

PROPRIETÀ O AVENTI TITOLO
FRANCHI COSTANTINA

 RESIDENTE AD ARESE VIALE DEI PLATANI 90/F
 C.F.: FRNCTN22B57A3890

**SASPE S.S.
 DI ACCOMAZZI ERMANNO**

 CON SEDE IN ARESE VIA SENATO 10
 C.F./P.IVA: 00765140157

COMUNE DI ARESE

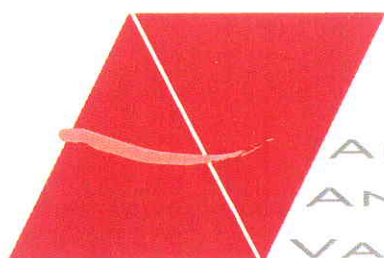
Franchi Costantina
 IL PROPRIETARIO

Accomazzi Ermanno
 IL PROGETTISTA

DATA
TAVOLA
SCALA
GIUGNO 2011
25

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO L.R. 12/05
 VIA SENATO N.10 - ARESE (MI) - FOGLIO 6 - MAPPALE 109
 VIALE ALFA ROMEO - ARESE (MI) - FOGLIO 1 - MAPPALI 53 - 64

**RELAZIONE GEOLOGICA
 INDAGINE AMBIENTALE DELL'AREA DI INTERVENTO**

PROGETTISTA :


**ARCH.
 ANDREA
 VASAPOLI**

VIA MARIO BORSA 8/A 20151 MILANO
 ANDREA.VASAPOLI@HOTMAIL.IT
 TEL: 349.1061410 - FAX 02.99760257

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il sottoscritto Luca Matteo Pizzi,

nato a Milano il 17/10/1973, residente a Bollate in via Ambrogio da Bollate n.13, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Lombardia n.1302 AP, incaricato dal Sig. Accomazzi Ermanno, quale titolare della Soc. Officine Saspe S.r.l. di Via Senato n. 10 in Comune di Arese, di redigere uno studio geologico parziale a supporto di variante urbanistica o strumento di pianificazione negoziata (di cui all'art. 25, comma 1 della l.r. 12/05);

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguiti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

di aver redatto lo studio di cui sopra conformemente ai "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12".


ASSEVERA

la congruità tra le previsioni urbanistiche del Piano di Governo del Territorio e la classe di fattibilità geologica assegnata considerata la relatività normativa d'uso.

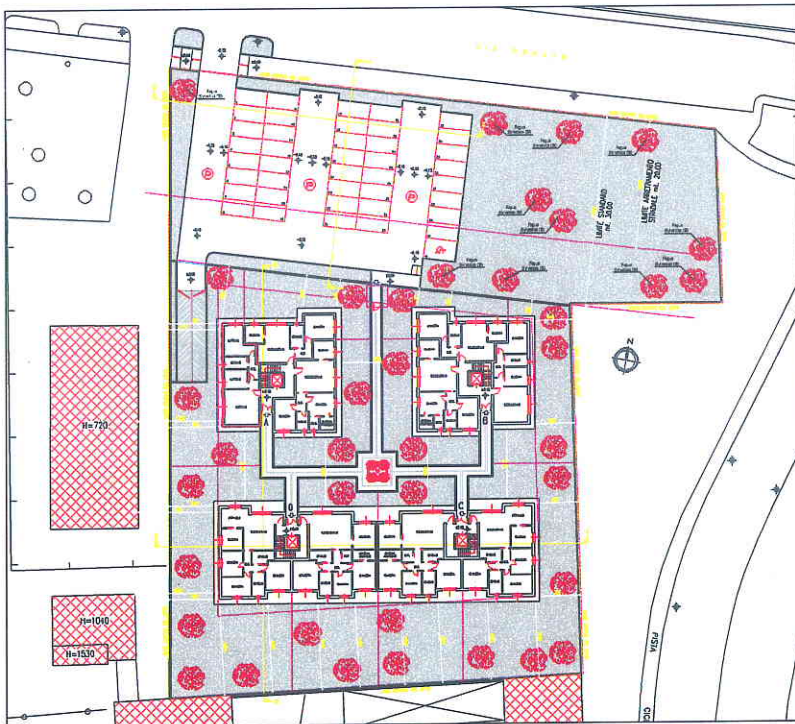
Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Bollate 23/10/2011
.....
(luogo, data)

Il Dichiarante

[Firma]
.....


STUDIO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'AREA DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE (MI)



RELAZIONE TECNICA

R1/0211/OSA/VP | Febbraio 2011



Indice

1. Premessa.....	3
2. Caratteristiche di fattibilità geologica.....	5
3. Inquadramento territoriale	7
4. Inquadramento geomorfologico e geologico	8
5. Caratteri idrogeologici dell'area	11
5.1 Caratteri idrogeologici locali.....	12
6. Andamento del flusso idrico sotterraneo e oscillazioni della falda.....	15
6.1 Oscillazione del livello piezometrico	15
7. Pozzi acquedottistici esistenti nell'area	19
8. Inquadramento geotecnico	21
8.1 Dati progettuali e ipotesi fondazionali.....	21
8.2 Determinazione pericolosità e parametrizzazione sismica del sito indagato.....	21
8.2.1 Pericolosità sismica del sito	22
8.2.2 Strategia di progettazione con prestazioni dell'opera attese	27
8.2.3 Determinazione azione sismica	28
8.3 Indagini in sito e parametrizzazione geotecnica dei terreni	31
8.3.1 Prove penetrometriche dinamiche	32
8.3.2 Parametrizzazione geotecnica dei terreni.....	35
8.4 Verifiche agli stati limite ultimi (GEO) in condizioni statiche e sismiche (tipo SLV).....	37
8.4.1 Valore del carico limite fondazione-terreno e della resistenza di progetto (RD)	37
8.5 Determinazione dei cedimenti compatibili mediante verifica agli stati limite d'esercizio in condizioni statiche e dinamiche (tipo Sld).....	41
8.5.1 Metodo di Burland e Burbidge.....	41
8.6 Calcolo della resistenza di progetto del singolo micropalo.....	45
8.7 Stima del coefficiente di sottofondazione	48
8.8 Fronti di scavo e relativa altezza critica.....	49
9. Dimensionamento preliminare dei pozzi perdenti/trincee drenanti	51
9.1 Determinazione degli afflussi meteorici e calcolo della portata di picco – volume onda di piena	51
9.2 Teoria del moto di filtrazione	53
9.3 Portata smaltita dai pozzi perdenti.....	55
10. Caratteristiche qualitative dei terreni	59
Conclusioni.....	61

1. Premessa

Su incarico di Officine Saspe S.r.l., di seguito Saspe, con sede in Via Senato 10, in Comune di Arese (MI), è stata predisposta la presente relazione di fattibilità geologica del progetto edilizio previsto sull'area in oggetto.

Sul sito, avente un'estensione pari a circa 6.800 m², è prevista, secondo i dati messi a disposizione dal progettista, la realizzazione di n. 4 edifici a uso residenziale costituiti da n. 4 piani fuori terra e da un piano interrato a uso box e cantine.

Il presente documento è stato redatto in base a quanto previsto dalla L.R. n. 12 dell'11.03.2005 "Legge per il governo del territorio" che, oltre agli indirizzi e alle linee guida forniti dalla Giunta Regionale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, per la parte inerente la difesa del territorio, impone, all'interno del Piano di Governo del Territorio (PGT) comunale, la definizione degli assetti geologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale, regolamentati dai "Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio – componente geologica, idrogeologica e sismica del Piani di Governo del Territorio" riportati sul BURL n. 13 del 28 marzo 2006.

Al fine di verificare l'edificabilità del settore, i vincoli presenti in esso nonché la compatibilità geologica del progetto, nel presente documento sono state descritte le principali caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area e di un adeguato intorno.

Per la predisposizione del presente documento si è proceduto dapprima alla raccolta e all'analisi della bibliografia di settore e della documentazione geologica esistente, in particolare della relazione "Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione comunale ai sensi della L.R. n. 41/97 e della D.G.R. n. 7/6645/01" redatta dallo Studio Idrogeotecnico Associato.

Oltre all'analisi della suddetta documentazione geologica, al fine di avere un quadro di maggior dettaglio conoscitivo dell'area in oggetto, è stata realizzata un'accurata indagine geognostica consistente nell'esecuzione di sei prove penetrometriche, che hanno consentito di caratterizzare dal punto di vista geotecnico l'area oggetto d'intervento, e in una prova sismica tipo MASW con stendimento di 24 geofoni al fine di classificare dal punto di vista sismico i primi 30 metri di sottosuolo dal piano di fondazione, il tutto in osservanza a quanto prescritto sia dal vigente D.M. 14.01.2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", il quale sostituisce tutte le precedenti normative per le opere e i sistemi geologici e geotecnici, sia dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008.

Così come prescritto dal D.M.14.01.2008, nella presente indagine sono state introdotte sia le analisi delle azioni sismiche agenti sul complesso opera-terreno, i cui valori sono stati

ottenuti dalla prova sismica tipo MASW sopra citata, sia le condizioni di sicurezza agli stati limite ultimi e d'esercizio che dovranno essere verificate dal progettista utilizzando le diverse combinazioni delle azioni di progetto descritte nel § 2.5.3 delle NTC-08, in coerenza con le resistenze di progetto e i carichi d'esercizio ottenuti dallo scrivente.

La ricostruzione della stratigrafia locale all'interno del volume significativo nonché la valutazione della pericolosità geologica e sismica del sito di indagine hanno permesso di verificare la compatibilità dell'intervento in relazione all'assetto attuale della ristretta area indagata.

Il presente elaborato potrà essere aggiornato e integrato al completamento della fase progettuale definitiva, in particolare se si dovessero rendere necessarie ulteriori verifiche di calcolo geotecnico in relazione a ipotesi fondazionali differenti da quelle ipotizzate in questa fase preliminare.

È stato inoltre effettuato un dimensionamento preliminare in termini di numero e di caratteristiche costruttive dei pozzi perdenti che dovranno essere realizzati per il corretto smaltimento delle acque meteoriche

Si ricorda, come meglio descritto in un successivo paragrafo, che l'area in oggetto è attualmente vincolata alla realizzazione del Progetto di Bonifica approvato in sede di Conferenza dei Servizi in data 16 ottobre 2008; l'esecuzione dei lavori è stata autorizzata in data 23 ottobre 2008 con Lettera Prot. n. 28913 del 2008 Cat. VI cl. 9.4.

Infine, il presente documento viene consegnato corredato della autocertificazione prevista dall'Allegato 15 della D.G.R. 8/7374 relativa alla conformità dello studio geologico con le leggi vigenti.

2. Caratteristiche di fattibilità geologica

Per quanto attiene la compatibilità degli interventi edificatori in oggetto con le caratteristiche ambientali dell'area e, in particolare, con quelle di tipo geologico e idrogeologico, la Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12, che ha introdotto il Piano di Governo del Territorio quale strumento urbanistico in sostituzione del P.R.G., e la sua delibera attuativa recante i "Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" e s.m.i. propongono una suddivisione nelle seguenti *Classi di fattibilità*.

CLASSE "1": Fattibilità senza particolari limitazioni - comprende aree pianeggianti o subpianeggianti con buone caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico.

CLASSE "2": Fattibilità con modeste limitazioni - comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'edificazione di opere di difesa, in queste aree possono sussistere modesti problemi di carattere idrogeologico.

CLASSE "3": Fattibilità con consistenti limitazioni - comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. In questa classe sono comprese aree acclivi soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico di maggior estensione e diffusione rispetto alla classe precedente. In aree pianeggianti le limitazioni derivano dall'esistenza di possibili effetti o eventi alluvionali, scarse qualità geotecniche dei terreni e alto rischio per vulnerabilità idrogeologica (tutela delle zone di rispetto di captazioni ad uso idropotabile ai sensi del D. Lgs. 152/2006). Per l'urbanizzato di futura edificazione sono necessari supplementi di indagine con campagne geognostiche (indagini in sito e in laboratorio) e studi tematici specifici che forniscono indicazioni su destinazioni d'uso ed opere di sistemazione e bonifica.

CLASSE "4": Fattibilità con gravi limitazioni - comprende aree direttamente o indirettamente coinvolte da possibili grandi movimenti franosi attivi o quiescenti, o aree interessate da fenomeni alluvionali con ingenti movimenti di massa. E' esclusa qualsiasi nuova edificazione. Per le opere pubbliche è necessaria una specifica verifica geologica,

geomeccanica e idrogeologica, nonché una valutazione costi/benefici. Diventa indispensabile la creazione di una rete di monitoraggio geologico e/o idrogeologico.

In base a quanto riportato nella Tavola "Fattibilità geologica" del Comune di Arese, della quale è riportato uno stralcio in *Allegato 1*, l'area di Via Senato è inserita, in virtù delle caratteristiche portanti dei terreni e della salvaguardia dell'acquifero libero, in **Classe di fattibilità II con modeste limitazioni - sottoclasse 2c**.

Per l'area in oggetto la suddetta carta rileva infatti le seguenti problematiche generali:

"Aree con presenza di alternanze di terreni fini coesivi e terreni addensati fino a profondità massime di 9 m. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità. Drenaggio delle acque moderatamente difficoltoso in superficie e in profondità".

Al fine di verificare le limitazioni connesse a tale classe e di valutare la fattibilità geologica dell'intervento di riqualificazione urbanistica, è stato pertanto redatto il presente studio di fattibilità geologica; di seguito saranno quindi analizzati i caratteri geologici, idrogeologici e geotecnici dell'area nonché i possibili vincoli ambientali che potrebbero fungere da elementi ostativi alla realizzazione del progetto.

3. Inquadramento territoriale

L'area oggetto di studio si sviluppa nel settore meridionale del Comune di Arese, a una quota di circa 157 m s.l.m.

Il sito è individuato nella corografia riportata in *Figura 1* che rappresenta un estratto a scala 1:10.000 del Foglio B6a1 della CTR della Regione Lombardia.

L'area risulta così delimitata:

- sul lato Nord da Via Senato;
- sul lato Est da un'area a verde prospiciente Viale G. Di Vittorio;
- sui lati Sud e Ovest da aree a uso industriale.

Nell'area è prevista la realizzazione di n. 4 edifici a carattere residenziale; più in dettaglio si prevede di realizzare edifici costituiti da 4 piani fuori terra e un piano interrato che, secondo i progetti, si approfondirà fino a un massimo di circa 3.5 m da p.c. (profondità massima dello scavo che sarà realizzato) ovvero entro i terreni investigati nel piano delle indagini di caratterizzazione ambientale già trasmesso e approvato dagli Enti preposti.

In *Figura 2* è riportata la sezione tipo di intervento di riqualificazione urbanistica previsto per l'area; per maggiori dettagli sulle opere in progetto si rimanda ai documenti architettonici e urbanistici presentati.

4. Inquadramento geomorfologico e geologico

L'area Saspe si situa nel settore meridionale dell'abitato di Arese, a una quota di circa 157 m s.l.m..

Sotto l'aspetto morfologico il territorio, posto al passaggio tra "alta" e "media pianura" lombarda, è contraddistinto da una pianura alluvionale degradante verso Sud con pendenza media dello 0.4%, corrispondente al "livello fondamentale" della pianura.

A questo ripiano si intervallano una serie di terrazzi morfologici, allineati in senso Nord-Sud, bordati da deboli scarpate ed elevati di 5-10 m rispetto al piano del "livello fondamentale".

Sotto l'aspetto idrografico l'area si trova inserita nel bacino del Torrente Lura; questo corso d'acqua, che ha origine dalla Prealpe comasca, incide con direzione Nord-Sud l'apparato morenico lariano e il sistema dei terrazzi fluviali più antichi, prima di immettersi nel territorio di Arese. Ulteriori corsi d'acqua che interessano il settore in esame sono rappresentati dal Torrente Nirone che defluisce poco a Est del territorio di Arese al di sopra del terrazzo di Garbagnate.

Per quanto attiene la rete idrografica artificiale, l'area in oggetto è posta poco a Nord del "Canale scolmatore delle piene di Nord Ovest" che decorre con andamento NE-SW; un ulteriore elemento idrografico artificiale, di primario interesse in quanto ha riflessi importanti sull'idrogeologia del settore, è rappresentato dal Canale Villoresi che scorre da Ovest verso Est, a Nord del territorio comunale di Arese.

Per quanto concerne i caratteri geologici, il sottosuolo dell'area è formato da un notevole spessore (oltre 1000 m) di sedimenti plio-pleistocenici, la cui parte basale, di origine marina, è caratterizzata quasi esclusivamente da litologie limoso-argillose, mentre quella sommitale, di origine alluvionale, manifesta la presenza di litologie ghiaiose e sabbiose alternate ad argille e limi.

A partire dal Pleistocene inferiore (Calabriano) si determinò infatti una modifica delle condizioni di sedimentazione in quanto la regressione marina favorita dal sollevamento dell'area prealpina causò la formazione di sedimenti di tipo deltizio-lagunare (Villafranchiano), formati da depositi a granulometria prevalentemente fine.

Il rapido sollevamento dell'area e l'avvento delle glaciazioni, determinarono in seguito la formazione di corsi d'acqua e fiumane uscenti dalle fronti glaciali che portarono alla deposizione di terreni alluvionali a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (Quaternario continentale).

Queste modifiche dell'ambiente di sedimentazione hanno determinato le caratteristiche principali dell'assetto strutturale del sottosuolo, contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limoso-argillosi, che si verifica sia con l'aumento della profondità che da Nord verso Sud.

Sulla base della cartografia geologica ufficiale (*Figura 3*), tra le unità affioranti nel territorio di Arese e nelle aree limitrofe, si possono distinguere, dalla più antica alla più recente:

- il "Diluvium antico Auct." (Fluviale Mindel Auct.);
- il "Diluvium medio Auct." (Fluviale Riss Auct.);
- il "Diluvium recente" (Fluviale Würm Auct.).

Il "Diluvium antico Auct." è costituito dal terrazzo altimetricamente più elevato delle Groane; esso ha un andamento Nord-Sud e affiora, verso Est, lungo la direttrice Cogliate – Garbagnate M. se – Bollate.

Sotto l'aspetto litologico è costituito da ghiaie in matrice limosa fortemente alterate ed è facilmente riconoscibile per il caratteristico vetusol superficiale ("ferretto") dello spessore di circa 3 m, che lo rende poco permeabile alle acque di infiltrazione.

Il "Diluvium medio Auct." presenta caratteristiche intermedie tra la precedente unità e quella del "Diluvium recente", sia sotto l'aspetto morfologico che sotto quello pedologico.

In affioramento borda verso Ovest la precedente unità, costituendo un ulteriore terrazzo ribassato di alcuni metri; esso affiora anche verso Nord dove forma il terrazzo di Uboldo terminante a ridosso dell'abitato di Origgio.

Litologicamente è costituito da ghiaie e ciottoli immersi in prevalente matrice limosa, ricoperti da un orizzonte di alterazione superficiale giallo-rossastro, assai meno intenso rispetto a quello che contraddistingue il fluviale Mindel.

Questa unità costituisce il terrazzo sopra il quale è stato edificato buona parte del nucleo urbano di Arese, compreso l'insediamento industriale in oggetto.

Il "Diluvium recente Auct." costituisce il terrazzo del "livello fondamentale della pianura" (Fluviale Würm), che occupa in affioramento la restante parte del nucleo urbano del Comune di Arese.

In generale il Fluviale Würm è prevalentemente formato da depositi a granulometria grossolana che conferiscono all'unità una elevata permeabilità superficiale; nel settore in

esame questa unità presenta uno spessore di pochi metri ed è caratterizzata da terreni ghiaioso-sabbiosi talora in matrice limosa.

5. Caratteri idrogeologici dell'area

Al fine di verificare la distribuzione areale e verticale degli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio comunale di Arese, è stata analizzata la documentazione prodotta nel corso di studi precedenti. Dalla sua analisi, e avvalendosi anche di stratigrafie di pozzi perforati nel territorio in esame, è stato possibile individuare, per affinità e omogeneità di caratteri litologici, tre unità idrogeologiche, che, dall'alto verso il basso, risultano costituite da:

- depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici (primo acquifero);
- alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi (secondo acquifero);
- depositi prevalentemente argillosi e sabbiosi (acquiferi profondi).

All'interno di questa suddivisione la litozona intermedia manifesta un carattere di passaggio tra quella superiore e quella inferiore.

Per meglio definire le caratteristiche litostratigrafiche/idrogeologiche dell'area in esame sono state ricostruite due sezioni delle quali quella riportata in *Figura 5* ha andamento N-S e quella in *Figura 6* andamento E-W.

I punti di controllo utilizzati per la redazione della sezione idrogeologica, contestualmente alle tracce delle stesse, sono riportati in *Figura 4* e fanno riferimento ai dati stratigrafici riferiti a pozzi pubblici del Comune di Arese.

Più nel dettaglio, utilizzando le indicazioni fornite dalle suddette sezioni è possibile fare alcune considerazioni circa le caratteristiche della struttura idrogeologica dell'area.

La prima unità, rappresentata per la maggior parte dal complesso delle unità fluviali, presenta uno spessore medio di circa 40 m e risulta costituita in larga prevalenza da materiali ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose.

I livelli limoso-argillosi risultano per lo più discontinui e di spessore limitato, mentre più frequentemente, soprattutto nei primi 10-15 m, compaiono impasti di ghiaie e limi.

Nell'area in esame si rileva, a tetto dei terreni di riporto, un livello argilloso dello spessore non inferiore a 2 m continuo su tutta l'area in esame.

Sotto l'aspetto idrogeologico il deposito ghiaioso sabbioso, costituisce l'acquifero più superficiale con falda libera, caratterizzato da una elevata produttività che viene identificata da portate specifiche che assumono generalmente valori variabili da 10 a 25 l/s per metro di abbassamento.

La seconda unità, separata dalla precedente da un livello limoso-argilloso che si rinviene con continuità su tutto il territorio a una profondità di circa 40-45 m dal piano campagna (andando verso Sud tale limite tende ad approfondirsi), è litologicamente formata da un'alternanza di ghiaie, sabbie e argille, sino a una profondità massima di circa 80 - 90 m.

Sotto l'aspetto idraulico la seconda falda contenuta in questo acquifero risulta semi-confinata ed è alimentata per intercomunicazione con il primo acquifero, in quelle aree dove sono assenti livelli poco permeabili di separazione o per effetti di drenanza.

La produttività di questo acquifero è manifestata da portate specifiche all'incirca analoghe a quelle che caratterizzano il primo acquifero.

Lo sfruttamento della prima e della seconda falda è attualmente effettuato dalla maggior parte delle opere di captazione, sia ad utilizzo pubblico che privato, nonostante negli ultimi decenni si sia verificato un progressivo degrado qualitativo delle acque (presenza di nitrati e solventi clorurati al di sopra delle concentrazioni massime ammissibili).

La terza unità idrogeologica è prevalentemente formata da litotipi limoso-argillosi ai quali sono intercalati, soprattutto nella parte più superficiale (da 100 sino a circa 160 m) livelli ghiaiosi e sabbiosi; tali livelli sono individuabili solo sulla sezione ad andamento N-S.

A profondità superiori a 160 m si rinvencono quasi esclusivamente litologie limoso-argillose. Gli acquiferi ghiaioso-sabbiosi contenuti in essa sono separati da quello sovrastante da diaframmi scarsamente permeabili costituiti da limi e argille, molto spessi ed estesi, che limitano gli scambi tra le falde profonde e quella sovrastante.

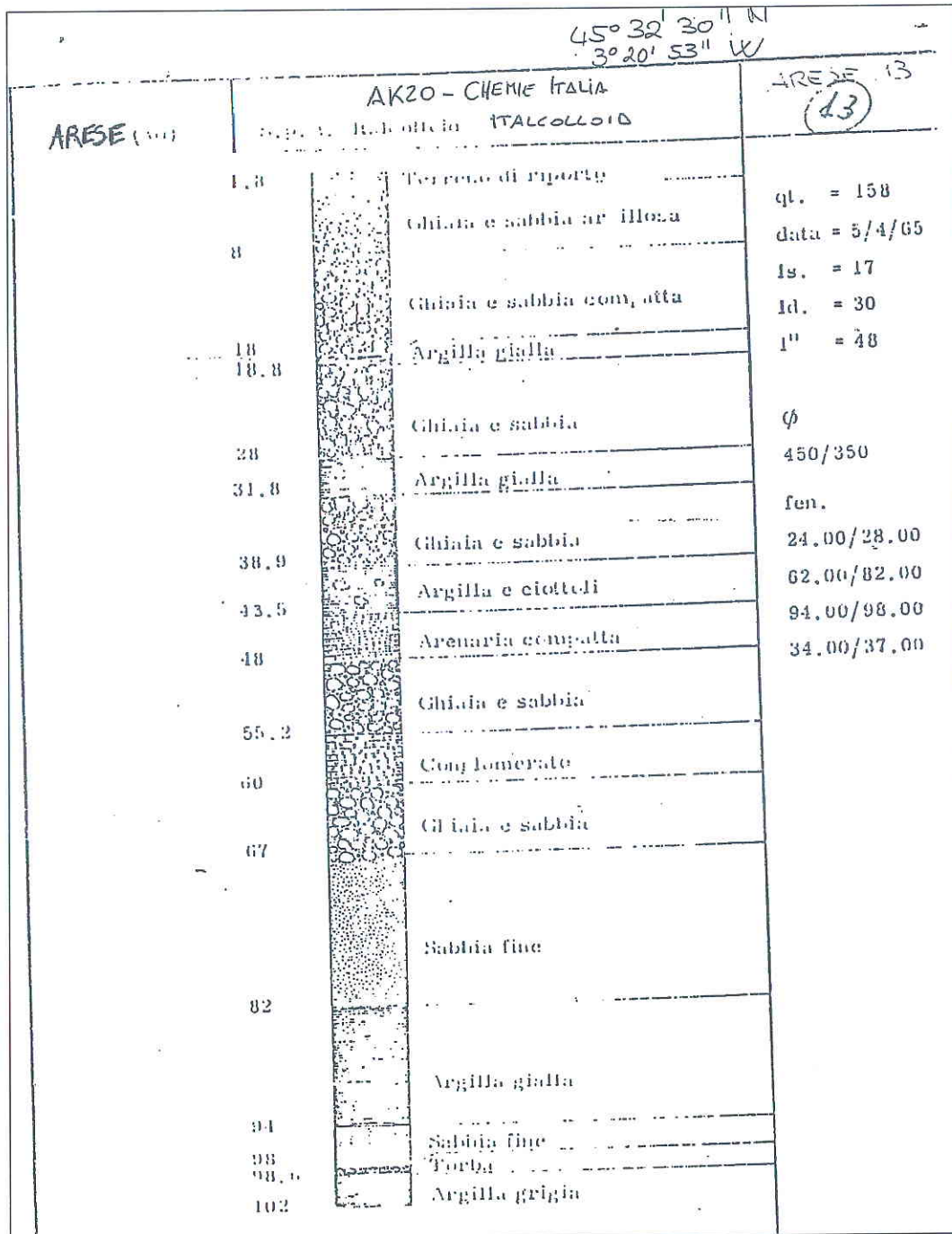
I litotipi ghiaiosi e quelli sabbiosi più grossolani sono sede di acquiferi con falde confinate di scarsa potenzialità, identificata da portate specifiche che raramente superano i 2 l/s m e valori di trasmissività, perlomeno di un ordine di grandezza inferiori.

In relazione alla bassa resa e talora alla loro facies idrochimica (presenza di sostanze tipiche di ambiente riducente quali idrogeno solforato, ferro e manganese), le falde profonde contenute in questi acquiferi vengono messe in produzione da un numero limitato di pozzi.

5.1 Caratteri idrogeologici locali

I caratteri idrogeologici locali del sottosuolo dell'area in oggetto possono essere ricostruiti analizzando la stratigrafia del pozzo n. 13 (codice SIF 0150090013) riportata nel seguente *Schema 1*.

Il pozzo in oggetto è posto a circa 700 m a Est dell'area di studio, raggiunge la profondità di 102 m dal p.c. e capta l'acquifero tradizionale.



Schema 1: stratigrafia pozzo 13

Fino alla profondità di circa 39 m da p.c. la stratigrafia del pozzo evidenzia la presenza del I acquifero costituito da ghiaia e sabbia alternati a livelli di argilla di spessore variabile da 1 a 3 m.

A partire da 39 m e sino a 43.5 m si ha la presenza di un livello argilloso costituente il setto di separazione tra il I e il II acquifero; al di sotto di tale livello si ha presenza di arenaria compatta fino a 48 m, di ghiaia e sabbia fino a 55.2 m, di conglomerato fino a 60 m, di ghiaia e sabbia fino a 67 m e di sabbia fine fino a 82 m.

Al di sotto di tale profondità è presente argilla gialla che separa l'acquifero tradizionale da quelli profondi costituiti da livelli di sabbia alternati a livelli di argilla e torba.

In base ai suddetti dati stratigrafici è possibile definire che il sottosuolo dell'area in oggetto, per tutta la profondità interessata dal progetto, sia caratterizzato dalla presenza di litologie ghiaioso-sabbiose.

6. Andamento del flusso idrico sotterraneo e oscillazioni della falda

La direzione del flusso idrico sotterraneo, rappresentata dalla carta delle isopieze riportata in *Figura 7* (tratta dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano), è stata ricostruita sulla base di misure di livello piezometrico effettuate nel settembre 2011 entro i pozzi della rete di controllo della Provincia di Milano.

In linea generale questa elaborazione evidenzia come in corrispondenza del settore di Arese la morfologia della superficie piezometrica determini una direzione di flusso idrico sotterraneo disposta in senso NW-SE.

Tale andamento non è in relazione alla geologia del sottosuolo ma è di natura antropica, poiché dovuto alla espansione verso Nord-Ovest della depressione piezometrica di Milano, provocata dal forte emungimento di acque sotterranee.

Nel territorio di Arese la superficie della falda presenta quote piezometriche variabili tra circa 150 e 130 m s.l.m., con un gradiente idraulico pressoché costante pari allo 0.5 %.

La soggiacenza del livello piezometrico decresce leggermente in direzione NE-SW, mantenendosi compresa tra valori di 20 m e 16 m dal piano campagna rispettivamente per l'estremità settentrionale e meridionale del comune d'Arese.

In corrispondenza dell'area Saspe la soggiacenza ricostruita dalla carta piezometrica è stimabile in circa 16-17 m.

6.1 Oscillazione del livello piezometrico

La ricostruzione delle fluttuazioni del livello piezometrico della falda nel tempo è stata possibile grazie alle misurazioni di livello effettuate con cadenza mensile dalla Provincia di Milano in alcuni dei pozzi della rete di controllo.

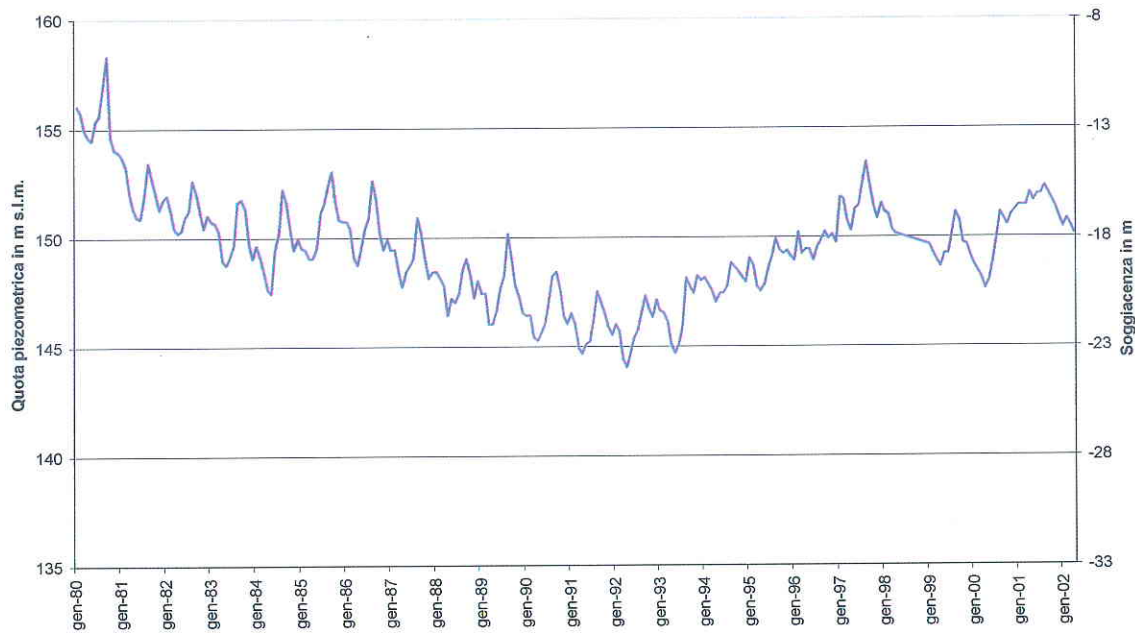
Per questa analisi sono state considerate le oscillazioni della falda e la variazione pluriennale del livello piezometrico misurate in alcuni pozzi pubblici presenti nel Comune di Arese. Nella seguente *Tabella 1* sono elencati i pozzi utilizzati la cui ubicazione è riportata in *Figura 4*.

Codice pozzo	Longitudine	Latitudine	Quota riferimento
Pozzo 0150090004	1504651	5045149	168.43
Pozzo 0150090035	1505754	5044243	166.00

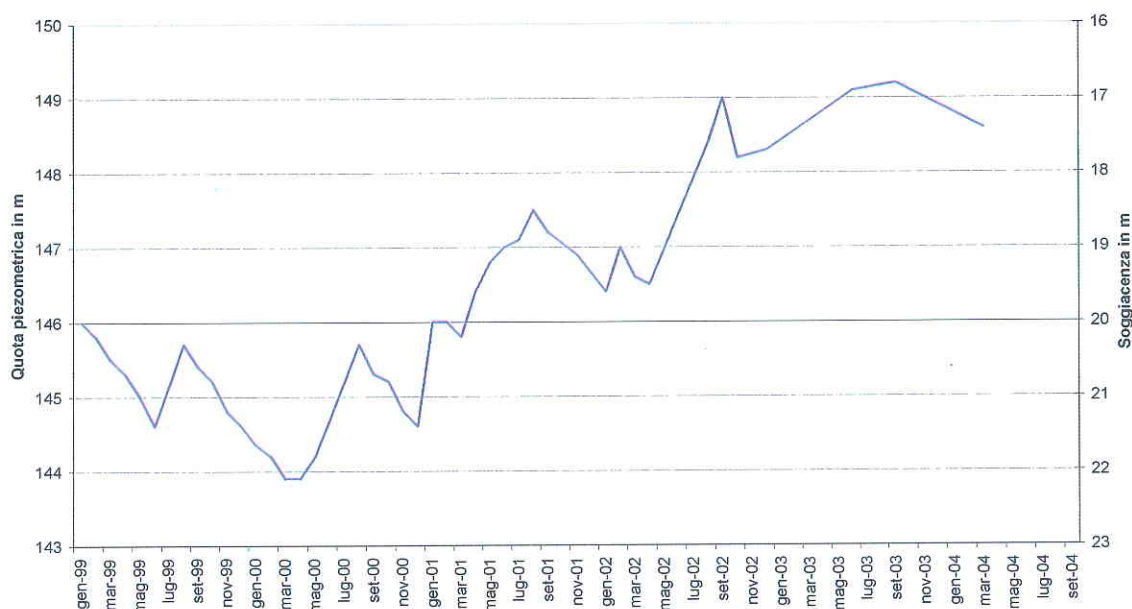
Tabella 1

La serie di misurazioni abbraccia il periodo 1980-2002 per pozzo 4 mentre per il pozzo 35 si dispone di soli dati relativi all'ultimo quinquennio (1999-2004).

Negli *Schemi 2 e 3* sono rappresentate le oscillazioni relative ai suddetti punti di monitoraggio.



Schema 2: oscillazioni livello piezometrico nel pozzo 4



Schema 3: oscillazioni livello piezometrico nel pozzo 35

Trattandosi di punti di monitoraggio posti a valle del Canale Villoresi l'oscillazione della falda misurata in essi presenta le tipiche variazioni cicliche stagionali connesse al regime irriguo.

La massima elevazione della falda coincide, generalmente, con il bimestre Agosto-Settembre (periodo di irrigazione) mentre la minima nel trimestre Marzo-Maggio.

La risalita primaverile dei livelli è conseguente all'apertura del semestre di attività estiva del Villoresi; a partire dal mese di Settembre, contestualmente al secondo periodo di chiusura del Villoresi, si determina un repentino abbassamento dei livelli che viene in alcuni casi smorzato da una leggera risalita nei mesi di Novembre-Dicembre dovuta alla riapertura invernale del canale.

Da una lettura congiunta dei livelli piezometrici registrati nei singoli pozzi è possibile avere un quadro pressoché continuo (con la sola eccezione del periodo dicembre 1998 – maggio 2002) della fluttuazione delle acque sotterranee.

La soggiacenza dei livelli piezometrici, che all'inizio degli anni 80 manifestava valori di circa 12 m (pozzo 4) è progressivamente aumentata sino al 1992 sino a un valore di circa 24.5 m.

Il trend negativo ha comportato nel complesso abbassamenti medi di circa 12 m prevalendo soprattutto nel quinquennio 1980-1984 e nel periodo 1987-1992 in relazione ad apporti meteorologici invernali praticamente nulli.

