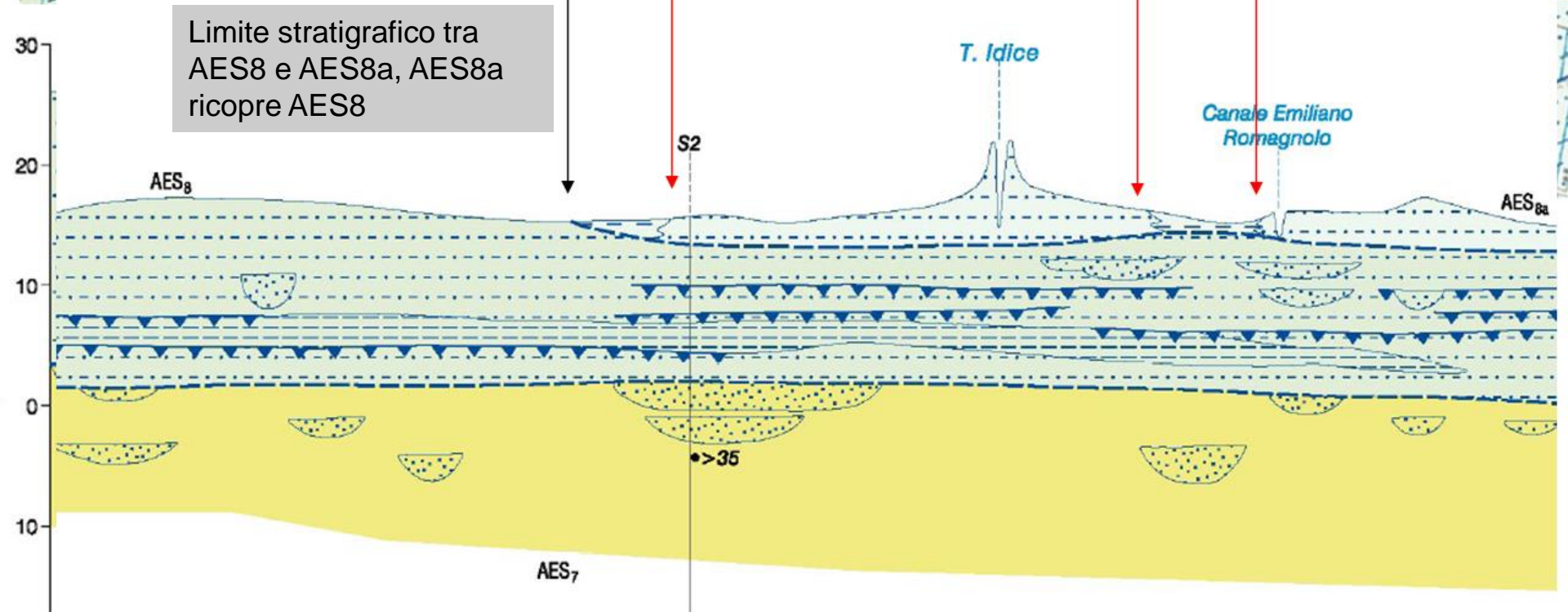
# Limite stratigrafico tra AES8 e AES8a, AES8a ricopre AES8







Limite stratigrafico tra AES8 e AES8a, AES8a ricopre AES8



- Paleosuolo
- Limite di unità

- Sabbia di canale fluviale
- Argille organiche e torbe di ambiente palustre
- Depositi di tracimazione fluviale indifferenziati

S2 Sondaggio

19.76 Datazione radiometrica

ESAGERAZIONE VERTICALE 50x





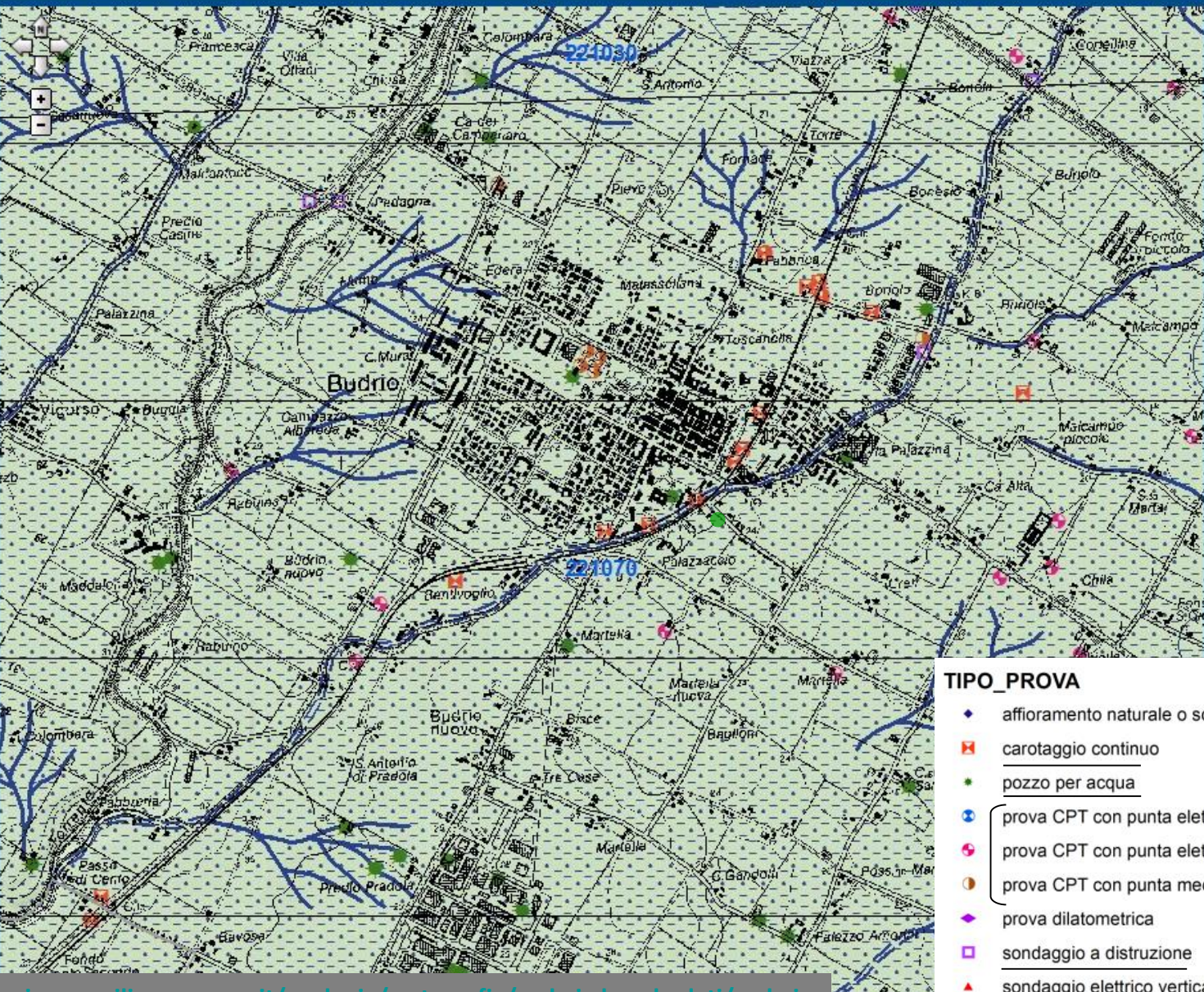
**STRUMENTI**

**SCALA**

1 : 20.000

1:20.000

SEGNALA  
DISSERVIZIO



### TIPO\_PROVA

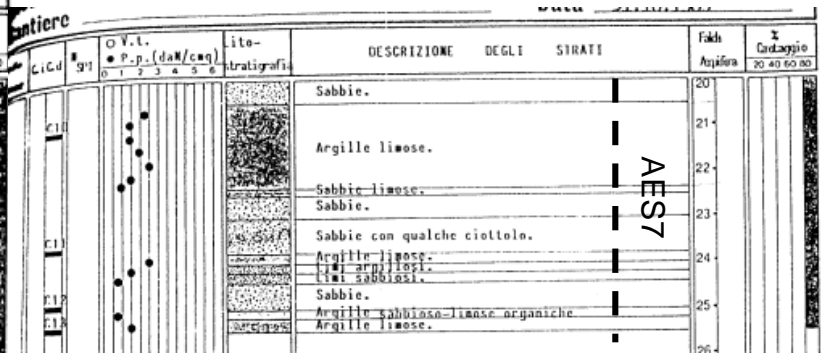
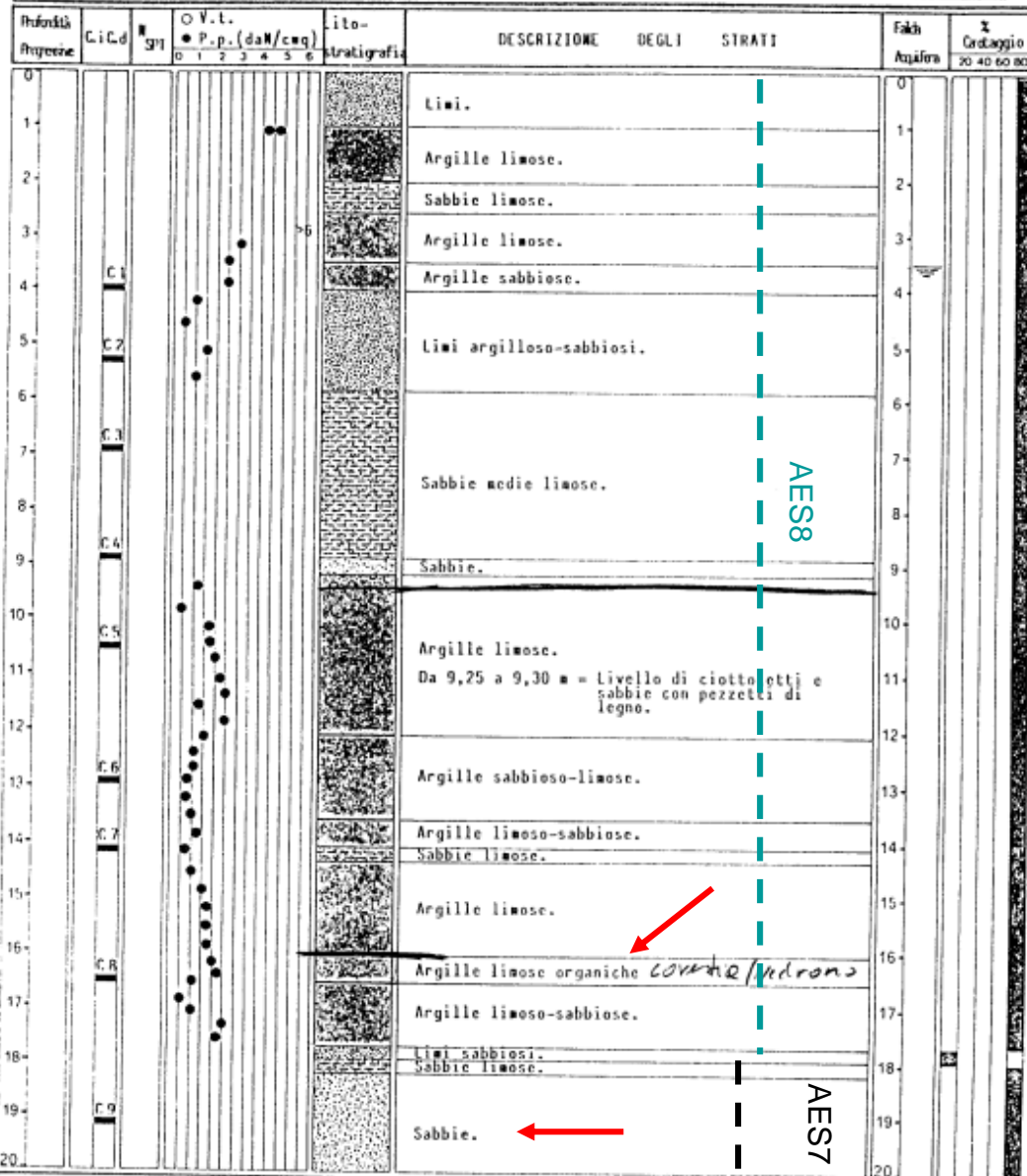
- ◆ affioramento naturale o scavo
- ⊠ carotaggio continuo
- pozzo per acqua
- ⊕ prova CPT con punta elettrica
- ⊕ prova CPT con punta elettrica con piezocono
- ⊕ prova CPT con punta meccanica
- ◆ prova dilatometrica
- ⊠ sondaggio a distruzione
- ▲ sondaggio elettrico verticale
- + trivellata manuale



221010 P408

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis#section-0>

Committente Comune di Castel Maggiore  
 Località Castel Maggiore - Bologna  
 Cantiere \_\_\_\_\_  
 SONDAGGIO n° S 1  
 Data 31.10.1989



ASTE ELICOIDALI  
 CAROTAGGIO CONTINUO  
 WIRE-LINE  
 RIVESTIMENTO Ø (mm) \_\_\_\_\_  
 CAMPIONE Ø (mm) \_\_\_\_\_  
 M = STANDARD PENETRATION TEST  
 SPT  
 P.p. = POCKET PENETROMETER V.t. = VANE TEST  
 C.d/i = CAMPIONE DISTURBATO/INDISTURBATO







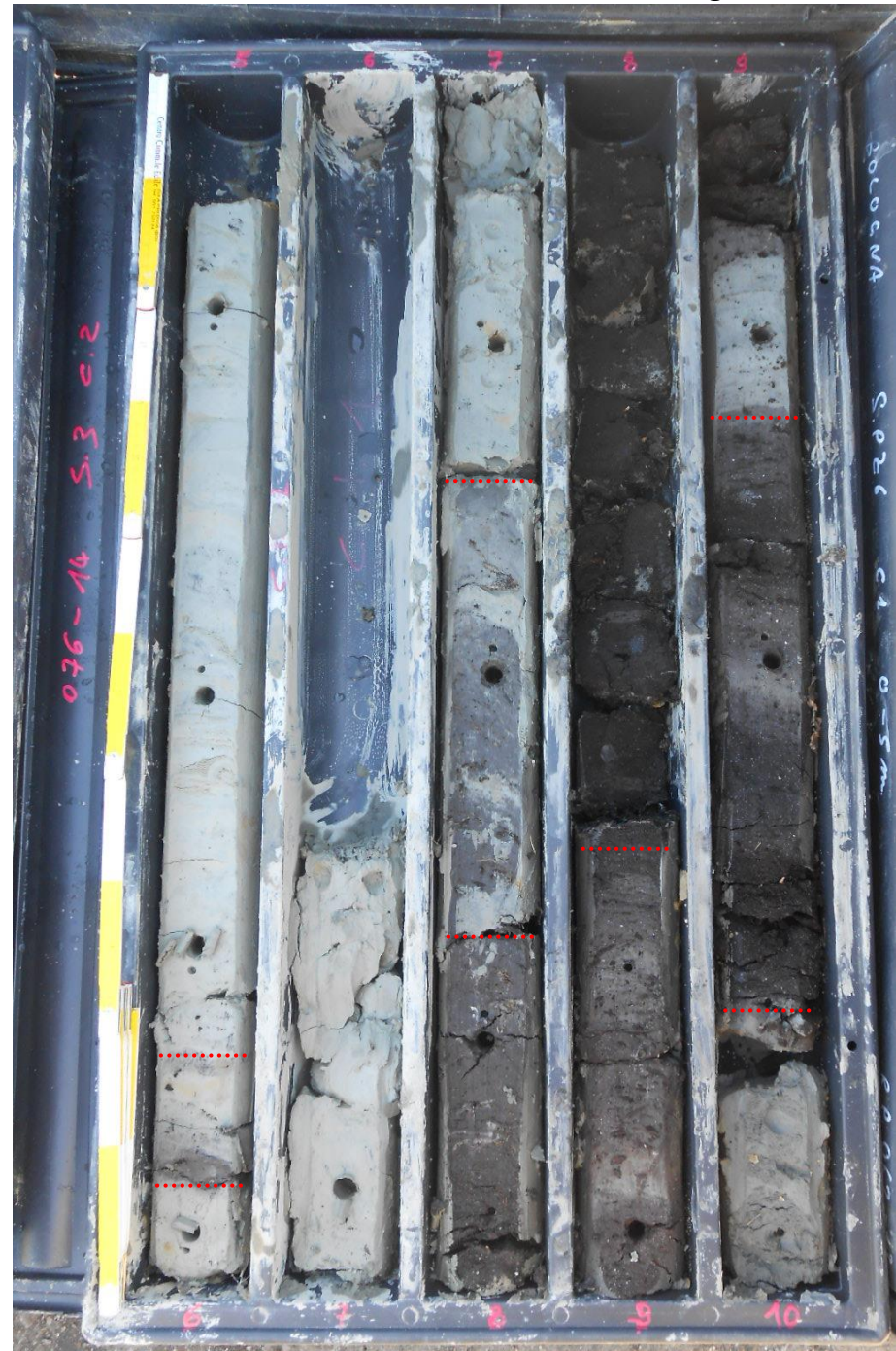


Esempi di carotaggi in terreni di argine e piana alluvionale (limoso sabbiosi argillosi e con s.o.)





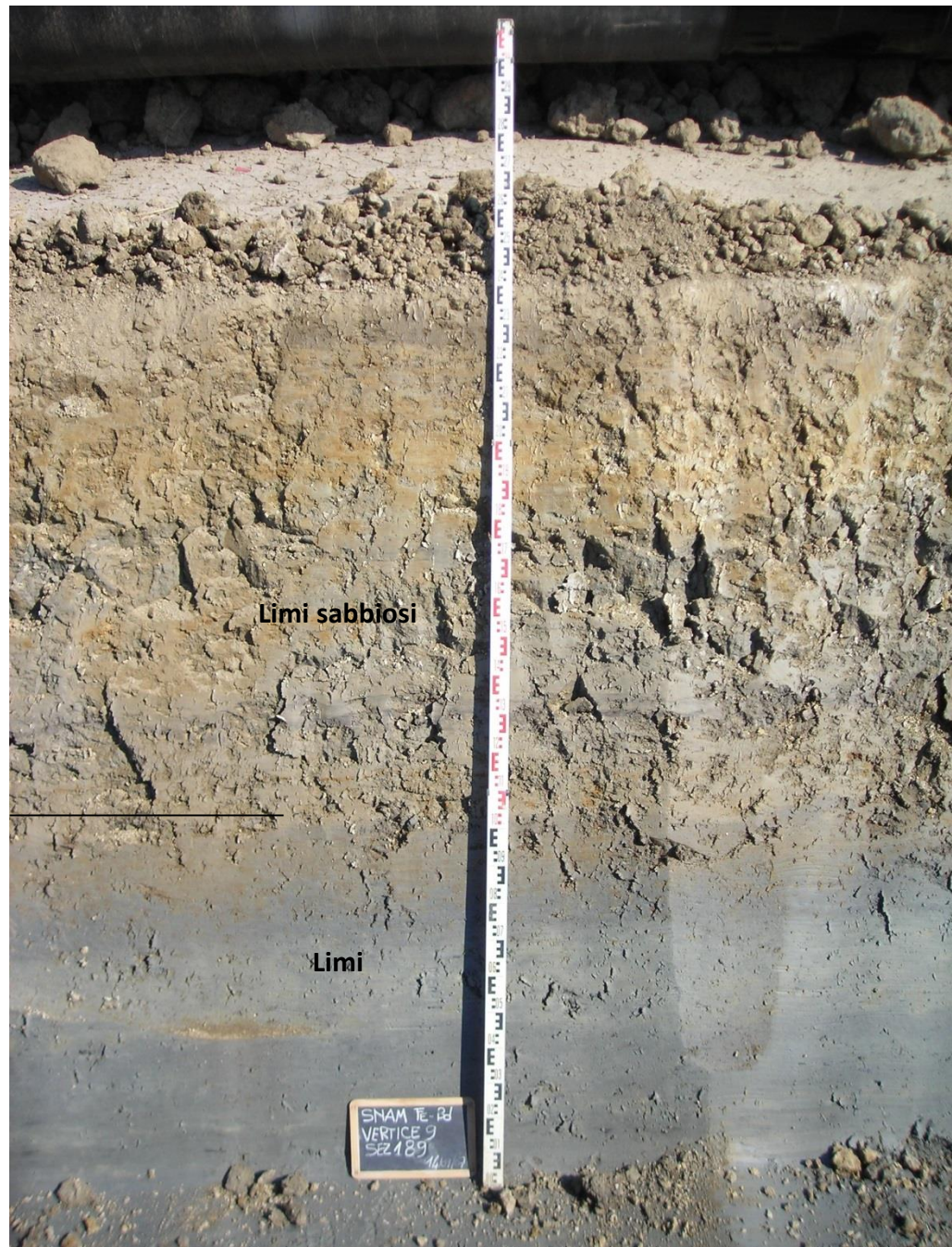
Notare il diverso arricchimento in sostanza organica





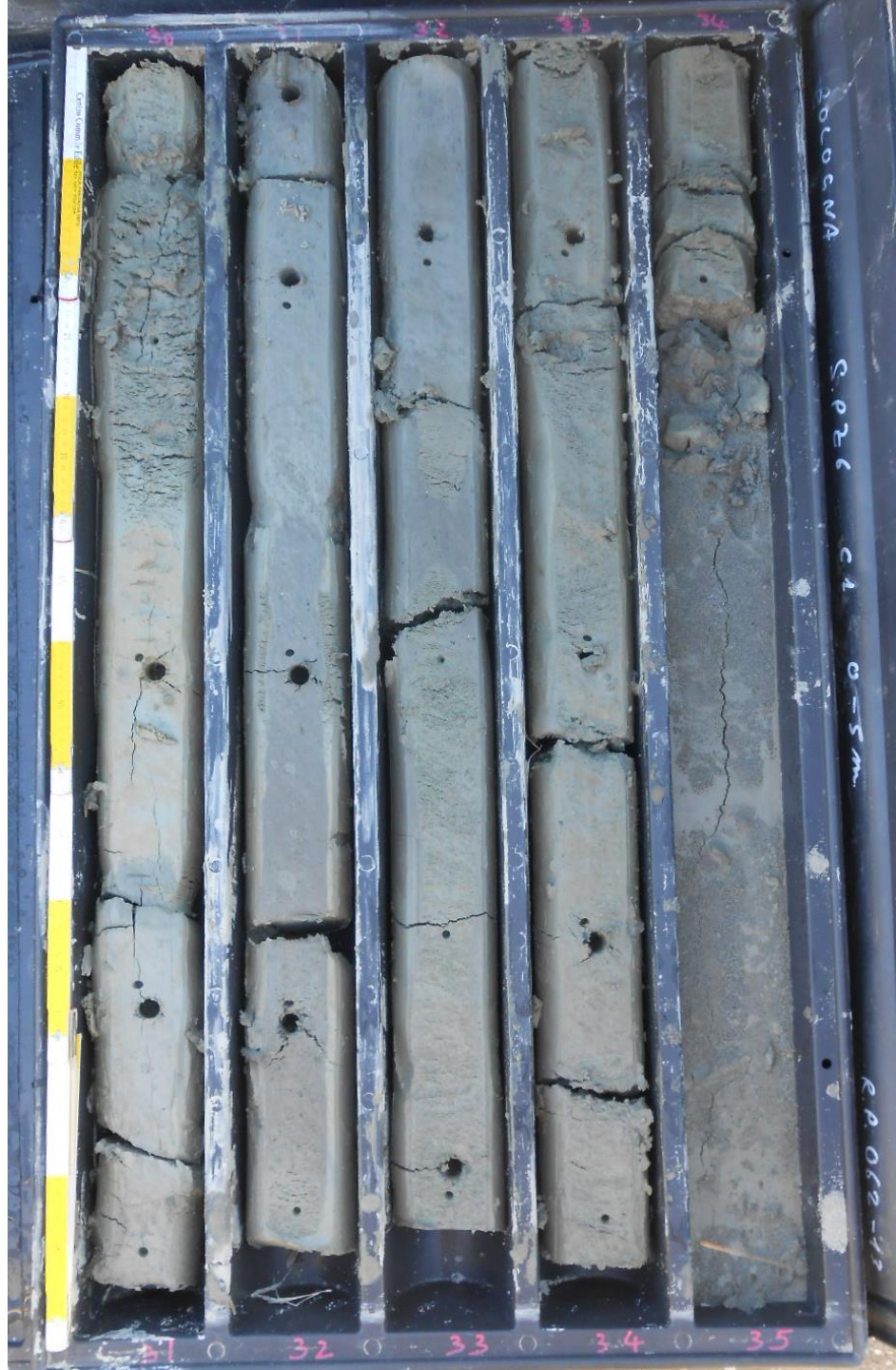
# Depositi di argine

rugosità

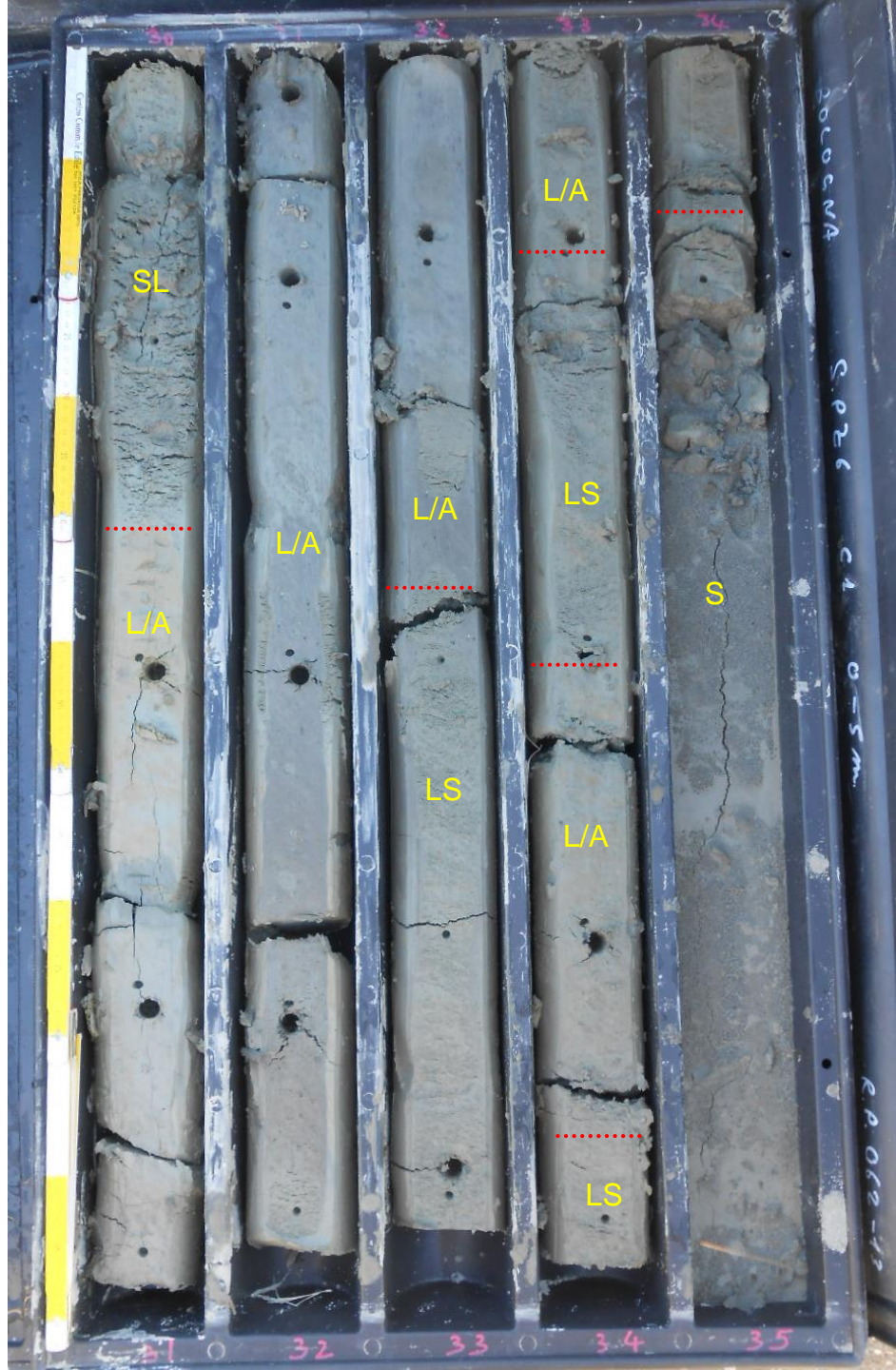
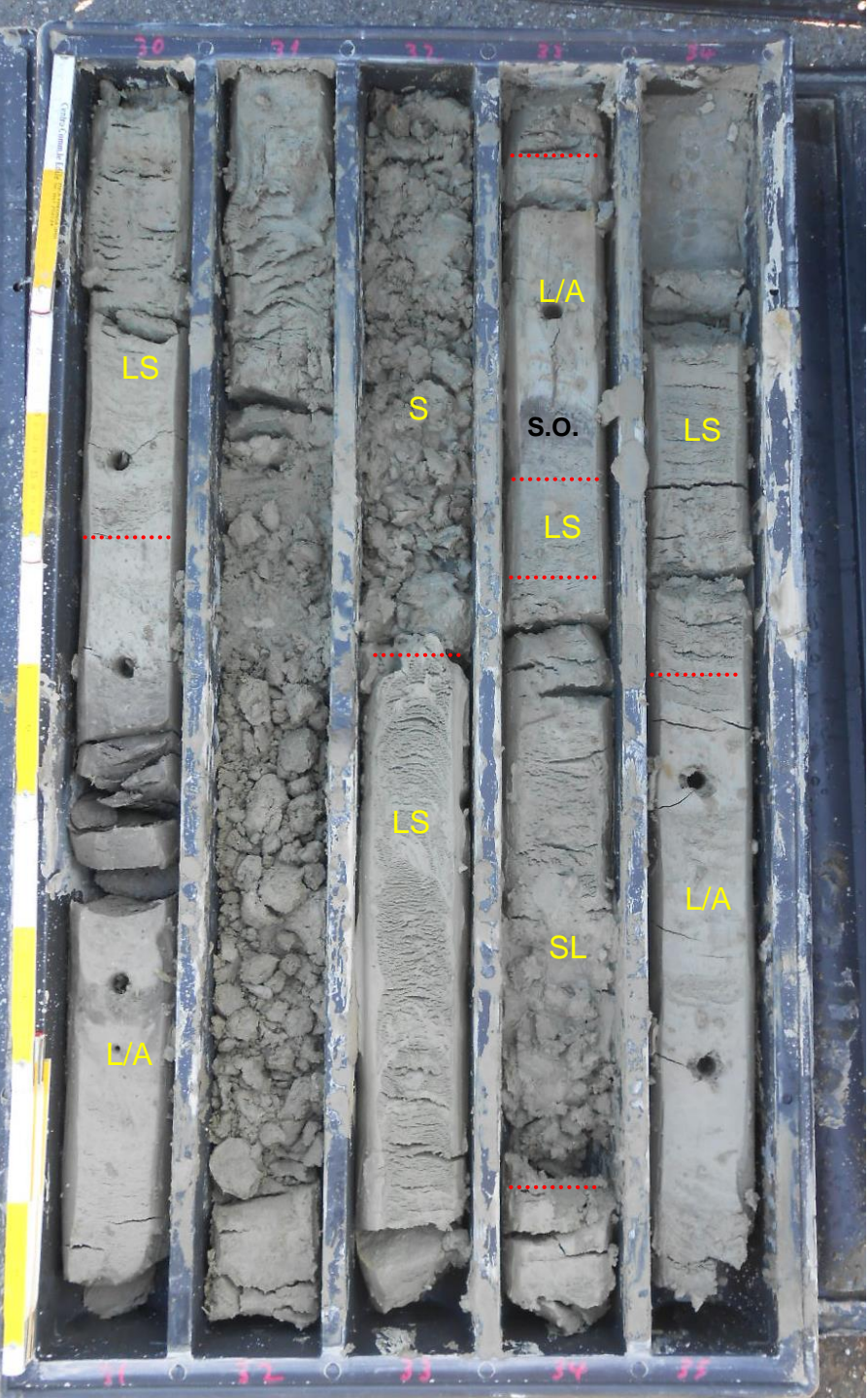


Il grigio indica la  
falda o la sua  
vicinanza











Depositi di argine :  
Sequenza F.U.



