



**COMUNE DI DESIO (MB)**  
**NUOVO PALAZZETTO PER LA GINNASTICA**  
**LARGO ATLETI AZZURRI D'ITALIA, DESIO**

**COMMITTENTE:**



**FEDERAZIONE GINNASTICA D'ITALIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**



**DIREZIONE GESTIONE PATRIMONIO  
E CONSULENZE IMPIANTI SPORTIVI  
INGEGNERIA E GESTIONE PATRIMONIO**

**RUP: ING. EMILIANO CURI**

**PROGETTO: ARCH. ALBERTO LUCANTONI**

ELABORATO

**RG**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

-

**16 GIUGNO 2016 - Agg: 7 NOVEMBRE 2016**

È vietata la riproduzione totale o parziale dei contenuti qui presenti ©

## **Introduzione**

Per le opere strutturali previste nella prima e nella seconda fase sono state realizzate delle indagini per verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, attraverso:

- Un' indagine geognostica dell'area con esecuzione di n.6 prove penetrometriche di tipo dinamico.
- Un' indagine sismica consistita nell'esecuzione di una prova MASW al fine di ottenere l'identificazione della categoria di sottosuolo dell'area in esame
- Una prova di permeabilità del terreno all'interno di trincee appositamente realizzate al fine di dimensionare gli elementi perdenti che serviranno per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabili dell' edificio oggetto di progetto
- Un' indagine ambientale ai sensi del DL 152/06, effettuata tramite la realizzazione di trincee esplorative e di un sondaggio a percussione con prelievo di campioni di terreno che sono stati sottoposti ad analisi chimica di laboratorio.

Di seguito si riportano i risultati delle varie indagini.

# **INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA**

## **INDICE**

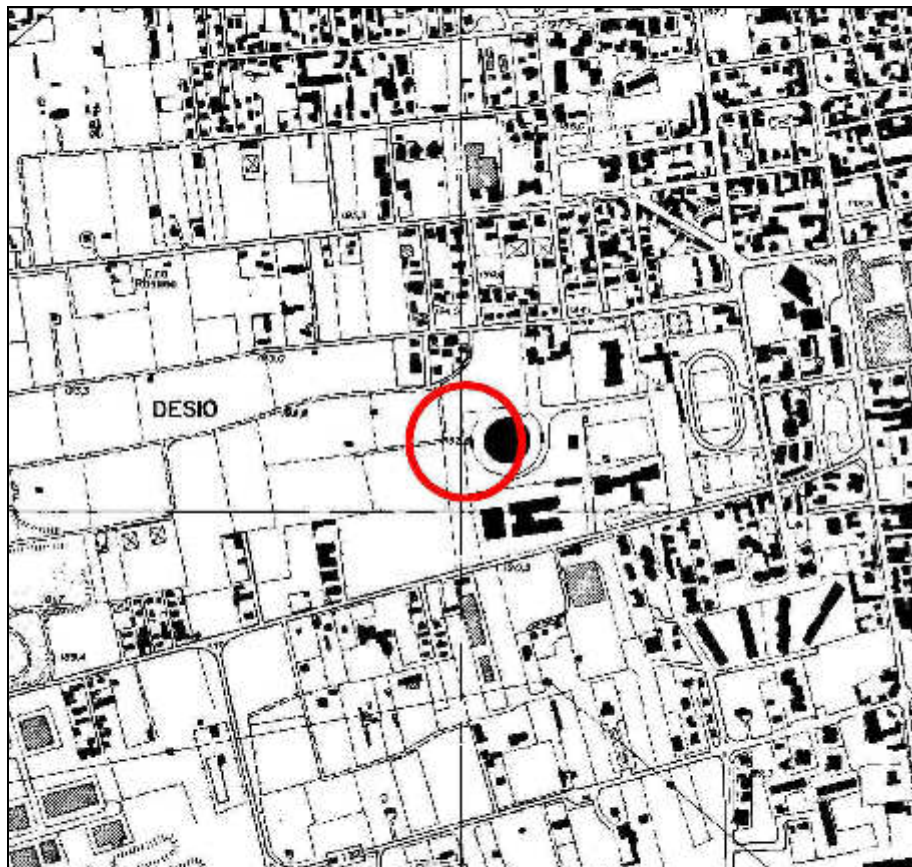
1.....	PREMESSA	5
2.....	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	7
3.....	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA SUPERFICIALE	10
4.....	INQUADRAMENTO SISMICO	13
5.....	INDAGINE SISMICA	15
6.....	INDAGINE CARTOGRAFIA TEMATICA ALLEGATA AL PGT	19
7.....	INDAGINE GEOGNOSTICA	21
8.....	PARAMETRI GEOTECNICI	22
9.....	CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE E DEI CEDIMENTI PREVEDIBILI	24
10.....	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	27
11.....	CONCLUSIONI	29

## **ALLEGATI**

- COROGRAFIA AREA D'INDAGINE – scala 1:10.000
- CARTA GEOLITOLOGICA DELLA BRIANZA – scala 1:10.000
- CARTA IDROGEOLOGICA – scala 1:10.000
- UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE
- PROVA SISMICA MASW

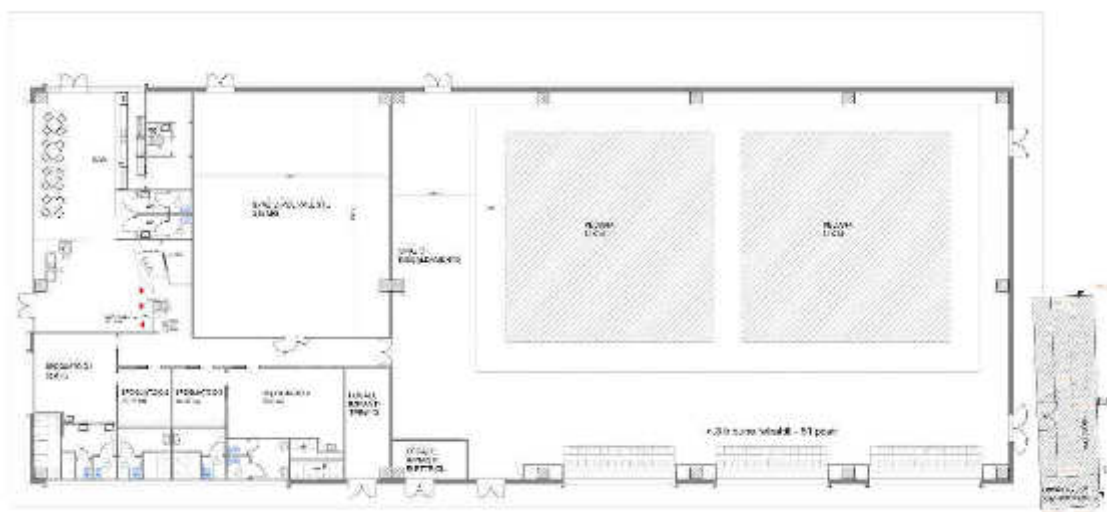
# 1 PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico dell'Arch. Pirola con sede in Via Sant'Agnese 33 a Lissone (MB), per conto di Coni Servizi spa illustra lo studio geologico e geotecnico condotto presso un'area situata presso Largo Atleti Azzurri d'Italia nel comune di Desio (MB) in previsione di un nuovo intervento edilizio.



*Corografia area di studio*

Nell'area oggetto di studio è prevista la realizzazione di una nuova palestra, di forma rettangolare e dimensione in pianta circa 25 x 65 m, data da un unico piano fuori terra.



*Planimetria opera in progetto*

E' previsto l'utilizzo di fondazioni dirette isolate del tipo a plinto impostate ad una profondità di circa 2.0/2.2 m da piano campagna attuale.

Allo scopo di verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione è stata condotta un'accurata indagine geognostica dell'area con esecuzione di 6 prove penetrometriche di tipo dinamico.

E' stata inoltre condotta un'indagine sismica consistita nell'esecuzione di una prova MASW al fine di ottenere l'identificazione della categoria di sottosuolo dell'area in esame così come definito dal capitolo C.3.2.2 della circolare n° 617/2009 *Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*.

Sulla base dei risultati delle suddette prove si sono individuati i parametri geotecnici dei terreni, secondo le nuove Norme Tecniche Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e alla Circ. 617/09.



## 2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area lombarda ha subito le più importanti trasformazioni in un'epoca geologicamente recente, dal Miocene Superiore in poi, quando hanno avuto inizio intense fasi erosive culminate con la genesi di profondi canyons scavati allo sbocco nella Pianura Padana dai corpi glaciali che percorrevano le vallate alpine. Ciò è avvenuto in concomitanza con l'alternanza di episodi di trasgressione e regressione marina che si sono succeduti in questo periodo; tale fase è durata fino a tutto il Pleistocene Inferiore.

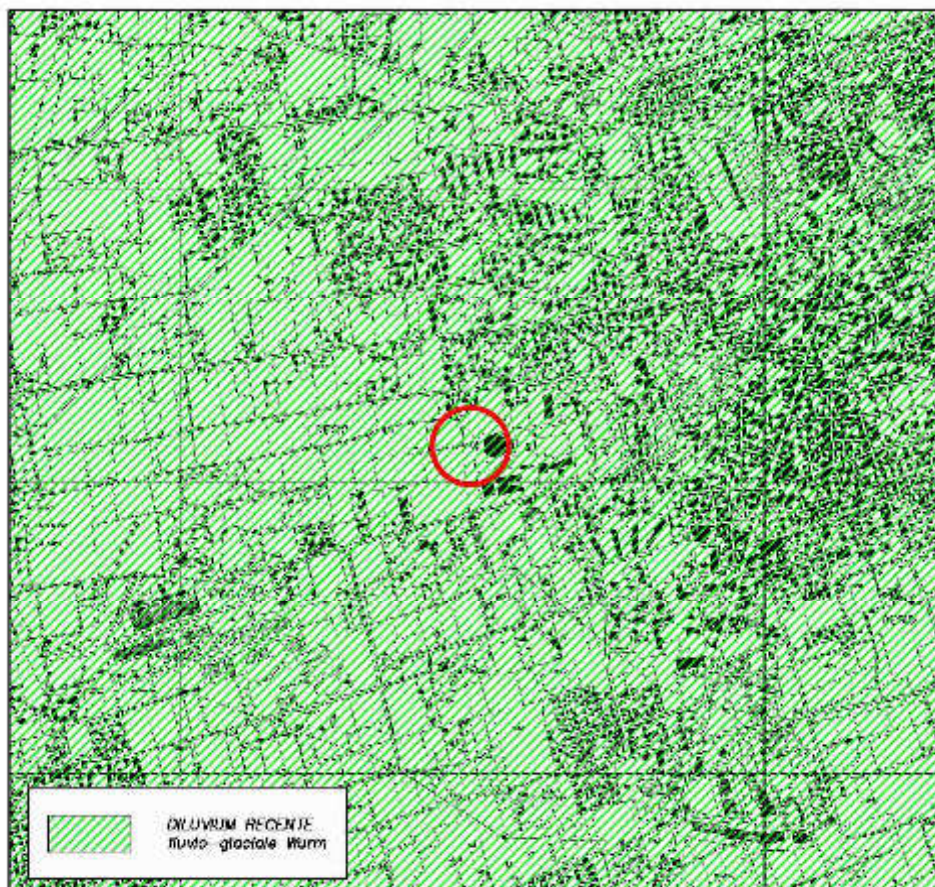
Con il Pleistocene Superiore si è avuta la sedimentazione di depositi di origine glaciale e fluvioglaciale apportati dai corpi glaciali provenienti dalla catena alpina; si è così formata una spessa coltre di sedimenti di origine glaciale (nelle aree pedemontane) e fluvioglaciale ed alluvionale (nelle aree di pianura).

In seguito si è assistito ad un susseguirsi di cicli di erosione e di deposito corrispondenti ad un'alternanza di fasi glaciali (Mindel, Riss e Würm) e interglaciali che si sono succedute fino ai giorni nostri; questo ha dato origine ad una tipica morfologia a cordoni morenici (visibili nella zona dell'alta pianura lombarda) e a terrazzi (visibile nella media e bassa pianura lombarda).

Nella zona oggetto di studio, ubicata nella media pianura lombarda, lontana dai corsi d'acqua principali, tali forme non sono visibili e la morfologia che si osserva è data da una superficie pianeggiante che costituisce il cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura.

Nell'area in esame i depositi fluvioglaciali e alluvionali formano una coltre dello spessore di alcune centinaia di metri e sono costituiti da ghiaie e sabbie con subordinata matrice limosa e rare intercalazioni argillose; frequenti sono i ciottoli di dimensioni centimetriche, generalmente con un grado elevato di arrotondamento.

Il territorio del comune di Desio, come si osserva dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 45 – Milano), dalla Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 e da altre pubblicazioni specifiche (si veda carta geologica allegata), è caratterizzato dalla presenza in affioramento di depositi fluvioglaciali appartenenti all'alluvione fluvioglaciale più recente (DILUVIUM RECENTE).



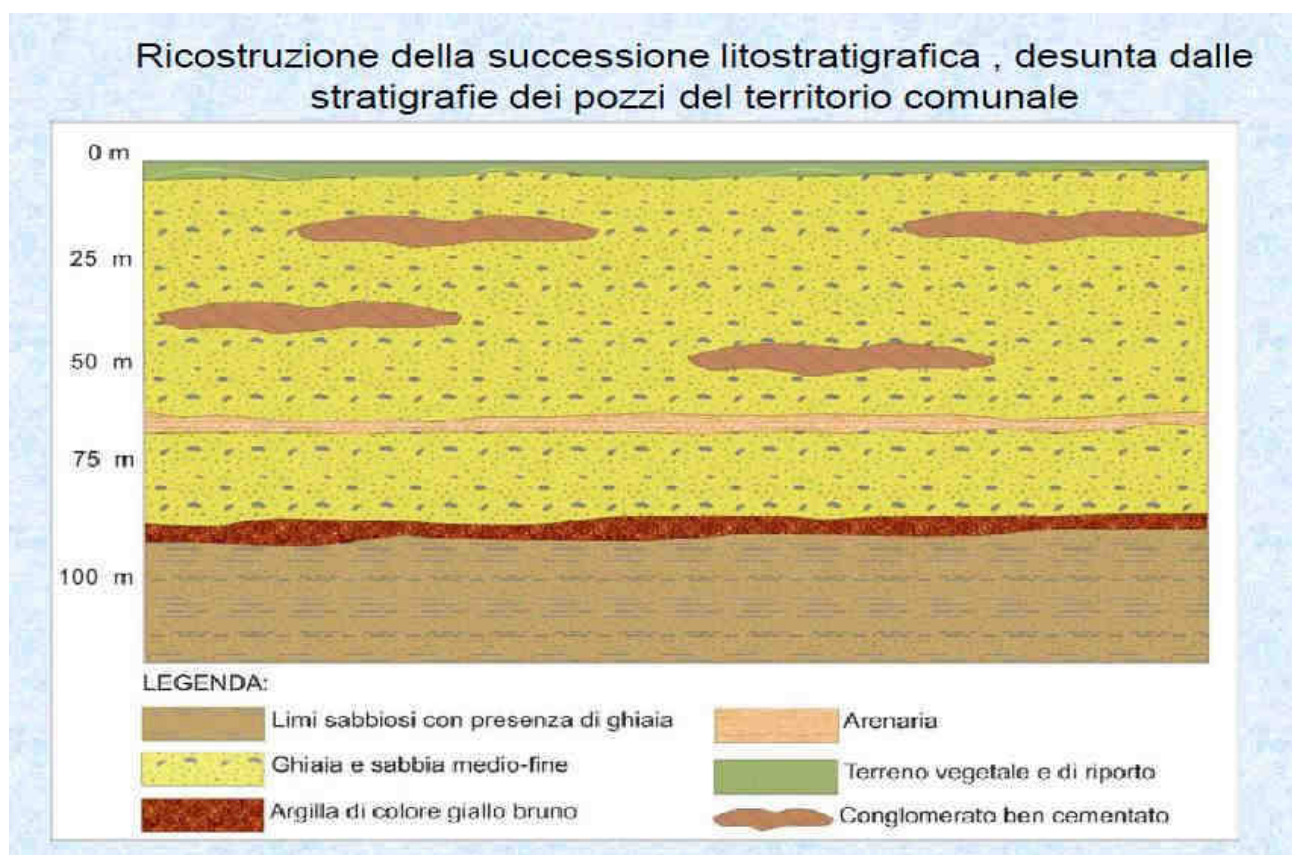
*Estratta da Carta Geolitologica della Brianza*

L'unità fluvioglaciale Wurm (DILUVIUM RECENTE) è litologicamente costituita da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, talvolta con lenti limose o argilloso-limose, che generalmente mostrano caratteristiche d'addensamento discrete. Sono presenti, alle volte, intercalazioni di livelli conglomeratici (riconducibili alla formazione denominata "Ceppo") che raggiungono spessori anche dell'ordine della decina di metri e che sono però caratterizzati da una notevole variabilità sia laterale che orizzontale.

Questi depositi wurmiani si impostano sui precedenti depositi rissiani (non affioranti direttamente nel territorio comunale) costituendo una coltre superficiale il cui spessore varia localmente da qualche metro a decine di metri.

