



REGIONE PUGLIA

CUP E36G15000000005

**PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DEL S.I.I. FINALIZZATA
AL SUPERAMENTO DEL PRE-CONTENZIOSO RELATIVO
AI 37 AGGLOMERATI OGGETTO DI PROCEDURA DI INFRAZIONE
PROGRAMMAZIONE 2014 - 2020**

**POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MAGLIE (LE)
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

ai sensi della L.R. n. 11/2001

PROGETTAZIONE:



R.T.P.

Ing. Alberto DE PASCALIS
Ing. Fabio DE PASCALIS

Ing. Albertantonio

Dott. Geol. Raffaella

BOLOGNESE

DE PASCALIS



Il Responsabile del Procedimento
Ing. Marco D'INNELLA

Marco D'Innella

DIREZIONE OPERATIVA

Reti / Distribuzione e Fognatura, Impianti (MAT)

Direttore Operativo
Dott. Giuseppe VALENTINI

Il Responsabile Area Ingegneria
Ing. Emilio ARQUINIO

Emilio Arquinio



ALL. C2

RELAZIONE GEOLOGICA

Prot. N.	Data	Codice intervento: P1186
	Settembre 2016	Codice SAP: 21/15558

rev.	data	descrizione	dis.	contr.	appr.
00	13/09/16	Prima emissione			

INDICE

1.	Premessa.....	2
2.	Riferimenti Normativi.....	3
3.	Inquadramento geografico e urbanistico	4
4.	Inquadramento geologico e geomorfologico generale.....	4
5.	Caratteristiche idrogeologiche	7
6.	Indagini geognostiche e geologia di dettaglio.....	11
6.1	Risultanze indagini dirette	15
6.1.1	<i>Sondaggio geognostico.....</i>	<i>15</i>
6.1.2	<i>Prova SPT in foro.....</i>	<i>16</i>
6.2	Risultanze indagini indirette	18
6.2.1	<i>Sismica a rifrazione.....</i>	<i>18</i>
6.2.2	<i>Sismica MASW.....</i>	<i>18</i>
6.2.3	<i>Georadar</i>	<i>18</i>
6.3	Risultanze indagini di laboratorio geotecnico.....	19
7.	Modellazione sismica di base.....	20
7.1	Vita nominale, Classi d'uso e Periodo di Riferimento.....	20
7.2	Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo di Ritorno	21
7.3	Pericolosità sismica di base.....	24
7.4	Stima della pericolosità sismica di sito	24
8.	Conclusioni.....	26
	Allegati	29

1. Premessa

La presente relazione viene redatta nell'ambito del progetto definitivo per il potenziamento del depuratore esistente di Maglie (LE), allo scopo di accertare l'idoneità geologico - tecnica del sito oggetto di intervento, elaborare il modello geologico di riferimento e determinare i parametri geotecnici necessari per definire il modello geotecnico del sottosuolo nonché le tensioni massime ammissibili al contatto terreno fondazione. Tale modello sarà la base di partenza per le scelte progettuali delle opere da realizzare (per quanto riguarda gli aspetti prettamente geotecnici si rimanda allo specifico elaborato di progetto ED.03.2 – Relazione geotecnica).

A tal fine è stata condotta una campagna di indagini geognostiche sia di tipo diretto che di tipo indiretto consistenti in:

- n. 1 carotaggio della profondità di 10 m dal p.c.;
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione;
- n. 1 stendimento di sismica con metodologia M.A.S.W..

Nei paragrafi successivi le indagini ed il loro svolgimento saranno trattate in maniera dettagliata. Lo svolgimento delle indagini e la loro successiva interpretazione hanno permesso di ricostruire la stratigrafia del sito; inoltre con le indagini sismiche si sono ricavati in maniera indiretta i parametri dinamici dei terreni, l'amplificazione sismica locale e la classificazione del tipo di suolo secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).

Per la definizione, invece, delle caratteristiche fisiche e di resistenza dei terreni attraversati, durante le perforazioni sono stati prelevati n. 2 campioni ed avviati a laboratorio geotecnico per le opportune determinazioni. Anche in merito a quest'ultimo aspetto, si dettaglierà nel seguente § 6.

2. Riferimenti Normativi

Lo studio è stato condotto sulla scorta dei seguenti riferimenti normativi:

- ❖ Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- ❖ D.M.LL.PP. 11 marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.”*;
- ❖ CIRC. LL.PP. 24-09-1988, n. 30483 - Legge 2 febbraio 1974 n. 64, art. 1 DM 11 marzo 1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.”*;
- ❖ D.M. 16 Gennaio 1996 (G.U. 5-2-1996, n. 29) - *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
- ❖ Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. - *“Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. 16 gennaio 1996”*;
- ❖ D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 30) - *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”*,
- ❖ CIRC. LL.PP. 2 febbraio 2009 (G.U. 26-2-2009, n. 47) - *“Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”*;
- ❖ *Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Puglia*, approvato in data 30-11-2005;
- ❖ *Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.)*, adottato con Delibera di Giunta Regionale n. 883 del 19 giugno 2007 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 102 del 18 luglio 2007.

3. Inquadramento geografico e urbanistico

L'impianto di depurazione è ubicato in località "San Sidero" in agro di Maglie alle seguenti coordinate espresse nel sistema WGS84 UTM 33:

x: 779225,8

y: 4447114,8

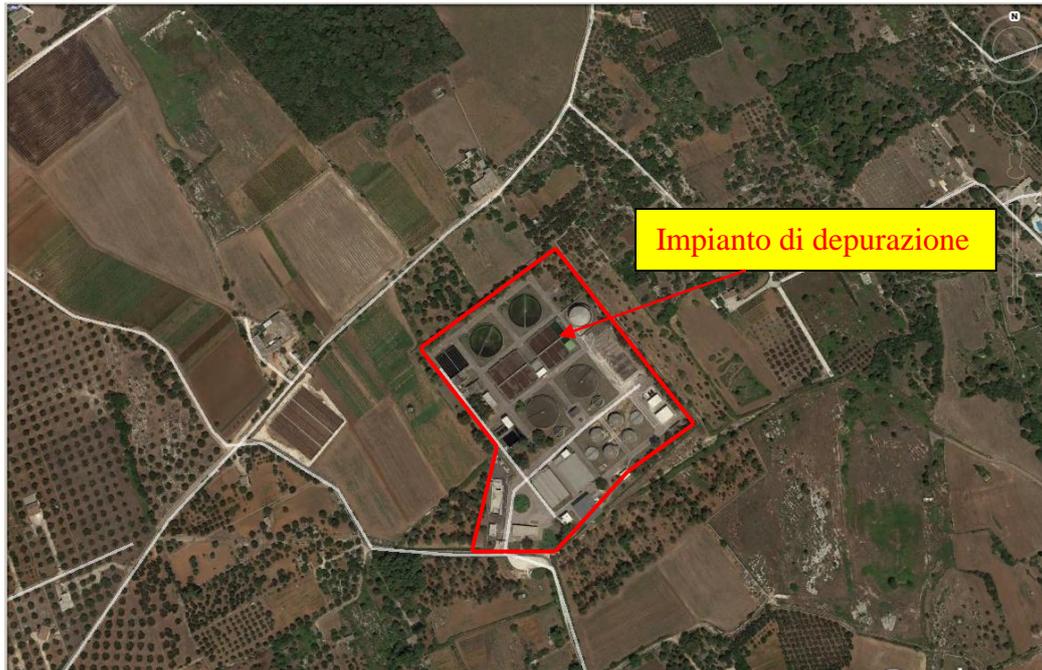


Figura 1- Ortofoto riportante l'area occupata dal depuratore, in località "San Sidero". (fonte: google earth).

L'area occupata dal depuratore ricade, ai sensi del PRG del Comune di Maglie (adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 28 del 08/10/1999 ed approvato in via definitiva con Delibera di Giunta Regionale n°1426 del 04/08/2009), in zona F2 "aree a servizi a livello urbano".

L'area di impianto inoltre è censita presso il NCT del Comune di Maglie al Foglio n. 10 p.lle 10 (parte), 100 (parte), 11, 12 (parte), 116 (parte) e 93 (parte) (rif. Tav. EG.01).

4. Inquadramento geologico e geomorfologico generale

Da un punto di vista geologico, l'area d'impianto ricade all'interno del Foglio n. 204 "Gallipoli" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 (Fig.2): esso sorge su un'area strutturalmente depressa con altitudine compresa tra 75 e 80 metri sul livello del mare, delimitata a SO dalla dorsale

“Maglie - Castiglione d'Otranto” e ad Est dalla dorsale “Minervino di Lecce-Carpignano salentino”.

L'area di basso strutturale, avente la medesima direzione dell'alto strutturale, è caratterizzata dalla presenza calcareniti a grana medio-fine, mal stratificate, a struttura massiva, spesso fratturate, di colore variabile dal giallastro al verdastro, la “Pietra Leccese”, riferibili ad un periodo compreso tra l'Oligocene superiore ed il Miocene superiore. L'Unità litostratigrafica sulla quale poggia l'area urbana, invece, è costituita dalle Calcareniti del Salento, sedimentate nel Plio-Pleistocene, quando tale zona era completamente sommersa dal mare. Con la fase di regressione avvenuta nel Pleistocene superiore, la superficie è stata esposta all'azione degli agenti esogeni dando origine ad una superficie di modellamento subaereo. Le calcareniti o “tufi”, in parte anche argillosi, sono di colore biancastro ed a grana medio-fine e poggiano sui calcari compatti del Cretaceo, che costituiscono il basamento della Penisola salentina. Questa formazione si presenta mal stratificata, a luoghi massiva, a luoghi fratturata e dotata di una modesta permeabilità, dovuta appunto alle fratture, che si sono formate in seguito ai sollevamenti della regione e sono in parte riempite da materiale di alterazione. A Nord e ad Est della città affiorano calcareniti e calcilutiti tenere bianco-giallastre appartenenti alla “Pietra leccese”, di età miocenica.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area è subpianeggiante o leggermente ondulata, circondata da piccole elevazioni sul livello del mare che costituiscono una piccola dorsale, chiamata “Serra Salentina”, estesa principalmente in direzione SE-NW. Essa è stata originata da stress tettonici attivi di tipo disgiuntivo che, dal Cretaceo fino al Pleistocene, hanno caratterizzato l'orografia dell'intera Penisola Salentina. Tale tettonica che si manifesta principalmente lungo l'asse SSE-NNW ha originato importanti morfostrutture, conferendo al paesaggio un aspetto ad “horst e graben” (Forte F. *et al.*, 2007). Il paesaggio del Graben di Maglie, infatti, è compreso tra il versante NE della dorsale Maglie-Castiglione d'Otranto ed il versante SW di una piccola altura che si estende tra Masseria S. Loi e C.le Aiavecchia, mentre più a Est si estende la dorsale tra Minervino di Lecce e Carpignano Salentino. In esso si riconoscono sia forme microcarsiche sia macrocarsiche; le prime sono vaschette di corrosione di forma circolare e piccoli *karren* sono ancora evidenti nell'area extraurbana; le forme macrocarsiche, invece, sono diffuse sottoforma di depressioni doliniformi (Ricchetti G., 1988) e di inghiottitoi, presenti anche nell'area urbana di Maglie, esternamente all'area oggetto di studio.

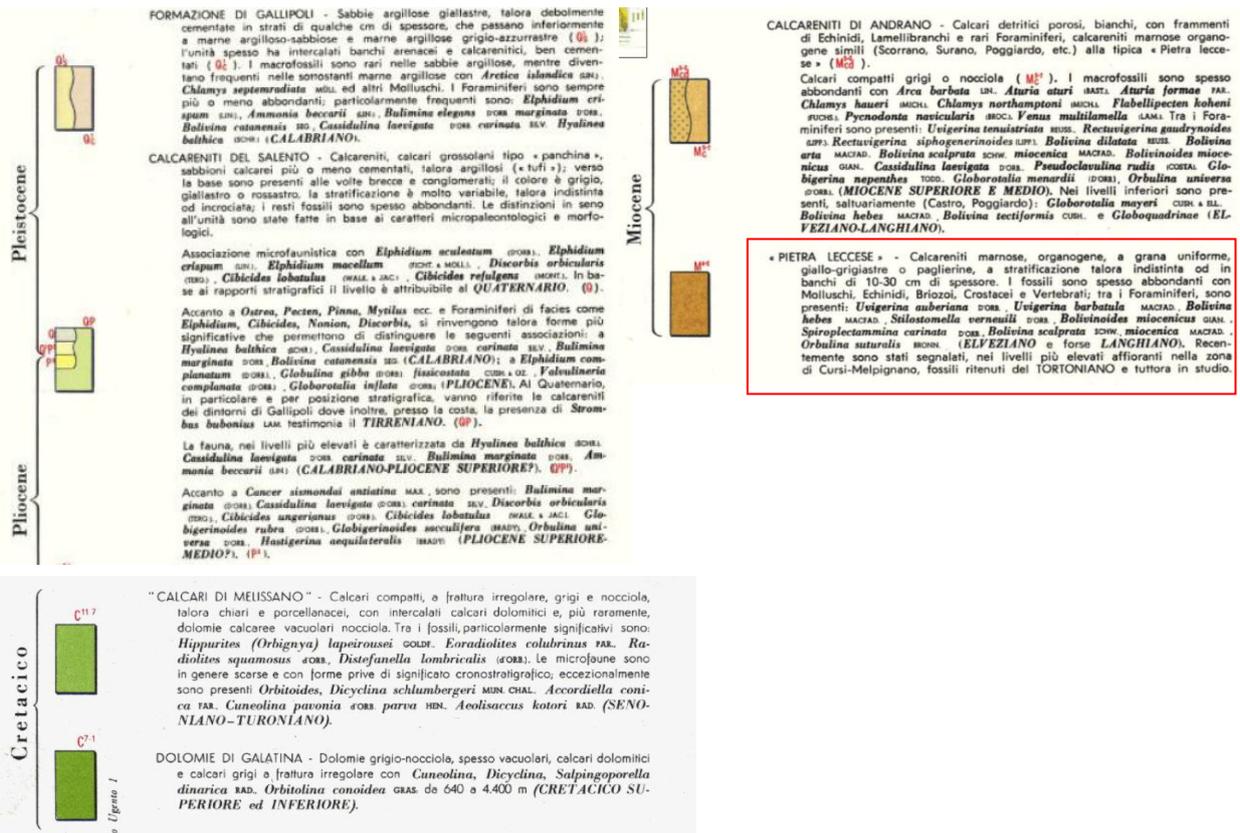
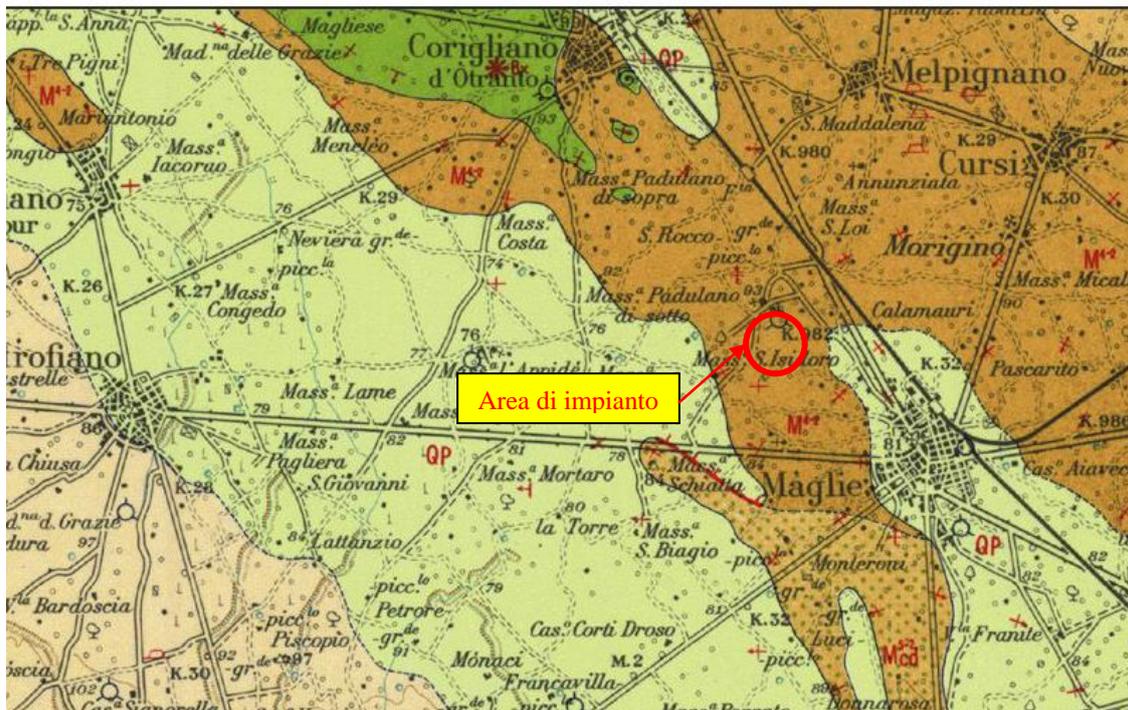


Figura 2- Stralcio fuori scala della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, foglio n. 204 "Gallipoli".

5. Caratteristiche idrogeologiche

La sequenza geolitologica presente nell'area di progetto comprende rocce permeabili sia per porosità che per fessurazione.

La permeabilità delle litofacies mioceniche, ed in particolare quella della tipica "Pietra leccese", risulta pressoché nulla o estremamente ridotta a causa della presenza di una percentuale non trascurabile di argilla ed un elevato grado di diagenesi. Il suo ruolo di impermeabile relativo è tuttavia condizionato negativamente dalle soluzioni di continuità derivanti da frequenti eteropie di facies o da discontinuità tettoniche che gli conferiscono permeabilità mista. Frequentemente il coefficiente di permeabilità K è variabile tra 10^{-9} m/s e 10^{-7} m/s.

Difficilmente quantificabile è invece la permeabilità dei calcari a causa dell'elevata eterogeneità del mezzo acquifero. Essa dipende dalla distribuzione e percentuale delle litoclasti che non di rado raggiungono il 15% a cui bisogna aggiungere la porosità intrinseca della roccia. Tuttavia, lo stato di fratturazione e di carsificazione, la presenza, quasi ovunque ed al passaggio ai sottostanti calcari dolomitici cretacei, di un banco di terra rossa ("bolo") che gioca un ruolo determinante nel modificare la permeabilità del basamento carbonatico, occludendone in parte le fessure, la bassissima cadente piezometrica, le trascurabili depressioni del livello della falda determinate da emungimenti anche cospicui, fanno ritenere elevata la permeabilità della Formazione, che si aggira intorno a 10^{-4} e 10^{-2} m/s.

Nel sito in oggetto di studio esistono n. 2 acquiferi carsici e fessurati:

- acquifero superiore miocenico del Salento centro-meridionale (Fig.3);
- falda profonda ospitata all'interno dei calcari cretacei del basamento carbonatico (Fig.4).

L'acquifero superficiale miocenico è spesso rappresentato da più livelli idrici separati e sovrapposti; esso è ospitato all'interno di orizzonti porosi e carsificati della "Pietra Leccese", separati da livelli marnoso calcarenitici impermeabili. L'acquifero superiore miocenico del Salento centro-meridionale" si estende, con direzione NW-SE, dall'abitato di Sogliano Cavour fino a Miggiano a sud ed a Spongano ad est. L'acquifero trae alimentazione sia dalle precipitazioni meteoriche sia da sversamenti delle falde superficiali plio-pleistoceniche. Talvolta può entrare in contatto laterale con la falda profonda e quindi viene alimentato dalle acque dell'acquifero profondo: questo meccanismo avviene poiché l'acquifero miocenico si trova confinato, dalle formazioni soprastanti, a qualche

decina di metri al di sotto del livello del mare ed ha uno spessore dell'ordine dei 30 metri (*fonte: Relazione generale del PTA della Regione Puglia*).

Nell'area di intervento le opere di fondazione di progetto non raggiungeranno l'acquifero miocenico (si veda per i particolari costruttivi gli elaborati ED.01- Relazione illustrativa generale e ED.03.02- Relazione geotecnica) il quale non è stato intercettato dalla perforazione SG1 (di cui si dirà nel successivo §6) che ha raggiunto la profondità di 10 metri dal p.c..

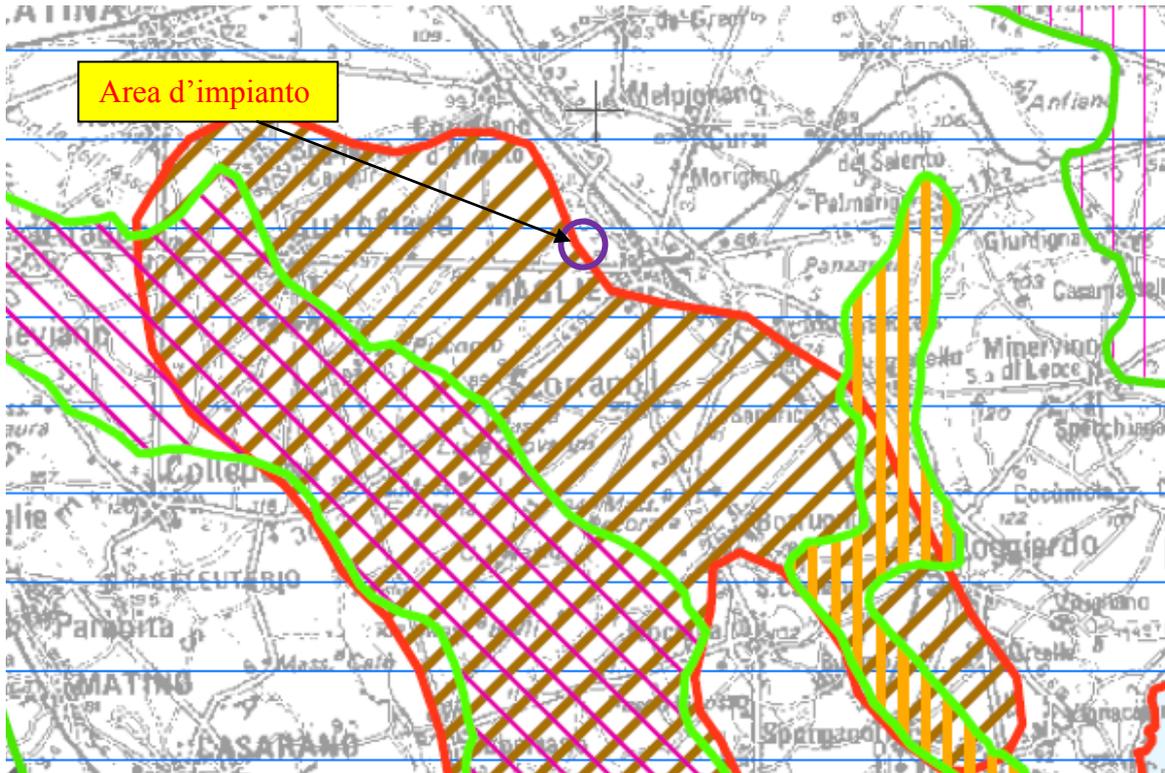


Figura 3- Stralcio fuori scala della Tav.6.1.A del P.T.A. della Regione Puglia.