SNAP 7E-DJ  
VERTICE G  
SE 229  
24-3-07

suolo

colore diverso per  
diverso stato di  
umidità

Limi sabbiosi o viceversa

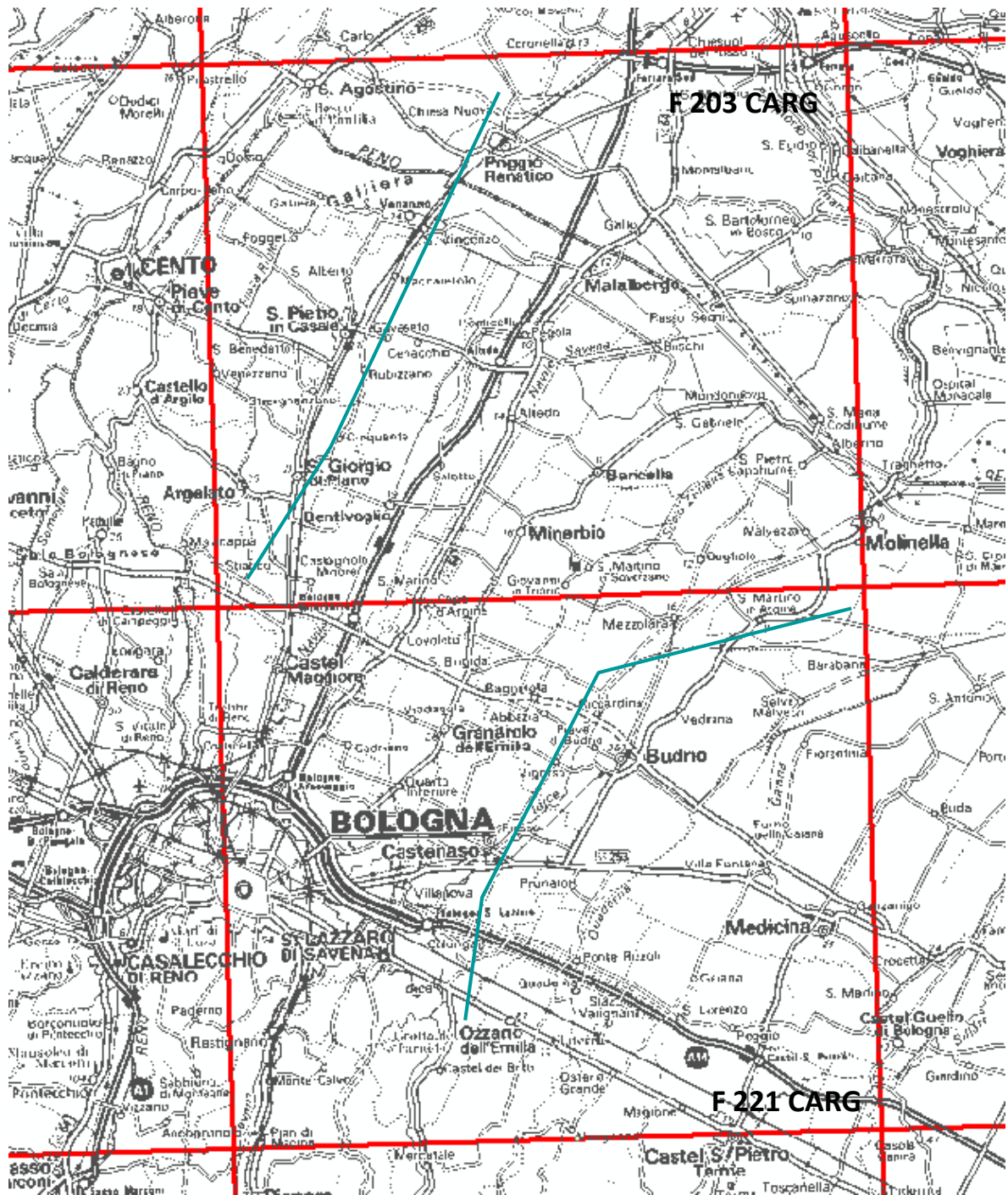
Sabbie limose in falda

Il grigio indica la  
falda o la sua  
vicinanza

Buchi per fuoriuscita  
di acqua

Falda freatica

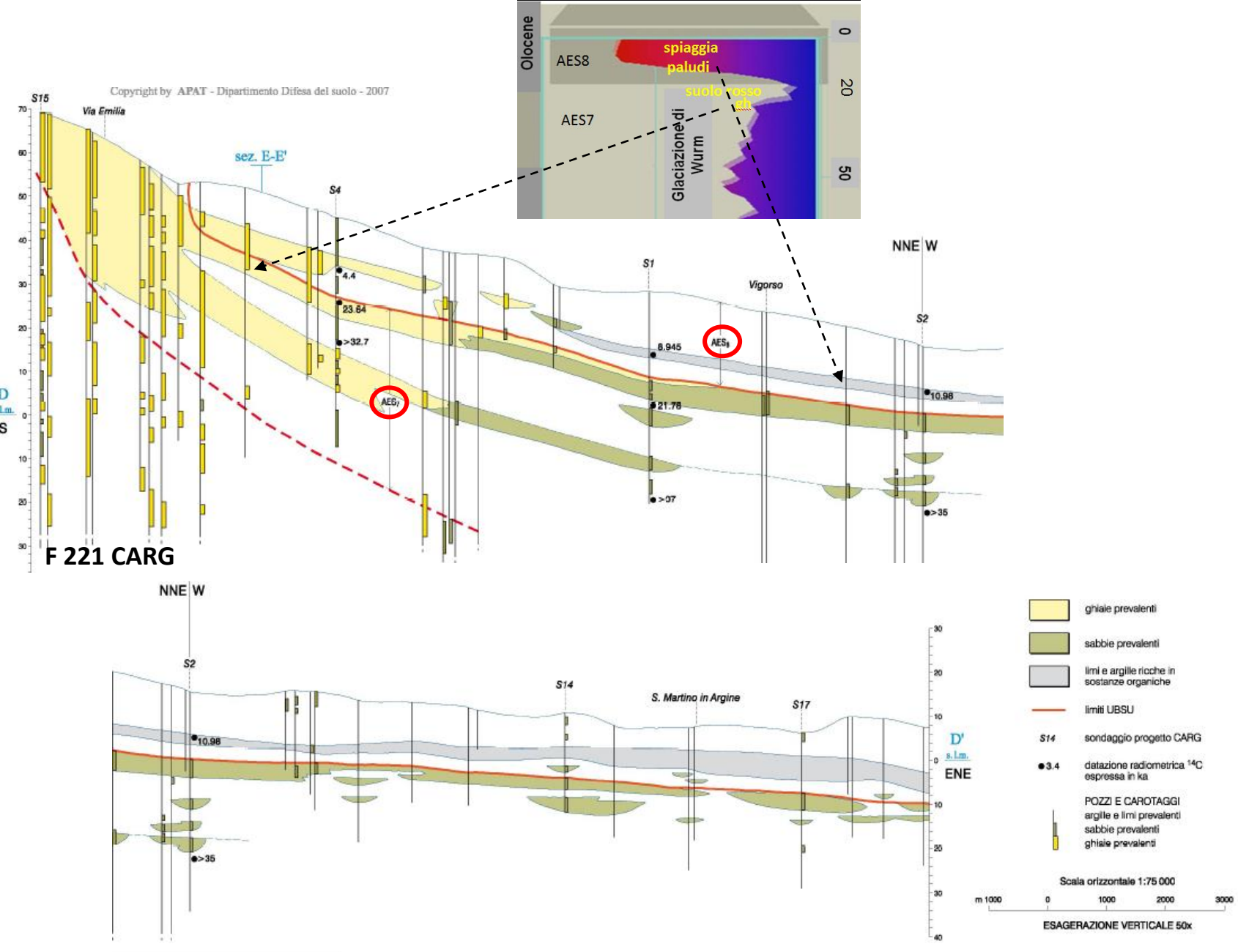




F 203 CARG

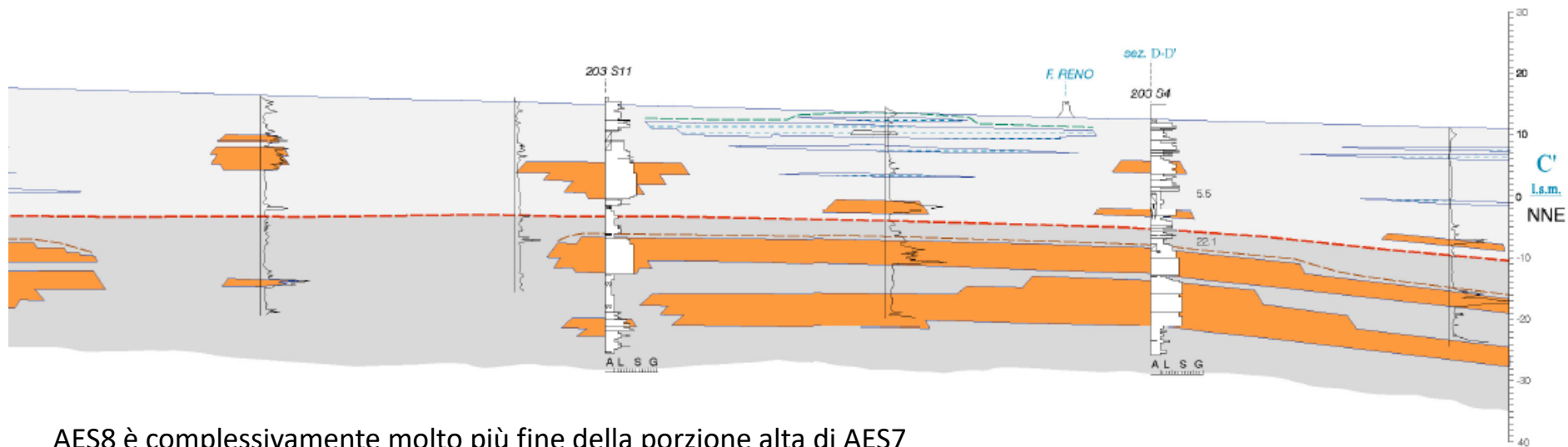
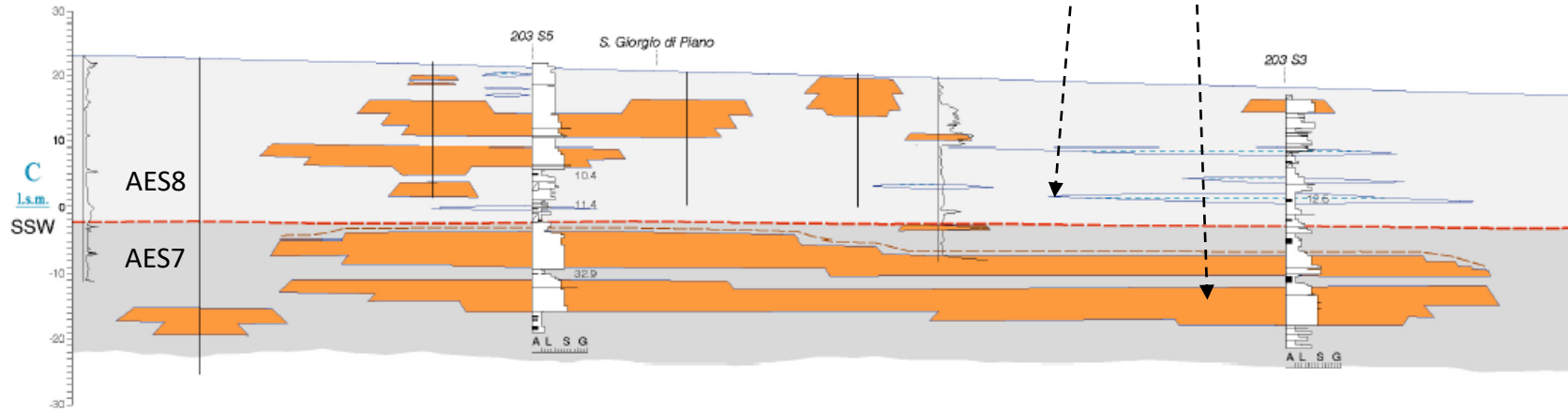
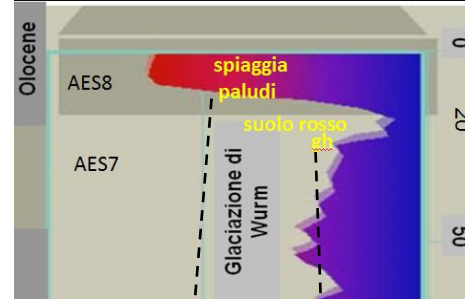
F 221 CARG





Anche nel bolognese, a molte decine di km dal mare, si vedono gli effetti della deglaciazione (limi e argille ricche in sostanza organica alla base di AES8)

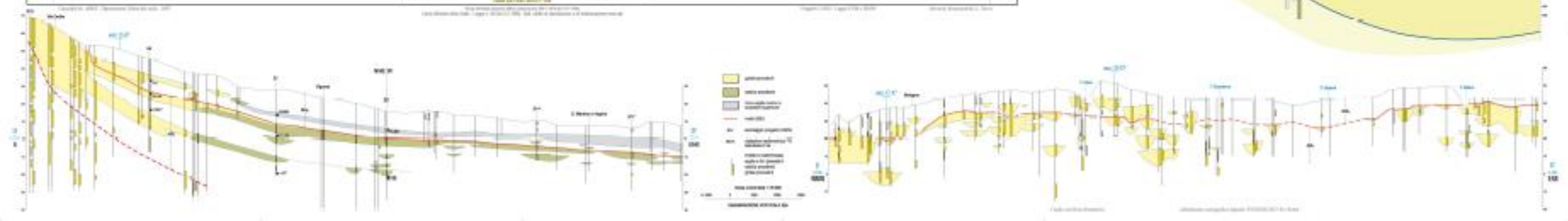
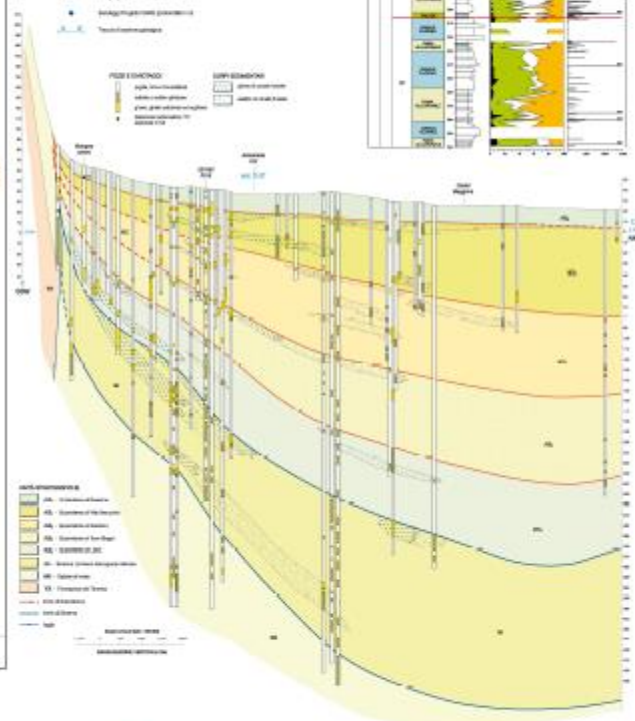
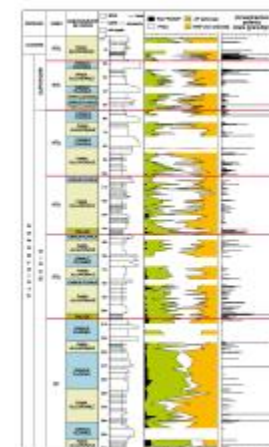
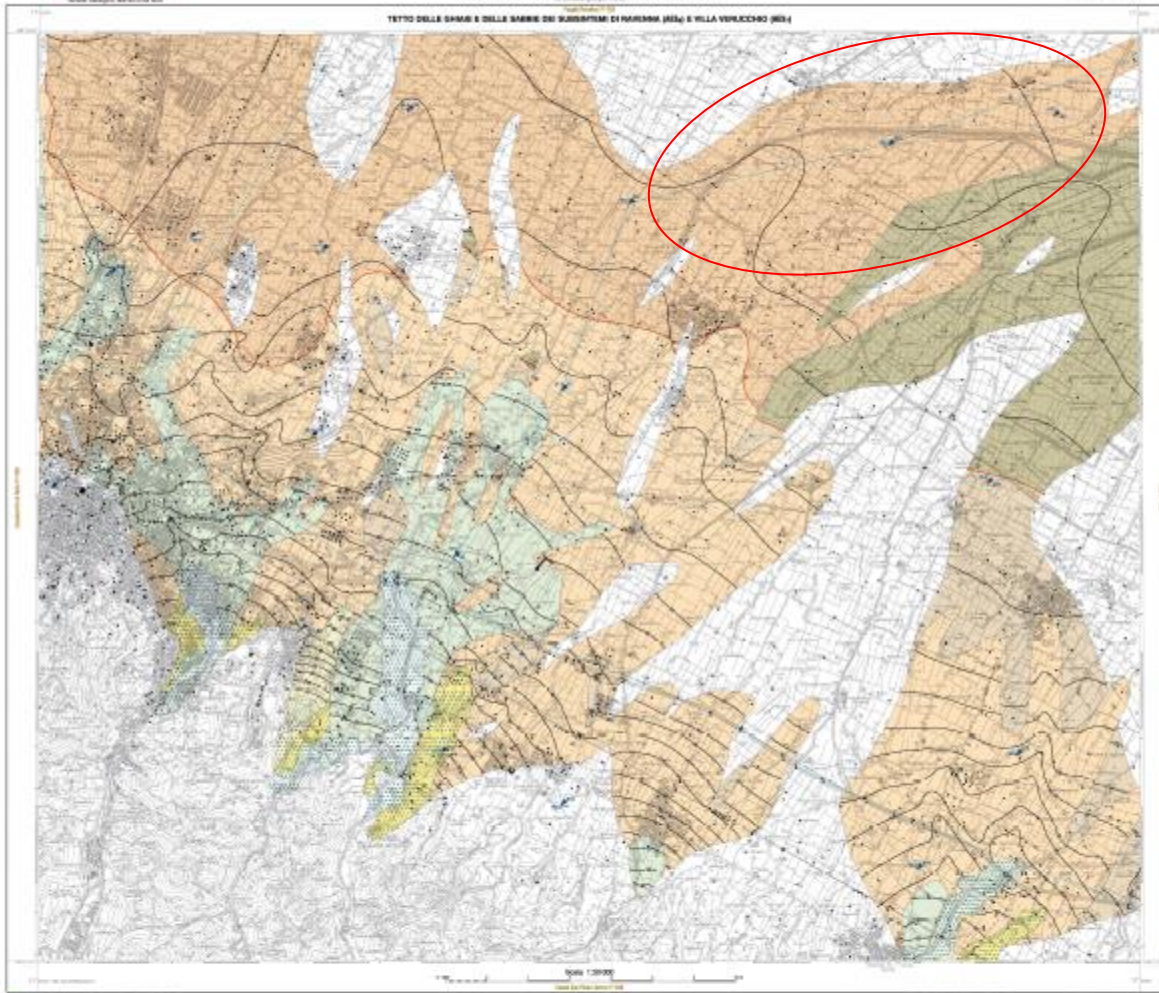




AES8 è complessivamente molto più fine della porzione alta di AES7

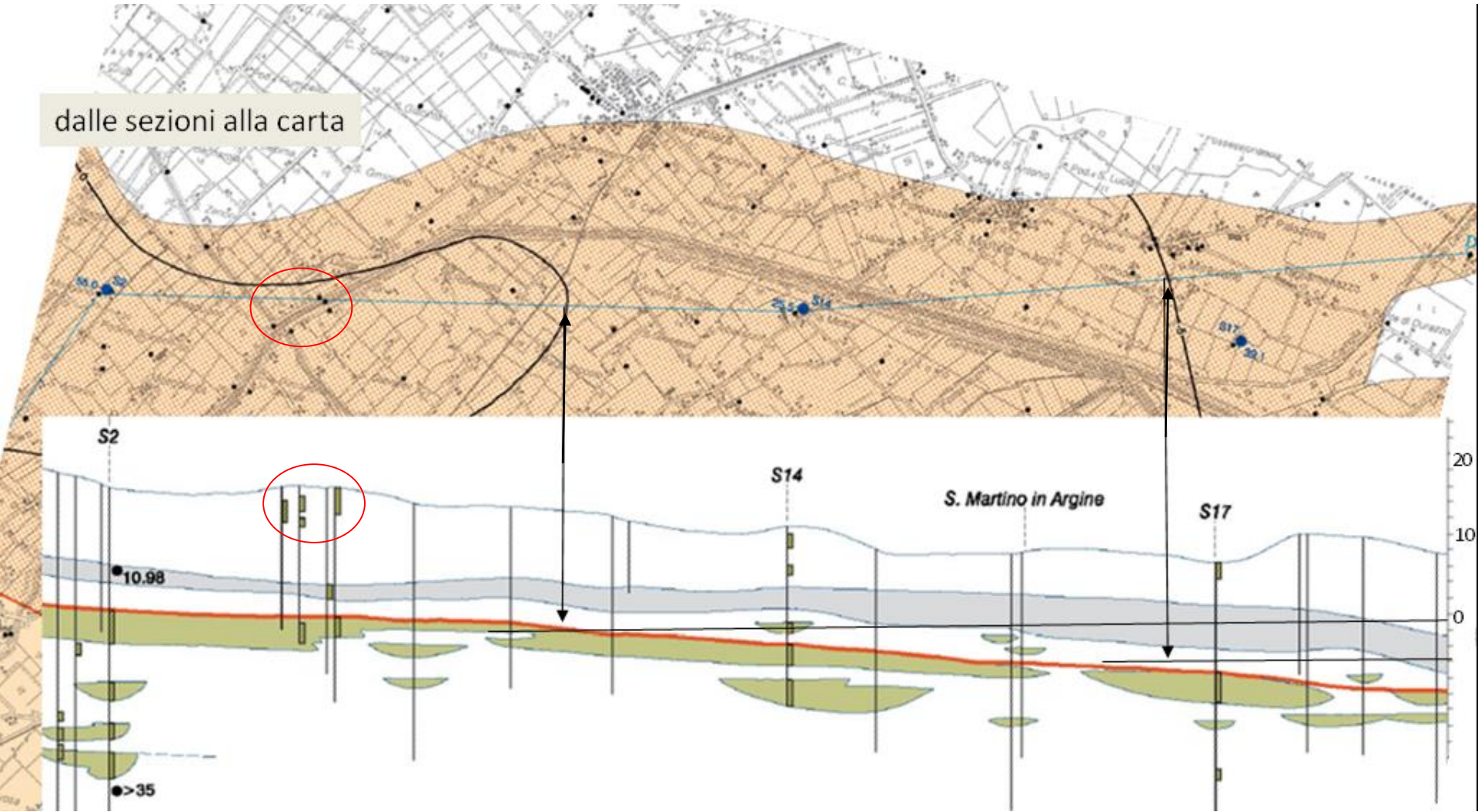


TETTO DELLE GHIAIE E DELLE SABBIE DEI SUBSISTEMI DI RAVENNA (AES8) E VILLA VERUCCHIO (AES7b)