Il Fluvioglaciale Riss (DILUVIUM MEDIO) è caratterizzato da strati di limi e limi sabbiosi argillosi di colore bruno o bruno-rossastro, contenenti ciottoli arrotondati con buona selezione; il grado di alterazione di tali ciottoli è medio, nel senso che non hanno ancora perso la loro consistenza e struttura come accade per i più antichi terreni del Mindel. All'interno degli ammassi prevalentemente limoso-sabbiosi, si trovano intercalazioni sabbioso ghiaiose, generalmente per pochi decimetri o metri di spessore, al di sotto dei quali ritroviamo strati intercalati di conglomerato. I depositi rissiani sono, inoltre, caratterizzati dalla presenza di particolari strutture di debolezza denominate "occhi pollini" (o nespolini). Queste strutture sono date da zone con caratteristiche geotecniche non parametrabili poiché l'addensamento dei sedimenti è modestissimo o addirittura si è in presenza di vere e proprie cavità.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale di Desio si caratterizza con una morfologia uniforme, estendendosi su di una superficie topografica piuttosto regolare, degradante da Nord a Sud, con pendenza media del 5-6 ‰, con quote topografiche comprese tra i 208 m circa s.l.m. nel tratto più a monte e i 181 m circa in quello posto più a valle.



*Estratta da cap.3 (Componente geologica, geomorfologica e pedologica) della relazione di PGT*

Secondo lo studio della componente geologico-idrogeologica e sismica del PGT del comune di Desio il comune di Desio poggia su depositi di origine alluvionale (che nel tempo sono andati a costituire l'attuale Pianura Padana) composti da ghiaie ben gradate con intercalazioni di sabbia o limo; questi depositi ghiaiosi,



nella parte sud-ovest del comune, tendono a diventare poco gradati, ma a mantenere le stesse caratteristiche.

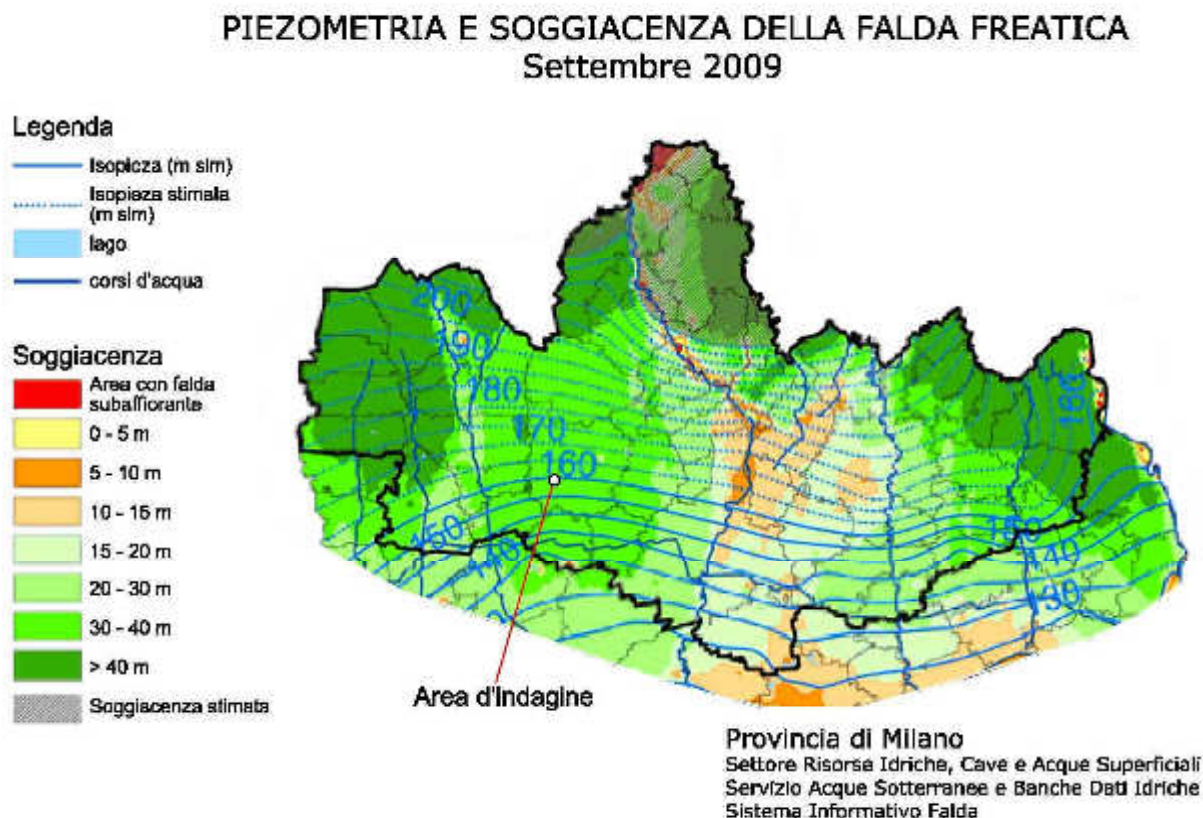
La zona circostante Desio si presenta omogenea, i depositi ghiaiosi occupano la maggior parte del territorio, e solo lungo gli alvei dei fiumi Seveso ad est e Lambro ad ovest, abbiamo depositi di limi sabbiosi.

Considerando invece la successione litostratigrafica possiamo affermare che essa si compone di tre serie sedimentarie, costituite, procedendo dall'alto verso il basso, da depositi fluvioglaciali, da depositi lacustri e da depositi marini .

I terreni detritici più superficiali formano la litozona "ghiaiososabbiosa", ad alta permeabilità e sede del primo acquifero di tipo freatico; il livello intermedio costituisce la litozona "sabbioso-argillosa" in cui si ha alternanza di argille e sabbie, con presenza di torba, a medio-bassa permeabilità, in cui si può identificare un acquifero di tipo artesianico ; la terza litozona è quella "argillosa", si trova ad una profondità media di circa 200 metri dal p.c. ed a scala regionale rappresenta il tetto del substrato impermeabile.

### 3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Dai dati reperiti presso il SIF (Sistema Informativo Falda) della Provincia di Milano si evince che la quota della superficie freatica è posta ad una profondità compresa tra 30 e 40 m rispetto alla quota di piano campagna; nella zona considerata quindi non si hanno problemi legati alla presenza di acqua di falda freatica.



La presenza di letti e orizzonti poco permeabili che si alternano ad altri con permeabilità maggiore, favorisce l'instaurarsi di una serie di modeste falde superficiali sospese, anche ipodermiche, a carattere prettamente temporaneo, legate agli eventi meteorici più intensi.

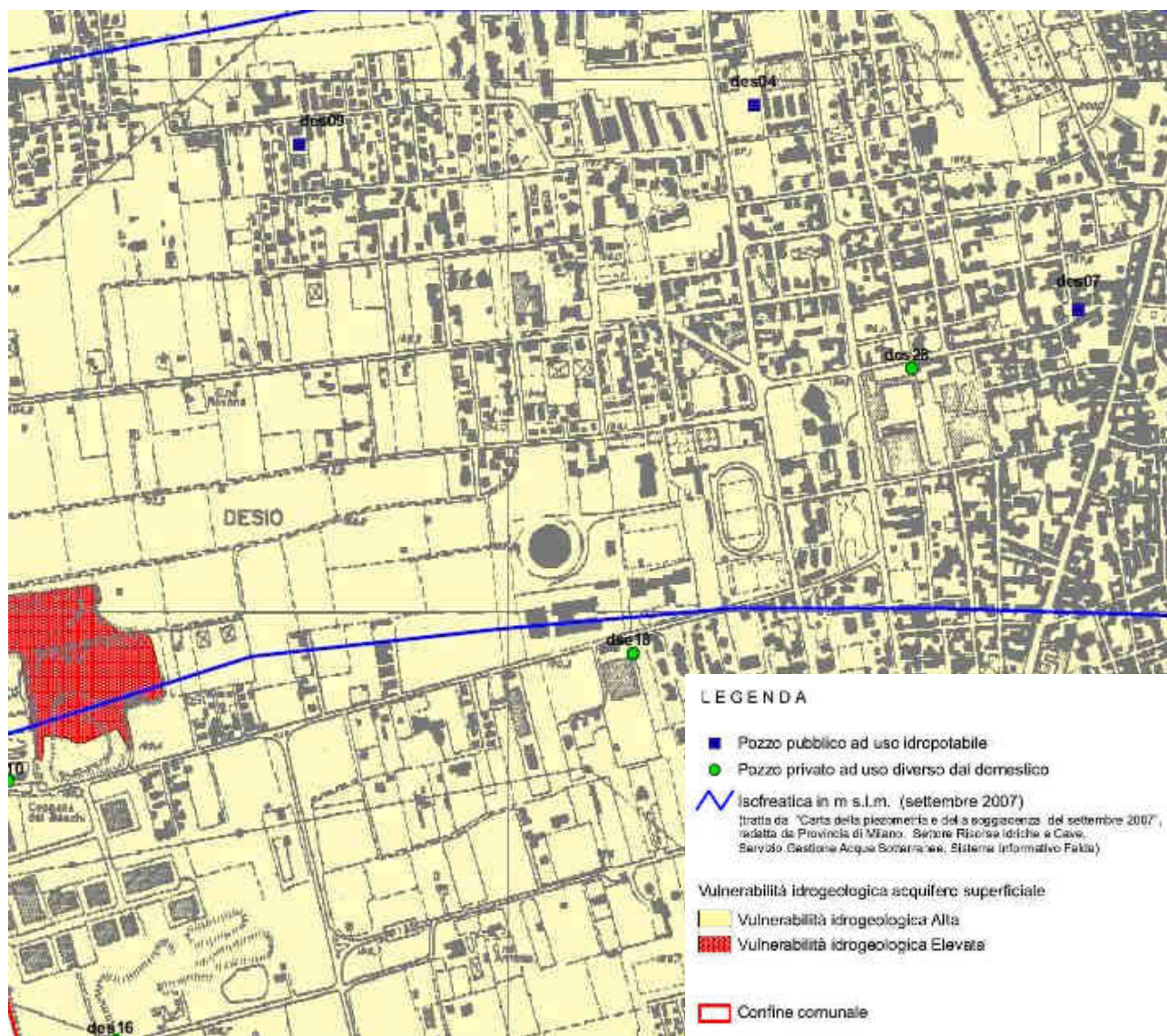
Non si ha la presenza di corsi d'acqua significativi nelle zone limitrofe all'area sede di intervento; si segnala la presenza del fiume Seveso che scorre, in un alveo pensile, con andamento prevalente nord-sud ad oltre 2.5 km di distanza verso ovest dall'area in esame.

#### Piezometria

La falda presenta una quota assoluta di 160 m s.l.m nel territorio immediatamente a nord del comune fino ad arrivare a, sud dell'abitato di Desio, alla quota di poco meno di 140 m s.l.m, consentendo quindi, di ricavare queste osservazioni:

- la direzione del flusso risulta prevalentemente N-S chiara nella parte centrale, più sfumata ai bordi occidentali e orientali (anche per i limiti del modello);
- il gradiente idraulico appare sostanzialmente costante e pari a 0,75-0,8 %. Per questo aspetto, confrontando i dati pregressi misurati diettamente come pure quelli di altri periodi del citato SiF, sembrerebbe che anche l'inclinazione della falda possa subire alcune variazioni, soprattutto nella zona nord dell'abitato;

- la soggiacenza, in tutta la fascia di territorio considerato, Desio compresa, in questo intervallo di tempo non è mai stata inferiore ai 40 metri dal p.c. ;



Estratta da Tavola A2 – Carta di inquadramento idrogeologico e della vulnerabilità

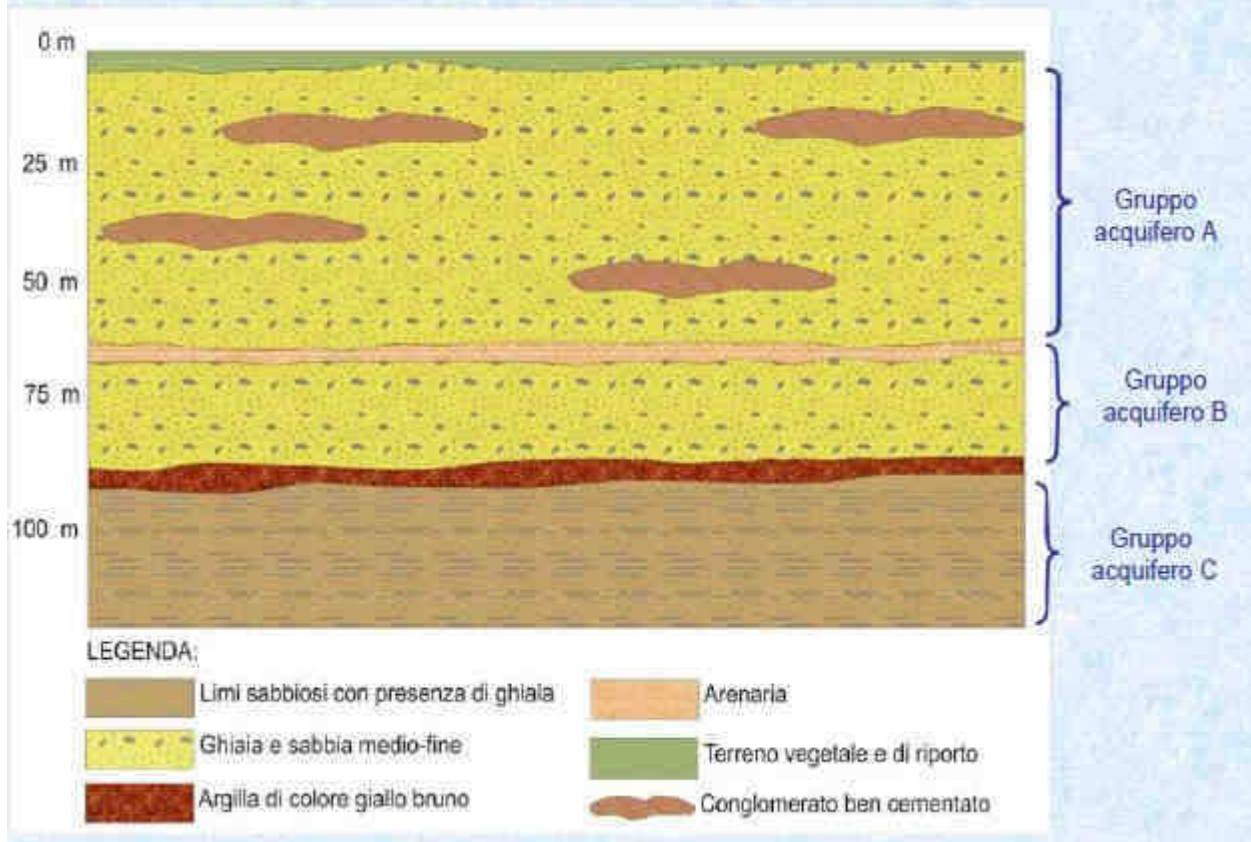
## Unità idrogeologiche

In generale, sul territorio più ampio di cui fa parte il comune di Desio, è possibile riconoscere tre unità idrogeologiche generali, che permettono di identificare gli acquiferi presenti:

- La litozona “ghiaiosa-sabbiosa”, ad alta permeabilità primaria, è sede del primo acquifero (già descritto nella sezione geologica), corrispondente alla Unità idrogeologica 1;
- La litozona “sabbiosa-argillosa”, in cui si ha alternanza di argille e sabbie, con presenza di torba, a medio-bassa permeabilità, può identificare un acquifero di portata relativamente modesta, ma di tipo artesiano, denominato Unità idrogeologica 2.
- La litozona “argillosa”, rappresentante il tetto del substrato impermeabile a scala regionale, e riconosciuto come Unità idrogeologica 3.



# Unità idrogeologiche locali



*Estratta da Cap.4 (Componente idrologica) della relazione di PGT*

## 4 INQUADRAMENTO SISMICO

Le azioni sismiche attese in un certo sito si prevedono, su base probabilistica, tramite la pericolosità sismica che è funzione delle caratteristiche di sismicità regionali e del potenziale sismogenetico delle sorgenti sismiche; la valutazione della pericolosità sismica porta poi alla valutazione del rischio sismico di un sito in termini di danni attesi a cose e persone come prodotto degli effetti di un evento sismico.

La pericolosità sismica valutata all'interno di un sito deve essere stimata come l'accelerazione orizzontale massima al suolo in un dato periodo di tempo, definendo i requisiti progettuali antisismici per le nuove costruzioni nel sito stesso.