A partire da quest'ultimo anno, contestualmente alla ripresa di abbondanti precipitazioni meteoriche nonché alla dismissione di molti prelievi industriali si è verificato un recupero dei livelli piezometrici quantificabile in circa 7 m.

Nel pozzo 4 il massimo innalzamento si registra nel settembre 1980 (158.33 m s.l.m. - 10.1 m da p.c.) mentre il massimo abbassamento è stato raggiunto nell'aprile 1992 con quota pari a circa 144 m (24.4 m da p.c.).

Nel pozzo 35 il massimo innalzamento si registra nel settembre 2003 (149.2 m s.l.m. - 16.8 m da p.c.) mentre il massimo abbassamento è stato raggiunto nel bimestre marzo-aprile 2000 con quota pari a circa 143.9 m (22.1 m da p.c.).

Sebbene secondo i dati messi a disposizione dalla Provincia di Milano il livello medio della superficie piezometrica dovrebbe attestarsi a una profondità compresa e variabile tra 15 e 20 m, come meglio descritto in un successivo paragrafo, è stata rilevata la presenza di una falda sospesa, con soggiacenza pari a 3.8 m da p.c..

La base di tale falda è da individuarsi nei livelli a bassa permeabilità presenti a partire da circa 4 m da p.c..

Tale falda risulta, in base alle caratteristiche idrogeologiche dell'area, alimentata dalle acque meteoriche e, in funzione dell'intensità e della durata delle stesse, può presentare battenti piezometrici superiori a quelli sopra riportati.

Per tale motivo, come meglio descritto in un successivo paragrafo, si ritiene necessario adottare sistemi di impermeabilizzazione delle strutture interrato nonché tubi di drenaggio al fondo e lateralmente alle strutture al fine di intercettare e allontanare eventuali risalite d'acqua potenzialmente interagenti con l'opera in progetto.

7. Pozzi acquedottistici esistenti nell'area

Di fondamentale importanza per il presente studio è la verifica dei vincoli previsti dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. internamente alle zone di rispetto dei pozzi a uso acquedottistico presenti nell'intorno dell'area in oggetto.

Per tale motivo in *Figura 8* è riportata l'ubicazione dei pozzi pubblici presenti nei territori comunali di Arese e Bollate e le relative zone di rispetto perimetrare, con criterio geometrico, ai sensi del succitato decreto.

Come illustrato in questa elaborazione in Comune di Arese in vicinanza dell'area oggetto di studio sono presenti i pozzi acquedottistici identificati dai seguenti codici SIF:

- Pozzo 150090001
- Pozzo 150090002
- Pozzo 150090005
- Pozzo 150090007
- Pozzo 150090013
- Pozzo 150090014
- Pozzo 150090031
- Pozzo 150090032
- Pozzo 150090033
- Pozzo 150090035
- Pozzo 150090036

Per quanto attiene il Comune di Bollate in vicinanza dell'area oggetto di studio sono presenti i pozzi acquedottistici identificati dai seguenti codici SIF:

- Pozzo 150270004
- Pozzo 150270005
- Pozzo 150270006

Le caratteristiche dei suddetti pozzi sono riassunte nelle seguenti *Tablelle 2 e 3*.

CODICE POZZO	SIF	PROF. (m)	FILTRI (da m a m da p.c.)	FALDE CAPTATE
150090001		100.5	31.5-33; 56-60; 70-74;	tradizionale
150090002		62	51-58	tradizionale
150090005		82	47.95-77	tradizionale
150090007		64.5	26.5-29.5	tradizionale
150090013		102	24-28; 34-37; 62-82; 94-98	tradizionale
150090014		85	30.2-34.5; 49.5-58.1; 60.1-68.7; 74.7-79	tradizionale
150090031		80	52.19-71.75	tradizionale
150090032		144	38-39; 61.5-70.5	tradizionale
150090033		166.5	51-57; 122.75-127.29; 160-161.5	tradizionale e profonde
150090035		191	121.5-126; 178-181	profonde
150090036		196	124-131.5; 180-187.5	profonde

Tabella 2: pozzi pubblici Arese

CODICE POZZO	SIF	PROF. (m)	FILTRI (da m a m da p.c.)	FALDE CAPTATE
150270004		64.8	41.5-64.8	tradizionale
150270005		68.6	46-67	tradizionale
150270006		67	46-63	tradizionale

Tabella 3: pozzi pubblici Bollate

È importante evidenziare che la fascia di rispetto dei pozzi, tracciata con il criterio geometrico (200 m di raggio nell'intorno della captazione) non interessa il sedime dell'area di Via Senato.

A fronte di questa condizione, nell'area in progetto non sussistono quindi i vincoli previsti dal D. Lgs. 152/06 internamente alle zone di rispetto e non sarà quindi necessario adottare le misure preventive, stabilite dalla normativa vigente, per la salvaguardia delle falde captate.

8. Inquadramento geotecnico

8.1 Dati progettuali e ipotesi fondazionali

Il presente progetto prevede la demolizione delle strutture esistenti e la costruzione di n. 4 palazzine costituite da un piano interrato e da n. 4 piani fuori terra.

Allo stato attuale non sono note né la geometria né il dimensionamento delle opere fondali previste, pertanto, in relazione alle caratteristiche geotecniche riscontrate durante le prove in sito, nella presente fase sono state considerate diverse ipotesi fondazionali.

La tipologia e le dimensioni ipotizzate sono le seguenti:

- travi impostate a una quota di circa -3.50 metri da p.c. attuale, aventi larghezza di base B pari a 1.3 m, 1.5 m, 2 m e un'altezza di 0.7 metri, setti di lunghezza pari a 20 m;
- platea impostata a una profondità di circa -3.50 m da p.c. attuale, platea realizzata al di sotto della sagoma comprendente tutti gli edifici, avente dimensioni medie in pianta pari a circa 60 m x 60 m;
- ancoraggio delle strutture a terreni più profondi e maggiormente compatti (quota ipotizzata a -11.5 m da p.c. attuale) mediante realizzazione di opere di palificazione (tipo micropali aventi diametro di 200 mm) al di sotto della platea sopra indicata.

8.2 Determinazione pericolosità e parametrizzazione sismica del sito indagato

La presente analisi è stata condotta ai sensi delle nuove norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14.01.2008 (sostituenti le norme contenute nel D.M. 14.09.2005).

In base alla nuova normativa i metodi di calcolo di verifica del sistema opere-terreni introdotti si definiscono agli stati limite e prevedono per tali verifiche diverse combinazioni delle azioni, compresa la combinazione sismica nei cui calcoli si inserisce l'azione sismica locale E, considerando la componente verticale della stessa nella definizione dell'azione di progetto e la componente orizzontale nei calcoli della resistenza di progetto.

Dal punto di vista sismico tale analisi è stata resa obbligatoria anche nei comuni in precedenza non classificati come sismici (N.C.), in quanto la recente classificazione sismica

nazionale modificata (allegato 1 dell'O.P.C.M. 20.03.03) considera l'intero territorio italiano sismico, senza più alcuna eccezione.

Nel caso in esame, il comune di Arese è inserito in zona sismica 4 a cui corrisponde il minore grado di pericolosità e i valori più bassi di accelerazione orizzontale massima su suolo tra le quattro zone sismiche individuate per l'Italia.

Lo studio si è articolato in tre diverse fasi, allo scopo finale di determinare l'azione sismica massima di progetto preventivabile per un determinato tempo di ritorno della stessa e una fissata probabilità di eccedenza, azione da inserire successivamente nei calcoli della capacità portante delle fondazioni previste in termini di effetti inerziali.

Tale azione viene ottenuta sulla base di spettri di risposta definiti mediante le seguenti tre diverse fasi:

1. individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1-INGV);
2. scelta della strategia di progettazione;
3. determinazione dell'azione di progetto.

Si sottolinea che tutte le tre fasi sono state affrontate con programma "Spettri NTC ver.1.0.2" approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e messo a disposizione dei tecnici di settore.

8.2.1 Pericolosità sismica del sito

Nella prima fase la "pericolosità sismica di base" del sito di edificazione è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A (*categorie classificate nella tabella 3.2.II del D.M.14.01.2008*) con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione a essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (definite nella tabella 3.2.1.delle NTC-08) nella vita di riferimento dell'opera V_R .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali ottenute sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione massima sul sito (espressa in g/10);
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (valore adimensionale);
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in secondi).

Tali parametri sono forniti nella tabella 1 dell'allegato B delle NTC-08 per 10751 punti (nodi) del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano (a esclusione delle isole per le quali occorre consultare la tabella 2) e per 9 valori del periodo di ritorno T_R .

Tali punti sono definiti in termini di coordinate di latitudine e longitudine.

Per qualunque punto del territorio non ricadente sui nodi del reticolo di riferimento, come nel caso in esame, il valore del generico p (a_g , F_o , T^*_c) a esso corrispondente è ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi a prefissati T_R (periodo di ritorno dell'azione sismica espresso in anni), utilizzando il valore ottenuto dalla media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

A ogni stato limite considerato corrispondono valori differenti di tali parametri.

Così come definito al § 7.1 delle NTC-08 per gli stati limite di tipo geotecnico sotto l'effetto di azioni sismiche e al § C7.1 della circolare d'istruzione relativa ("Requisiti nei confronti degli stati limite"), le verifiche di sicurezza da affrontare per costruzioni con classe d'uso II come quella in esame sono in generale:

- stati limite ultimo di tipo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) con verifica della resistenza del sistema fondazione-terreno, della stabilità dei rilevati, dei muri di sostegno e dei fronti di scavo;
- stati limite di esercizio di tipo SLD (Stato Limite di Danno) con verifica del contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno (cedimenti).

Prendendo in considerazione lo stato limite ultimo SLV, dagli elaborati di calcolo si ottengono per il sito in esame (*Tabelle 4 ÷ 6*) i seguenti valori:

- $a_g = 0.044$ g;
- $F_o = 2.669$;
- $T^*_c = 0.282$ (s);

- $T_R = 475$ anni, ove $T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ con V_R e P_{VR} definiti di seguito.

Con le stesse modalità, allo stato limite d'esercizio SLD si ottengono i seguenti valori:

- $a_g = 0.022$ g;
- $F_o = 2.527$;
- $T_c^* = 0.189$ (s);
- $T_R = 50$ anni, ove $T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ con V_R e P_{VR} definiti di seguito.

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3-Arese.xls

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno ξ

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,017	2,553	0,160
SLD	50	0,022	2,527	0,189
SLV	475	0,044	2,669	0,262
SLC	975	0,053	2,720	0,302

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 4: valori dei parametri sismici per ogni Stato Limite

Microsoft Excel - Spettri-NTCver. 1.0.3-Arese.xls

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ?

75% Arial

140 f_x

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite:SLV

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLV	T [s]	Se [g]
a_s	0,044 g	0,000	0,066
F_s	2,669	0,150	0,081
T_c	0,282 s	0,450	0,081
S_s	1,500	0,513	0,071
C_c	1,594	0,576	0,064
S_T	1,000	0,639	0,057
q	2,150	0,702	0,052
		0,765	0,048
		0,828	0,044
		0,892	0,041
		0,955	0,038
		1,018	0,036
		1,081	0,034
		1,144	0,032
		1,207	0,030
		1,270	0,029
		1,333	0,027
		1,396	0,026
		1,460	0,025
		1,523	0,024
		1,586	0,023
		1,649	0,022
		1,712	0,021
		1,775	0,021
		1,838	0,018
		1,901	0,016
		2,033	0,015
		2,199	0,013
		2,305	0,012
		2,411	0,011
		2,517	0,010
		2,623	0,009
		2,729	0,009
		2,835	0,009
		2,940	0,009
		3,046	0,009
		3,152	0,009

Parametri dipendenti	
S	1,500
η	0,465
T_b	0,150 s
T_c	0,450 s
T_d	1,775 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S \cdot S_s$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10(S+1)} \geq 0,55$; $\eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_b = T_s / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_c = C_c \cdot T_s$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_d = 4,0 \cdot a_s / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_b$ $S(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[\frac{T}{T_b} + 1 \left(1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$

$T_b \leq T < T_c$ $S(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$

Tabella 5: valori dei parametri sismici per Stato Limite SLV

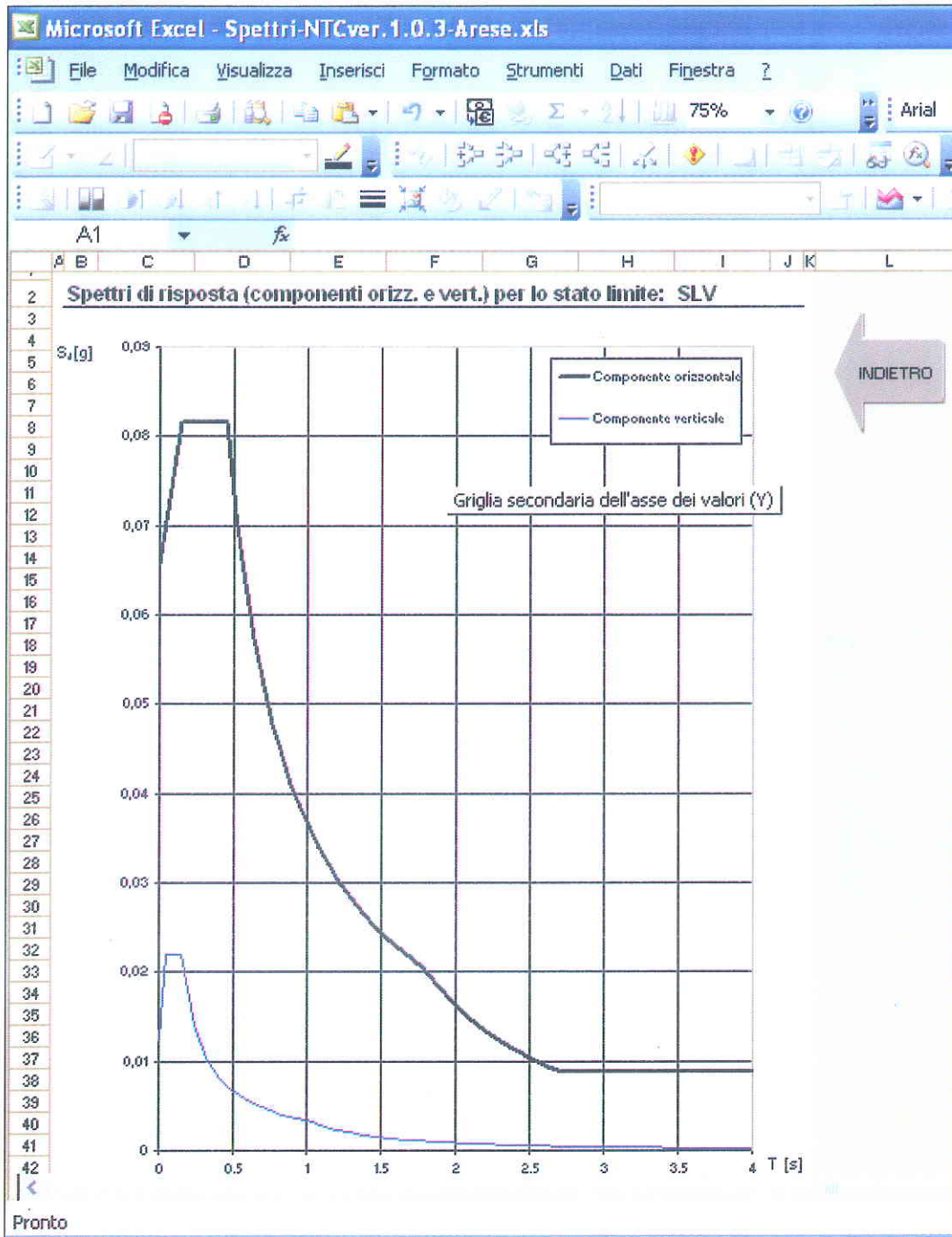


Tabella 6: spettro di progetto Stato Limite SLV

8.2.2 Strategia di progettazione con prestazioni dell'opera attese

Nella seconda fase, a partire dai coefficienti che definiscono il tipo di opera e la classe d'uso della costruzione, si valutano alcuni parametri fondamentali (vedasi capitolo 2 NTC-08) che vengono brevemente riassunti di seguito, alcuni dei quali già menzionati sopra.

- **VN => vita nominale dell'opera** in base al tipo di costruzione "intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata";
- **Classe d'uso** della costruzione in presenza di azioni sismiche;
- **VR => Periodo di riferimento per l'azione sismica**, "che si ricava per ciascun tipo di costruzione moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU", ove CU è definito, al variare della classe d'uso, in base alla tabella seguente.

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0,7	1	1,5	2

Considerando per periodi ≤ 35 anni un V_r minimo pari a 35 anni

- **P_{VR} => Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r** , che si ricava in valore percentuale per ciascuno Stato Limite considerato.

Considerando le palazzine residenziali in progetto, sono stati attribuiti i seguenti valori riferiti alle tabelle relative inserite nel D.M.14.01.2008:

- **$V_N \geq 50$ ANNI** (tipo di costruzione 2 => tabella 2.4.1);
- **Classe d'uso II:** costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali;
- **Coefficiente d'uso C_U** riferibile a classe II: 1,0;
- **$V_R = 50$ ANNI;**
- **$P_{VR} = 63\%$** per stato limite di esercizio (SLD);
- **$P_{VR} = 10\%$** per stato limite ultimo (SLV).

8.2.3 Determinazione azione sismica

La terza fase permette infine di ottenere il valore di progetto dell'azione sismica (definita al § 3.2.3) preventivabile sul sito in esame con prefissati T_R e P_{VR} . Tale azione è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y e da una verticale Z, da considerare tra loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte mediante l'accelerazione massima attesa in superficie o accelerazione massima e relativi spettri di risposta attesi in superficie. Le due componenti orizzontali ortogonali tra loro sono caratterizzate dal medesimo spettro di risposta.

Tale spettro in accelerazione è utilizzato per strutture con periodo fondamentale ≤ 4.0 s ed è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore della accelerazione massima orizzontale a_g , ottenuto in precedenza su sito di riferimento rigido orizzontale: sia la forma spettrale che il valore di a_g si differenziano al variare della probabilità di superamento (P_{VR}) nel periodo di riferimento T_R .

Generalmente per le opere e i sistemi geotecnici risulta trascurabile la componente sismica verticale a eccezione di alcuni casi elencati nel § 7.2.1 delle NTC, in cui il sito d'intervento è ubicato in zona sismica 1 o 2. Tuttavia nelle verifiche successive, prendendo in considerazione l'azione derivante dalla combinazione sismica (combinazione 2.5.5 definita al § 2.5.3 delle NTC-08) e ai fini di una verifica ancor più cautelativa di tale combinazione, il tecnico strutturista può eventualmente considerare anche l'azione sismica E determinata dalla seguente equazione:

$$E = K_{vi} \times (G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj})$$

Si tratta in sintesi di una combinazione quasi permanente aumentata della componente verticale del sisma, componente che si ottiene dallo spettro di progetto SLV per le verifiche agli SLU in condizioni sismiche e dallo spettro di progetto SLD per le verifiche agli SLE in condizioni sismiche.

Da tali spettri si ottengono i seguenti valori di K_{vi} :

- spettro di progetto SLV, $K_{vi} = 0.022$
- spettro di progetto SLD, $K_{vi} = 0.011$

8.2.3.1 Analisi di risposta sismica locale

Al fine di rendere più puntuale l'analisi effettuata, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sui seguenti parametri:

- categoria di sottosuolo presente (ottenuta dalla tabella 3.2.II delle NTC-08 in base a valori di $N_{spt,30}$ o $V_{s,30}$);
- coefficiente di amplificazione topografica S_T (ottenuto dalla tabella 3.2.IV delle NTC-08);
- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S (ottenuto dalla tabella 3.2.V delle NTC-08 in base a categoria di sottosuolo presente).

Allo scopo di attribuire i valori ai parametri sopra descritti è stata realizzata un'indagine sismica in sito ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo.

Tale indagine, i cui risultati sono riportati in *Allegato 2* e la cui ubicazione è riportata in *Allegato 3*, è consistita nell'esecuzione di prova sismica MASW caratterizzata da uno stendimento di linea pari a circa 46 metri e comprendente 24 geofoni. Dalla prova si sono ottenuti i valori $V_{s,30}$ della velocità di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità dal piano di imposta delle fondazioni, determinando in questo modo la categoria di sottosuolo di riferimento (tabella 3.2.II delle NTC-08).

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismografo EEG BR24 24 canali;
- 24 geofoni a 4,5 Hz;
- una mazza da 6 kg che funge da sorgente sismica per la generazione delle onde di superficie.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s (profilo 1-D) che descrive la variazione di V_s con la profondità.

Dalla prova sismica è scaturito un valore finale di velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s, 30}$ pari a **379 m/s**, con $V_{s, 30} = 30 / (\sum_{i=1,N} h_i / V_{s, i})$, ove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (in m/s) dello i -esimo strato considerato. Tale valore appartiene a una categoria di sottosuolo di tipo B.

Successivamente per il medesimo scopo sono stati analizzati i valori di N_{spt} ricostruiti fino alla massima profondità di indagine. Tali valori hanno definito un range medio di numero di colpi N_{spt} (quindi valori alla punta già corretti da un idoneo fattore correttivo) compreso tra 15 e 50 colpi lungo il profilo di 8-9 metri circa da piano fondazionale, a esclusione di ridotti spessori che determinano valori inferiori a 15 colpi.

Dalla correlazione delle due analisi eseguite, penetrometrica più superficiale e sismica profonda, si ritiene idoneo e cautelativo attribuire il sottosuolo indicato alla **categoria C** ovvero *“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, da valori V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s, ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina”*.

Di seguito invece si prendono in esame le condizioni topografiche che possono determinare un'amplificazione sismica dell'evento in base alle categorie topografiche definite nelle norme (coefficiente S_T).

Si osserva che queste categorie devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 metri. Essendo il lotto posizionato in un'area subpianeggiante che presenta solo locali ondulazioni, il sito è stato classificato nella **categoria T1** *“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ”,* a cui corrisponde un valore del coefficiente S_T pari a 1,0.

Un secondo fattore locale di amplificazione da verificare è S_s , ovvero il fattore di amplificazione stratigrafica. Tale fattore è correlato al tipo di sottosuolo presente e nel caso in esame si ottiene $S_s=1.50$ (cat. sottosuolo C, $1.00 \leq 1.70 - 0,60 (F_o \times a_g/g) \leq 1.50$).

Ulteriori parametri di input per ottenere gli spettri di progetto agli stati limite sono i fattori di struttura q legati alla geometria e alle caratteristiche della struttura e utilizzati per ciascuna direzione dell'azione sismica, definiti dalla seguente relazione:

$$q = q_0 * K_R$$

ove q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende da una serie di parametri combinati tra loro (duttilità, tipologia strutturale, zone plastiche), mentre K_R è un fattore

riduttivo che dipende dalla regolarità in altezza delle costruzioni e varia tra 0.8 e 1.

Nel caso in esame si è ipotizzato cautelativamente un fattore di struttura orizzontale q adimensionale puramente indicativo pari a un valore di 2.15, mentre per la componente verticale dell'azione sismica in condizioni SLU il fattore di struttura verticale q è sempre pari ad 1.5, a eccezione che nello studio dei ponti.

8.2.3.2 Risultati ottenuti

Ottenuti i parametri necessari per l'analisi di risposta sismica locale, è possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo A_{max} mediante la seguente relazione:

$$A_{max} = S \times a_g = (1.5 \times 1.0) \times 0.044 \text{ g} = 0.066 \text{ g}$$

ove $S = S_s \times S_r$.

Tale valore di A_{max} è introdotto successivamente nel calcolo della capacità portante Q_{lim} , in termini di effetti inerziali dovuti al sisma, utilizzando i seguenti fattori correttivi:

$$z = Z_q = (1 - a_{max}/tg\varphi)^{0.35}$$

$$Z_c = 1 - 0.32 a_{max}$$

La circolare d'istruzione (n. 617/2009) per l'applicazione delle nuove norme NTC-08 suggerisce però di applicare la correzione, con le formule sopra indicate, solo al fattore z , ponendo quindi $Z_q = Z_c = 1$.

8.3 Indagini in sito e parametrizzazione geotecnica dei terreni

In data 31 gennaio 2011 è stata realizzata una campagna di indagini in sito consistente nell'esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche, con profondità utile massima raggiunta di -11.70 m dal p.c. attuale, al fine di investigare il terreno interessato dalle opere fondali, verificandone la litologia e il grado di addensamento. Da tali prove è stato possibile attribuire i parametri geotecnici fondamentali per calcolare la capacità portante e i

cedimenti del terreno in esame. Le prove sono state realizzate compatibilmente con le strutture artigianali già esistenti occupanti quasi interamente l'area in esame, motivo per il quale è stato possibile indagare un punto solo interno all'edificio coperto (presenza di pavimentazione cementizia).

L'ubicazione è riportata in *Allegato 3*.

8.3.1 Prove penetrometriche dinamiche

Le sei prove sono state realizzate mediante il penetrometro superpesante cingolato (DPSH) modello TG63-100, che presenta le seguenti caratteristiche:

Punta conica	Apertura 5,1 cm conicità 60°
Area base punta conica	20 cmq
Altezza di caduta	75 cm
Diametro aste	3,2 cm
Peso del maglio	63 kg
Lunghezza aste	90 cm
Avanzamento aste	30 cm

La prova viene eseguita computando il numero dei colpi (N_{30}) necessario per ottenere l'infissione della punta conica per tratti successivi di 30 cm ciascuno.

Di seguito si riporta il riepilogo dei dati relativi alle prove penetrometriche effettuate e una sintetica ricostruzione stratigrafica desunta dalla correlazione dei punti di indagine; in *Allegato 4* invece sono proposti i tabulati penetrometrici e i relativi grafici istogrammetrici, nonché una sezione stratigrafico-geotecnica significativa.

Si nota che non sono stati rinvenuti materiali addensati o fortemente addensati tali da determinare rifiuti alla penetrazione da parte del terreno in nessuna delle prove effettuate, mentre si rammenta che è stato intercettato un livello idrico superficiale visibile durante la fase di recupero delle aste in tutte le prove; in particolare, in corrispondenza della prova 3, è stata introdotto un micropiezometro ed è stata calata all'interno di esso la sonda freaticometrica che ha confermato una profondità di tale livello a 3.60 metri da piano campagna attuale.

Prova P1

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N ₃₀)
1	0÷0.60	0.60	18
2	0.60÷1.80	1.20	5
3	1.80÷3.60	1.80	22
4	3.60÷7.50	3.90	9
5	7.50÷9.00	1.50	14
6	9.00÷11.70	2.70	21

Prova P2

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N ₃₀)
1	0÷0.60	0.60	45
2	0.60÷1.50	0.90	5
3	1.50÷2.70	1.20	16
4	2.70÷4.80	2.10	11
5	4.80÷6.60	1.80	7
6	6.60÷8.10	1.50	10
7	8.10÷9.90	1.80	14
8	9.90÷11.70	1.80	20

Prova P3

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N ₃₀)
1	0÷0.60	0.60	20
2	0.60÷2.10	1.50	3
3	2.10÷4.20	2.10	10
4	4.20÷7.20	3.00	7
5	7.20÷8.70	1.50	10
6	8.70÷11.70	3.00	19

Prova P4

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N_{30})
1	0÷0.90	0.90	9
2	0.90÷2.10	1.20	6
3	2.10÷4.50	2.40	12
4	4.50÷6.90	2.40	7
5	6.90÷9.00	2.10	13
6	9.00÷11.10	2.10	22
7	11.10÷11.70	0.60	19

Prova P5

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N_{30})
1	0÷0.60	0.60	33
2	0.60÷2.40	1.80	6
3	2.40÷3.90	1.50	13
4	3.90÷6.00	2.10	8
5	6.00÷8.40	2.40	12
6	8.40÷11.70	3.30	16

Prova P6

Strato	Profondità (m) dal p.c.	Spessore (m)	n. colpi medio (N_{30})
1	0÷0.60	0.60	33
2	0.60÷1.80	1.20	2
3	1.80÷2.70	0.90	7
4	2.70÷4.50	1.80	13
5	4.50÷7.20	2.70	9
6	7.20÷11.70	4.50	14

In generale le prove risultano abbastanza omogenee, le differenziazioni presenti infatti non sono significative in quanto non si hanno variazioni del grado di addensamento all'interno degli strati individuati.

Mediamente le prove sono caratterizzate al di sotto della coltre vegetale misto riporto (spessore medio pari a 0.60 m) da un'alternanza di strati da poco ($N_{30} < 10$ colpi) a mediamente addensati (numero di colpi medio N_{30} compreso tra 11 e 22 colpi), nei quali si rinviene una matrice limo-argillosa (strati più scadenti) localmente sabbiosa (strati più grossolani) talora contenente lenti ghiaiose: tale alternanza si protrae fino a profondità comprese tra -7.0 m e -9.0 m da piano campagna attuale.

Inferiormente si riscontra un evidente e continuo aumento del numero di colpi N_{30} che risulta mediamente pari a 20-21 colpi (ad esclusione della prova 6), a indicare sabbie ghiaiose per lo più mediamente addensate, che si approfondiscono fino a fondo indagine (profondità utile di -11.70 m da p.c.).

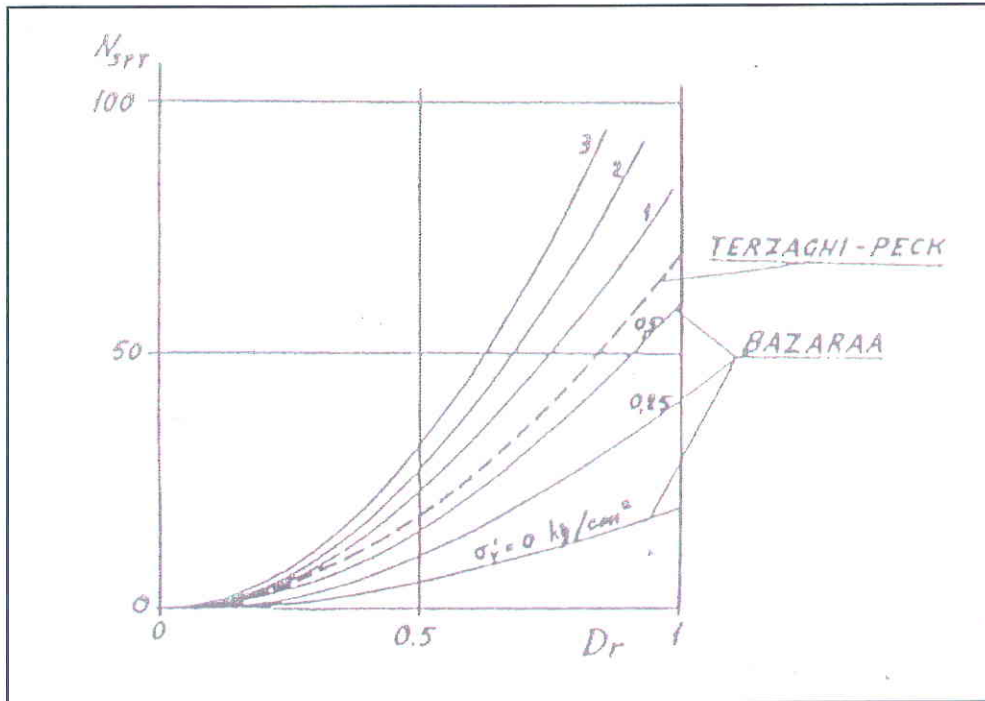
8.3.2 Parametrazione geotecnica dei terreni

Sulla base delle prove penetrometriche dinamiche eseguite è stato dunque possibile ricostruire l'andamento del profilo verticale attraversato.

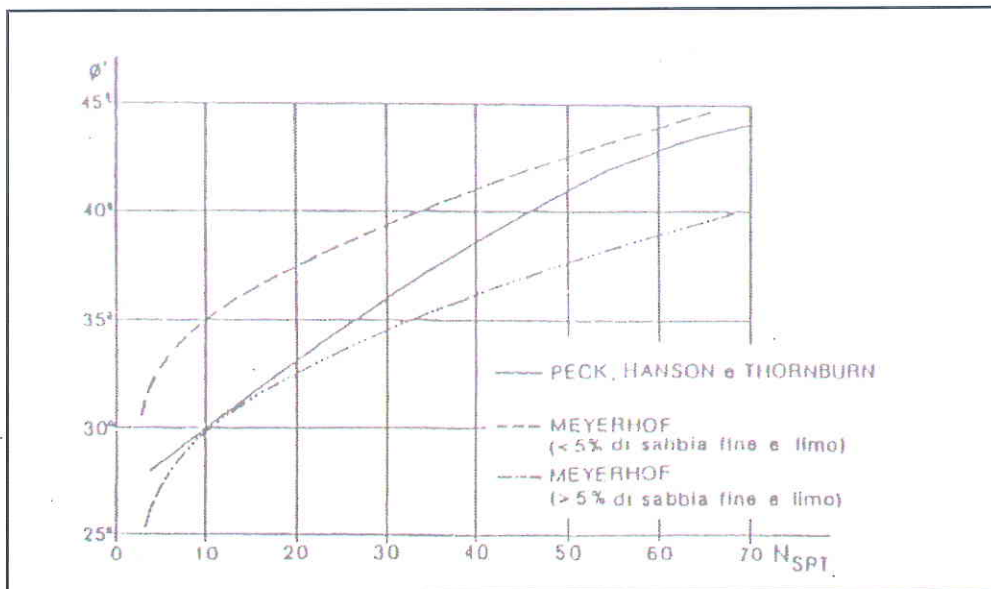
Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica e i principali parametri geotecnici da ricavare fanno riferimento alle prove S.P.T. (Standard Penetration Test), occorre applicare una correzione al numero di colpi ottenuto N_{30} ; in relazione allo strumento impiegato e alla diversità esistente tra i due tipi di prova si è ritenuto idoneo utilizzare il seguente coefficiente correttivo:

$$N_{spt} = 1.3 N_{30}$$

In base al numero di colpi ottenuto in sito dagli strati è stato possibile ricavare i valori medi di N_{spt} di ogni singolo livello e successivamente attribuire le caratteristiche geotecniche agli strati fondali, ricavate dai grafici di correlazione allegati $N_{spt} - Dr\%$ (rif. Terzaghi-Peck) e $N_{spt} - \phi'$ (Meyerhoff). Si specifica che per il calcolo della capacità portante delle fondazioni il valore di angolo d'attrito considerato è il valore di picco mentre è stato cautelativamente trascurato il contributo della coesione del terreno fondale.



Schema 4: correlazioni in terreni sabbiosi tra densità relativa (D_r) e valori di N_{spt} (tratto da A. Cancelli)



Schema 5: correlazioni in terreni generalmente sabbiosi tra angolo d'attrito interno (ϕ') e valori di N_{spt} (tratto da A. Cancelli)

Tra le sei prove penetrometriche effettuate, le prove meno soddisfacenti per gli strati fondali superficiali sono rappresentate dalle prove P1 e P3, in quanto gli strati poco addensati posti al di sotto della coltre vegetale e della quota d'imposta prevista raggiungono un numero di colpi N_{spt} mediamente pari a 10 colpi.

In base a tali prove, lo strato interessato dalle potenziali deformazioni indotte dai carichi strutturali, il cui spessore è pari all'altezza delle potenziali superfici di rottura, si presenta caratterizzato dai valori riportati nella tabella seguente, considerando la profondità sotto fondazione significativa $Z_i = B^{0,7}$ (in quanto colpi costanti/crescenti in profondità al di sotto della quota fondale) e le diverse tipologie fondazionali ipotizzate.

Strato	Profondità da p.c. attuale (m)	Dr% (densità relativa)	ϕ (angolo d'attrito)	γ (peso di volume sommerso)	n. colpi medio (N_{spt})
Fondale	3.60÷7.50	35	29	0.7 t/mc	8 x 1.3 ≈ 10

I valori dell'angolo d'attrito e del peso di volume appena individuati sono stati assunti come valori caratteristici, ove con il termine caratteristico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite considerato per quanto riguarda le fondazioni superficiali.

8.4 Verifiche agli stati limite ultimi (GEO) in condizioni statiche e sismiche (tipo SLV)

8.4.1 Valore del carico limite fondazione-terreno e della resistenza di progetto (RD)

Grazie a una serie di formule sviluppate nel tempo da diverse autori, è possibile ottenere il valore di carico limite (§ 6.4.2.1 NTC-08) che il terreno può sostenere senza che si producano rotture.

Per gli scopi della presente indagine si è scelto di utilizzare la formula di Brinch-Hansen per fondazioni superficiali, che rappresenta una rielaborazione del lavoro di Meyerhoff a cui sono stati aggiunti nuovi fattori, che tengono conto di un'eventuale inclinazione della fondazione rispetto l'orizzontale e di un terreno posto su pendio.

Oltre a ottenere il valore di carico limite in condizioni statiche (come già previsto dalle normative precedenti, ovvero in assenza dei fattori correttivi Z), nell'equazione di calcolo sono stati inoltre considerati gli effetti cinematici dovuti a un sisma (condizioni sismiche) con accelerazione massima al suolo (a_{max} di progetto) pari a 0,066 g, preventivabile per un tempo di ritorno T_R (nel caso in esame pari a 475 anni) e determinato in relazione ai parametri V_R (vita di riferimento della costruzione pari in questo caso a 50 anni) e P_{VR} (per verifiche SLV pari al 10%).

