

I. S. A. F.

**COMUNE DI ALBISOLA
SUPERIORE (SV)**

AREA GAVARRY – ALBISOLA SUPERIORE

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

I. S. A. F.



COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE (SV)

AREA GAVARRY – ALBISOLA SUPERIORE

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Doc. N. A06-013/R03-1
6 Giugno 2011

INDICE

1.0 - INTRODUZIONE.....	2
2.0 – INQUADRAMENTO GENERALE	3
2.1 – Caratteristiche Generali dell’ Area.....	3
2.2 – Indagini Preliminari ed Esiti	3
2.2.1 – Area di Proprietà SIG	4
2.2.2 – Area di Proprietà ACE	6
2.4 – Quadro Geologico ed Idrogeologico	7
3.0 – MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE	8
4.0 – OBIETTIVI E CRITERI	10
4.1 – Obiettivi della Caratterizzazione	10
4.2 – Criteri Generali.....	11
5.0 – PROGRAMMA DI INDAGINI	12
5.1 – Articolazione delle Indagini	12
5.2 – Modalità Esecutive	14
5.3 - Programmazione	15

TABELLE

1	Esiti Campionamenti Terreni – Area SIG
2	Esiti Monitoraggio Acque Sotterranee
3	Esiti Campionamenti Terreni – Area ACE
4	Parametri da Analizzare

TAVOLE

1	Localizzazione Area su CTR
2	Planimetria Catastale
3	Stato di Fatto
4	Ubicazione Indagini Preliminari
5	Carta Piezometrica
6	Ubicazione Indagini di Caratterizzazione

ALLEGATO I **Relazione Geologica a Firma di Dott. Giampietro Filippi**

1.0 - INTRODUZIONE

Alfa Costruzioni Edili S.r.l. (ACE) ha presentato un PUO per la trasformazione urbanistica dell'area degli Stabilimenti Italiani Gavarry S.p.A. (SIG), sito in Albisola Superiore (SV), Corso Ferrari N. 159, nel quadro dell'accordo di programma per la "rilocalizzazione della Soc. Gavarry S.p.a. dal Comune di Albisola Superiore a quello di Quiliano e recupero urbanistico delle aree dismesse".

In allegato al UO sono stati trasmessi gli esiti un insieme di indagini preliminari ai sensi della lettera della regione Liguria Prot. N. 35805/53 del 17 Marzo 2004.

Nella riunione del 27 Maggio 2011 del Collegio di Vigilanza del citato Accordo di Programma è stato convenuto che ACE avrebbe presentato un piano di caratterizzazione per l'area SIG (nel seguito "Area") ai sensi dell'articolo 242 del D. Lgs. 152/06 s.m.i..

Pertanto, ACE ha affidato alla scrivente I.S.A.F. S.r.l. l'incarico di redigere tale Piano di Caratterizzazione (PC) ed il presente documento costituisce, pertanto, il PC per l'area ex Stabilimenti Italiani Gavarry ed esso è così articolato:

- inquadramento generale dell'area con presentazione degli esiti degli accertamenti preliminari (Capitolo 2.0);
- definizione del modello concettuale preliminare (Capitolo 3.0);
- definizione degli obiettivi della caratterizzazione ed individuazione dei criteri generali per la stessa (Capitolo 4.0);
- programma di indagini previste per la caratterizzazione e loro modalità esecutive (Capitolo 5.0).

il presente PC è basato sulle indagini preliminari già agli atti (documenti ISAF Doc. N. A06-013/R01-1 e Doc. N. A06-013/R02-1) e tiene adeguatamente conto delle stesse.

2.0 – INQUADRAMENTO GENERALE

Nel presente capitolo, al fine di fornire elementi informativi alla base del modello concettuale preliminare, è presentato il quadro conoscitivo attualmente esistente per l'area in oggetto, articolato in:

- individuazione dell'area con sue caratteristiche generali e quadro produttivo dell'area (Paragrafo 2.1);
- illustrazione delle indagini preliminari e presentazione degli esiti (Paragrafo 2.2);
- quadro geologico ed idrogeologico preliminare (Paragrafo 2.3).

2.1 – CARATTERISTICHE GENERALI DELL'AREA

L'Area è ubicata in Corso Ferrari N. 159 ad Albisola Superiore (SV); la sua posizione è individuata nelle Tavole 1 e 2, su CTR regionale e cartografia catastale^{1 2}, rispettivamente. L'Area è pianeggiante e la quota media è inferiore a 10 metri s.l.m. (Tavola 3); essa ha una superficie di circa 9.500 metri quadrati³.

Nel 1940 il proprietario della “Stabilimenti Italiani Gavarry”, il signor Domenico Sguerso, aprì uno stabilimento su un terreno agricolo nel Comune di Albisola, ma l'attività produttiva iniziò soltanto nel 1945, a causa degli eventi bellici dell'epoca. Negli anni Cinquanta venne creata la “Divisione Ausiliari” per la produzione di detergenti specifici per l'industria tessile, conciaria e della carta e, nel 1956, la gamma dei prodotti si ampliò con linee complete di detergenti e cosmetici.

Il processo produttivo dei saponi utilizza olii e grassi vegetali (di palma, cocco, mandorle e oliva) con l'aggiunta di tensioattivi per i saponi liquidi; il processo di saponificazione avviene nelle caldaie con soda, sale e profumazioni varie. In campo cosmetico vengono utilizzati anche antiossidanti e sequestranti (diamine tetra – acetico, in seguito sostituite dal glutammato di sodio). Le materie prime non vengono stoccate all'aperto, ma all'interno di fusti chiusi e sigillati.

Attualmente, nelle more del trasferimento di SIG a Quiliano, lo stabilimento è ancora parzialmente operativo.

2.2 – INDAGINI PRELIMINARI ED ESITI

¹ L'Area è catastalmente individuata come Foglio 30, mappali 231 sub. 6, 231 sub. 7, 232 e 233.

² In tale planimetria è riportata anche indicazione dei confini della suddivisione di proprietà tra SIG e ACE, oggetto di separati accertamenti preliminari sul suolo e sottosuolo.

³ Di questi circa 9.000 costituivano la proprietà SIG.

Nel seguito è riportata la descrizione delle indagini preliminari ed i rispettivi esiti, suddivisa tra quella che fu l'area di proprietà SIG (Paragrafo 2.2.1) e l'area di proprietà ACE (Paragrafo 2.2.2).

I certificati analitici sono presenti nei documenti già allegati al PUO (vedi Capitolo 1.0).

2.2.1 – AREA DI PROPRIETÀ SIG

Nel mese di Maggio 2008 sono state eseguite le prime indagini sui terreni, finalizzate alla ricostruzione dell'andamento stratigrafico ed all'individuazione di eventuali situazioni di contaminazione delle matrici ambientali. Nel mese di Febbraio 2009 sono stati eseguiti alcuni accertamenti integrativi, volti a meglio definire un paio di situazioni che risultavano al limite della conformità normativa.

Nel mese di Ottobre 2008 è stata eseguita una campagna complessiva di indagini sulle acque sotterranee, sull'area dello stabilimento e su quella circostante.

Le indagini⁴, le cui posizioni sono riportate in Tavola 4, sono consistite in:

- 1) N. 4 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S4, S5 e S6⁵) spinti fino a 6 metri di profondità, ad eccezione del sondaggio S1 spinto fino a 15 metri⁶;
- 2) N. 3 sondaggi a carotaggio continuo, attrezzati a piezometro da 3" (S3 - PZ1, S7 - PZ2 e S8 - PZ3) spinti, rispettivamente, a 6, 8 e 15 metri;
- 3) N. 4 scassi (SC1, SC2, SC3 e SC S3⁷) spinti, rispettivamente, ad una profondità di 1,50, 1,60, 1,50 e 2 metri;
- 4) N. 2 piezometri (perforati a distruzione di nucleo) esterni all'Area (PE1 e PE2) spinti fino a 8 metri;
- 5) prelievo dai carotaggi e dagli scassi di N. 44 campioni di terreno⁸, sottoposti ad analisi per:
 - metalli (arsenico, cobalto, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, stagno, zinco);
 - IPA (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, crisene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,l)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3 cd)pirene, pirene);
 - composti clorurati (clorometano, diclorometano, triclorometano,

⁴ Eseguite in conformità all'Allegato 2 al Titolo V del D. Lgs. 152/06.

⁵ Inizialmente nell'indagine era stata inserita anche la porzione di area passata di proprietà, poi attribuita alla competenza del nuovo proprietario, cosicché non si ha, nel presente documento, il punto S2, inizialmente ubicato nella porzione di area passata di proprietà (per evitare confusioni, si è mantenuta la numerazione dei punti).

⁶ Tale sondaggio è stato approfondito fino a 15 metri per effettuare indagini geognostiche, che esulano dal presente documento.

⁷ Lo scasso SC S3 è stato eseguito e campionato nel mese di Febbraio 2009, al fine di approfondire la conoscenza sulla situazione intorno al sondaggio S3.

⁸ Inclusi N. 2 ricampionamenti nel sondaggio S5.

- cloruro di vinile, 1,1 dicloroetano, 1,2 dicloroetano, 1,1 dicloroetilene, 1,2 dicloroetilene, tricloroetilene, tetracloroetilene (PCE), trans 1,2 dicloroetilene, cis 1,2 dicloroetilene, 1,1,1 tricloroetano, 1,1,2 tricloroetano, 1,2 dicloropropano, 1,2,3 tricloropropano, 1,1,2,2 tetracloroetano, tribromometano, 1,2 dibromoetano, dibromoclorometano, bromodichlorometano);
- idrocarburi (leggeri $C \leq 12$, pesanti $C > 12$).
- 6) prelievo dai cinque piezometri e da un pozzo di approvvigionamento idrico esistente nell'Area (indicato come "P") di campioni di acque in flusso, sottoposti ad analisi chimiche per:
- metalli (arsenico, cobalto, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, stagno, zinco);
 - IPA (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3 cd)pirene, pirene);
 - composti clorurati (clorometano, trichlorometano, cloruro di vinile, 1,1 dicloroetano, 1,2 dicloroetano, trichloroetilene, tetracloroetilene (PCE), 1,1 dicloroetilene, 1,2 dicloroetilene, 1,1,1 tricloroetano, 1,1,2 tricloroetano, esaclorobutadiene, 1,2 dicloropropano, 1,1,2,2 tetracloroetano);
 - idrocarburi totali.

Gli esiti analitici dei terreni, i cui risultati sono riportati in Tabella 1, sono stati confrontati con le CSC di cui alla Tabella 1 Colonna A e Colonna B, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V del D. Lgs. 152/06. Il confronto delle concentrazioni nei campioni di terreno analizzato con i limiti normativi, per zone con destinazione residenziale, è evidenziato graficamente nella tabella di cui sopra, ove sono riportati, con colorazione gialla dello sfondo, i valori eccedenti tali limiti. In Tabella 1 sono inoltre evidenziati i confronti di approfondimenti effettuati per alcuni campioni che presentavano localizzate limitate eccedenze delle CSC, in difformità dai campioni adiacenti; in tale punti si è proceduto a ricampionamenti, mediante scassi (carotaggio S3) o dalla medesima carota (carotaggio S5); i valori di ricampionamento sono riportati in Tabella 1 con separazione verticale tratteggiata e evidenziando con colorazione sfumata in azzurro i campioni rappresentativi del medesimo punto di terreno.

Dai dati in Tabella 1 si evidenzia che tutti i punti sono conformi alle CSC per destinazione produttiva e, sostanzialmente, anche per destinazione residenziale, in quanto:

- nei tre casi di ricampionamenti, gli esiti dei campionamenti successivi indicano in maniera convincente la conformità⁹;
- il campione S7 a tre metri di profondità, non ricampionato per malintesi operativi, presenta una eccedenza per cobalto del 15 percento della CSC, ma è rappresentativo di soli trenta centimetri, mentre i due campioni immediatamente adiacenti (sopra e sotto) restano largamente al di sotto della

⁹ La non conformità iniziale può essere dovuta a impurezze presenti, tenendo conto della natura estremamente puntuale di ciò che è, poi, effettivamente oggetto di analisi (pochi grammi).

CSC¹⁰.

Gli esiti analitici delle acque sotterranee, i cui risultati sono riportati in Tabella 2, sono stati confrontati con le CSC di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V del D. Lgs. 152/06. Dai dati riepilogativi riportati in Tabella 2 si desume che, nei piezometri interni all'Area e nel pozzo interno, sono presenti non conformità alle CSC per:

- tetracloroetilene (PCE) (con concentrazione massima pari a 5,2 µg/l) in tutti i campioni analizzati;

Va evidenziato che, come emerge da Tabella 2, tali eccedenze, sono state riscontrate anche nei campioni prelevati da piezometri esterni di monte (PE1 e PE2), in valore maggiore rispetto a quelli interni all'Area (fino a 11,6 µg/l, con eccedenza, nel piezometro esterno PE2, anche di tricloroetilene e di sommatoria dei composti organo-alogenati). Inoltre, la situazione di non conformità per composti organo-alogenati nell'area vasta circostante l'Area, è nota da tempo agli organi di controllo, come confermano gli esiti dei monitoraggi effettuati da ARPAL negli anni dal 2002 al 2007, nel pozzo dell'Area (si vedano a titolo di esempio gli esiti del 2008 in Allegato IV).

2.2.2 – AREA DI PROPRIETÀ ACE

Nel mese di Maggio 2010 sono state eseguite le indagini preliminari sui terreni, finalizzate all'individuazione di eventuali situazioni di contaminazione delle matrici ambientali.

Le indagini, le cui posizioni sono riportate in Tavola 4, sono consistite in:

- 7) N. 2 sondaggi a carotaggio continuo (denominati C1 e C2) spinti fino a 6 metri di profondità;
- 8) prelievo dai carotaggi di N. 7 campioni di terreno, sottoposti ad analisi per:
 - metalli (arsenico, cobalto, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame, stagno, zinco);
 - IPA [benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, crisene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,l)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3 cd)pirene, pirene];
 - composti clorurati [clorometano, diclorometano, triclorometano, cloruro di vinile, 1,1 dicloroetano, 1,2 dicloroetano, 1,1 dicloroetilene, 1,2 dicloroetilene, tricloroetilene, tetracloroetilene (PCE), 1,1,1 tricloroetano, 1,1,2 tricloroetano, 1,2 dicloropropano, 1,2,3 tricloropropano, 1,1,2,2 tetracloroetano];
 - idrocarburi leggeri e pesanti.

Gli esiti analitici dei terreni, i cui risultati sono riportati in Tabella 3, sono stati confrontati con le CSC di cui alla Tabella 1 Colonna A e Colonna B, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V

¹⁰ Si rammenta che l'Allegato 1 alla Parte Quarta Titolo V del D. Lgs. 152/06 indica che vanno prese in considerazione contaminazioni puntuali non inferiori a 50 centimetri.

del D. Lgs. 152/06. Il confronto delle concentrazioni nei campioni di terreno analizzato con i limiti normativi è evidenziato graficamente nella tabella di cui sopra, ove sono riportati, con colorazione gialla dello sfondo, i valori eccedenti le CSC di Colonna A e in rosso quelli eccedenti le CSC di Colonna B.

Dai dati in Tabella 3 si evidenzia che tutti i punti sono conformi alle CSC per destinazione residenziale e, a maggior ragione, per destinazione produttiva.

2.4 – QUADRO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

È presentato nel seguito un sintetico quadro geologico e idrogeologico, desunto dalla relazione geologica a firma del Dott. Giampietro Filippi riportata in Allegato I¹¹.

L'Area si colloca in corrispondenza di una piana a bassissima pendenza a circa 250 metri dalla linea di costa. Dal punto di vista stratigrafico la piana è costituita principalmente dagli apporti del Torrente Sansobbia, nonché dai sedimenti marini.

La granulometria dei livelli più superficiali è prevalentemente medio-fine, dettata dal deposito alluvionale; più in profondità i depositi sono di tipo ghiaioso-sabbiosi.

La falda ha una soggiacenza media di circa 2,5 metri dal piano campagna.

¹¹ Gli allegati a tale relazione sono omissi in quanto già contenuti nella relazione allegata al PUO.

3.0 – MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

In sede di PC, il modello concettuale è finalizzato a derivare, dall'insieme delle conoscenze disponibili, il quadro di contaminazione potenziale del suolo e sottosuolo nell'area in esame e delle sue evoluzioni e potenziali rischi, al fine di "progettare" in modo opportunamente mirato le attività di caratterizzazione previste dal piano. Ovviamente, in dipendenza della inevitabile incompletezza del quadro informativo, l'individuazione della potenziale contaminazione deve avvenire, per cautela, in modo estensivo, in modo che le indagini previste siano idonee a rilevare e quantificare ogni contaminazione esistente o potenzialmente esistente, anche con probabilità modesta.

Al fine di determinare il modello concettuale del sito, sono state analizzate le informazioni relativamente agli argomenti di interesse:

- storia produttiva del sito;
- contesto ambientale in cui si inserisce;
- condizioni geologiche ed idrogeologiche della zona in cui si colloca il sito.

Da una valutazione della storia pregressa del sito e della configurazione impiantistica (in Tavola 4 è riportata una planimetria di stabilimento con indicazione delle lavorazioni all'interno di ciascun capannone) per l'area in esame si possono individuare le fonti interne di contaminazione, correlate alle lavorazioni eseguite e alle materie prime utilizzate.

Le sostanze utilizzate nel ciclo produttivo sono le seguenti:

- olii e grassi vegetali (di palma, cocco, mandorle e oliva);
- tensioattivi;
- soda, sale e profumazioni varie.

Per l'area in esame si individuano le seguenti principali fonti, di contaminazione interne¹²:

- tubazioni e serbatoi interrati (adibiti allo stoccaggio di prodotti petroliferi per l'alimentazione della centrale termica o altri impianti di produzione di energia termica, i gruppi di continuità e veicoli di servizio interni);
- depositi per stoccaggio (adibiti all'immagazzinamento delle materie prime e dei prodotti finiti)
- silos grassi con scarico botti;
- area dei miscelatori liquidi.

Non si ha notizia di eventuali incidenti che abbiano provocato sversamenti o durante il trasporto o lo stoccaggio dei materiali utilizzati durante l'attività. Le lavorazioni eseguite nell'Area ed i relativi impianti possono ritenersi a basso impatto ambientale, e le matrici ambientali potrebbero essere state contaminate da sversamenti accidentali dovuti alla rottura di serbatoi o della pavimentazione dei depositi di stoccaggio, alle operazioni di carico e scarico delle sostanze impiegate.

¹² Legate ad eventi di dispersione nel suolo e sottosuolo di prodotti petroliferi.

Possibili fonti esterne di contaminazione per la falda possono essere identificate con lavanderie.

Sulla base di quanto emerso dalle indagini preliminari si può desumere che sull'area del piazzale possono essere state effettuate attività di riporto per spessori variabili fino ad un massimo di tre metri nella parte più a Nord. Le indagini preliminari hanno indicato la possibile presenza, localizzata in soli N.4 punti, di concentrazioni superiori alle CSC di Colonna A per metalli nei suoli costituenti lo strato di riporto¹³.

¹³ Nell'intorno di tali punti sono però stati effettuati approfondimenti per alcuni campioni che presentavano localizzate limitate eccedenze delle CSC, in difformità dai campioni adiacenti. Tali ricampionamenti hanno mostrato la piena conformità (si veda sotto paragrafo 2.2.1).

4.0 – OBIETTIVI E CRITERI

Nel presente capitolo sono illustrati separatamente gli obiettivi, generali e particolari, delle attività di caratterizzazione (Paragrafo 4.1) ed i criteri generali di indagine appropriati per il raggiungimento di tali obiettivi, nel rispetto della massima tutela ambientale (Paragrafo 4.2).

4.1 – OBIETTIVI DELLA CARATTERIZZAZIONE

In termini generali, la caratterizzazione ha la finalità di:

- 1) definire tipo e concentrazione di eventuali contaminanti e distribuzione degli stessi nelle tre dimensioni;
- 2) individuare le matrici ambientali interessate (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) e tutti i possibili ricettori;
- 3) definire il quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico (successioni stratigrafiche, permeabilità, livelli, direzioni e velocità di falda, etc.);
- 4) acquisire gli elementi appropriati per elaborare il modello concettuale definitivo (sorgenti, percorsi, bersagli, valutazione dei rischi, etc.);
- 5) ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'eventuale analisi di rischio sito-specifica;
- 6) raccogliere ed elaborare tutte le informazioni necessarie per determinare gli interventi attuabili per i singoli inquinanti e per le diverse matrici ambientali.

Nel caso in esame, tali obiettivi si concretizzano specificatamente in:

- a) individuare esattamente le successioni stratigrafiche nell'Area, per pervenire ad una adeguata ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo per i primi 8 metri di profondità;
- b) qualificare i diversi orizzonti stratigrafici, con riferimento alle proprietà rilevanti per la diffusione dell'eventuale contaminazione (densità, porosità, granulometria, permeabilità);
- c) definire le modalità del flusso delle acque sotterranee nell'Area, per i primi 8 metri di profondità;
- d) accertare eventuali concentrazioni di contaminanti nei terreni, con particolare attenzione a: metalli pesanti¹⁴, idrocarburi (leggeri e pesanti), IPA e composti clorurati;
- e) accertare l'assenza di contaminazione nella falda e valutare se un'eventuale contaminazione è attribuibile alle attività dello stabilimento ex Gavarry, provvedendo all'accertamento delle stesse sostanze di cui alla lettera d).

¹⁴Arsenico, cadmio, cromo totale, cromo esavalente, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco.

4.2 – CRITERI GENERALI

I criteri di indagine discendono dagli obiettivi definiti nel precedente paragrafo, integrati con considerazioni dipendenti dalla natura del sottosuolo dell'Area e tenendo conto delle prescrizioni normative vigenti (Allegato 2, Parte Quarta del D. Lgs. 152/06).

Nella scelta tra il criterio di campionamento casuale ed il criterio di campionamento ragionato, si ritiene appropriato il ricorso al criterio di campionamento ragionato disponendo di un adeguato insieme di informazioni per individuare le zone dove è più probabile la presenza di contaminazione.

In generale gli accertamenti della qualità dei terreni e quelli della qualità delle acque seguono diverse metodologie, ma per limitare i punti di indagine si cerca, qualora sussista la possibilità, di far coincidere i punti di prelievo dei terreni con quelli di prelievo delle acque. Inoltre si precisa che i punti di indagine per la qualità dei terreni saranno utilizzati anche per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, mentre quelli per le analisi delle acque forniranno indicazioni per la determinazione delle proprietà dell'acquifero.

Per quanto riguarda l'accertamento della contaminazione dei terreni si ritiene appropriato fare ricorso a carotaggi¹⁵, in grado di delineare le caratteristiche del suolo in profondità. I piezometri previsti saranno eseguiti a carotaggio continuo, investigando anche i terreni, per fornire ulteriori elementi conoscitivi della contaminazione nel suolo nell'Area.

In termini di profondità si ritiene appropriato spingere i carotaggi da attrezzare a piezometro ed alcuni carotaggi da ritombare fino a otto¹⁶ metri da piano di campagna, i carotaggi restanti saranno limitati a sei metri.

I campionamenti saranno distribuiti egualmente nel terreno insaturo e nell'acquifero; saranno, inoltre, verificate tutte le situazioni ove le evidenze organolettiche possano fare insorgere anche un marginale dubbio di possibile contaminazione.

