

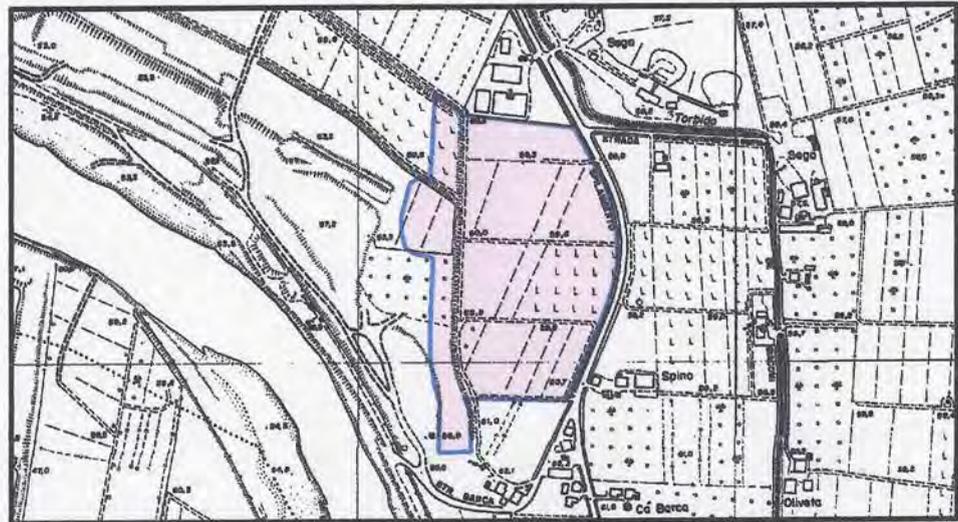
PROCEDURA DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.) AI SENSI
DELLA L.R. 9/99 E S.M.E.I. DELLA "CAVA RANETTA" POLO n.8
"TRAVERSA SELETTIVA PANARO" P.A.E. DEL COMUNE DI SAN CESARIO S. P.

- CAVA RANETTA -

APPENDICE

C.1

**PROGETTO DEFINITIVO DEL PIANO
DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE**



Fascicolo
n.05

**RELAZIONE GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E GIACIMENTOLOGICA**

ESERCENTE L'ATTIVITA': PANARO CAVE s.c. ar.l.

PANARO CAVE s.c.ar.l.

Via Fondovale, n. 3199
41054 MARANO sul PANARO (MO)
C.F./P.IVA 083 226 603 60
REA MO-377567

RESPONSABILE DEL PROGETTO: Geom. LORENZO LORENZONI
COORDINATORE DEL GRUPPO DI LAVORO: Dott. Agr. RITA BEGA

GRUPPO DI LAVORO:

Geom. LORENZO LORENZONI
Topografia

Dott. Geol. ALBERTO FIORI
Aspetti Geologici ed Idrogeologici

Dott. MICHELA MALAGOLI
Rumore e Qualità dell'Aria

Dott. Agr. RITA BEGA
Progetto Ripristino Vegetazionale
e Aspetti Ambientali



VIDIMAZIONI:

Settembre 2013

INDICE

1	Definizione area di intervento.....	4
2	Inquadramento geologico generale	6
3	Litologia di Superficie.....	8
3.1	Pedologia	9
3.2	Tetto delle ghiaie	11
4	Giacimentologia.....	13
5	Morfologia ed evoluzione geodinamica.....	16
5.1	Descrizione morfologica del sito.....	18
6	Idrografia superficiale ed esondabilità del territorio.....	22
6.1	Idrografia superficiale	22
6.2	Aspetti idraulici del Fiume Panaro	29
6.3	Aspetti programmatici	33
7	Idrogeologia	34
7.1	Vulnerabilità degli acquiferi.....	45
7.2	Reti di monitoraggio esistenti acque sotterranee	47
7.3	Caratteristiche piezometriche	49
7.4	Piano di monitoraggio acque sotterranee	51
7.5	Chimimo acque sotterranee	52
8	Verifiche di stabilità delle scarpate di scavo e sistemazione.....	64
8.1	Azione sismica di progetto.....	65
8.2	Verifiche di stabilità dei fronti di scavo.....	67
8.3	Verifiche di stabilità scarpate di ripristino.....	68
9	Conclusioni	69

INDICE FIGURE

- Fig. 1 - Estratto Tavola C.T.R. 220NO scala 1:25.000;
Fig. 2 - Estratto C.T.R. scala 1:5.000;
Fig. 3 - Carta geologica schematica dell'area del Fiume Panaro;
Fig. 4 - Principali strutture tettoniche;
Fig. 5 - Neotettonica;
Fig. 6 - Estratto dalla "Carta della litologia di superficie della pianura modenese" di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini – 1976 –;
Fig. 7 - Estratto della "Carta della litologia di superficie e dei suoli" Tavola 3.2.1 del P.P.I.P.;
Fig. 8 - Ubicazione sondaggi e isobate del tetto delle ghiaie;
Fig. 9 - Sezione media del fronte ovest dell'area di espansione;
Fig. 10 - Ubicazione sezioni stratigrafiche;
Fig. 11 - Unità fisiche di paesaggio;
Fig. 12 - Cartografia storica del Ducato di Modena;
Fig. 13 - Situazione dell'area al 1884 (scala 1:25.000);
Fig. 14 - Situazione dell'area al 1935 (scala 1:20.000);
Fig. 15 - Foto RAF 1944;
Fig. 16 - Idrografia superficiale;
Fig. 17 - Stato di fatto a Ottobre 2006;
Fig. 18 - Stato di fatto a Maggio 2011;
Fig. 19 - Ubicazione sezioni idrauliche;
Fig. 20 - Sezione idraulica di riferimento;
Fig. 21 - Estratto Ptcp -Carta delle tutele- 1.1 Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali-Tavola 1.1.5;
Fig. 22 - Estratto Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI);
Fig. 23 - Geologia e morfologia frlla conoide del F.Panaro;
Fig. 24 - Sezioni geolitologica. (Pellegrini, 1976)
Fig. 25 - Spessore dell'acquifero principale (ARPA, 2003)
Fig. 26 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico (Regione Emilia Romagna-ENI, 2003);
Fig. 27 - Base dell'acquifero (ARPA, 2003);
Fig. 28 - Ubicazione sezioni idrogeologiche;
Fig. 29 - Sezione idrogeologica 1;
Fig. 30 - Sezione idrogeologica 2;
Fig. 31 - Sezione idrogeologica 3;
Fig. 32 - Sezione idrogeologica 4;
Fig. 33 - Sezione idrogeologica 5;
Fig. 34 - Estratto cartografia vulnerabilità (Paltrinieri, Zavatti, Pellegrini, 1990);
Fig. 35 - Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2
Fig. 36 - Rete di monitoraggio esistente acque sotterranee;
Fig. 37 - Piezometri e pozzi di riferimento;
Fig. 38 - Piezometria PIEZ8;
Fig. 39 - Piezometria PIEZ2;
Fig. 40 - Piezometria ENEL1;
Fig. 41 - Andamento isofreatiche (Aprile 2013);
Fig. 42 - Rete di Monitoraggio acque sotterranee Cava Ranetta;
Fig. 43 - Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$) media anno 2011;
Fig. 44 - Durezza ($^{\circ}\text{F}$) media anno 2011;
Fig. 45 - Solfati (mg/l) media anno 2011;
Fig. 46 - Cloruri (mg/l) media anno 2011;
Fig. 47 - Nitrati (mg/l) media anno 2011;
Fig. 48 - Variazione della concentrazione media dei nitrati nella conoide del fiume Panaro;
Fig. 49 - Carta delle isoconduttive;
Fig. 50 - Carta delle isocone dei bicarbonati (1998);
Fig. 51 - Carta delle isocone dei cloruri (1998);
Fig. 52 - Carta delle isocone dei solfati (1998);
Fig. 53 - carta delle isocone dei nitrati (1998);

Fig. 54 - Diagrammi dell'andamento dei principali parametri chimici del 1° acquifero

Fig. 55 - Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo in condizioni statiche;

Fig. 56 - Risultati analisi di stabilità scarpate di in condizioni dinamiche;

Fig. 57 - Risultati analisi di stabilità scarpate di sistemazione in back analysis (condizioni dinamiche).

INDICE FOTO

Foto 1 - Punti di osservazione sterili 1 e 2;

Foto 2 - Punti di osservazione sterili 3;

Foto 3 - Situazione area A ad Aprile 2011 (vista da Nord);

Foto 4 - Foto 4 - Situazione area A a Luglio 2013 (vista da Sud);

Foto 5 - Situazione area A a Dicembre 2013 (vista da Sud);

INDICE TABELLE

Tabella 1 - Analisi degli strati sterili;

Tabella 2 - Calcoli idraulici;

Tabella 3 - Elenco frequenza delle indagini relativa alla fase di attività

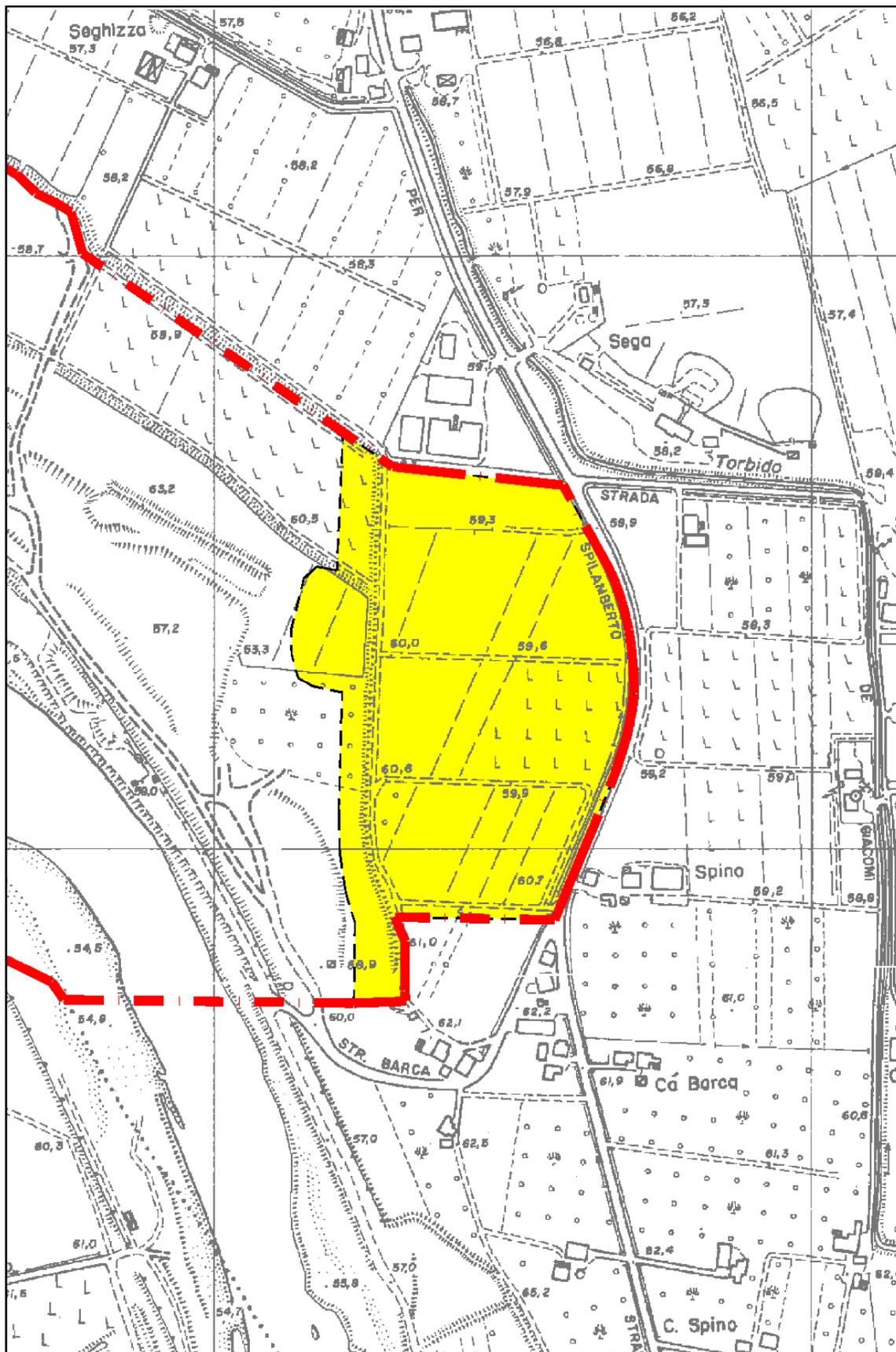


Figura 2 – Estratto C.T.R. scala 1:5.000

2 Inquadramento geologico GENERALE

La zona oggetto di studio appartiene geologicamente alla fascia pedeappenninica e si sviluppa in particolare nella medio - alta pianura Modenese a ridosso delle prime ondulazioni appenniniche (Fig. 3).

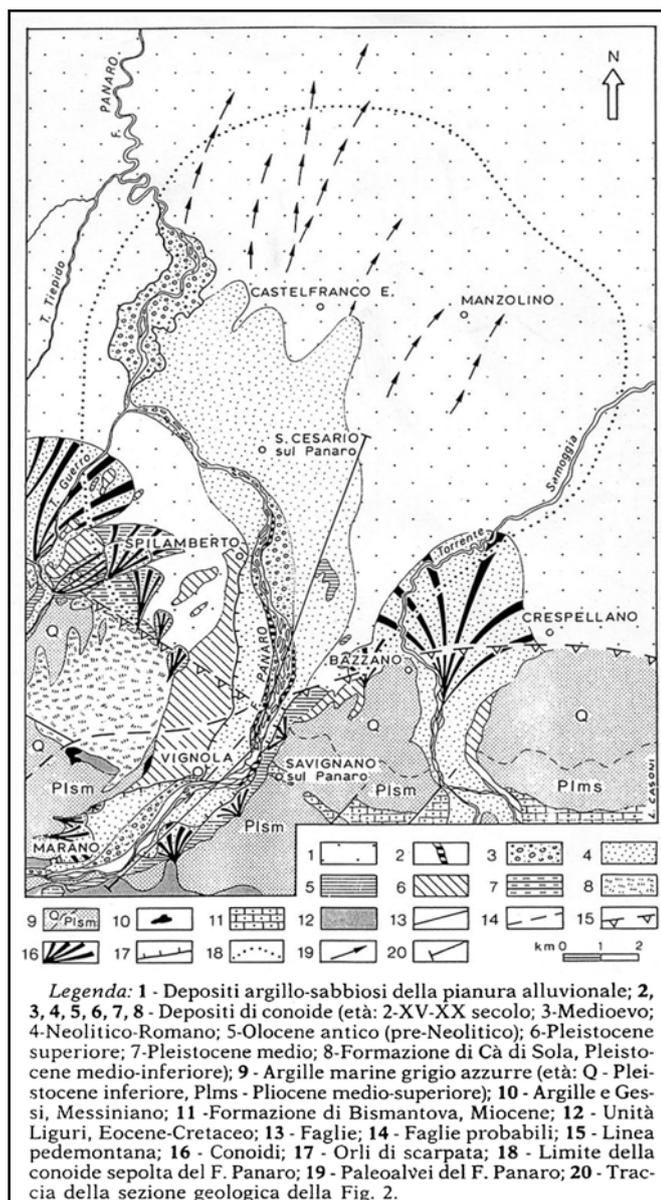


Figura 3 – Carta geologica schematica dell'area del Fiume Panaro

La zona collinare poco più a sud dell'area è caratterizzata da terreni marini Pliocenici quaternari che si immergono rapidamente al di sotto della copertura alluvionale della zona di alta pianura, raggiungendo la profondità di oltre 300 m in località "S. Donnino". Anche la base dei terreni pliocenici si approfondisce verso nord ed in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto si rinviene a circa 1.500 m di profondità dal piano di campagna.

L'apice del conoide del fiume Panaro si colloca poco a sud della località "Bocchirolo" in Comune di Savignano s/P., dove, in alveo, affiorano terreni pleistocenici di origine marina all'interno dei quali è stato ritrovato uno scheletro di "Elephans Meridionalis".

Tale passaggio stratigrafico si approfondisce poi verso nord ed in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto si trova a circa 60-80 m dal piano di campagna.

I terreni alluvionali recenti ed attuali sono costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche con matrice solitamente sabbioso-limosa, ma anche limo-argillosa (in profondità), non mancano però banchi, a volte potenti di argille limose grigie o giallastre.

I terreni marini sottostanti, del Pliocene medio - superiore, sono costituiti dall'alternanza di argille, ghiaie e sabbie, con frequenti livelli conglomeratici e argille a colorazione bluastra.

I terreni pleistocenici si presentano tettonizzati, ma i dati a disposizione sono troppo scarsi per poterne definire le caratteristiche.

Nella figura 4 vengono riportate anche le principali strutture tettoniche; siamo in corrispondenza di accentuate strutture (pieghe e faglie) con andamento N-NE, che sembrano interessare anche i livelli più profondi della copertura alluvionale.

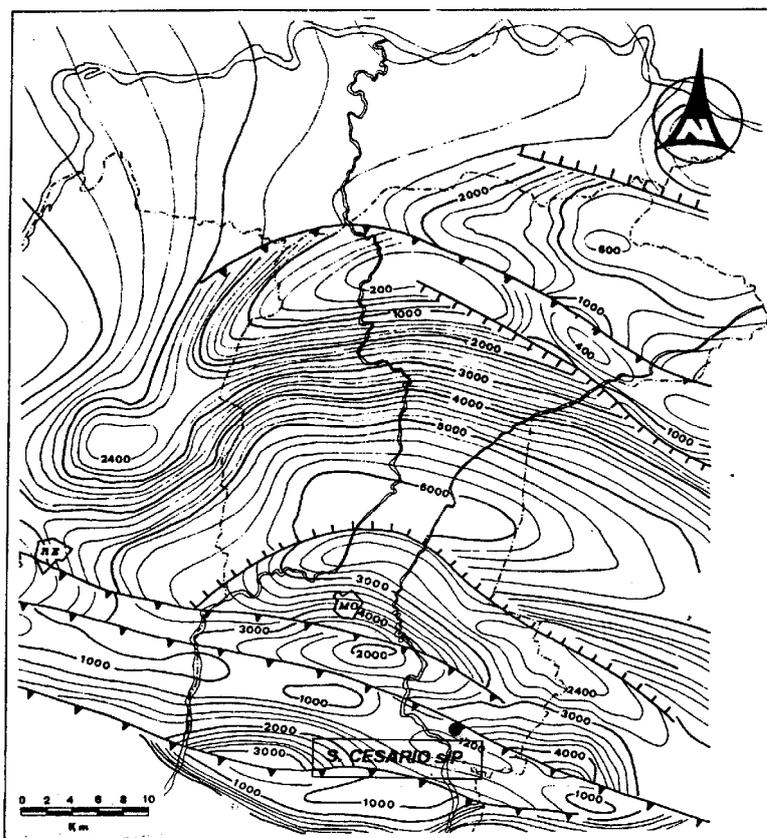


Figura 4 – Principali strutture tettoniche

Le caratteristiche neotettoniche della Provincia di Modena vengono evidenziate in figura 5, dove sono riportati i movimenti tettonici principali da circa 700.000 anni fa ai giorni nostri.

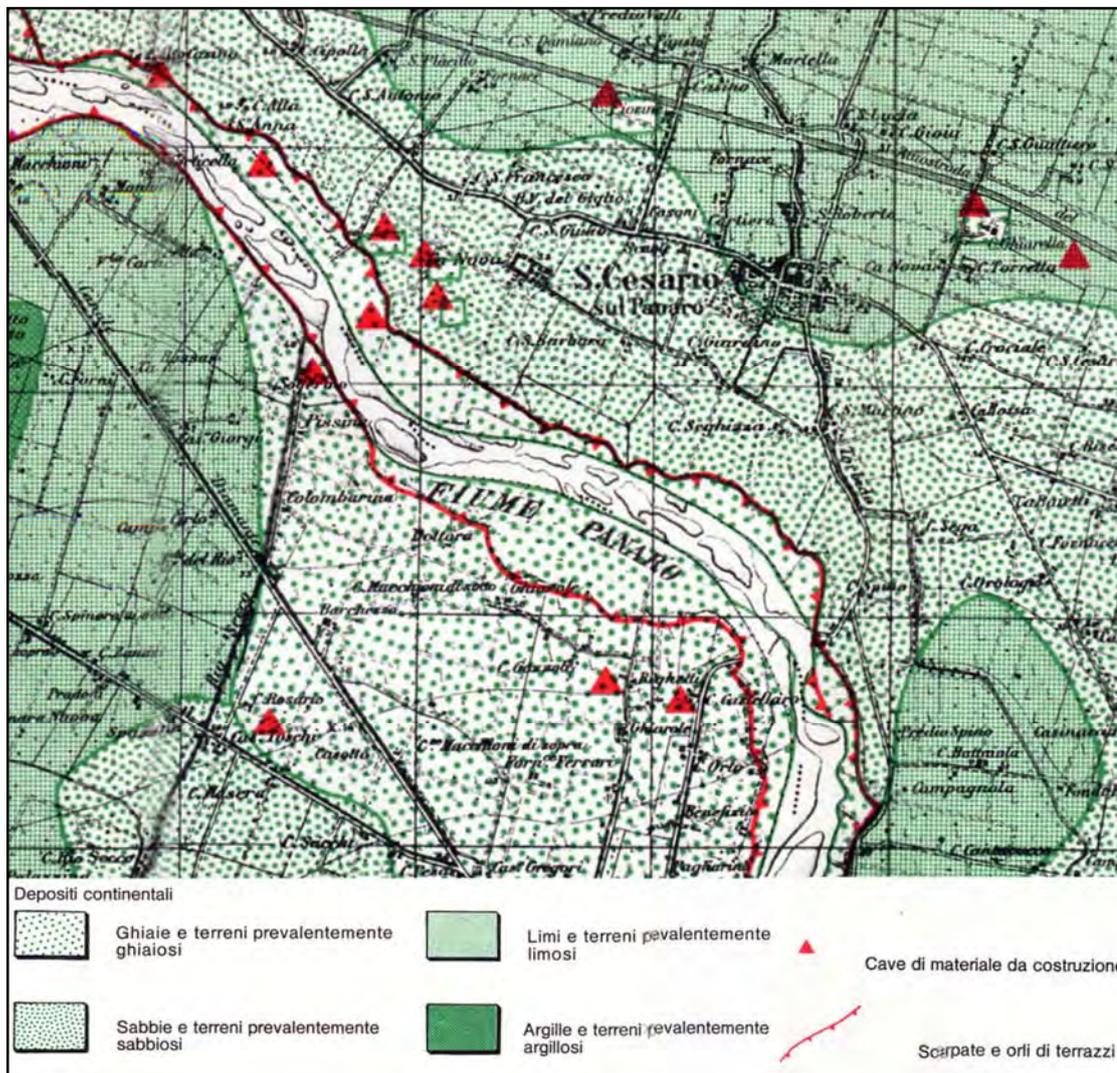


Figura 6 – Estratto dalla “Carta della litologia di superficie della pianura modenese” di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini – 1976 – (NON IN SCALA)

Nella zona oggetto del presente studio si osserva che ricade nella tipologia delle sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi. Nei paragrafi successivi saranno studiati più nel dettaglio i caratteri pedologici e il livello del tetto delle ghiaie nell'area di futura escavazione.

3.1 Pedologia

Dalla “Carta dei suoli” pubblicata dalla Regione Emilia Romagna e dalla Provincia di Modena nel 1993 risulta che la zona oggetto di studio ricade in due unità pedologiche: Ascensione/Bellaria franco-limosa e San Omobono franca limosa a substrato franco estremamente ghiaioso (Fig. 7). Entrambi sono caratteristici della piana pedemontana, il primo però si è impostato sui depositi di terrazzo dei fiumi Panaro e Secchia, l'altro invece sui depositi recenti di conoide degli stessi corsi d'acqua.

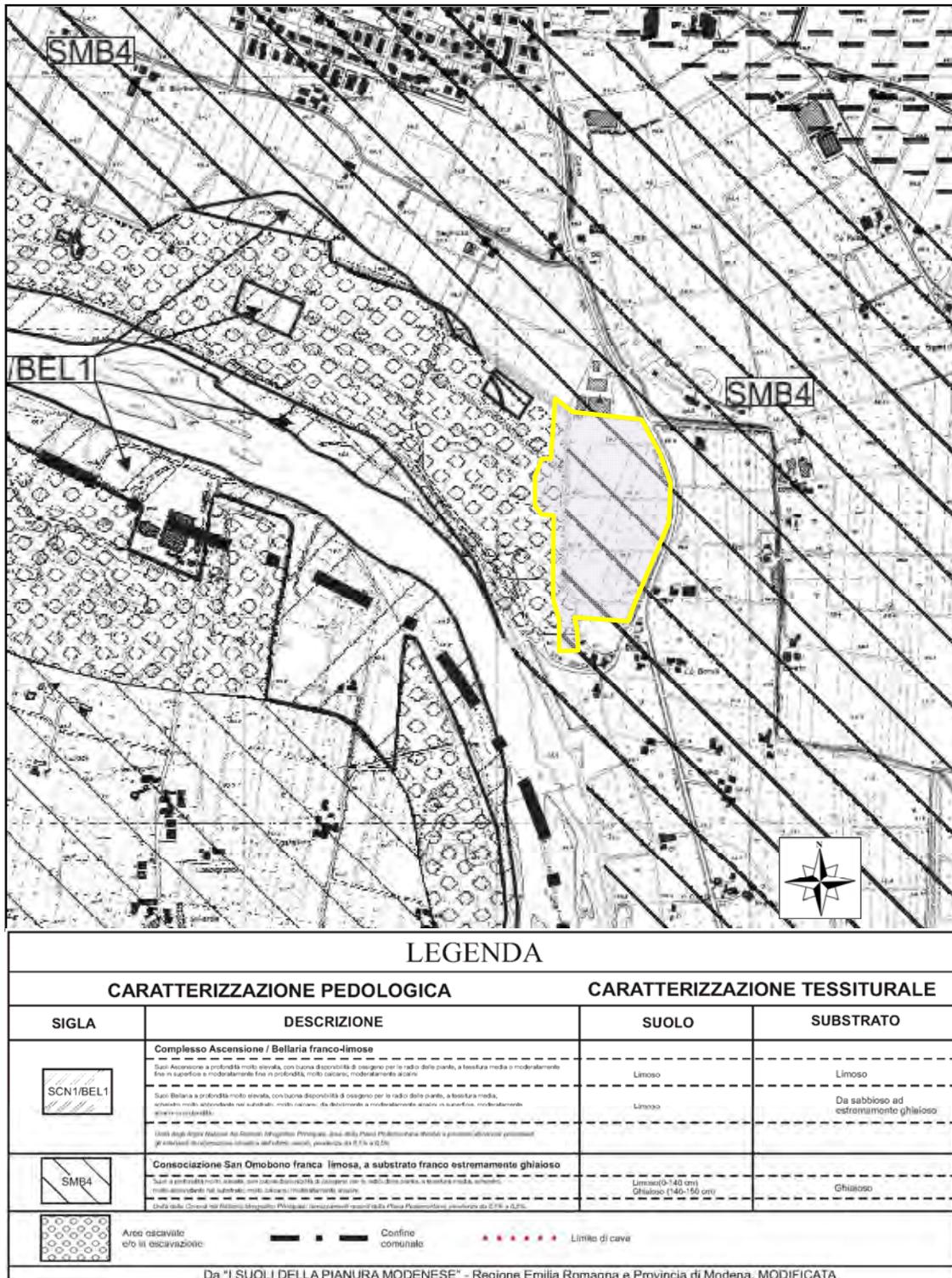


Figura 7 – Estratto della “Carta della litologia di superficie e dei suoli” Tavola 3.2.1 del P.P.I.P.