Da tale accelerazione e dalla tabella 7.11.I (ove viene indicato il coefficiente di riduzione β_s da applicare alla A_{max} ottenuta in base alla categoria di sottosuolo presente) si ottiene il coefficiente sismico orizzontale del terreno K_{hk} :

$$K_{hk} = \beta_s \times (a_{max}/g) = 0.20 \times (0.066 \text{ g/g}) \approx 0.013$$

Tale fattore viene utilizzato nella determinazione dei fattori correttivi Z ($Z_y = Z_q = (1 - K_{hk}/\tan\phi)^{0.35}$; $Z_c = 1 - 0.32 K_{hk}$ - Paolucci & Pecker), i quali sono inseriti nella seguente equazione di Brinch-Hansen, determinando i suddetti effetti dovuti al sisma.

Tuttavia nella circolare n. 617/2009 di istruzioni per l'applicazione delle nuove norme NTC-08 si suggerisce di applicare la correzione, con le formule sopra indicate, solo al fattore Z_y , ponendo quindi $Z_q = Z_c = 1$.

L'introduzione di tali fattori sismici incide anche sui fattori correttivi I_c , I_q e I_y legati all'inclinazione del carico (in questo caso pari a 4.2°), considerato quindi non più verticale, e in minor misura sui fattori di forma S_c , S_q e S_y che assumono valori leggermente differenti in presenza di carichi inclinati.

$$Q_{lim} = c N_c \frac{z_c}{s_c} \frac{d_c}{i_c} \frac{b_c}{g_c} + s_q \gamma D N_q \frac{z_q}{d_q} \frac{i_q}{b_q} \frac{g_q}{g} + 0.5 \gamma B N_y \frac{z_y}{s_y} \frac{d_y}{i_y} \frac{b_y}{g_y}$$

(per $\Phi > 0$)

dove:

c = coesione del terreno

γ = peso di volume del terreno

B = larghezza fondazione (dimensione lato corto)

D = profondità di posa delle fondazioni

N_c, N_q, N_y = fattori adimensionali di portanza

s_c, s_q, s_y = fattori di forma della fondazione

i_c, i_q, i_y = fattori correttivi per carichi inclinati

d_c, d_q, d_y = fattori correttivi per l'approfondimento

b_c, b_q, b_y = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione

g_c, g_q, g_y = fattori correttivi per fondazioni su pendio

z_c, z_q, z_y = fattori correttivi per l'inerzia del terreno in condizioni sismiche

Sono stati ottenuti per le fondazioni ipotizzate due valori di carico, uno riferito a condizioni statiche della struttura, il secondo a condizioni sismiche/dinamiche.

Come già espresso nel capitolo precedente, nei calcoli si è valutato un terreno fondale che presenta caratteristiche geotecniche non particolarmente buone.

A tale terreno è stato attribuito un angolo d'attrito caratteristico (come consultabile nel paragrafo precedente), assunto come valore di progetto nell'approccio progettuale utilizzato e di seguito descritto.

Al fine di rimanere nelle condizioni più cautelative, si ribadisce che si è considerata nulla la coesione del materiale fondale e che si è considerata la profondità della falda sospesa superficiale a una quota di -3.50 m da p.c (quota d'imposta ipotizzata).

In base al capitolo 6 del D.M.14.01.2008, al fine di effettuare le verifiche di sicurezza di tipo geotecnico (verifiche agli stati limite ultimi SLU) richieste per opere di fondazioni superficiali, il tecnico deve scegliere l'approccio progettuale di verifica più idoneo tra l'approccio 1 (combinazione 2) e l'approccio 2 (un'unica combinazione) (vedasi § 6.2.3.1).

Considerando più idoneo per il caso in esame utilizzare l'approccio 2 (A1+M1+R3), al suddetto valore di carico limite deve essere applicato un coefficiente di riduzione parziale γ_R , che per la capacità portante (utilizzando valori R3 della tabella 6.4.1 delle NTC-08) è pari a 2.3 (in pratica tale coefficiente corrisponde al fattore di sicurezza globale F_s applicato nel D.M.11.03.88, il cui valore minimo di utilizzo è però sempre pari a 3), mentre, per quanto riguarda i coefficienti di riduzione dei parametri del terreno, tale approccio considera i coefficienti della colonna M1, quindi pari a 1, ovvero i parametri caratteristici (X_m) considerati rimangono invariati con l'approccio 2 e possono essere utilizzati come valori di progetto (X_d).

I calcoli eseguiti hanno determinato i valori di carico limite e di resistenza di progetto (pari a carico limite/2.3) in relazione alle differenti condizioni dell'insieme opera-terreno, statiche e sismiche riportati nella seguente *Tabella 7*.

Tipo fondazione	Altezza Fondazione (m)	Prof. di imposta fondale da p.c. (m)	Lunghezza L (m)	Larghezza B di fondazione (m)	Carico Limite (Kg/cmq)	Resistenza di progetto Rd (Kg/cmq)
Trave 1 (SLU condizioni statiche)	0.7	3.50	20	1.30	3.36	1.46
Trave 1 (condizioni sismiche-SLV)	0.7	3.50	20	1.30	2.90	1.26
Trave 2 (SLU condizioni statiche)	0.7	3.50	20	1.50	3.40	1.48
Trave 2 (condizioni sismiche-SLV)	0.7	3.50	20	1.50	2.93	1.27
Trave 3 (SLU condizioni statiche)	0.7	3.50	20	2.00	3.66	1.59
Trave 3 (condizioni sismiche-SLV)	0.7	3.50	20	2.00	3.11	1.35
Platea (SLU condizioni statiche)	0.5	3.50	60	60.0	23.76	10.33
Platea (condizioni sismiche-SLV)	0.5	3.50	60	60.0	20.52	8.92

Tabella 7: valori di carico limite e di resistenza di progetto (pari a carico limite/2.3)

I valori di resistenza Rd ottenuti dovranno essere verificati agli stati limite ultimi SLU considerando le azioni di progetto Ed ottenute rispettivamente dalla combinazione

fondamentale SLU (2.5.1 NTC-08) e dalla combinazione sismica SLU (2.5.5 NTC-08) connessa all'azione sismica.

8.4.2 Verifica dello scorrimento delle fondazioni superficiali lungo il piano di posa

Un'altra verifica agli stati limite ultimi riguardante le fondazioni superficiali concerne il collasso per scorrimento della fondazione lungo il piano di posa.

Tale verifica deve soddisfare la seguente disuguaglianza:

$$R_d = (N_{sd} \tan \phi_D) / \gamma_R > V_{sd}$$

Ove:

- R_d è il valore della forza parallela al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite del terreno;
- V_{sd} è la componente massima orizzontale del carico;
- N_{sd} è l'azione verticale massima di progetto;
- ϕ_d è il valore di progetto (uguale al valore caratteristico) dell'angolo d'attrito, nel caso in esame pari a 29° in corrispondenza dello strato appena sottostante alla fondazione;
- il coefficiente di riduzione parziale (γ_R) della colonna R3 è pari per questa verifica a 1.1.

Non essendo a conoscenza del valore massimo delle azioni di progetto N_{sd} e V_{sd} , i progettisti dovranno in seguito verificare la precedente disuguaglianza.

8.5 Determinazione dei cedimenti compatibili mediante verifica agli stati limite d'esercizio in condizioni statiche e dinamiche (tipo Sld)

8.5.1 Metodo di Burland e Burbidge

Il metodo oggetto del presente paragrafo permette di calcolare il cedimento immediato e secondario di una fondazione, considerando lo spessore Z_i della zona d'influenza all'interno della quale avvengono le deformazioni significative. Tale spessore è stato dedotto dagli autori predisponendo un'adeguata strumentazione su diversi casi reali per rilevare l'andamento dei cedimenti con la profondità, ottenendo successivamente il seguente legame con la larghezza B della fondazione:

- nel caso di numero di colpi N_{spt} crescente o costante:

$$Z_i = B^{0.7}$$

- nel caso di numero di colpi N_{spt} decrescente:

$$Z_i = 2B$$

L'equazione finale del metodo ha la seguente espressione:

$$Stot = Fs Fh Ft [Pf (B^{0.7}) (lc / 3) + (Q - Pf) (B^{0.7}) lc]$$

in cui:

$Stot$ = cedimento totale in mm

$$Ft = 1 + R3 + R0 \times \text{Log}(T/3);$$

dove $R3 = 0.3$ e $R0 = 0.2$ per carichi statici,

dove $R3=0.7$ e $R0=0.8$ per carichi dinamici,

T = anni di calcolo del cedimento secondario (maggiore di 3);

$$Fs = [1.25 \times (L / B) / (L / B + .25)]^2;$$

lc = fattore che tiene conto della probabilità che il cedimento reale superi quello calcolato, viene calcolato come segue:

$lc_{50} = 1.706 / (N_{spt})^{1.4}$ (probabilità del 50% che il cedimento reale non superi quello calcolato) con N_{spt} = numero di colpi medio dello strato;

$lc_2 = 5.47 / (N_{spt})^{1.4}$ (probabilità del 2% che il cedimento reale non superi quello calcolato);

Pf = pressione efficace al piano di posa della fondazione;

Q = carico applicato alla fondazione;

B = lato corto della fondazione.

Fh = fattore che tiene conto dello spessore dello strato maggiormente compressibile (Sp); è dato da:

$F_h=1$ se $S_p \geq Z_i$;

$F_h = (S_p / Z_i) \times (2 - (S_p / Z_i))$ se $S_p < Z_i$ con

$Z_i =$ altezza cuneo efficace = $B^{0.7}$ (numero colpi N_{spt} crescente)

I valori delle resistenze di progetto ottenuti in precedenza devono essere successivamente verificati in modo tale che i cedimenti assoluti non superino i limiti accettabili per la funzionalità della struttura in esame, ovvero siano verificati agli stati limite d'esercizio SLE statici e in condizioni sismiche (tipo SLD).

In base al D.M.14.01.08 è infatti necessario stabilire la massima azione di progetto che causa il cedimento critico pari alla soglia massima tollerabile per l'edificio, ovvero è necessario accertare che $E_d < C_d$, cioè il cedimento massimo ammissibile S_c che avviene con carico C_d deve essere maggiore del cedimento S_d con carico di progetto considerato E_d .

Generalmente per gli edifici e le strutture di uso più comune si impone nei calcoli un valore limite al cedimento totale pari a 2.5 cm per le sabbie e a 4 cm per le argille in modo tale da evitare cedimenti differenziali di elevata entità. Allo scopo di valutare sempre le condizioni peggiori e più cautelative, si considererà il valore limite massimo di progetto (S_c) di 2.5 cm per il cedimento assoluto.

Il calcolo dei cedimenti effettuato con il metodo di Burland e Burbidge, in precedenza descritto, ha evidenziato che le resistenze di progetto R_d appena ottenute (riassunte nella tabella 4 del capitolo precedente) per gli stati limite ultimi non sono compatibili con la natura dell'opera e del terreno esaminato, ovvero non verificano gli stati limite d'esercizio.

Pertanto si è proceduto a diminuire le resistenze calcolate fino ad ottenere cedimenti del terreno inferiori al valore di 25 mm.

Dai nuovi calcoli effettuati è emerso che i valori di carico massimo di progetto (C_d) utilizzabili per il terreno di fondazione e per l'opera fondale sopra descritta, e che determinano cedimenti compatibili, sono quelli riassunti nella seguente *Tabella 8*.

Tipo fondazione	Carico (Cd) stato limite d'esercizio (Kg/cmq)	Cedimenti immediati (mm)	Cedimenti secondari (mm)	Cedimenti complessivi (mm)
Trave 1 (SLE-condizioni statiche)	0.90	13.3	11.5	24.8
Trave 1 (condizioni sismiche-SLD)	0.90	13.3	11.5	24.8
Trave 2 (SLE-condizioni statiche)	0.80	13.3	11.5	24.8
Trave 2 (condizioni sismiche-SLD)	0.80	13.3	11.5	24.8
Trave 3 (SLE-condizioni statiche)	0.60	12.9	11.1	24.0
Trave 3 (condizioni sismiche-SLD)	0.60	12.9	11.1	24.0
Platea (SLE-condizioni statiche)	0.40	12.5	10.80	23.3
Platea (condizioni sismiche-SLD)	0.40	12.5	10.8	23.3

Tabella 8: valori di carico massimo di progetto (Cd)

Tali valori di carico critico C_d , considerando un valore limite di cedimento S_c di 25 mm, verificano gli stati limite d'esercizio SLE considerati statici e dinamici (SLD) se si ottengono azioni $E_d \leq C_d$ (riportati in Tabella 8), con azioni E_d ottenute rispettivamente dalle combinazioni SLE frequente e quasi permanente (SLE statici) e combinazione sismica agli SLE dinamici (tipo SLD).

8.6 Calcolo della resistenza di progetto del singolo micropalo

Considerati i modesti valori di carico (C_d) ottenuti in condizioni d'esercizio (SLE) si è ritenuto opportuno effettuare anche i calcoli considerando l'ancoraggio delle strutture a strati più profondi e maggiormente compatti mediante opere di palificazione.

La capacità portante di un palo è funzione di numerosi fattori, in particolare della resistenza a compressione del materiale di cui è costituito il palo, delle caratteristiche del terreno circostante, del metodo di installazione e dell'interazione palo-terreno.

Il valore della capacità portante di un palo è pari alla somma dei contributi offerti dalla portata di punta e dalla portata laterale dovuta all'interazione palo-terreno e può essere calcolato tramite formule statiche, dinamiche, prove penetrometriche e prove di carico in sito.

In questa indagine il presente calcolo è stato effettuato al fine di ottenere dei valori indicativi della capacità portante del singolo micropalo, valori che dovranno essere verificati sia dal tecnico strutturista che dai tecnici dell'impresa esecutrice delle opere.

Inoltre durante la fase di perforazione si dovranno accertare le condizioni stratigrafiche ipotizzate in base alle prove penetrometriche eseguite.

Per la presente indagine si sono considerati micropali trivellati ed è stata utilizzata una formula statica valida in generale anche per palificazione tramite infissione.

Nell'applicare la formula si è tenuto presente del modesto disturbo indotto negli strati stessi dall'asportazione del terreno, considerando maggiormente cautelativo non applicare correzioni sui valori di numero di colpi N30 ottenuti dalle prove penetrometriche (che determinerebbero un aumento dei valori degli angoli d'attrito), come invece effettuato nei precedenti calcoli per fondazioni superficiali.

Portata laterale

Esperienze di Terzaghi e Burland

L'espressione che determina la Q_{lat} di un micropalo può essere indicata come segue:

$$(1) Q_{lat} = A_{lat} \times P_{ef} \times K \times \text{tg } \delta;$$

con

A_{lat} = area laterale del palo;

P_{ef} = pressione efficace verticale del terreno data da $L_{palo} \gamma$, considerando l'apporto di ogni

singolo strato a differente valore di peso di volume;

L_{palo} = lunghezza del palo;

D_{palo} = diametro o lato medio del palo;

γ = peso di volume del terreno;

K (coefficiente di spinta a riposo per pali/micropali trivellati) = $1 - \text{sen } \varphi'$;

φ' = angolo d'attrito terreno dopo messa in opera del palo;

δ = angolo d'attrito terra-palo, posto generalmente uguale a φ' per pali in calcestruzzo cilindrici.

Portata di punta

La portata di punta del micropalo viene calcolata con la seguente relazione:

$$(7) Q_p = A_p \times P_{\text{eff}} \times N_q$$

con

A_p = area della base del micropalo

P_{eff} = tensione verticale efficace pari a $\gamma \times L$, considerando l'apporto di ogni singolo strato a differente valore di peso di volume;

N_q = fattore di capacità portante ricavato dal grafico di Berezantsev (1961) in cui è correlato all'angolo d'attrito del terreno considerato.

Calcoli e risultati

I calcoli sono finalizzati a ottenere il valore di capacità portante del singolo micropalo. Nel caso in esame si è ipotizzato un diametro finito pari a 200 mm.

Effettuando tali calcoli su tutte le singole prove, la prova più cautelativa è risultata P3 in relazione alla tipologia e al dimensionamento dei micropali previsti, in particolare è stato ipotizzato quale terreno di imposta del micropalo lo strato profondo mediamente addensato costituito prevalentemente da sabbie ghiaiose e talora ghiaie.

In relazione alla profondità minima del terreno accettabile per un'ancoraggio profondo pari a -11.5 metri da p.c. attuale, nei calcoli successivi è stata considerata una lunghezza dei micropali pari a 8 metri, ovvero impostati a tale profondità.

In base a quanto espresso nelle NTC-08 (§ 6.4.3.1), le verifiche di seguito effettuate fanno riferimento allo stato limite ultimo riguardante il collasso per carico limite nei riguardi del carico assiale.

Così come per il calcolo della capacità portante delle fondazioni superficiali, anche in questo caso le verifiche sono state ultimate mediante l'approccio 2.

Il valore di progetto R_d della resistenza si è ottenuto a partire dal valore caratteristico R_k a cui sono stati applicati i coefficienti parziali γ_R della tabella 6.4.II del D.M.14.01.2008.

La resistenza caratteristica R_k del singolo micropalo è stata dedotta a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, ove il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c, cal}$ i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine.

I calcoli hanno determinato i seguenti valori delle resistenze calcolate, considerando il diametro di 200 mm.

Lunghezza micropalo (m)	Diametro micropalo (mm)	$R_{LATERALE}$ (Tonnellate/palo)	R_{PUNTA} (T/palo)
8.00	200	4.13	5.65

Considerando le 6 verticali di indagine eseguite si ottengono i seguenti valori di resistenza caratteristica del micropalo ($R_{c,k} = R_{c, cal}/\xi$) considerando il fattore di correlazione ξ pari a 1,31 considerando la prova più cautelativa (ovvero il minore valore ottenuto).

Diametro micropalo (mm)	$R_{LATERALE}$ (Tonnellate/palo)	$R_{c,k}$, laterale (Tonnellate/palo)	R_{PUNTA} (T/palo)	$R_{c, K}$, punta
200	4.13	3.15	5.65	4.31

In base ai coefficienti parziali di riduzione della tabella 6.4.II, colonna R3, per pali trivellati, si ottengono le seguenti resistenze di progetto R_d :

Diametro micropalo (mm)	$R_{d,LATERALE}$ compressione (Tonnellate/palo)	R_{d} punta (Tonnellate/palo)	R_{d} totale (Tonnellate/palo)
200	$3.15/1.15 = 2.73$	$4.31/1.35 = 3.19$	5.92

Si ribadisce che i valori di capacità portante del singolo micropalo ottenuti sono valori che dovranno essere attentamente valutati dai tecnici strutturisti. Nel caso in cui, durante la fase esecutiva, ci fossero incongruenze litologiche con le ipotesi fin qui espresse, si renderà

necessario modificare o quanto meno verificare la parametrizzazione geotecnica attribuita ai terreni fondali e ricalcolare i valori ammissibili dei carichi sul singolo micropalo.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, gli effetti principali determinano l'applicazione di momenti flettenti lungo il fusto dei pali e pertanto tale effetto incide solamente nelle verifiche di tipo strutturale.

8.7 Stima del coefficiente di sottofondazione

Il coefficiente di sottofondazione è definito dalla relazione che esiste fra la pressione di contatto in ogni punto della fondazione e la relativa deformazione del terreno e più in particolare da:

$$k = Q/s$$

dove:

- Q = pressione di contatto definita come pressione unitaria che la fondazione esercita in ciascun punto d'appoggio sul terreno di fondazione;
- s = deformazione del terreno.

In linea generale, come proposto da Winkler e da Westergaard, si ipotizza che il coefficiente di sottofondazione k sia costante sotto ogni punto della fondazione.

Per una stima preliminare di tale coefficiente, esistono numerose metodologie: in tale sede si è scelto di utilizzare la seguente formula di Bowles, di semplice uso, che conduce solitamente a valori di k estremamente conservativi.

$$k \text{ (kg/cm}^3\text{)} = 40 \times 3Q \times f_c$$

dove:

- Q = carico di esercizio e 3 è il coefficiente di sicurezza dato dal rapporto fra il carico a rottura (SLU) e quello che produce un cedimento di un pollice;
- $f_c = 2.54 /$ cedimento della fondazione (cm).

Applicando la suddetta formula al carico d'esercizio ottenuto per la fondazione ipotizzata si ottiene il seguente valore del coefficiente di sottofondazione.

Tipo fondazione	Carico stato limite esercizio (kg/cm ²)	Cedimento totale (cm)	Modulo di sottofondo o reazione k (kg/cm ³)
Trave (B=1.3/1.5 m)	1.48	2.48	1.08
Trave (B=2.0 m)	0.6	2.40	0.75
Platea (B=60 m)	0.4	2.34	0.51

Si rammenta che per un valore più attendibile e puntuale di tale coefficiente sono necessarie prove di carico su piastra in sito, mentre il valore appena ottenuto risulta rappresentare solamente una stima.

8.8 Fronti di scavo e relativa altezza critica

Nel progetto sono previsti scavi di natura temporanea per la realizzazione del piano interrato (scavo di sbancamento) per un'altezza superiore ai 2 metri di profondità da piano campagna.

Si è reso pertanto necessario verificare l'altezza critica delle pareti previste.

Considerando che la realizzazione di tali scavi genera una sovrappressione interstiziale negativa, la cui dissipazione sposta nel tempo lo stato di sollecitazione, il margine di sicurezza che si ha a breve scadenza (in condizioni non drenate) può essere completamente annullato a lunga scadenza (Lancellotta, 2004).

Ciò comporta che la verifica seguente può essere impiegata solamente come verifica a breve scadenza (in condizioni non drenate), ovvero considerando solo lo stato tensionale che si instaura all'apertura dello scavo.

Applicando la teoria di Rankine relativa alla spinta delle terre, è possibile ottenere l'altezza critica per una parete verticale a seguito dello scavo tramite la seguente formula:

$$H_c = 2.67/y * c * \tan (45 + \phi/2)$$

dove:

H_c = altezza critica

Agli strati oggetto dello scavo, caratterizzati dal punto di vista geotecnico in base a quanto riscontrato dalle prove penetrometriche, si sono assegnati i seguenti parametri caratteristici:

- angolo di resistenza al taglio = 26° (valore medio cautelativo);
- coesione $c = 1.5 \text{ t/mq}$ (valore medio utilizzato in condizioni non drenate);
- peso di volume materiale = 1.7 t/m^3 (terreno al di sopra della massima oscillazione di falda).

In base alla nuova normativa, trattandosi di opera provvisoria inferiore ai due anni (scavo temporaneo) le verifiche sismiche sono state omesse (§ 2.4.1 delle NTC-08), mentre le verifiche di sicurezza per queste situazioni transitorie (§ 2.2.3 delle NTC-08) sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi.

Per i fronti di scavo la condizione di stabilità deve essere verificata secondo l'approccio progettuale 1, combinazione 2 (A2 + M2 + R2), nella quale ai parametri geotecnici dei terreni devono essere applicati coefficienti parziali riduttivi (M2) alla coesione (pari a 1.25) e alla tangente dell'angolo di resistenza al taglio (pari a 1,25) e un coefficiente parziale per la resistenza γ_R pari a 1.1.

Dalla verifica si ottiene:

$$H_c = 2.67/\gamma * c/1.25 * \tan(45 + \phi/2)/1.25 = 2.41 \text{ m}$$

Quindi il valore di progetto dell'altezza critica da considerare è pari a:

$$H_c/1.1 = 1.60/1.1 \text{ m} = 2.19 \text{ m}$$

Tale altezza potrà essere mantenuta a breve termine in condizioni asciutte.

Si rammenta che per scavi a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m e per scavi che ricadono in prossimità di manufatti esistenti la recente normativa (D.M.14.01.2008) prevede l'obbligo di messa in opera di un'armatura di sostegno delle pareti.

9. Dimensionamento preliminare dei pozzi perdenti/trincee drenanti

9.1 Determinazione degli afflussi meteorici e calcolo della portata di picco – volume onda di piena

Il dimensionamento delle opere idrauliche di captazione e smaltimento delle acque piovane è legato all'intensità e alla durata degli eventi meteorici che possono verificarsi nell'area oggetto di studio.

L'elaborazione dei dati pluviometrici ha come obiettivo la ricerca della relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e il valore di durata nel tempo t .

La funzione $h = h(t)$ viene normalmente espressa con una formula monomia del tipo:

$$h = at^n$$

dove:

h è l'altezza di pioggia espressa in mm;

t il tempo di pioggia indicato in ore.

Di fondamentale importanza è la determinazione dei coefficienti a ed n che risultano essere funzione del tempo di ritorno T_r , ovvero del tempo medio di attesa stimato tra l'occorrere di un determinato evento e il successivo, con caratteristiche tali per cui il valore della grandezza in esame venga eguagliato o superato.

Per il caso in esame la portata da smaltire attraverso i pozzi di dispersione è stata valutata a partire dai dati di pioggia facenti riferimento a un tempo di ritorno T_r estremamente cautelativo e pari a 100 anni, secondo il metodo della corrivazione che verifica il caso più sfavorevole rappresentato da piogge intense per brevi lassi temporali.

Il tempo di corrivazione T_c è definito come l'intervallo di tempo che intercorre tra l'inizio della pioggia e l'istante in cui le particelle d'acqua giungono nel reticolo idrografico/punto di recapito finale. Minore è il tempo di corrivazione, più rapide saranno le ondate di piena attese all'impianto di dispersione. Per il caso in esame, per la determinazione del tempo di corrivazione, è stata utilizzata la formula di Kirpich.

$$T_c = 0.0662 * L_m^{0.77} * (1000 * L / C)^{0.385}$$

dove:

T_c è il tempo di corrivazione, espresso in ore;

L_m è la distanza massima percorsa dall'acqua;

L è la lunghezza dell' asta principale;

C è la differenza di quota tra il punto più lontano della rete e il punto recettore.

In considerazione del fatto che la formulistica è studiata per bacini idrografici, in via del tutto cautelativa, si è assunto nella formula $H = a \cdot t^n$ un valore di t pari a 15 minuti.

I dati utilizzati nel presente progetto sono stati ricavati dallo studio del P.A.I. "Direttive sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" già impiegati nell'ambito del "Rilievo della valutazione geologica del Parco sovra comunale Grugnotorto Villoresi" (ricomprensente i Comuni di Cinisello Balsamo, Cusano Milanino, Muggiò, Nova Milanese, Paderno Dugnano e Varedo).

Nel suddetto studio sono infatti riportati i coefficienti pluviometrici facenti riferimento a un tempo di ritorno T_r pari a 20 e 100 anni (Tabella 9).

	$T_r=20$ anni	$T_r=100$ anni
a	61.47	80.00
n	0.284	0.280

Tabella 9: indice di possibilità pluviometrica

Per il caso in esame, usando la formalistica sopra proposta si ottengono i seguenti valori:

$T_r = 100$ anni;

$T_c = 15$ minuti;

$h(T_c) = 54.264 \text{ mm}/T_c$;

Portata di picco = 205 l/s.

9.2 Teoria del moto di filtrazione

In idraulica, il termine filtrazione rappresenta normalmente il complesso dei fenomeni di moto attraverso un mezzo permeabile, come quello ad esempio formato dai grani di terreno sciolto naturale sia esso sabbioso o ghiaioso.

Tale caratteristica morfologica del materiale, fa sì che il fluido si muova all'interno di una fitta rete irregolare di canali, di dimensioni minute; tali caratteristiche rendono il moto molto lento per le elevate resistenze riscontrate.

Per ogni punto del liquido, sarà possibile rappresentare il livello dell'energia (della piezometrica) attraverso la seguente relazione:

$$h^* = h + p/\gamma$$

che sarà costante lungo la verticale causa la lentezza del moto.

Se il liquido è in quiete, la quota dell'energia sarà la stessa per ogni punto occupato dal fluido; in caso di moto, sarà necessaria la presenza di un gradiente piezometrico nella direzione del moto, per compensare le perdite di energia dovute alle dissipazioni viscosive.

Non essendo possibile lo studio del moto attraverso il singolo filetto idraulico, sarà necessario una soluzione globale del moto, considerando contemporaneamente sia lo spazio sede del moto sia quello occupato dalla particelle di terreno, considerando il tutto come un continuo. Sarà quindi possibile definire la velocità media del fluido attraverso il materiale poroso grazie alla seguente relazione:

$$V = Q/A$$

nella quale Q è la portata che attraversa una determina sezione di materiale di area A.

La legge base, formulata da H. Darcy nel 1856 lega la velocità media del fluido alla pendenza della cadente piezometrica (i) secondo la seguente relazione:

$$V = K \times i$$

nella quale il coefficiente K dipende dal materiale e prende il nome di coefficiente di permeabilità.

Per i moti di filtrazione, in un sistema di riferimento cartesiano è possibile esprimere le componenti della velocità come:

$$V_x = -k (\partial h / \partial x); \quad V_y = -k (\partial h / \partial y); \quad V_z = -k (\partial h / \partial z)$$

che associata all'equazione di continuità soddisfa l'equazione di Laplace:

$$(\partial^2 h / \partial x^2) + (\partial^2 h / \partial y^2) + (\partial^2 h / \partial z^2) = \nabla^2 h = 0$$

Di fondamentale importanza per la determinazione della capacità drenante del terreno è la conoscenza delle sue caratteristiche geologiche/idrogeologiche.

Per l'area in esame sono già stati realizzati approfonditi studi nel corso delle attività di caratterizzazione geotecnica dell'area.

Duranti tali attività, il terreno ha evidenziato una scarsa omogeneità verticale dei materiali costituenti il primo sottosuolo (entro 11 m da p.c.). Più in dettaglio, secondo la ricostruzione geologica effettuata, il sottosuolo è caratterizzato da un'alternanza di litologie a bassa permeabilità con livelli assimilabili a sabbie ghiaiose/ghiaie sabbiose.

Di seguito, in *Tabella 10*, si riporta, secondo la comune letteratura scientifica, il valore della permeabilità in funzione della granulometria del terreno.

K (cm/s)	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
drenaggio	buono				povero				praticamente impermeabile			
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia ghiaia pulita			sabbia fina, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla. depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona altera dagli agenti atmosferici				
		terreni impermeabili modificativi dagli effetti della vegetazione e del tempo										

Tabella 10: valore di k in funzione della litologia del terreno

9.3 Portata smaltita dai pozzi perdenti

Il calcolo della portata smaltita da ogni singolo pozzo perdente è stata valutata attraverso il programma di calcolo "Pozzi Perdenti" nella versione più aggiornata (versione 2.0.0.0.).

Nel caso di **pozzi perdenti in falda profonda** il calcolo della portata (soluzione del moto di filtrazione), viene ottenuto dalla risoluzione dell'equazione differenziale del moto in coordinate cilindriche (r, y), ovvero dalle seguenti equazioni:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) = 0 \quad \text{e} \quad \phi = kh = C_1 \ln r + C_2$$

le ipotesi al contorno sono:

$h=0$ per $r=r_0$;

$h=H$ per $r=RI$ (dove r_0 è il raggio del pozzo e RI il raggio di influenza)

Il raggio di influenza RI viene calcolato considerando che a livello della quota del fondo del pozzo la velocità di filtrazione risulta essere composta da un vettore verticale, ovvero:

$$-V_y = -K$$

Similmente, nel caso di **pozzi perdenti con falda relativamente alta**, la soluzione del moto di filtrazione, è ottenuta imponendo le seguenti condizioni al contorno:

$h=0$ per $r=r_0$;

$h=H_0-H_1$ per $r = RI$

Tutto ciò premesso, per il caso in esame, si deve considerare la natura dei terreni presenti sino alla profondità investigata dalle prove penetrometriche.

In particolar modo la contestuale presenza della falda sospesa e di materiali a bassa permeabilità presenti sino a circa 7 m da p.c., preclude, di fatto, la possibilità di realizzare pozzi perdenti intestati entro il predetto orizzonte.

A puro titolo indicativo, e non esaustivo, assumendo una K pari a $2 \cdot 10^{-5}$ m/s con pozzi perdenti profondi 4 m (diametro 1 m) si smaltirebbero portate irrisorie inferiori a 1 l/s.

Per tale motivo risulta obbligatorio procedere o alla realizzazione di pozzi perdenti aventi profondità superiori a 7 m (ovvero alla base del livello semi impermeabile) o allo smaltimento delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale/fognatura.

In merito alla possibilità di disperdere le acque meteoriche nel suolo con pozzi profondi 15 m, gli scriventi non ravvisano elementi ostativi tali da impedirne la realizzazione.

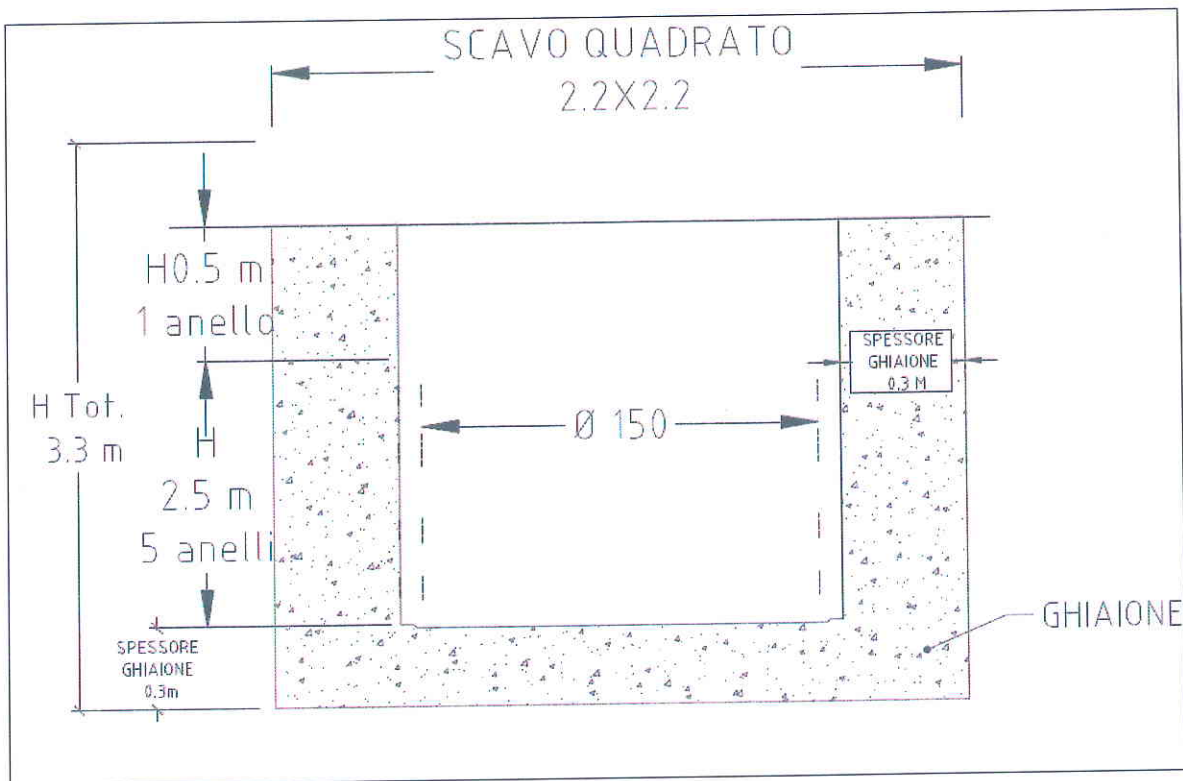
Si ricorda infatti che le acque eventualmente disperse in tale orizzonte sarebbero costituite unicamente dalle acque di seconda pioggia insistenti sulle superfici scolanti e, quindi, da acque non contaminate.

La falda sottostante risulta inoltre essere la prima falda non captata a scopo idropotabile in quanto non sufficientemente garantista in termini qualitativi.

Dimensionalmente imponendo una K pari a $1 \cdot 10^{-3}$ m/s si verificherebbe uno smaltimento pari a circa 76 l/s calcolando un tirante idrico di 5 m; per un corretto smaltimento, previa verifica delle portate di punta da smaltire che dovranno essere effettuate dai progettisti, è possibile prevedere la realizzazione di n. 3 pozzi. In tale calcolo, in via cautelativa, non è stato considerato il volume di invaso di ogni singolo pozzo che ammonta a circa 12 m³.

Quale prescrizione per la realizzazione di pozzi perdenti approfonditi oltre il primo livello semi impermeabile, si impone che in fase di realizzazione venga realizzata una netta separazione idraulica in corrispondenza del suddetto orizzonte mediante la messa in opera di argilla compactonit per uno spessore almeno pari all'orizzonte semi impermeabile attraversato.

Infine, qualora i progettisti ritenessero fondamentale determinare sperimentalmente il valore di permeabilità entro la parte più superficiale dei terreni (da p.c. a -5m), sarà necessario approntare un campo prova mediante la messa in opera di un pozzo perdente avente le caratteristiche riportate nel seguente *Schema 6*; secondo quanto sopra esposto si ritiene tuttavia inutile realizzare tale opera poiché la conducibilità idraulica di tali livelli non permetterebbe comunque la dispersione dei quantitativi d'acqua previsti.



Schema 6: pozzo prova

Una volta realizzato il campo prova sarà necessario riempire il pozzo e verificare la variazione del livello mediante un trasduttore digitale di pressione collegato a un datalogger (Foto 1).