Per quanto riguarda la verifica della contaminazione delle acque l'ubicazione dei punti di indagine dovrà permettere di qualificare le acque di falda all'ingresso ed all'uscita della falda dall'Area. Per tale ragione è importante prevedere il posizionamento dei piezometri lungo i lati monte e valle idraulico dell'Area (rispettivamente Nord – Ovest e Sud - Est).

L'odierna disponibilità di pompe sommergibili ad elevata portata ed alta prevalenza, di piccolo diametro, rende possibile l'impiego di tubi da 3" per tutti i piezometri¹⁷.

¹⁵ Il tipo di pavimentazione in essere (solette in c.a., piastrelle e mattonelle) rende poco appropriato il ricorso a scassi.

¹⁶ In modo da intestare il piezometro circa quattro metri sotto falda.

¹⁷ L'impiego di tali pompe rende i piezometri realizzati assolutamente equivalenti a pozzi di indagine.

5.0 – PROGRAMMA DI INDAGINI

Nel presente capitolo è presentato il programma delle indagini previste per il raggiungimento degli obiettivi di caratterizzazione di cui al Paragrafo 4.1, conformemente ai criteri di cui al Paragrafo 4.2. A tal fine, il presente capitolo è così articolato:

- illustrazione dell'articolazione delle indagini (Paragrafo 5.1);
- definizione delle modalità esecutive delle indagini (Paragrafo 5.2);
- programmazione delle indagini (Paragrafo 5.3).

5.1 – ARTICOLAZIONE DELLE INDAGINI

Per la caratterizzazione dell'Area sono previste le seguenti attività di indagini, prove ed analisi, la cui ubicazione planimetrica è riportata in Tavola 6:

- 1) esecuzione di N. 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino a 8 metri di profondità dal piano di campagna, attrezzati a piezometro da 3" (denominati PZC5);
- 2) esecuzione di N. 2 sondaggi a carotaggio continuo (denominati CC1 e CC2), spinti fino a 6 metri di profondità dal piano di campagna, successivamente ritombati;
- 3) esecuzione di N. 3 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc all'interno di ciascuno dei tre carotaggi ubicate alle quote dei diversi orizzonti stratigrafici;
- 4) prelievo di N. 3 campioni di terreni all'interno di ciascuno dei tre carotaggi (con gli stessi criteri di cui al punto precedente), su cui eseguire le seguenti prove¹⁸:
 - densità in sito,
 - densità della sostanza secca;
 - porosità,
 - contenuto d'acqua,
 - granulometria, con determinazione di d_{10} e d_{60} e del coefficiente di uniformità,
- 5) spurgo e misura del livello di falda in tutti i piezometri¹⁹, nonché verifica dell'eventuale presenza di prodotto in fase libera surnatante sulla falda²⁰ e conseguente misura dello spessore dello stesso;
- 7) misura in tutti i piezometri dei parametri chimico-fisici: pH, ossigeno disciolto, conducibilità;

¹⁸ Ove possibile saranno prelevati campioni indisturbati; altrimenti saranno prelevati campioni rimaneggiati su cui ricercare il contenuto d'acqua, la granulometria ed il peso specifico della sostanza secca. In tali casi saranno effettuate prove penetrometriche in foro SPT, con determinazione della densità relativa.

¹⁹ Di nuova posa ed esistenti, compresi i due pozzi esterni.

²⁰ Con sonde di interfaccia tipo Oil-Water Interface Meter della Geotechnical Instruments (o altra similare).

- 8) prelievo da tutti i piezometri esistenti di campioni di acqua in flusso ed analisi chimiche di tali campioni di acqua per la determinazioni delle concentrazioni di tutte le sostanze indicate in Tabella 4;
- 9) prelievo dai carotaggi di campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche, secondo le modalità più oltre precisate;
- 10) esecuzione di analisi chimiche sui campioni di terreno, con la determinazione delle concentrazioni di tutte le sostanze indicate in Tabella 4;
- 11) prelievo di N.3 campioni di terreno all'interno di ciascuno dei tre sondaggi, rappresentativi di tutti gli orizzonti stratigrafici, sia in zona satura, sia in zona insatura, per la determinazione della frazione di carbonio organico totale;
- 12) prelievo di N.3 campioni di terreno all'interno di ciascuno dei tre sondaggi, rappresentativi della zona di escursione della falda, per la determinazione del pH;
- 13) rilievo topografico di tutti i punti di indagine, con loro georeferenziazione su reticolo Gauss-Boaga.

I campioni dei terreni per le analisi chimiche saranno prelevati da ciascun carotaggio, secondo i seguenti criteri:

- un campione rappresentativo del primo metro;
- un campione rappresentativo della frangia capillare della falda (zona di escursione della falda);
- un campione a profondità intermedia rispetto ai due campioni di cui ai punti precedenti;
- un campione rappresentativo di ogni cambiamento macroscopico di litologia;
- un campione rappresentativo di ogni eventuale evidenza di inquinamento superiore a trenta centimetri, nonché un campione del mezzo metro apparentemente non contaminato immediatamente sottostante;
- un campione rappresentativo dell'ultimo metro;
- un campione a profondità intermedia rispetto a quello prelevato nella zona di escursione della falda e quello a fondo foro, qualora lo strato di terreno saturo attraversato si estenda per più di tre metri²¹ e qualora in tale strato non siano ricompresi campioni di cui ai punti precedenti.

Il 10 per cento dei campioni di terreni sarà, inoltre, sottoposto a test di cessione secondo le modalità di seguito riportate e sull'eluato saranno ricercati tutti i parametri di cui alla Tabella 4.

²¹ Saranno prelevati ulteriori campioni addizionali ad ogni incremento di tre metri dello strato di terreno saturo attraversato dal sondaggio.

5.2 – MODALITÀ ESECUTIVE

Le modalità esecutive delle indagini faranno riferimento prioritariamente a quanto contenuto nell'Allegato 2 al Titolo V del D.Lgs. 152/06 ed alle Norme Ufficiali vigenti nonché agli Standards ASTM per quanto applicabili. In particolare, per questi ultimi, si farà riferimento a (fatto salvo l'aggiornamento delle singole norme alle successive edizioni):

- ASTM “Standards on Environmental Site Characterization” (2002);
- ASTM “Standards on Environmental Sampling” (2002);
- ASTM “Standards on Ground Water and Vadose Zone Investigation” (1996).

La perforazioni saranno eseguite a secco, al di sopra della falda; al di sotto della falda, se necessario, in particolare per l'avanzamento dei tubi di rivestimento, potrà essere impiegata acqua pulita, come fluido di perforazione. Se possibile, i campionamenti nel primo metro avverranno direttamente in foro, con avanzamento a percussione, con campionatore “a pareti spesse”²². I campioni per l'analisi di sostanze volatili saranno prelevati in conformità allo standard ASTM D 4547-06, “Standard Guide for Sampling Waste and Soils for Volatile Organic Compounds”.

La realizzazione dei piezometri (che saranno in PVC atossico) seguirà, in termini generali, la guida ASCE “Monitor Well Design, Installation and Documentation at Hazardous and/or Toxic Waste Sites” (Technical Guide N. 17, 1996)²³. Lo sviluppo dei piezometri, una volta realizzati, avverrà secondo lo standard ASTM D 5521-2003, “Standard Guide for Development of Ground-Water Monitoring Wells in Granular Aquifers”; lo spurgo dei piezometri ed il prelievo di campioni di acque per le analisi chimiche saranno effettuati in conformità agli standard ASTM D 6452-2005 “Standard Guide for Purging Methods for Wells Used for Ground-Water Quality Investigations” e D 4448-01 “Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells”.

I campionamenti dei terreni interesseranno strati compresi tra 30 e 50 centimetri, limite superiore che non sarà ecceduto in nessun caso; in presenza di evidenze di contaminazione, l'altezza di campionamento corrisponderà a quella dell'evidenza della contaminazione, comunque con il limite minimo di 30 centimetri.

In generale, in campo, saranno adottati tutti gli accorgimenti necessari ed utili per evitare ogni indebita contaminazione; in particolare:

- si procederà alla rimozione di eventuali lubrificanti dalle zone filettate;
- si impiegheranno rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- si avrà cura di eliminare ogni eventuale gocciolamento di oli da parte idrauliche;
- si procederà alla pulizia dei contenitori tra un campionamento e l'altro.

²² L'efficacia di tale metodo sarà verificata in campo; in caso di esito negativo delle verifiche, si procederà al carotaggio a rotazione, prelevando i campioni, successivamente, dalla carota.

²³ In ogni caso, la prima parte di sigillatura, al di sopra dei filtri, sarà eseguita con uno strato di 30 centimetri di palline di bentonite pestellate, idratate successivamente, in modo da evitare rischi di occlusione della parte superiore dei filtri.

Il test di cessione sarà effettuato secondo quanto previsto dall'Appendice A dalla norma UNI 10802 secondo la metodica prevista dalla norma UNI-EN 12457-2 (test in acqua 24 ore).

Di tutti i sondaggi saranno restituite ricostruzioni stratigrafiche, che, oltre alle descrizioni litologiche dei terreni, conterranno nel dettaglio:

- evidenze organolettiche di contaminazione, con indicazione delle profondità iniziali e finali di ciascuna specifica evidenza;
- quote dei campionamenti per le analisi chimiche (con i relativi codici dei campioni);
- quote dei campionamenti e delle prove di tipo geotecnico ed idrogeologico (con i relativi codici).

5.3 - PROGRAMMAZIONE

Le attività di indagine in campo avranno una durata complessiva di una settimana; le successive attività analitiche potranno essere completate in un paio di settimane.

In ogni caso, gli inizi delle attività di campo e di laboratorio saranno preventivamente comunicate agli organi di controllo, in modo da consentire le attività di controllo e verifica da parte degli stessi, ivi incluso il prelievo di campioni per l'esecuzione delle controanalisi di verifica. Riguardo a tale ultimo aspetto, onde consentire una effettiva confrontabilità dei risultati, si propone che tali controlli siano effettuati sul campione previamente omogeneizzato e setacciato²⁴, restando tuttavia a disposizione per differenti soluzioni, ritenute più opportune degli organi di controllo.

Eventuali varianti di cui emergesse la necessità in corso d'opera saranno discusse con gli organi di controllo, valutando di volta in volta il significato e le implicazioni di tali varianti e, quindi, gli adempimenti amministrativi da adottare. Resta inteso che non sono considerate varianti limitati spostamenti dei punti di indagine necessari per assicurarne la fattibilità. In ogni caso, si provvederà in corso d'opera ad integrare il programma di indagini, campionamenti ed analisi, qualora emergessero ulteriori evidenze di possibile contaminazione, non ipotizzate nel presente PC.

²⁴ In tal caso, dal campione prelevato in campo saranno ricavate, dopo omogeneizzazione e setacciatura, due aliquote, una delle quali messa a disposizione dell'ente di controllo per la controanalisi. Il campione tal quale prelevato in doppio nel corso del campionamento sarà, invece, conservato come testimone.

TABELLA 1
ESITI INDAGINI TERRENI
AREA SIG

	CSC Colonna A	CSC Colonna B	Rapporto di prova N°															
			Campione	6081	6082	6083	6084	5740	5741	637	5742	638	5743	5744	5745	5960	5961	
			Profondità [m]	S1	S1	S1	S1	S3 - PZ1	S3 - PZ1	SC S3	S3 - PZ1	SC S3	S3 - PZ1	S3 - PZ1	S3 - PZ1	S3 - PZ1	S4	S4
			Data campionamento	0-1,30	1,30-2,60	2,60-4,30	4,30-6,00	0,20-1,00	1,00-1,50	1,00-1,50	1,50-2,00	2,00	2,00-2,60	2,60-3,30	3,30-6,00	0,10-0,65	0,65-1,50	
Parametri			U.d.M.	27/05/2008	27/05/2008	27/05/2008	27/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	05/02/2009	19/05/2008	05/02/2009	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	
Residuo a 105°C	-	-	%	87	81	92	85	99	89	79	89	74	75	78	86	93	84	
Scheletro	-	-	%	47	7	<2	36	55	25	11	49	10	40	9	18	59	9	
Arsenico	20	50	mg/kg	5	7	8	7	5	7	8	5	10	4	8	7	4	8	
Cobalto	20	250	mg/kg	7	16	16	9	2	13	15	8	17	8	16	17	2	15	
Cromo totale	150	800	mg/kg	43	96	123	98	4	85	99	53	86	54	96	129	19	89	
Cromo VI	2	15	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Mercurio	1	5	mg/kg	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Nichel	120	500	mg/kg	35	93	115	74	3	74	80	37	72	42	71	72	12	76	
Piombo	100	1.000	mg/kg	42	87	32	35	5	134	39	390	34	91	41	18	10	46	
Rame	120	600	mg/kg	22	20	19	13	5	27	27	22	20	13	17	14	8	25	
Stagno	1	350	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Zinco	150	1.500	mg/kg	41	48	52	22	31	120	65	38	45	30	47	40	22	79	
Pirene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Crisene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(a)antracene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(b)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(k)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(a)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dibenzo(ah)antracene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(ghi)perilene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Indeno(123cd)pirene	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dibenzo(ac)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dibenzo(al)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dibenzo(ah)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dibenzo(ai)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Sommatoria IPA	10	100	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,14	<1	<1	<1	<1	<1	
Clorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Diclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Triclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cloruro di vinile	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
1,2 Dicloroetano	0,2	5	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,1	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1 Dicloroetilene	0,1	1	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Tricloroetilene	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tetracloroetilene (PCE)	0,5	20	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1 Dicloroetano	0,5	30	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
trans 1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	<0,01	-	-	-	-	-	
cis 1,2 Dicloroetilene				-	-	-	-	<0,01	-	<0,01	-	-	-	-	-	-		
1,1,1 Tricloroetano	0,5	50	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
1,2 Dicloropropano	0,3	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
1,1,2 Tricloroetano	0,5	15	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2,3 Tricloropropano	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1,1,2 Tetracloroetano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Tribromometano (bromofornio)	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2 Dibromoetano	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Dibromoclorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Bromodiclorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Idrocarburi leggeri C<12	10	250	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Idrocarburi pesanti C>12	50	750	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	43	<20	<20	<20	<20	<20	
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna A.																		
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna B.																		

TABELLA 1
ESITI INDAGINI TERRENI
AREA SIG

	CSC Colonna A	CSC Colonna B	Rapporto di prova N°	5962	5963	5964	5965	5966	5967	639	640	5968	5969	5970	5971	5768	5769	5770	5771
			Campione	S4	S4	S5	S5	S5	S5	S5	S5	S6	S6	S6	S6	S7 - PZ2	S7 - PZ2	S7 - PZ2	S7 - PZ2
			Profondità [m]	1,50-4,05	4,05-6,00	0,10-0,50	0,50-1,65	1,65-3,60	3,60-6,00	4,00-4,50	5,50-6,00	0,10-1,50	1,50-2,45	2,45-3,20	3,70-6,00	0,30-0,80	0,80-1,50	1,95-2,20	2,20-2,70
			Data campionamento	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	05/02/2009	05/02/2009	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	20/05/2008	20/05/2008	20/05/2008	20/05/2008
Parametri			U.d.M.																
Residuo a 105°C	-	-	%	85	86	84	85	85	88	93	99	83	83	83	89	98	84	83	80
Scheletro	-	-	%	<2	17	28	35	7	37	43	32	11	<2	<2	26	66	11	10	<2
Arsenico	20	50	mg/kg	9	14	8	6	9	8	7	8	6	11	7	12	8	7	10	12
Cobalto	20	250	mg/kg	18	19	7	10	16	8	7	11	16	18	17	15	<1	17	18	15
Cromo totale	150	800	mg/kg	95	147	79	61	70	105	51	135	89	112	71	94	4	98	98	93
Cromo VI	2	15	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercurio	1	5	mg/kg	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Nichel	120	500	mg/kg	57	98	69	96	51	51	30	61	75	92	40	62	2	87	81	62
Piombo	100	1.000	mg/kg	28	23	29	28	34	18	10	23	65	48	28	39	11	34	48	40
Rame	120	600	mg/kg	20	19	29	38	19	13	9	20	27	62	14	20	4	27	20	20
Stagno	1	350	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinco	150	1.500	mg/kg	88	52	61	130	118	285	25	31	59	60	43	59	30	77	52	60
Pirene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Crisene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ah)antracene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perilene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123cd)pirene	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ac)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(al)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ah)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ai)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria IPA	10	100	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Clorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Triclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloruro di vinile	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,2 Dicloroetano	0,2	5	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1 Dicloroetilene	0,1	1	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloroetilene	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene (PCE)	0,5	20	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1 Dicloroetano	0,5	30	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
trans 1,2 Dicloroetilene			mg/kg	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
cis 1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1 Tricloroetano	0,5	50	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
1,2 Dicloropropano	0,3	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2 Tricloroetano	0,5	15	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3 Tricloropropano	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2 Tetracloroetano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tribromometano (bromoformio)	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2 Dibromometano	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dibromoclorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromodichlorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Idrocarburi leggeri C<12	10	250	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Idrocarburi pesanti C>12	50	750	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna A.																			
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna B.																			

TABELLA 1
ESITI INDAGINI TERRENI
AREA SIG

	CSC Colonna A	CSC Colonna B	Rapporto di prova N°	5772	5773	5774	5972	5973	5974	5975	5733	5734	5735	5736	5737	5738	5739
			Campione	S7 - PZ2	S7 - PZ2	S7 - PZ2	S8 - PZ3	S8 - PZ3	S8 - PZ3	S8 - PZ3	SC1	SC1	SC1	SC2	SC2	SC2	SC3
			Profondità [m]	2,70-3,00	3,00-4,70	4,70-8,00	0-1,15	1,15-1,55	1,55-4,30	4,30-6,00	0,5-0,8	0,80-1,50 lato mare	0,80-1,50 lato monte	0,50-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	0,50-1,50
			Data campionamento	20/05/2008	20/05/2008	20/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008	19/05/2008
Parametri			U.d.M.														
Residuo a 105°C	-	-	%	82	83	87	96	81	82	83	84	83	84	91	83	82	84
Scheletro	-	-	%	<2	<2	47	45	7	<2	10	49	11	13	64	17	7	22
Arsenico	20	50	mg/kg	11	8	9	6	8	11	8	6	7	7	4	6	6	6
Cobalto	20	250	mg/kg	23	7	14	3	15	18	14	7	17	17	3	15	17	13
Cromo totale	150	800	mg/kg	98	126	124	18	91	86	127	49	114	120	33	100	117	70
Cromo VI	2	15	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercurio	1	5	mg/kg	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Nichel	120	500	mg/kg	57	59	70	14	75	56	73	44	98	110	23	90	94	62
Piombo	100	1.000	mg/kg	43	22	20	15	39	35	16	59	67	55	38	70	40	23
Rame	120	600	mg/kg	24	13	20	10	26	20	15	25	31	25	116	42	25	21
Stagno	1	350	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinco	150	1.500	mg/kg	61	36	38	30	65	60	65	115	71	57	49	90	65	108
Pirene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Crisene	5	50	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluorantene	0,5	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ah)antracene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perilene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(123cd)pirene	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ac)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(al)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ah)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(ai)pirene	0,1	10	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sommatoria IPA	10	100	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Clorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Triclorometano	0,1	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloruro di vinile	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,2 Dicloroetano	0,2	5	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1 Dicloroetilene	0,1	1	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloroetilene	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene (PCE)	0,5	20	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1 Dicloroetano	0,5	30	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
trans 1,2 Dicloroetilene				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cis 1,2 Dicloroetilene	0,3	15	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1 Tricloroetano	0,5	50	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
1,2 Dicloropropano	0,3	5	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2 Tricloroetano	0,5	15	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3 Tricloropropano	1	10	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2 Tetracloroetano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tribromometano (bromofornio)	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2 Dibrometano	0,01	0,1	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dibromoclorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromodichlorometano	0,5	10	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Idrocarburi leggeri C<12	10	250	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Idrocarburi pesanti C>12	50	750	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna A.																	
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Colonna B.																	