L'unità cartografica Ascensione/Bellaria franco limosa interessa tutta la sponda sinistra e poco più della metà della sponda destra del fiume Panaro. La pendenza varia da 0.5 a 1.0%; il substrato è costituito

da sedimenti alluvionali a composizione carbonatica (>25%) organizzati in alternanze di strati decimetrici prevalenti, a tessitura da media a grossolana e strati subordinati a tessitura moderatamente fine.

I suoli principali dell'unità sono molto profondi. I suoli Ascensione *fase franca limosa*, sono circa il 50% dell'unità, i suoli Bellaria *fase franca limosa* ne costituiscono il 30%, il 20% è rappresentato da altri suoli.

I suoli Ascensione hanno tipicamente l'orizzonte superficiale, profondo 50 cm, di colore bruno olivastro chiaro, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa; il substrato presente già sotto l'orizzonte lavorato, di colore bruno oliva, ha tessitura franca-limosa prevalente e franca-argillosa limosa (evidente laminazione piano parallela) nella sua parte superiore; è di colore bruno giallastro con abbondanti screziature grigie e tessitura franca-argillosa limosa nella sua parte inferiore. Sono molto calcarei e moderatamente alcalini entro 150 cm di profondità.

I suoli Bellaria hanno tipicamente orizzonti superficiali, di colore bruno grigiastro scuro, bruno oliva, a tessitura franca limosa; substrato di colore bruno grigiastro, a tessitura franca limosa, franca sabbiosa, franca sabbiosa estremamente ghiaiosa. Sono molto calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini in superficie e moderatamente alcalini fino a 150 cm di profondità.

L'unità cartografica San Omobono franco limosa a substrato franco estremamente ghiaioso interessa la parte restante della sponda destra del Panaro. Tale unità è in genere caratterizzata da superfici pianeggianti situate in prossimità dei corsi d'acqua principali. Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali a composizione carbonatica (>25%) organizzati in alternanze di corpi ghiaiosi e strati decimetrici a tessitura media o moderatamente grossolana. L'orizzonte superficiale, interessato dalle lavorazioni agricole, è profondo 50 cm, di colore bruno grigiastro scuro e a tessitura franca limosa. L'orizzonte profondo, fino ad una profondità di 80 cm è di colore bruno grigiastro scuro, a tessitura franca limosa; il substrato di colore bruno grigiastro o bruno oliva chiaro ha tessitura franca limosa estremamente ghiaiosa nella parte superiore o franca limosa estremamente ghiaiosa in quella inferiore. Sono molto calcarei e moderatamente alcalini fino a 150 cm di profondità.

3.2 Tetto delle ghiaie

Al fine di ricostruire l'andamento della superficie di separazione tra il "cappellaccio" ed il tetto del primo livello ghiaioso significativo sono effettuati n. 17 sondaggi con escavatore meccanico.

I dati derivanti da questa campagna geognostica hanno portato all'elaborazione delle isobate del tetto delle ghiaie in corrispondenza della zona di estrazione (Fig. 8) che mette in evidenza valori di profondità medi del livello ghiaioso dal p.d.c. di circa -1.90 m con punte minime di -0.80 e massime di -4.00 metri nella zona orientale.

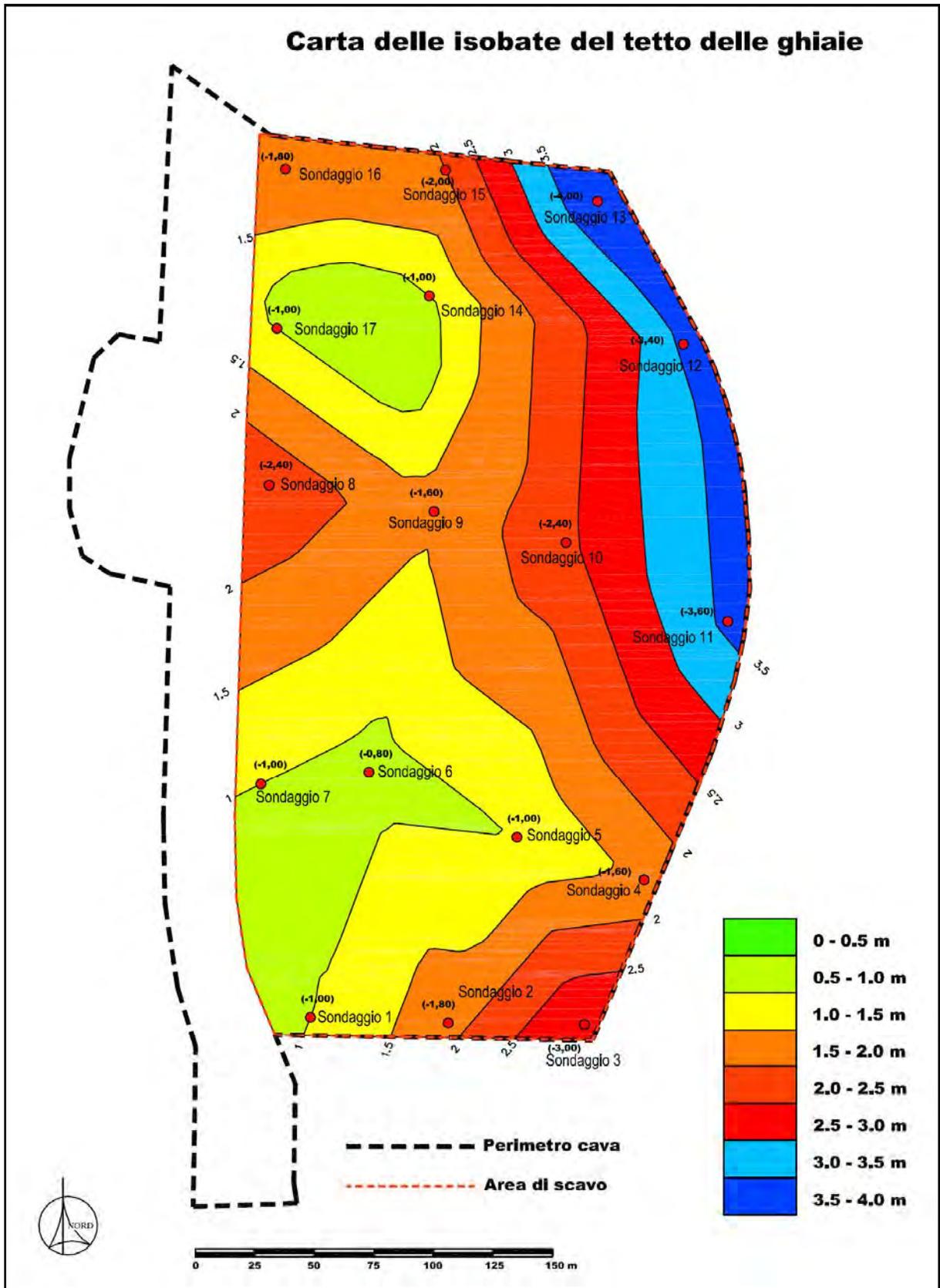


Figura 8 – Ubicazione sondaggi e isobate del tetto delle ghiaie

4 Giacimentologia

Le caratteristiche giacimentologiche del materiale ghiaioso nell'area di futura escavazione sono state ricavate, dalle osservazioni dirette sulle scarpate di scavo delle cave adiacenti e lungo le sponde in erosione del Fiume Panaro.

Le ghiaie sono caratterizzate da clasti sub-arrotondati con dimensioni massime di 25 cm e minime inferiori ai 10 cm a composizione prevalentemente calcarea e arenacea, immersi in matrice sabbioso-limosa con tracce di argilla.

La composizione dei clasti è per la maggior parte calcarea (75%) e arenacea (25%).

Per quanto concerne il materiale di scarto presente nel banco ghiaioso, nella relazione tecnica allegata all'accordo ex art. 24 L.R. 7-2004 viene riportata una sezione media del fronte di scavo della limitrofa Cava Barca (fig. 9), rilevando direttamente, su uno spessore di 10 metri, una percentuale di scarto intermedio pari a 13.8%.

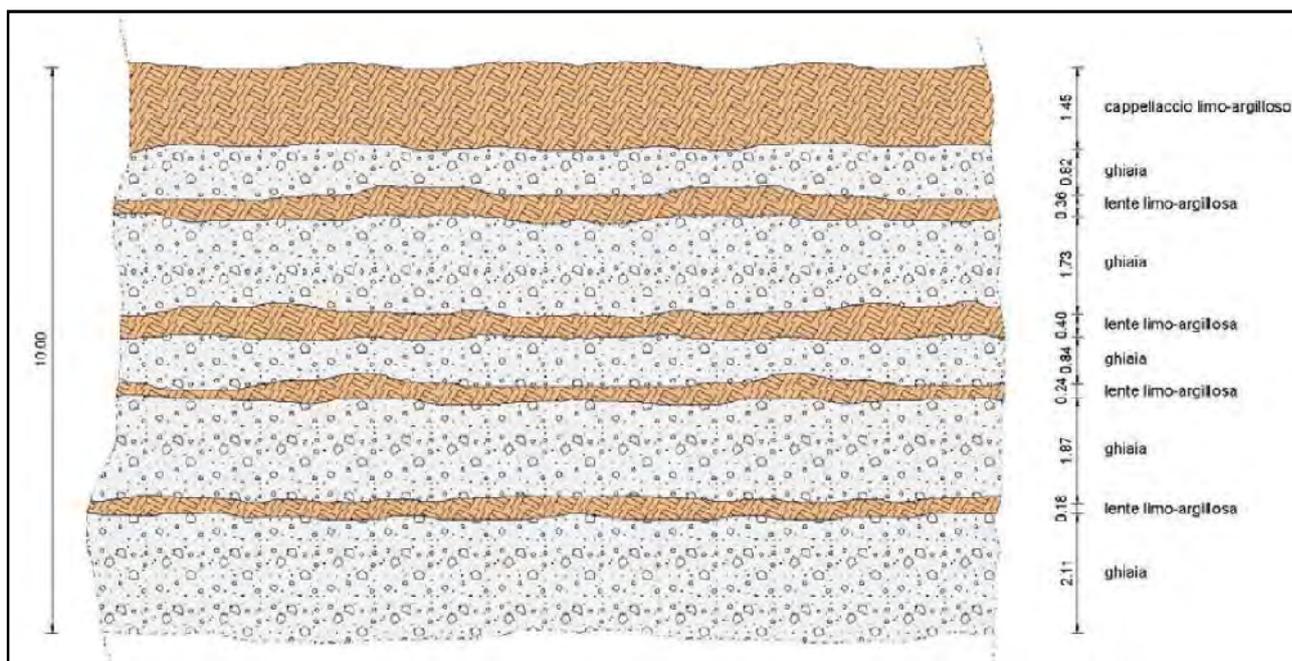


Figura 9 – Sezione media del fronte ovest dell'area di espansione

Sono state effettuate alcune osservazioni sulle pareti d'erosione fluviale e quelle di scavo esistenti, adiacenti alla zona in esame, che hanno consentito di verificare come il banco ghiaioso sia effettivamente costituito da livelli granulometricamente molto differenti, a dimostrazione della variabilità dell'energia di trasporto che ha comportato anche la deposizione di strati sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi che rappresentano livelli sterili a fini estrattivi. Nelle zone indicate in figura 10 sono quindi state eseguite delle misure di tali materiali con spessori rilevati che variano da pochi centimetri ad un massimo di circa 70 cm.. Di seguito viene riportata la documentazione fotografica dei punti osservati e per ognuno di essi si riporta nella

tabella 1 l'altezza della scarpata, lo spessore degli sterili e la percentuale degli stessi in riferimento all'altezza totale della scarpata.



PUNTO OSSERV.	ALTEZZA SCARPATA (m)	ALTEZZA COMPLESSIVA STERILI (m)	PERCENTUALE STERILI %
1	5	0,60	12,00%
2	3	0,40	13,33%
3	2.1	0,34	16,19 %

Tabella 1 – Analisi degli strati sterili



Foto 1 – Punti di osservazione sterili 1 e 2



Foto 2 – Punti di osservazione sterili 3

Tali risultati confermano mediamente percentuali di materiali di scarto coincidenti con quelli definiti in precedenza.

Dal punto di vista della lavorabilità in impianto di frantumazione il materiale analizzato è utilizzabile mediamente per circa l'88% (70% ghiaia e 18% sabbia), mentre il 12% (10% limo e 2% argilla) è materiale di scarto.

5 Morfologia ed evoluzione geodinamica

La maggior parte del territorio comunale di San Cesario ricade all'interno del conoide del Panaro, mentre l'estremità nord-occidentale rientra nell'unità di Pianura.

La conoide del fiume Panaro viene considerata come una macrounità di rango sovracomunale che mantiene una propria individualità. All'interno del conoide si riconoscono suddivisioni di rango inferiore, denominate mesounità, che riflettono l'andamento e la variabilità fisico-spaziale a grande scala del conoide, nonché la sua evoluzione morfogenetica, attuale e passata, determinata dal fiume Panaro. Questo infatti ha subito una progressiva migrazione da est verso ovest a partire sostanzialmente dall'inizio dell'Olocene.

Le mesounità riconosciute entro il conoide del Panaro e che ricadono nel territorio del Comune di S. Cesario sono le seguenti:

- a) alveo attuale del Fiume Panaro;
- b) conoide apicale;
- c) conoide intermedio.

Il territorio di S. Cesario ricade nella parte meridionale e in quella più settentrionale del conoide apicale: il Polo N. 8 è compreso in quest'ultima unità.

Le principali caratteristiche del conoide apicale sono:

- a) substrato formato da sedimenti grossolani (ghiaie e sabbie) subaffioranti o comunque collocati al di sotto dello strato pedogenizzato (spessore massimo 2 metri);
- b) gradiente topografico sostanzialmente costante (con inclinazioni verso N) tra 0.5 e 0.8 %;
- c) invariabilità di forme topografiche.

Gli agenti morfologici preponderanti, in questo settore pedemontano, sono rappresentati dal fiume Panaro e dall'uomo, i quali con la loro azione hanno modificato e tuttora modificano le originarie caratteristiche morfologiche del territorio.

L'influenza morfogenetica del Panaro risulta sostanzialmente cessata, a parte quella relativa alle aree dell'unità collocate subito a ridosso dell'alveo attuale (microunità delle Golene vecchie).

Le attività insediative umane sono riferibili sostanzialmente all'industria estrattiva (che comunque insiste ed ha insistito soprattutto nella unità di conoide intermedio) e all'agricoltura. Tali attività sono favorite dalla presenza di suoli a granulometria franca o franco limosa, generalmente ben drenati data la presenza di substrati rocciosi sciolti a granulometria grossolana (AA.VV., 1993).

Il limite settentrionale dell'unità coincide sostanzialmente con la zona di passaggio dell'acquifero sotterraneo da condizioni freatiche a condizioni confinate, pertanto l'area del conoide apicale, data anche la relativamente elevata infiltrabilità superficiale, rappresenta zona di ricarica per il sottostante acquifero. Ne consegue che anche quest'unità si presenta fortemente vulnerabile nei confronti dell'inquinamento delle acque sotterranee. La stessa urbanizzazione ha comportato inoltre la riduzione della capacità di ricarica degli acquiferi, causando l'impermeabilizzazione di vaste superfici e contribuendo all'incremento della vulnerabilità.

All'interno del conoide apicale si riconoscono delle suddivisioni di rango inferiore (microunità):

- 1) golene vecchie (GV), nella zona ad occidente, subito a ridosso dell'Alveo attuale del Panaro;
- 2) dossi (D), attraversano l'unità da sud a nord per poi diramarsi in più porzioni nella zona di passaggio all'unità del conoide intermedio;
- 3) valli (V) che, assieme ai dossi e alternandosi a questi, vanno a caratterizzare peculiarmente l'aspetto morfologico del conoide intermedio e che sono presenti solo limitatamente alla porzione estrema settentrionale del conoide apicale;
- 4) terre piane (TP) collocate ad est del Dosso;
- 5) aree Urbanizzate (AU).

Il Polo N. 8 appartiene alle microunità delle Golene vecchie e a quella delle Terre Piane (fig. 11).

Le Golene Vecchie sono rappresentate da lembi di territorio subpianeggianti, terrazzati, posti subito a ridosso del corso attuale del fiume Panaro. Si tratta di zone che erano esondabili, da parte del Fiume, fino al secolo scorso, quando questo scorreva ad una quota s.l.m. più elevata dell'attuale e gran parte delle opere idrauliche e di difesa spondale antropiche dovevano ancora essere erette lungo il corso del fiume. Sul lato verso il fiume sono spesso bordate da una scarpata fluviale o da un argine o anche da un muraglione, alti anche alcuni metri, che si affacciano direttamente sul corso attuale. Anche a tergo risultano spesso delimitati da argini, arginelli e scarpate. In superficie le Golene Vecchie presentano dei depositi alluvionali fini, depositati dalle tracimazioni e dalle esondazioni fluviali in epoche precedenti alla costruzione delle soprannominate opere idrauliche. Questi sedimenti limosi sono spessi da pochi decimetri a 1-2 metri e sono soggetti a pedogenesi con formazione di suoli anche molto profondi, a tessitura franca, franco limosa o franco argillosa, e presentano una permeabilità moderata ("Complesso Ascensione/Bellaria franco-limose" secondo la classificazione delle unità pedologiche cartografiche di AA.VV., 1993).

Le Golene vecchie, dal punto di vista topografico, si delineano come delle fasce allungate lungo il corso del Panaro, che nella parte settentrionale a ridosso delle Casse d'Espansione, si collocano a quote più basse rispetto alle aree limitrofe circostanti.

Le Terre piane si collocano generalmente in posizione più discosta rispetto l'alveo del Panaro. Si tratta di parti del territorio subpianeggianti (terrazzi fluviali più antichi) a substrato generalmente grossolano (ghiaioso, sabbioso e in minore misura limoso).

Data la presenza di abbondanti giacimenti di ghiaie, nelle Terre piane si riconoscono i segni evidenti dell'attività estrattiva che ha insistito in passato ed insiste tuttora su ampie porzioni di questi territori. Tali attività umane hanno comportato localmente cambiamenti morfologici fortemente accentuati, soprattutto per

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

la presenza di scavi ampi e profondi. Si tratta di aree potenzialmente vulnerabili in relazione al pericolo di inquinamento delle falde idriche sotterranee.

SCHEMA GERARCHICO DELLE UNITÀ FISICHE DI PAESAGGIO DEL COMUNE DI S. CESARIO
 - Rapporti con le Unità di Paesaggio di Rango Regionale (1) e Provinciale (2) -

UNITÀ DI RANGO REGIONALE (1)	MACROUNITÀ	MESOUNITÀ	MICROUNITÀ	UNITÀ DI PAESAGGIO PROVINCIALI (2)
N° 8 PIANURA BOLOGNESE- MODENESE- REGGIANA	CONOIDE DEL FIUME PANARO	ALVEO ATTUALE DEL FIUME PANARO	/	10 e 15
		CONOIDE APICALE	Golene Vecchie	15
			Terre Piane	14 e 15
			Dossi	14
			Valli	14
		CONOIDE INTERMEDIA	Aree Urbanizzate	14
			Golene	10
			Golene Vecchie	15
			Casse d'Espansione	14
			Terre Piane	15
			Dossi	14
			Valli	14
		PIANURA	Aree Urbanizzate	14
			Golene	10
	Terre Piane		10	
Aree Urbanizzate	10			

(1) Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.)
 (2) Approfondimenti provinciali al P.T.P.R. (Materiali consegnati alle Amministrazioni Comunali durante la riunione del 19.12.1997).

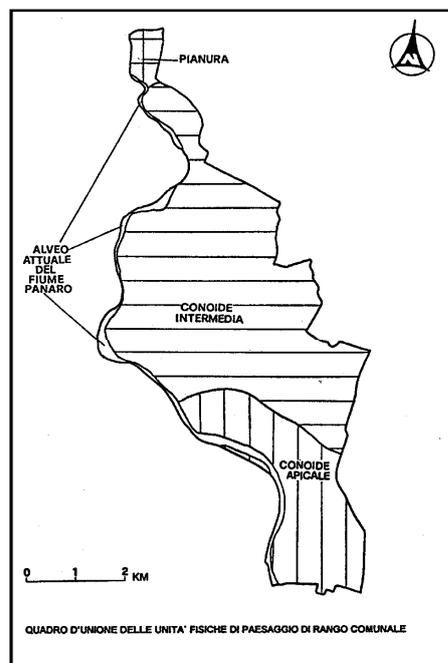


Figura 11 – Unità fisiche di paesaggio

5.1 Descrizione morfologica del sito

L'area in esame è situata a S-SW dell'abitato di San Cesario s/P. ed ha pendenze medie dal p.d.c. piuttosto modeste, dell'ordine del 3÷4% circa, verso N-NW.

Topograficamente ci troviamo a quote massime pari a 60.37 m s.l.m. e minime pari a 58.41 m sul livello del mare.

L'area in esame si colloca nella parte centrale del conoide alluvionale del fiume Panaro e l'agente morfogenetico principale, tuttora attivo, è ovviamente il fiume Panaro.

La cartografia storica del Ducato di Modena del 1821 (fig. 12) e la carta IGM di primo impianto del 1884 (fig. 13) evidenziano come l'ambiente naturale collegato al fiume, fosse caratterizzato dall'esistenza di un ampio terrazzamento golenale, con il Fiume che risultava fortemente articolato con grandi isole fluviali e zone boscate perifluviali, oltre le quali si sviluppava l'ordito agricolo geometricamente composto di capezzagne e fossi irrigui.



Fig. 12 – Cartografia storica del Ducato di Modena

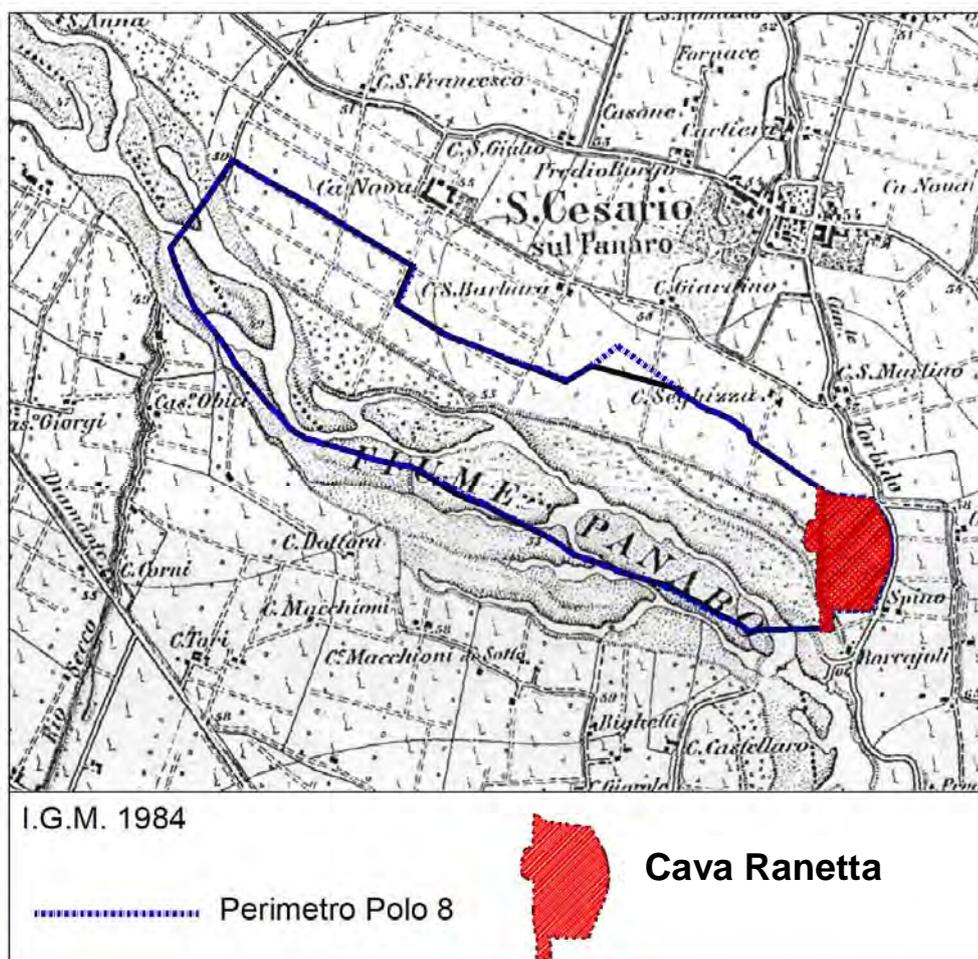


Fig. 13 – Situazione dell'area al 1884 (scala 1:25.000)

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

La cartografia IGM del 1935 (Fig. 14) e la foto RAF del 1944 (fig. 15), riportano altre informazioni dei primi anni trenta, ed evidenzia come l'ambiente fluviale subisce un'importante trasformazione consistente nella realizzazione di un'opera di difesa spondale dell'alveo fluviale denominata "Muraglione", riducendo il letto del fiume di circa il 50%, e consegnando all'utilizzo agricolo la restante parte.

