

PROCEDURA DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.) AI SENSI  
DELLA L.R. 9/99 E S.M.E.I. DELLA "CAVA BARCA 2014" POLO n.8  
"TRAVERSA SELETTIVA PANARO" P.A.E. DEL COMUNE DI SAN CESARIO S. P.

- CAVA BARCA 2014 -

APPENDICE  
**C.1**

PROGETTO DEFINITIVO DEL PIANO  
DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE



Fascicolo  
**n.05**

RELAZIONE GEOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E GIACIMENTOLOGICA

Proprietà: FRANTOIO MACCAFERRI S.N.C.  
DI MACCAFERRI DANILO E C.

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:

## **INDICE**

---

1	Definizione area d'intervento.....	4
2	Inquadramento Geologico generale.....	6
3	Litologia di superficie.....	8
4	Pedologia.....	9
5	Morfologia ed evoluzione geodinamica.....	13
5.1	Descrizione morfologica del sito.....	15
5.2	Tetto delle ghiaie.....	21
6	Giacimentologia.....	28
7	Idrografia superficiale ed esondabilità del territorio.....	33
7.1	Idrografia superficiale.....	33
7.2	Aspetti idraulici del fiume Panaro.....	36
7.3	Aspetti programmatici.....	42
8	Idrogeologia.....	43
8.1	Vulnerabilità acquiferi.....	55
8.2	Aree di rispetto pozzi acquedottistici.....	56
8.3	Reti di monitoraggio esistenti acque sotterranee.....	59
8.4	Caratteristiche piezometriche.....	61
8.5	Piano di Monitoraggio acque sotterranee.....	67
8.6	Chimimo acque sotterranee .....	70
9	Verifiche di stabilità delle scarpate di scavo e sistemazione.....	82
9.1	Azione sismica di progetto.....	83
9.2	Verifiche di stabilità dei fronti di scavo.....	85
9.3	Verifiche di stabilità scarpate di ripristino.....	86
10	Conclusioni .....	87

## **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 – Estratto della "Carta Carta dei suoli della Pianura" (RER - edizione 2012)  
Fig. 9 - Unità fisiche di paesaggio;  
Fig. 10 – Planimetria dello stato di fatto (scala 1:3.000)  
Fig. 11 – Individuazione Cava Barca 2008 e Cava Barca 2014  
Fig. 12 – Cartografia delle isoipse dello stato di fatto  
Fig. 13 - Cartografia storica del Ducato di Modena;  
Fig. 14 - Situazione dell'area al 1884 (scala 1:25.000);  
Fig. 15 - Situazione dell'area al 1935 (scala 1:20.000);  
Fig. 16 – Evoluzione fiume Panaro (scala 1:20.000)  
Fig. 17 – Ubicazione indagini  
Fig. 18 - Cartografia delle isobate dei depositi ghiaiosi  
Fig. 19 - Sondaggi con escavatore meccanico del 15/12/2014  
Fig. 20 - Isoipse del piano di campagna originario e modello DTM  
Fig. 21 - Isoipse del tetto delle ghiaie e modello DTM  
Fig. 22 - Volumi riporto superficiale e terreni di cappellaccio  
Fig. 23 - Estratto Accordo ex-art. 24 L.R. 7/2004 del Polo 8  
Fig. 24 - Ubicazione sezioni stratigrafiche;  
Fig. 25 - Idrografia superficiale  
Fig. 26 - Ubicazione sezioni idrauliche;  
Fig. 27 - Sezione idraulica 2 di riferimento;  
Fig. 28 - Alveo attuale del Fiume Panaro e sezione;  
Fig. 29 - Estratto Ptcp -Carta delle tutele- 1.1 Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali-Tavola 1.1.5;  
Fig. 30 - Estratto Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI);  
Fig. 31 - Geologia e morfologia della conoide del F.Panaro;  
Fig. 32 - Sezioni geolitologica. (Pellegrini, 1976)  
Fig. 33 - Spessore dell'acquifero principale (ARPA, 2003)  
Fig. 34 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico (Regione Emilia Romagna-ENI, 2003);  
Fig. 35 - Base dell'acquifero (ARPA, 2003);  
Fig. 36 - Ubicazione sezioni idrogeologiche;  
Fig. 37 - Sezione idrogeologica 1;  
Fig. 38 - Sezione idrogeologica 2;  
Fig. 39 - Sezione idrogeologica 3;  
Fig. 40 - Sezione idrogeologica 4;  
Fig. 41 - Sezione idrogeologica 5;  
Fig. 42 - Estratto cartografia vulnerabilità (Paltrinieri, Zavatti, Pellegrini, 1990);  
Fig. 43 - Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2  
Fig. 44 -Aree di salvaguardia pozzi acquedottistici  
Fig. 45 - Rete di monitoraggio esistente acque sotterranee;  
Fig. 46 – Piezometri e pozzi di riferimento  
Fig. 47 - Andamento isofreatiche (Aprile 2014);  
Fig. 48 - Andamento isofreatiche (Aprile 2015)  
Fig. 49 – Piezometria PIEZB-MAC1(1° acquifero) e PIEZA (2°acquifero)  
Fig. 50 – Piezometria punti di controllo di monte  
Fig. 50bis – Soggiacenza 1° acquifero (17/04/2014)  
Fig. 50ter – Soggiacenza 1° acquifero (30/054/2014)  
Fig. 51 – Rete di Monitoraggio acque sotterranee Cava Barca 2015

Fig. 52 - Conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) media anno 2011;  
Fig. 53 - Durezza ( $^{\circ}\text{F}$ ) media anno 2011;  
Fig. 54 - Solfati ( $\text{mg}/\text{l}$ ) media anno 2011;  
Fig. 55 - Cloruri ( $\text{mg}/\text{l}$ ) media anno 2011;  
Fig. 56 - Nitrati ( $\text{mg}/\text{l}$ ) media anno 2011;  
Fig. 57 - Variazione della concentrazione media dei nitrati nella conoide del fiume Panaro;  
Fig. 58 - Carta delle isoconduttive;  
Fig. 59 - Carta delle isocone dei bicarbonati (1998);  
Fig. 60 - Carta delle isocone dei cloruri (1998);  
Fig. 61 - Carta delle isocone dei solfati (1998);  
Fig. 62 - Carta delle isocone dei nitrati (1998);  
Fig. 63 - Diagrammi dell'andamento dei principali parametri chimici del 1°e 2° acquifero;  
Fig. 64 - Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo in condizioni statiche;  
Fig. 65 - Risultati analisi di stabilità scarpate di in condizioni dinamiche;  
Fig. 66 - Risultati analisi di stabilità scarpate di sistemazione in back analysis (condizioni dinamiche).

## **INDICE FOTO**

---

Foto 1 – Stratificazione delle ghiaie dovuta alla variazione di energia del fiume  
Foto 2 – Punti di osservazione sterili 1 e 2  
Foto 3 – Punti di osservazione sterili 3 e 4  
Foto 4 – Punto di osservazione sterili 5  
Foto 5 – Punti di osservazione sterili 6 e 7  
Foto A - Panoramica Aprile 2011 (vista da Ovest)  
Foto B - Panoramica Aprile 2011 (vista da NO)

## **INDICE TABELLE**

---

Tabella 1 - Analisi degli strati sterili;  
Tabella 2 - Calcoli idraulici;  
Tabella 3 - Caratteristiche dei piezometri esistenti - Piezometria 17/04/2014;  
Tabella 4 – Piezometria 30/04/2015  
Tabella 4bis – Dati soggiacenza  
Tabella 5 - Elenco frequenza delle indagini relativa alla fase di attività  
Tabella 6 - Chimismo acque sotterranee

## 1 Definizione area di intervento

L'area oggetto di studio ricade nel territorio comunale di San Cesario sul Panaro a sud dello stesso centro abitato, all'interno del Polo Estrattivo n. 8 "Traversa selettiva Panaro".

Da un punto di vista altimetrico l'area d'influenza della cava presenta quote comprese tra i 50 m ed i 57 m sul livello del mare. Cartograficamente l'area risulta compresa nella Tavola a scala 1:25.000 n. 220NO "Castelfranco Emilia" (Fig. 1) nella Sezione C.T.R. a scala 1:10.000 n. 220010 "Castelfranco Emilia" e nell'Elemento C.T.R. a scala 1:5.000 n.220013 "S. Cesario sul Panaro" (fig. 2).

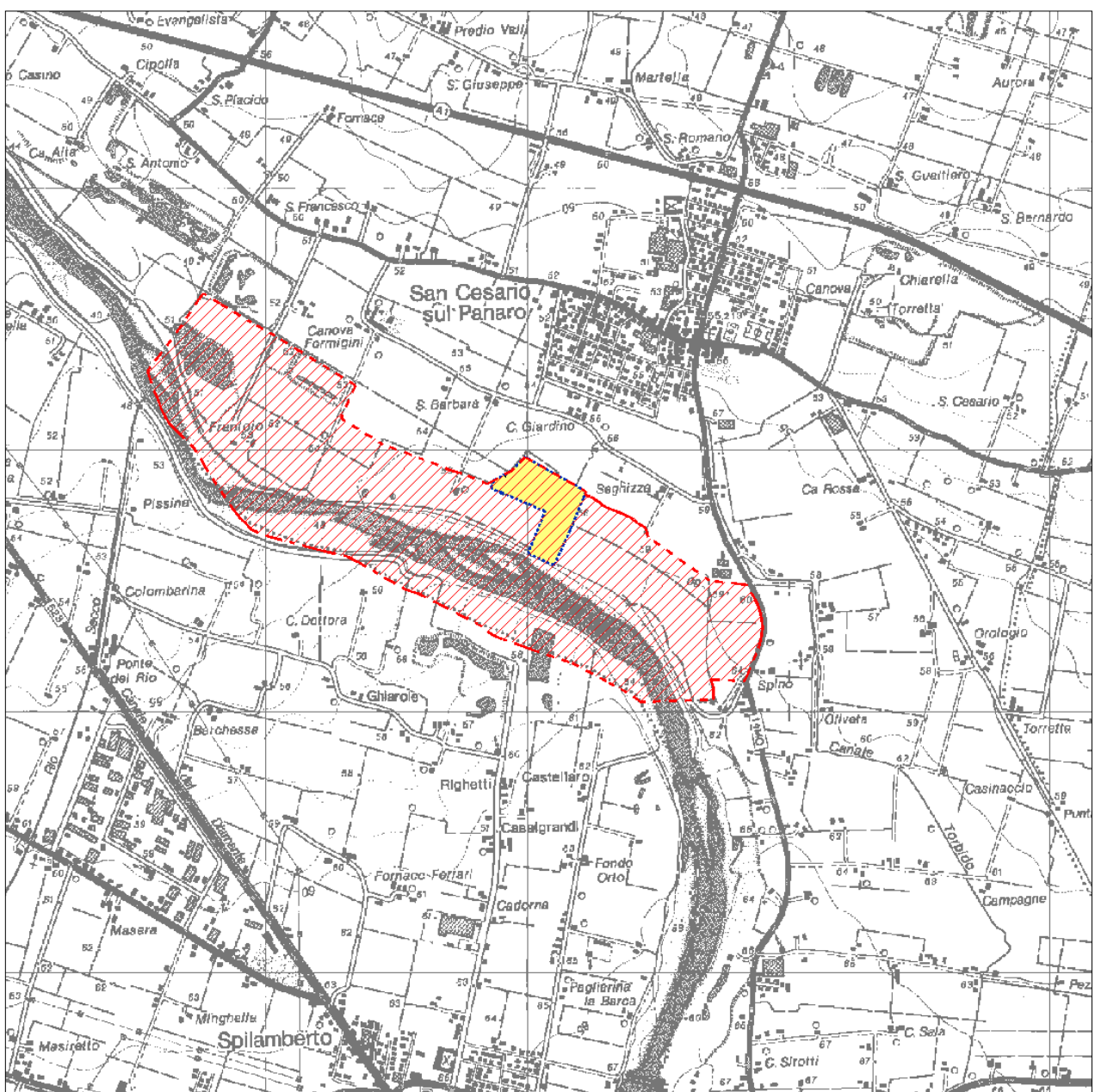


Figura 1 – Estratto Tavola C.T.R. 220NO scala 1:25.000

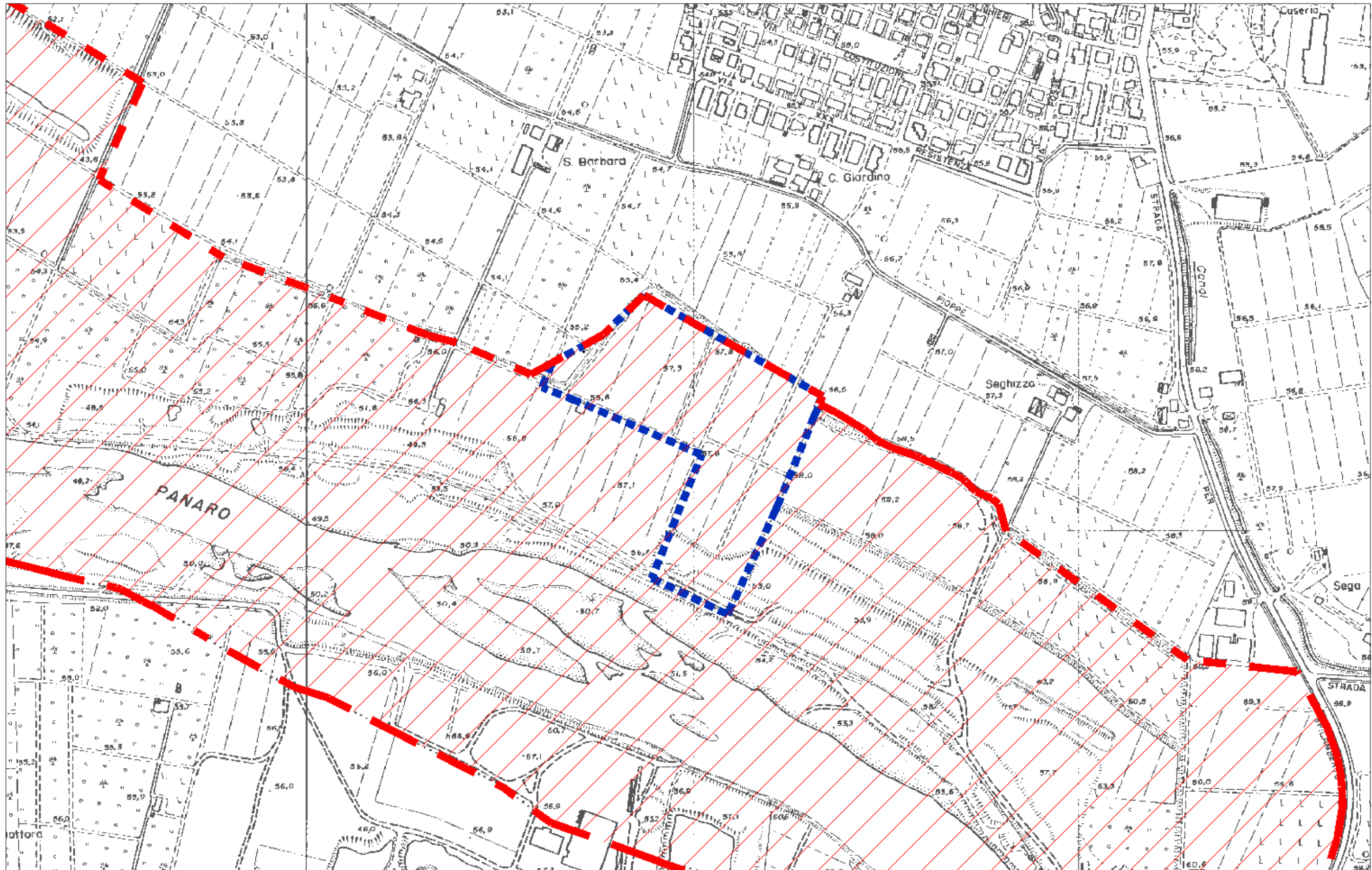


Figura 2 – Estratto C.T.R. scala 1:5.000

## 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).

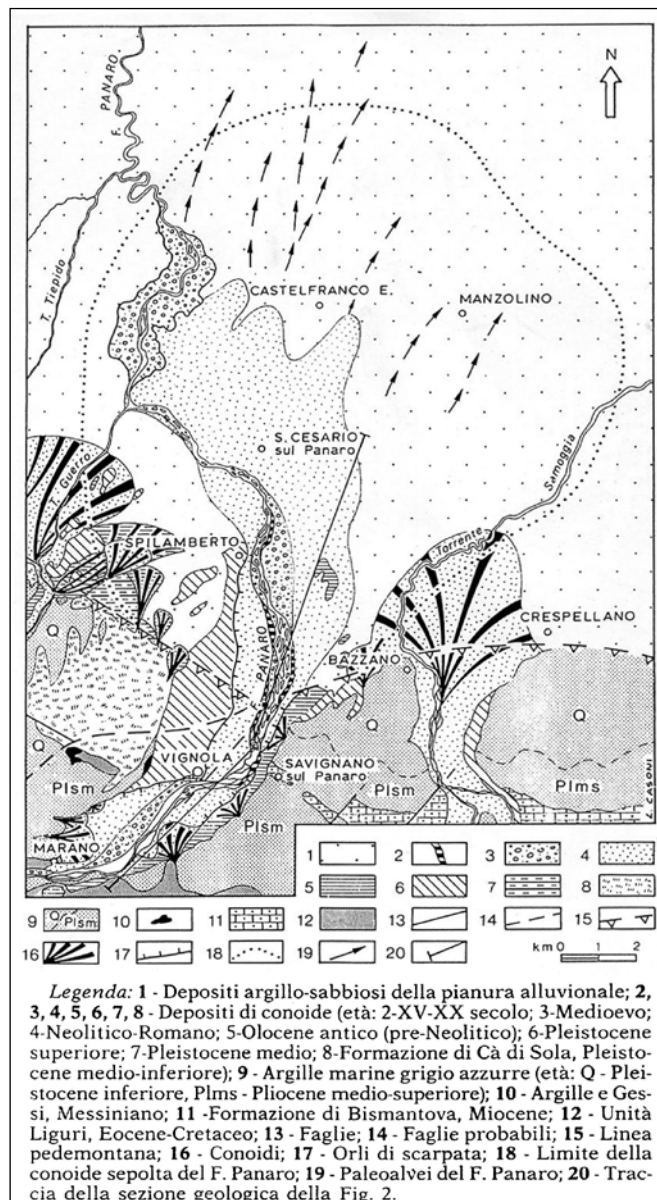


Figura 3 – Carta geologica schematica dell'area del Fiume Panaro

La zona collinare poco più a sud dell'area è caratterizzata da terreni marini Plioceni 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 plioceni 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 bluastro.

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.

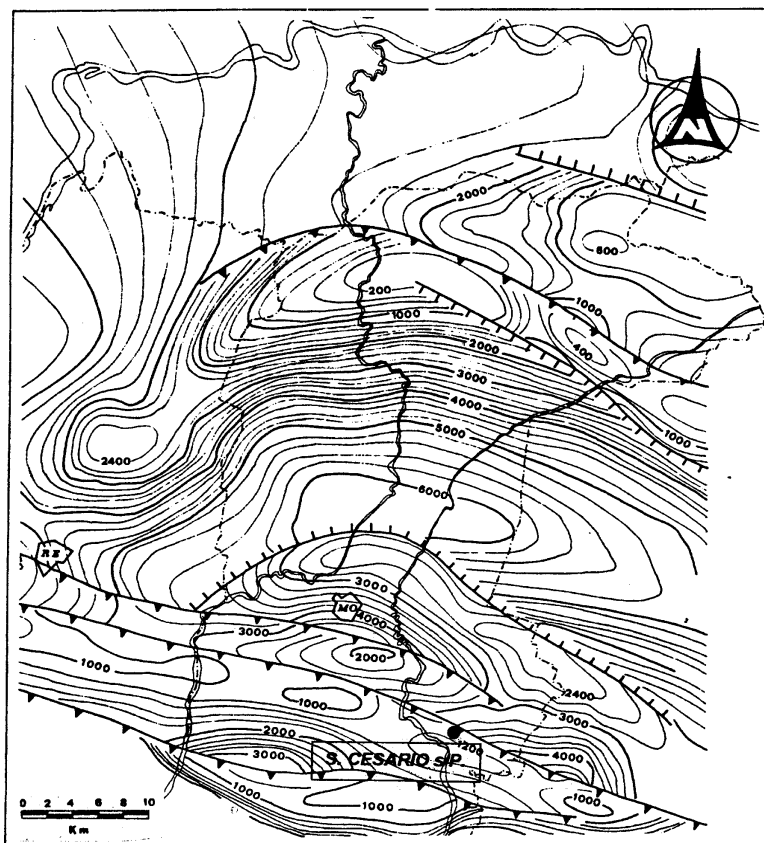


Figura 4 – Principali strutture tettoniche



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.

I movimenti tettonici più marcati si individuano nella zona di cerniera tra montagna e pianura, che separa la zona a sud (catena appenninica in sollevamento) da quella a nord (pianura con prevalenti movimenti di accentuata subsidenza).

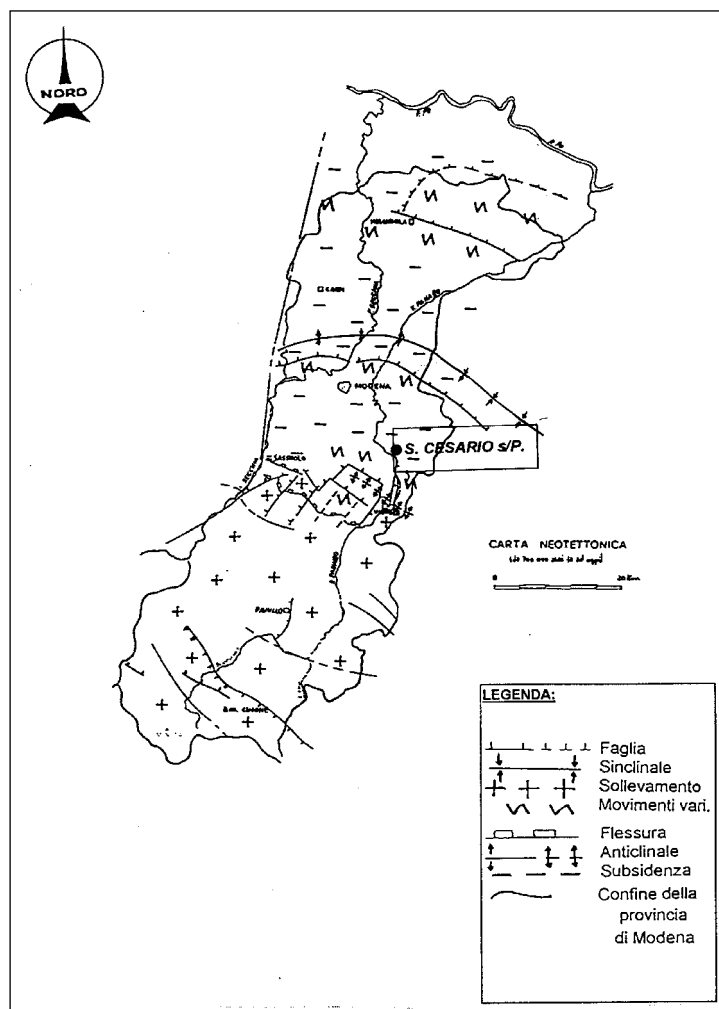


Figura 5 – Neotettonica

### 3 Litologia di Superficie

Per la caratterizzazione della litologia di superficie si è fatto riferimento alla “*Carta della litologia di superficie della pianura modenese*” di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini (Fig. 6) e a quanto contenuto nel Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica relativo al Polo N. 8 “Traversa Selettiva Panaro” redatto dal Dott. Geol. G. Gasparini.

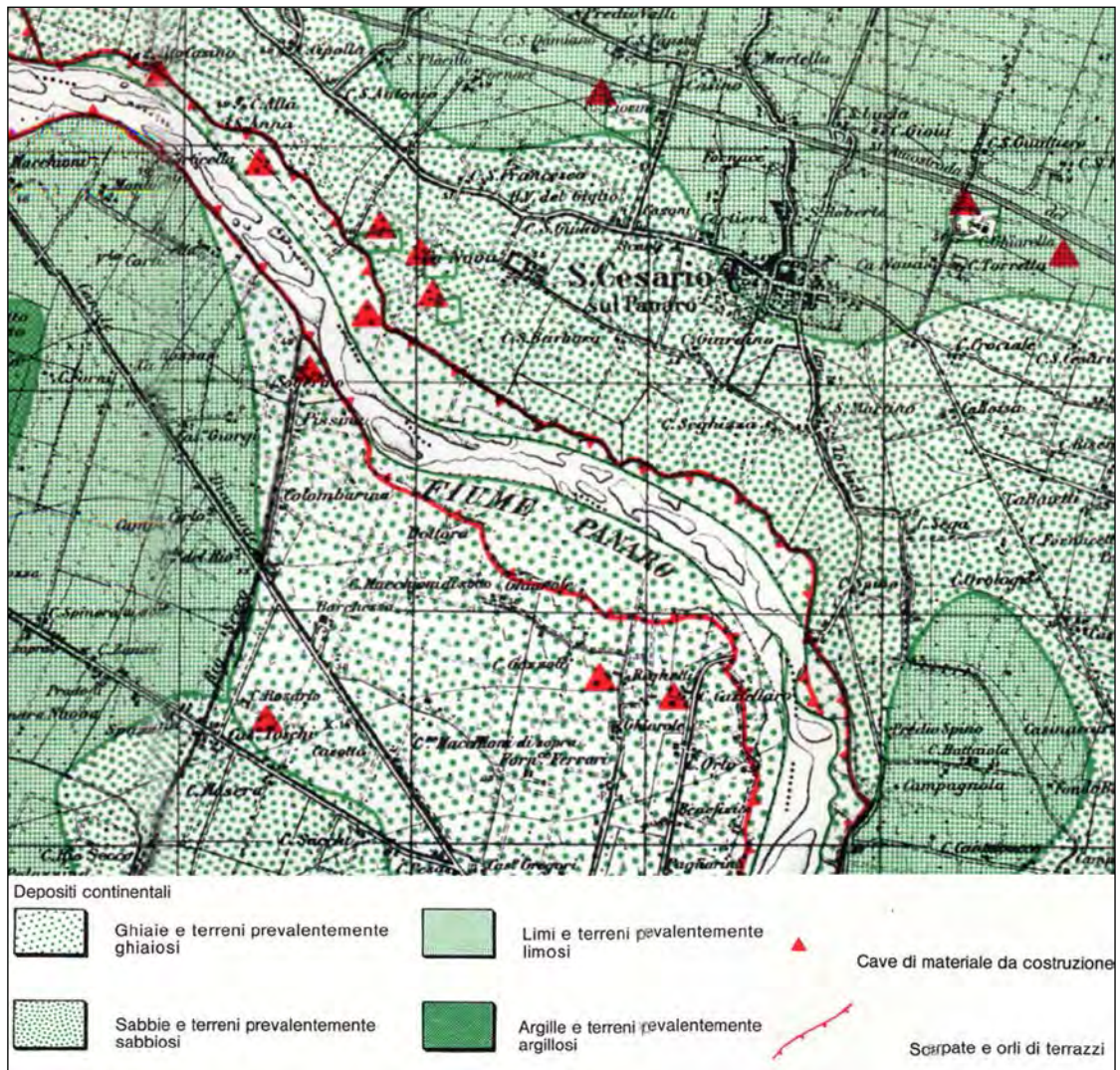


Figura 6 – Estratto dalla “Carta della litologia di superficie della pianura modenese” di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini – 1976 – (NON IN SCALA)

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.

#### 4 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 (SCN1/BEL1) e San Omobono franca limosa (SMB4) a substrato franco estremamente ghiaioso (Fig. 7). Entrambi sono caratteristici della piana pedemontana, il primo 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.

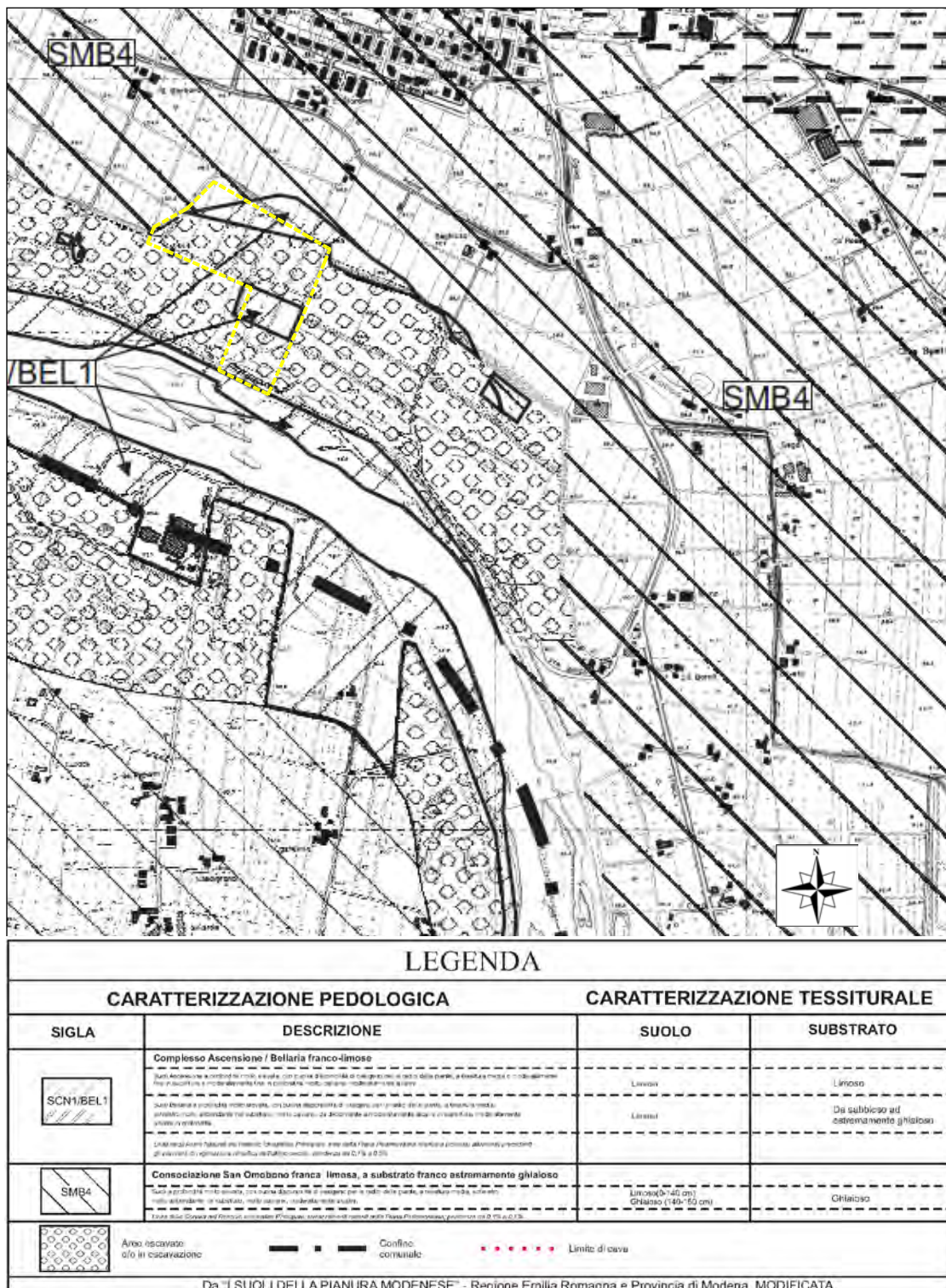


Figura 7 – Estratto della “Carta della litologia di superficie e dei suoli” Tavola 3.2.1 del P.P.I.P.

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.

In fig. 8 viene riportato un estratto della "Carta Carta dei suoli della Pianura" (RER - edizione 2012). L'area di cava risulta quasi completamente ricompresa all'interno dell' associazione dei suoli BORGHESA - CANDIA scheletrico sabbiosi (BOG1-CAN1). I suoli Candia sono molto profondi, a tessitura franca o franca limosa, molto calcarei e moderatamente alcalini. È presente ghiaia non alterata in scarsa matrice sabbiosa a partire da 30-50 cm circa. Frequentemente le aree caratterizzate dai suoli Candia hanno presenza di ciottoli in superficie variabile tra 5 e 40%, con copertura generalmente discontinua e variabile anche nello spazio breve (ciò a causa anche di spietramenti a opera dell'uomo). Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose e sabbiose. I suoli Candia si trovano nella pianura pedemontana in terrazzi alluvionali abbandonati di recente dai corsi d'acqua ed in aree di rotta caratterizzate dalle divagazioni dei canali. In queste terre la pendenza varia tra lo 0,5 e l'1%. L'uso del suolo è a seminativi e prati permanenti; nelle fasce più prossime ai corsi d'acqua è presente vegetazione riparia con salici, ontani, pioppi. Opere atte a regolare il deflusso delle acque non sono in genere necessarie.

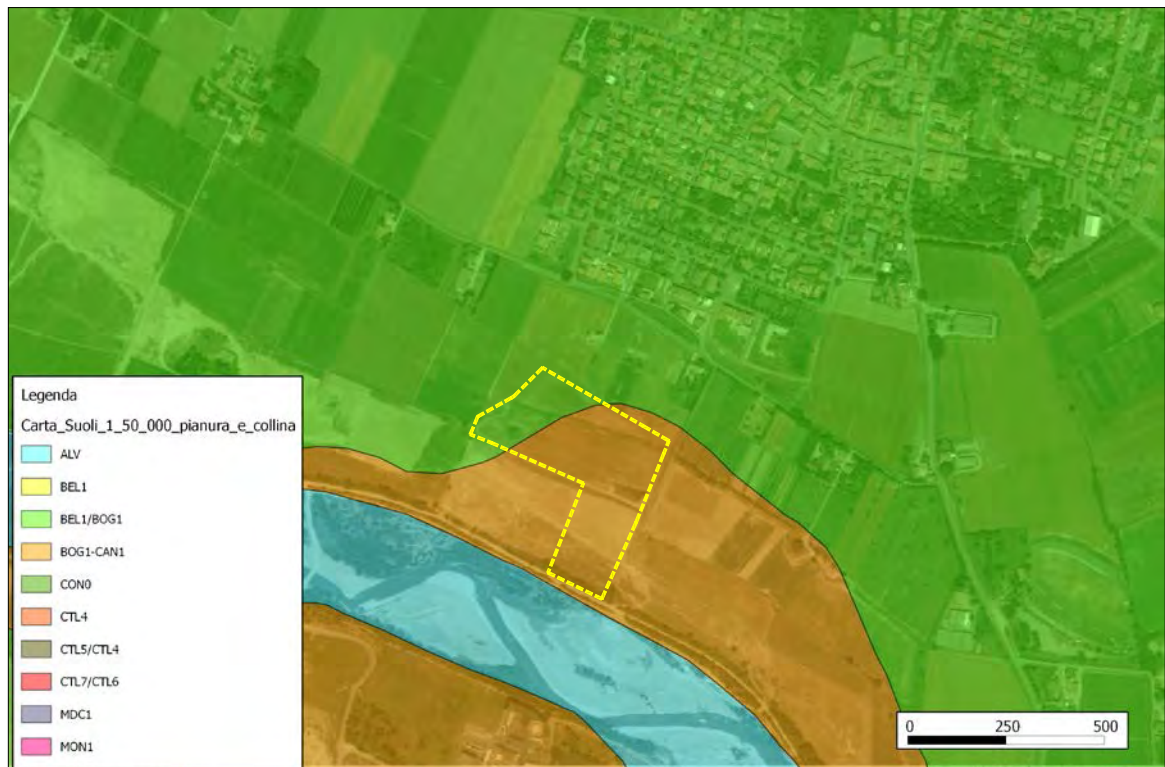


Figura 8 – Estratto della "Carta dei suoli della Pianura" (RER - edizione 2012)

Il settore nord occidentale dell'area di cava è ricompreso nel complesso dei suoli Bellaria/Borghesa (BEL1/BOG1), che morfologicamente si sviluppano in aree di conoide recente e di terrazzo di basso ordine, con substrato costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie.

I suoli Bellaria sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. E' presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità. Si sviluppano in aree di conoide o in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici ed in zone di pianura pedecollinare interessate di recente da rotte fluviali di modesta entità. In questi terreni la pendenza varia dallo 0,5 allo 0,8%. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a grossolana e l'uso agricolo è generalmente a seminativo semplice, prato e vigneto.

## **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. 9).

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 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	MESOURNITÀ	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
			Aree Urbanizzate	14
		CONOIDE INTERMEDIA	Golene	10
			Golene Vecchie	15
			Casse d'Espansione	14
			Terre Piane	15
			Dossi	14
			Valli	14
			Aree Urbanizzate	14
			Golene	10
	Terre Piane		10	
	Aree Urbanizzate	10		
	PIANURA			

(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).

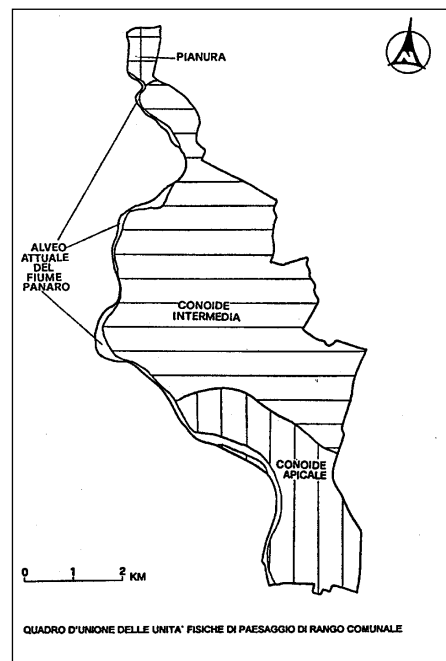


Figura 9 – Unità fisiche di paesaggio

## 5.1 Descrizione morfologica del sito

L'area in esame è situata a S dell'abitato di San Cesario s/P e si colloca nella parte centrale del conoide alluvionale del fiume Panaro in cui l'agente morfogenetico principale, tuttora attivo, è ovviamente il fiume stesso.

Morfologicamente si individua un settore centro meridionale (fig. 10), caratterizzato dalla presenza di un piano di campagna ribassato ad una quota variabile da 50 a 54 m sul l.d.m., con pendenza di circa il 2‰ verso fiume e verso Ovest interrotto da una scarpata intermedia di altezza mediamente pari a circa 2.5 m.

Tale settore ricomprende parte dell'area di cava denominata "Cava Barca 2005", autorizzata e convenzionata nel 2006, sulla quale si sono completate le operazioni escavazione e parzialmente quelle di sistemazione morfologica e vegetazionale (fig. 11).

Il settore settentrionale ("Area di scavo" in fig. 10), di forma triangolare rappresenta l'area su cui si svilupperà l'attività estrattiva in senso stretto. E' collocata a quote variabili da 56 a circa 57 m s.l.m., più elevate rispetto a quelle circostanti, dalle quali è separata a nord da una scarpata di altezza massima di poco superiore a 1 metro.

Tale situazione morfologica è evidente nella fig. 12 che riporta l'andamento delle isoipse del piano di campagna attuale con una equidistanza di 20 cm, mostrando l'esistenza di una zona su cui sono state effettuate in passato operazioni di riporto di terreni che hanno elevato il piano di campagna originario. Quest'ultimo presenta una pendenza principale verso ovest con pendenze variabili dal 4 a 6 ‰.