TABELLA 2
ESITI INDAGINI ACQUE SOTTERRANEE

	CSC Acque Sotterranee	Rapporto di prova N°	9712	9713	9714	9715	9716	9717
		Campione	PZ1	PZ2	PZ3	P	PE1	PE2
		Data campionamento	06/10/2008	06/10/2008	06/10/2008	06/10/2008	06/10/2008	06/10/2008
Parametri		U.d.M.						
pH	-	unità pH	-	-	-	-	-	-
Arsenico	10	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Cobalto	50	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Cromo totale	50	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Cromo VI	5	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Mercurio	1	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Nichel	20	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Piombo	10	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Rame	1.000	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Zinco	3.000	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Stagno	-	µg/l sul filtrato	-	-	-	-	-	-
Pirene	50	µg/l	<0,003	0,035	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Benzo(a)antracene	0,1	µg/l	<0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Crisene	5	µg/l	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(b)fluorantene	0,1	µg/l	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(k)fluorantene	0,05	µg/l	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(a)pirene	0,01	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Benzo(ghi)perilene	0,01	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Dibenzo(ah)antracene	0,01	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Indeno(123cd)pirene	0,1	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Sommatoria IPA	0,1	µg/l	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Clorometano	1,5	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Triclorometano	0,15	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cloruro di vinile	0,5	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2 Dicloroetano	3	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1 Dicloroetilene	0,05	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
1,1,1 Tricloroetano	-	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	1,5	µg/l	0,39	0,66	0,46	0,9	0,43	1,7
Tetracloroetilene (PCE)	1,1	µg/l	1,3	3,2	2,2	5,2	1,8	11,6
Esaclorobutadiene	0,15	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sommatoria Organo Alogenati	10	µg/l	1,7	3,4	2,7	6,1	2,2	13,3
1,1 Dicloroetano	810	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2 Dicloroetilene	60	µg/l	0,2	22	<0,1	0,64	0,26	1,6
1,2 Dicloropropano	0,15	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	<0,1
1,1,2 Tricloroetano	0,2	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2 Tetracloroetano	0,05	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Idrocarburi totali	350	µg/l	-	-	-	-	-	-
Valori superiori alle CSC di cui al D. Lgs. 152/06 Acque Sotterranee								

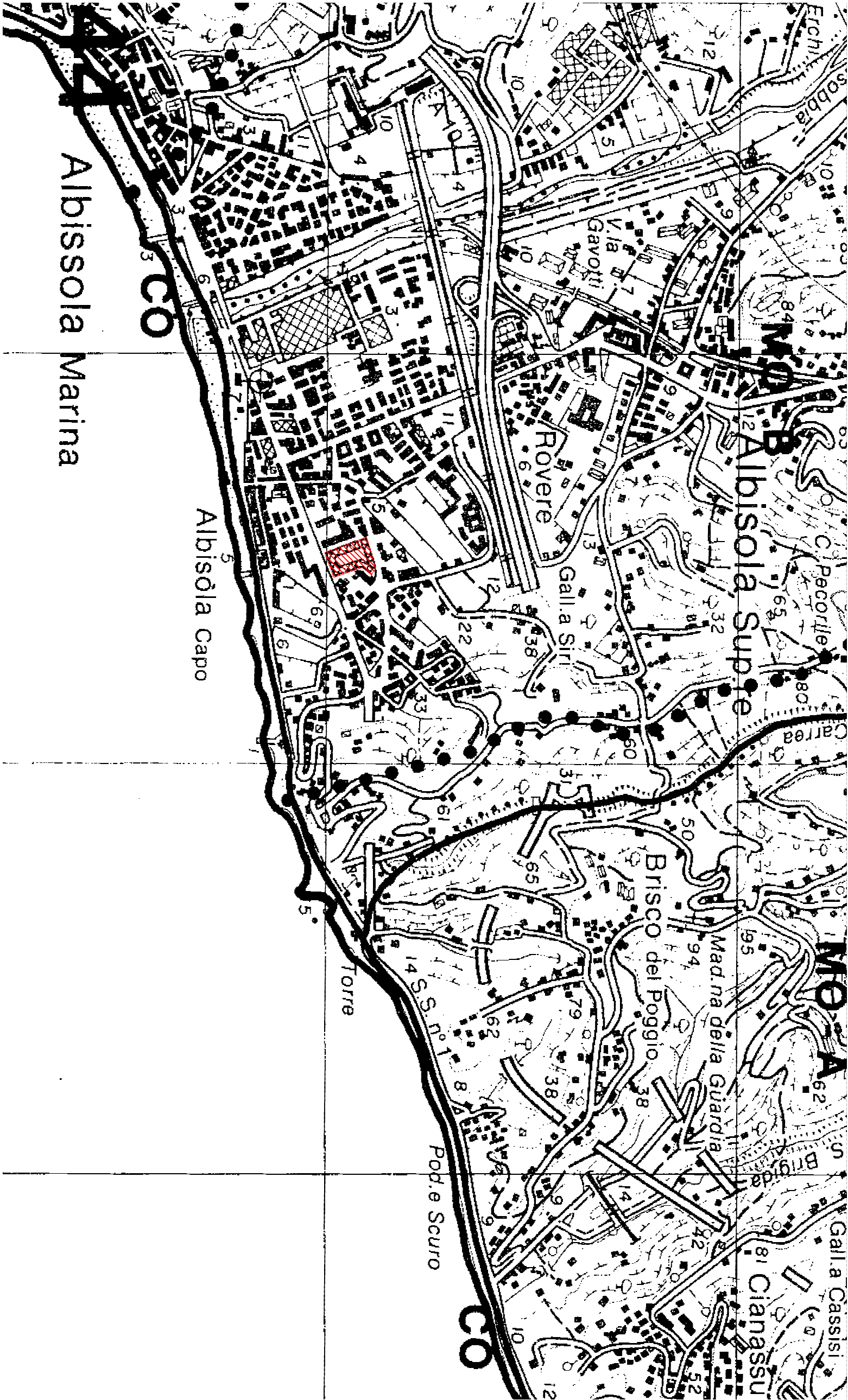
TABELLA 3
ESITI ANALITICI TERRENI
AREA ACE

	CSC col. A		Certificato	10LA05626	10LA05627	10LA05628	10LA05629	10LA05630	10LA05631	10LA05632
			Codice	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2
			Profondità [m]	0-1	1-2,5	2,5-3,5	3,5-6	0-2	2-4	4-6
			Data camp.	28/05/2010	28/05/2010	28/05/2010	28/05/2010	28/05/2010	28/05/2010	28/05/2010
			U.d.M.							
Parametri										
scheletro tra 2 cm e 2 mm			g/kg	219,2	240,4	< 0,1	155,4	171,6	362,5	496,1
residuo a 105°C			%	98,4	98,8	98	98,2	98,2	98,1	98,3
arsenico	20	50	mg/kg s.s.	11	9	18	18	9	10	7
cobalto	20	250	mg/kg s.s.	17	14	18	17	15	17	8
cromo totale	150	800	mg/kg s.s.	97	67	137	132	78	82	81
mercurio	1	5	mg/kg s.s.	0,8	< 0,1	0,3	< 0,1	0,8	0,1	< 0,1
nichel	120	500	mg/kg s.s.	91	57	73	70	71	48	45
piombo	100	1.000	mg/kg s.s.	77	9	10	5	51	52	2
rame	120	600	mg/kg s.s.	25	38	22	24	32	17	23
zinc	150	1.500	mg/kg s.s.	69	33	48	29	52	32	42
stagno	1	350	mg/kg s.s.	0,8	0,9	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8
benzo (a) antracene [25]	0,5	10	mg/kg s.s.	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (a) pirene [26]	0,1	10	mg/kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (b) fluorantene [27]	0,5	10	mg/kg s.s.	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (k) fluorantene [28]	0,5	10	mg/kg s.s.	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (g, h, i) perilene [29]	0,1	10	mg/kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
crisene [30]	5,0	50	mg/kg s.s.	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01
dibenzo (a, c) pirene [31]	0,1	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo (a, l) pirene [32]	0,1	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo (a, i) pirene [33]	0,1	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo (a, h) pirene [34]	0,1	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,h)iantracene	0,1	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	5	mg/kg s.s.	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pirene	5	50	mg/kg s.s.	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01
sommatoria policiclici aromatici [da 25 a 34]	10	100	mg/kg s.s.	0,24	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01
clorometano	0,1	5	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
diclorometano	0,1	5	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
triclorometano (cloroformio)	0,1	5	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
cloruro di vinile	0,01	0	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1,2-dicloroetano	0,2	5	mg/kg s.s.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
1,1-dicloroetilene	0,1	1	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
tricloroetilene	1,0	10	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
tetracloroetilene	0,5	20	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-dicloroetano	0,5	30	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-dicloroetilene	0,3	15	mg/kg s.s.	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
1,1,1-tricloroetano	0,5	50	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-dicloropropano	0,3	5	mg/kg s.s.	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
1,1,2-tricloroetano	0,5	15	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2,3-tricloropropano	1,0	10	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2,2-tetracloroetano	0,5	10	mg/kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
idrocarburi leggeri C inferiore o uguale a 12	10	250	mg/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
idrocarburi pesanti C superiori a 12	50	750	mg/kg s.s.	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	6,3	< 5,0
<div><div></div> Valore eccedente le CSC di Colonna A</div> <div><div></div> Valore eccedente le CSC di Colonna B</div>										


TABELLA 4
PARAMETRI DA ANALIZZARE

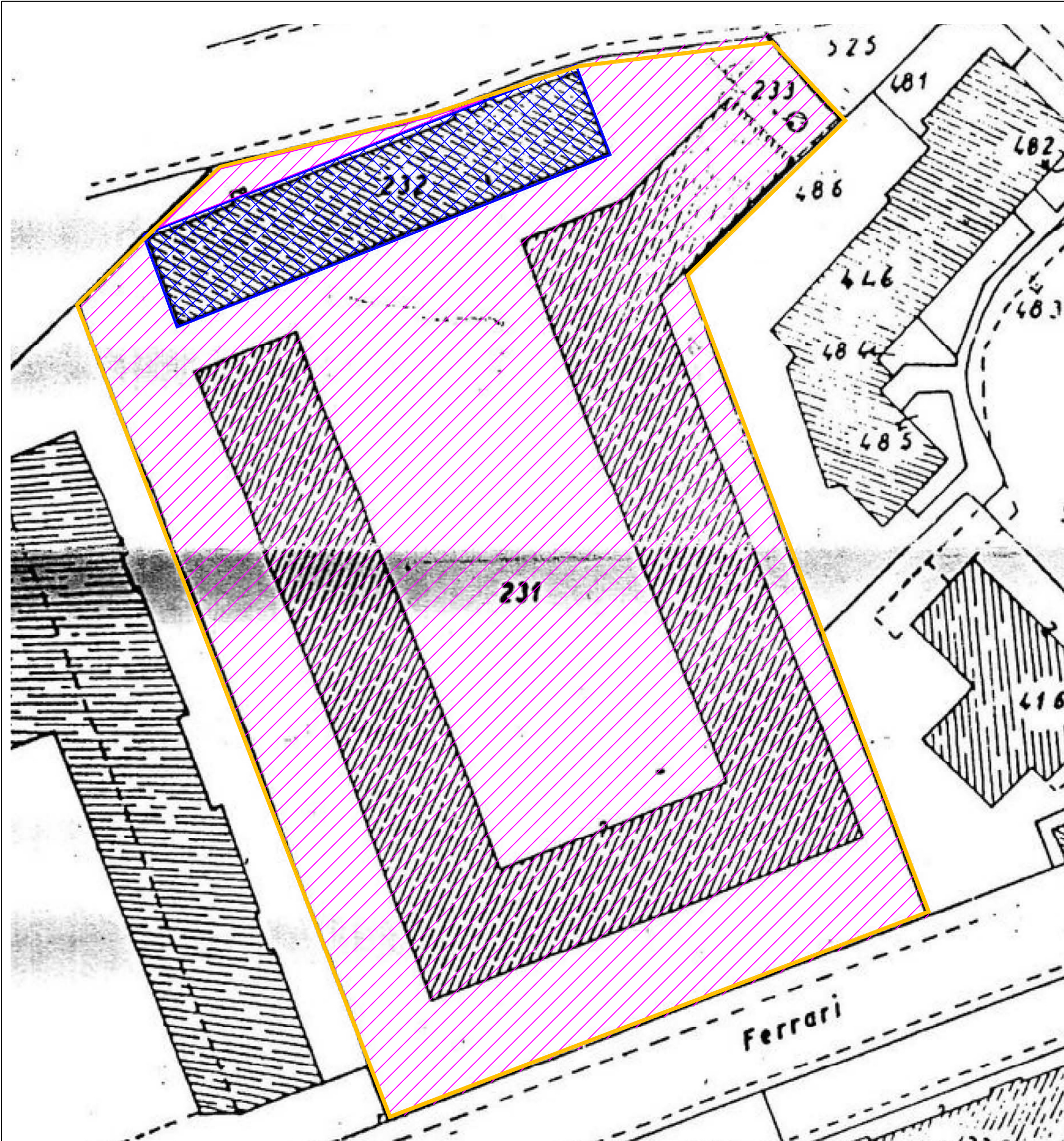
Residuo a 105°C
Scheletro
pH (*)
Arsenico
Cobalto
Cromo totale
Cromo VI
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Stagno
Zinco
Pirene
Crisene
Benzo(a)antracene
Benzo(b)fluorantene
Benzo(k)fluorantene
Benzo(a)pirene
Dibenzo(ah)antracene
Benzo(ghi)perilene
Indeno(123cd)pirene
Dibenzo(ae)pirene (*)
Dibenzo(al)pirene (*)
Dibenzo(ah)pirene (*)
Dibenzo(ai)pirene (*)
Sommatoria IPA
Clorometano
Diclorometano
Triclorometano
Cloruro di vinile
1,2 Dicloroetano
1,1 Dicloroetilene
Tricloroetilene
Tetracloroetilene (PCE)
1,1 Dicloroetano
1,2 Dicloroetilene
trans 1,2 Dicloroetilene
cis 1,2 Dicloroetilene
1,1,1 Tricloroetano
1,2 Dicloropropano
1,1,2 Tricloroetano
1,2,3 Tricloropropano
1,1,2,2 Tetracloroetano
Tribromometano (bromoformio)
1,2 Dibromoetano
Dibromoclorometano
Bromodichlorometano
Idrocarburi leggeri C<12 (***) (****)
Idrocarburi pesanti C>12 (**) (****)

(*) Nei suoli e nelle acque (vedi Paragrafo 5.1)
(**) Solo nei terreni
(***) Idrocarburi disciolti espressi come n-esano, nell'analisi per le acque sotterranee
(****) con speciazione in frazioni ponderali secondo criterio MADEP (sia per i suoli che per le acque)



 Area di interesse

I.S.A.F. S.r.l Via Paleocapa 19/2 - Savona - TEL. 019-806914 FAX 019-802027 E-mail: isaf@isafsrli.it						PROCEDIMENTO EX ART. 242 <i>D.Lgs. 152/06</i> AREA GAVVARRY - ALBISOLA SUPERIORE PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	
Titolo Tavola: LOCALIZZAZIONE AREA SU CTR				Tavola n. 1		REVISIONI	
Disegnatore: FB				Scala: 1:10.000		N. Doc.: A06-013/T01	
Nome file: T01.dwg				Formato: A3		N. Data Motivo 1 23/05/11 EMISSIONE	

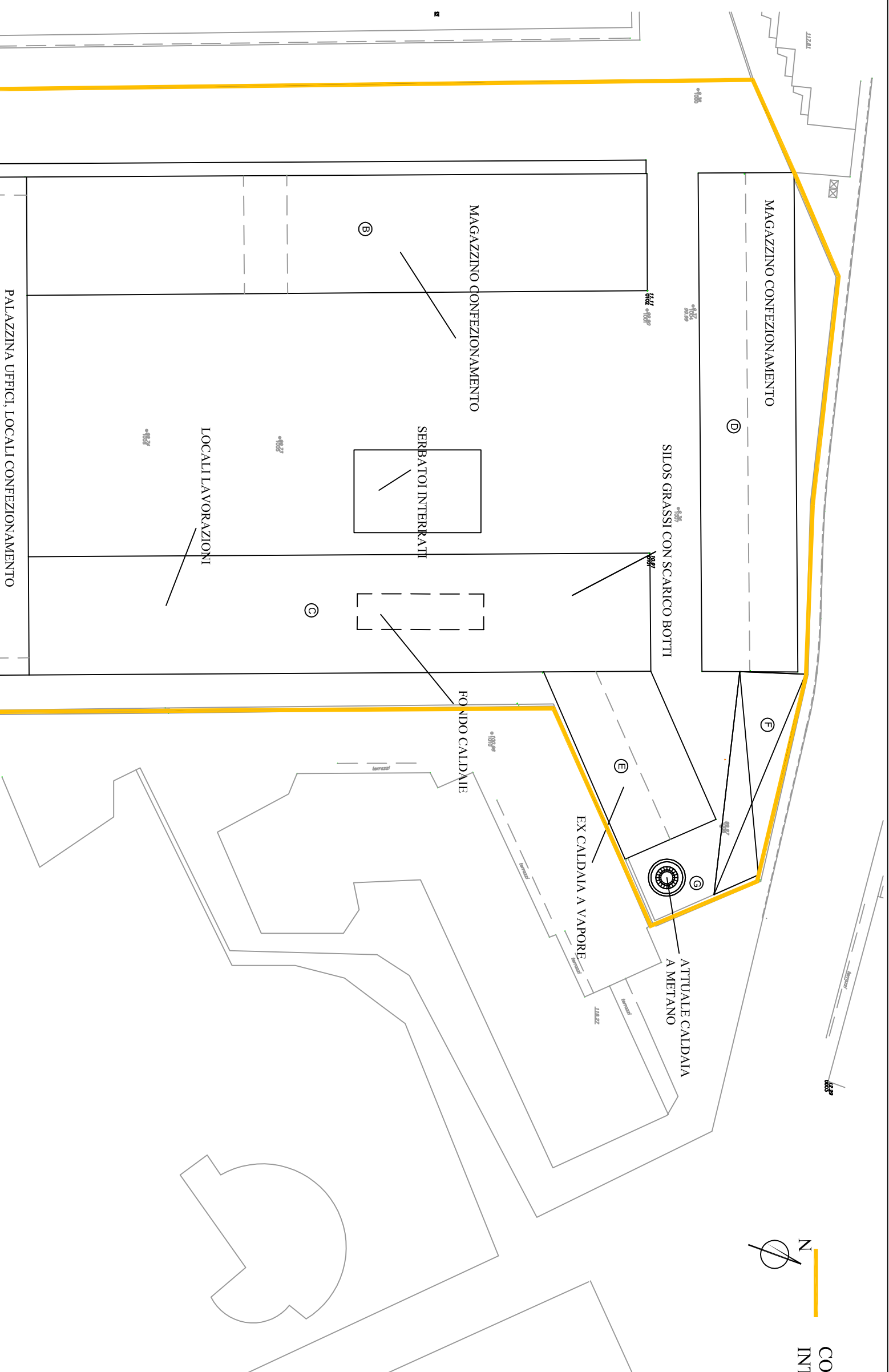


— Confine area di interesse (di proprietà Alfa Costruzioni Edili)

▨ Area non più di proprietà Stabilimenti Italiani Gavarry

▤ Area di proprietà Alfa Costruzioni Edili

I.S.A.F. S.r.l Via Paleocapa 19/2 - Savona - TEL. 019-806914 FAX 019-802027 E-mail: isaf@isafsrl.it				<div>\\ALFA\PROGETTI\A06-013 GAVARRY\Area Alfa Costruzioni\logo.jpg</div>		PROCEDIMENTO EX ART. 242 D.Lgs. 152/06 AREA GAVARRY - ALBISOLA SUPERIORE PIANO DI CARATTERIZZAZIONE		
Titolo Tavola: PLANIMETRIA CATASTALE					Tavola n. 2	REVISIONI		
						N.	Data	Motivo
						1	23/05/11	EMISSIONE
Disegnatore: FB	Scala: 1:500	N. Doc.: A06-013/T02	Nome file: T02.dwg	Formato: A3				



CONFINARE AREA DI INTERESSE

 \mathbb{N}

I.S.A.F. S.r.l
Via Paleocapa 19/2 - Savona -
TEL. 019-806914 FAX 019-802027
E-mail: isaf@isafsrl.it

M:\GF\PROGETTI\A06-013 GAVARRY\Area Alpha Costruzioni\logo.jpg

*PROCEDIMENTO EX ART. 242
D.Lgs. 152/06
AREA GA/FARRY - ALBISOLA SUPERIORE
PIANO DI CARATTERIZZAZIONE*

AREA GAVARRY

LIBSOLA SUPERIORE

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Titolo Tavola:

STATO DI FATTO

Tavola n.

ω

N.	Data	Motivo
1	23/05/11	EMISSIONE

Disegnatore:

Scala:

N. Doc.:

Nome file:

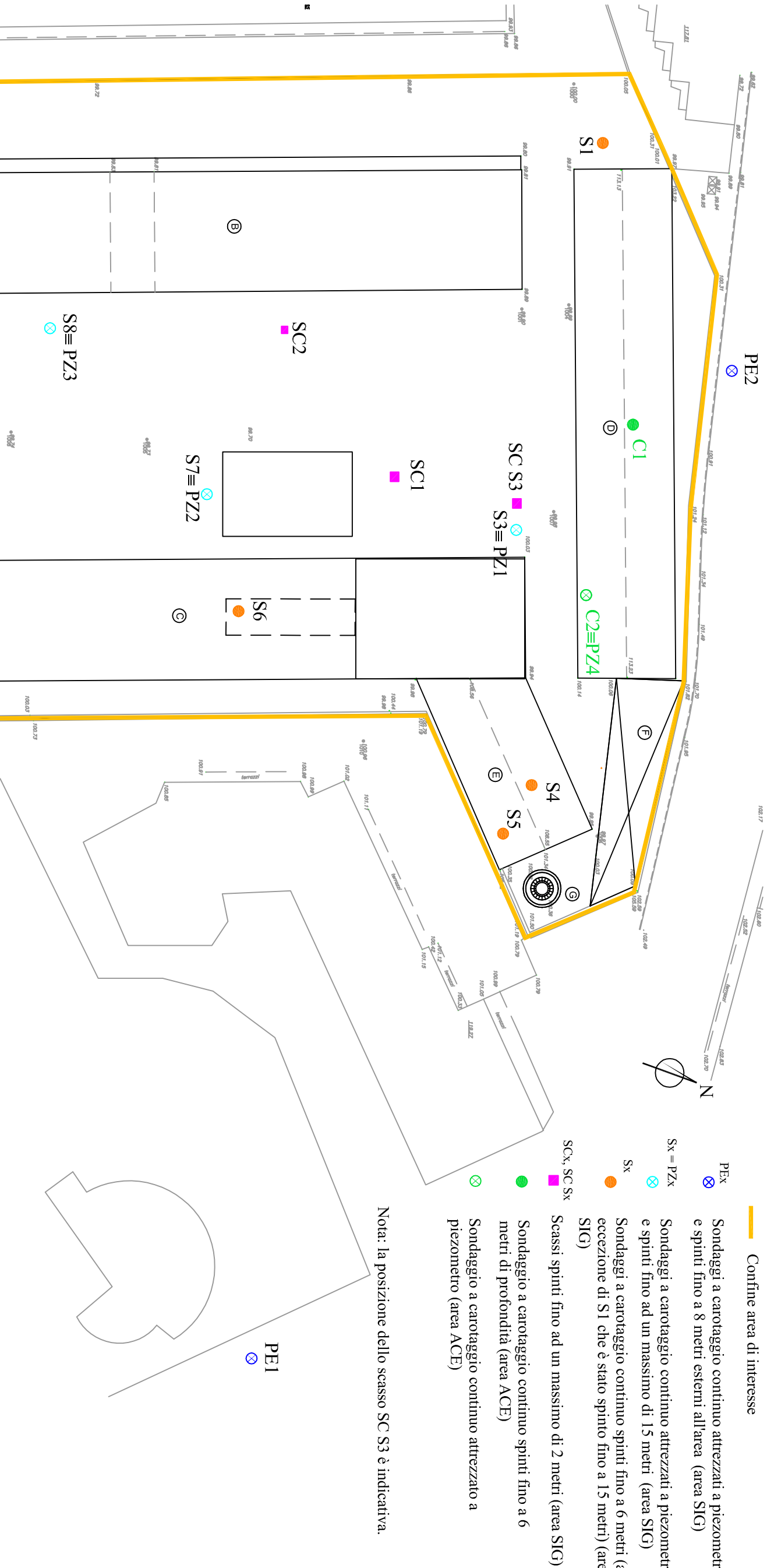
Formato:

FH

1:500

T03.dwg

A3



I.S.A.F. S.r.l
Via Paleocapa 19/2 - Savona -
TEL. 019-806914 FAX 019-802027
E-mail: isaf@isafsr.it

MAPPROGETTAD-03 GAVARRY Area Alpha ConstructionLogo.jpg

PROCEDIMENTO EX ART. 242
D.Lgs. 152/06
AREA GAVARRY - ALBISOLA SUPERIORE
PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