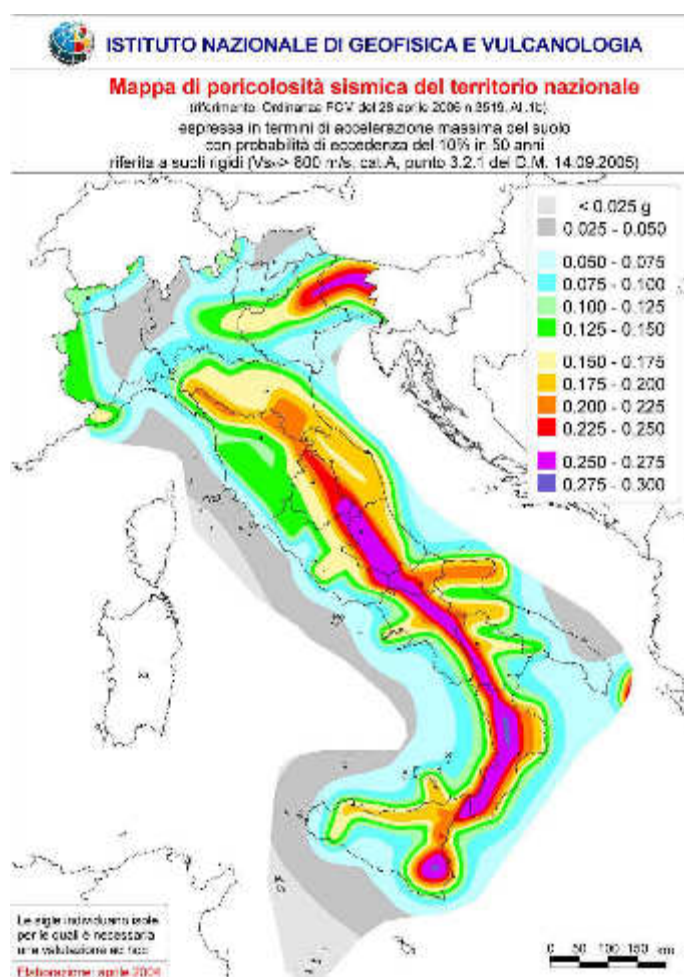
### 4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI CLASSIFICAZIONE SISMICA

#### 4.1.1 OPCM 28 aprile 2006

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11/05/06 Serie Generale Anno 147° - n. 108 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) adotta come riferimento ufficiale una nuova mappa di pericolosità sismica e definisce i criteri generali per la classificazione delle zone sismiche. Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

- ❖ Allegato 1A - *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- ❖ Allegato 1B - *Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.*

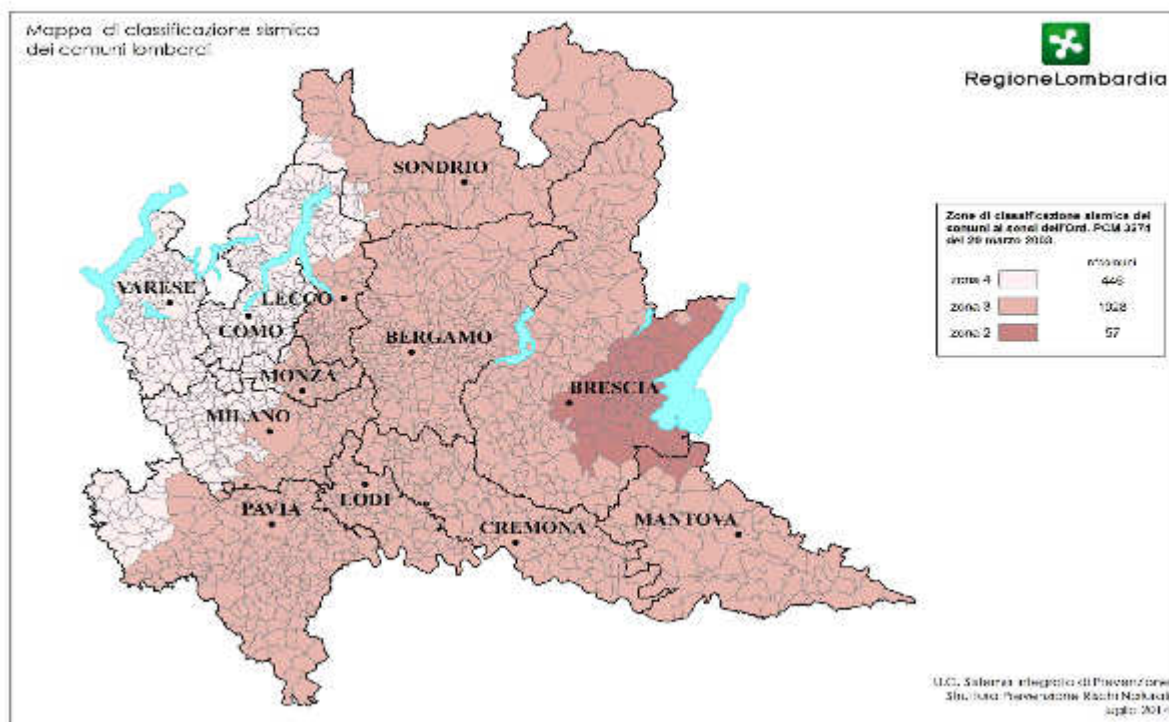
La mappa, riportata nell'Allegato 1B (vedasi figura di seguito riportata), rappresenta graficamente la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{S30} > 800$  m/s).





#### 4.1.2 Normativa regionale D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129

La Regione Lombardia con D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 *Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia* (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) e pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione in data 16 luglio 2014 ha provveduto alla nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia così come previsto dall'ordinanza **O.P.C.M. 3519/06** *“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*.



La Regione Lombardia con **D.G.R. 10 ottobre 2014 – n. X/2489** - *Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d) -* ha deliberato di differire al 14 ottobre 2015 il termine dell'entrata in vigore della D.G.R. 21 luglio 2014, n.2129.

La Regione Lombardia ha inoltre deliberato *di disporre che nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.*

Secondo la nuova classificazione che entrerà in vigore il 14 ottobre 2015 il comune di Desio si trova in zona 3 caratterizzata da una  $A_{gMax}$  pari a 0,050805.

## 4.2 RIFERIMENTI NORMATIVI PROGETTAZIONE

### 4.2.1 D.M. 14 Gennaio 2008

Dal 1 luglio 2009 la progettazione antisismica in Italia, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14/01/08.

Il D.M. 14 gennaio 2008 (*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*), pubblicato sulla G.U. n. 29 del 04/02/08, in vigore dal 5 marzo 2008, sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi di cui al comma 1 dell'art. 20 della L. 28 febbraio 2008, n. 31.

Queste nuove Norme Tecniche per la Costruzioni definiscono i criteri definitivi per la classificazione sismica del territorio nazionale in recepimento del Voto 36 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio

2007 (*Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale*); tali criteri prevedono la valutazione dell'azione sismica definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati, in termini di accelerazione del suolo  $a_g$  e di forma dello spettro di risposta. Costituiscono parte integrante del decreto:

- Allegato A - *Pericolosità sismica*
- Allegato B - *Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica.*

Diversamente dalla precedente normativa l'azione sismica non viene più valutata riferendosi ad una zona sismica (territorialmente coincidente con più entità amministrative), ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni ma viene valutata sito per sito e costruzione per costruzione.

Secondo l'allegato A l'azione sismica sulle costruzioni viene valutata a partire da una pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta con sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; i risultati dello studio di pericolosità devono essere forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata in funzione delle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e morfologiche della superficie; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

## Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo indicate nella tabella 3.2.II, di cui al punto 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*, capitolo 3 *Azioni sulle costruzioni* del D.M. 14/01/2008.

Sono state definite cinque classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. In mancanza di misure di  $V_s$ , l'identificazione della categoria di sottosuolo può essere effettuata sulla base dei valori di altre grandezze geotecniche, quali il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica ( $N_{SPT}$ ) per depositi di terreni prevalentemente a grana grossa e la resistenza non drenata ( $c_u$ ) per depositi di terreni prevalentemente a grana fine.

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie di sottosuolo di riferimento:

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

meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30} < 180$  m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

*E Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_S > 800$  m/s).*

La classificazione è effettuata sulla base del parametro  $V_{S,30}$  che rappresenta la velocità delle onde di taglio S riferita a 30 m di profondità e calcolata utilizzando la seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (NTC):

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

### Condizioni topografiche

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione, di cui al punto 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*.

<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante pendii e rilievi con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T2</b>	pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

*Tabella 3.2.IV - Categorie topografiche*

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. L'area di esame presenta configurazioni superficiali semplici, pertanto è possibile adottare la classificazione riportata in tabella 3.2.IV.

Sulla base dei dati topografici disponibili (riportati in cartografia), l'area rientra mediamente nella categoria **T1** ovvero *Superficie pianeggiante, con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* .

## 5 INDAGINE SISMICA

### 5.1 Prova MASW

L'indagine sismica è stata realizzata per determinare le proprietà fisiche del sottosuolo e le caratteristiche dinamiche del litotipo da indagare, attraverso la determinazione di un modello di distribuzione di velocità di propagazione delle onde Sh nel sottosuolo.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh (onde Sh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase.

Nel metodo di indagine MASW le onde superficiali generate in un punto della superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Attraverso questo metodo si ottiene un grafico (curva di dispersione) che descrive l'andamento delle velocità di fase in funzione delle frequenze nel range compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi si ottengono informazioni sulla parte superficiale del suolo, sui primi 30-50 m di profondità, in funzione della rigidità del suolo.

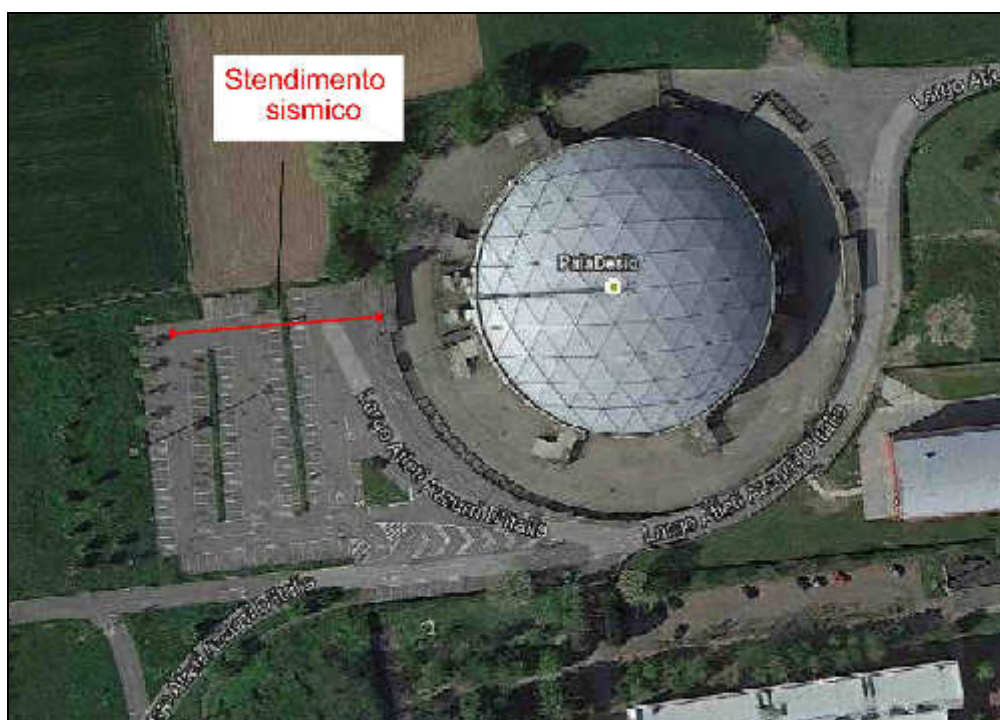
Il metodo MASW consiste in tre fasi:

1. calcolo della curva di dispersione apparente sperimentale
2. calcolo della curva di dispersione apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Mediante l'analisi delle onde di Rayleigh viene determinato il parametro  $V_{s30}$ , che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 m di profondità.

### 5.2 Indagine in sito

L'analisi delle onde superficiali nell'area di studio è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare da 21 geofoni con spaziatura pari a 2.0 m.



Ubicazione stendimento sismico



Sono stati utilizzati 21 geofoni da 4.5 Hz e un sismografo a 24 bit (EEG BR24) in modo da ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, mentre come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 6 kg battente su un piattello metallico. La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 m dal primo geofono (Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).



*Vista dello stendimento MASW effettuato*

### 5.3 Elaborazione dei dati

La procedura di elaborazione adottata per la classificazione dei profili del suolo di fondazione ha utilizzato la tecnica sopra descritta utilizzando un software specifico.

La prima fase consiste nell'elaborazione di tutte le registrazioni acquisite tramite l'analisi spettrale dei singoli sismogrammi allo scopo di ottenere lo spettro del segnale di velocità sismica in funzione della frequenza. Successivamente si seleziona lo spettro dal quale viene estrapolata la curva di attenuazione del segnale (curva di dispersione) dalla quale tramite una procedura di inversione si risale al modello stratigrafico in termini di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) da cui il valore relativo ai primi 30 m di sottosuolo ( $V_{s,30}$ ).

Per l'elaborazione del profilo sismico vedasi anche grafici allegati.

Il valore del parametro  $V_{s,30}$ , necessario ai fini della caratterizzazione sismica del sito, è quindi risultato:

$$V_{s,30} = 425 \text{ m/s}$$

Il valore di  $V_{s,30}$  così ricavato consente di classificare l'area in esame nella *categoria di sottosuolo B*, mentre la morfologia sub-pianeggiante, facendo riferimento alla tabella riportata nei paragrafi precedenti, l'inserisce nella *categoria topografica T1*.



## 6 INDAGINE CARTOGRAFIA TEMATICA ALLEGATA AL PGT

### Carta della fattibilità

La Carta della fattibilità delle azioni di piano, Tavola A6, è stata redatta per l'intero territorio comunale in scala 1:10.000.

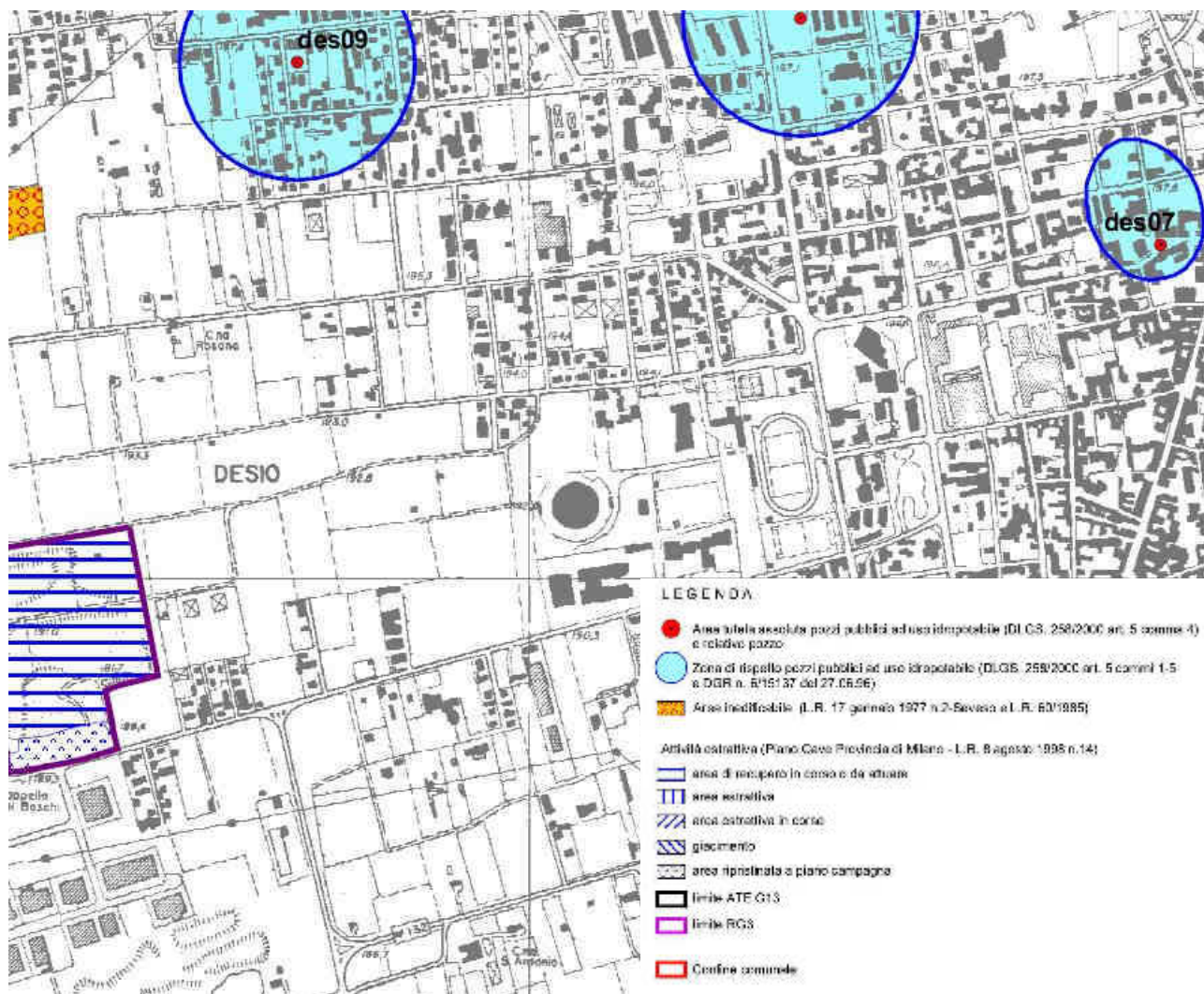
Secondo tale carta l'area in esame ricade all'interno della **classe di fattibilità 2**, *fattibilità con modeste limitazioni*: la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.



Estratta da Tavola A6 – Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano

### Carta dei vincoli

La Carta dei vincoli, Tavola A4, è stata redatta per l'intero territorio comunale in scala 1:10.000. In essa sono state rappresentate le limitazioni all'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.



*Estratta da Tavola A4 – Carta dei vincoli*

La carta dei vincoli sopra riportata evidenzia che nell'area sede d'intervento non sono presenti vincoli di alcun tipo. In particolare non si ha nessuna segnalazione riguardo la presenza di eventuali siti di interesse archeologico.

## 7 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geotecnica è stata realizzata mediante l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche continue (S.C.P.T.) sono state effettuate con penetrometro Super Pesante tipo Meardi A.G.I. avente le seguenti caratteristiche:

peso del maglio	73 kg
altezza di caduta	75 cm
angolo al vertice della punta conica	60°
diametro del cono	50.8 mm
peso delle aste	4.6 kg/ml



*Penetrometro Super Pesante tipo Meardi A.G.I. utilizzato*

Il terreno è stato indagato a partire dalla quota di piano campagna attuale fino alle seguenti profondità (quote a cui si è ottenuto il rifiuto alla penetrazione):

Prova SCPT	Profondità (m)
1	6.3
2	4.2
3	6.9
4	5.1
5	5.7
6	6.0

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata riscontrata presenza di acqua di falda, a conferma dei dati idrogeologici in nostro possesso.