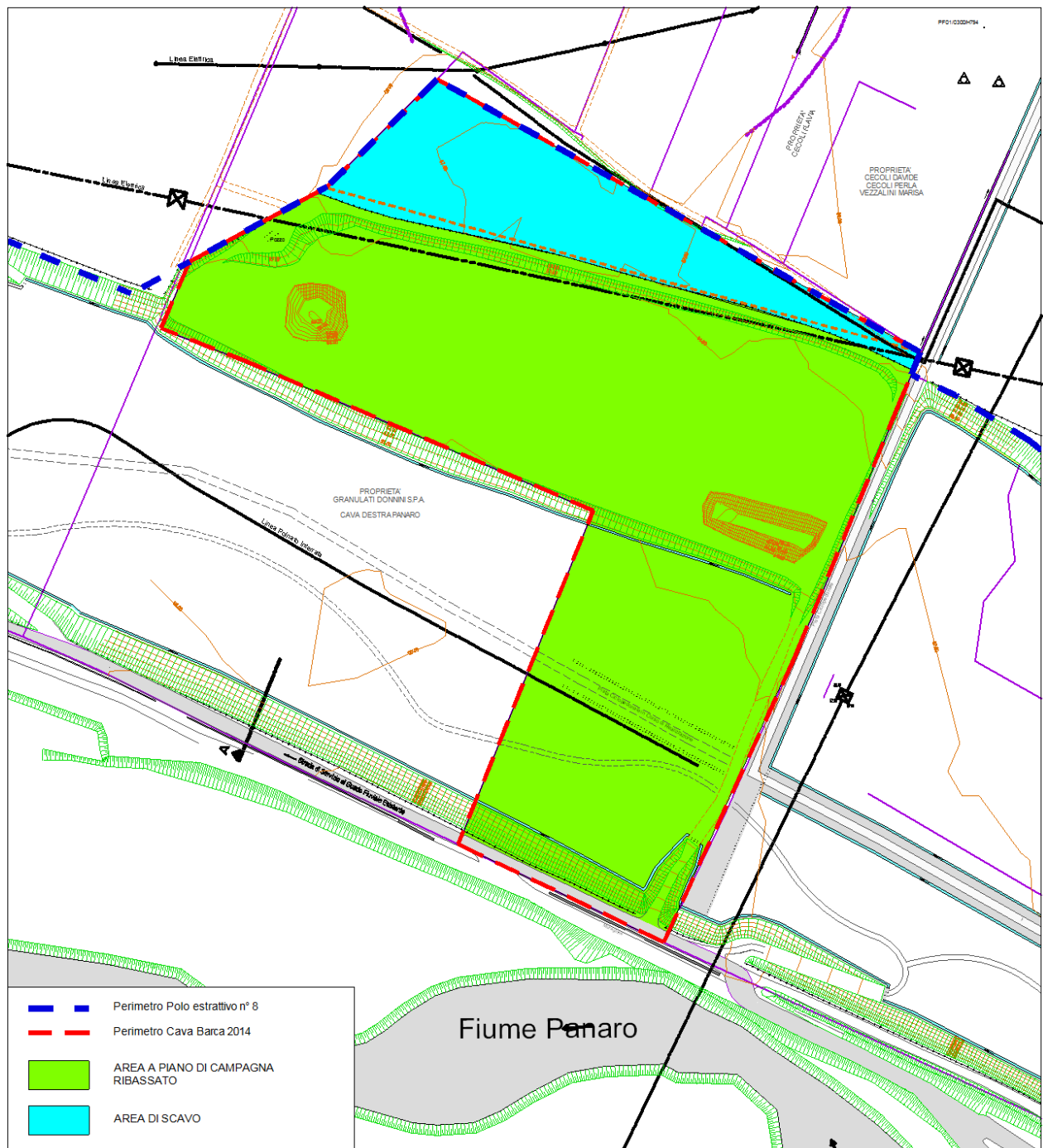


Fig. 10 – Planimetria dello stato di fatto (scala 1:3.000)



Fig. 11 – Individuazione Cava Barca 2008 e Cava Barca 2014

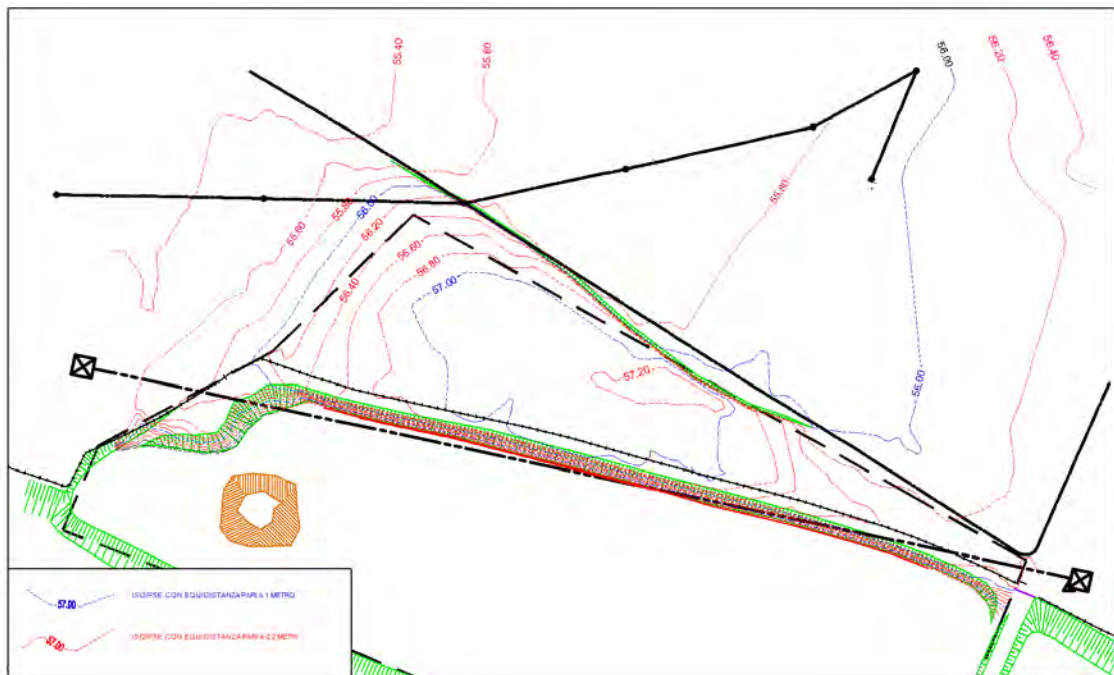


Fig. 12 – Cartografia delle isoipse dello stato di fatto

La cartografia storica del Ducato di Modena del 1821 (fig. 13) e la carta IGM di primo impianto del 1884 (fig. 14) 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.

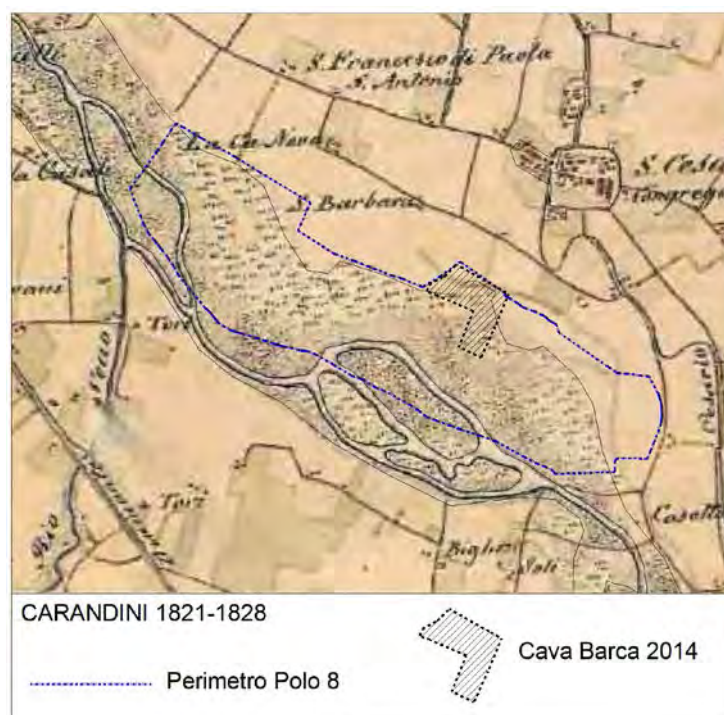


Fig. 13 – Cartografia storica del Ducato di Modena

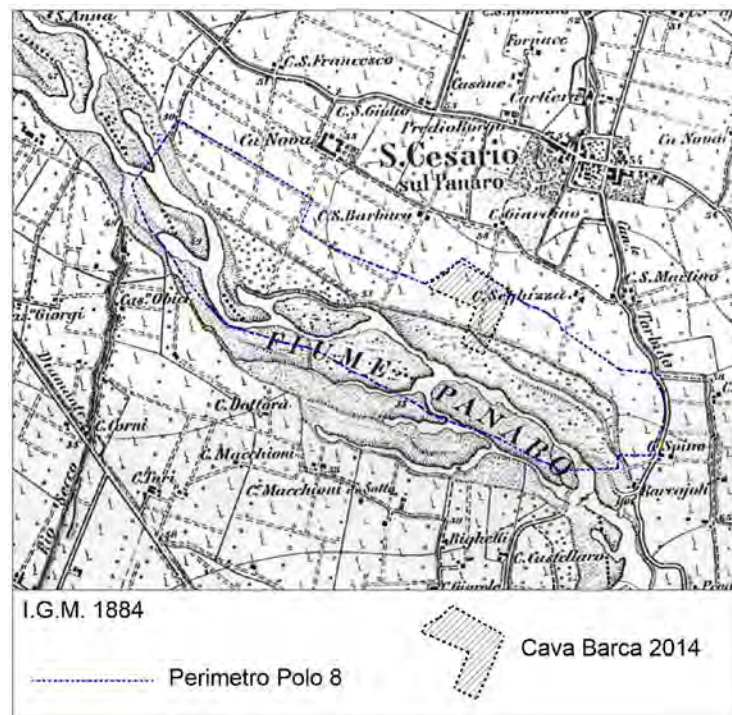
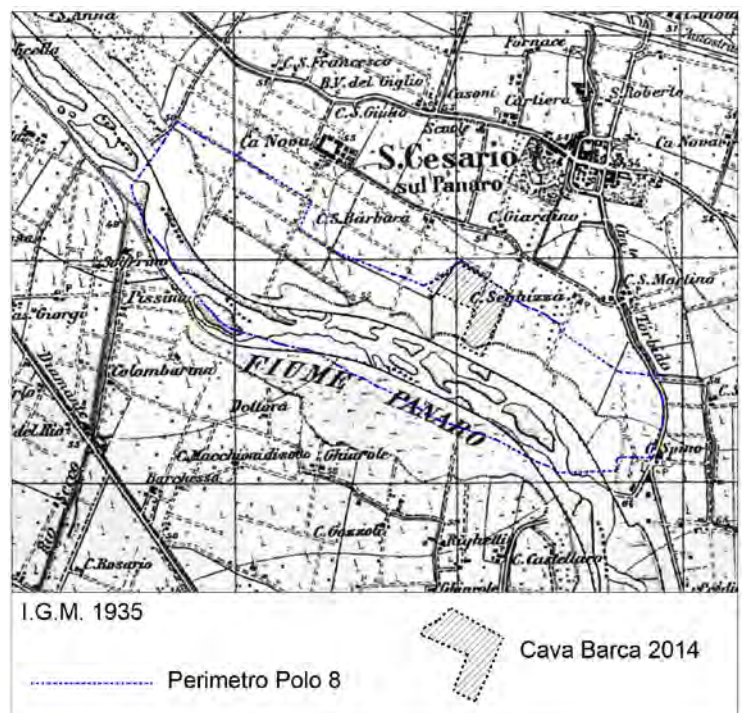


Fig. 14 – Situazione dell'area al 1884

La cartografia IGM del 1935 (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. 15 – Situazione dell'area al 1935



Tale evoluzione è schematizzata nella figura 16, in cui viene riportata la situazione del Fiume Panaro a partire dal 1820 circa al 1935.

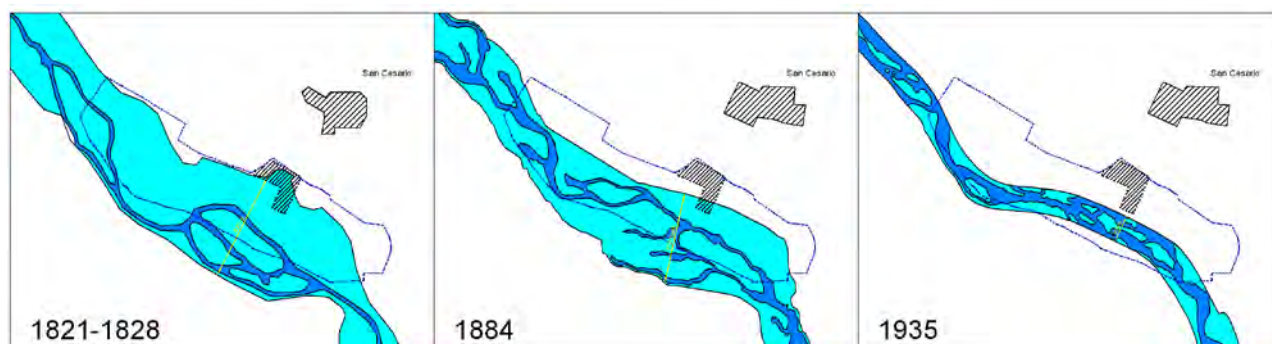


Fig. 16 – Evoluzione fiume Panaro (scala 1:20.000)

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.

Come già evidenziato con la costruzione del "muraglione" (difesa idraulica longitudinale di sponda 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.

## **5.2 Tetto delle ghiaie**

Sull'area di cava sono stati eseguiti numerosi approfondimenti geognostici al fine di verificare gli spessori dei terreni di copertura ai depositi ghiaiosi.

Nel settore Nord oggetto di escavazione sono stati effettuati n° 7 sondaggi con escavatore meccanico, n° 5 prove penetrometriche dinamiche e si è fatto riferimento anche ad un carotaggio continuo denominato S1. In fig. 17 viene riportata l'ubicazione di tali indagini ed i risultati ottenuti in termini di profondità del tetto delle ghiaie, mentre in allegato 1 i diagrammi delle prove, e la stratigrafia del sondaggio S1.



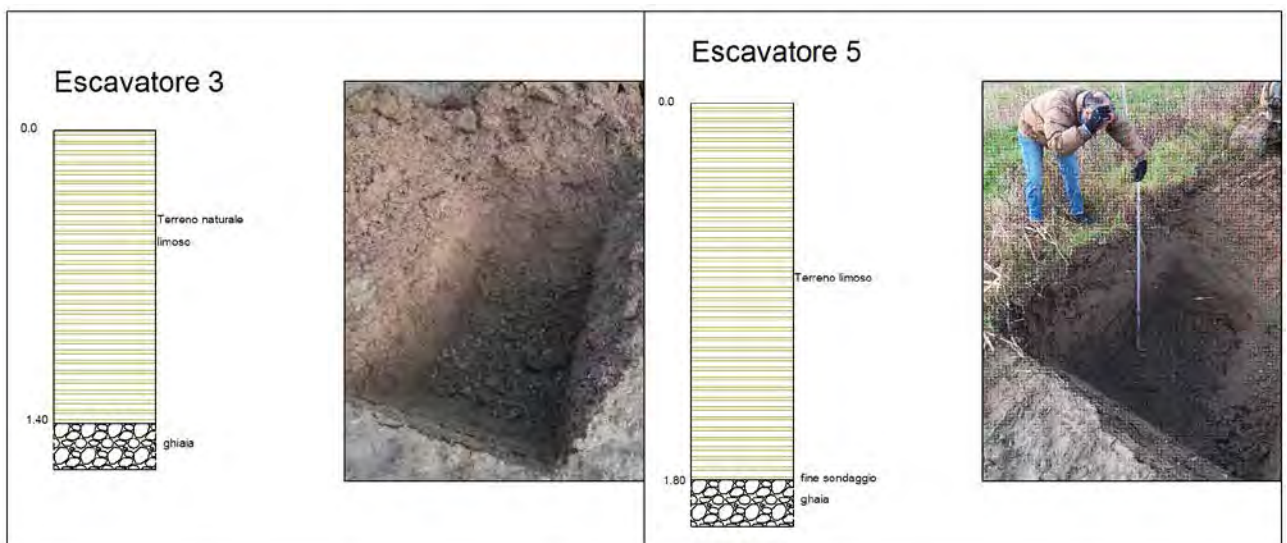
Fig. 17 – Ubicazione indagini

Come si evince dalla fig. 18 l'andamento delle isobate del tetto delle ghiaie segue quello del piano di campagna attuale con spessori massimi sino a 2.60 m nel settore centrale, che si riducono progressivamente a valori di circa 1 metro nel settore orientale, a valori di 1.8-2.0 m in quello occidentale.



Fig. 18 - Cartografia delle isobate dei depositi ghiaiosi

Al fine di identificare il limite tra le zone a sud già oggetto di scavo e quelle a nord non ancora scavate, si sono eseguiti in data 15/12/2014 alcuni sondaggi con escavatore a ridosso della recinzione esistente (fig. 19), che delimitava l'area di cava "Barca 2005".







*Fig. 19 - Sondaggi con escavatore meccanico del 15/12/2014*

I sondaggi 3 e 5 eseguiti a nord della recinzione hanno rilevato il tetto dei depositi ghiaiosi alla profondità di 1.4 e 1.8 metri, mentre in quelli a sud (6 e 7) tale limite non è stato individuato, collocandosi quindi a profondità maggiori di 2.4-2.7 m. Si evidenzia che nel sondaggio 6, a fondo scavo si è con tutta probabilità incontrata la vecchia scarpata di scavo.

Alla luce di tali risultati si ritiene corretto ipotizzare che la recinzione identifichi il passaggio tra il settore a sud interessato da precedenti escavazioni e quello nord che viene direttamente interessato dal progetto di scavo.

Sulla base dei dati raccolti è stata elaborata una planimetria delle isoipse del piano di campagna originario e del tetto delle ghiaie con i relativi modelli digitali DTM (Digital Terrain Model), ed eseguito il calcolo dei volumi di terreno di riporto superficiale e quello dei terreni originari di copertura delle ghiaie (fig. 20 e 21) direttamente asportati secondo le geometrie previste nel progetto di scavo.

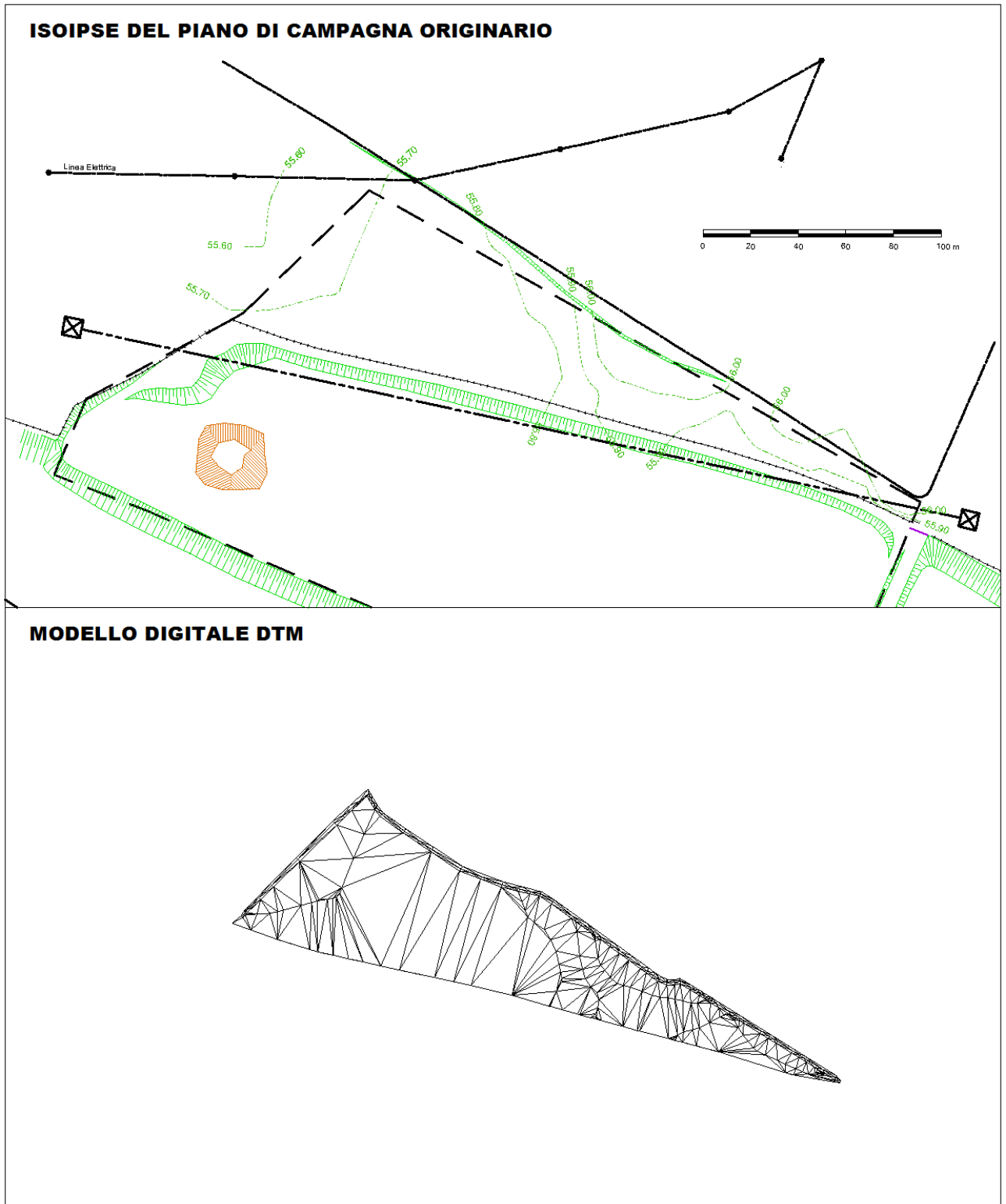
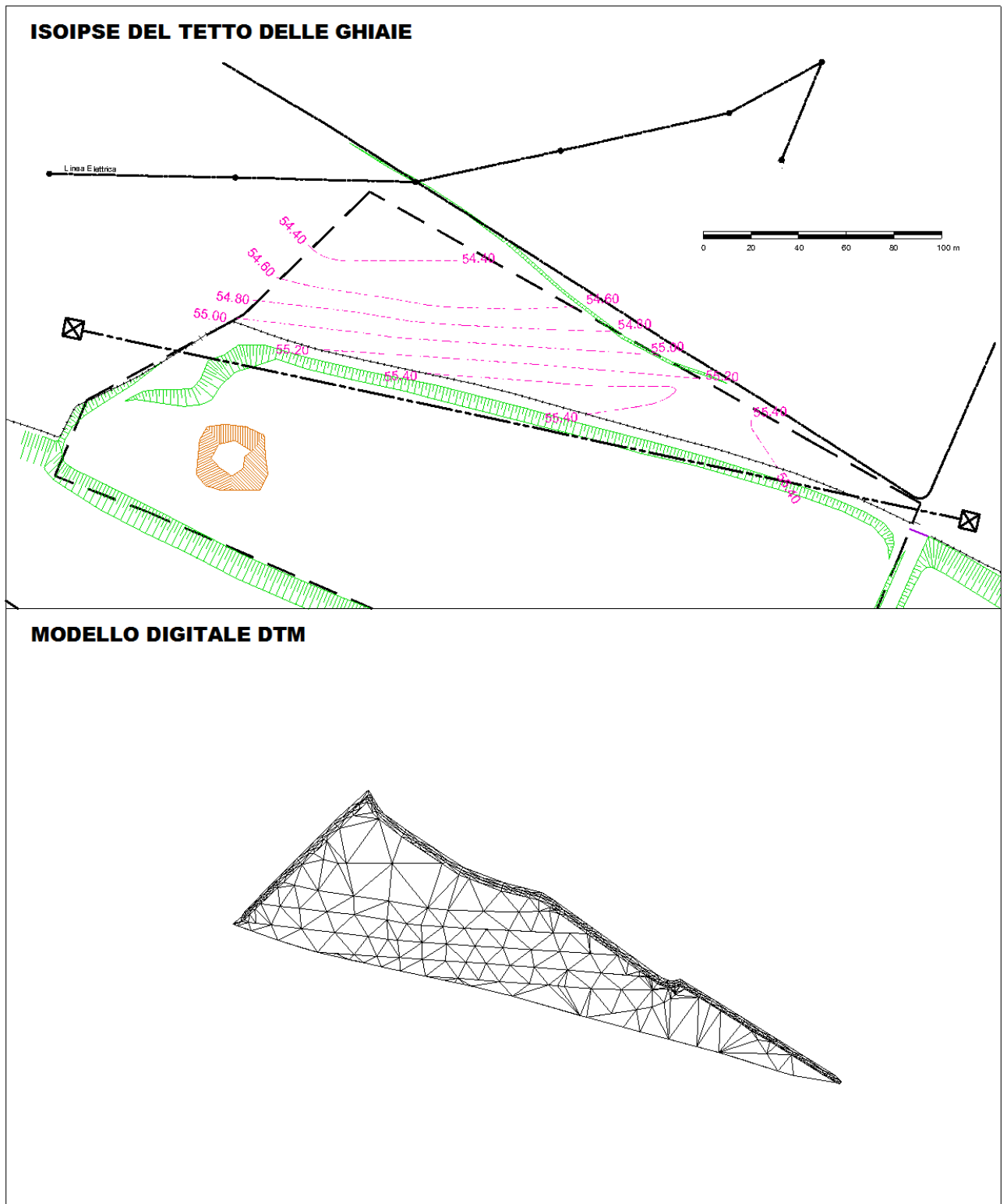


Fig. 20 - Isoipse del piano di campagna originario e modello DTM



*Fig. 21 - Isoipse del tetto delle ghiaie e modello DTM*

I risultati ottenuti sono riassunti nella figura seguente.

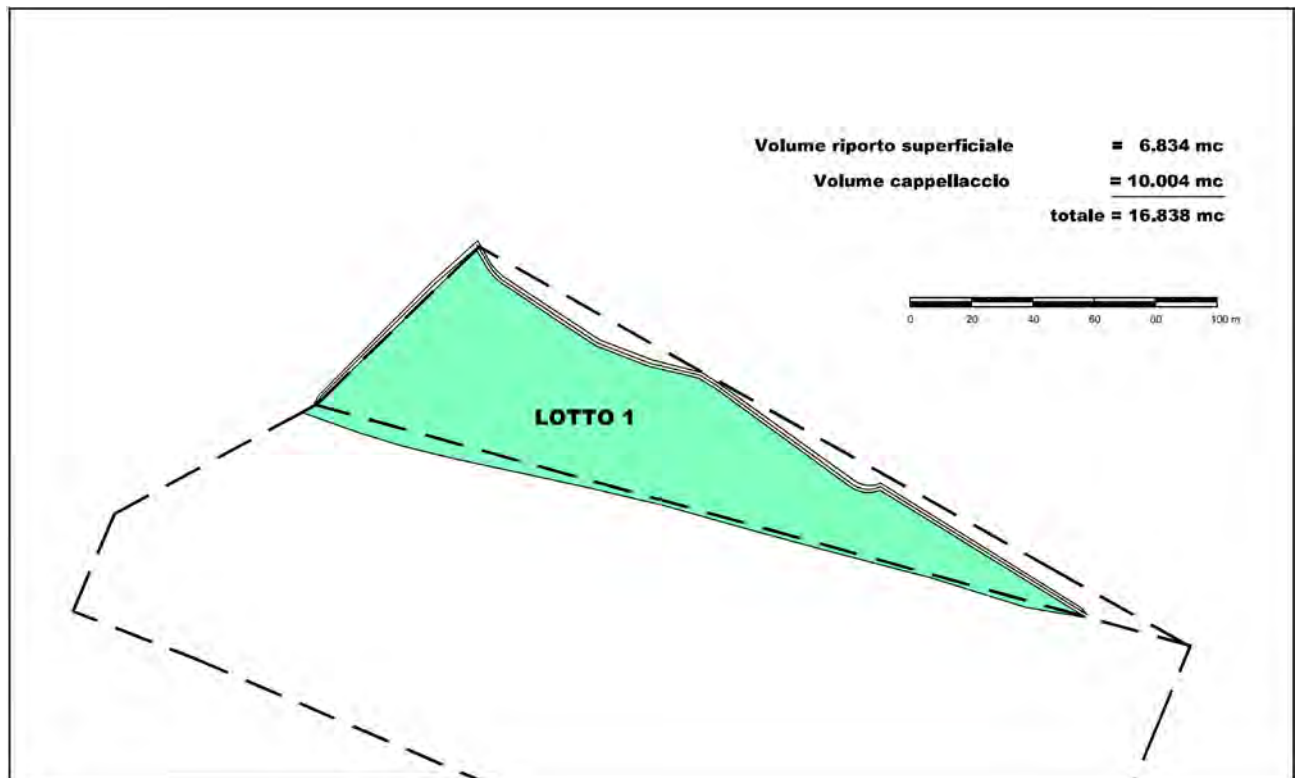


Fig. 22 - Volumi riporto superficiale e terreni di cappellaccio

Indagini stratigrafiche con escavatore meccanico sono state anche effettuate nel settore meridionale dell'area di cava (sondaggi da S1 a S17) e in un settore immediatamente a est (sondaggi da S18 a S20) al fine di verificare l'eventuale potenzialità estrattive di tali zone, individuate nell'accordo ex-art. 24 L.R. 7/2004 stipulato tra il comune di San Cesario sul Panato e i soggetti attuatori interessati all'attuazione del Polo estrattivo n° 8 come "Zone con presenza di risorsa estraibile nei limiti normativi del PAE vigente" e quindi potenzialmente estraibili (fig. 23).

I risultati ottenuti e riportati in allegato 2 indicano profondità del tetto delle ghiaie tali da escludere che tali zone possano essere sfruttate estrattivamente, in relazione sia alla superficialità della falda in tali settori che della massima profondità di scavo ammessa dalle norme. Per tali motivi tali zone non sono state ricomprese in termini estrattivi nel progetto di coltivazione della cava Barca 2014.

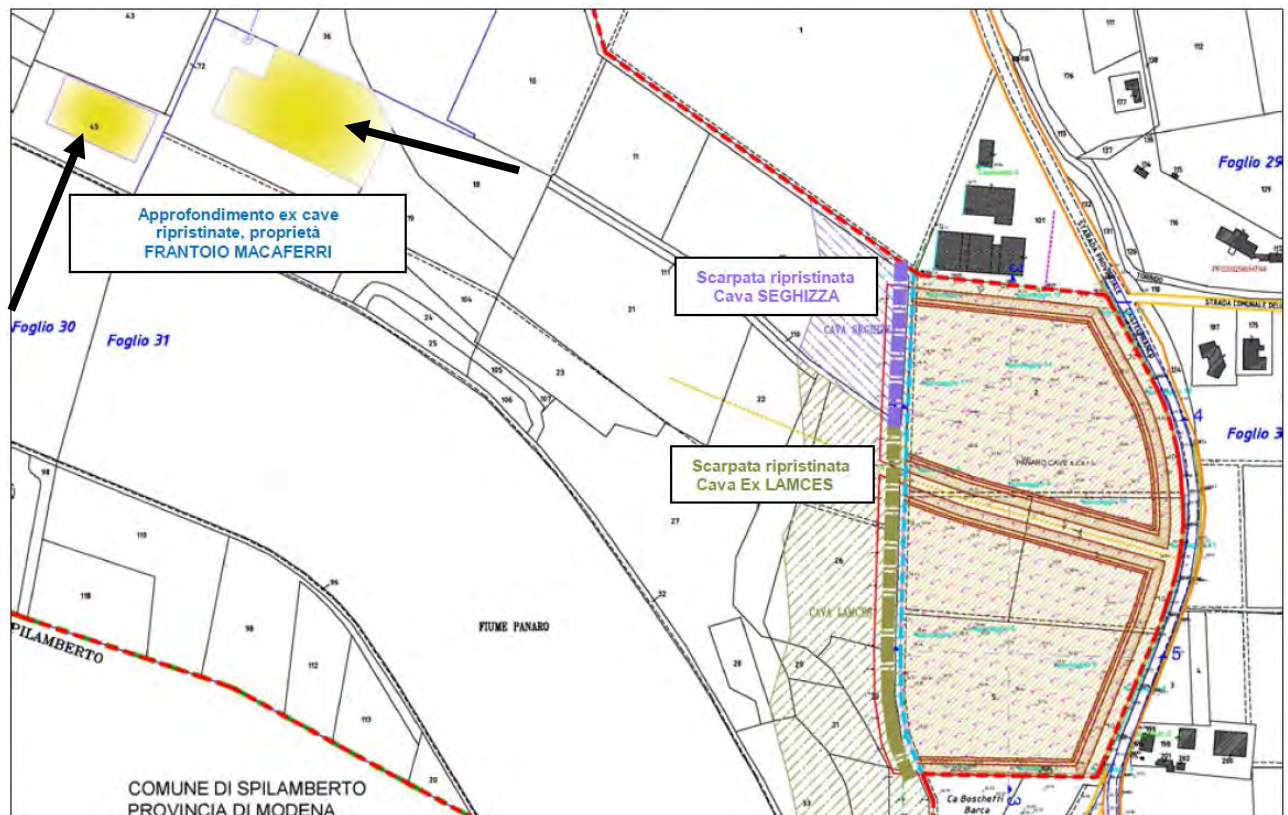


Fig. 23 - Estratto Accordo ex-art. 24 L.R. 7/2004 del Polo 8

## 6 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 subarrotondati con dimensioni massime di 25 cm e minime inferiori ai 10 cm a composizione prevalentemente calcarea e arenacea, immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa con tracce di argilla.

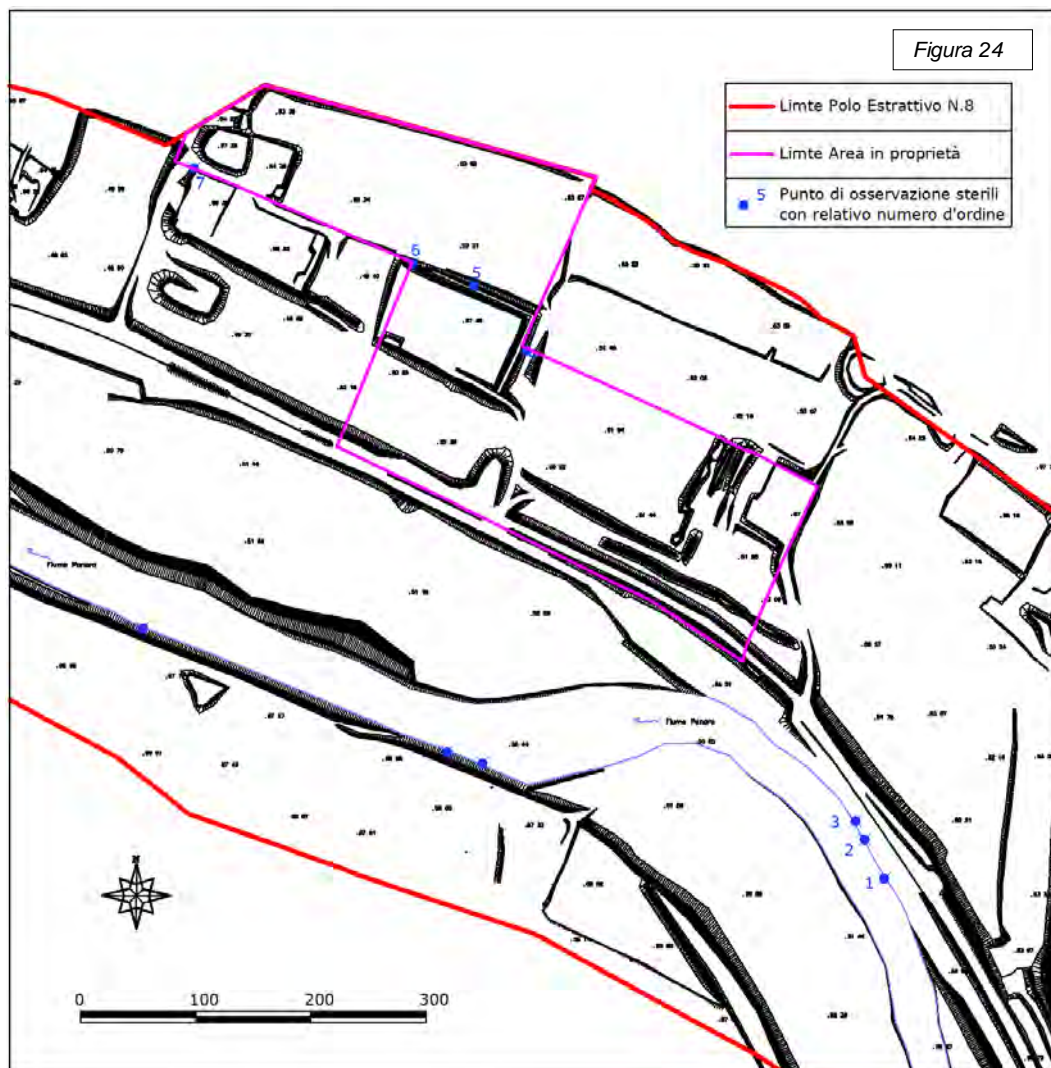
La composizione dei clasti è per la maggior parte calcarea (75%) e arenacea (25%).

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, su uno spessore di 10 metri, una percentuale di scarto intermedio pari a 13.8%.

Le osservazioni dirette sulle pareti d'erosione fluviale e quelle di scavo, adiacenti alla zona in esame, hanno consentito di verificare come il banco ghiaioso sia costituito da livelli granulometricamente molto differenti (foto 1), 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 24 sono state eseguite delle misure di tali materiali con spessori rilevati che variano da pochi centimetri ad un massimo di circa 70 cm..



Foto 1 – Stratificazione delle ghiaie dovuta alla variazione di energia del fiume



Di seguito viene riportata la documentazione fotografica dei punti osservati (ubicati come da figura 9) 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.



*Foto 2 – Punti di osservazione sterili 1 e 2*



*Foto 3 – Punti di osservazione sterili 3 e 4*



*Foto 4 – Punto di osservazione sterili 5*



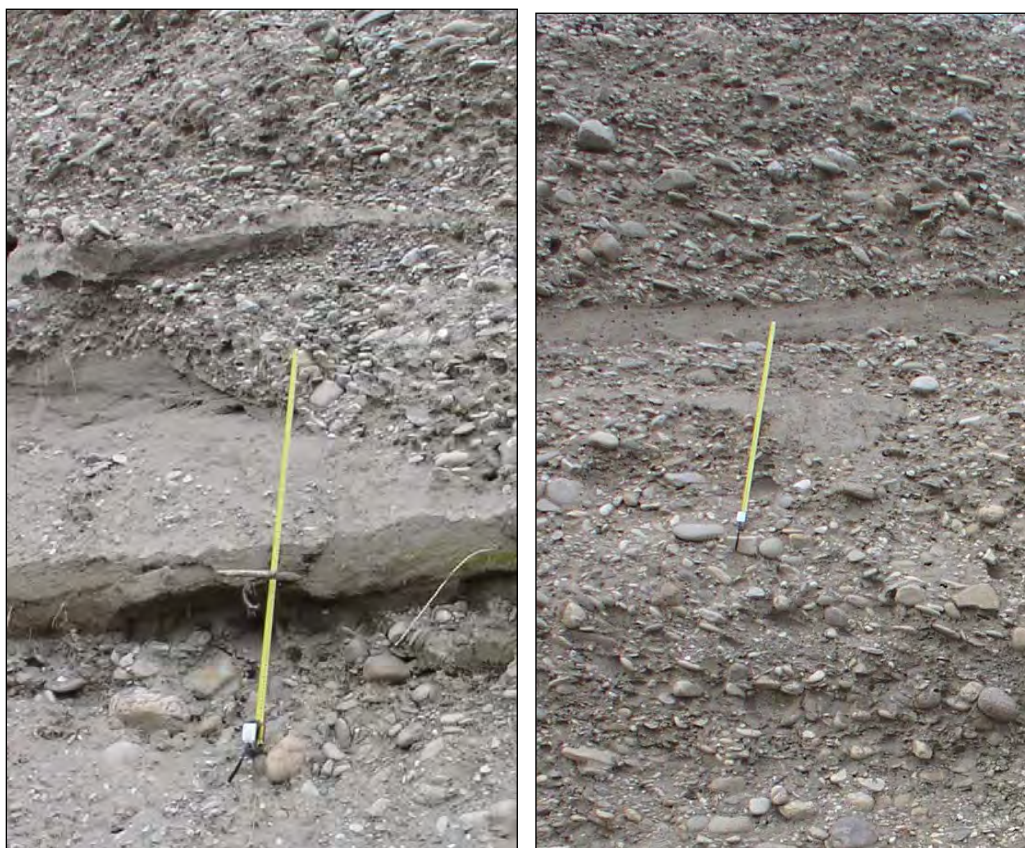


Foto 5 – Punti di osservazione sterili 6 e 7

PUNTO OSSERV.	ALTEZZA SCARPATA (m)	ALTEZZA COMPLESSIVA STERILI (m)	PERCENTUALE STERILI %
1	5	0,6	12,00%
2	5	0,3	6,00%
3	3	0,4	13,33%
4	5	0,4	8,00%
5	5	0,7	14,00%
6	4	0,6	15,00%
7	5	0,25	5,00%
<b>TOTALE</b>	<b>32</b>	<b>3,25</b>	<b>10,16%</b>

Tabella 1 – Analisi livelli sterili d'interstrato

Dalla media generale dei dati ottenuti durante le osservazioni dirette si evidenzia che lo strato sterile ha un incidenza pari a circa il 10% del materiale escavato, e tale valore è stato considerato nel computo dei livelli sterili d'interstrato, come per altro utilizzato nel piano di coltivazione della cava Barca 2005.

## **7 Idrografia superficiale ed esondabilità del territorio**

---

### **7.1 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.

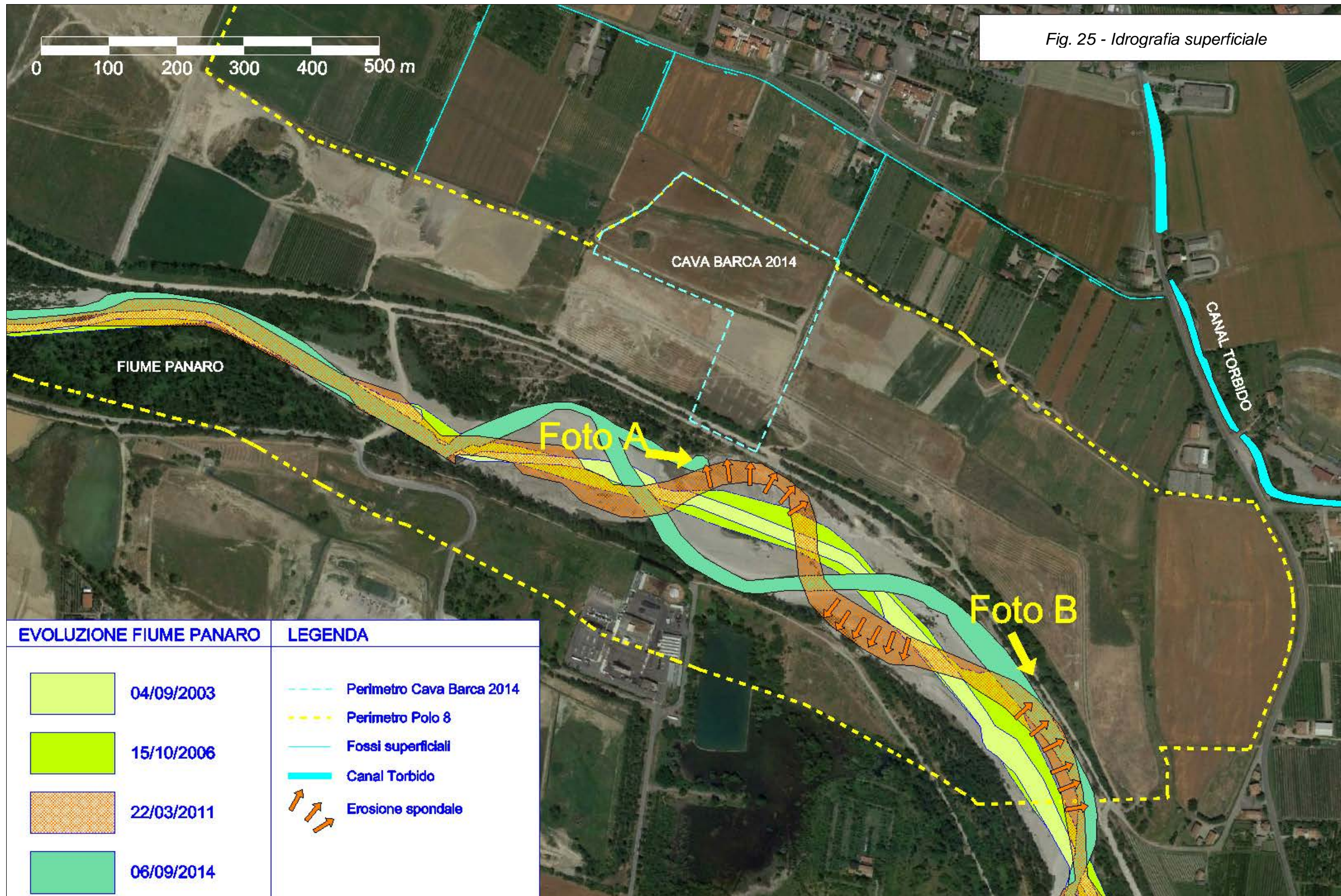
La rete idrica superficiale è strettamente legata alla preponderante presenza del fiume Panaro (fig. 25) che lungo questo tratto ha un solo affluente in sinistra orografica (Spilamberto) e cioè il Rio Secco le cui portate sono di tipo appenninico. In esso confluiscono fossi e scoli secondari dei terreni 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.