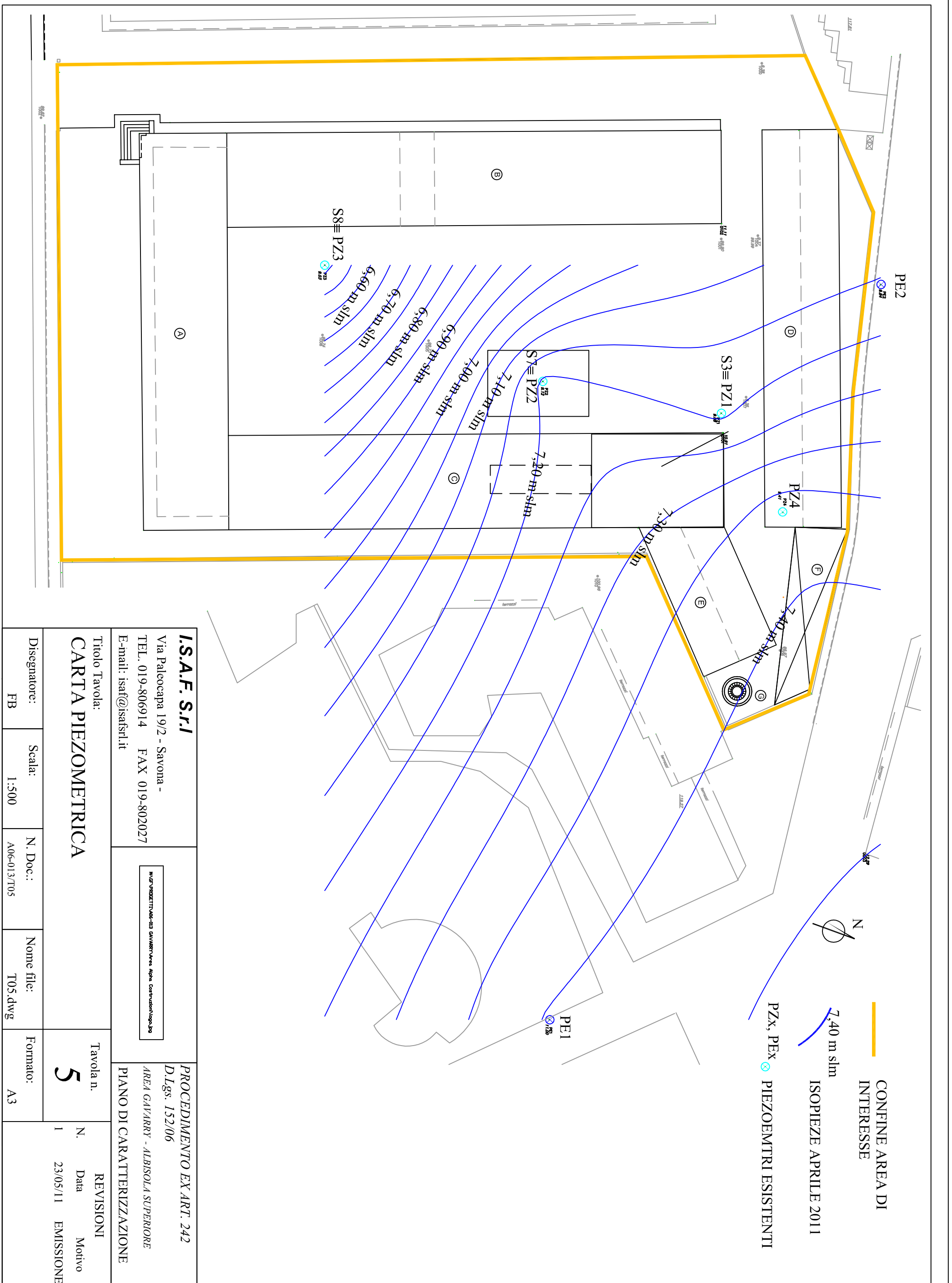
Titolo Tavola:
UBICAZIONE INDAGINI PRELIMINARI

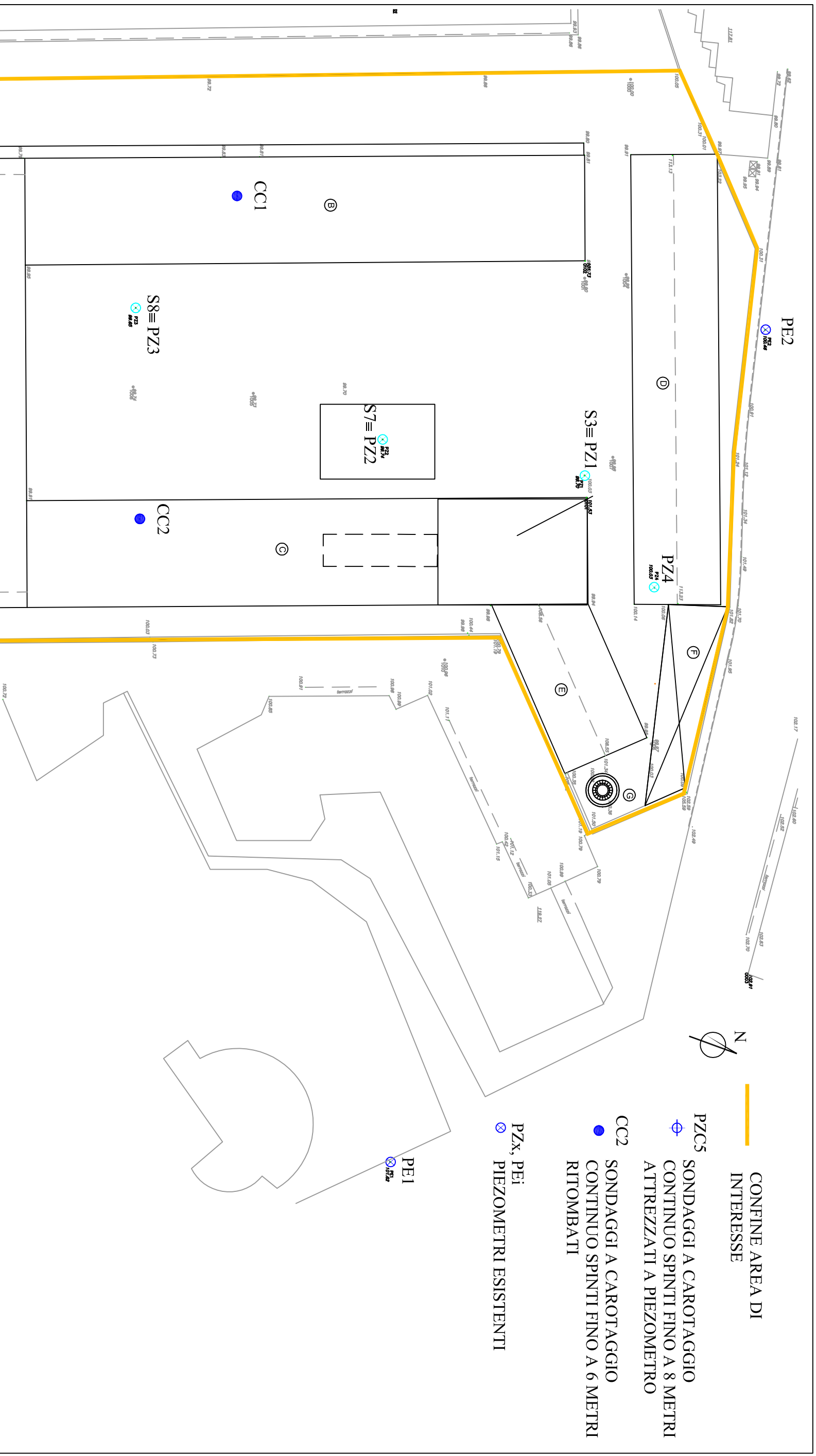
Tavola n.
4

REVISIONI

N.	Data	Motivo
1	23/05/11	EMISSIONE

Disegnatore:	Scala:	N. Doc.:	Nome file:	Formato:
FB	1:500	A06-013/T04	T04.dwg	A3





I.S.A.F. S.r.l Via Paleocopa 19/2 - Savona - TEL. 019-806914 FAX 019-802027 E-mail: isaf@isafsr.it			PROCEDIMENTO EX ART. 242 <i>D.Lgs. 152/06</i> AREA GAIVARRY - ALBISOLA SUPERIORE PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	
Titolo Tavola: UBICAZIONE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE			Tavola n. 6	REVISIONI
Disegnatore: FB			Scala: 1:500	N. Doc.: A06-013/T06
Nome file: T06.dwg			Formato: A3	N. Data Motivo 1 23/05/11 EMISSIONE

I.S.A.F.

ALLEGATO I

Relazione Geologica a Firma di Dott. Giampietro Filippi

COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE

Provincia di Savona

**INTERVENTO DI RICONVERSIONE EDILIZIA
AREE SOCIETA' GAVARRY**

INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA

Committente

ALFA COSTRUZIONI S.r.l.

Responsabile dell'indagine

Giampietro Filippi Geologo
o.r.g.l. n. 10



GEOLOGIA APPLICATA GEOTECNICA GEOFISICA LABORATORIO TERRE E ROCCE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA ED ALLEGATI

REV.	DATA	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE	FILE	NUMERO COMMESSA
0	AGO 2008	DF	DF	GF	08-012relazione.doc	08-012

SOMMARIO

1 - PREMESSA.	3
2 - CARATTERI GENERALI DELLA ZONA.	3
2.1 - Elementi morfologici.	3
2.2 - Elementi litologici.	4
2.3 - Elementi idrogeologici.	4
3 - VERIFICHE SUI TERRENI.	4
3.1 - Sondaggi geognostici.	4
3.2 - Prove SPT in foro di sondaggio.	5
3.3 - Prove penetrometriche dinamiche in continuo.	6
3.4 - Prove di permeabilità in foro di sondaggio.	7
3.5 - Analisi e prove di laboratorio.	7
3.6 - Sismicità dell'area e categoria del suolo di fondazione.	10
4 - SITUAZIONE GEOTECNICA MEDIA.	10
5 - CONDIZIONI OPERATIVE.	10
6 - PROBLEMATICHE E POSSIBILI TIPOLOGIE DI INTERVENTO.	11
6.1 - Scavi.	11
6.1.1 - Verifica al sifonamento.	12
6.1.2 - Drenaggio del terreno.	12
6.2 - Fondazioni.	18
7 - COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON IL P.D.B. DEL RIO DI SANDA.	19
8 - ALLEGATI.	20

1 - PREMESSA.

Su incarico della Soc. ALFA COSTRUZIONI S.r.l. è stata svolta un'indagine geologico-tecnica esecutiva in relazione alla realizzazione dell'intervento di riconversione delle aree della Soc. Gavarry indicato in epigrafe, con la costruzione di un complesso residenziale, commerciale e direzionale, ivi compresi due piani interrati adibiti a box. Il tutto in fregio a Corso S.Francesco nel Comune di Albisola Superiore.

L'indagine, realizzata a norma del D.M. 11.03.'88 "Norme tecniche ..." è stata sviluppata come segue:

- rilievi di superficie;
- realizzazione, in via preliminare, di n. 9 prove penetrometriche dinamiche in continuo;
- realizzazione, in concomitanza con la campagna di indagini ambientali, di n. 9 sondaggi geognostici a rotazione, con prelievo continuo di campione, e, ove possibile, prelievo di campioni indisturbati; attrezzamento a piezometro di n. 3 di detti sondaggi;
- esecuzione di prove SPT e di prove di permeabilità in foro di sondaggio;
- effettuazione di analisi e prove di laboratorio su campioni di terreno prelevati nel corso delle perforazioni;
- rielaborazione dei dati acquisiti, ricostruzione della stratigrafia dei terreni mediante definizione di sezioni geologiche interpretative, individuazione dei principali parametri geotecnici, verifica delle principali problematiche poste dalla realizzazione dell'intervento e redazione della presente relazione, illustrativa delle risultanze dell'indagine, con indicazioni operative.

Si riporta di seguito quanto complessivamente emerso.

2 - CARATTERI GENERALI DELLA ZONA.

Con riferimento alla corografia allegata, scala 1/5.000, l'area oggetto dell'indagine si colloca in una zona di piana costiera, a poca distanza dalla battigia e lungo il margine di monte del vialone rappresentato dal Corso S.Francesco, in comune di Albisola Sup.re.

2.1 - Elementi morfologici.

Il sito si colloca in corrispondenza di una piana a bassissima pendenza, a q.a. 3 m circa s.l.m. ed a circa 250 m dalla linea di costa.

La piana è il risultato degli apporti del T.Sansobbia e dei suoi tributari di sinistra, tra i quali in particolare il Rio Basco. A detti apporti si sono nel tempo sommati, e con essi interdigitati, in funzione dell'evoluzione della linea di costa, apporti di origine marina, in particolare i sedimenti trasportati dall'ondazione di Libeccio.

I livelli più superficiali possono essere attribuiti alle ultime esondazioni del Sansobbia e dei suoi tributari, tuttavia, in considerazione della loro granulometria medio-fine, possono essere considerati come sedimenti di periferia, rispetto alle direzioni preferenziali di deposito dei materiali trasportati dalle piene dei corsi d'acqua.

Allo stato attuale il sito è occupato da alcuni edifici industriali di grossa mole (gli edifici appunto che ospitano gli impianti e gli uffici della Soc. Gavarry), tre dei quali disposti a C con apertura verso monte ed il quarto lungo il margine superiore del piazzale delimitato dai primi tre.

2.2 - Elementi litologici.

Il litotipo che affiora nella zona, ma a significativa distanza, sia verso levante, sia verso Nord, dal sito considerato, e che costituisce i rilievi della dorsale di Capo Torre, è un conglomerato della "formazione di Molare", di età oligocenica. Esso tuttavia non interessa il sito Gavarry, in quanto qui si hanno, come già accennato, depositi alluvionali, medio-fini in superficie, ghiaioso-sabbiosi in profondità.

Essi sono formati da clasti di natura poligenica che derivano dal disfacimento dei litotipi che caratterizzano il bacino del T.Sansobbia. Il loro spessore è presumibilmente di alcune decine di metri e comunque i sondaggi realizzati in loco e giunti fino a 15 m di profondità, non hanno messo in evidenza neppure le avvisaglie di substrato litoide in senso stretto.

Peraltro, considerata la dinamica della costa e gli effetti della neotettonica, è più probabile che in profondità siano presenti facies di età pliocenica ("argille di Ortovero") che non conglomerati oligocenici.

2.3 - Elementi idrogeologici.

Sotto il profilo idrogeologico le caratteristiche salienti del sito sono le seguenti:

- le superfici esterne sono tutte impermeabilizzate e le acque di pioggia finiscono direttamente in mare;
- in profondità, a partire da almeno 3 m dal p.c., cioè da q.a. 0,00, è presente una falda a pelo libero la quale oscilla presumibilmente fino a q.a. 1,50, in funzione degli apporti dal continente; essa tuttavia non scende mai al di sotto di q.a. 0,00, essendo stabilizzata dalla vicinanza del mare;
- i materiali sottostanti il sito in questione sono dotati di permeabilità medio-alta la cui determinazione specifica è poi avvenuta in concomitanza con la realizzazione dei sondaggi geognostici.

3 - VERIFICHE SUI TERRENI.

3.1 - Sondaggi geognostici.

Nelle posizioni indicate sull'allegata tavola grafica, scala 1/500, sono stati realizzati i sondaggi geognostici indicati in premessa, effettuati a rotazione, con prelievo continuo di campione, utilizzo di rivestimento e doppio carotiere, nonchè di fluido di perforazione. Esecutrice degli stessi è stata la Ditta TERRA S.R.L. che ha anche redatto le stratigrafie e la documentazione fotografica dei campioni estratti, oltre ad aver realizzato le prove di permeabilità. Alla documentazione da essa prodotta si fa riferimento in questa sede.

Sinteticamente, partendo dalla superficie, è stata riscontrata la seguente situazione stratigrafica:

- livello superficiale rappresentato dalle pavimentazioni e dai riporti artificiali, per spessori non particolarmente significativi e comunque variabili da punto a punto;
- sottostante livello, costituito da materiali da rideposizione fluviale, rappresentati da limi sabbiosi o sabbie fini limose, più granulare verso la superficie, più coesivo negli orizzonti inferiori, con spessori variabili da 3.00 a 3.50 m;
- al di sotto, e fino a profondità indefinita, materiali sabbioso-ghiaiosi, inquinati da sedimentazione più fine in subordine.

All'atto dell'esecuzione dei sondaggi il pelo libero della falda è stato riscontrato tra 2.05 e 2.25 m dal p.c.

Le risultanze dei sondaggi sono state correlate sulle sezioni geologiche interpretative, scala 1/200, che compaiono sull'allegata tavola grafica.

3.2 - Prove SPT in foro di sondaggio.

Nel corso della perforazione dei sondaggi S.1, S.4, S.7pz2 ed S.9, all'interno dei fori sono state eseguite alcune prove SPT; l'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova è stata quella con dimensioni standard (AGI 1977).

La prova di infissione, avvenuta in fondo al foro precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore per tre tratti successivi di 15 cm, registrando il numero di colpi necessario (N1, N2, N3). Il primo tratto (N1) è considerato di avviamento, i successivi costituiscono i tratti di prova vera e propria. Il parametro caratteristico della prova SPT è $N_{SPT} = N2 + N3$, espresso in numero di colpi per 30 cm utili di penetrazione.

Le risultanze delle prove SPT sono state interpretate al fine di determinare, in accordo con le risultanze delle prove eseguite in laboratorio, i parametri di resistenza al taglio caratteristici dei materiali investigati.

Per i materiali a prevalente comportamento granulare, i valori ottenuti sono stati utilizzati per la determinazione dell'angolo di attrito interno ϕ sulla base del numero dei colpi N_{SPT} , mediando i valori ottenuti con i metodi suggeriti dal ROAD BRIDGE SPECIFICATION ($\phi = 15 + (15 \times N_{SPT})^{1/2}$), dal JAPANESE NATIONAL RAILWAY ($\phi = 27 + 0.3 N_{SPT}$) e da Terzaghi. Per i materiali prevalentemente coesivi (praticamente i primi 3-4 m di terreno, i valori di N_{SPT} sono stati utilizzati per la determinazione della coesione non drenata c_u , secondo le curve di Terzaghi.

E' stato inoltre determinato il modulo elastico del terreno E_s con le relazioni suggerite da J.E.BOWLES che indicano, per sabbie ghiaiose: $E_s = 500 \times (N_{SPT} + 15)$.

Le risultanze compaiono nella tabella di seguito inserita nel corpo della presente.

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT

Sond. [n°]	Falda [m]	Prof. [da m a m]		Terr. Tipo	γ_n [kN/m ³]	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
1	2,00	1,50	1,95	C	20,0	30	30	7	14	0,47	-	92	-
		3,00	3,45	C	20,0	60	50	6	9	0,38	-	59	-
		4,50	4,95	G	21,0	92	67	20	25	0,65	34,4	-	20000
		6,20	6,65	G	21,0	127	85	25	27	0,68	35,3	-	21000
		7,50	7,95	G	21,0	155	100	27	27	0,67	35,2	-	21000
		9,00	9,45	G	21,0	186	116	29	27	0,67	35,0	-	21000
		10,50	11,05	G	21,0	218	133	31	26	0,67	34,9	-	20500
		12,00	12,45	G	21,0	249	149	41	33	0,75	37,2	-	24000
		13,50	13,95	G	21,0	281	166	10	8	0,33	25,6	-	11500
4	2,00	1,50	1,95	C	20,0	30	30	5	10	0,39	-	65	-
		3,00	3,45	C	20,0	60	50	27	40	0,83	-	265	-
		4,50	4,95	G	21,0	92	67	15	19	0,56	31,8	-	17000
7-Pz2	2,00	1,50	1,95	C	20,0	39	39	5	8	0,37	-	56	-
		3,80	4,25	C	20,0	85	67	29	36	0,79	-	242	-
		5,50	5,95	G	21,0	121	86	19	21	0,59	32,6	-	18000
		7,55	8,00	G	21,0	164	108	30	29	0,69	35,7	-	22000
9	2,00	1,50	1,95	C	20,0	30	30	3	6	0,27	-	39	-
		3,00	3,45	C	20,0	60	50	29	43	0,86	-	285	-
		4,50	4,95	G	21,0	93	68	30	37	0,80	38,6	-	26000
		6,00	6,45	G	21,0	125	85	30	33	0,75	37,2	-	24000
		7,50	7,95	G	21,0	156	101	34	34	0,76	37,5	-	24500
		9,00	9,45	G	21,0	188	118	25	23	0,62	33,5	-	19000
		10,50	10,95	G	21,0	219	134	41	35	0,77	37,8	-	25000
		12,00	12,45	G	21,0	251	151	R	n.d.	n.d.	n.d.	-	n.d.
		13,50	13,95	G	21,0	282	167	30	23	0,61	33,4	-	19000

n.d. : valore non determinabile

LEGENDA

Terr. G = granulare
tipo: C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiołkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

3.3 - Prove penetrometriche dinamiche in continuo.

Una prima indagine speditiva, di fattibilità dell'intervento, era già stata realizzata negli anni scorsi con l'esecuzione di n. 9 prove penetrometriche dinamiche in continuo, mediante penetrometro dinamico leggero semiautomatico SUNDA, mod. DL030, con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio: 30 Kg;
- altezza di caduta: 20 cm;
- frequenza dei colpi: 55/m';
- peso delle aste: 2.4 Kg/ml;
- diametro delle aste: 20 mm;
- sezione della punta: 10 cmq;
- angolo di apertura punta: 60 gradi;
- corrispondenza con il penetrometro standard (N=numero dei colpi):

$$N_{DL030}^{''}(10 \text{ cm}) = N_{SPT}^{''}(30 \text{ cm})$$

Le risultanze delle prove, il cui andamento, interpretato in chiave stratigrafica, ha confermato le risultanze dei sondaggi, sono state utilizzate per meglio dettagliare le sezioni geologiche, interpretative della situazione media del sito. Va detto inoltre che, all'atto della loro esecuzione, esse avevano segnalato il pelo libero della falda ad una profondità media di -3.00 m dal p.c., quindi di fatto alla q.a. 0.00 m s.l.m.

Considerando i dati sulla falda ottenuti con i sondaggi geognostici realizzati in un periodo marcatamente piovoso, ciò significa che, almeno temporaneamente, malgrado la vicinanza le mare, può verificarsi un'apprezzabile escursione del livello di falda.

Gli istogrammi colpi/profondità sono stati utilizzati per incrementare i dati sulla resistenza al taglio del terreno, forniti dalle prove SPT e da quelle di laboratorio.

Essi compaiono di seguito, inseriti nella presente, insieme con il calcolo dei valori della coesione non drenata, oppure dell'angolo di attrito interno e del modulo elastico del terreno.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.1

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.