La falda profonda si estende nel sottosuolo con continuità ed è sostenuta alla base dall'acqua marina penetrata dalla terraferma. Essa segue la direzione principale di deflusso che è sempre verso la costa, e oscilla tra 1 metro s.l.m., vicino alle zone costiere e 3 metri s.l.m. nelle zone dell'entroterra. La falda profonda viene alimentata per infiltrazione diffusa delle precipitazioni meteoriche ricadenti sugli affioramenti permeabili di tipo calcareo e/o dolomitico, ovvero è concentrata laddove le acque sono drenate nel sottosuolo ad opera di apparati carsici.

Nella zona in oggetto, si riscontra un carico idraulico intorno a 3 m s.l.m., per cui la falda si stabilizzerebbe a 3 metri al di sopra del livello medio del mare che rappresenta la quota topografica

“zero” di riferimento, con direzione di flusso NE-SW, cioè verso la costa ionica, così come illustrato nella Fig.4.

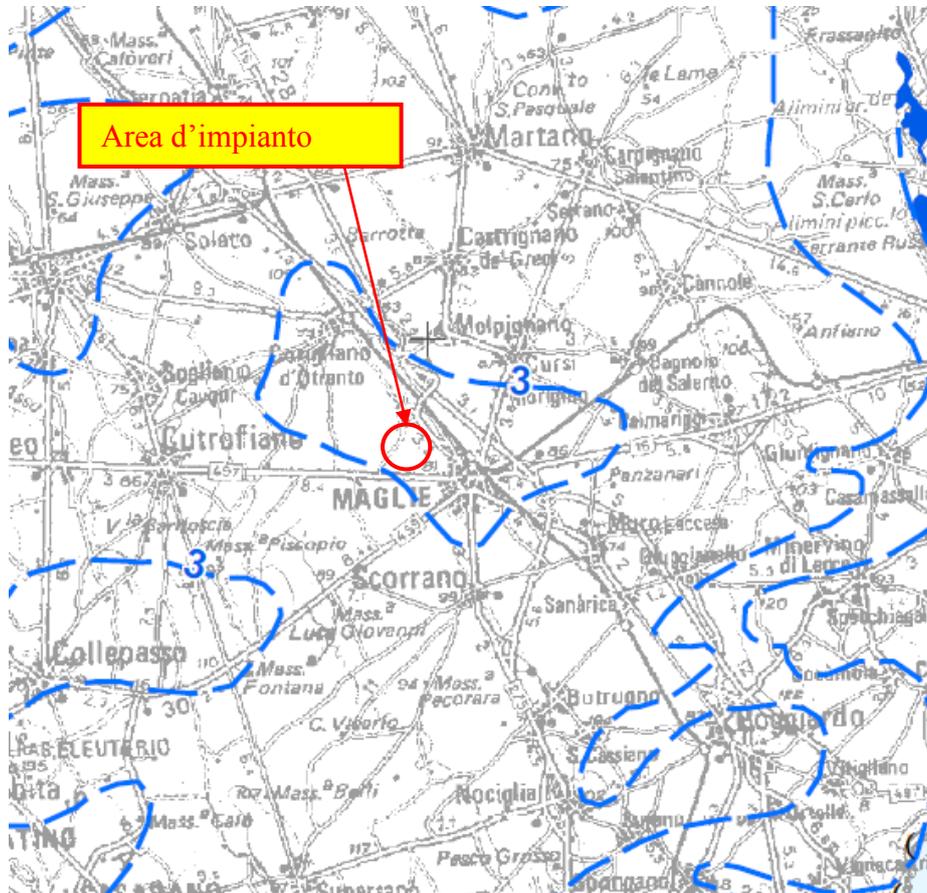


Figura 4: Stralcio fuori scala della Tav.6.2 del PTA della Regione Puglia.

Per fattori connessi alle modalità di alimentazione, la falda assume una sezione a forma lenticolare la cui superficie teorica di separazione tra i due liquidi a diversa densità, ossia tra l'acqua dolce e l'acqua salata, è chiamata *interfaccia*.

La legge di Ghyben - Herzberg regola, nell'ipotesi di assenza di deflusso, l'equilibrio acqua dolce acqua salata, ed è data dalla seguente relazione:

$$h = \left(\frac{d_f}{d_m - d_f} \right) \times t$$

in cui:

t = altezza del livello di falda sul livello del mare

h = profondità dell'interfaccia dal livello del mare

d_m = densità dell'acqua di mare

d_f = densità dell'acqua dolce di falda

Lo spessore della falda profonda e la profondità dell'interfaccia risultano pertanto correlate all'altezza della superficie freatica sul livello del mare ed alla densità dei due liquidi.

Se si pone:

$$d_m = 1,028 \text{ g/cm}^3$$

$$d_f = 1,0028 \text{ g/cm}^3$$

si ottiene che:

$$h \sim 40 \text{ m}$$

Pertanto limitatamente all'area in oggetto, essendo l'altezza piezometrica sul livello del mare pari a circa 3 m, lo spessore dell'acquifero è orientativamente valutabile in circa 120 metri.

Tutto ciò premesso, dall'analisi della suddetta Tavola 6.2 del PTA della Regione Puglia, emerge che il territorio compreso tra Corigliano d'Otranto, Soleto, Sternatia, Zollino, Maglie rappresenta un "alto idrogeologico" caratterizzato dalla isopiezica di valore 3 metri sul livello del mare. A partire dallo spartiacque che attraversa l'alto idrogeologico nella sua zona mediana, la direzione di deflusso sotterraneo delle acque di falda si esplica rispettivamente verso NE e verso SW.

Secondo le Disposizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (**P.T.A.**), pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 102 del 18 luglio 2007, *il sito di progetto è classificato tra le zone di Protezione Speciale Idrogeologica - Tipo "B2- area individuata geograficamente appena a Nord dell'abitato di Maglie (nella cui propaggine settentrionale è ubicato il centro di prelievo da pozzi ad uso potabile più importante del Salento)", interessata da fenomeni di sovrasfruttamento della risorsa (rif cartografia di dettaglio del PTA allegata al BURP n. 102 del 18 luglio 2007-Allegato 2b - Tab. 3 - Figura 8, e tav. EG.01).*

In tali zone sono vietate:

- a) La realizzazione di opere che comportano la modificazione del regime naturale delle acque (infiltrazione e deflusso), fatte salve le opere necessarie alla difesa del suolo ed alla sicurezza delle popolazioni;
- b) Lo spandimento acque di vegetazione, fanghi e compost;

- c) I cambiamenti dell'uso del suolo, fatta eccezione per l'attivazione di opportuni programmi di riconversione verso metodi di coltivazione biologica;
- d) Divieto della trasformazione dei terreni coperti da vegetazione spontanea, in particolare mediante interventi di dissodamento e scarificazione del suolo e frantumazione meccanica delle rocce calcaree;
- e) L'utilizzo di fitofarmaci e pesticidi per le colture in atto;
- f) L'apertura e l'esercizio di nuove discariche per i rifiuti solidi urbani non inserite nel Piano Regionale dei Rifiuti.

Per ciò che concerne i punti *b)*, *e)* ed *f)*, il potenziamento dell'impianto di depurazione non implica lavori di spandimento di acque di vegetazione, fanghi e compost, di cui si fa divieto al punto *b)* dell'allegato 2 del PTA, né l'uso di fitofarmaci e pesticidi (di cui si fa divieto al punto *e)* dell'allegato 2 del PTA), né l'apertura di nuove discariche per rifiuti solidi urbani che non siano inserite nel Piano Regionale dei Rifiuti e di cui si fa divieto al punto *f)* del suddetto allegato.

Riguardo al punto *a)* e *d)*, la presenza dell'impianto e le attività ad esso connesse non comporteranno alcuna modifica del regime naturale delle acque, sia per quanto riguarda il deflusso in superficie e sia per quanto riguarda l'infiltrazione o le caratteristiche di permeabilità delle formazioni rocciose in quanto le opere di progetto si realizzeranno tutte all'interno di un'area già esistente, recintata e pavimentata, senza interessare ulteriori porzioni di terreno.

Con riferimento al punto *c)*, le attività operative che si svolgeranno all'interno del depuratore non altereranno in alcun modo l'originario stato dell'uso del suolo per le motivazioni su esposte.

Infine, si precisa che l'impianto non ricade all'interno di "aree di vincolo d'uso degli acquiferi", così come individuato nell'allegato 2a Fig. 18 del PTA (Tav. EG01 di progetto).

6. Indagini geognostiche e geologia di dettaglio

Al fine di ricostruire la situazione litostratigrafica del sottosuolo interessante l'area di impianto sono state condotte delle indagini geognostiche sia di tipo diretto che indiretto di seguito specificate:

- indagini dirette: esecuzione di n. 1 carotaggio denominato SG1 (Figg.5 e 6) della profondità di 10 m dal p.c.. In corrispondenza del carotaggio sono state svolte n. 2 prove SPT in foro tra 2,5 m e 3,15 m dal piano campagna. Lungo la verticale sono stati altresì prelevati n. 2

campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico, alle seguenti profondità: campione C1 tra -2,0 e -2,3 m e campione C2 tra -3,0 e -4 m (Figg. 7 e 8);

- indagini indirette: esecuzione di n. 1 stendimento di sismica a rifrazione della lunghezza di 111 m (profilo 1-1') e di n. 1 stendimento di sismica con metodologia M.A.S.W. per la determinazione delle V_{s30} . (Figg. 9 e 10). Quest'ultimo è stato effettuato sulla stessa traccia della sismica a rifrazione.

Oltre alle suddette indagini, sono stati svolti n. 36 profili georadar al fine di individuare i sottoservizi presenti nel sottosuolo che potrebbero interferire con le opere di progetto.

L'ubicazione di detti profili e di tutte le indagini su citate è riportata nell'All.1 alla presente relazione.



Figura 5- Ubicazione sondaggio SG1.



Figura 6- Ubicazione sondaggio SG1.



Figura 7- Sondaggio SG1- recupero tra 0 e 5 m dal p.c..



Figura 8- Sondaggio SG1- recupero tra 5 e 10 m dal p.c..



Figura 9-Stendimento di sismica a rifrazione 1-1' e MASW 1.



Figura 10-Stendimento di sismica a rifrazione 1-1' e MASW 1.

6.1 Risultanze indagini dirette

6.1.1 Sondaggio geognostico

Nella seguente Fig.11 è riportata la stratigrafia ricostruita a valle dell'esecuzione del carotaggio SG1: la situazione stratigrafica è grossomodo la seguente:

- tra 0 m e -0,6 m: terreno vegetale
- tra -0,6 m e -10 m: calcarenite biancastra a grana media e medio-fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici. Da circa -8 m la grana diventa esclusivamente fine ed il colore assume una tonalità verde chiaro.

Sulla base della stratigrafia ottenuta, è stata realizzata una sezione geologica interessante l'area di impianto e riportata nell'All.3- Carta geologica e sezione- alla presente relazione.

Le cassette catalogatrici contenenti le carote recuperate nel corso delle perforazioni sono riportate nelle precedenti Figg. 7 e 8.

6.1.2 Prova SPT in foro

Durante la perforazione, a partire dalla profondità di 2,5 dal p.c., sono state condotte n. 2 prove SPT in foro mediante l'utilizzo di un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N_{SPT}) necessari alla infissione dello stesso campionatore di 45 cm, è possibile valutare lo stato di consistenza dei terreni attraversati.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle due prove SPT:

	Profondità dal p.c.	N_{SPT}
Prova 1	Tra 2,5 m a 2,65 m	(5)
	Tra 2,65 m a 2,8 m	47
	Tra 2,8 m a 2,95 m	(1 cm) Rifiuto
Prova 2	Tra 3 m a 3,15	(3 cm) Rifiuto

I primi 15 cm di infissione non vengono generalmente considerati sebbene nella tabella siano stati riportati (tra 2,5 m e 2,65 m dal p.c.); tra 2,65 m fino a 2,8 il numero dei colpi è stato pari a 47, evidenziando l'attraversamento di un litotipo litoide poco tenace. Infine, tra 2,95 m e 3,15, sebbene ci sia stata un minimo di infissione, la prova ha dato come risultato "rifiuto" avendo incontrato un livello calcarenitico litoide tenace.

Committente: Astra Engineering S.r.l.	Sondaggio: SG1
Riferimento: Depuratore Maglie	Data: 27/11/2015
Coordinate: 40° 07' 40.94" N; 18° 16' 37.97" E	Quota: 84
Perforazione: Carotaggio continuo	

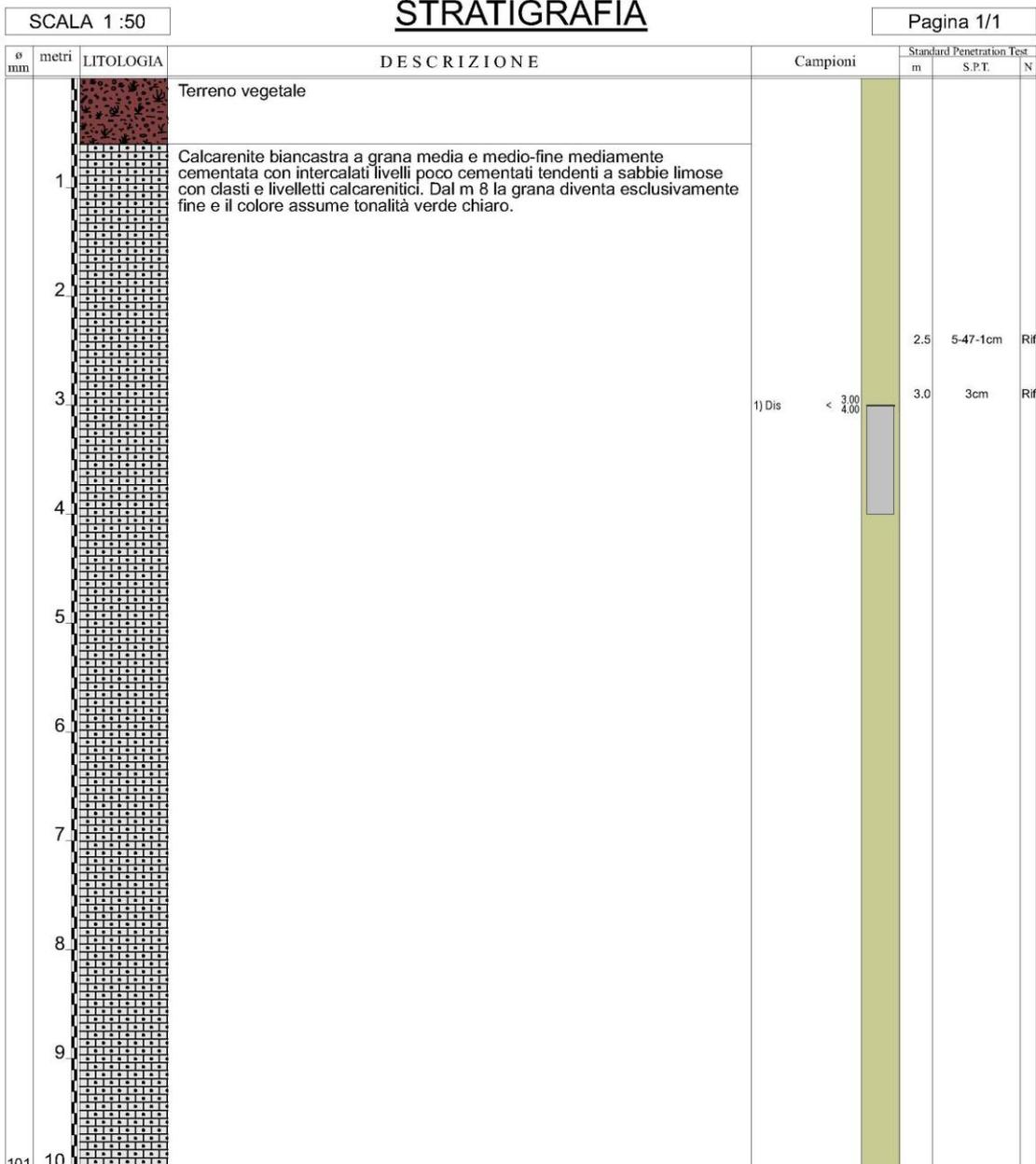


Figura 11- Stratigrafia relativa al sondaggio SG1

6.2 Risultanze indagini indirette

6.2.1 Sismica a rifrazione

Come già detto all'inizio del §5, accanto all'esecuzione delle indagini di tipo diretto è stato svolto uno stendimento di sismica a rifrazione.

I risultati della prospezione, riportati nell'All.1 alla presente relazione, sono stati poi confrontati e tarati con la sequenza stratigrafica rinvenuta durante la perforazione.

In particolare il profilo sismico 1-1' ha rilevato i seguenti sismostrati:

- Tra 0 m e -0,5 m circa: presenza di terreno vegetale e/o di riporto;
- Tra -0,5 m e -13 m circa: presenza di calcarenite con livelli meno cementati.

A valle del "best fitting" operato tra prospezioni dirette ed indirette si è costruita la seguente sequenza litostratigrafica rappresentativa del sito di indagine:

- terreno vegetale e/o terreno di riporto: spessore di 0,6 m circa (tra 0 m e circa 0,6 m dal p.c.);
- calcarenite biancastra a grana media e medio-fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici. Verso gli 8 m dal p.c. la grana diventa esclusivamente fine ed il colore assume tonalità verde chiaro (tra 0,6 m e 13 m dal p.c.).

6.2.2 Sismica MASW

Al fine di determinare il valore medio delle onde trasversali nei primi 30 metri a partire dal p.c., le V_{s30} , è stato realizzato n. 1 stendimento di sismica eseguita con metodologia M.A.S.W. le cui risultanze hanno permesso di classificare il sottosuolo di fondazione, ai sensi delle NTC2008, in **Categoria "A"** e cioè **"ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 metri", con un valore riscontrato in situ e pari a 804 m/s.**

6.2.3 Georadar

Atteso che gli interventi di progetto saranno realizzati in diversi comparti dell'impianto di depurazione, risulta molto importante conoscere la collocazione dei diversi sottoservizi in modo da evitare future interferenze. A tal fine sono state opportunamente posizionati e successivamente realizzati n. 36 stendimenti di georadar la cui ubicazione è riportata nell'All.1 alla presente

relazione. Nello stesso allegato sono riportati altresì i radargrammi risultanti dagli stendimenti nei quali sono molto evidenti i sottoservizi riscontrati indicati con un pallino rosso. Nelle planimetrie riportate nell'All.1 alla presente relazione, le anomalie presenti lungo gli stendimenti sono contrassegnate con un pallino blu. Inoltre, sempre nell'allegato 1 è riportata una tabella riassuntiva dove, per ogni strisciata, è indicata la distanza dell'anomalia dall'inizio della stessa nonché la profondità approssimativa del sottoservizio (c.d. anomalia).

6.3 Risultanze indagini di laboratorio geotecnico

Dal sondaggio SG1 realizzato sono stati prelevati n. 2 campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico:

- Campione C1 tra -2 m e -2,3 m
- Campione C2 tra -3 m e -4 m.

Dal campione C1 sono stati ricavati i parametri di resistenza:

- Pressione a rottura (MPa): 6,3
- peso dell'unità di volume (t/mc): 1,69.
- modulo elastico tangente (MPa): 6964
- modulo elastico secante (MPa): 6113
- coefficiente di Poisson (ν): 0,21
- deformazione verticale ($\mu\varepsilon$)= 1422 (con una tensione applicata pari a 6,3 MPa)
- deformazione orizzontale ($\mu\varepsilon$)= 288 (con una tensione applicata pari a 6,3 MPa)

Dal campione C2 è stata determinata esclusivamente la composizione granulometrica per cui il campione è risultato essere una "sabbia con ghiaia debolmente limosa di colore biancastro".

Per gli approfondimenti si rimanda ai certificati di laboratorio che sono riportati nell'All.2 alla presente relazione.

7. Modellazione sismica di base

L'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 ha introdotto una nuova classificazione sismica del territorio italiano, in risposta sia alle nuove conoscenze scientifiche in materia sismica, sia al ripetersi di terremoti che hanno interessato anche zone precedentemente non classificate.

Rispetto alle classificazioni precedenti, l'O.P.C.M. 3274 stabilisce una nuova classificazione sismica del territorio nazionale utilizzando ed aggiornando la classificazione sismica proposta nel 1998 la quale suddivideva il territorio nazionale, attraverso un approccio probabilistico, in tre categorie sismiche a cui si aggiunse un'ulteriore categoria per i comuni non classificati).

La nuova classificazione è invece articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale (a_g) del suolo di riferimento considerato rigido (suolo di categoria A) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche; in questo modo, a ciascuna area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di protezione sismica.

Zona sismica di riferimento	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	$a_{g,max}$
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g

Tabella 1 – Valori dell'accelerazione di picco orizzontale a_g in funzione della zona sismica di riferimento

Secondo questa classificazione sismica del territorio italiano, il Comune di Maglie (LE) ricade in zona 4, con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale attesa, per un suolo di categoria A, pari a 0,05 g.

7.1 Vita nominale, Classi d'uso e Periodo di Riferimento

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) hanno introdotto un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base, la quale non risulta più legata esclusivamente alla zona sismica di appartenenza, ma al valore di accelerazione massima orizzontale attesa nello specifico sito, definita su un reticolo molto fitto di punti.

Secondo tali norme, nella realizzazione delle costruzioni, bisogna fare riferimento a degli *stati limite* che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* dell'opera. Quindi, per poter stimare l'azione sismica da considerare per la progettazione delle strutture in oggetto, bisognerà stabilire:

- la vita nominale dell'opera (V_N), che, congiuntamente al valore della classe d'uso C_U (così come definito nella Tab. 2.4.II delle NTC2008), permette di determinare il periodo di riferimento dell'azione sismica V_R ;
- il periodo di ritorno T_R dell'azione sismica, determinato in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} dello stato limite considerato.