## 8 PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base del grado di addensamento rilevato nel corso dell'indagine eseguita con il penetrometro pesante e con il sondaggio a carotaggio continuo (prove SPT in foro), possono essere riconosciute le seguenti litozone:

- LITOZONA A: grado di addensamento basso e caratteristiche geotecniche scarse ( $N_{scpt} < 5$ )
- LITOZONA B: addensamento medio-basso con caratteristiche geotecniche modeste ( $5 < N_{scpt} < 10$ )
- LITOZONA C: addensamento medio-alto con caratteristiche geotecniche da discrete a buone ( $N_{scpt} > 10$ )

Il terreno è stato suddiviso in litozone in base ai parametri geotecnici medi degli orizzonti attraversati dalle verticali penetrometriche. La seguente tabella indica le caratteristiche geotecniche del terreno indagato:

### S.C.P.T. 1 - 3

Litozona	Profondità (m p.c.)	$N_{SCPT}$	$N_{SPT}$	$\gamma(T/m^3)$	$\Phi$ (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	K's (kN/m <sup>3</sup> )
A	0.0 – 1.5/1.8	2 – 3	4 – 5	1.65 – 1.70	25.5 – 26.5	30 – 75	$5.4 – 8.5 \times 10^3$
C	1.5/1.8 – 3.9/4.2	16 – 18	28 – 31	1.90	35 – 35.5	400 – 430	$53.5 – 61.0 \times 10^3$
B	3.9/4.2 – 5.7	5 – 6	8 – 10	1.70 – 1.75	28 – 29	155 – 195	$13.0 – 16.0 \times 10^3$
C	5.7 – 6.3/6.9	> 10	> 17	> 1.80	> 32	> 320	$> 33.0 \times 10^3$

### S.C.P.T. 2 – 4 – 5

Litozona	Profondità (m p.c.)	$N_{SCPT}$	$N_{SPT}$	$\gamma(T/m^3)$	$\Phi$ (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	K's (kN/m <sup>3</sup> )
A	0.0 – 0.9/1.8	4 – 5	7 – 8	1.70	27 – 28	115 – 155	$10.5 – 13.0 \times 10^3$
C	0.9/1.8 – 4.2/5.7	> 10	> 17	> 1.80	> 32	> 320	$> 33.0 \times 10^3$

### S.C.P.T. 6

Litozona	Profondità (m p.c.)	$N_{SCPT}$	$N_{SPT}$	$\gamma(T/m^3)$	$\Phi$ (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	K's (kN/m <sup>3</sup> )
A	0.0 – 2.4	2 – 3	4 – 5	1.65 – 1.70	25.5 – 26.5	30 – 75	$5.4 – 8.5 \times 10^3$
B	2.4 – 3.6	6 – 8	10 – 14	1.75 – 1.80	29 – 30.5	195 – 270	$16.0 – 24.0 \times 10^3$
C	3.6 – 6.0	> 10	> 17	> 1.80	> 32	> 320	$> 33.0 \times 10^3$

dove:

$N_{SCPT}$  = numero di colpi necessario per ottenere avanzamento di 30 cm in una prova SCPT

$N_{SPT}$  = numero di colpi SPT correlati

$\gamma$  = peso di volume del terreno ( $T/m^3$ )

$\Phi$  = angolo di attrito del terreno (°)

E = modulo di deformazione (o di Young) ( $Kg/cm^2$ )

K's = stima del modulo di reazione del sottofondo (o di Winkler) ( $kN/m^3$ )

Le prove penetrometriche 1 e 3 hanno rilevato la presenza, fino alla profondità di 1.5/1.8 m, di sedimenti che presentano un grado di addensamento basso e parametri geotecnici molto modesti. Inferiormente si osserva un aumento dello stato di addensamento dei terreni attraversati e la presenza della litozona C caratterizzata da parametri geotecnici buoni. Oltre la profondità di 3.9/4.2 m si riscontra un peggioramento delle caratteristiche geotecniche e la presenza, fino alla profondità di 5.7 m, della litozona B caratterizzata in questo caso da parametri geotecnici modesti. Inferiormente si osserva un generale miglioramento delle caratteristiche geotecniche e la presenza della litozona C che presenta, localmente, un grado di addensamento talmente elevato da determinare l'interruzione delle verticali d'indagine a profondità comprese tra 6.3 e 6.9 m.

Le prove penetrometriche 2, 4 e 5 hanno rilevato la presenza, fino alla profondità di 0.9/1.8 m, di sedimenti che presentano un grado di addensamento basso e parametri geotecnici molto modesti. Inferiormente si

osserva un aumento dello stato di addensamento dei terreni attraversati e la presenza della litozona C, caratterizzata parametri geotecnici buoni, fino alla massima profondità indagata.

La prova penetrometrica 6 ha rilevato la presenza, fino alla profondità di 2.4 m, di sedimenti che presentano un grado di addensamento basso e parametri geotecnici molto scarsi. Inferiormente si osserva un modesto aumento dello stato di addensamento dei terreni attraversati e la presenza della litozona B caratterizzata parametri geotecnici modesti. Oltre la profondità di 3.6 m si riscontra un netto miglioramento delle caratteristiche geotecniche e la presenza, fino alla massima profondità indagata, della litozona C caratterizzata da parametri geotecnici buoni. Va notato che questa verticale di indagine è stata realizzata in corrispondenza del passaggio di alcune tubazioni interrato afferenti l'impianto di riscaldamento; è quindi assai probabile che i modesti valori di addensamento riscontrati fino a 2.4 m di profondità siano da ricondurre agli scavi per la posa di tali tubazioni.

Le indagini hanno quindi rilevato la presenza, alla quota d'imposta delle fondazioni, circa 2.0/2.2 m da p.c., di sedimenti caratterizzati da un grado di addensamento medio-alto e parametri geotecnici buoni. Solo in corrispondenza della prova 6 è stata individuata la presenza di sedimenti con parametri geotecnici scarsi/modesti quasi certamente riconducibili all'esecuzione degli scavi per la posa delle tubazioni del riscaldamento. In corrispondenza delle prove 1 e 3 si osserva a partire da circa 4.0 m di profondità, una diminuzione dello stato di addensamento e la presenza fino a circa 6.0 m di profondità, di sedimenti scarsamente addensati.

Durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata presenza di acqua di falda, a conferma dei dati idrogeologici in nostro possesso.

I materiale provenienti dagli scavi per la realizzazione delle opere in progetto potranno essere gestiti quali terre e rocce da scavo previa redazione di specifico piano di gestione delle terre e rocce da scavo; fa ovviamente eccezione l'orizzonte di asfalto presente in una porzione dell'intervento in progetto che dovrà essere smaltito con specifico formulario CER.



## 9 CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE E DEI CEDIMENTI PREVEDIBILI

Secondo le NTC (D.M. 14/01/2008) la sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. In particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- **sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU):** capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera. Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.
- **sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE):** capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio. Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.
- **robustezza nei confronti di azioni eccezionali:** capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Le opere strutturali devono essere verificate:

- per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;
- per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese.

Le verifiche di sicurezza delle opere devono essere contenute nei documenti di progetto, con riferimento alle prescritte caratteristiche meccaniche dei materiali e alla caratterizzazione geotecnica del terreno, dedotta in base a specifiche indagini.

### 8.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Le verifiche di sicurezza per gli stati limite ultimi (SLU) richiedono il rispetto della seguente condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione (o dell'effetto delle azioni)

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (ovvero la sua capacità portante)

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

ovvero:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right],$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$  e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right].$$

Effetto delle azioni ( $E_d$ ) e resistenza ( $R_d$ ) sono espressi in funzione di:

- azioni di progetto  $\gamma_F F_k$

- parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$
- geometria di progetto  $a_d$ .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = E_k \cdot \gamma_E$ . Nella formulazione della resistenza  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza del sistema. La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione (Combinazione 1) è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione (Combinazione 2) è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

La verifica di stabilità globale in questo caso viene effettuata secondo l'Approccio 2 e sarà quindi effettuata solamente nei confronti dello SLU di tipo geotecnico (GEO) e tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabella 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$  sia soddisfatta.

### Approccio 2: A1+M1+R3

dove:

**A** rappresenta le azioni

**M** rappresenta la resistenza dei materiali (terreno)

**R** rappresenta la resistenza globale del terreno.

#### Azioni (A)

I coefficienti parziali  $\gamma_F$  relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I (Cap. 6 D.M. 14/01/2008). Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

#### Resistenze (M)

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera (Cap. 6 D.M. 14/01/2008);
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera (Cap. 6 D.M. 14/01/2008);
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera (Cap. 6 D.M. 14/01/2008).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni**

### Valori caratteristici dei parametri geotecnici

La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici avviene in due fasi. La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.

Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

Nel caso in esame i valori caratteristici vengono ricavati, utilizzando la seguente formula:

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left( \frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

dove:

$x_k$  è il valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$  (**con barra**), il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione;

$t$  è il valore della distribuzione di student ad  $n-1$  gradi di libertà con probabilità  $u = 95\%$

$s$  è la deviazione standard del campione

$n$  è il numero di dati

Quota imposta fondazioni (m)	Tipo di fondazione	Larghezza fondazione (m)	$\phi_m$ (°)	$\phi_k$ (°)	$\gamma_m$ (T/m <sup>3</sup> )	$\gamma_k$ (T/m <sup>3</sup> )
- 2.0/2.2	Plinto quadrato	2.0	35.0	32.5	1.90	1.85
		2.5	35.0	32.5	1.90	1.85

dove

$\phi_m$  e  $\gamma_m$  rappresentano i valori medi

$\phi_k$  e  $\gamma_k$  i valori caratteristici.

### Valori di progetto dei parametri geotecnici

Nel calcolo della capacità portante saranno utilizzati i parametri geotecnici di progetto ottenuti dividendo i valori caratteristici per i coefficienti parziali riportati nella colonna M1 (vedasi Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni).

Quota imposta fondazioni (m)	Tipo di fondazione	Larghezza fondazione (m)	$\phi_k$ (°)	$\phi_d$ (°)	$\gamma_k$ (T/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )
- 2.0/2.2	Plinto quadrato	2.0	32.5	32.5	1.85	1.85
		2.5	32.5	32.5	1.85	1.85

dove  $\phi_d$  e  $\gamma_d$  rappresentano i valori di progetto.

### Calcolo della capacità portante

Per il calcolo della capacità portante è stata utilizzata la formula di Meyerhof che, nel caso di carico verticale su un terreno prevalentemente incoerente con angolo di attrito  $\phi > 10^\circ$ , presenta la seguente espressione:

$$q_{ult} = q N_q S_q d_q + c N_c S_c d_c + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

dove:

$S_c$   $S_q$   $S_\gamma$  sono fattori di forma

$d_c$   $d_q$   $d_\gamma$  sono fattori di profondità

$N_c$   $N_q$   $N_\gamma$  sono fattori di portata

Nel caso in esame il valore della coesione  $c$  è uguale a zero, in quanto si tratta di un terreno a comportamento prevalentemente frizionale, per cui l'espressione della capacità portante si riduce a:

$$q_{ult} = q N_q S_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Nei calcoli effettuati si è valutata la capacità portante per fondazioni dirette isolate del tipo a plinto ( $B = 2.0$  m e  $B = 2.5$  m) impostate ad una profondità di 2.0/2.2 m da p.c..

Introducendo i valori dei parametri geotecnici di progetto nella formula di Meyerhof e tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella 6.4.I si ottengono i seguenti valori di progetto della resistenza del sistema geotecnico ( $R_d$ ):

Fondazioni dirette isolate tipo plinto	$B = 2.0$ m	$z = 2.0/2.2$	$R_d = 4.20 \text{ kg/cm}^2$
Fondazioni dirette isolate tipo plinto	$B = 2.5$ m	$z = 2.0/2.2$	$R_d = 4.80 \text{ kg/cm}^2$

Nel prossimo paragrafo si procederà alla verifica delle pressioni di contatto agenti sui terreni di fondazione in termini di cedimenti ammissibili. Tale trattazione viene sviluppata in relazione alla geometria della fondazione e alle caratteristiche geotecniche del terreno in esame, al fine di ottenere il valore di pressione che le nuove opere potranno esercitare sul terreno fondale senza determinare cedimenti superiori ai valori ammissibili per l'opera stessa.

Tale trattazione consentirà di ricavare il valore di pressione allo stato limite d'esercizio.

## 8.2 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

Per effetto delle azioni trasmesse in fondazione, i terreni subiscono deformazioni che provocano spostamenti del piano di posa. Le componenti verticali degli spostamenti (cedimenti) assumono in genere valori diversi sul piano di posa di un manufatto. Si definisce cedimento differenziale la differenza dei cedimenti tra punti di una stessa fondazione, di fondazioni distinte con sovrastrutture comuni e di fondazioni distinte con sovrastrutture staticamente indipendenti. In base alla evoluzione nel tempo si distinguono i cedimenti immediati e i cedimenti differiti. Questi ultimi sono caratteristici dei terreni a grana fine, poco permeabili, e dei terreni organici. I cedimenti e gli spostamenti delle fondazioni e del terreno circostante possono essere valutati con metodi empirici o analitici. Nel caso di terreni a grana media o grossa, i parametri anzidetti possono essere valutati sulla base dei risultati di indagini geotecniche in sito.

Le verifiche relative alle deformazioni (cedimenti) e agli spostamenti si effettuano adoperando i valori caratteristici dei parametri. Pertanto, si assegnano valori unitari ai coefficienti delle azioni ( $A$ ) e dei parametri di resistenza ( $M$ ).

La combinazione delle azioni (SLE, Stato Limite d'Esercizio) da considerare è la Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$N_d = G_1 + G_2 + P + \Psi_{21}Q_{k1} + \Psi_{22}Q_{k2} + \Psi_{23}Q_{k3} + \dots$$

dove:

**$G_i$ -esimo** = azioni permanenti

**$P$**  = precompressione

**$Q$**  = azioni variabili

**$\Psi$**  = coefficienti di combinazione che dipendono dalla natura dell'azione e della categoria dell'edificio.

Allo stato attuale non sono noti i carichi dell'opera in progetto e quindi risulta impossibile sviluppare la verifica degli Stati Limite d'Esercizio, per la quale occorre conoscere i carichi che verranno a prodursi sugli strati di fondazione per ricavare l'entità dei cedimenti attesi e procedere alla verifica e confronto con i cedimenti ammissibili d'esercizio per l'opera in esame. Occorrerà, una volta noti i carichi, che il Progettista strutturale dell'opera ricavi la combinazione delle azioni di progetto tenendo conto delle condizioni di carico più severe, considerando distintamente l'incidenza dei carichi permanenti e variabili, ai quali attribuirà i rispettivi coefficienti di riduzione previsti dal D.M. 14/01/008.

In questa fase si è proceduto alla determinazione della pressione massima esercitabile dalle opere di fondazione in progetto sui terreni affinché i cedimenti totali (a 50 anni dalla costruzione) risultino inferiori a 30 mm, (valore di riferimento per strutture in c.a. come quelle in progetto) e affinché i cedimenti differenziali risultino inferiori a 10 mm.

#### Calcolo dei cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti dei terreni di fondazione si è fatto riferimento alla relazione di Burland e Burbidge.

$$S = f_s f_h f_t [ \sigma_{vo} B^{0.7} I_c/3 + (q' - \sigma_{vo}) B^{0.7} I_c ]$$

dove:

$f_s$   $f_h$   $f_t$  sono fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

$B$  è la larghezza delle fondazioni

$I_c$  è l'indice di compressibilità (tiene conto dei valori NSPT ricavati nel corso delle prove)

$q'$  è la pressione efficace lorda (kPa)

$\sigma_{vo}$  è la tensione verticale efficace agente alla quota d'imposta delle fondazioni (kPa)

Utilizzando i valori della pressione limite ricavati con il fattore di sicurezza  $\gamma_R = 2.3$  previsto dalla normativa, per le fondazioni ipotizzate si otterrebbero cedimenti immediati e totali elevati e non compatibili con le strutture in progetto.

Si consiglia pertanto di adottare il seguente valore della pressione di esercizio  $P_E$  pari a **2.40 kg/cm<sup>2</sup>**.

con il quale si otterranno cedimenti assoluti immediati e totali compatibili con le strutture in progetto.

#### **Considerazioni**

La verticale penetrometrica 6 ha evidenziato la presenza alla quota d'imposta delle fondazioni, circa 2.0/2.2 m da p.c., di sedimenti caratterizzati da un grado di addensamento medio-basso e parametri geotecnici modesti quasi certamente connessi con la realizzazione di scavi eseguiti per la posa di tubazioni del riscaldamento. Si raccomanda pertanto di verificare la natura dei sedimenti presenti alla profondità di 2.0/2.2 m e nel caso in cui si riscontrasse la presenza di materiale rimaneggiato poco addensato sarà necessario approfondire, localmente, lo scavo fino ad impostare le fondazioni in corrispondenza dei sedimenti sabbiosi-ghiaiosi presenti, alla medesima profondità, nelle altre prove eseguite.