Località: Albisola Superiore (SV)

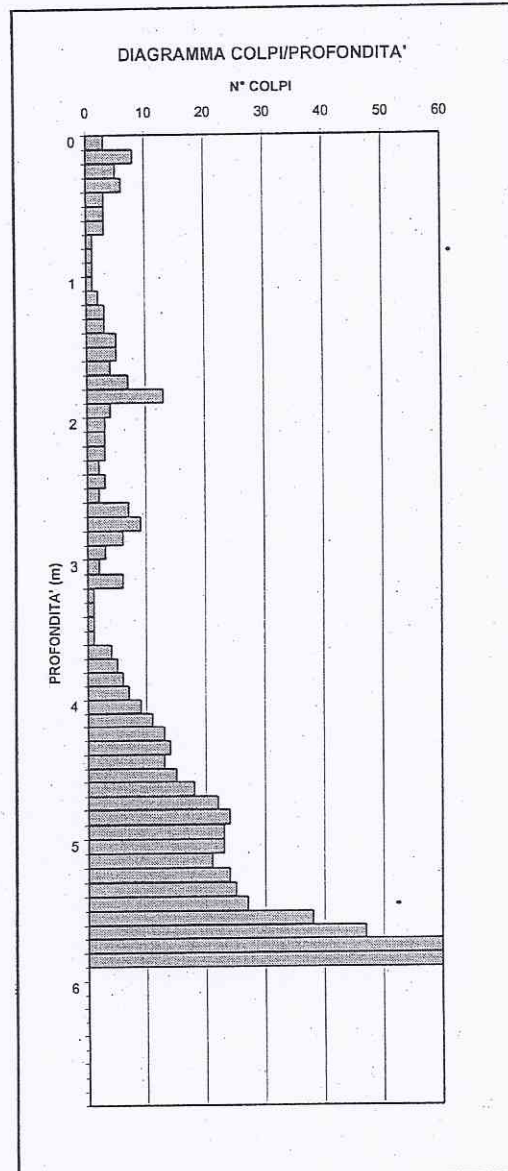
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry

Data: 03/02/2005

Falda: 3.0 m

Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	3	27	0.67	-	179	-
0.20	C	20.0	4	4	8	49	0.92	-	323	-
0.30	C	20.0	6	6	5	24	0.63	-	161	-
0.40	C	20.0	8	8	6	25	0.64	-	165	-
0.50	C	20.0	10	10	3	11	0.42	-	73	-
0.60	C	20.0	12	12	3	10	0.39	-	66	-
0.70	C	20.0	14	14	3	9	0.38	-	60	-
0.80	C	20.0	16	16	1	3	0.14	-	19	-
0.90	C	20.0	18	18	1	3	0.13	-	17	-
1.00	C	20.0	20	20	1	2	0.13	-	16	-
1.10	C	20.0	22	22	1	2	0.12	-	16	-
1.20	C	20.0	24	24	2	4	0.21	-	30	-
1.30	C	20.0	26	26	3	6	0.29	-	43	-
1.40	C	20.0	28	28	3	6	0.28	-	41	-
1.50	C	20.0	30	30	5	10	0.39	-	65	-
1.60	C	20.0	32	32	5	9	0.39	-	63	-
1.70	C	20.0	34	34	4	7	0.32	-	49	-
1.80	C	20.0	36	36	7	12	0.45	-	83	-
1.90	C	20.0	38	38	13	22	0.61	-	149	-
2.00	C	20.0	40	40	4	7	0.30	-	45	-
2.10	C	20.0	42	42	3	5	0.23	-	33	-
2.20	C	20.0	44	44	3	5	0.22	-	32	-
2.30	C	20.0	46	46	3	5	0.22	-	31	-
2.40	C	20.0	48	48	2	3	0.15	-	20	-
2.50	C	20.0	50	50	3	4	0.21	-	29	-
2.60	C	20.0	52	52	2	3	0.15	-	19	-
2.70	C	20.0	54	54	7	10	0.40	-	66	-
2.80	C	20.0	56	56	9	12	0.45	-	83	-
2.90	C	20.0	58	58	6	8	0.36	-	54	-
3.00	C	20.0	60	60	3	4	0.19	-	27	-
3.10	C	20.0	62	61	2	3	0.13	-	18	-
3.20	C	20.0	64	62	6	8	0.34	-	52	-
3.30	C	20.0	66	63	1	1	0.07	-	9	-
3.40	C	20.0	68	64	1	1	0.07	-	9	-
3.50	C	20.0	70	65	1	1	0.07	-	8	-
3.60	C	20.0	72	66	1	1	0.07	-	8	-
3.70	C	20.0	74	67	4	5	0.23	-	33	-
3.80	C	20.0	76	68	5	6	0.28	-	41	-
3.90	C	20.0	78	69	6	7	0.33	-	49	-
4.00	C	20.0	80	70	7	9	0.37	-	57	-
4.10	G	21.0	82	71	9	11	0.42	27.8	-	13000
4.20	G	21.0	84	72	11	13	0.46	29.1	-	14000
4.30	G	21.0	86	73	13	15	0.50	30.2	-	15000
4.40	G	21.0	88	74	14	17	0.52	30.7	-	16000
4.50	G	21.0	91	76	13	15	0.50	30.1	-	15000
4.60	G	21.0	93	77	15	17	0.53	31.2	-	16000
4.70	G	21.0	95	78	18	21	0.59	32.6	-	18000
4.80	G	21.0	97	79	22	25	0.65	34.4	-	20000
4.90	G	21.0	99	80	24	27	0.68	35.2	-	21000
5.00	G	21.0	101	81	23	26	0.66	34.7	-	20500
5.10	G	21.0	103	82	23	26	0.66	34.6	-	20500
5.20	G	21.0	105	83	21	23	0.62	33.7	-	19000
5.30	G	21.0	107	84	24	26	0.67	34.9	-	20500
5.40	G	21.0	109	85	25	27	0.68	35.2	-	21000
5.50	G	21.0	112	87	27	29	0.70	36.0	-	22000
5.60	G	21.0	114	88	38	41	0.84	39.8	-	28000
5.70	G	21.0	116	89	47	50	0.93	42.5	-	32500
5.80	G	21.0	118	90	60	64	1.00	45.9	-	39500
5.90	G	21.0	120	91	60	63	1.00	45.8	-	39000
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace
[RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

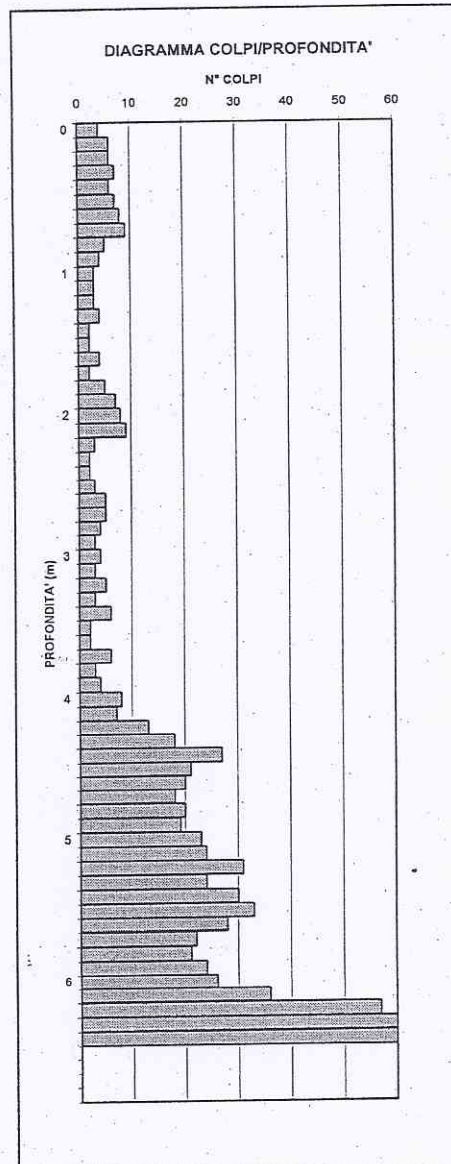
E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.2

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.
Località: Albisola Superiore (SV)
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry
Data: 03/02/2005
Falda: 3.0 m
Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N _{SPT} [colpi/30 cm]	N ₁	D _r [%]	ϕ' [°]	C _u [kPa]	E _s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	4	36	0.78	-	238	-
0.20	C	20.0	4	4	6	36	0.79	-	243	-
0.30	C	20.0	6	6	6	29	0.70	-	193	-
0.40	C	20.0	8	8	7	29	0.70	-	192	-
0.50	C	20.0	10	10	6	22	0.60	-	145	-
0.60	C	20.0	12	12	7	23	0.62	-	153	-
0.70	C	20.0	14	14	8	24	0.63	-	160	-
0.80	C	20.0	16	16	9	25	0.65	-	167	-
0.90	C	20.0	18	18	5	13	0.46	-	87	-
1.00	C	20.0	20	20	4	10	0.40	-	66	-
1.10	C	20.0	22	22	3	7	0.31	-	47	-
1.20	C	20.0	24	24	3	7	0.30	-	44	-
1.30	C	20.0	26	26	3	6	0.29	-	43	-
1.40	C	20.0	28	28	4	8	0.36	-	54	-
1.50	C	20.0	30	30	2	4	0.19	-	26	-
1.60	C	20.0	32	32	2	4	0.18	-	25	-
1.70	C	20.0	34	34	4	7	0.32	-	49	-
1.80	C	20.0	36	36	2	4	0.17	-	24	-
1.90	C	20.0	38	38	5	9	0.37	-	57	-
2.00	C	20.0	40	40	7	12	0.43	-	78	-
2.10	C	20.0	42	42	8	13	0.46	-	87	-
2.20	C	20.0	44	44	9	14	0.48	-	95	-
2.30	C	20.0	46	46	3	5	0.22	-	31	-
2.40	C	20.0	48	48	2	3	0.15	-	20	-
2.50	C	20.0	50	50	2	3	0.15	-	20	-
2.60	C	20.0	52	52	3	4	0.21	-	29	-
2.70	C	20.0	54	54	5	7	0.31	-	47	-
2.80	C	20.0	56	56	5	7	0.31	-	46	-
2.90	C	20.0	58	58	4	5	0.25	-	36	-
3.00	C	20.0	60	60	3	4	0.19	-	27	-
3.10	C	20.0	62	61	4	5	0.24	-	35	-
3.20	C	20.0	64	62	3	4	0.19	-	26	-
3.30	C	20.0	66	63	5	6	0.29	-	43	-
3.40	G	20.0	68	64	3	4	0.19	22.6	-	9500
3.50	G	20.0	70	65	6	8	0.34	25.7	-	11500
3.60	G	20.0	72	66	2	3	0.13	21.2	-	9000
3.70	G	20.0	74	67	2	3	0.13	21.1	-	9000
3.80	G	20.0	76	68	6	7	0.33	25.6	-	11000
3.90	G	20.0	78	69	3	4	0.18	22.4	-	9500
4.00	G	20.0	80	70	4	5	0.23	23.6	-	10000
4.10	G	21.0	82	71	8	10	0.39	27.1	-	12500
4.20	G	21.0	84	72	7	8	0.37	26.2	-	11500
4.30	G	21.0	86	73	13	15	0.50	30.2	-	15000
4.40	G	21.0	88	74	18	21	0.59	32.9	-	18000
4.50	G	21.0	91	76	27	32	0.73	36.8	-	23500
4.60	G	21.0	93	77	21	24	0.64	34.1	-	19500
4.70	G	21.0	95	78	20	23	0.62	33.6	-	19000
4.80	G	21.0	97	79	18	21	0.58	32.6	-	18000
4.90	G	21.0	99	80	20	23	0.61	33.4	-	19000
5.00	G	21.0	101	81	19	21	0.59	32.9	-	18000
5.10	G	21.0	103	82	23	26	0.66	34.6	-	20500
5.20	G	21.0	105	83	24	27	0.67	35.0	-	21000
5.30	G	21.0	107	84	31	34	0.76	37.6	-	24500
5.40	G	21.0	109	85	24	26	0.66	34.8	-	20500
5.50	G	21.0	112	87	30	33	0.74	37.1	-	24000
5.60	G	21.0	114	88	33	36	0.78	38.1	-	25500
5.70	G	21.0	116	89	28	30	0.71	36.2	-	22500
5.80	G	21.0	118	90	22	23	0.62	33.7	-	19000
5.90	G	21.0	120	91	21	22	0.61	33.2	-	18500
6.00	G	22.0	122	92	24	25	0.65	34.4	-	20000
6.10	G	23.0	124	93	26	27	0.67	35.1	-	21000
6.20	G	24.0	127	95	36	37	0.80	38.6	-	26000
6.30	G	25.0	129	96	57	58	1.00	44.6	-	36500
6.40	G	26.0	132	98	60	61	1.00	45.2	-	38000
6.50	G	27.0	135	100	60	60	1.00	45.0	-	37500
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N₁ : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.3

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.

Località: Albisola Superiore (SV)

Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry

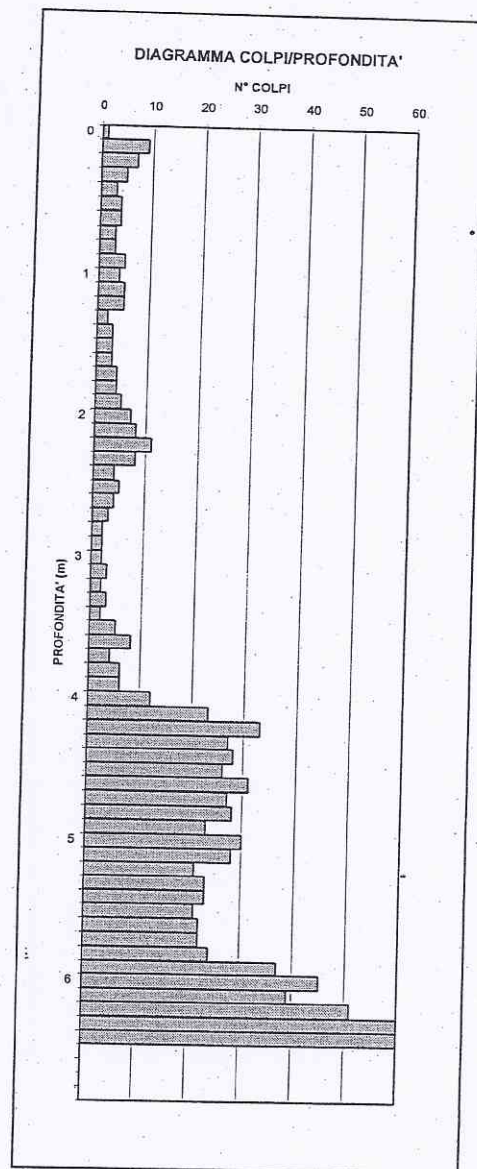
Data: 03/02/2005

Falda: 3.0 m

Note:

laboratorio
geotecnico
figure s.r.l.
di Filippo Ferrero - Mirafiori S. C.

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	1	9	0.39	-	60	-
0.20	C	20.0	4	4	9	55	0.98	-	364	-
0.30	C	20.0	6	6	7	34	0.76	-	226	-
0.40	C	20.0	8	8	5	21	0.58	-	137	-
0.50	C	20.0	10	10	3	11	0.42	-	73	-
0.60	C	20.0	12	12	4	13	0.46	-	87	-
0.70	C	20.0	14	14	4	12	0.44	-	80	-
0.80	C	20.0	16	16	3	8	0.36	-	56	-
0.90	C	20.0	18	18	3	8	0.34	-	52	-
1.00	C	20.0	20	20	5	12	0.44	-	82	-
1.10	C	20.0	22	22	4	9	0.38	-	62	-
1.20	C	20.0	24	24	5	11	0.42	-	74	-
1.30	C	20.0	26	26	5	11	0.41	-	71	-
1.40	C	20.0	28	28	2	4	0.20	-	27	-
1.50	C	20.0	30	30	3	6	0.27	-	39	-
1.60	C	20.0	32	32	3	6	0.26	-	38	-
1.70	C	20.0	34	34	3	5	0.25	-	37	-
1.80	C	20.0	36	36	4	7	0.32	-	47	-
1.90	C	20.0	38	38	4	7	0.31	-	46	-
2.00	C	20.0	40	40	5	8	0.36	-	56	-
2.10	C	20.0	42	42	7	11	0.43	-	76	-
2.20	C	20.0	44	44	8	13	0.45	-	84	-
2.30	C	20.0	46	46	11	17	0.53	-	113	-
2.40	C	20.0	48	48	8	12	0.44	-	80	-
2.50	C	20.0	50	50	4	6	0.27	-	39	-
2.60	C	20.0	52	52	5	7	0.32	-	48	-
2.70	C	20.0	54	54	4	6	0.26	-	38	-
2.80	C	20.0	56	56	3	4	0.20	-	28	-
2.90	C	20.0	58	58	2	3	0.14	-	18	-
3.00	C	20.0	60	60	2	3	0.14	-	18	-
3.10	C	20.0	62	61	2	3	0.13	-	18	-
3.20	C	20.0	64	62	3	4	0.19	-	26	-
3.30	C	20.0	66	63	2	3	0.13	-	17	-
3.40	G	20.0	68	64	3	4	0.19	22.6	-	9500
3.50	G	20.0	70	65	2	3	0.13	21.2	-	9000
3.60	G	20.0	72	66	5	6	0.29	24.7	-	10500
3.70	G	20.0	74	67	8	10	0.40	27.3	-	12500
3.80	G	20.0	76	68	4	5	0.23	23.6	-	10000
3.90	G	20.0	78	69	6	7	0.33	25.5	-	11000
4.00	G	20.0	80	70	6	7	0.32	25.5	-	11000
4.10	G	21.0	82	71	12	15	0.49	29.8	-	15000
4.20	G	21.0	84	72	23	28	0.68	35.3	-	21500
4.30	G	21.0	86	73	33	39	0.82	39.3	-	27000
4.40	G	21.0	88	74	27	32	0.73	36.9	-	23500
4.50	G	21.0	91	76	28	33	0.75	37.2	-	24000
4.60	G	21.0	93	77	26	30	0.71	36.3	-	22500
4.70	G	21.0	95	78	31	36	0.78	38.1	-	25500
4.80	G	21.0	97	79	27	31	0.72	36.5	-	23000
4.90	G	21.0	99	80	28	32	0.73	36.8	-	23500
5.00	G	21.0	101	81	23	26	0.66	34.7	-	20500
5.10	G	21.0	103	82	30	34	0.75	37.4	-	24500
5.20	G	21.0	105	83	28	31	0.72	36.6	-	23000
5.30	G	21.0	107	84	21	23	0.62	33.6	-	19000
5.40	G	21.0	109	85	23	25	0.65	34.4	-	20000
5.50	G	21.0	112	87	23	25	0.65	34.3	-	20000
5.60	G	21.0	114	88	21	23	0.61	33.4	-	19000
5.70	G	21.0	116	89	22	24	0.63	33.8	-	19500
5.80	G	21.0	118	90	22	23	0.62	33.7	-	19000
5.90	G	21.0	120	91	24	25	0.65	34.5	-	20000
6.00	G	22.0	122	92	37	39	0.81	39.1	-	27000
6.10	G	23.0	124	93	45	47	0.90	41.5	-	31000
6.20	G	24.0	127	95	39	40	0.83	39.6	-	27500
6.30	G	25.0	129	96	51	52	0.95	43.0	-	33500
6.40	G	26.0	132	98	60	61	1.00	45.2	-	38000
6.50	G	27.0	135	100	60	60	1.00	45.0	-	37500
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terrano: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

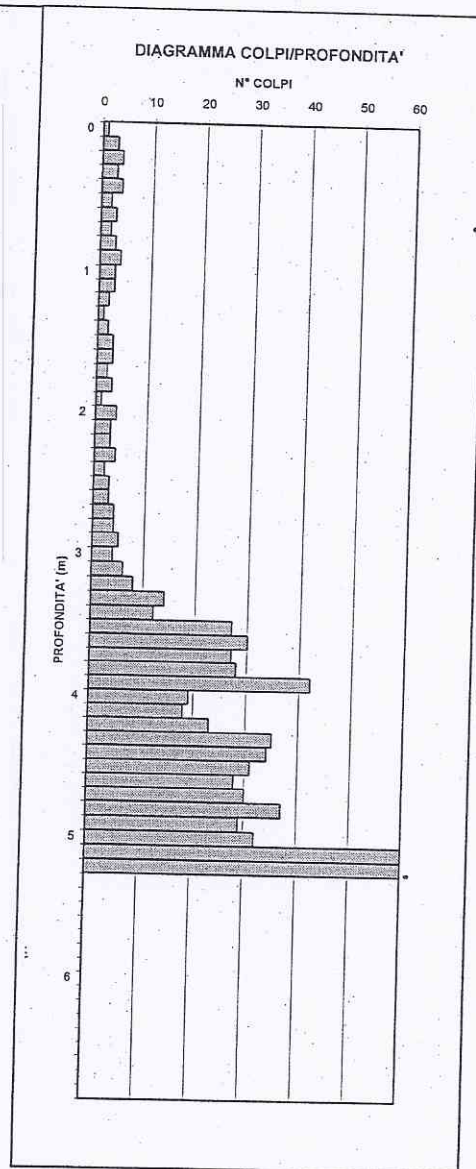
n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.4

laboratorio
geotecnico
ligure s.n.c.
di Filippo Ferrero - Miranelli & C.

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.
Località: Albisola Superiore (SV)
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry
Data: 03/02/2005
Falda: 3.0 m
Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n [kN/m ³]	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1 [colpi/30 cm]	D_r [%]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	1	9	0.39	-	60	-
0.20	C	20.0	4	4	3	18	0.55	-	121	-
0.30	C	20.0	6	6	4	19	0.56	-	129	-
0.40	C	20.0	8	8	3	12	0.45	-	82	-
0.50	C	20.0	10	10	4	15	0.49	-	97	-
0.60	C	20.0	12	12	2	7	0.29	-	44	-
0.70	C	20.0	14	14	3	9	0.38	-	60	-
0.80	C	20.0	16	16	2	6	0.26	-	37	-
0.90	C	20.0	18	18	3	8	0.34	-	52	-
1.00	C	20.0	20	20	4	10	0.40	-	66	-
1.10	C	20.0	22	22	3	7	0.31	-	47	-
1.20	C	20.0	24	24	3	7	0.30	-	44	-
1.30	C	20.0	26	26	2	4	0.20	-	28	-
1.40	C	20.0	28	28	1	2	0.11	-	14	-
1.50	C	20.0	30	30	2	4	0.19	-	26	-
1.60	C	20.0	32	32	3	6	0.26	-	38	-
1.70	C	20.0	34	34	3	5	0.25	-	37	-
1.80	C	20.0	36	36	2	4	0.17	-	24	-
1.90	C	20.0	38	38	3	5	0.24	-	34	-
2.00	C	20.0	40	40	1	2	0.09	-	11	-
2.10	C	20.0	42	42	4	7	0.29	-	43	-
2.20	C	20.0	44	44	3	5	0.22	-	32	-
2.30	C	20.0	46	46	3	5	0.22	-	31	-
2.40	C	20.0	48	48	4	6	0.27	-	40	-
2.50	C	20.0	50	50	2	3	0.15	-	20	-
2.60	C	20.0	52	52	3	4	0.21	-	29	-
2.70	C	20.0	54	54	3	4	0.20	-	28	-
2.80	C	20.0	56	56	4	6	0.25	-	37	-
2.90	C	20.0	58	58	4	5	0.25	-	36	-
3.00	C	20.0	60	60	5	7	0.30	-	44	-
3.10	C	20.0	62	61	4	5	0.24	-	35	-
3.20	C	20.0	64	62	6	8	0.34	-	52	-
3.30	C	20.0	66	63	8	10	0.41	-	69	-
3.40	G	20.0	68	64	14	18	0.54	31.4	-	16500
3.50	G	20.0	70	65	12	15	0.50	30.1	-	15000
3.60	G	20.0	72	66	27	34	0.76	37.6	-	24500
3.70	G	20.0	74	67	30	38	0.80	38.7	-	26500
3.80	G	20.0	76	68	27	34	0.75	37.4	-	24500
3.90	G	20.0	78	69	28	34	0.77	37.7	-	24500
4.00	G	20.0	80	70	42	51	0.94	42.7	-	33000
4.10	G	21.0	82	71	19	23	0.62	33.6	-	19000
4.20	G	21.0	84	72	18	22	0.60	33.0	-	18500
4.30	G	21.0	86	73	23	27	0.68	35.3	-	21000
4.40	G	21.0	88	74	35	41	0.84	39.9	-	28000
4.50	G	21.0	91	76	34	40	0.83	39.4	-	27500
4.60	G	21.0	93	77	31	36	0.78	38.2	-	25500
4.70	G	21.0	95	78	28	32	0.74	37.0	-	23500
4.80	G	21.0	97	79	30	34	0.76	37.7	-	24500
4.90	G	21.0	99	80	37	42	0.85	40.1	-	28500
5.00	G	21.0	101	81	29	33	0.74	37.1	-	24000
5.10	G	21.0	103	82	32	36	0.78	38.2	-	25500
5.20	G	21.0	105	83	60	67	1.00	46.6	-	41000
5.30	G	21.0	107	84	60	66	1.00	46.5	-	40500
5.40										
5.50										
5.60										
5.70										
5.80										
5.90										
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