La Regione Puglia, mediante la D.G.R. n. 1214 del 31-05-2011 concernente la "*Individuazione degli edifici di interesse strategico e le opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*", individua gli impianti di depurazione fra gli "edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso" (p.to B.4, lett. c), per cui sono da considerarsi ricadenti in **Classe d'Uso III**, ai sensi del punto 2.4.2 delle NTC2008.

Le strutture sono altresì identificabili nel **Tipo di Costruzione 2** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale), così come definito dal punto 2.4.1 delle NTC2008.

Alla luce di quanto sopra esposto, per le strutture in oggetto il **Periodo di Riferimento dell'azione sismica V_R** è pari a

$$V_R = V_N \times C_U \geq 75 \text{ anni}$$

in cui

- $V_N \geq 50$ anni è la Vita Nominale dell'opera per il Tipo di Costruzione 2;
- $C_U = 1,5$ è il Coefficiente d'Uso per strutture di Classe d'Uso III.

7.2 Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo di Ritorno

Le NTC2008 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} , ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di accelerazione orizzontale

massima del suolo prefissata avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda=1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento V_R	
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	10 %
	SLC	5 %

Tabella 2 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Il Tempo di Ritorno T_R per l'azione sismica, espresso in anni, viene calcolato tramite la seguente espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

I limiti inferiore e superiore del Tempo di Ritorno sono fissati, in funzione dello Stato Limite di riferimento, dalla Tab. C.3.2.I dell'Allegato A delle NTC2008, di seguito riportata.

Stati Limite	Valori (in anni) del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	$30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni}$

Tabella 3 – Valori di T_R in funzione di V_R

Nel caso oggetto di studio, essendo $V_R = 75$ anni, il tempo di ritorno per l'azione sismica sarà

Stati Limite	Valori (in anni) del periodo di ritorno T_R per il periodo di riferimento $V_R = 75$ anni	
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	45
	SLD	75
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	712
	SLC	1462

7.3 Pericolosità sismica di base

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC2008, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, come previsto nell'allegato A della norma. Le forme spettrali previste dalle NTC2008 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei seguenti parametri fondamentali:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di questi parametri, forniti nella tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC2008, per i 10751 punti del reticolo di riferimento del territorio nazionale, sono identificati da coordinate geografiche di longitudine e latitudine.

7.4 Stima della pericolosità sismica di sito

Le sollecitazioni generate da un evento sismico dipendono dalle particolari condizioni locali, ossia dalle caratteristiche topografiche, litografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, nonché dalle proprietà fisico-meccaniche che li costituiscono.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare la risposta sismica locale in funzione delle categorie di sottosuolo riportate all'interno delle tabelle Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III delle NTC2008.

La stima della pericolosità sismica locale dell'area interessata dai lavori è stata eseguita considerando:

Categoria sottosuolo:

Categoria "A" e cioè "ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 metri", con un valore riscontrato in situ e pari a 804 m/s.

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.

I parametri sismici ricavati per il luogo di riferimento, riportati in funzione dei vari stati limite, sono riportati di seguito in tabella:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,020	2,372	0,213
SLD	75	0,027	2,341	0,288
SLV	715	0,065	2,533	0,506
SLC	1462	0,082	2,628	0,542

Tabella 4 – Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

Si riportano, infine, i diagrammi degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

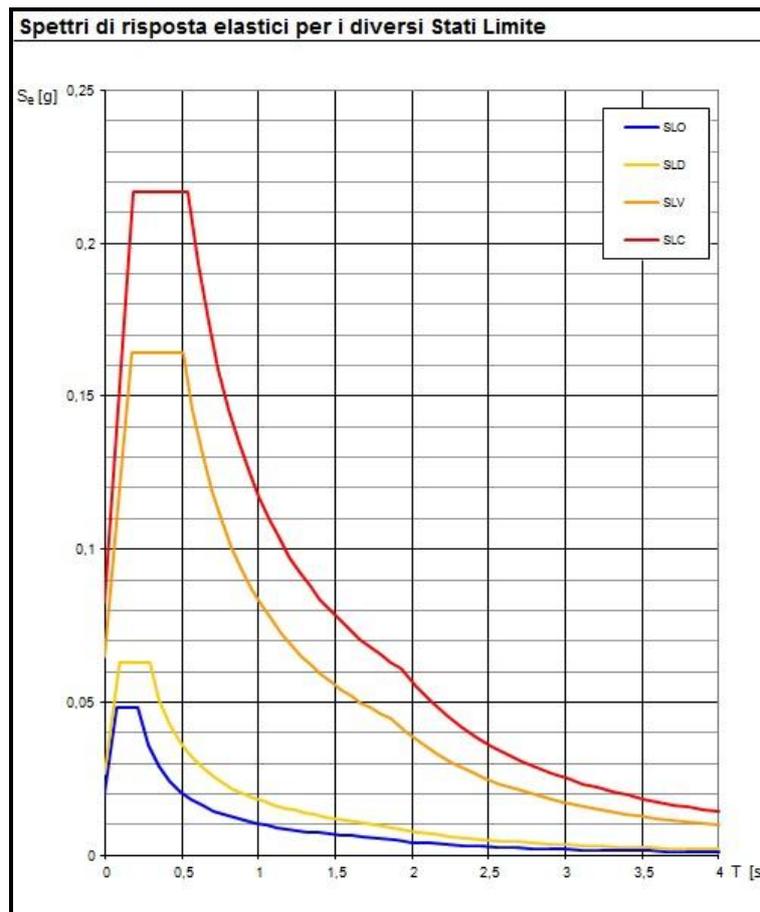


Figura 12– Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

8. Conclusioni

Al fine di ricostruire la successione stratigrafica dell'area occupata dal depuratore ubicato in località "San Sidero" sono state condotte le seguenti indagini geognostiche:

- Indagini dirette: esecuzione di n. 1 carotaggio, denominato SG1, della profondità di 10 m dal p.c.. in corrispondenza del quale sono stati prelevati n. 2 campioni di terreno:
 - o campione C1 tra -2 m e -2,3 m
 - o campione C2 tra -3 e -4 m.

Inoltre nel corso della perforazione sono state effettuate n. 2 prove SPT in foro a partire dalla profondità di 2,5 m dal p.c.;

- Indagini indirette: esecuzione di n. 1 stendimento di sismica a rifrazione, 1-1' della lunghezza di 111 metri e di n. 1 stendimento di sismica con metodologia M.A.S.W. per la determinazione delle V_{s30} . La M.A.S.W. è stata condotta sulla stessa traccia dello stendimento 1-1'.

Dai rilevamenti effettuati e dalle risultanze delle indagini geognostiche condotte è emerso che nell'area occupata dal depuratore la successione litostratigrafica è rappresentata, a meno di circa 0,60 m di terreno vegetale e/o terreno di riporto, da una successione di calcareniti biancastre a grana media e medio-fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici ritrovata fino a circa 13 metri dal p.c. (profondità massima raggiunta attraverso l'esecuzione dell'indagine sismica). Nell'ambito di tale successione, a partire da circa 8 m dal p.c. la grana diventa esclusivamente fine ed il colore assume una tonalità verde chiaro (v. Fig.8).

In corrispondenza del sondaggio SG1 sono stati prelevati n. 2 campioni (C1 e C2) e sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico: dal campione C1 sono stati ricavati i seguenti parametri di resistenza:

- Pressione a rottura (MPa): 6,3
- peso dell'unità di volume (t/mc): 1,69.
- modulo elastico tangente (MPa): 6964
- modulo elastico secante (MPa): 6113
- coefficiente di Poisson (ν): 0,21

Del campione C2 è stata determinata esclusivamente la composizione granulometrica per cui il campione è risultato essere una "sabbia con ghiaia debolmente limosa di colore biancastro".

Le prove SPT effettuate durante la perforazione a partire dalla profondità di 2,5 m dal p.c., hanno restituito valori riportati nella seguente tabella sinottica:

	Profondità dal p.c.	N _{SPT}
Prova 1	Tra 2,5 m a 2,65 m	(5)
	Tra 2,65 m a 2,8 m	47
	Tra 2,8 m a 2,95 m	(1 cm) Rifiuto
Prova 2	Tra 3 m a 3,15	(3 cm) Rifiuto

Tra 2,65 m fino a 2,8 il numero dei colpi è stato pari a 47, evidenziando l'attraversamento di un litotipo litoide poco tenace. Tra 2,95 m e 3,15, a meno di una minima infissione, la prova ha dato come risultato "rifiuto" avendo incontrato un livello calcarenitico litoide tenace.

Al fine di determinare il valore medio delle onde trasversali nei primi 30 metri a partire dal p.c., le V_{s30} , è stato realizzato n. 1 stendimento di sismica eseguita con metodologia M.A.S.W. le cui risultanze hanno permesso di classificare il sottosuolo di fondazione, ai sensi delle NTC2008, in **Categoria "A" e cioè "ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 metri", con un valore riscontrato in situ e pari a 804 m/s.**

Per individuare i diversi sottoservizi presenti nell'area di impianto, in modo da evitare future interferenze con le opere di progetto, sono stati realizzati n. 36 stendimenti di georadar la cui ubicazione è riportata nell'All.1 alla presente relazione. Nello stesso allegato sono riportati i radargrammi nei quali sono molto evidenziati i sottoservizi presenti nel sottosuolo.

I dati acquisiti in campo idrogeologico evidenziano che, nell'area oggetto di studio sono presenti n. 2 falde, una ospitata all'interno del deposito miocenico, la "Pietra Leccese", e l'altra ospitata all'interno dei calcari cretatici del basamento.

L'acquifero miocenico si trova confinato di qualche decina di metri al di sotto del livello del mare, mentre la falda profonda scorre in pressione ed ha la superficie piezometrica che si stabilizza a quote prossime il livello del mare. Entrambe le falde non interferiranno con le opere di genio civile che si intendono realizzare.

Secondo le Disposizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (**P.T.A.**), pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 102 del 18 luglio 2007, *il sito di progetto è classificato tra le zone di Protezione Speciale Idrogeologica - Tipo "B2- area individuata geograficamente appena a Nord dell'abitato di Maglie (nella cui propaggine settentrionale è ubicato il centro di prelievo da pozzi ad uso potabile più importante del Salento)", interessata da fenomeni di sovrasfruttamento della risorsa (rif cartografia di dettaglio del PTA allegata al BURP n. 102 del 18 luglio 2007-Allegato 2b - Tab. 3 - Figura 8, e tav. EG.01).*

In tali zone sono vietate alcune attività che modificano e/o alterano sia lo stato dei luoghi che il deflusso superficiale delle acque (le attività vietate sono riportate all'interno del precedente § 5): tuttavia i lavori di potenziamento dell'impianto di depurazione avverranno all'interno dello stesso, senza sottrazione e/o trasformazione di terreni coperti da vegetazione spontanea, né alterazione del preesistente deflusso superficiale delle acque.

Infine, si precisa che l'impianto non ricade all'interno di "aree di vincolo d'uso degli acquiferi", così come individuato nell'allegato 2a Fig. 18 del PTA (*Tav. EG01 di progetto*).

Il Comune di Maglie ricade in zona sismica 4 ai sensi dell'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003, con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale attesa, per un suolo di categoria A pari a 0,05 g. Ai sensi della D.G.R. n. 1214 del 31.05.2011 gli impianti di depurazione sono fra gli edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso: pertanto ricadono in Classe d'Uso III ai sensi del punto 2.4.2 delle NTC2008.

Per le strutture di progetto, il periodo di riferimento all'azione sismica sarà pari a $V_R = 75$ anni al quale corrisponde un tempo di ritorno di:

Stati Limite		Valori (in anni) del periodo di ritorno T_R per il periodo di riferimento $V_R = 75$ anni
Stati limite di esercizio (SLE)	SLO	45
	SLD	75
Stati limite ultimi (SLU)	SLV	712
	SLC	1462

La pericolosità sismica locale dell'area che sarà interessata dai lavori è stata desunta considerando una categoria di sottosuolo di tipo "A" ed una categoria topografica di tipo "T1": i parametri sismici ricavati per il sito, in funzione dei vari stati limiti, sono i seguenti:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,020	2,372	0,213
SLD	75	0,027	2,341	0,288
SLV	715	0,065	2,533	0,506
SLC	1462	0,082	2,628	0,542

Allegati

All.1 – Relazione sulle indagini geognostiche e di laboratorio geotecnico, comprendente:

- Risultanze delle indagini in situ
- Risultanze delle analisi di laboratorio geotecnico

All.2 - Carta geologica e sezione



Geo Prove S.p.A.

Tel 0833-692992

Fax 0833-1820673

e-mail

geoprovesas@libero.it

sede operativa

*Zona Industriale,
lotto n.26 - Ruffano (Le)*

sede legale

*P.zza Libert , 10
73049 Ruffano (Le)*

P.iva

03940580750



COMUNE DI MAGLIE (PROVINCIA DI LECCE)

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING Srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE E RILIEVI RADAR
PRESSO IL DEPURATORE DI MAGLIE

Ruffano, novembre 2015

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



INDICE

<i>PREMESSA</i>	2
<i>SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO</i>	3
<i>PROVA S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)</i>	10
<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	12
<i>SISMICA CON METODOLOGIA MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ...</i>	14
<i>PROSPEZIONE GEORADAR (ground penetrating radar)</i>	19
Schema di funzionamento	21
Taratura dati (velocità di propagazione)	23
Analisi dei risultati	24
<i>ANALISI DI LABORATORIO</i>	35

PREMESSA

Per conto della società ASTRA Engineering S.r.l., la società Geoporve s.a.s di Ruffano, nella persona del direttore tecnico dott. Geol. Marcello De Donatis, nel mese di novembre 2015, ha eseguito delle indagini geognostiche presso il depuratore del comune di Maglie.

Le indagini sono consistite in:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
- n. 2 SPT in foro di sondaggio;
- prelievo ed analisi di laboratorio su un totale di 2 campioni;
- n.1 indagine di sismica a rifrazione;
- n.1 indagine sismica con metodologia MASW;
- indagini georadar su tutta l'area.

I sondaggi, le analisi di laboratorio, le prove in situ e le indagini geofisiche hanno permesso di caratterizzare stratigraficamente e meccanicamente il terreno fondale.

SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

Nel giorno del 27 novembre 2015 è stato realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo.

Si tratta del sondaggio SG1 della profondità di 10 m.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della CMV, mod. MK 600, realizzando dei fori di sondaggio del diametro di ϕ 101 mm e della profondità di 10.0 metri, consentendo di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo.



Il sondaggio è stato ubicato secondo quanto indicato nella tavola “Posizione sondaggi geognostici”.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere doppio la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

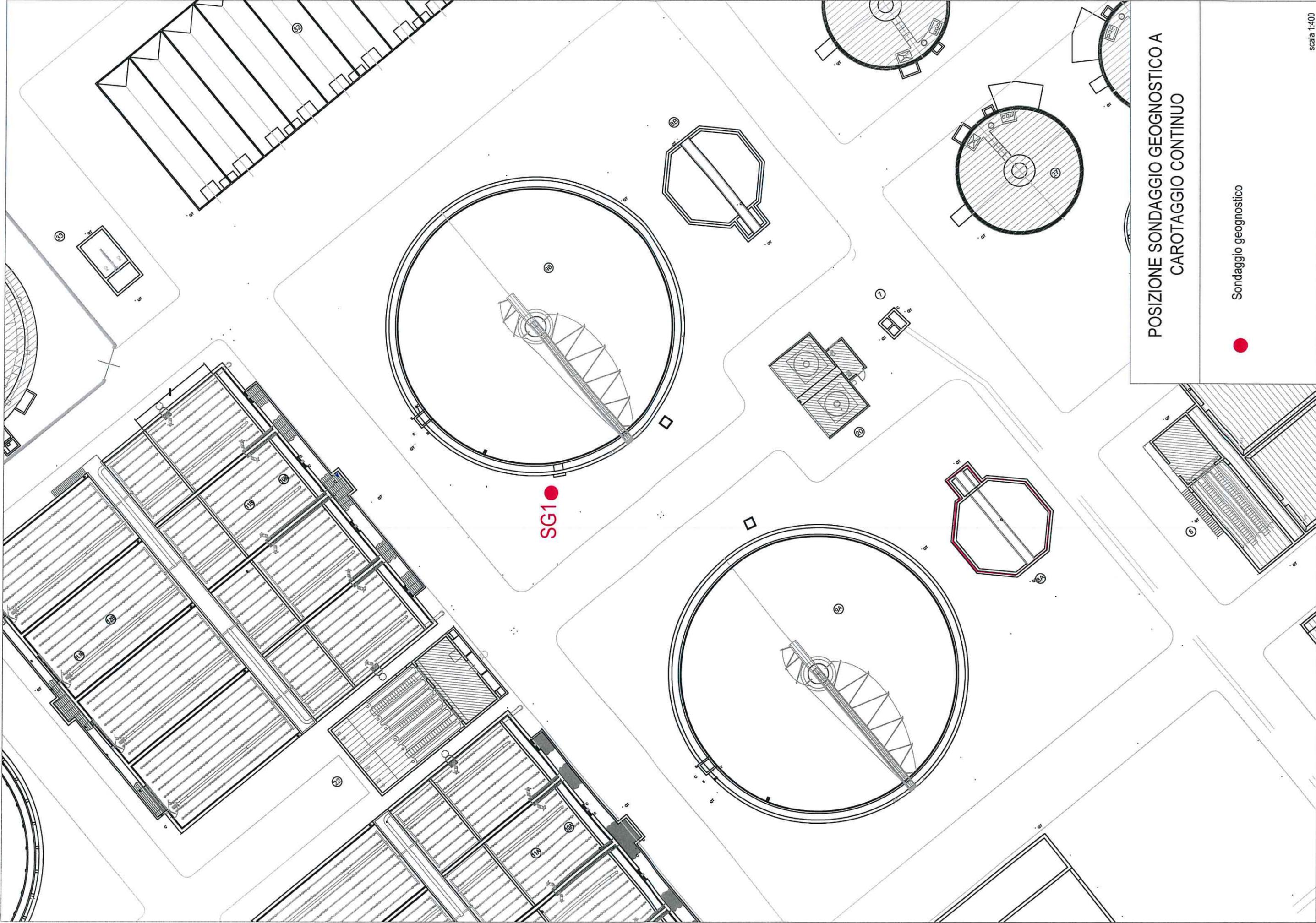
La posizione di ogni sondaggio è stata rilevata con GPS Garmin 420S.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato in modo

indelebile, il numero di sondaggio e le profondità. Sugli scomparti interni sono state scritte le quote di riferimento di ciascuna manovra eseguita.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Per ogni sondaggio è stata inoltre redatta una scheda con riportate, planimetria con l'ubicazione del sondaggio, caratteristiche generali e modalità di perforazione, documentazione fotografica e descrizione della stratigrafia.



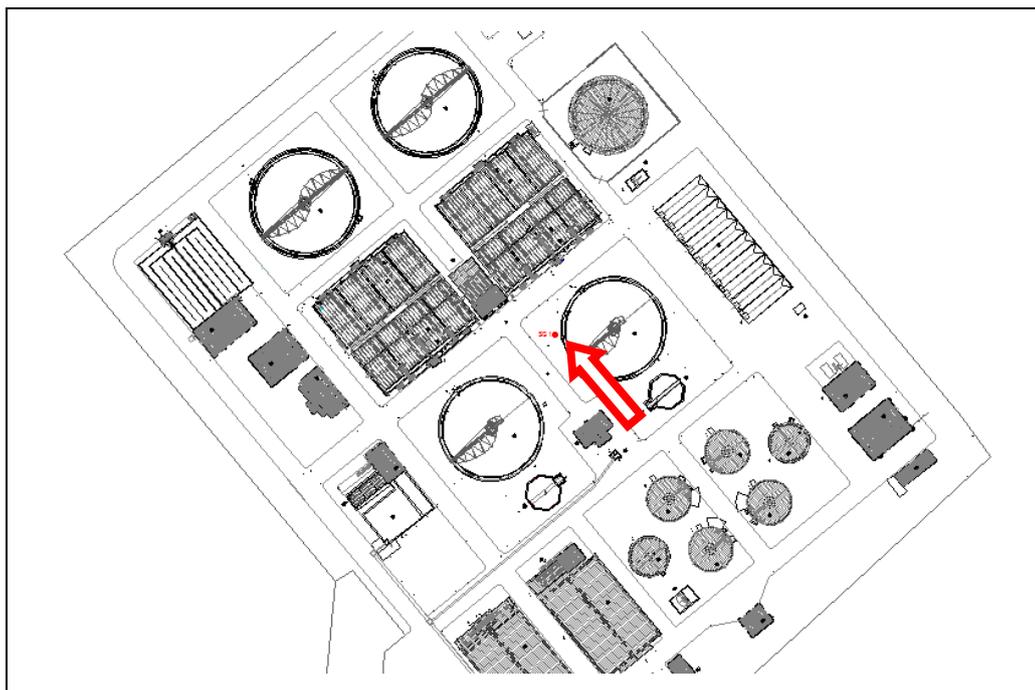
POSIZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A
CAROTAGGIO CONTINUO

Sondaggio geognostico



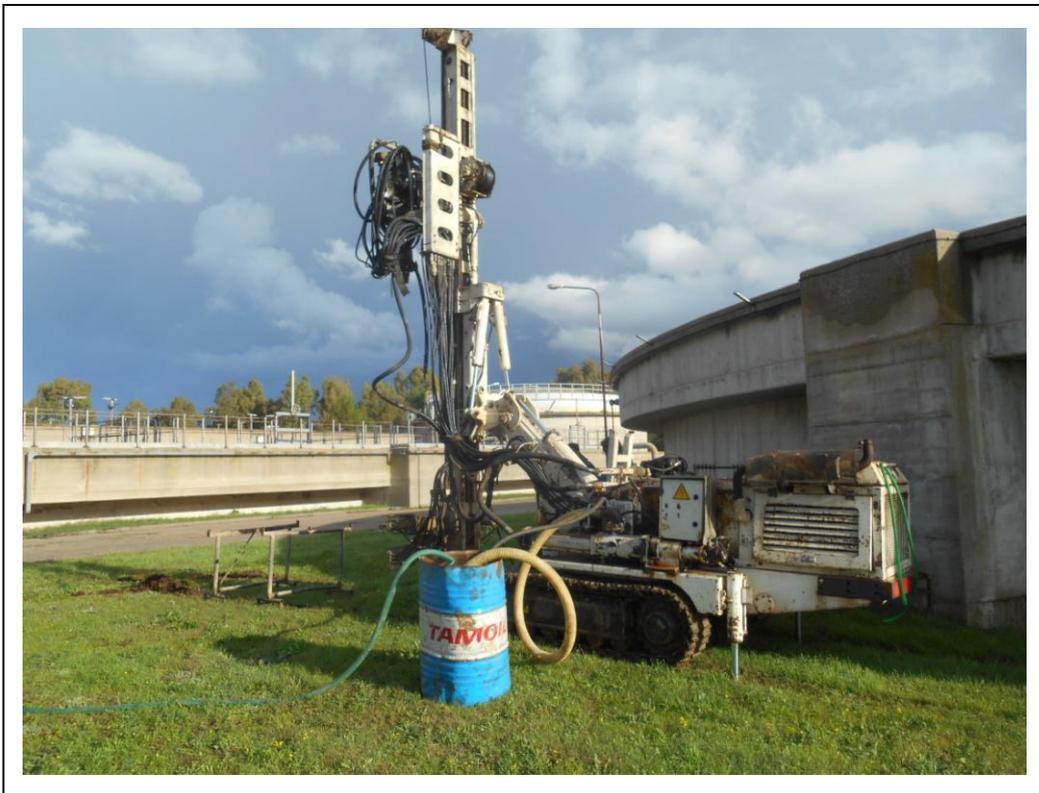
SONDAGGIO SGI

Committente: Astra Engineering Srl	
Località: Depuratore Maglie	
Quota s.l.m.: 84 m s.l.m.	Data: 27.11.2015
Coordinate : Latitudine: 40° 07' 40.9" N Longitudine: 18° 16' 37.9" E	



Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	10.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Tubo di rivestimento	0.0 m - 10.0 m



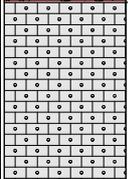
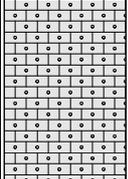
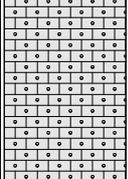
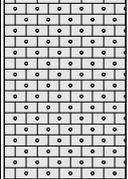
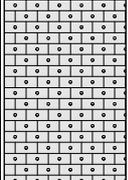
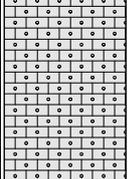
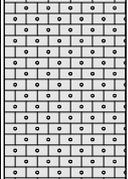
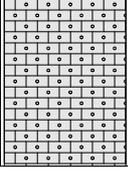
<i>Profondità dal p.c. Spessore (m)</i>	<i>Descrizione stratigrafica</i>
0.00-0.60 0.60	Terreno vegetale
0.60-10.0 9.40	Calcarenite biancastra a grana media e medio-fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici. Dal m 8 la grana diventa esclusivamente fine e il colore assume tonalità verde chiaro.