## 10 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Secondo il D.M. 14/01/2008 (articolo 7.11.3.4.2 “Esclusione della verifica a liquefazione”) è possibile non effettuare la verifica alla liquefazione quando si manifesta almeno una delle seguenti condizioni:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

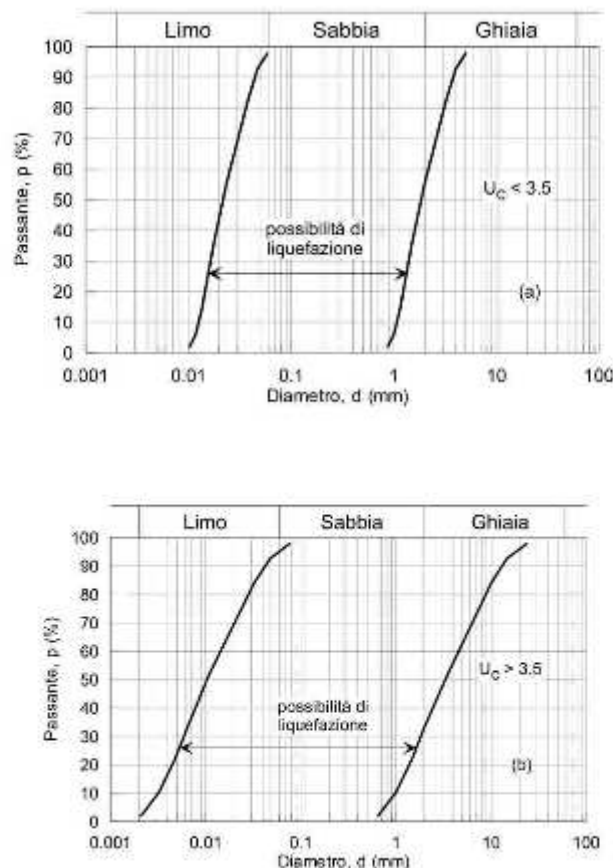
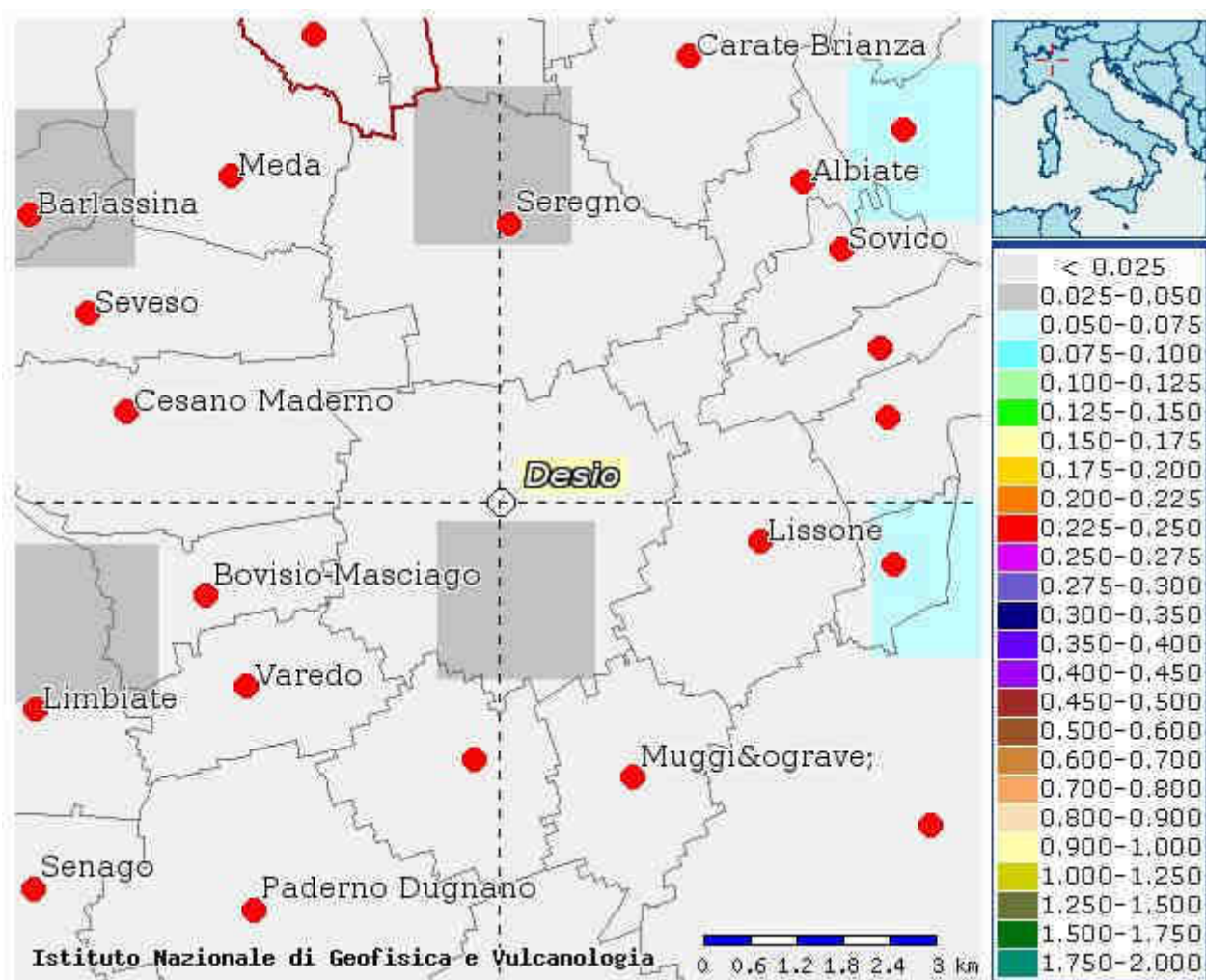


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nell'area in esame le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di  $0,1g$ .



Il manifestarsi di tale condizione esclude, per l'area oggetto di studio, la verifica alla liquefazione.

## 11 CONCLUSIONI

Le indagini eseguite nel comune di Desio (MB) evidenziano la presenza, dal punto di vista geologico, di depositi fluvioglaciali del cosiddetto Würm; litologicamente si trovano in superficie, al di sotto del primo strato di terreno agrario o di riporto, terreni in genere sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi con strati o lenti di materiale più fine (limo e sabbia fine).

Nell'area oggetto di studio è prevista la realizzazione di una nuova palestra, di forma rettangolare e dimensione in pianta circa 25 x 65 m, data da un unico piano fuori terra.

Dal punto di vista geotecnico le indagini effettuate hanno rilevato la presenza, alla quota d'imposta delle fondazioni, circa 2.0/2.2 m da p.c., di sedimenti caratterizzati da un grado di addensamento medio-alto e parametri geotecnici buoni. Solo in corrispondenza della prova 6 è stata individuata la presenza di sedimenti con parametri geotecnici scarsi/modesti quasi certamente connessi con la realizzazione di scavi per la posa delle tubazioni del riscaldamento qui presenti.

I calcoli effettuati hanno dimostrato che sarà possibile utilizzare fondazioni dirette isolate del tipo a plinto utilizzando il valore della pressione di esercizio riportato nel capitolo 8 (valgono le prescrizioni riportate in precedenza).

Il profilo sismico di tipo MASW effettuato nell'area in esame ha permesso di stimare una  $V_{s30}$  pari a 425 m/s, il sottosuolo dell'area ricade pertanto all'interno della categoria B. Sulla base delle caratteristiche topografiche del territorio, l'area rientra mediamente nella categoria **T1** (*Superficie pianeggiante, con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ).

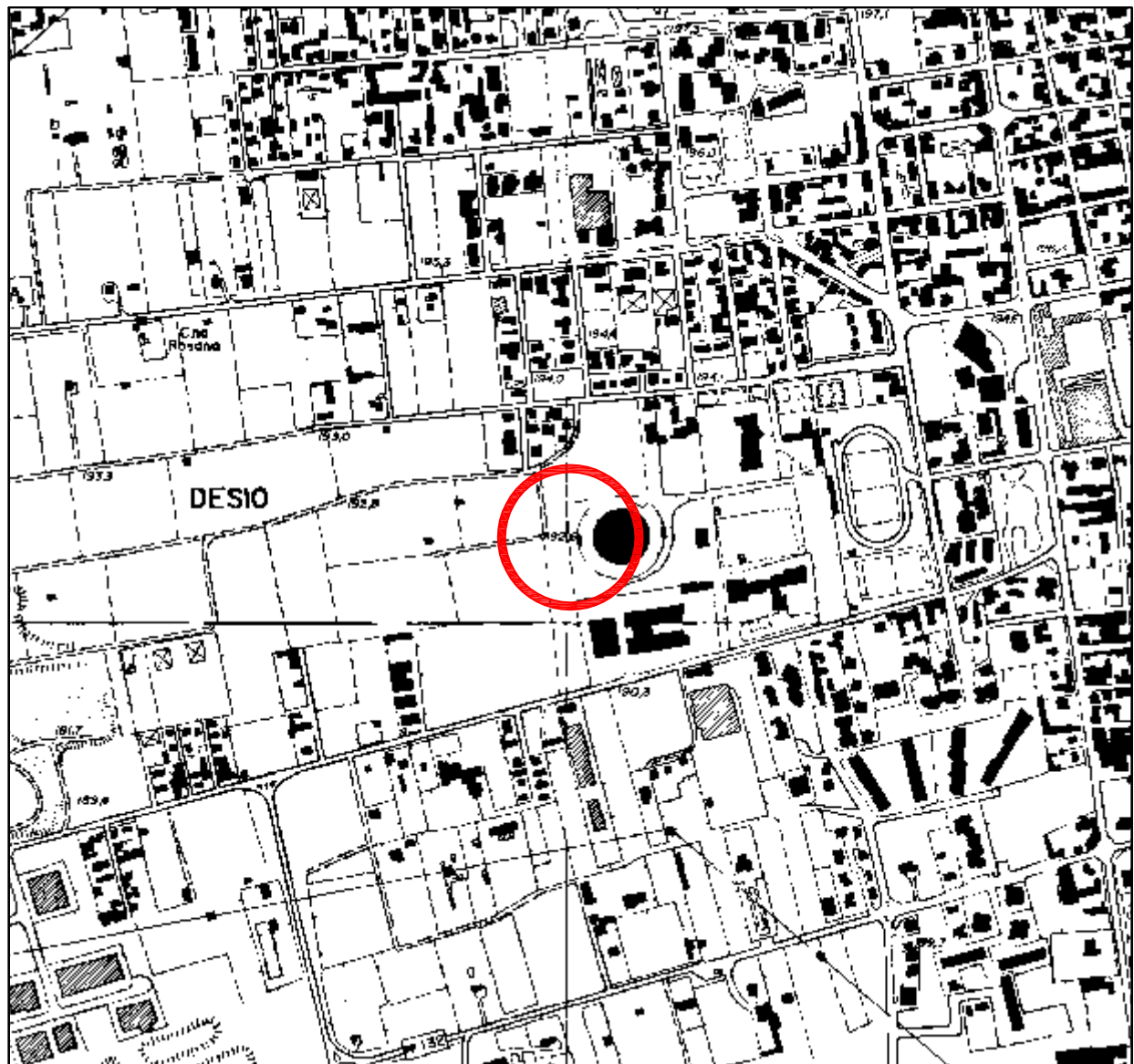
L'intervento in progetto non interferirà con la falda freatica che in quest'area si trova, secondo i dati forniti dal SIF della Provincia di Milano, a profondità comprese tra 30 e 40 m dal p.c.

### Il tecnico incaricato

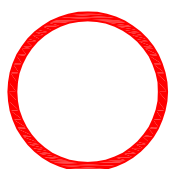
Dott. Geol. Riccardo Cortiana



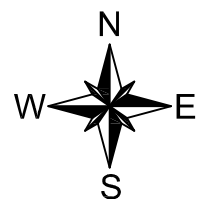
## UBICAZIONE AREA D'INDAGINE (estratto Carta Tecnica Regionale)



scala 1:10.000



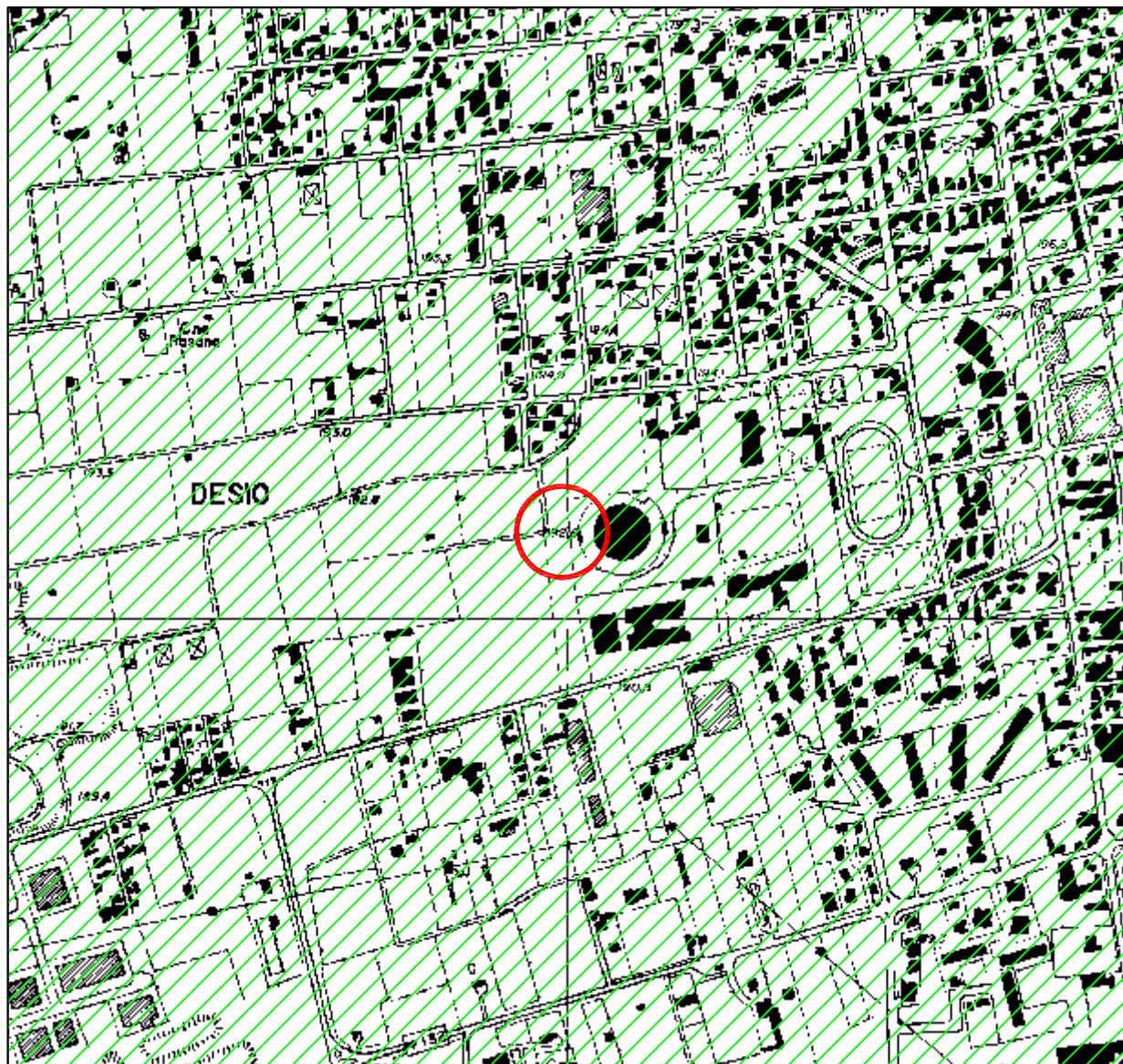
Area d'indagine



COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

# CARTA GEOLITOLOGICA DELLA BRIANZA TRA IL T.SEVESO E IL T.MOLGORA

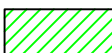


scala 1:10.000

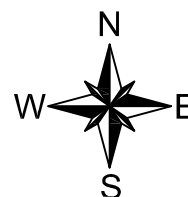
LEGENDA:



AREA D'INDAGINE



DILUVIUM RECENTE  
fluvio-glaciale Wurm



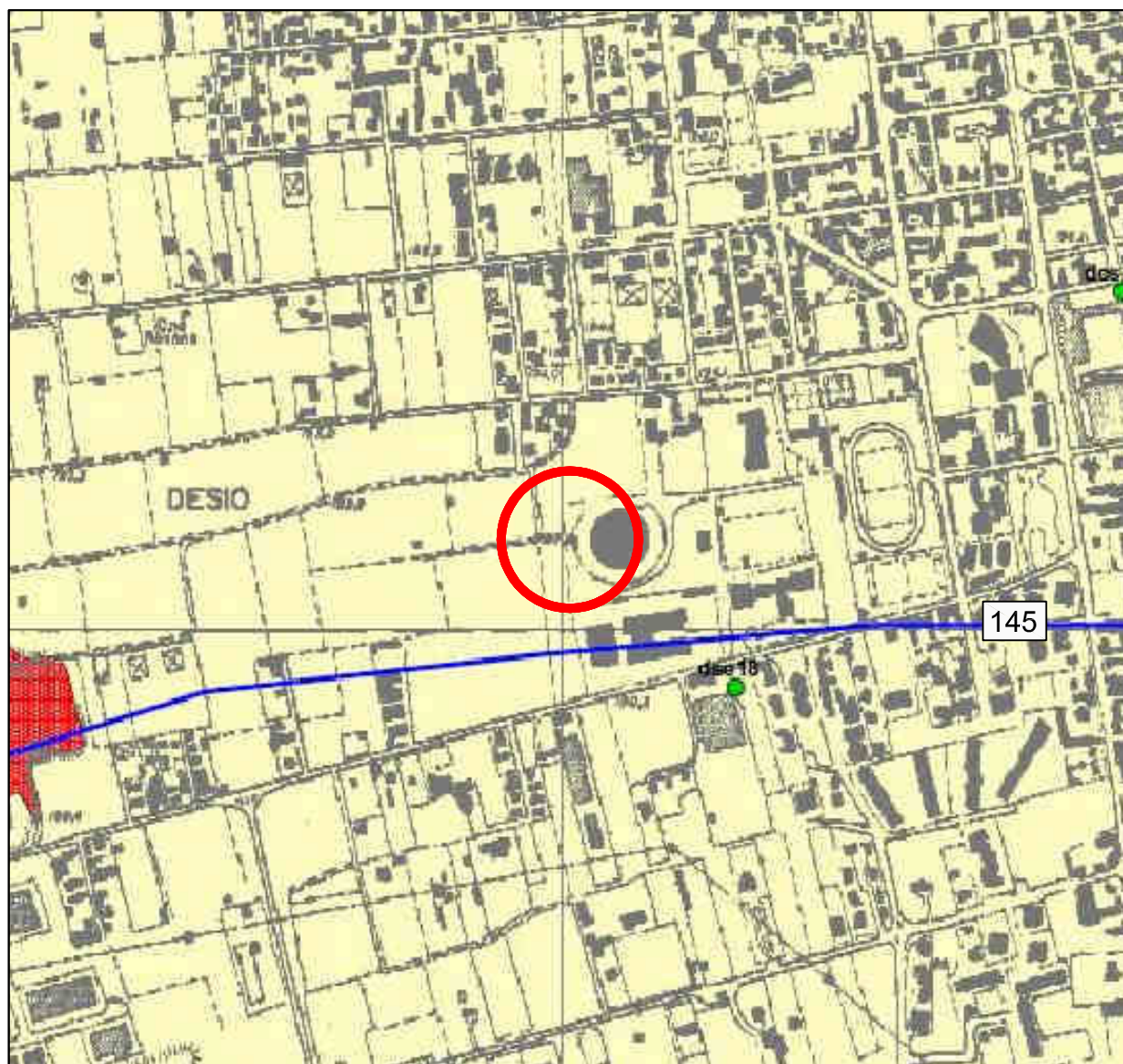
COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia



# CARTA IDROGEOLOGICA

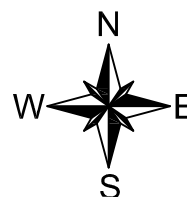
estratta da Tav.2 (Carta idrogeologica) allegata al PGT



scala 1:10.000

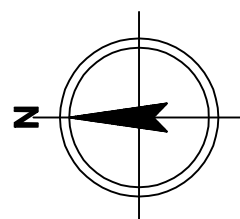
## LEGENDA

- Pozzo pubblico ad uso idropotabile
- Pozzo privato ad uso diverso dal domestico
- ~ Isofreatica in m s.l.m. (settembre 2007)  
(tratta da "Carta della piezometria e della soggiacenza del settembre 2007",  
redatta da Provincia di Milano, Settore Risorse Idriche e Cave,  
Servizio Gestione Acque Sotterranee, Sistema Informativo Falda)
- Vulnerabilità idrogeologica acquifero superficiale**
  - Vulnerabilità idrogeologica Alta
  - Vulnerabilità idrogeologica Elevata



COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

[illegible]

 S.C.P.T. PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

**CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia**

DATA: Mar. '15

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

COMMITTENTE: Arch. Pirola

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

QUOTA DI RIFERIMENTO: piano campagna DATA marzo-15

Profondità (m)	S.C.P.T. 1	S.C.P.T. 2	S.C.P.T. 3	S.C.P.T. 4	Profondità (m)
0.3	1	32	3	12	0.3
0.6	2	5	2	8	0.6
0.9	2	2	3	4	0.9
1.2	1	1	2	2	1.2
1.5	2	3	4	3	1.5
1.8	4	8	14	9	1.8
2.1	10	10	16	12	2.1
2.4	14	10	19	21	2.4
2.7	10	20	17	27	2.7
3.0	19	26	29	42	3.0
3.3	30	28	28	32	3.3
3.6	28	43	30	38	3.6
3.9	20	60	12	32	3.9
4.2	14	100	7	36	4.2
4.5	9		5	27	4.5
4.8	7		6	53	4.8
5.1	3		6	100	5.1
5.4	5		6		5.4
5.7	3		5		5.7
6.0	21		10		6.0
6.3	100		21		6.3
6.6			41		6.6
6.9			100		6.9
7.2					7.2
7.5					7.5
7.8					7.8
8.1					8.1
8.4					8.4
8.7					8.7
9.0					9.0
9.3					9.3
9.6					9.6
9.9					9.9

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

COMMITTENTE

Arch. Pirola

CANTIERE

Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

QUOTA DI RIFERIMENTO:

piano campagna

DATA

marzo-15

Profondità (m)	S.C.P.T. 5	S.C.P.T. 6			Profondità (m)
0.3	2	11			0.3
0.6	3	17			0.6
0.9	3	4			0.9
1.2	12	3			1.2
1.5	10	3			1.5
1.8	10	2			1.8
2.1	12	2			2.1
2.4	38	2			2.4
2.7	21	6			2.7
3.0	17	7			3.0
3.3	16	8			3.3
3.6	36	8			3.6
3.9	31	12			3.9
4.2	29	10			4.2
4.5	22	17			4.5
4.8	30	31			4.8
5.1	36	48			5.1
5.4	47	37			5.4
5.7	100	51			5.7
6.0		100			6.0
6.3					6.3
6.6					6.6
6.9					6.9
7.2					7.2
7.5					7.5
7.8					7.8
8.1					8.1
8.4					8.4
8.7					8.7
9.0					9.0
9.3					9.3
9.6					9.6
9.9					9.9

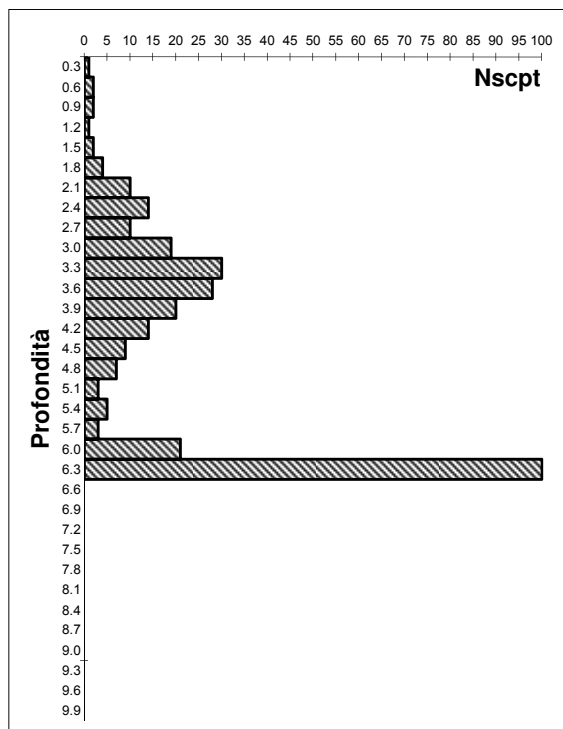
# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

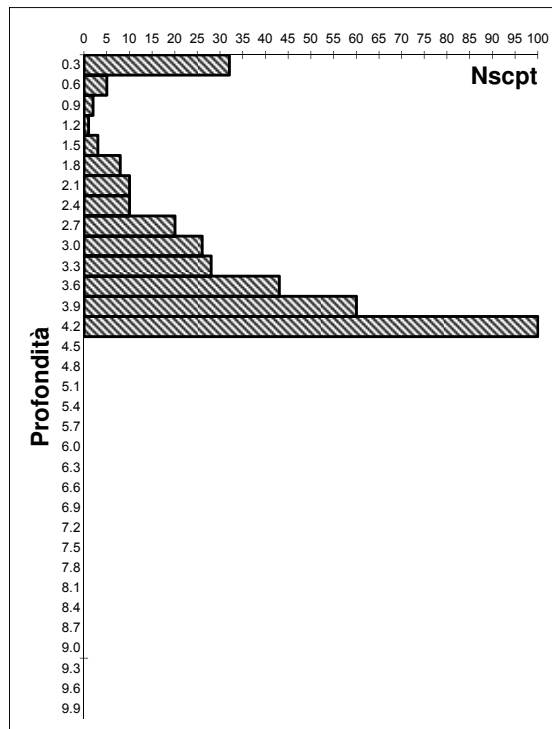
**COMMITTENTE:** Arch. Pirola

**LOCALITA':** Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Ital **DATA:** mar-15

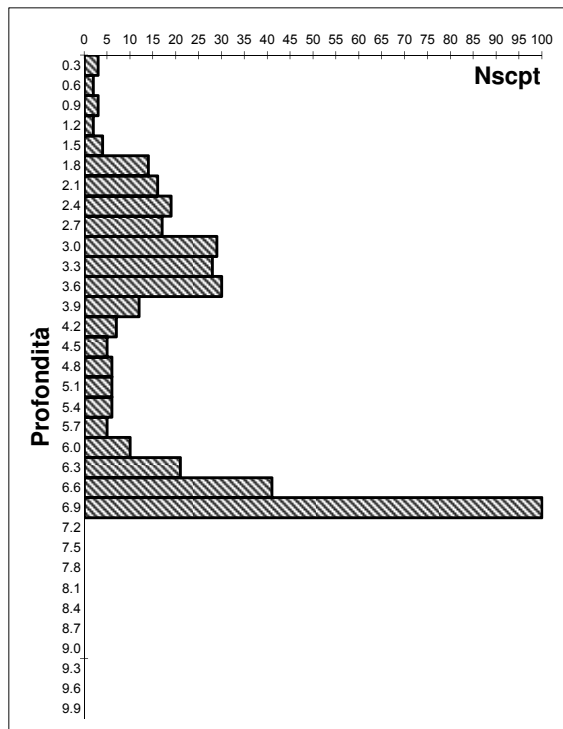
**S.C.P.T. 1**



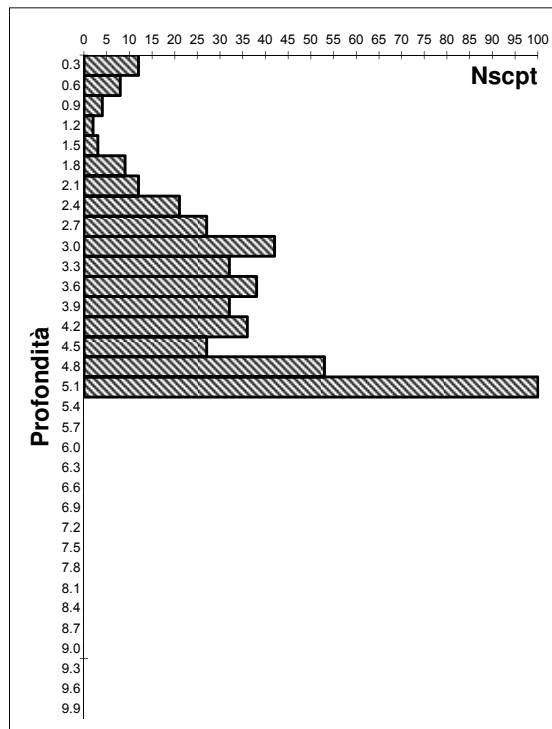
**S.C.P.T. 2**



**S.C.P.T. 3**



**S.C.P.T. 4**





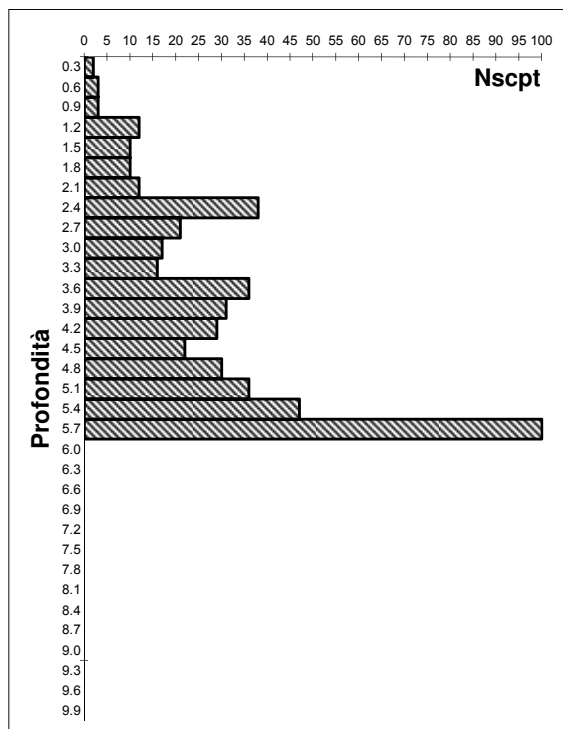
# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

(Penetrometro super pesante tipo Meardi - A.G.I.)

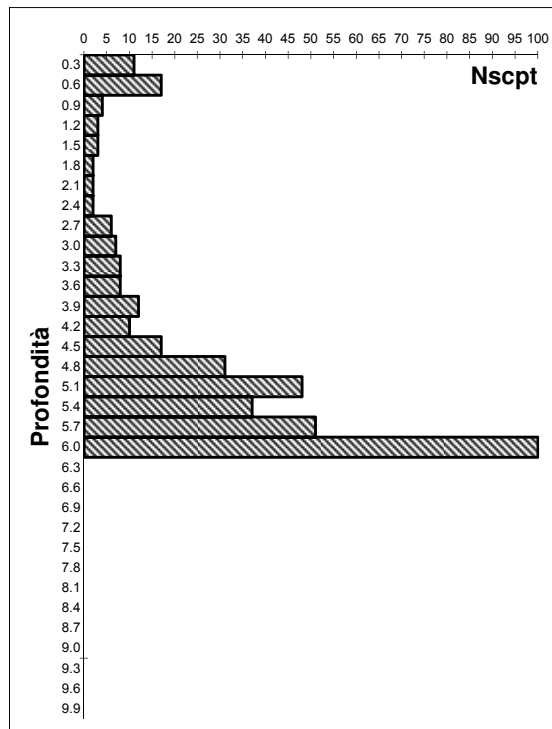
**COMMITTENTE:** Arch. Pirola

**LOCALITA':** Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Ital **DATA:** mar-15

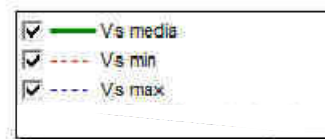
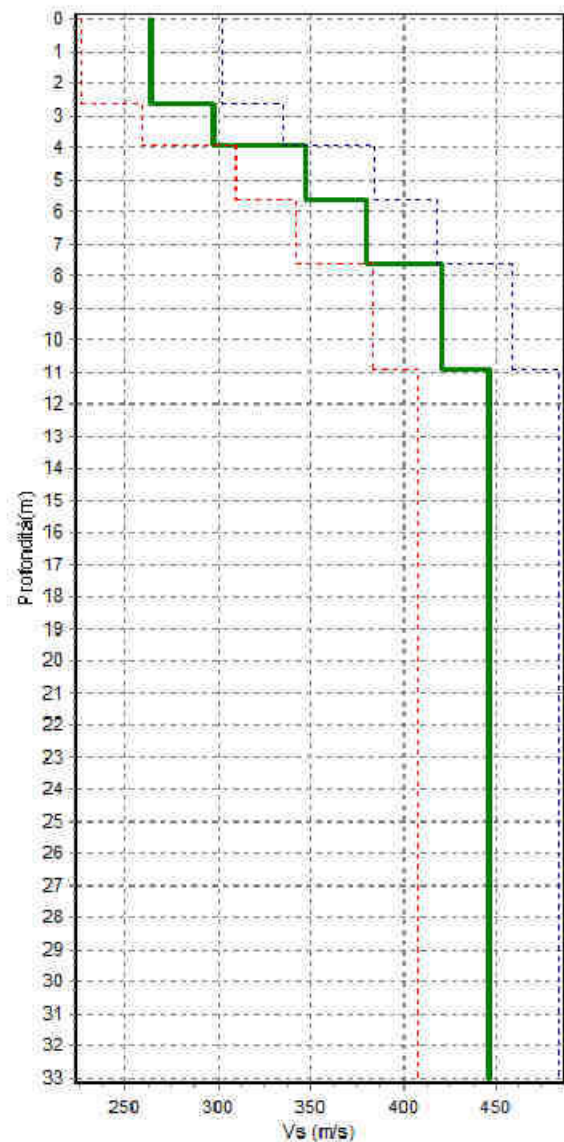
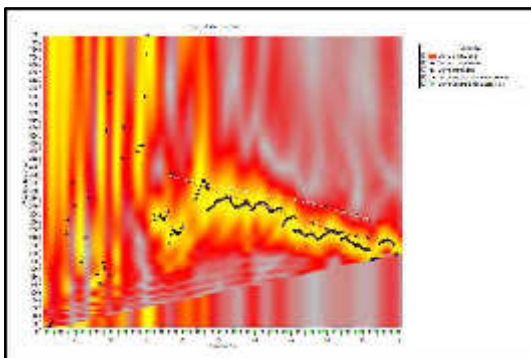
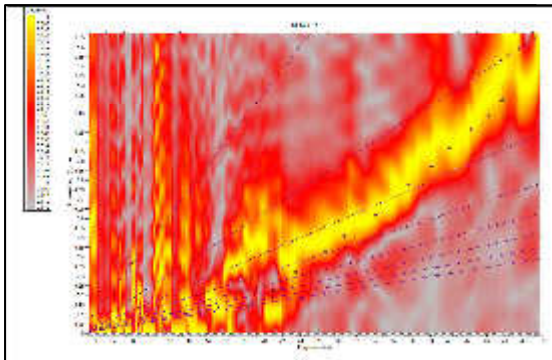
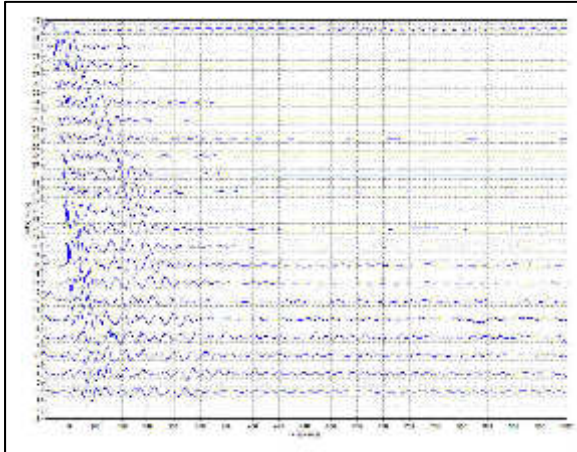
**S.C.P.T. 5**