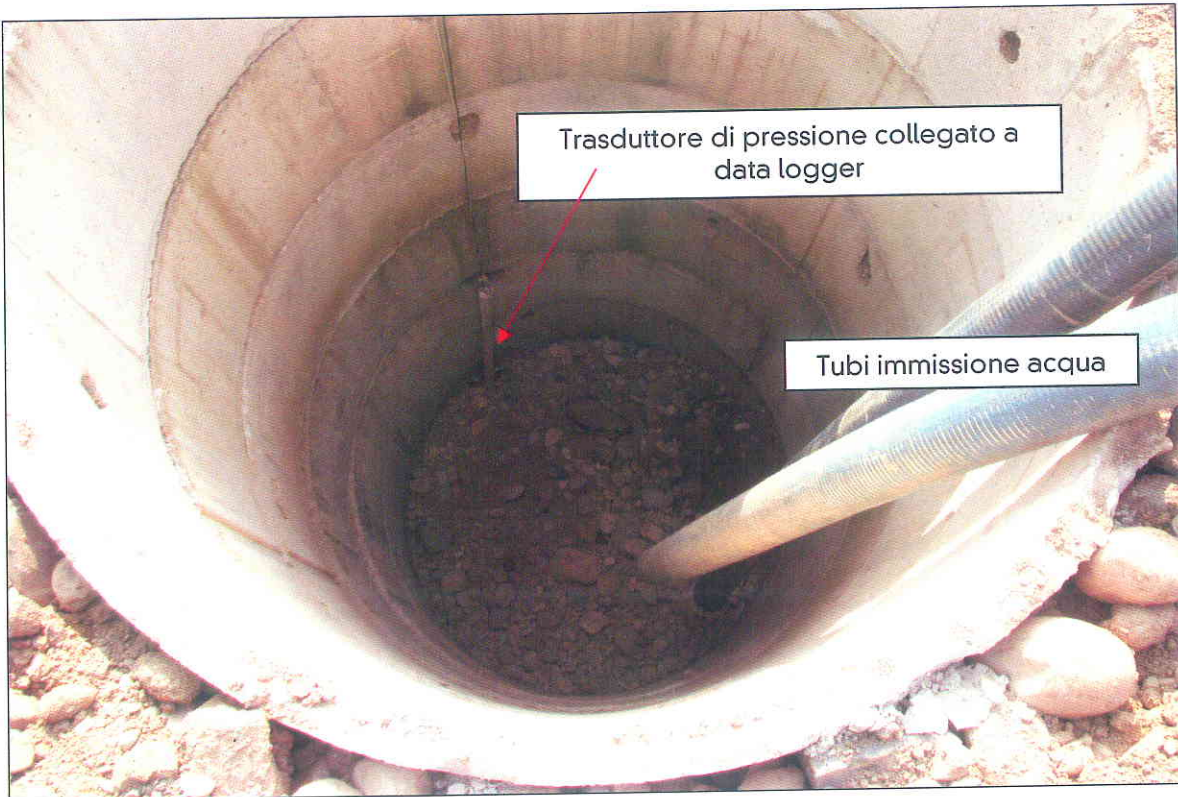


Foto 1: allestimento pozzo prova

10. Caratteristiche qualitative dei terreni

Come indicato in premessa, l'area in oggetto è attualmente vincolata alla realizzazione del Progetto di Bonifica approvato in sede di Conferenza dei Servizi in data 16 ottobre 2008; l'esecuzione dei lavori è stata autorizzata in data 23 ottobre 2008 con Lettera Prot. n. 28913 del 2008 Cat. VI cl. 9.4.

Sull'area in oggetto è stato infatti rilevato, durante le attività di indagine eseguite sia su iniziativa di parte che in contraddittorio con gli Enti di Controllo, un superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) per aree a uso residenziale/verde pubblico. I superamenti sono ascrivibili alla presenza di Idrocarburi pesanti e sono con tutta probabilità, come ampiamente ricostruito nei documenti progettuali della bonifica, approvati dagli Enti di Controllo, a fenomeni accidentali.

Si sottolinea che la concentrazione di Idrocarburi pesanti rilevata risulta essere inferiore alle CSC per aree a uso industriale/commerciale.

Sebbene l'area attualmente sia a uso industriale, la Proprietà, proprio in funzione della volontà di procedere a una riqualifica urbanistica di un'area di fatto inserita in un contesto residenziale, ha valutato necessario, sin dall'inizio, procedere alla predisposizione di un progetto di bonifica atto al raggiungimento degli standard ambientali richiesti per aree a uso residenziale.

Tutto quanto sopra premesso e rimandando per ogni eventuale approfondimento al Progetto di Bonifica approvato, le attività di risanamento ambientale prevedranno semplicemente lo scavo e lo smaltimento dei terreni contaminati rinvenuti in un limitato settore dell'area oggetto dell'intervento e per un'estensione verticale di un solo metro dal piano fabbrica.

In concomitanza con tali attività sarà effettuata anche l'estrazione delle cisterne interrato attività per le quali saranno seguite le specifiche previste dalle Linee Guida emanate da ARPA Lombardia.

I lavori di bonifica, considerando anche i tempi necessari per l'esecuzione delle analisi di laboratorio, richiederanno circa 1 mese di lavori. Si precisa tuttavia che le effettive attività di asportazione di terreni contaminati nonché quelle per l'estrazione e l'eventuale messa in sicurezza d'emergenza delle cisterne interrato potrebbero, in linea di massima, essere concluse in 2 – 3 giorni di lavoro.

Di fatto, la realizzazione della riqualificazione urbanistica dell'area consentirà la rimozione di terreni contaminati che, caso contrario, rimarrebbero in loco. Per tale motivo, il progetto di



riqualificazione urbanistica non solo non presenta elementi ostativi dal punto di vista ambientale ma, al contrario, migliorerà lo stato ambientale della matrice suolo.

Conclusioni

Su incarico di Officine Saspe S.r.l., di seguito Saspe, con sede in Via Senato 10, in Comune di Arese (MI), è stata predisposta la presente relazione di fattibilità geologica del progetto edilizio previsto sull'area in oggetto.

Il presente documento è stato redatto in base a quanto previsto dalla L.R. n. 12 dell'11.03.2005 "Legge per il governo del territorio" che, oltre agli indirizzi e alle linee guida forniti dalla Giunta Regionale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, per la parte inerente la difesa del territorio impone, all'interno del Piano di Governo del Territorio (PGT) comunale, la definizione degli assetti geologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale, regolamentati dai "Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio - componente geologica, idrogeologica e sismica del Piani di Governo del Territorio" riportati sul BURL n. 13 del 28 marzo 2006.

Nell'area in oggetto, avente un'estensione pari a circa 6.800 m², è prevista la realizzazione di n. 4 edifici a uso residenziale.

L'area Saspe si situa nel settore meridionale dell'abitato di Arese, a una quota di circa 157 m s.l.m..

Sotto l'aspetto morfologico il territorio, posto al passaggio tra "alta" e "media pianura" lombarda, è contraddistinto da una pianura alluvionale degradante verso Sud con pendenza media dello 0.4%, corrispondente al "livello fondamentale" della pianura.

Per quanto attiene le caratteristiche piezometriche dell'acquifero superficiale, a livello comunale, dall'elaborazione proposta è possibile osservare una direzione di flusso orientata all'incirca NW-SE e quote comprese tra 150 e 130 m s.l.m., un gradiente idraulico pari a 0.4%.

In corrispondenza dell'area di studio si ha un livello di falda pari a circa 139 m s.l.m. a cui corrisponde una soggiacenza pari a circa 17 m dal p.c.; tuttavia, in fase di caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata rilevata la presenza di una falda sospesa alla profondità di 3.8 m da p.c..

Per quanto attiene i caratteri geologici e idrogeologici, non sono stati rilevati nell'area vincoli derivanti da norme specifiche, quali ad esempio quelli relativi alle zone di rispetto dei pozzi acquedottistici (D. Lgs 152/06 e D.G.R. n. 7/12693 del 10/04/2003), o quelli connessi a fasce di protezione fluviale del "Piano di Assetto Idrogeologico" (PAI).

Secondo quanto riportato nella Tavola "Fattibilità geologica", l'area di Via Senato è inserita in **Classe di fattibilità II con modeste limitazioni sottoclasse 2c** in virtù delle condizioni

limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-geotecnico.

Per quanto attiene invece i caratteri geotecnici, le verifiche effettuate nella presente indagine si sono concentrate sulle proprietà geotecniche e sismiche dei terreni presenti e sono state realizzate considerando l'edificio progettuale sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche derivanti dall'accelerazione orizzontale massima sismica preventivabile sul sito in esame per un determinato tempo di ritorno dell'evento sismico.

Tali verifiche hanno determinato le seguenti considerazioni:

- i materiali fini e medio-fini limoso-sabbiosi costituiscono lo strato fondale per le fondazioni superficiali sia di tipo platea, sia di tipo nastriforme; tali materiali tendono a presentarsi poco addensati tra le quote comprese tra -3.60 e -7.0 m circa da p.c. attuale, mentre al di sotto la variazione di litologia determina un aumento significativo del grado di addensamento e della granulometria, con il terreno che assume caratteristiche geotecniche discrete;
- in relazione alla diverse ipotesi fondazionali verificate, ai fini progettuali le azioni massime di progetto da calcolarsi nelle varie combinazioni agli SLU e SLE, statiche e in condizioni sismiche, dovranno essere inferiori rispettivamente alle resistenze di progetto (R_d) e ai carichi massimi d'esercizio (C_d) che determinano cedimenti compatibili, valori ottenuti e riassunti in dettaglio nelle *Tablelle 7 e 8* rispettivamente dei paragrafi 8.4.1 e 8.5.1;
- nel caso di posa di palificazione dovranno essere attentamente verificati dai tecnici strutturisti delle opere i risultati emersi dalla presente indagine con riferimento alle ipotesi qui considerate e riguardanti la lunghezza e il diametro del palo/micropalo da utilizzare, nonché valutare la disposizione degli stessi e i relativi potenziali cedimenti dell'intera opera di palificazione, rammentando che la norma prevede una distanza minima tra i pali pari a tre volte il diametro;
- in relazione alla verifica allo scorrimento della fondazione superficiale il progettista dovrà verificare le azioni massime di progetto lungo la componente orizzontale in modo che sia verificata la disuguaglianza $R_d > V_{sd}$;
- il fronte di scavo in progetto per la realizzazione dell'opera edificatoria può rimanere verticale a breve termine in condizioni asciutte per un'altezza di 2.19 m; si sottolinea che per altezze superiori a 2.0 m è d'obbligo la messa in opera di un'armatura di sostegno;

- in relazione alle modalità esecutive, considerando la presenza di una falda piuttosto superficiale caratterizzata da oscillazioni e risalite durante la fase di ricarica della stessa e al fine di evitare la formazione di zone umide, si dovrà provvedere all'impermeabilizzazione delle parti interrato, compresa la fondazione, mediante guaine o cementi osmotici/miscele bentonitiche impermeabilizzanti, nonché la posa di tubi di drenaggio al fondo e lateralmente alle strutture al fine di intercettare e allontanare eventuali risalite d'acqua potenzialmente interagenti con le nuove strutture.

Per quanto attiene il dimensionamento dei pozzi perdenti, per il caso in esame, si deve considerare la natura dei terreni presenti sino alla profondità investigata dalle prove penetrometriche.

In particolar modo la contestuale presenza della falda sospesa e di materiali a bassa permeabilità presenti sino a circa 7 m da p.c., preclude, di fatto, la possibilità di realizzare pozzi perdenti intestati entro il predetto orizzonte.

Per tale motivo risulta obbligatorio procedere o alla realizzazione di pozzi perdenti aventi profondità superiori a 7 m (ovvero alla base del livello semi impermeabile) o allo smaltimento delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale/fognatura.

In merito alla possibilità di disperdere le acque meteoriche nel suolo con pozzi profondi 15 m, gli scriventi non ravvisano elementi ostativi tali da impedirne la realizzazione.

Si ricorda infatti che le acque eventualmente disperse in tale orizzonte sarebbero costituite unicamente dalle acque di seconda pioggia insistenti sulle superfici scolanti e, quindi, da acque non contaminate.

La falda sottostante risulta inoltre essere la prima falda non captata a scopo idropotabile in quanto non sufficientemente garantista in termini qualitativi.

Per un corretto smaltimento, previa verifica delle portate di punta da smaltire che dovranno essere effettuate dai progettisti delle opere architettoniche, è possibile prevedere la realizzazione di n. 3 pozzi. In tale calcolo, in via cautelativa, non è stato considerato il volume di invaso di ogni singolo pozzo che ammonta a circa 12 m³.

Quale prescrizione per la realizzazione di pozzi perdenti approfonditi oltre il primo livello semi impermeabile, si impone che in fase di realizzazione venga realizzata una netta separazione idraulica in corrispondenza del suddetto orizzonte mediante la messa in opera di argilla compactonit per uno spessore almeno pari all'orizzonte semi impermeabile attraversato.

Infine, qualora i progettisti ritenessero fondamentale determinare sperimentalmente il valore di permeabilità, sarà necessario approntare un campo prova mediante la messa in opera di un pozzo perdente avente le caratteristiche riportate nello *Schema 6*.

Infine, l'area in oggetto è attualmente vincolata dalla realizzazione del Progetto di Bonifica approvato in sede di Conferenza dei Servizi in data 16 ottobre 2008; l'esecuzione dei lavori è stata autorizzata in data 23 ottobre 2008 con Lettera Prot. n. 28913 del 2008 Cat. VI cl. 9.4.

Di fatto, la realizzazione della riqualificazione urbanistica dell'area consentirà la rimozione di terreni contaminati che, caso contrario, rimarrebbero in loco. Per tale motivo, il progetto di riqualificazione urbanistica non solo non presenta elementi ostativi dal punto di vista ambientale ma, al contrario, migliorerà lo stato ambientale della matrice suolo.

Alla luce di quanto sopra, la realizzazione delle attività di bonifica dei terreni e di rimozione delle cisterne interrato e delle prove di campo atte a verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni permetteranno di eliminare tutti gli elementi ostativi all'esecuzione delle opere in progetto.

Bollate, febbraio 2011

Dott. Luca M. Pizzi



Dott.ssa Ilaria Villa



STUDIO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'AREA DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE (MI)

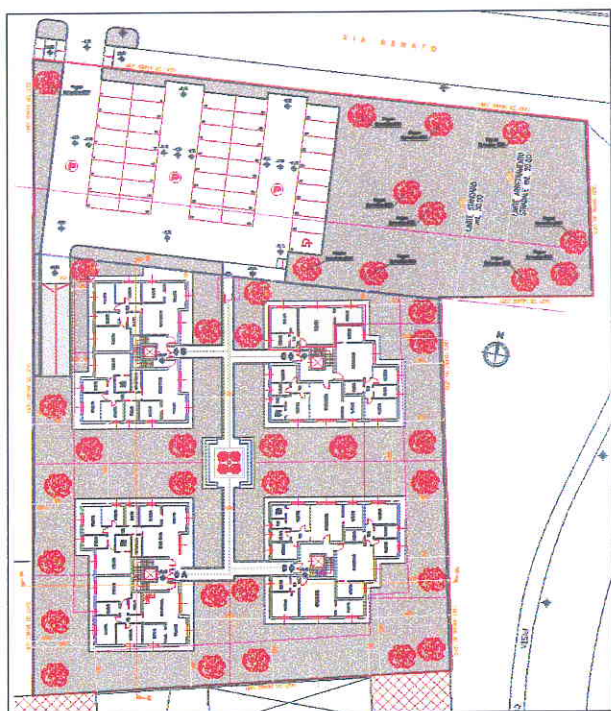
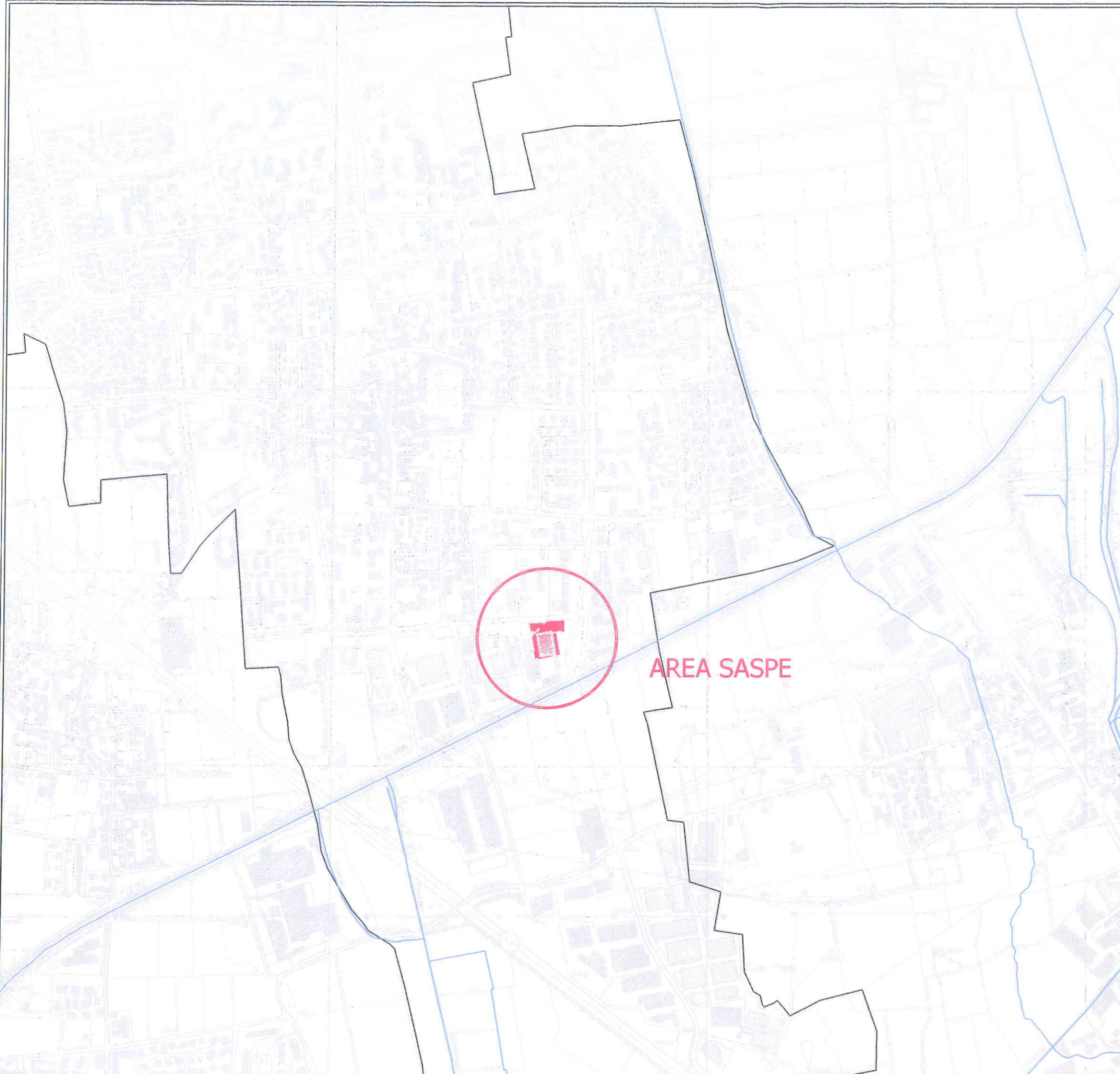



FIGURE E ALLEGATI

R1/0211/OSA/VP | Febbraio 2011



Legenda

-  Area Via Senato
-  Reticolo idrografico
-  Confini comunali

AREA SASPE

PROGETTO:
STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE

OGGETTO:
Corografia

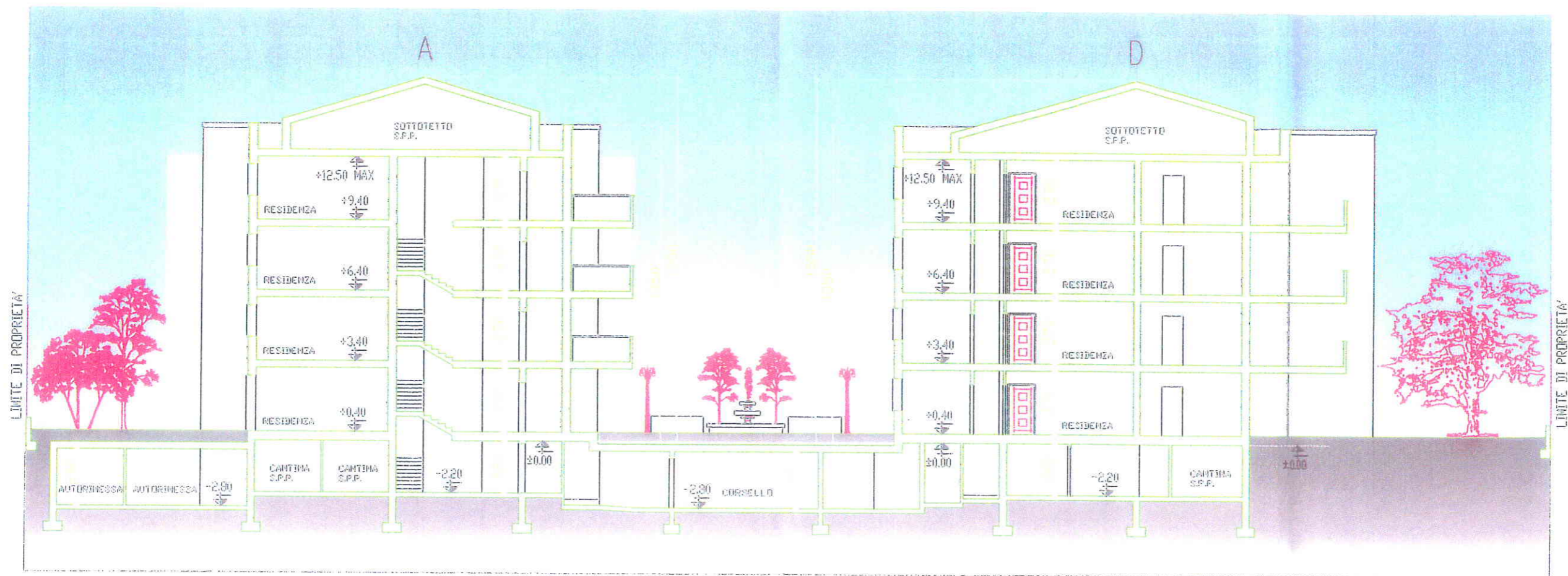
aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 1	Scala 1:10.000
-----------	----------------	-------------	----------------

geologica
Studio Professionale Associato di Geologia
di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
Via Ambrogio da Bollate, 13
20021 Bollate (MI)
info@GEO-logica.com

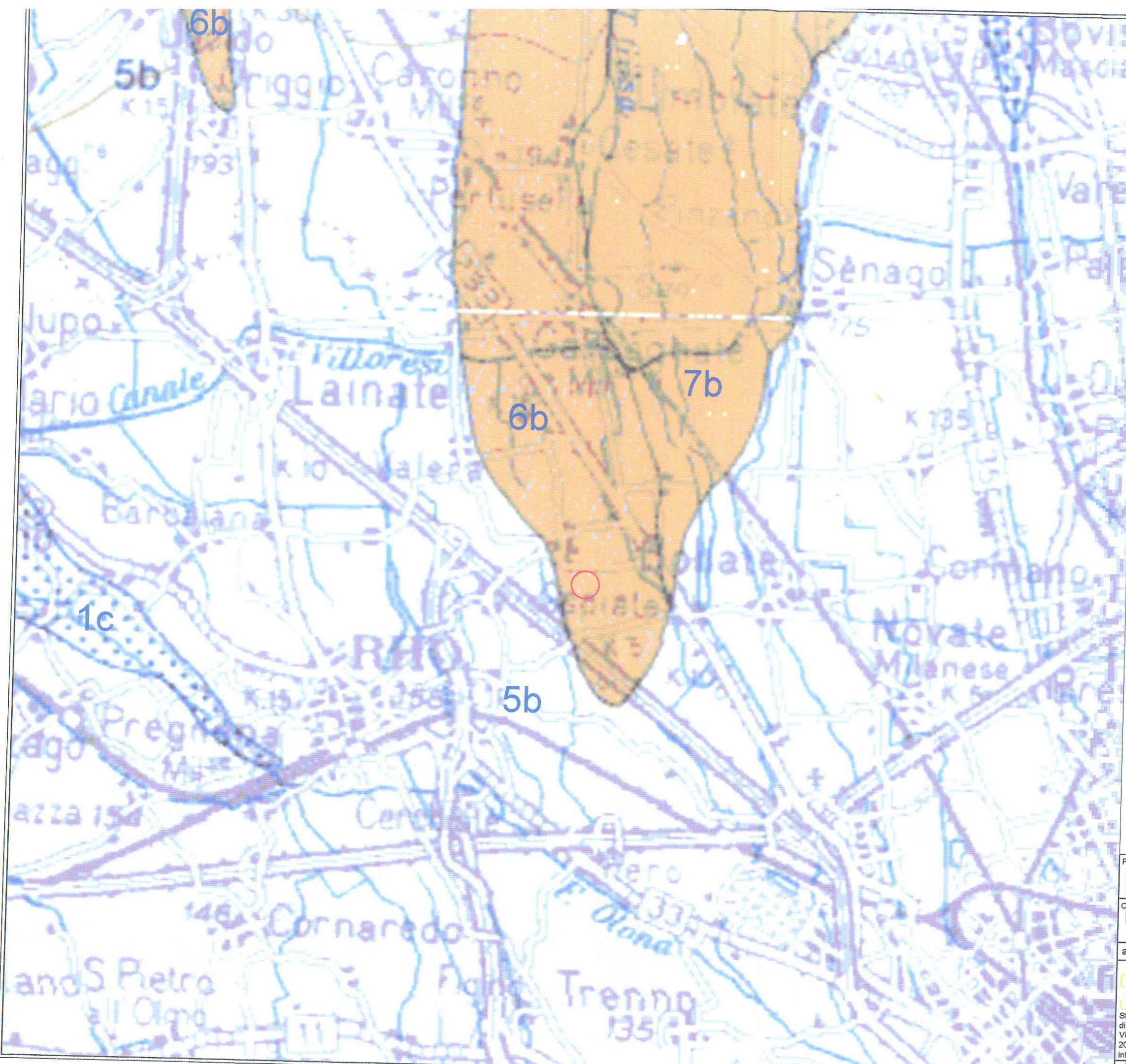
COMMITTENTE:

OFFICINE SASPE S.R.L.
VIA SENATO 10
20020 - ARESE

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge



PROGETTO: STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE			
OGGETTO: Sezione tipo intervento urbanistico			
aprile '11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 2	Scala 1:200
 Studio Professionale Associato di Geologia di Luca M. Pizzi e Ilaria Villo Via Ambrogio da Eoliate, 13 20021 Eoliate (MI) info@EO-logica.com		COMMITTENTE: OFFICINE SASPE S.R.L. VIA SENATO 10 20020 - ARESE	
Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge.			



Legenda

- Area Via Senato
- 1c** Alluvium antico
- 5b** Fluvioglaciale e fluviale Würm Plestocene sup.
- 6b** Fluvioglaciale, fluviale e lacustre Riss Pleistocene medio
- 7b** Fluvioglaciale, fluviale e lacustre Mindel Pleistocene inf.

PROGETTO:
**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
 DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE**

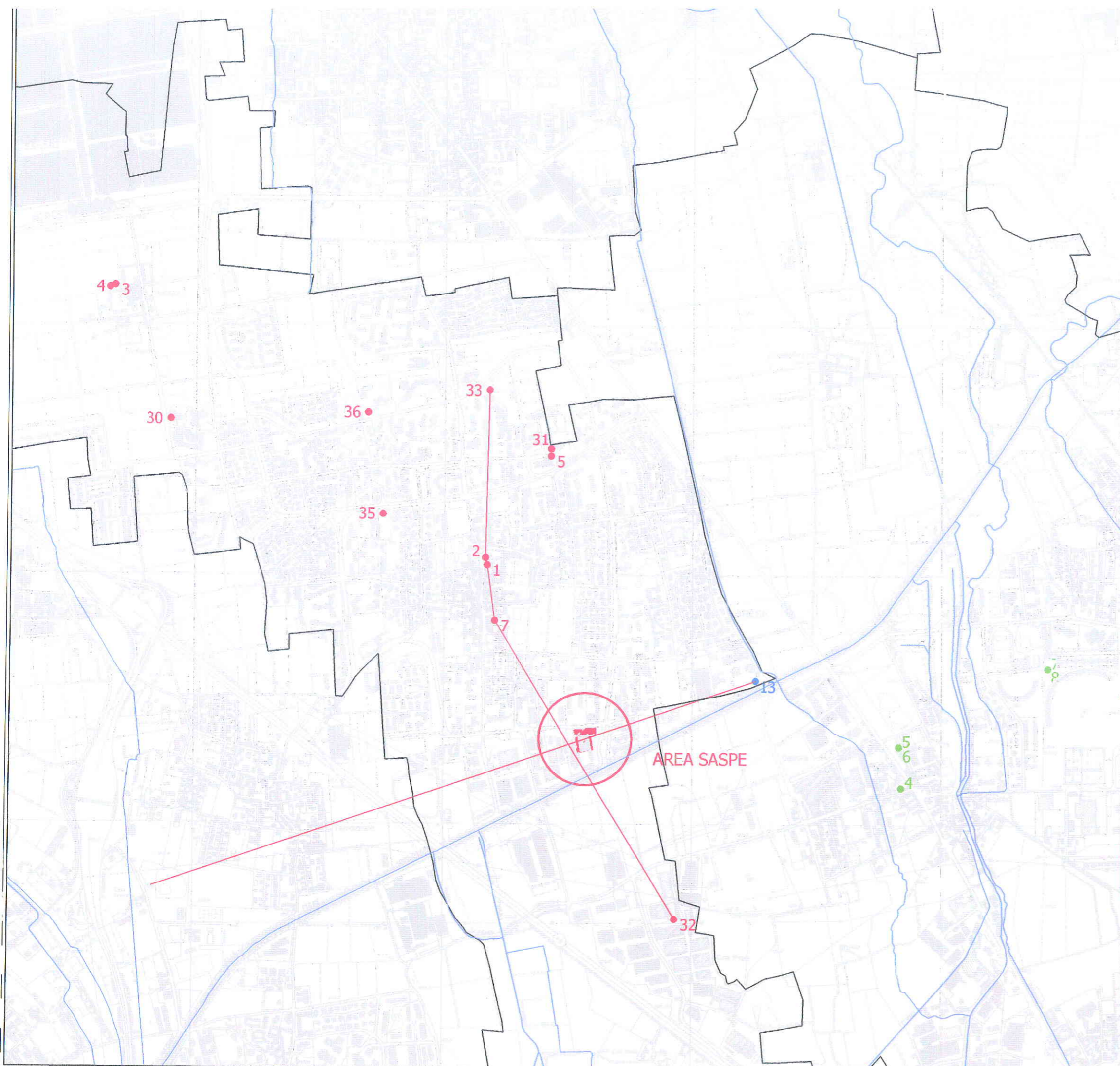
OGGETTO:
Inquadramento geologico

aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 3	Scala 1:50.000
-----------	----------------	-------------	----------------








COMMITTENTE:
**OFFICINE SASPE S.R.L.
 VIA SENATO 10
 20020 ARESE (MI)**

geologica
 Studio Professionale Associato di Geologia
 di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
 Via Ambrogio da Bollate, 13
 20021 Bollate (MI)
 info@GEO-logica.com

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge



Legenda

-  Area Via Senato
-  Reticolo idrografico
-  Confini comunali
-  7 Pozzi pubblici del Comune di Arese utilizzati per la ricostruzione delle sezioni
-  13 Pozzi privati in Comune di Arese utilizzati per la ricostruzione delle sezioni
-  4 Pozzi pubblici del Comune di Bollate
-  Traccia sezioni

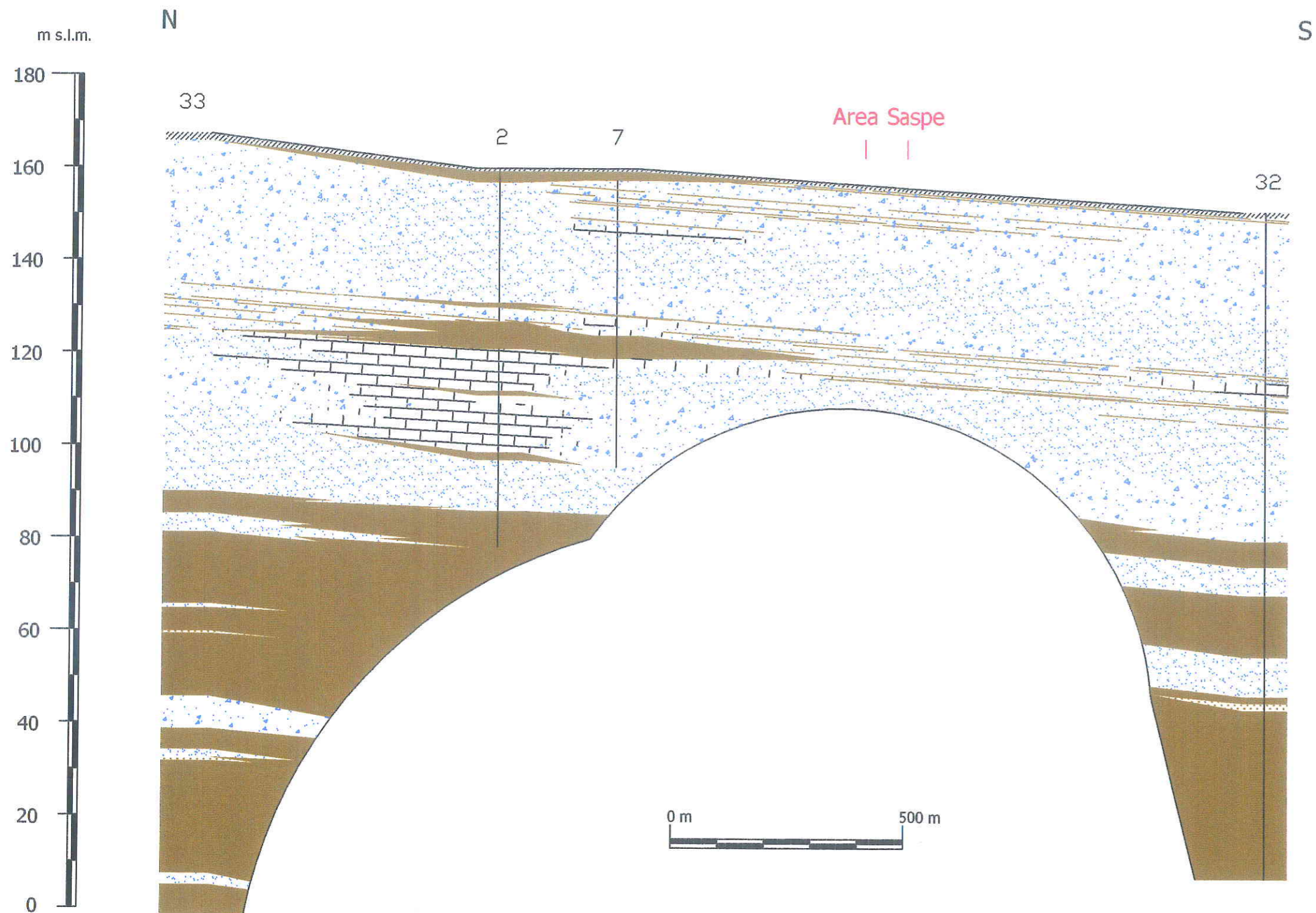
PROGETTO:
**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
 DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE**

OGGETTO:
Traccia sezioni

aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 4	Scala 1:15.000
-----------	----------------	-------------	----------------

 Studio Professionale Associato di Geologia di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa Via Ambrogio da Bollate, 13 20021 Bollate (MI) Info@GEO-logica.com	COMMITTENTE: OFFICINE SASPE S.R.L. VIA SENATO 10 20020 - ARESE
--	--

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge



Legenda

- Ghiaia
- Sabbia
- Limo
- Argilla
- Conglomerato
- Terreno superficiale
- Pozzo

PROGETTO:
**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
 DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE**

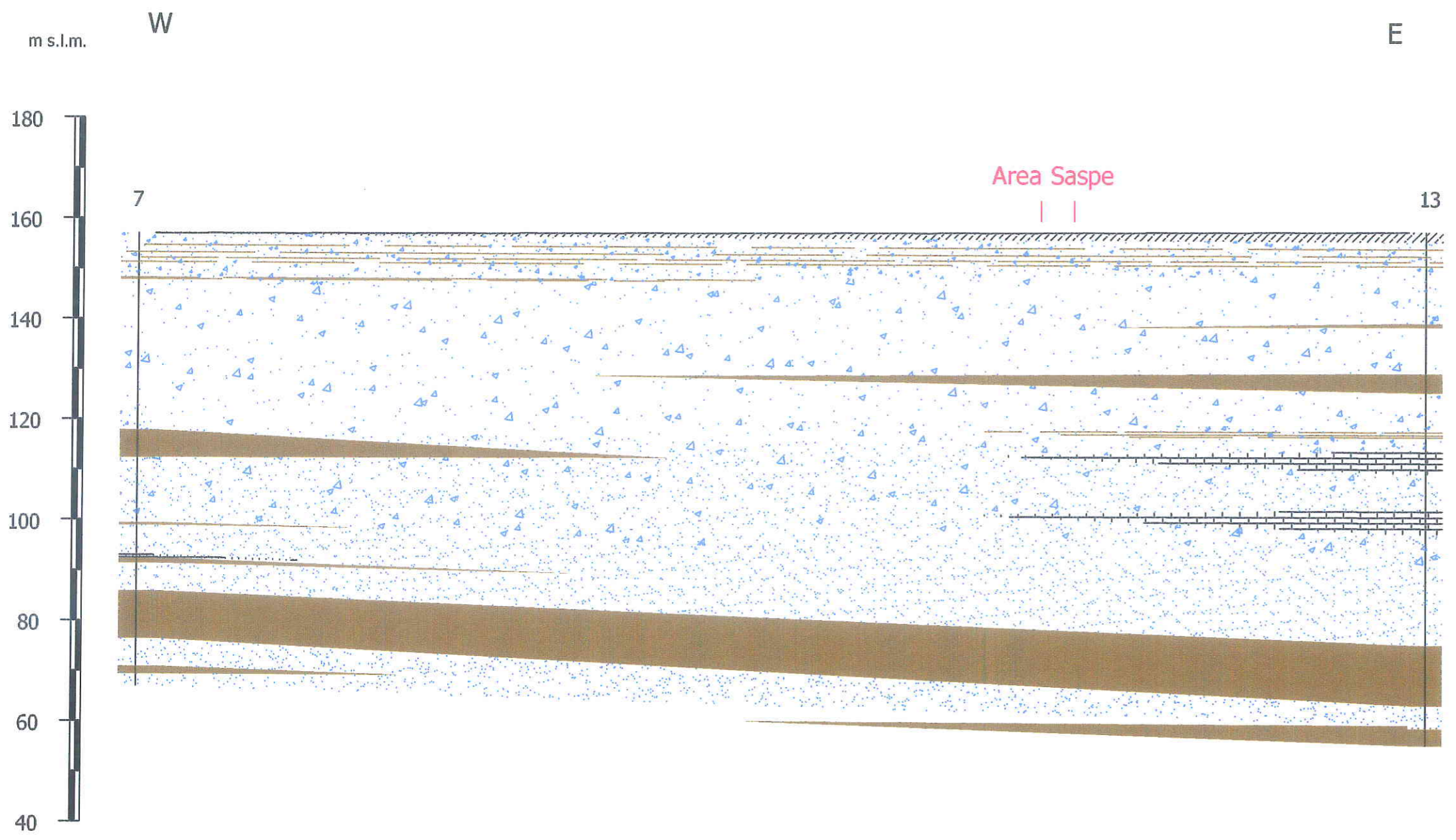
OGGETTO:
Sezione 1

aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 5	Scala grafica
-----------	----------------	-------------	---------------

geologica
 Studio Professionale Associato di Geologia
 di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
 Via Ambrogio da Bollate, 13
 20021 Bollate (MI)
 info@GEO-logica.com

COMMITTENTE:
OFFICINE SASPE S.R.L.
 VIA SENATO 10
 20020 - ARESE

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge.