Committente: Astra Engineering S.r.l.	Sondaggio: SG1
Riferimento: Depuratore Maglie	Data: 27/11/2015
Coordinate: 40° 07' 40.94" N; 18° 16' 37.97" E	Quota: 84
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :50

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Ø mm	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test			
					m	S.P.T.	N	
			Terreno vegetale					
	1		Calcarene biancastre a grana media e medio-fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici. Dal m 8 la grana diventa esclusivamente fine e il colore assume tonalità verde chiaro.					
	2							
	3			1) Dis	< 3.00 4.00	3.0	3cm	Rif
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
101	10							



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.0 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.0 m)

PROVA S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)

Durante l'esecuzione del sondaggio SG1 sono state eseguite due prove SPT.

La prova S.P.T. si effettua per intervalli di 45 cm, misurando il numero di colpi, sul fondo foro opportunamente pulito. Si tratta di una prova a percussione con un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, è stato possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni.

La percussione avviene secondo le modalità contenute nella norma *ASTM n° D 1586/67*.

Il valore di N_{spt} è dato dalla somma dei colpi misurati nel secondo e terzo tratto di 15 cm, quando il numero di colpi supera 50 la prova viene sospesa, rappresentando tale valore il rifiuto.

Per le prove è stato usato un campionatore di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63.5 kg, che ha assicurato una corsa a caduta libera di 0.76 mm.

I risultati delle prove eseguite (che si leggono anche sulle stratigrafie allegare) sono riassunte nella seguente tabella:

	Profondità dal p.c. (m.)	Nspt
Prova 1	mt 2.50 a mt 2.65	(5)
	mt 2.65 a mt 2.80	47
	mt 2.80 a mt 2.95	<u>1cm</u> Rif.
Prova 2	mt 3.00 a mt 3.15	(3cm) Rif.

SISMICA A RIFRAZIONE

Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismici a rifrazione con restituzione tomografica.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

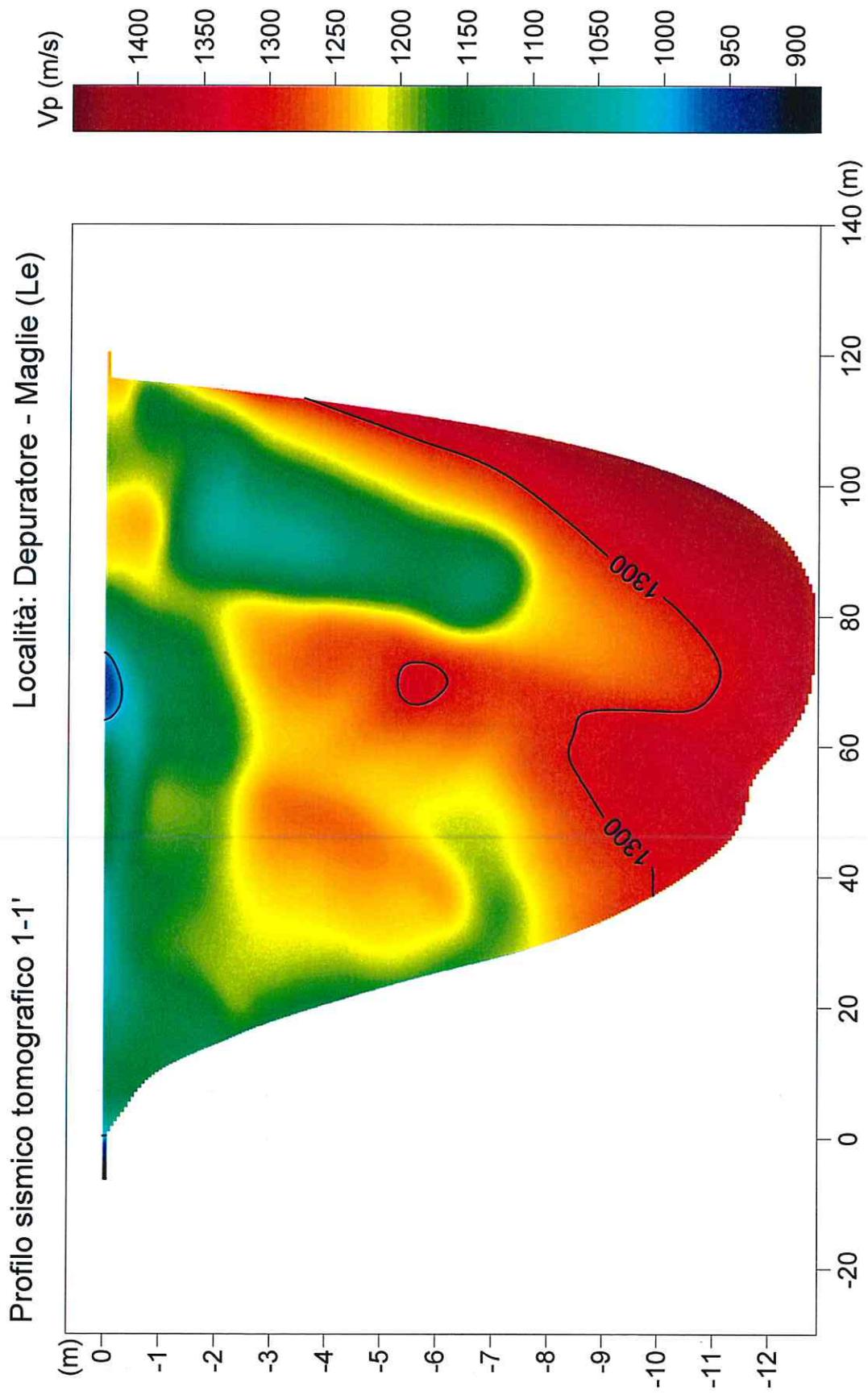
I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

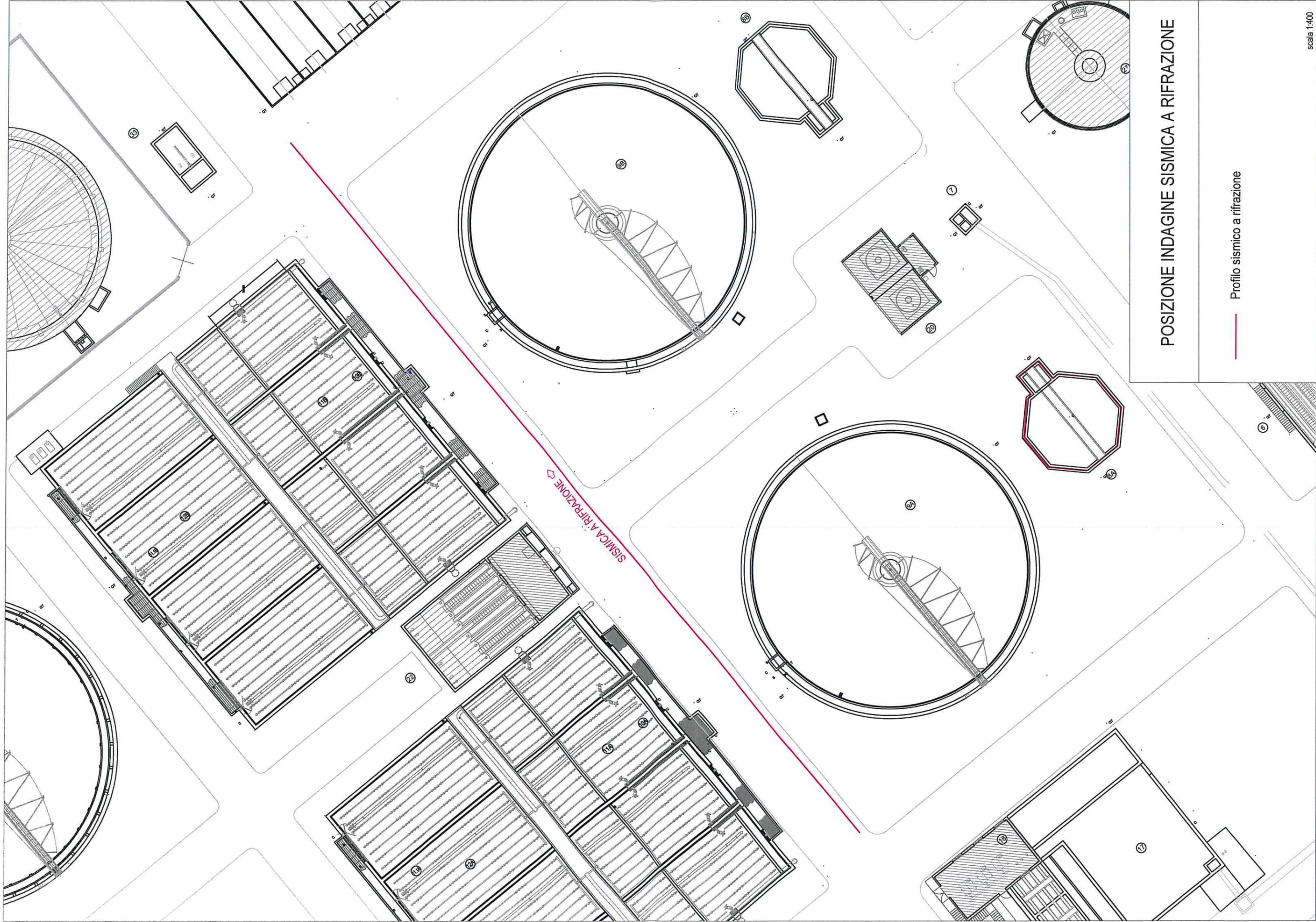
L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare.

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

Si allegano i profili sismici tomografici ottenuti.





POSIZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

— Profilo sismico a rifrazione

Il profilo 1-1' ha dei valori VP compresi da 900 a 1400 m/s. I valori più bassi delle VP, riscontrati nei livelli superficiali e con scarsa potenza, sono da associare alla presenza di materiale di riporto. I valori delle VP che sono compresi tra 1000 e 1400 m/s sono da associare alla presenza di una formazione calcarenitica con livelli meno cementati.



Esecuzione indagine sismica a rifrazione n.1

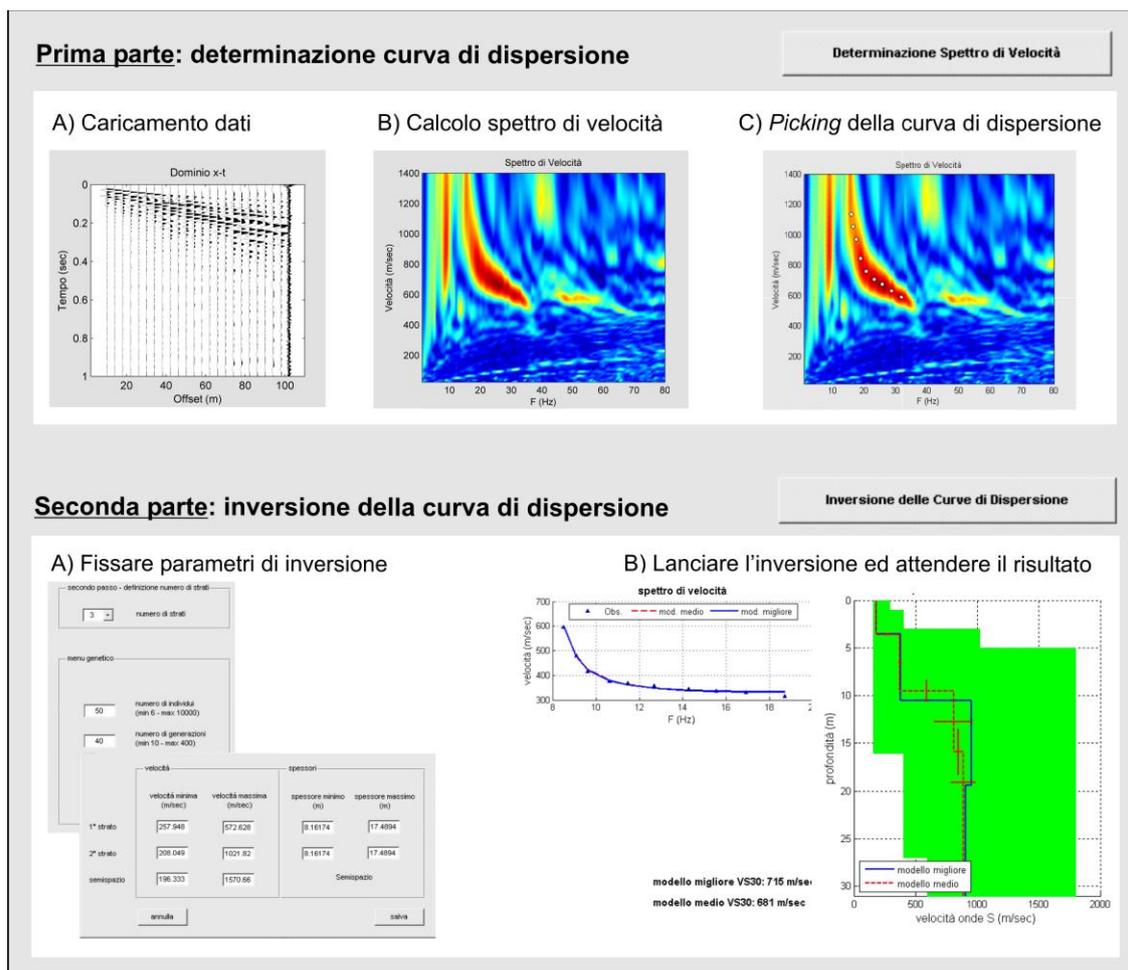
SISMICA CON METODOLOGIA MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

Per individuare la categoria sismica del suolo è stata eseguita un' indagine di sismica con metodologia MASW.

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (da 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.



Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il

modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

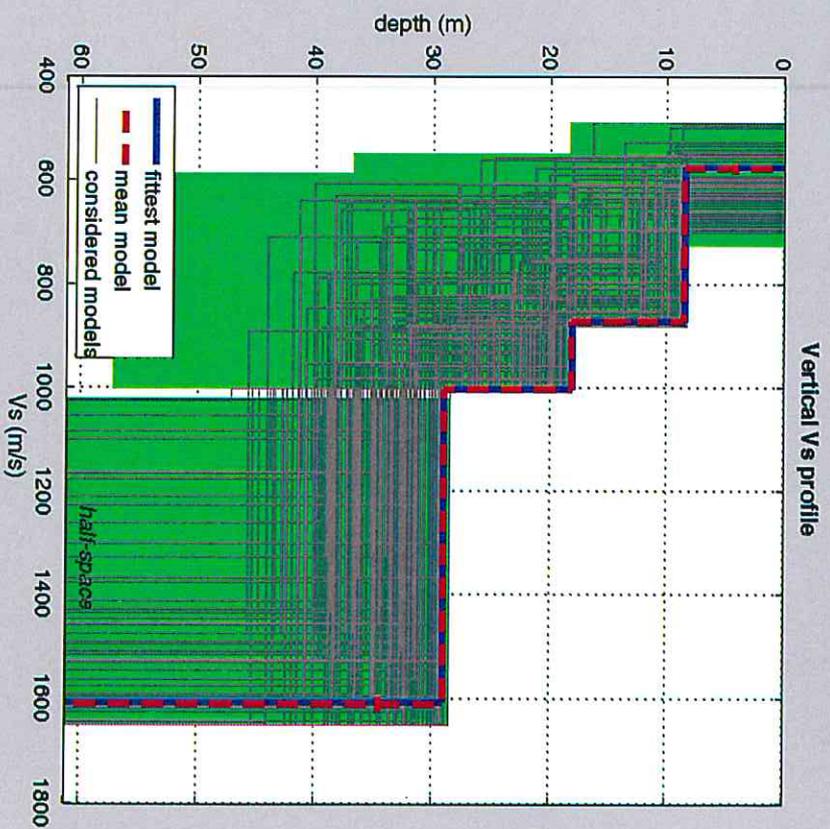
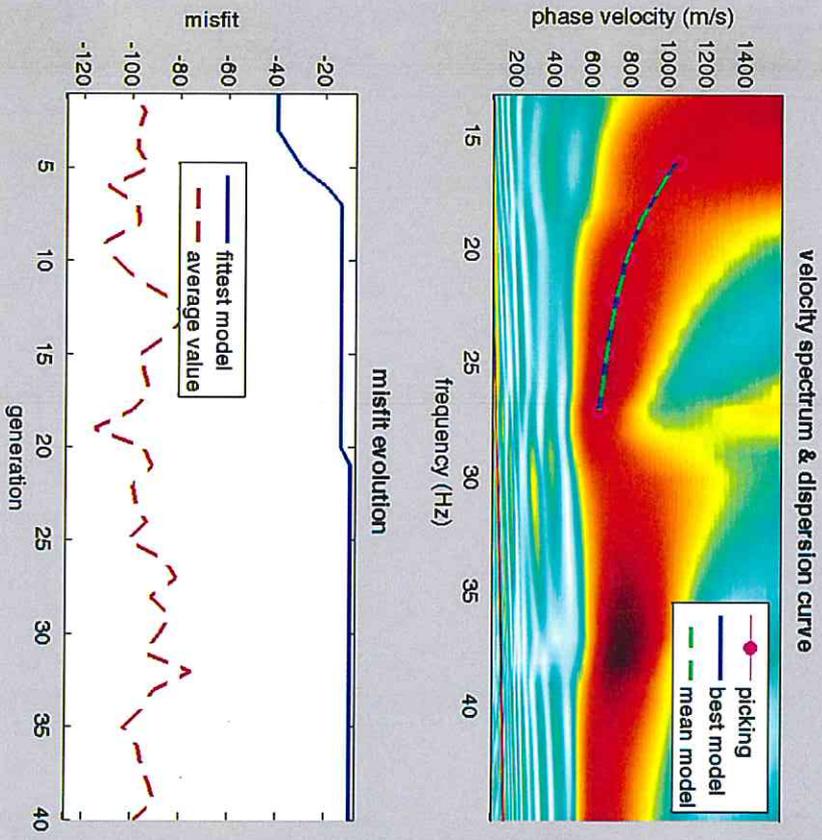
Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

La V_{S30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

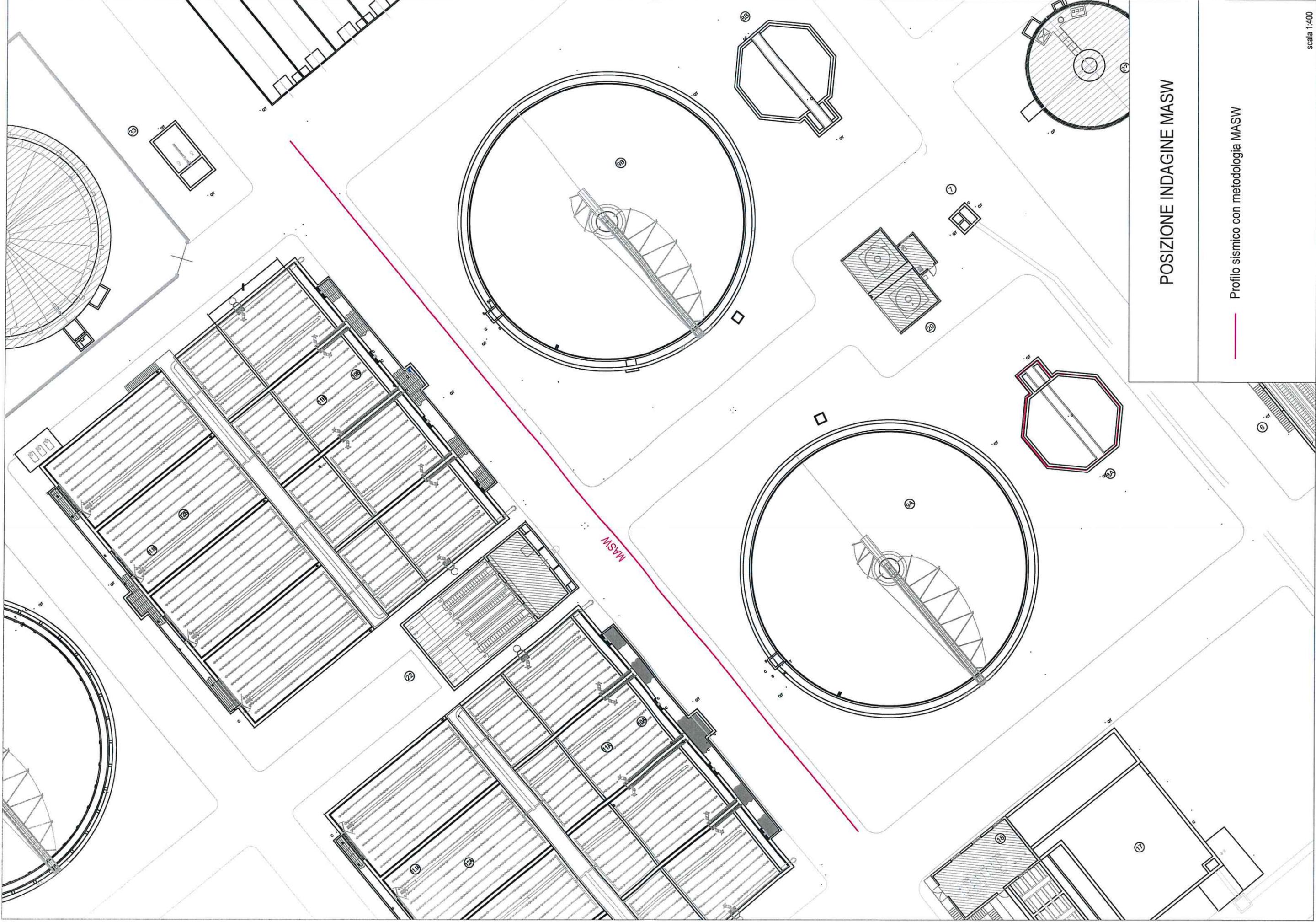
L'indagine sismica con metodologia MASW ha restituito valori di

$V_{S30} = 804 \text{ m/sec.}$



dispersion curve: Maglie dep.cdp
 VS30 (best model): 804 m/s
 VS30 (mean model): 804 m/s





POSIZIONE INDAGINE MASW

— Profilo sismico con metodologia MASW



Esecuzione indagine sismica con metodologia MASW n.1

Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- C) ***Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
- E) ***Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m***, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Avendo ottenuto valori di $V_{s,30}$ pari a 804 m/sec, il suolo in esame rientra nella **categoria A** con valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s.