La rete idrografica minore è costituita da una serie di fossi da andamento S0-NE, che si immettono nel fosso di scolo principale posto sul lato sud di Via Pioppe, che ha un senso di scorrimento verso NO.

La fig. 25 evidenzia anche la dinamica del Fiume Panaro negli ultimi 10 anni. Si rileva come il fiume divaghi all'interno delle opere di difesa esistenti, creando le condizioni per accentuati fenomeni di erosione spondale, che hanno portato a ripetuti crolli del Muraglione e che sono stati amplificati negli ultimi anni anche dal parziale danneggiamento della briglia selettiva ubicata immediatamente a monte dell'area in esame.



Le foto A e B riportano la situazione dei tratti del Polo 8 interessati attualmente da forte erosione spondale e anche estesi crolli del Muraglione.

*Foto A - Panoramica ad Aprile 2011 (vista da Ovest)*



*Foto B - Panoramica Aprile 2011 (vista da NO)*



## 7.2 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  $\Rightarrow c_{al} = 30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$
- scabrezza golene destra e sinistra secondo Strickler  $\Rightarrow c_{go} = 5 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

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%.

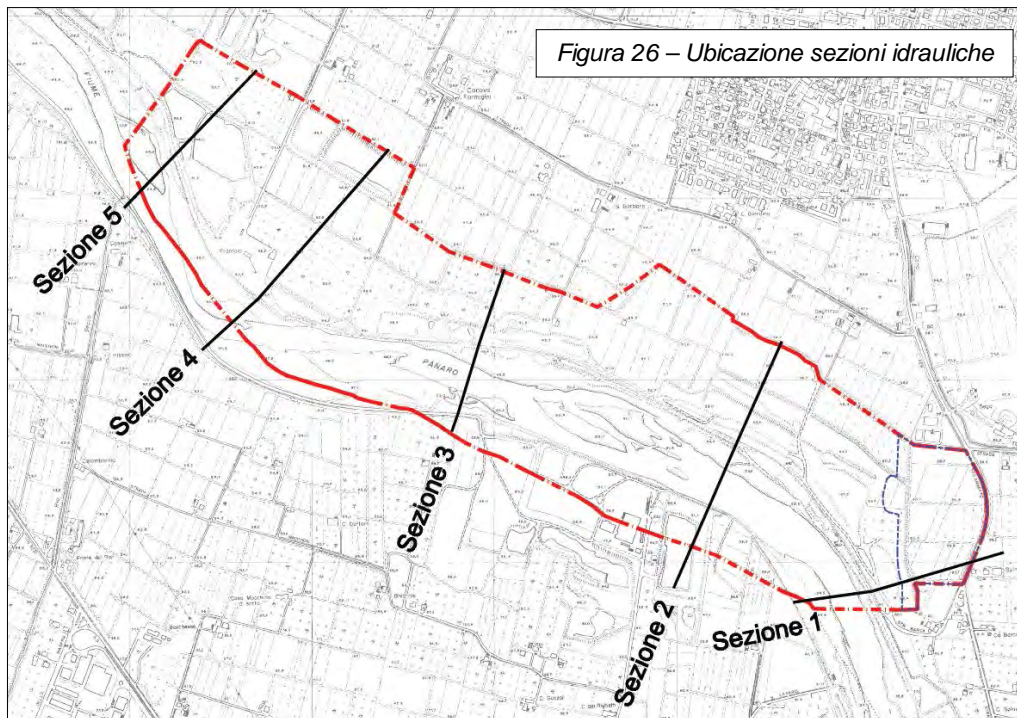
Lo studio è stato eseguito mediante il modello di moto permanente HEC-2, messo a punto dall'U.S. Army Corps of Engineers, aggiornato con i nuovi valori di portata determinando l'altezza idrica in base al bilancio, tramite iterazioni successive, dell'equazione dell'energia in sezioni adiacenti.

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. 26 viene riportata l'ubicazione delle sezioni analizzate, e nella fig. 27 la sezione 2 di riferimento per l'area di 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.)
				<b>(Q = 1480 mc/s Tr = 100 anni)</b>
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
				<b>(Q = 1800 mc/s Tr = 200 anni)</b>
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
				<b>(Q = 2000 mc/s Tr = 500 anni)</b>
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.

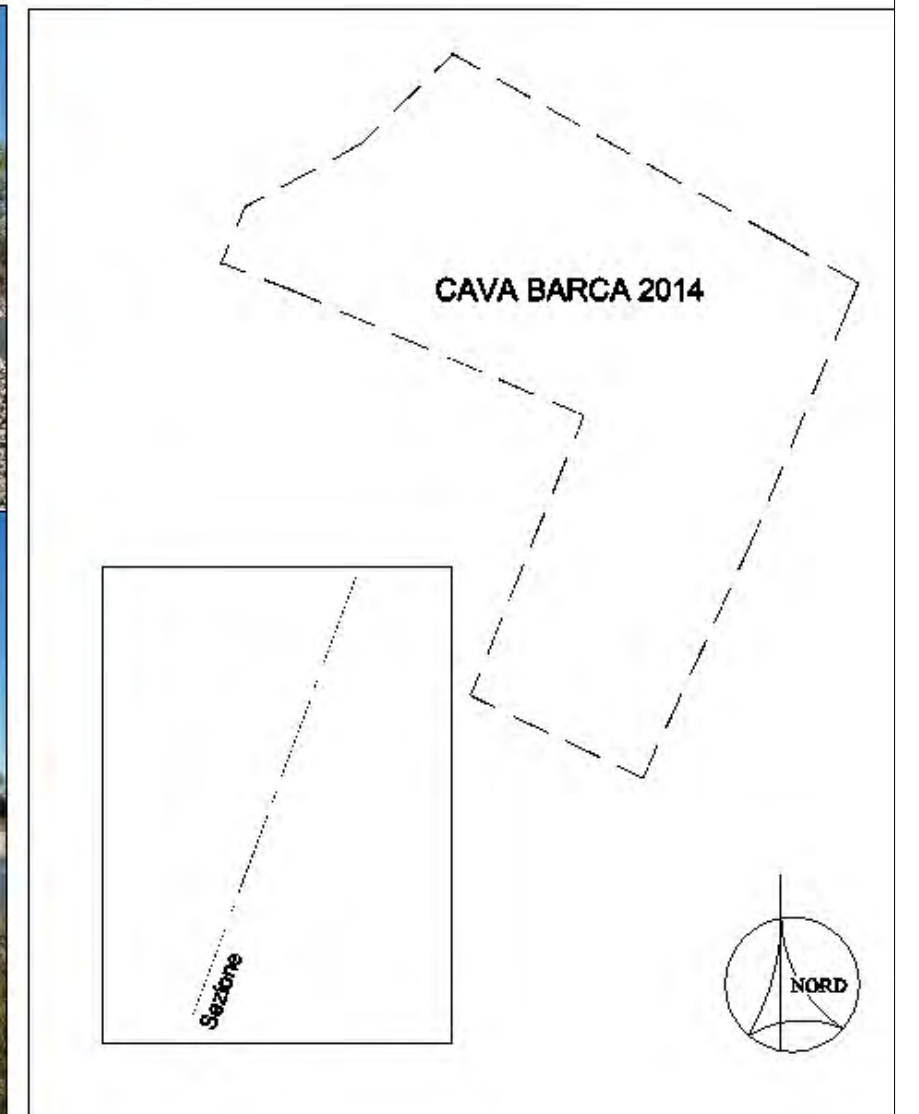
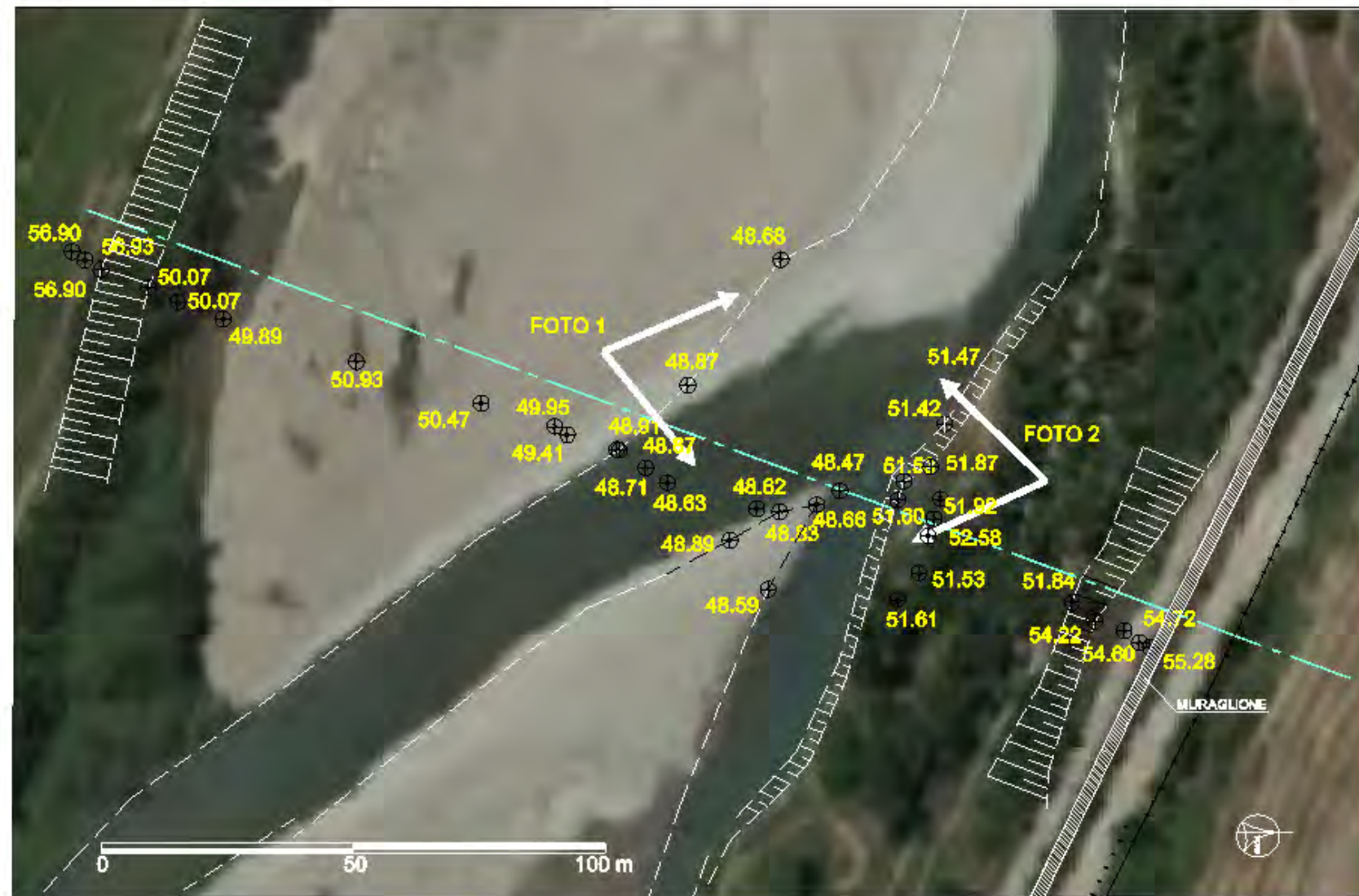
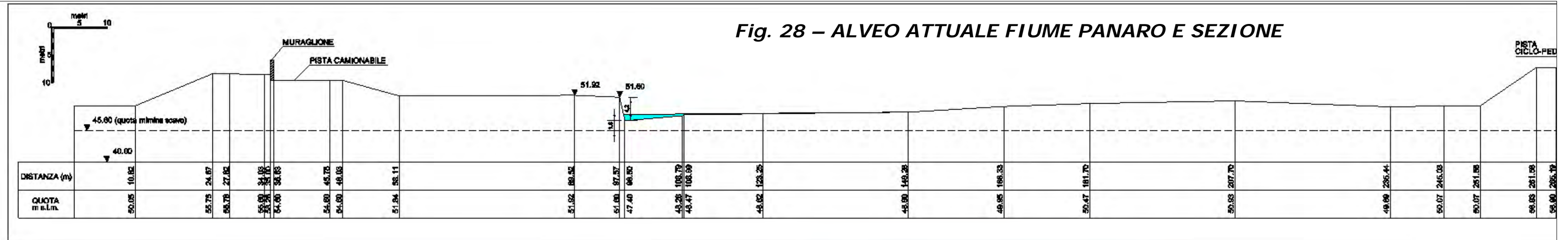
I franchi minimi si ottengono ovviamente per la portata avente tempo di ritorno cinquecentennale (2000 mc/s), peraltro incrementata rispetto alla omologa contenuta nel PAI vigente (1660 mc/s) con un minimo di 0.75 m in corrispondenza della sezione n°3.

I franchi maggiori si ottengono in corrispondenza della sezioni n° 2, ubicata in prossimità della nuova area di cava.





**Fig. 28 – ALVEO ATTUALE FIUME PANARO E SEZIONE**



In riferimento alle prescrizioni ambientali in termini di compatibilità idraulica previste per il Polo 8 e contenute nell'allegato 1 del PAE del Comune di San Cesario, si è effettuata una specifica verifica delle quote dell'alveo attuali del Fiume Panaro immediatamente a sud-ovest dell'area di cava (rilievo topografico del 06/09/2014).

Nella figura 28 viene riportato lo stato di fatto rilevato e la sezione topografica.

La sezione evidenzia come il fondo del fiume in tale posizione sia collocato ad una quota minima di 47.40 m sul l.d.m. Su tale sezione sono anche state proiettate le quote di scavo previste nel settore settentrionale dell'area di cava, che presentano valori minimi di 45.60, e quindi inferiori di circa 1.80 m rispetto alla quota di fondo fiume. Le quote di sistemazione risultano invece nettamente superiori a quella del fondo fiume.

La norma di compatibilità idraulica citata in precedenza prevede espressamente che:

*"la compatibilità idraulica del polo è soddisfatta a condizione che la riqualificazione morfologica da attuarsi nella sistemazione finale preveda:*

- *Per le aree prossime al corso d'acqua la connessione alle dinamiche morfologiche dell'alveo inciso e la conseguente cessione al demanio,*
- *per le zone più esterne, interventi tesi a potenziare la capacità di espansione delle piene e la classificazione delle stesse come fascia B del PAI;*
- *Il mantenimento delle quote di fondo alveo superiori alla quota del thalweg, al fine di non alterare le naturali dinamiche falda-fiume e di evitare fenomeni di filtrazione tali da poter innescare processi di nuova inalveazione.*

Per quanto concerne i primi due aspetti, si rileva che la zona di scavo è ubicata in una delle aree più esterne del Polo 8, ad una distanza dalle opere di difesa spondali superiore a 250 m, e che la sistemazione morfologica prevede un piano di campagna ribassato di circa 3-4 m rispetto a quello attuale, con la formazione di 3 terrazzi con pendenze verso fiume variabili dal 2 al 3‰, collegati da gradoni con inclinazione delle scarpate di 20°, secondo un piano di coordinamento approvato dal Comune di S.Cesario.

Per il terzo punto si evidenzia come tale prescrizione risulti poco chiara, in quanto non si comprende se è da riferirsi esclusivamente alla riqualificazione morfologica delle aree di cava di cui al primo capoverso, o si estenda anche alle quote di scavo. D'altronde la frase *"quote di fondo alveo superiori alla quota del thalweg"*, palesemente errata, non scioglie tale dubbio.

Nel caso in esame la quota minima di scavo risulta inferiore di circa -1.8 m rispetto a quella di fondo alveo rilevata nel tratto del fiume immediatamente a sud dell'area di cava. In relazione alla distanza esistente tra il fiume Panaro e l'area di scavo, che, come accennato risulta superiore a 250 m, si ritiene che l'escavazione prevista non determini alcuna interferenza di natura idraulica con il 1° acquifero direttamente alimentato dal fiume ed oggetto di parziale estrazione, essendo previsto il mantenimento di un franco minimo di rispetto degli scavi dal livello di falda pari a 1.5 m, come evidenziato nel paragrafo relativo alla situazione idrogeologica dell'area. Allo stesso tempo, si escludono possano verificarsi fenomeni di filtrazione tali da poter innescare processi di nuova inalveazione. Si evidenzia che le escavazioni effettuate in passato a pochi

metri dalle opere di difesa spondali esistenti, non risulta abbiamo mai determinato problematiche di questo tipo.

### 7.3 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 (Fig. 29) del Fiume Panaro (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 29 – Estratto Ptcp - Carta delle tutele - 1.1 Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali - Tavola 1.1.5

Come individuato in fig. 30 che riporta uno stralcio del PAI, il settore meridionale della cava risulta ricompreso all'interno dell'area di inondazione della piena catastrofica (Fascia C), mentre il settore settentrionale risulta esterno a quest'ultima.

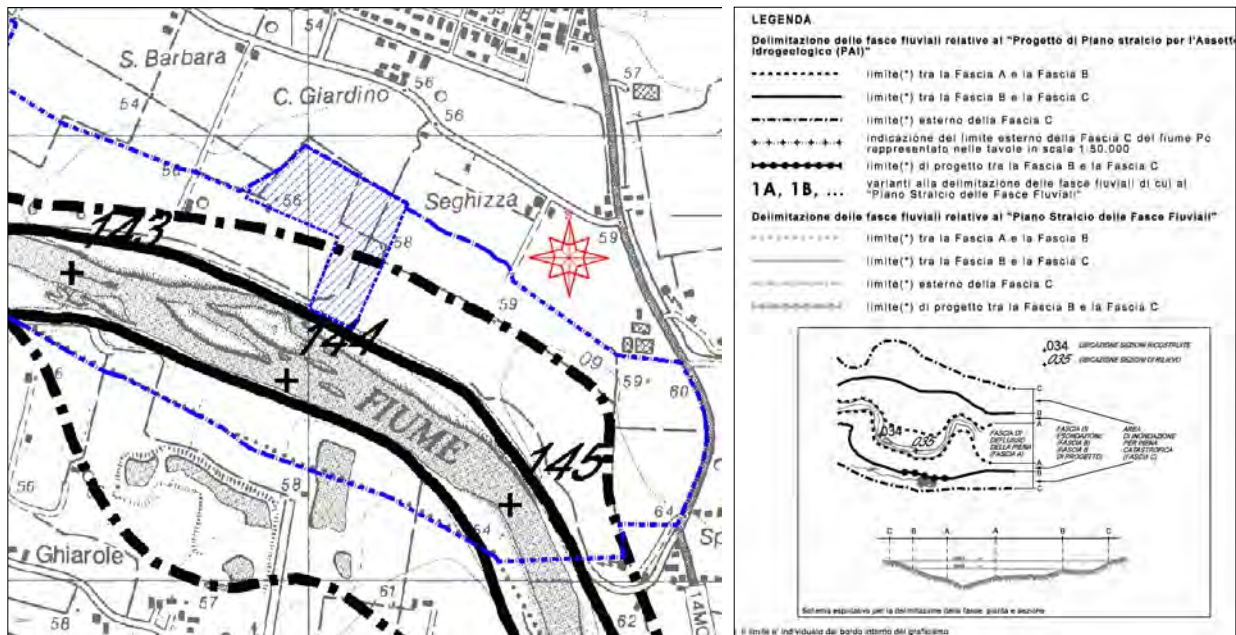


Figura 30 – Estratto Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)

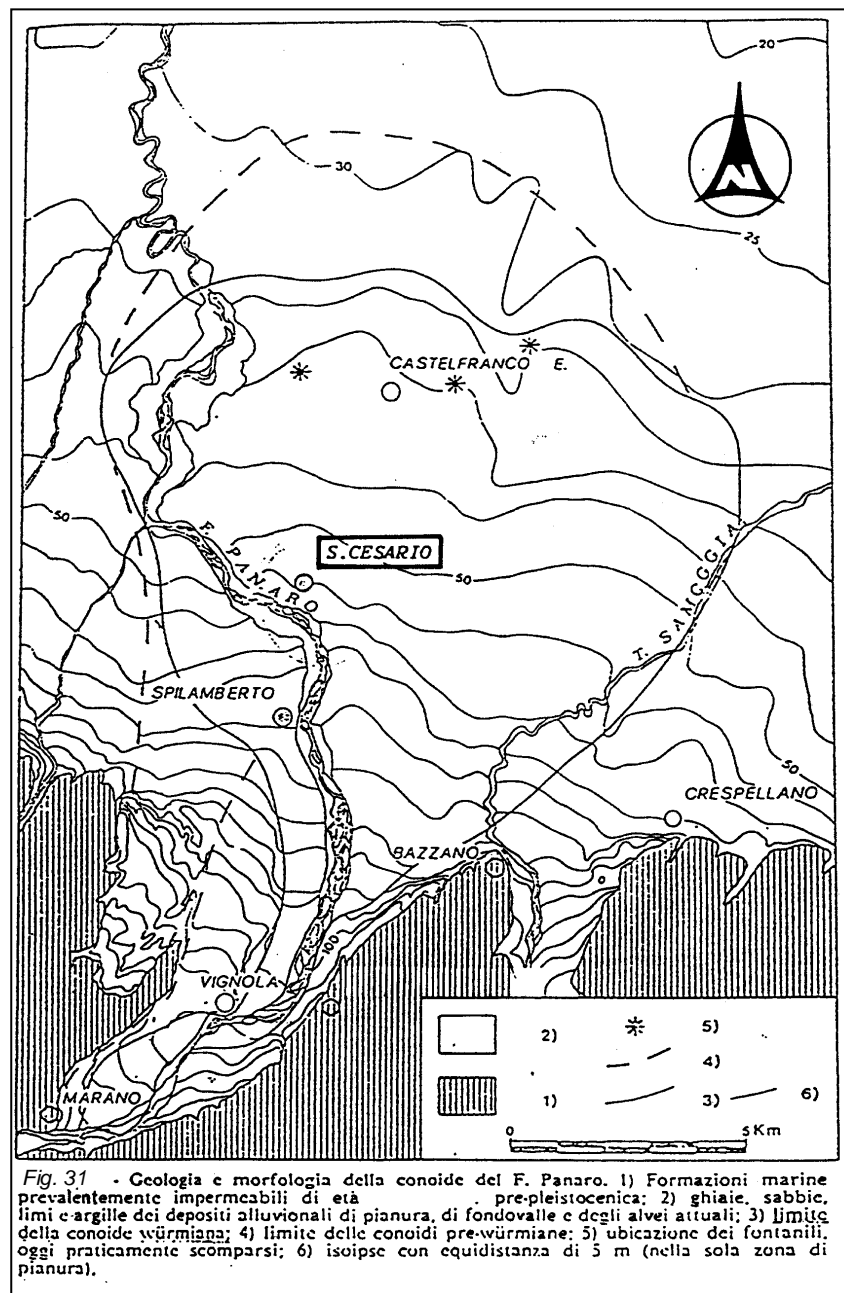
## 8. Idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area indagata sono condizionate dalla presenza della conoide alluvionale del F.Panaro (Fig. 31), 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.

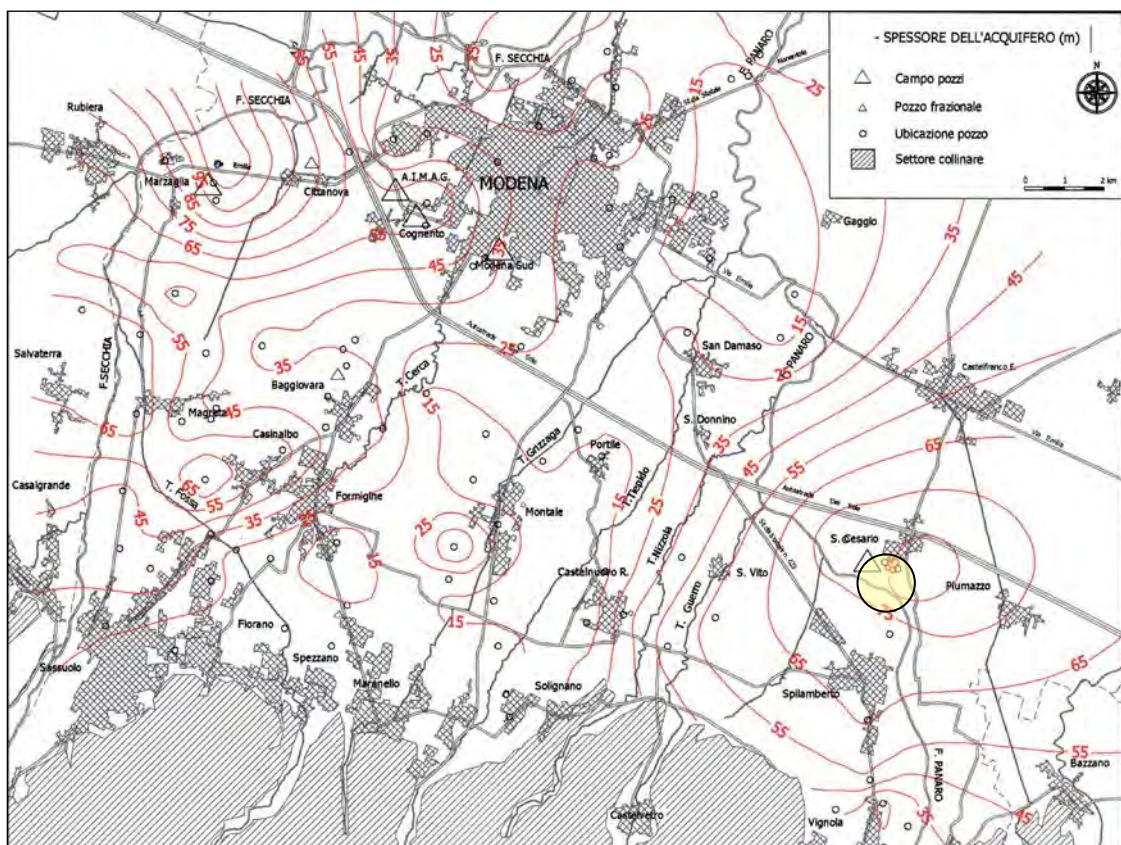
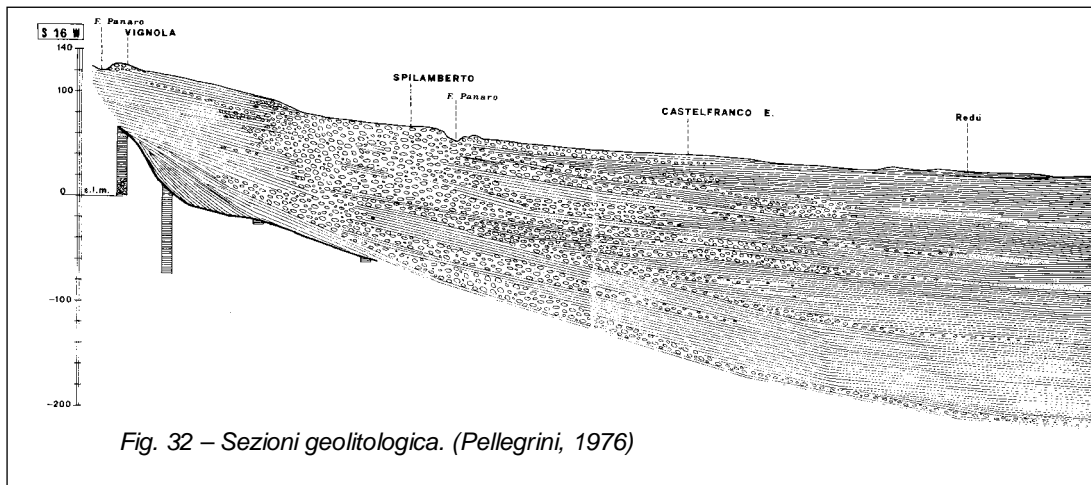
La conoide nel suo complesso rappresenta la sovrapposizione di più conoidi alluvionali di diversa età: le più antiche si riferiscono al Pleistocene medio e superiore, mentre le più recenti, che ricoprono la quasi totalità delle sottostanti sono riferibili all'Olocene.

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.



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. 32).

Secondo quanto emerge da recenti studi effettuati da ARPA (Aree di salvaguardia delle captazioni idriche - Linee guida, 2003) (Fig. 33) lo spessore dell'acquifero sfruttabile raggiunge nella zona di S.Cesario per la conoide del fiume Panaro valori massimi di circa 85 m.



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. 34 si ritiene che gli orizzonti acquiferi presenti nella zona di studio possono essere ricondotti al Gruppo acquifero "A" .

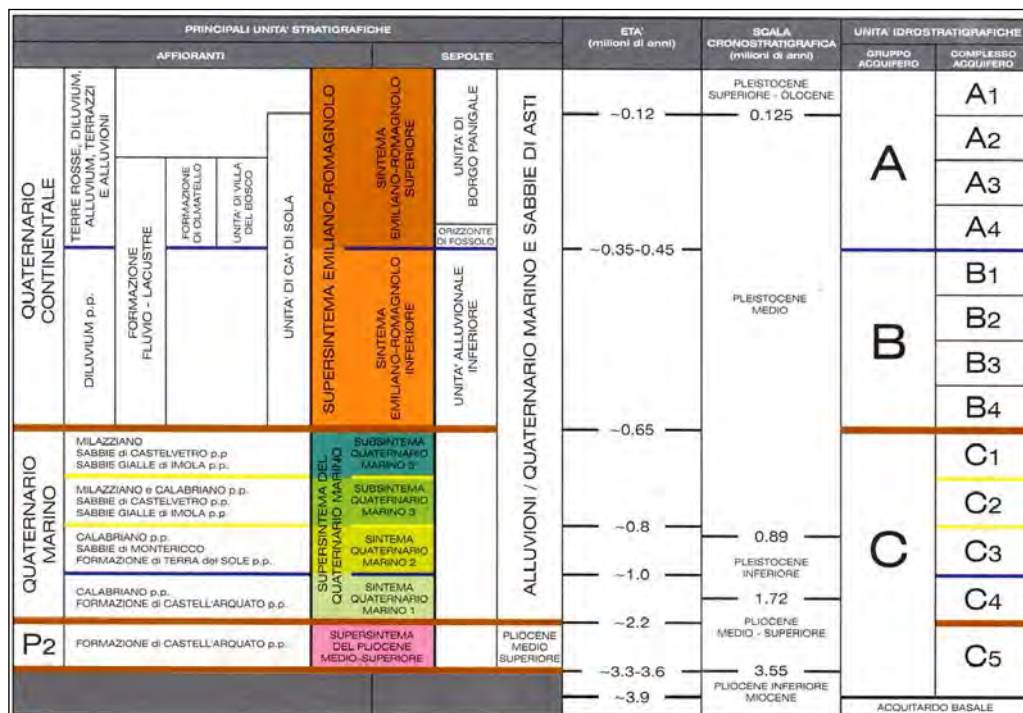


Figura 34 – Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico (Regione Emilia Romagna-ENI, 2003)

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. 35) e può essere ricondotta all'unità del Gruppo acquifero "B".

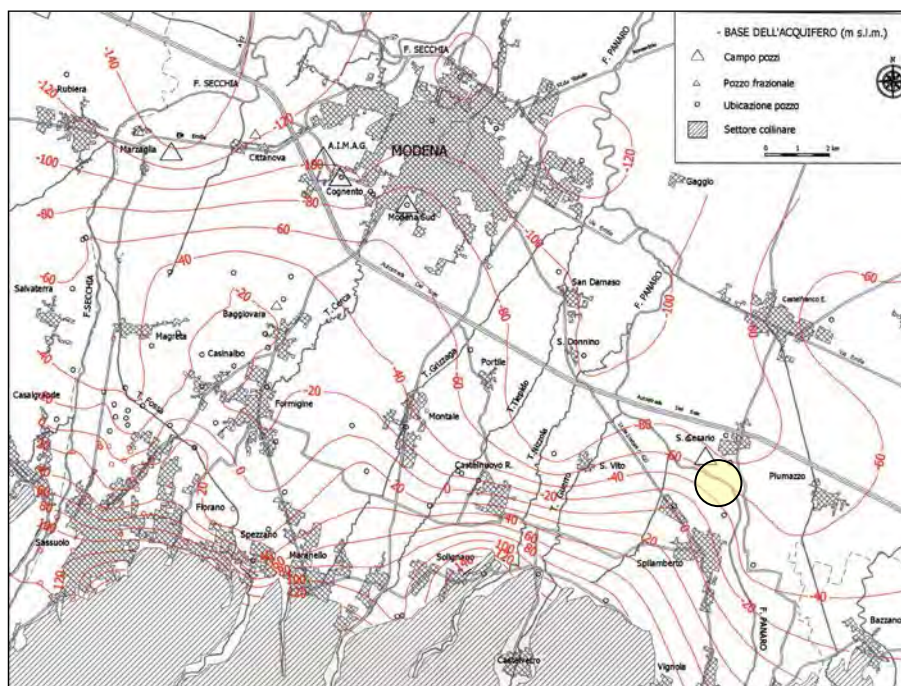
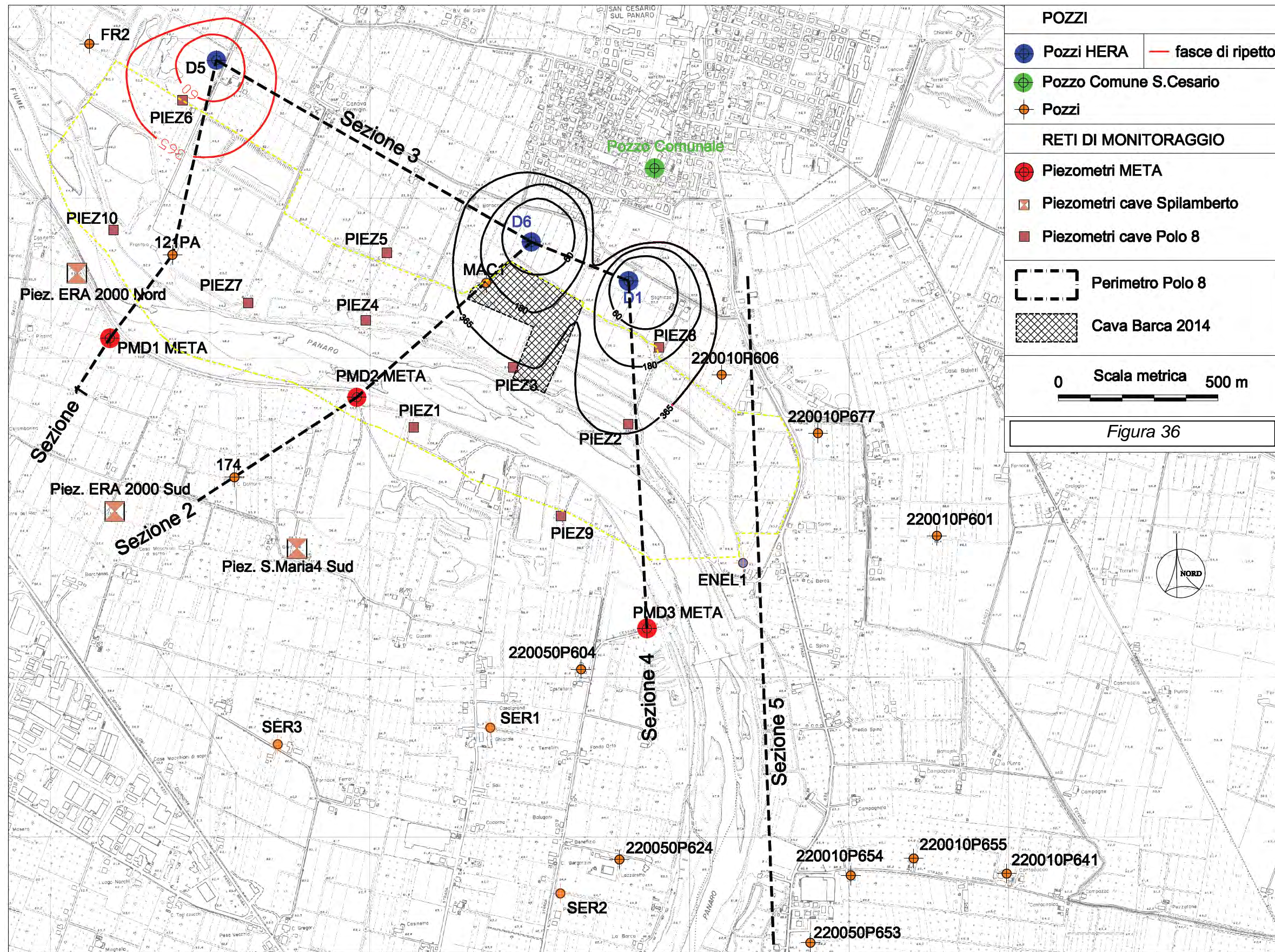


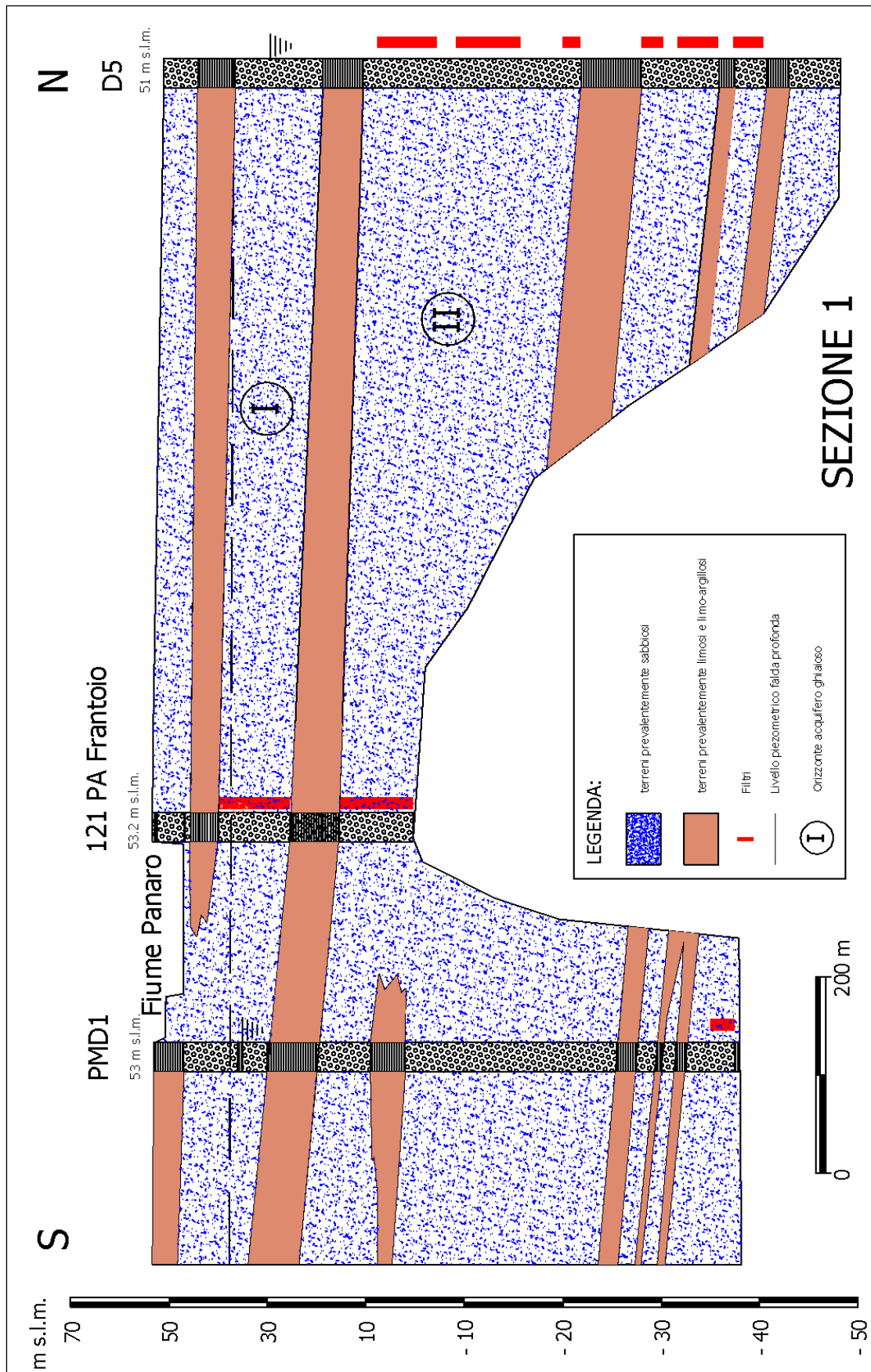
Figura 35 – Base dell'acquifero (ARPA, 2003)

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. 37, 38, 39, 40, e 41) ubicate come da Fig. 36, che permettono di descrivere con dettaglio la struttura del sottosuolo nell'area del Polo estrattivo 8 e della cava Barca 2014 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.