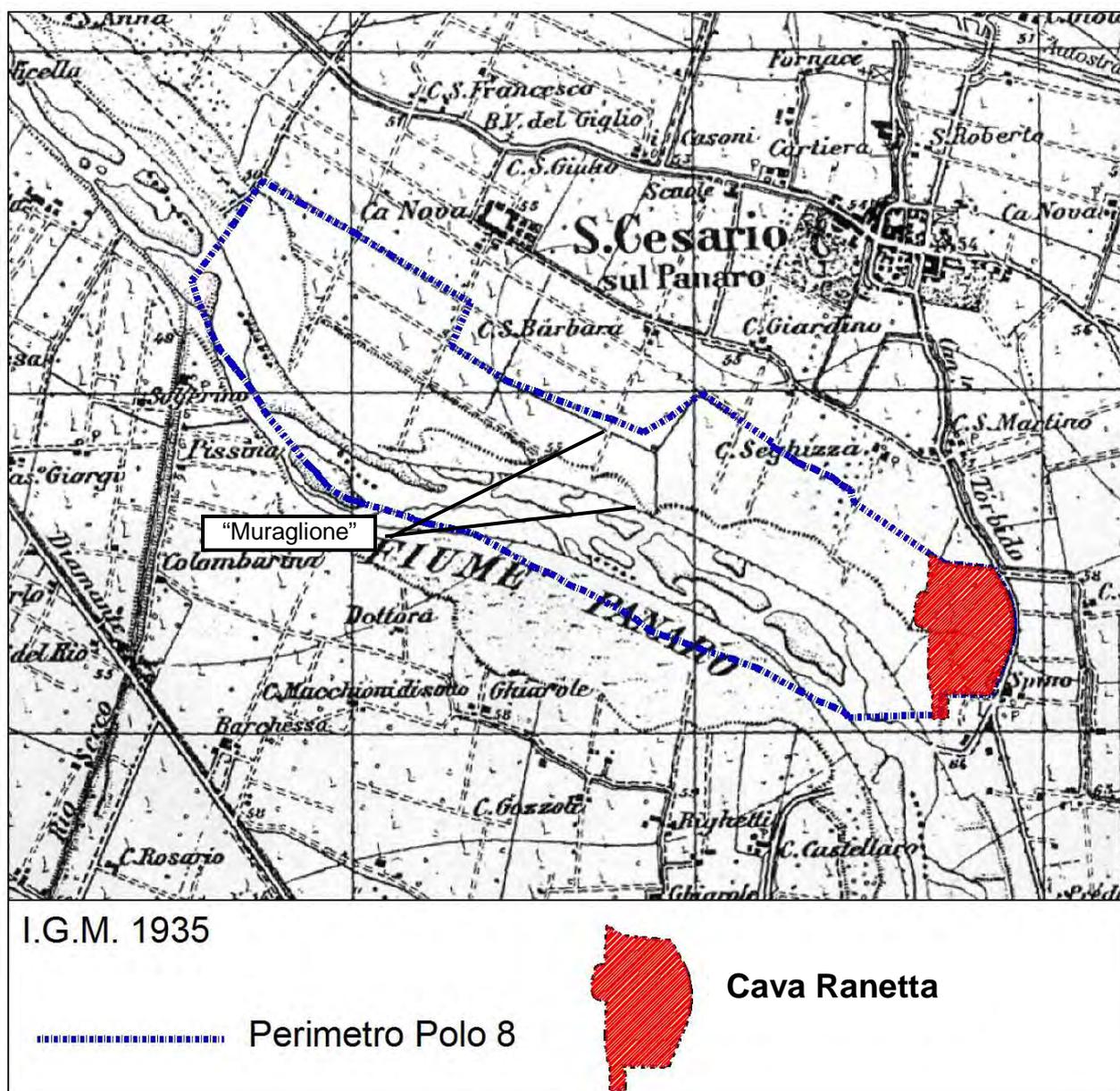


Fig. 14– Situazione dell'area al 1935 (scala 1:20.000)

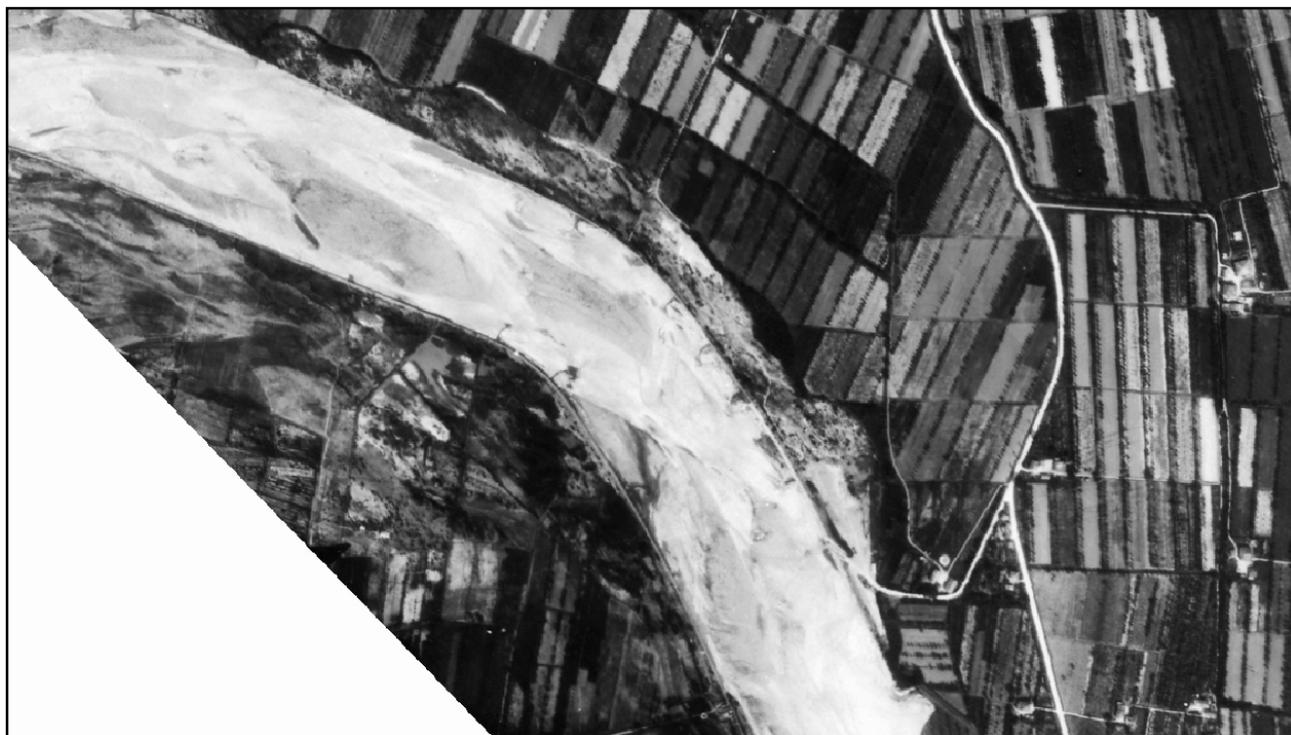


Fig. 15– Foto RAF 1944

L'altro elemento morfogenetico fondamentale è quello antropico; l'uomo infatti ha svolto un ruolo importante e la sua azione si è esplicitata soprattutto nell'ultimo secolo, attraverso la realizzazione di opere idrauliche di difesa dalle divagazioni del fiume Panaro e attraverso l'escavazione di materiale ghiaioso sia in alveo che fuori, in fregio al fiume. Quest'ultima attività, particolarmente frequente nell'area in esame, ha provocato la creazione di evidenti avvallamenti che attualmente dominano prioritariamente la morfologia dell'area fluviale e che rimangono pur sempre punti critici per la protezione dell'acquifero e della capacità produttiva agricola.

Con la costruzione del muraglione (difesa idraulica longitudinale di sponde costruita negli anni '20) e degli arginelli spondali si è contenuto il fiume Panaro ad un alveo della larghezza di circa 200 metri.

Il restringimento del tracciato del fiume ha provocato quindi un aumento della velocità dell'acqua con conseguente incremento del potere erosivo del fiume stesso sia spondale che di fondo.

A questo si aggiunge anche l'attività estrattiva incontrollata in alveo avvenuto negli anni '60 che ha provocato un'erosione di fondo tale da raggiungere e superare in certi punti la fondazione del muraglione.

La combinazione dei fattori sopracitati ha portato il letto del fiume Panaro ad un abbassamento a volte inferiore anche di 3-4 metri rispetto alla base della fondazione del muraglione che, venendo così a diretto contatto con le acque del fiume, è stato soggetto in alcuni punti a scalzamento.

In questo caso infatti il muraglione non ha più la funzione di difesa dalle esondazioni sia per la sua mancanza in certi tratti del fiume, sia per il forte dislivello attualmente esistente tra il piano di campagna ed il livello dell'acqua del fiume Panaro.

L'attività estrattiva in questa zona, come negli omologhi tratti del Secchia, è stata, negli anni '60 e '70, tanto incontrollata quanto intensa. Essa infatti ha completamente modificato la morfologia della zona a tal punto che ora è impossibile il riconoscimento delle forme del rilievo preesistente.

6 Idrografia superficiale ed esondabilità del territorio

6.1 Idrografia superficiale

Il fiume Panaro rappresenta il corpo idrico fondamentale del territorio comunale di S. Cesario s/P. e costituisce anche il principale recapito delle acque di scolo delle aree circostanti.

Il regime idraulico del fiume risulta mutevole e quindi si ha l'alternarsi, in ogni punto e nel tempo, di erosione e sedimentazione e ciò fa cambiare continuamente l'aspetto dell'alveo, con rapidi spostamenti comunque contenuti all'interno dei muraglioni.

Questi, come già ricordato, hanno la funzione di contenere al loro interno le acque del fiume Panaro per un'ampiezza massima di circa 200 metri.

L'importanza del fiume Panaro nell'economia del territorio è legata sia all'alimentazione di importanti falde idriche sotterranee sia al suo utilizzo per l'irrigazione.

Tenendo conto che i tratti in cui il muraglione di difesa è crollato, o addirittura mancante, e, in considerazione del fatto che la quota media idrometrica del fiume è più bassa delle fondazioni del muraglione, è possibile prevedere per il futuro un ulteriore e notevole peggioramento del suo stato e della sua funzione.

La rete idrica superficiale è strettamente legata alla preponderante presenza del fiume Panaro (fig. 16) che lungo questo tratto ha un solo affluente in sinistra orografica (Spilamberto) e cioè il Rio Secco le cui portate sono di tipo appenninico. In esso confluiscono fossi e scoli secondari dei terreni circostanti e la rete fognante del paese (Spilamberto).

Ad est dell'area scorre il canal Torbido, le cui acque derivano dal fiume Panaro nei pressi di Savignano e che attraversa l'abitato di Magazzino per poi proseguire fino a S. Cesario e oltre. Il Torbido oltre alla funzione irrigua, nel tempo ha svolto, e svolge tuttora, anche quella di collettore di acque reflue che divenendo a volte predominante ha causato un ingente degrado alle acque del canale stesso, a tal punto da renderle poco appetibili per primario uso irriguo.

Dal punto di vista idraulico il Rio Secco e il canal Torbido non hanno influenza diretta con l'area estrattiva in esame.



Fig. 16 – Idrografia superficiale

Attualmente in questo tratto del Fiume Panaro si sono accentuati fenomeni di erosione spondale, che hanno portato a ulteriori crolli del Muraglione e che sono stati amplificati anche dal parziale danneggiamento della briglia selettiva ubicata immediatamente a monte dell'area in esame.

Nella figure 17 e 18 seguenti viene riportata la situazione del Fiume nel 2005 e nel 2011, sulle quali è stata anche individuata attraverso specifici rilievi la situazione delle sponde in erosione ad Aprile 2011 e Luglio 2013.

Le foto 3, 4 e 5 riportano la situazione del tratto individuato dalla lettera A in fig. 14, ad Aprile 2011, Luglio 2013 e Dicembre 2013, in cui si rilevano gli estesi crolli che hanno interessato il Muraglione.

La foto 5 evidenzia come il crollo del muraglione abbia di fatto creato una "scogliera di massi ciclopici", che funge da consolidamento della scarpata limitando l'azione erosiva di sponda del fiume Panaro in tale posizione.



Foto 3 - Situazione area A ad Aprile 2011 (vista da Nord)





Foto 5 - Situazione area A a Dicembre 2013 (vista da Sud)

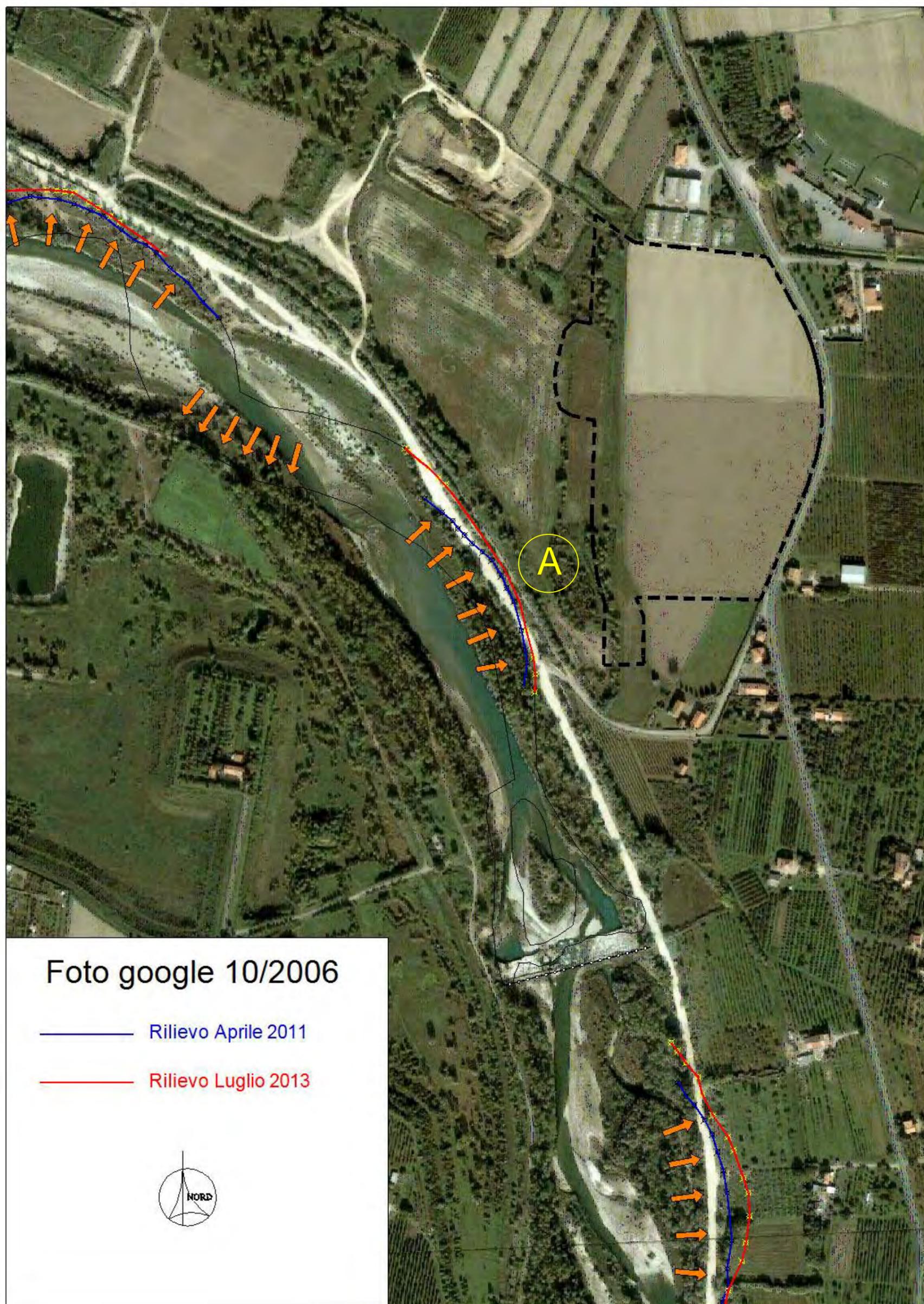


Fig. 17 – Stato di fatto a Ottobre 2006

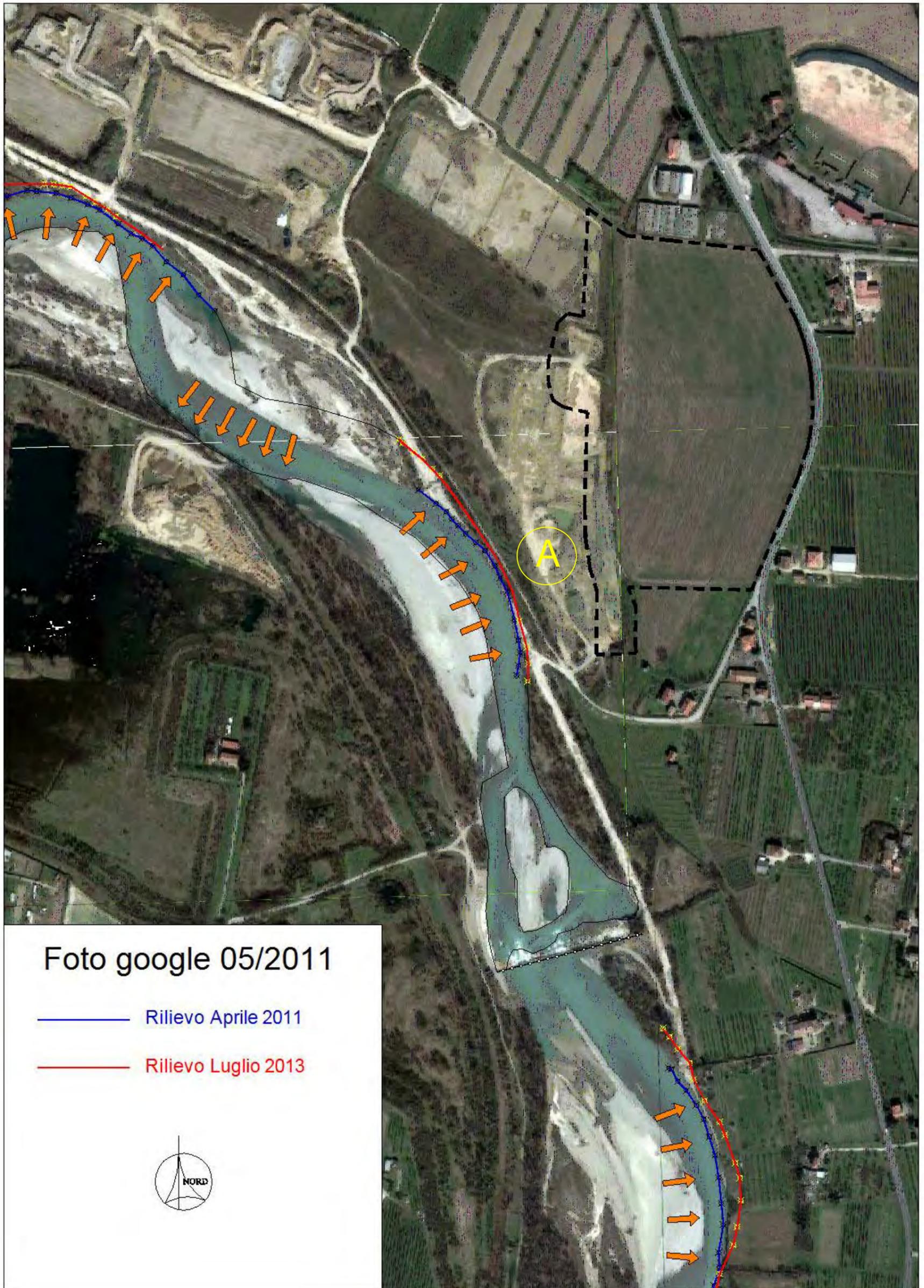


Fig. 18 – Stato di fatto a Maggio 2011

6.2 Aspetti idraulici del fiume Panaro

Lungo il tratto del fiume Panaro in corrispondenza del Polo estrattivo n° 8 è stato eseguito dall'Ing. A.Pagotto nel 1999 uno studio idraulico, successivamente aggiornato nel 2007. Di seguito vengono riportati in sintesi i risultati di tali elaborazioni.

Le elaborazioni idrauliche sono state eseguite sulla base dei seguenti elementi:

- le caratteristiche geometriche dell'alveo considerate risultano coincidenti con quelle direttamente rilevate con un rilievo topografico del 1999;
- i valori di portata desunti dal confronto di vari studi idrologici sull'asta in esame, sono stati aggiornati ed integrati con la direttiva PAI che fissa i nuovi valori di portata assumendo quali piene di progetto di riferimento la bisecolare e la cinquecentennale.

Si sono quindi ottenuti i seguenti risultati:

- portata di piena PAI con tempo di ritorno 100 anni $\Rightarrow Q_{100} = 1.270 \text{ m}^3/\text{s}$;
- portata di piena PAI con tempo di ritorno 200 anni $\Rightarrow Q_{200} = 1.480 \text{ m}^3/\text{s}$;
- portata di piena PAI con tempo di ritorno 500 anni $\Rightarrow Q_{500} = 1.660 \text{ m}^3/\text{s}$.

In considerazione delle valutazioni idrologiche effettuate sul Secchia, che ha un comportamento idrologico del tutto simile al Panaro, i nuovi valori cautelativi da considerare per fiume Panaro, sono stati i seguenti:

- Piena prevista con tempo di ritorno 100 anni $\Rightarrow Q_{100} = 1.480 \text{ m}^3/\text{s}$
- Piena prevista con tempo di ritorno 200 anni $\Rightarrow Q_{200} = 1.800 \text{ m}^3/\text{s}$
- Piena prevista con tempo di ritorno 500 anni $\Rightarrow Q_{500} = 2.000 \text{ m}^3/\text{s}$

Tali valori sono ovviamente considerati costanti, vista l'assenza di immissioni di portata significative lungo il tratto in esame. L'esame visivo delle condizioni di deflusso e di granulometria del materiale d'alveo, che mediante confronto con situazioni simili aventi caratteristiche definite, ha permesso la valutazione della scabrezza dell'alveo e delle zone golenali, così esplicitabili:

- scabrezza alveo di magra secondo Strickler $\Rightarrow cal = 30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$
- scabrezza golene destra e sinistra secondo Strickler $\Rightarrow cgo = 5 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

Sono stati fatti tentativi con scabrezze inferiori, più cautelativi ma non realistici; le variazioni sono risultate dell'ordine di qualche centimetro e quindi insignificanti.

Le ipotesi alla base del modello utilizzato per i calcoli idraulici, che ne definiscono anche i limiti, sono le seguenti:

- il moto è stazionario, gradualmente variato e monodimensionale (sono cioè trascurate le componenti della velocità in direzioni diverse da quella del moto);
- la pendenza dell'alveo è modesta, e comunque inferiore al 10%.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

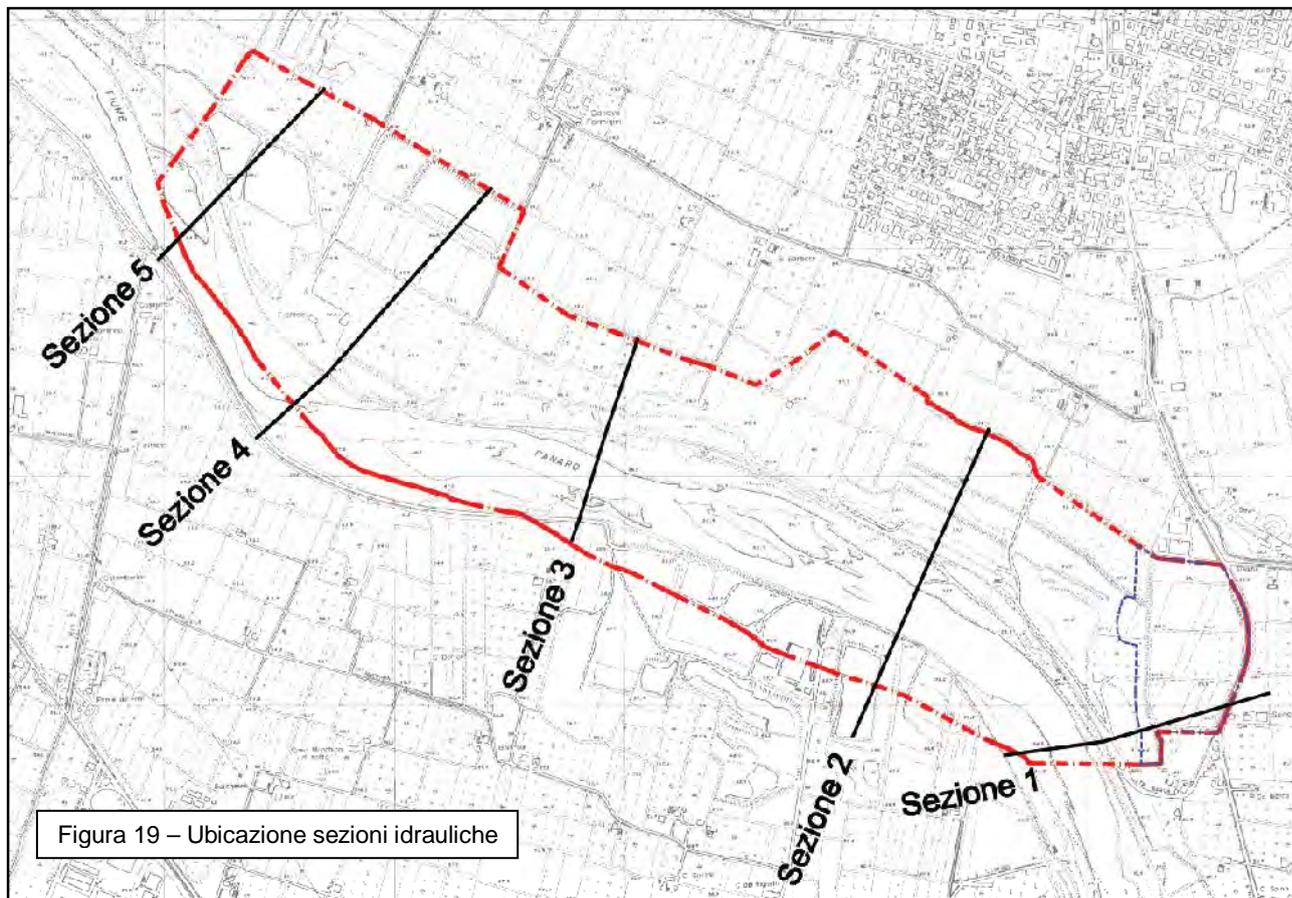
Lo studio è stato eseguito mediante il modello di moto permanente HEC-2, messo a punto dall'U.S. Army Corps of Engineers, aggiornato con i nuovi valori di portata determinando l'altezza idrica in base al bilancio, tramite iterazioni successive, dell'equazione dell'energia in sezioni adiacenti.

La condizione al contorno è costituita dall'altezza idrica nella sezione di estremità dalla quale si inizia il calcolo; nel caso in esame si è fatto alla sezione di valle ricavata dallo studio idraulico del F. Panaro precedentemente richiamato.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti, mentre nella fig. 19 viene riportata l'ubicazione delle sezioni analizzate, e nella fig. 20 la sezione 1 di riferimento per l'area di interesse aggiornata con le previsioni della nuova cava.

Sezione Modello	Sezione Polo 8	Quota fondo alveo (m s.l.m.)	Franco arginale destro (m)	Quota pelo libero moto permanente (m s.l.m.)
				(Q = 1480 mc/s Tr = 100 anni)
3	5	42.70	3.86	48.14
4	4	44.91	3.70	49.80
5	3	46.71	1.25	51.75
6	2	49.00	6.19	53.62
7	1	50.50	6.44	56.06
				(Q = 1800 mc/s Tr = 200 anni)
3	5	42.70	3.46	48.54
4	4	44.91	3.18	50.32
5	3	47.63	0.97	52.03
6	2	49.00	5.81	54.02
7	1	50.50	6.26	56.24
				(Q = 2000 mc/s Tr = 500 anni)
3	5	42.70	3.16	48.84
4	4	44.91	2.91	50.59
5	3	47.63	0.75	52.27
6	2	49.00	5.68	54.13
7	1	50.50	5.77	56.73

Tabella 2 - Calcoli idraulici



Le quote idrometriche ricavate nel tratto di fiume in corrispondenza del polo sono tutte contenute nelle attuali arginature.