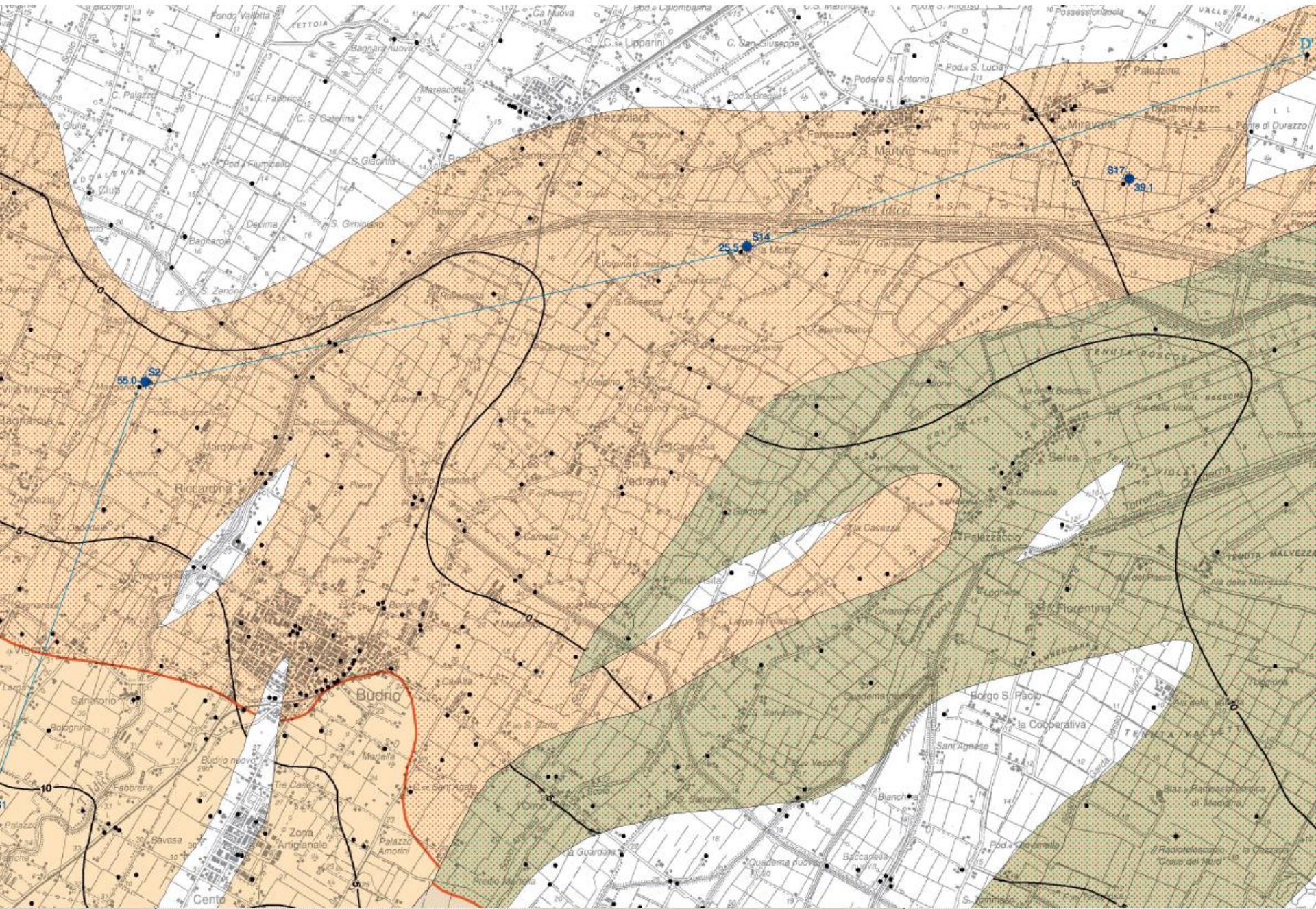


dalle sezioni alla carta

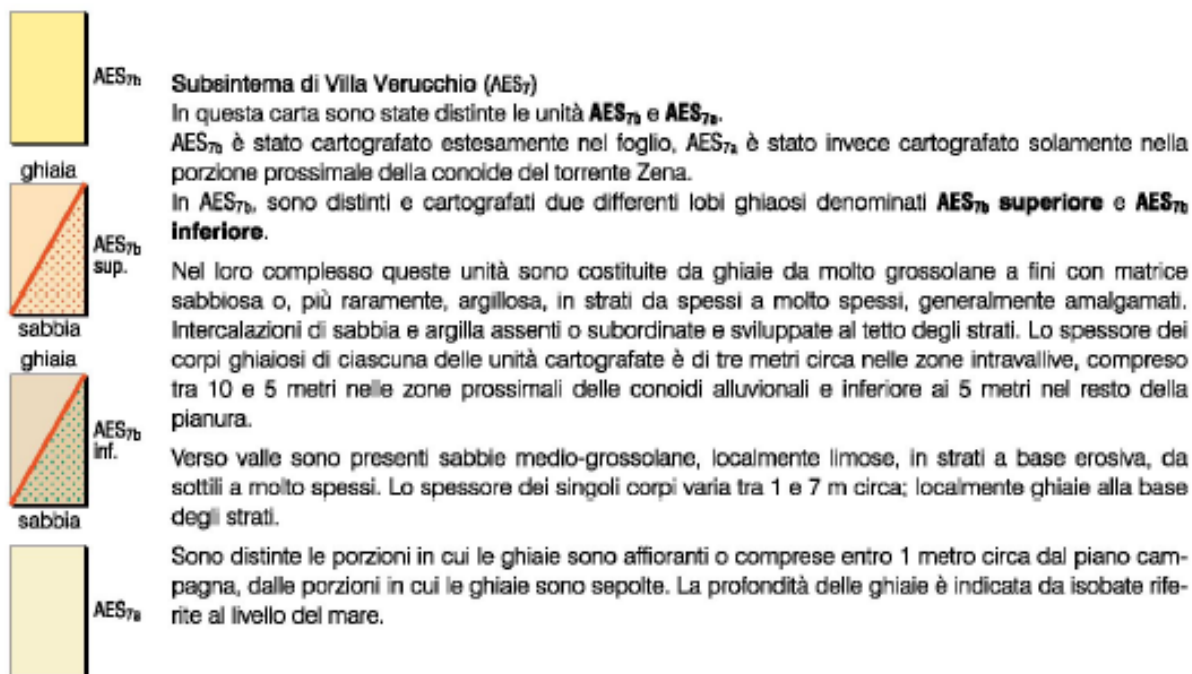
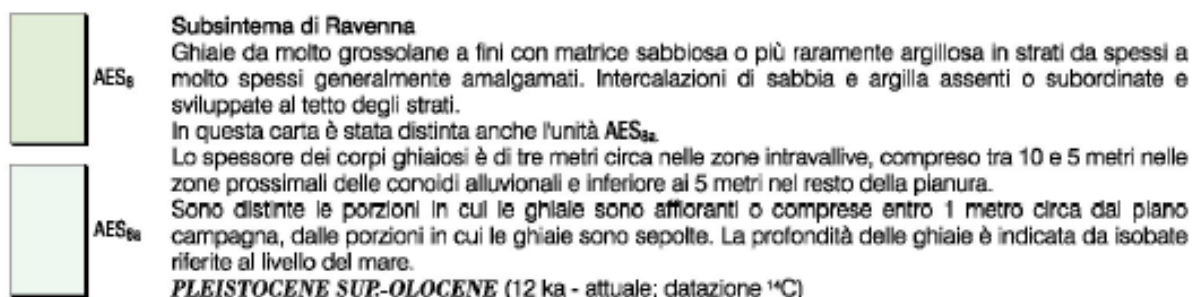




a partire dalle sezioni geologiche, ogni punto della banca dati viene interpretato. Dove l'unità è presente, se ne individua la quota slm che viene riportata sulla carta topografica. L'interpolazione di tutte le quote consente di creare la carta.







È stato cartografato il limite tra porzioni ghiaiose e porzioni sabbiose.  
**PLEISTOCENE SUP.** (125 - 19 ka)

— 10 — Isobate del tetto delle ghiaie e delle sabbie in metri s.l.m.

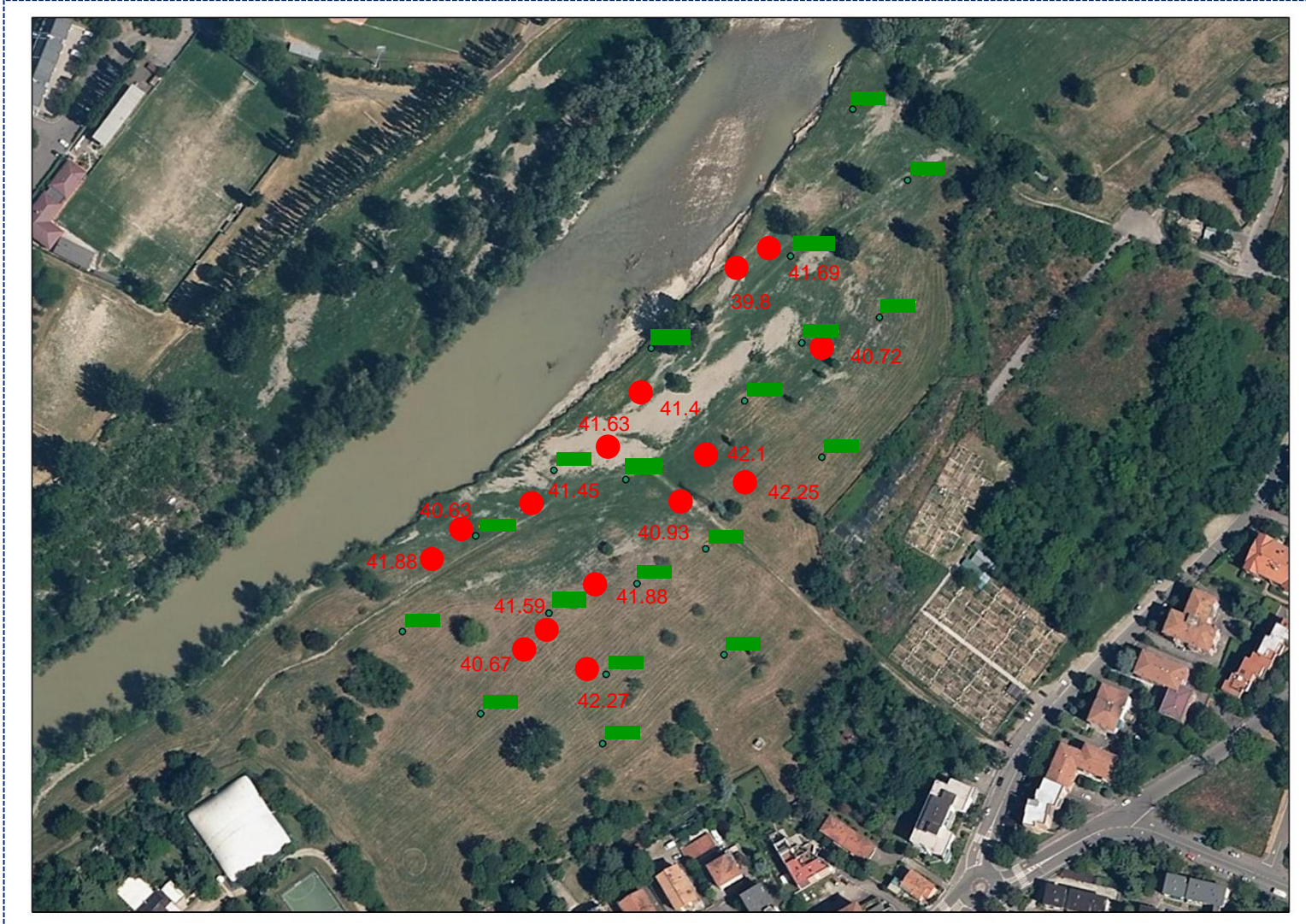
Ghiaie affioranti

• Dati geognostici utilizzati per la realizzazione della carta

Sondaggi Progetto CARG (profondità in m)

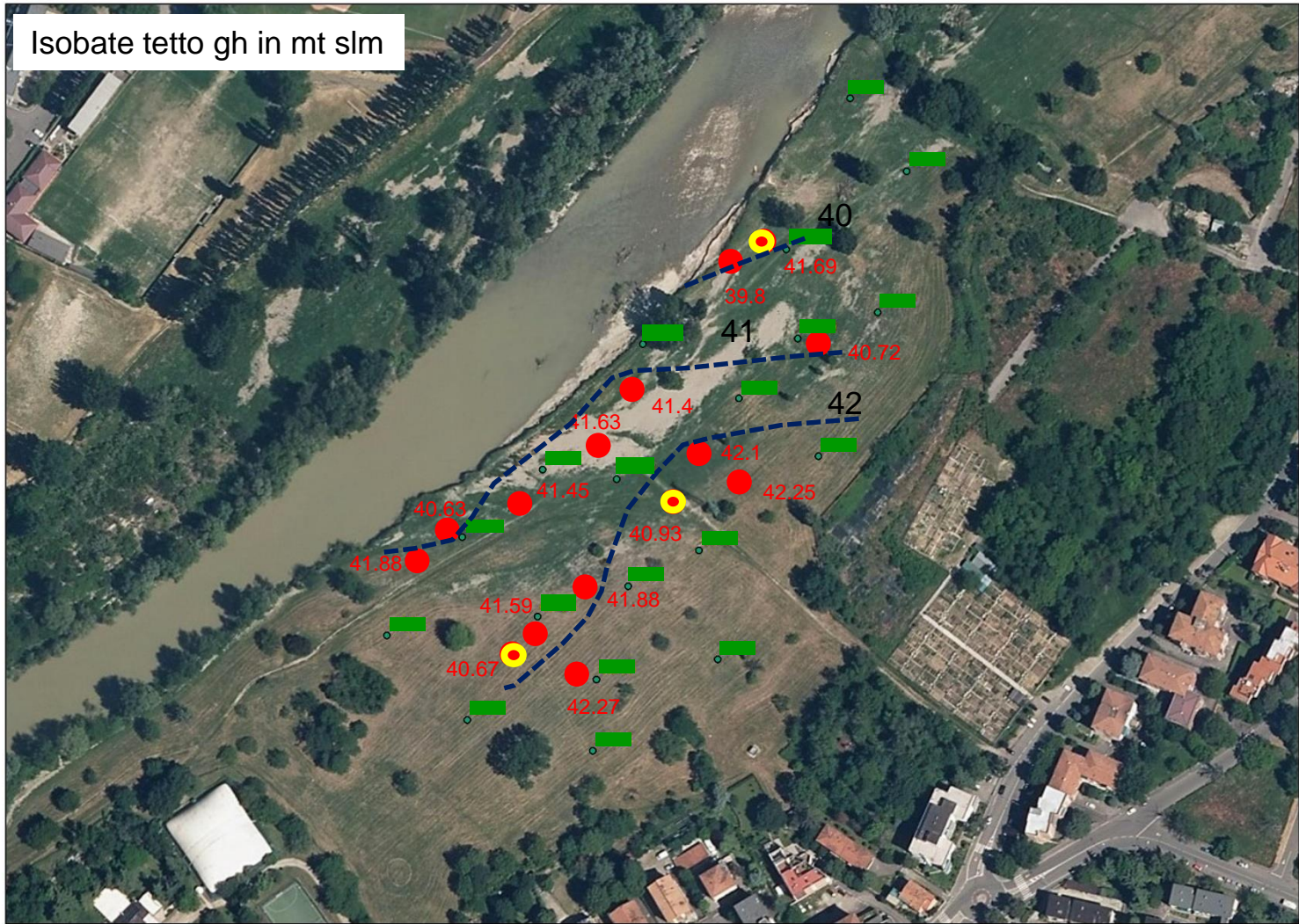


Quota tetto gh  
in mt slm





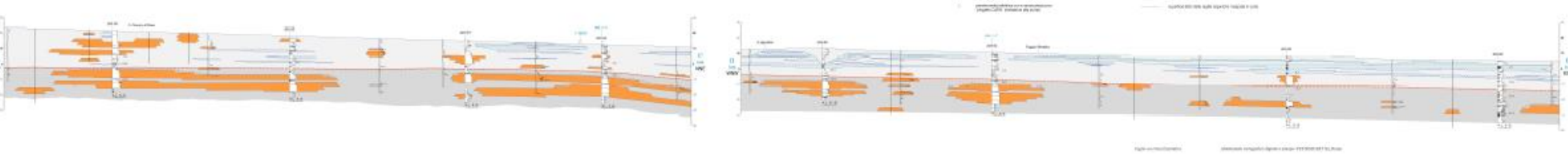
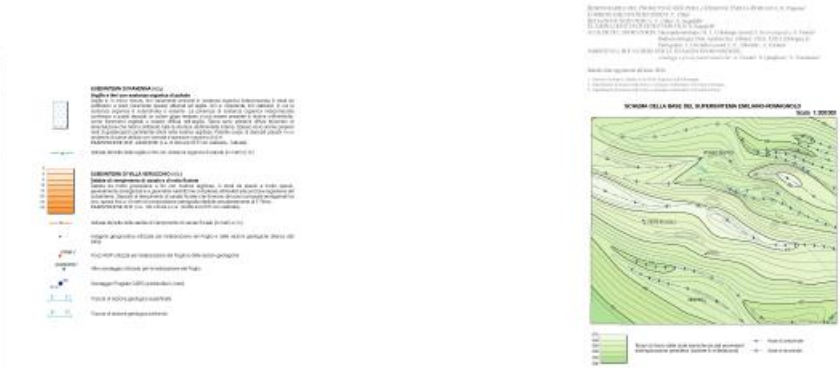
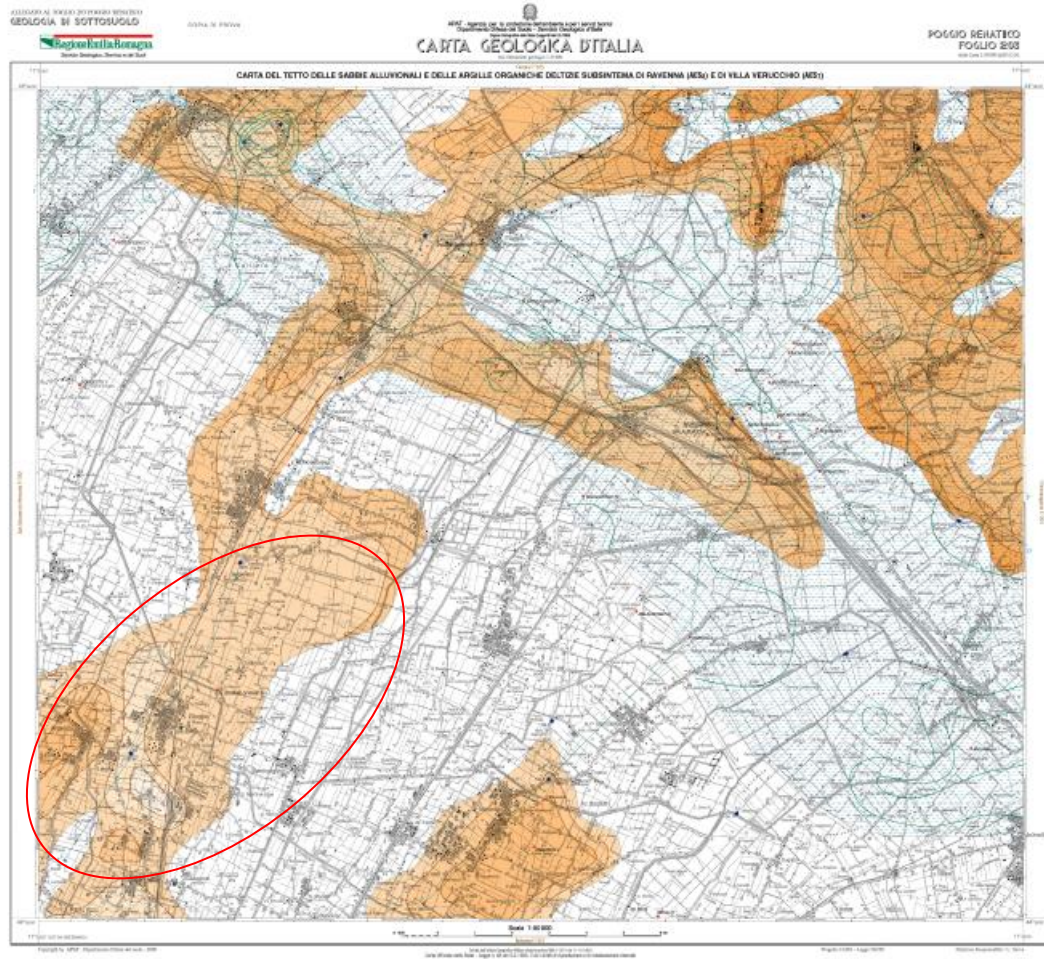
Isobate tetto gh in mt slm



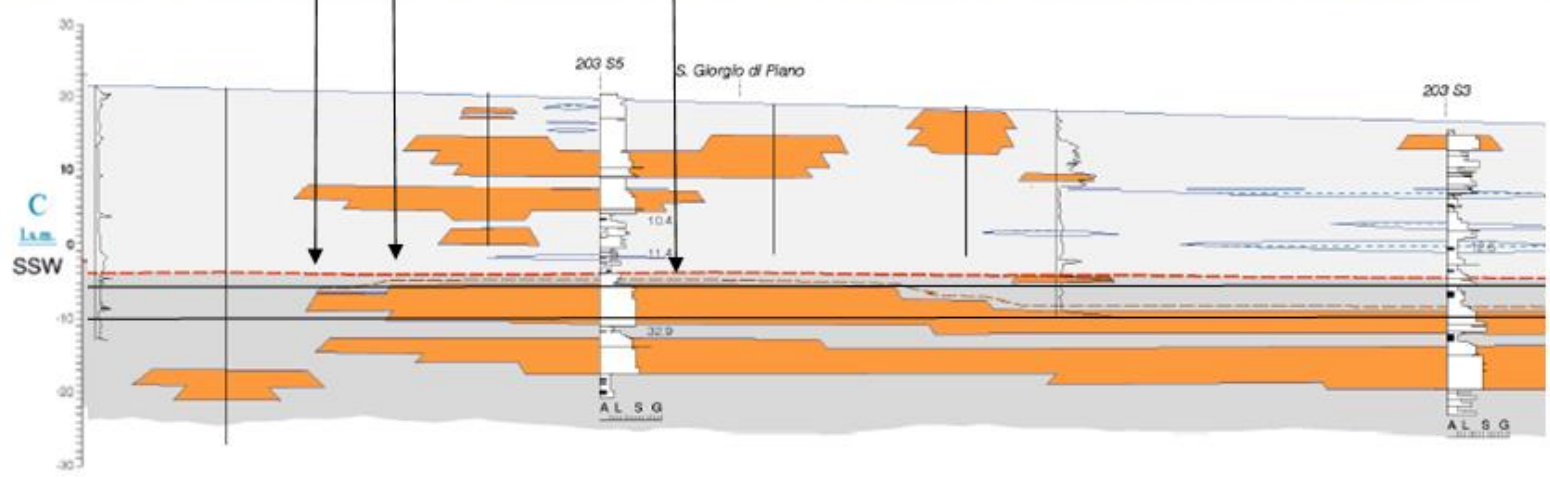
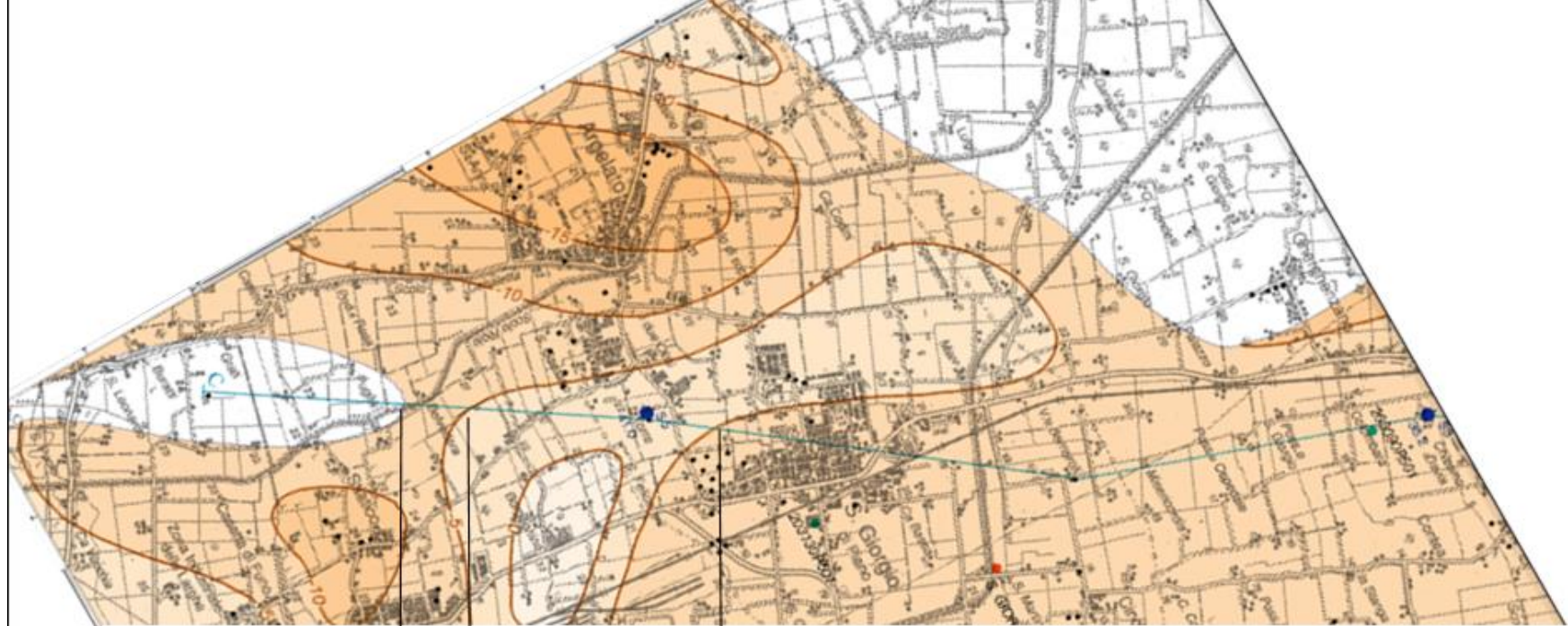


# TETTO DELLE SABBIE ALLUVIONALI E DELLE ARGILLE ORGANICHE DELTIZIE DEI SUBSISTEMI DI RAVENNA (AES8) E DI VILLA VERUCCHIO (AES7b)

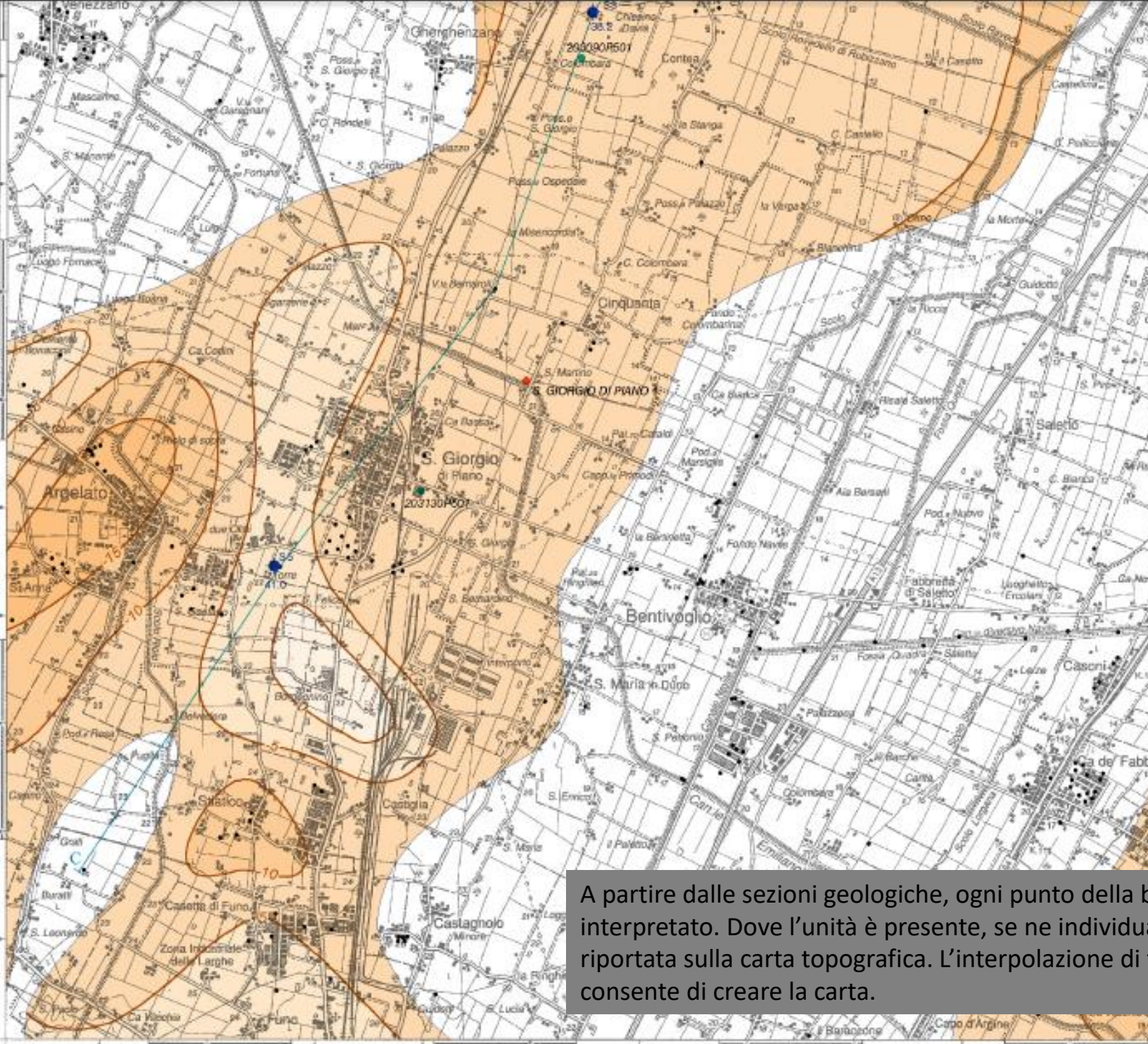
F203











A partire dalle sezioni geologiche, ogni punto della banca dati viene interpretato. Dove l'unità è presente, se ne individua la quota che viene riportata sulla carta topografica. L'interpolazione di tutte le quote consente di creare la carta.



### SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES<sub>8</sub>)

#### Argille e limi con sostanza organica di palude

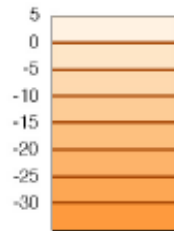
Argille e, in minor misura, limi variamente arricchiti in sostanza organica indecomposta in strati da sottilissimi a medi (raramente spessi) alternati ad argille, limi e, raramente, limi sabbiosi, in cui la sostanza organica è subordinata o assente. La presenza di sostanza organica indecomposta conferisce a questi depositi un colore grigio-nerastro e può essere presente in lamine millimetriche, come frammenti vegetali o essere diffusa nell'argilla. Talora sono presenti diffusi fenomeni di bioturbazione che hanno obliterato tutte le strutture sedimentarie interne. Spesso sono anche presenti resti di gasteropodi continentali diluiti nella matrice argillosa. Potente corpo di depositi palustri in un ambiente di piana deltizia non drenata e spessore massimo di 8 m.

**PLEISTOCENE SUP - OLOCENE** (c.a. 13.500 anni B.P. non calibrata - l'attuale)



— 10 —

Isobata del tetto delle argille e limi con sostanza organica di palude (in metri s.l.m.)