PROSPEZIONE GEORADAR (ground penetrating radar)

Il Georadar (Ground Penetrating Radar) è uno strumento di recente introduzione nella esplorazione geofisica in grado di determinare la presenza di “anomalie dielettriche” in terreni, rocce e strutture.

Nelle indagini eseguite presso il sito è stato utilizzato per individuare anomalie riconducibili a sottoservizi.

E' una metodologia di prospezione geofisica che consiste, generalmente, nella trasmissione di impulsi elettromagnetici attraverso antenne di appropriata frequenza e nella misura del tempo di propagazione che l'onda riflessa impiega per raggiungere l'antenna. Attraverso il tempo di propagazione è possibile determinare la distanza della sorgente riflettente.

Questa capacità dipende da cambiamenti dell'impedenza elettrica del terreno, ed in particolare dalla differenza di valori della costante dielettrica tra il mezzo ospitante e l'oggetto ospitato.

Per consentire misurazioni accurate è necessario che gli impulsi siano brevi e che la velocità di propagazione nel mezzo sia abbastanza costante.

La propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo viene governata da due fondamentali caratteristiche petro-fisiche che sono: la conduttività e la percettività relativa.

La conduttività elettrica σ (mS/m), o il suo inverso, la resistività ρ (Ohm*m), regola l'attenuazione del segnale al punto tale che non consente la riflessione.

La percettività dielettrica relativa o costante dielettrica del mezzo (k) regola la velocità del segnale.

Le onde elettromagnetiche ricevute, contenenti segnali riflessi, vengono acquisite digitalmente tramite computer. Esse vengono visualizzate, secondo

sezioni di tempo, lungo i profili. Questi vengono successivamente elaborati attraverso filtraggi, deconvoluzioni, migrazioni, ecc. e poi interpretati.

Il processing dei dati radar è la parte più impegnativa del rilievo georadar. Per una buona interpretazione è importante il *filtraggio* che tende ad esaltare certe caratteristiche e/o ad eliminare segnali di disturbo con l'obiettivo di migliorare l'immagine del rilievo.

Il filtraggio viene eseguito per rimuovere segnali provenienti da oggetti piccoli di non interesse o da disturbi esterni, che in genere sono distinguibili in quanto si caratterizzano per un contenuto in frequenza differente dall'insieme dei segnali.

Un rilievo GPR va preparato, nel senso che vanno eseguite una serie di attività finalizzate ad ottimizzare il rilievo stesso. Vanno perciò definite:

- la maglia del rilievo in funzione dell'oggetto da indagare (della dimensione) e dell'estensione dell'indagine stessa;
- le antenne, la cui frequenza governa la risoluzione lungo le tracce, nonché la profondità di penetrazione.

Schema di funzionamento

Lo strumento è caratterizzato dalla presenza di un'antenna costituita da un trasmettitore di segnale e da un ricevitore.

- Il generatore invia, attraverso le antenne, delle onde elettromagnetiche (impulso);
- l'impulso attraversa il mezzo a contatto ed incontrando una struttura od un oggetto con contrasto dielettrico, in parte viene riflesso verso la superficie di contatto ed in parte continua ad attraversare il mezzo;
- appena ricevuto il segnale di start la ricevente raccoglie un campione e lo invia all'unità di controllo;
- col ripetersi dei suddetti punti continuamente, ma secondo una frequenza di campionamento ben precisa e prestabilita, l'unità di controllo raccoglie tutti i campioni di una traccia;
- quando l'intera traccia è campionata l'unità di controllo la invia al computer dove viene salvata e visualizzata.

Le onde elettromagnetiche ricevute, acquisite digitalmente tramite computer, vengono poi elaborate ed interpretate.

L'elaborazione dei radargrammi, ottenuta con l'utilizzo del programma "Reflex", è consistita nella correzione topografica e nell'applicazione di una serie di filtri che ne hanno esaltato le caratteristiche; la stessa banda di colore che viene sostituita alla registrazione monocromatica, contribuisce ad una migliore visualizzazione dei "disturbi".

L'indagine è stata eseguita utilizzando una strumentazione "RIS MF HI-MOD#1" della IDS con antenna da 600 MHz.

Dall'interpretazione delle sezioni è possibile riconoscere delle anomalie localizzate che consistono in chiari segnali iperbolici associati ad oggetti

sepolti di limitata estensione, con caratteristiche dielettriche nettamente distinte rispetto all'ambiente circostante.

Come già accennato, il georadar è un apparecchiatura ricetrasmittente in grado di inviare un impulso multifrequenza nel sottosuolo e di ricevere le riflessioni che si generano in corrispondenza delle variazioni di caratteristiche elettriche. E' importante sottolineare che le prestazioni del sistema sono influenzate dalla natura e dalle condizioni del substrato investigato. Generalmente, più il substrato è omogeneo, migliore è la percezione delle anomalie in esso contenute. Le peggiori prestazioni si ottengono nei materiali saturi, in special modo se argillosi.

Per quanto riguarda i terreni esaminati (o meglio la successione degli orizzonti naturali e artificiali interessati dalla prospezione), i litotipi sono stati dedotti dalla carta geologica dell'area indagata.

Taratura dati (velocità di propagazione)

La determinazione delle velocità di propagazione nel materiale è un passo essenziale per l'interpretazione dei dati perché consente la ricostruzione di sezioni interpretative. L'operazione infatti serve a convertire i tempi in distanze o profondità ed è quindi indispensabile per dare un senso alla prospezione.

E' stata eseguita una taratura indiretta su base strumentale, utilizzando le riflessioni di forma iperbolica la cui presenza è associata alla presenza di bersagli nella struttura o terreno da indagare. La forma delle iperboli è infatti descrivibile con una relazione nella quale compare il valore della velocità di propagazione. E' da rilevare relativamente ai radargrammi allegati che:

1. durante l'esecuzione delle prospezioni radar è stato utilizzato un profilo di amplificazione definito in situ valutando alcuni parametri quali: l'attenuazione media, la costante dielettrica, velocità di strisciata, ecc..
2. le profondità sono espresse in unità di tempo (ns) e non in unità di lunghezza in quanto queste ultime risulterebbero imprecise, poiché, l'eventuale presenza di ipogei o intercapedini d'aria altera i percorsi di propagazione delle onde.
3. sui radargrammi allegati l'intervallo marker è espresso in metri;
4. il radargramma va letto da sinistra (inizio strisciata) verso destra (fine strisciata).
5. Nei radargrammi lungo l'asse delle ordinate sono riportati i tempi di propagazione espressi in n/sec e una profondità estimativa.

Analisi dei risultati

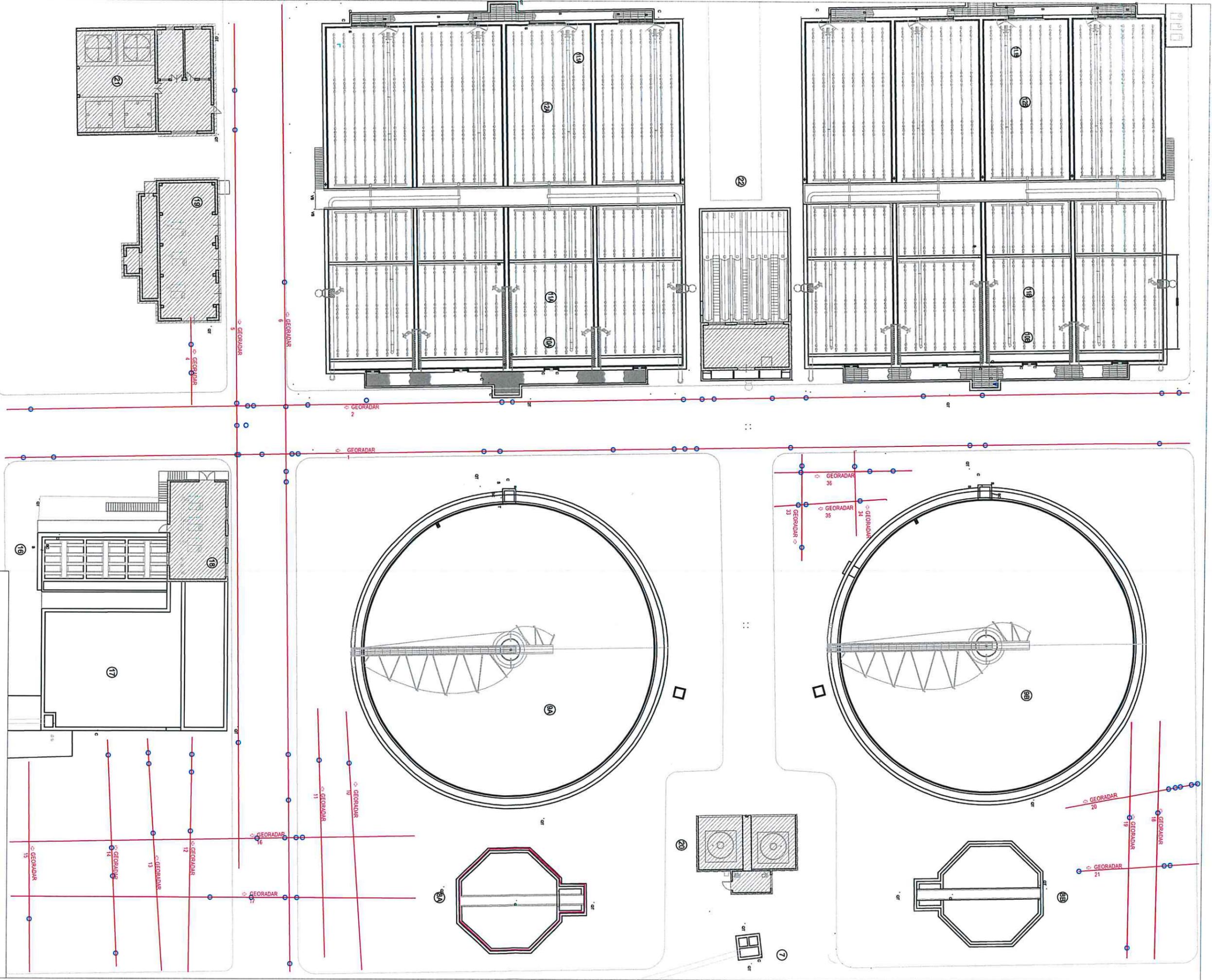
Sono state realizzate complessivamente 36 strisciate, per ognuna delle quali è stata allegata una copia del radargramma.

Si allega planimetria recante la posizione delle strisciate georadar.

Tutti e trentasei i profili sono stati acquisiti mantenendo costanti i parametri di acquisizione (acquisizione in continuo).

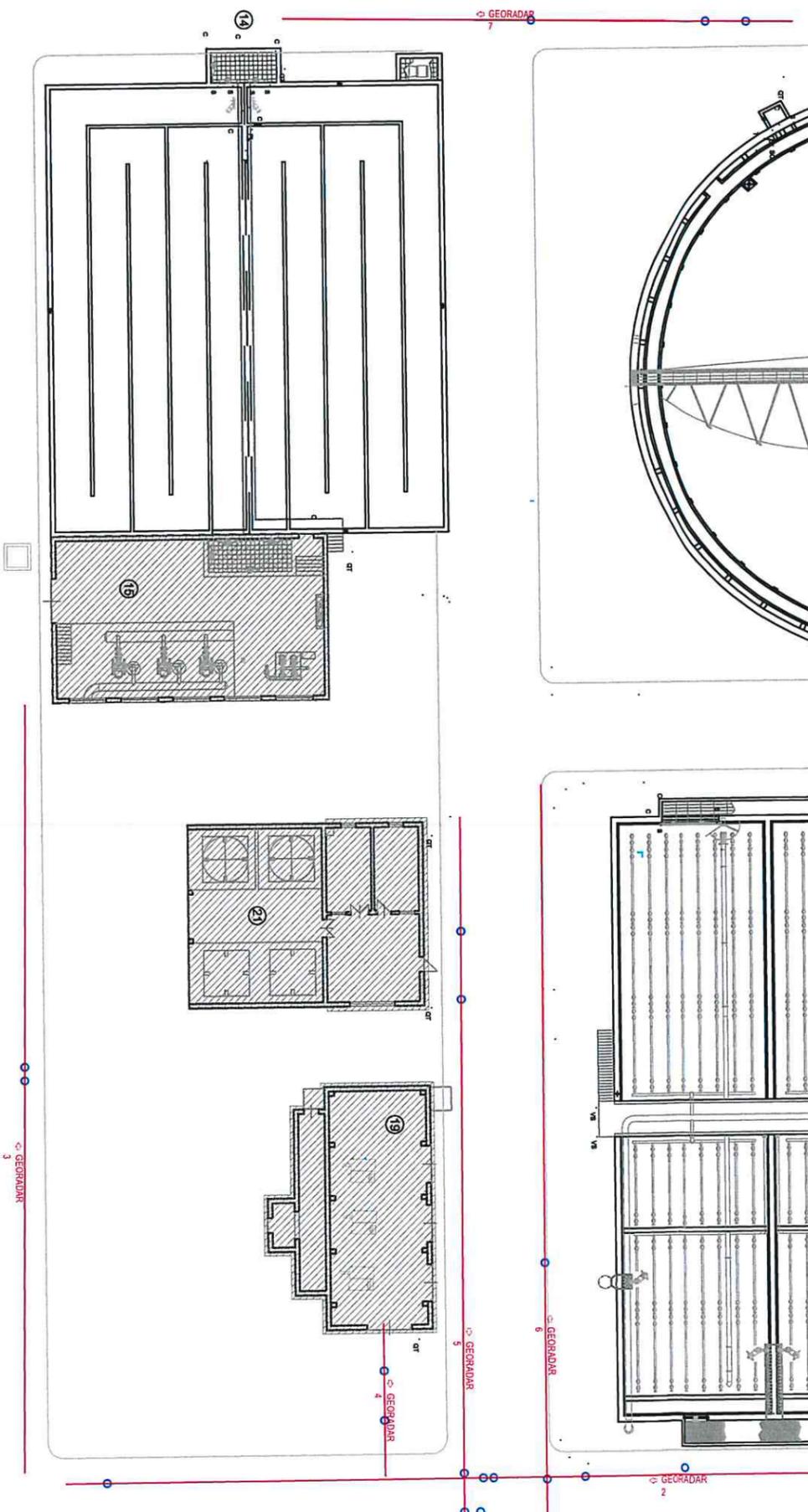
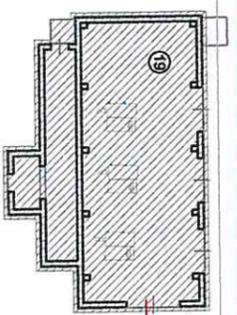
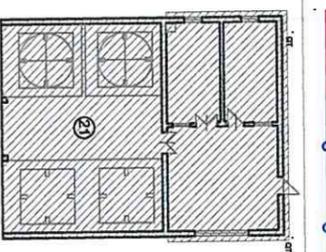
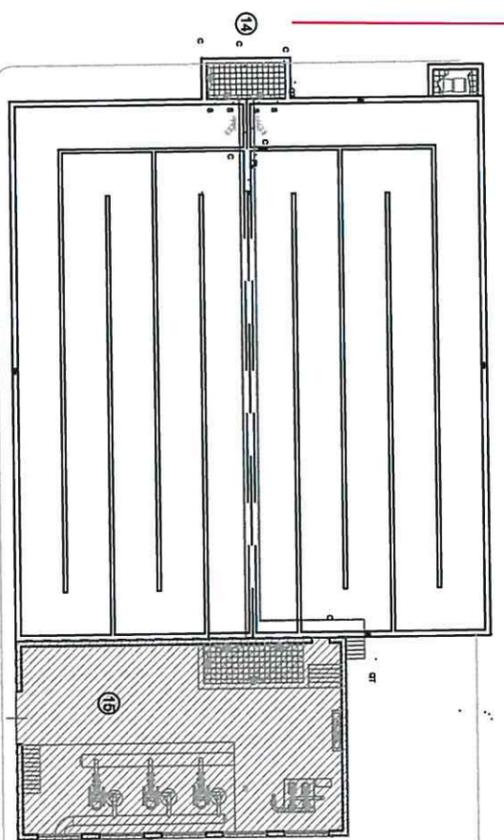
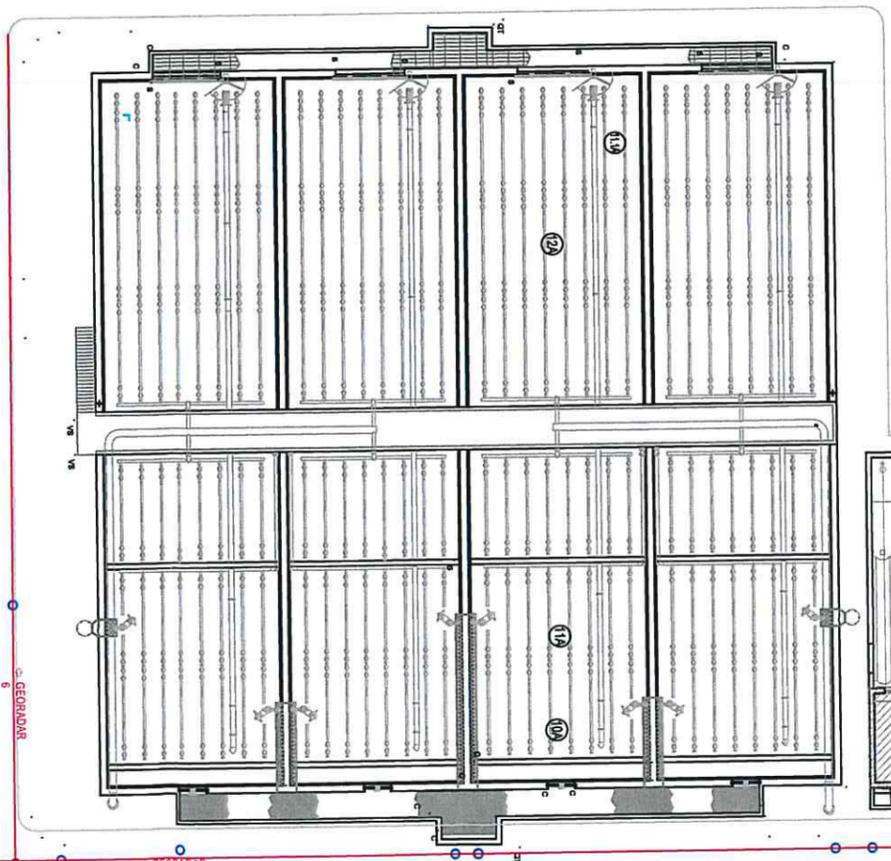
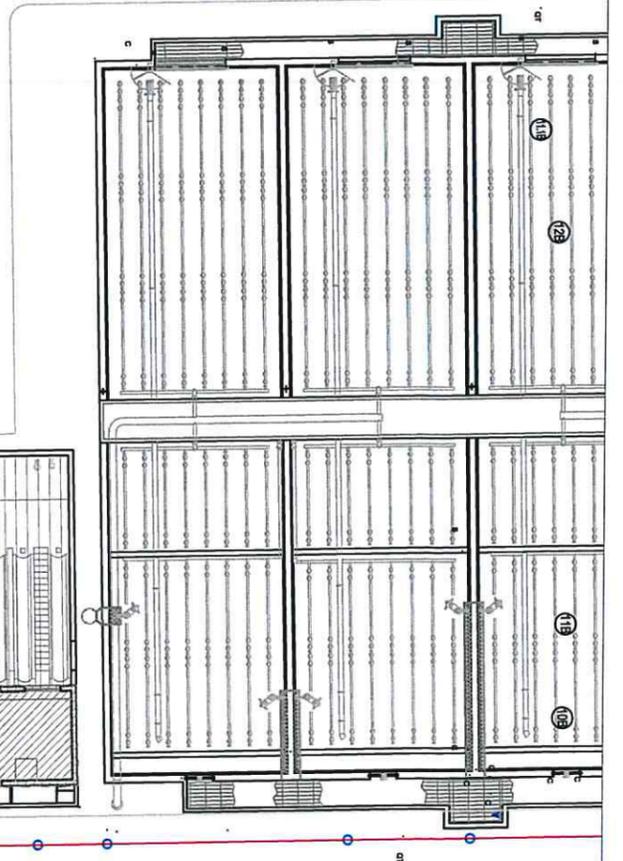
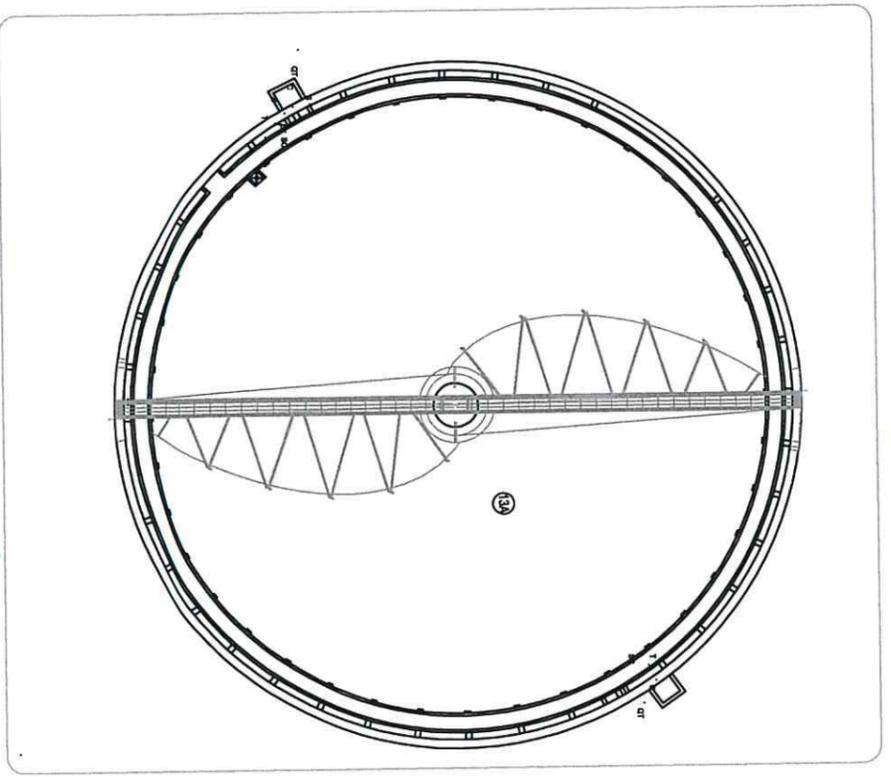
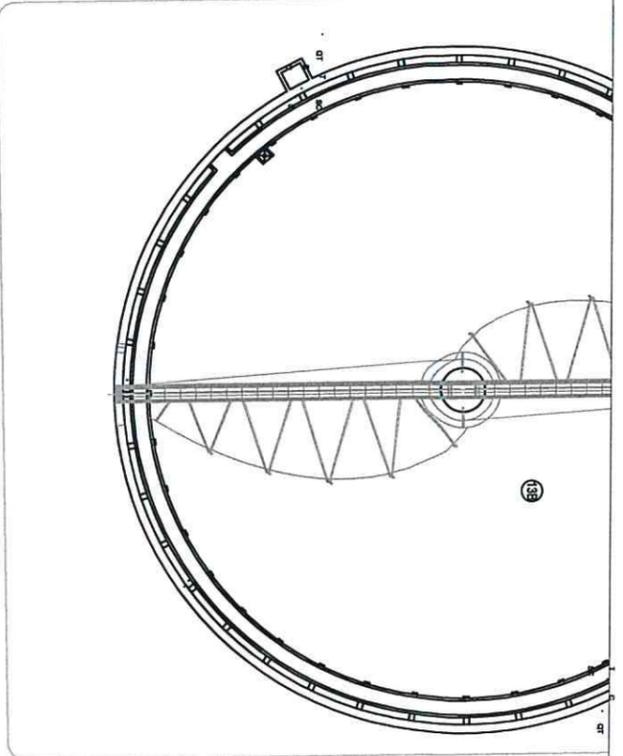
Dopo aver acquisito i profili GPR in situ è stata effettuata l'elaborazione di questi.