I franchi minimi si ottengono ovviamente per la portata avente tempo di ritorno cinquecentennale (2000 mc/s), peraltro incrementata rispetto alla omologa contenuta nel PAI vigente (1660 mc/s) con un minimo di 0.75 m in corrispondenza della sezione n°3.

I franchi maggiori si ottengono in corrispondenza delle sezioni n°1 e 2, ubicate in prossimità della nuova area di cava.

6.3 Aspetti programmatici

L'area cava è parzialmente compresa in zone classificate dal PTCP come Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua - Zone di tutela ordinaria sia del Fiume Panaro che del Canal Torbido (art. 9, comma 2, lettera b: "Zone di tutela ordinaria) che, per gli alvei non arginati, corrispondono alle aree di terrazzo fluviale mentre per gli alvei arginati, in assenza di limiti morfologici certi, corrispondono alla zona di antica evoluzione ancora riconoscibile o a "barriere" di origine antropica delimitanti il territorio agricolo circostante qualora questo presenti elementi connessi al corso d'acqua.

In riferimento alle attività estrattive tali zone sono regolate all'art. 19 c. 2 delle norme del PTCP che afferma che nelle Zone di tutela dei caratteri ambientali, a certe condizioni, il PIAE (e di conseguenza il PAE) può prevedere attività estrattiva.

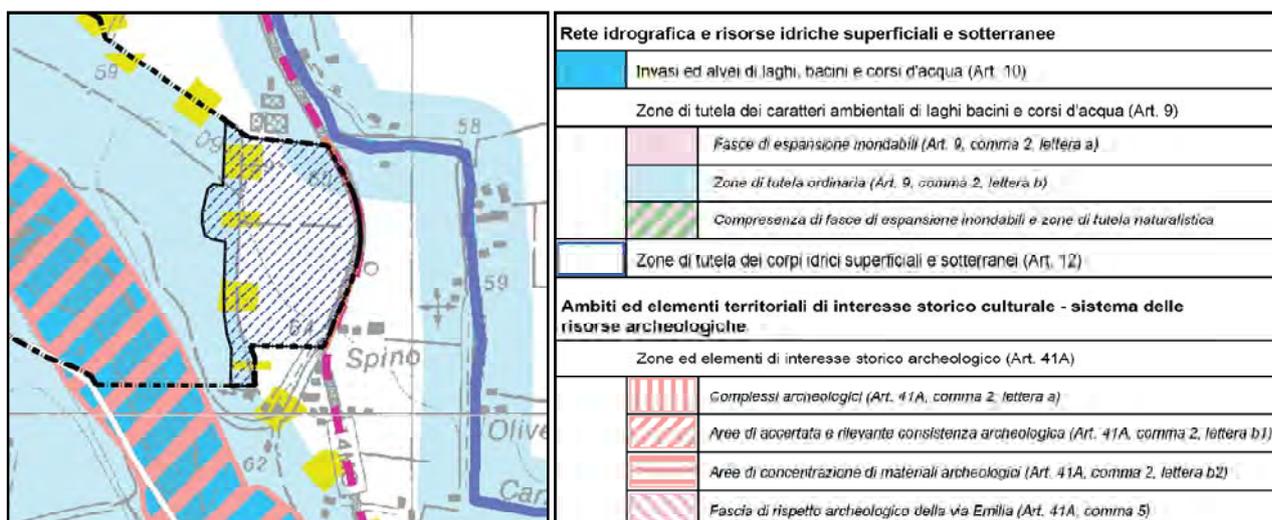


Figura 21 – Estratto Ptcp - Carta delle tutele - 1.1 Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali - Tavola 1.1.5

Come individuato in fig. 22 che riporta uno stralcio del PAI, l'area di cava risulta quasi completamente esterna all'area di inondazione della piena catastrofica (Fascia C), mentre solo una piccolo settore occidentale ricade all'interno di quest'ultima.

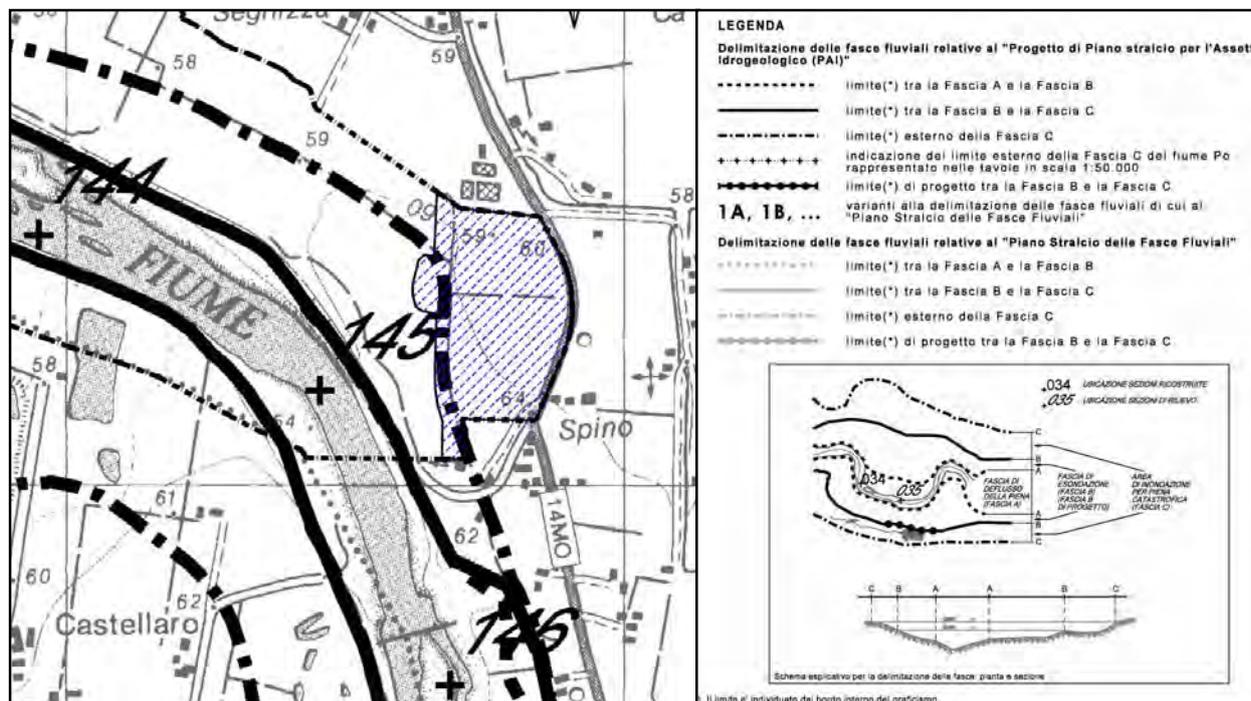


Figura 20 – Estratto Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)

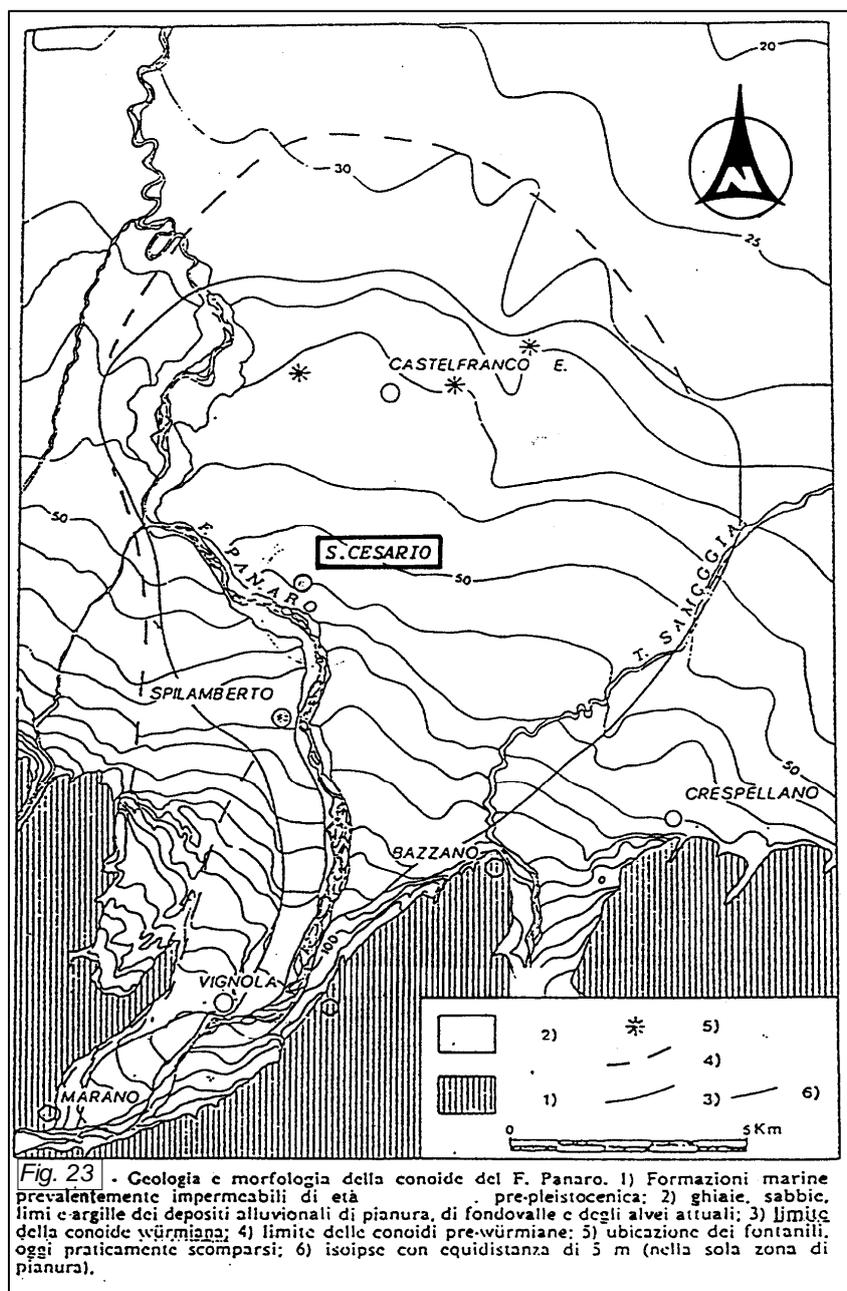
7. Idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area indagata sono condizionate dalla presenza della conoide alluvionale del F.Panaro (Fig. 21), che costituisce un corpo allungato verso la pianura e isolato lateralmente da depositi argilloso - limosi a bassa conducibilità idraulica.

Tal conoide presenta la classica forma sub-triangolare con l'apice che si raccorda al solco vallivo presso Vignola e Marano s/P ad una quota di 130-150 metri s.l.m. ed il fronte che si estende verso nord oltre il tracciato della Via Emilia e del centro abitato di Castelfranco Emilia.

La conoide nel suo complesso rappresenta la sovrapposizione di più conoidi alluvionali di diversa età: le più antiche si riferiscono al Pleistocene medio e superiore, mentre le più recenti, che ricoprono la quasi totalità delle sottostanti sono riferibili all'Olocene.

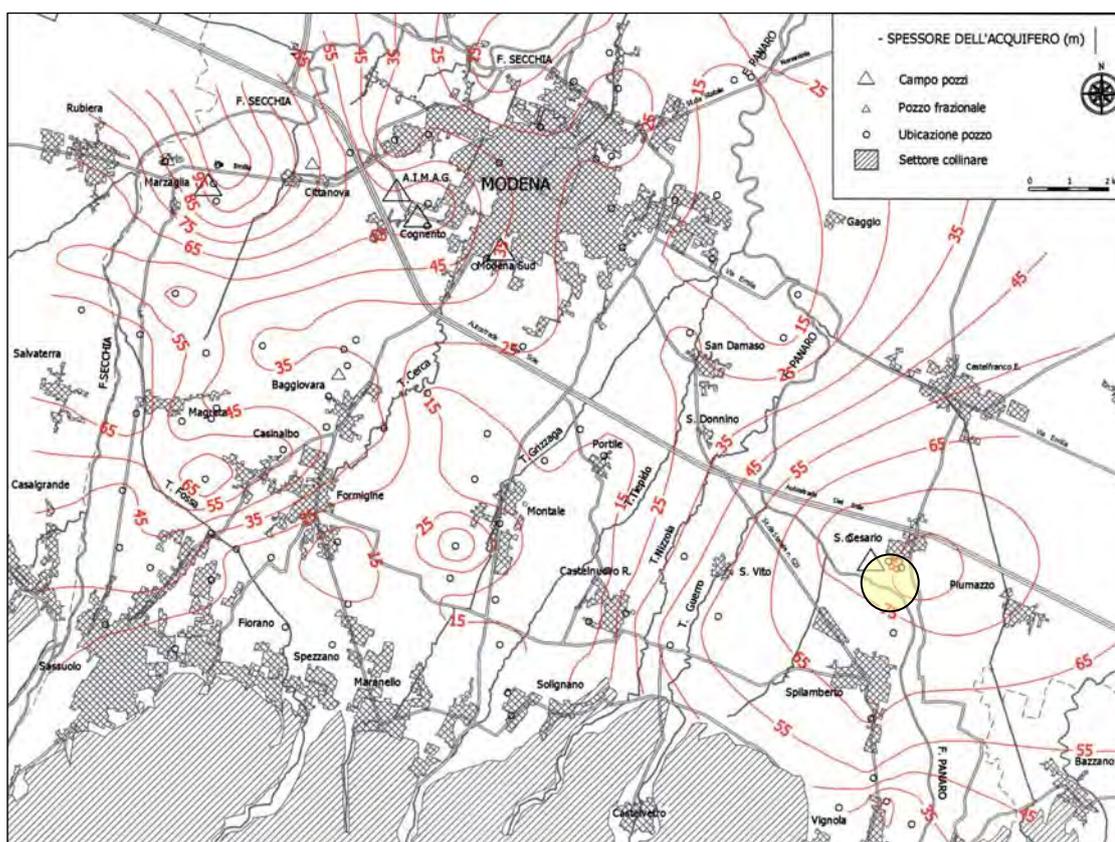
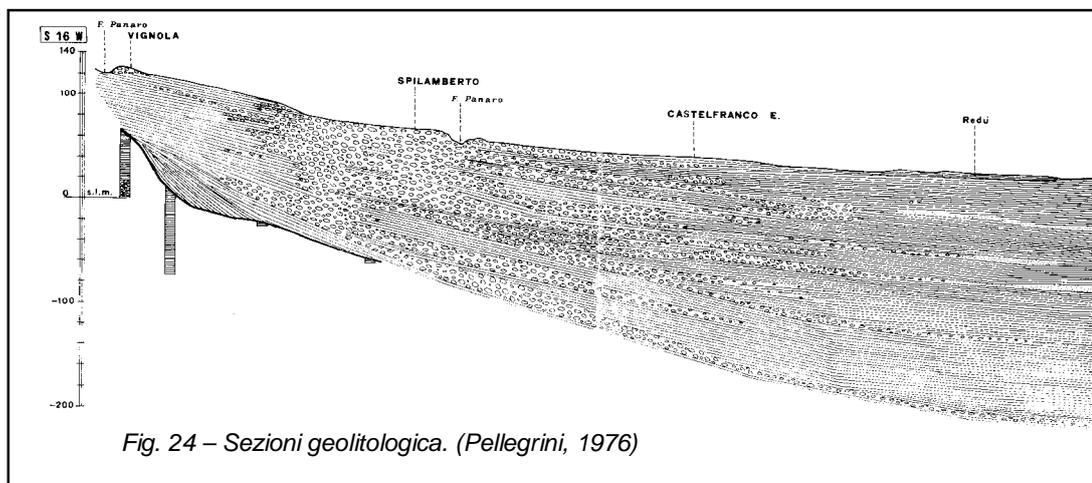
I materiali alluvionali presentano spessore e composizione variabile. Nella parte alta della conoide, da Vignola a S.Cesario, si hanno depositi prevalentemente ghiaiosi mentre procedendo verso nord le intercalazioni limose e limo-argillose diventano più consistenti sino ad arrivare alla piana alluvionale dove scompaiono le ghiaie e i livelli permeabili sono rappresentati da sabbie in livelli sottili entro sequenze limo-argillose prevalenti. Per quanto concerne lo spessore della coltre alluvionale si passa da qualche metro a Vignola a 200 metri e oltre a Castelfranco Emilia e Manzolino (Fig. 23).



Da un punto di vista idrogeologico l'area in esame si colloca in un settore di transizione tra quello meridionale caratterizzato dalla presenza di un acquifero monostrato, e quella settentrionale in cui l'acquifero tende a compartimentarsi in più livelli acquiferi procedendo verso Nord, con la falda superficiale in connessione idraulica col fiume (fig. 24).

Secondo quanto emerge da recenti studi effettuati da ARPA (Aree di salvaguardia delle captazioni idriche - Linee guida, 2003) (Fig. 25) lo spessore dell'acquifero sfruttabile raggiunge nella zona di S.Cesario per la conoide del fiume Panaro valori massimi di circa 85 m.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA



Gli studi effettuati dalla Regione Emilia-Romagna- ENI Agip, 1998, hanno consentito di individuare sull'intero bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola le sequenze deposizionali e le unità idrostratigrafiche, e sulla base della fig. 26 si ritiene che gli orizzonti acquiferi presenti nella zona di studio possono essere ricondotti al Gruppo acquifero "A".

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

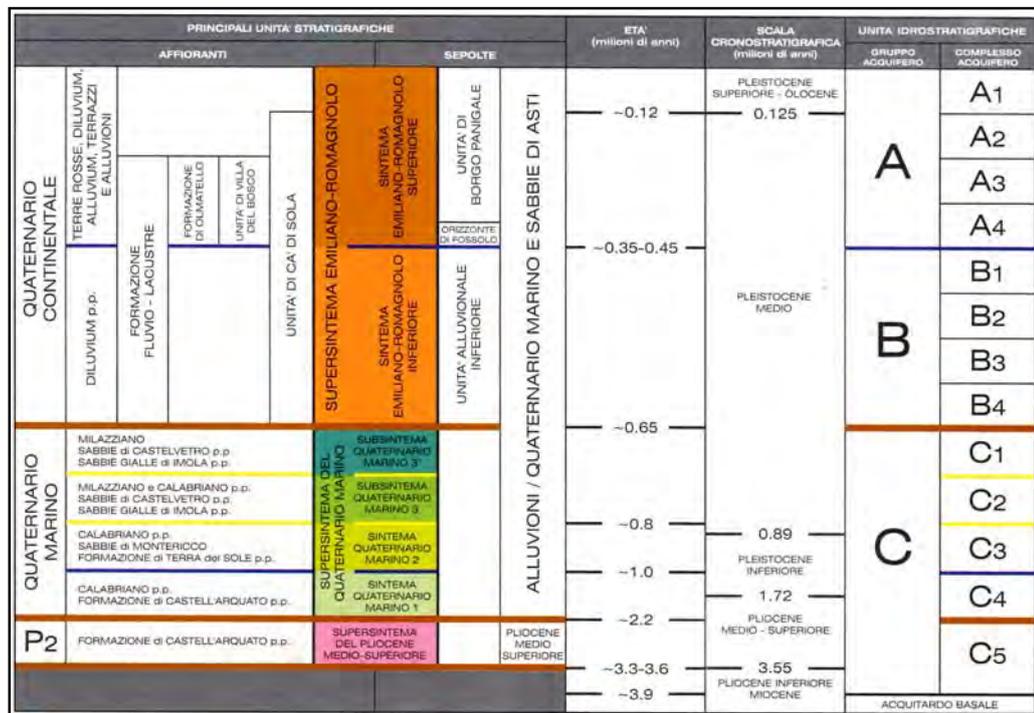


Figura 26 – Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico (Regione Emilia Romagna-ENI, 2003)

Questa unità è sovrapposta a una litozona prevalentemente argillosa (unità idrogeologica argilloso-sabbiosa) nella quale si rinvencono acquiferi sabbiosi e più raramente ghiaioso-sabbiosi, con falde aventi facies tipicamente ridotte (e in alcuni casi salmastre), e non captate per gli usi potabili. Tale unità idrogeologica costituisce la base del sistema acquifero principale (Fig. 27) e può essere ricondotta all'unità del Gruppo acquifero "B".

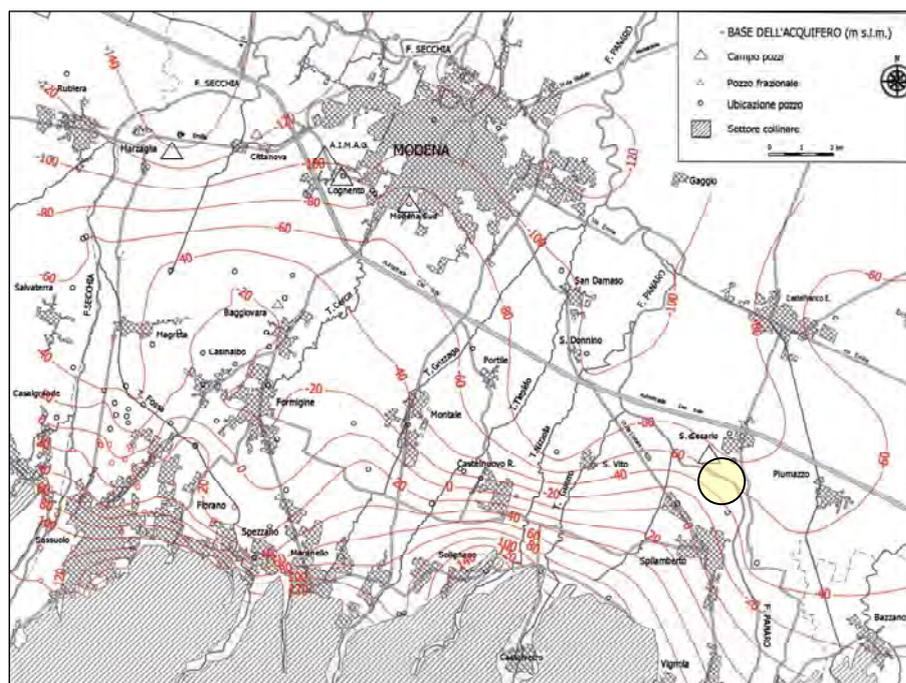


Figura 27 – Base dell'acquifero (ARPA, 2003)

Per la ricostruzione della struttura idrogeologica degli orizzonti acquiferi presenti si è innanzitutto operata una ricerca bibliografica al fine di raccogliere i dati stratigrafici esistenti, ed in particolare sono stati reperite le litostratigrafe dei pozzi acquedottistici che compongono il campo acquifero di S.Cesario (Pozzi D1, D5 e D6), dei piezometri META realizzati in sponda sinistra (denominati PMD1, PDM2 e PDM3), di un pozzo ad uso irriguo di recente perforazione (n° 174) e dei dati stratigrafici di pozzi della R.E.R.

In particolare sono state elaborate cinque idrogeologiche (1, 2, 3, 4 e 5 – Figg. 29, 30, 31, 32 e 33) ubicate come da Fig. 28, che permettono di descrivere con dettaglio la struttura del sottosuolo nell'area del Polo estrattivo 8 e della cava Ranetta sino alla profondità massima di circa 130-140 m dal p.d.c., raggiunta dai pozzi acquedottistici. Per quanto concerne la sezione 3 si sottolinea che è stata direttamente desunta dagli Studi ARPA eseguiti sull'area.