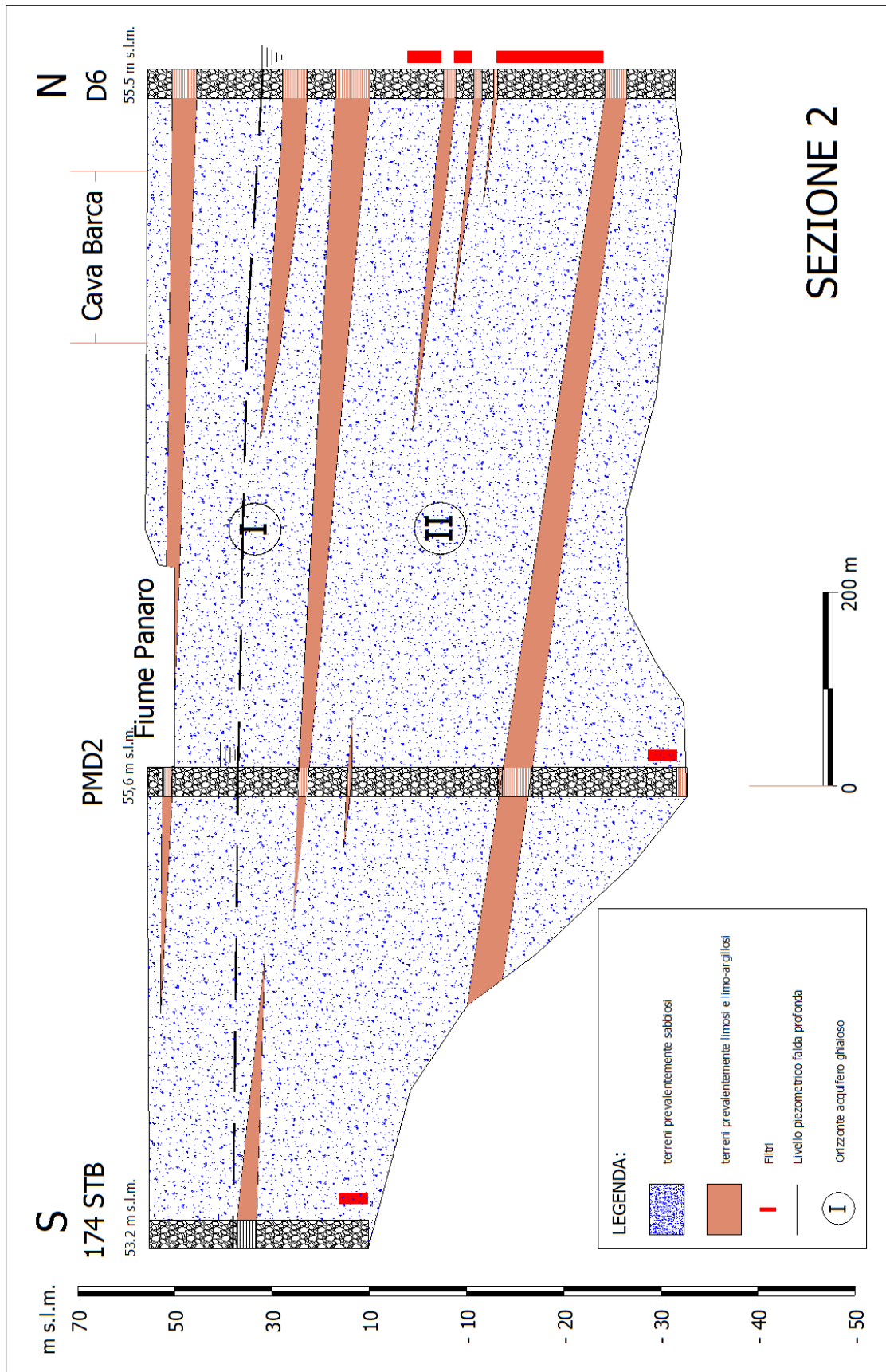


Fig. 38 – Sezione idrogeologica 2

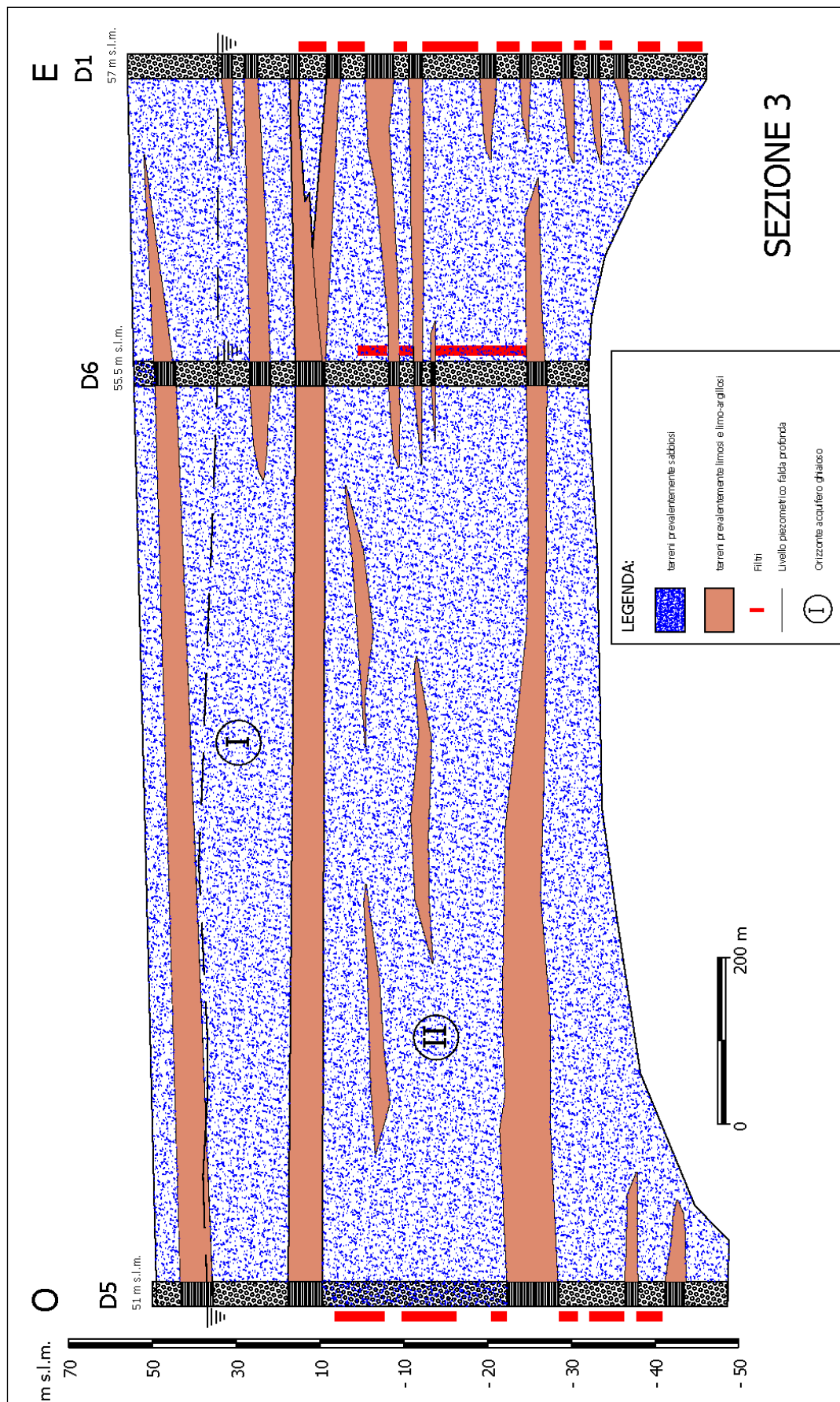
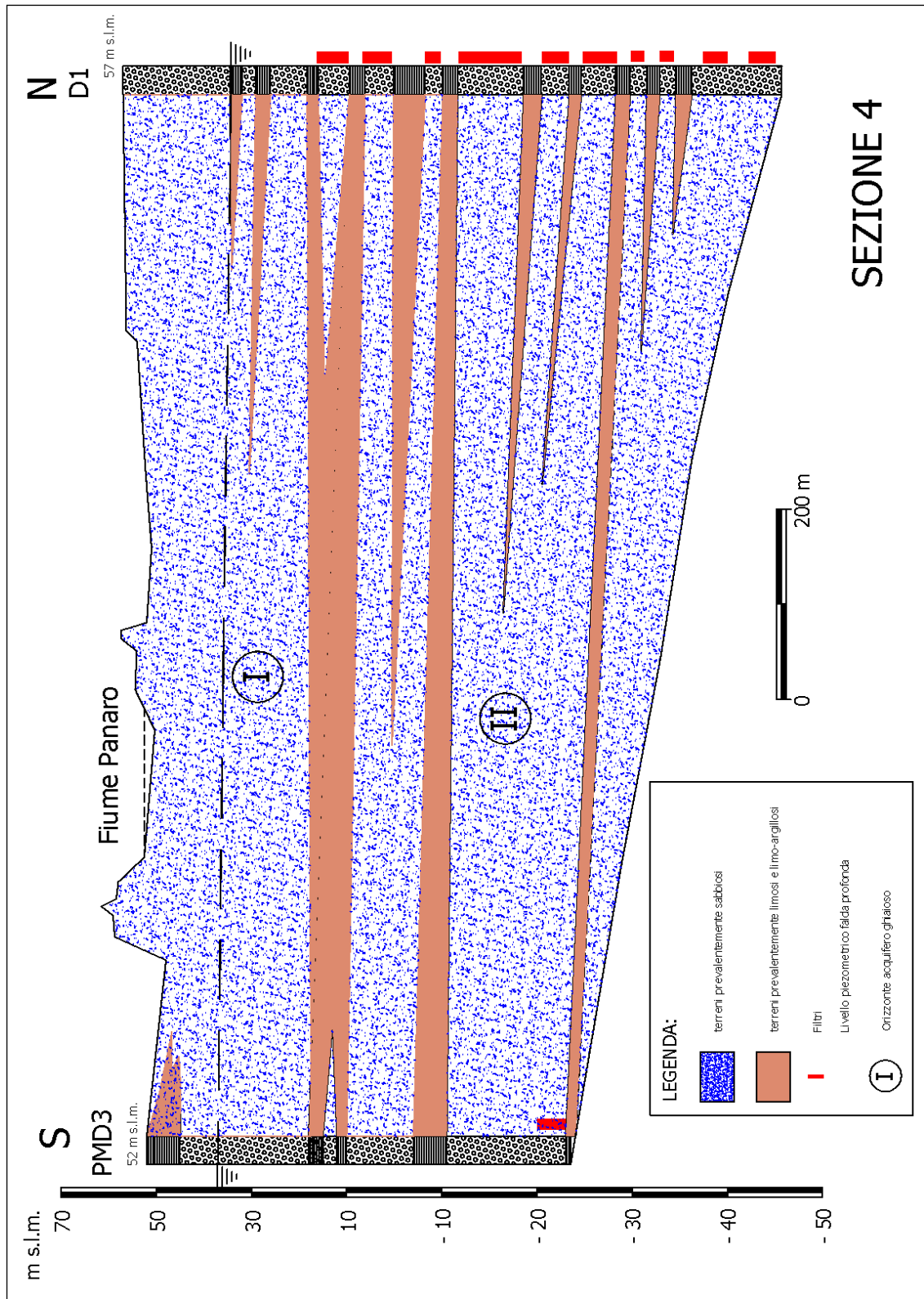


Fig. 39 – Sezione idrogeologica 3



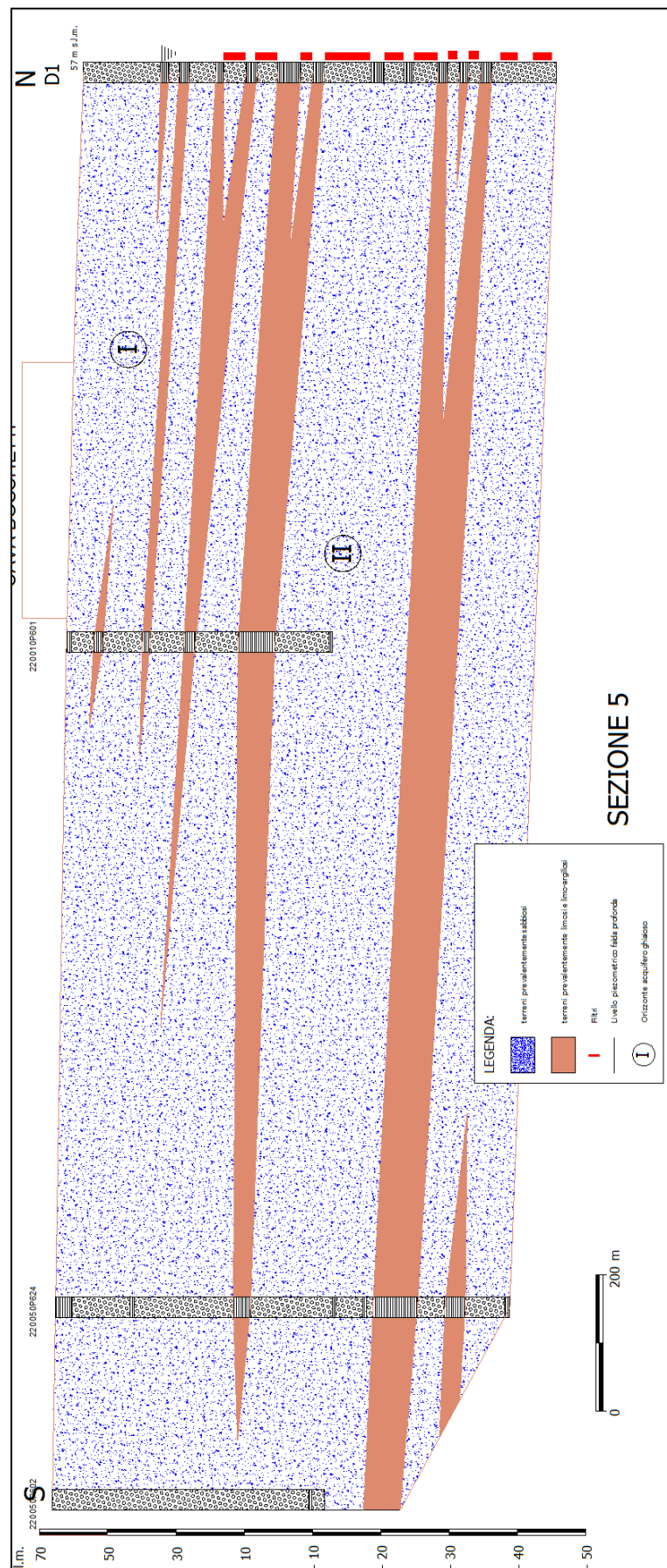


Fig. 41 – Sezione idrogeologica 5

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.

Tale situazione è evidente dall'analisi della stratigrafia del Sondaggio S1 (Allegato 1), eseguito immediatamente a nord dell'area di cava, con un 1° acquifero ghiaioso di spessore pari a circa 38 m, collocato su un acquitardo argilloso di circa 4 metri di spessore. Al di sotto si sviluppa il 2° acquifero sino ad almeno alla massima profondità indagata pari a 55 m.

### 8.1 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. 42).

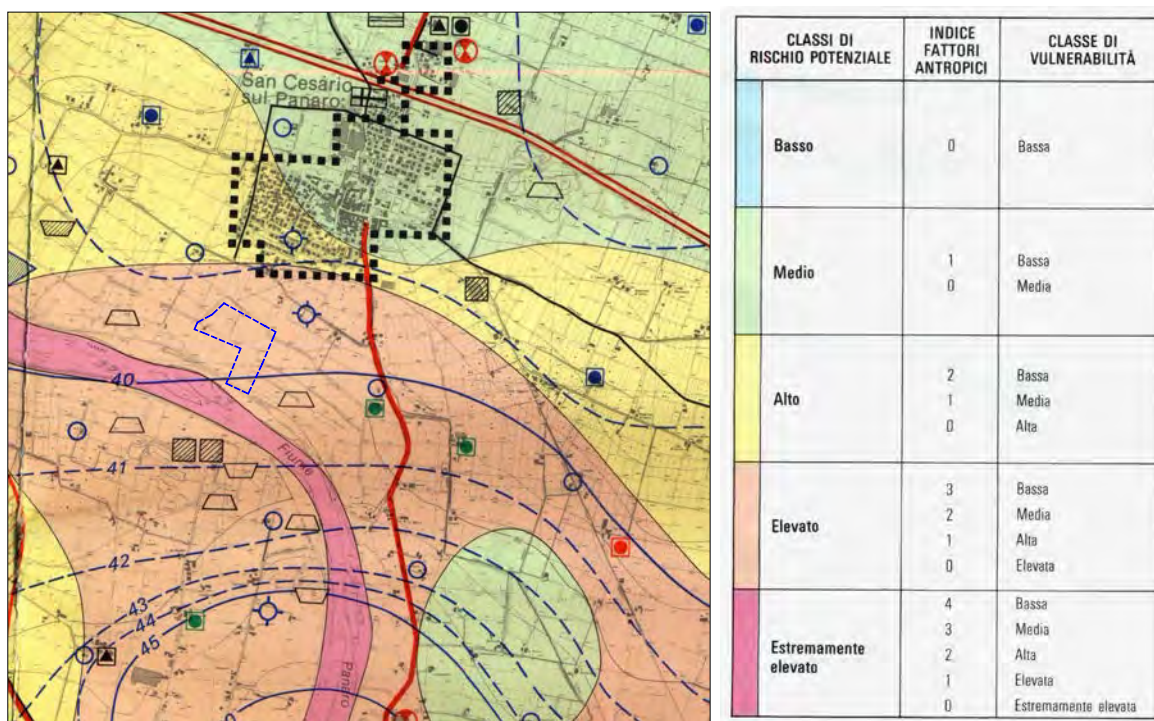


Fig. 42 – Estratto cartografia vulnerabilità (Paltrinieri, Zavatti, Pellegrini, 1990)

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. 43). L'area di cava è parzialmente ricompresa in una zona destinata ad attività estrattive con un grado di vulnerabilità elevato, con il settore settentrionale sempre ricompresa all'interno di una zona con la stesso grado di vulnerabilità.



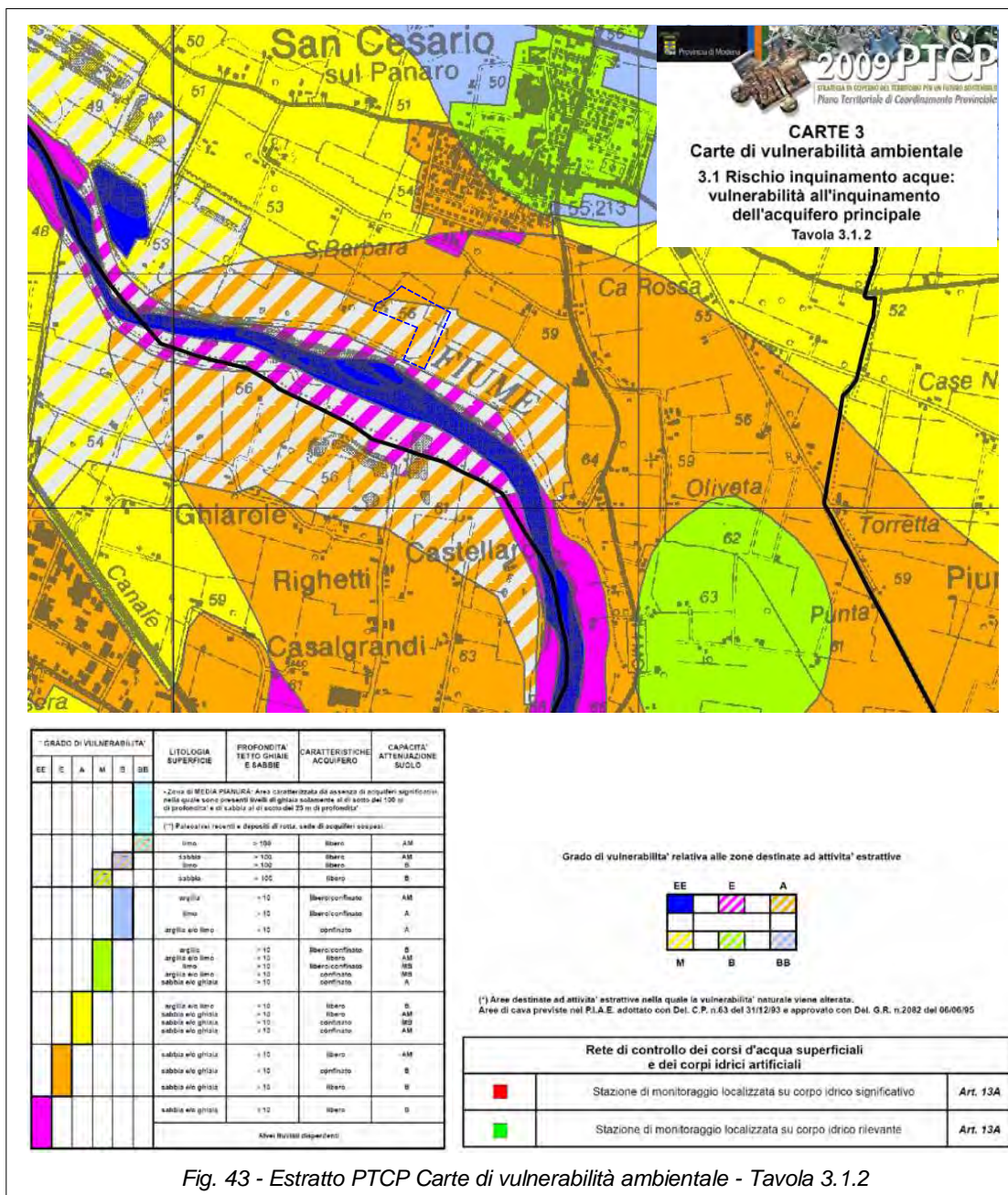


Fig. 43 - Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2

## 8.2 Aree di rispetto pozzi acquedottistici

Immediatamente a nord della cava Barca 2014, sono ubicati due pozzi acquedottistici denominati D1 e D6. Per tali pozzi sono con Del. della Giunta Regionale n.1677 del 31 Luglio 2001(“Delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi del campo acquifero di San Cesario sul Panaro”), sono state identificate con criterio cronologico le aree di salvaguardia distinte in zone di salvaguardia assoluta, ristretta e allargata (fig. 44).

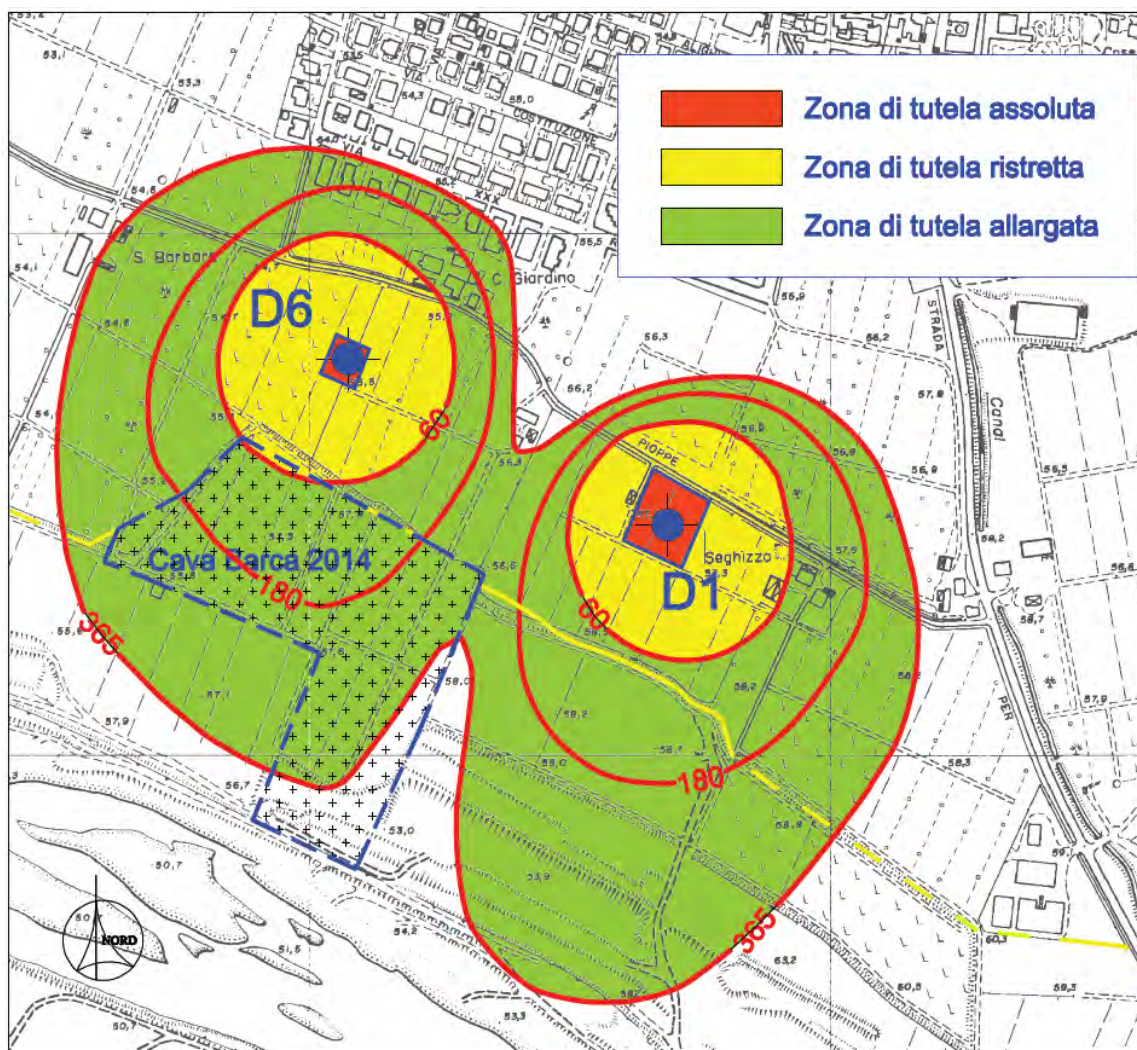


Fig. 44 -Aree di salvaguardia pozzi acquedottistici

Un limitato settore settentrionale dell'area di cava ricade all'interno della zona di tutela ristretta (isocrona 60gg), all'interno della quale è vietata l'attività estrattiva. La porzione restante dell'area di cava è ricompresa in massima parte all'interno della zona di tutela allargata, all'interno della quale la Delibera citata in precedenza consente l'esercizio dell'attività estrattiva e l'apertura di "cave e scavi in genere fino alla profondità massima di 10 metri dal piano di campagna".

Tali norme sono state riprese dalle NTA del PRG all'art. 45 di cui di seguito si riporta un estratto.

**Art. 45 comma 6 "La zona di rispetto ristretta (ZRR)"**

a) Nelle zone di rispetto ristretta specificamente individuate nella vigente cartografia di P.R.G., in applicazione delle prescrizioni di cui al comma 5, art. 21 del D.Lgs. 152/99, non sono ammesse le seguenti trasformazioni edilizie, urbanistiche ed attività:

- I) dispersione sul suolo libero, o immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati;
- II) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- III) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti, fanghi o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione, conforme alle disposizioni fissate dalla Regione Emilia Romagna, in materia, che tenga conto della natura del suolo, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- IV) dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali, strade e cortili;

V) aree per l'insediamento di strutture cimiteriali;

**VI) apertura o mantenimento in esercizio di cave ed attività estrattive in genere;**

VII) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;

VIII) impianti di trattamento di rifiuti e discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate;

IX) stoccaggio, anche provvisorio di prodotti e sostanze chimiche pericolose, radioattive e, in ogni modo, classificate come rifiuti pericolosi, tossico-nocivi, dalla legislazione vigente;

X) centri di raccolta, demolizione, rottamazione di autoveicoli, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici, ed altri ad essi assimilabili;

XI) pozzi perdenti;

XII) pascolo e stabulazione di bestiame;

XIII) allevamenti zootecnici aziendali ed interaziendali intensivi ed estensivi di bovini, di suini, di zootecnia minore;

XIV) edifici per funzioni collettive quali collegi, convitti, caserme, seminari, case di cura, centri penitenziari, ospedali ed altro assimilabile per analogia;

XV) campeggi ed aree di stazionamento turistico d'ogni tipo;

XVI) bacini idrici d'ogni tipo, compresi i laghi per itticoltura;

XVII) artigianato di servizio alla residenza ad eccezione dei cosiddetti "servizi alla persona", d'antiquariato, modernariato o connesso al turismo; sono inoltre escluse, stazioni di carburanti, autorimesse con finalità produttive, siano esse interrato oppure in superficie;

XVIII) opifici di nuovo impianto d'ogni tipo;

XIX) ogni attività comportante l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze nocive, sostanze radioattive, prodotti e sostanze chimiche pericolose, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bio-accumulabilità, possono essere ritenute tali.

*Art. 45 comma 7 "La zona di rispetto allargata (ZRA)"*

a) Nella zona di rispetto allargata non sono ammesse le attività di cui al comma 6 punto a lettere I, II, III, V, VII, VIII, IX, X, XI di cui al presente articolo. Possono essere ammesse le seguenti attività purché vengano osservate le condizioni sotto elencate:

I) sono consentite, nuove trasformazioni urbanistiche, edilizie e d'uso che escludano le seguenti destinazioni edilizie e/o funzionali: allevamenti zootecnici, edifici con funzioni collettive (collegi, caserme, seminari, case di cura, ospedali, ecc..), opifici, autorimesse con finalità produttive, fabbricati industriali, stazioni di servizio, campeggi, bacini idrici;

II) l'ampliamento di edifici, loro pertinenze ed accessori, è ammesso a condizione che le destinazioni d'uso programmate siano residenziali, direzionali, commerciali (anche di nuovo impianto, limitatamente alle attività con superficie uguale od inferiore a 150 mq.) e di servizio alla residenza (nei limiti specificamente precisati per la tutela ristretta);

III) accumulo di concimi organici solo su platea impermeabile e con raccolta del percolato;

IV) bacini di accumulo e contenitori per lo stoccaggio dei liquami .zootecnici solo se al servizio di insediamenti esistenti e realizzati secondo le modalità previste dalla LR 50/95;

V) fognature e opere di collettamento ai ricettori di acque nere e acque miste, al servizio di attività esistenti e compatibili, in doppia camicia o, comunque, ispezionabili in modo da poterne verificare la tenuta;

**VI) cave e scavi in genere, fino alla profondità massima di mt. 10 dal piano di campagna;**

VII) escavazione e/o apertura di pozzi per uso idropotabile o a complemento di campi pozzi già esistenti o in assenza di possibilità di allacciamento alla rete acquedottistica;

VIII) spandimento di liquami zootecnici effettuato secondo modalità conformi alle vigenti disposizioni regionali in materia;

IX) spandimento ed applicazione di fertilizzanti, diserbanti ed antiparassitari effettuato nelle quantità e secondo le modalità definite coerentemente ai principi stabiliti dalla vigente normativa comunitaria (Regolamento CEE n.2078/92, "Regolamento del Consiglio relativo a Comune di San Cesario s.P. – P.R.G. - Variante 2005 e Variante 2006 Anno 2006 metodi di produzione agricola compatibili con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale" le cui modalità di applicazione sono nel Reg. CEE 746/96).

X) pascolo e stabulazione di bestiame non eccedente i 170 kg/ha d'azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione

art. 46 delle NTA del PRG "Fasce di tutela dei pozzi acquedottistici"

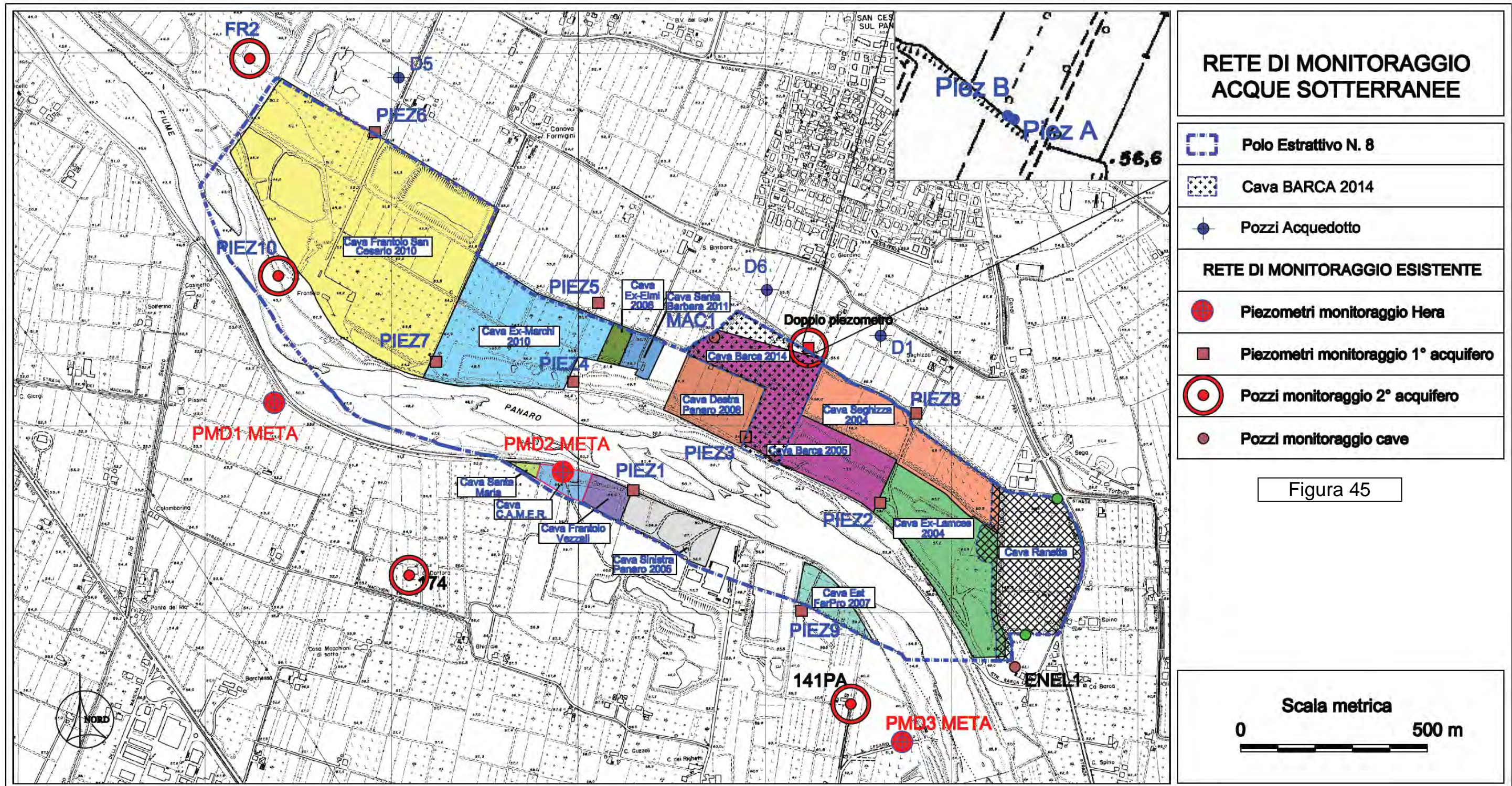
IL PRG recepisce la Del. della Giunta Regionale n.1677 del 31 Luglio 2001("Delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi del campo acquifero di San Cesario sul Panaro") e tutela i pozzi acquedottistici per consumi umani, da possibili rischi d'inquinamento indotti dalle trasformazioni urbanistiche ed edilizie, ai sensi del D.Lgs. 152/1999.

### **8.3 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. 45, 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), due piezometri (PIEZ10 e PIEZA) e una stazione con doppio piezometro (1° e 2° acquifero) attrezzata fino a circa 1 anno fa per la registrazione in continuo con sonda multiparametrica; il 1° acquifero è invece monitorato da 11 piezometri, e due pozzi denominati MAC1 e ENEL1.

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.



### 8.4 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 dei piezometri di controllo denominati PIEZ2, PIEZ3, PIEZ4, PIEZ8, PIEZB e al pozzo denominato MAC1 le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 3, ed ubicati come da fig. 46. In allegato 3 sono riportate le schede riassuntive dei piezometri.

Piezometro	Cordinate Gauss-Boaga		Quota testa tubo (m s.l.m.)	Quota pdc. (m s.l.m.)
	x	y		
PIEZ4	1.660.478	4.935.618	48,58	48,67
PIEZ3	1.660.965	4.935.453	50,33	50,01
PIEZ2	1.661.349	4.935.266	52,73	52,46
PIEZ8	1.661.400	4.935.531	57,82	57,63
PIEZA	1.661.117	4.935.705	56,14	56,21
PIEZB	1.661.113	4.935.707	56,20	56,10
MAC1	1.660.858	4.935.731	55,75	55,75

Piezometro	Profondità (m)	Acquifero captato	Monte/valle	Piezometria		Soggiacenza da p.d.c. (m)
				data	m s.l.m.	
PIEZ4	21	1° acquifero	monte	17/04/2014	44,75	3.92
PIEZ3	22	1° acquifero	monte	17/04/2014	48,32	1.69
PIEZ2	22	1° acquifero	monte	17/04/2014	45,39	7.07
PIEZ8	28	1° acquifero	valle	17/04/2014	44,15	13.48
PIEZA	55	2° acquifero	valle	17/04/2014	41,90	14.31
PIEZB	35	1° acquifero	valle	17/04/2014	43,74	12.36
MAC1*	50	1°/2° acquifero	valle	17/04/2014	42,91	12.84

Tabella 3 - Caratteristiche dei piezometri esistenti - Piezometria 17/04/2014

\* Il pozzo denominato Mac1 non si hanno a disposizione dati relativi alla collocazione dei filtri e quindi dell'acquifero captato

In fig. 47 viene presentata la carta delle isopiezometriche relativa ad Aprile 2014 in cui si osserva che nella zona le curve isopiezometriche decrescono in maniera abbastanza regolare da valori di 48.00 m s.l.m. a 42.00 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.