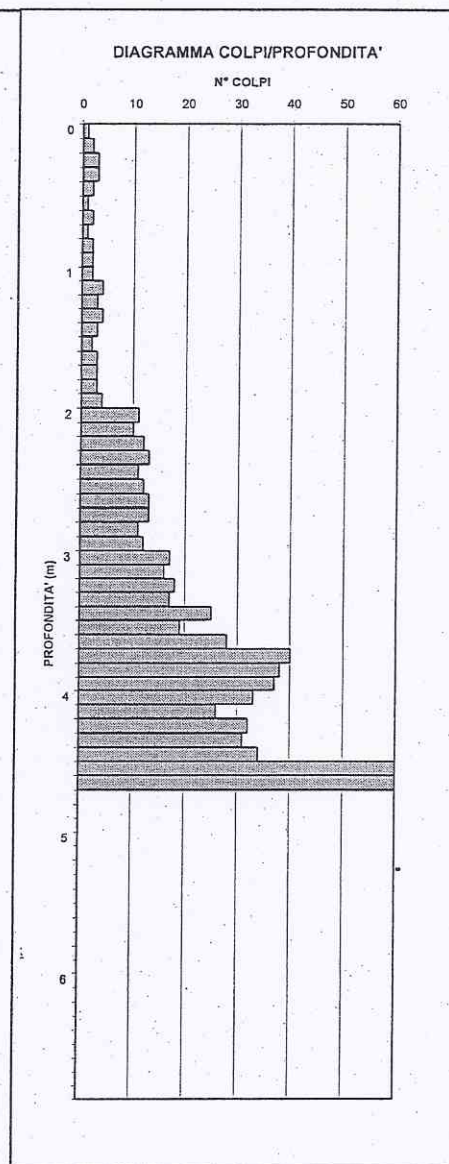
E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.5

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.
Località: Albisola Superiore (SV)
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry
Data: 03/02/2005
Falda: 3.0 m
Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	1	9	0.39	-	60	-
0.20	C	20.0	4	4	2	12	0.44	-	81	-
0.30	C	20.0	6	6	3	14	0.48	-	97	-
0.40	C	20.0	8	8	3	12	0.45	-	82	-
0.50	C	20.0	10	10	2	7	0.32	-	48	-
0.60	C	20.0	12	12	1	3	0.16	-	22	-
0.70	C	20.0	14	14	2	6	0.27	-	40	-
0.80	C	20.0	16	16	1	3	0.14	-	19	-
0.90	C	20.0	18	18	2	5	0.24	-	35	-
1.00	C	20.0	20	20	2	5	0.23	-	33	-
1.10	C	20.0	22	22	2	5	0.22	-	31	-
1.20	C	20.0	24	24	4	9	0.38	-	59	-
1.30	C	20.0	26	26	3	6	0.29	-	43	-
1.40	C	20.0	28	28	4	8	0.36	-	54	-
1.50	C	20.0	30	30	3	6	0.27	-	39	-
1.60	C	20.0	32	32	2	4	0.18	-	25	-
1.70	C	20.0	34	34	3	5	0.25	-	37	-
1.80	C	20.0	36	36	3	5	0.25	-	35	-
1.90	C	20.0	38	38	3	5	0.24	-	34	-
2.00	C	20.0	40	40	4	7	0.30	-	45	-
2.10	C	20.0	42	42	11	18	0.54	-	119	-
2.20	C	20.0	44	44	10	16	0.51	-	106	-
2.30	C	20.0	46	46	12	19	0.55	-	124	-
2.40	C	20.0	48	48	13	20	0.57	-	131	-
2.50	C	20.0	50	50	11	16	0.51	-	108	-
2.60	C	20.0	52	52	12	17	0.53	-	115	-
2.70	C	20.0	54	54	13	18	0.55	-	122	-
2.80	C	20.0	56	56	13	18	0.54	-	120	-
2.90	C	20.0	58	58	11	15	0.49	-	99	-
3.00	C	20.0	60	60	12	16	0.51	-	106	-
3.10	C	20.0	62	61	17	22	0.61	-	149	-
3.20	C	20.0	64	62	16	21	0.59	-	139	-
3.30	C	20.0	66	63	18	23	0.62	-	155	-
3.40	G	20.0	68	64	17	22	0.60	33.1	-	18500
3.50	G	20.0	70	65	25	32	0.73	36.8	-	23500
3.60	G	20.0	72	66	19	24	0.63	34.0	-	19500
3.70	G	20.0	74	67	28	35	0.77	37.9	-	25000
3.80	G	20.0	76	68	40	50	0.93	42.3	-	32500
3.90	G	20.0	78	69	38	47	0.90	41.5	-	31000
4.00	G	20.0	80	70	37	45	0.88	41.0	-	30000
4.10	G	21.0	82	71	33	40	0.83	39.5	-	27500
4.20	G	21.0	84	72	26	31	0.73	36.6	-	23000
4.30	G	21.0	86	73	32	38	0.81	38.9	-	26500
4.40	G	21.0	88	74	31	37	0.79	38.4	-	26000
4.50	G	21.0	91	76	34	40	0.83	39.4	-	27500
4.60	G	21.0	93	77	60	70	1.00	47.3	-	42500
4.70	G	21.0	95	78	60	69	1.00	47.2	-	42000
4.80										
4.90										
5.00										
5.10										
5.20										
5.30										
5.40										
5.50										
5.60										
5.70										
5.80										
5.90										
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terrfeno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiołkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.6

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.

Località: Albisola Superiore (SV)

Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry

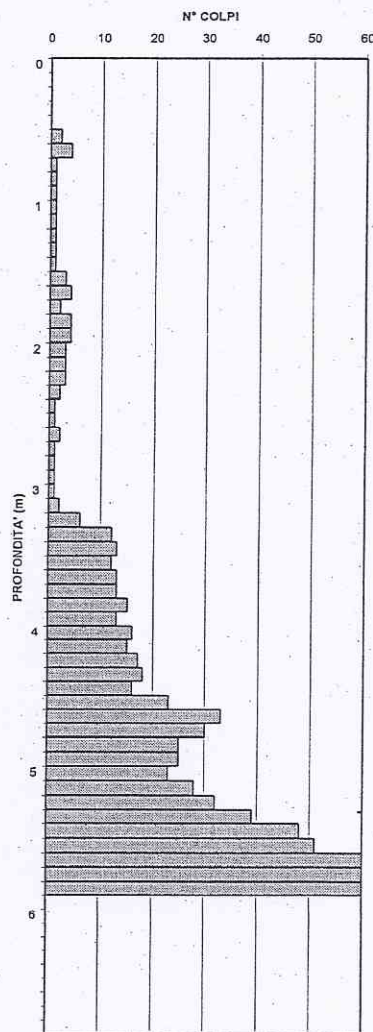
Data: 03/02/2005

Falda: 3.0 m

Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	0	0	-	0	-	-
0.20	C	20.0	4	4	0	0	-	0	-	-
0.30	C	20.0	6	6	0	0	-	0	-	-
0.40	C	20.0	8	8	0	0	-	0	-	-
0.50	C	20.0	10	10	0	0	-	0	-	-
0.60	C	20.0	12	12	2	7	0.29	-	44	-
0.70	C	20.0	14	14	4	12	0.44	-	80	-
0.80	C	20.0	16	16	1	3	0.14	-	19	-
0.90	C	20.0	18	18	1	3	0.13	-	17	-
1.00	C	20.0	20	20	1	2	0.13	-	16	-
1.10	C	20.0	22	22	1	2	0.12	-	16	-
1.20	C	20.0	24	24	1	2	0.12	-	15	-
1.30	C	20.0	26	26	1	2	0.11	-	14	-
1.40	C	20.0	28	28	1	2	0.11	-	14	-
1.50	C	20.0	30	30	1	2	0.10	-	13	-
1.60	C	20.0	32	32	3	6	0.26	-	38	-
1.70	C	20.0	34	34	4	7	0.32	-	49	-
1.80	C	20.0	36	36	2	4	0.17	-	24	-
1.90	C	20.0	38	38	4	7	0.31	-	46	-
2.00	C	20.0	40	40	4	7	0.30	-	45	-
2.10	C	20.0	42	42	3	5	0.23	-	33	-
2.20	C	20.0	44	44	3	5	0.22	-	32	-
2.30	C	20.0	46	46	3	5	0.22	-	31	-
2.40	C	20.0	48	48	2	3	0.15	-	20	-
2.50	C	20.0	50	50	1	1	0.08	-	10	-
2.60	C	20.0	52	52	1	1	0.08	-	10	-
2.70	C	20.0	54	54	2	3	0.14	-	19	-
2.80	C	20.0	56	56	1	1	0.08	-	9	-
2.90	C	20.0	58	58	1	1	0.08	-	9	-
3.00	C	20.0	60	60	1	1	0.07	-	9	-
3.10	C	20.0	62	61	1	1	0.07	-	9	-
3.20	C	20.0	64	62	2	3	0.13	-	17	-
3.30	C	20.0	66	63	6	8	0.34	-	52	-
3.40	G	20.0	68	64	12	15	0.50	30.2	-	15000
3.50	G	20.0	70	65	13	17	0.52	30.8	-	16000
3.60	G	20.0	72	66	12	15	0.50	30.1	-	15000
3.70	G	20.0	74	67	13	16	0.52	30.6	-	15500
3.80	G	20.0	76	68	13	16	0.51	30.6	-	15500
3.90	G	20.0	78	69	15	18	0.55	31.6	-	16500
4.00	G	20.0	80	70	13	16	0.51	30.4	-	15500
4.10	G	21.0	82	71	16	19	0.56	32.0	-	17000
4.20	G	21.0	84	72	15	18	0.54	31.4	-	16500
4.30	G	21.0	86	73	17	20	0.58	32.4	-	17500
4.40	G	21.0	88	74	18	21	0.59	32.9	-	18000
4.50	G	21.0	91	76	16	19	0.55	31.8	-	17000
4.60	G	21.0	93	77	23	27	0.67	35.0	-	21000
4.70	G	21.0	95	78	33	38	0.81	38.9	-	26500
4.80	G	21.0	97	79	30	34	0.76	37.7	-	24500
4.90	G	21.0	99	80	25	28	0.69	35.6	-	21500
5.00	G	21.0	101	81	25	28	0.69	35.5	-	21500
5.10	G	21.0	103	82	23	26	0.66	34.6	-	20500
5.20	G	21.0	105	83	28	31	0.72	36.6	-	23000
5.30	G	21.0	107	84	32	35	0.77	38.0	-	25000
5.40	G	21.0	109	85	39	43	0.86	40.3	-	29000
5.50	G	21.0	112	87	48	52	0.95	42.9	-	33500
5.60	G	21.0	114	88	51	55	0.98	43.7	-	35000
5.70	G	21.0	116	89	60	64	1.00	46.0	-	39500
5.80	G	21.0	118	90	60	64	1.00	45.9	-	39500
5.90	G	21.0	120	91	60	63	1.00	45.8	-	39000
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										

DIAGRAMMA COLPI/PROFONDITA'



Terreno: G = granulare * C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

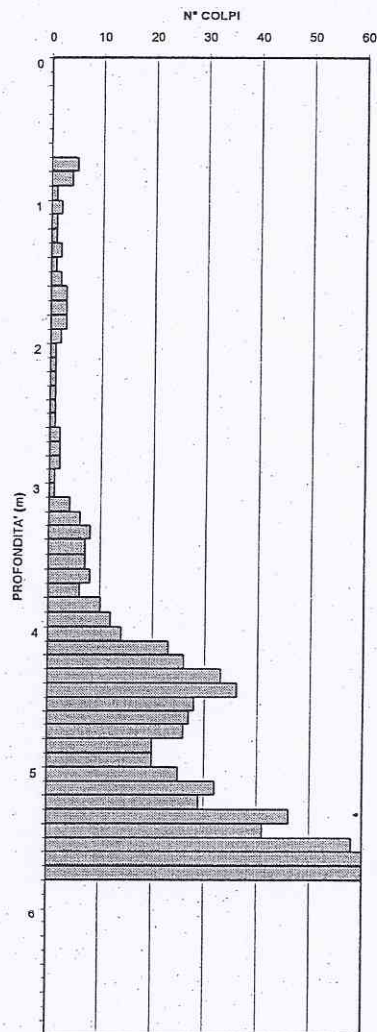
n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.7

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.
Località: Albisola Superiore (SV)
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry
Data: 03/02/2005
Falda: 3.0 m
Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n [kN/m³]	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1 [colpi/30 cm]	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	0	0	-	-	0	-
0.20	C	20.0	4	4	0	0	-	-	0	-
0.30	C	20.0	6	6	0	0	-	-	0	-
0.40	C	20.0	8	8	0	0	-	-	0	-
0.50	C	20.0	10	10	0	0	-	-	0	-
0.60	C	20.0	12	12	0	0	-	-	0	-
0.70	C	20.0	14	14	0	0	-	-	0	-
0.80	C	20.0	16	16	5	14	0.47	-	93	-
0.90	C	20.0	18	18	4	10	0.41	-	70	-
1.00	C	20.0	20	20	1	2	0.13	-	16	-
1.10	C	20.0	22	22	2	5	0.22	-	31	-
1.20	C	20.0	24	24	1	2	0.12	-	15	-
1.30	C	20.0	26	26	1	2	0.11	-	14	-
1.40	C	20.0	28	28	2	4	0.20	-	27	-
1.50	C	20.0	30	30	1	2	0.10	-	13	-
1.60	C	20.0	32	32	2	4	0.18	-	25	-
1.70	C	20.0	34	34	3	5	0.25	-	37	-
1.80	C	20.0	36	36	3	5	0.25	-	35	-
1.90	C	20.0	38	38	3	5	0.24	-	34	-
2.00	C	20.0	40	40	2	3	0.16	-	22	-
2.10	C	20.0	42	42	1	2	0.09	-	11	-
2.20	C	20.0	44	44	1	2	0.09	-	11	-
2.30	C	20.0	46	46	1	2	0.08	-	10	-
2.40	C	20.0	48	48	1	2	0.08	-	10	-
2.50	C	20.0	50	50	1	1	0.08	-	10	-
2.60	C	20.0	52	52	1	1	0.08	-	10	-
2.70	C	20.0	54	54	2	3	0.14	-	19	-
2.80	C	20.0	56	56	2	3	0.14	-	18	-
2.90	C	20.0	58	58	2	3	0.14	-	18	-
3.00	C	20.0	60	60	1	1	0.07	-	9	-
3.10	C	20.0	62	61	1	1	0.07	-	9	-
3.20	C	20.0	64	62	4	5	0.24	-	35	-
3.30	C	20.0	66	63	6	8	0.34	-	52	-
3.40	G	20.0	68	64	8	10	0.40	27.4	-	12500
3.50	G	20.0	70	65	7	9	0.38	26.6	-	12000
3.60	G	20.0	72	66	7	9	0.38	26.5	-	12000
3.70	G	20.0	74	67	8	10	0.40	27.3	-	12500
3.80	G	20.0	76	68	6	7	0.33	25.6	-	11000
3.90	G	20.0	78	69	10	12	0.44	28.6	-	13500
4.00	G	20.0	80	70	12	15	0.49	29.8	-	15000
4.10	G	21.0	82	71	14	17	0.53	30.9	-	16000
4.20	G	21.0	84	72	23	28	0.68	35.3	-	21500
4.30	G	21.0	86	73	26	31	0.72	36.5	-	23000
4.40	G	21.0	88	74	33	39	0.82	39.2	-	27000
4.50	G	21.0	91	76	36	42	0.85	40.1	-	28500
4.60	G	21.0	93	77	28	33	0.74	37.1	-	24000
4.70	G	21.0	95	78	27	31	0.73	36.6	-	23000
4.80	G	21.0	97	79	26	30	0.71	36.1	-	22500
4.90	G	21.0	99	80	20	23	0.61	33.4	-	19000
5.00	G	21.0	101	81	20	23	0.61	33.4	-	19000
5.10	G	21.0	103	82	25	28	0.68	35.5	-	21500
5.20	G	21.0	105	83	32	35	0.78	38.1	-	25000
5.30	G	21.0	107	84	29	32	0.74	36.9	-	23500
5.40	G	21.0	109	85	46	50	0.93	42.5	-	32500
5.50	G	21.0	112	87	41	44	0.88	40.8	-	29500
5.60	G	21.0	114	88	58	62	1.00	45.6	-	38500
5.70	G	21.0	116	89	60	64	1.00	46.0	-	39500
5.80	G	21.0	118	90	60	64	1.00	45.9	-	39500
5.90										
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										

DIAGRAMMA COLPI/PROFONDITA'



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

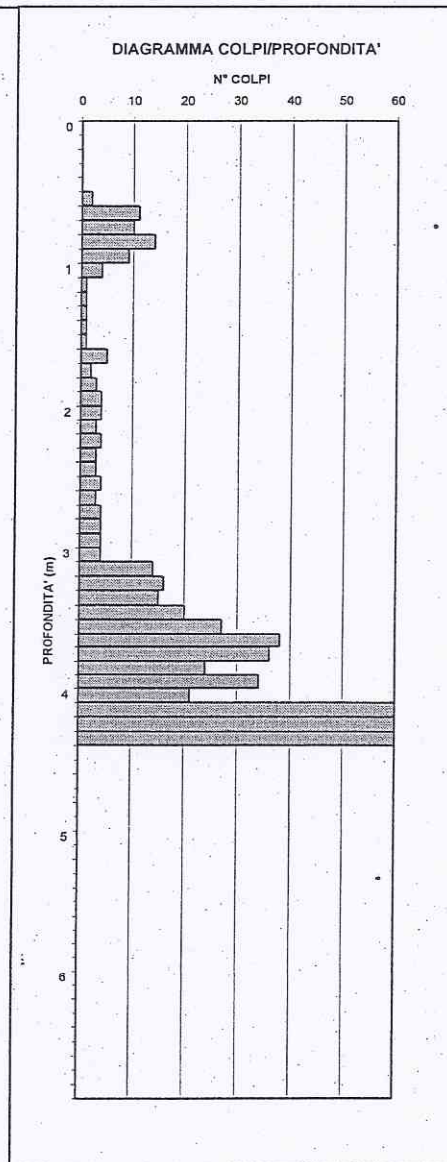
E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.8

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.
Località: Albisola Superiore (SV)
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry
Data: 03/02/2005
Falda: 3.0 m
Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ' [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	0	0	-	-	0	-
0.20	C	20.0	4	4	0	0	-	-	0	-
0.30	C	20.0	6	6	0	0	-	-	0	-
0.40	C	20.0	8	8	0	0	-	-	0	-
0.50	C	20.0	10	10	0	0	-	-	0	-
0.60	C	20.0	12	12	2	7	0.29	-	44	-
0.70	C	20.0	14	14	11	33	0.75	-	221	-
0.80	C	20.0	16	16	10	28	0.68	-	186	-
0.90	C	20.0	18	18	14	37	0.79	-	244	-
1.00	C	20.0	20	20	9	22	0.61	-	148	-
1.10	C	20.0	22	22	4	9	0.38	-	62	-
1.20	C	20.0	24	24	1	2	0.12	-	15	-
1.30	C	20.0	26	26	1	2	0.11	-	14	-
1.40	C	20.0	28	28	1	2	0.11	-	14	-
1.50	C	20.0	30	30	1	2	0.10	-	13	-
1.60	C	20.0	32	32	1	2	0.10	-	13	-
1.70	C	20.0	34	34	5	9	0.38	-	61	-
1.80	C	20.0	36	36	2	4	0.17	-	24	-
1.90	C	20.0	38	38	3	5	0.24	-	34	-
2.00	C	20.0	40	40	4	7	0.30	-	45	-
2.10	C	20.0	42	42	4	7	0.29	-	43	-
2.20	C	20.0	44	44	3	5	0.22	-	32	-
2.30	C	20.0	46	46	4	6	0.28	-	41	-
2.40	C	20.0	48	48	3	5	0.21	-	30	-
2.50	C	20.0	50	50	3	4	0.21	-	29	-
2.60	C	20.0	52	52	4	6	0.26	-	38	-
2.70	C	20.0	54	54	3	4	0.20	-	28	-
2.80	C	20.0	56	56	4	6	0.25	-	37	-
2.90	C	20.0	58	58	4	5	0.25	-	36	-
3.00	C	20.0	60	60	4	5	0.25	-	35	-
3.10	C	20.0	62	61	4	5	0.24	-	35	-
3.20	C	20.0	64	62	14	18	0.55	-	122	-
3.30	C	20.0	66	63	16	21	0.59	-	138	-
3.40	G	20.0	68	64	15	19	0.56	32.0	-	17000
3.50	G	20.0	70	65	20	25	0.65	34.5	-	20000
3.60	G	20.0	72	66	27	34	0.76	37.6	-	24500
3.70	G	20.0	74	67	38	48	0.91	41.7	-	31500
3.80	G	20.0	76	68	36	45	0.88	40.9	-	30000
3.90	G	20.0	78	69	24	30	0.71	36.1	-	22500
4.00	G	20.0	80	70	34	42	0.84	40.0	-	28500
4.10	G	21.0	82	71	21	25	0.65	34.5	-	20000
4.20	G	21.0	84	72	60	72	1.00	47.9	-	43500
4.30	G	21.0	86	73	60	71	1.00	47.7	-	43000
4.40	G	21.0	88	74	60	71	1.00	47.6	-	43000
4.50										
4.60										
4.70										
4.80										
4.90										
5.00										
5.10										
5.20										
5.30										
5.40										
5.50										
5.60										
5.70										
5.80										
5.90										
6.00										
6.10										
6.20										
6.30										
6.40										
6.50										
6.60										
6.70										
6.80										
6.90										
7.00										



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ' : angolo d'attrito efficace
[RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN CONTINUO - P.P.9

Committente: Alfa Costruzioni S.r.l.