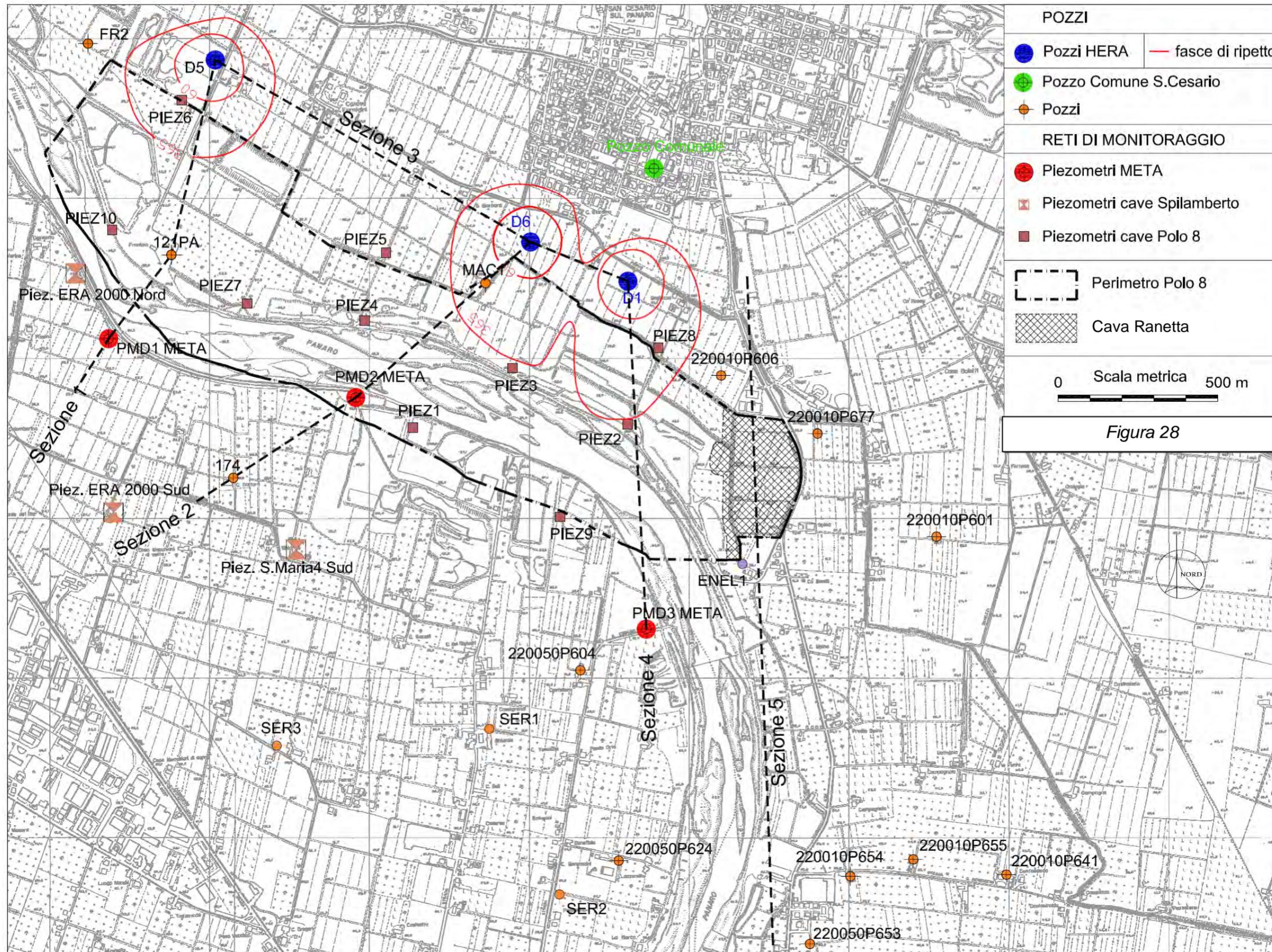


Figura 28

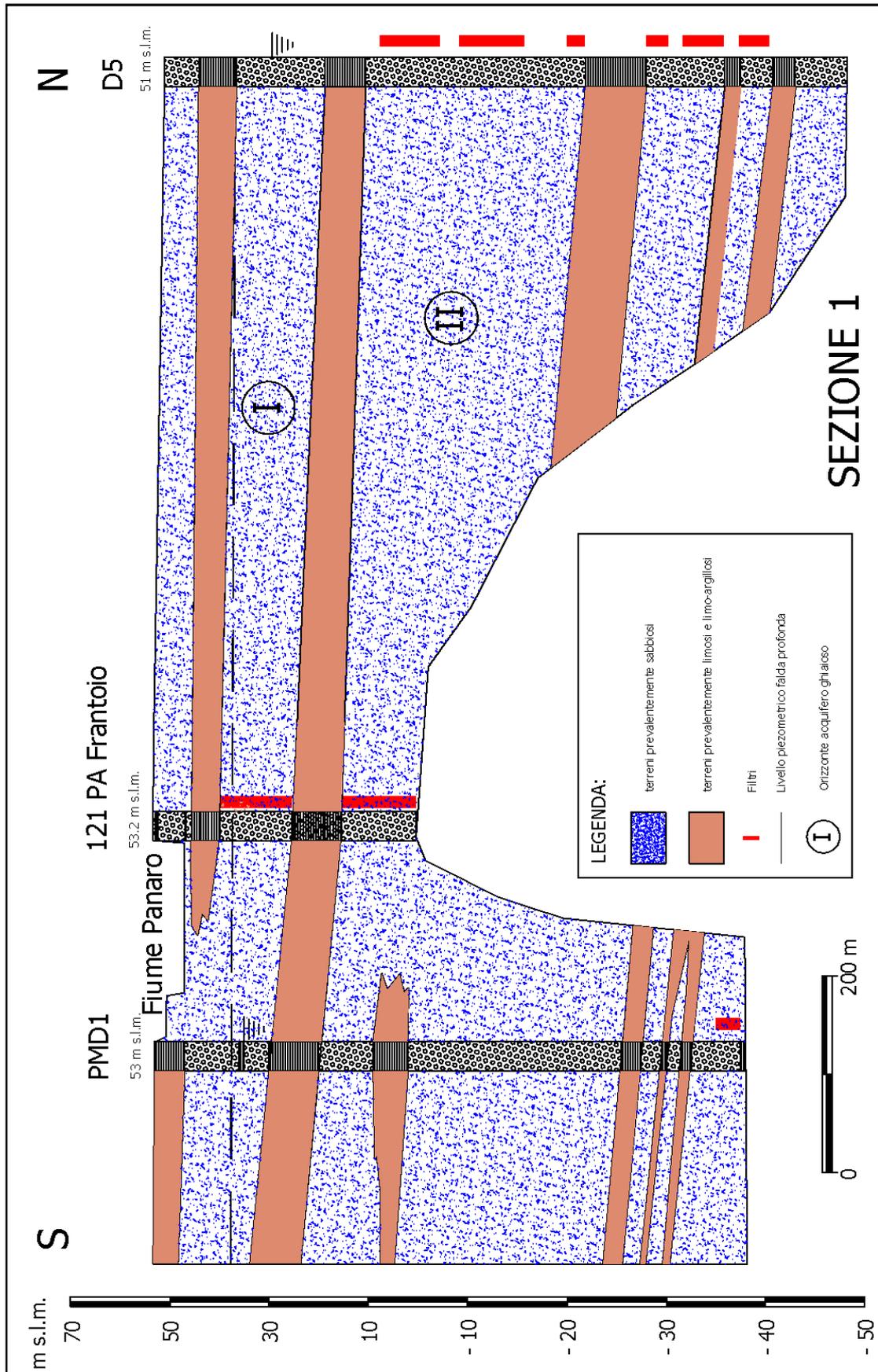


Fig. 29 – Sezione idrogeologica 1

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

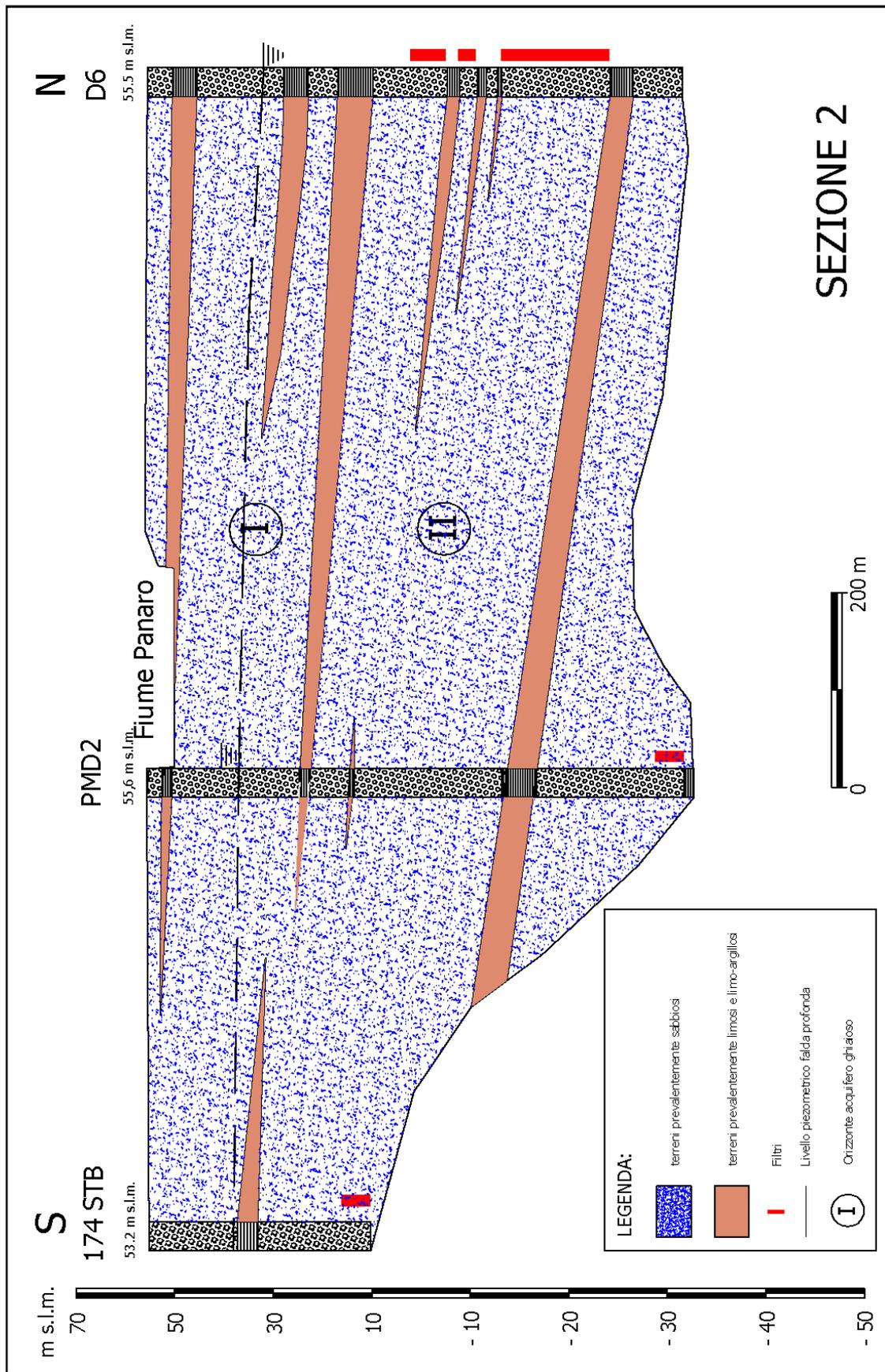


Fig. 30 – Sezione idrogeologica 2

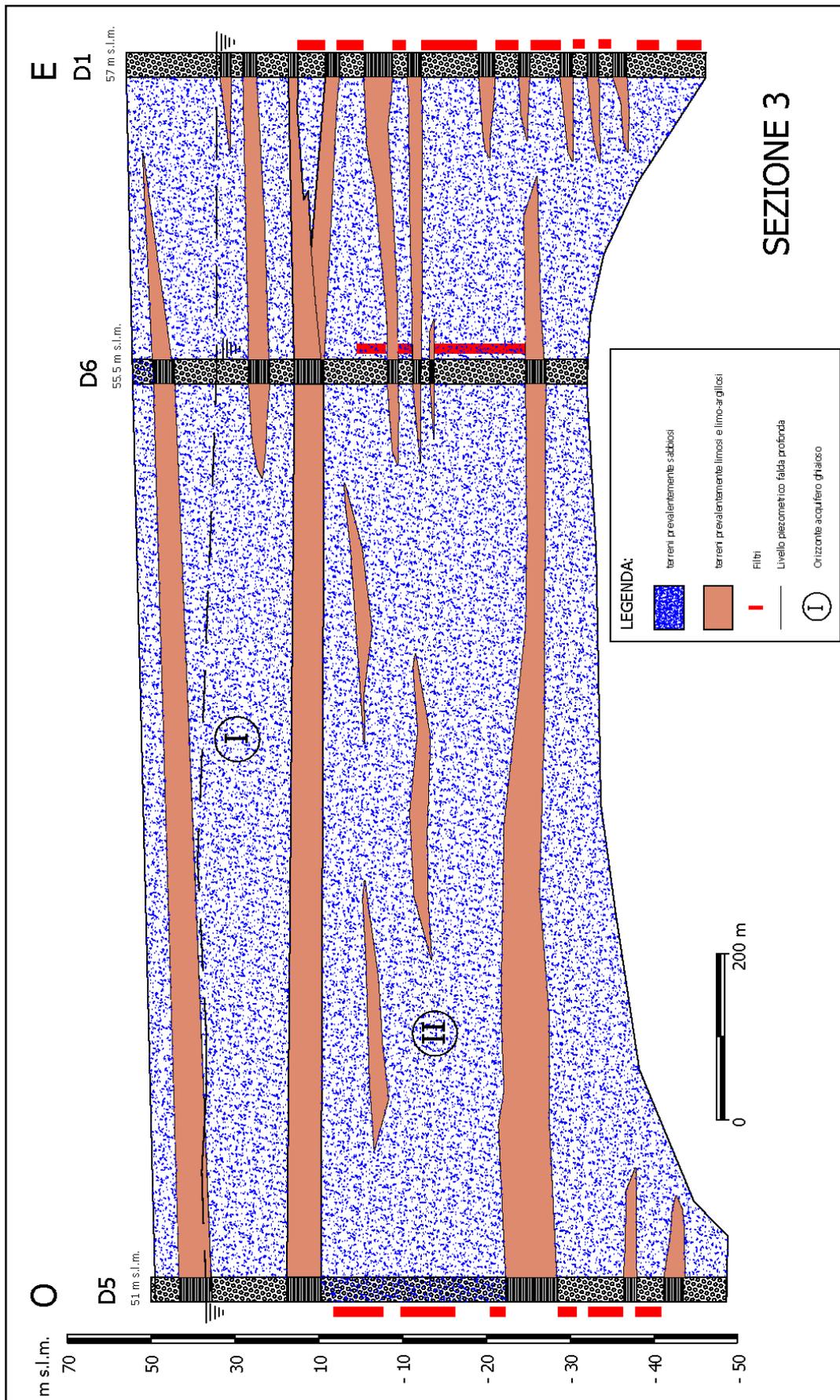
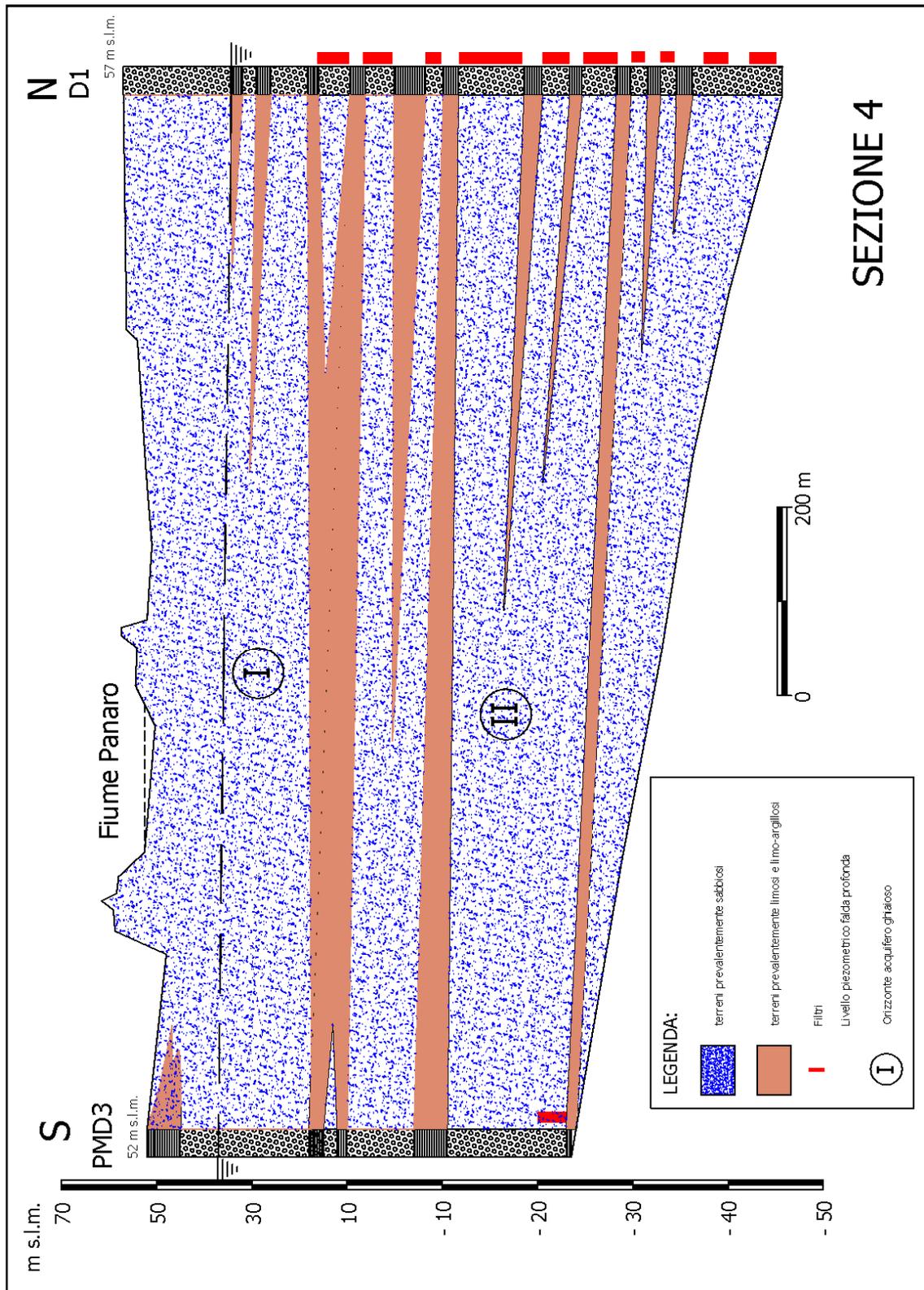


Fig. 31 – Sezione idrogeologica 3



PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

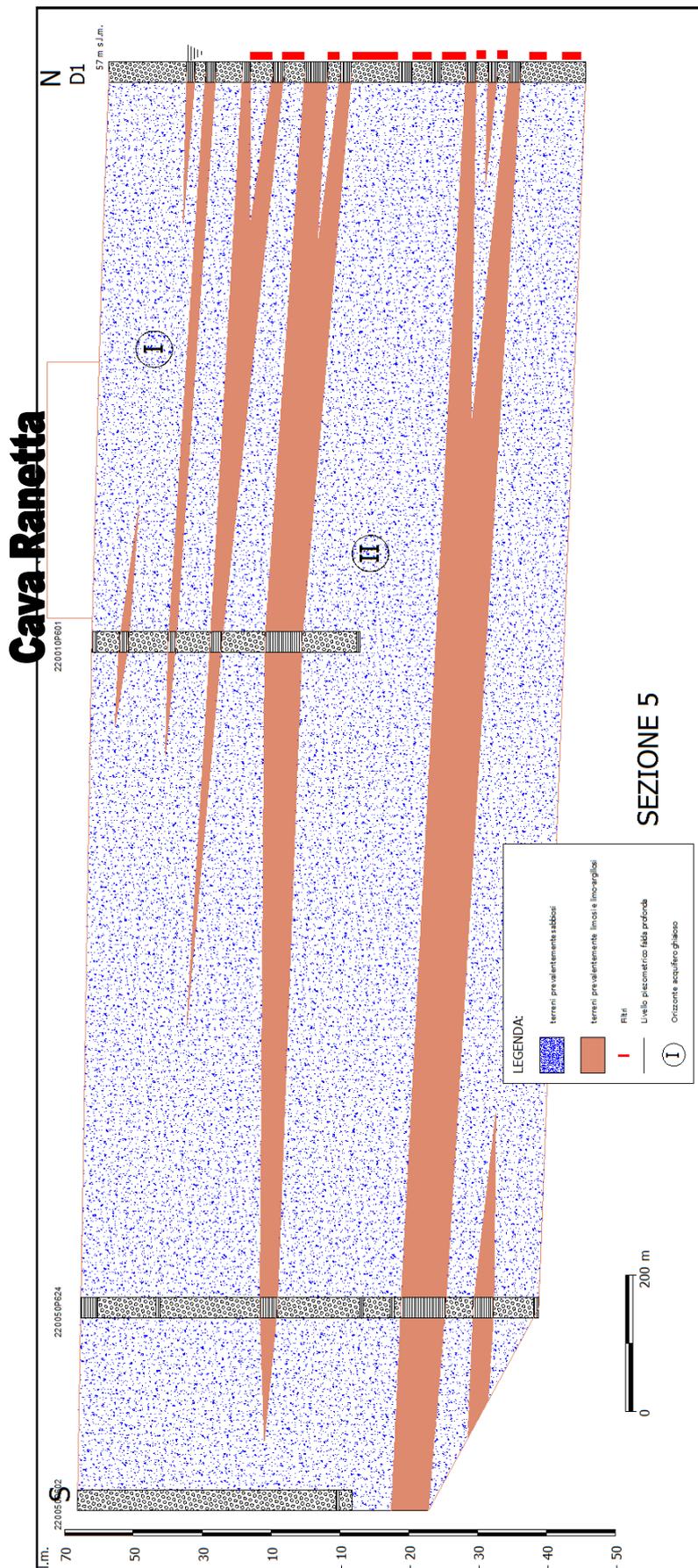


Fig. 33 – Sezione idrogeologica 5

Le sezioni 1, 2, 4 e 5 descrivono in dettaglio la geometria del sottosuolo in direzione Sud-Nord, mentre la sezione si estende da Est a Ovest.

Le sezioni elaborate individuano nell'area la presenza di due acquiferi ghiaiosi principali, suddivisi da un livello limo-argilloso collocato ad una profondità compresa tra i 30 e 50 m dal p.d.c. e di spessore variabile che presenta una discreta continuità e che differenzia idraulicamente le due falde individuate.

Il primo livello acquifero ghiaioso è sede di una falda superficiale libera, che risulta quella maggiormente sfruttata a scopo irriguo con pozzi che raggiungono in zona una profondità variabile tra 30 e 50 metri, e la cui alimentazione è da ricollegare prevalentemente in modo diretto al Fiume Panaro e secondariamente dal territorio compreso tra gli abitati di S.Cesario e Spilamberto.

Il secondo livello acquifero risulta in pressione ed è quello direttamente captato dai pozzi acquedottistici e riceve apporti dal F.Panaro dalla zona poco a Nord di Spilamberto attraverso un paleoalveo parallelo all'alveo attuale del fiume stesso.

7.1 Vulnerabilità acquiferi

Sulla base delle informazioni contenute nella "Carta della Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento" redatta dal C.N.R. e contenuta negli "Studi di Vulnerabilità degli acquiferi – 2" a cura di A. Zavatti, il Comune di San Cesario risulta a 3 gradi di vulnerabilità (Medio, Alto ed Elevato).

La vulnerabilità degli acquiferi è elevata nella parte sud del territorio comunale, alta nella parte mediana e media in quella a nord.

I gradi di vulnerabilità in questo caso sono stati ricavati prendendo in considerazione tre fattori: litologia di superficie, profondità tetto delle ghiaie e caratteristiche dell'acquifero (fig. 34).

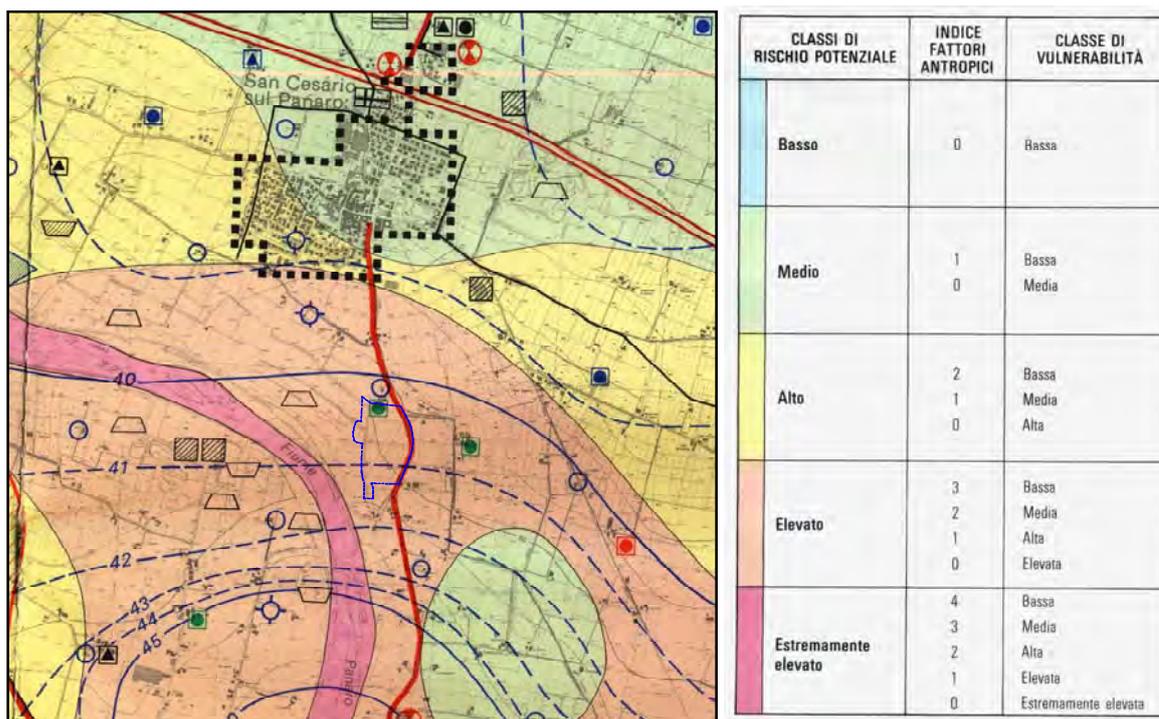


Fig. 34 – Estratto cartografia vulnerabilità (Paltrinieri, Zavatti, Pellegrini, 1990)

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

Per quanto concerne l'area di cava, quest'ultima risulta ubicata in una'area caratterizzata da vulnerabilità elevata.

Il PTCP della Provincia di Modena ha recepito le indicazioni contenuto nello studio citato in precedenza, distinguendo anche i gradi di vulnerabilità relative alle zone destinate o comunque coinvolte da attività estrattive (fig. 35). L'area di cava ricomprende tale zone nel settore occidentale con un grado di vulnerabilità elevato.