**S.C.P.T. 6**



# INDAGINE SISMICA MASW



Classe sito: B-  $V_{s30}$  (m/s)= 425

Tabella parametri geotecnici da MASW M1

N.	Prof.(m)	$V_s$ (m/s)	$\nu$ Poisson	Gamma(m/s)	$V_p$ (m/s)	$G$ (MPa)	$E$ (MPa)	$M$ (MPa)	$E_m$ (MPa)
1	2.80	287.0	0.3	1.8	483.8	127.88	407.68	347.88	257.19
2	3.93	297.0	0.3	1.8	565.64	161.85	695.48	392.68	420.81
3	5.01	347.0	0.3	1.8	648.18	220.83	773.27	475.68	574.03
4	7.63	380.0	0.3	1.8	770.61	264.65	927.34	674.67	688.85
5	10.98	421.0	0.3	1.8	787.02	325.21	1130.24	788.63	860.55
6	33.3	440.0	0.3	1.8	834.38	364.68	1277.44	793.8	948.85

**INDAGINE IDROGEOLOGICA  
(PROVA DI PERMEABILITA')**

## INDICE

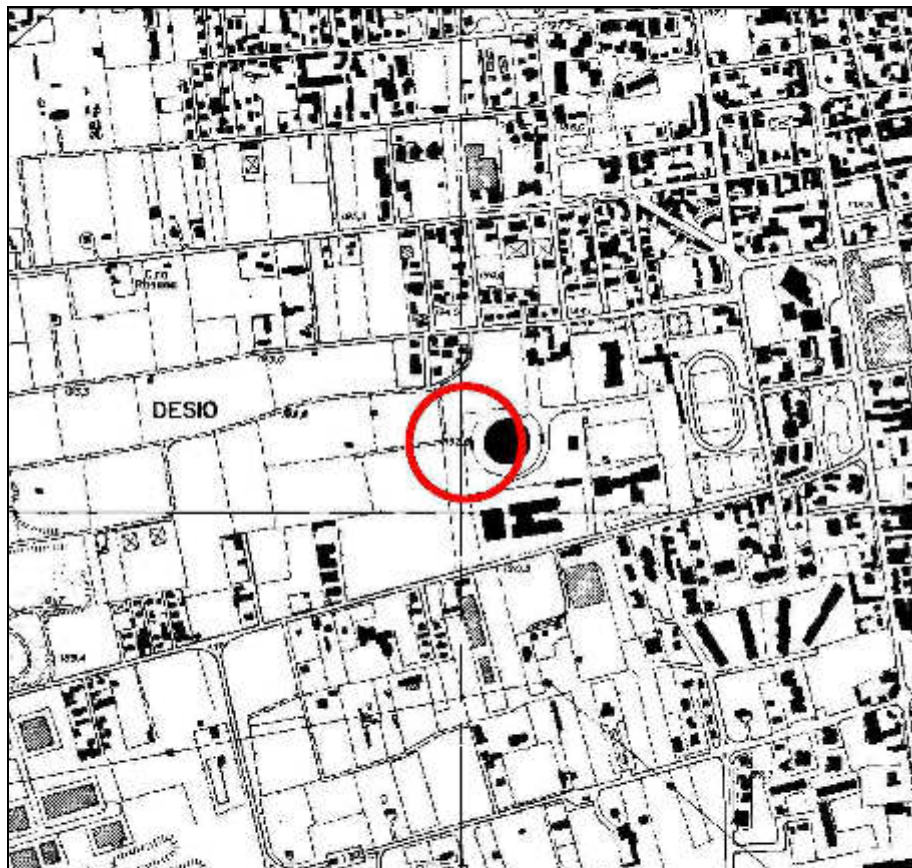
1	PREMESSA.....	43
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO.....	45
3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	47
4	CARATTERISTICHE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE .....	49
5	PROVE A CARICO VARIABILE .....	51
5.1	Modalità esecuzione prove d'infiltrazione .....	51
5.2	Prove in pozzetto.....	51
5.3	Indagine eseguita .....	52
5.4	Ricostruzione stratigrafica del sottosuolo.....	52
5.5	Stima valori permeabilità terreno in esame .....	53

## ALLEGATI

- UBICAZIONE INDAGINI
- PROVE DI PERMEABILITA'

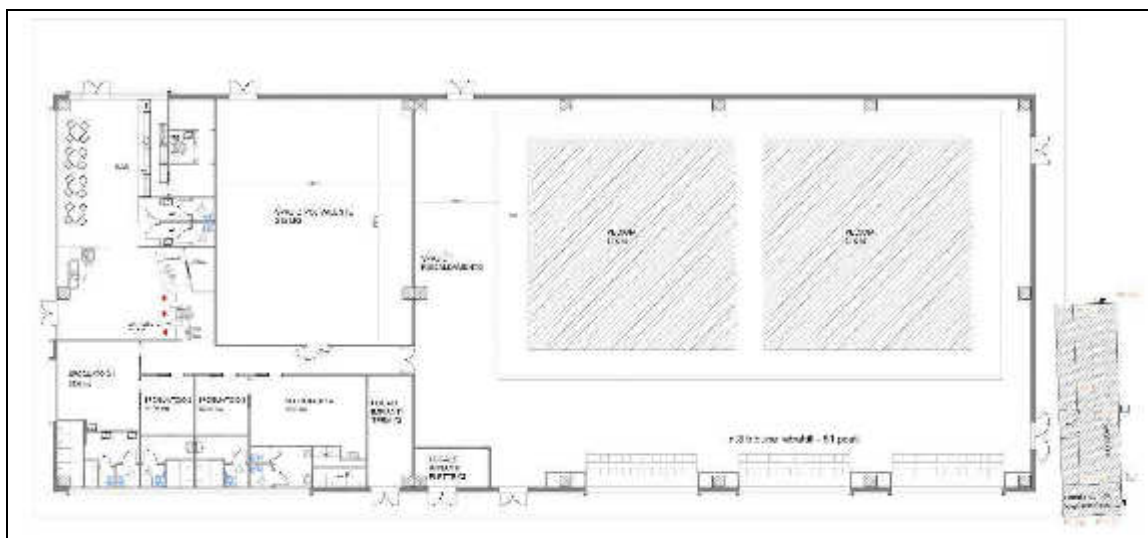
## 1 PREMESSA

La presente relazione, redatta per conto della società *CONI SERVIZI SPA* con sede il Largo Laura de Bosis, 15 a Roma, illustra i risultati di un'indagine idrogeologica realizzata presso un'area situata in Largo Atleti Azzurri d'Italia nel comune di Desio (MB), in previsione della realizzazione di opere per lo smaltimento delle acque provenienti dalle superfici impermeabili del complesso commerciale in progetto.



*Corografia area di studio*

Nell'area oggetto di studio è prevista la realizzazione di una nuova palestra, di forma rettangolare e dimensione in pianta circa 25 x 65 m, data da un unico piano fuori terra.



*Planimetria opera in progetto*



Nel mese di giugno 2015, sull'area in esame, è stato condotto un sopralluogo da parte degli scriventi e si è provveduto ad effettuare 2 prove di permeabilità del terreno all'interno di trincee appositamente realizzate la cui ubicazione è riportata in allegato. Scopo del presente studio è quindi quello di determinare il coefficiente di permeabilità del terreno al fine di dimensionare correttamente gli elementi perdenti che serviranno per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabili degli edifici residenziali in progetto.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

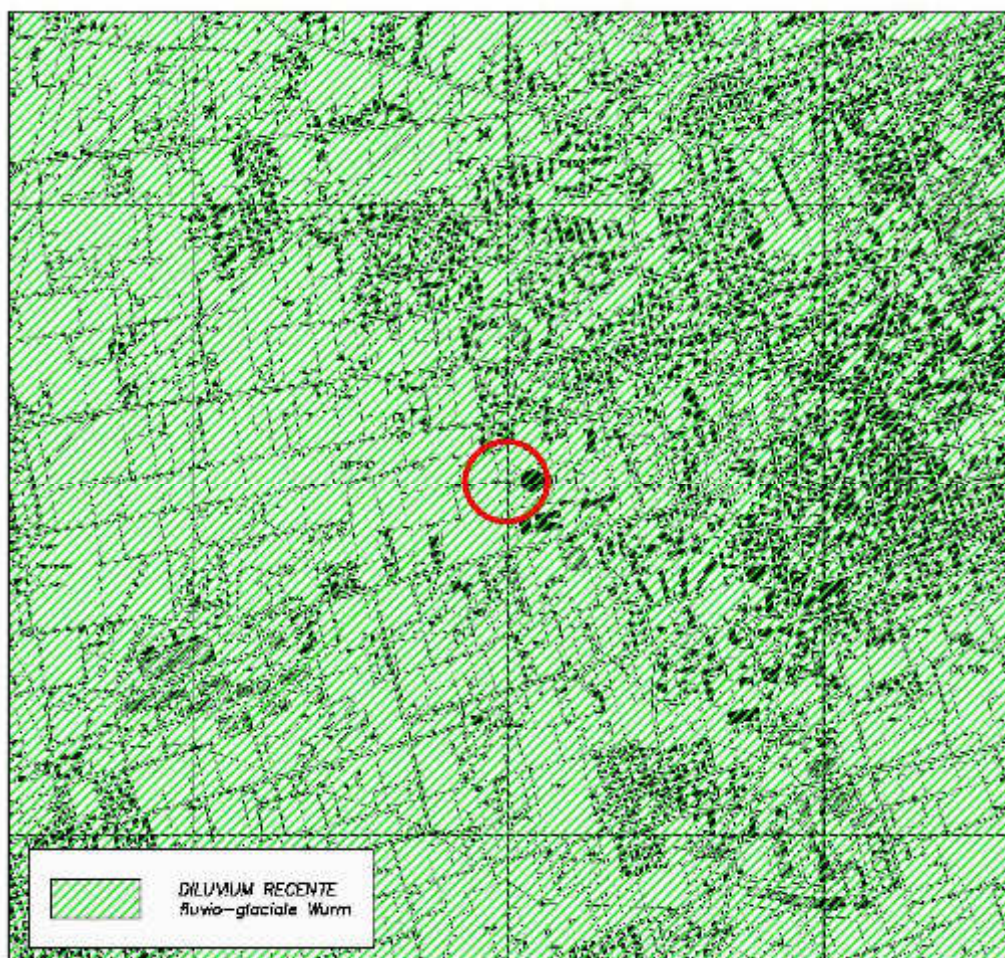
L'area lombarda ha subito le più importanti trasformazioni in un'epoca geologicamente recente, dal Miocene Superiore in poi, quando hanno avuto inizio intense fasi erosive culminate con la genesi di profondi canyons scavati allo sbocco nella Pianura Padana dai corpi glaciali che percorrevano le vallate alpine. Ciò è avvenuto in concomitanza con l'alternanza di episodi di trasgressione e regressione marina che si sono succeduti in questo periodo; tale fase è durata fino a tutto il Pleistocene Inferiore.

Con il Pleistocene Superiore si è avuta la sedimentazione di depositi di origine glaciale e fluvioglaciale apportati dai corpi glaciali provenienti dalla catena alpina; si è così formata una spessa coltre di sedimenti di origine glaciale (nelle aree pedemontane) e fluvioglaciale ed alluvionale (nelle aree di pianura).

In seguito si è assistito ad un susseguirsi di cicli di erosione e di deposito corrispondenti ad un'alternanza di fasi glaciali (Mindel, Riss e Würm) e interglaciali che si sono succedute fino ai giorni nostri; questo ha dato origine ad una tipica morfologia a cordoni morenici (visibili nella zona dell'alta pianura lombarda) e a terrazzi (visibile nella media e bassa pianura lombarda).

Nella zona oggetto di studio, ubicata nella media pianura lombarda, lontana dai corsi d'acqua principali, tali forme non sono visibili e la morfologia che si osserva è data da una superficie pianeggiante che costituisce il cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura.

Nell'area in esame i depositi fluvioglaciali e alluvionali formano una coltre dello spessore di alcune centinaia di metri e sono costituiti da ghiaie e sabbie con subordinata matrice limosa e rare intercalazioni argillose; frequenti sono i ciottoli di dimensioni centimetriche, generalmente con un grado elevato di arrotondamento.



*Estratta da Carta Geolitologica della Brianza*

Il territorio del comune di Desio, come si osserva dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 45 – Milano), dalla Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 e da altre pubblicazioni specifiche (si

veda carta geologica allegata), è caratterizzato dalla presenza in affioramento di depositi fluvioglaciali appartenenti all'alluvione fluvioglaciale più recente (DILUVIUM RECENTE).

L'unità fluvioglaciale Wurm (DILUVIUM RECENTE) è litologicamente costituita da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, talvolta con lenti limose o argilloso-limose, che generalmente mostrano caratteristiche d'addensamento discrete. Sono presenti, alle volte, intercalazioni di livelli conglomeratici (riconducibili alla formazione denominata "Ceppo") che raggiungono spessori anche dell'ordine della decina di metri e che sono però caratterizzati da una notevole variabilità sia laterale che orizzontale.

Questi depositi wurmiani si impostano sui precedenti depositi rissiani (non affioranti direttamente nel territorio comunale) costituendo una coltre superficiale il cui spessore varia localmente da qualche metro a decine di metri.

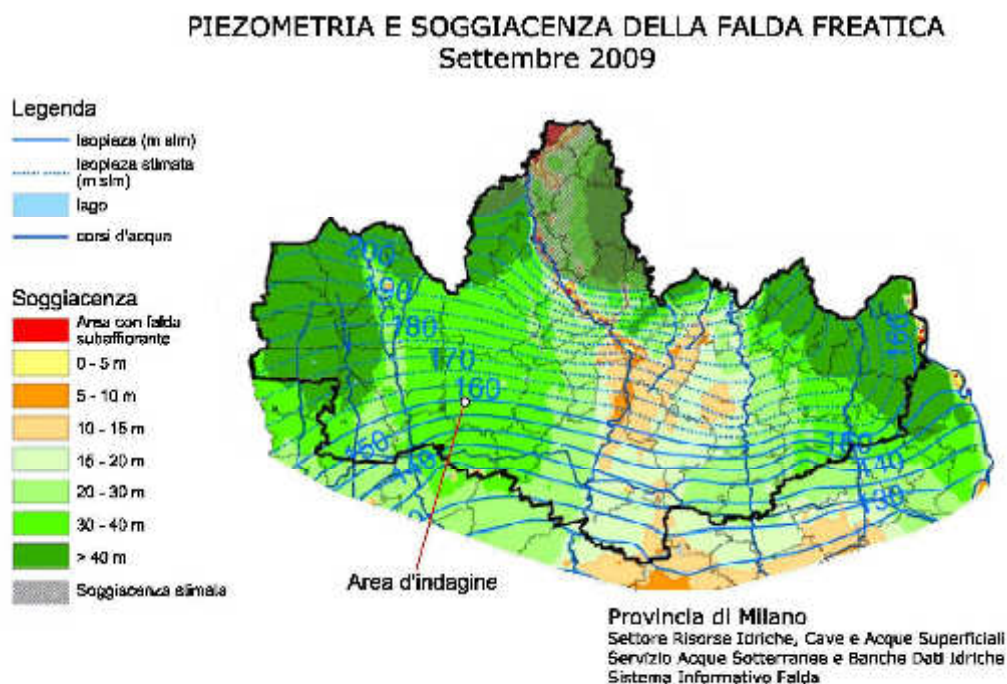
Il Fluvioglaciale Riss (DILUVIUM MEDIO) è caratterizzato da strati di limi e limi sabbiosi argillosi di colore bruno o bruno-rossastro, contenenti ciottoli arrotondati con buona selezione; il grado di alterazione di tali ciottoli è medio, nel senso che non hanno ancora perso la loro consistenza e struttura come accade per i più antichi terreni del Mindel. All'interno degli ammassi prevalentemente limoso-sabbiosi, si trovano intercalazioni sabbioso ghiaiose, generalmente per pochi decimetri o metri di spessore, al di sotto dei quali ritroviamo strati intercalati di conglomerato. I depositi rissiani sono, inoltre, caratterizzati dalla presenza di particolari strutture di debolezza denominate "occhi pollini" (o nespolini). Queste strutture sono date da zone con caratteristiche geotecniche non parametrabili poiché l'addensamento dei sedimenti è modestissimo o addirittura si è in presenza di vere e proprie cavità.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale di Desio si caratterizza con una morfologia uniforme, estendendosi su di una superficie topografica piuttosto regolare, degradante da Nord a Sud, con pendenza media del 5-6 ‰, con quote topografiche comprese tra i 208 m circa s.l.m. nel tratto più a monte e i 181 m circa in quello posto più a valle.



### 3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dai dati reperiti presso il SiF (Sistema Informativo Falda) della Provincia di Milano si evince che la quota della superficie freatica è posta ad una profondità compresa tra 30 e 40 m rispetto alla quota di piano campagna; nella zona considerata quindi non si hanno problemi legati alla presenza di acqua di falda freatica.