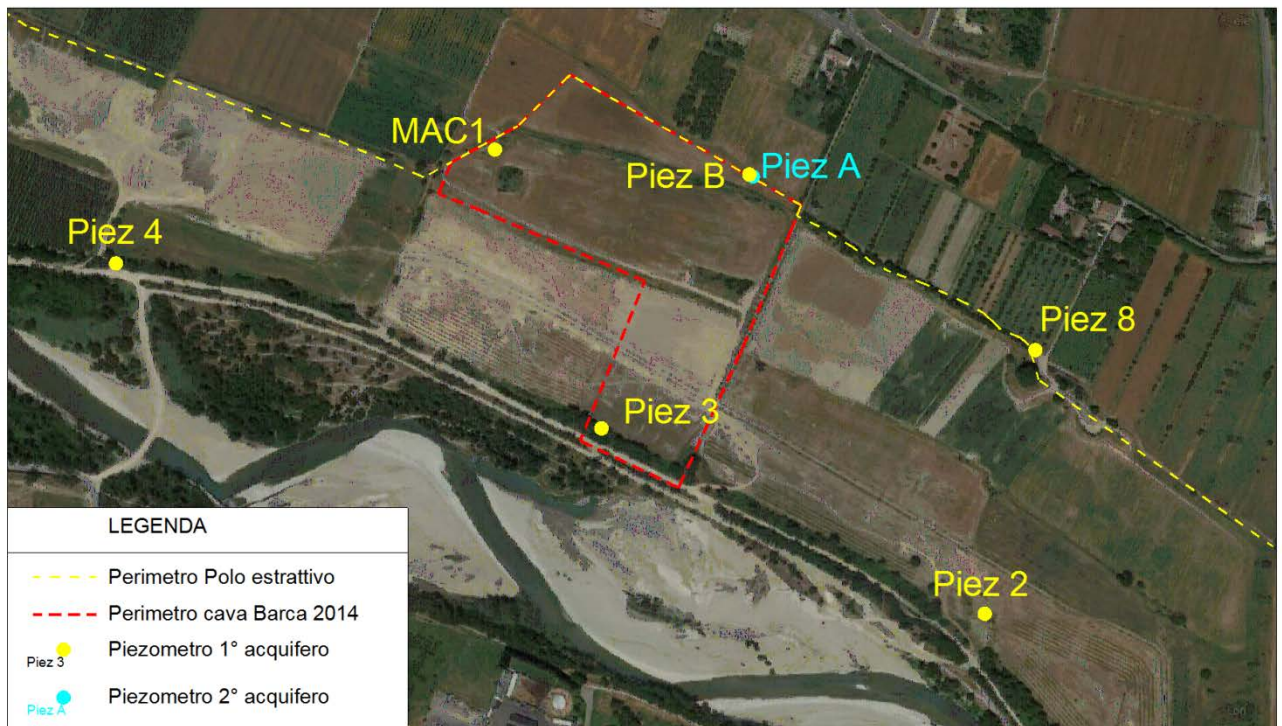


Fig. 46 – Piezometri e pozzi di riferimento

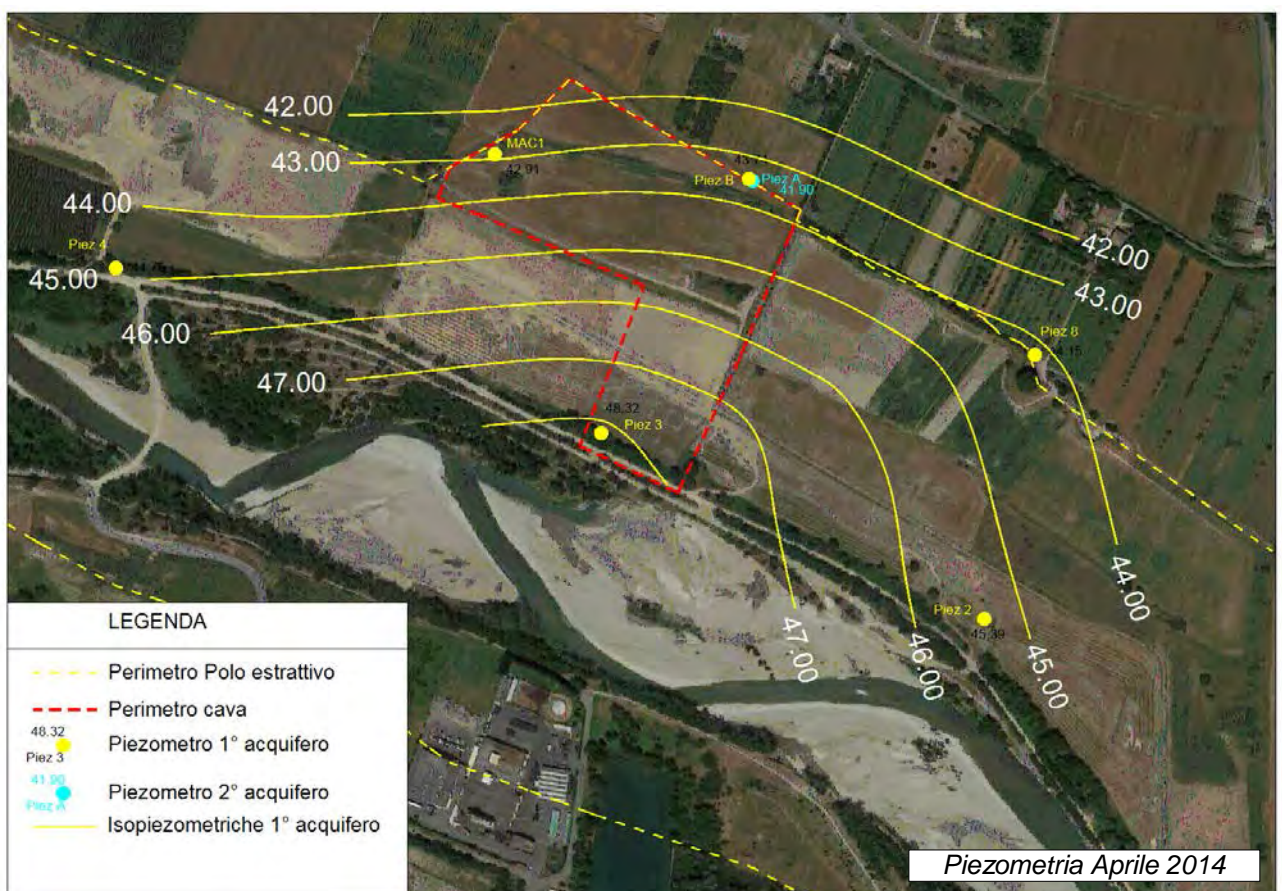


Fig. 47 - Andamento isofreatiche (Aprile 2014)

Si è inoltre eseguito in data 30/05/2015 un nuovo rilievo piezometrico, con i risultati riportati in tabella 4 e nella fig. 48.

Piezometro	Profondità (m)	Acquifero captato	monte/valle	Piezometria		Soggiacenza da p.d.c. (m)
				data	m s.l.m.	
PIEZ4	21	1° acquifero	monte	30/05/2015	44,76	3.91
PIEZ3	22	1° acquifero	monte	30/05/2015	48,55	1.46
PIEZ2	22	1° acquifero	monte	30/05/2015	45,73	6.73
PIEZ8	28	1° acquifero	valle	30/05/2015	44,72	12.91
PIEZA	55	2° acquifero	valle	30/05/2015	42,24	13.97
PIEZB	35	1° acquifero	valle	30/05/2015	44,10	12.00
MAC1	50	1°/2° acquifero	valle	30/05/2015	43,44	12.31

Tabella 4 – Piezometria 30/04/2015

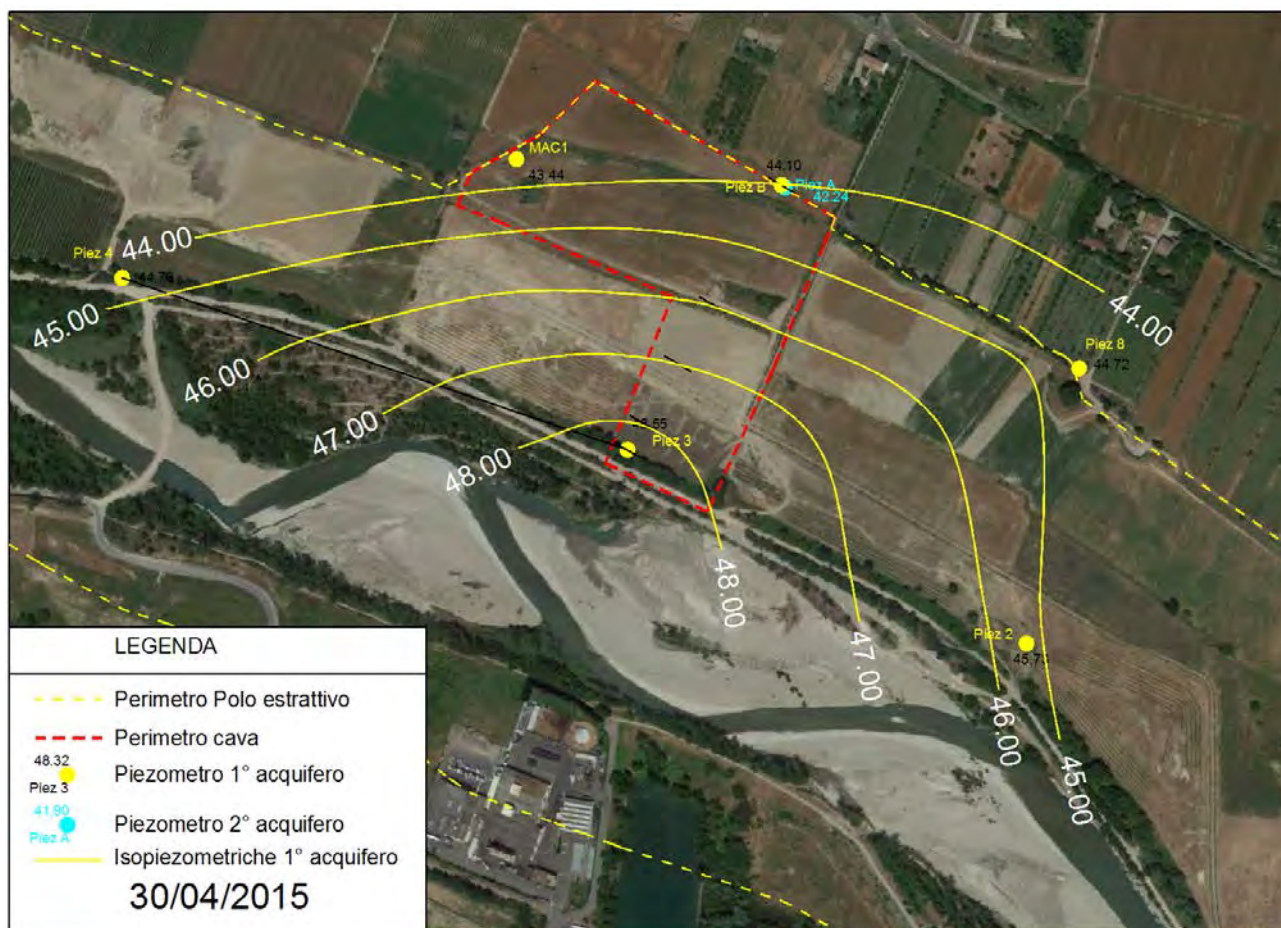


Fig. 48 - Andamento isofreatiche (Aprile 2015)

I livelli misurati risultano a quote lievemente superiori a quelli rilevati in Aprile 2014, e si ritiene che costituiscano un massimo piezometrico.

In fig. 49 sono riportati i grafici dei livelli piezometrici dei punti di controllo di valle esistenti a ridosso della cava Barca 2015, nell'intervallo temporale che va dal 2006 al 2015.



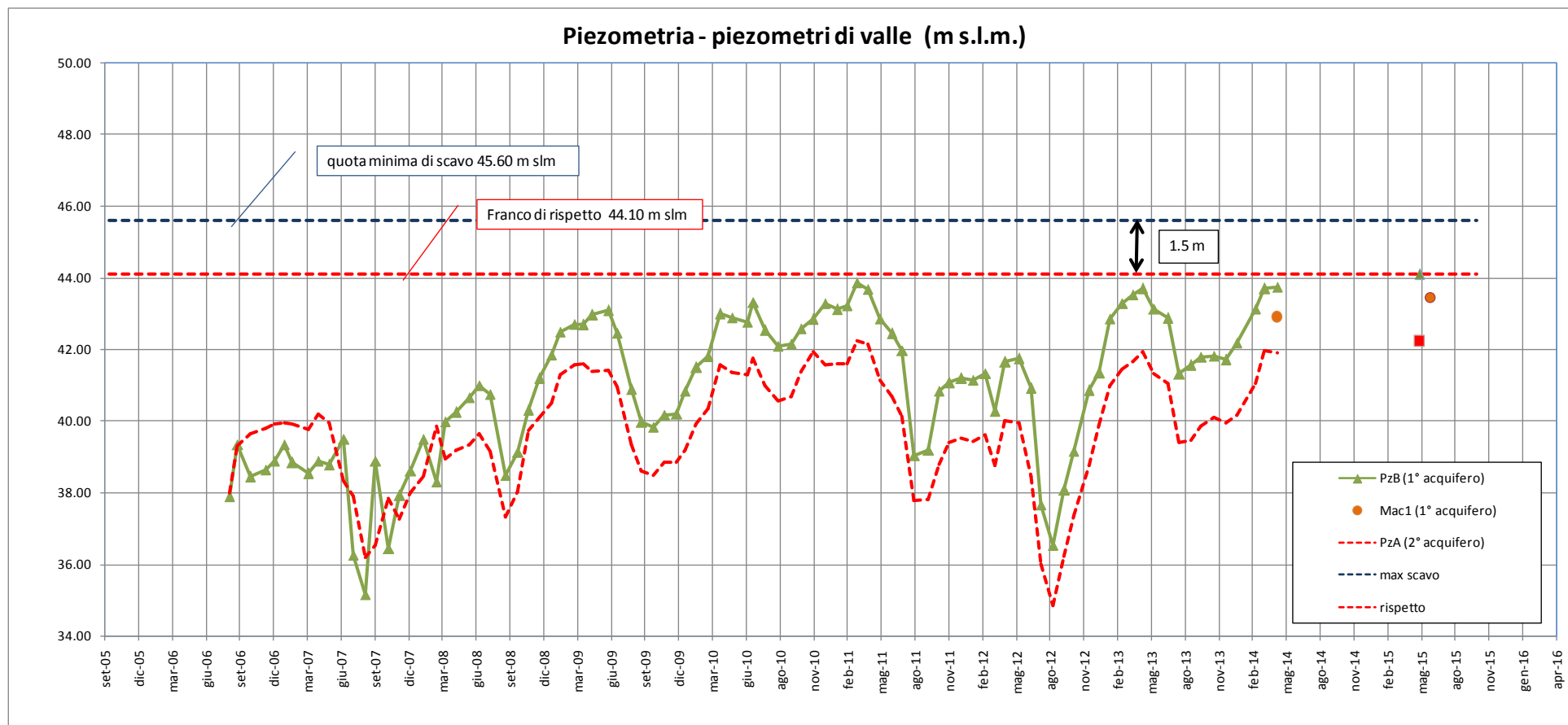


Fig. 49 – Piezometria PIEZB-MAC1(1° acquifero) e PIEZA (2°acquifero)

Nella fig. 49 è stato anche riportata la quota minima di scavo prevista nel settore meridionale dell'area di cava pari a 45.60 m sul l.d.m. (-10 m dal p.d.c. originario), dal quale si esclude qualsiasi interferenza diretta con il livello di falda, con franchi sempre superiori a 1.5 metri.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014

In fig. 50 sono riportati i grafici dei livelli piezometrici dei punti di controllo di monte nell'intervallo temporale che va dal 2005 al 2013.

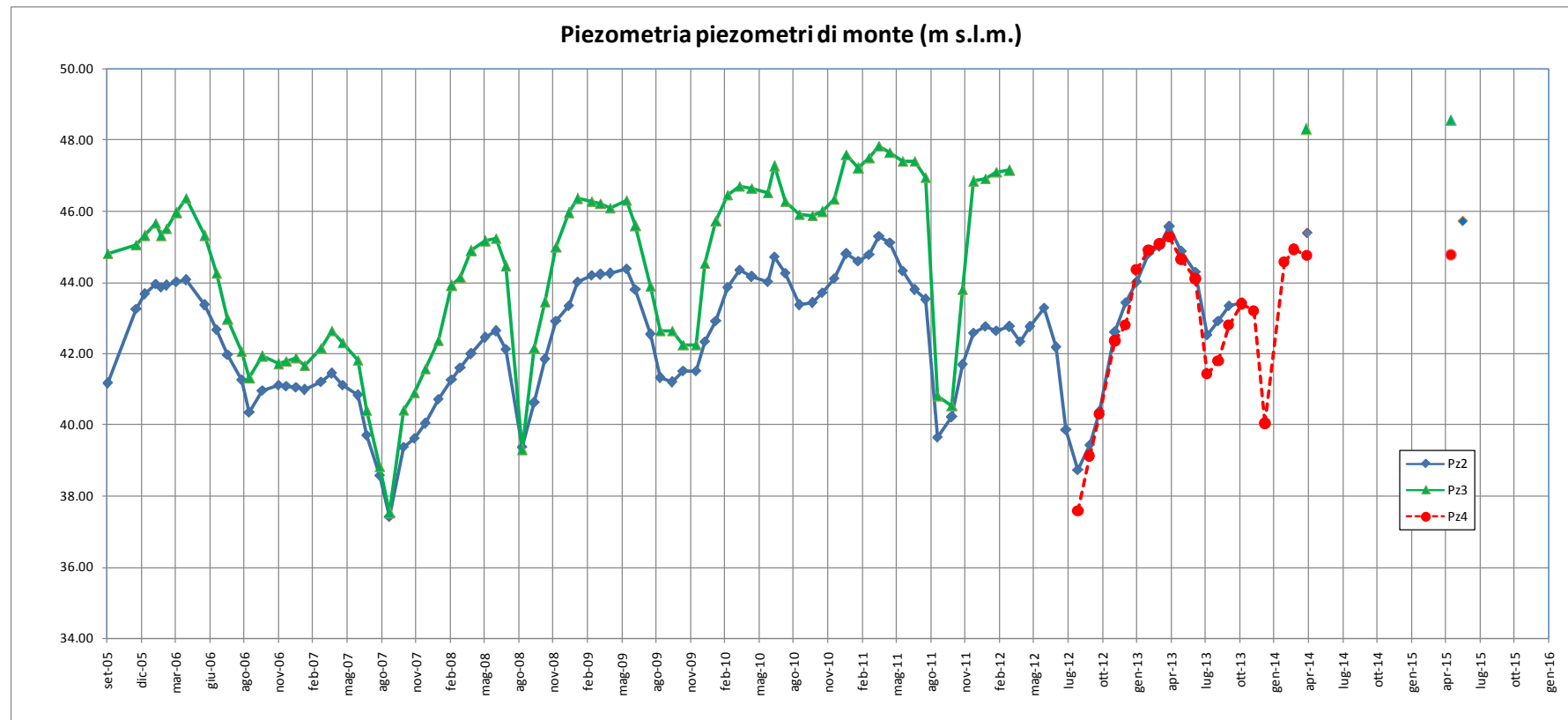


Fig. 50 – Piezometria punti di controllo di monte

**PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014**

Nelle figure 50bis e 50ter sono riportati l'andamento della soggiacenza del primo livello acquifero per entrambe le campagne di rilievo (Aprile 2014 e maggio 2015) riferito al piano di campagna originario per i piezometri 2, 3 e 4 attualmente collocati su piano di campagna ribassato, mentre nella tabella seguente riassunti di dati dei punti di monitoraggio.

Piezometro	Profondità (m)	Acquifero captato	pdc (m s.l.m.) attuale	Pdc (m s.l.m.) originario	Soggiacenza da p.d.c. originario (m) Aprile 2014	Soggiacenza da p.d.c. originario (m) Maggio 2015
PIEZ4	21	1° acquifero	44.46	53.42	8.67	8.66
PIEZ3	22	1° acquifero	48.55	56.16	7.84	7.61
PIEZ2	22	1° acquifero	52.46	57.44	12.05	11.71
PIEZ8	28	1° acquifero	44.72	44.72	13.48	12.91
PIEZB	35	1° acquifero	44.10	44.10	12.36	12.00

Tabella 4bis – Dati soggiacenza

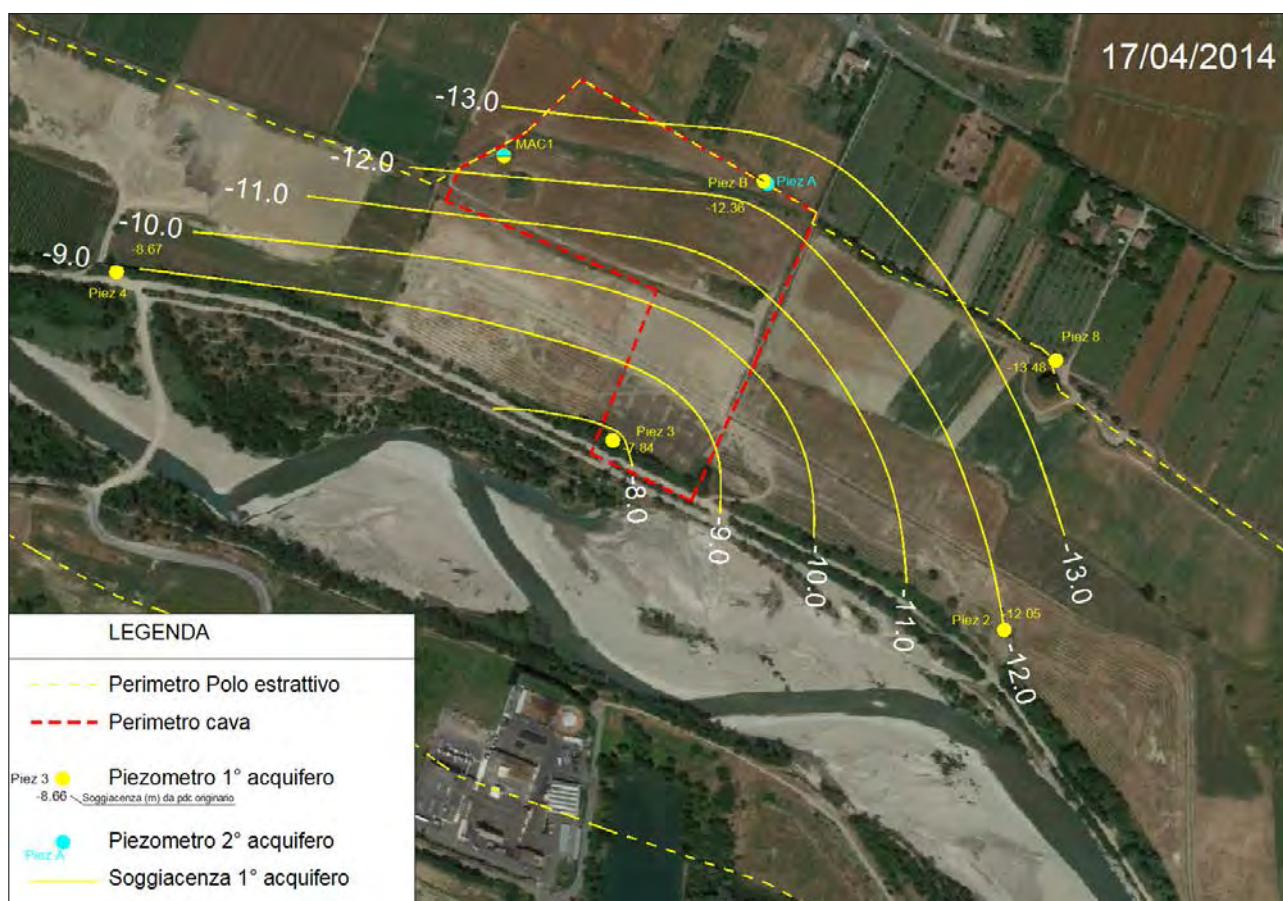


Fig. 50bis – Soggiacenza 1° acquifero (17/04/2014)

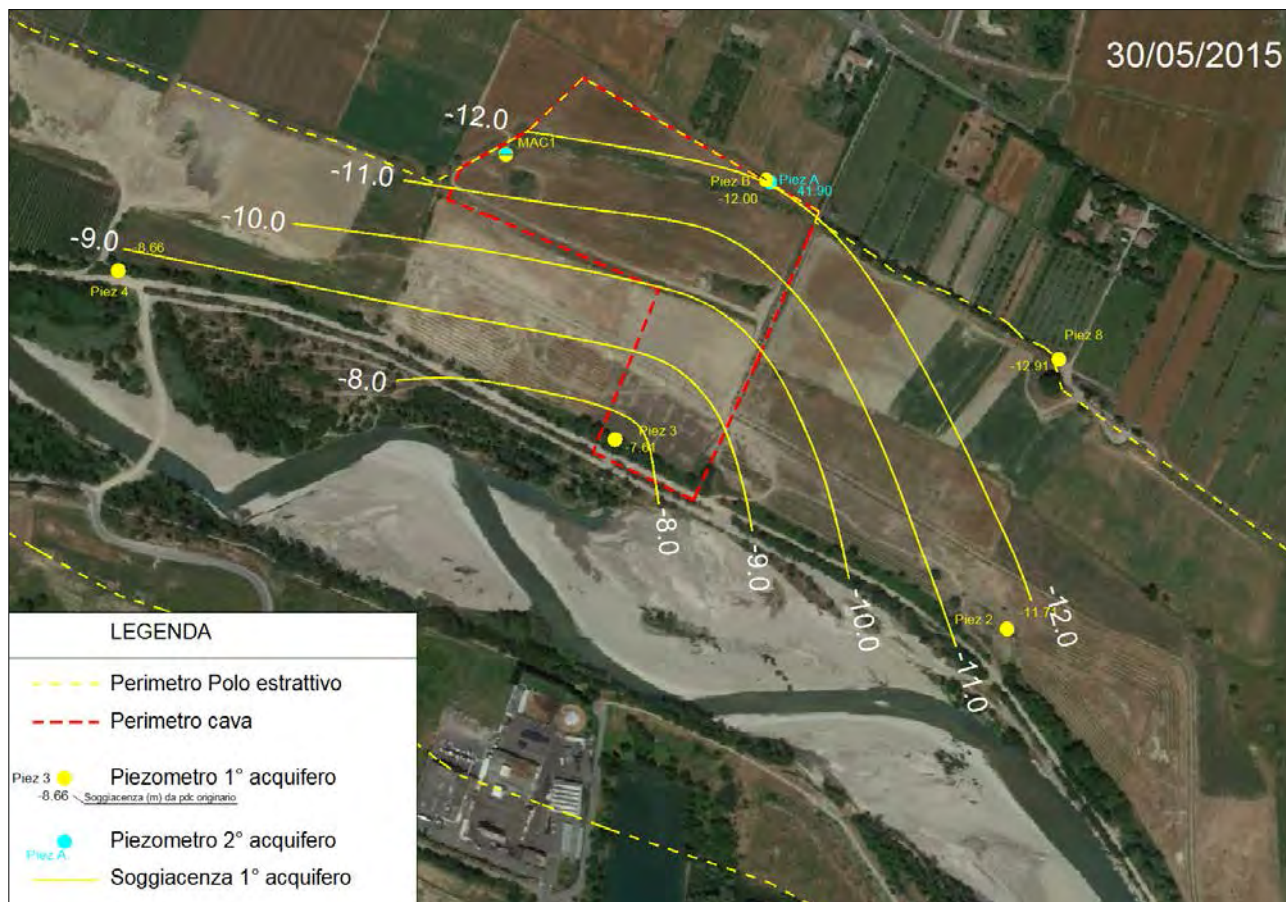


Fig. 50ter – Soggiacenza 1° acquifero (30/05/2014)

## 8.5 Piano di monitoraggio acque sotterranee

Sulla base della ricostruzione del modello idrogeologico di sottosuolo, al fine di verificare eventuali effetti dell'interferenza dell'attività estrattiva con la risorsa idrica sotterranea, si è proposto un piano di monitoraggio delle acque sotterranee che va anche ad integrare la rete di monitoraggio del Polo 8 esistente (fig. 51). Saranno utilizzati per il 1° acquifero individuato i piezometri PIEZ3 (monte), il PIEZB (valle) e un piezometro PIEZC (valle) di nuova realizzazione ad una profondità indicativa di 20-25 m dal p.d.c. Il 2° acquifero sarà invece monitorato dal piezometro esistente PIEZA.

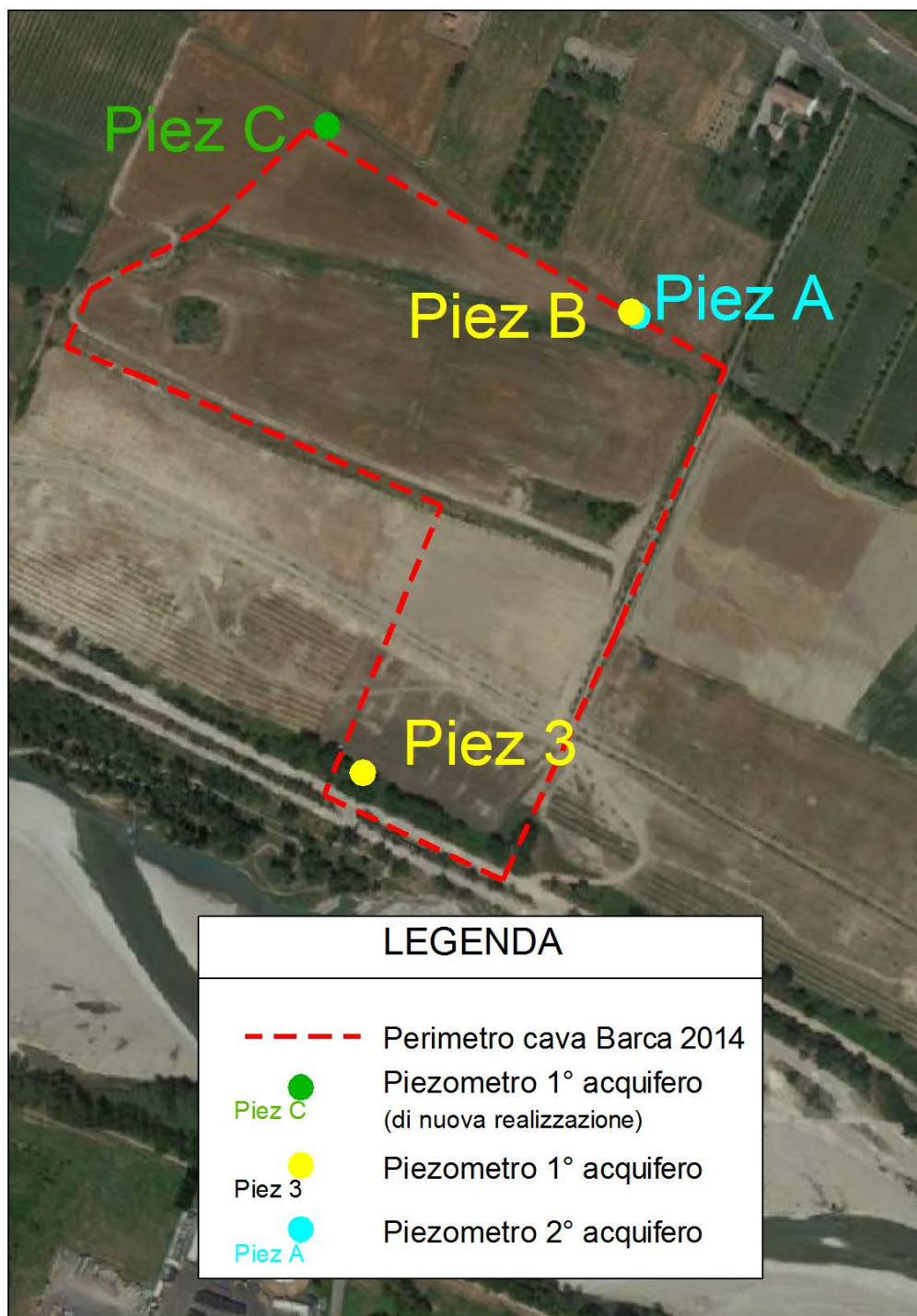


Fig. 51 – Rete di Monitoraggio acque sotterranee Cava Barca 2015

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 d'opera, viene prevista la frequenza delle analisi riportata nella tabella 5, con i rilievi che saranno trasmessi, in formato elettronico (excel), entro 30 gg dal rilievo a Comune, ARPA e Provincia.

**PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014**

RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (PIEZ. A,B, C e PIEZ.3)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (PIEZ. 3)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA TRIMESTRALE (PIEZ. A-B-C)
Piezometria	Temperatura	Temperatura
	pH	pH
	Conducibilità elettrica specifica	Conducibilità elettrica specifica
	Potenziale redox	Potenziale redox
	Torbidità	Torbidità
	Durezza	Durezza
	C.O.D.	C.O.D.
	Cloruri	Cloruri
	Azoto ammoniacale	Azoto ammoniacale
	Azoto nitrico	Azoto nitrico
	Azoto nitroso	Azoto nitroso
	Ossidabilità	Ossidabilità
	Solfati	Solfati
	Alcalinità	Alcalinità
	Calcio	Calcio
	Sodio	Sodio
	Potassio	Potassio
	Magnesio	Magnesio
	Idrocarburi totale (come n-esano)	Idrocarburi totali (come n-esano)
	Alluminio	Alluminio
	Arsenico	Arsenico
	Cadmio	Cadmio
	Cromo totale	Cromo totale
	Boro	Boro
	Ferro	Ferro
	Manganese	Manganese
	Nichel	Nichel
	Piombo	Piombo
	Rame	Rame
	Zinco	Zinco

*Tabella 5 – Elenco frequenza delle indagini relativa alla fase di attività*

Si evidenzia che le frequenze e i parametri di analisi saranno mantenuti per tutta la durata dell'attività di estrazione e sistemazione dell'area di cava, estendendosi nell'intervallo di tempo compreso tra il termine dei lavori e il collaudo finale dell'area.

## 8.6 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.

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. 52).

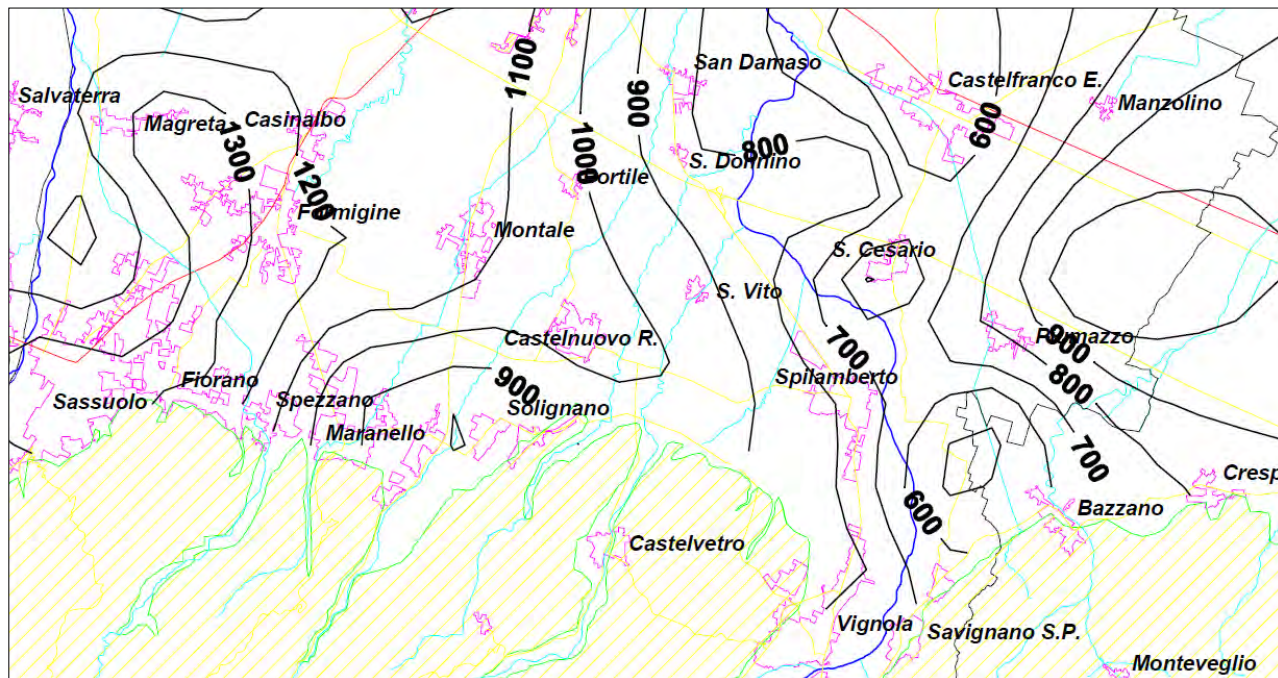


Fig. 52 – Conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) media anno 2011

Anche gli andamenti della durezza, solfati e cloruri (Figg. da 53, 54 e 55) ricalcano l'azione alimentante del fiume nei confronti della falda.

PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014

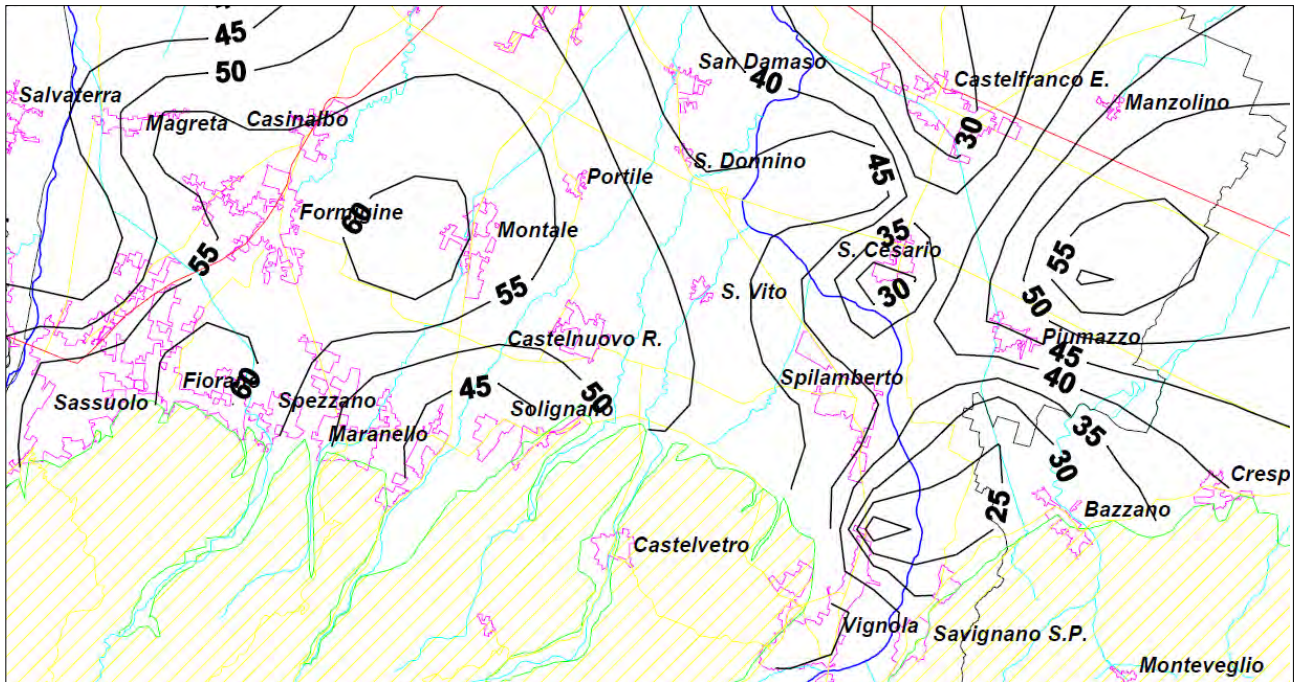


Fig. 53 – Durezza (°F) media anno 2011

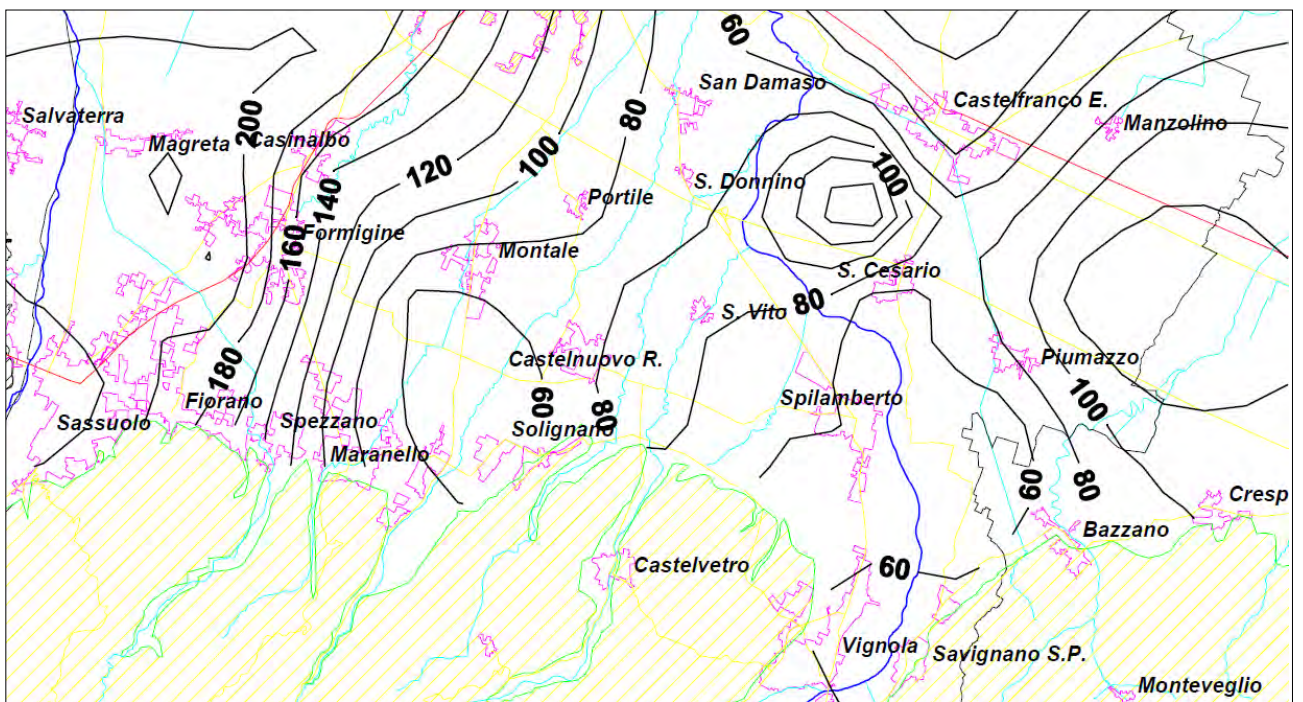


Fig. 54 – Solfati (mg/l) media anno 2011



PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014

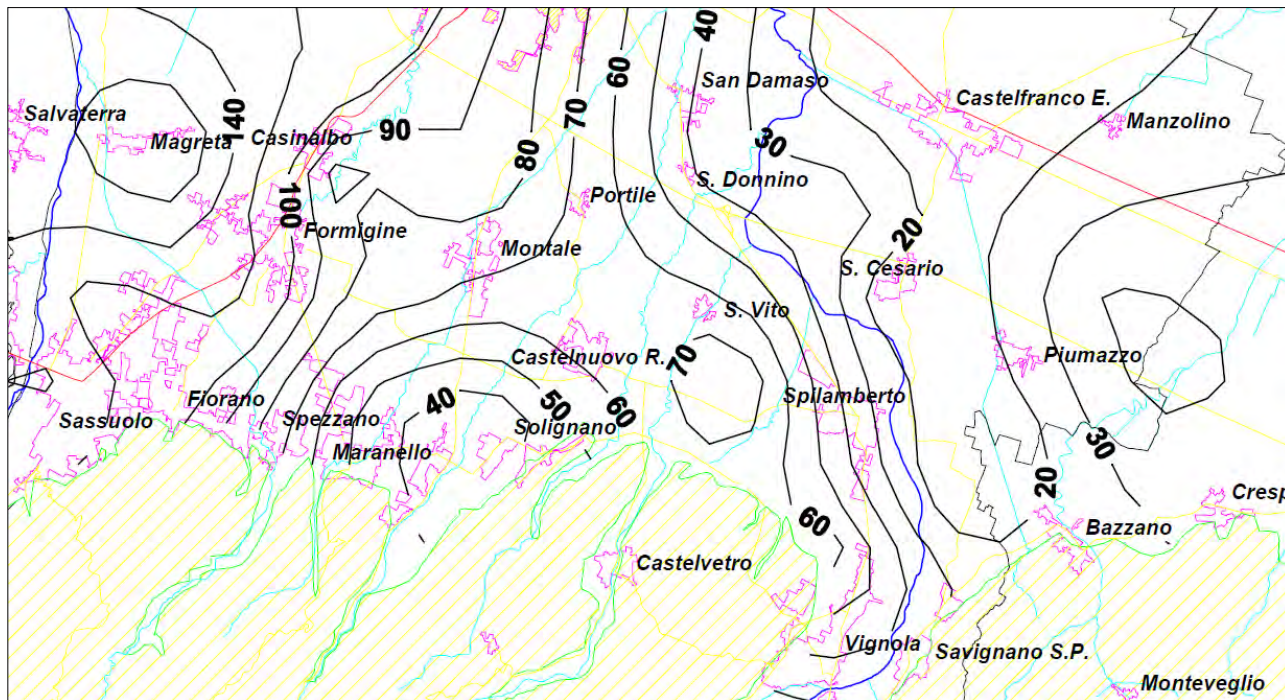


Fig. 55 – Cloruri (mg/l) media anno 2011

Per quanto riguarda i nitrati (Fig. 56) 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.