### SUBSINTEMA DI VILLA VERUCCHIO (AES<sub>7</sub>)

#### Sabbie di riempimento di canale e di rotta fluviale

Sabbie da molto grossolane a fini con matrice argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati e a geometria nastriforme complessa attribuibili alla porzione regressiva del subsistema. Depositi di riempimento di canale fluviale che formano dei corpi composti amalgamati tra loro, spessi fino a 13 metri di composizione petrografia riferibile prevalentemente al F. Reno.

**PLEISTOCENE SUP** (c.a. 120-130 ka e c.a. 18.000 anni B.P. non calibrata).

— 10 —

Isobata del tetto delle sabbie di riempimento di canale fluviale (in metri s.l.m.)



Indagine geognostica utilizzata per l'elaborazione del Foglio e delle sezioni geologiche (Banca dati RER)



Pozzi AGIP utilizzati per l'elaborazione del Foglio e delle sezioni geologiche



Altro sondaggio utilizzato per la realizzazione del Foglio



Sondaggio Progetto CARG (profondità in metri)

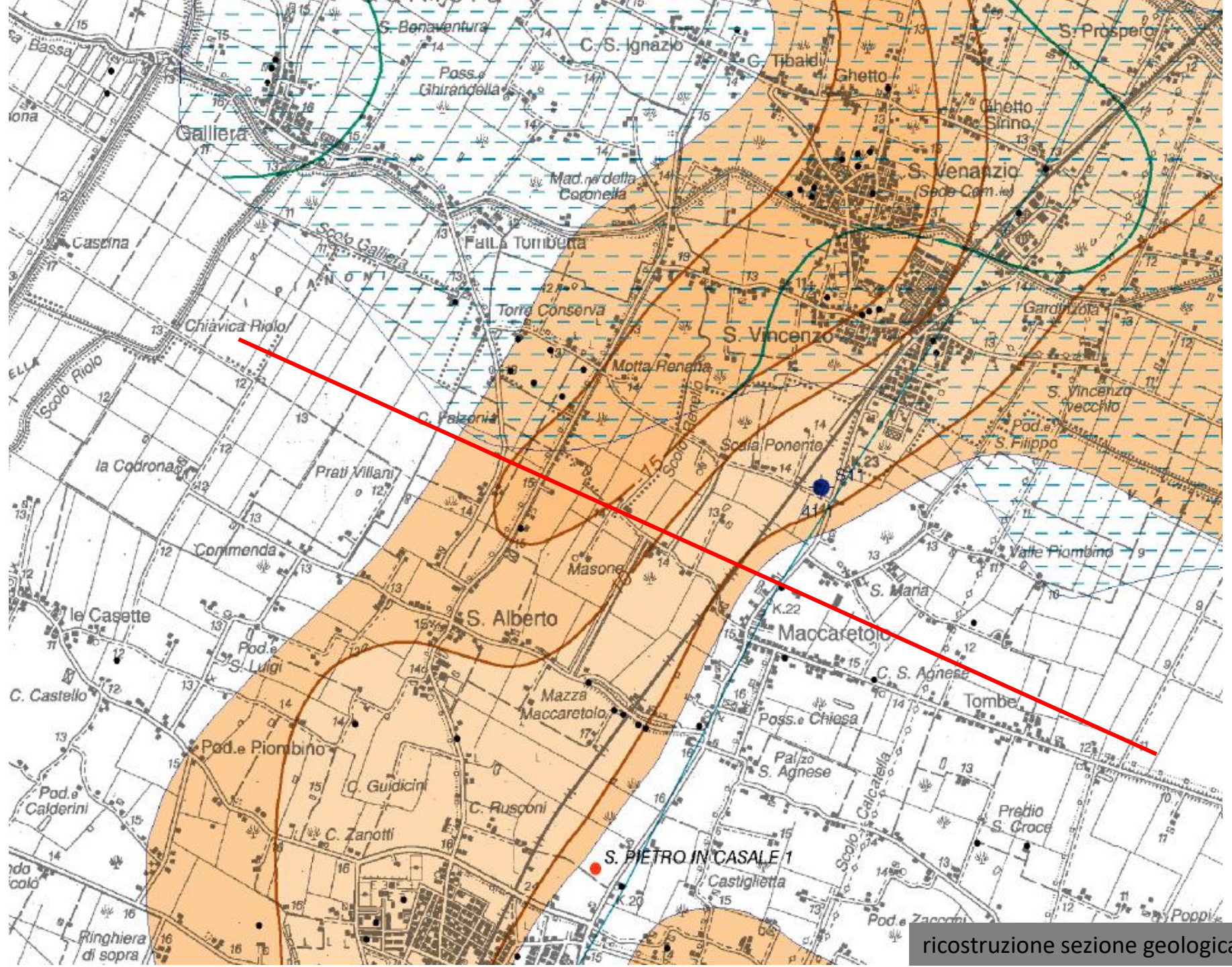


Traccia di sezione geologica superficiale



Traccia di sezione geologica profonda

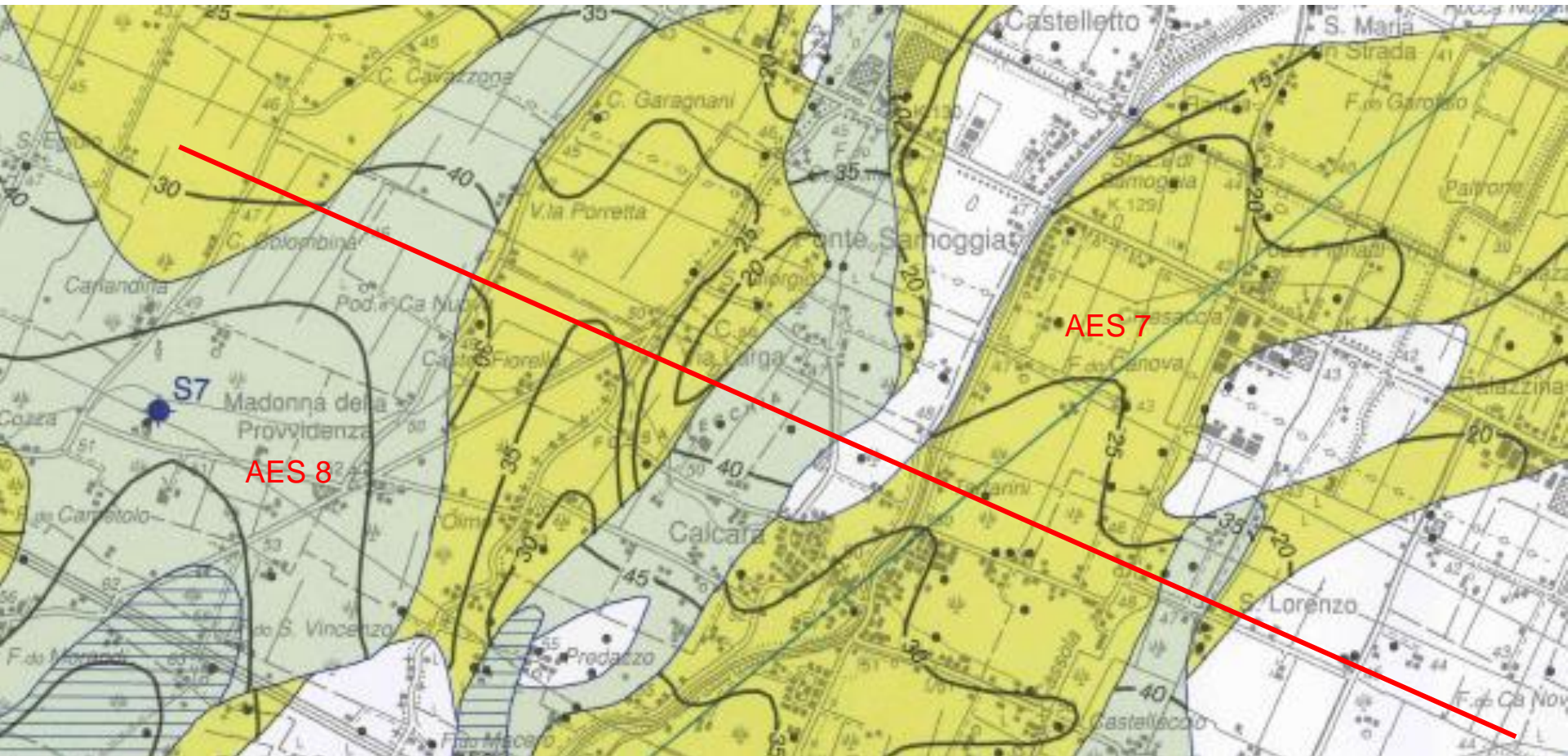




ricostruzione sezione geologica



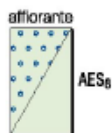
## CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE - SUBSINTEMI DI RAVENNA E VILLA VERUCCHIO



ricostruzione sezione geologica



## CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE



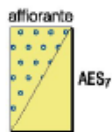
### Subsistema di Ravenna

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o più raramente argillosa in strati da spessi a molto spessi generalmente amalgamati. Intercalazioni di sabbia e argilla assenti o subordinate e sviluppate al tetto degli strati.

Spessore variabile da 2 m circa nelle zone intravallive a 20 m circa in pianura.

In questa carta non è stata distinta l'unità AES<sub>8a</sub>.

**PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE** (14 ka - attuale; datazione <sup>14</sup>C).



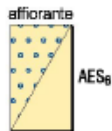
### Subsistema di Villa Verucchio

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o più raramente argillosa in strati da spessi a molto spessi generalmente amalgamati. Intercalazioni di sabbia e argilla assenti o subordinate e sviluppate al tetto degli strati.

Spessore variabile da 2 m circa nelle zone intravallive a 50 m circa in pianura.

In questa carta non sono state distinte le unità AES<sub>7a</sub> o AES<sub>7b</sub>.

**PLEISTOCENE SUP.**



### Subsistema di Bazzano

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o più raramente argillosa in strati da spessi a molto spessi generalmente amalgamati.

Le ghiaie di questa unità sono state cartografate esclusivamente in una cava poco a nord di Bazzano dove affiorano direttamente su fondo della cava stessa.

**PLEISTOCENE MEDIO**



### Depositi alluvionali in evoluzione

Ghiaie e sabbie prevalenti, localmente materiale fine.



Unità geologiche indifferenziate più vecchie di AES<sub>7</sub>.



Aree di pianura prive di ghiaie riferibili ad AES<sub>8</sub> e AES<sub>7</sub>.

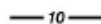


Area di amalgamazione tra le ghiaie basali di AES<sub>8</sub> e le ghiaie sommitali di AES<sub>7</sub>.

Il limite a monte della zona di amalgamazione è posto dove le ghiaie di AES<sub>8</sub> poggiano direttamente sopra il substrato marino.



Aree intravallive con tetto delle ghiaie variabile da 1 a 4 m circa dal piano di campagna.



Isobate riferite al livello del mare del tetto delle ghiaie.



Sondaggi eseguiti nell'ambito del Progetto CARG.



Dati geognostici utilizzati per la realizzazione della carta.



Traccia di sezione geologica.



# Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna



In RIS (Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna) viene presentata una stratigrafia per il quaternario del sottosuolo padano.

La stratigrafia proposta riprende le unità quaternarie continentali introdotte nel CARG, che sono state individuate nel sottosuolo attraverso correlazioni geometriche con le porzioni affioranti.

Lo studio del sottosuolo viene effettuato con metodi tipici della ricerca mineraria : analisi di linee sismiche e di pozzi (per idrocarburi per acqua).

Le unità individuate vengono mappate con isobate ed isopache.



Inquadramento geologico-stratigrafico e idrostratigrafico dell'area di studio.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE							
AFFIORANTI			SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO						
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	AES8	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITA' DI BORGO PANIGALE	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A0					
			AES7						AES	A1				
			AES6							A2				
			AES5							A3				
			AES4							A4				
DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLMATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	ORIZZONTE DI FOSSOLO	~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1						
DILUVIUM p.p.								AES	AES	AES	AES	AES	AES	B2
														B3
														B4
														C1
MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	~0.65	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C2						
IMO								SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	C3					
IMO								SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	C4					
								SINTEMA QUATERNARIO MARINO 2	C5					
QUATERNARIO MARINO					~0.8	0.89								
					~1.0	1.72								
					~2.2	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE								
P <sub>2</sub>	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.		SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE		~3.3-3.6	3.55								
				PLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~3.9	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE								
							ACQUITARDO BASALE							



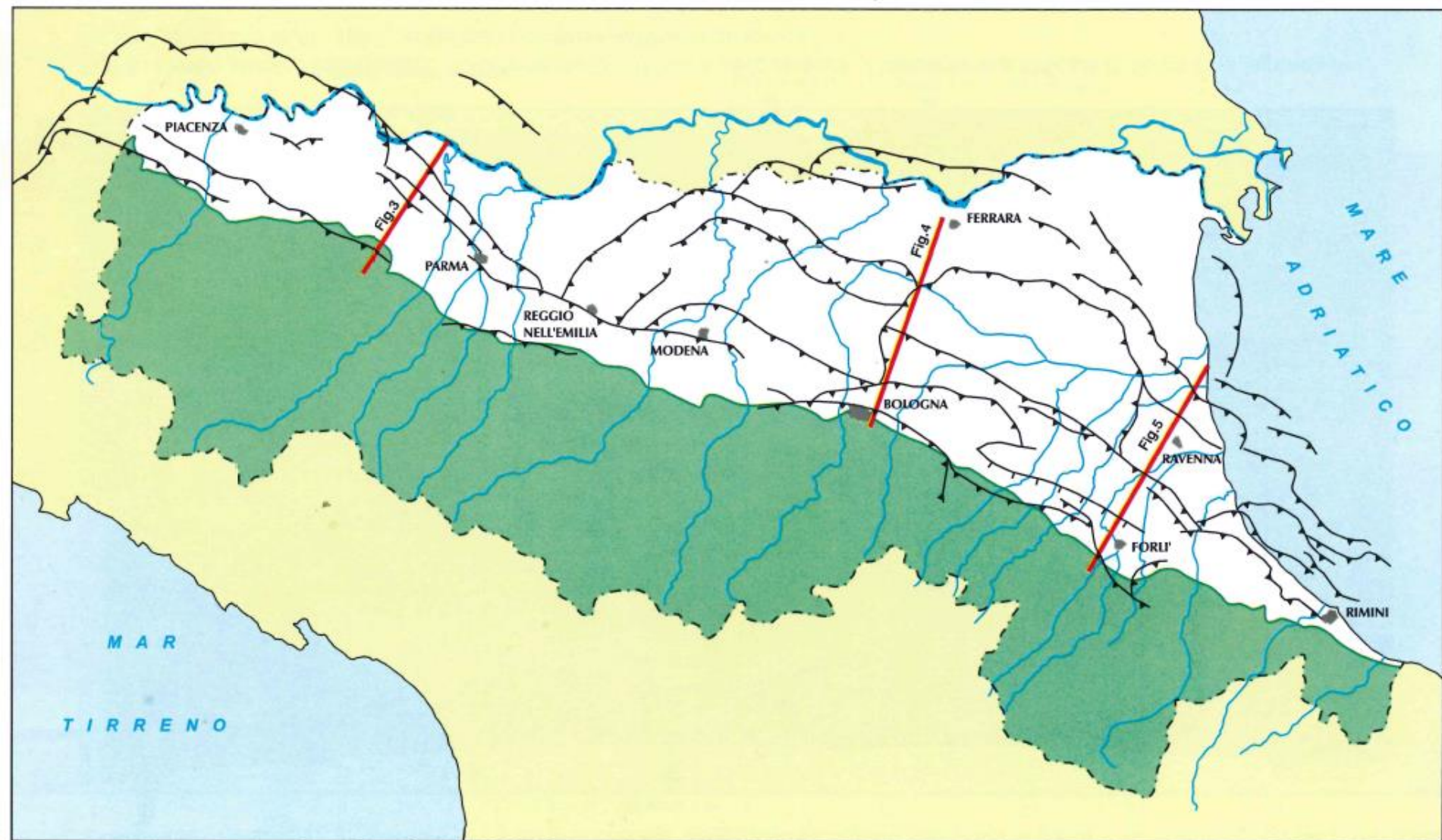


Fig. 2 - Area di studio (in bianco) con le principali strutture sepolte dell'Appennino Settentrionale (da PIERI & GROPPi, 1981, modificata).





sinclinale

anticlinale

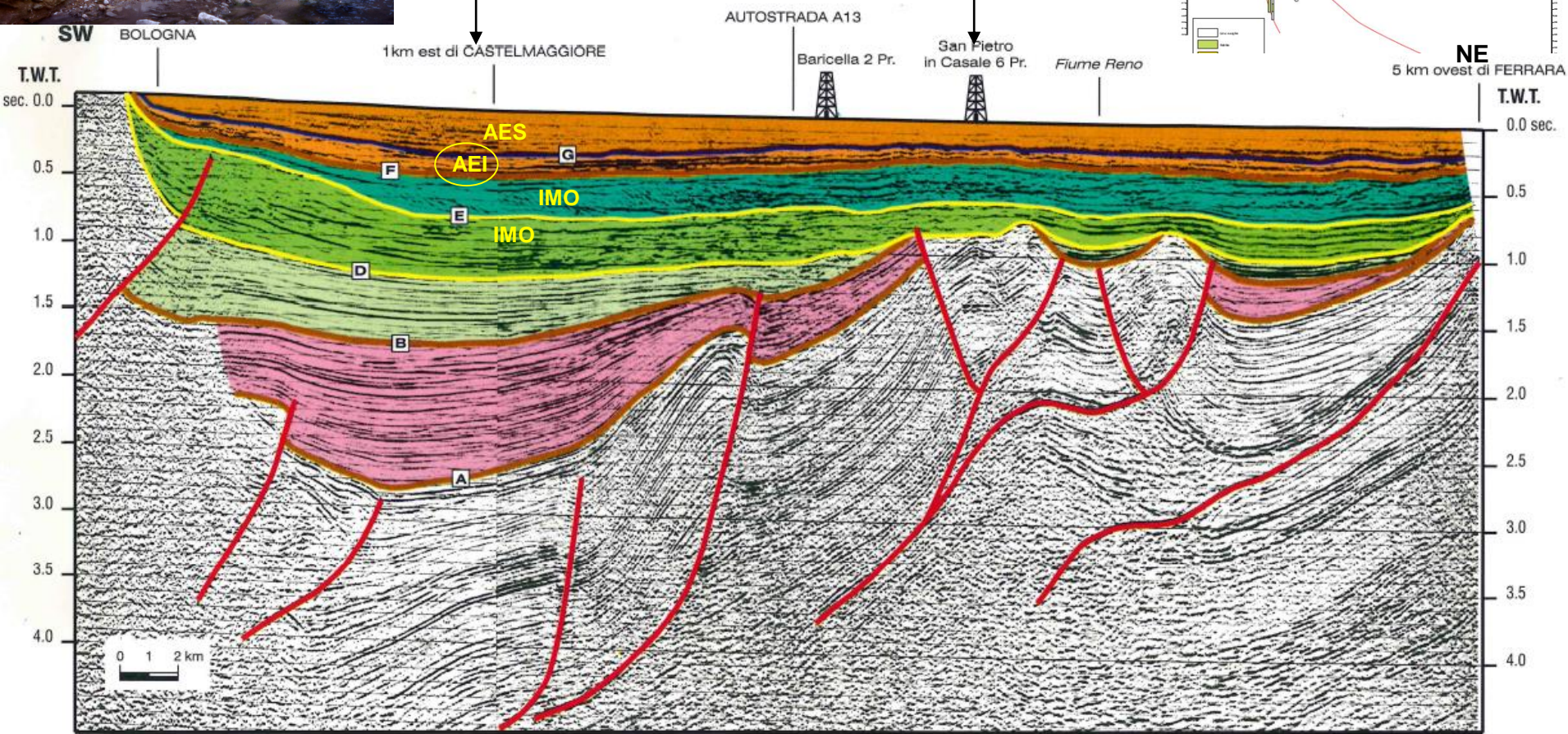
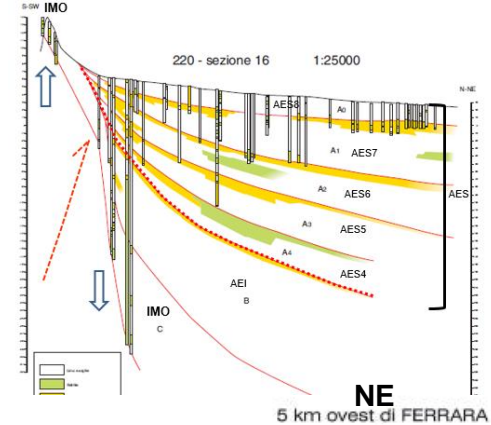


Fig. 4 - Profilo sismico interpretato. Il Sintema Qm2 è stato accorpato al Qm1. L'ubicazione è indicata in figura 2, la legenda in figura 6 (cortesia AGIP).

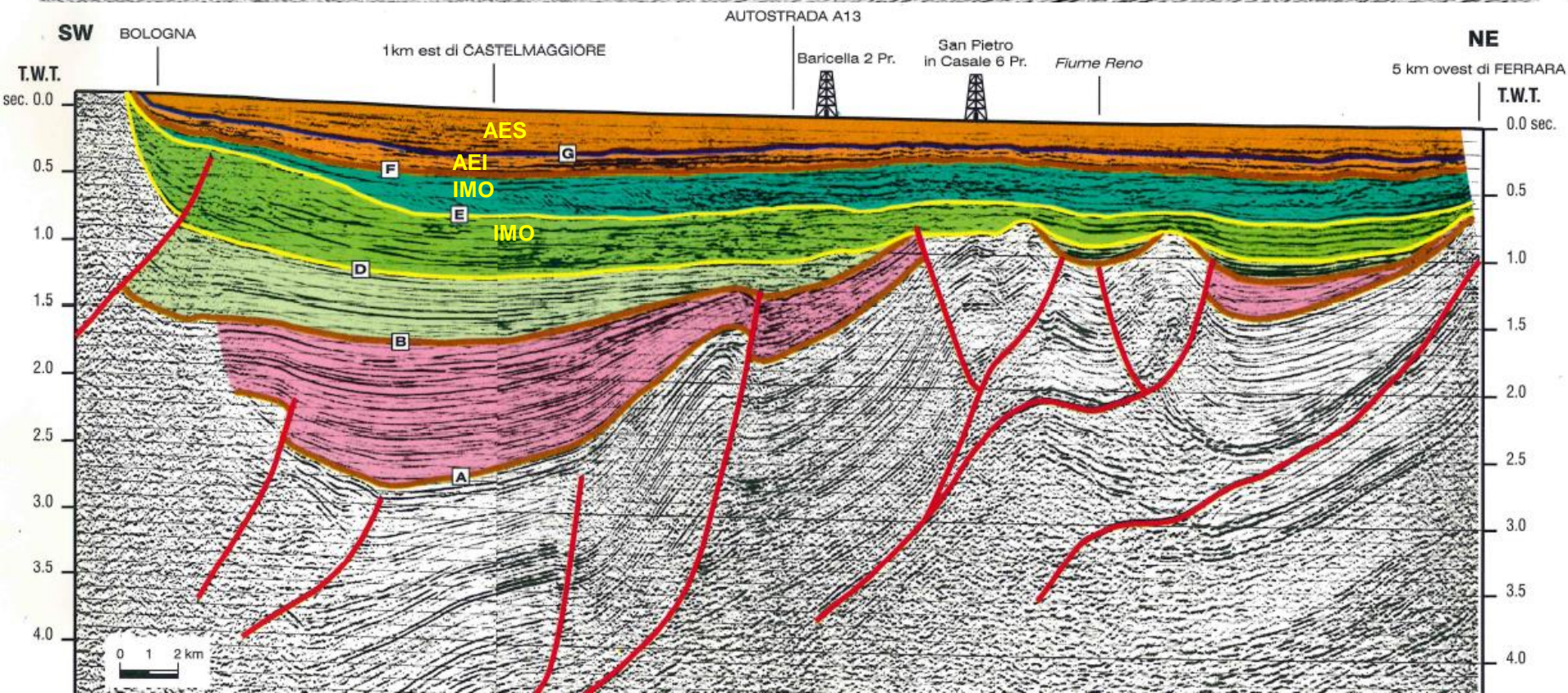
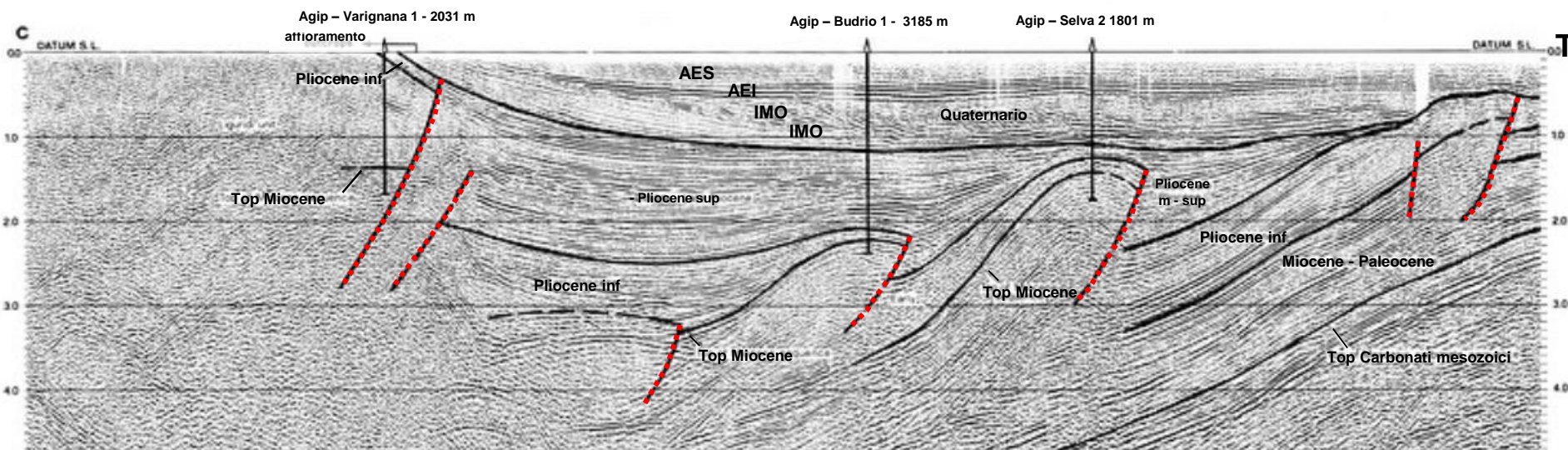