Per una rapida e chiara lettura dei risultati sono state redatte le sottostanti tabelle dove si riporta il numero e la lunghezza totale della strisciata, la distanza dell'anomalia a partire dall'inizio della strisciata e la profondità approssimativa di rinvenimento dell'anomalia.



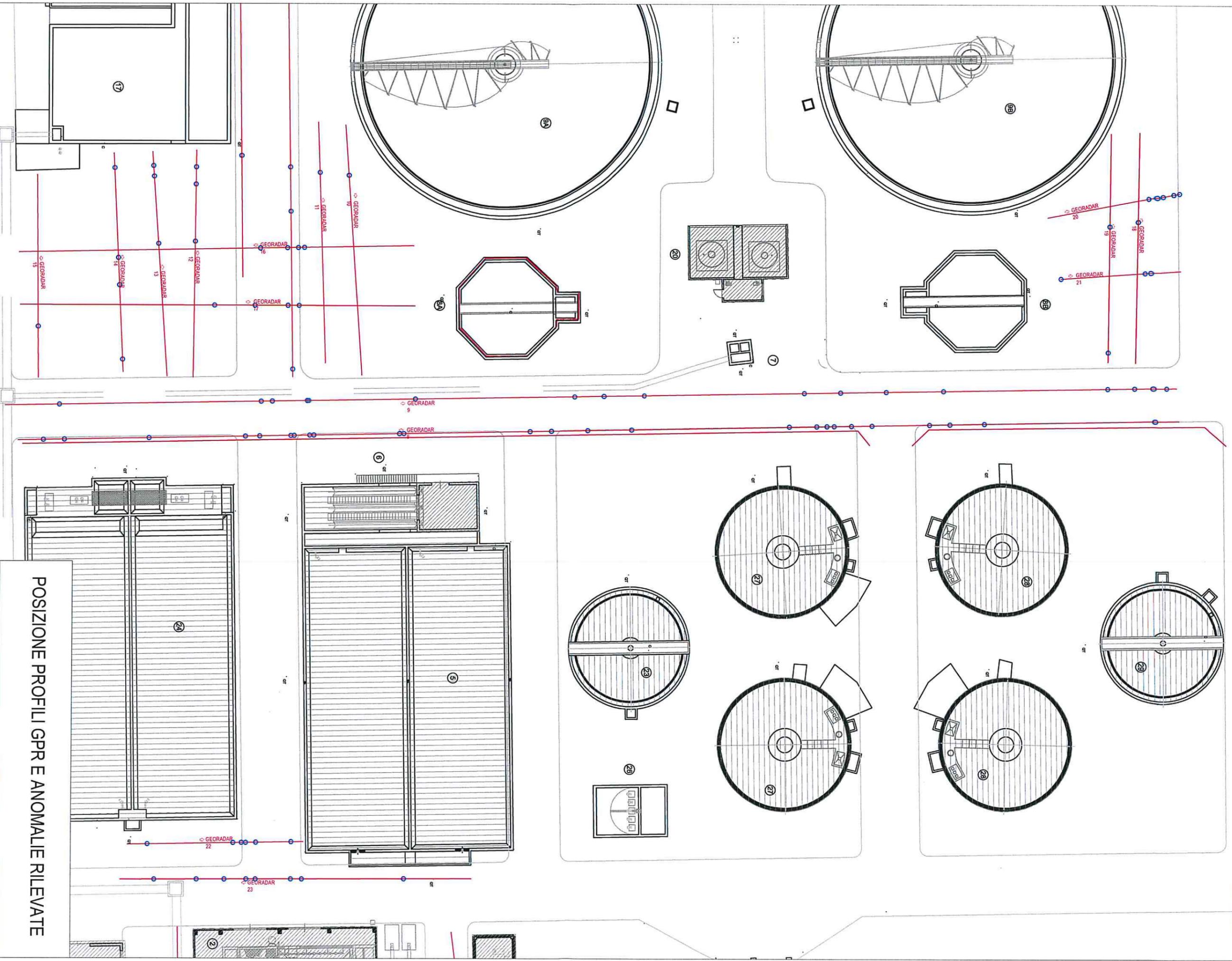
POSIZIONE PROFILI GPR E ANOMALIE RILEVATE

- Profilo GPR
- Anomalia riferibile alla presenza di sottoservizi



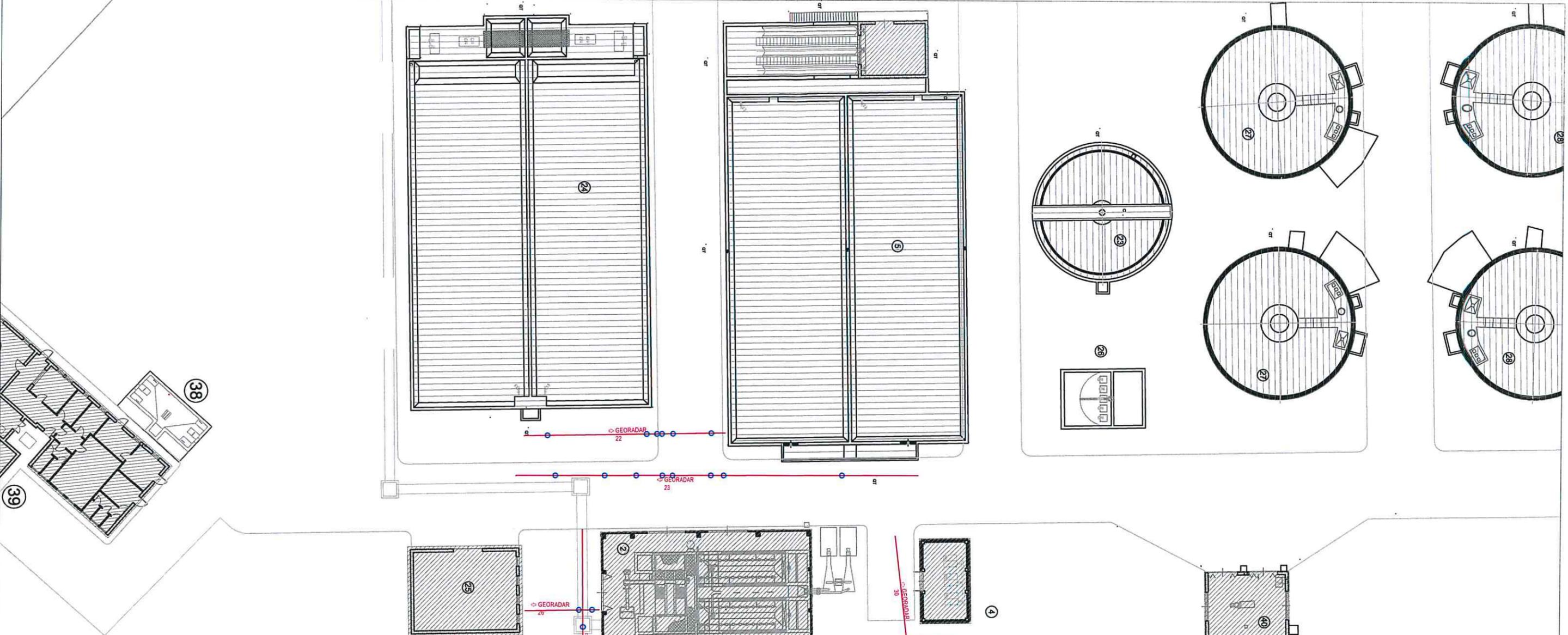
POSIZIONE PROFILI GPR E ANOMALIE RILEVATE