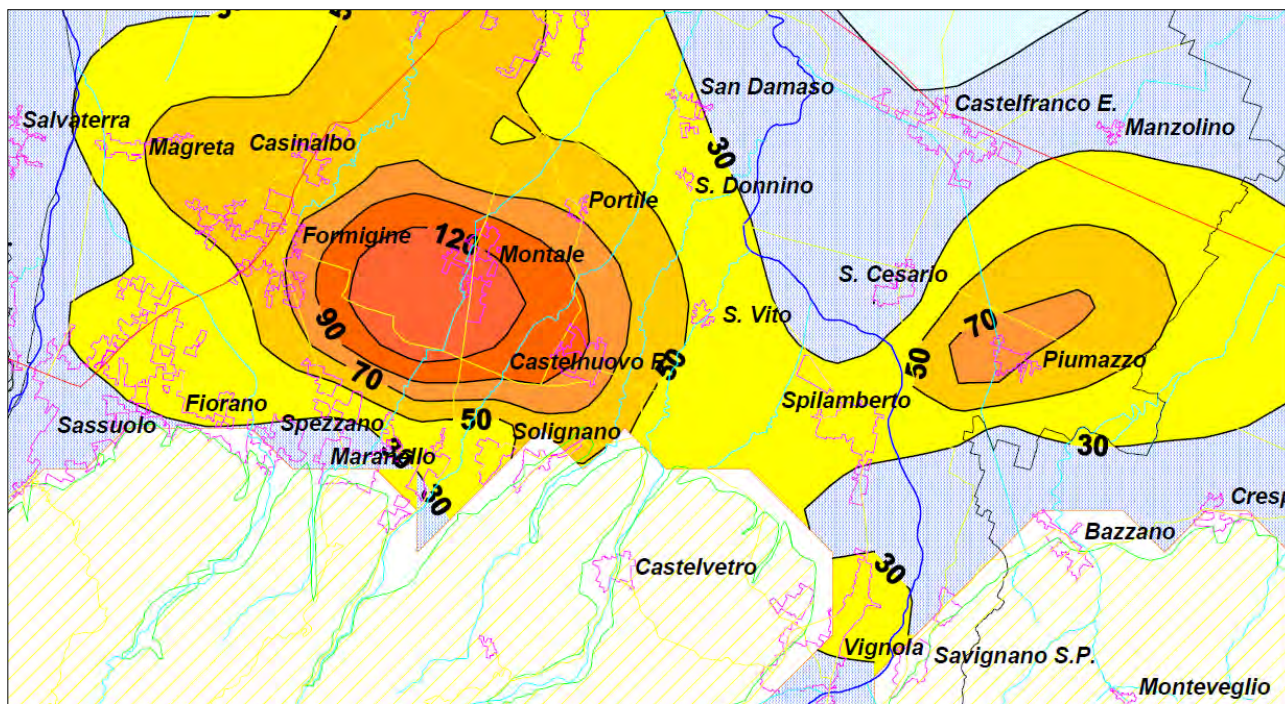


Fig. 56 – Nitrati (mg/l) media anno 2011

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. 57) evidenzia variazioni nel complesso molto contenute.

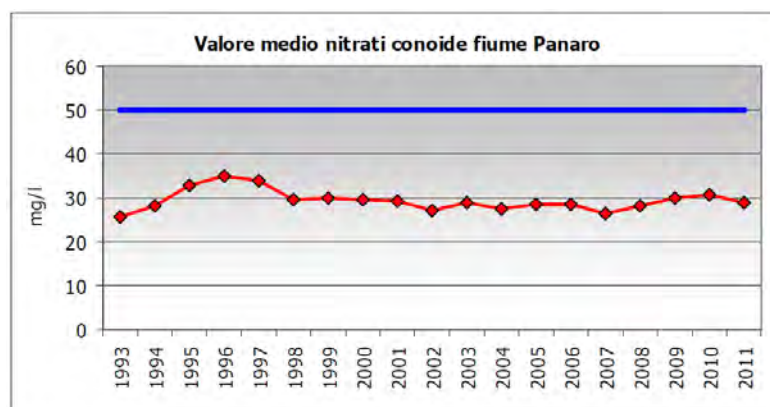


Fig. 57 – Variazione della concentrazione media dei nitrati nella conoide del fiume Panaro

Nelle Figg. n. 58, 59, 60, 61 e 62 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** (Fig. 58) 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** ( $\text{HCO}_3^-$ ; Fig. 59) 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** (Fig. 60) 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.

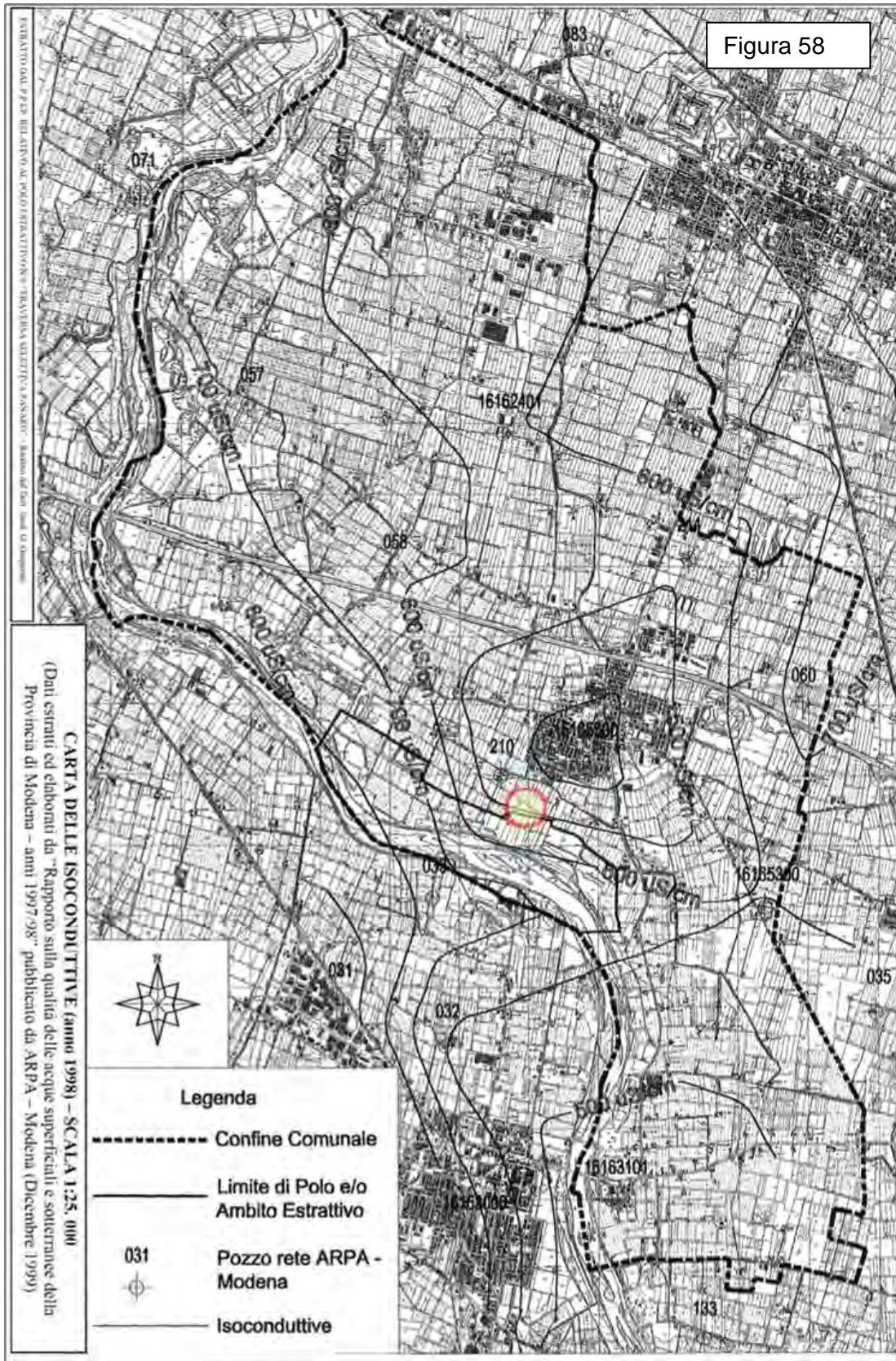
La carta delle **isocone dei solfati** (Fig. 61) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 40÷70 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario. I valori a nord dell'abitato tendono a stabilizzarsi a 50÷60 mg/l, a sud a 50 mg/l, mentre sulla direttrice Est – Ovest tendono ad aumentare sino ai valori più elevati (80 mg/l).

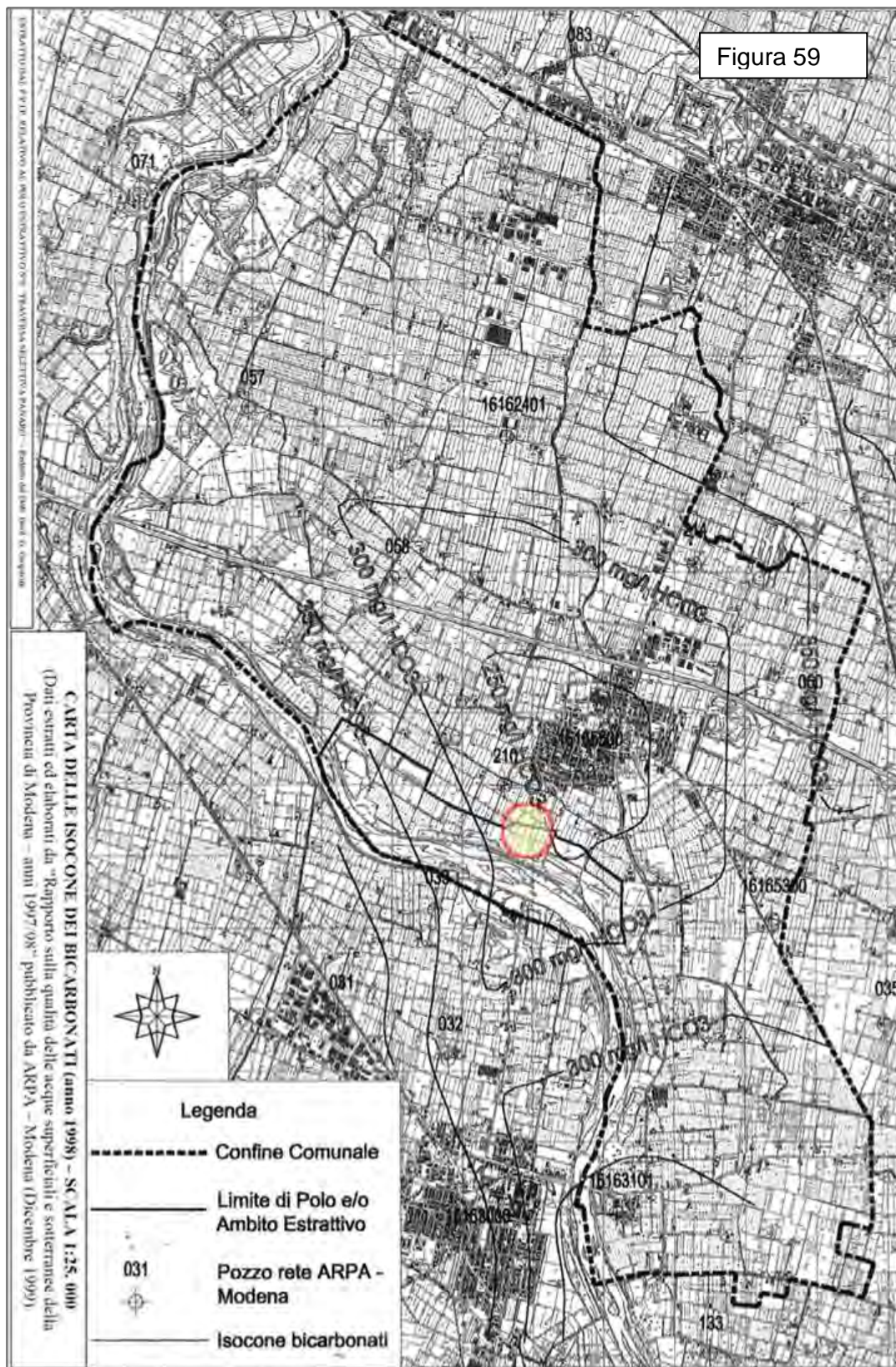
In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano tra 50 e 60 mg/l.

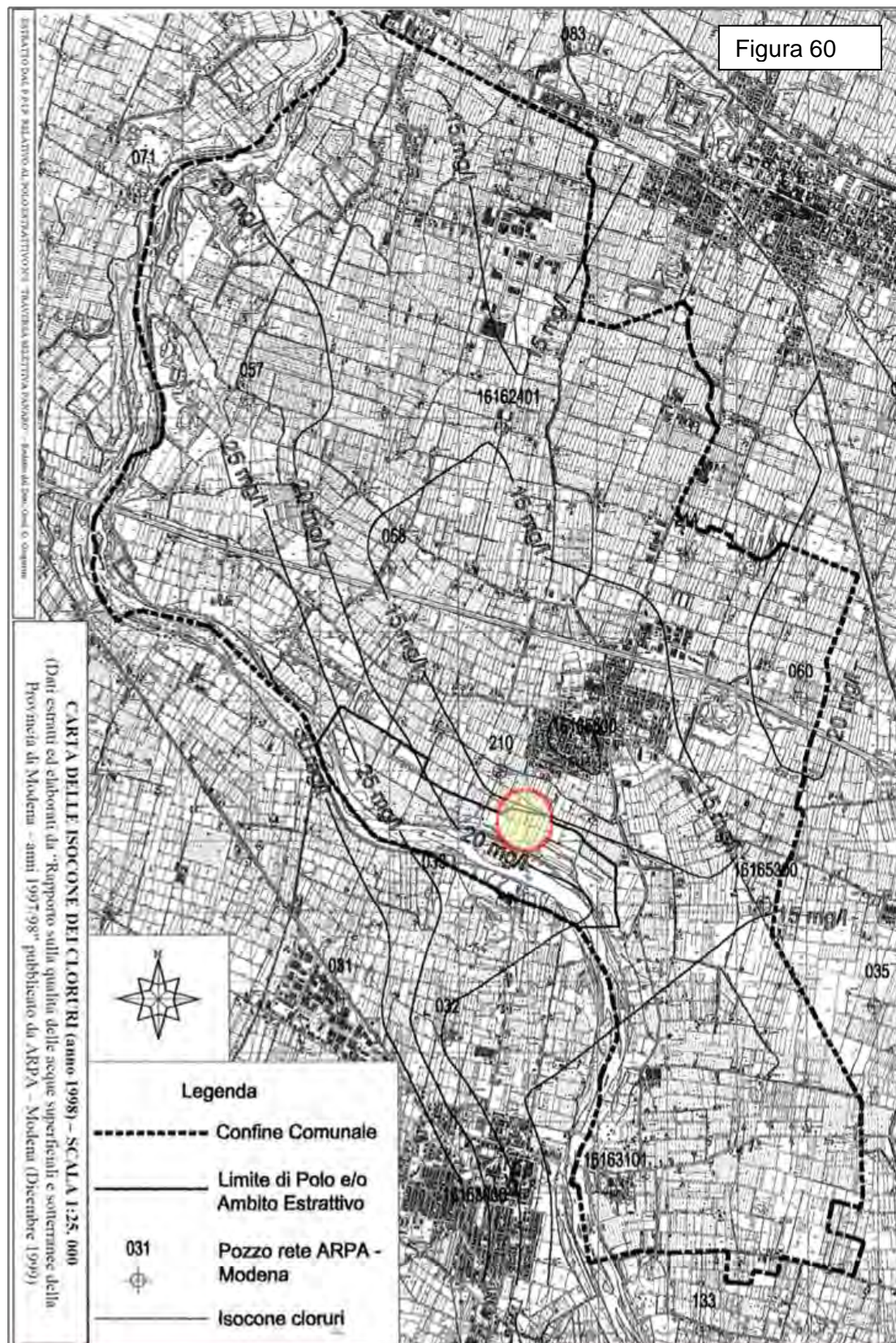
La carta delle **isocone dei nitrati** (Fig..62) mette in evidenza valori compresi nell'intervallo 20÷120 mg/l. I valori minimi si registrano in corrispondenza del pozzo acquedottistico posto nell'abitato di San Cesario ed agli estremi nord e sud dello stesso abitato. I valori sulla direttrice Est – 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).

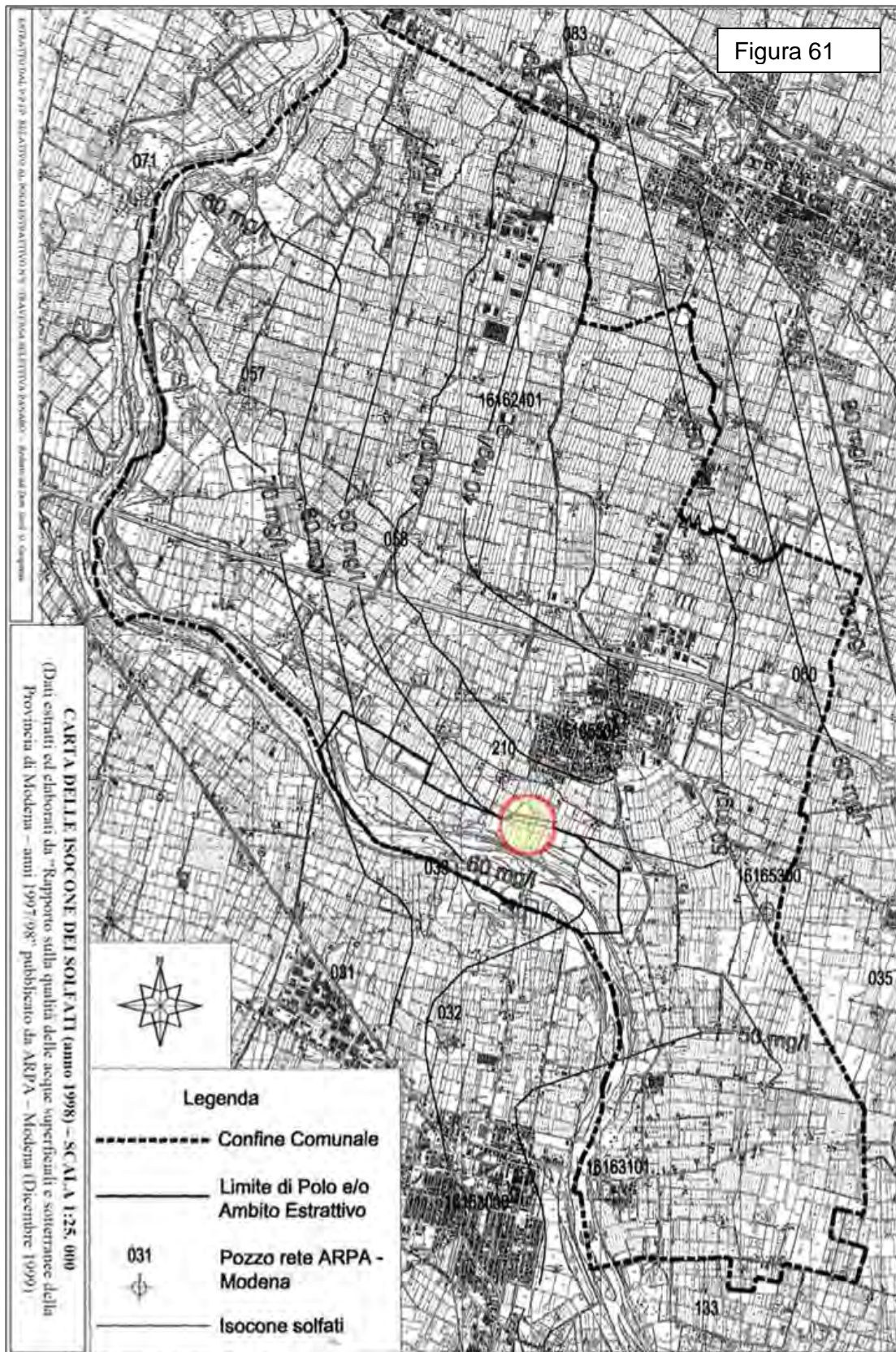
In particolare nella zona oggetto del presente studio i valori si attestano intorno ai 40 mg/l.

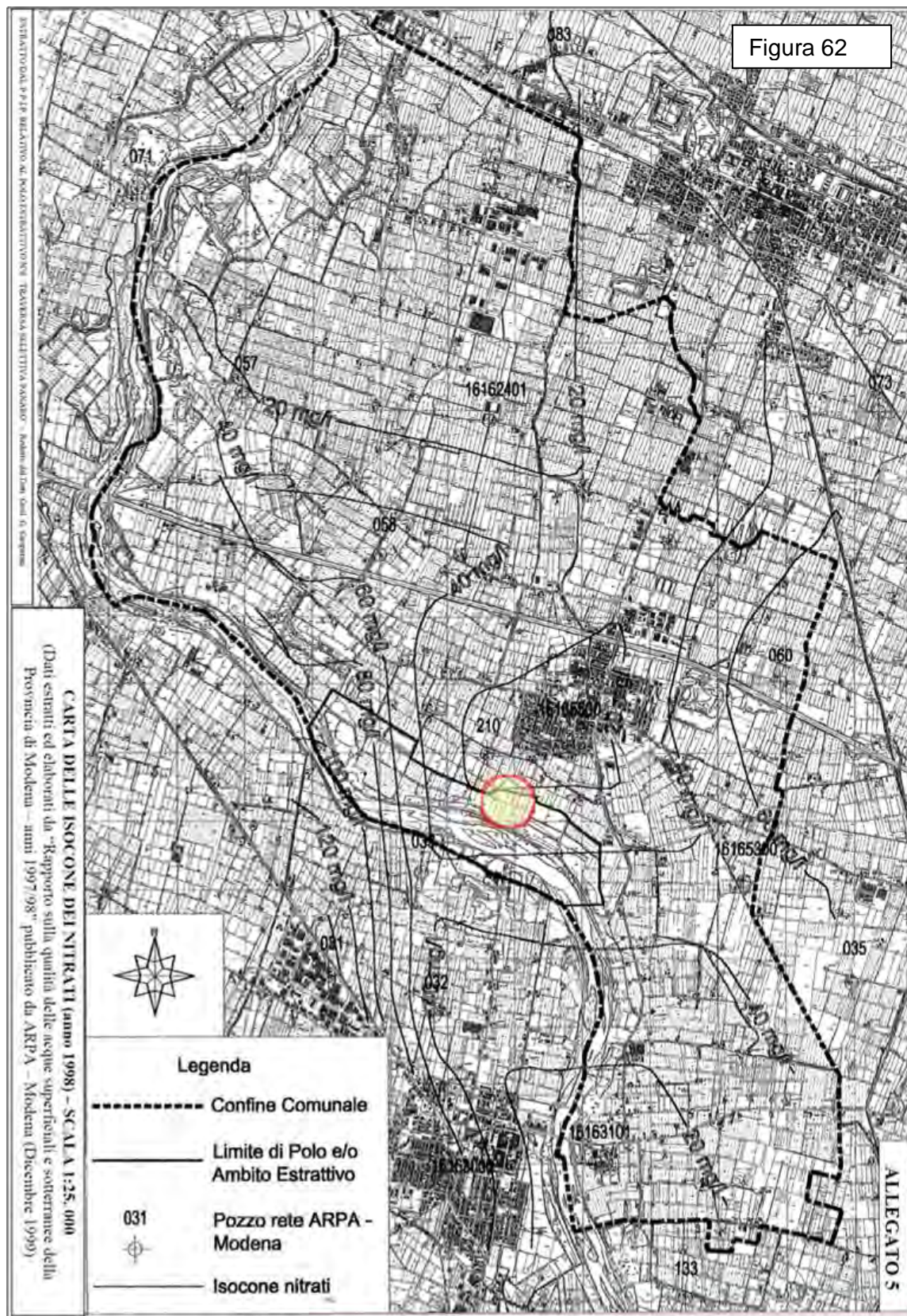
L'andamento delle concentrazioni dei parametri considerati, nella parte sud dell'abitato di S. Cesario, tende ad aumentare man mano che ci si allontana dal fiume, che quindi conferma la propria condizione infiltrante.













**PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014**

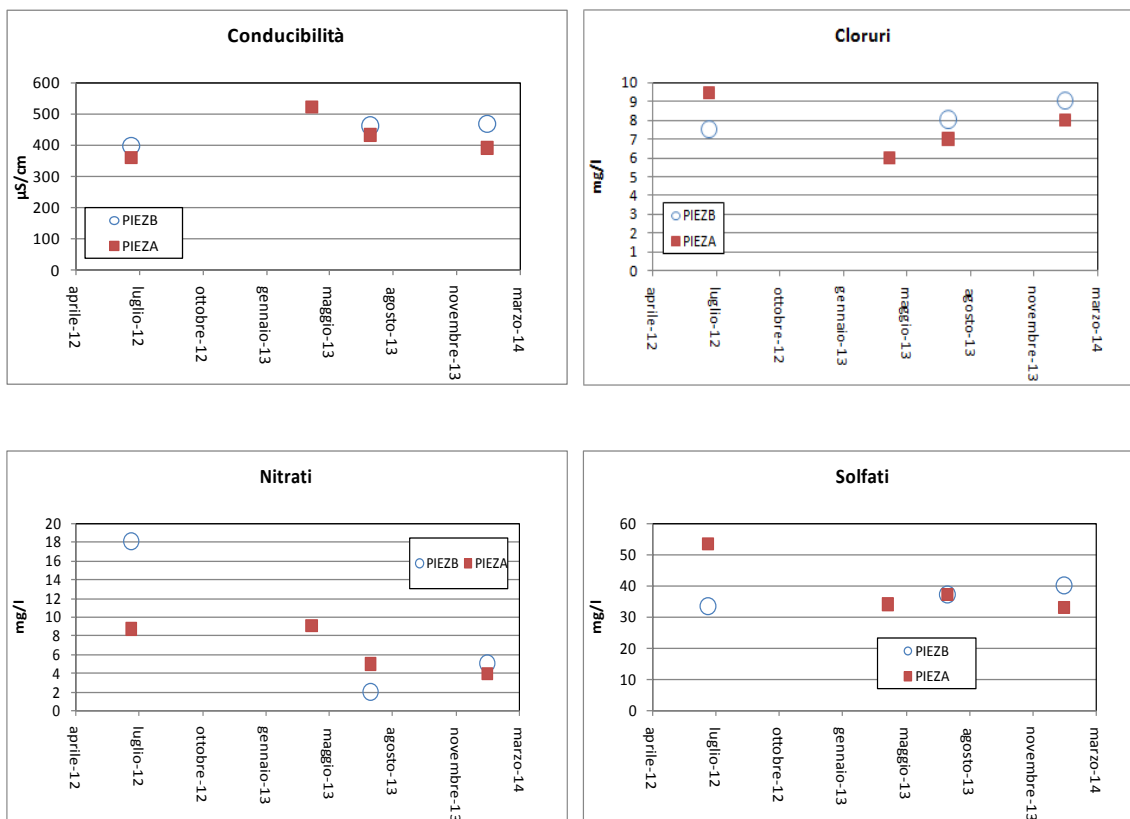
Le analisi chimiche effettuate per il monitoraggio delle acque sotterranee del primo acquifero nei piezometri PIEZA (2° acquifero) e PIEZB (1° acquifero) ubicati in planimetria in figura 51, hanno fornito i risultati riportati nella tabella seguente e diagrammati in fig. 63.

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
28/06/2012	PIEZA	7,4	361	9,46	53,27	12,64	19,5	8,7	<0,05	<0,02	10,13	1,7	222	248,2
08/04/2013	PIEZA	7,6	522	6	34	11,24	27	9	<0,05	0,05	8	1,94	246	0,24
10/07/2013	PIEZA	7,7	433	7	37	10,09	23	5	0,16	0,07	8	1,81	213	90,3
10/01/2014	PIEZA	7,6	391	8	33	10	20	4	<0,05	<0,02	17	1,9	193	<0,1

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
28/06/2012	PIEZB	7,5	398	7,5	33,35	16,04	21,9	18	<0,05	<0,02	9,51	1,76	207	146,5
10/07/2013	PIEZB	7,8	460	8	37	10,65	24	2	<0,05	0,12	7	2,54	235	80,5
10/01/2014	PIEZB	7,5	466	9	40	11,9	24	5	<0,05	0,04	16	2,4	234	<0,1

Data	Piezometro	Idrocarburi leggeri (C9<=C<=C12)	Idrocarburi leggeri (C9<=C<=C12)
		mg/l	mg/l
08/04/2013	PIAZB	<0,5	1,3
30/10/2013	PIAZB	<0,5	<0,05

Tabella 6 - Chimismo acque sotterranee



PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE – CAVA BARCA 2014

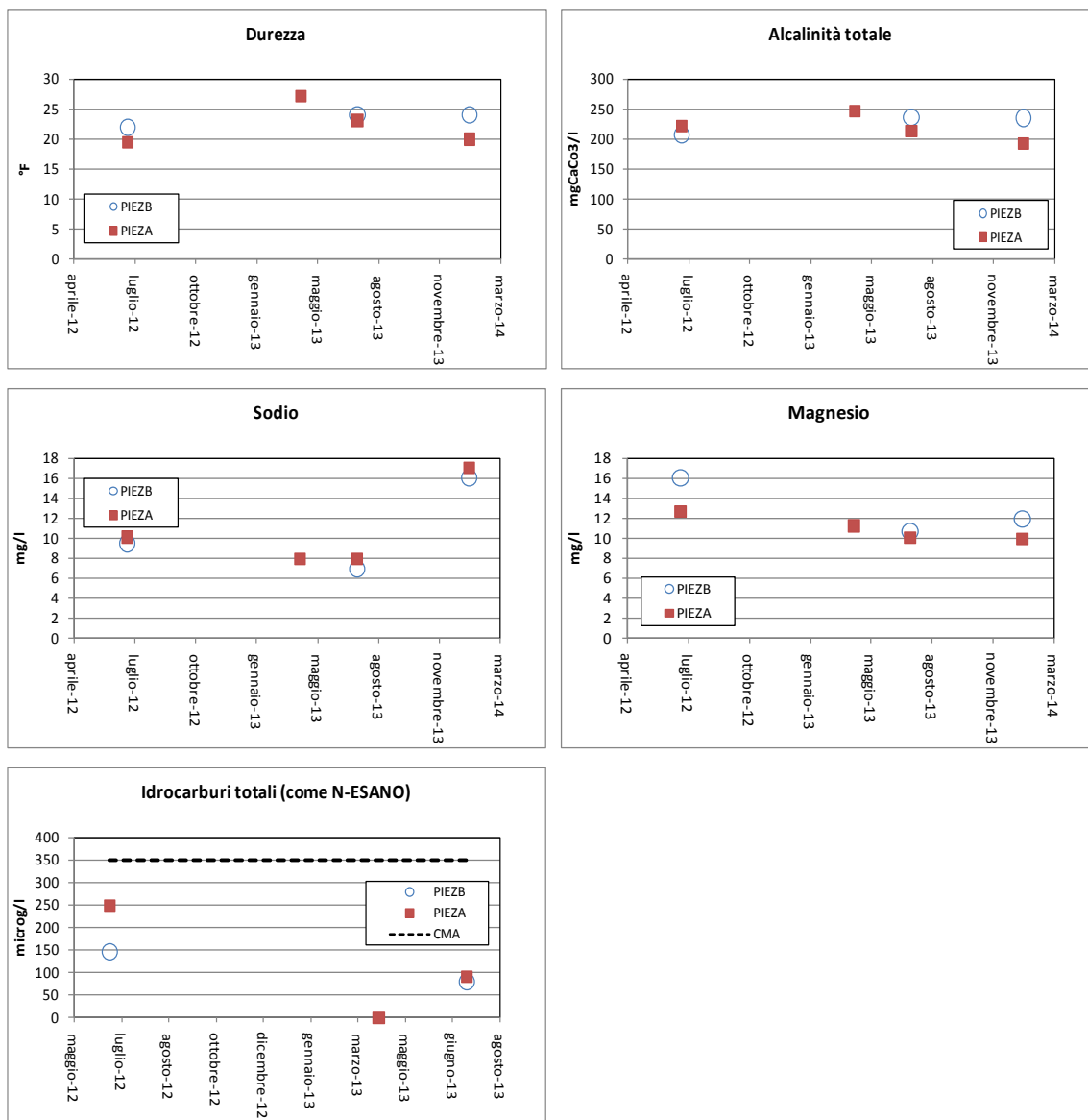


Fig. 63 - Diagrammi dell'andamento dei principali parametri chimici del 1° e 2° acquifero

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÷10  $\text{mg}/\text{l}$ ; I valori dei nitrati risultano bassi e compresi tra 2 e 18  $\text{mg}/\text{l}$ ; I solfati risultano compresi tra 30 e 60  $\text{mg}/\text{l}$ ; Gli idrocarburi totali sono sempre presenti con valori inferiori a quello 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.

## 9. 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

$\phi_k$  = valore dell'angolo di attrito interno (valore caratteristico)

$\phi_d$  = 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)

$\gamma_k$  = peso di volume (valore caratteristico)

$\gamma_d$  = 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

### 9.1 Azione sismica di progetto

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

Sito in esame.

latitudine (ED50): 44,558005    longitudine: 11.027384

Classe: 1 -- Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16503	Lat: 44,558040	Lon: 10,965210	Distanza: 4926.1
Sito 2 ID: 16504	Lat: 44,559510	Lon: 11.036330	Distanza: 651.4
Sito 3 ID: 16726	Lat: 44.509540	Lon: 11.037290	Distanza: 5446.1
Sito 4 ID: 16725	Lat: 44,5580	Lon: 10.967290	Distanza: 7315.7

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,051 g  
 Fo: 2,485  
 Tc\*: 0,255 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 35 [anni]  
 ag: 0,055 g  
 Fo: 2,490  
 Tc\*: 0,260 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 332 [anni]  
 ag: 0,141 g  
 Fo: 2,379  
 Tc\*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 682 [anni]  
 ag: 0,183 g  
 Fo: 2,391  
 Tc\*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200	Cc: 1,450	St: 1,000
Kh: 0,012	Kv: 0,006	Beta: 0,200
Amax: 0,589 m/sec <sup>2</sup>		

SLD:

Ss: 1,200	Cc: 1,440	St: 1,000
Kh: 0,013	Kv: 0,007	Beta: 0,200
Amax: 0,642 m/sec <sup>2</sup>		

SLV:

Ss: 1,200	Cc: 1,400	St: 1,000
Kh: 0,041	Kv: 0,020	Beta: 0,240
Amax: 1.665 m/sec <sup>2</sup> - 0.170 g		

SLC:

Ss:	1,200	Cc:	1,390	St:	1,000
Kh:	0,053	Kv:	0,026	Beta:	0,240
Amax:	2,157 m/sec <sup>2</sup>				

**9.2 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. 64 e 65):

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLU	1.293	1.1	1.18 > 1
Scarpata di scavo	dinamica - SLV	1.205	1.1	1.10 > 1

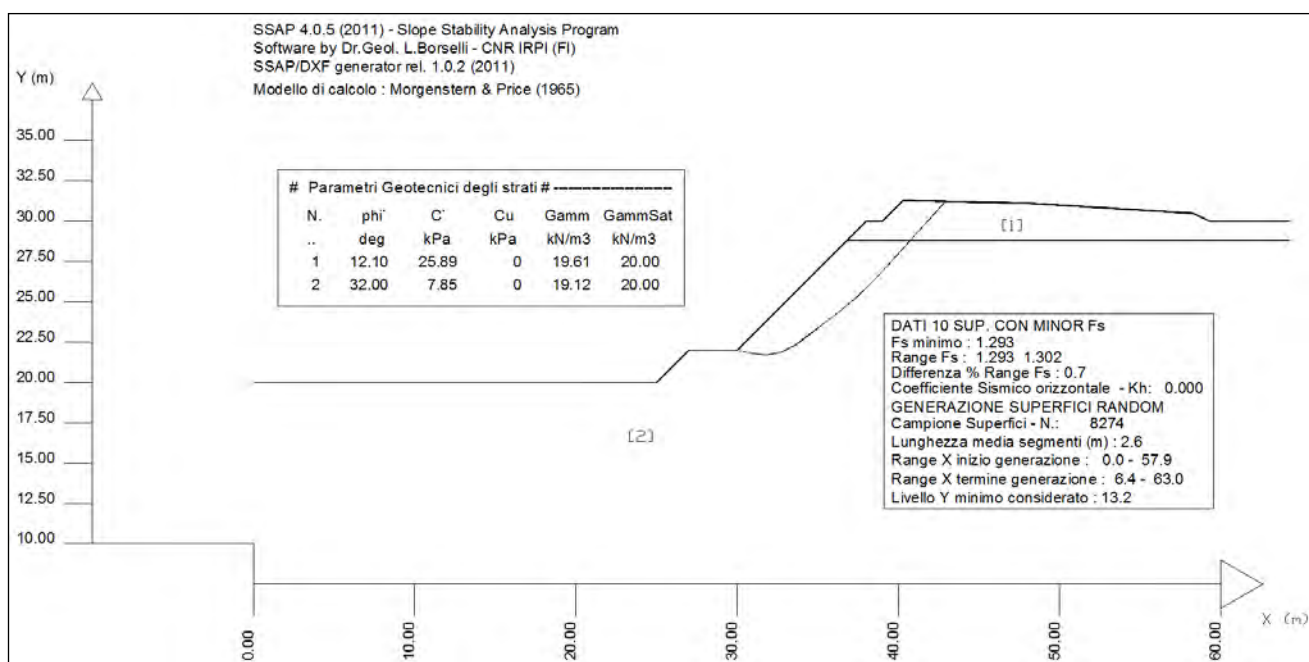


Fig. 64 - Risultati analisi di stabilità parete di scavo in condizioni statiche

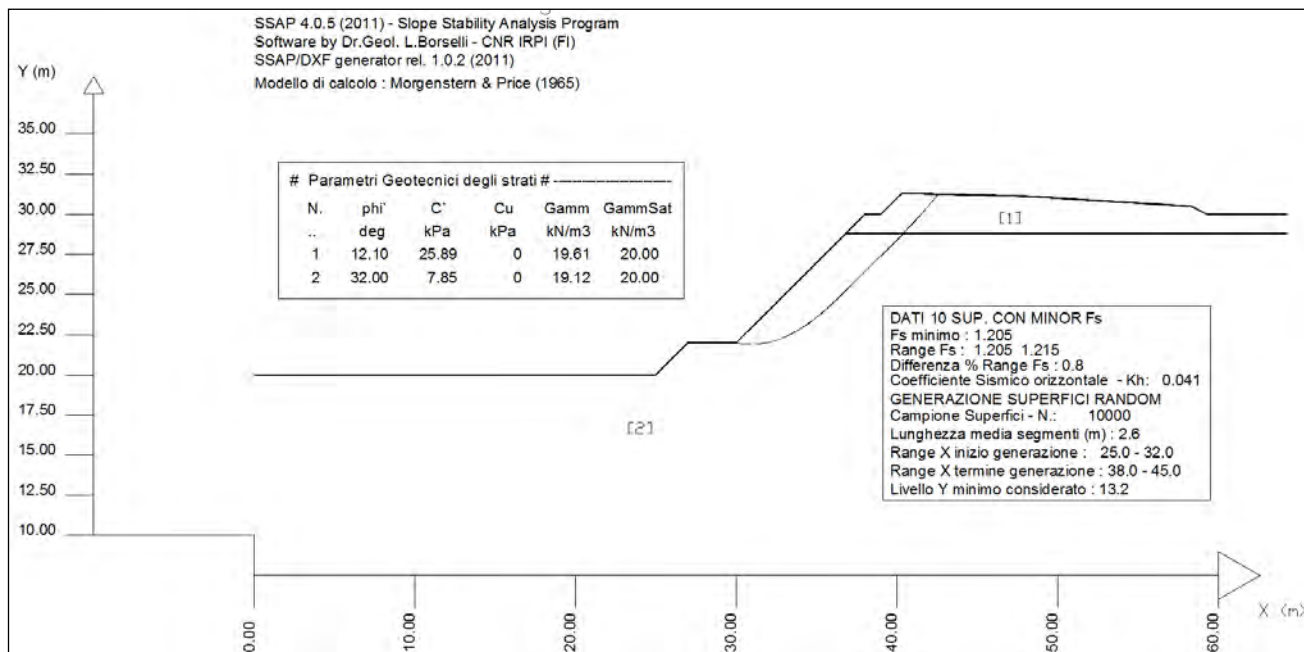


Fig. 65 - Risultati analisi di stabilità parete di scavo in condizioni dinamiche

### 9.3. Verifiche di stabilità scarpata di ripristino

Per quanto concerne le pareti di ripristino queste ultime presentano altezze variabili di 3.0-4.0 metri, con angoli di scarpa pari a 20°. In tale situazione (fig. 66) 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 7.0 kPa e angolo di attrito pari a 9°, valori facilmente raggiungibili con la normale compattazione meccanica del terreno durante la stesura.