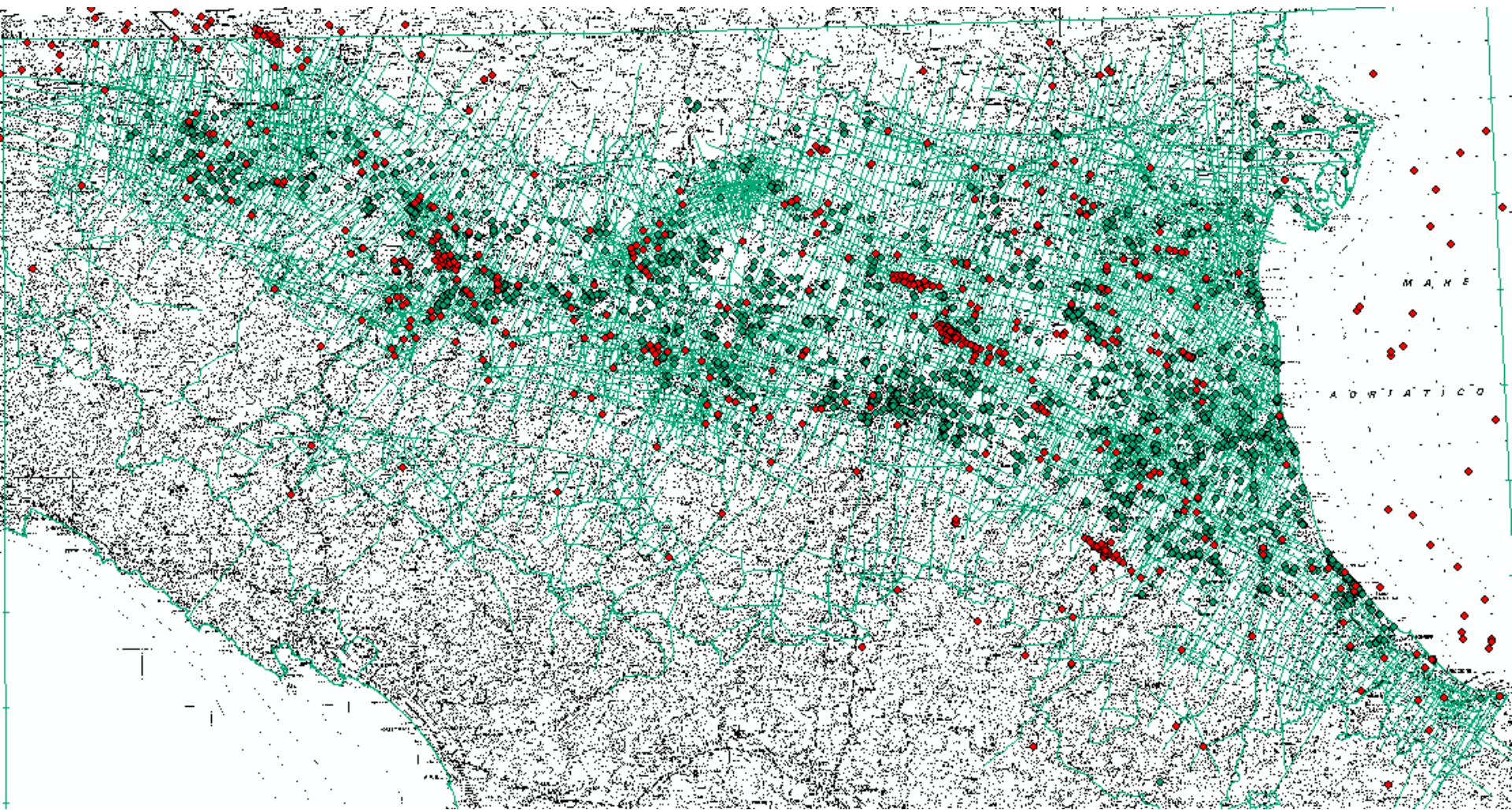
# Appennino

# Pieghe romagnole

# Pieghe ferraresi





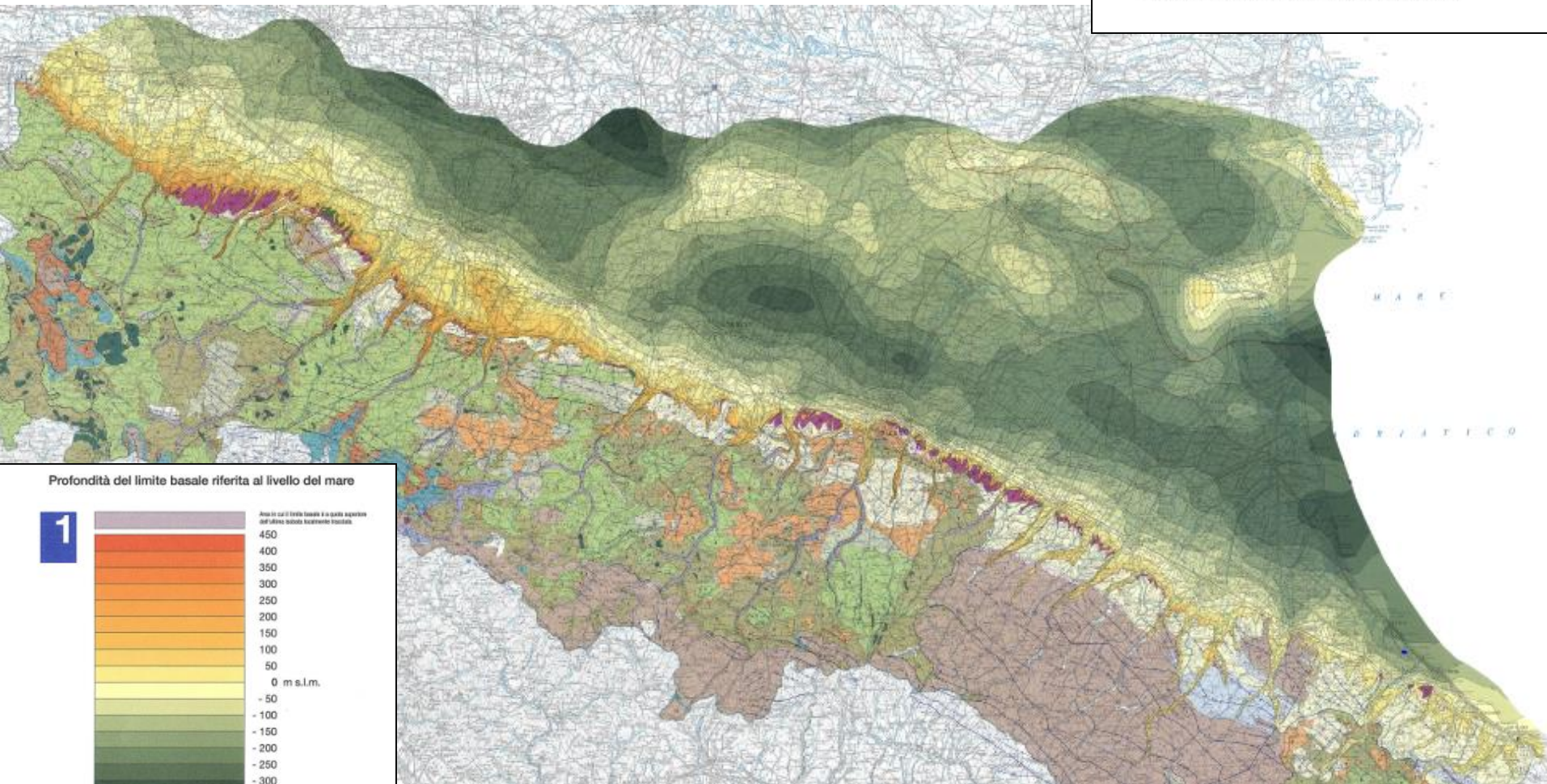


i limiti tra IMO – AEI (base di AEI) e tra AEI - AES (base di AES) vengono riconosciuti e seguiti nelle linee sismiche ENI (linee verdi), nei pozzi ENI (punti rossi) e nei pozzi per acqua più profondi (punti verdi). E' così possibile mappare la base di queste unità



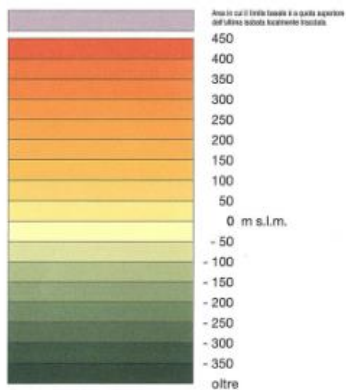
## GRUPPO ACQUIFERO "A" (AES)

- profondità del limite basale
- profondità dell'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra



Profondità del limite basale riferita al livello del mare

1



Limite verso monte del GRUPPO ACQUIFERO

- affiorante
- interpolato nel sottosuolo

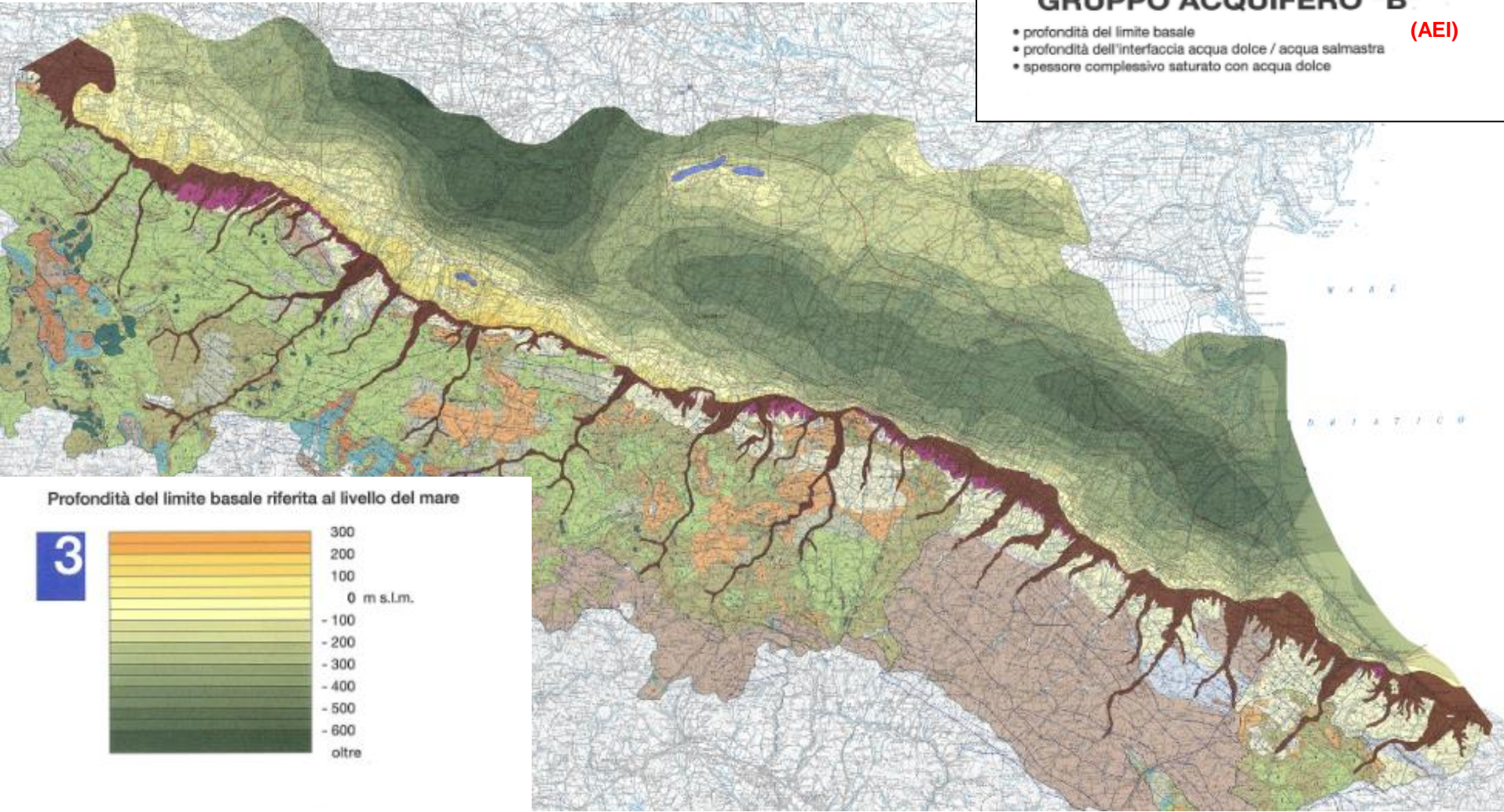
- Limite dell'area dove il GRUPPO ACQUIFERO è saturo d'acqua dolce e poggia su un acquifero regionale. Dalla parte dei trattini rossi le isobate definiscono l'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra.



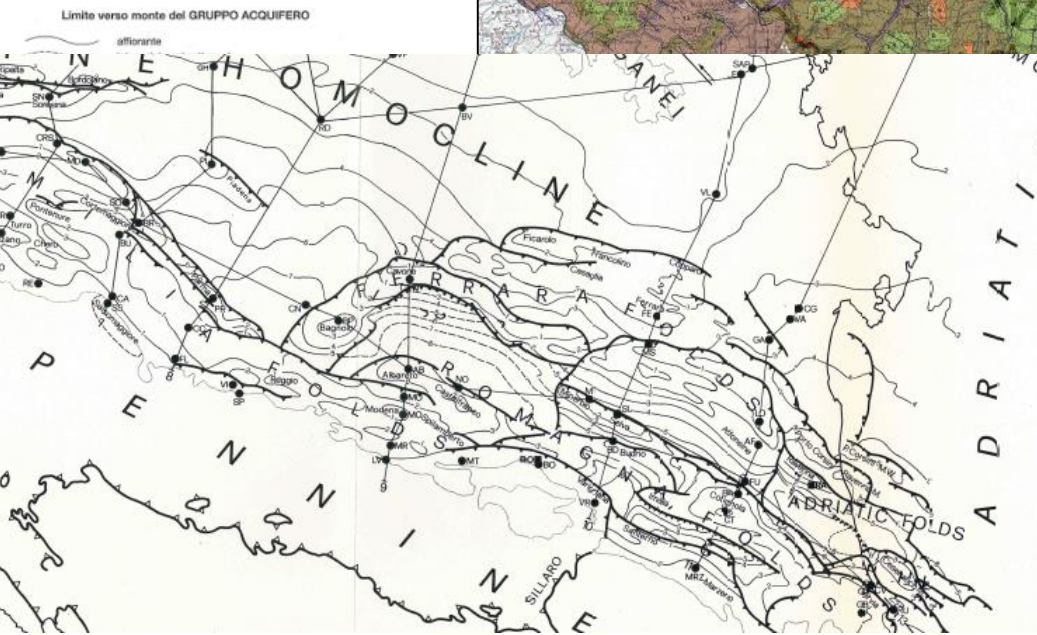
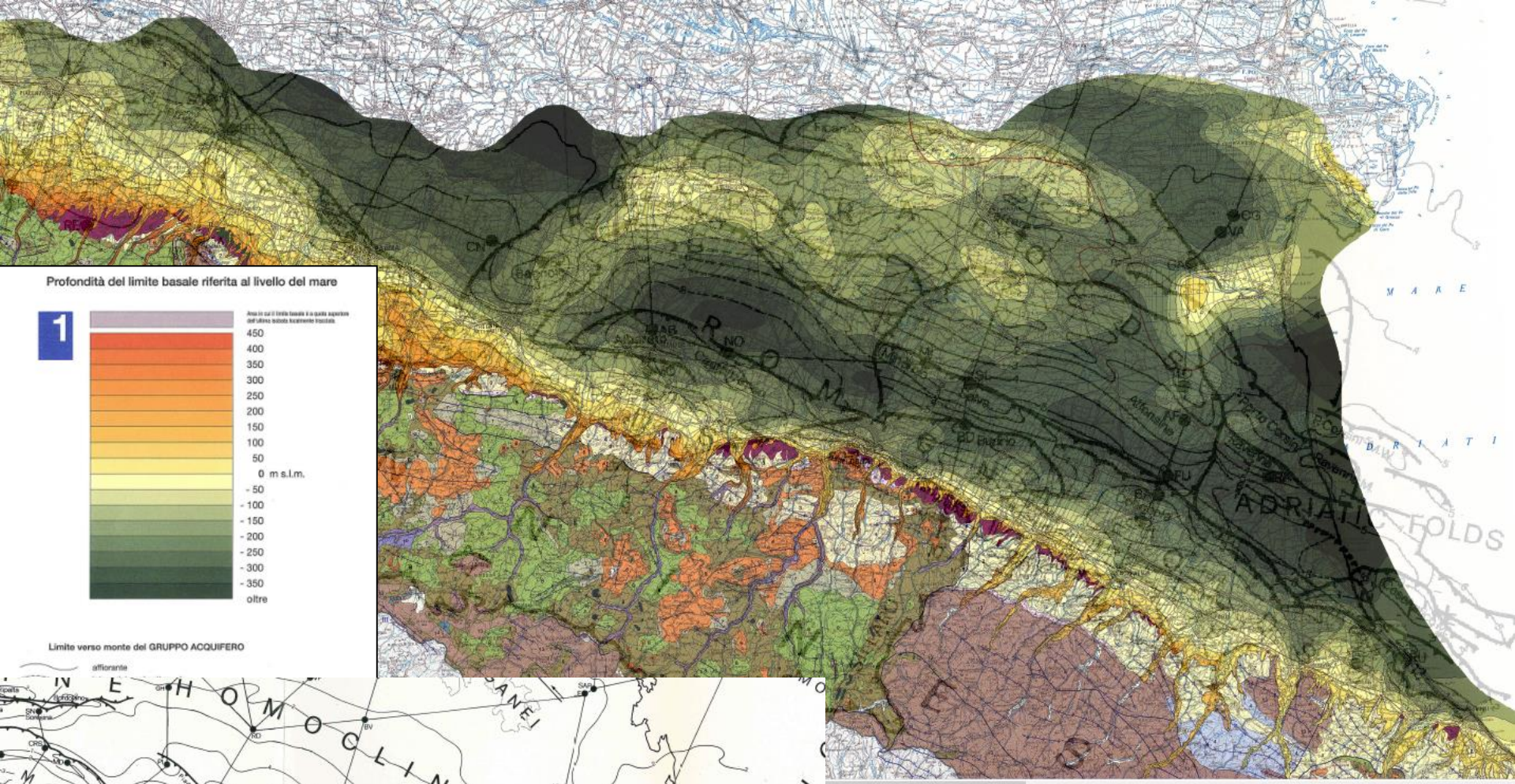
## GRUPPO ACQUIFERO "B"

- profondità del limite basale
- profondità dell'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra
- spessore complessivo saturato con acqua dolce

(AEI)







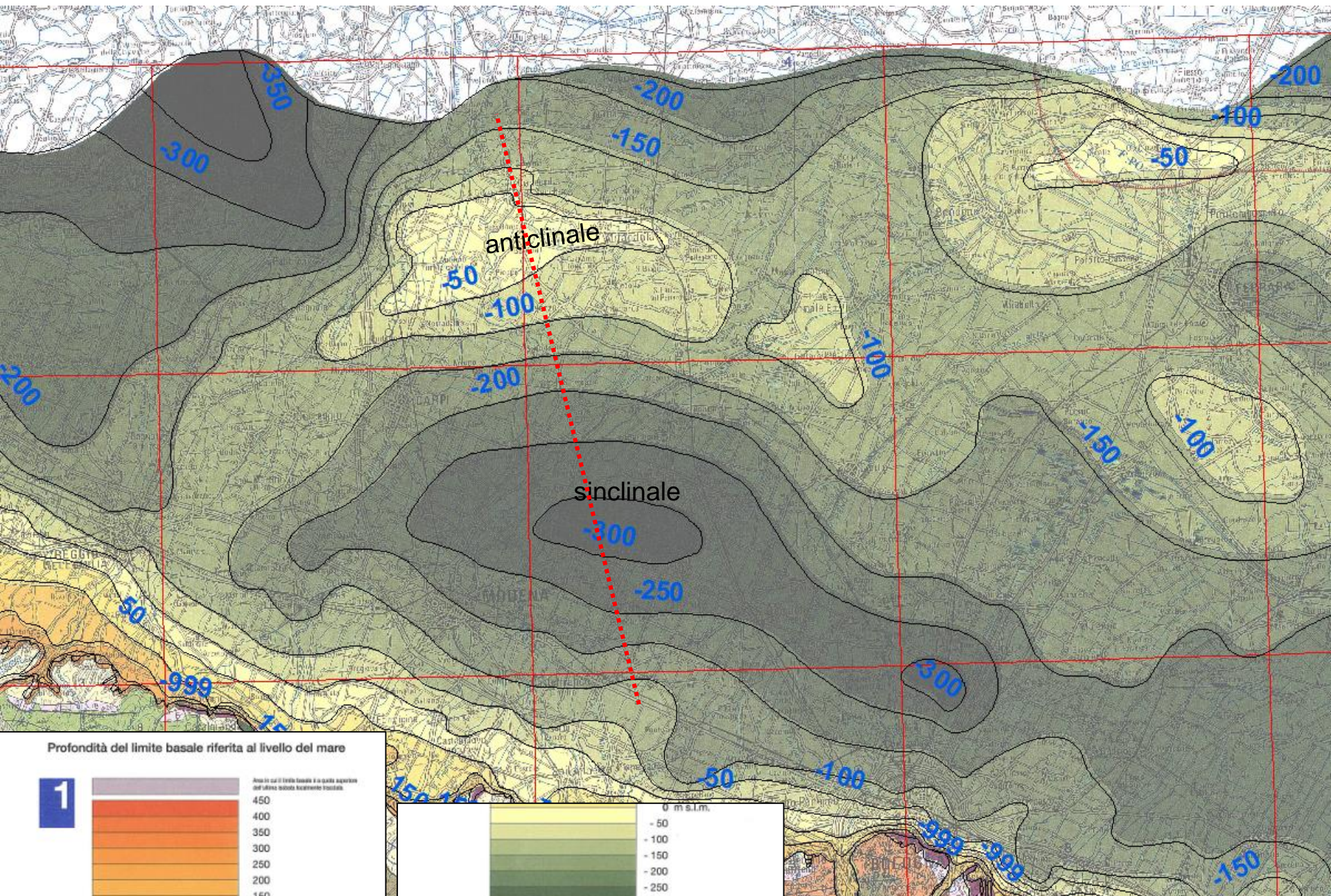



RISERVE IDRICHE SOTTERRANEE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

**GRUPPO ACQUIFERO "A" (AES)**

- profondità del limite basale
- profondità dell'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra



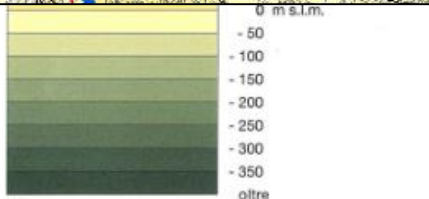


Profondità del limite basale riferita al livello del mare

1

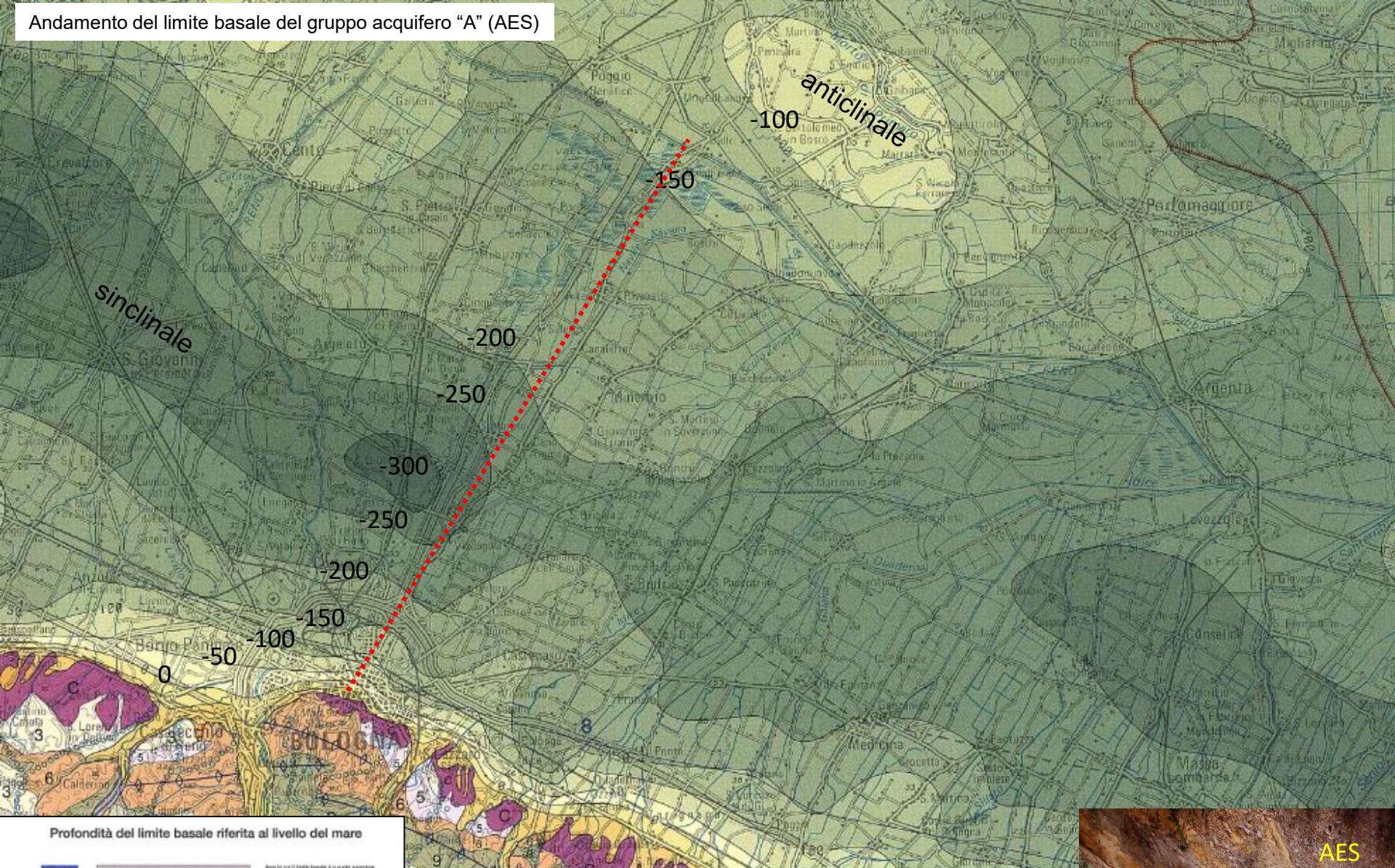


Area in cui il limite basale è a quota superiore  
dell'altitudine attuale localmente trascata

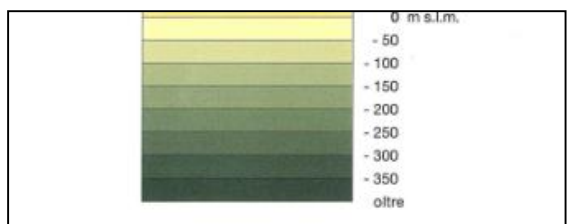




Andamento del limite basale del gruppo acquifero "A" (AES)



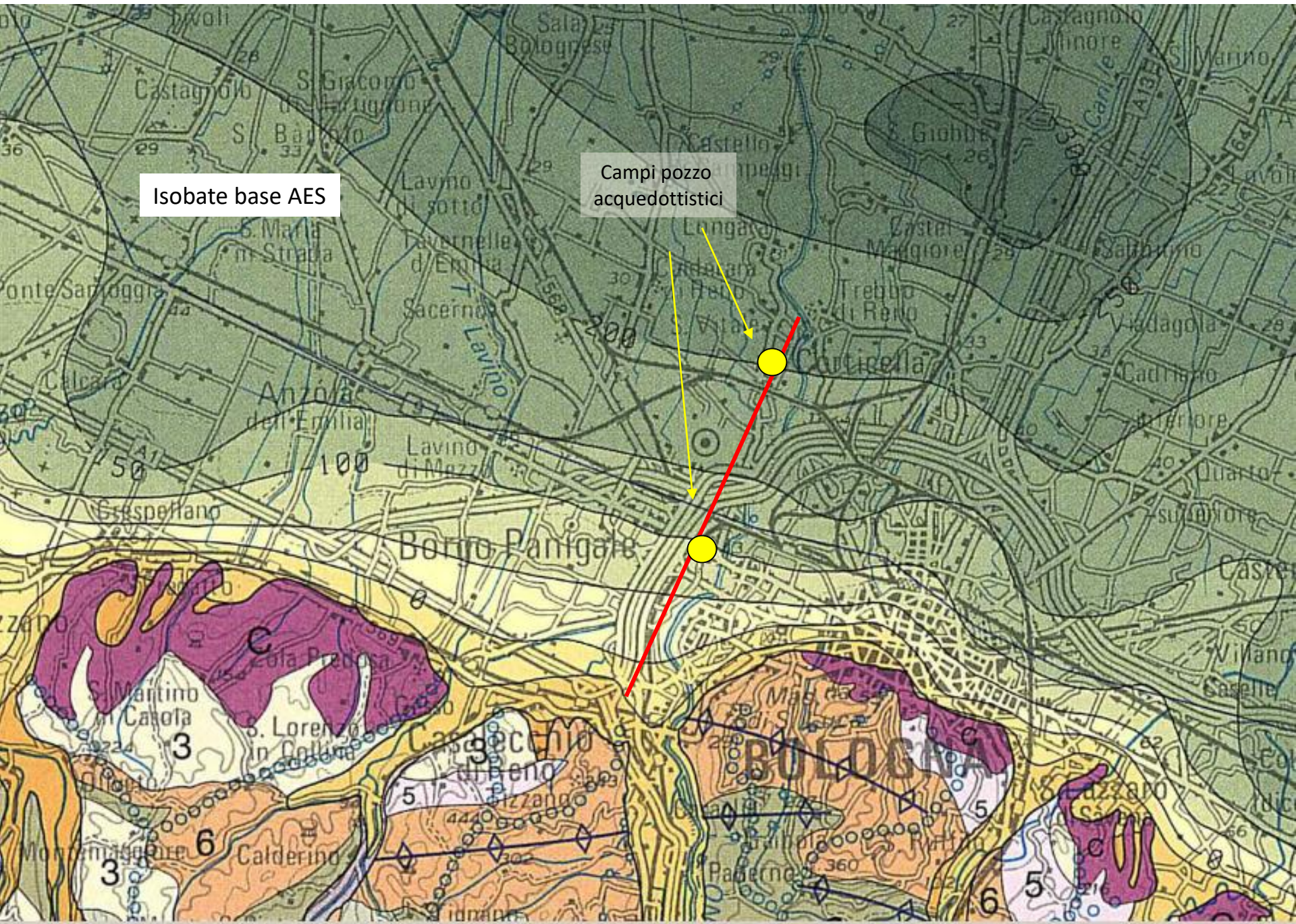
Profondità del limite basale riferita al livello del mare