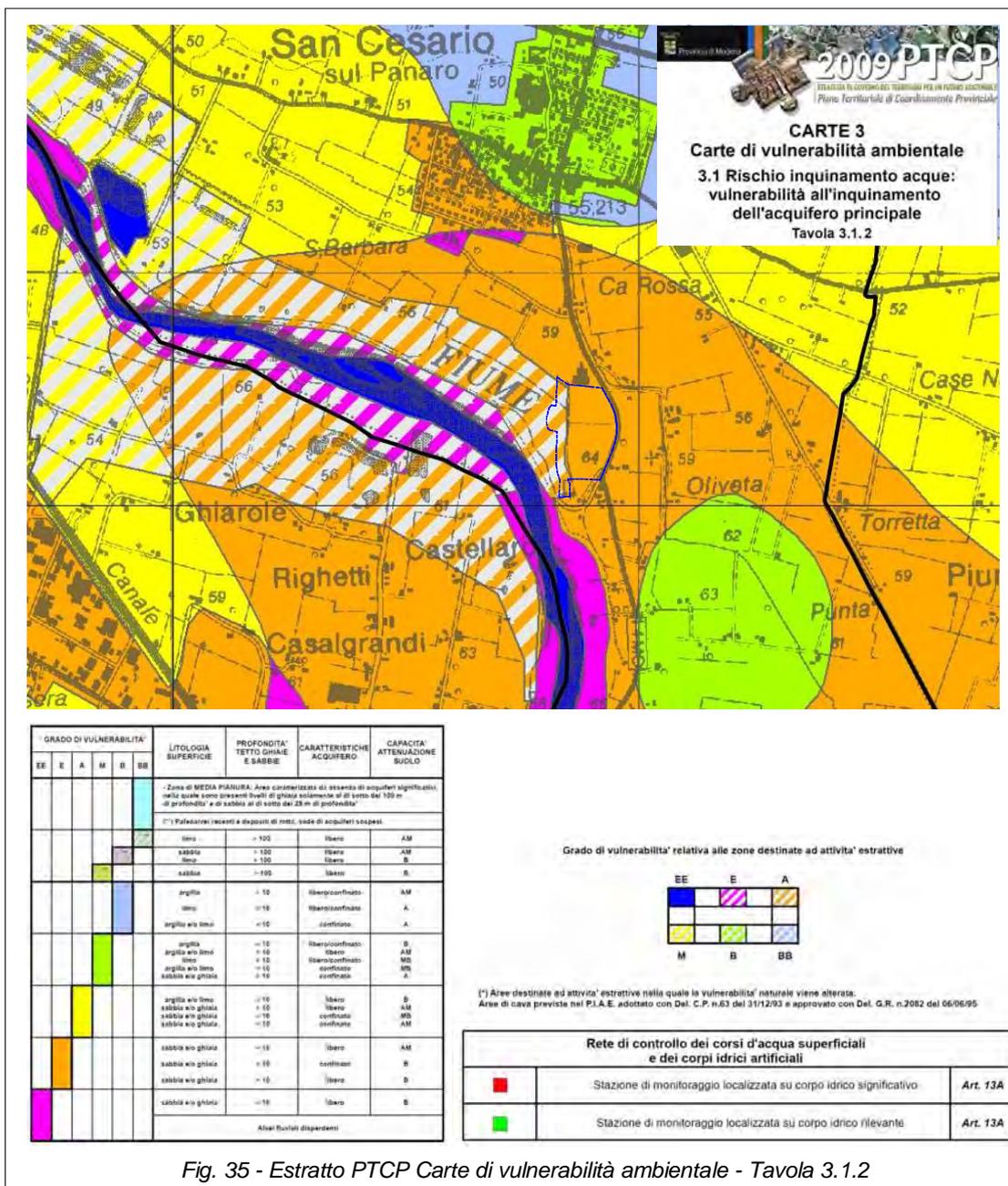


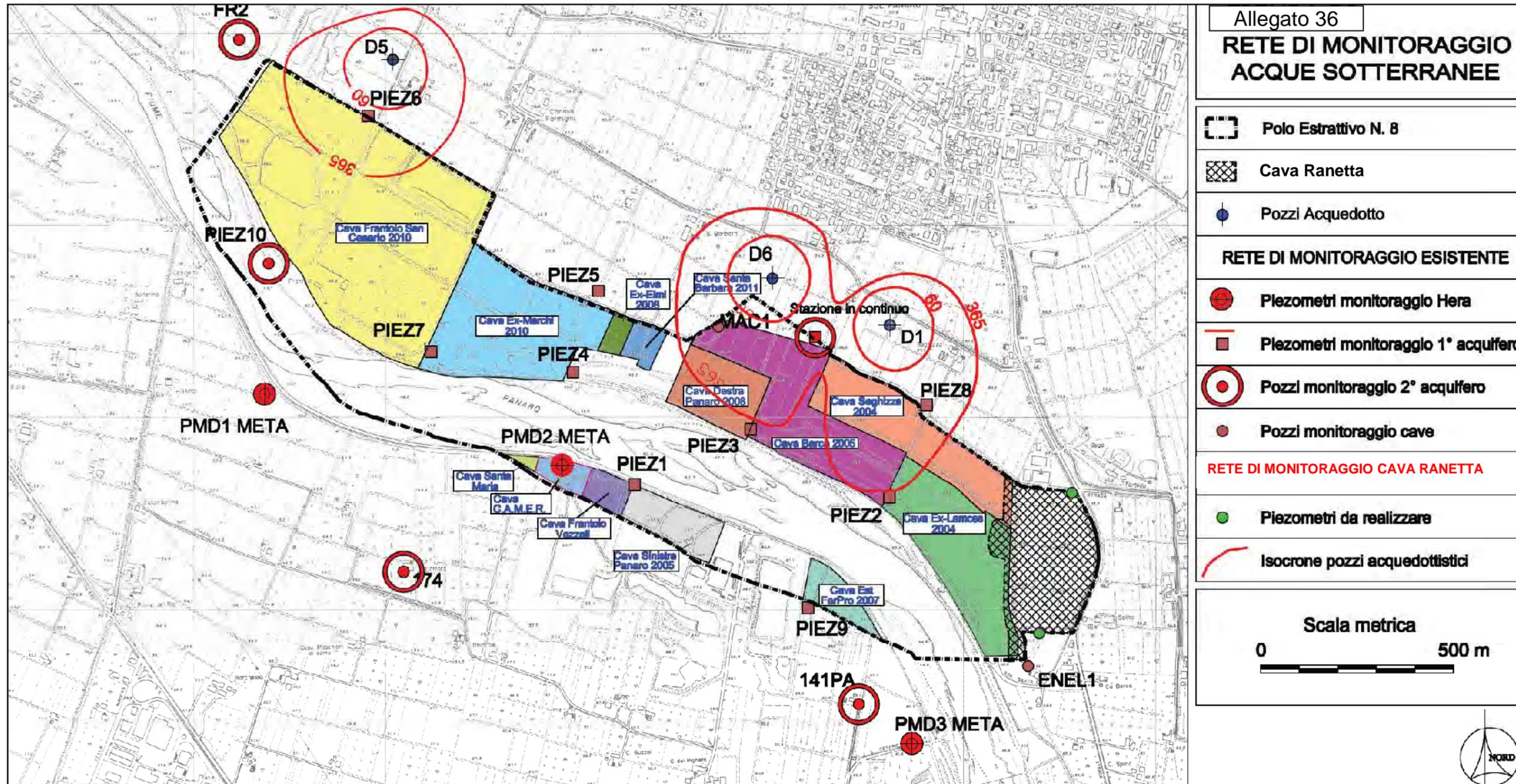
Fig. 35 - Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2

7.2 Reti di monitoraggio esistenti acque sotterranee

In relazione alla presenza a nord del Polo estrattivo n° 8 di pozzi ad uso acquedottistico, si sono nel tempo realizzate diverse reti di monitoraggio delle acque sotterranee. La situazione complessiva viene riportata in fig. 36, nella quale si individuano i piezometri profondi di monitoraggio realizzati da Hera in sponda sinistra del Fiume Panaro (denominati PMD1META, PMD2Meta e PMD3META), i piezometri di controllo delle aree estrattive in Comune di Spilamberto, e la rete di monitoraggio esistente del Polo 8 in Comune di S.Cesario.

Quest'ultima in particolare è costituita da una rete di monitoraggio dell'acquifero profondo (2° acquifero) con quattro pozzi (FR2, 174, 141PA e MAC1), un piezometro (PIEZ10) e una stazione di registrazione in continuo con sonda multiparametrica; il 1° acquifero è invece monitorato da 10 piezometri, una stazione di registrazione in continuo, e un pozzo (profondità 35 m) denominato ENEL1, quest'ultimo collocato immediatamente a sud della nuova area estrattiva.

Su tale rete, come previsto dalle convenzioni estrattive delle diverse cave presenti nel Polo estrattivo, sono effettuati periodicamente controlli dei livelli piezometrici e di qualità delle acque sotterranee.



7.3 Caratteristiche piezometriche

Le caratteristiche piezometriche del 1° acquifero, quello direttamente coinvolto dall'attività di estrazione, sono state analizzate attraverso l'esame dei dati della rete di monitoraggio esistente del Polo 8, ed in particolare a due piezometri di controllo denominati PIEZ2 e PIEZ8 ubicati ad est dell'area di cava, e al pozzo denominato ENEL1, ubicato immediatamente a sud (fig. 37).

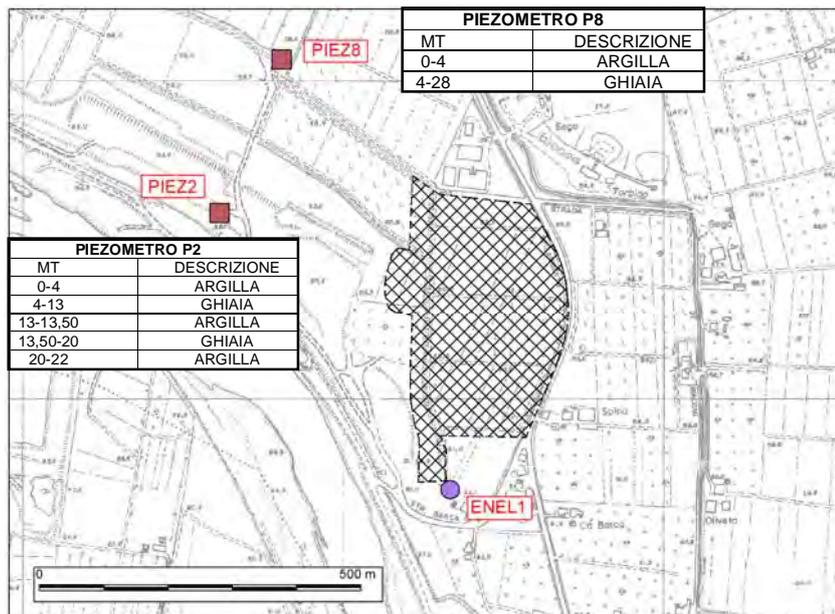


Fig. 37 – Piezometri e pozzi di riferimento

In fig. 38, 39 e 40 sono riportati i grafici dei livelli piezometrici di tali punti di controllo, nell'intervallo temporale che va dal 2005 al 2013.

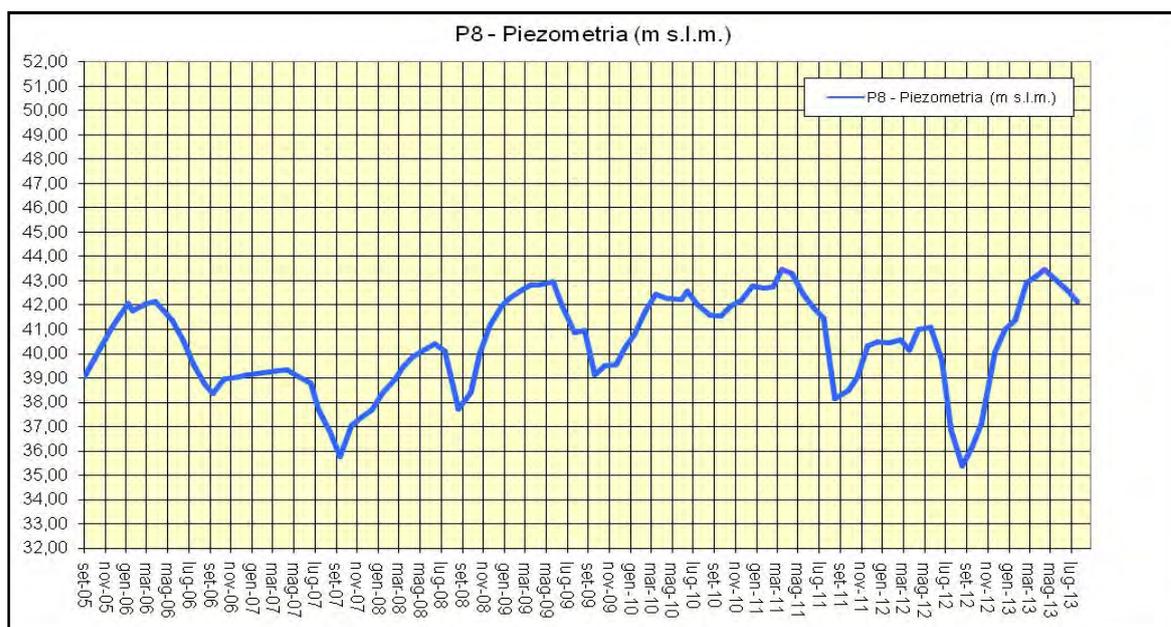


Fig. 38 – Piezometria PIEZ8

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

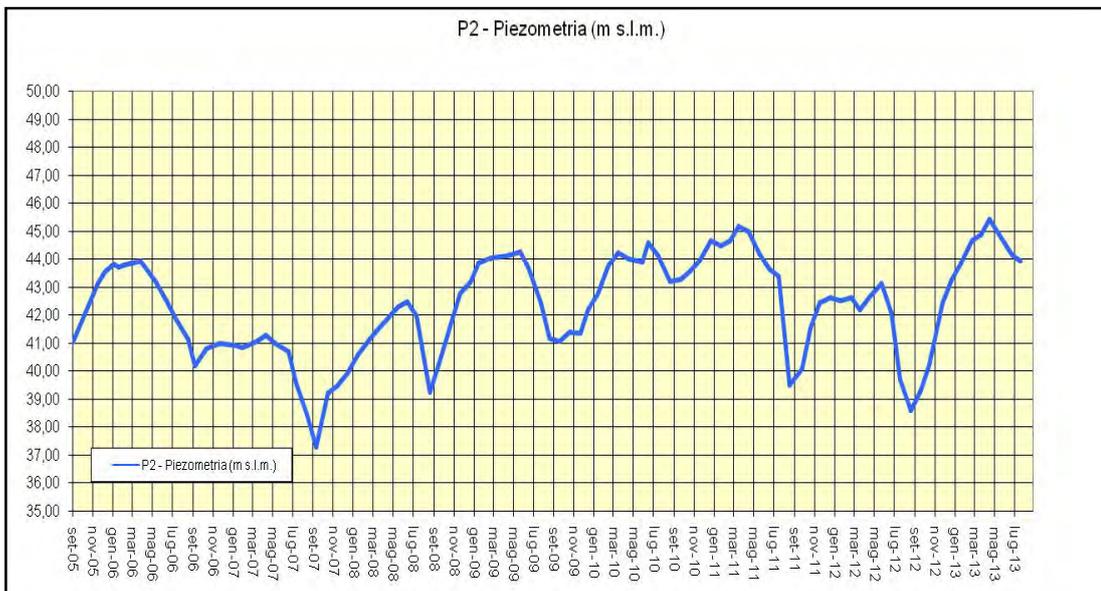


Fig. 39 – Piezometria PIEZ2

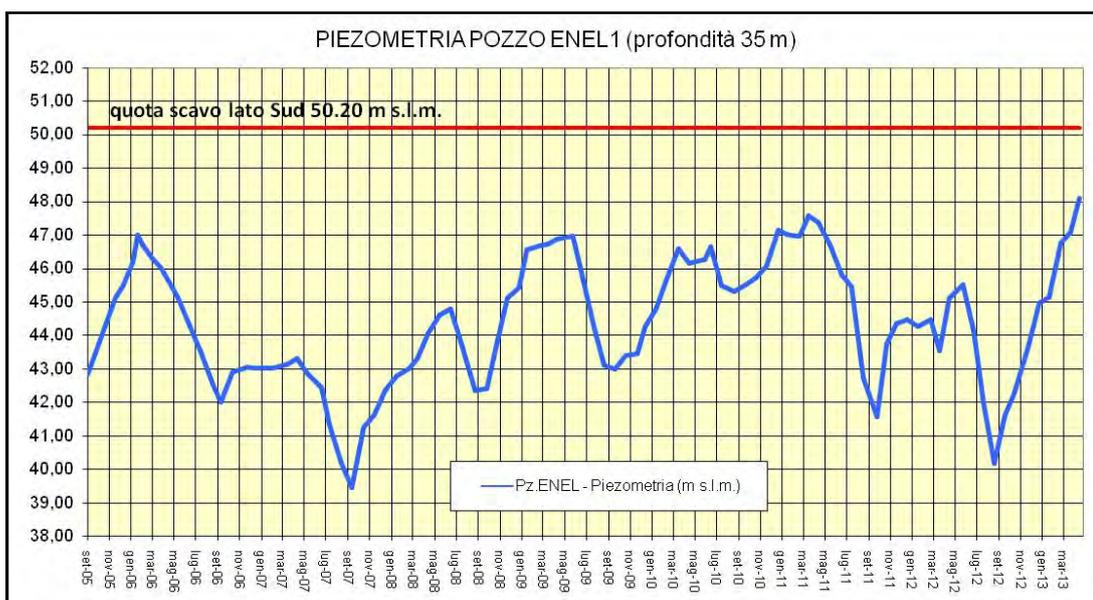


Fig. 40 – Piezometria pozzo ENEL 1

Nella fig. 38 è stato riportata la quota minima di scavo prevista nel settore meridionale dell'area di cava pari a 50.20 m sul l.d.m. (-10 m dal p.d.c.), dal quale si esclude qualsiasi interferenza diretta con il livello di falda, con franchi mediamente superiori ai 3 metri.

In fig. 41 viene presentata la carta delle isopiezometriche relativa ad Aprile 2013 in cui si osserva che nella zona le curve isopiezometriche decrescono in maniera abbastanza regolare da valori di 48.000 m s.l.m. a 44.00 m s.l.m. con linee di flusso che hanno direzione all'incirca N-S. Marcata è l'azione "disperdente" delle acque del fiume Panaro che va così ad alimentare direttamente il primo acquifero

individuato attraverso la creazione di un rigonfiamento di falda a morfologia cilindrica geometricamente limitata ad un intorno dell'alveo del fiume.

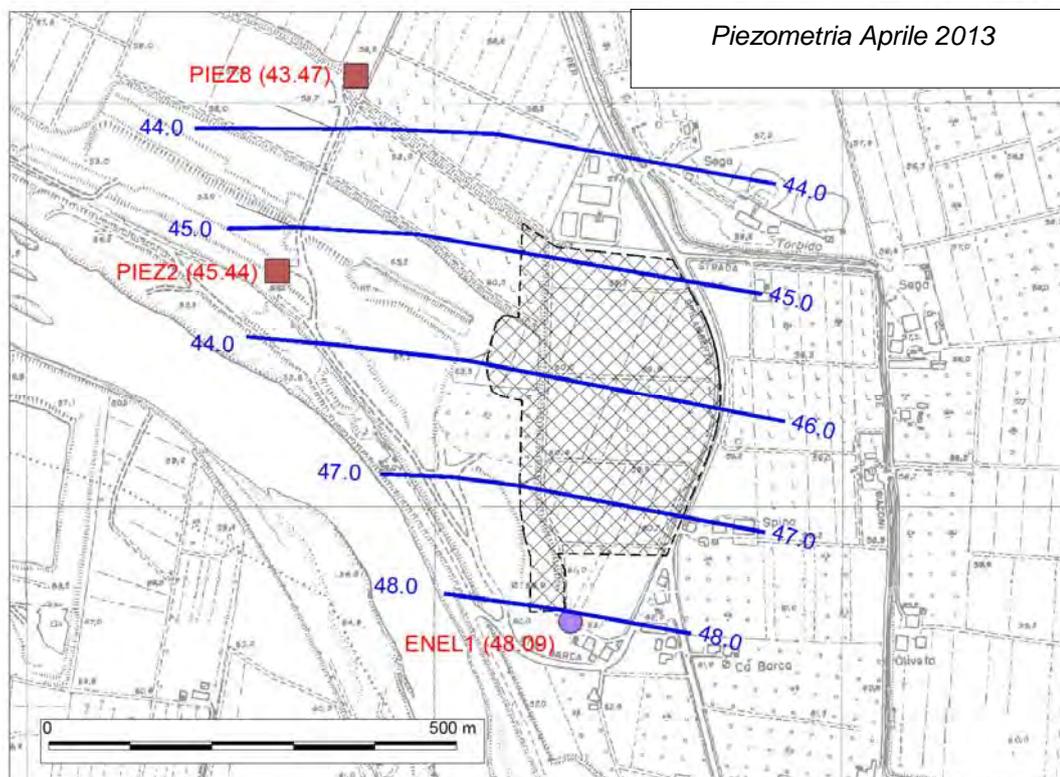


Fig. 41 – Andamento isofreatiche (Aprile 2013)

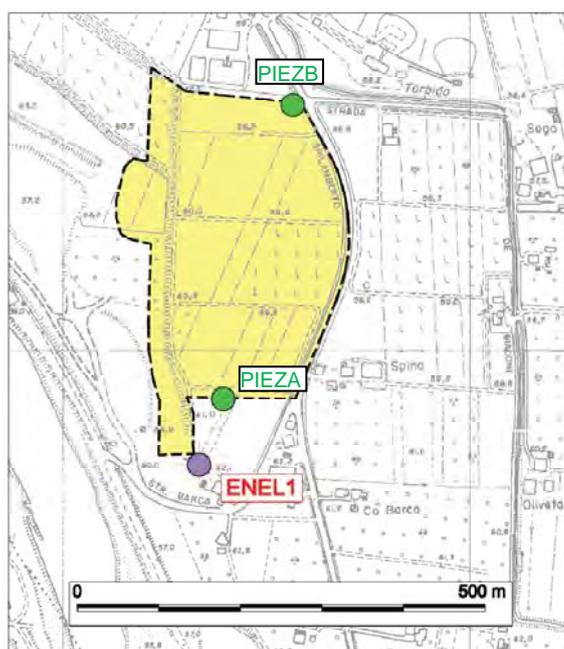
7.4 Piano di monitoraggio acque sotterranee

Per il piano di monitoraggio delle acque sotterranee si propone di integrare la rete di monitoraggio del Polo 8 con la realizzazione di due nuovi piezometri per captare la falda del 1° acquifero alla profondità indicativa di 25-30 m dal p.d.c. e ubicati come da fig. 42.

Fig. 42 – Rete di Monitoraggio acque sotterranee Cava Ranetta

All'attivazione della cava sarà predisposta una determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e dei livelli piezometrici delle acque, prima dell'inizio dell'attività estrattiva (stato di bianco).

Per quanto concerne il monitoraggio in corso



PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

d'opera, viene prevista la frequenza delle analisi riportata nella tabella 13, con i rilievi che saranno trasmessi a Comune, ARPA, ATO e Provincia e comunque a corredo della relazione annuale sullo stato dei lavori.

RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (PIEZ.A, PIEZ.B)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (PIEZ.B - VALLE)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA TRIMESTRALE (PIEZ.A - MONTE)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (PIEZ.B - VALLE)
Piezometria	Temperatura	Temperatura	Acrillammide
	pH	pH	Alluminio
	Conducibilità elettrica specifica	Conducibilità elettrica specifica	Arsenico
	Durezza	Durezza	Cadmio
	Cloruri	Cloruri	Cromo totale
	Azoto ammoniacale	Azoto ammoniacale	Boro
	Azoto nitrico	Azoto nitrico	Ferro
	Azoto nitroso	Azoto nitroso	Manganese
	Ossidabilità	Ossidabilità	Nichel
	Solfati	Solfati	Piombo
	Alcanilità	Alcanilità	Rame
	Calcio	Calcio	Zinco
	Sodio	Sodio	
	Potassio	Potassio	
	Magnesio	Magnesio	
	Idrocarburi disciolti o emulsionati	Idrocarburi disciolti o emulsionati	

Tabella 3 – Elenco frequenza delle indagini relativa alla fase di attività

Al termine di lavori e sino al collaudo finale dell'area di cava sarà eseguito il monitoraggio idrochimico e piezometrico, con cadenza mensile per il piezometro PIEZ.B di valle, e trimestrale per il piezometro PIEZ.A.

7.5 Chimismo acque sotterranee

Sul piano idrochimico si evidenzia una elevata correlazione tra le caratteristiche delle acque sotterranee e quelle superficiali con i due meccanismi preponderanti di alimentazione; l'infiltrazione meteorica, che attraversa il suolo arricchendosi di componenti anche inquinanti e che tende ad aggredire parte dei sedimenti calcarei aumentando la concentrazione di calcio e quindi la durezza e le dispersioni fluviali che contribuiscono alla ricarica della falda, caratterizzandone il chimismo direttamente ma anche indirettamente tramite la diluizione degli altri apporti.

Il chimismo delle acque sotterranee è in questo settore della pianura fortemente condizionato dagli aspetti più strettamente idrogeologici, con l'influenza del fiume Panaro che sembra determinante nei confronti del chimismo dell'acqua di falda.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

Esso ne regola l'equilibrio termico, infatti il fiume presenta temperature medie annue comprese tra 11 e 12 °C, la falda invece ha temperature leggermente più elevate (13 °C) per effetto della temperatura più elevata delle acque di infiltrazione della superficie topografica rispetto a quella della media montagna.

In generale i parametri considerati tendono a variare gradualmente man mano che ci si allontana dal fiume evidenziando così le condizioni marcatamente infiltranti del corso d'acqua.

E' questo il caso della conducibilità che aumenta da 600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ fino a 900 $\mu\text{s}/\text{cm}$, allontanandoci dal fiume Panaro (fig. 43).