Località: Albisola Superiore (SV)

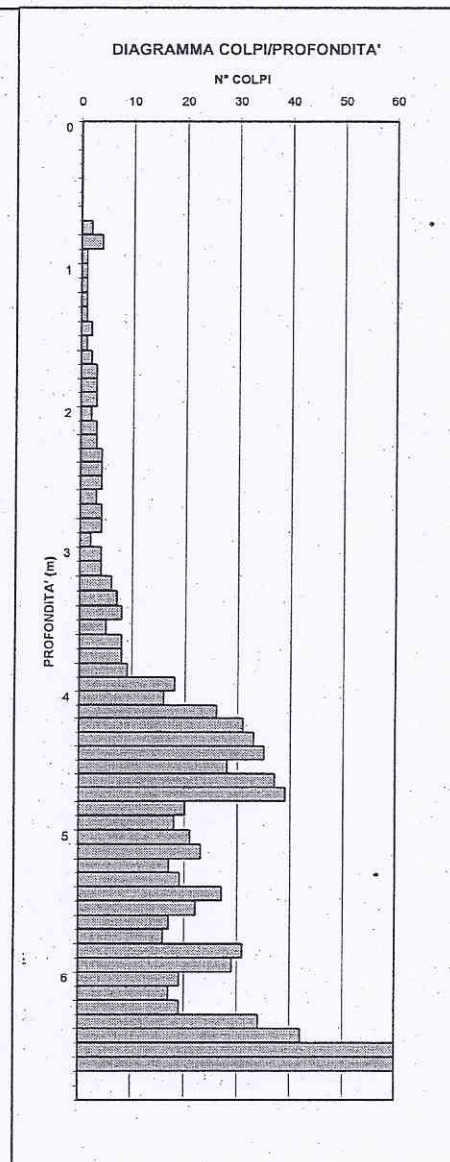
Lavoro: Piano particolareggiato aree Gavarry

Data: 03/02/2005

Falda: 3.0 m

Note:

Prof. [m]	Terr. Tipo	γ_n kN/m ³	σ_{vo} [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	N_{SPT} [colpi/30 cm]	N_1	D_r [-]	ϕ^* [°]	C_u [kPa]	E_s [kPa]
0.10	C	20.0	2	2	0	0	-	-	0	-
0.20	C	20.0	4	4	0	0	-	-	0	-
0.30	C	20.0	6	6	0	0	-	-	0	-
0.40	C	20.0	8	8	0	0	-	-	0	-
0.50	C	20.0	10	10	0	0	-	-	0	-
0.60	C	20.0	12	12	0	0	-	-	0	-
0.70	C	20.0	14	14	0	0	-	-	0	-
0.80	C	20.0	16	16	2	6	0.26	-	37	-
0.90	C	20.0	18	18	4	10	0.41	-	70	-
1.00	C	20.0	20	20	1	2	0.13	-	16	-
1.10	C	20.0	22	22	1	2	0.12	-	16	-
1.20	C	20.0	24	24	1	2	0.12	-	15	-
1.30	C	20.0	26	26	1	2	0.11	-	14	-
1.40	C	20.0	28	28	1	2	0.11	-	14	-
1.50	C	20.0	30	30	2	4	0.19	-	26	-
1.60	C	20.0	32	32	1	2	0.10	-	13	-
1.70	C	20.0	34	34	2	4	0.18	-	24	-
1.80	C	20.0	36	36	3	5	0.25	-	35	-
1.90	C	20.0	38	38	3	5	0.24	-	34	-
2.00	C	20.0	40	40	3	5	0.23	-	33	-
2.10	C	20.0	42	42	2	3	0.16	-	22	-
2.20	C	20.0	44	44	3	5	0.22	-	32	-
2.30	C	20.0	46	46	3	5	0.22	-	31	-
2.40	C	20.0	48	48	4	6	0.27	-	40	-
2.50	C	20.0	50	50	4	6	0.27	-	39	-
2.60	C	20.0	52	52	4	6	0.26	-	38	-
2.70	C	20.0	54	54	3	4	0.20	-	28	-
2.80	C	20.0	56	56	4	6	0.25	-	37	-
2.90	C	20.0	58	58	4	5	0.25	-	36	-
3.00	C	20.0	60	60	2	3	0.14	-	18	-
3.10	C	20.0	62	61	4	5	0.24	-	35	-
3.20	C	20.0	64	62	4	5	0.24	-	35	-
3.30	C	20.0	66	63	6	8	0.34	-	52	-
3.40	G	20.0	68	64	7	9	0.39	26.6	-	12000
3.50	G	20.0	70	65	8	10	0.40	27.4	-	12500
3.60	G	20.0	72	66	5	6	0.29	24.7	-	10500
3.70	G	20.0	74	67	8	10	0.40	27.3	-	12500
3.80	G	20.0	76	68	8	10	0.40	27.2	-	12500
3.90	G	20.0	78	69	9	11	0.42	27.9	-	13000
4.00	G	20.0	80	70	18	22	0.60	33.2	-	18500
4.10	G	21.0	82	71	16	19	0.56	32.0	-	17000
4.20	G	21.0	84	72	26	31	0.73	36.6	-	23000
4.30	G	21.0	86	73	31	37	0.79	38.5	-	26000
4.40	G	21.0	88	74	33	39	0.82	39.2	-	27000
4.50	G	21.0	91	76	35	41	0.84	39.8	-	28000
4.60	G	21.0	93	77	28	33	0.74	37.1	-	24000
4.70	G	21.0	95	78	37	43	0.86	40.3	-	29000
4.80	G	21.0	97	79	39	45	0.88	40.9	-	30000
4.90	G	21.0	99	80	20	23	0.61	33.4	-	19000
5.00	G	21.0	101	81	18	20	0.58	32.4	-	17500
5.10	G	21.0	103	82	21	23	0.62	33.8	-	19000
5.20	G	21.0	105	83	23	25	0.65	34.6	-	20000
5.30	G	21.0	107	84	17	19	0.55	31.8	-	17000
5.40	G	21.0	109	85	19	21	0.59	32.6	-	18000
5.50	G	21.0	112	87	27	29	0.70	36.0	-	22000
5.60	G	21.0	114	88	22	24	0.63	33.9	-	19500
5.70	G	21.0	116	89	17	18	0.55	31.5	-	16500
5.80	G	21.0	118	90	16	17	0.53	31.0	-	16000
5.90	G	21.0	120	91	31	33	0.74	37.1	-	24000
6.00	G	22.0	122	92	29	30	0.72	36.3	-	22500
6.10	G	23.0	124	93	19	20	0.57	32.2	-	17500
6.20	G	24.0	127	95	17	18	0.54	31.2	-	16500
6.30	G	25.0	129	96	19	19	0.57	32.1	-	17000
6.40	G	26.0	132	98	34	34	0.76	37.7	-	24500
6.50	G	27.0	135	100	42	42	0.85	40.1	-	28500
6.60	G	28.0	137	101	60	60	1.00	44.9	-	37500
6.70	G	29.0	140	103	60	59	1.00	44.7	-	37000
6.80										
6.90										
7.00										



Terreno: G = granulare C = coesivo

γ_n : peso di volume naturale del terreno

σ_{vo} : tensione verticale totale

σ'_{vo} : tensione verticale efficace

N_{SPT} : numero di colpi equivalente della prova SPT

N_1 : n° di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamiolkowski et al., 1985]

D_r : densità relativa [Skempton, 1986]

ϕ^* : angolo d'attrito efficace [RBS - Road Bridge Specification]

C_u : coesione non drenata [Terzaghi, 1948]

E_s : modulo elastico del terreno [J.E. Bowles, 1988]

n.d. : valore non determinabile

3.4 – Prove di permeabilità in foro di sondaggio.

Al fine di verificare le caratteristiche di permeabilità dei materiali, stante la presenza della falda a debole profondità, il suo interessamento da parte delle opere interrato, i possibili problemi legati agli scavi, al contenimento dei fronti, all'aggottamento ed ai potenziali fenomeni di sifonamento, nei fori dei sondaggi S.1, S.8pz3 ed S.9 sono state realizzate, da TERRA s.r.l. n. 3 prove di permeabilità tipo Le Franc, a carico variabile.

Le risultanze, come risulta dalle allegate certificazioni, sono state le seguenti:

- Sondaggio S.1:

- intervallo di prova: 9.00-10.50;
- tipo di materiale: sabbia limoso-ghiaiosa;
- coefficiente di permeabilità: $K = 6.72E-05$ m/sec.

- Sondaggio S.8pz3:

- intervallo di prova: 7.50-8.20;
- tipo di materiale: sabbia con ghiaia, limosa;
- coefficiente di permeabilità: $K = 2,46E-05$ m/sec.

- Sondaggio S.9:

- intervallo di prova: 10.50-12.20;
- tipo di materiale: sabbia con ghiaia, limosa;
- coefficiente di permeabilità: $K = 3.58E-05$ m/sec.

Si tratta pertanto complessivamente di materiali a permeabilità da media a medio-alta, comunque compresa tra $10E-3$ e $10E-2$ cm/sec.

3.5 - Analisi e prove di laboratorio.

Nel corso dei sondaggi geognostici, stante la natura incoerente della maggior parte dei materiali attraversati e la loro condizione di saturazione, è stato possibile prelevare campioni indisturbati solo nei livelli sciolti di copertura, a parte quelli estratti con il campionatore dell'attrezzatura SPT.

Sugli stessi sono state realizzate analisi e prove di laboratorio il cui dettaglio compare sulle certificazioni allegate alla presente e le cui risultanze vengono di seguito sinteticamente riassunte.

- **Sondaggio S.1**

- Campione SPT1 - prof. 1.50-1.95 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia con limo, debolmente ghiaiosa

- Campione C.I.1 - prof. 2.50-3.00 m da p.c., indisturbato:

- peso di volume naturale: $\gamma_n = 20,11$ kN/mc
- peso di volume secco: $\gamma_d = 16,51$ kN/mc
- peso di volume saturo: $\gamma_s = 21,00$ kN/mc
- peso di volume immerso: $\gamma' = 11,00$ kN/mc
- contenuto d'acqua naturale: $W = 21,76$ %
- composizione granulometrica: limo argilloso con sabbia
- limite liquido: $LL = 31,40$ %
- limite plastico: $LP = 24,40$ %
- indice di plasticità: $IP = 7,0$ (terreno non plastico)
- classificazione USCS: ML-CL
- prova di compressione semplice ELL: $c_u \approx 65$ kPa

- Campione SPT3 - prof. 10.50-10.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: sabbia con ghiaia e limo
- Campione SPT7 - prof. 1.50-1.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: sabbia e ghiaia, limose
- Campione SPT9 - prof. 13.50-13.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: sabbia con limo, debolmente ghiaiosa

- Sondaggio S.2

- Campione C.I.1 - prof. 3.15-3.45 m da p.c., indisturbato:
 - peso di volume naturale: $\gamma_n = 19,10 \text{ kN/mc}$
 - composizione granulometrica: limo argilloso con sabbia
 - classificazione USCS: ML
 - limite liquido: LL = 32,80%
 - limite plastico: LP = 25,0%
 - indice di plasticità IP = 7,8 (terreno non plastico)
 - prova di compressione semplice ELL: $c_u \approx 91 \text{ kPa}$

- Sondaggio S.3pz1

- Campione C.I.1 - prof. 4.00-4.50 m da p.c., indisturbato:
 - contenuto d'acqua naturale: W = 15.34 %
 - composizione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia
 - limite liquido: LL = 27.4 %
 - limite plastico: LP = 21.1 %
 - indice di plasticità IP = 5.9 (terreno non plastico)
 - classificazione USCS: SC

- Sondaggio S.4

- Campione SPT1 - prof. 1.50-1.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: sabbia e limo, debolmente ghiaiosi
- Campione C.I.1 - prof. 2.65-3.00 m da p.c., indisturbato:
 - peso di volume naturale: $\gamma_n = 20,03 \text{ kN/mc}$
 - prova di compressione semplice ELL: $c_u \approx 175 \text{ kPa}$
- Campione SPT3 - prof. 4.50-4.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia

- Sondaggio S.5

- Campione C.I.1 - prof. 3.00-3.30 m da p.c., indisturbato:
 - peso di volume naturale: $\gamma_n = 22,26 (?) \text{ kN/mc}$
 - prova di compressione semplice ELL: $c_u \approx 130 \text{ kPa}$

- Sondaggio S.6

- Campione C.I.1 - prof. 3.20-3.70 m da p.c., indisturbato:
 - peso di volume naturale: $\gamma_n = 19,90 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume secco: $\gamma_d = 16,86 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume saturo: $\gamma_s = 20,63 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume immerso: $\gamma' = 10,63 \text{ kN/mc}$
 - peso specifico dei granuli: $G_s = 2,62$
 - contenuto d'acqua naturale: W = 17,99 %
 - porosità: n = 34,30 %
 - indice dei pori: e = 0,52
 - grado di saturazione: $S_r = 90,22 \%$

- composizione granulometrica: sabbia con limo, argilla e poca ghiaia
- limite liquido: $LL = 32,75\%$
- limite plastico: $LP = 22,7\%$
- indice di plasticità: $I = 10,0$ (terreno poco plastico)
- classificazione USCS: **ML-CL**
- prova di compressibilità edometrica: compressibilità medio-alta
- prova di taglio diretto CD: angolo di attrito efficace: $\phi' = 33,5^\circ$
coesione drenata: $c' = 6,7 \text{ kPa}$

- Sondaggio S.7pz2

- Campione SPT1 - prof. 1.50-1.95 m da p.c., rimaneggiato:
 - composizione granulometrica: limo e argilla con sabbia
- Campione C.I.1 - prof. 3.00-3.30 m da p.c., indisturbato:
 - peso di volume naturale: $\gamma_n = 20,39 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume secco: $\gamma_d = 17,00 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume saturo: $\gamma_s = 20,70 \text{ kN/mc}$
 - peso di volume immerso: $\gamma' = 10,70 \text{ kN/mc}$
 - peso specifico dei granuli: $G_s = 2,61$
 - contenuto d'acqua naturale: $W = 17,99 \%$
 - porosità: $n = 33,64 \%$
 - indice dei pori: $e = 0,51$
 - grado di saturazione: $S_r = 100,0 \%$
 - composizione granulometrica: limo con argilla, sabbioso
 - limite liquido: $LL = 34,40\%$
 - limite plastico: $LP = 24,0\%$
 - indice di plasticità: $I = 10,4$ (terreno poco plastico)
 - classificazione USCS: **ML-CL**
 - prova di compressione semplice ELL: $c_u \approx 139 \text{ kPa}$
 - prova di taglio diretto CD: angolo di attrito efficace: $\phi' = 25,4^\circ$
coesione drenata: $c' = 2,4 \text{ kPa}$

- Campione SPT3 - prof. 5.50-5.95 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia e ghiaia limose

- Campione SPT4 - prof. 7.55-8.00 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia e ghiaia limose

- Sondaggio S.8pz3

- Campione C.I.1 - prof. 3.50-4.00 m da p.c., indisturbato:

- peso di volume naturale: $\gamma_n = 19,99 \text{ kN/mc}$
- peso specifico dei granuli: $G_s = 2,72$
- prova di compressibilità edometrica: compressibilità medio-alta

- Sondaggio S.9

- Campione SPT2 - prof. 3.00-3.45 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: limo e argilla con sabbia, debolmente ghiaioso

- Campione SPT4 - prof. 6.00-6.45 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia

- Campione SPT6 - prof. 9.00-9.45 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia

- Campione SPT9 - prof. 13.50-13.95 m da p.c., rimaneggiato:

- composizione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia

3.6 - Sismicità dell'area e categoria del suolo di fondazione.

L'area in esame è classificata in **Zona Sismica 4** sulla base della O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 e successive modifiche ed integrazioni, pertanto con valore del parametro accelerazione orizzontale $a_g = 0.05g$.

La situazione appare inoltre la seguente:

- depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50 - 70 < cu < 250$ KPa);
- terreno di fondazione di **categoria C**.

4 - SITUAZIONE GEOTECNICA MEDIA.

Sulla base di quanto emerso dalle prove in sito e dalle analisi di laboratorio, si ha complessivamente la seguente situazione geotecnica ottenuta mediando i diversi dati rilevati:

a) livello di copertura a comportamento prevalentemente coesivo, da p.c. a -4.00 circa:

- peso di volume naturale: $\gamma_n = 2.0 \text{ t/m}^3$
- peso di volume immerso: $\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^3$
- coesione non drenata: $c_u = 6.0 \text{ t/m}^2$
- angolo di attrito efficace in condizioni drenate: $\phi = 25^\circ$
- coesione drenata: $c' = 0.4 \text{ t/m}^2$

b) sottostante livello di spessore indefinito, a comportamento granulare, dato da sabbia e ghiaia limose:

- peso di volume saturo: $\gamma_s = 2.1 \text{ t/m}^3$
- peso di volume immerso: $\gamma' = 1.1 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito: $\phi = 35^\circ$
- modulo elastico medio: $E_s = 20.000 \text{ kPa}$
- coefficiente medio di permeabilità: $K = 10E-05 \text{ m/sec}$

Il pelo libero della falda è da considerare, in condizioni di massima turgidità, a q.a. non inferiore a +1.50 m s.l.m.

5 - CONDIZIONI OPERATIVE.

Tenendo presenti gli elementi fin qui esposti e con riferimento alle allegate sezioni geologiche interpretative, le condizioni in cui si verrà ad operare in sede di realizzazione dell'intervento in progetto sono le seguenti:

- piano di campagna a quote assolute mediamente intorno al valore di +3.00 m s.l.m.;
- livello della falda a q.a. +1.50 m, quindi, a profondità dell'ordine di 1.50 m dal p.c.;
- quota assoluta del piano di appoggio delle fondazioni a -3.00 m circa, quindi con un battente d'acqua di 4.50 m in condizioni di turgidità della falda;

- presumibile quota di appoggio delle fondazioni degli esistenti edifici circostanti: non al di sotto di q.a. 0.00 m circa.

Risulta pertanto quanto segue:

- rispetto all'attuale p.c., l'inserimento dell'edificio, essendo previsti due piani di locali interrati, comporta uno scavo di profondità dell'ordine di 6.00 m;
- il fondo scavo viene quindi a trovarsi al di sotto delle fondazioni degli edifici esistenti ed è inoltre interessato da un battente d'acqua dell'ordine di 4.50 m;
- non è assolutamente ipotizzabile la realizzazione dello scavo senza la preventiva realizzazione di opere di contenimento profonde;
- non è parimenti ipotizzabile l'emungimento forzato dell'acqua all'esterno del perimetro di scavo, senza che ciò comporti alterazioni della sottospinta idrostatica al di sotto degli edifici esistenti.

6 - PROBLEMATICHE E POSSIBILI TIPOLOGIE DI INTERVENTO.

A seguito delle considerazioni sopra esposte, viste le condizioni stratigrafiche e geotecniche quali emerse dall'indagine, considerata la tipologia dell'intervento, si ritiene necessario esporre le considerazioni che seguono.

6.1 - Scavi.

Vista l'entità dei volumi di scavo e la presenza di edifici al contorno, la problematica principale è costituita dalla necessità sia di contenere rigidamente i fronti di scavo stessi in modo sia da non indurre effetti negativi sulle strutture esistenti al contorno, sia di isolare almeno temporaneamente la zona di scavo in modo da rendere possibile l'aggottamento dell'acqua e la realizzazione dei volumi interrati.

Risulta pertanto necessario procedere in via preliminare con la messa in opera, su tutto il perimetro di intervento, di una paratia tirantata. Si tenga presente che, in alcuni tratti, l'eccessiva vicinanza di edifici rende irrealizzabili i tiranti che andrebbero ad interessare il terreno al di sotto degli immobili, per cui, in tale situazione, sarà necessario provvedere con modalità alternative al contrasto della paratia, a meno che non la si realizzi marcatamente rigida e con un immorsamento tale da poter "lavorare a mensola".

E' necessario inoltre verificare la profondità di immorsamento della paratia: per far ciò si procede, a titolo puramente indicativo, secondo il metodo proposto da R.LANCELOTTO [Geotecnica – Ed. Zanichelli – 1987], con la verifica al sifonamento, nelle seguenti ipotesi:

- falda al livello massimo ipotizzato (q.a. +1,50 m);
- omogeneità dei materiali come permeabilità, con $k = 10E-5$ m/sec;
- altezza della falda sul fondo scavo: $h = 4,50$ m;
- altezza totale dello scavo: $d = 6,0$ m;
- profondità di immorsamento D tale da consentire un coefficiente di sicurezza $F_s \geq 4$;

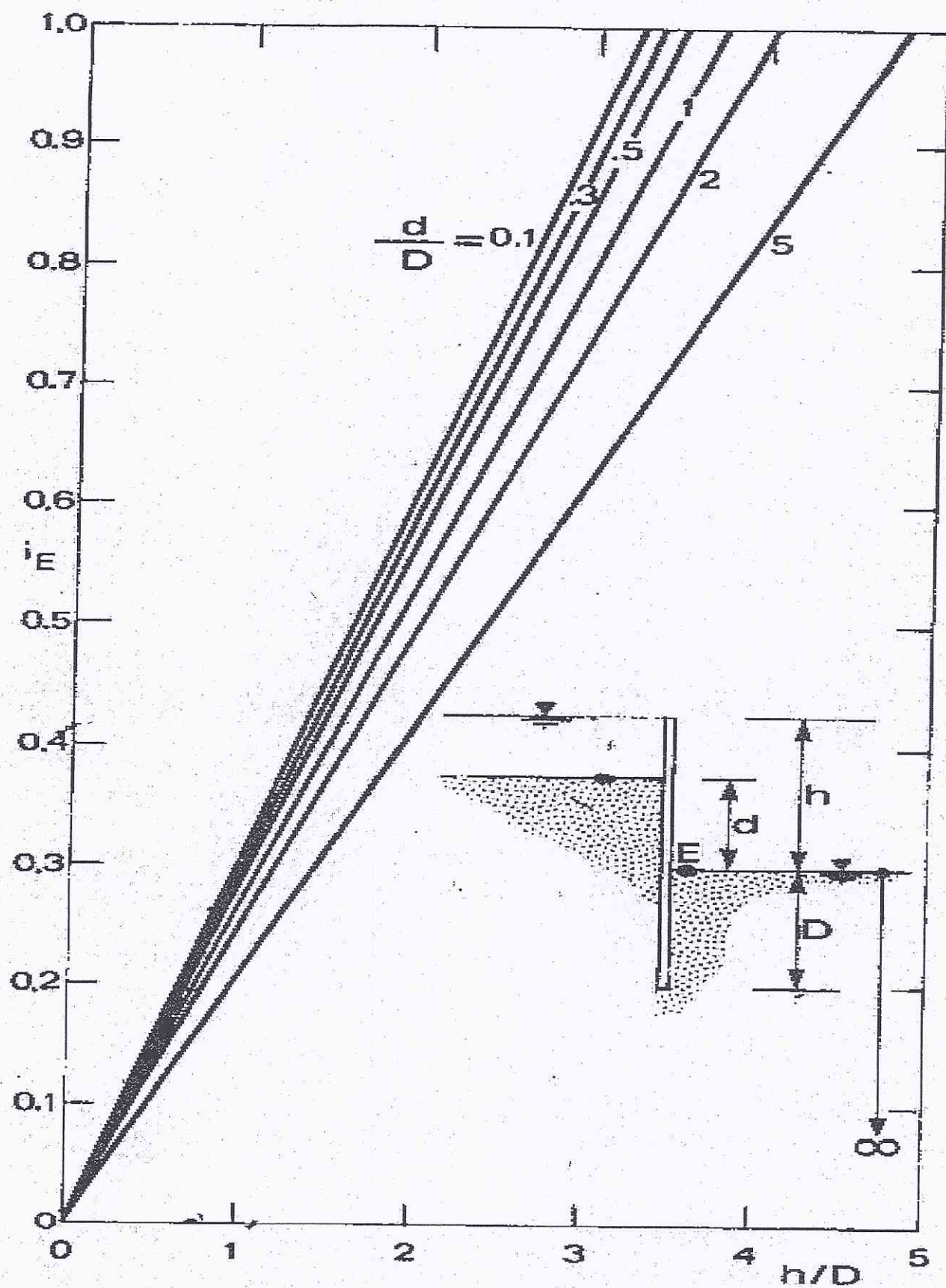


Figura 4.7 Gradienti di efflusso i_E nel caso di uno scavo in un mezzo di spessore infinito.

- peso di volume immerso dei materiali: $\gamma' = 1,1 \text{ t/mc}$;
- peso dell'acqua: $\gamma_w = 1 \text{ t/mc}$.

6.1.1 - Verifica al sifonamento (diagramma fig. 4.7 del testo citato).

Si adotta inizialmente il valore $D = 4 \text{ m}$, per cui.

$$d/D = 6/4 = 1,5$$

$$h/D = 4,4/4 = 1,125$$

Dalle curve della fig. 4.7 si ottiene il valore del gradiente di efflusso:

$$i_E = 0,35.$$

Poichè il gradiente idraulico critico vale:

$$i_C = \gamma'/\gamma_w = 1,1/1 = 1,1$$

si ottiene:

$$F_s = i_C/i_E = 1,1/0,35 \approx 3 < 4,$$

Per avere $F_s \geq 4$, coefficiente di sicurezza minimo proposto dall'Autore, occorre assumere almeno:

$$D = 4.50\text{-}5 \text{ m}.$$

6.1.2 - Drenaggio del terreno.