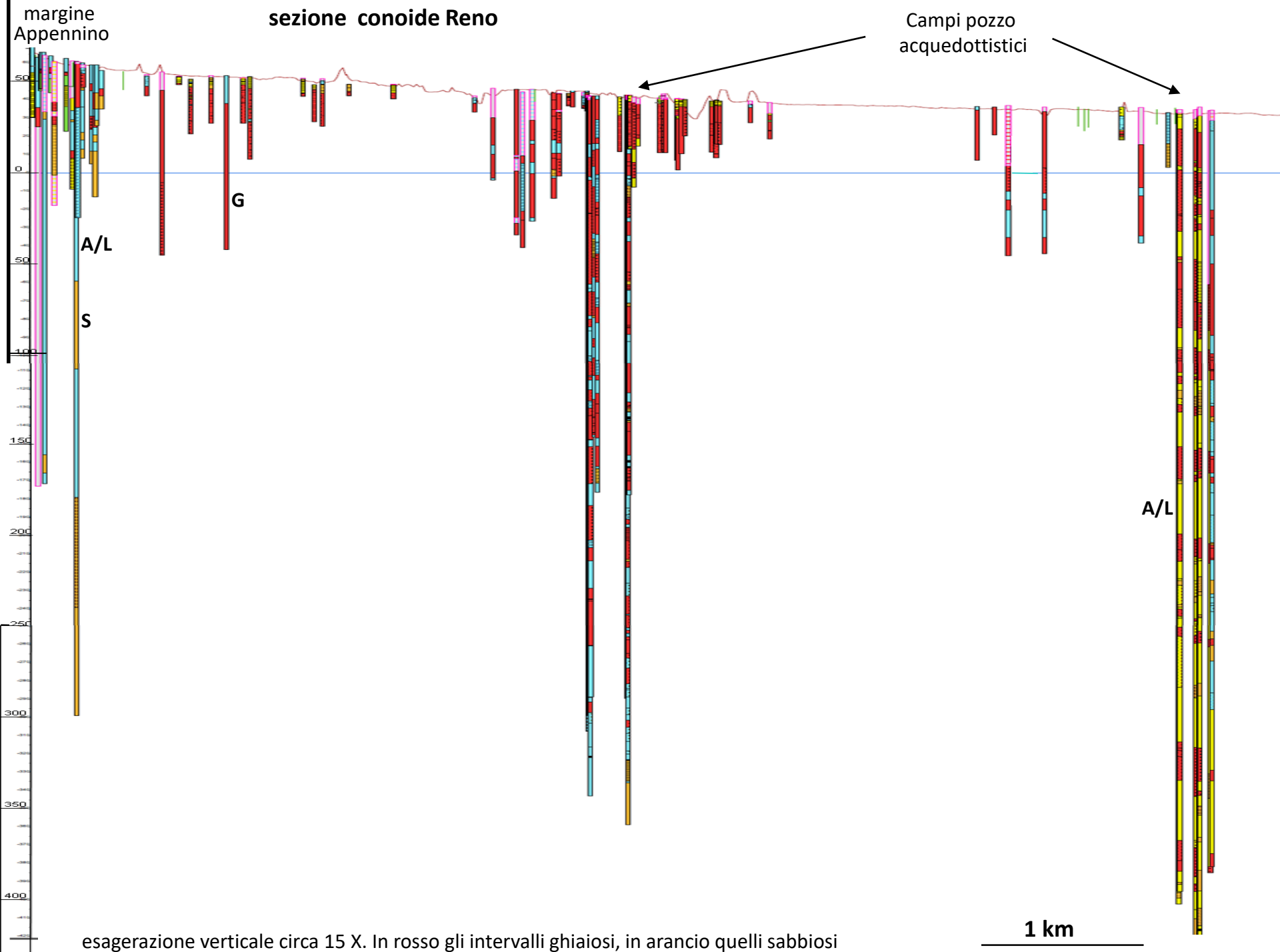


Isobate base AES

Campi pozzo  
acquedottistici

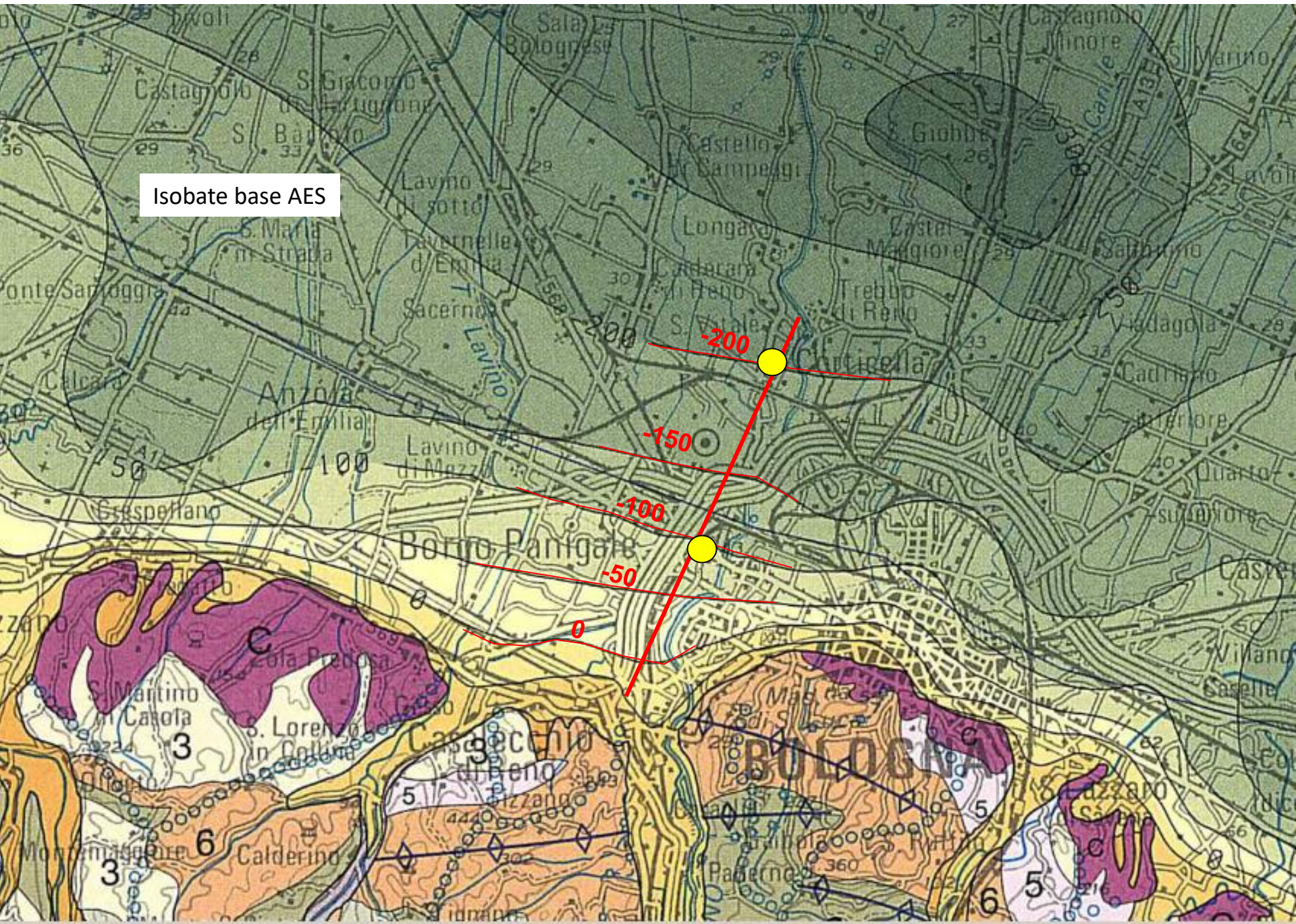






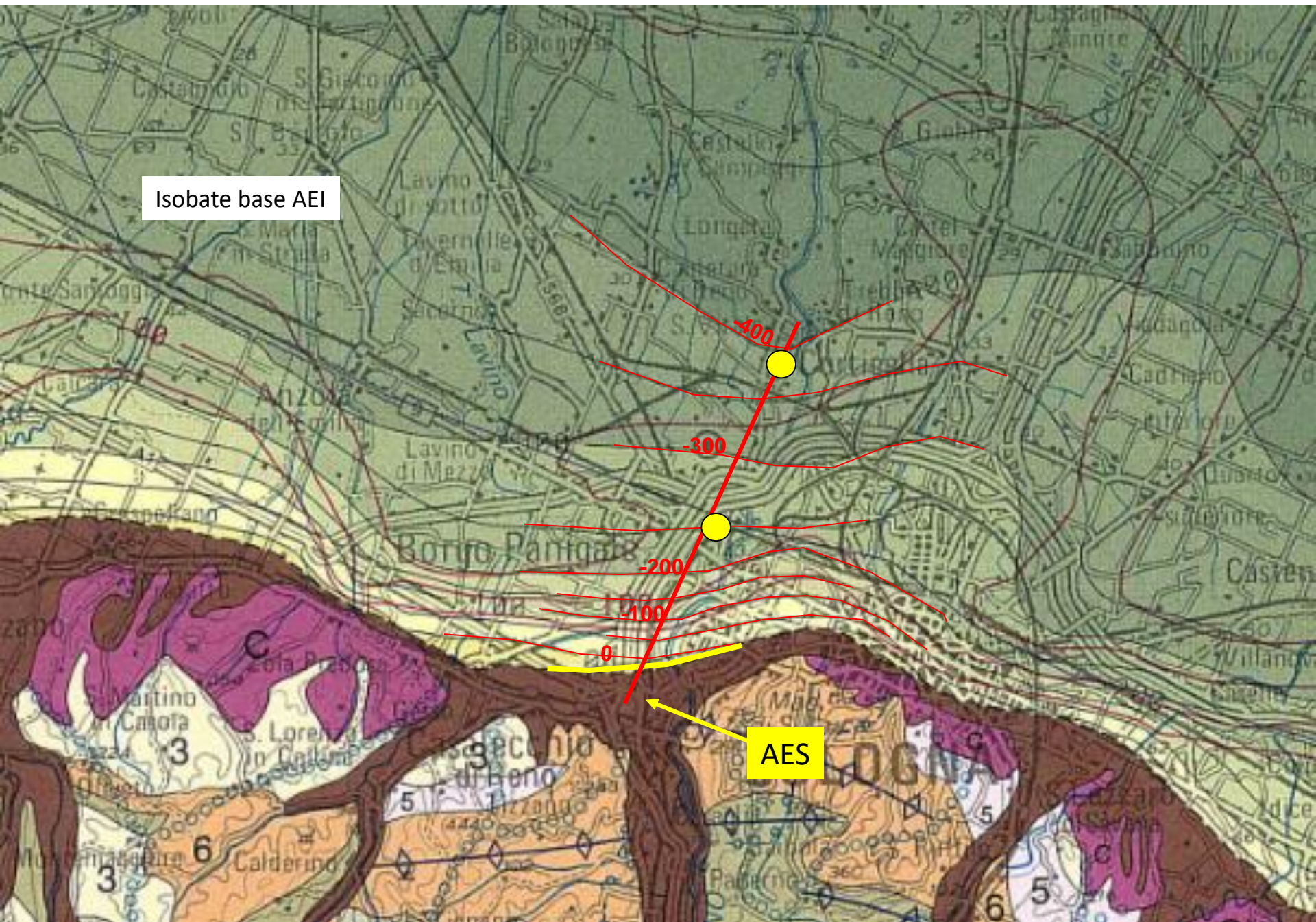


Isobate base AES



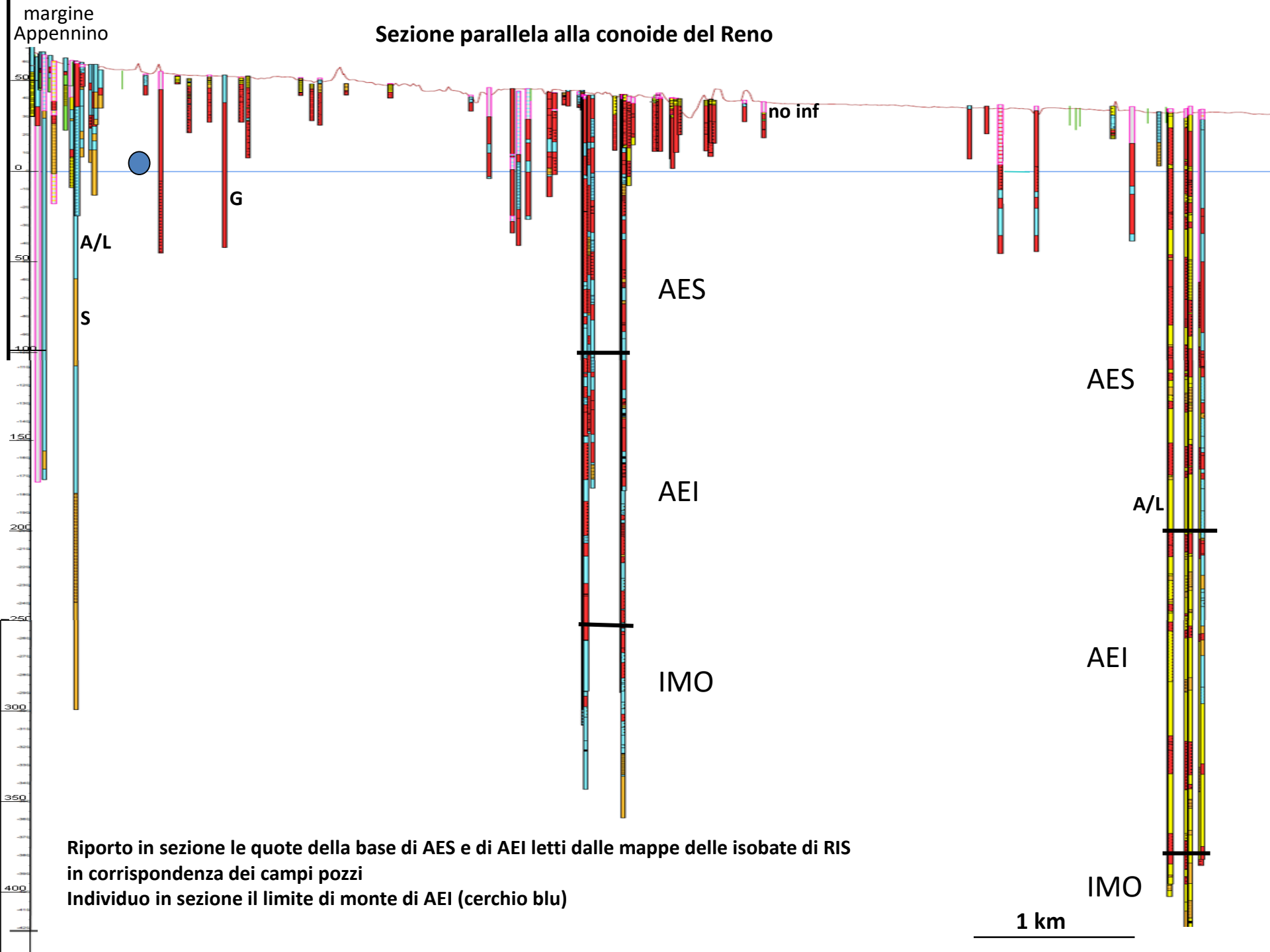


Isobate base AEI

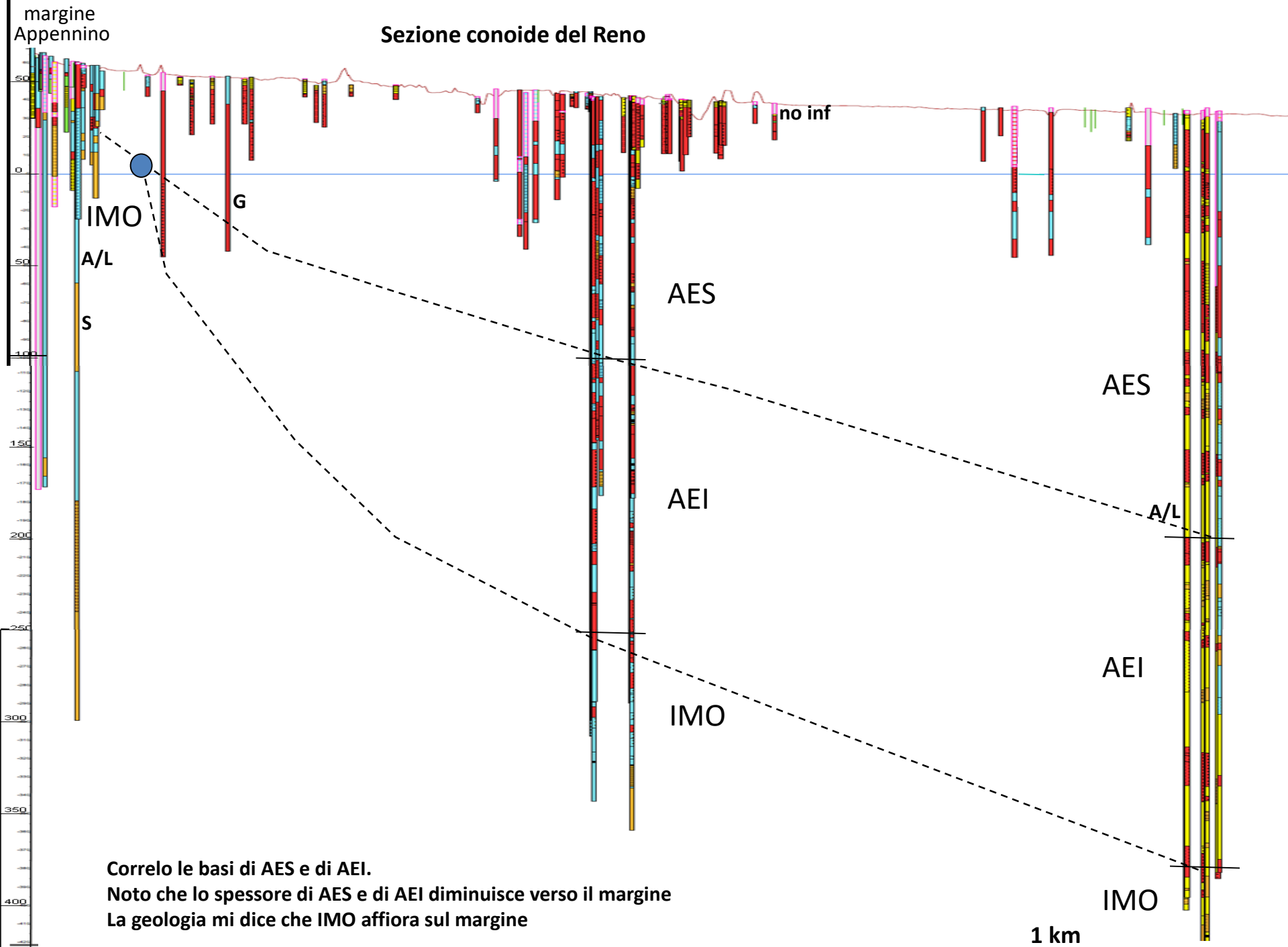


AES









**Sezione conoide del Reno**

marginie  
Appennino

no inf

IMO  
A/L  
S

G

AES

AES

AEI

A/L

IMO

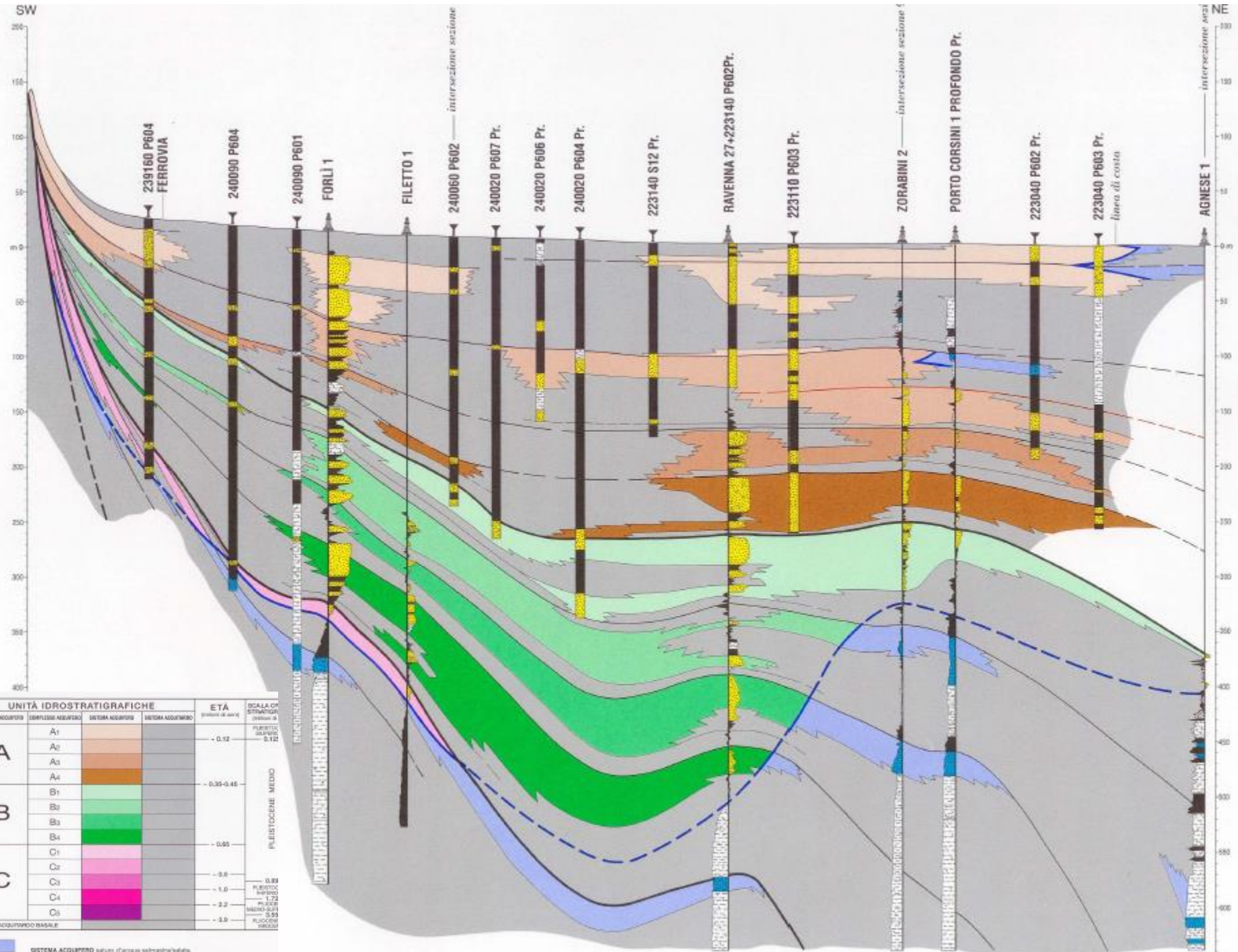
AEI

IMO

Correlo le basi di AES e di AEI.  
 Noto che lo spessore di AES e di AEI diminuisce verso il margine  
 La geologia mi dice che IMO affiora sul margine

1 km





UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				ETA (anni di anni)	SCALA DI STRATIGRAFIA (dati di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	EMPIESE ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO		
A	A <sub>1</sub>			- 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE S.12
	A <sub>2</sub>				
	A <sub>3</sub>				
	A <sub>4</sub>				
B	B <sub>1</sub>			- 0.30-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B <sub>2</sub>				
	B <sub>3</sub>				
	B <sub>4</sub>				
C	C <sub>1</sub>			- 0.60	PLEISTOCENE INFERIORE S.11 S.10 S.9 S.8 S.7 S.6 S.5 S.4 S.3 S.2 S.1
	C <sub>2</sub>				
	C <sub>3</sub>				
	C <sub>4</sub>				
	C <sub>5</sub>			- 1.0	
ACQUIFERO BASALE				- 1.0	

SISTEMA ACQUIFERO saturo d'acqua subaerea/salata



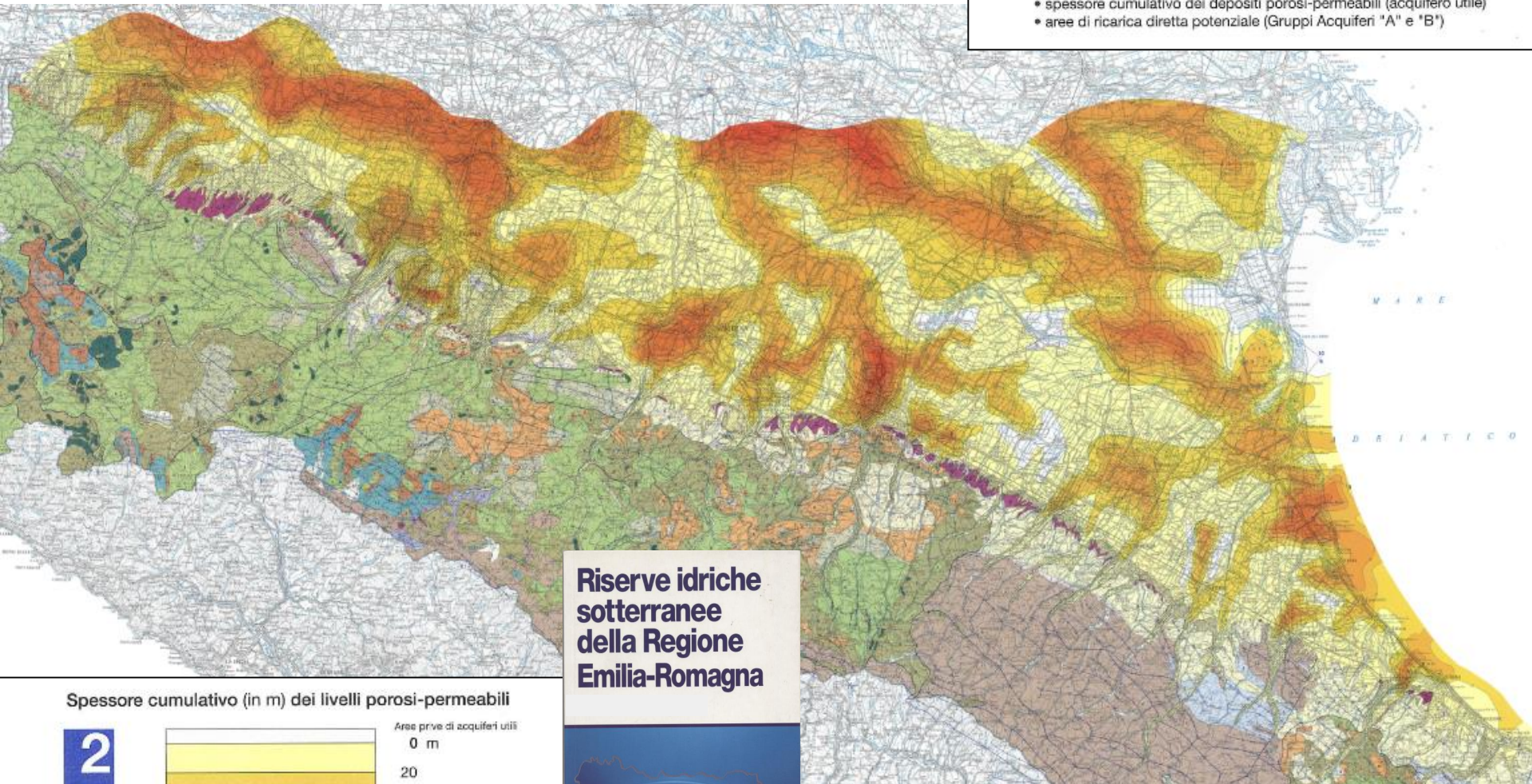




RISERVE IDRICHE SOTTERRANEE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

**GRUPPO ACQUIFERO "A"**

- spessore cumulativo dei depositi porosi-permeabili (acquifero utile)
- aree di ricarica diretta potenziale (Gruppi Acquiferi "A" e "B")