Legenda

-  Ghiaia
-  Sabbia
-  Limo
-  Argilla
-  Conglomerato
-  Terreno superficiale
-  7
Pozzo

PROGETTO:
**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
 DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE**

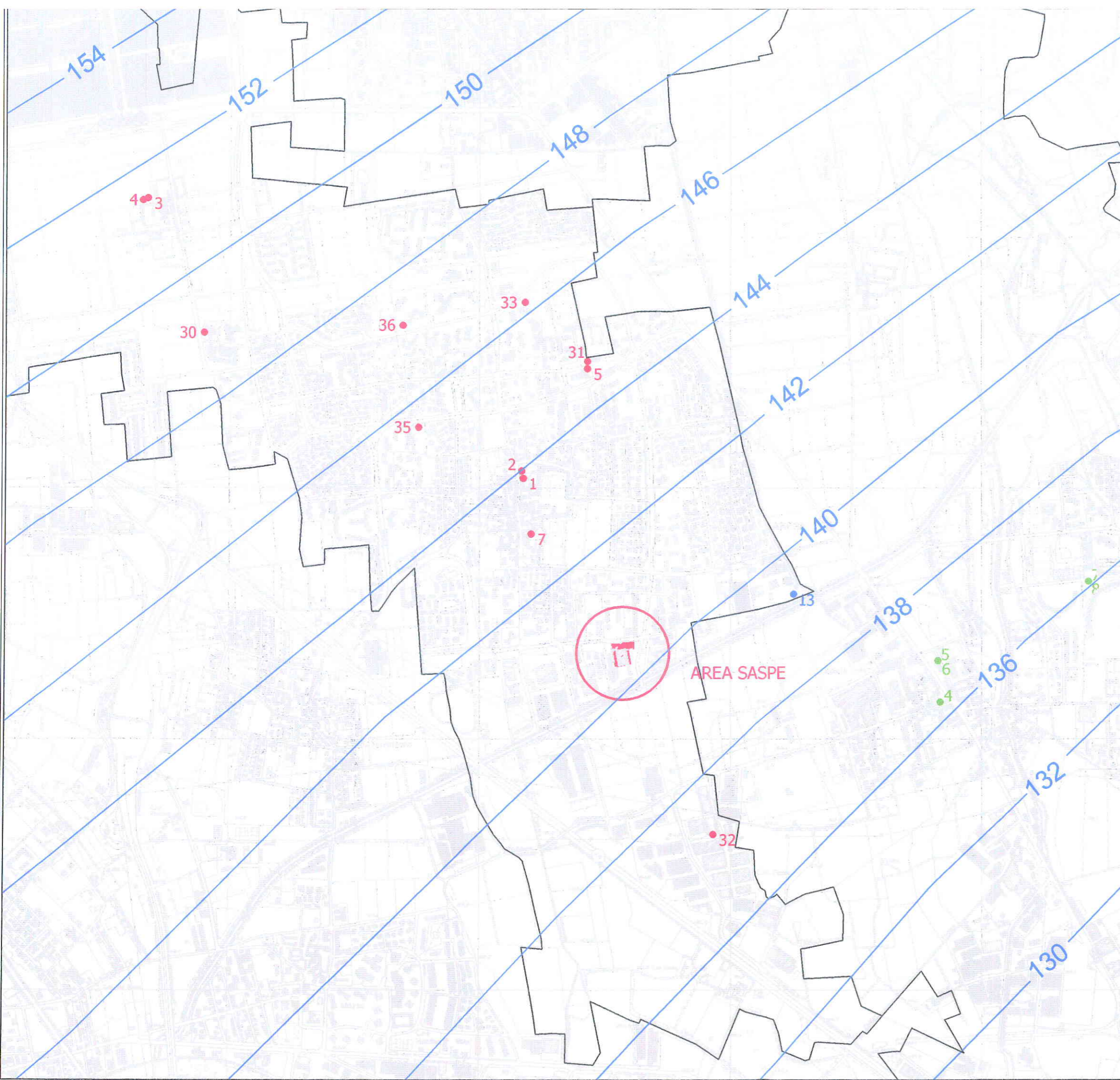
OGGETTO:
Sezione 2

aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 6	Scala grafica
-----------	----------------	-------------	---------------




geologica
 Studio Professionale Associato di Geologia
 di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
 Via Ambrogio da Bollate, 13
 20021 Bollate (MI)
 info@GEO-logica.com

COMMITTENTE:
OFFICINE SASPE S.R.L.
VIA SENATO 10
20020 - ARESE

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge.




Legenda

-  Area Via Senato
-  Confini comunali
-  Isopiezometrica (m s.l.m.)

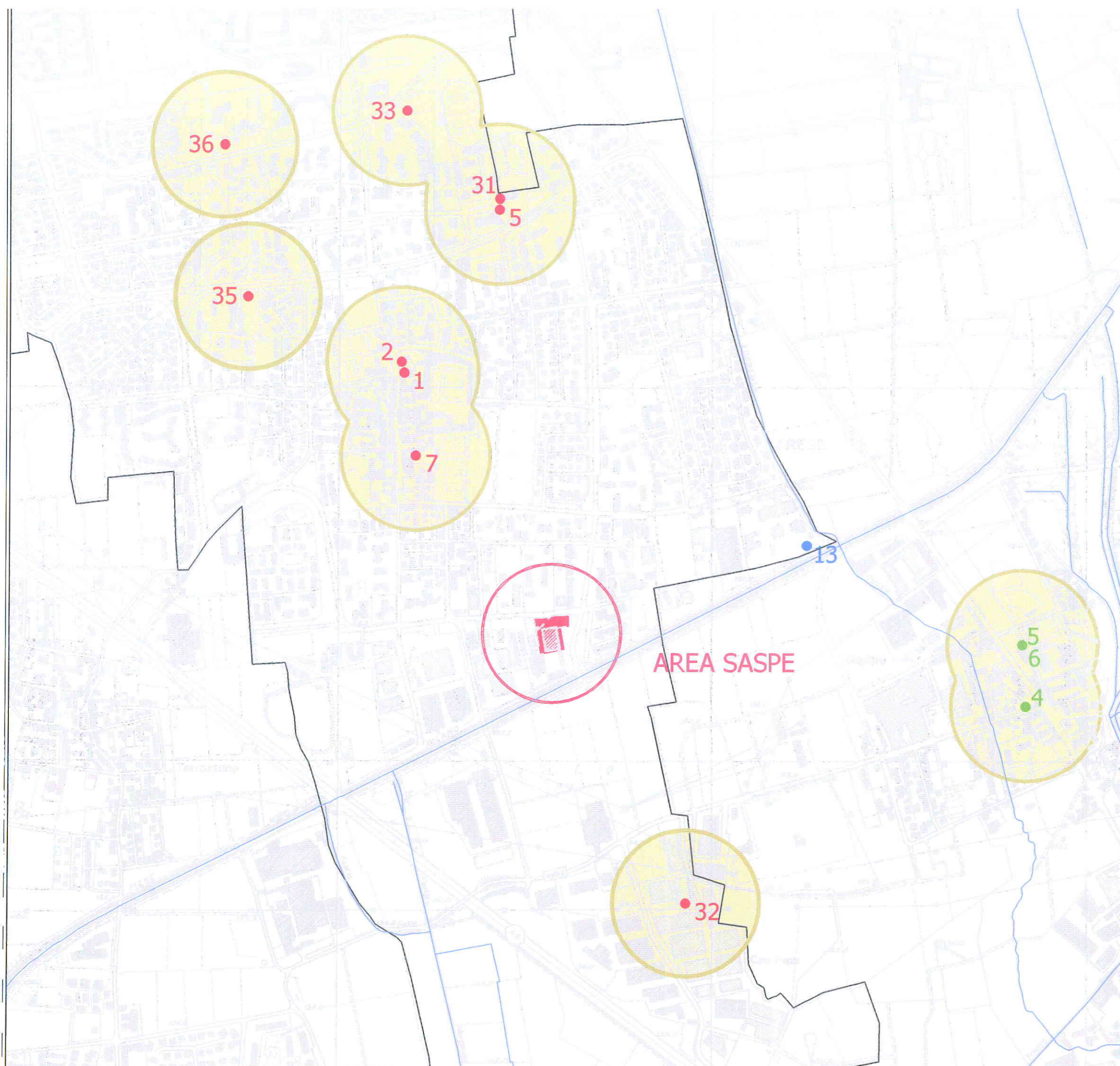
PROGETTO:
**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
 DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE**

OGGETTO:
**Superficie piezometrica settembre 2011
 (tratta da Provincia di Milano)**








aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 7	Scala 1:15.000
-----------	----------------	-------------	----------------

 Studio Professionale Associato di Geologia di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa Via Ambrogio da Bollate, 13 20021 Bollate (MI) info@GEO-logica.com	COMMITTENTE: OFFICINE SASPE S.R.L. VIA SENATO 10 20020 - ARESE
--	--

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge



Legenda

-  Area Via Senato
-  Reticolo idrografico
-  Confini comunali
-  7
Pozzi acquedottistici del Comune di Arese
-  4
Pozzi acquedottistici del Comune di Bollate
-  13
Pozzi privati
-  Zona di rispetto (Raggio = 200 m)

PROGETTO:
STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA
DI VIA SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE

OGGETTO:
Zone di Rispetto dei pozzo acquedottistici
dei Comuni di Arese e Bollate

aprile 11	R1/0211/OSA/IV	Figura n. 8	Scala 1:10.000
-----------	----------------	-------------	----------------

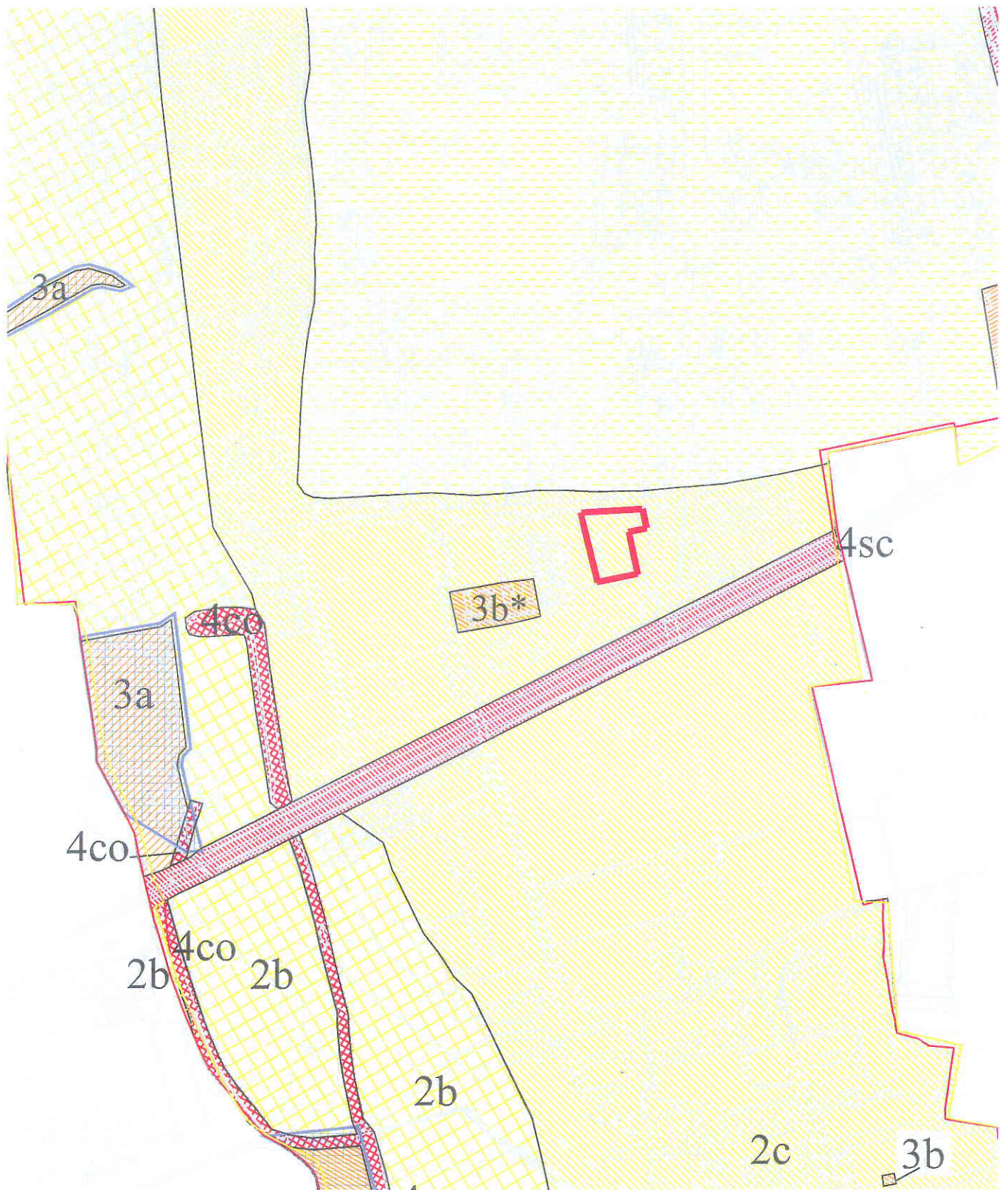
geologica
Studio Professionale Associato di Geologia
di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
Via Ambrogio da Bollate, 13
20021 Bollate (MI)
info@GEO-logica.com

COMMITTENTE:
OFFICINE SASPE S.R.L.
VIA SENATO 10
20020 - ARESE

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge

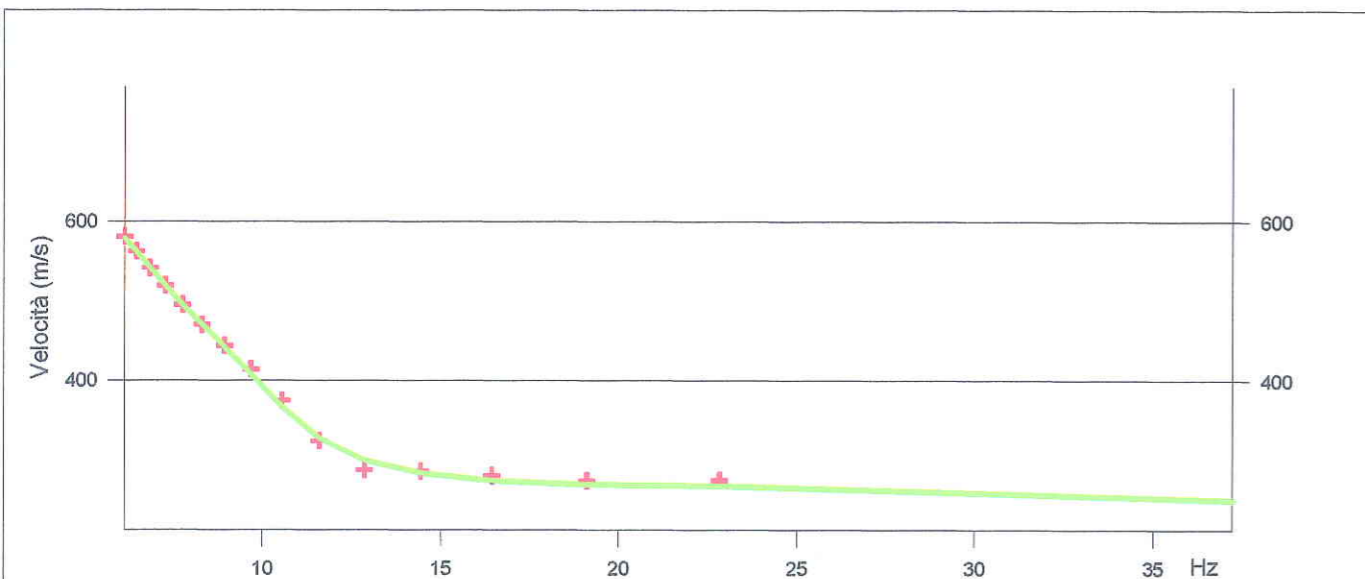
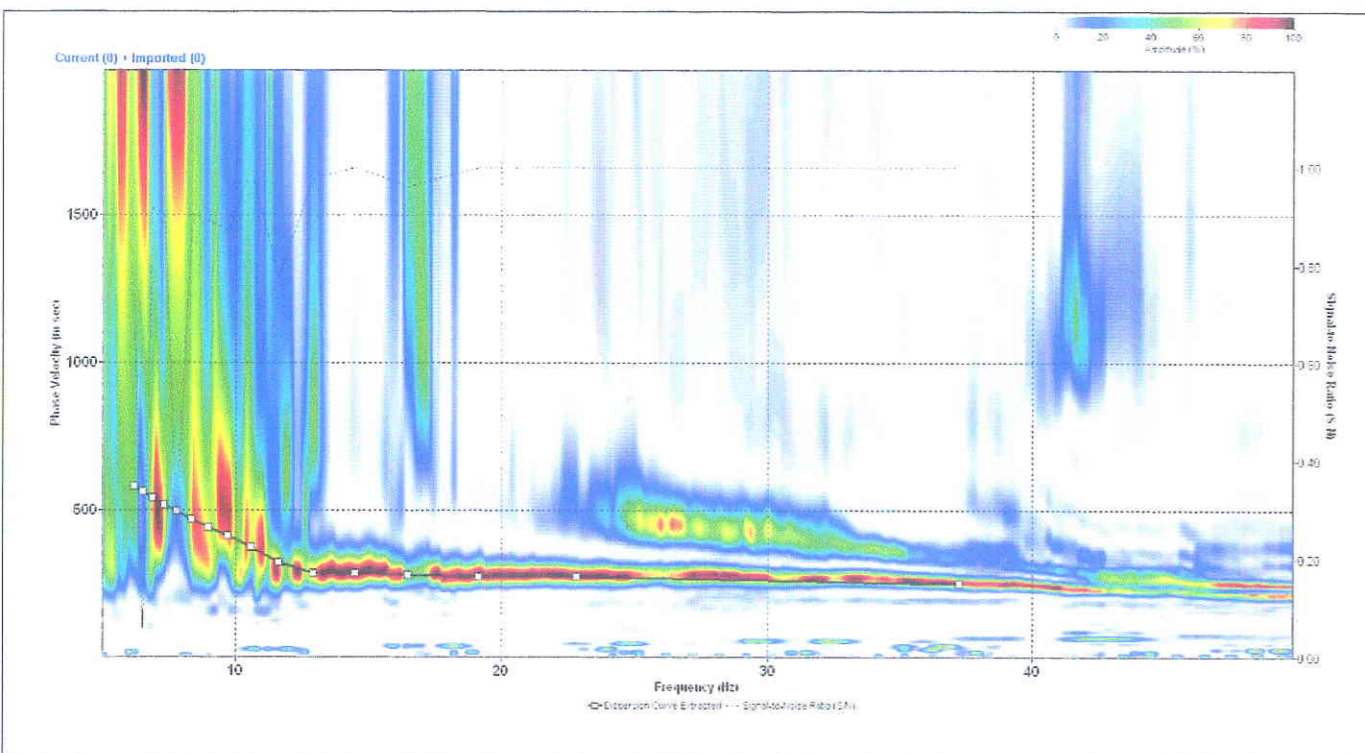


ALLEGATO 1

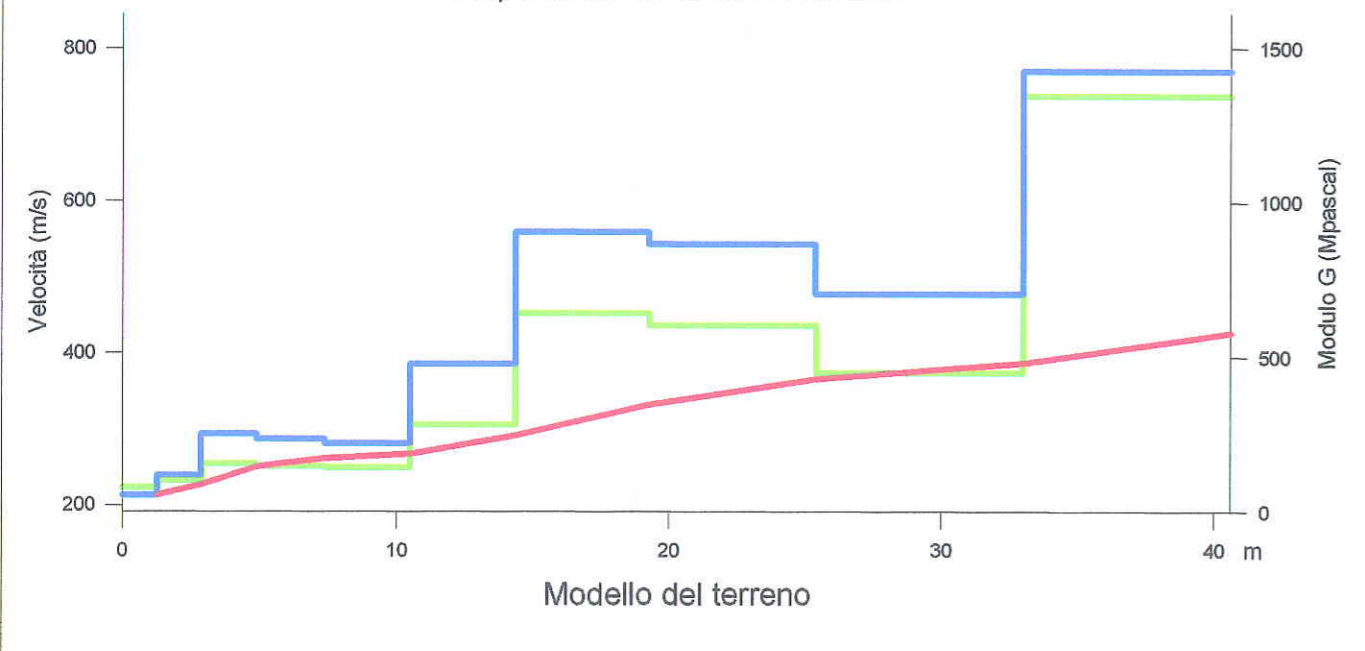




ALLEGATO 2



Dispersione misurata e calcolata

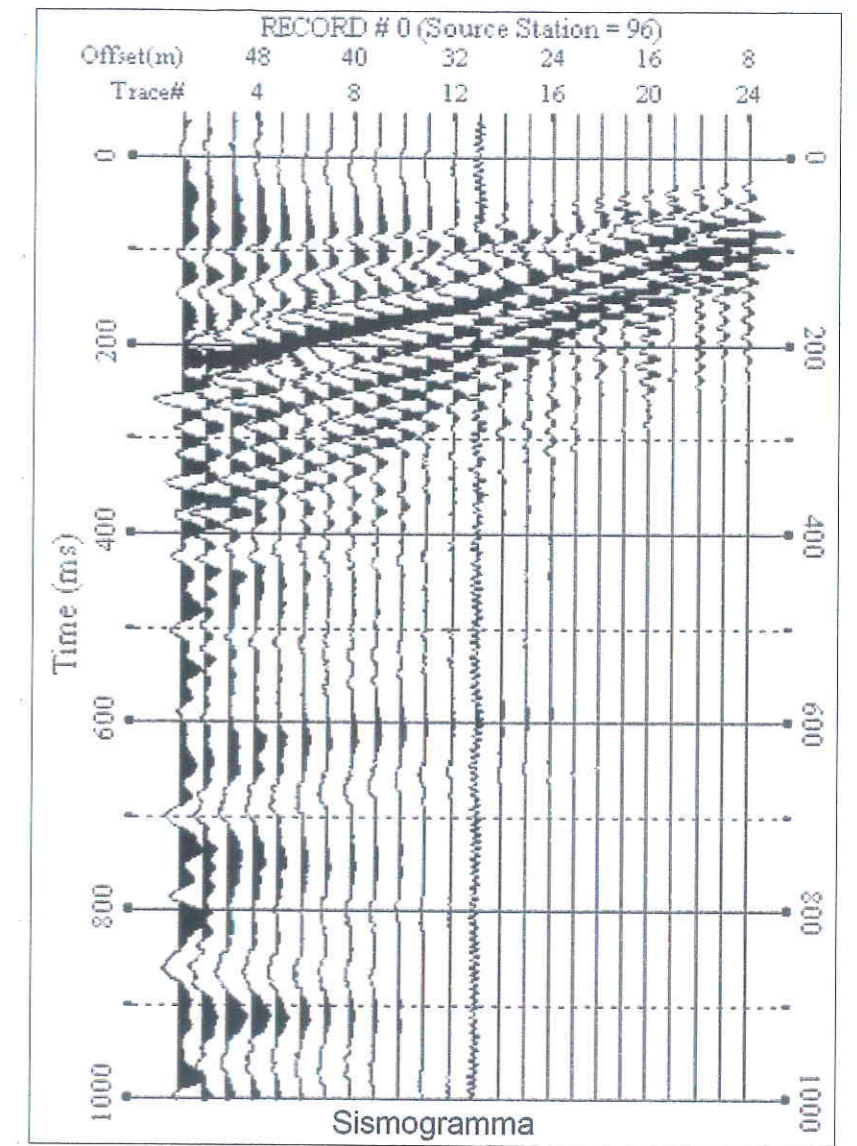


Modello del terreno

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Sismogramma

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	1.3	212	.006	212	77
1.3	2.9	239	.0067	226	99
2.9	4.9	293	.0068	250	154
4.9	7.4	286	.0087	261	146
7.4	10.5	281	.0111	266	140
10.5	14.4	385	.0101	291	280
14.4	19.3	558	.0087	331	642
19.3	25.4	543	.0112	365	602
25.4	33	477	.016	386	449
33	40.6	770	.0099	426	1345

VALORE CALCOLATO VS30 = 379 m/s

PROVA SISMICA VS30

OFFICINE SASPE S.r.l.

Via Senato, 10 - Arese (MI)

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA E6269

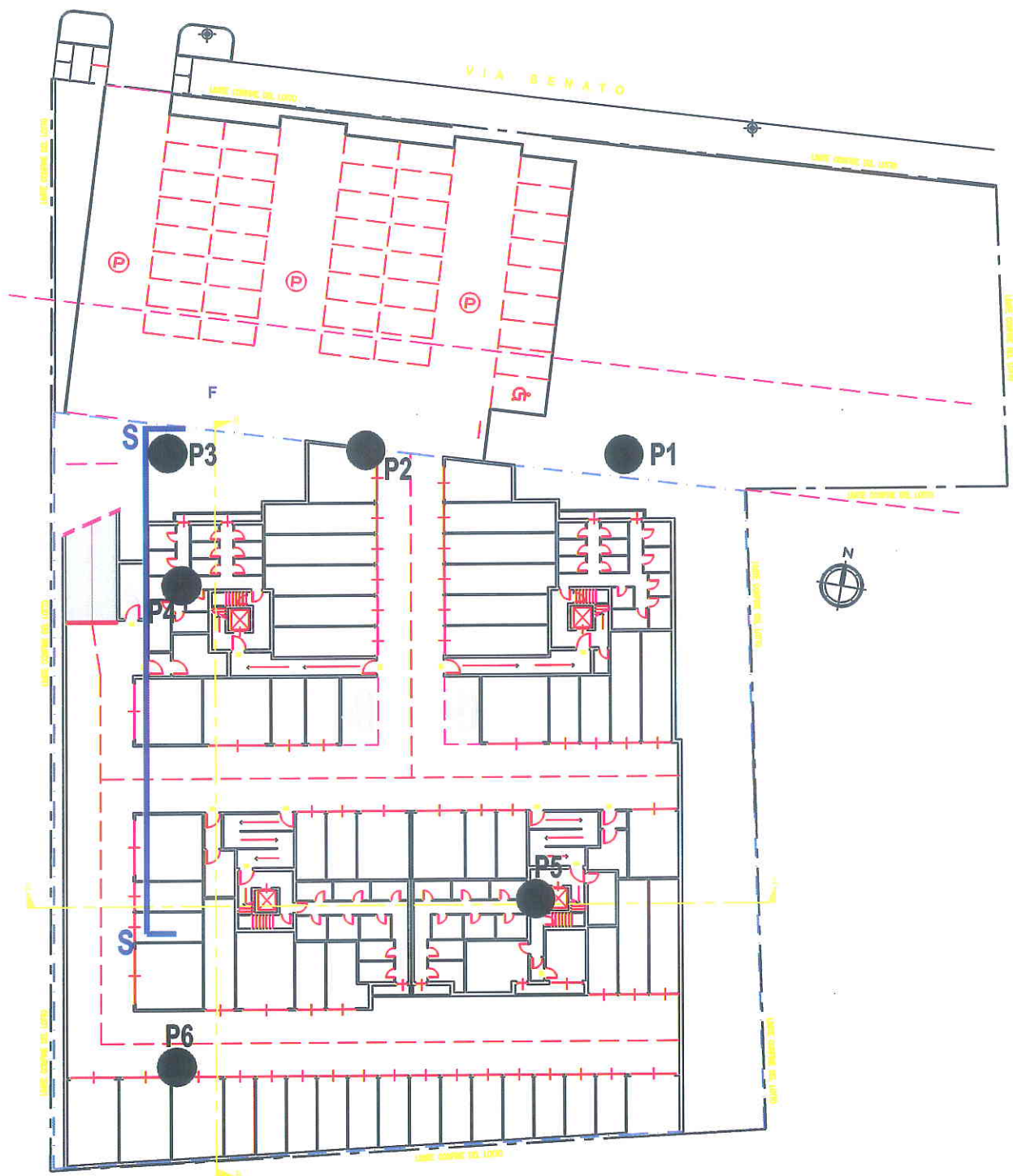
All. 2

Gennaio 2011





ALLEGATO 3



LEGENDA

- **P1** Ubicazione prova penetrometrica
- A—A Traccia sezione stratigrafico-geotecnica A-A
- S—S Traccia stendimento sismico a 24 geofoni interdistanti 2 metri utilizzato per prova sismica MASW VS30
- **F** Ubicazione punto di rilievo freaticometrico (in corrispondenza della prova penetrometrica P3) con falda intercettata a -3,60 metri da p.c. attuale

ALLEGATO 4

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 1

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	24		31	
0,6	14		18	
0,9	3		4	
1,2	5		6	
1,5	5		6	
1,8	5		6	
2,1	9		12	
2,4	18		23	
2,7	30		39	
3	29		38	
3,3	34		44	
3,6	14		18	
3,9	8		10	
4,2	8		10	
4,5	10		13	
4,8	8		10	
5,1	7		9	
5,4	7		9	
5,7	6		8	
6	8		10	
6,3	10		13	
6,6	10		13	
6,9	8		10	
7,2	9		12	
7,5	10		13	
7,8	13		17	
8,1	12		16	
8,4	16		21	
8,7	15		19	
9	16		21	
9,3	19		25	
9,6	24		31	
9,9	21		27	
10,2	24		31	
10,5	19		25	
10,8	25		32	
11,1	20		26	
11,4	21		27	
11,7	20		26	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	70		91	
0,6	39		51	
0,9	5		6	
1,2	5		6	
1,5	7		9	
1,8	11		14	
2,1	19		25	
2,4	26		34	
2,7	14		18	
3	9		12	
3,3	11		14	
3,6	9		12	
3,9	10		13	
4,2	12		16	
4,5	10		13	
4,8	13		17	
5,1	6		8	
5,4	6		8	
5,7	8		10	
6	7		9	
6,3	7		9	
6,6	8		10	
6,9	10		13	
7,2	10		13	
7,5	10		13	
7,8	12		16	
8,1	11		14	
8,4	13		17	
8,7	15		19	
9	18		23	
9,3	15		19	
9,6	13		17	
9,9	15		19	
10,2	18		23	
10,5	22		29	
10,8	24		31	
11,1	18		23	
11,4	21		27	
11,7	20		26	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 3

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	20		26	
0,6	7		9	
0,9	2		3	
1,2	3		4	
1,5	2		3	
1,8	5		6	
2,1	4		5	
2,4	11		14	
2,7	12		16	
3	9		12	
3,3	7		9	
3,6	7		9	
3,9	10		13	
4,2	14		18	
4,5	7		9	
4,8	6		8	
5,1	7		9	
5,4	4		5	
5,7	6		8	
6	7		9	
6,3	9		12	
6,6	9		12	
6,9	8		10	
7,2	6		8	
7,5	11		14	
7,8	13		17	
8,1	10		13	
8,4	10		13	
8,7	9		12	
9	15		19	
9,3	19		25	
9,6	21		27	
9,9	21		27	
10,2	22		29	
10,5	20		26	
10,8	21		27	
11,1	20		26	
11,4	22		29	
11,7	18		23	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 4

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	10		13	
0,6	7		9	
0,9	11		14	
1,2	3		4	
1,5	6		8	
1,8	6		8	
2,1	8		10	
2,4	13		17	
2,7	14		18	
3	11		14	
3,3	12		16	
3,6	9		12	
3,9	11		14	
4,2	13		17	
4,5	10		13	
4,8	7		9	
5,1	9		12	
5,4	8		10	
5,7	6		8	
6	7		9	
6,3	8		10	
6,6	8		10	
6,9	8		10	
7,2	11		14	
7,5	14		18	
7,8	11		14	
8,1	14		18	
8,4	13		17	
8,7	12		16	
9	13		17	
9,3	20		26	
9,6	23		30	
9,9	27		35	
10,2	23		30	
10,5	17		22	
10,8	25		32	
11,1	22		29	
11,4	19		25	
11,7	18		23	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 5

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	32		42	
0,6	13		17	
0,9	4		5	
1,2	4		5	
1,5	8		10	
1,8	12		16	
2,1	6		8	
2,4	8		10	
2,7	13		17	
3	13		17	
3,3	17		22	
3,6	9		12	
3,9	12		16	
4,2	10		13	
4,5	7		9	
4,8	8		10	
5,1	6		8	
5,4	7		9	
5,7	9		12	
6	9		12	
6,3	13		17	
6,6	9		12	
6,9	10		13	
7,2	10		13	
7,5	11		14	
7,8	14		18	
8,1	12		16	
8,4	13		17	
8,7	17		22	
9	18		23	
9,3	17		22	
9,6	20		26	
9,9	16		21	
10,2	14		18	
10,5	17		22	
10,8	15		19	
11,1	17		22	
11,4	19		25	
11,7	18		23	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

Note:

Quota(m):

Prova 6

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,3	33		43	
0,6	9		12	
0,9	3		4	
1,2	2		3	
1,5	2		3	
1,8	2		3	
2,1	9		12	
2,4	7		9	
2,7	4		5	
3	13		17	
3,3	13		17	
3,6	15		19	
3,9	12		16	
4,2	14		18	
4,5	16		21	
4,8	11		14	
5,1	10		13	
5,4	10		13	
5,7	8		10	
6	7		9	
6,3	6		8	
6,6	6		8	
6,9	9		12	
7,2	10		13	
7,5	13		17	
7,8	13		17	
8,1	14		18	
8,4	14		18	
8,7	16		21	
9	17		22	
9,3	15		19	
9,6	13		17	
9,9	12		16	
10,2	15		19	
10,5	15		19	
10,8	15		19	
11,1	14		18	
11,4	14		18	
11,7	19		25	

Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

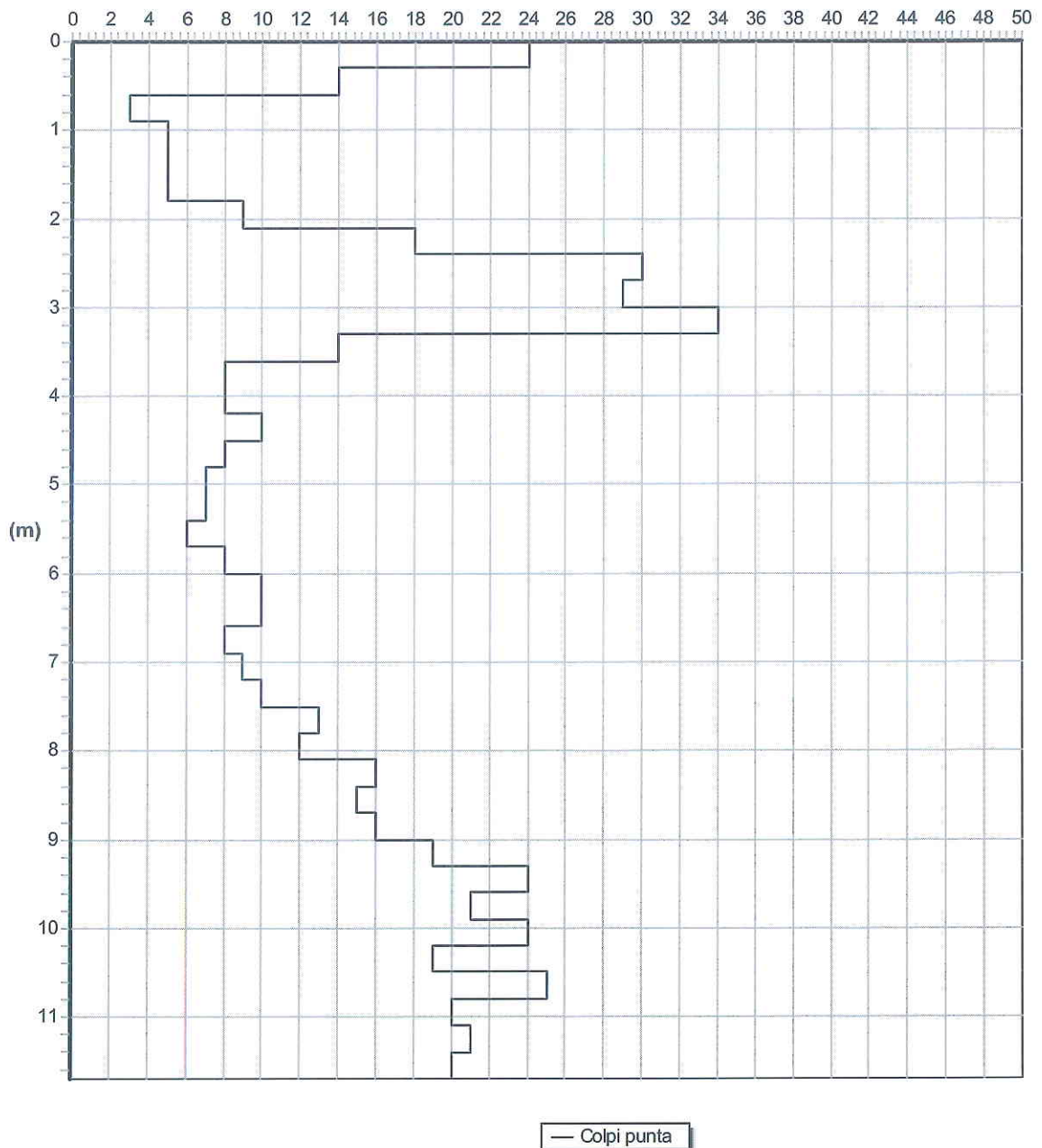
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



Comittente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

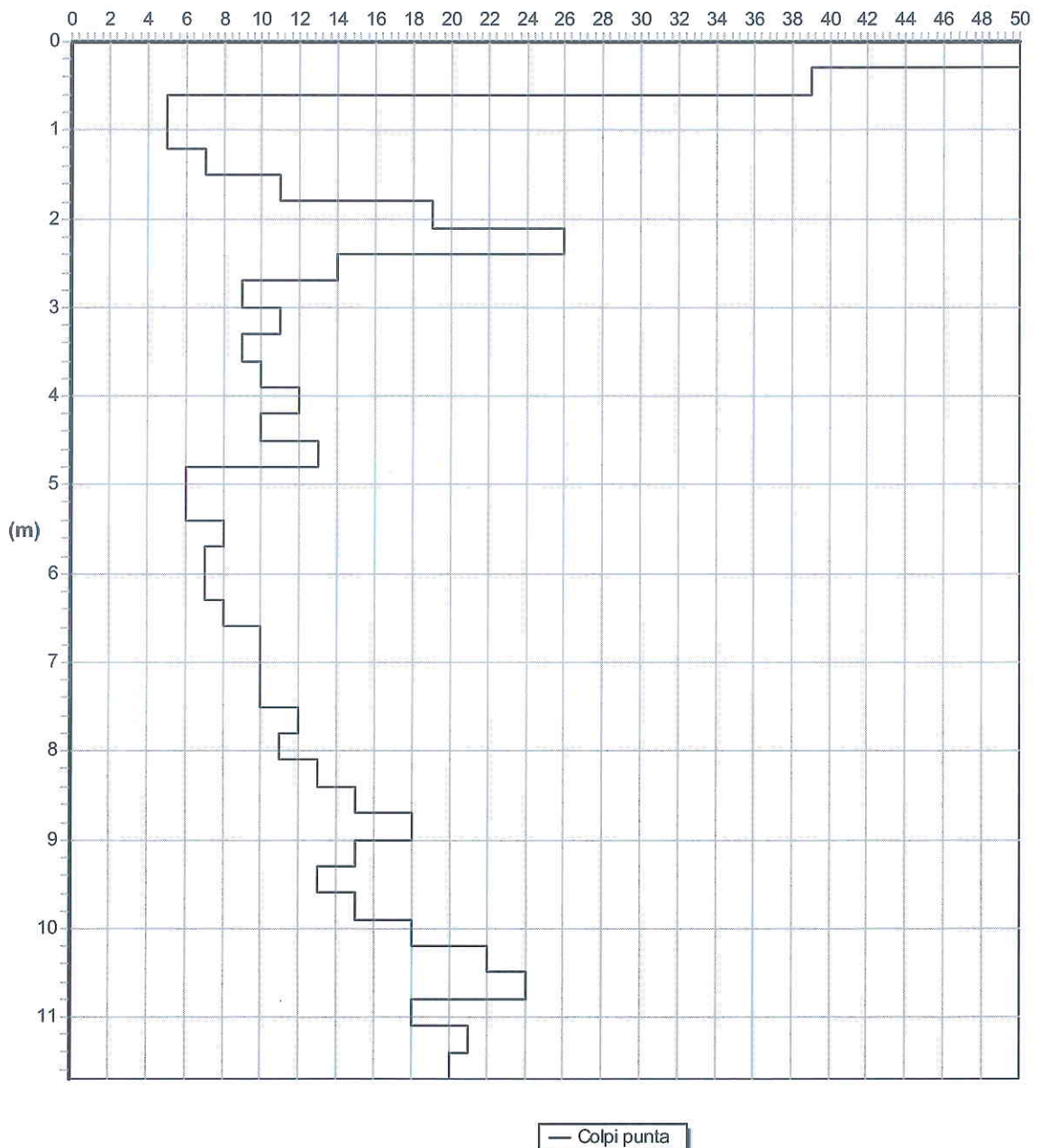
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

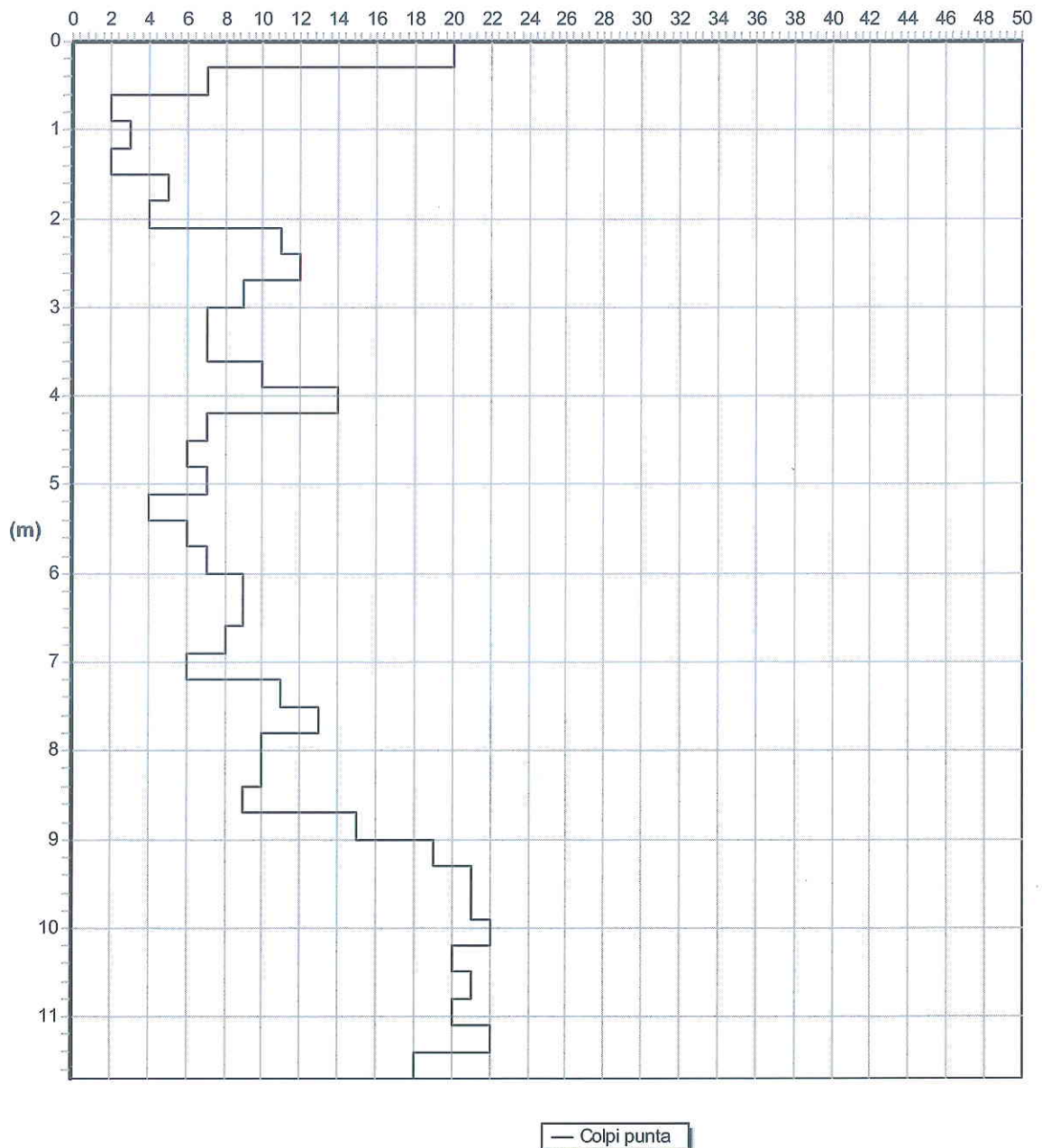
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P3

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

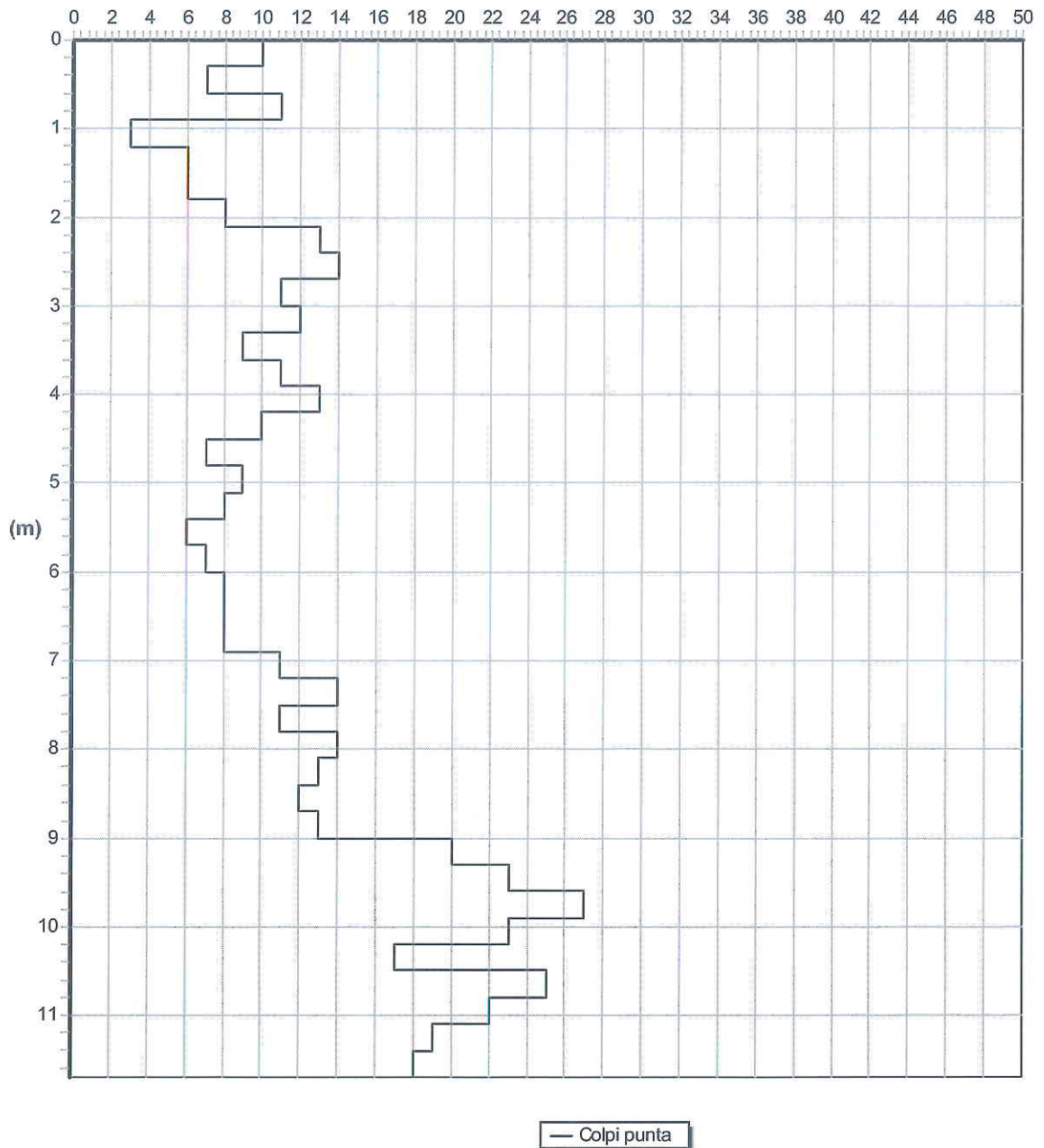
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P4

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

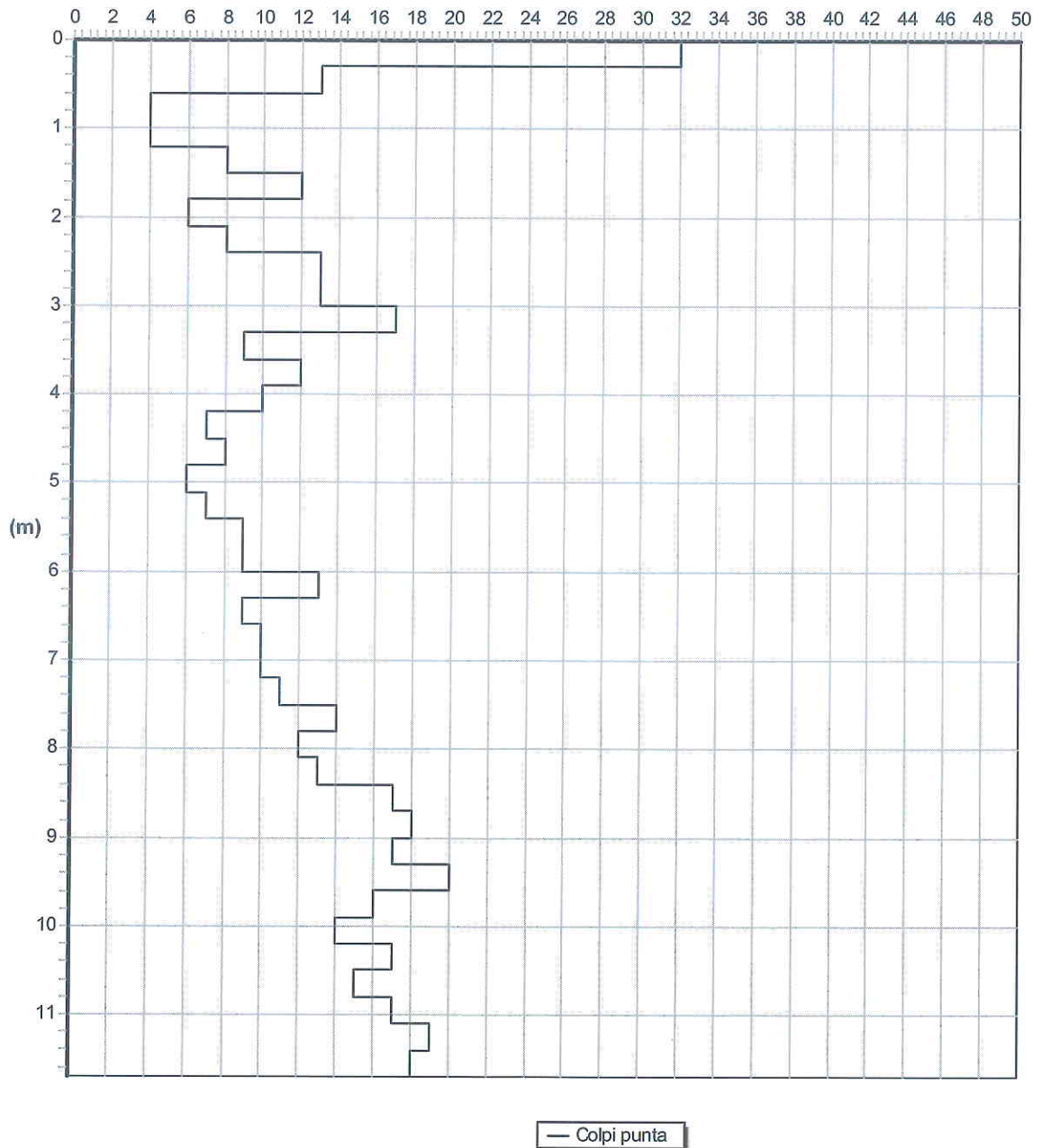
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P5

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



Committente:

Località: Arese- Via Senato 10

Data: 31.01.2011

Attrezzatura: Penetrometro DPSH

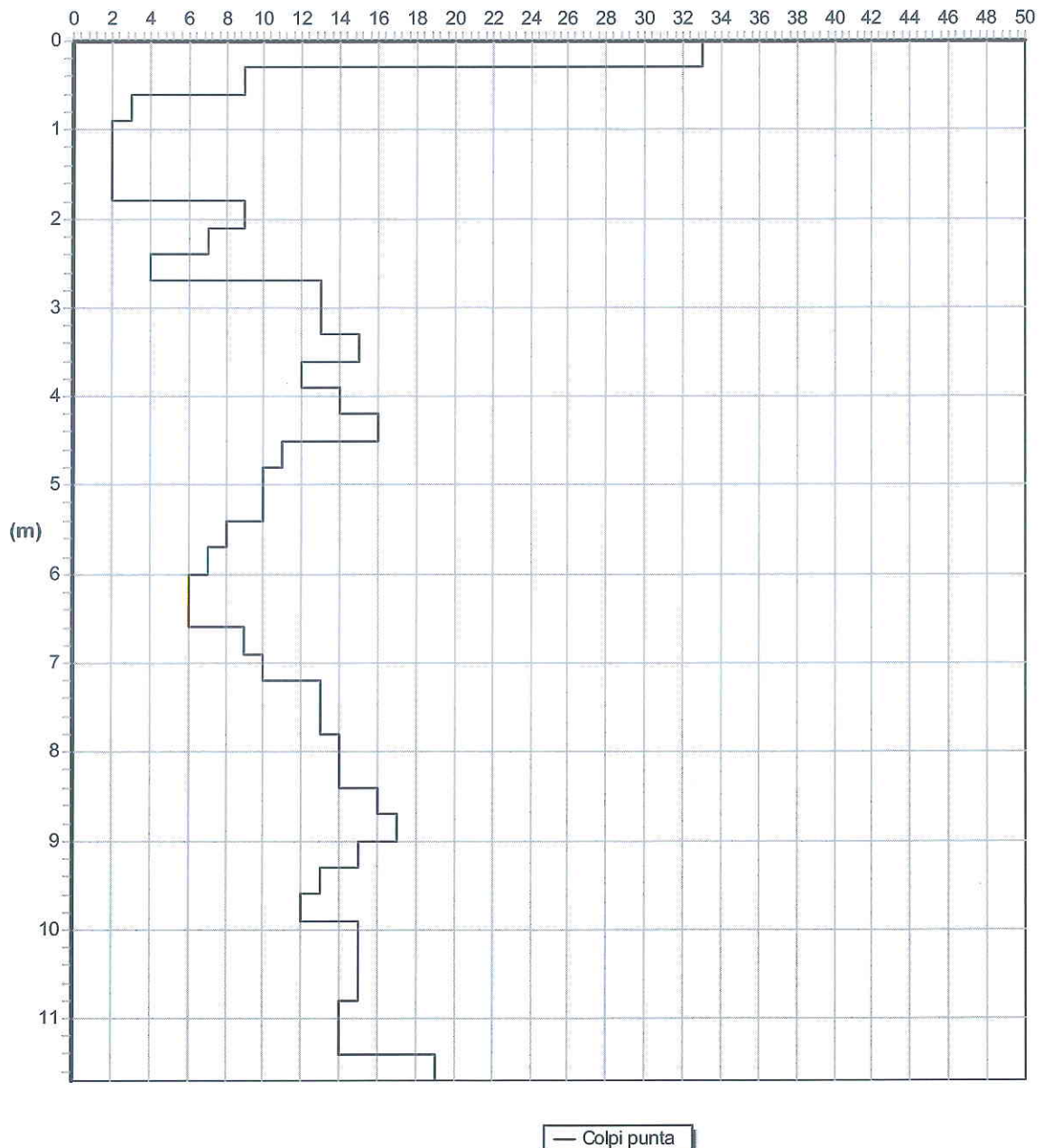
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P6

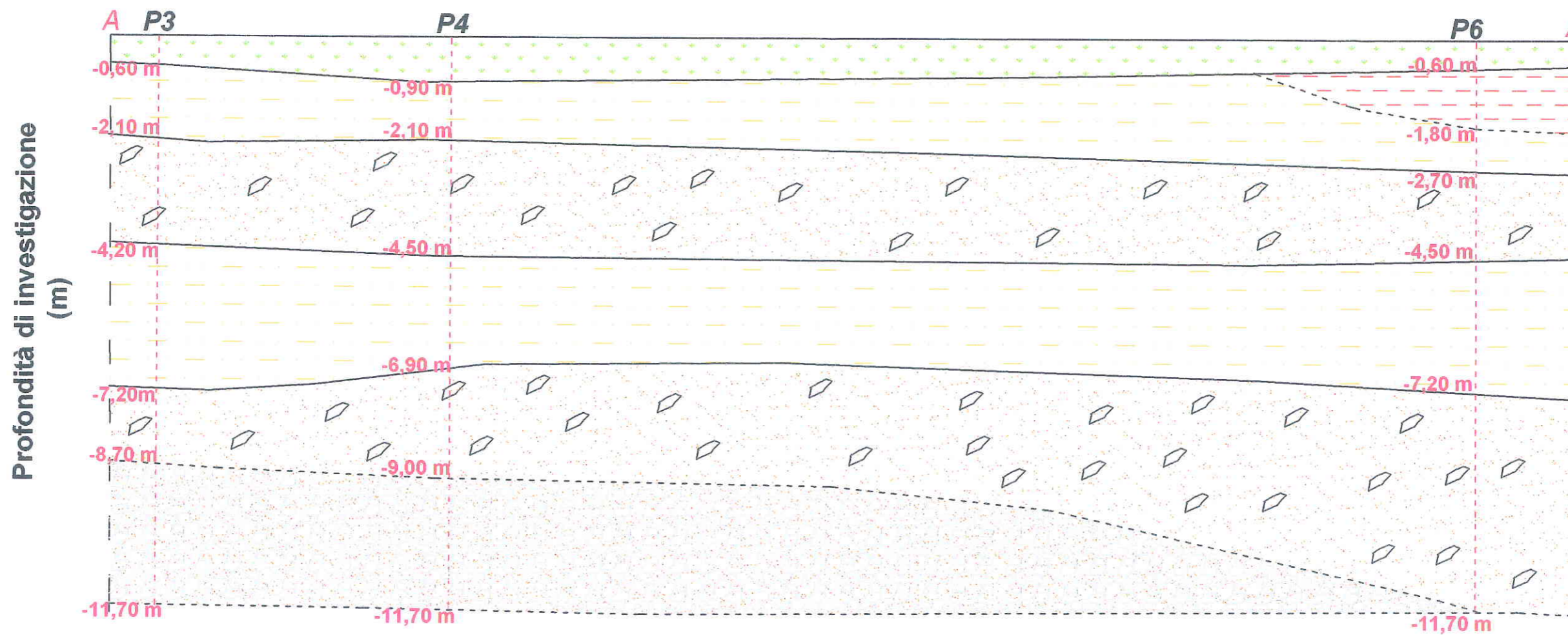
Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): -3,6



SEZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA A-A

SCALA ORIZZONTALE 1:200
SCALA VERTICALE 1:100



LEGENDA



Coltre vegetale misto riporto
(Numero colpi medio N30 compreso tra 9 e 33 colpi)



Strato scarsamente addensato costituito da matrice fine limo argillosa (Numero colpi medio N30 pari a 2 colpi)



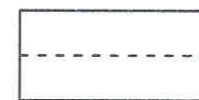
Strati per lo più poco addensati costituiti prevalentemente da sabbie limose (Numero colpi medio N30 compreso tra 3 e 7)



Strati mediamente addensati costituiti prevalentemente da sabbie ghiaiose con rari ciottoli (N30 medio compreso tra 10 e 14 colpi)



Strati mediamente addensati costituiti prevalentemente da sabbie ghiaiose e talora ghiaie (N30 medio compreso tra 19 e 22 colpi)



Fine prove penetrometriche/limiti stratigrafici presunti

PROPRIETÀ O AVENTI TITOLO
FRANGHI COSTANTINA

 RESIDENTE AD ARESE VIALE DEI PLATANI 90/F
 C.F.: FRNCTN22B57A3890

**SASPE S.S.
 DI ACCOMAZZI ERMANNO**

 CON SEDE IN ARESE VIA SENATO 10
 C.F./P.IVA: 00765140157

COMUNE DI ARESE

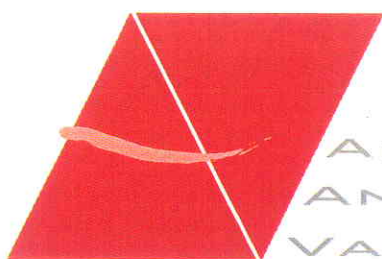

IL PROPRIETARIO

IL PROGETTISTA

DATA	TAVOLA	SCALA
GIUGNO 2011	24	

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO L.R. 12/05
 VIA SENATO N.10 - ARESE (MI) - FOGLIO 6 - MAPPALE 109
 VIALE ALFA ROMEO - ARESE (MI) - FOGLIO 1 - MAPPALI 53 - 64

PROGETTO DI BONIFICA DELL'AREA DI INTERVENTO

PROGETTISTA :


ARCH.
 ANDREA
 VASAPOLI

VIA MARIO BORSA 8/A 20151 MILANO
 ANDREA.VASAPOLI@HOTMAIL.IT
 TEL: 349.1061410 - FAX 02.99760257

OFFICINE SASPE S.r.l.

Via Senato, 10

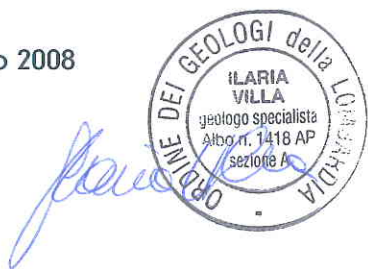
20020 – Arese (MI)

PROGETTO DI BONIFICA E RIMOZIONE DELLE CISTERNE INTERRATE
SECONDO LE LINEE GUIDA ARPA NELL'AREA OFFICINE SASPE DI VIA
SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE



RELAZIONE TECNICA

R1/0708/OSA/VP | Luglio 2008



INDICE

1. Premessa.....	3
2. Sintesi delle attività svolte nell'area.....	8
3. Analisi dei livelli di contaminazione dei terreni e stato dell'area	11
3. Modello concettuale della contaminazione.....	12
4. Tecnologie di bonifica	13
5. Attività preliminari alla bonifica.....	14
6. Bonifica dei terreni.....	15
6.1 Scavo e movimentazione dei terreni	16
6.2 Controllo analitico della qualità dei terreni	18
6.3 Valutazione dei volumi di bonifica dei terreni	18
7. Rimozione cisterne interrato e collaudo terreni.....	20
8. Piano di monitoraggio	22
9. Valutazione dei costi della bonifica	26
10. Piano temporale degli interventi	28

1. Premessa

Su incarico del Sig. E. Accomazzi, titolare della Officine SASPE S.r.l. (di seguito SASPE), con sede legale in Via Q. Sella 40 in Comune di Milano e Sede operativa in Via Senato 10 in Comune di Arese (MI) è stato redatto il presente elaborato che costituisce il Progetto di Bonifica dell'area di Via Senato 10.

L'area in oggetto è identificata al N.C.E.U. di Arese al Foglio 6 mappale n. 109.

Il presente documento fa riferimento a quanto rilevato durante le indagini di campo realizzate nel periodo settembre 2004 – febbraio 2007 sia su iniziativa di parte sia in contraddittorio con gli Enti di Controllo.

Più in particolare si farà riferimento a quanto già riportato nei seguenti documenti:

- “Piano della Caratterizzazione dell'area industriale Officine SASPE S.r.l. ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99” (gennaio 2005) [1];
- “Risultati delle indagini integrative, eseguite nell'ambito del piano della caratterizzazione, dell'area industriale Officine SASPE S.r.l. ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99” luglio 2005 [2];
- “Risultati delle indagini integrative, eseguite nell'ambito del Piano della Caratterizzazione, e Analisi di Rischio ambientale sito-specifica ex D. Lgs. 152/2006” – maggio 2006 [3].

Le attività di indagine hanno avuto inizio su iniziativa di parte e sono state realizzate nel periodo settembre 2004-gennaio 2005; esse sono state descritte nella relazione [1] e sono consistite in:

- campionamento e analisi delle acque e dei terreni prelevati dal pozzetto perdente presente internamente al capannone industriale (settembre 2004);
- analisi e certificazione della tenuta dei serbatoi interrati in disuso (dicembre 2004);
- realizzazione di n. 5 trincee esplorative mediante escavatore sino alla profondità di circa 3 m dal piano campagna (gennaio 2005);
- prelievo e analisi di n. 9 campioni di terreno dalle suddette trincee esplorative (gennaio 2005).

Nel succitato documento, la Proprietà, per validare quanto effettuato su iniziativa di parte, ha proposto un Piano di Indagini integrativo, da effettuarsi in contraddittorio con gli Enti di Controllo, nel quale è stata proposta la realizzazione di nuove trincee esplorative e si è proposto, laddove fosse stato ritenuto necessario dalle Autorità competenti, di ripetere le analisi in corrispondenza dei punti già campionati.

ARPA Lombardia ha analizzato le proposte tecniche riportate nella relazione [1] e ha approvato, con lettera dell'11 maggio 2005, le nuove indagini proposte dalla parte richiedendo di integrarle in corrispondenza delle cisterne interrato, ponendo particolare attenzione al campionamento dei terreni in prossimità del passo d'uomo nonché nel pozzetto perdente posto all'interno del capannone industriale.

Tali attività sono state eseguite in contraddittorio con gli Enti di Controllo in data 23 giugno 2005 e i risultati delle stesse sono stati riportati nel documento [2].

Esse sono consistite in:

- realizzazione di n. 4 trincee esplorative mediante escavatore sino alla profondità di circa 3 m dal p.c.;
- prelievo e analisi di n. 2 campioni da 2 delle 4 trincee realizzate.

I risultati analitici sono stati comparati con i valori limite riportati in Allegato 1, Tabella 1, Colonna B del D.M. 471/99 (normativa allora vigente attualmente sostituita dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) facenti riferimento a terreni a uso industriale/commerciale.

Dall'analisi dei referti analitici è stata evidenziata una completa conformità con quanto previsto dall'allora vigente normativa per aree a uso industriale/commerciale.

In data 11 ottobre 2005 è stata presentata al Comune di Arese e ARPA Lombardia la proposta di integrare lo stato di conoscenza della matrice ambientale suolo in corrispondenza delle aree che non erano state ancora investigate ovvero all'interno del capannone industriale. Tale proposta è stata avanzata in relazione alla possibilità di cessare/trasferire in un altro sito l'attività lavorativa. In tale comunicazione è stata proposta la realizzazione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo sino alla profondità di 5 m dal piano campagna e, in ragione di una possibile destinazione residenziale dell'area, in caso di superamento dei limiti, la proprietà era intenzionata a spingere la bonifica sino al raggiungimento dei limiti previsti per tali aree. La Conferenza dei Servizi avvenuta in data 25 novembre 2005 ha approvato le suddette integrazioni per il raggiungimento dei limiti previsti dalle aree residenziali/verde pubblico integrando le indagini con ulteriori 4 sondaggi a carotaggio continuo.

In data 14 dicembre 2005 il Comune di Arese, con Lettera Protocollo n. 33381/05 – 10.5 ha approvato l'Integrazione al Piano della Caratterizzazione presentato e ha autorizzato l'esecuzione dei lavori indicati con le prescrizioni impartite dagli Enti in sede di Conferenza dei Servizi.

Tali attività sono state eseguite in data 7 febbraio 2006. Durante la loro esecuzione non è stato tuttavia possibile campionare i terreni in prossimità di una delle due cisterne interrata poiché, durante la perforazione, si è intercettato e rotto un tubo di allacciamento dell'impianto idrico delle Officine SASPE all'acquedotto comunale.

Più in dettaglio, tale sondaggio era ubicato in prossimità della cisterna interrata, in disuso, presente sul lato Ovest dell'insediamento. Tale area non è stata pertanto analizzata e, come di seguito meglio descritto, sarà oggetto di indagine durante le attività di estrazione della cisterna secondo le Linee Guida ARPA.

Le attività effettuate in data 7 febbraio 2006 sono quindi consistite nella realizzazione di 5 sondaggi a carotaggio continuo da ognuno dei quali, con la sola eccezione di un sondaggio, sono stati prelevati n. 3 campioni.

Le analisi di laboratorio hanno evidenziato, su 6 dei 14 campioni prelevati, una non conformità con i valori stabiliti dall'allora normativa vigente D.M. 471/99, colonna A della Tabella 1 per i parametri Idrocarburi pesanti, Cromo totale e Nichel mentre non sono stati misurati superamenti rispetto ai limiti per aree a uso industriale/commerciale.

La Proprietà, in concomitanza con l'entrata in vigore del D. Lgs. 152/2006 relativo alle "Norme in materia ambientale" ha deciso di chiedere di rivedere l'iter procedurale dell'area SASPE in accordo alla nuove procedure per il risanamento dei siti contaminati.

Sulla base delle risultanze della caratterizzazione, così come richiesto dall'Art. 242 comma 4 della suddetta normativa, nella relazione [3] è stata applicata la procedura di Analisi di Rischio sanitario ambientale sito-specifica per determinare gli eventuali obiettivi di bonifica definiti dalle Concentrazioni Soglia di Rischio. Tale procedura ha dimostrato che le concentrazioni rilevate in sito non sono tali da causare rischi né per i futuri fruitori dell'area (residenti) né per l'ambiente circostante.

In data 2 marzo 2007 il progetto [3] è stato discusso in conferenza dei servizi; durante tale incontro sono stati inoltre presentati i referti analitici di tutte le determinazioni analitiche, eseguite sino a tale data, espressi secondo i criteri previsti dal D. Lgs. 152/2006 ovvero riportando il valore di contaminazione rilevato in laboratorio al passante al setaccio 2 cm e non 2 mm come previsto dall'abrogato D.M. 471/99.

Utilizzando tale metodica è stato possibile evidenziare la presenza di un solo punto superiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste dalla Tabella 1

colonna A della Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V in luogo dei 6 rilevati con le metodiche previste dal D.M. 471/99.

Per la validazione di tali dati la Conferenza dei Servizi ha richiesto la consegna delle terze aliquote ad ARPA che, su 3 campioni, ha provveduto a ripetere, secondo le nuove procedure analitiche, le determinazioni di laboratorio.