Lo scavo di cui trattasi avrà grosso modo le seguenti dimensioni:

- lunghezza $L = 110 \text{ m}$ circa;
- larghezza $B = 70 \text{ m}$ circa;
- profondità $d = 6 \text{ m}$ circa, fatti salvi gli approfondimenti in corrispondenza delle sedi degli ascensori.

Quanto meno a partire dalla q.a. 0.00 (-3 m circa dal p.c.) si sarà in presenza di una falda a pelo libero; inoltre, come già detto in precedenza, con falda turgida è possibile avere la quota del suo pelo libero a q.a. +1.50, quindi con un battente d'acqua sul fondo scavo di 4.50 m circa.

Vista l'ampiezza dello scavo e la presumibile notevole quantità d'acqua da emungere, si ritiene che la tecnica più idonea sia quella della messa in opera di un impianto di well-point. Per il dimensionamento dello stesso, tuttavia, le ditte specializzate consigliano di procedere ad una determinazione del coefficiente di permeabilità K dei terreni la più significativa possibile. Le determinazioni puntuali in foro di sondaggio infatti, se utili per definire a grandi linee il contesto idrogeologico del sito, non sono talora utilizzabili in quanto rappresentative unicamente del comportamento di un volume limitato di terreno, mentre è necessario conoscere il comportamento del complessivo volume da sottoporre a drenaggio.

A tale proposito ed a titolo esemplificativo si riporta di seguito il contenuto del "Manuale tecnico" della Crewell s.r.l., per quanto attiene alla progettazione di un impianto well-point e, specificatamente, alle prove tecniche in falda per la determinazione del coefficiente di permeabilità.

Si richiamano in particolare le indicazioni contenute in riquadro, quali compaiono alla pag. 15 della presente.

Progettazione

L'utilizzazione di un impianto wellpoint richiede, come risultato ottimale, il controllo a quota prefissata del livello di falda unito ad una stabilizzazione delle scarpate di scavo. Particolari condizioni stratigrafiche e idrogeologiche dei terreni possono determinare un funzionamento inefficiente dell'impianto di drenaggio con conseguenti sospensioni nell'esecuzione delle opere, danni ed aggravii economici. Da un punto di vista tecnico molto spesso però la responsabilità è da imputarsi a:

- una superficiale valutazione dell'intervento da effettuarsi;
- mancanza di indagini complete in fase progettuale;
- disinformazione sui sistemi di drenaggio e sui loro limiti in rapporto alle differenti condizioni stratigrafiche dei terreni.

È di fondamentale importanza non sottovalutare la necessità di una adeguata progettazione dell'impianto di drenaggio soprattutto in considerazione della sua essenzialità per i lavori successivi. La progettazione e la scelta dell'impianto di drenaggio sono legati ad una corretta individuazione del modello idraulico del sottosuolo che può essere ricostruito con la conoscenza preventiva delle seguenti caratteristiche:

- 1) condizioni stratigrafiche dei terreni interessati rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di scavo;
- 2) condizioni di permeabilità dei terreni interessati rilevate mediante prova *in situ*;
- 3) interdipendenza della falda acquifera con le condizioni idrologiche circostanti, cioè presenza di corsi d'acqua, condotte o canali, drenaggi permanenti, discontinuità del sottosuolo e tutto quello che può influire sul normale deflusso dell'acqua di falda;
- 4) condizioni logistiche del cantiere.

Dalla conoscenza dei dati stratigrafici dei terreni si possono ricavare:

- il tipo di impianto da utilizzare;
- le modalità di posa in opera dell'impianto;
- la profondità di installazione dei wellpoints;
- la distanza di installazione dell'impianto dallo scavo.

Dalla conoscenza dei dati di permeabilità dei terreni si possono ricavare:

- l'interasse tra le punte filtranti;
- il numero e la dimensione dei gruppi aspiranti;
- i consumi di forza motrice.

Dalla conoscenza delle condizioni logistiche del cantiere si possono ricavare:

- la disposizione planimetrica dell'impianto;
- i mezzi necessari alla posa dell'impianto;
- eventuale necessità di opere speciali;
- tempi di esecuzione.

Prove tecniche in falda

Sulla base dell'esperienza per avere sufficienti possibilità di individuare anomalie del flusso idraulico si ritiene indispensabile la seguente sequenza di prove:

- determinazione dei coefficienti di permeabilità significativi dei vari strati, sia verticali che

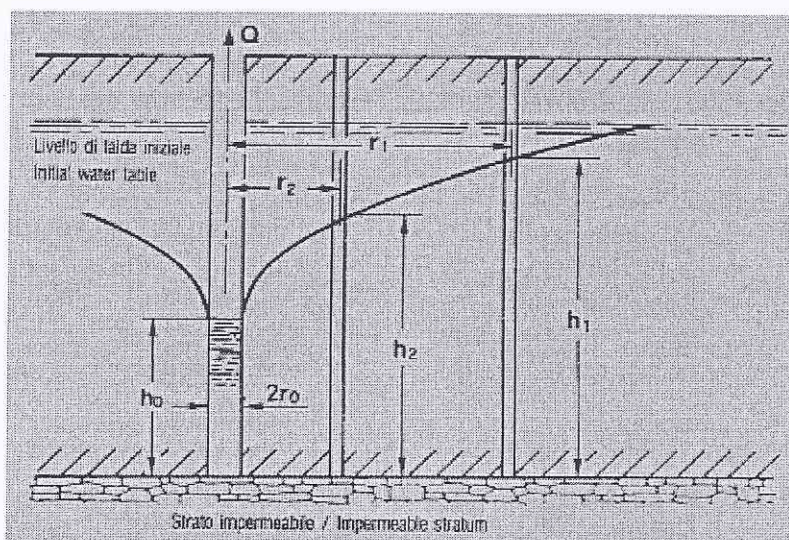
orizzontali, in un contesto reale il più ampio possibile;

- i coefficienti di permeabilità devono essere rilevati con prove di pompaggio in quanto, se rilevati su campioni o entro fori di sondaggio, raramente sono rappresentativi dell'intera area interessata;
- controllo, a mezzo piezometri, delle pressioni idrauliche degli strati caratterizzati da diversa permeabilità e granulometria;
- esecuzione di prove di pompaggio in situ con controlli piezometrici, misurazioni di portata e rilievo della piezometrica eventualmente in regime transitorio.

Il sistema di determinazione del K più significativo, in falda freatica, consiste nell'eseguire delle prove di pompaggio da un pozzo misurando gli abbassamenti della falda nei piezometri disposti all'intorno fino alla stabilizzazione del livello di falda. Il coefficiente K si rileva applicando la relazione di Dupuit:

$$K = \frac{Q}{\pi} \frac{\ln \frac{r_1}{r_2}}{h_1^2 - h_2^2}$$

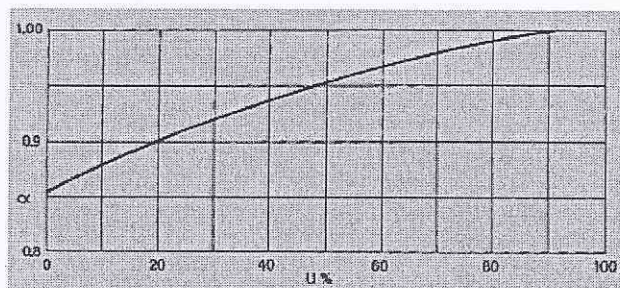
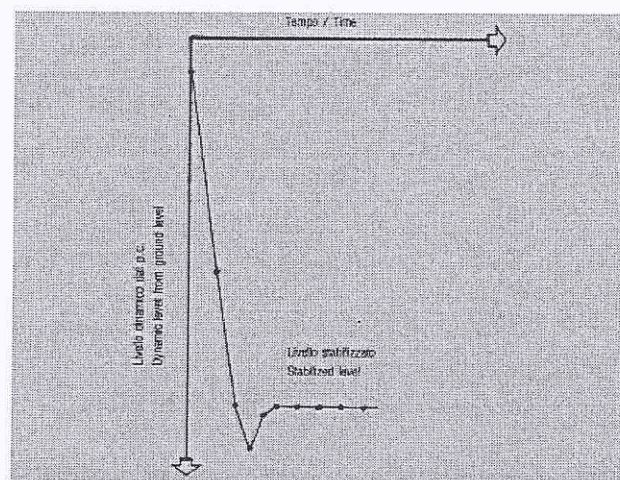
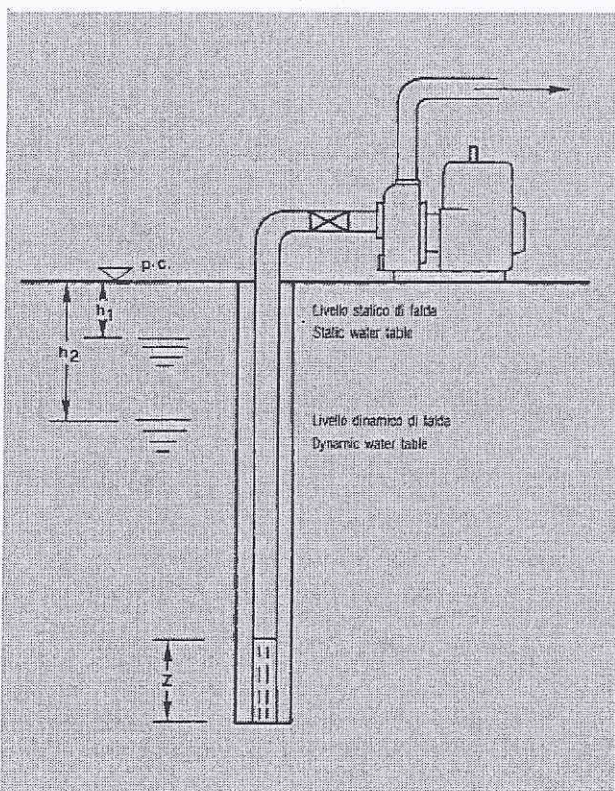
La spiegazione dei simboli è riportata nella figura.



La determinazione del coefficiente di permeabilità in laboratorio (campioni di terreno indisturbati) o in situ (controlli completi di pompaggio attraverso pozzi e piezometri) richiede generalmente costi troppo elevati in relazione all'uso medio degli impianti wellpoint. Si è messa a punto una tecnica per il calcolo della permeabilità che può dare dei risultati attendibili, per lo scopo da raggiungere, senza far ricorso a sondaggi ed alla posa di piezometri di osservazione. Essa consiste nell'infissione a pressione d'acqua di un apposito filtro alla profondità che si ritiene opportuna per il tipo di rilievo in atto e con apposita pompa (autoadescante) si esegue un emungimento a livello e portata costante. Il coefficiente K si ricava dall'applicazione della relazione:

$$K = \frac{\alpha Q}{1000 Z (h_2 - h_1)}$$

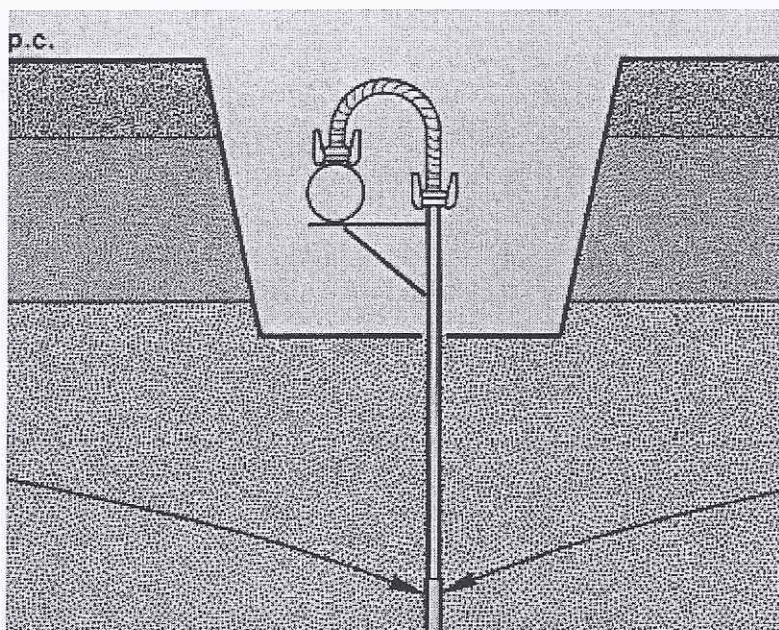
Q portata stabilizzata in l/sec
 Z spessore utile prova in cm
 $h_2 - h_1$ abbassamento dinamico falda in pompaggio in cm
 α coefficiente correttivo che per le sabbie è funzione del grado di uniformità



Per quanto attiene alla tipologia di impianto si ritiene che sia suggeribile un impianto a sviluppo lineare secondo quanto appare ancora nel manuale tecnico succitato, di cui si riporta di seguito il relativo stralcio. Nella tabella che segue la tipologia di impianto suggerita appare in riquadro. Seguono ulteriori suggerimenti operativi tratti ancora dalla stesso manuale.

Descrizione impianto	Descrizione	Utilizzazione
Impianto ad "anello chiuso"	Collettore con sviluppo perimetrale senza alcun lato aperto	Scavi in terreni molto permeabili Scavi in terreni stratificati Scavi con lati $l > 40$ m Scavi con prof. $h > 4$ m
Impianto ad "U"	Collettore con sviluppo su tre lati con il lato minore aperto	Scavi con prof. $h = 3.50$ m Scavi con lati min. $l = 20 - 30$ m
Impianto lineare laterale	Collettore con sviluppo laterale parallelo al lato più lungo	Scavi con prof. $h = 3$ m Scavi trincea con prof. $h = 4$ m Scavi con lati min. $l = 10 - 15$ m
Impianto lineare centrale	Collettore su linea centrale parallelo ai lati lunghi dello scavo	Scavi di fondazione a plinti Scavi entro paratie o palancole Scavi con lati $l = 60 - 80$ m
Impianto lineare laterale a rotazione	Collettore laterale allo scavo con parziale rotazione in avanti senza interruzione di pompaggio	Scavi fognature Scavi acquedotti Scavi gasdotti Scavi pipeline
Impianti a gradoni	Collettore installato su più anelli concentrici a diversa quota	Scavi di prof. $h > 5 - 6$ m
Impianto esterno a paratie	Collettore con sviluppo perimetrale esterno alle paratie	Scavi con ingombri interni Scavi con spinta idraulica laterale elevata

La possibilità di installare l'impianto wellpoint all'interno dello scavo viene sfruttata specialmente quando si devono eseguire edifici con sottomurazioni di strutture esistenti o con piani sotterranei protetti da paratie in calcestruzzo. In questi casi però la presenza dell'impianto che deve rimanere in funzione fino a struttura ultimata determina discontinuità durante il getto delle fondazioni e tutta una serie di fori che devono essere chiusi con particolare cura dopo l'estrazione dei wellpoints.



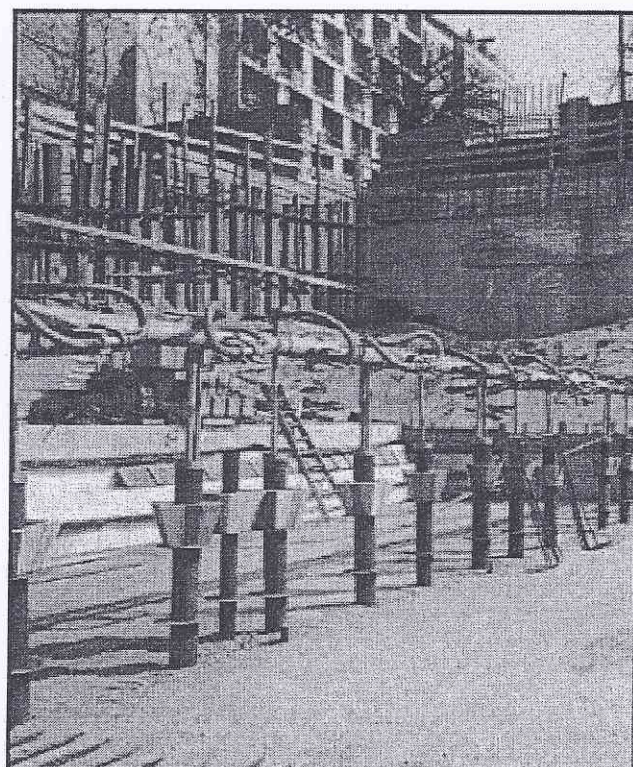
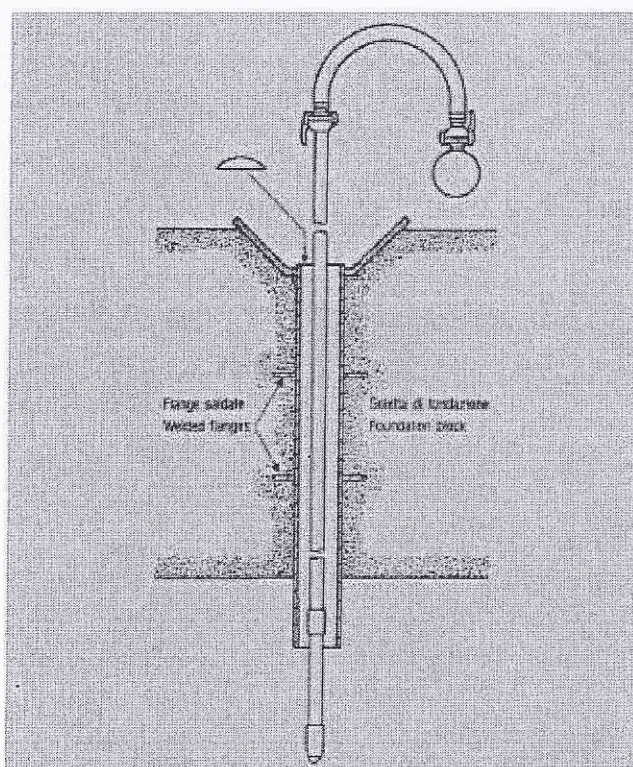
- Isolamento filtri durante il getto delle fondazioni.

È quindi di estrema importanza studiare bene il sistema di isolamento per fare in modo

che i fori sulle fondazioni, necessari per l'esercizio dell'impianto wellpoint, una volta estratti i filtri non pregiudichino le qualità della fondazione stessa.

I metodi più comunemente usati sono:

- protezione con tubi in plastica PVC;
- protezione con cartone ondulato;
- protezione con camicia in ferro flangiata come mostrato nello schema.



Ove si adotti il sistema di emungimento sopra suggerito, si ritiene utile indicare la sequenza operativa di seguito riportata:

1. realizzazione dei diaframmi di perimetro;
2. splateamento dei primi due metri di terreno, o, quanto meno, fino a lambire il pelo libero della falda presente all'atto degli scavi [spalateamento di 3 m in condizioni, certe, di falda al massimo della sua depressione (fino a q.a. 0.00)];
3. messa in opera dell'impianto di drenaggio, con infissione dei filtri-wellpoint fino a profondità di almeno 1.50 m al di sotto del fondo scavo;
4. asportazione del residuo terreno fino a raggiungere le quote di progetto.

Per quanto attiene all'eventuale riutilizzo e, comunque, alla destinazione finale del materiale di risulta dagli scavi, valgono le norme contenute nella D.G.R n. 859 del 18/07/2008.

6.2 - Fondazioni.

La struttura in progetto avrà mediamente l'appoggio in corrispondenza del livello sabbioso-ghiaioso, debolmente limoso, che si rinviene abbastanza regolarmente a partire da una profondità media di circa 3.50-4 m dall'attuale p.c.

In assenza, allo stato attuale della progettazione, di dati sui carichi trasmessi dall'edificio al terreno di appoggio, non è possibile compiere verifiche più dettagliate, purtuttavia appare possibile fin da ora esporre le seguenti indicazioni:

- procedere con fondazioni a platea per tutto lo sviluppo delle strutture in progetto;
- evitare prudenzialmente pressioni di contatto superiori ad 1 Kg/cmq;
- interporre un giunto tra la porzione di struttura costituita unicamente dai locali interrati e quella che comporta anche volumi in elevazione.

Per quanto attiene ad eventuali cedimenti, valgono le seguenti considerazioni:

- in corrispondenza dell'edificio con volumi fuori terra, si ritiene in linea di massima che possano essere di modesta entità, vista la probabile equivalenza tra il peso del terreno che viene asportato per la realizzazione dei volumi interrati ed il peso dell'edificio stesso; va tuttavia considerato il fatto che l'edificio, data la sua presumibile forma, non solleciterà uniformemente la platea di fondazione, per cui potrebbe aversi qualche fenomeno di cedimento differenziale tra la porzione di quest'ultima più caricata e quella meno caricata;
- in corrispondenza della porzione di intervento che prevede unicamente volumi interrati, va considerato non solo che il peso del costruito sarà inferiore al peso del volume di terreno asportato, quindi con assenza di cedimenti, ma anche che, dovendosi ipotizzare che alla lunga si abbiano trafile d'acqua dal fronte della paratia, fino a ricreare condizioni di equilibrio della falda tra l'esterno e l'interno, la struttura possa essere soggetta ad una marcata sottospinta idrostatica (risulterebbe immersa in almeno 3 metri d'acqua);
- per ovviare a tale possibile problematica possono porsi almeno tre soluzioni:
 - dotare la platea di fondazione di tiranti di ancoraggio al substrato;
 - ancorare la platea a pali che lavorino a trazione;
 - installare, nell'intercapedine tra la paratia e la struttura vera e propria, una batteria di pompe autoadescanti che impediscano la risalita dell'acqua.

Si consiglia peraltro di verificare la possibilità di tale fenomeno anche in relazione agli eventuali suoi effetti sulla porzione di intervento che prevede volumi in elevazione.

7 - COMPATIBILITÀ' DELL'INTERVENTO CON IL P.d.B. DEL RIO DI SANDA.

Il sito in argomento è stato studiato nell'ambito delle verifiche sul comparto che fa capo al Rio di Sanda, tuttavia, per quanto attiene alle fasce di inondabilità, esso ricade nel bacino del T.Sansobbia. Come si evidenzia dagli allegati stralci della cartografia, il Piano di Bacino classifica come segue il sito stesso:

- Carta della Suscettività al Dissesto: suscettività molto bassa (Pg0).
- Carta del Reticolo Idrografico: i corsi d'acqua demaniali (Rio Giancardo) sono a distanza rispetto al sito.
- Carta degli Interventi: nell'area non sono previsti interventi.

- Carta dell'Inondabilità: il sito ricade in Fascia C, per cui è da tener conto della prescrizione di cui all'art. 15, punto 4 della Normativa di Piano.

Si ritiene pertanto che l'intervento, in relazione alle sue caratteristiche ed alla situazione al contorno, sia ammissibile e compatibile con gli elementi rilevati dai P.d.B. di competenza.

8 - ALLEGATI.

- Corografia della zona, stralcio di C.T.R., scala 1/5.000;
- planimetria, scala 1/500, con ubicazione prove in situ e tracce di sezioni;
- stratigrafie di n. 9 sondaggi geognostici, con documentazione fotografica;
- istogrammi colpi/profondità di n. 9 prove penetrometriche dinamiche in continuo;
- risultanze di n. 3 prove di permeabilità in foro di sondaggio;
- n. 54 rapporti di analisi e prove di laboratorio;
- n. 4 stralci di cartografia di piano di bacino;
- tavola grafica con sezioni geologiche interpretative, scala 1/200.

Savona, 28 agosto 2008