- Profilo GPR
- Anomalia riferibile alla presenza di sottoservizi



POSIZIONE PROFILI GPR E ANOMALIE RILEVATE

- Profilo GPR
- Anomalia riferibile alla presenza di sottoservizi

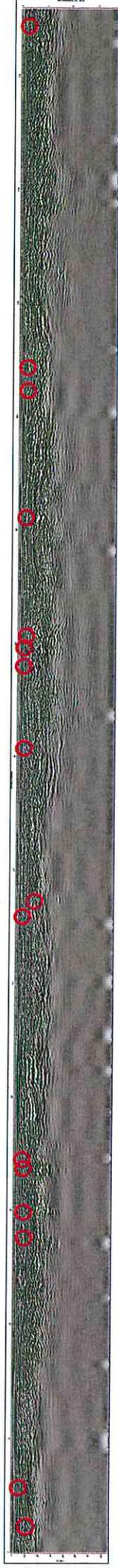


POSIZIONE PROFILI GPR E ANOMALIE RILEVATE

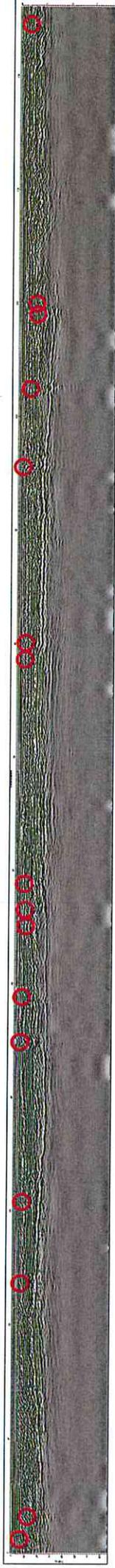
— Profilo GPR

○ Anomalia riferibile alla presenza di sottoservizi

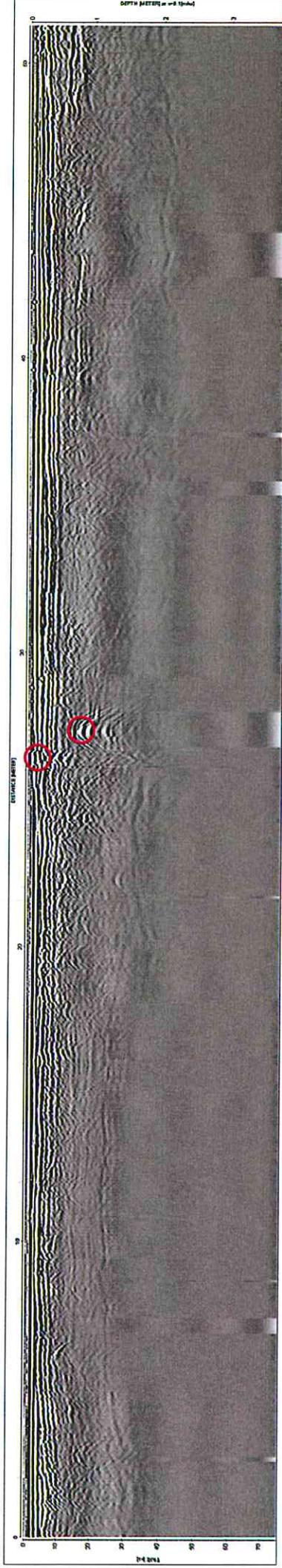
scala 1:400



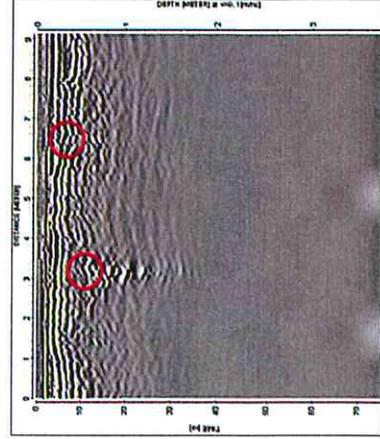
PROFILO GPR n.1



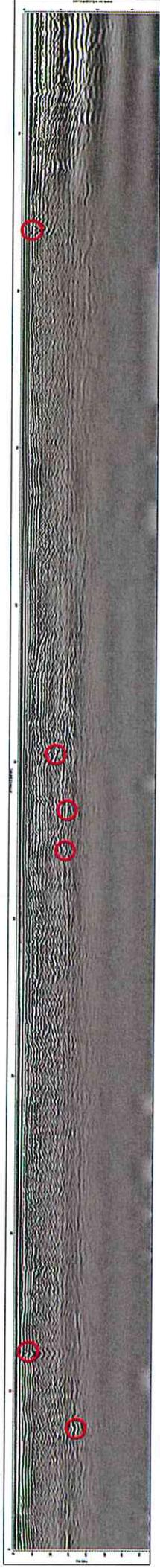
PROFILO GPR n.2



PROFILO GPR n.3



PROFILO GPR n.4



PROFILO GPR n.5



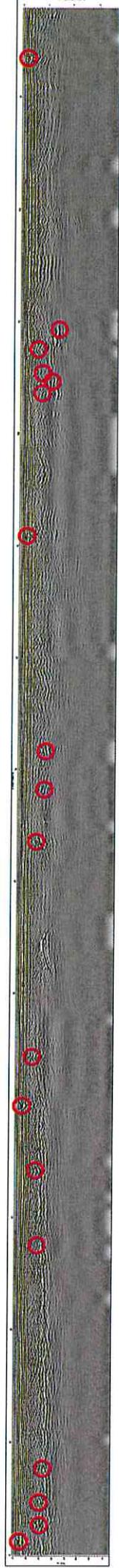
PROFILO GPR n.6



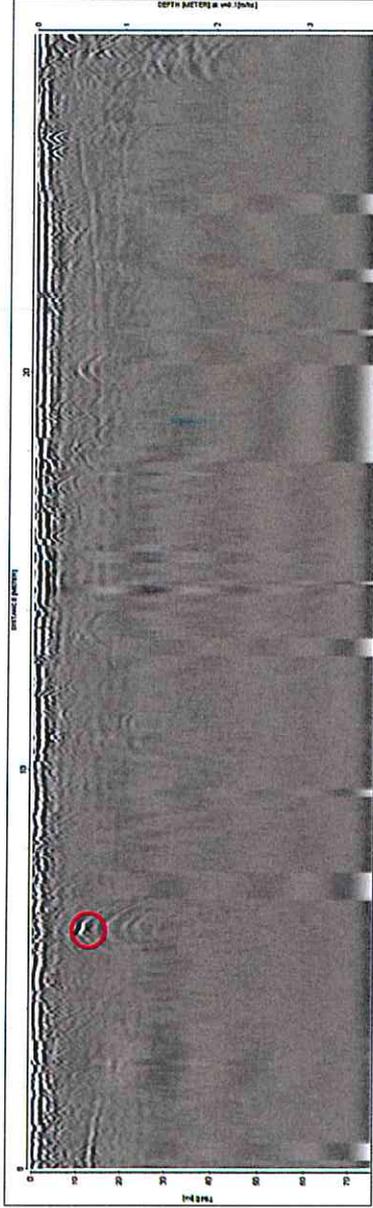
PROFILO GPR n.7



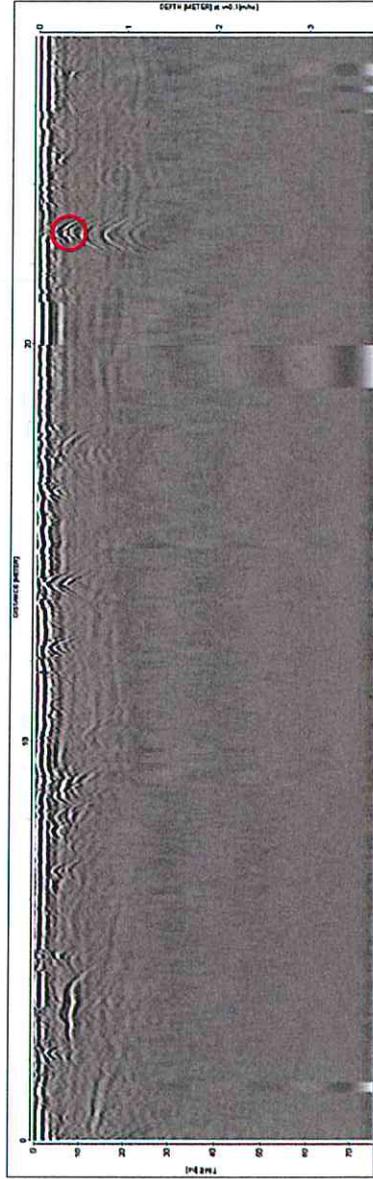
PROFILO GPR n.8



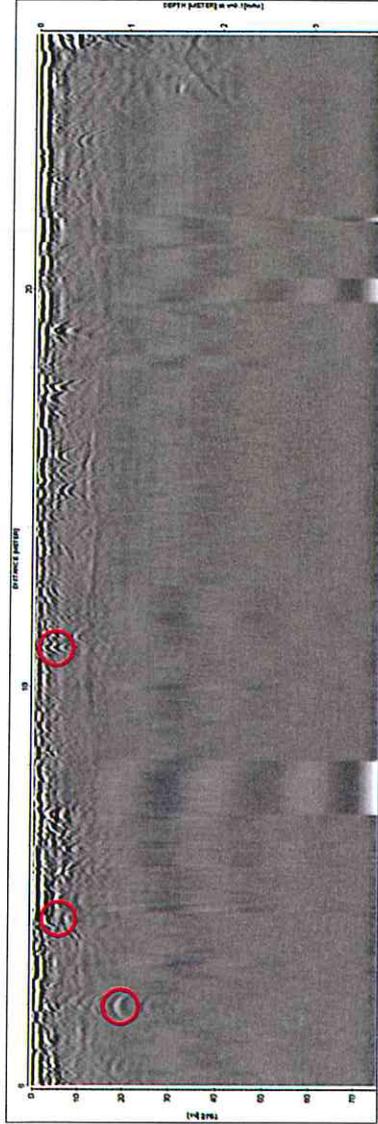
PROFILO GPR n.9



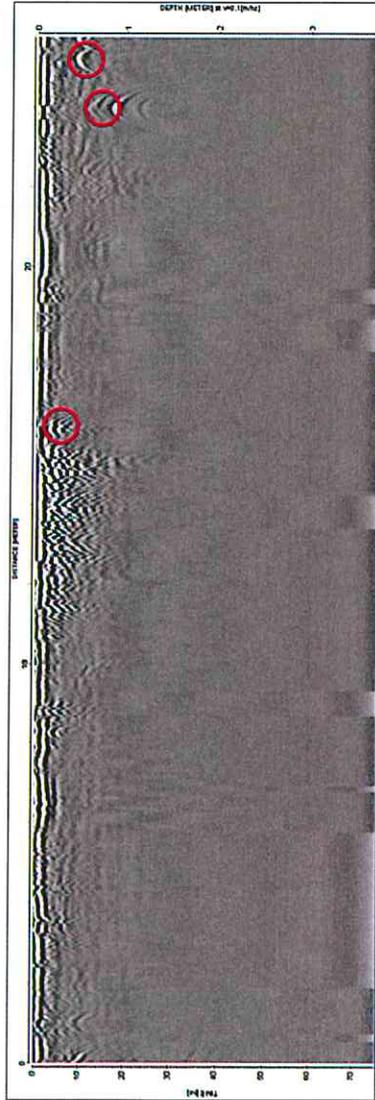
PROFILO GPR n.10



PROFILO GPR n.11



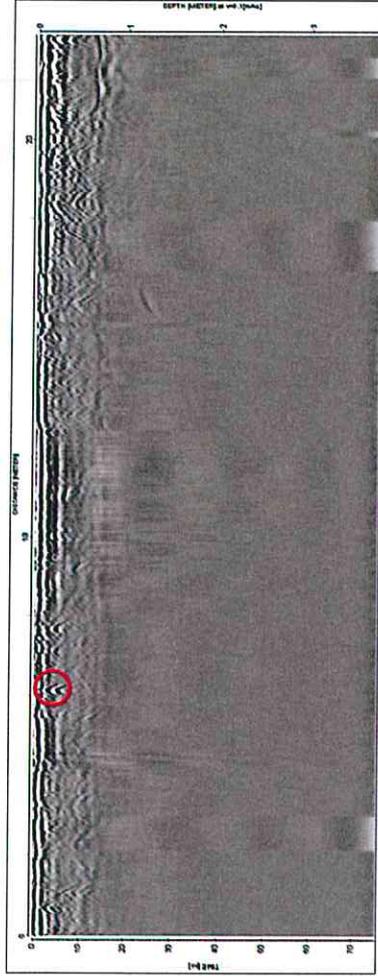
PROFILO GPR n.12



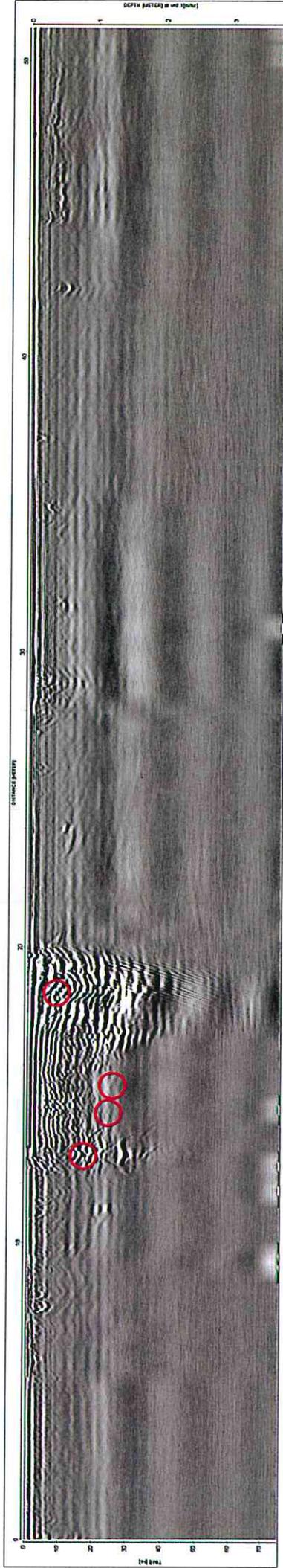
PROFILO GPR n.13



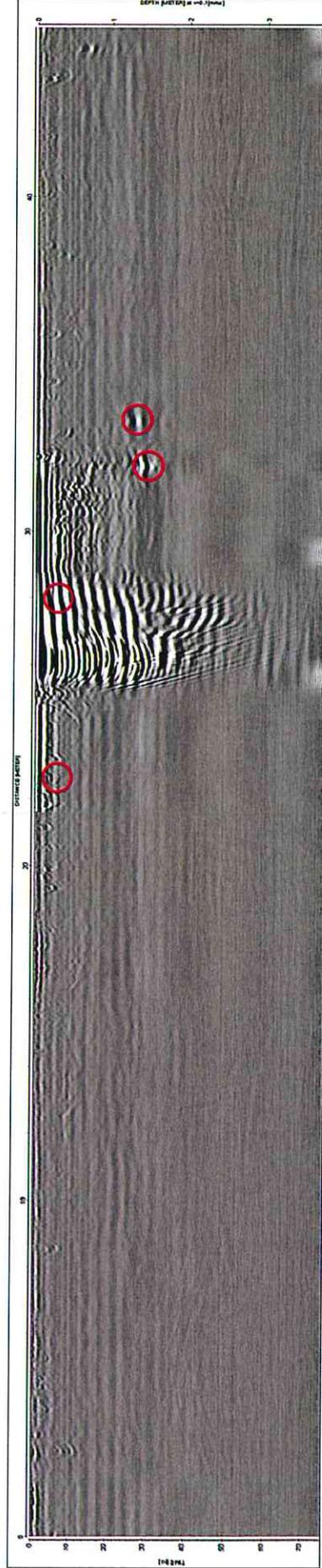
PROFILO GPR n.14



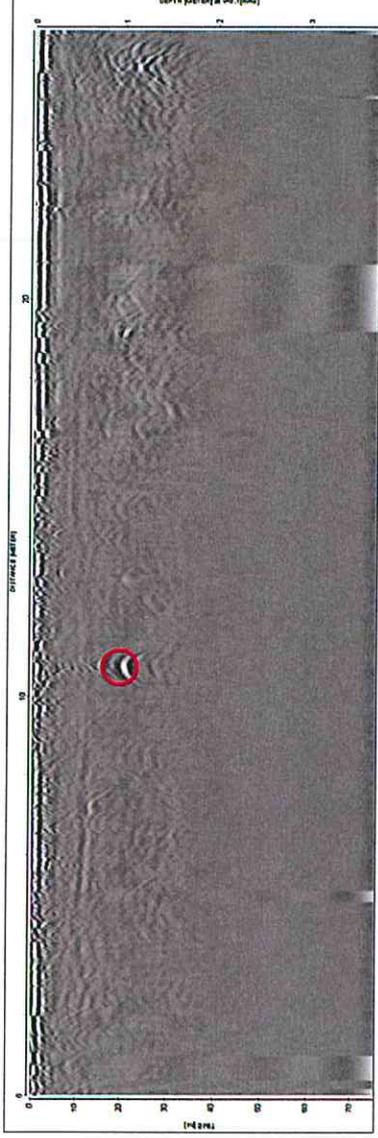
PROFILO GPR n. 15



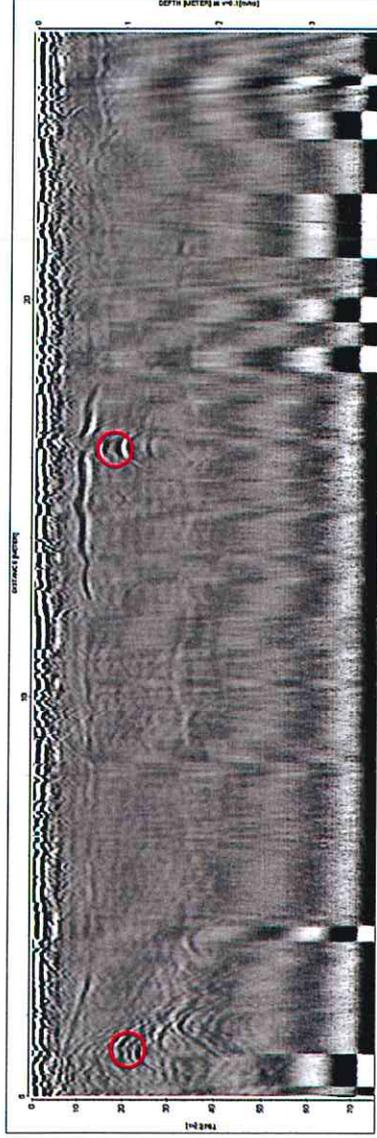
PROFILO GPR n. 16



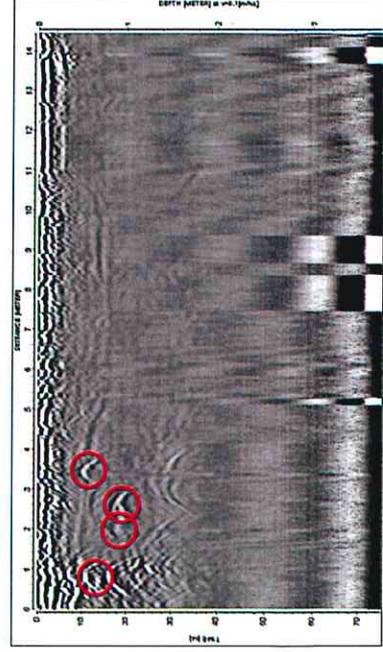
PROFILO GPR n. 17



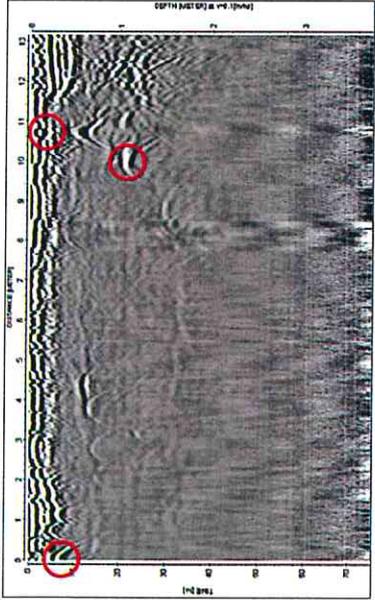
PROFILO GPR n. 18



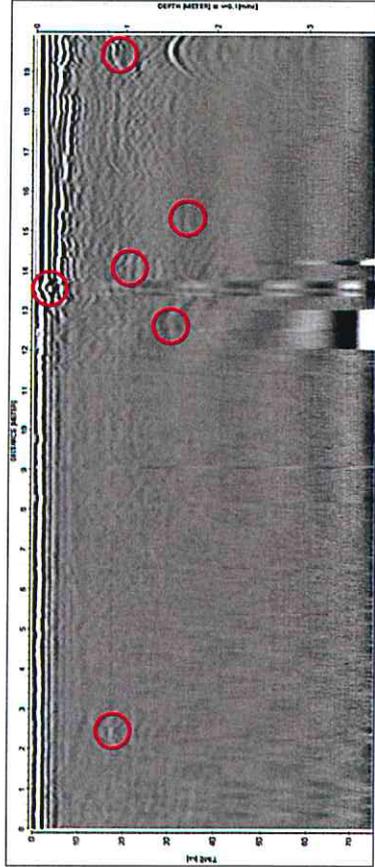
PROFILO GPR n. 19



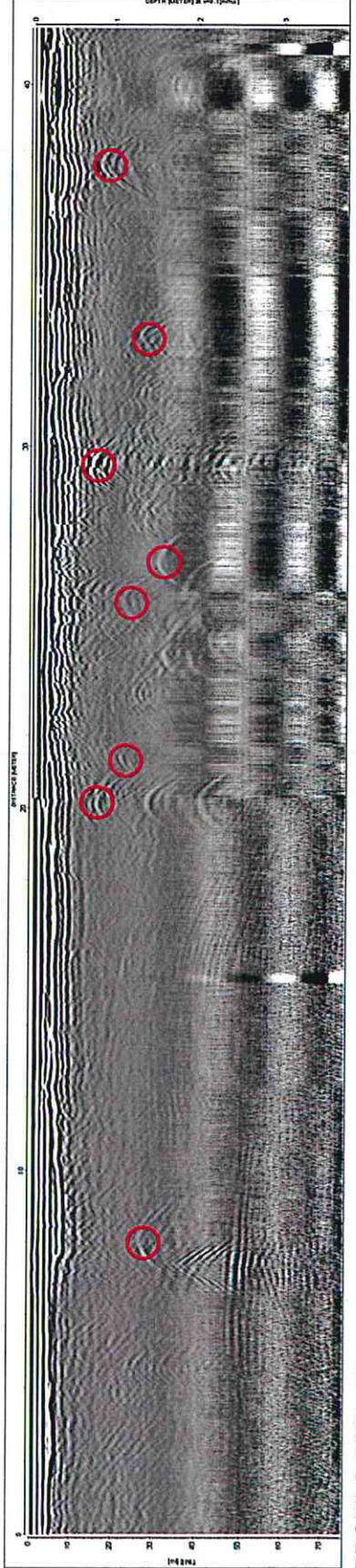
PROFILO GPR n. 20



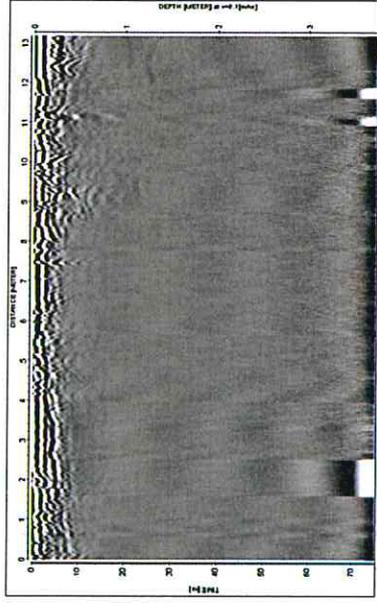
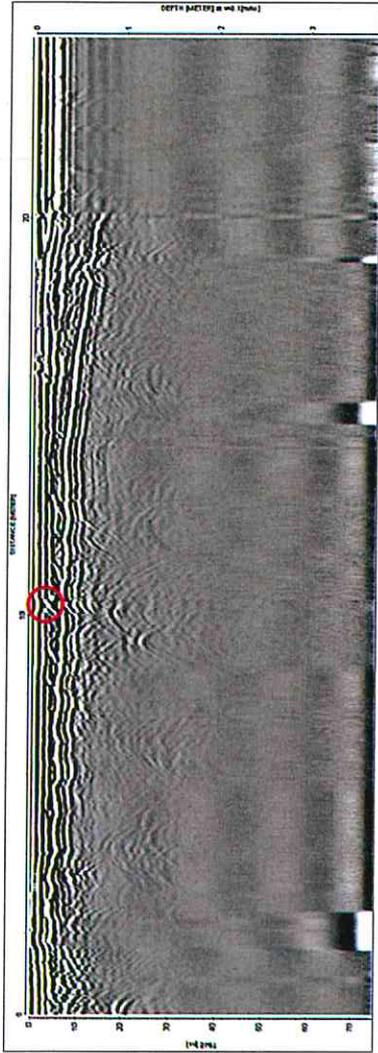
PROFILO GPR n.21



PROFILO GPR n.22

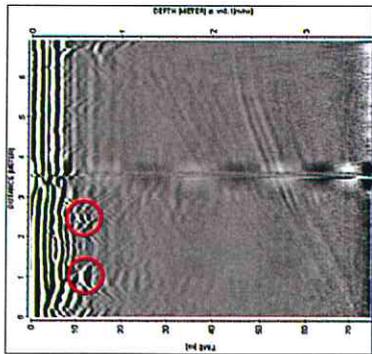


PROFILO GPR n.23

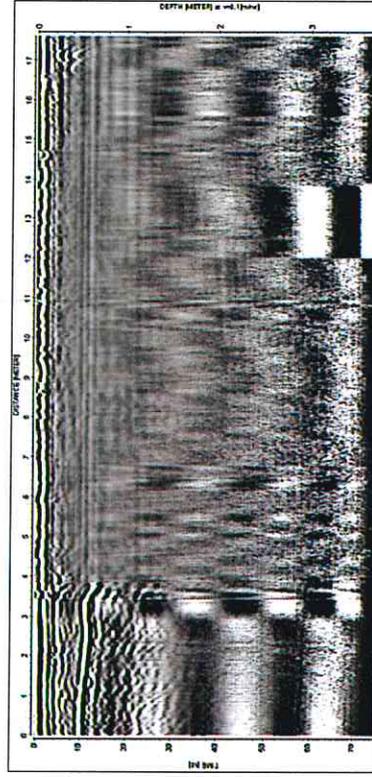


PROFILO GPR n.24

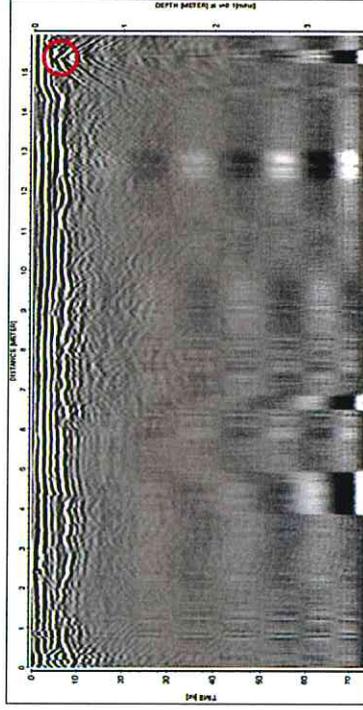
PROFILO GPR n.25



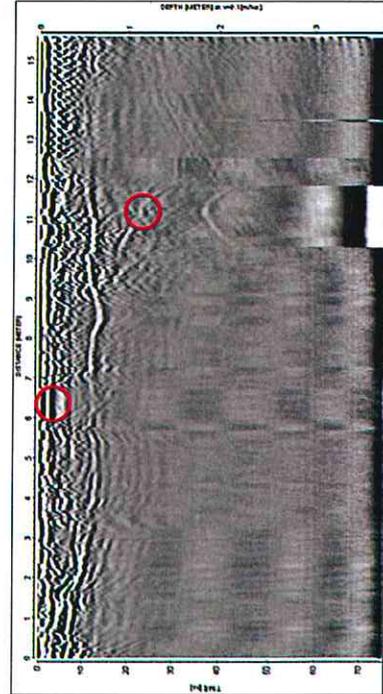
PROFILO GPR n.26



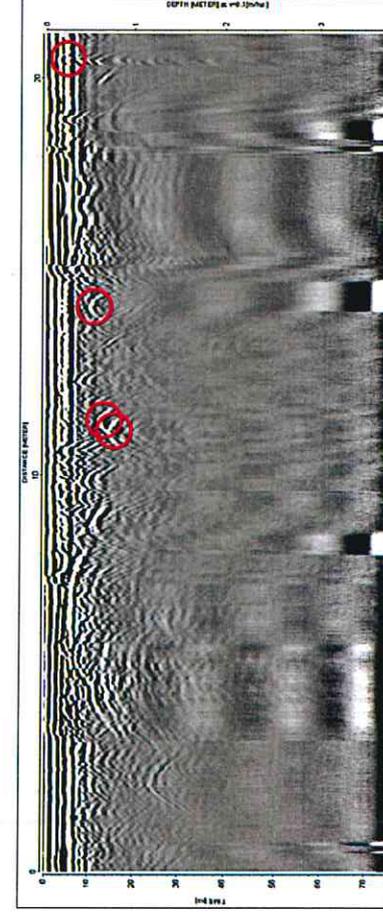
PROFILO GPR n.27



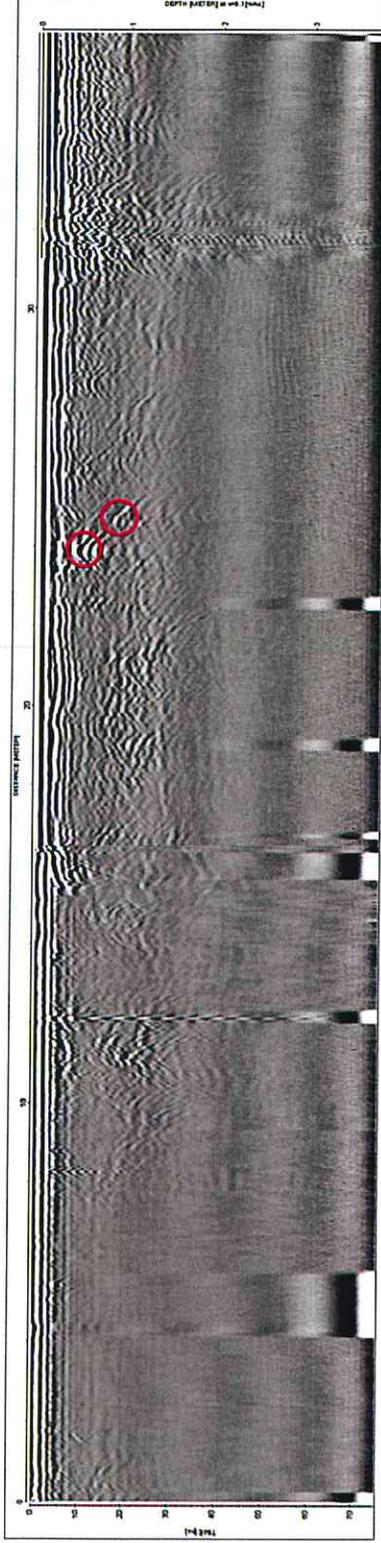
PROFILO GPR n.28



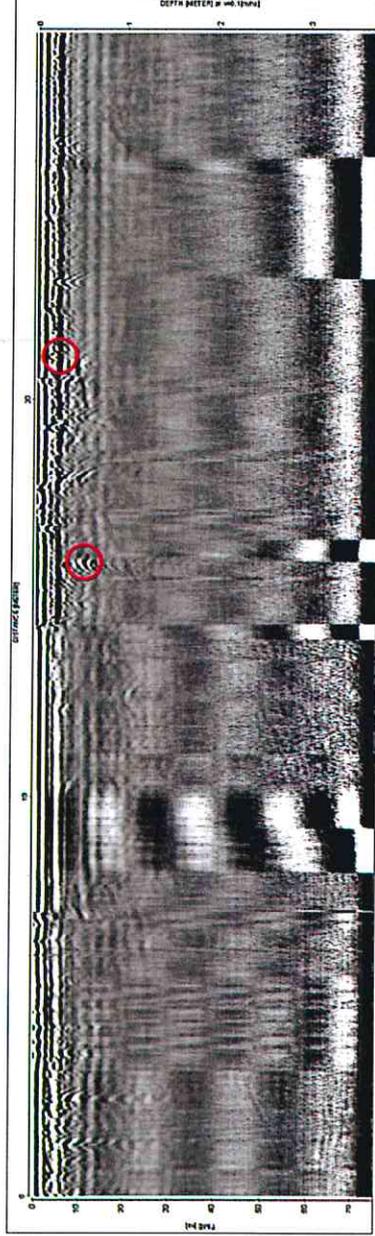
PROFILO GPR n.29



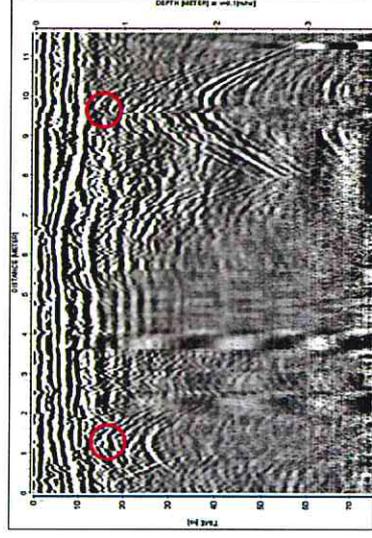
PROFILO GPR n.30



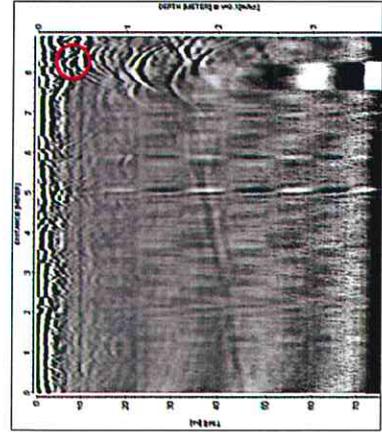
PROFILO GPR n.31



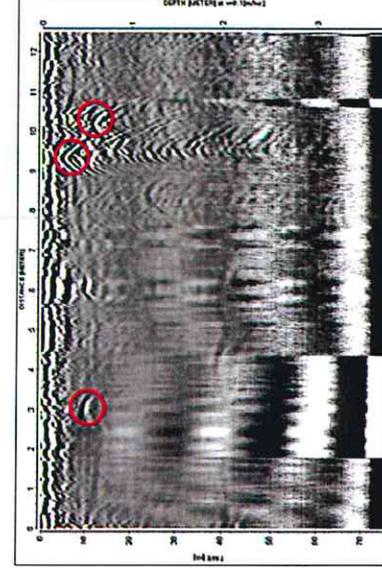
PROFILO GPR n.32



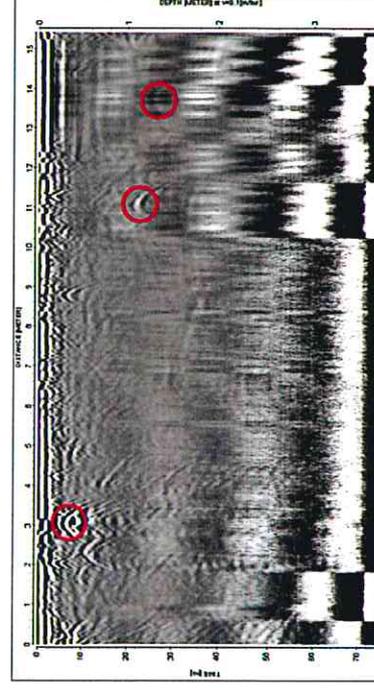
PROFILO GPR n.33



PROFILO GPR n.34



PROFILO GPR n.35



PROFILO GPR n.36

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.1/137.82m	2.10	0.70
	5.60	0.20
	27.20	1.10
	29.90	1.00
	33.50	1.10
	34.13	1.00
	55.70	0.1/sup.
	57.30	1.2
	70.80	0.50
	77.97	0.60
	79.21	0.60
	80.52	0.80
	91.50	0.40
	112.41	1.40
	114.21	0.40
134.32	0.80	