In data 18 maggio 2007 con lettera protocollo n. 68029 ARPA Lombardia Dipartimento di Parabiago ha comunicato che le analisi effettuate dal Laboratorio Chimico ARPA sulla terza aliquota dei campioni di terreno prelevati in data 23 giugno 2005 e 7 febbraio 2006, funzionali alla validazione delle indagini già eseguite dalla parte e riproposte con le metodiche previste dal D. Lgs. 152/06, stabiliscono la conformità dei campioni ai sensi del D. Lgs. 152/06 Parte quarta, Allegato 5 al Titolo V, Tabella 1 colonna A.

Nella suddetta Conferenza dei Servizi è stata inoltre concordata la presentazione di un nuovo progetto, comprensivo anche della rimozione dei serbatoi interrati, nel quale venisse previsto il raggiungimento delle CSC per la destinazione residenziale ovvero la Proprietà ha dichiarato di non avvalersi dello strumento dell'Analisi di Rischio.

Il presente documento recepisce le prescrizioni e le osservazioni della Conferenza dei Servizi e pertanto, nel presente Progetto di Bonifica, saranno trattati i seguenti punti:

1. sintesi delle attività svolte nell'area;
2. analisi del livello di contaminazione dei terreni;
3. definizione del modello concettuale definitivo della contaminazione;
4. descrizione delle modalità di bonifica e dei relativi interventi;
5. valutazione del volume dei terreni interessati dalle attività di bonifica;
6. piano di monitoraggio/collaudi;
7. valutazione dei costi degli interventi di bonifica;
8. definizione del piano temporale degli interventi.

Inoltre, come stabilito di concerto con le Autorità preposte, nel presente documento sono riportate le operazioni per la rimozione delle n. 2 cisterne interrate presenti nel sito secondo quanto previsto dalle Linee Guida emanate da ARPA Lombardia (a cura del Gruppo di Lavoro "Predisposizione delle Linee Guida per la gestione dei serbatoi interrati" istituito presso il Settore Suolo, Rifiuti e Bonifiche ARPA Lombardia, Via Restelli, 1 Milano – Aprile 2004). Tali operazioni saranno condotte in concomitanza con le operazioni di bonifica della matrice ambientale suolo.

In *Allegato 1* è riportato l'Allegato A4 A5 e A6 relativo rispettivamente all'anagrafica dell'area, all'anagrafica di Analisi di Rischio (non compilata) e all'anagrafica del progetto operativo secondo quanto previsto dalla normativa regionale, mentre in *Allegato 2* è riportato, su supporto digitale, il presente documento, comprensivo di tutti gli allegati.

2. Sintesi delle attività svolte nell'area

Con riferimento alle relazioni [1], [2] e [3], alle quali si rimanda per maggiori dettagli, nel periodo settembre 2004 ÷ febbraio 2007 nell'area sono state realizzate una serie di campagne conoscitive atte a definire lo stato qualitativo della matrice ambientale suolo.

Le analisi condotte nel settembre 2004 sono state realizzate su iniziativa di parte poiché l'Amministrazione Comunale, in seguito ad alcuni sopralluoghi effettuati sull'area, aveva ritenuto, sebbene a torto stante la situazione riscontrata, che i prodotti finiti della Officine SASPE, depositati sui piazzali esterni al capannone, avrebbero potuto contaminare la matrice ambientale suolo.

Nel suddetto periodo, nell'area sono state realizzate le seguenti attività:

- n. 5 saggi con escavatore sino alla profondità di circa 3 m dal p.c.;
- n. 4 trincee esplorative profonde circa 3 m dal p.c.;
- n. 5 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a 5 m dal p.c..

L'ubicazione di tutti i punti è riportata in *Figura 1*.

In totale sono stati analizzati n. 25 campioni e più in particolare:

- n. 9 campioni prelevati nel corso delle indagini svolte nel mese di gennaio 2005;
- n. 2 campioni prelevati nel corso delle indagini svolte in contraddittorio con gli Enti nel mese di giugno 2005;
- n. 14 campioni prelevati nel corso delle indagini svolte nel mese di febbraio 2006.

Nel seguente elenco è indicata la denominazione dei campioni e la relativa profondità di prelievo.

Campagna gennaio 2005

- Saggio S1 sup: 0.8 m;
- Saggio S1 prof: 1.8 m;
- Saggio S2 sup: 0.8 m;
- Saggio S3 sup: 0.4 m;
- Saggio S3 prof: 2 m;

- Saggio S4 sup: 0.7 m;
- Saggio S4 prof: 2 m;
- Saggio S5 sup: 1.5 m;
- Saggio S5 prof: 3 m.

Campagna giugno 2005

- Trincea TR1 (b): 3.2 m;
- Trincea TR2 (b): 3.2 m;

Campagna febbraio 2006

- Sondaggio C1 superficiale: 1 m;
- Sondaggio C1 medio: 2.5 m;
- Sondaggio C1 profondo: 4.5 m;
- Sondaggio C2 superficiale: 0.5 m;
- Sondaggio C2 medio: 2.5 m;
- Sondaggio C2 profondo: 4.5 m;
- Sondaggio C3 superficiale: 0.2 m;
- Sondaggio C3 profondo: 2.5 m;
- Sondaggio C4 superficiale: 0.3 m;
- Sondaggio C4 medio: 2.5 m;
- Sondaggio C4 profondo: 4.5 m;
- Sondaggio C6 superficiale: 0.5 m;
- Sondaggio C6 medio: 2.5 m;
- Sondaggio C6 profondo: 4.5 m.

Sui campioni prelevati nel mese di gennaio 2005, le attività analitiche si sono concentrate sulla ricerca dei seguenti parametri:

- Cadmio;
- Cromo totale;
- Cromo VI;
- Nichel;
- Piombo;

- Rame;
- Zinco;
- Idrocarburi pesanti;
- Idrocarburi leggeri.

Sui campioni prelevati nel mese di giugno 2005, il set analitico è stato ampliato poiché si è proceduto al campionamento dei terreni in prossimità delle cisterne interrato; oltre ai parametri sopra riportati si è proceduto infatti anche alla determinazione dei seguenti parametri:

- Benzene;
- Etilbenzene;
- Stirene;
- Toluene;
- Xilene.

Infine, sui campioni prelevati nel mese di febbraio 2006, le attività analitiche si sono concentrate solamente sulla ricerca dei seguenti parametri:

- Cadmio;
- Cromo totale;
- Nichel;
- Piombo;
- Zinco;
- Idrocarburi pesanti;
- Idrocarburi leggeri.

Tutti i campioni prelevati sono stati analizzati dal laboratorio Tecnologie di Impresa di Cabiato (CO); i referti analitici di ogni singola campagna sono riportati nei relativi documenti progettuali mentre in *Allegato 3* sono state riportate le determinazioni analitiche rispondenti al D. Lgs. 152/2006 nonché le analisi eseguite da ARPA per la validazione di tali dati.

3. Analisi dei livelli di contaminazione dei terreni e stato dell'area

I campioni prelevati durante le attività precedentemente descritte sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio finalizzate alla ricerca dei parametri elencati nel precedente paragrafo. Il set analitico utilizzato è stato concordato con gli Enti di Controllo in funzione delle attività svolte presso l'area Officine SASPE.

Si ricorda che a partire dal 31 dicembre 2005 la Suddetta Società ha cessato la produzione all'interno dell'area in oggetto che, attualmente, è utilizzata unicamente quale centro logistico; a partire da tale data sono state attivate le attività necessarie per la rimozione dei macchinari presenti; tali attività sono state concluse agli inizi del 2007. Gli uffici adiacenti sono invece tutt'ora operativi.

Considerando quale limite obiettivo della bonifica le CSC per aree a uso residenziale/verde pubblico riportate nel D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. nella Tabella 1, colonna A, Allegato 5 al Titolo V alla parte quarta, si registrano superamenti unicamente per quanto riguarda il parametro Idrocarburi pesanti in corrispondenza del campione superficiale prelevato dal sondaggio C6 realizzato durante la campagna del febbraio 2006 internamente al capannone industriale, in corrispondenza dell'area torni.

La concentrazione è risultata essere di poco superiore al limite di legge risultando infatti pari a 52 mg/kg ed è stata rilevata entro il suolo superficiale (campione prelevato tra 0 e 0.5 m dal p.c.).

3. Modello concettuale della contaminazione

Il modello concettuale, che può essere definito in seguito alle indagini preliminari e di caratterizzazione, organizza i dati chimico-fisici e li associa, da un lato, alle caratteristiche degli elementi che hanno determinato la contaminazione e, dall'altro, a quelle geologiche del sito, in modo da definire le fonti e l'estensione del grado di contaminazione delle diverse matrici ambientali.

Per quanto attiene il modello concettuale della contaminazione, le indagini condotte presso l'area in oggetto hanno permesso di ricostruire il seguente modello concettuale:

- l'area oggetto di studio, fino alla massima profondità investigata dai sondaggi (circa 5 m dal piano campagna), è formata da terreno caratterizzato da permeabilità medio-bassa composto da sabbia argillosa – argille sabbiose talora sovrastate da materiali di riporto costituiti da ghiaie debolmente sabbiose;
- l'area risulta contaminata unicamente in corrispondenza del settore in cui erano ubicati i torni;
- la contaminazione è ascrivibile alla presenza di Idrocarburi pesanti;
- il tenore della contaminazione risulta essere di poco superiore alle CSC per aree a uso residenziale;
- l'estensione massima della contaminazione risulta limitata ai primi 0.5 m dal piano campagna.

Alla luce di quanto sopra, sebbene il superamento sia tale da non produrre alcun rischio né per l'uomo né per l'ambiente circostante, in funzione di una possibile cessione dell'area con conseguente riqualificazione urbanistica della stessa, la Proprietà ha scelto di procedere a un integrale asportazione dei terreni contaminati e alla contestuale verifica dei terreni presenti in corrispondenza delle cisterne interrato.

4. Tecnologie di bonifica

La vigente normativa, riconducibile al D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., prevede, come passo propedeutico alla scelta dell'intervento di bonifica, che siano descritte e analizzate le possibili tecniche adottabili per il risanamento delle matrici ambientali contaminate. Tuttavia, la limitata estensione e volumetria della matrice ambientale suolo coinvolta nella contaminazione (riconducibile a pochi m²) nonché alla natura monocomponente della contaminazione (Idrocarburi pesanti) rendono la maggior parte degli interventi di bonifica, quali ad esempio biopile, bioventing, landfarming, soil-washing, sovradimensionati rispetto all'entità dell'intervento e, di fatto, obbligano a intervenire mediante l'asportazione e smaltimento integrale dei terreni, sino al raggiungimento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione per aree a uso residenziale/verde pubblico.

Alla luce di quanto sopra non si ritiene necessario produrre una disamina delle suddette possibili soluzioni progettuali che, come già riportato, risulterebbero non commisurate al caso in esame.

5. Attività preliminari alla bonifica

Le attività di cantierizzazione propedeutiche all'esecuzione della bonifica dei terreni risultano essere limitate rispetto a quelle usualmente definite per un "classico" cantiere di bonifica. Non è infatti necessario allestire strutture modulari quali ufficio per la Direzione Lavori, spogliatoio operai, servizi igienici, ecc., nonché l'impianto di lavaggio ruote degli automezzi in uscita dal cantiere che, in funzione alla limitata circolazione di automezzi nonché, e soprattutto, in funzione della logistica del sito, risulterebbe oltre modo superfluo. Per la logistica di cantiere saranno infatti utilizzati gli uffici e i servizi igienici presenti nella palazzina uffici. Qualora la Proprietà/i nuovi proprietari dovessero decidere di procedere alla bonifica dei terreni una volta ultimate le attività di demolizione su tutta l'area, si procederà alla messa in opera di apposite strutture modulari.

Per quanto attiene la platea di stoccaggio per il deposito delle n. 2 cisterne interrato, è stata individuata nel settore Sud occidentale dell'area, al di sopra dell'area impermeabilizzata con soletta in cls, dotata di cordoli (*Figura 2*).

Per quanto riguarda i terreni provenienti dalla bonifica dell'area torni, in considerazione della limitata volumetria degli stessi, si è optato per caricarli direttamente su cassoni scarrabili a tenuta che saranno ubicati all'interno del capannone.

I carichi di rifiuti in uscita dall'area di cantiere verso i poli di smaltimento viaggeranno con la compilazione del formulario indicando il peso rilevato dalla lettura della pesa presente all'interno dell'area SASPE; si indicherà comunque anche la voce "peso da verificare a destino".

Per quanto attiene la recinzione dell'area sottoposta a interventi di bonifica non è necessario predisporre alcun accorgimento in quanto la stessa risulta già debitamente recintata da muri sui lati Est, Ovest e Sud mentre sul lato settentrionale è presente una cancellata metallica e l'accesso all'area.

6. Bonifica dei terreni

Come già descritto nei precedenti paragrafi, le attività di bonifica dell'area Officine SASPE prevedono interventi mirati alla sola bonifica dei terreni, nei quali è stata rilevata la presenza di Idrocarburi pesanti al di sopra dei limiti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione per aree a uso residenziale.

Si ricorda che il superamento rispetto ai limiti previsti dalla normativa vigente per il parametro Idrocarburi pesanti (50 mg/kg) è stato superato solo nel campione C6 superficiale facendo registrare tenori pari a 52 mg/kg; sebbene tale superamento sarebbe ampiamente gestibile mediante l'Analisi di Rischio, la Proprietà ha optato per rinunciare a tale soluzione preferendo l'asportazione integrale dei terreni contaminati. Tale scelta è stata ovviamente accettata dagli Enti di Controllo poiché risulta essere la più cautelativa sia per i futuri fruitori dell'area che per l'ambiente circostante.

Sulla base della suddetta situazione si prevede di attuare una bonifica mediante scavo e smaltimento che vada a interessare i terreni fino a una profondità massima di circa 1 m dal piano fabbrica ovvero fino al raggiungimento di terreni privi di contaminazione.

Una volta raggiunta la profondità prestabilita saranno prelevati dei campioni di fondo scavo e delle pareti sui quali saranno realizzate le analisi al fine di verificare la loro conformità secondo le CSC per aree a uso residenziale/verde pubblico. In attesa dei referti analitici, lo scavo che, come precedentemente indicato, sarà realizzato all'interno del capannone, sarà opportunamente segnalato per evitare cadute accidentali al suo interno.

Qualora i risultati analitici dovessero evidenziare la presenza di contaminazione sul fondo scavo e sulle pareti, si dovrà provvedere nuovamente all'approfondimento e/o ampliamento dello scavo; gli approfondimenti avverranno asportando ulteriori 0.5 m a partire dalla base dello scavo: si procederà quindi nuovamente al prelievo del campione di fondo scavo e delle pareti e alla ripetizione delle analisi di collaudo.

Una volta raggiunti gli obiettivi di bonifica, che si ricorda essere le CSC per aree a uso residenziale/verde pubblico, si procederà, in contraddittorio con gli Enti di Controllo, al collaudo delle attività di bonifica.

Tutte le fasi precedentemente descritte sono rappresentate nel diagramma di flusso riportato in *Figura 3*.

Riassumendo, l'intervento di bonifica dei terreni è pianificato attraverso le seguenti fasi tra di loro consequenziali:

- scavo e movimentazione;
- controllo della qualità dei terreni;
- smaltimento presso idoneo destino finale.

La data di inizio lavori sarà concordata con ARPA e Provincia con almeno 15 giorni di preavviso.

Inoltre, preliminarmente all'inizio dei lavori, saranno comunicati agli Enti i seguenti dati:

- i nominativi del Responsabile del Cantiere o del Direttore Lavori;
- il nominativo dell'impresa esecutrice dei lavori con relativa copia di iscrizione all'albo nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti nella categoria 9;
- i nominativi e le copie delle relative autorizzazioni dell'esercizio dell'attività (valide al momento dell'effettuazione dei lavori) dei poli di conferimento dei terreni contaminati ed eventualmente dei rifiuti vari presenti sul sito e/o delle demolizioni (discariche, centri di stoccaggio/cernita, trattamento, recupero);
- i nominativi e le relative copie di iscrizione all'albo di categoria (valide al momento dell'effettuazione dei lavori) della società che effettuerà il trasporto dei rifiuti.

6.1 Scavo e movimentazione dei terreni

La fase di scavo e movimentazione dei materiali costituisce il primo stadio dell'intervento di bonifica.

Il dimensionamento dell'area da bonificare è da considerarsi puramente indicativo e potrà subire delle modifiche in corso d'opera in base all'esame organolettico dei terreni durante le operazioni di bonifica nonché in base alle attività di laboratorio che dovranno essere realizzate in corso d'opera.

Essendo il sondaggio contaminato ubicato in corrispondenza del muro di separazione esistente tra il capannone industriale e il "magazzino" adiacente si procederà a scavare a ridosso dei muri senza procedere alle demolizioni dello stesso. Ovviamente, per motivi di sicurezza, si procederà dapprima all'asportazione dei terreni sul lato interno del capannone

e, successivamente, su quello esterno allo stesso. Qualora vengano confermate le profondità di scavo previste dal presente progetto (circa 1 m dal p.c.) non si ritiene necessario procedere alla realizzazione di opere di protezione per l'edificio.

In corso d'opera si valuterà la necessità di procedere alla demolizione di parte del muro.

Qualora invece si dovesse procedere alla bonifica dell'area a seguito delle demolizioni di tutti gli edifici non si ravvisa, ovviamente, la necessità di intervenire come sopra descritto.

Le operazioni di scavo avverranno posizionando l'escavatore attrezzato con benna a cucchiaio rovesciato in corrispondenza della zona torni attrezzandolo preliminarmente con un martello demolitore per procedere con la demolizione del pavimento in cls.

L'evacuazione dei terreni sarà effettuata caricando il materiale direttamente sui cassoni scarrabili a tenuta.

Sui terreni asportati, preliminarmente al loro idoneo smaltimento, saranno effettuate analisi di laboratorio al fine di classificarne le caratteristiche chimico-fisiche.

Per le attività di scavo e movimentazione sarà necessario l'utilizzo di macchine operatrici che a titolo indicativo e non esaustivo saranno:

- n. 1 martello demolitore;
- n. 1 escavatore cingolato;
- n. 1 mezzo d'opera per la movimentazione interna dei terreni.

Le macchine di cui si farà uso per le attività di cantiere dovranno essere conformi alla normativa del D.P.R. del 24 Luglio 1996, n. 459.

La squadra di lavoro sarà coordinata dal capocantiere che avrà anche il compito di documentare fotograficamente le situazioni anomale che si potranno eventualmente rinvenire durante lo scavo.

I terreni asportati saranno caricati direttamente su cassone scarrabile; una volta raggiunta la capienza, si procederà alle operazioni di asportazione dei terreni contaminati caricandoli su un nuovo cassone. I cassoni saranno temporaneamente depositati presso l'area riportata in *Figura 2* sempre all'interno del capannone ovvero, in caso di demolizione preliminare degli edifici, gli stessi saranno dotati di telo impermeabile di copertura.

6.2 Controllo analitico della qualità dei terreni

La fase di controllo consiste nel campionare e analizzare i terreni contaminati rimossi al fine di individuare il loro destino finale. I controlli analitici saranno eseguiti preliminarmente all'invio presso un idoneo centro di smaltimento/recupero.

In linea di massima si ipotizza di dover eseguire una sola analisi di omologa, ovvero un numero adeguato di omologhe rappresentative delle eventuali diverse variazioni delle caratteristiche organolettiche dei terreni asportati.

Secondo quanto previsto dalla normativa vigente, la movimentazione dei rifiuti, identificati da apposito codice CER, sarà annotata sul registro di carico e scarico.

In via preliminare e presuntiva si può supporre che il codice CER dei terreni da inviare a smaltimento o recupero possa essere il seguente:

- 17 05 03* terra e rocce, contenenti sostanze pericolose;
- 17 05 04 terra e rocce diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03;

Nei formulari di accompagnamento dei terreni contaminati sarà riportata la dicitura "terreni contaminati da Idrocarburi pesanti" e "terreni provenienti dal sito di bonifica Officine SASPE".

6.3 Valutazione dei volumi di bonifica dei terreni

Della superficie complessiva di circa 8.000 m², l'estensione dell'area che sarà interessata da operazioni di bonifica è di circa 25 m² (Figura 2). Tale superficie risulta essere puramente indicativa e non esaustiva.

Calcolando di dover asportare circa 1 m di terreni è possibile stimare in circa 25 m³ i rifiuti derivanti dalle attività di bonifica dell'area; ipotizzando infine un peso specifico pari a 1.8 t/m³ è possibile stimare in circa 45 t il peso dei terreni.

Come riportato nei paragrafi precedenti tali valori risultano essere puramente indicativi e non esaustivi e quindi è possibile che durante le attività di bonifica tali volumetrie possano risultare non esatte. Ciò detto la stima preliminare sopra riportata risulta essere un'indicazione attendibile di quello che potrà essere la situazione finale.

Al termine delle attività di bonifica, le aree assoggettate a scavo saranno ripristinate mediante l'utilizzo di idoneo materiale.

7. Rimozione cisterne interrato e collaudo terreni

Per quanto attiene le aree in corrispondenza delle cisterne interrato si procederà a una caratterizzazione dei terreni in concomitanza delle attività di estrazione delle stesse; le suddette attività avverranno, possibilmente, nelle giornate successive alle operazioni di bonifica dell'area torni.

A tale scopo saranno seguite le specifiche previste dalle Linee Guida emanate da ARPA Lombardia.

Le operazioni di dismissione saranno condotte secondo il seguente schema lavorativo:

- messa in luce dei serbatoi mediante rimozione dei terreni di copertura;
- rimozione e smaltimento della cisterna;
- eventuale messa in sicurezza d'emergenza dei terreni contaminati;
- attività di controllo dei terreni.

A differenza di quanto previsto dalle procedure indicate dalle Linee Guida ARPA Lombardia, non è necessario effettuare la prova di gas free in quanto le cisterne sono state utilizzate, per diversi anni, in seguito alla loro dismissione quali centri di stoccaggio per oli combustibili, come riserva idrica per l'effettuazione delle prove di tenuta dei manufatti realizzati dalla Officine SASPE.

In relazione alle attività di collaudo degli scavi per la rimozione della cisterna interrato si prevede, indicativamente e salvo diverse evidenze organolettiche e/o indicazioni da parte degli Enti di Controllo, l'effettuazione delle seguenti operazioni di campionamento:

- prelievo di un campione di terreno sul fondo dello scavo, ogni 3-5 m di lunghezza dei serbatoi e/o nei punti critici con evidenze organolettiche;
- prelievo di campioni sulle pareti di scavo nei punti con evidenze organolettiche e in assenza di tali evidenze di almeno un campione su di una delle pareti all'altezza del passo d'uomo;
- campionamento di terreno sottostante le tubazioni in particolare nei punti critici (giunti) e/o nei punti in cui si riscontrano evidenze organolettiche.

La rimozione dei serbatoi avverrà per fasi; individuata sul terreno l'area occupata dalla cisterna, mediante escavatore sarà asportato il terreno di copertura (circa 50 ÷ 80 cm) e i terreni posti a lato del serbatoio.

I terreni che saranno asportati per la rimozione del serbatoio saranno provvisoriamente inviati nel settore Sud occidentale, al di sopra dell'area impermeabilizzata con soletta in cls e dotata di cordoli (*Figura 2*) e saranno coperti con un telo in LDPE.

Una volta asportati, i terreni saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per verificarne il destino finale.

Una volta messe in luce le cisterne, mediante escavatore, si provvederà alla loro estrazione. Le cisterne saranno, in caso di necessità, provvisoriamente stoccate nell'area individuata nella suddetta *Figura 1*, ovvero saranno direttamente caricate su camion per l'invio a smaltimento/recupero.

Per lo smaltimento del serbatoio si utilizzerà il seguente codice CER:

17 04 09 * rifiuti metallurgici contaminati da sostanze pericolose (oli combustibili densi).

8. Piano di monitoraggio

All'interno e nell'intorno del cantiere, durante le fasi di bonifica e successivamente a esse, dovranno essere effettuati tutti i controlli necessari per una corretta gestione dei lavori e per la valutazione di eventuali effetti negativi indotti sull'ambiente e in particolare il controllo dei terreni provenienti dagli scavi.

Non si ritiene necessario il monitoraggio del livello di rumore poiché le attività saranno svolte con usuali mezzi di movimento terra il cui livello di emissione può interessare solo gli operatori ai quali verranno pertanto fornite opportune dotazioni protettive.

La bonifica sarà attuata mediante scavo e smaltimento che interesseranno i terreni fino alla totale assenza di evidenze organolettiche; una volta raggiunta tale profondità saranno prelevati dei campioni al fine di verificarne la conformità.

L'applicazione delle modalità operative di prelievo, conservazione e trasporto campioni dovrà essere garantita e controllata; per tale motivo tutte le operazioni di prelievo campione dovranno essere eseguite da personale qualificato e avvenire sotto la supervisione di un tecnico specializzato che sarà responsabile della corretta applicazione di tutte le procedure inerenti l'attività.

Al fine di garantire il controllo e la qualità delle operazioni di campionamento dovrà essere predisposta appropriata documentazione delle attività tale da consentire la costante rintracciabilità dei campioni prelevati e inviati al laboratorio.

Le modalità di prelevamento dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi faranno riferimento al Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale 21.10.1999, Serie Generale 248 (Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli), ai manuali UNICHIM 145/85, UNICHIM 175/94, al Quaderno IRSA 64/85, alla norma UNI 10802 e alla D.G.R. n. 7/13410 del 20.06.03.

Di seguito vengono richiamate le modalità operative che saranno applicate per il campionamento dei terreni.

La procedura di campionamento si sviluppa in due fasi consequenziali:

- prelievo di campioni elementari e formazione dei campioni globali;
- preparazione del campione finale da inviare al laboratorio.

Le operazioni di formazione e prelievo dei campioni dovranno garantire i requisiti minimi essenziali in funzione delle tecniche di indagine utilizzate.

La formazione del campione sarà quindi effettuata prelevando dalla massa di terreno raccolta nella benna o depositata su idonea superficie più porzioni e avendo cura di ottenere un campione omogeneo e statisticamente rappresentativo dell'orizzonte indagato. Il campione globale, opportunamente selezionato, sarà suddiviso in tre aliquote, come di seguito riportato:

- aliquota A – aliquota del campione da tenere a disposizione per le analisi di controllo svolte dagli Enti di Controllo;
- aliquota B – aliquota del campione finalizzata all'esecuzione delle analisi chimiche di laboratorio;
- aliquota C – aliquota del campione per eventuali controanalisi in caso di discordanza tra le analisi svolte a cura del soggetto obbligato (analisi su aliquota B) e dall'Ente di Controllo (analisi su aliquota A).

Le tre aliquote saranno raccolte in barattoli di vetro da 500 ml che saranno opportunamente sigillati.

Il trasporto dei campioni dovrà essere effettuato nel minor tempo possibile (dal momento del prelievo allo stoccaggio nei frigo della sede operativa/laboratorio) all'interno di contenitori termici adeguatamente attrezzati con corpi refrigeranti evitando pertanto di esporre i campioni alla luce diretta del sole o a temperature elevate.

I barattoli saranno opportunamente etichettati con adesivi preventivamente preparati utilizzando inchiostro indelebile.

Le informazioni da riportare sulle etichette riguarderanno:

- il cantiere di provenienza;
- il numero identificativo del lotto campionato;
- l'intervallo di campionamento;
- la data e l'ora di campionamento;
- l'analisi da eseguire.

Le diciture di cui sopra dovranno essere riportate anche su un verbale di campionamento.

Per la formazione del campione il materiale prelevato dovrà essere preventivamente passato a setaccio avente maglia di diametro 2 cm, conforme allo standard DIN ISO 3310/2, in modo da eliminare la frazione grossolana, e raccolto in apposita vaschetta. Dopo la miscelazione del materiale si provvederà al riempimento progressivo delle 3 aliquote

avendo cura di distribuire in modo omogeneo e sistematico il terreno in tutti e tre i contenitori.

Si precisa che durante il campionamento saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- durante il campionamento la composizione chimica del materiale prelevato non dovrà essere alterata a causa di surriscaldamento, dilavamento o contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature;
- le differenti aliquote del campione saranno formate utilizzando una sessola in acciaio inox opportunamente decontaminata dopo ogni prelievo e posizionando il materiale al di sopra di un telo impermeabile in polietilene che dovrà anch'esso essere decontaminato/sostituito a ogni nuovo campionamento.

Sui campioni prelevati si provvederà alla determinazione analitica del solo parametro Idrocarburi pesanti.

Per quanto attiene invece le aree in cui è prevista l'estrazione delle cisterne interrate si procederà alla determinazione dei seguenti parametri:

- Cadmio;
- Cromo totale;
- Cromo VI;
- Nichel;
- Piombo;
- Rame;
- Zinco;
- Idrocarburi pesanti;
- Idrocarburi leggeri.
- Benzene;
- Etilbenzene;
- Stirene;
- Toluene;
- Xilene.

Il laboratorio di parte dovrà concordare la metodica analitica da utilizzare per la determinazione dell'analita con i responsabili del laboratorio utilizzato dagli Enti di Controllo prima di procedere all'esecuzione delle analisi.

Le determinazioni analitiche saranno condotte, secondo quanto espressamente specificato nel D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. sulla frazione granulometrica inferiore ai 2 mm, rapportando le concentrazioni così determinate alla totalità della matrice solida di granulometria inferiore ai 2 cm.

9. Valutazione dei costi della bonifica

Per quanto attiene i costi di bonifica (scavi, smaltimenti, rimodellamenti, ecc), facendo riferimento alle attività descritte nei precedenti paragrafi, nella seguente *Tabella 1* viene fornita una stima dei costi da intendersi al netto d'IVA.

Si precisa che i calcoli sono stati eseguiti considerando un peso dei terreni pari a 1.8 t/m^3 al fine di evitare l'incognita legata all'incremento volumetrico del materiale una volta scavato (dal 20 al 30%).

Per quanto attiene i costi di smaltimento si è considerato, in via cautelativa, di smaltirli quali rifiuti speciali non pericolosi.

Descrizione	Quantità	Costo unitario	Costo tot.
Cantierizzazione			
Consegna e ritiro cassoni scarrabili a tenuta	2 cassoni	410 €/cad	820,00 €
Nolo cassoni scarrabili a tenuta	2 cassoni	100 €/mese	200,00 €
Eventuali costi demolizione parete			
Trasporto in A/R di escavatore dotato di pinza idraulica e martello demolitore	A corpo	700 €	700,00 €
Noleggio escavatore	20 ore	120 €/ora	2.400,00 €
Costi scavo terreni			
Trasporto in A/R di escavatore	A corpo	400 €	400,00 €
Noleggio escavatore dotato di benna e martello demolitore per la rimozione della pavimentazione, scavo di terreni contaminati, lo scavo e l'estrazione delle cisterne interrate	A corpo	5500	5.500,00 €
Acquisto, trasporto e messa in opera dei terreni per eventuale ripristino aree di scavo	25 m ³	17.5 €/m ³	437,50 €
Costi smaltimento terreni contaminati			
Costo di trasporto e conferimento in piattaforma per rifiuti speciali non pericolosi	45 t	120 €/t	5.400,00 €
Costi analitici e di monitoraggio			
Collaudo terreni area bonifica	5 campioni	95 €	475,00 €
Collaudo aree estrazione cisterne interrate	10 campioni	320 €	3.200,00 €
Costi di omologa dei terreni	3 campioni	500 €	1.500,00 €
Totale parziale delle attività di bonifica			21.032,50 €
Attività di coordinamento e ingegneria	10 % degli oneri di bonifica		2.103,25 €
Totale generale costi di bonifica			23.135,75 €

Tabella 1

Si ribadisce che i costi sopra esposti sono da intendersi come puramente indicativi e saranno soggetti a variazioni sia per eccesso che per difetto in seguito a quanto sarà rilevato in corso d'opera.

10. Piano temporale degli interventi

Per quanto concerne le attività di bonifica è prevedibile che le operazioni riportate nel presente documento richiedano, in totale considerando anche i tempi necessari per l'esecuzione delle analisi di laboratorio, circa 1 mese di lavori. Si precisa tuttavia che le effettive attività di asportazione di terreni contaminati nonché quelli per l'estrazione e l'eventuale messa in sicurezza d'emergenza delle cisterne interrato potrebbe, in linea di massima, essere concluse in 2 – 3 giorni di lavoro.

Qualora si dovesse procedere invece alla preventiva demolizione dei fabbricati le attività di asportazione delle cisterne e dei terreni contaminati sarebbero sicuramente condotte nell'arco di una sola giornata lavorativa.

Bollate, luglio 2008

Dott. Luca Matteo Pizzi



Dott.ssa Ilaria Villa



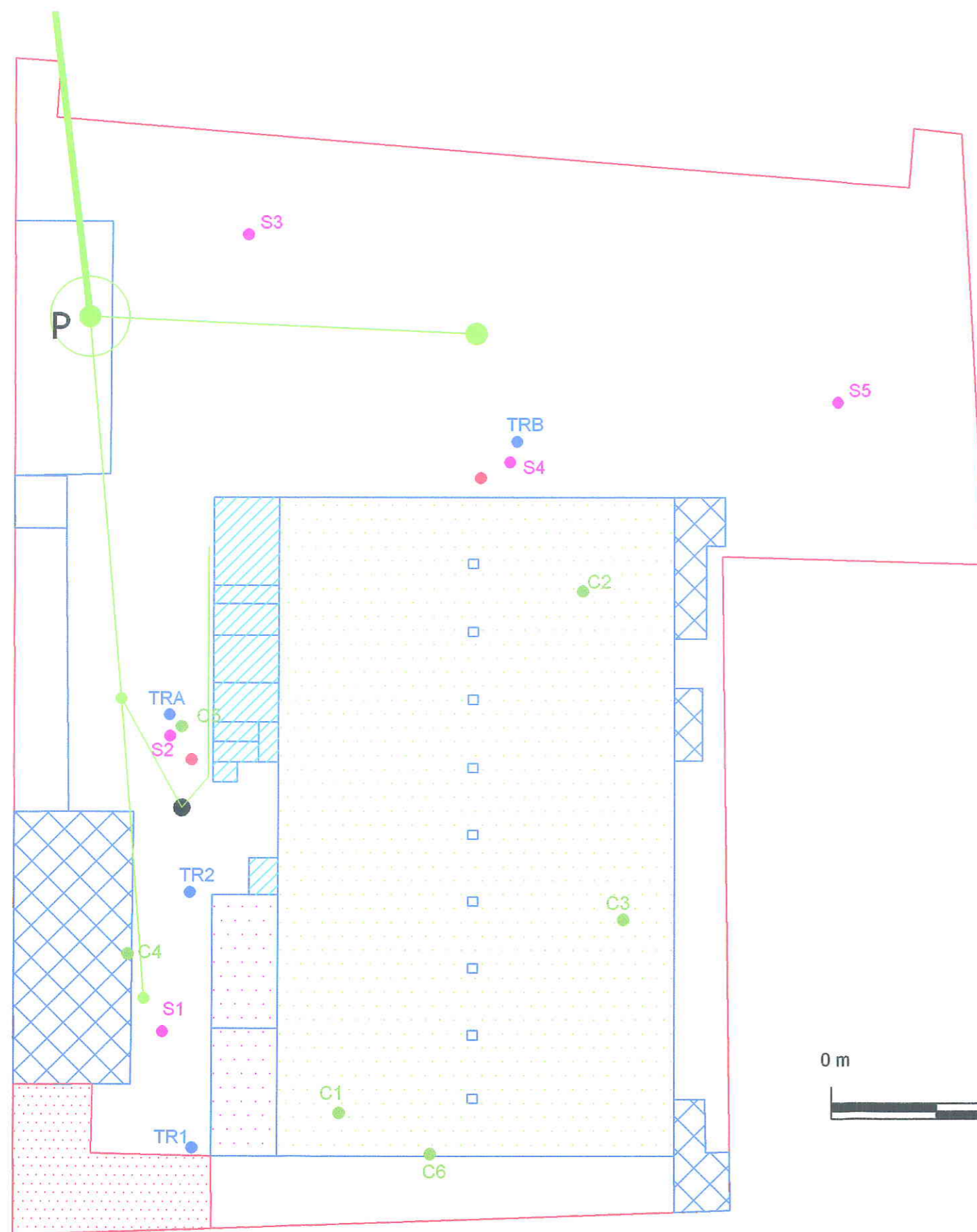
OFFICINE SASPE S.r.l.
Via Senato, 10
20020 – Arese (MI)

PROGETTO DI BONIFICA E RIMOZIONE DELLE CISTERNE INTERRATE
SECONDO LE LINEE GUIDA ARPA NELL'AREA OFFICINE SASPE DI VIA
SENATO 10 IN COMUNE DI ARESE
















FIGURE E ALLEGATI

R1/0708/OSA/VP | Luglio 2008



Legenda


-  Area Officine Saspe S.r.l.
-  Reparto lavorazioni
-  Magazzino
-  Uffici, locale mensa e servizi igienici
-  Area deposito scarti di lavorazione
-  Aree impermeabilizzate
- P** Parcheggio
-  Rete fognaria
-  Pozzetto fognario
-  Cisterne gasolio
-  Fossa biologica
- S1**  Saggi esplorativi gennaio 2005
- TRB**  Trincee esplorative giugno 2005
- C6**  Sondaggi febbraio 2006



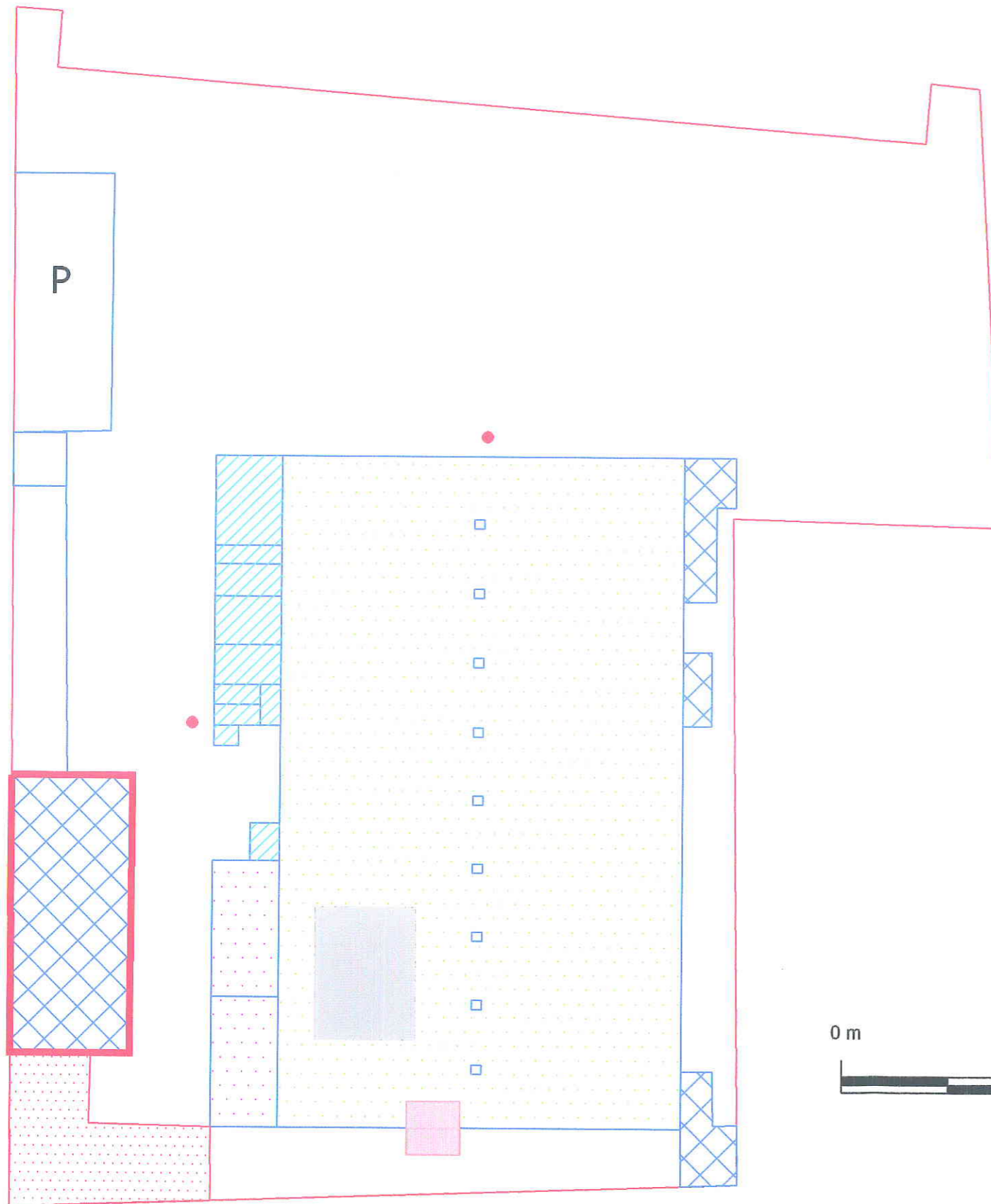
PROGETTO:
**PROGETTO DI BONIFICA E RIMOZIONE DELLE CISTERNE
 INTERRATE DELL'AREA DI VIA SENATO 10 - ARESE**

OGGETTO:
Ubicazione punti di indagine realizzati nell'area












aprile 11	R1/0708/OSA/IV	Figura n. 1	Scala grafica
-----------	----------------	-------------	---------------

 Studio Professionale Associato di Geologia di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa Via Ambrogio da Bollate, 13 20021 Bollate (MI) info@GEO-logica.com	COMMITTENTE: OFFICINE SASPE S.R.L. VIA SENATO 10 20020 ARESE (MI)
--	---

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge.