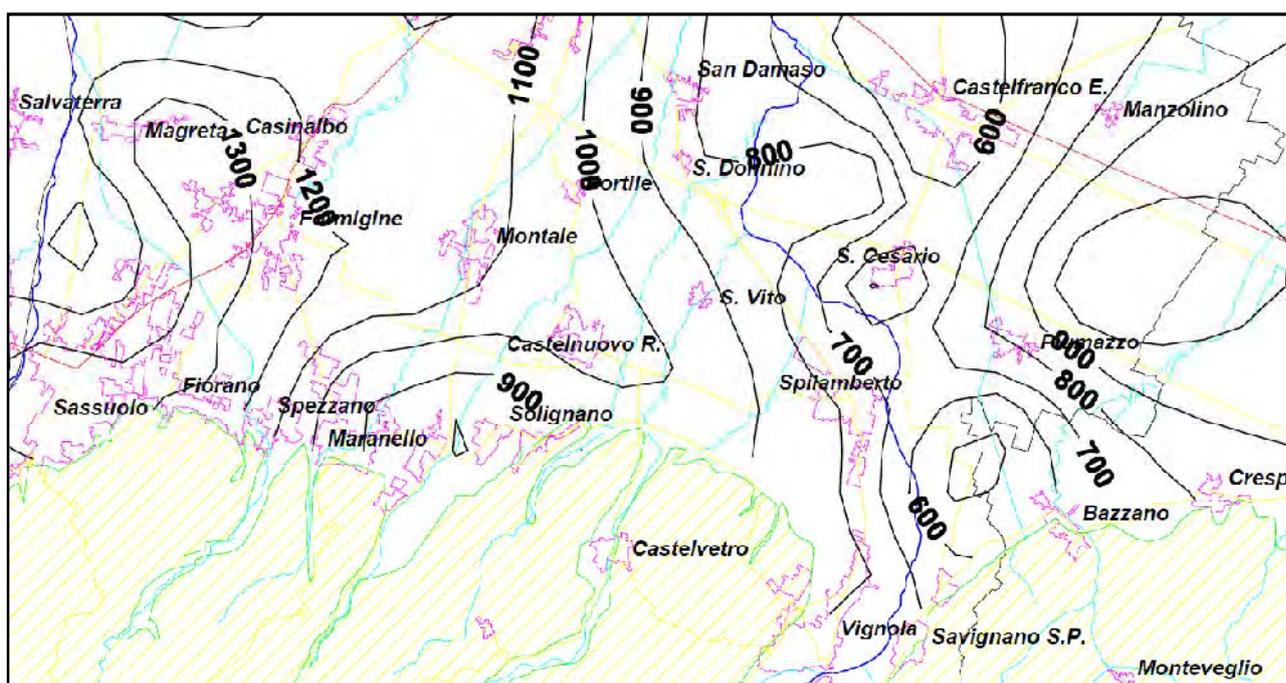


Fig. 43 – Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$) media anno 2011

Anche gli andamenti della durezza, solfati e cloruri (Figg. da 44, 45 e 46) ricalcano l'azione alimentante del fiume nei confronti della falda.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

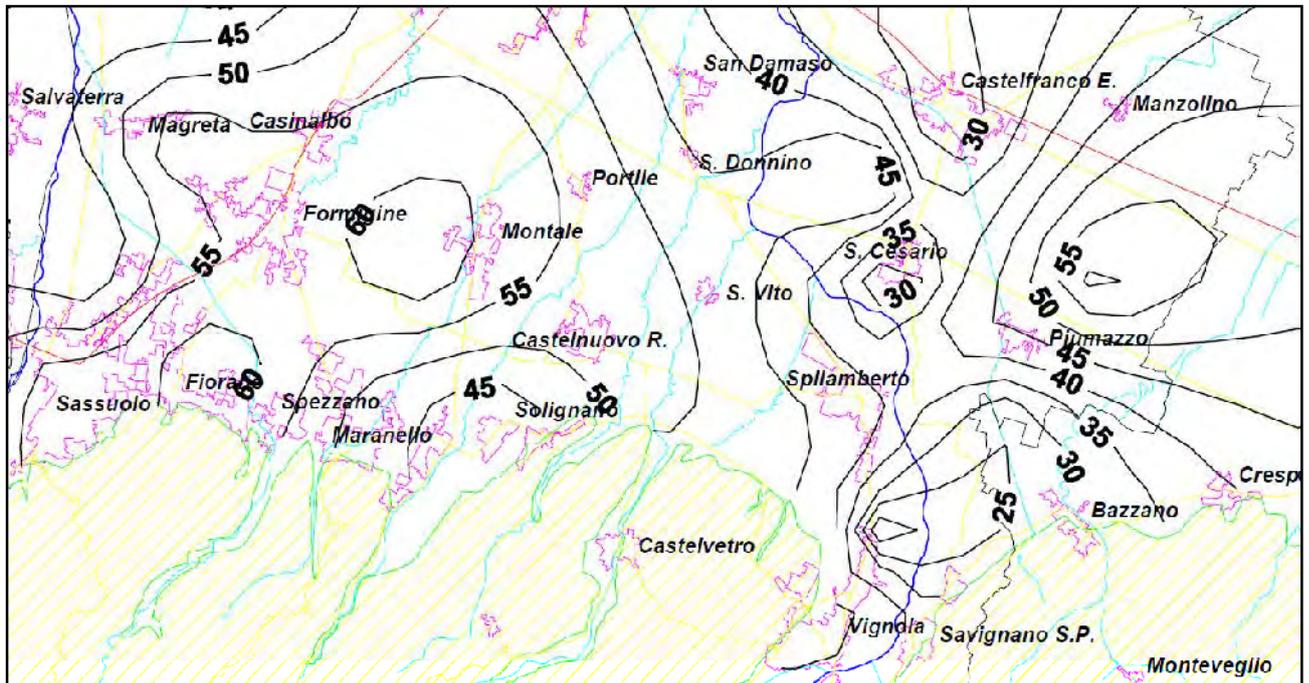


Fig. 44 – Durezza (°F) media anno 2011

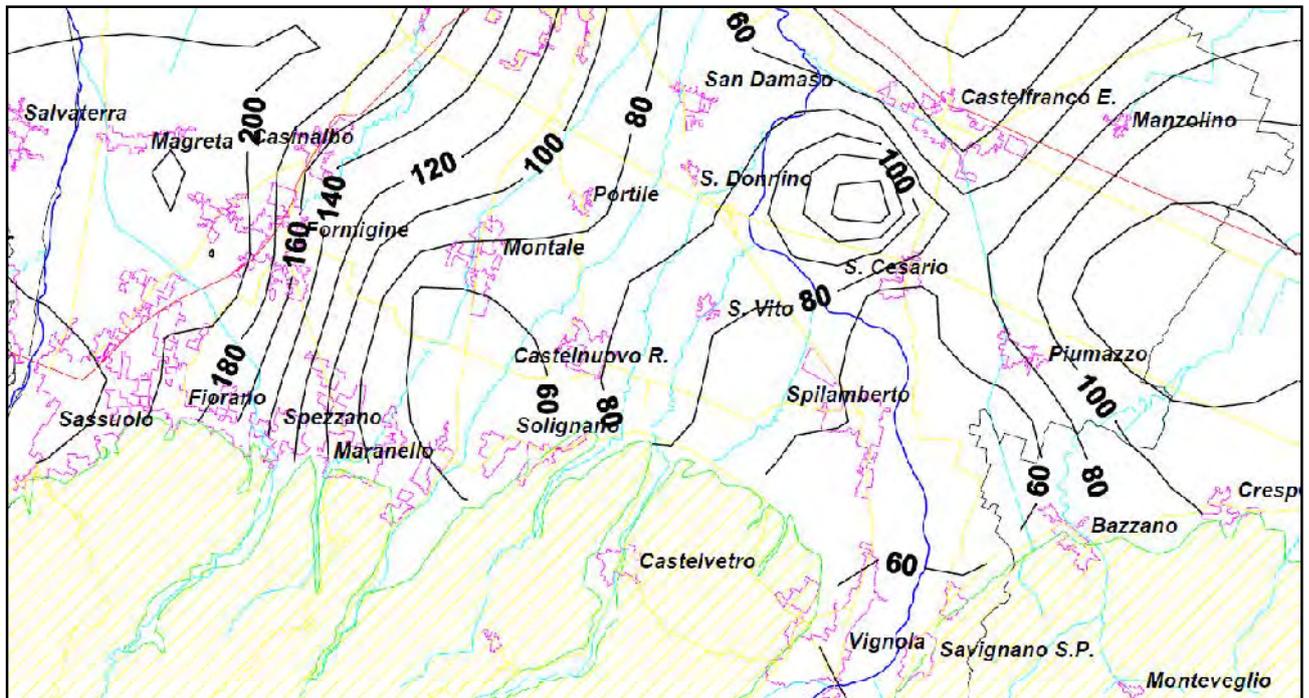


Fig. 45 – Solfati (mg/l) media anno 2011

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

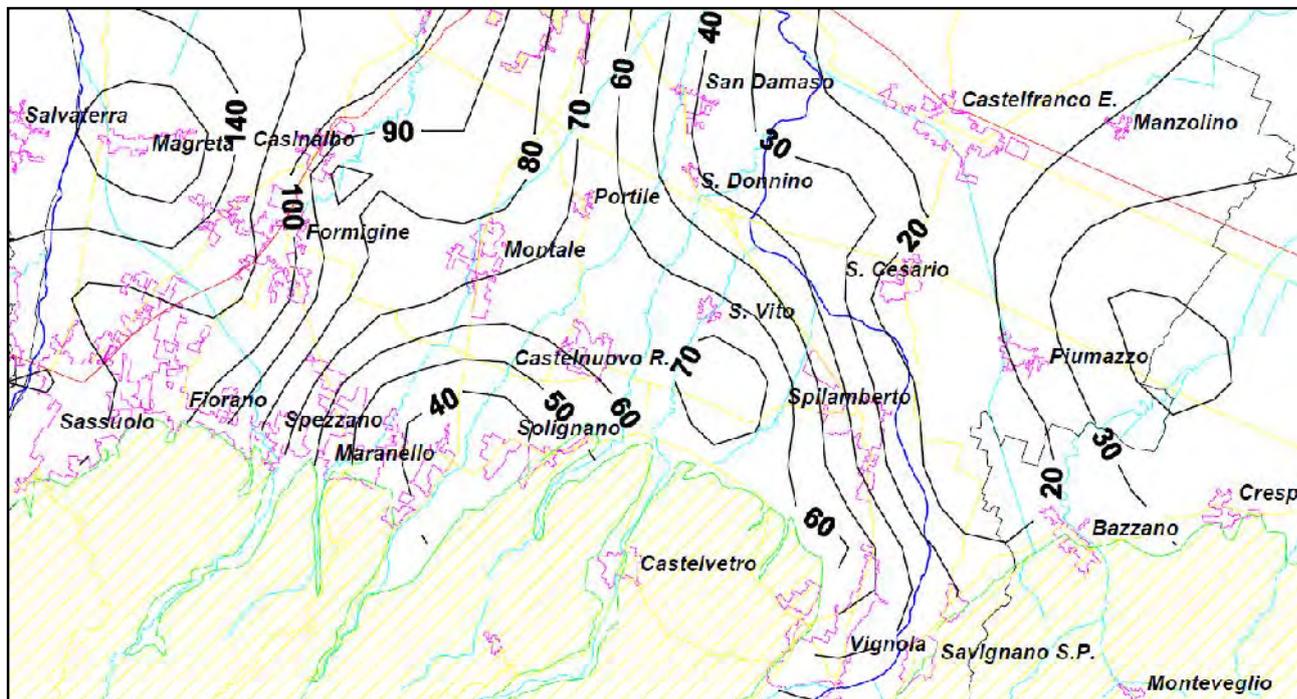


Fig. 46 – Cloruri (mg/l) media anno 2011

Per quanto riguarda i nitrati (Figg. 47) è fuori dubbio che essi rappresentino il parametro di maggiore interesse per le acque sotterranee delle conoidi pedeappenniniche, costituendo l'indicatore di inquinamento, in particolar modo nell'area in esame a causa dell'intenso carico antropico a cui è sottoposta.

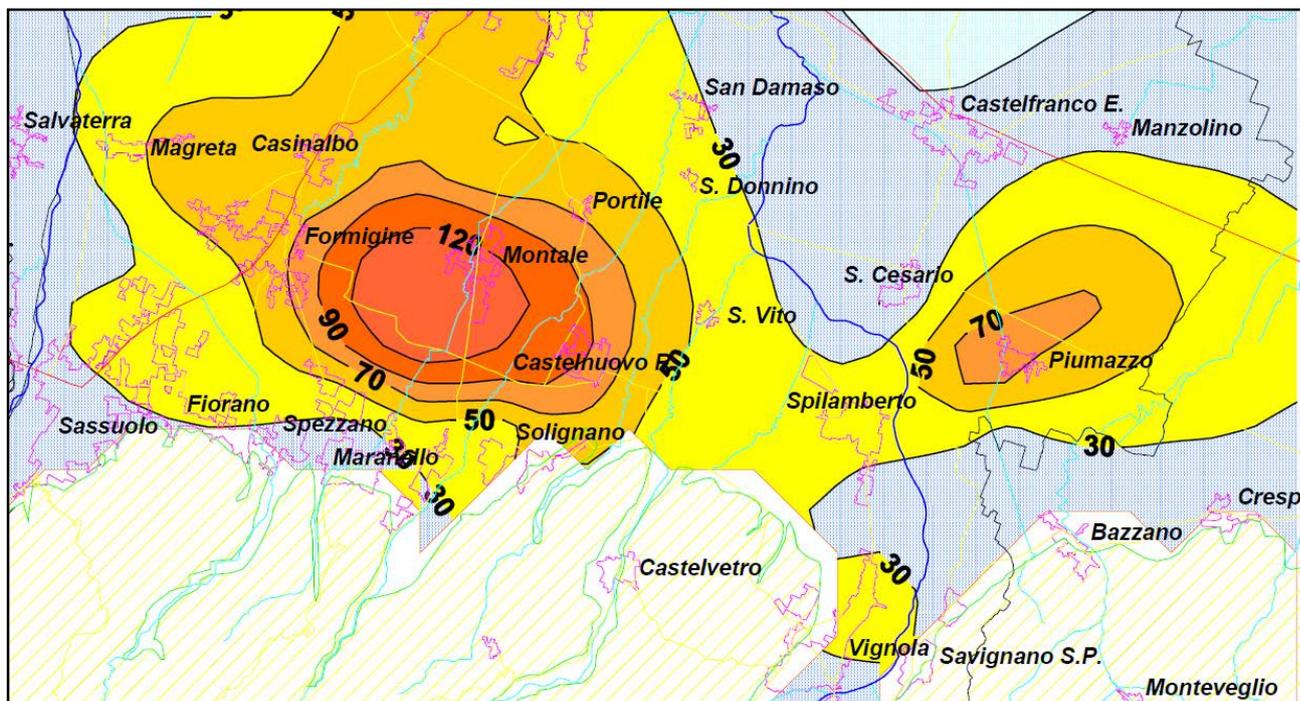


Fig. 47 – Nitrati (mg/l) media anno 2011

Sommando infatti le concimazioni azotate alla intensiva pratica dello spandimento dei liquami di origine zootecnica si apportano quantitativi di azoto superiori alla capacità ricettiva delle colture che, una volta oltrepassato il suolo, giungono nello strato non saturo ed in seguito in falda.

E' evidente l'effetto diluente, sulle concentrazioni di nitrati in falda, del fiume Panaro; si hanno infatti valori mediamente più bassi in prossimità dell'area fluviale con valori che si attestano su valori prossimi ai 30 mg/l, che tendono ad aumentare all'allontanarsi da essa. L'analisi storica dell'andamento di tale parametro (fig. 48) evidenzia variazioni nel complesso molto contenute.

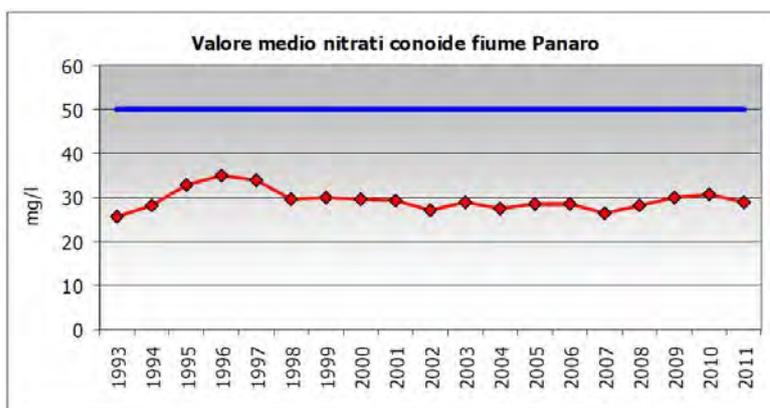


Fig. 48 – Variazione della concentrazione media dei nitrati nella conoide del fiume Panaro

Negli Allegati N. 49, 50, 51, 52 e 53 vengono riportati gli andamenti delle curve isocone relativi alla conducibilità elettrica, ai bicarbonati, ai cloruri, ai solfati e ai nitrati aggiornati al 1998 (dati ARPA - Sezione di Modena) e relative al solo territorio comunale di S. Cesario estratti dal PPIP del Polo estrattivo n° 8 redatto dal Dott. Geol. G. Gasparini.

La carta delle **isoconduttive** (All. 49) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 400÷800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario. I valori sulla direttrice Sud – Nord tendono a stabilizzarsi a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre sulla direttrice Est – Ovest a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con la tendenza ad aumentare in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto ove si registrano i valori più elevati (800÷900 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano intorno ai 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La carta delle **isocone dei bicarbonati** (HCO_3^- ; All. 50) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 250÷400 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario. I valori sulla direttrice Sud – Nord tendono a stabilizzarsi a 300 mg/l, mentre sulla direttrice Est – Ovest a 350 mg/l con la tendenza ad aumentare in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto ove si registrano i valori più elevati (400 mg/l).

In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano intorno ai 300 mg/l.

La carta delle **isocone dei cloruri** (All. 51) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 10÷30 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario. I valori sulla direttrice Sud – Nord tendono a stabilizzarsi a 15 mg/l, mentre sulla direttrice Est –

Ovest a 20 mg/l con la tendenza ad aumentare in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto ove si registrano i valori più elevati (30 mg/l).

In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano intorno ai 20 mg/l.

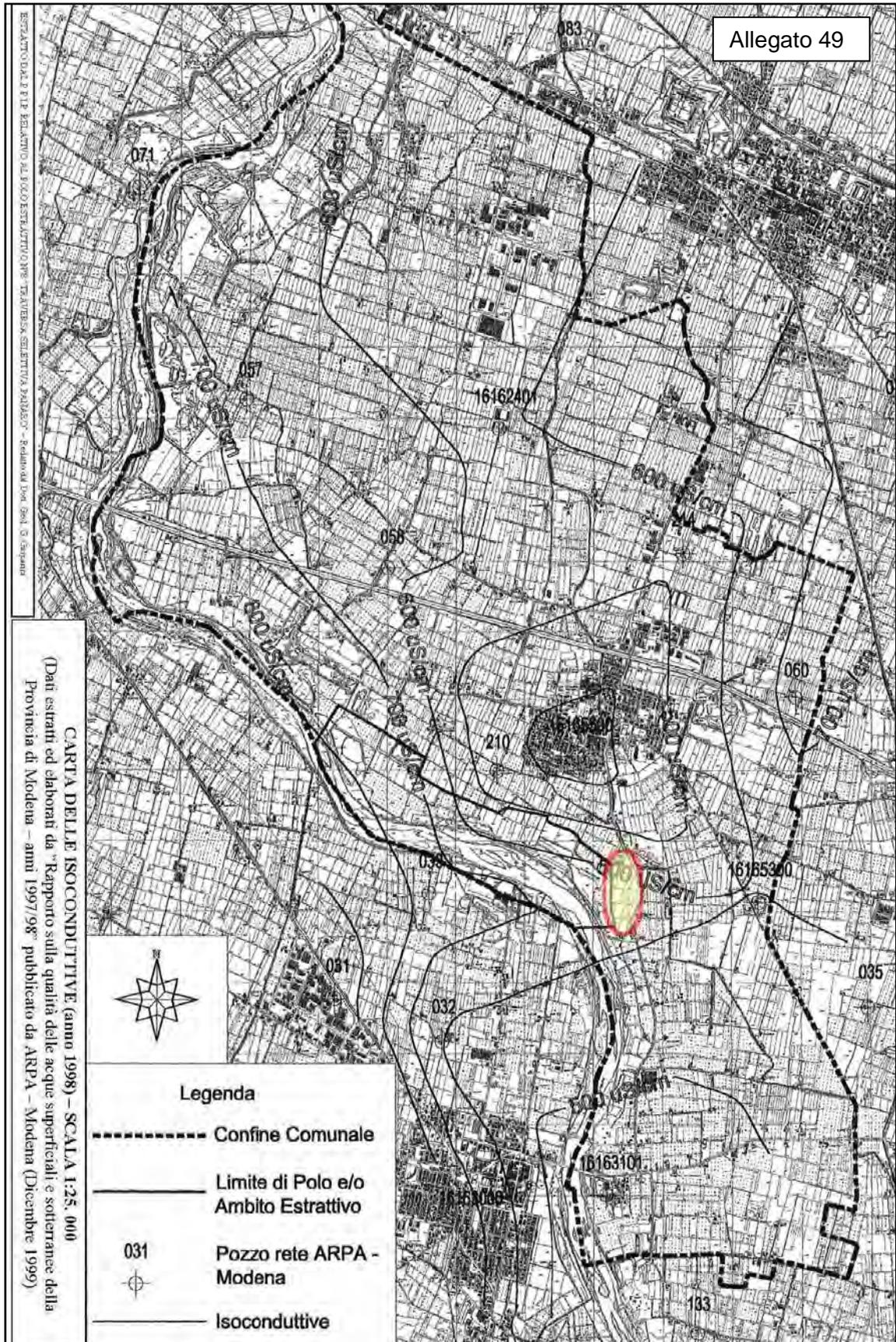
La carta delle **isocone dei solfati** (All. 52) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 40÷70 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario. I valori a nord dell'abitato tendono a stabilizzarsi a 50÷60 mg/l, a sud a 50 mg/l, mentre sulla direttrice Est – Ovest tendono ad aumentare sino ai valori più elevati (80 mg/l).

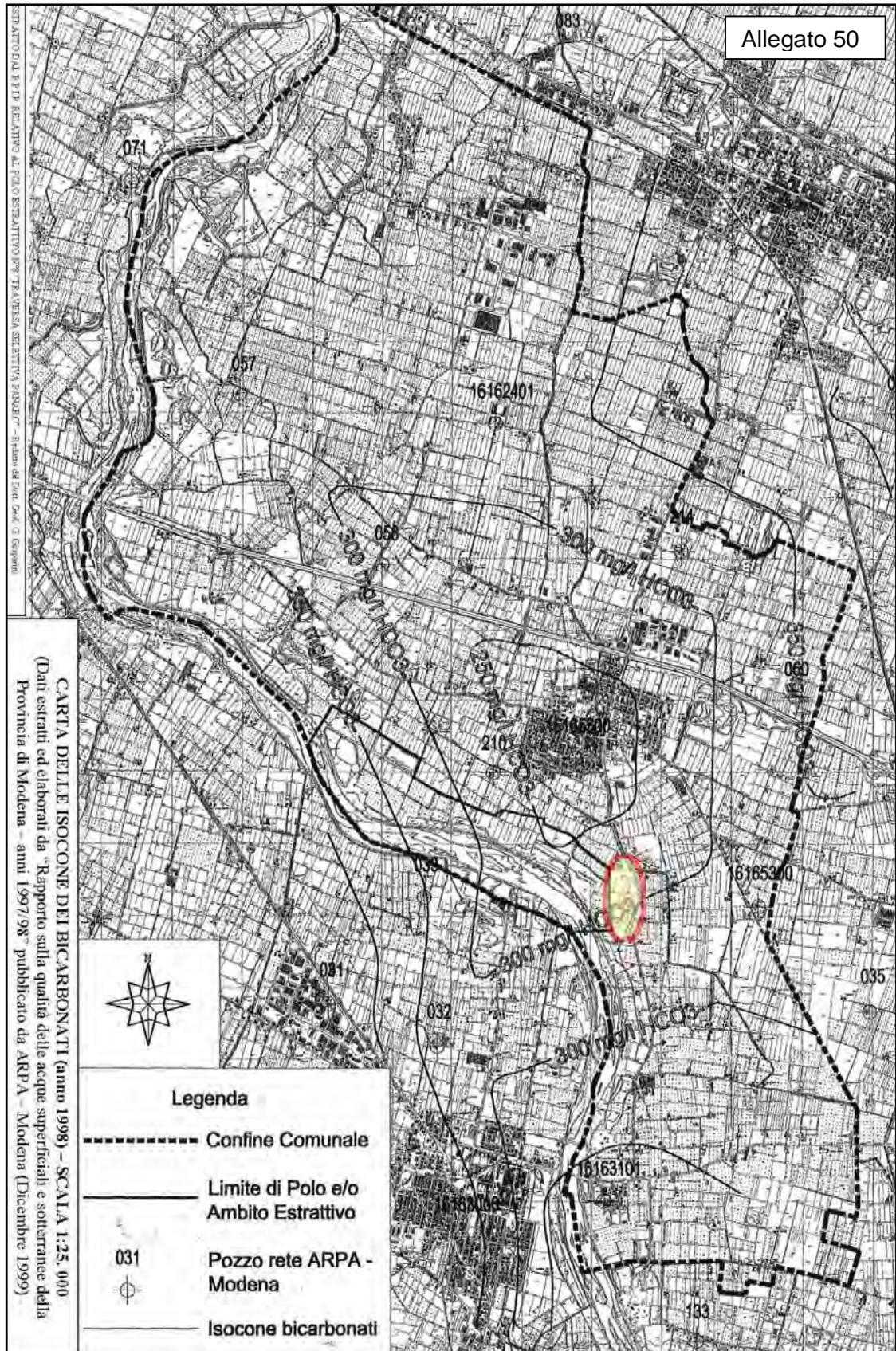
In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano tra 50 e 60 mg/l.

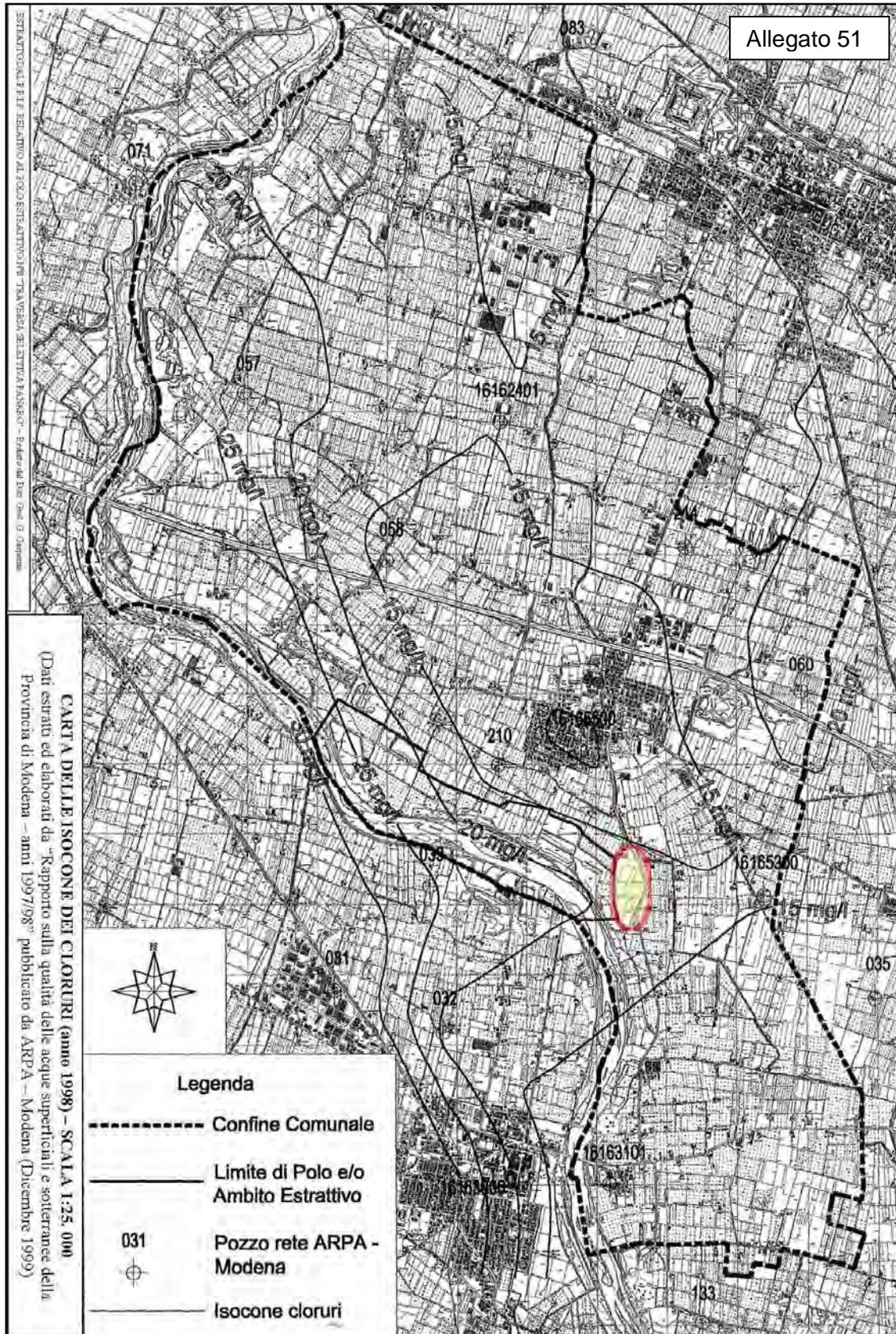
La carta delle **isocone dei nitrati** (All. 53) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 20÷120 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario ed agli estremi nord e sud dello stesso abitato. I valori sulla direttrice Est – Ovest tendono a stabilizzarsi a 40÷60 mg/l, con la tendenza ad aumentare in corrispondenza della porzione settentrionale dell'abitato di Spilamberto ove si registrano i valori più elevati (120 mg/l).