**Riserve idriche  
sotterranee  
della Regione  
Emilia-Romagna**

Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili

2



Aree prive di acquiferi utili

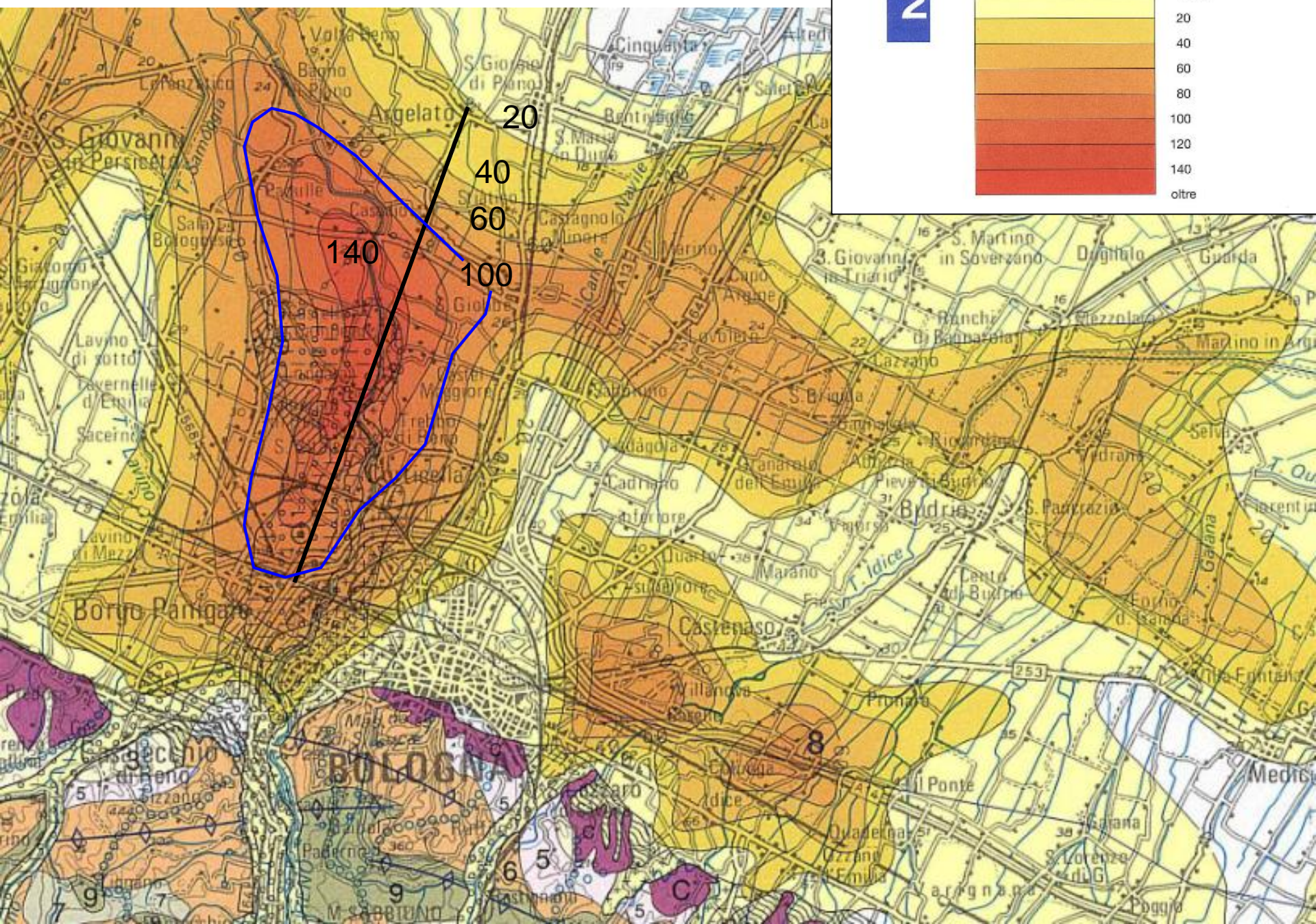
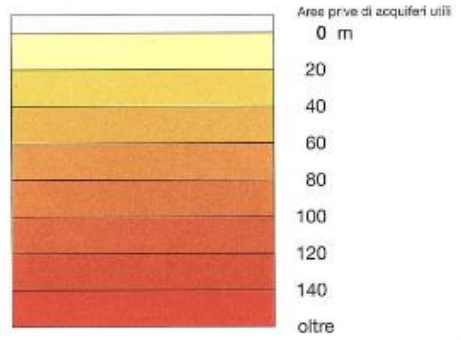
0 m





Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili

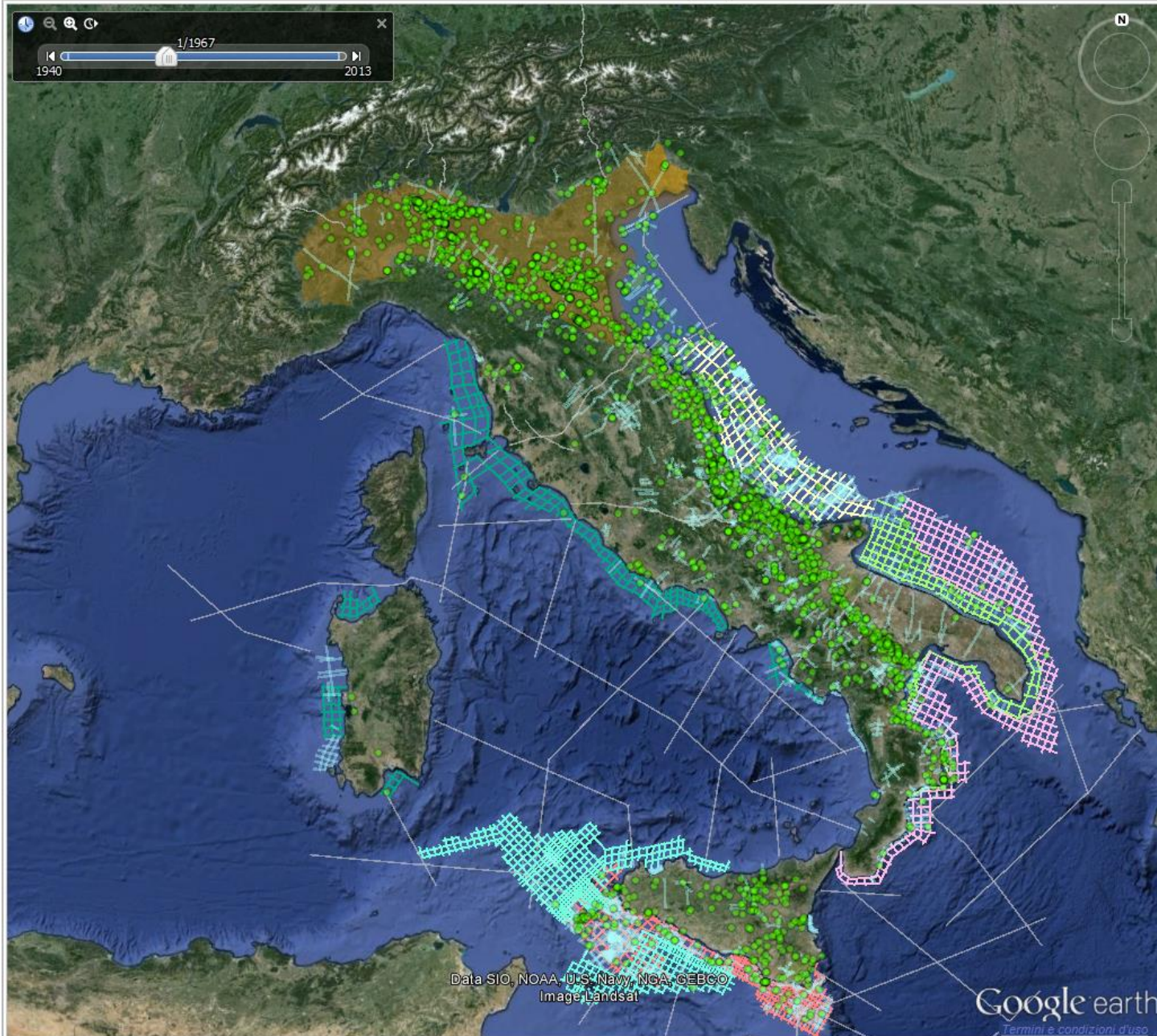
2











## Progetto ViDEPI Livelli

### Sismica riconoscitiva

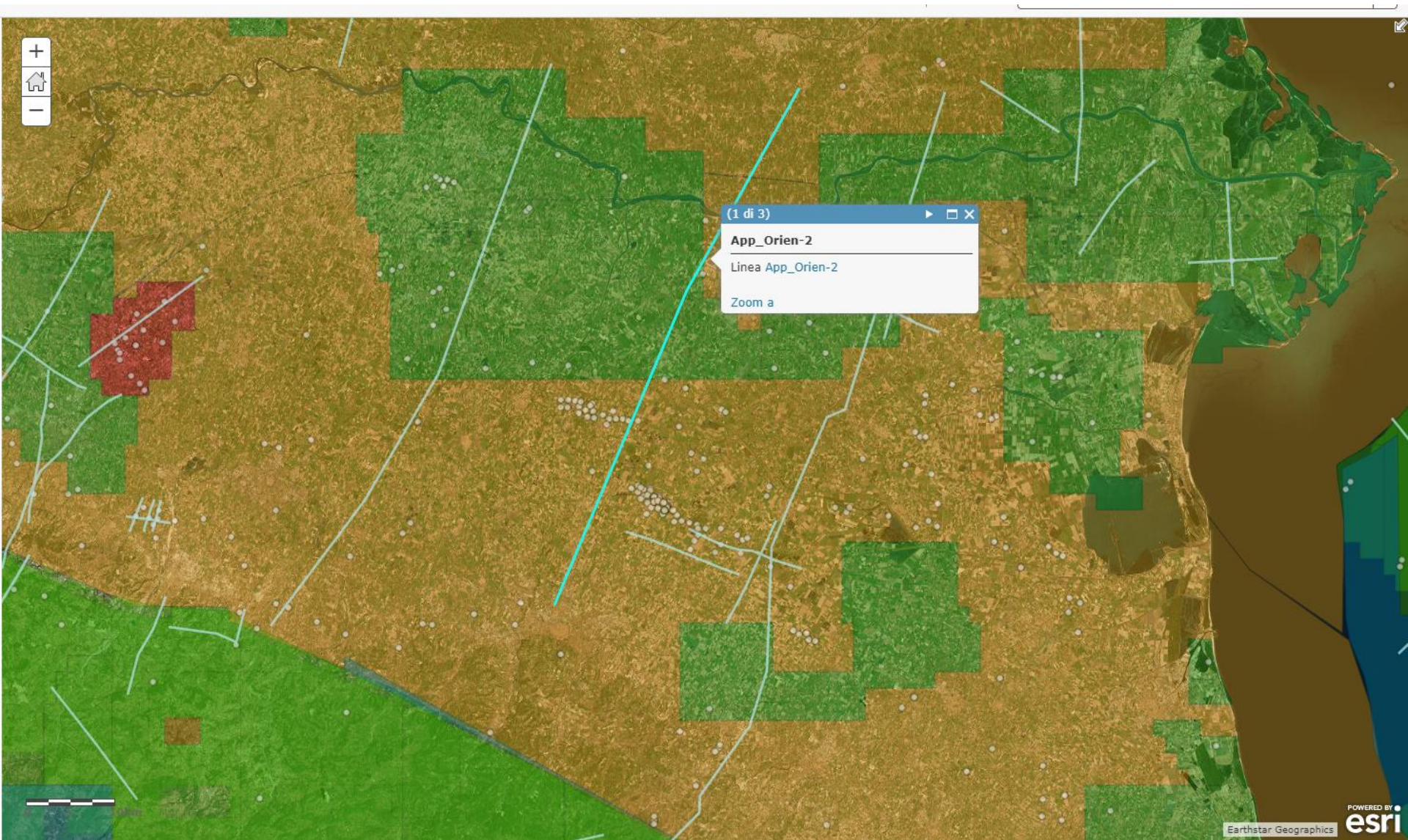
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F
- Zona G

### Titoli minerari cessati

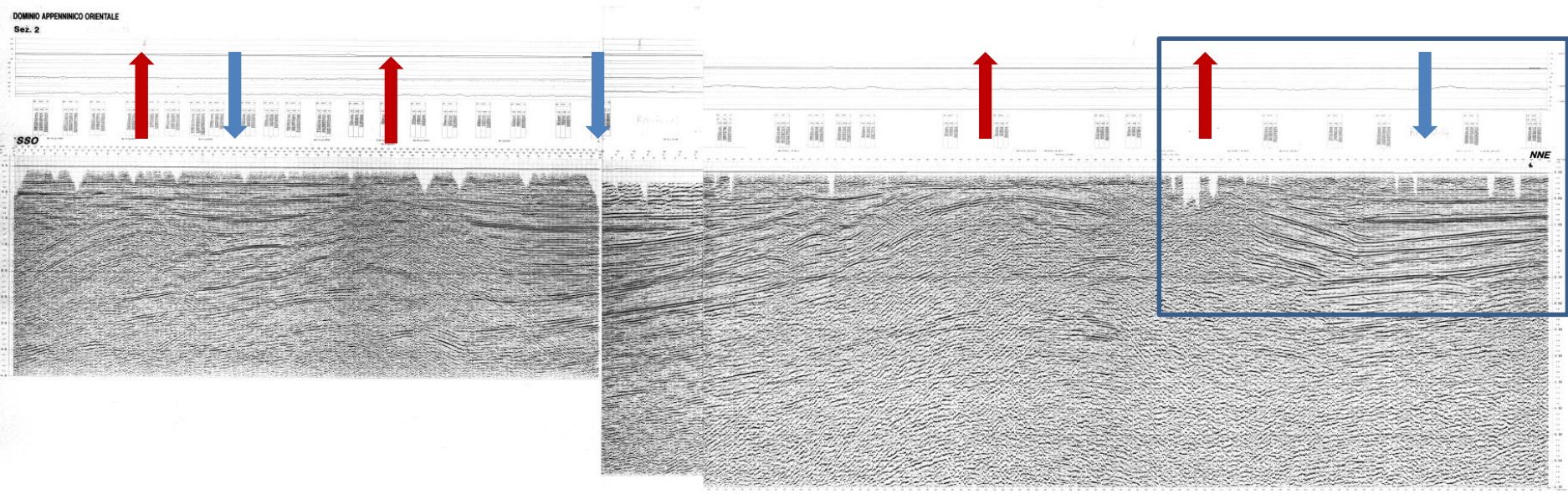
- Zona Eni
- Permessi di prospezione
- Permessi di ricerca
- Concessioni di coltivazione
- Pozzi
- Linee sismiche acquisite nei titoli minerari
- Zone marine
- Bacini geologici
- Progetto CROP Atlas  
Profili sismici a riflessione della crosta italiana

[Torna alla pagina precedente](#)

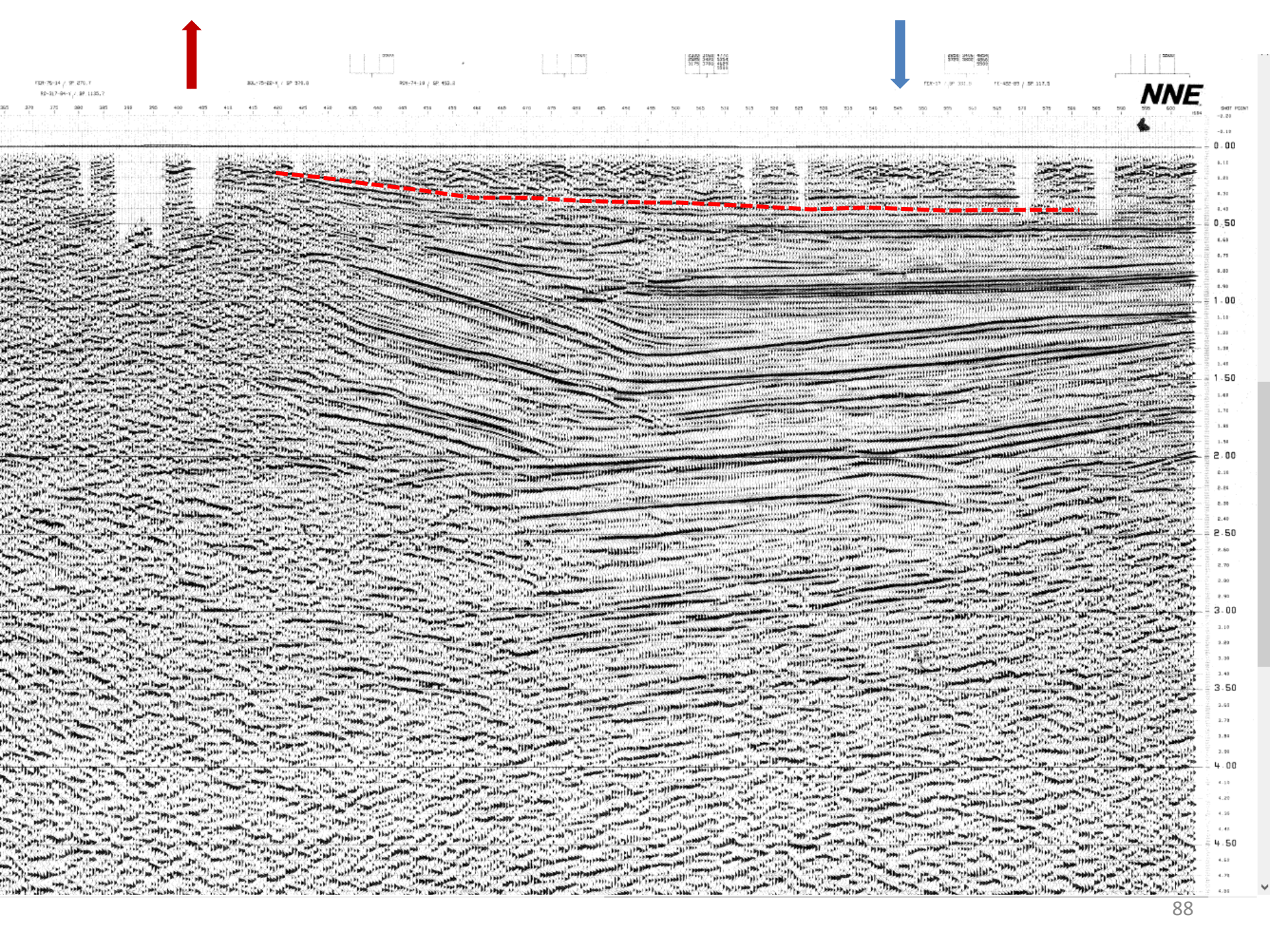












F07-76-34 / SP 476.7  
82-217-04-1 / SP 1126.7

806-75-02-4 / SP 578.0

806-74-18 / SP 452.0

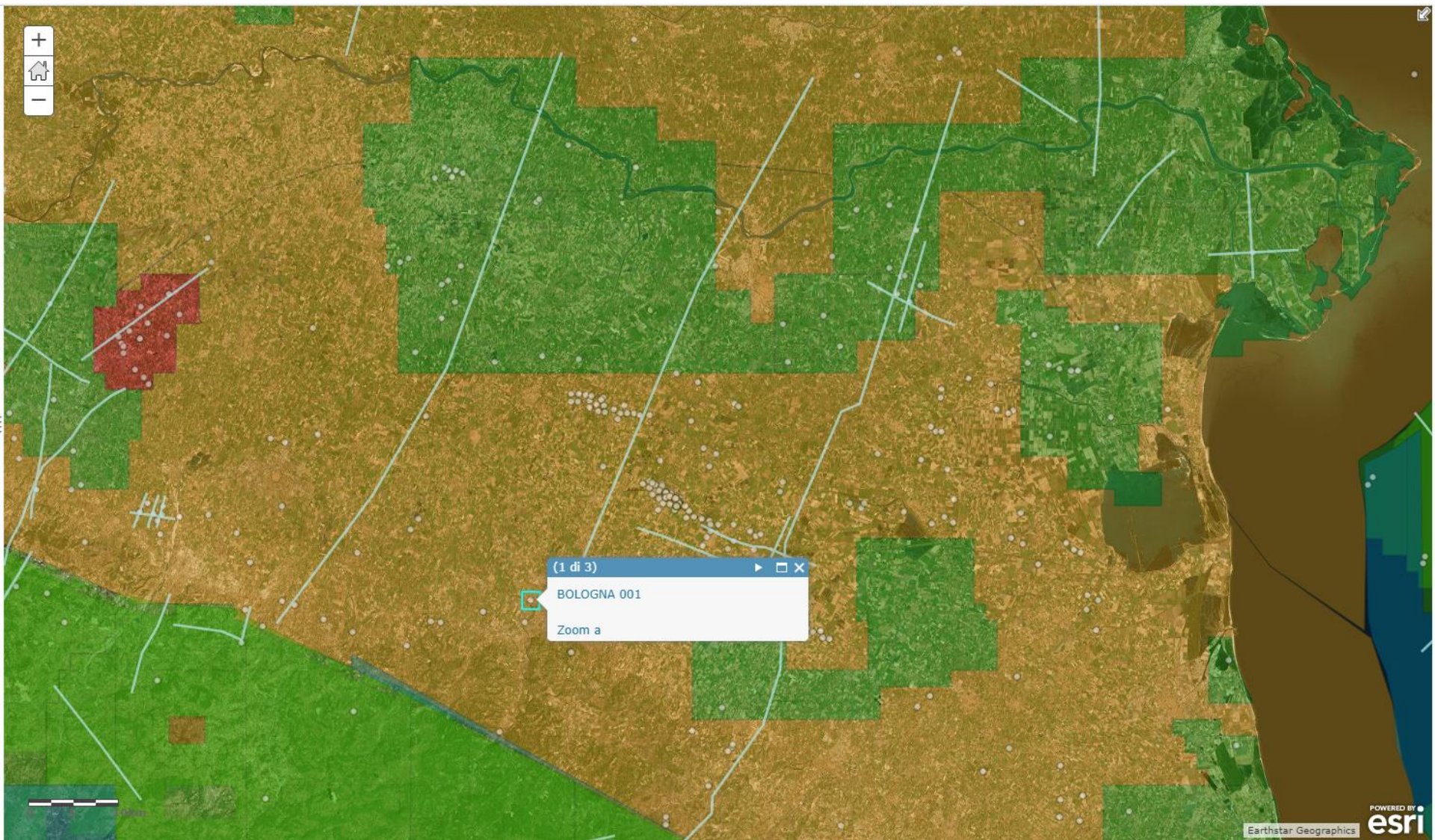
F07-17 / SP 321.0

11-402-07 / SP 117.0

**NNE**

SHEET POINT







E/PROF  
AGIP  
AGIP  
AGIP

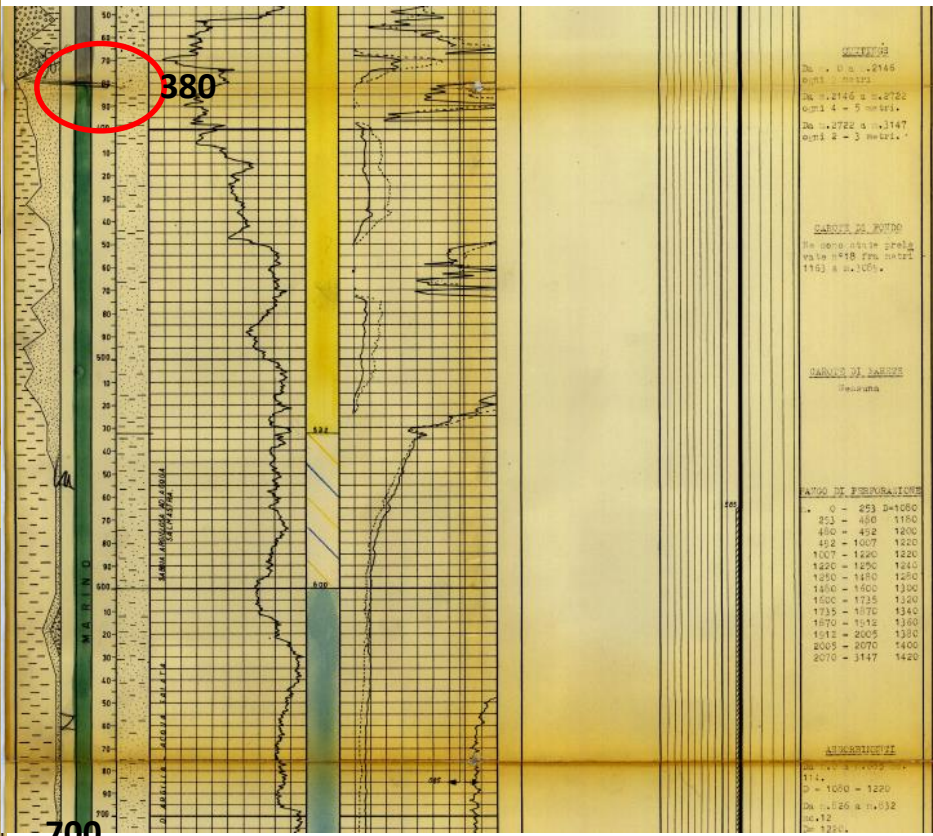
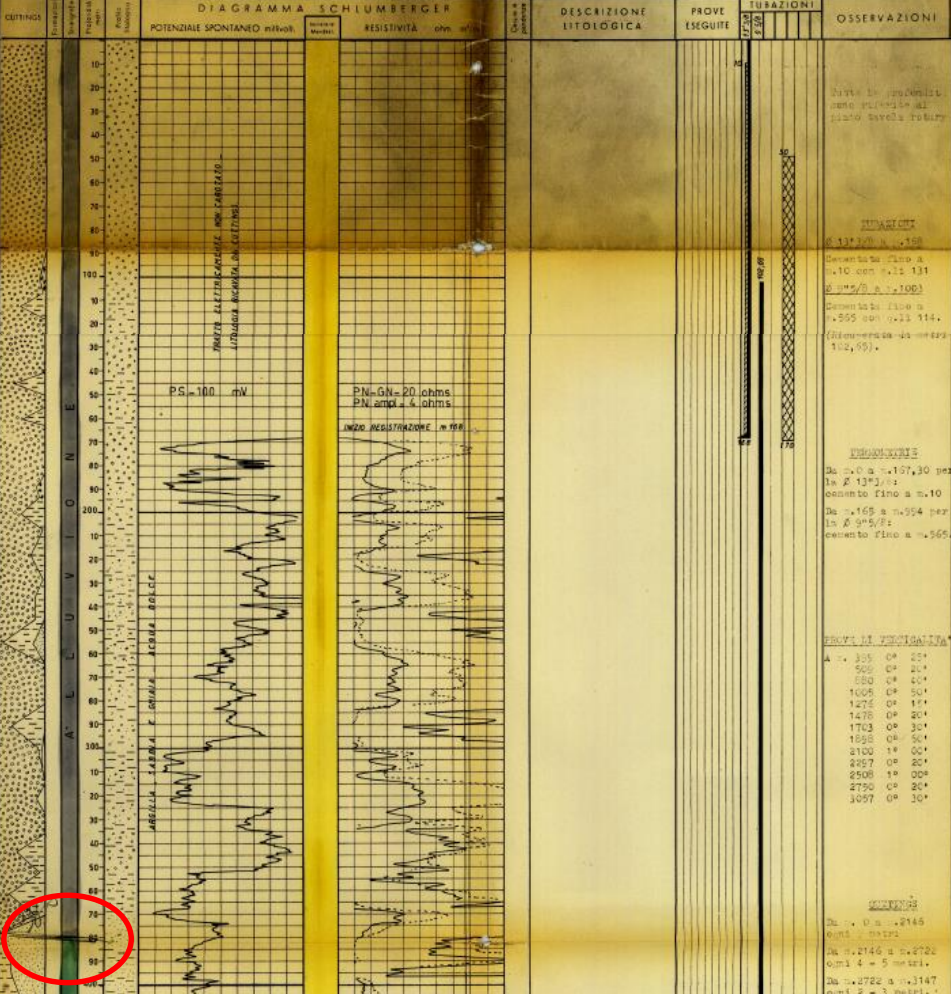


- Ghiaia Compaginata
- Sabbia Arenacea
- Argilla sabbiosa
- Argilla
- Arg. Rocca
- Marna sabbiosa
- Marna
- Gesso
- Solfo
- Calcareo marinoso
- Calcareo
- Calcareo (sabbioso)
- Calcareo con sabbia
- Calcareo sabbioso
- Dolomia
- Sassi
- NE
- Acque dolci
- Acque salate
- Tracce di gas
- Gas
- Tracce di olio
- Olio
- Assorbimenti
- Pendii circolari
- Carote per analisi
- Pendice
- Carote di prova
- Tracce di gel
- Manifestazioni di gas
- Tracce di olio
- Manifestazioni di olio
- Manifestazioni di acqua
- Tubi cementati
- Tubi iniettori
- Tubi forati con laste
- Tubi presi dal terreno
- Tappi di cemento
- Squeezing
- Bridge Plug
- Foro deviato
- Prove di tester riscate
- Prove di tester non riscate
- Tubing con pecker di produzione
- Pompe

Profilo aggiornato al 30-11-1959  
dal P.M.E. Colianni  
Compiuto dal P.M.E. Colianni  
Geologo di cantiere P.M.E. Colianni  
Visto dal Dr. ...

Disegnato da I. CAPPELLA

Impianto **CARDWELL 03/010** Inizio perforazione **18-8-1959** Intervallo in produzione **18-8-1959** Tavoletta Rotary n. **45/00**  
Profondità totale n. **3147** Ultima perforazione **13-11-1959** Tipo produzione **STERILE** QUOTA s.l.m. **...**  
Piano Sanga m. **...**  
Piano terra m. **42,69**





## Prove Penetrometriche statiche (Cone penetration test CPT)

### Alcuni richiami

La CPT consiste nell'infliggere nel terreno a velocità costante (2 cm/sec) una punta conica d'acciaio di diametro di circa 35 mm misurando separatamente :

-la **resistenza alla punta ( $q_c$  o  $R_p$ )** : lo sforzo necessario per la penetrazione della punta, ovvero la forza che agisce verticalmente sul cono diviso l'area di base del cono.

-la **resistenza unitaria di attrito laterale locale ( $f_s$  o  $R_l$ )** : l'adesione terreno – acciaio di un manicotto posto al di sopra della punta, ovvero la forza di attrito necessaria per spingere il manicotto diviso la superficie laterale del manicotto.