Legenda

-  Area Officine Saspe S.r.l.
-  Reparto lavorazioni
-  Magazzino
-  Uffici, locale mensa e servizi igienici
-  Area deposito scarti di lavorazione
-  Aree impermeabilizzate
-  Area adibita allo stoccaggio delle cisterne e dei terreni asportati con esse
-  Area ubicazione cassoni
-  Area oggetto di bonifica
-  Parcheggi
-  Cisterne gasolio

PROGETTO:
**PROGETTO DI BONIFICA E RIMOZIONE DELLE CISTERNE
 INTERRATE DELL'AREA DI VIA SENATO 10 - ARESE**

OGGETTO:
 Ubicazione area da bonificare, area deposito terreni
 e area deposito cisterne interrato

aprile 11 | R1/0708/OSA/IV | Figura n. 2 | Scala grafica

geologica
 Studio Professionale Associato di Geologia
 di Luca M. Pizzi e Ilaria Villa
 Via Ambrogio da Bollate, 13
 20021 Bollate (MI)
 info@GEO-logica.com

COMMITTENTE:
OFFICINE SASPE S.R.L.
 VIA SENATO 10
 20020 ARESE (MI)

Il presente elaborato è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi vigenti. Ogni riproduzione, anche parziale, effettuata senza la dovuta autorizzazione, potrà essere perseguita a termini di legge

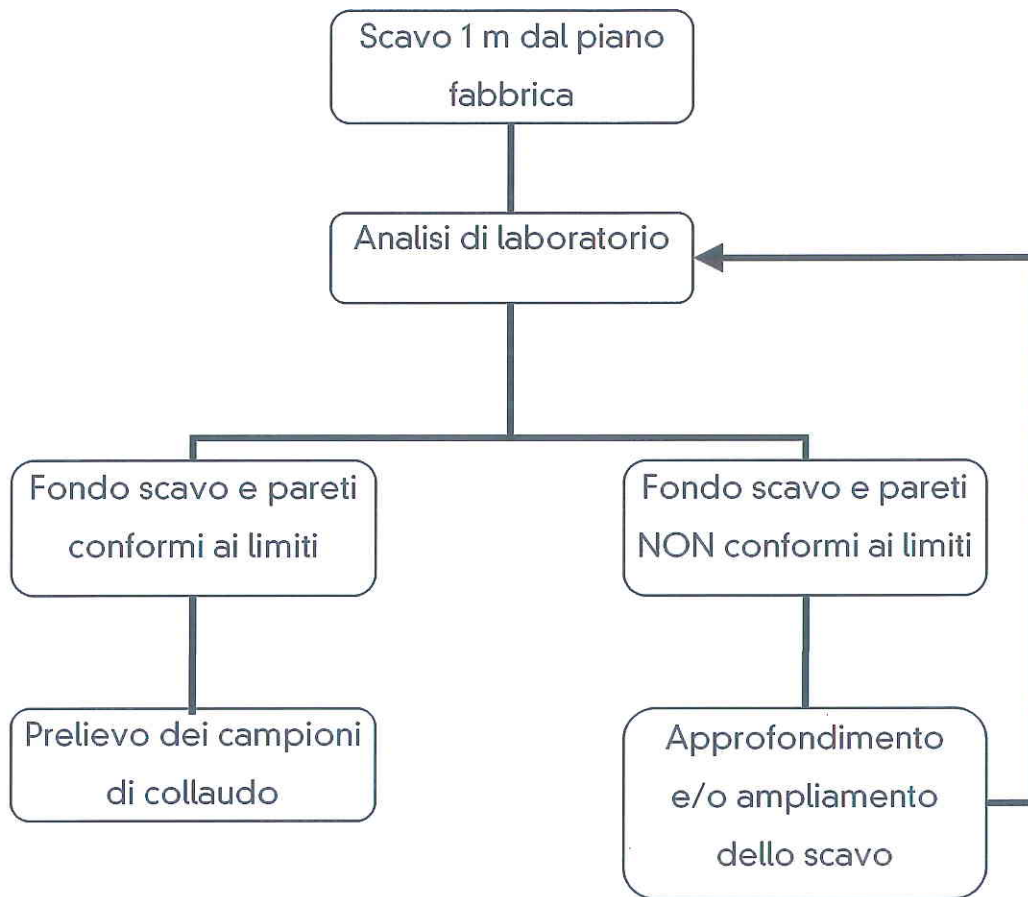


Figura 3

ALLEGATO 1

Sezione Anagrafica

Allegato A4

ID modulo:

Anagrafica

Coordinate Gauss Boaga **X** 1506565
Y 5043385

Denominazione

Officine Saspe S.r.l.

Via /Piazza/Strada/Località... (nb: riportare l'indirizzo dell'ingresso principale al sito)

via

Nome Via/Piazza/Strada/Località

n. Civico

Senato

10

Provincia

CAP

Comune

Milano

20020

Arese

Superficie totale del sito (m²)

8.000,00

Dati relativi alla singola segnalazione

Superficie contaminata stimata (m²)

25,00

Tipologia del sito

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

aree industriali dismesse

Destinazione d'uso prevalente

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

Area industriale

Tipologia attività svolta

2821 - FABBRICAZIONE DI CISTERNE, SERBATOI E CONTENITORI IN METALLO

...

...

...

...

N° Elenco comuni interessati dall'evento

1 Arese

2 ...

3 ...

4 ...

5 ...

Anagrafica del Piano di Caratterizzazione

Allegato A4

Contaminazioni rilevate in fase di indagine preliminare

(indicare nelle tabelle le sostanze rilevate e le relative concentrazioni massime)

Suolo/Sottosuolo

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (mg/kg)
Idrocarburi pesanti C>12	52,00
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Acque sotterranee

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (µg/l)
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Acque superficiali

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (µg/l)
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Anagrafica del Piano di Caratterizzazione

Allegato A4

Contaminazioni rilevate in fase caratterizzazione

(indicare nelle tabelle le sostanze rilevate e le relative concentrazioni massime)

Suolo/Sottosuolo

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (mg/kg)
Idrocarburi pesanti C>12	52,00
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Acque sotterranee

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (µg/l)
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Acque superficiali

Sostanza (scegliere nella lista che compare sulla cella)	Concentrazione max (µg/l)
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	

Anagrafica del Piano di Caratterizzazione

Allegato A4

Profilo stratigrafico generale dell'area e caratteristiche dei terreni

	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
profondità tetto (m. da piano campagna)	0,00				
profondità letto (m. da piano campagna)	5,00				
composizione granulometrica principale	sabbia	...	...	...	...
composizione granulometrica secondaria	argilla	...	...	...	...
densità	1,80				
porosità					
% acqua					
tessitura					
sostanza organica					
pH					

Caratteristiche acque sotterranee

	1^ falda	2^ falda	3^ falda
tipo falda (scegliere nella lista che compare sulla cella)	...	...	...
soggiacenza (m da p.c.)			
livello piezometrico (m.s.l.m.)			
data inizio misura			
data fine misura			
contaminazione (si/no)	No	No	No
verso del flusso	...	...	...
gradiente idraulico (%)			
conducibilità idraulica (m/s)			
trasmissività			

Geomorfologia generale dell'area

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

Inquadramento geologico regionale dell'area	Formazioni o depositi superficiali
Descrizione inquadramento geologico	depositi alluvionali
Geomorfologia	Pianura
Presenza di dissesti idrogeologici	No
Tipologia dei dissesti in atto	...

Anagrafica del Piano di Caratterizzazione

Allegato A4

Pozzi e captazioni

	Numero totale	Numero totale di:		
		Pozzi contaminati	Pozzi pubblici contaminati	Pozzi privati contaminati
Pozzo/i nel sito	0			
Pozzo/i entri 100 m dal sito	0			
Pozzo/i tra 100 e 500 m. dal sito	0			
Pozzo/i tra 500 e 1000 m. dal sito	6			
Pozzo/i oltre i 1000 m. dal sito				

Manifestazioni idrogeologiche superficiali

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

Tipologia	Contaminazione	Presenza	Distanza dal sito (m)
Sorgenti	No	No	...
Fontanili	No	No	...
Zone umide	No	No	...
Corso d'acqua	No	No	...
altro	No	No	...

Caratterizzazione idrogeologica/idrologica

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

Descrizione inquadramento idrogeologico

Rapporto tra falda freatica e falda sospesa

Rapporto tra falda freatica e falda profonda/confinata

Presenza antropica

Accessibilità dell'area per i controlli

Accessibilità all'area da parte di soggetti non autorizzati

Anagrafica del Piano di Caratterizzazione

Allegato A4

Presenza di sostanze inquinanti dovute ad attività incidentali o accidentali (scegliere nella lista che compare sulla cella)

Tipo di sorgente	...
Tipo di evento	...
sversamento	...

Presenza di sostanze inquinanti dovute ad attività pregresse (scegliere nella lista che compare sulla cella)

Tipo di sorgente	Sorgente Accertata
Tipo di causa	Perdite di serbatoi e tubature

Presenza di sostanze inquinanti derivanti da rifiuti (scegliere nella lista che compare sulla cella)

	Nessuna	Accertata	Presunta
Tipo di sorgente	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tipologia di rifiuti	Urbani	<input type="checkbox"/>
	Speciali non pericolosi	<input type="checkbox"/>
	Speciali pericolosi	<input type="checkbox"/>
	Non precisamente individuabili	<input type="checkbox"/>

Tipologia di rifiuti	Fusti	<input type="checkbox"/>
	Sacchi (big-bags)	<input type="checkbox"/>
	Cumuli	<input type="checkbox"/>
	Serbatoi interrati	<input type="checkbox"/>
	Serbatoi fuori terra	<input type="checkbox"/>

Volume stimato dei rifiuti (m ³)	
Volume accertato dei rifiuti (m ³)	



Anagrafica di analisi di rischio

Allegato A5

Tipologia di intervento di prevenzione/messa in sicurezza di emergenza
(scegliere nella lista che compare sulla cella)

...

Tipologia dei principali percorsi di migrazioni

TIPOLOGIA	INDIVIDUATO	
	Si	No
Percolazione e dispersione in falda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori outdoor da falda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Dispersione di polveri outdoor da suolo superficiale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori indoor a suolo superficiale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori indoor da suolo profondo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volatilizzazione di vapori indoor da falda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Migrazione verso acque superficiali	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Altro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Principali modalità di esposizione

MATRICE CONTAMINATA	VIE DI ESPOSIZIONE	INDIVIDUATO	
		Si	No
SUOLO SUPERFICIALE	Contatto dermico	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Ingestione di terreno	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Inalazione di vapori o polveri indoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Inalazione di vapori o polveri outdoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Dilavamento e migrazione in falda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Dilavamento e migrazione verso risorsa idrica sup.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
SUOLO PROFONDO	Inalazione di vapori indoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Inalazione di vapori outdoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Dilavazione e migrazione verso risorsa idrica sup.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
ACQUE SOTTERRANEE	Inalazione di vapori indoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Inalazione di vapori outdoor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Migrazione verso il punto di conformità	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Migrazione verso risorsa idrica sup.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Ingestione	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Contatto dermico	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
ACQUE SUPERFICIALI	Ingestione	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	Contatto dermico	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>



Anagrafica di analisi di rischio

Allegato A5

Valori delle concentrazioni residue ammissibili degli inquinanti

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

	Contam. 1	Contam. 2	Contam. 3	Contam. 4
Tipo di contaminante
Nei terreni(mg/Kg)				
Nelle acque sotterranee(mg/l)				
Nelle acque superficiali(mg/l)				

	Contam. 5	Contam. 6	Contam. 7	Contam. 8
Tipo di contaminante
Nei terreni(mg/Kg)				
Nelle acque sotterranee(mg/l)				
Nelle acque superficiali(mg/l)				

	Contam. 9	Contam. 10	Contam. 11	Contam. 12
Tipo di contaminante
Nei terreni(mg/Kg)				
Nelle acque sotterranee(mg/l)				
Nelle acque superficiali(mg/l)				

Metodologia di analisi di rischio adottata

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

Misure di sicurezza adottate

Limitazione d'uso dell'area

Variazioni strumento urbanistico



Anagrafica del Progetto Operativo

Allegato A6

Tipologia di intervento adottata

(scegliere nella lista che compare sulla cella)

bonifica

Quantitativi trattati

Superficie interessata da progetto(m ²)	8.000,00
Superficie interessata effettiva(m ²)	25,00
Suolo e sottosuolo da progetto(m ³)	25,00
Suolo e sottosuolo effettivi(m ³)	25,00
Acque superficiali da progetto(l/s)	
Acque superficiali effettive(l/s)	
Acque sotterranee da progetto(l/s)	
Acque sotterranee effettive(l/s)	

Intervento per sub aree

Numero per sub aree

Intervento per fasi

Numero fasi

Metodologia di messa in sicurezza permanente adottata

	Metodologia	Descrizione
Metod. 1	...	
Metod. 2	...	
Metod. 3	...	
Metod. 4	...	
Metod. 5	...	
Metod. 6	...	
Metod. 7	...	

Metodologie di bonifica/messa in sicurezza operativa adottata

In situ - terreni

	Tecnica	Volume da progetto (m ³)	Volume effettivo (m ³)	Costi
tecnica. 1	...			
tecnica. 2	...			
tecnica. 3	...			
tecnica. 4	...			

In situ - acque di falda

	Tecnica	Portata da progetto (l/s)	Portata effettiva (l/s)	Costi
tecnica. 1	...			
tecnica. 2	...			
tecnica. 3	...			
tecnica. 4	...			

Anagrafica del Progetto Operativo

Allegato A6

Metodologie di bonifica/messa in sicurezza operativa adottata

On site – terreni

	Tecnica	Volume da progetto (m ³)	Volume effettivo (m ³)	Costi
tecnica. 1	...			
tecnica. 2	...			
tecnica. 3	...			
tecnica. 4	...			

On site – acque di falda

	Tecnica	Portata da progetto (l/s)	Portata effettiva (l/s)	Costi
tecnica. 1	...			
tecnica. 2	...			
tecnica. 3	...			
tecnica. 4	...			

Off site – terreni

	Tecnica	Volume da progetto (m ³)	Volume effettivo (m ³)	Costi
tecnica. 1	escavazione e smaltimento terre	25,00	25,00	€23.135,75
tecnica. 2	...			
tecnica. 3	...			
tecnica. 4	...			

Durata prevista intervento (gg)

30

Rifiuti da attività di bonifica/messa in sicurezza

Si

Tipologia – codice CER

17 05 03*

Volumi (m³)

25

Destinazione

piattaforma di recupero/smaltimento

Tipo di smaltimento

Anagrafica del Progetto Operativo

Allegato A6

Controlli in corso d'opera

No Si

Matrici ambientali interessate

- Suolo e sottosuolo
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Aria
- Sedimenti

Piano di monitoraggio post analisi di rischio

No Si

Matrici ambientali interessate

- Suolo e sottosuolo
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Aria
- Sedimenti

Periodicità controlli ...

Durata monitoraggio (gg)

piano di monitoraggio da progetto di messa in sicurezza operativa

No Si

Matrici ambientali interessate

- Suolo e sottosuolo
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Aria
- Sedimenti

Periodicità controlli ...

Durata monitoraggio (gg)



ALLEGATO 2



ALLEGATO 3

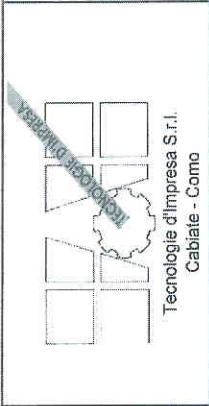


TABELLA RIASSUNTIVA PRELIEVI TERRENI 2005-2006

cod. camp.	sondaggio S5 prof.(3 m)	sondaggio TR1 (b)	sondaggio TR2 (b)	sondaggio C1 sup.	sondaggio C1 medio	sondaggio C1 prof.	sondaggio C2 sup.	sondaggio C2 medio
data	nr.8504	nr.8505	nr.1733	nr.1734	nr.1735	nr.1736	nr.1737	nr.1737
g/kg	24/06/2005	24/06/2005	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006
sopravaglio	618	603	566	745	739	688	715	715
cadmio	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00
cromo totale	21,0	33,6	95,3	17,3	23,5	17,5	20,8	20,8
cromo VI	inf.a 0,05	//	//	//	//	//	//	//
nichel	14,9	19,2	10,0	9,7	10,2	8,7	16,2	16,2
piombo	4,2	5,6	4,3	3,1	2,6	9,4	3,7	3,7
rame	5,0	//	//	//	//	//	//	//
zinco	24,4	28,0	20,8	15,0	15,7	20,0	22,2	22,2
benzene	//	inf.a 0,01	inf.a 0,01	//	//	//	//	//
etilbenzene	//	inf.a 0,01	inf.a 0,01	//	//	//	//	//
stirene	//	inf.a 0,01	inf.a 0,01	//	//	//	//	//
toluene	//	inf.a 0,01	inf.a 0,01	//	//	//	//	//
xilene	//	inf.a 0,01	inf.a 0,01	//	//	//	//	//
somm. Org. Aromatici	//	0,01	//	//	//	//	//	//
idrocarburi pesanti	9,6	9,1	22,6	9,7	5,5	13,7	8,0	8,0
idrocarburi leggeri	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00

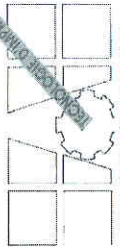
Ordine dei Chimici della Lombardia

dr. Caterina Frosi Maria
allo prof.n. 3030

TECNOLOGIE D'IMPRESA SRL
22060 CABIANTE - CO - Via Don Minzoni, 15 - Tel. (031) 769911 - Fax (031) 7699169 - www.technoimp.it - e-mail: info@technoimp.it - Cap. Soc. Euro 90.000
C.F.: 05100520153 - P.IVA: 02061610131 - C.C.I.A.A. n. 237812 - R. Imp. n. 28024

Azienda certificata CSQ-IMO per sistemi di qualità normale ISO 9001 dal 1995
Azienda certificata CSQ-ECO per sistemi di gestione ambientale norma ISO 14001 dal 2001
Laboratorio di Analisi Chimiche, Microbiologiche, Fisiche ed Elettriche accreditato SINAL n.0175 dal 1999 secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
Laboratorio di ricerca alimentare qualificato riconosciuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica ex art. 4 L. 46/82
Laboratorio di Analisi Chimiche individuato ai sensi art. 37 L.R. 62 del 27.5.85 cui possono essere richiesti gli accertamenti occorrenti alla bonifica delle falde sotterranee destinate ad uso potabile e al controllo qualitativo delle acque attinte dai pozzi privati per uso non potabile su tutto il territorio della Regione Lombardia. Gli accertamenti pubblici vengono effettuati in caso di impossibilità dichiarata da parte del competente PMLP.
Laboratorio iscritto nel Programma di qualificazione a seguito della verifica delle idoneità laboratori analisti dell'ambito da parte del Ministero della Sanità
Laboratorio indicante per il Marchio di Qualità Ecologica art. 10 del Reg. U.E. 860/92/CEE sull'Ecolabel
Azienda accreditata della Regione Lombardia con D.D.G. 12 Luglio 2002 n. 13252 per l'attività di formazione continua
Organismo di Ispezione tipo A abilitato ad effettuare le verifiche periodiche e straordinarie ai sensi del DPR 462/01

TABELLA RIASSUNTIVA PRELIEVI TERRENI 2005-2006



Tecnologie d'Impresa S.r.l.
Cabiante - Como

	cod. camp.	sondaggio C2 prof.	sondaggio C3 sup.	sondaggio C3 prof.	sondaggio C4 sup.	sondaggio C4 medio	sondaggio C4 prof.	sondaggio C6 sup.	sondaggio C6 medio
	data	nr. 1738	nr. 1739	nr. 1741	nr. 1742	nr. 1743	nr. 1744	nr. 1745	nr. 1746
		07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006	07/02/2006
	g/kg								
sopravaglio									
cadmio	mg/kgs.s.	745	763	774	678	698	655	634	596
	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00	inf.a 1,00
Cromo totale	mg/kgs.s.	25,2	55,2	15,6	26,6	19,6	32,4	25,6	25,4
	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
Cromo VI	mg/kgs.s.								
	mg/kgs.s.	20,0	28,7	9,5	17,2	13,3	32,1	14,6	13,7
nichel	mg/kgs.s.	3,3	3,6	3,6	15,4	3,6	5,2	3,3	4,0
piombo	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
rame	mg/kgs.s.	17,9	22,0	17,6	23,3	20,2	25,5	17,9	24,6
zinco	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
benzene	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
etilbenzene	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
stirene	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
toluene	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
xilene	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
somm. Org. Aromatici	mg/kgs.s.	//	//	//	//	//	//	//	//
idrocarburi pesanti	mg/kgs.s.	6,6	11,9	8,1	20,8	5,7	6,9	52,0	11,3
	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00	inf.a 5,00
idrocarburi leggeri	mg/kgs.s.								

Ordine dei Chimici della Lombardia

dr. *Germani-Rosi Maria*
albo prof. n. 3030

TECNOLOGIE D'IMPRESA SRL
22060 CABIANTE - CO - Via Don Mirzoni, 15 - Tel. (031) 76991 - Fax (031) 7699199 - www.technoimp.it - e-mail info@technoimp.it - Cap. Soc. Euro 90.000
C.F.: 05100520153 - P.IVA: 02051610131 - C.C.I.A.A. n. 237812 - R. Imp. n. 29024

Azienda certificata CSO-IMO per sistemi di gestione ambientale norma ISO 14001 dal 2001
Azienda certificata CSO-ECO per sistemi di gestione ambientale norma ISO 9001 dal 1995
Laboratorio di Analisi Chimiche, Microbiologiche, Fisiche ed Elettriche accreditato SINAL n. 0175 dal 1998 secondo la norma UNI CEI/EN ISO/IEC 17025
Laboratorio di ricerca altamente qualificato riconosciuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica ex art. 4 L. 46/82
Laboratorio di Analisi Chimiche individuato ai sensi art. 37 L.R. 62 del 27.5.95 cui possono essere richiesti gli accertamenti occorrenti alla bonifica delle falde sotterranee destinate ad uso potabile e al controllo qualitativo delle acque attinte dai pozzi privati per uso non potabile su tutto il territorio della Regione Lombardia. Gli accertamenti pubblici vengono effettuati in caso di impossibilità dichiarata da parte del competente PIMP
Laboratorio iscritto nel programma di qualificazione a seguito della verifica delle idoneità laboratori analisi dell'ambiente da parte del Ministero della Sanità
Laboratorio indipendente individuato per il Marchio di Qualità Ecologica art. 10 del Reg. U.E. 880/92/CEE sull'Ecolabel
Azienda accreditata dalla Regione Lombardia con D.D.G. 12 Luglio 2002 n. 13252 per l'attività di formazione continua
Organismo di Ispezione tipo A abilitato ad effettuare le verifiche periodiche e straordinarie ai sensi del DPR 462/01



Tecnologie d'Impresa S.r.l.
Cabiante - Como

TABELLA RIASSUNTIVA PRELIEVI TERRENI 2005-2006

	cod. camp.	sondaggio C6 prof.
	data	nr. 1747
	g/kg	07/02/2006
sopravaglio	746	
cadmio	mg/kgs.s.	inf.a 1,00
Cromo totale	mg/kgs.s.	20,4
Cromo VI	mg/kgs.s.	//
nichel	mg/kgs.s.	11,9
piombo	mg/kgs.s.	3,3
rame	mg/kgs.s.	//
zinco	mg/kgs.s.	16,3
benzene	mg/kgs.s.	//
etilbenzene	mg/kgs.s.	//
stirene	mg/kgs.s.	//
toluene	mg/kgs.s.	//
xilene	mg/kgs.s.	//
somm. Org. Aromatici	mg/kgs.s.	//
idrocarburi pesanti	mg/kgs.s.	5,3
idrocarburi leggeri	mg/kgs.s.	inf.a 5,00

TECNOLOGIE D'IMPRESA SRL

22050 CABIANTE - CO - Via Don Minzoni, 15 - Tel. (031) 76991 - Fax (031) 7699199 - e-mail: info@tecnimp.it - Cap. Soc. Euro 90.000
C.F.: 05100520153 - P.IVA: 02061610131 - C.C.I.A.A. n. 237812 - R. Imp. n. 28924

Azienda certificata CSQ-IMQ per sistemi di qualità norma ISO 9001 dal 1995

Azienda certificata CSQ-ECO per sistemi di gestione ambientale norma ISO 14001 dal 2001

Laboratorio di Analisi Chimiche, Microbiologiche, Fisiche ed Elettriche accreditato SINAL n.0175 del 1998 secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Laboratorio di ricerca altamente qualificato riconosciuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica ex art. 4 L. 46/82

Laboratorio di Analisi Chimiche individuato ai sensi art. 37 L.R. 62 del 27.5.85 cui possono essere richiesti gli accertamenti occorrenti alla bonifica delle falde sotterranee destinate ad uso potabile e al controllo qualitativo delle acque attinte dai pozzi privati per uso non potabile su tutto il territorio della Regione Lombardia. Gli accertamenti pubblici vengono effettuati in caso di impossibilità dichiarata da parte del competente PMIP.

Laboratorio iscritto nel programma di qualificazione a seguito della verifica della idoneità laboratori analisi dell'ambiente da parte del Ministero della Sanità

Laboratorio indipendente individuato per il Marchio di Qualità Ecologica art. 10 del Reg. U.E. 98/092/CEE sull'Ecolabel

Azienda accreditata dalla Regione Lombardia con D.D.G. 12 Luglio 2002 n. 13262 per l'attività di formazione continua

Organismo di Ispezione tipo A, abilitato ad effettuare le verifiche periodiche e straordinarie ai sensi del DPR 462/01

Ordine dei Chimici della Lombardia
di. Carmenati Rosi Maria
libro prof. n. 3030



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento provinciale di Milano

Unità Organizzativa Laboratorio di Parabiago

Dipartimento Provinciale di Milano sede di Parabiago - Via Spagliardi, 19 - 20015 Parabiago Tel. 02.74872524/526 - Fax 02.74872586

Rapporto di Prova N° 1658/ 06

del 10/05/2006

Tipologia del campione: suolo uso residenziale	
Numero di accettazione: 1658	anno: 2006
Prelevato presso: OFFICINE SASPE	punto prelievo: sond. C2 med. A 2,5m
Indirizzo: via Senato, 10	Comune: ARESE
Data prelievo: 07/02/2006	Prelevatore: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche
Richiedente: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche	Verbale di prelievo: T1011
Data richiesta di apertura campione: 22/03/2006	Data di fine analisi: 10/05/2006

Descrizione campione all'apertura: terreno comune, sassoso

Risultati delle Prove

metodo di prova	parametro	unità di misura	limiti di legge	
			min.	max.
DM13/9/99-II.2	Umidità	g/kg	109	[-]
MTM1206/3/05	Cromo totale	mg/kg (ss)	30	[- 150]
MTM1206/3/05	Nichel	mg/kg (ss)	20	[- 120]
MTM1206/3/05	Piombo	mg/kg (ss)	5	[- 100]
MTM1206/3/05	Rame	mg/kg (ss)	14	[- 120]
MTM1208/1/03	Idrocarburi Totali (FT-IR)	mg/kg (ss)	23	[-]
MTM1202/1/06	Idrocarburi Leggeri C<12	mg/kg (ss)	< 1	[- 10]

giudizio:

Qualora la concentrazione di idrocarburi C<12 risulti inferiore al limite di rilevabilità strumentale, il contenuto totale di idrocarburi presenti nel campione è da attribuire alla frazione di idrocarburi C>12. Pertanto, se la concentrazione degli idrocarburi C>12 è da considerarsi analoga a quella degli idrocarburi totali, si conclude quanto segue: in base ai parametri determinati il campione risulta CONFORME ai sensi del DM 471/99, Allegato 1, Tabella 1- A: Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.

L'analista:

P.I. Cristina Magnani



Il Responsabile della U.O. Laboratorio di Parabiago

Dr.ssa Pierluisa Dellavedova

Le determinazioni analitiche si riferiscono solo al campione sottoposto a prova.
E' vietato riprodurre il presente documento, salvo approvazione scritta della U.O. Laboratorio



Dipartimento provinciale di Milano

Unità Organizzativa Laboratorio di Parabiago

Dipartimento Provinciale di Milano sede di Parabiago - Via Spagliardi, 19 - 20015 Parabiago Tel. 02.74872524/526 - Fax 02.74872586

Rapporto di Prova N° 1659 / 06

del 10/05/2006

Tipologia del campione: suolo uso residenziale	
Numero di accettazione: 1659	anno: 2006
Prelevato presso: OFFICINE SASPE	punto prelievo: sond. C2 prof. a 4,5m
Indirizzo: via Senato, 10	Comune: ARESE
Data prelievo: 07/02/2006	Prelevatore: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche
Richiedente: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche	Verbale di prelievo: T1011
Data richiesta di apertura campione: 22/03/2006	Data di fine analisi: 10/05/2006

Descrizione campione all'apertura: terreno argilloso

Risultati delle Prove

metodo di prova	parametro	unità di misura	limiti di legge	
			min.	max.
DM13/9/99-II.2	Umidità	g/kg	172	[-]
MTM1206/3/05	Cromo totale	mg/kg (ss)	63	[- 150]
MTM1206/3/05	Nichel	mg/kg (ss)	41	[- 120]
MTM1206/3/05	Piombo	mg/kg (ss)	6	[- 100]
MTM1206/3/05	Rame	mg/kg (ss)	34	[- 120]
MTM1208/1/03	Idrocarburi Totali (FT-IR)	mg/kg (ss)	32	[-]
MTM1202/1/06	Idrocarburi Leggeri C<12	mg/kg (ss)	< 1	[- 10]

giudizio:

Qualora la concentrazione di idrocarburi C<12 risulti inferiore al limite di rilevabilità strumentale, il contenuto totale di idrocarburi presenti nel campione è da attribuire alla frazione di idrocarburi C>12. Pertanto, se la concentrazione degli idrocarburi C>12 è da considerarsi analoga a quella degli idrocarburi totali, si conclude quanto segue: in base ai parametri determinati il campione risulta CONFORME ai sensi del DM 471/99, Allegato 1, Tabella I- A: Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.

L'analista:

P.I. Cristina Magnani

Il Responsabile della U.O. Laboratorio di Parabiago

Dr.ssa Pierluisa Dellavedova

Le determinazioni analitiche si riferiscono solo al campione sottoposto a prova.
E' vietato riprodurre il presente documento, salvo approvazione scritta della U.O. Laboratorio



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento provinciale di Milano

Unità Organizzativa Laboratorio di Parabiago

Dipartimento Provinciale di Milano sede di Parabiago - Via Spagliardi, 19 - 20015 Parabiago Tel. 02.74872524/526 - Fax 02.74872586

Rapporto di Prova N° 1660/ 06

del 10/05/2006

Tipologia del campione: suolo uso residenziale	
Numero di accettazione: 1660	anno: 2006
Prelevato presso: OFFICINE SASPE	punto prelievo: sond. C4 med. a 2,5m
Indirizzo: via Senato, 10	Comune: ARESE
Data prelievo: 07/02/2006	Prelevatore: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche
Richiedente: ARPA LOMBARDIA U.O. Bonifiche	Verbale di prelievo: T1011
Data richiesta di apertura campione: 22/03/2006	Data di fine analisi: 10/05/2006

Descrizione campione all'apertura: terreno disomogeneo

Risultati delle Prove

metodo di prova	parametro	unità di misura		limiti di legge	
				min.	max.
DM13/9/99-II.2	Umidità	g/kg	142	[-]	
MTM1206/3/05	Cromo totale	mg/kg (ss)	26	[-]	150
MTM1206/3/05	Nichel	mg/kg (ss)	15	[-]	120
MTM1206/3/05	Piombo	mg/kg (ss)	5	[-]	100
MTM1206/3/05	Rame	mg/kg (ss)	18	[-]	120
MTM1208/1/03	Idrocarburi Totali (FT-IR)	mg/kg (ss)	< 5	[-]	
MTM1202/1/06	Idrocarburi Leggeri C<12	mg/kg (ss)	< 1	[-]	10

giudizio:

Qualora la concentrazione di idrocarburi C<12 risulti inferiore al limite di rilevabilità strumentale, il contenuto totale di idrocarburi presenti nel campione è da attribuire alla frazione di idrocarburi C>12. Pertanto, se la concentrazione degli idrocarburi C>12 è da considerarsi analoga a quella degli idrocarburi totali, si conclude quanto segue: in base ai parametri determinati il campione risulta CONFORME ai sensi del DM 471/99, Allegato 1, Tabella 1- A: Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.

L'analista:

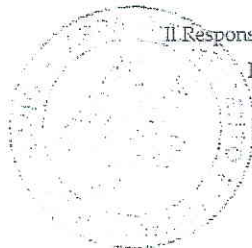
P.I. Cristina Magnani

Magnani

Il Responsabile della U.O. Laboratorio di Parabiago

Dr.ssa Pierluisa Dellavedova

Dellavedova



Le determinazioni analitiche si riferiscono solo al campione sottoposto a prova.
E' vietato riprodurre il presente documento, salvo approvazione scritta della U.O. Laboratorio