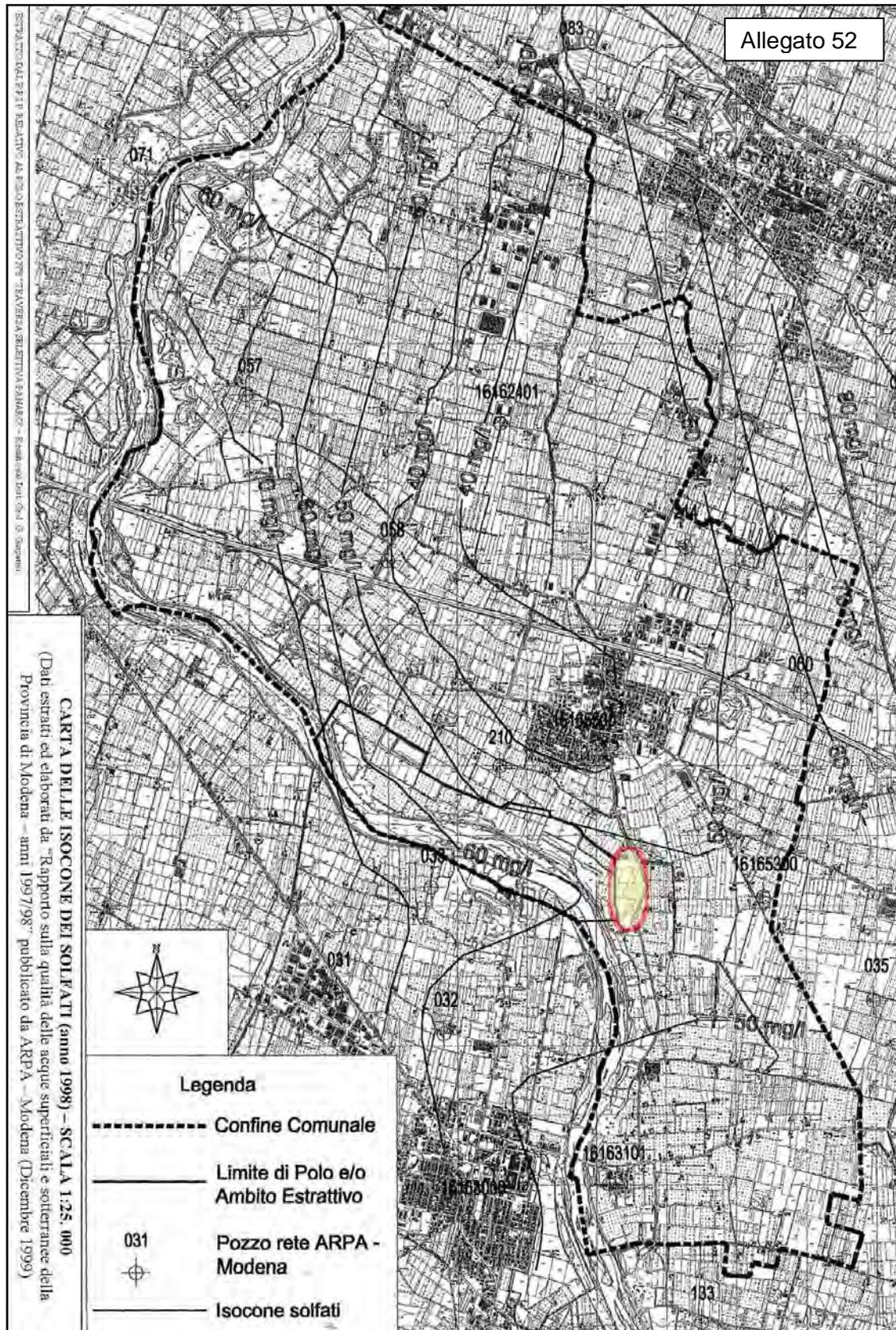
In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano intorno ai 40 mg/l.

L'andamento delle concentrazioni dei parametri considerati, nella parte sud dell'abitato di S. Cesario, tende ad aumentare man mano che ci si allontana dal fiume, che quindi conferma la propria condizione infiltrante.









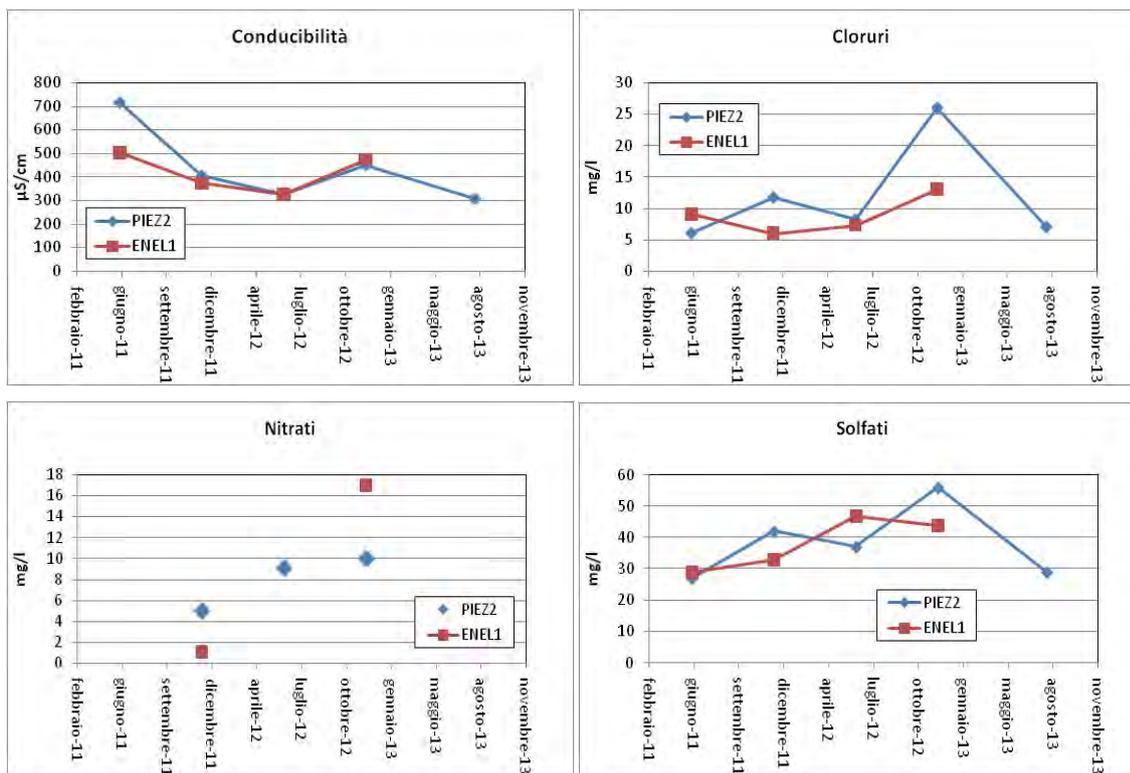


PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

Le analisi chimiche effettuate per il monitoraggio delle acque sotterranee del primo acquifero nei piezometri di controllo ENEL1 e PIEZ2 ubicati in planimetria in figura 36, il primo immediatamente a monte dell'area di cava ed il secondo immediatamente a Ovest, hanno fornito i risultati riportati nella tabella seguente e diagrammati in fig. 54.

Data	Piezometro	pH	Conducibilità	Cloruri	Solfati	Magnesio	Durezza	Nitrati	Nitriti	Azoto ammoniacale	Sodio	Potassio	Alcalinità Totale	Idrocarburi Totali
		upH	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	°F	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgCaCo3/l	microg/l
01/06/2011	ENEL1	7,8	505	9	29	19	25	<1,00	<0,05	<0,02	2,86	0,92	596,5	
01/12/2011	ENEL1	7,6	373	5,97	33	10	20	1	<0,05	<0,02	0,7	1,16	214	92
01/06/2012	ENEL1	7,4	326	7,24	46,92	9,23	17,9	<1,00	<0,05	<0,02	7,9	1,53	176	1099
01/12/2012	ENEL1	7,6	475	13	44	10,08	24	17	<0,05	<0,02	9	2,24	202	120

Data	Piezometro	pH	Conducibilità	Cloruri	Solfati	Magnesio	Durezza	Nitrati	Nitriti	Azoto ammoniacale	Sodio	Potassio	Alcalinità Totale	Idrocarburi Totali
		upH	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	°F	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgCaCo3/l	microg/l
01/06/2011	PIEZ2	7,5	716	6	27	25	32	<1,00	<0,05	<0,02	2,81	0,97	580,5	
01/12/2011	PIEZ2	7,6	405	11,68	42	17	20	5	<0,05	<0,02	0,9	3	216	244
01/06/2012	PIEZ2	7,5	328	8,16	37,12	14,34	18,8	9,1	<0,05	<0,02	8,21	2,21	206	79,2
01/12/2012	PIEZ2	7,7	452	26	56	9,25	23	10	<0,05	<0,02	7	1,7	211	75,9
01/08/2013	PIEZ2	7,3	309	7	29	8,47	18	<1,00	0,22	0,05	7	1,56	197	10,4



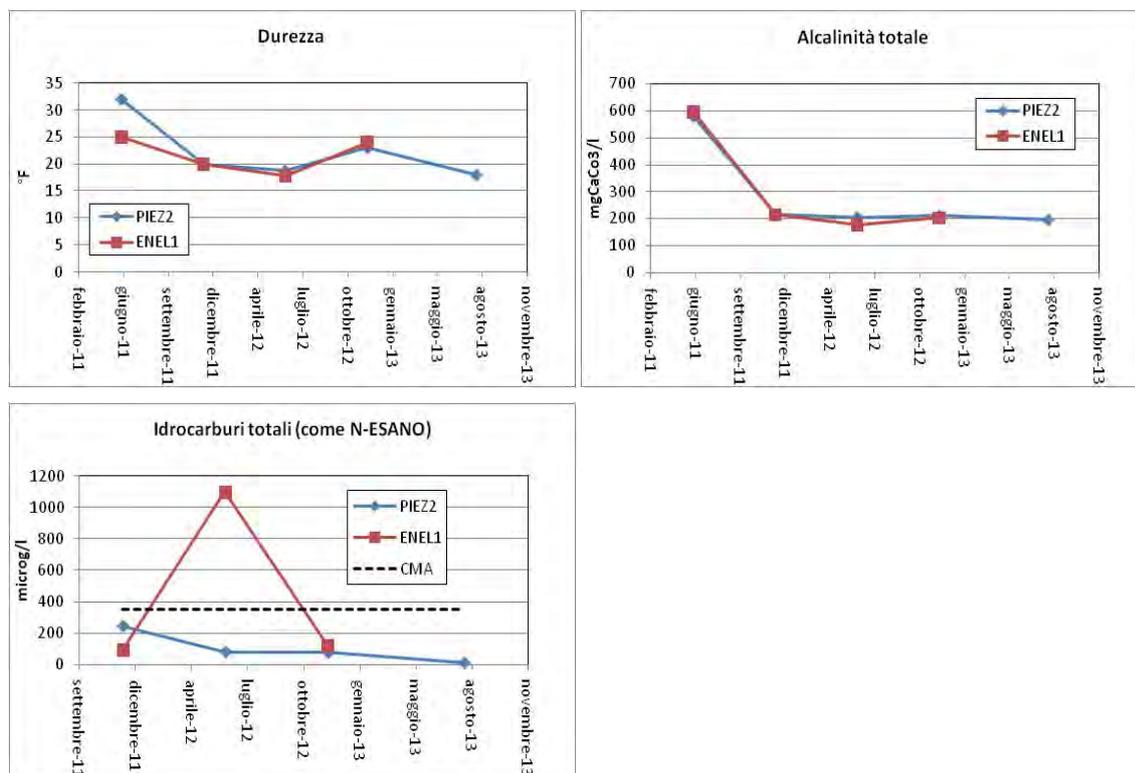


Fig. 49 - Diagrammi dell'andamento dei principali parametri chimici del 1° acquifero

I valori di conducibilità rimangono prevalentemente compresi all'interno di 300-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$; i valori dei cloruri risultano prevalentemente bassi e compresi nell'intervallo 5-15 mg/l, con un solo caso che raggiunge i 26 mg/l; I valori dei nitrati risultano bassi e compresi tra 0 e 18 mg/l; I solfati risultano compresi tra 20 e 60 mg/l; Gli idrocarburi totali sono sempre presenti con un valore anomalo registrato a Giugno 2012 pari a 1099 $\mu\text{g}/\text{l}$, superiore al valore limite di 350 $\mu\text{g}/\text{l}$ previsti per le acque sotterranee dal D.Lgs 152/06, parte IV, Titolo V All. 5 Tab. 2.

8. Verifiche di stabilità delle scarpate di scavo e sistemazione

Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 viene modificato sostanzialmente l'approccio delle verifiche di stabilità dei fronti di scavo. A tale proposito nel par. C6.8.6 della circ. 2/2/2009 n.617 viene sottolineato che "C6.8.6 FRONTI DI SCAVO - I fronti di scavo indicati nella norma cui si riferiscono le presenti istruzioni attengono ad esempio a scavi di fondazioni, trincee stradali o ferroviarie, canali ecc. Per gli aspetti non trattati nelle NTC nei riguardi dei fronti di scavo di miniere e cave ci si riferisca alla specifica normativa".

La normativa a cui si fa riferimento è costituito dal DPR 128/56 "Norme di polizia delle miniere e delle cave" e D.Leg. 624 del 25 Novembre 1996, che pur dettando specifiche norme manca di riferimenti specifici per la progettazione e gestione dei cantieri estrattivi in termini di stabilità dei fronti di scavo. Ne consegue che l'unico riferimento è quindi rappresentato dalle NTC 2008, con l'estensione delle norme in esso contenute al caso delle attività estrattive.

La nuova normativa prevede nel caso di fronti di scavo e pendii artificiali l'esecuzione di verifiche di sicurezza con il metodo degli stati limite, che rappresenta la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza espresso dalla seguente equazione:

$$R_d \geq E_d$$

dove

R_d = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d = valore di progetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni

Nel caso di fronti di scavo e delle opere di materiali sciolti le verifiche agli stati limite previste devono essere condotte secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2), con $R_2 = 1.1$, con i valori di progetto della resistenza dei terreni che sono determinati, a partire dai valori caratteristici, con l'applicazione di coefficienti parziali secondo le seguenti formule:

$$\phi_d = \tan^{-1}(\tan\phi_k/1.25)$$

$$c'_d = c'_k/1.25$$

$$c_{ud} = c_{uk}/1.4$$

$$\gamma_d = \gamma_k$$

con

ϕ_k = valore dell'angolo di attrito interno (valore caratteristico)

ϕ_d = angolo di attrito interno (valore di progetto)

c'_k = coesione drenata (valore caratteristico)

c'_d = coesione drenata (valore di progetto)

c_{uk} = coesione non drenata (valore caratteristico)

c_{ud} = coesione non drenata (valore di progetto)

γ_k = peso di volume (valore caratteristico)

γ_d = peso di volume (valore di progetto)

Per quanto riguarda i terreni in esame si è ritenuto cautelativamente di considerare i seguenti valori di progetto.

Terreni limo argillosi di copertura	Terreni ghiaiosi
$\phi_d = 12.10^\circ$ - $c'_d = 25.89$ kPa	$\phi_d = 32^\circ$ - $c'_d = 7.85$ kPa

8.1 Azione sismica di progetto

Per la determinazione dell'azione sismica di progetto si sono utilizzati i seguenti parametri:

Sito in esame.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

latitudine (ED50): 44,5939808402921 longitudine: 10,9923946666706

Classe: 1 -- Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16281	Lat: 44,6080	Lon: 10,9631	Distanza: 2794,456
Sito 2	ID: 16282	Lat: 44,6095	Lon: 11,0333	Distanza: 3668,344
Sito 3	ID: 16504	Lat: 44,5595	Lon: 11,0353	Distanza: 5124,113
Sito 4	ID: 16503	Lat: 44,5580	Lon: 10,9652	Distanza: 4539,608

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 35anni
 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,050 g
 Fo: 2,482
 Tc*: 0,255 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 35 [anni]
 ag: 0,053 g
 Fo: 2,489
 Tc*: 0,259 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 332 [anni]
 ag: 0,142 g
 Fo: 2,395
 Tc*: 0,292 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 682 [anni]
 ag: 0,186 g
 Fo: 2,398
 Tc*: 0,301 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200	Cc: 1,450	St: 1,000
Kh: 0,011	Kv: 0,005	Beta: 0,180
Amax: 0,589 m/sec ²		

SLD:

Ss: 1,200	Cc: 1,440	St: 1,000
Kh: 0,012	Kv: 0,006	Beta: 0,180
Amax: 0,628 m/sec ²		

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA RANETTA

SLV:

Ss:	1,200	Cc:	1,410	St:	1,000
Kh:	0,041	Kv:	0,020	Beta:	0,240
Amax: 1.667 m/sec ² - 0.170 g					

SLC:

Ss:	1,200	Cc:	1,400	St:	1,000
Kh:	0,054	Kv:	0,027	Beta:	0,240
Amax: 2,187 m/sec ²					

8.2 Verifiche di stabilità fronti di scavo

la valutazione della stabilità delle scarpate di scavo è stata effettuata attraverso il programma di calcolo SSAP 2010 (Slope Stability Analysis Program), utilizzando il modello di calcolo di Morgenstern e Price (1965), ricercando la superficie di scivolamento critica, cioè quella a cui corrisponde il valore minore del Fattore di sicurezza (FS).

E' stata effettuata la verifica nei riguardi dello stato limite, applicando l'approccio 1 - combinazione 2, e i valori di resistenza di progetto prima definiti, ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente (fig. 55 e 56:

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLU	1.231	1.1	1.12 > 1
Scarpata di scavo	dinamica - SLV	1.143	1.1	1.04 > 1

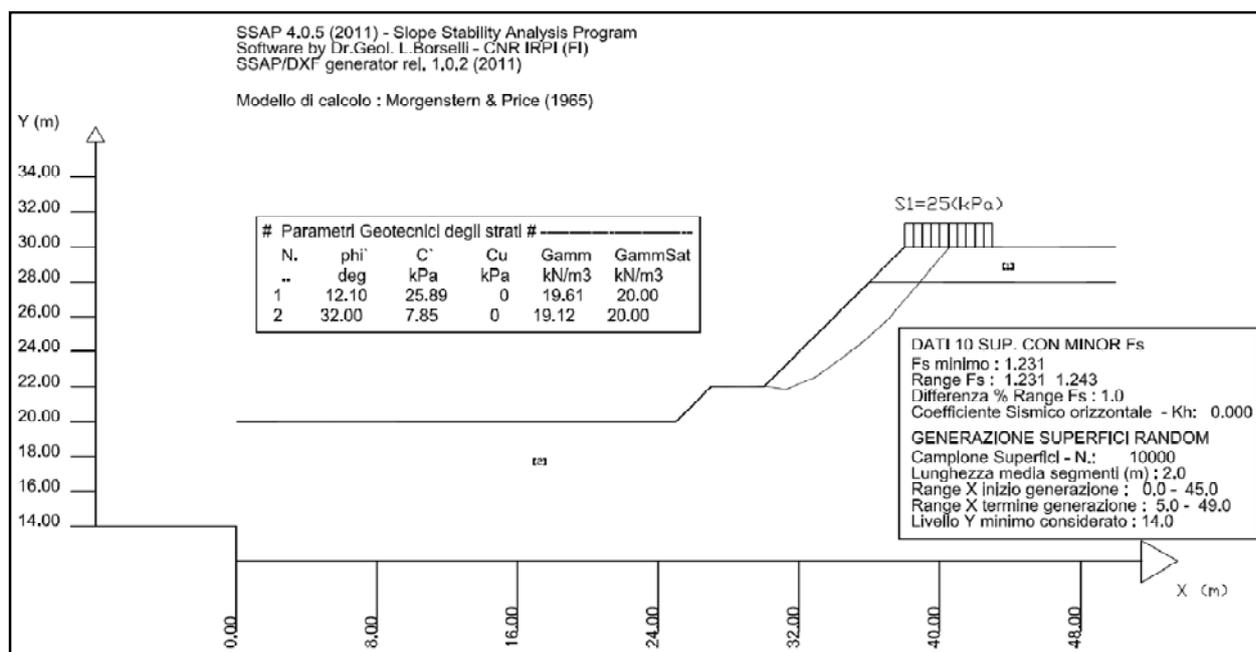


Fig. 55 - Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo in condizioni statiche

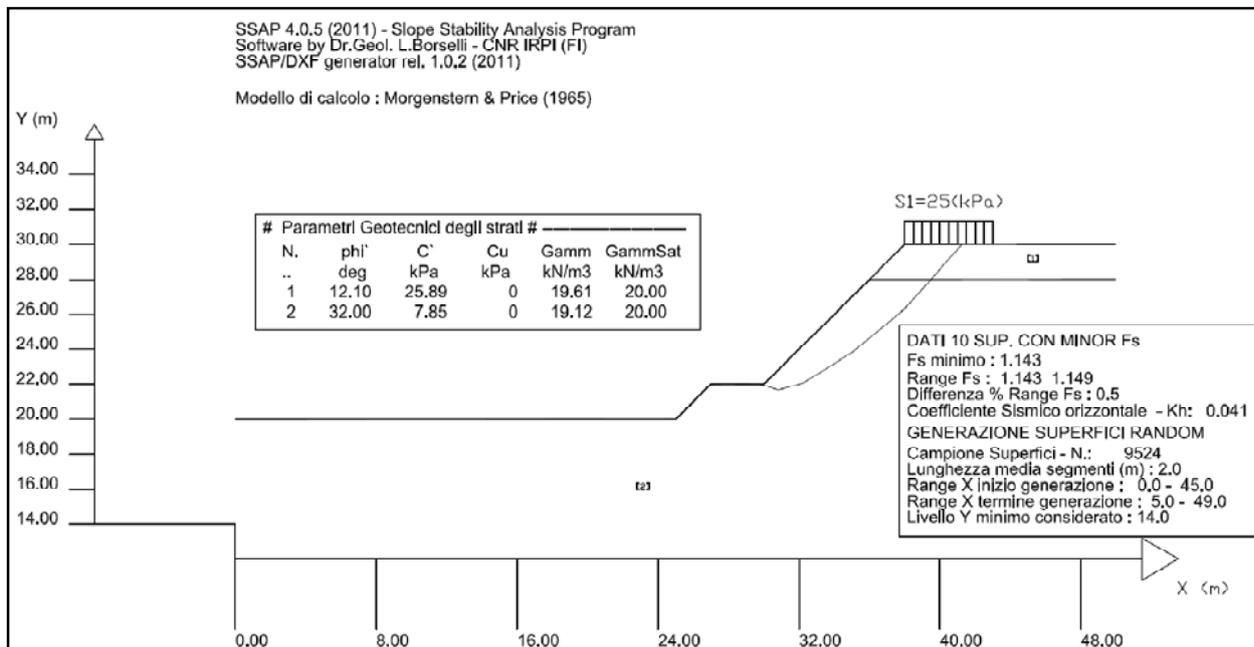


Fig. 56 - Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo in condizioni dinamiche

8.3 Verifiche di stabilità scarpata di ripristino

Per quanto concerne le pareti di ripristino queste ultime presentano altezza massime di circa 5.00 metri, con angoli di scarpa pari a 20°. In tale situazione (fig. 57) si sono determinati i parametri geotecnici minimi che devono essere assicurati per garantire il raggiungimento di un coefficiente di sicurezza previsto dalle NTC 2008, ottenendo un valore di coesione pari a 5.50 kPa e angolo di attrito pari a 12°, valori facilmente raggiungibili con la normale compattazione meccanica del terreno durante la stesura.

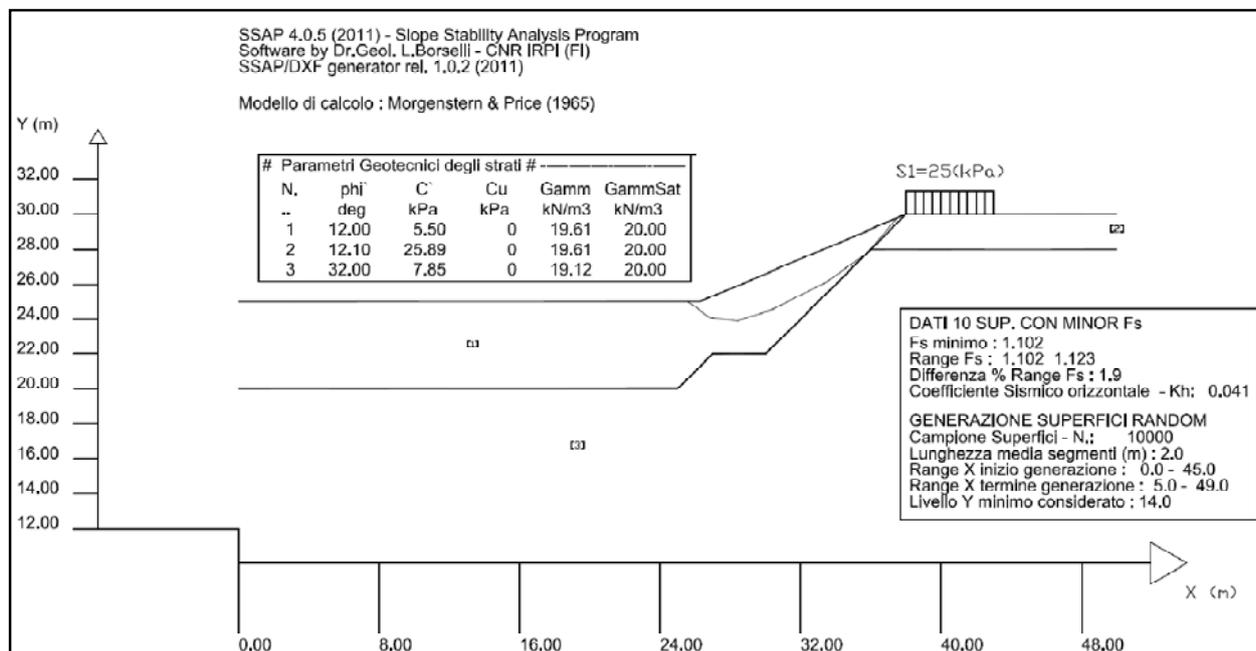


Fig. 57 - Risultati analisi di stabilità scarpate di sistemazione in back analysis (condizioni dinamiche)

9. Conclusioni

Nella presente relazione sono stati analizzati i caratteri geologici, idrogeologici e giacimentologici di un'area ubicata nel comune di S.Cesario sul Panaro su cui è previsto un piano di coltivazione e sistemazione di una cava di ghiaia denominata "Cava Ranetta".

Dott. Geol. A. Fiori

Formigine lì, Febbraio 2014