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.2/137.56m	1.20	1.00
	3.20	1.40
	23.83	0.40
	30.80	0.60
	44.45	0.40
	48.41	0.80
	55.21	0.80
	80.06	0.40
	78.81	0.40
	56.64	0.80
	58.72	0.80
	95.74	0.20
	102.5	0.60
	108.8	1.00
	109.5	0.90
134.6	0.60	

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.3/51.79m	26.36	0.2
	27.28	0.6

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.4/9.91m	3.15	0.60
	6.47	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.5/98.35m	7.71	1.40
	12.30	0.30
	44.20	1.00
	46.80	1.10
	50.51	0.90
	83.80	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.6/112.5m	0.90	1.20
	19.79	0.40
	25.09	0.40
	56.87	1.10
	58.12	1.10
	65.74	1.10
	80.21	1.00

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.7/34.32m	3.02	Da sup. a 0.6
	5.70	0.20
	17.45	1.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.8/138.4m	3.00	Da sup. a 0.40
	5.50	0.80
	15.62	0.60
	26.04	0.40
	27.12	1.30
	28.83	0.80
	32.93	1.00
	32.80	1.20
	34.80	1.20
	35.30	1.00
	45.49	Sup.
	46.01	1.00
	61.10	1.00
	63.58	0.90
	68.04	0.70
	73.11	0.60
	92.09	0.40
95.38	0.20	
96.61	0.40	

	97.46	1.00
	102.01	1.20
	108.91	1.20
	111.32	0.70
	115.45	1.20
	135.72	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.9/139.64m	1.17	0.20
	2.57	0.80
	4.71	0.80
	7.89	1.00
	27.55	0.70
	34.37	0.60
	39.87	0.20
	44.22	0.40
	63.50	0.60
	68.19	0.80
	71.58	0.80
	90.72	0.20
	103.4	0.60
	105.0	1.20
	105.74	1.00
	107.80	0.60
	109.12	1.40
133.2	0.20	

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.10/29.93m	6.00	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.11/28.75m	22.77	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.12/27.11m	1.98	0.80
	4.03	0.20
	10.88	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.13/26.87m	15.87	0.20
	23.95	0.80
	25.21	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.14/26.19m	1.76	0.80
	12.53	0.20
	15.80	0.20
	24.70	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.15/24.25m	6.10	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.16/47.09m	13.60	0.80
	14.20	1.20
	15.12	1.30
	18.30	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.17/47.09m	23.18	0.40
	28.01	0.40
	31.97	1.30
	33.26	1.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.18/27.52m	10.67	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.19/27.29m	1.13	0.90
	16.20	0.70

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.20/15.60m	0.70	0.80
	2.00	0.90
	2.62	0.90
	3.41	0.50

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.21/13.92m	0.00	0.30
	10.02	1.00
	10.75	Sup.

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.22/19.97m	2.38	0.80
	19.51	0.80
	12.60	1.32
	13.62	Sup.
	14.11	1.00
	15.32	1.60

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.23/41.80m	8.00	1.30
	20.11	0.80
	26.85	1.50
	29.42	0.70
	37.75	0.80
	25.74	1.10
	32.76	1.20
	21.30	1.00

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.24/25.01m	10.20	Sup.

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.25/14.94m		

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.26/7.63m	0.80	0.60
	2.10	0.30

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.27/18.46m		

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.28/15.73m	15.30	0.20

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.29/14.62m	6.50	Sup.
	11.15	1.10

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.30/22.26m	11.07	0.70
	11.35	0.60
	20.40	0.20
	14.20	0.50

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.31/38.93m	23.87	0.40
	24.60	0.80

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.32/31.51m	15.90	0.50
	20.90	0.40

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.33/12.40m	1.34	0.80
	10.0	10.0

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.34/9.92m	8.20	0.30

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.35/12.96m	3.01	0.50
	9.32	0.20
	10.20	0.60

Numero e lunghezza totale strisciata	Dist.anomalia dall'inizio della strisciata (m)	Profondità approssimativa (m)
n.36/15.93m	3.06	0.2
	11.06	1.10
	13.78	1.30

ANALISI DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei due sondaggi geognostici sono stati prelevati 2 campioni. Dal sondaggio SG1 è stato prelevato un campione disturbato ad una profondità di 3.00 metri ed un altro campione alla profondità di 2m costituito da calcarenite.

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio, operando, perciò, una sintesi delle principali caratteristiche geotecniche.

I dati completi di tutti e tre i campioni analizzati sono riportati in allegato.

Ruffano, novembre 2015

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



ALLEGATO-ANALISI DI LABORATORIO

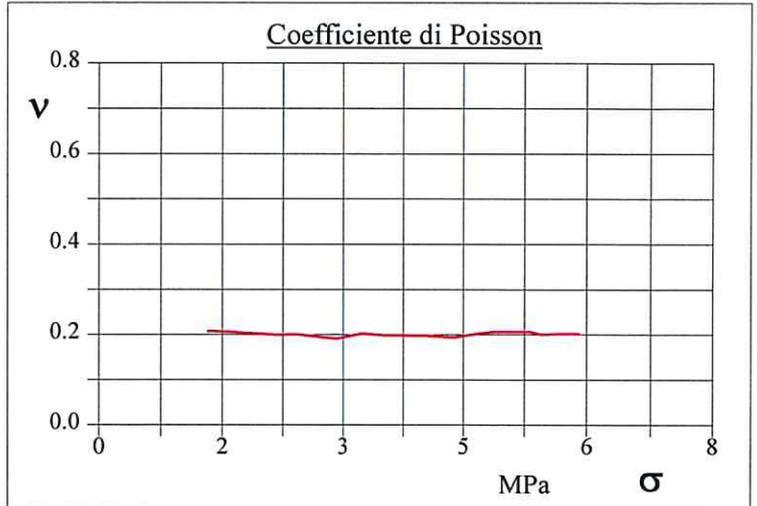
CERTIFICATO DI PROVA N°: 741/GR/15 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 10/12/15	Inizio analisi: 09/12/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 112 del 28/11/15	Apertura campione: 28/11/15	Fine analisi: 10/12/15

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING S.R.L - via San Francesco Saverio, 6 73013 Galatina (LE)
RIFERIMENTO: POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MAGLIE (LE)
SONDAGGIO: SGI CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2.00 - 2.30

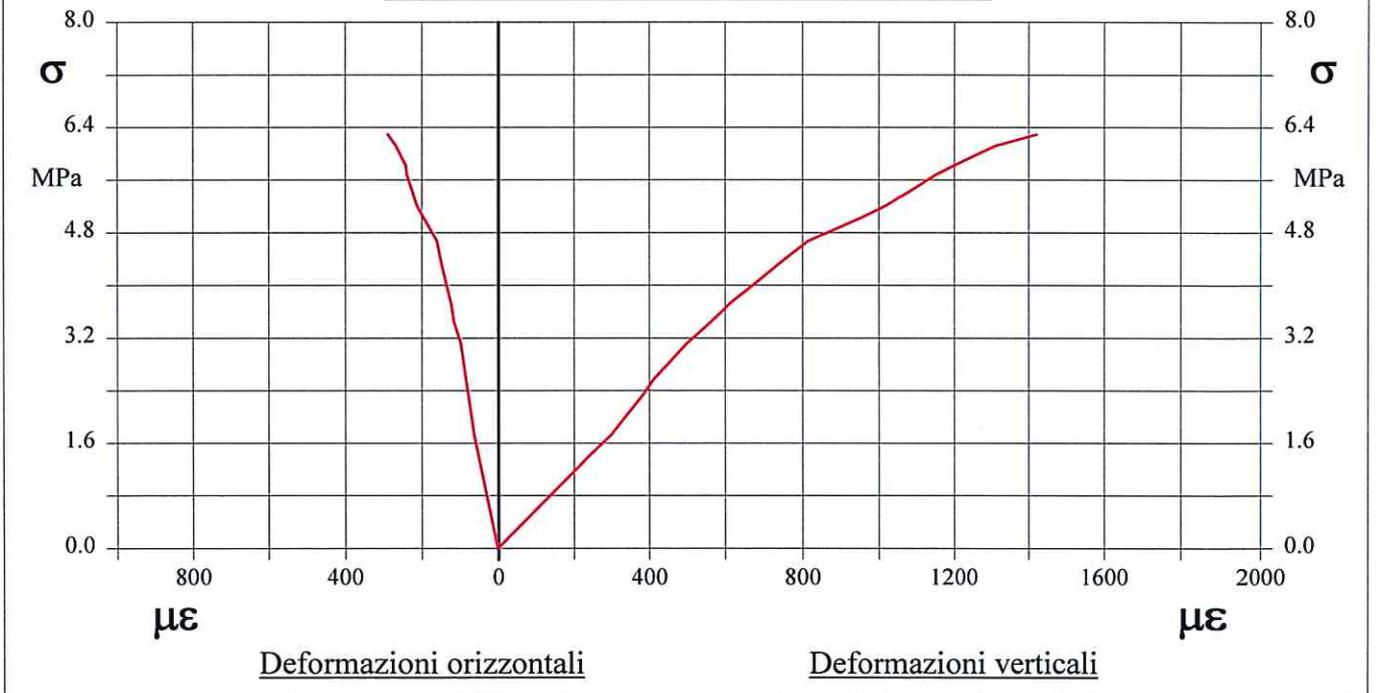
PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM-D 7012

Provino n°:	1
Massa provino (g)	1252.6
Diametro (cm):	7.50
Altezza (cm):	16.80
Sezione (cm²):	44.18
Peso di volume (t/m³):	1.69
Deformazione verticale (µε)	1422
Deformazione orizzontale (µε)	288
Modulo elastico tangente (MPa):	6964
Modulo elastico secante (MPa):	6113
Coefficiente di Poisson	0.21
Pressione a rottura (MPa)	6.30



DIAGRAMMI SFORZO - DEFORMAZIONI



CERTIFICATO DI PROVA N°: 740/PS/15 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/15	Inizio analisi: 07/12/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 112 del 28/11/15	Apertura campione: 28/11/15	Fine analisi: 07/12/15

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING S.R.L. - via San Francesco Saverio, 6 73013 Galatina (LE)

RIFERIMENTO: POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MAGLIE (LE)

SONDAGGIO: SG1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 3.00 - 4.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26.2

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26.1

Metodo: A B

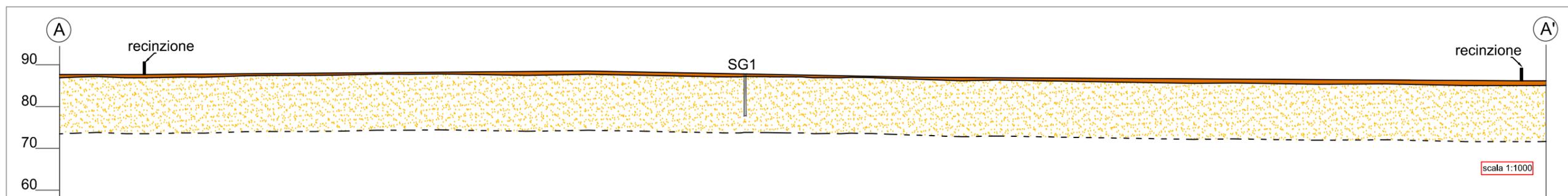
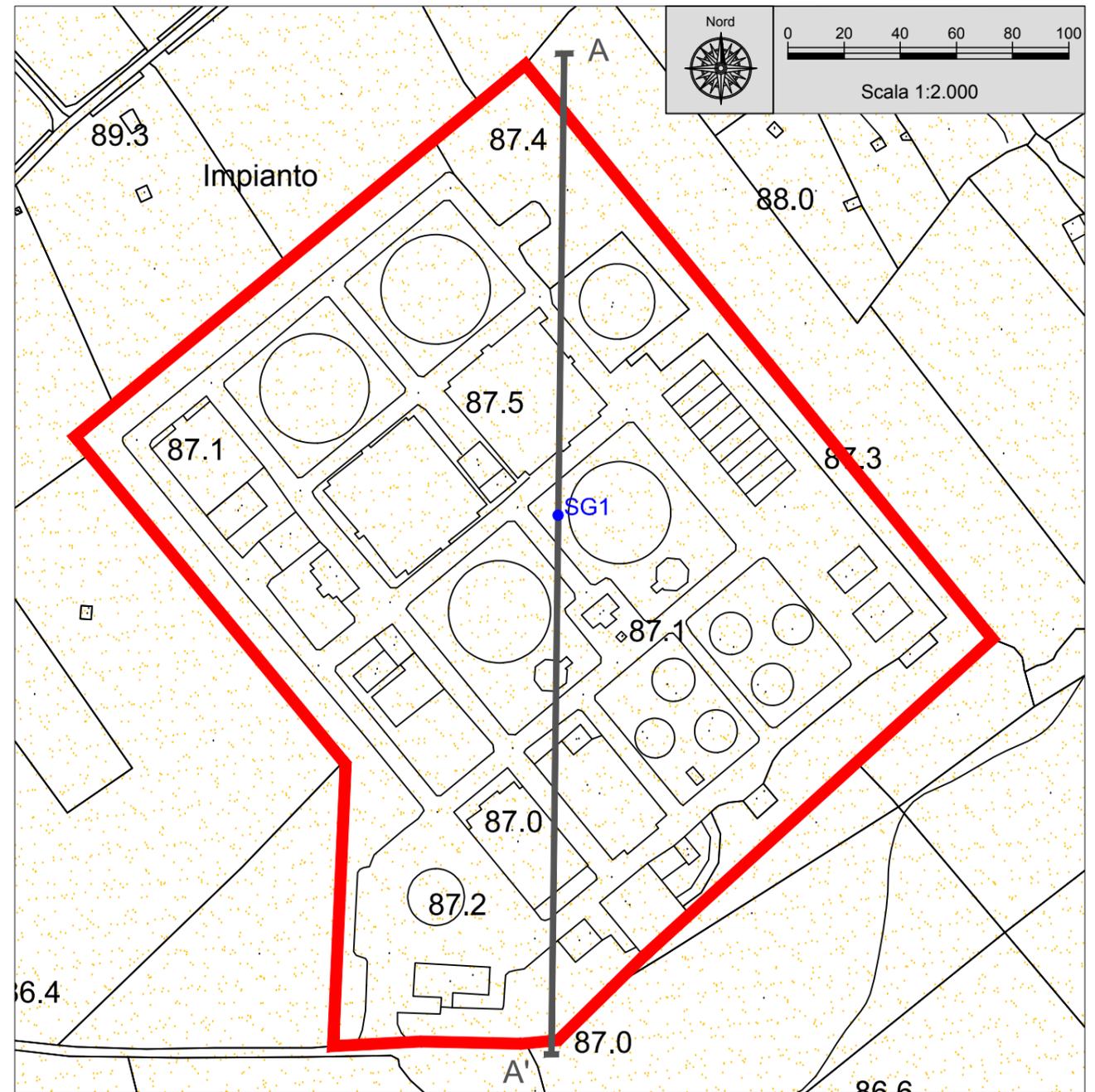
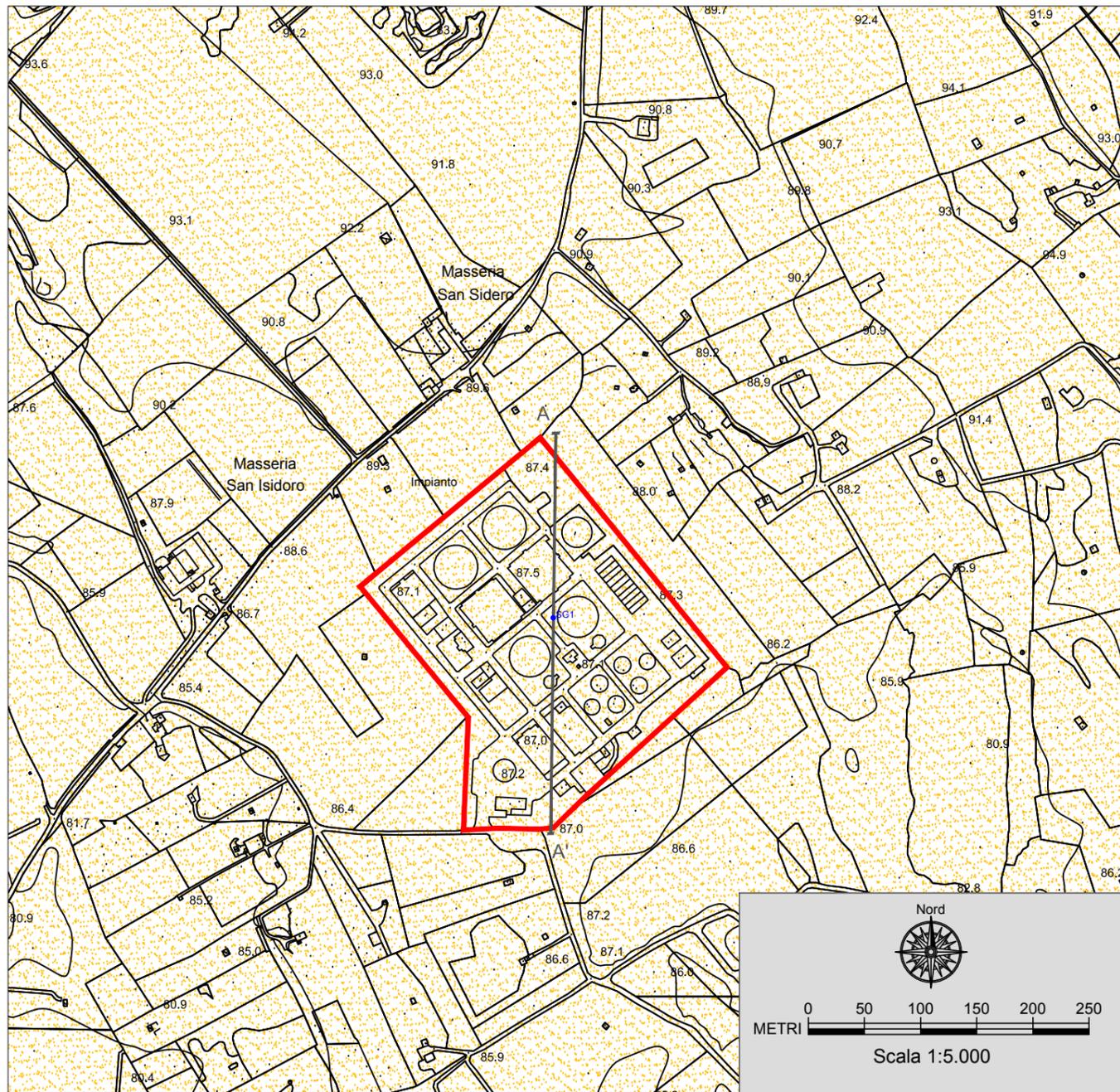
Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA CON GHIAIA DEBOLMENTE LIMOSA DI COLORE BIANCASTRO.



LEGENDA

	Terreno vegetale		SG1 Sondaggio geognostico della profondità di 10 m dal p.c.		Area occupata dal depuratore
	Calcareniti biancastre a grana media e medio fine mediamente cementata con intercalati livelli poco cementati tendenti a sabbie limose con clasti e livelletti calcarenitici. MIOCENE		A A' Traccia di sezione		

ALLEGATO 2 - CARTA GEOLOGICA E SEZIONE