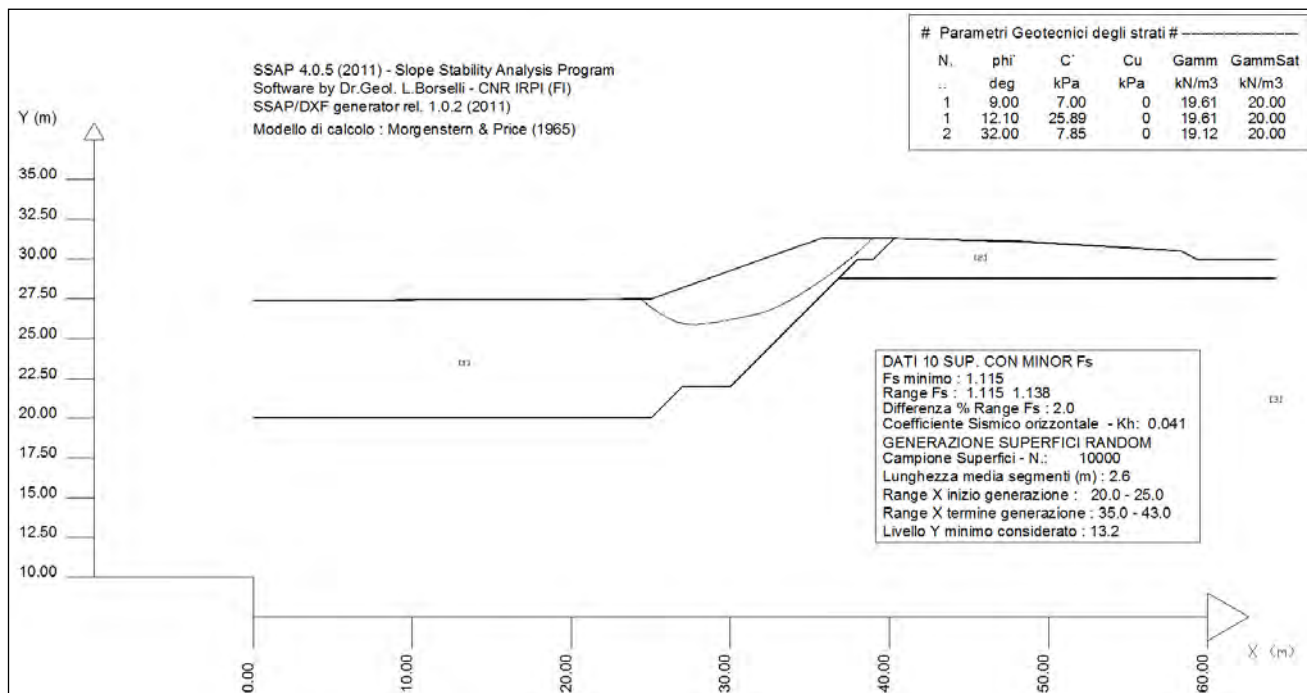


Fig. 66 - Risultati analisi di stabilità in back analysis (condizioni dinamiche)

## 10. 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 Barca 2014".

Dott. Geol. A. Fiori

Formigine lì, Aprile 2015

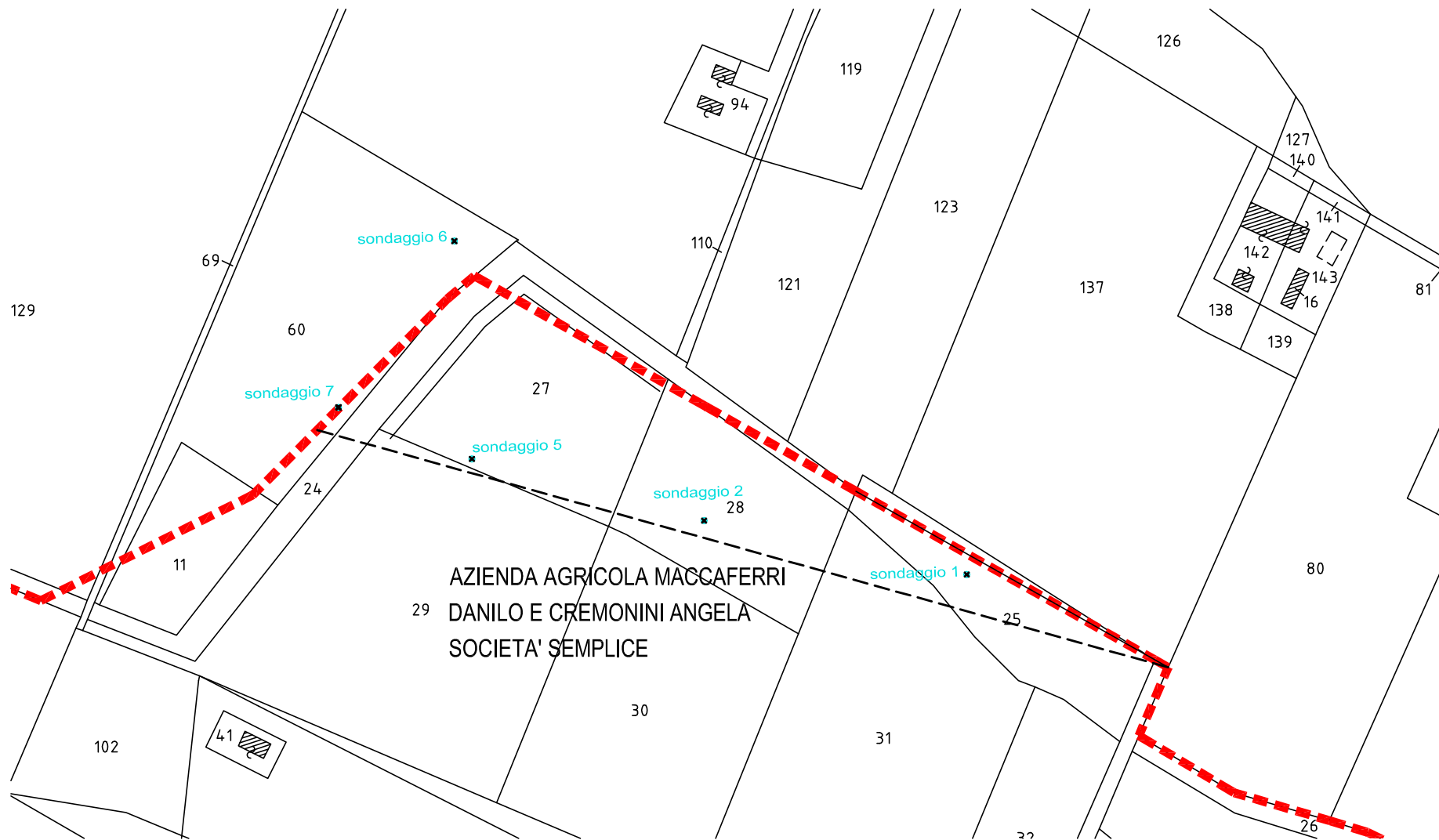


# ALLEGATO 1

- Stratigrafia Sondaggio S1
- Prove penetrometriche dinamiche







AZIENDA AGRICOLA MACCAFERRI  
DANILO E CREMONINI ANGELA  
SOCIETA' SEMPLICE

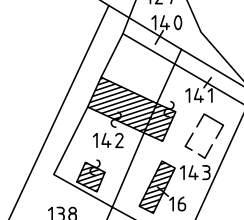
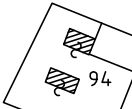
sondaggio 6

sondaggio 7

sondaggio 5

sondaggio 2

sondaggio 1



<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	riferimento	<b>016-2011</b>
	certificato n°	
	n° verb. accett.	

Committente: <b>Studio Lorenzoni</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data esec.: <b>23/09/2011</b>
Cantiere: <b>Maccaferri d'Amico</b>	Scala: <b>1:25</b>	Data certificato: <b>29/09/2011</b>
Località: <b>San Cesario sul Panaro (MO)</b>	Pagina: <b>02/04</b>	Falda: <b>Assente</b>
	Elaborato:	



<b>Penetrometro:</b> DPSH (S. Heavy) Massa battente: 63,50 m Altezza caduta: 0,75 m Avanzamento: 0,20 m	Responsabile: Assistente:	Estrazione: prc. Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT:
--	------------------------------	--

nota: FON000

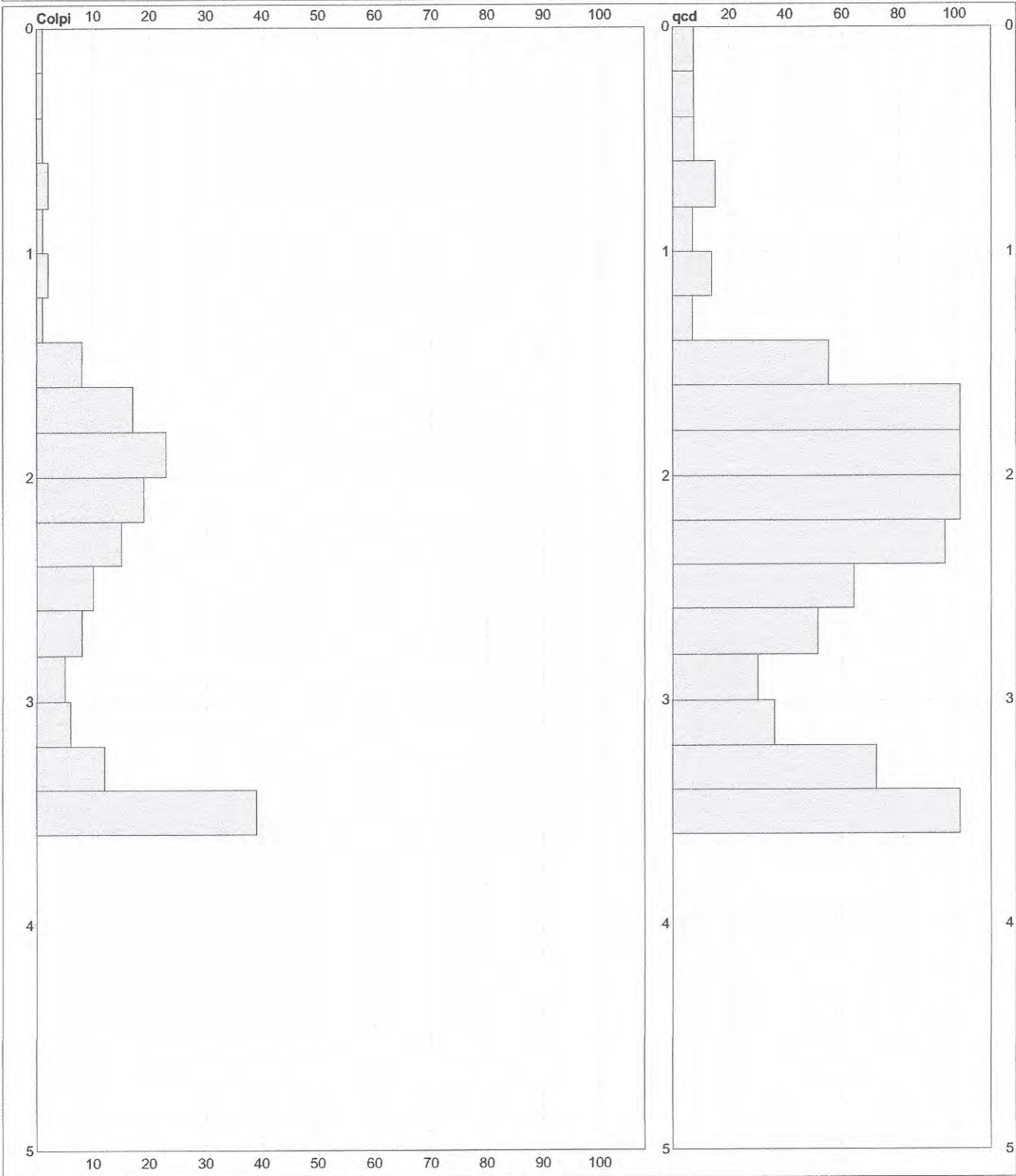
Aiuto Sperimentatore \_\_\_\_\_

Direttore \_\_\_\_\_

pag.

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA</b>	<b>CPT</b>	<b>2</b>
	riferimento	<b>016-2011</b>
	certificato n°	
	n° verb. accett.	

Committente: <b>Studio Lorenzoni</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data esec.: <b>23/09/2011</b>
Cantiere: <b>Maccaferri d'Amico</b>	Scala: <b>1:25</b>	Data certificato: <b>29/09/2011</b>
Località: <b>San Cesario sul Panaro (MO)</b>	Pagina: <b>02/04</b>	Falda: <b>Assente</b>
	Elaborato:	

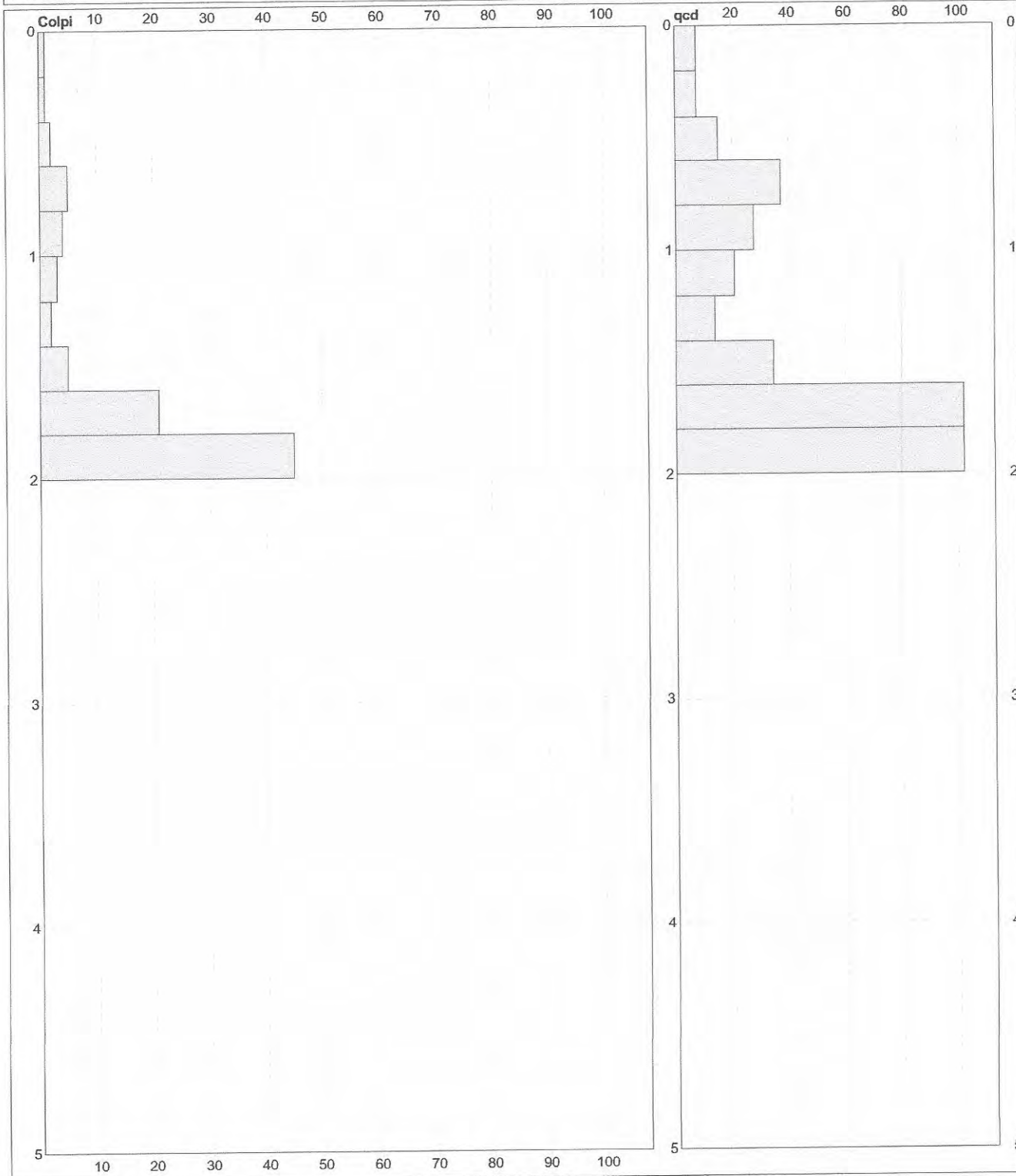


<b>Penetrometro:</b> DPSH (S. Heavy) <b>Massa battente:</b> 63,50 m <b>Altezza caduta:</b> 0,75 m <b>Avanzamento:</b> 0,20 m	<b>Responsabile:</b> <b>Assistente:</b>	<b>Autografo:</b> pcc. <b>Corr. astine:</b> kg/ml <b>Cod. ISTAT:</b>
---	--	--

nota: FON000

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA</b>	<b>CPT</b>	<b>5</b>
	riferimento	<b>016-2011</b>
	certificato n°	
	n° verb. accett.	

Committente: <b>Studio Lorenzoni</b> Cantiere: <b>Maccaferri d'Amico</b> Località: <b>San Cesario sul Panaro (MO)</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b> Scala: <b>1:25</b> Pagina: <b>02/04</b> Elaborato:	Data esec.: <b>23/09/2011</b> Data certificato: <b>29/09/2011</b> Falda: <b>Assente</b>
---	---	---

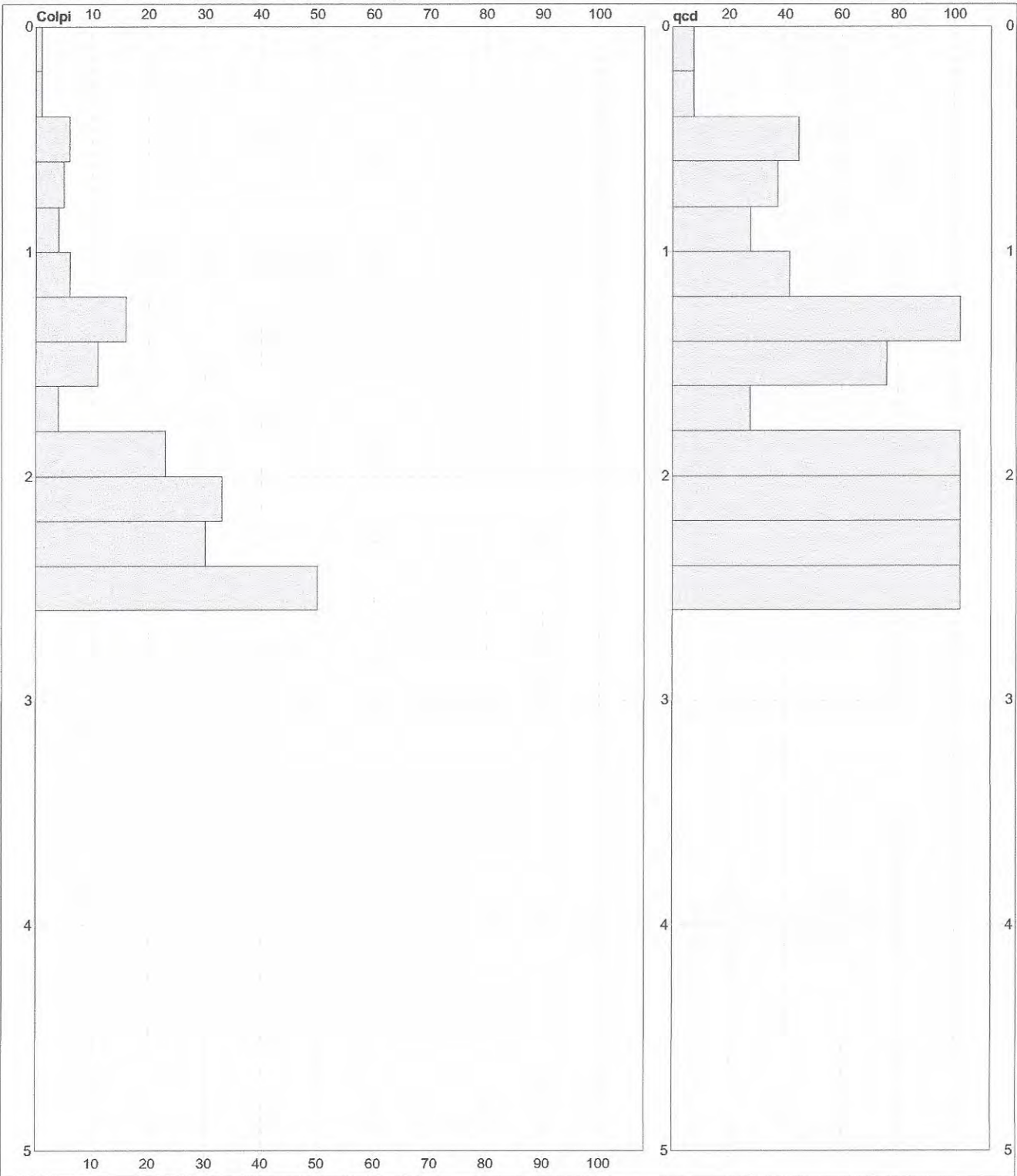


Penetrometro: <b>DPSH (S. Heavy)</b> Massa battente: <b>63,50 m</b> Altezza caduta: <b>0,75 m</b> Avanzamento: <b>0,20 m</b>	Responsabile: Assistente:	Escritta: <b>ptc.</b> Corr. astine: <b>kg/ml</b> Cod. ISTAT:
---	------------------------------	--

nota: FON000

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA</b>	<b>CPT</b>	<b>6</b>
	riferimento	<b>016-2011</b>
	certificato n°	
	n° verb. accett.	

Committente: <b>Studio Lorenzoni</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data esec.: 23/09/2011
Cantiere: <b>Maccaferri d'Amico</b>	Scala: 1:25	Data certificato: 29/09/2011
Località: <b>San Cesario sul Panaro (MO)</b>	Pagina: 02/04	Falda: Assente
	Elaborato:	



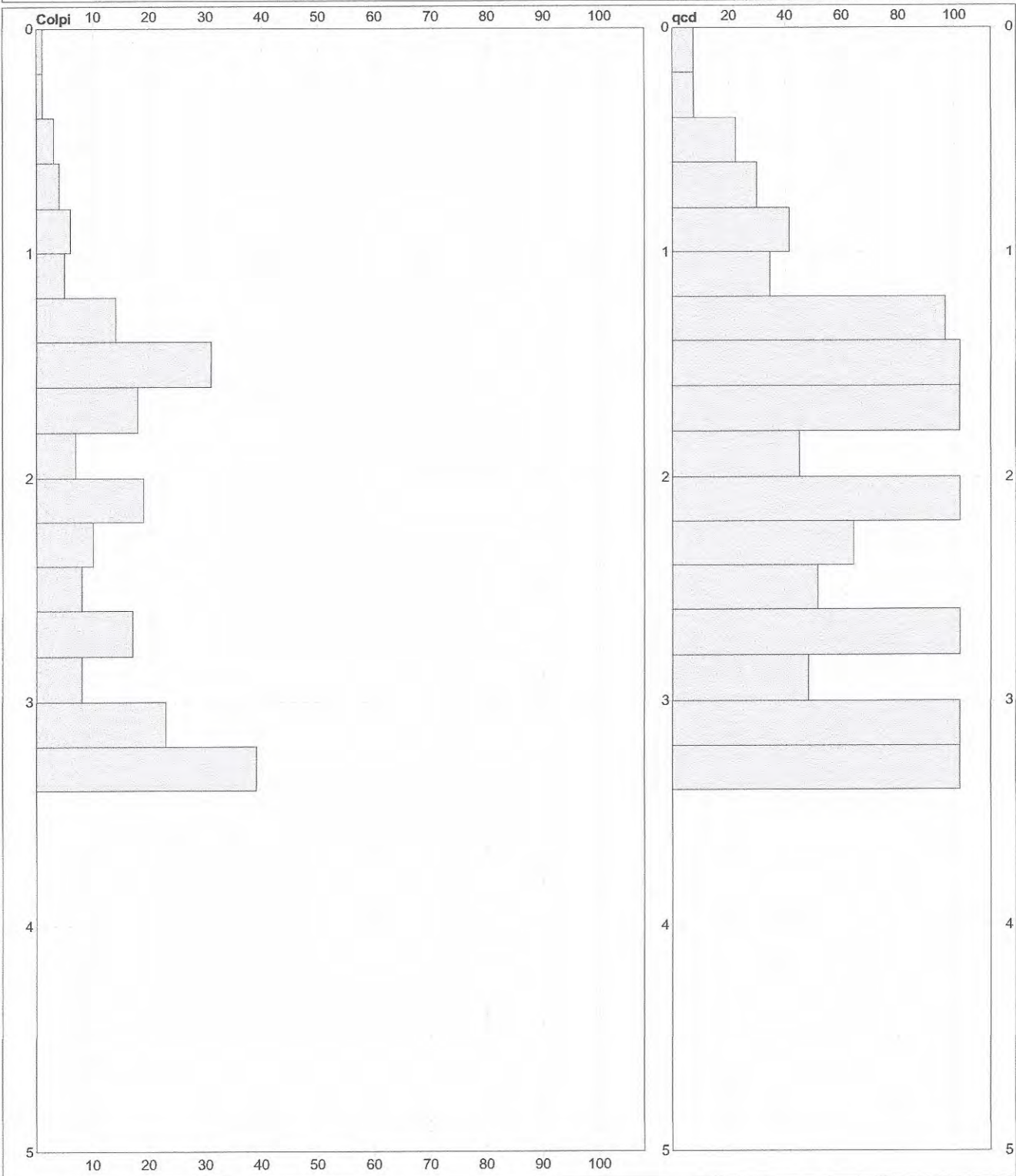
<b>Penetrometro:</b> DPSH (S. Heavy) Massa battente: 63,50 m Altezza caduta: 0,75 m Avanzamento: 0,20 m	Responsabile: Assistente:	Effett. ass.: prc. Corr. astine: kg/ml Cod. ISTAT:
--	------------------------------	--

nota: FON000



<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA</b>	<b>CPT</b>	<b>7</b>
	riferimento	<b>016-2011</b>
	certificato n°	
	n° verb. accett.	

Committente: <b>Studio Lorenzoni</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data esec.: <b>23/09/2011</b>
Cantiere: <b>Maccaferri d'Amico</b>	Scala: <b>1:25</b>	Data certificato: <b>29/09/2011</b>
Località: <b>San Cesario sul Panaro (MO)</b>	Pagina: <b>02/04</b>	Falda: <b>Assente</b>
	Elaborato:	

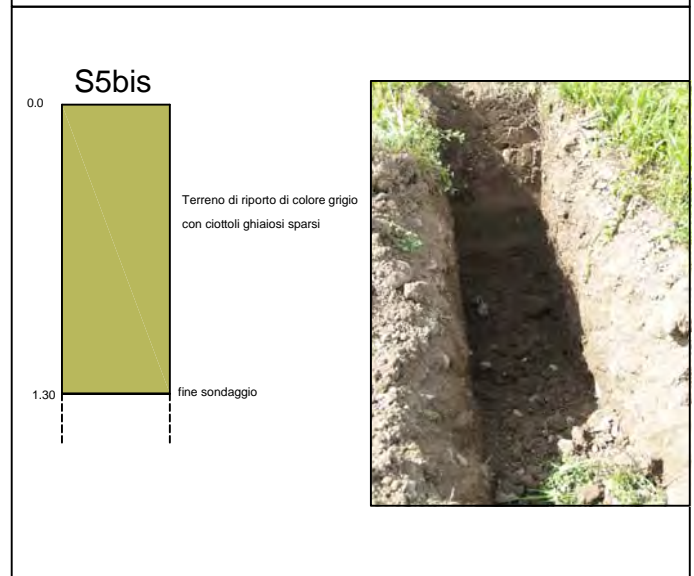
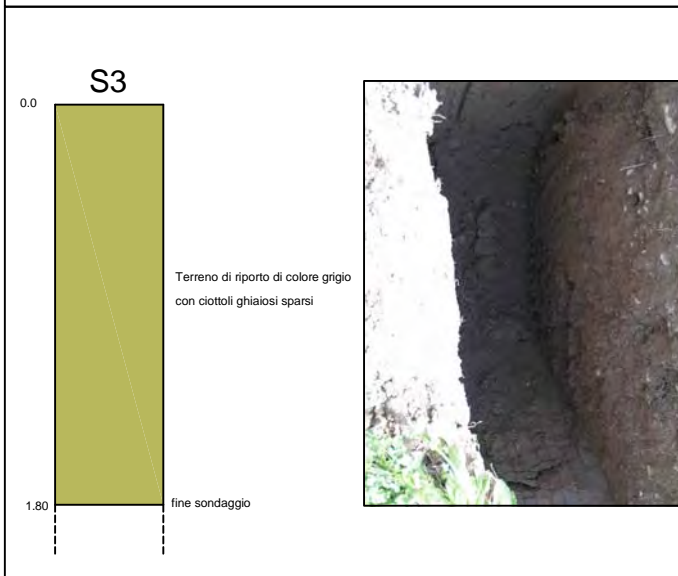
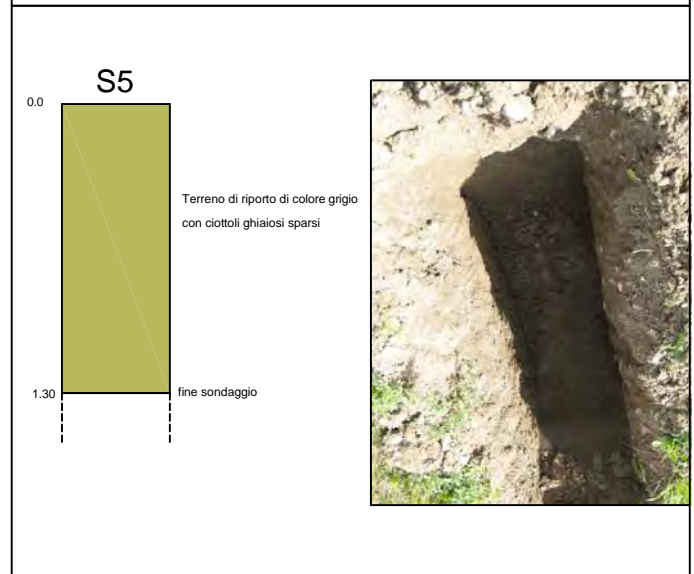
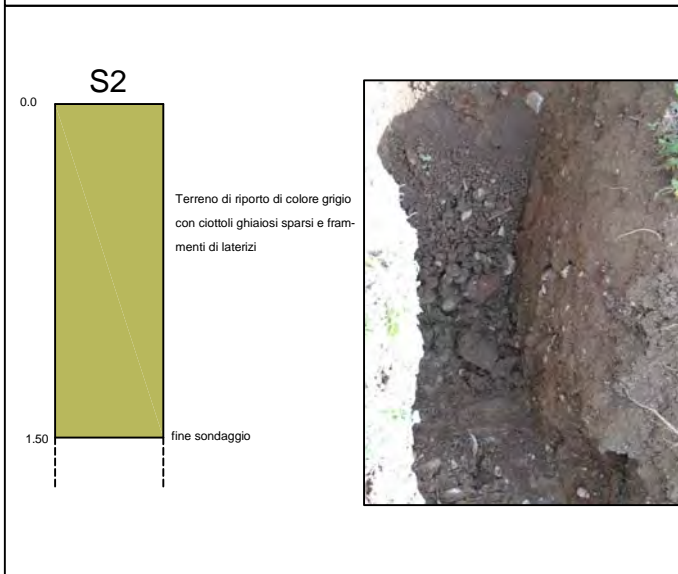
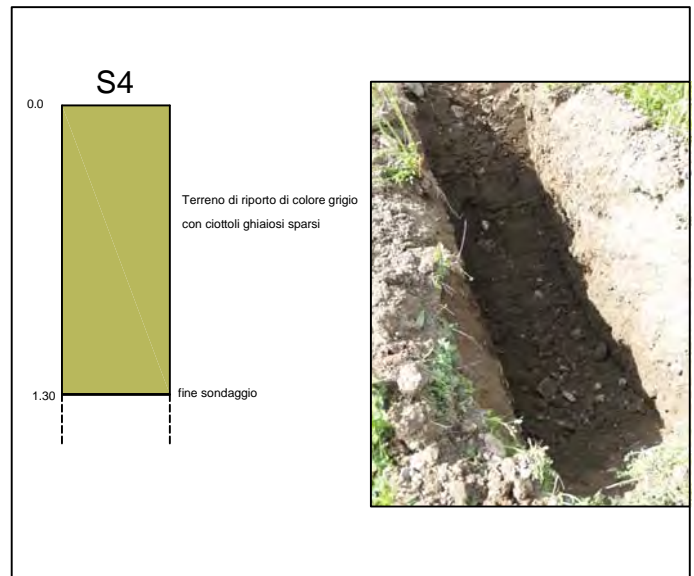
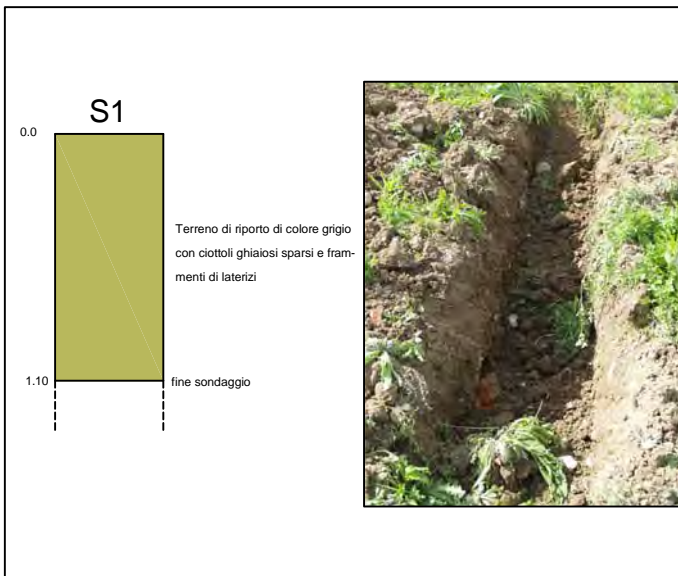


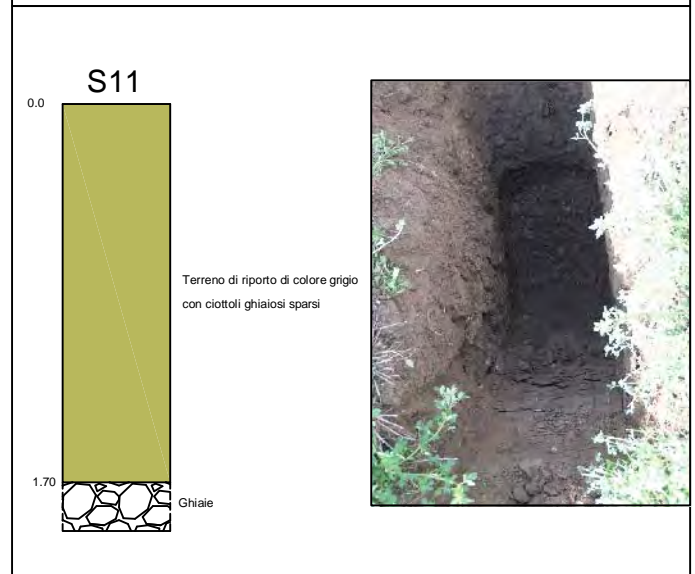
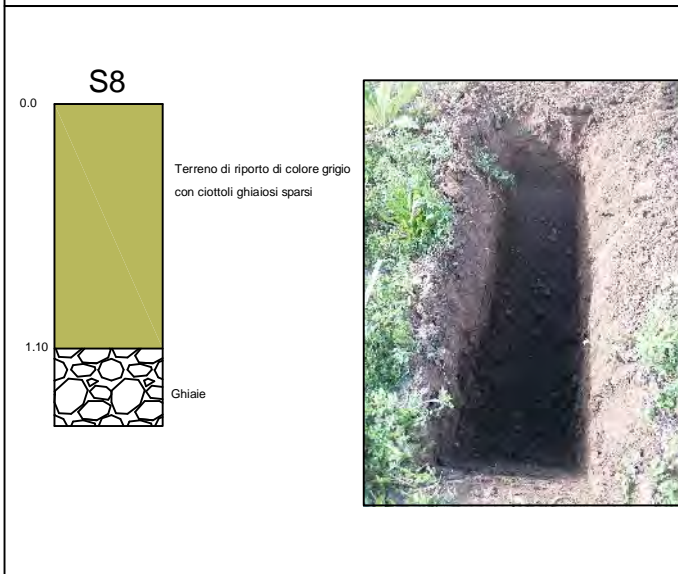
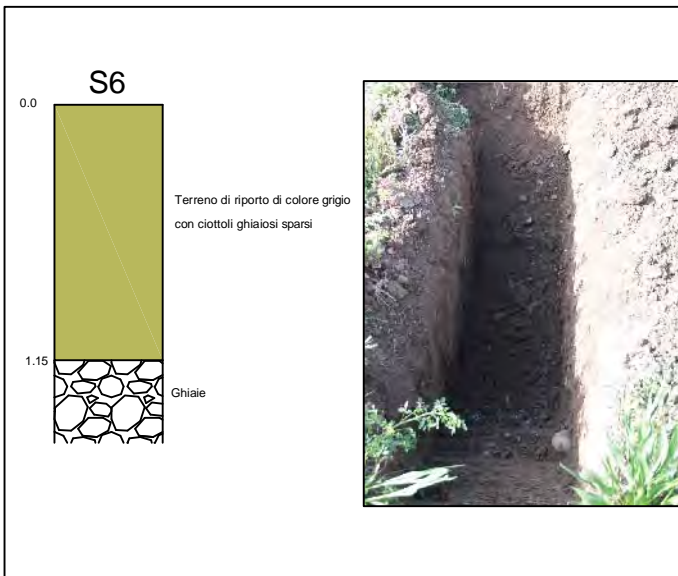
Penetrometro: <b>DPSH (S. Heavy)</b>	Responsabile:	Elaborato: <b>prc.</b>
Massa battente: <b>63,50 m</b>	Assistente:	Corr. astine: <b>kg/ml</b>
Altezza caduta: <b>0,75 m</b>		Cod. ISTAT:
Avanzamento: <b>0,20 m</b>		

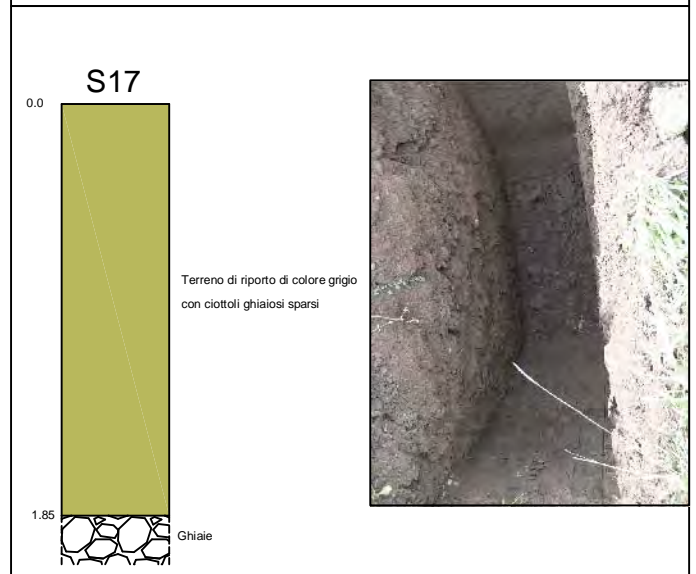
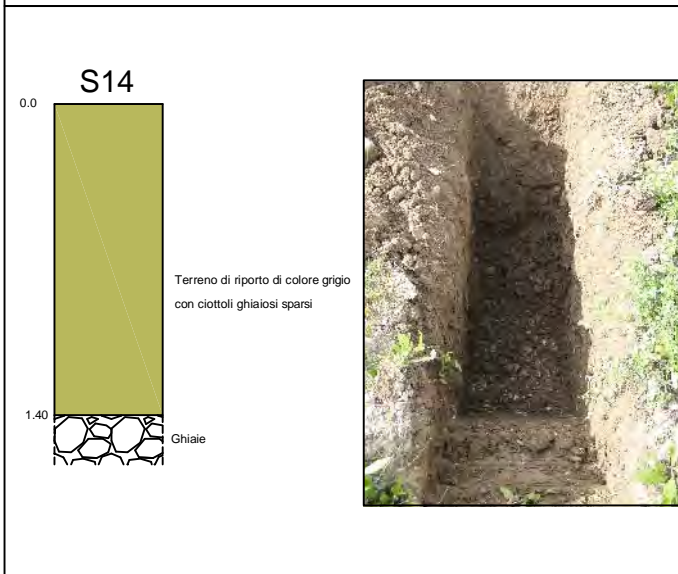
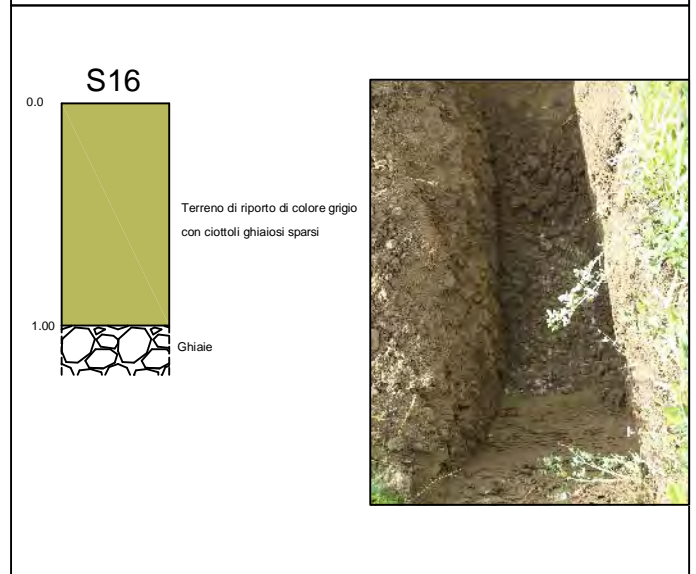
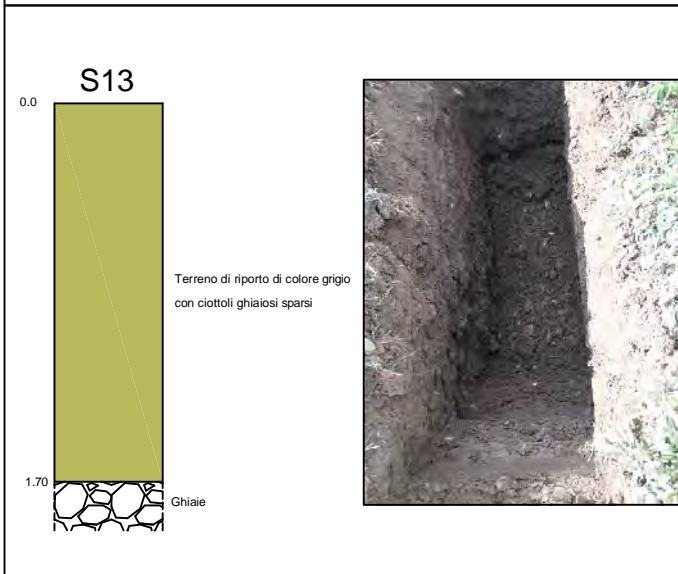
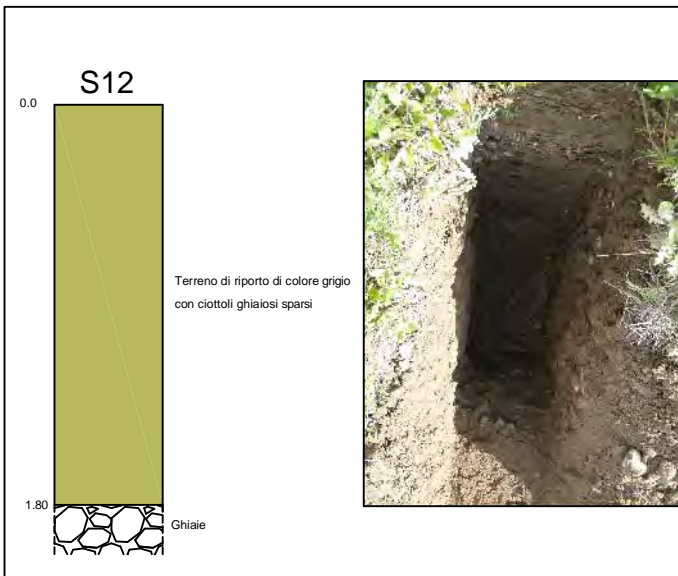
nota: FON000