- la **pressione nei pori ( $U$ )** : la pressione dell'acqua interstiziale presente nelle vicinanze della punta durante la penetrazione, mediante un filtro poroso posto sopra al cono della punta. E' la somma della pressione idrostatica preesistente alla penetrazione e le pressioni positive o negative prodotte dalla compressione o dilatazione del terreno a causa della penetrazione (solo in

**prove con piezocono CPTU)**

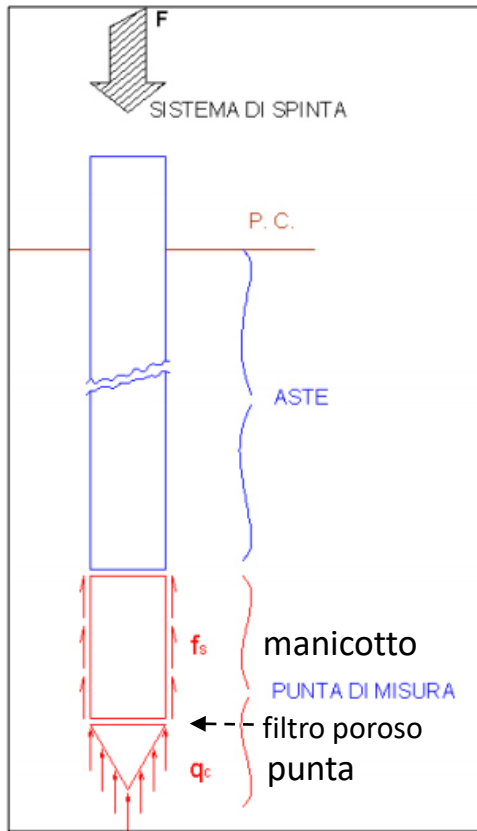


Figura 1 – Schema di prova penetrometrica statica

[http://www.geostru.com/download/Documenti/Geostru\\_B\\_Static.pdf](http://www.geostru.com/download/Documenti/Geostru_B_Static.pdf)

$q_c$ ,  $f_s$  e  $U$  sono espresse generalmente in **MPa** o in **Kg/cm<sup>2</sup>** (1 MPa circa 10 Kg/cm<sup>2</sup>)

Nella CPT con punta meccanica la  $q_c$  e la  $f_s$  sono misurate ogni 20 cm, e la  $f_s$  è misurata a 20 cm di distanza dal punto in cui si misura la  $q_c$ .

Nella CPT con punta elettrica (**CPTe**) la  $q_c$  e la  $f_s$  sono misurate ogni 2 cm, e la  $f_s$  è misurata a 2 cm di distanza dal punto in cui si misura la  $q_c$ . Le CPTe sono quindi molto più dettagliate e precise delle CPT.

La lettura della pressione dei pori  $U$ , nelle **CPTU**, viene fatta ogni 2 cm.

(Cestari, Prove geotecniche in sito)

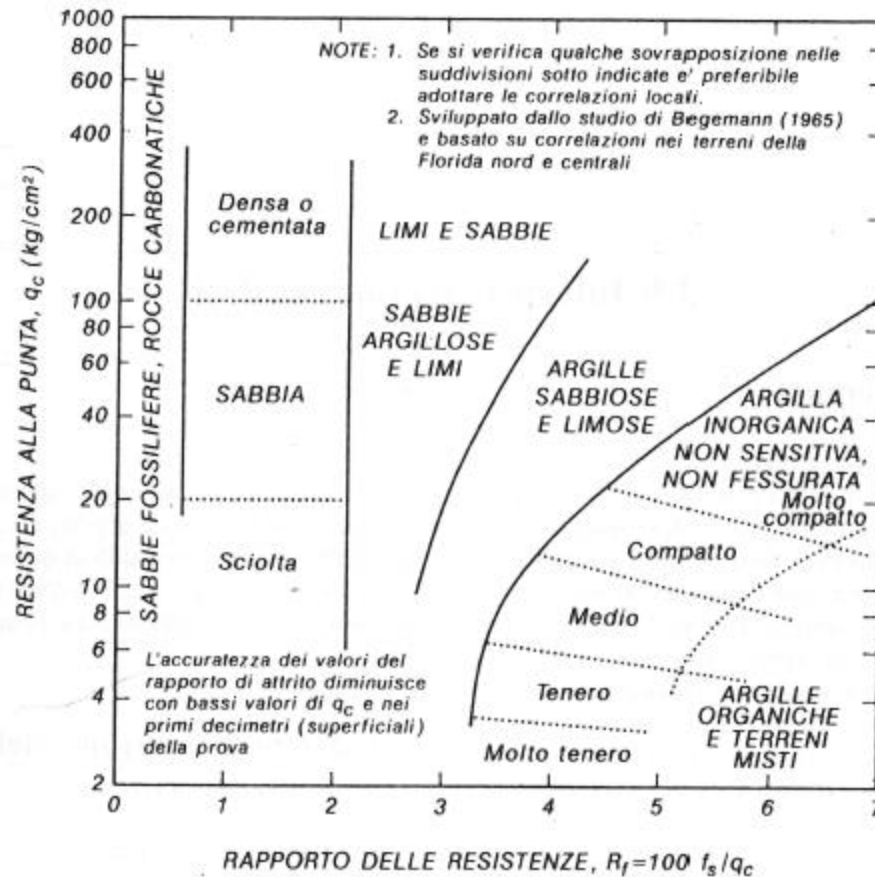


# Classificazione dei terreni attraverso una CPT

**Begemann (1965)** considera il rapporto tra  $R_p$  (resistenza punta)  $q_c$  /  $R_l$  (resistenza laterale  $f_s$ ).

Rapporto $R_p/R_l$	Litologia
$R_p/R_l < 15$	Argilla organica e torba
$15 < R_p/R_l < 30$	Limo e/o argilla inorganica
$30 < R_p/R_l < 60$	Limo sabbioso e sabbia limosa
$R_p/R_l > 60$	Sabbie o sabbia più ghiaia

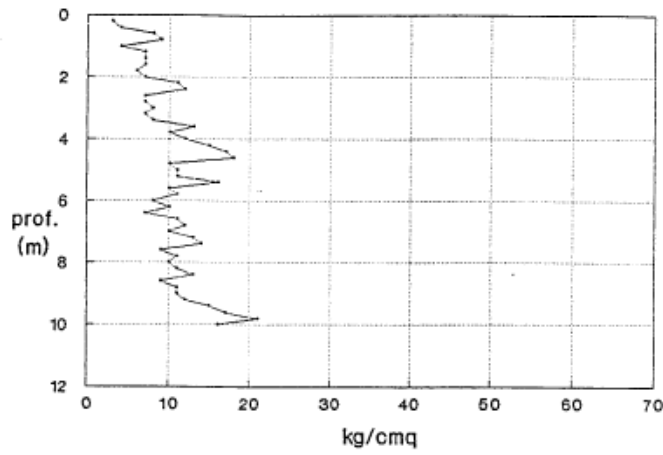
diagramma di **Shmertmann (1979)**



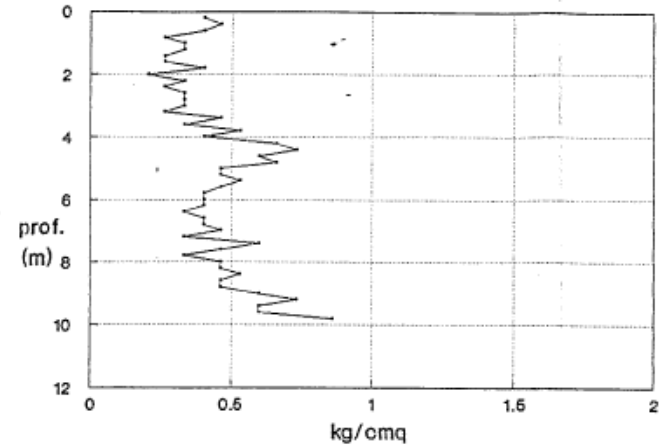
Rapporto delle resistenze  
 $R_f = 100 f_s/q_c$  è chiamato anche  
 Friction ratio (Fr)



CPT 1: Comparto n. 5 - Funo di Argelato  
RESISTENZA ALLA PUNTA Qc

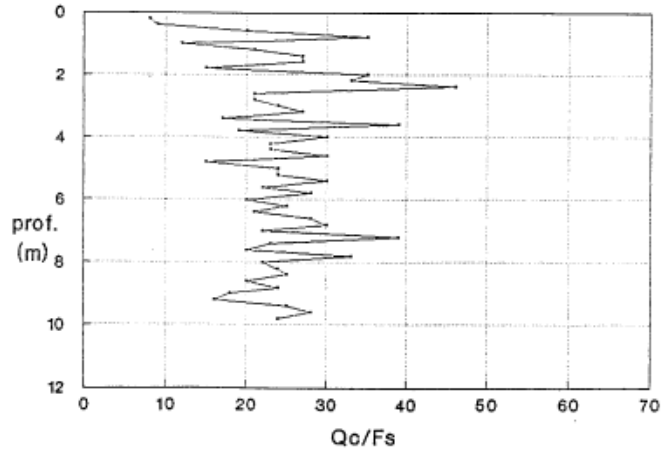


CPT 1: Comparto n. 5 - Funo di Argelato  
RESISTENZA DI ATTRITO LATERALE LOCALE Fs

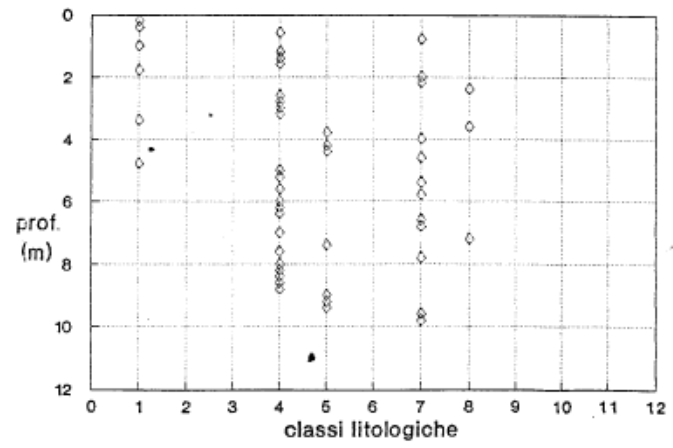


La fs (RL) ha valori molto più bassi della qc (Rp)

CPT 1: Comparto n. 5 - Funo di Argelato  
RAPPORTO DI BEGEMANN (Qc/Fs)



CPT 1: Comparto n. 5 - Funo di Argelato  
LITOLOGIA (Schmertmann, 1978)

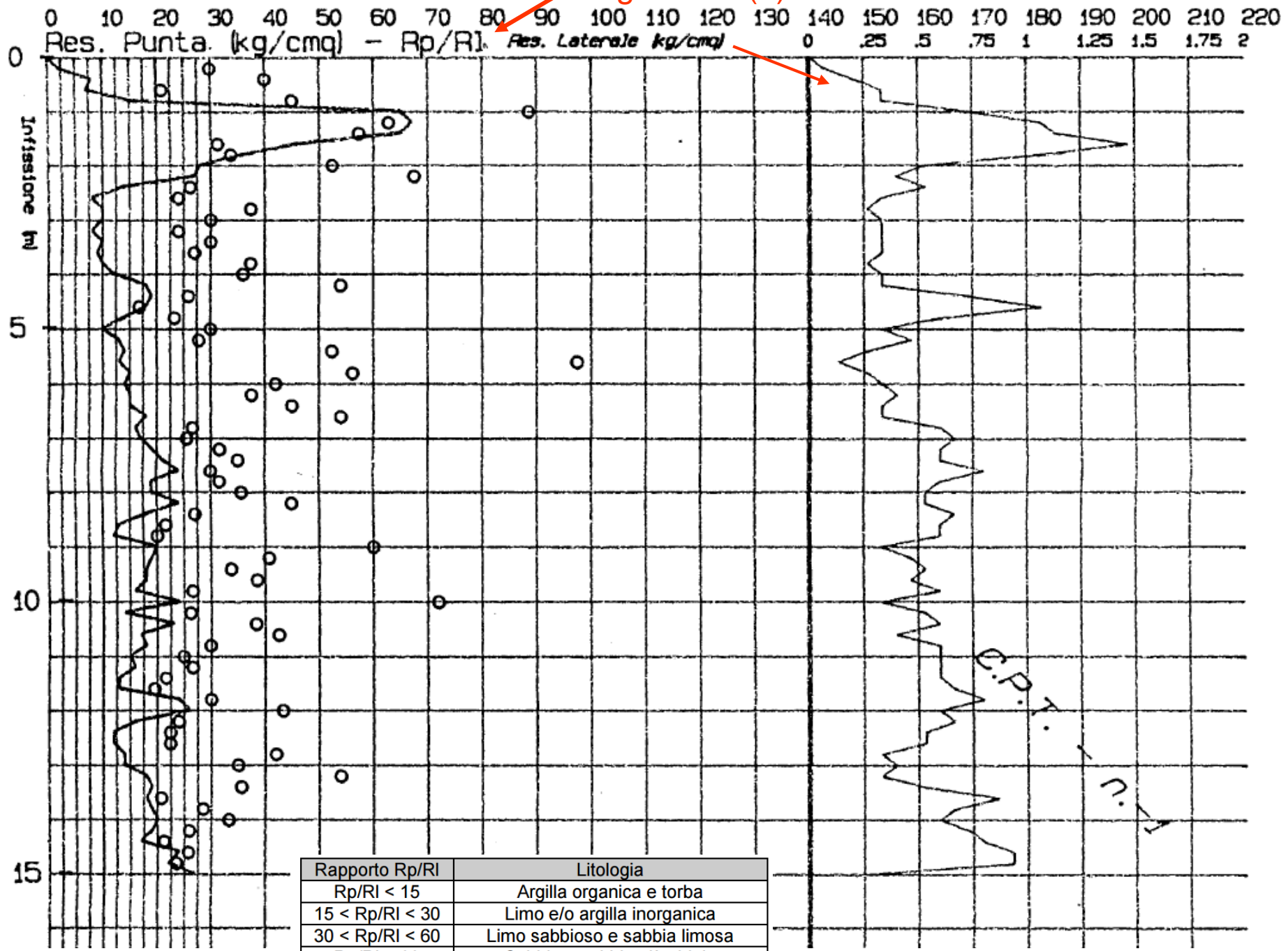


- 0-15 : Argille molli
- 16-25 : Argille
- 26-35 : Argille limose
- 36-45 : Limi argillosi
- 46-54 : Limi sabbiosi
- 55-65 : Sabbie limose
- 66-72 : Sabbie fini
- 73-84 : Sabbie grossolane
- > 85 : Ghiaie sabbiose

- 1 = Argille organiche e terreni misti
- 2 = Argille inorganiche - consistenza molto bassa
- 3 = Argille inorganiche - consistenza bassa
- 4 = Argille inorganiche - consistenza media
- 5 = Argille inorganiche - compatte
- 6 = Argille inorganiche - molto compatte
- 7 = Argille sabbiose e limose
- 8 = Limi argillosi e sabbiosi
- 9 = Sabbie sciolte
- 10 = Sabbie
- 11 = Sabbie addensate
- 12 = Sabbie molto addensate



Begemann (○)



C.P.T.  
A



# Parametri geotecnici relativi alla prova CPT01

$$= 100 \cdot R_f / q_c$$

Quota [m]	$q_c$ [MPa]	$R_f$ [MPa]	$R_f$ [%]	Caratt. [-] (Shmertmann)
0.20	0.20	0.01	3.50	Limo arg. sab. molto sciolta
0.40	0.60	0.02	2.50	Sabb. arg. lim. sciolta
0.60	0.70	0.03	4.71	Limo arg. soffice
0.80	1.50	0.03	2.20	Sabbia lim. sciolta
1.00	6.50	0.07	1.12	Sabbia median. addensata
1.20	6.70	0.11	1.60	Sabbia median. addensata
1.40	6.50	0.11	1.74	Sabbia lim. median. addensata
1.60	4.60	0.15	3.20	Limo arg. sab. median. addensata
1.80	3.60	0.11	2.97	Sabb. arg. lim. median. addensata
2.00	2.80	0.05	1.89	Sabbia lim. median. addensata
2.20	2.70	0.04	1.48	Sabbia sciolta
2.40	1.40	0.05	3.79	Limo arg. sab. median. addensata
2.60	0.80	0.03	4.13	Limo arg. soffice
2.80	1.00	0.03	2.70	Sabb. arg. lim. sciolta
3.00	1.00	0.03	3.30	Limo arg. sab. sciolta
3.20	0.80	0.03	4.13	Limo arg. soffice
3.40	1.00	0.03	3.30	Limo arg. sab. sciolta
3.60	0.90	0.03	3.67	Limo arg. sab. sciolta
3.80	1.00	0.03	2.70	Sabb. arg. lim. sciolta

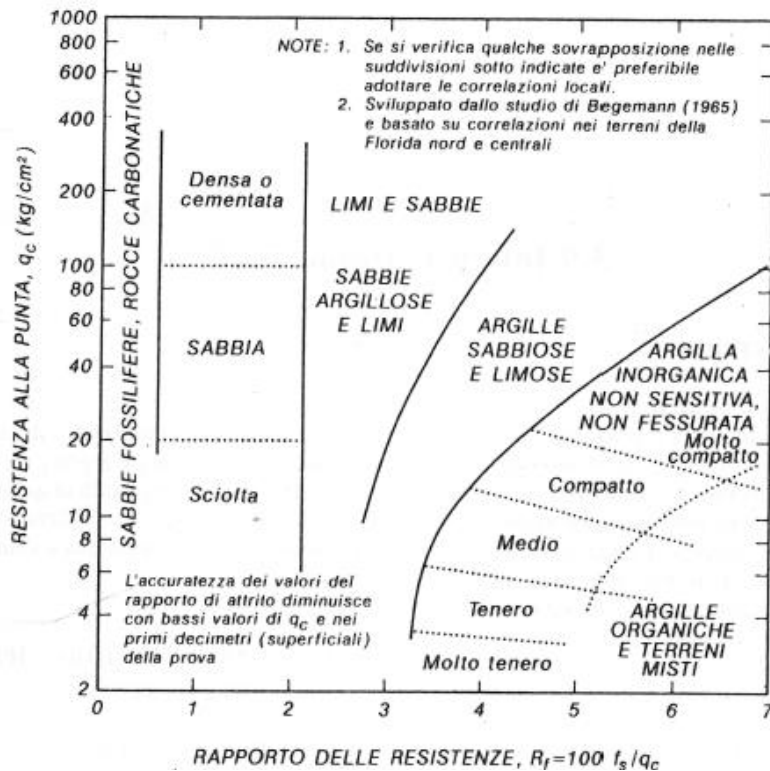
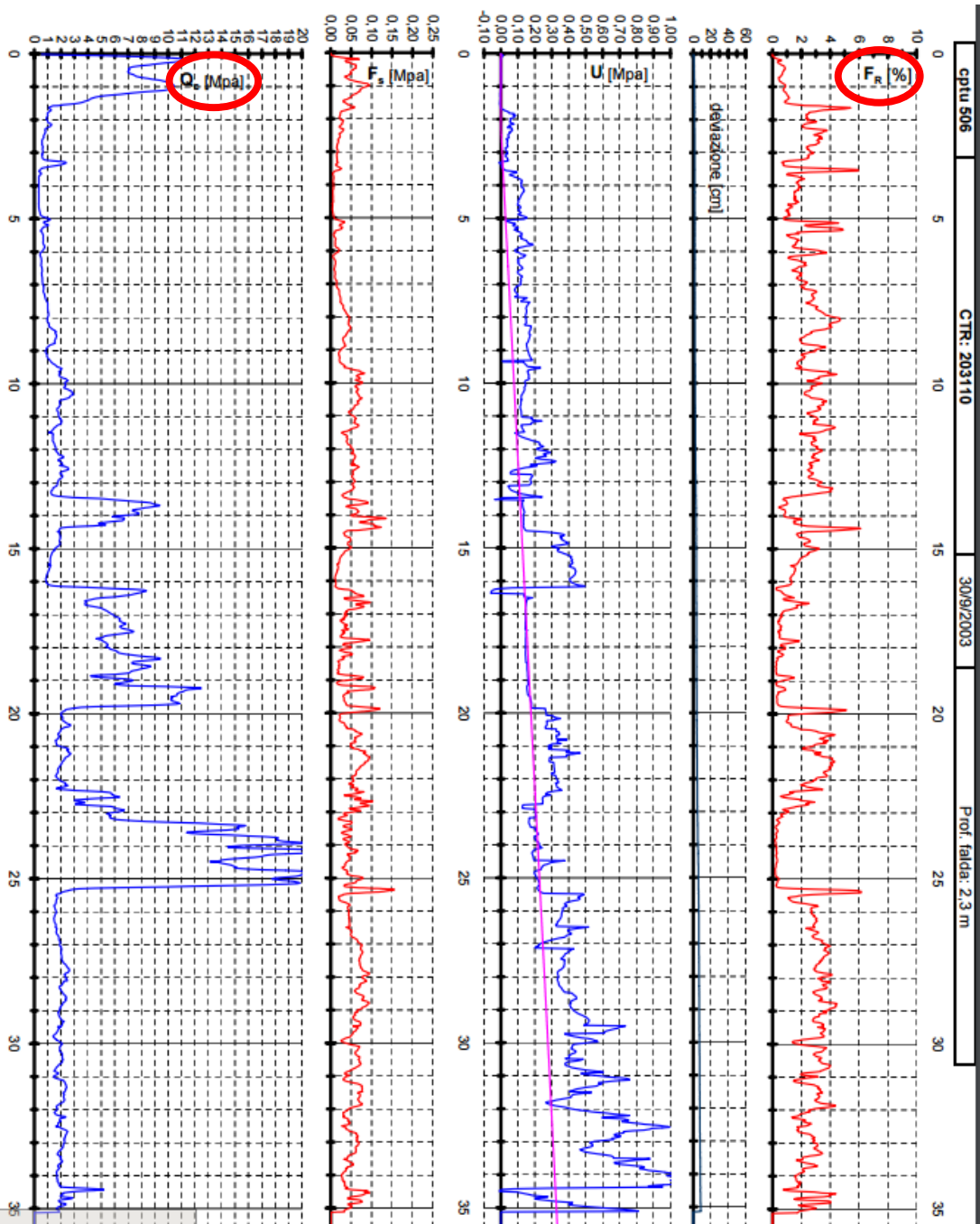


diagramma di Shmertmann (1979)





## Prova penetrometrica con punta elettrica e piezocono (CPTU)

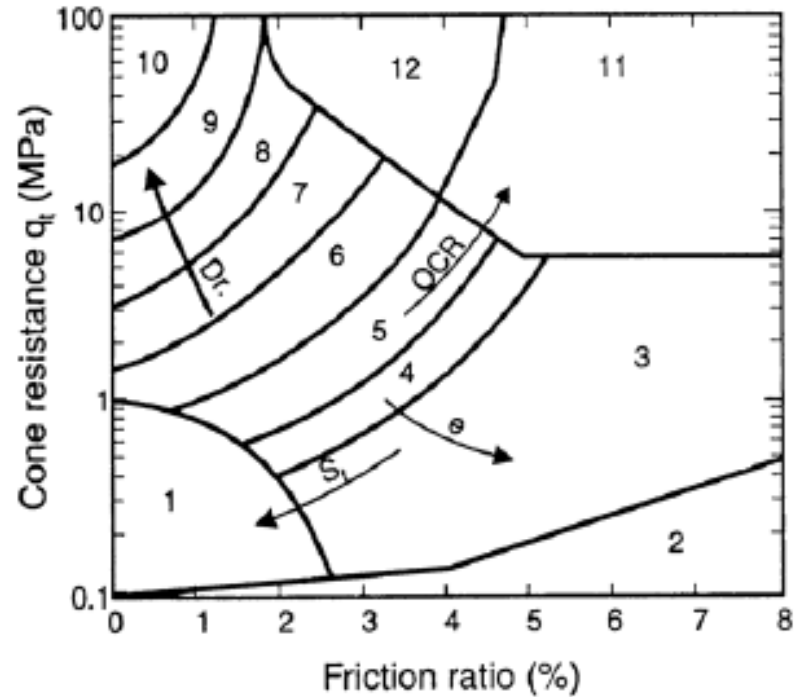
la pressione nei pori (U) : la pressione dell'acqua interstiziale presente nelle vicinanze della punta durante la penetrazione. E' la somma della pressione idrostatica preesistente alla penetrazione (linea fucsia) e le pressioni positive o negative prodotte dalla compressione o dilatazione del terreno a causa della penetrazione della punta



# Classificazione dei terreni attraverso una CPTU

diagramma di **Robertson** (1986)

$q_t$  = resistenza alla punta corretta  
in base alla geometria della punta e  
al valore della pressione interstiziale  
U (solo con piezocono)



<i>Zone</i>	<i>Soil Behavior Type</i>
1	<i>Sensitive fine grained</i>
2	<i>Organic material</i>
3	<i>Clay</i>
4	<i>Silty Clay to clay</i>
5	<i>Clayey silt to silty clay</i>
6	<i>Sandy silt to clayey silt</i>
7	<i>Silty sand to sandy silt</i>
8	<i>Sand to silty sand</i>
9	<i>Sand</i>
10	<i>Gravelly sand to sand</i>
11	<i>Very stiff fine grained*</i>
12	<i>Sand to clayey sand*</i>

\* *Overconsolidated or cemented*



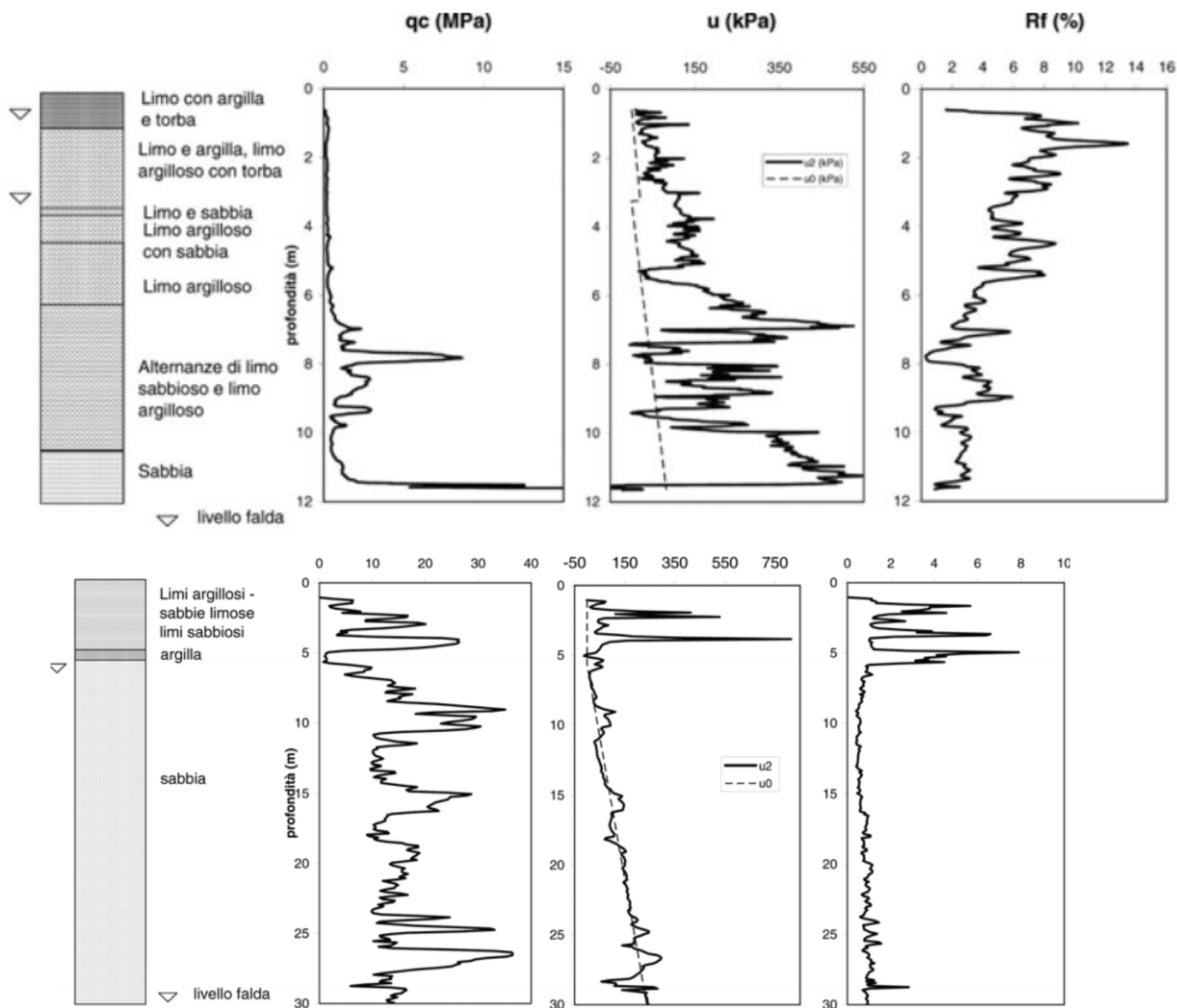


Fig. 5 – Profilo stratigrafico e caratteristiche geotecniche – Sito D.  $q_c$ : resistenza alla punta;  $u_0$ : pressione idrostatica;  $u_2$ : pressione dinamica dei pori;  $f_s$ : attrito laterale locale;  $R_f$ : rapporto delle resistenze ( $f_s/q_c \cdot 100$ ).