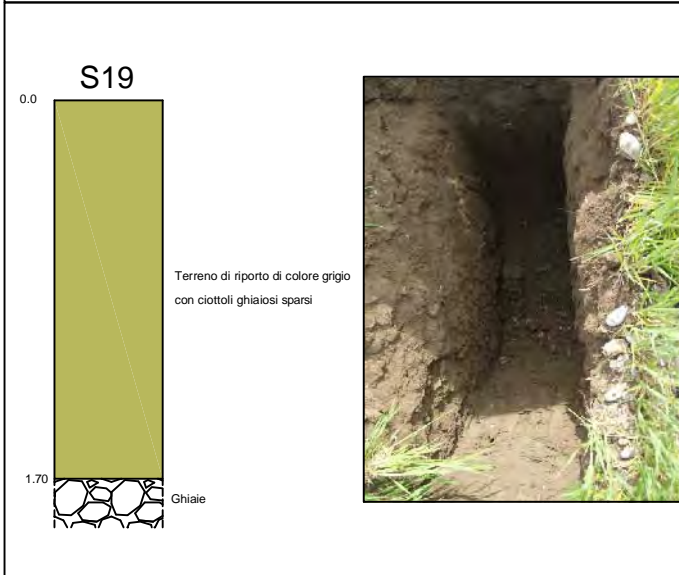
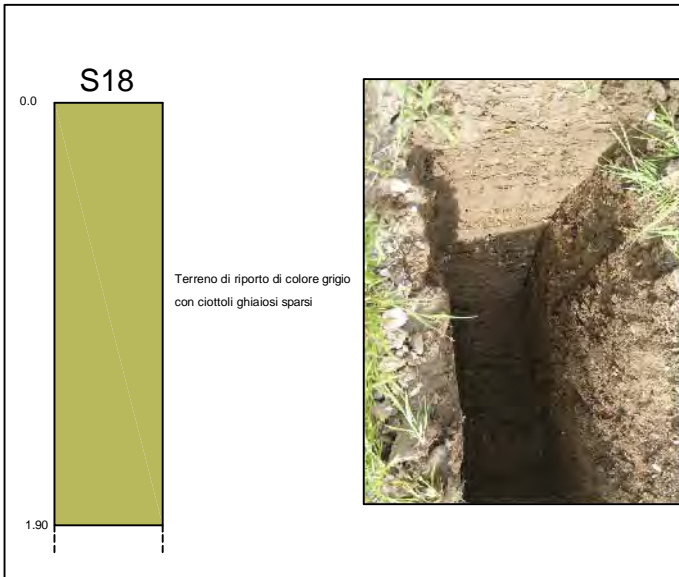
# ALLEGATO 2

- Stratigrafia Sondaggio da S1 a S20









# ALLEGATO 3

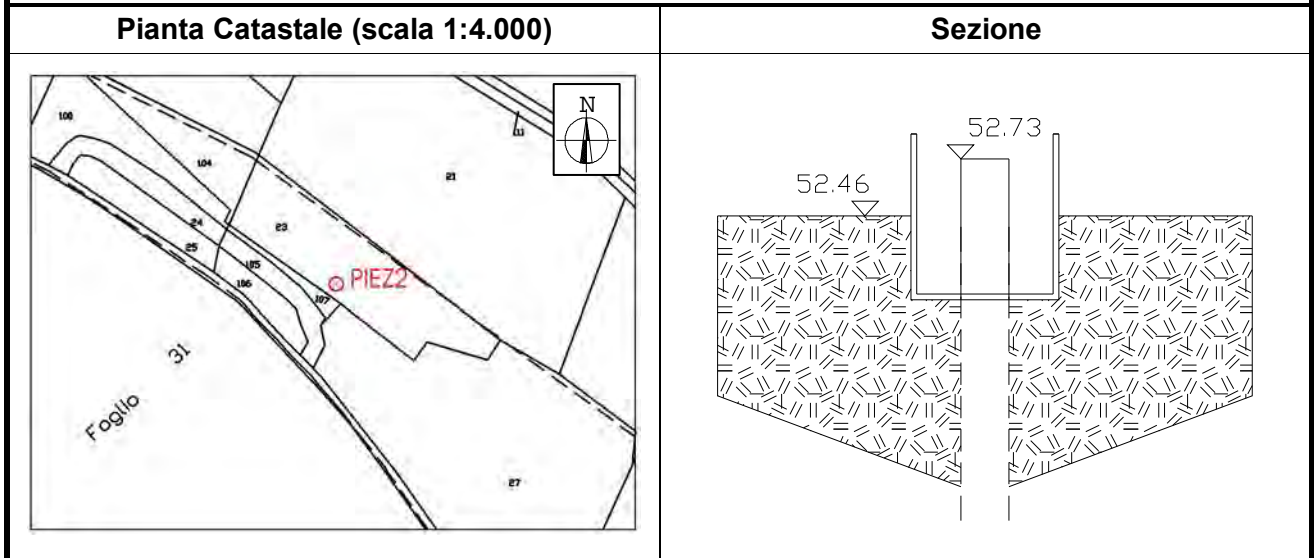
- Schede piezometri





TUBAGGIO				FILTRI		
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	22	125	PVC	15	20	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

**MONOGRAFIA**



**FOTOGRAFIA**



**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo

## UBICAZIONE PIEZOMETRO

<b>Provincia:</b>	Modena	<b>C.T.R. 1:5.000</b>	220013 "S. Cesario sul Panaro"
<b>Comune:</b>	San Cesario s. P.	<b>Coord. G.B.:</b>	4935450 N / 1660966 E
<b>Località:</b>	/	<b>Quota p.c. piezo. (m):</b>	50.01
<b>Via:</b>	/	<b>Quota rif. testa tubo (m):</b>	50.33

## GENERALITÀ

## DATI TECNICI DEL PIEZOMETRO

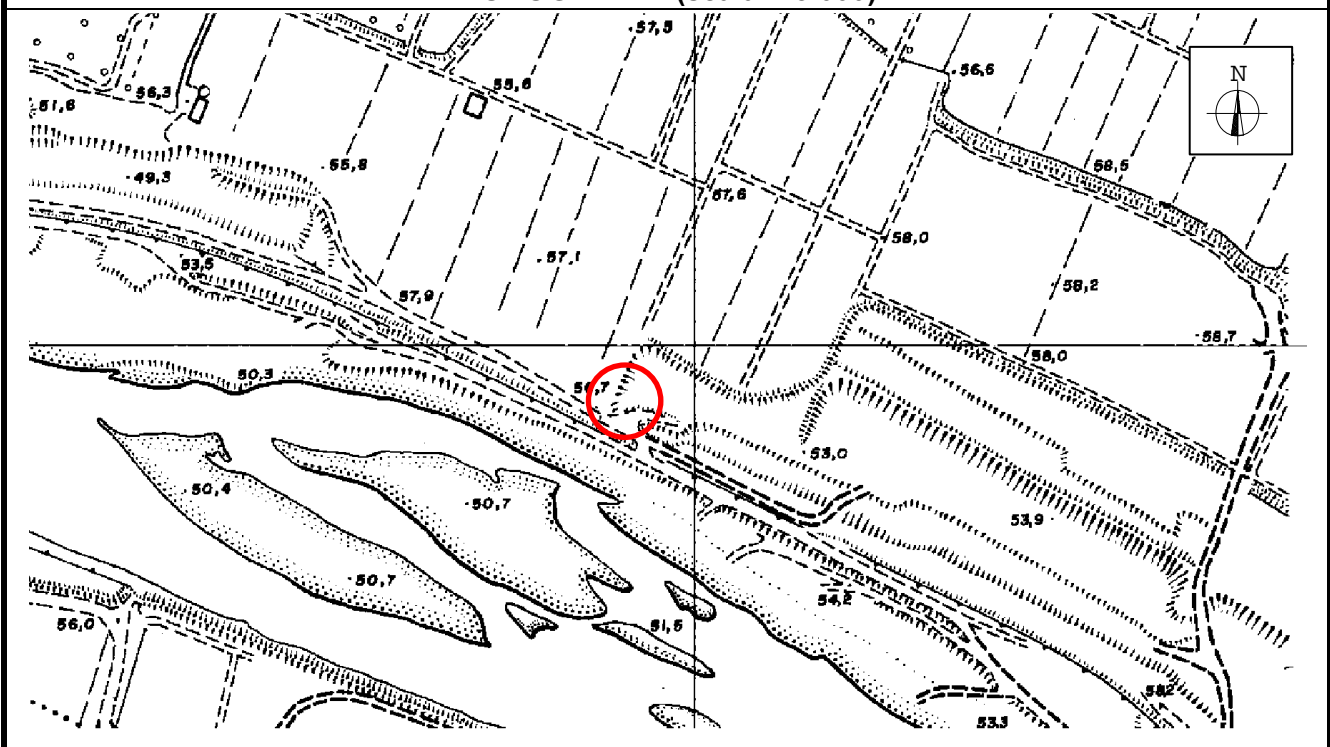
<b>Proprietà:</b>	Frantoio Maccaferri s.r.l.	<b>Uso:</b>	Monitoraggio cave Polo 8		
<b>Residenza:</b>	S. Cesario sul Panaro	<b>Tipo:</b>	Tubolare in PVC		
<b>Via:</b>	F.lli Cervi, 7	<b>Profondità (m):</b>	22	<b>Φ (mm):</b>	125
<b>Ubic. Catast.</b>	Foglio 30, Mappale 45	<b>Pompa:</b>	Non presente	<b>Prof. Install.:</b>	/

## STRATIGRAFIA

Misurabile:  si  noCampionabile:  si  no

profondità	litologia	LIVELLO STATICO (m)		
		Data	da testa tubo	m.s.l.
0 - 3	Argilla			
3 - 21	Ghiaia			
21 - 22	Argilla	30/06/2005	- 5.25	45.08
		14/04/2014	-1.69	48.32

## COROGRAFIA (scala 1:5.000)



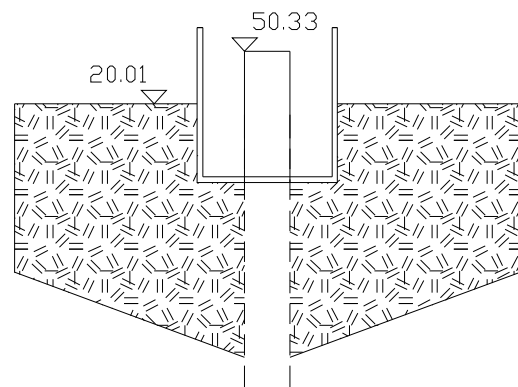
TUBAGGIO				FILTRI		
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	22	125	PVC	16	21	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

**MONOGRAFIA**

**Pianta Catastale (1:4.000)**



**Sezione**



**FOTOGRAFIA**



**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo

**UBICAZIONE PIEZOMETRO**

<b>Provincia:</b>	Modena	<b>C.T.R. 1:5.000</b>	220013 "S. Cesario sul Panaro"
<b>Comune:</b>	San Cesario s. P.	<b>Coord. G.B.:</b>	4935624 N / 1660483 E
<b>Località:</b>	/	<b>Quota p.c. piezo. (m):</b>	48.67
<b>Via:</b>	/	<b>Quota rif. testa tubo (m):</b>	48.58

**GENERALITÀ**

**DATI TECNICI DEL PIEZOMETRO**

<b>Proprietà:</b>	Az. Agr. Santa Barbara	<b>Uso:</b>	Monitoraggio cave Polo 8		
<b>Residenza:</b>	S. Cesario sul Panaro	<b>Tipo:</b>	Tubolare in PVC		
<b>Via:</b>	Pioppe, 983	<b>Profondità (m):</b>	21	<b>Φ (mm):</b>	125
<b>Ubic. Catast.</b>	Foglio 30, Mappale 33	<b>Pompa:</b>	Non presente	<b>Prof. Install.:</b>	/

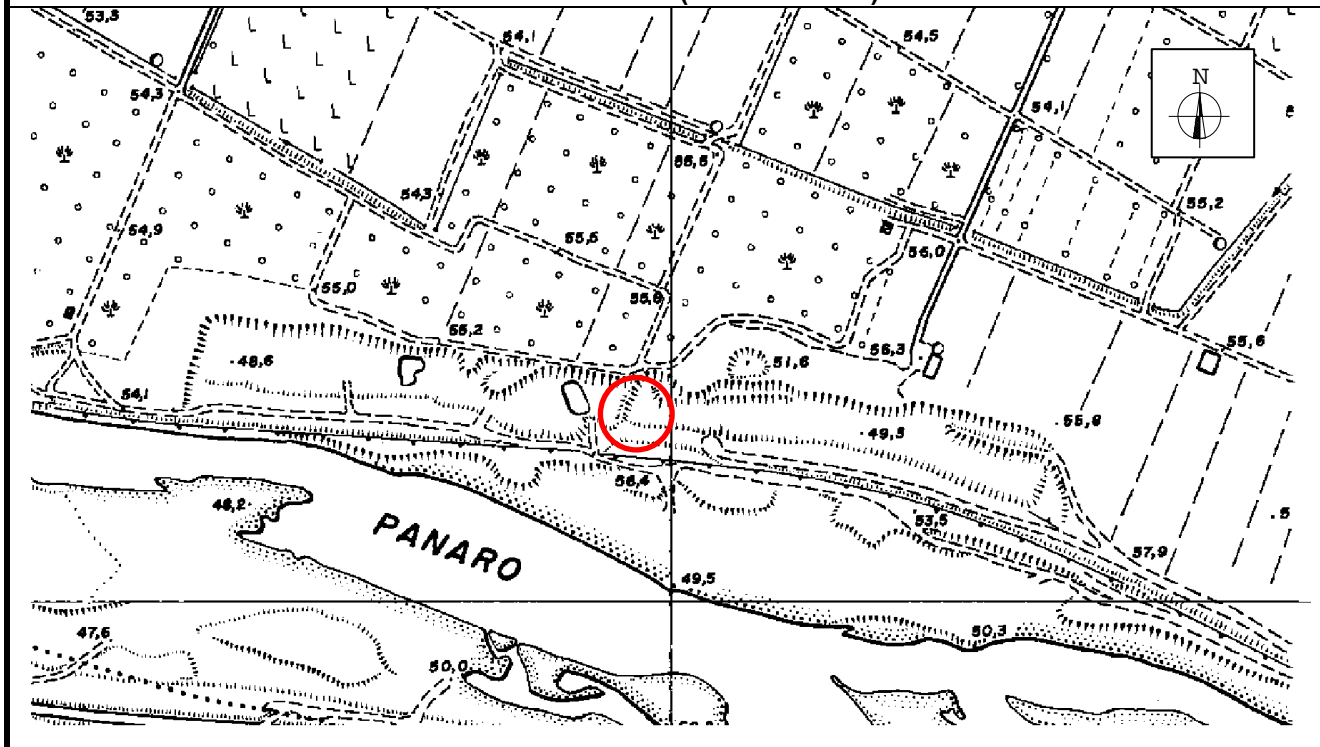
**STRATIGRAFIA**

**Misurabile:**  si  no

**Campionabile:**  si  no

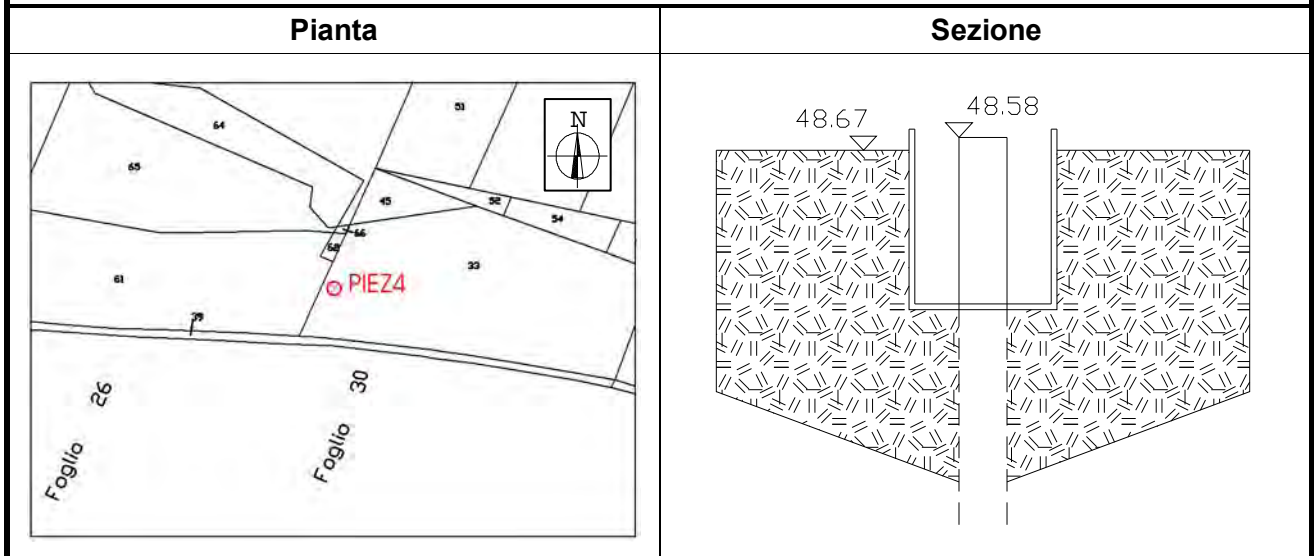
profondità	litologia	LIVELLO STATICO (m)		
		Data	da testa tubo	m.s.l.
0 - 3	Argilla			
3 - 20	Ghiaia			
20 - 21	Argilla	30/06/2005	- 6.96	41.62
		17/04/2014	-3.83	44.75

**COROGRAFIA (scala 1:5.000)**



TUBAGGIO			FILTRI			
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	21	125		15	20	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

**MONOGRAFIA**



**FOTOGRAFIA**



**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo

## UBICAZIONE PIEZOMETRO

<b>Provincia:</b>	Modena	<b>C.T.R. 1:5.000</b>	220013
<b>Comune:</b>	San Cesario s. P.	<b>Coord. G.B.:</b>	4935531 N / 1661402 E
<b>Località:</b>	Seghizza	<b>Quota p.c. piezo. (m):</b>	57.63
<b>Via:</b>	/	<b>Quota rif. testa tubo (m):</b>	57.82

## GENERALITÀ

## DATI TECNICI DEL PIEZOMETRO

<b>Proprietà:</b>	Vignali A. & Bettazzoni D. s.n.c.	<b>Usò:</b>	Monitoraggio cave Polo 8		
<b>Residenza:</b>	S. Cesario sul Panaro	<b>Tipo:</b>	Tubolare in PVC		
<b>Via:</b>	Pioppe, 177	<b>Profondità (m):</b>	28	<b>Φ (mm):</b>	125
<b>Ubic. Catast.</b>	Foglio 31, Mappale 1	<b>Pompa:</b>	Non presente	<b>Prof. Install.:</b>	/

## STRATIGRAFIA

Misurabile:  si  no

<b>profondità</b>	<b>litologia</b>	<b>Campionabile:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
-------------------	------------------	----------------------	--

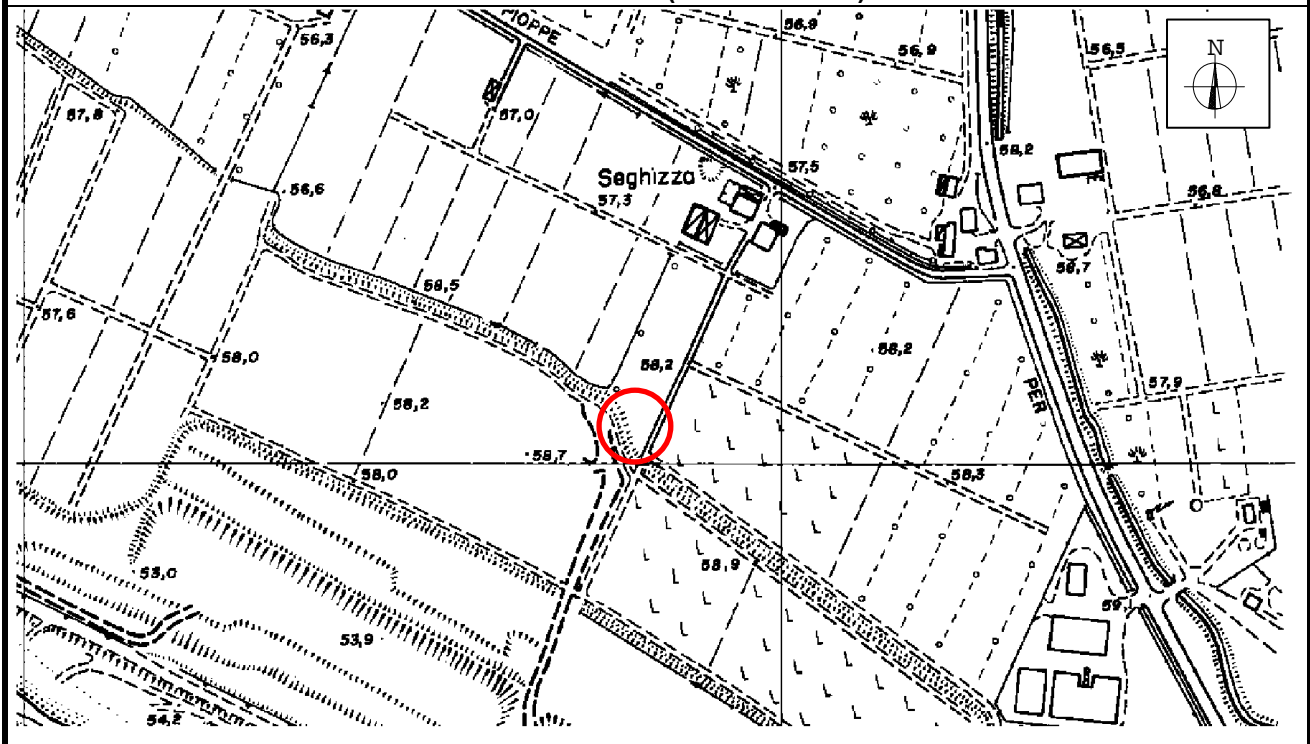
0 - 4 Argilla

4 - 28 Ghiaia

## LIVELLO STATICO (m)

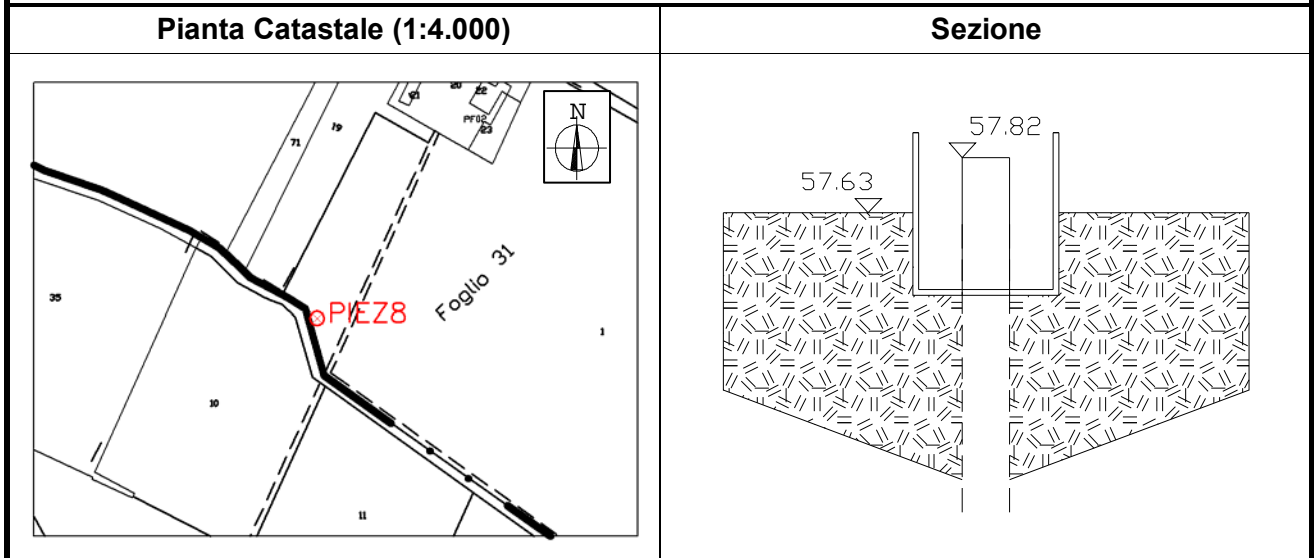
	<i>Data</i>	<i>da testa tubo</i>	<i>m.s.l.</i>
	30/06/2005	- 16.93	40.04
	17/04/2014	- 13.48	44.15

## COROGRAFIA (scala 1:5.000)



TUBAGGIO				FILTRI		
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	28	125	PVC	23	28	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

**MONOGRAFIA**



**FOTOGRAFIA**



**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo

## UBICAZIONE PIEZOMETRO

Provincia:	Modena	C.T.R. 1:5.000	220013 "S. Cesario sul Panaro"
Comune:	San Cesario s. P.	Coord. G.B.:	4935703 N / 1661120 E
Località:	/	Quota p.c. piezo. (m):	56.21
Via:	/	Quota rif. testa tubo (m):	56.14

## GENERALITÀ

## DATI TECNICI DEL PIEZOMETRO

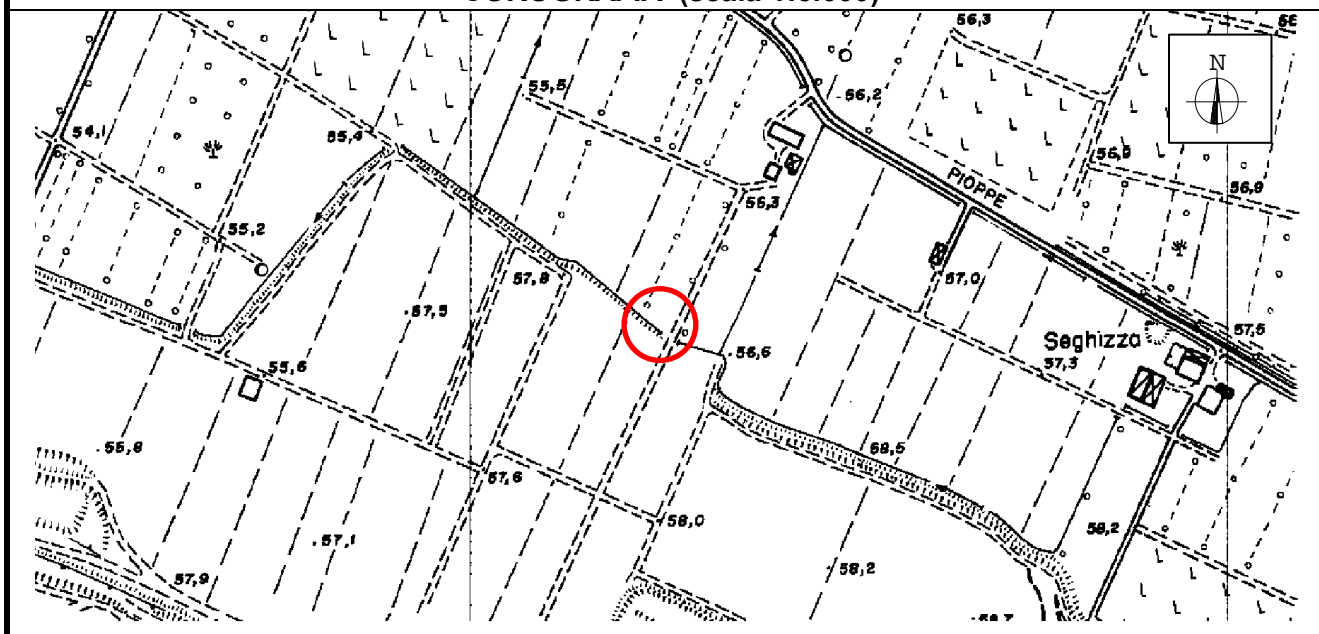
Proprietà:	Frantoio Maccaferri s.r.l.	Usò:	Monitoraggio ambientale Polo 8		
Residenza:	S. Cesario sul Panaro	Tipo:	Tubolare in PVC		
Via:	F.lli Cervi, 7	Profondità (m):	56	Φ (mm):	125
Ubic. Catast.	Foglio 30, Mappale 25	Pompa:	Non presente	Prof. Install.:	/

## STRATIGRAFIA

Misurabile:  si  noCampionabile:  si  no

profondità	litologia	LIVELLO STATICO (m)		
		Data	da testa tubo	m.s.l.
0 – 0.70	Limo sabbioso marrone			
0.70 – 1.00	Sabbia limosa marrone			
1.00 – 28.70	Ghiaia da fine a grossa	30/06/05	- 17.24	38.90
28.70 – 29.40	Ghiaia da fine a grossa	08/09/05	- 18.14	38.00
29.40 – 29.60	Limo grigio-marrone chiaro	14/07/2014	- 14.24	41.90
29.60 – 31.70	Ghiaia da fine a grossa			
31.70 – 32.00	Limo grigio-marrone			
32.00 – 32.80	Ghiaia da fine a grossa			
32.80 – 33.00	Limo grigio-marrone chiaro			
33.00 – 38.80	Ghiaia da fine a grossa			
38.80 – 42.10	Argilla grigio-marrone			
42.10 – 42.60	Argilla grigio-rossastro			
42.60 – 56.00	Ghiaia da fine a grossa			

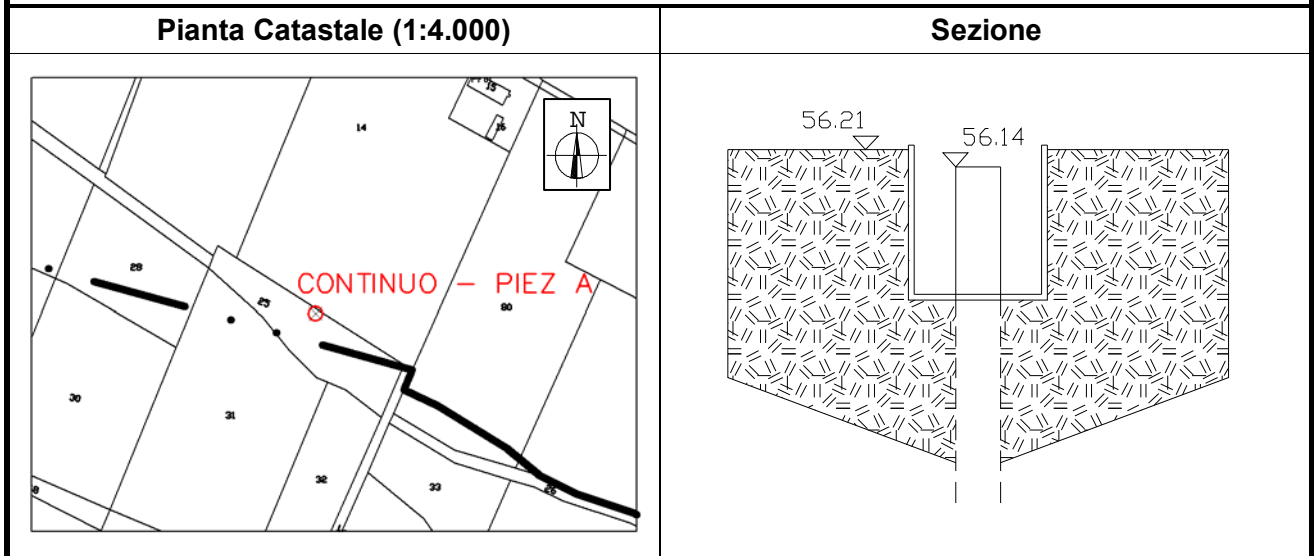
## COROGRAFIA (scala 1:5.000)





TUBAGGIO				FILTRI		
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	56	125	PVC	51	56	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

**MONOGRAFIA**



**FOTOGRAFIA**



**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo

## UBICAZIONE PIEZOMETRO

Provincia:	Modena	C.T.R. 1:5.000	220013 "S. Cesario sul Panaro"
Comune:	San Cesario s. P.	Coord. G.B.:	4935705 N / 1661117 E
Località:	/	Quota p.c. piezo. (m):	56.10
Via:	/	Quota rif. testa tubo (m):	56.20

## GENERALITÀ

## DATI TECNICI DEL PIEZOMETRO

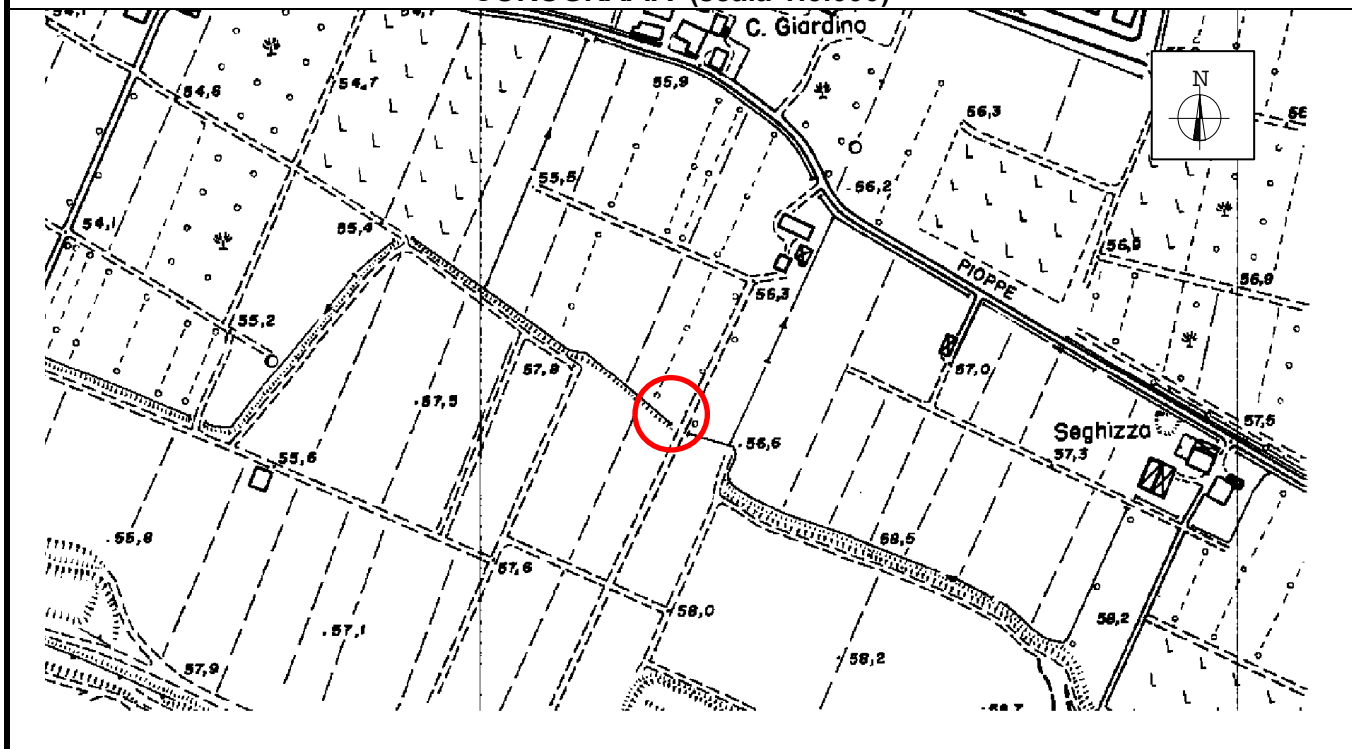
Proprietà:	Frantoio Maccaferri s.r.l.	Usò:	Monitoraggio cave Polo 8		
Residenza:	S. Cesario sul Panaro	Tipo:	Tubolare in PVC		
Via:	F.lli Cervi, 7	Profondità (m):	35	Φ (mm):	125
Ubic. Catast.	Foglio 30, Mappale 25	Pompa:	Non presente	Prof. Install.:	/

## STRATIGRAFIA

Misurabile:  sì  noCampionabile:  sì  no

profondità	litologia	LIVELLO STATICO (m)		
		Data	da testa tubo	m.s.l.
0 – 0.70	Limo sabbioso marrone			
0.70 – 1.00	Sabbia limosa marrone			
1.00 – 28.70	Ghiaia da fine a grossa	30/06/05	- 15.39	40.81
28.70 – 29.40	Ghiaia da fine a grossa	08/09/05	- 16.55	39.65
29.40 – 29.60	Limo grigio-marrone chiaro	17/04/2014	- 12.46	43.74
29.60 – 31.70	Ghiaia da fine a grossa			
31.70 – 32.00	Limo grigio-marrone			
32.00 – 32.80	Ghiaia da fine a grossa			
32.80 – 33.00	Limo grigio-marrone chiaro			
33.00 – 35.00	Ghiaia da fine a grossa			

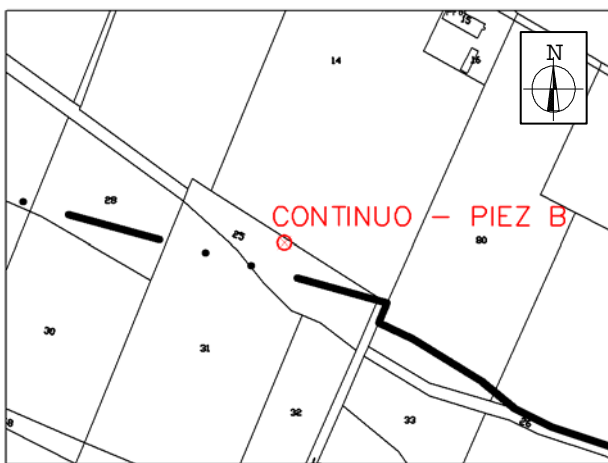
## COROGRAFIA (scala 1:5.000)



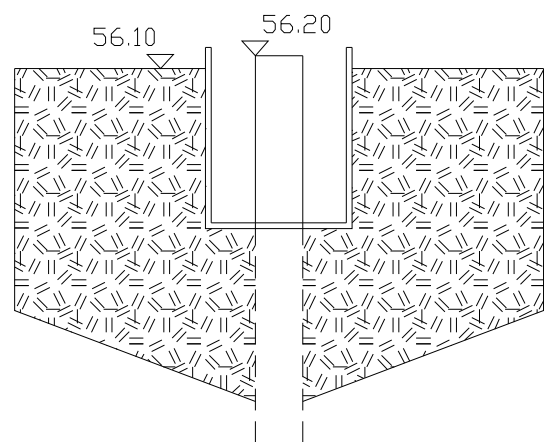
TUBAGGIO				FILTRI		
profondità (m)		Int. (mm)	tipo	profondità (m)		Note
da	a			da	a	
0	35	125	PVC	30	35	Filtro tubo in PVC finestrato 0,7 mm

### MONOGRAFIA

Pianta Catastale (1:4.000)



Sezione



### FOTOGRAFIA



Vista da Nord

**Note:** Misurazione effettuata sulla testa del tubo