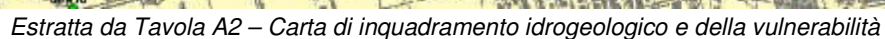
La presenza di letti e orizzonti poco permeabili che si alternano ad altri con permeabilità maggiore, favorisce l'instaurarsi di una serie di modeste falde superficiali sospese, anche ipodermiche, a carattere prettamente temporaneo, legate agli eventi meteorici più intensi.

Non si ha la presenza di corsi d'acqua significativi nelle zone limitrofe all'area sede di intervento; si segnala la presenza del fiume Seveso che scorre, in un alveo pensile, con andamento prevalente nord-sud ad oltre 2.5 km di distanza verso ovest dall'area in esame.

#### Piezometria

La falda presenta una quota assoluta di 160 m s.l.m. nel territorio immediatamente a nord del comune fino ad arrivare a, sud dell'abitato di Desio, alla quota di poco meno di 140 m s.l.m., consentendo quindi, di ricavare queste osservazioni:

- la direzione del flusso risulta prevalentemente N-S chiara nella parte centrale, più sfumata ai bordi occidentali e orientali (anche per i limiti del modello);
- il gradiente idraulico appare sostanzialmente costante e pari a 0,75-0,8 %. Per questo aspetto, confrontando i dati pregressi misurati diettamente come pure quelli di altri periodi del citato SiF, sembrerebbe che anche l'inclinazione della falda possa subire alcune variazioni, soprattutto nella zona nord dell'abitato;
- la soggiacenza, in tutta la fascia di territorio considerato, Desio compresa, in questo intervallo di tempo non è mai stata inferiore ai 40 metri dal p.c. ;





## 4 CARATTERISTICHE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Secondo i dati raccolti in letteratura, nel sottosuolo della pianura lombarda sono riconoscibili, sulla base delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche dei depositi (trasmissività, permeabilità, portata specifica), 5 unità distinte. Queste 5 unità sono, seguendo l'ordine dettato dalla posizione stratigrafica:

- Unità argilloso-limosa;
  - Unità conglomeratico-argillosa;
  - Unità conglomeratica;
  - Unità ghiaioso-sabbioso-limosa;
  - Unità ghiaioso-sabbiosa.

### 1) Unità Argilloso-Limosa

Si tratta delle Argille Villafranchiane, deposte in ambiente continentale in facies fluviale e costituite da argille con intercalazioni limose e sabbiose; questa unità si trova generalmente a notevoli profondità, nella stratigrafia analizzata essa si riscontra a partire dalla quota di 70 m dal piano campagna.

E' sede di un acquifero profondo le cui caratteristiche idrogeologiche medie sono sintetizzabili come segue:

Trasmissività	$T = 10 - 50 \text{ cm}^2/\text{s}$
Permeabilità	$K = 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
Portata Specifica	$Q_s < 1 \text{ l/s/m}$

### 2) Unità conglomeratico-argillosa

Costituisce la parte inferiore del Ceppo ed è sede di un Acquifero profondo; dal punto di vista litologico questa unità è generalmente caratterizzata da conglomerati con frequenti intercalazioni argillose; nella stratigrafia analizzata se ne rileva la presenza nel tratto compreso tra circa 60 e 70 m dal p.c..

I dati ricavati dai pozzi indicano le seguenti caratteristiche idrogeologiche medie:

Trasmissività	$T = 9,76 \text{ cm}^2/\text{s}$
Permeabilità	$K = 3.2 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$
Portata Specifica	$Q_s = 0.8 \text{ l/s/m}$

### 3) Unità Conglomeratica

Costituisce la parte superiore del Ceppo, in cui le intercalazioni argillose sono molto ridotte ed il conglomerato passa a ghiaie e a sabbie sciolte legate alla deposizione di apparati di conoide; nell'area in esame dovrebbe trovarsi a profondità comprese tra 35 e 60 m dal p.c..

I dati idrogeologici, stante il grande numero di pozzi che intercettano questa unità che costituisce l'Acquifero Principale, sono numerosi ed indicano i seguenti valori medi dei principali parametri idrogeologici:

Trasmissività	$T = 450 \text{ cm}^2/\text{s}$
Permeabilità	$K = 1 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$
Portata Specifica	$Q_s = 10 - 70 \text{ l/s/m}$

### 4) Unità Ghiaioso-Sabbioso-Limosa

Questa unità è formata da depositi di origine fluvioglaciale riferibili principalmente alla fase glaciale Mindel; dal punto di vista litologico è costituita da ghiaie e sabbie molto alterate in superficie e perciò passanti spesso a limi ed argille. Questa unità riveste scarsa importanza idrogeologica, costituendo un livello non saturo al di sopra dell'Acquifero Principale; i dati idrogeologici disponibili sono pertanto scarsi, tuttavia l'importanza di questi depositi è notevole in quanto, essendo a granulometria medio-fine, costituiscono una discreta protezione per la falda sottostante contribuendo a diminuire la vulnerabilità dell'acquifero.

### 5) Unità Ghiaioso-Sabbiosa

Formata principalmente da depositi di origine fluvioglaciale, legati alla fase wurmiana, e da alluvioni antiche, recenti ed attuali (ghiaie e sabbie con ciottoli), che costituiscono il livello fondamentale della pianura; sebbene questa unità presenti una notevole estensione areale, gli spessori dei depositi sono ridotti (da 10 a poco più di 20 metri in media), raggiungendo tuttavia spessori considerevoli nei pressi degli alvei dei corsi d'acqua principali dove hanno una potenza di 30 – 40 metri.

Si tratta di depositi non saturi che presentano i seguenti valori medi dei parametri idrogeologici più significativi:

Tramissività	$T = 1000 \text{ cm}^2/\text{s}$
Permeabilità	$K = 1 \times 10^{-1} - 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

## 5 PROVE A CARICO VARIABILE

### 5.1 Modalità esecuzione prove d'infiltrazione

Nei materiali sciolti, permeabili per porosità, nei quali è verificata la legge di Darcy, la permeabilità si esprime attraverso il coefficiente di permeabilità  $k$  che ha le dimensioni di una velocità (cm/s o m/s). Nelle rocce, permeabili per fessurazione, nelle quali non è valida la legge di Darcy, la permeabilità si indica attraverso il valore degli assorbimenti d'acqua misurati in fori di sonda, espressi in litri assorbiti per ogni metro di lunghezza di foro, e della pressione usata nella prova. Talvolta il coefficiente  $k$  è usato per definire la permeabilità degli ammassi rocciosi, ma assume in questo caso un significato orientativo.

Il coefficiente di permeabilità di un terreno viene sempre determinato con difficoltà e presenta spesso un notevole grado di incertezza; i valori sperimentali, salvo nei casi in cui il terreno è omogeneo ed isotropo, sono infatti affetti da errori che possono anche essere di un ordine di grandezza.

La scelta del metodo di prova va effettuata in funzione del tipo di terreno e della precisione desiderata.

L'attendibilità delle prove, come suggerito dall'AGI nelle *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"* (giugno 1977), può essere migliorata adottando i seguenti accorgimenti:

- conoscenza della distribuzione delle pressioni neutre nel terreno prima della prova;
- conoscenza esatta, per quanto possibile, del profilo stratigrafico;
- realizzazione con la prova di condizioni di moto laminare in regime permanente;
- adozione in tutte le prove che comportano immissione d'acqua nel terreno, di acqua limpida.

### 5.2 Prove in pozzetto

Le prove in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e forniscono una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda.

Vengono eseguite in pozzetti cilindrici o a base quadrata con pareti verticali o inclinate.

Si dividono in:

- prove a carico costante, effettuate cioè riempiendo d'acqua il pozzetto e misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello;
- prove a carico variabile, effettuate misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo.

Condizione necessaria perché la prova sia significativa è che il diametro (o il lato di base) del pozzetto deve essere almeno 10 - 15 volte il diametro massimo dei granuli del terreno;

Al fine di valutare le possibilità di smaltimento delle acque meteoriche ad opera dei primi orizzonti del terreno in esame sono state eseguite delle prove di infiltrazione in pozzetti superficiali eseguiti allo scopo.

Si eseguono pozzetti a base quadrata con pareti verticali, generalmente si pone un foglio impermeabile sul fondo e lungo le pareti per rallentare la percolazione dell'acqua, in questo caso il foglio non è stato posizionato in quanto la granulometria fine del terreno impedisce la percolazione veloce dell'acqua. Si procede celermente al riempimento con acqua dei pozzetti, quindi si misura al tempo  $t_0$  il battente d'acqua.

Ad intervalli regolari si misura l'altezza del battente d'acqua ( $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ ), ottenendo quindi l'abbassamento relativo nel tempo ( $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ ).

I dati ottenuti serviranno ad una stima del coefficiente di permeabilità attraverso la seguente formula:

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(2 \frac{h_m}{b}\right)}{\left(27 \frac{h_m}{b} + 3\right)}$$

con

$h_m$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto ( $h_m > d/4$ );

$b$  = lato della base del pozzetto.

$t_2 - t_1$  = intervallo di tempo;

$h_2 - h_1$  = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo  $t_2 - t_1$ .

### 5.3 Indagine eseguita

E' stata realizzata 1 trincea esplorativa al fine di effettuare la prove di infiltrazione precedentemente descritta e valutare la permeabilità del terreno in posto.



*T1 - Escavazione trincea esplorativa e prova di permeabilità*



*T2 - Escavazione trincea esplorativa e prova di permeabilità*

Poiché lo scopo della presente indagine è quello di valutare la permeabilità degli orizzonti di terreno destinati al posizionamento dei perdenti le trincee sono state spinte fino alle seguenti profondità;

circa 3.50 m la trincea T1

circa 2.50 m la trincea T2.

### 5.4 Ricostruzione stratigrafica del sottosuolo

Dalle trincee realizzate il terreno indagato risulta essere così costituito:

- da 0.00 m a 0.90 m: terreno di coltura limoso sabbioso passante a limo sabbioso con rari ciottoli;
- da 0.90 a 2.40 m: sabbia limosa con ghiaia e rari ciottoli;
- da 2.40 a 3.50 m: ghiaia e sabbia con frequenti ciottoli.





Trincea T1



Trincea T12

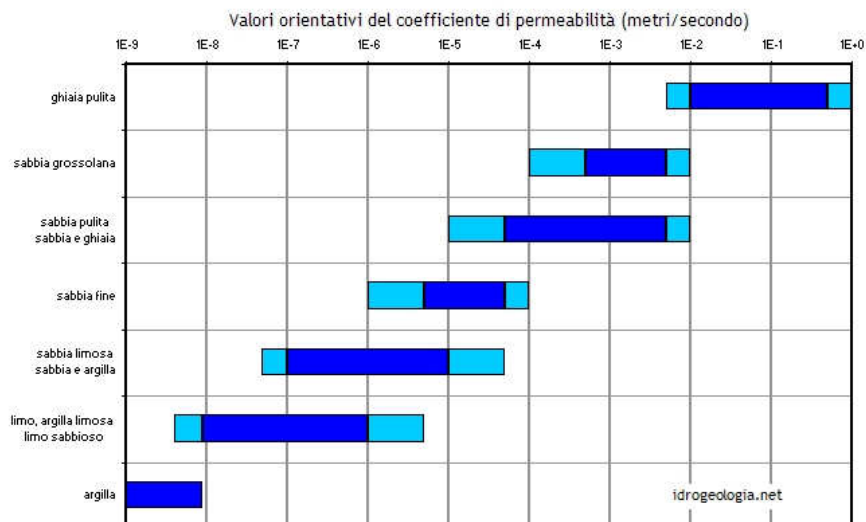
### 5.5 Stima valori permeabilità terreno in esame

Sulla base dei dati ottenuti dalle prove eseguite nei pozzetti predisposti, applicando la formula riportata precedentemente, si ottengono i seguenti valore del coefficiente di permeabilità K (misurato in cm/s):

Trincea T1	z= 3.50 m	$K = 4.32 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s.}$
Trincea T2	z= 2.50 m	$K = 3.10 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s.}$

Confrontando il valore di permeabilità ricavato dalla prova eseguita con i valori di permeabilità tipici di terreni sciolti (si veda il grafico sotto riportato), si nota una corrispondenza tra la granulometria dei terreni indagati ed il coefficiente di permeabilità evidenziato

- il K evidenziato è tipico di *sabbia pulita, sabbia e ghiaia*



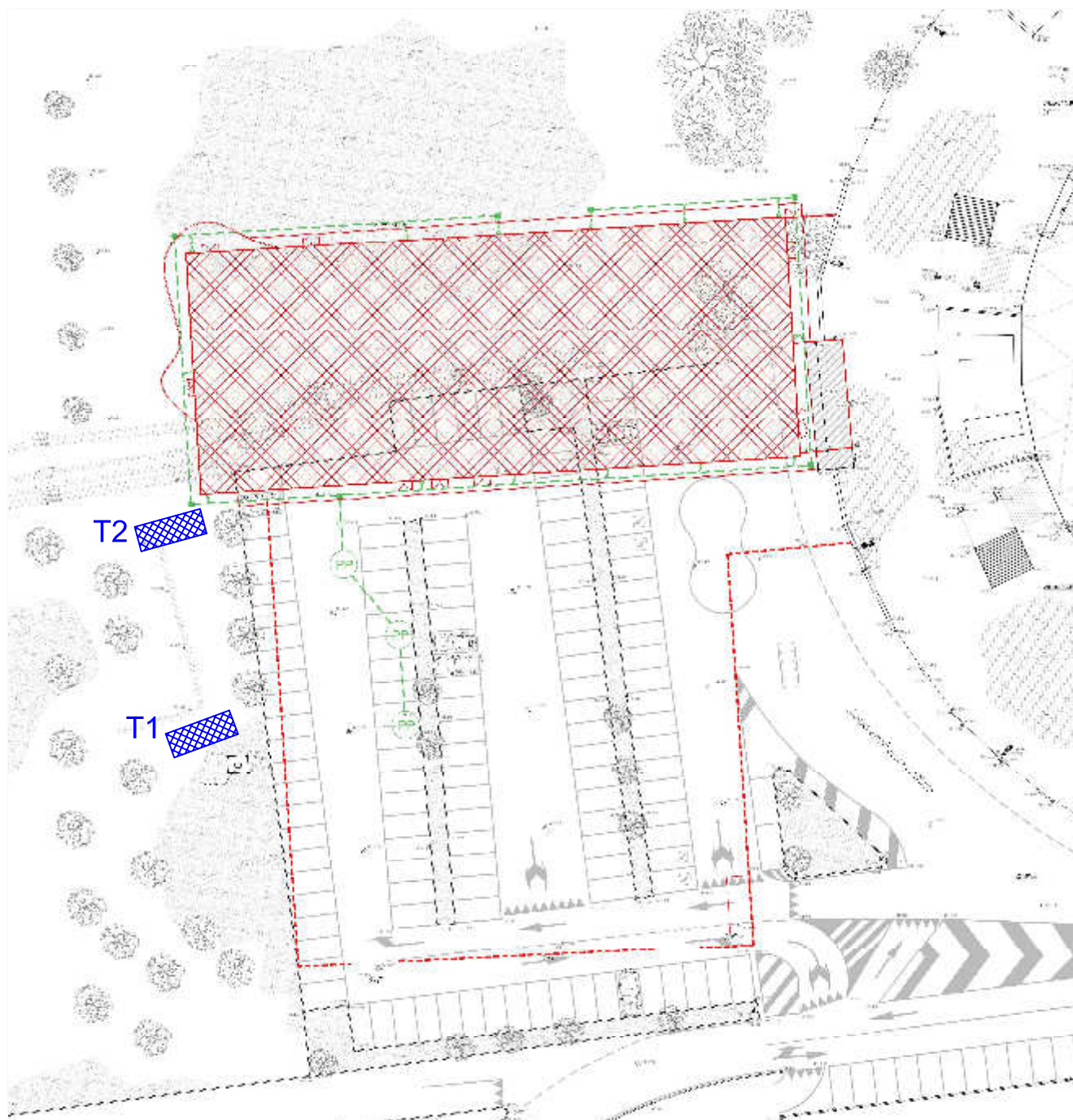
Le prove eseguite hanno inoltre permesso di determinare un coefficiente di infiltrazioni variabile da 2.9 a 3.7 m<sup>3</sup>/h per una superficie drenante di 1 m<sup>2</sup>.



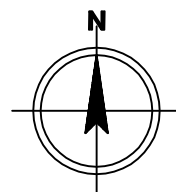
**Il tecnico incaricato**  
Dott. Geol. Riccardo Cortiana



# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



TRINCEA ESPLORATIVA



COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

DATA: Giu. '15

## PROVA DI INFILTRAZIONE NEL TERRENO

**Committente:** CONI  
**Località:** DESIO - Largo Marinai d'Italia  
**Data:** 23-giu-15  
**Dimensioni pozzetto di prova** 0,4 x 0,4 x 0,4 m  
**Quota di base della prova** 3,5 m da p.c.

### Prova 1

A = 40,0 cm  
 B = 40,0 cm

h1 (cm)	h2 (cm)	t1 (s)	t2 (s)	hm (cm)	Permeabilità (cm/s)	Area di base (cm <sup>2</sup> )	Area laterale (cm <sup>2</sup> )	Area totale (m <sup>2</sup> )	Smaltita (m <sup>3</sup> )
40,0	35,5	0	30	37,75	0,07262	1600	6040	0,764	0,007
35,5	31,0	30	60	33,25	0,06789	1600	5320	0,692	0,007
31,0	27,5	60	90	29,25	0,04958	1600	4680	0,628	0,006
27,5	24,0	90	120	25,75	0,04681	1600	4120	0,572	0,006
24,0	21,0	120	150	22,50	0,03797	1600	3600	0,520	0,005
21,0	18,0	150	180	19,50	0,03605	1600	3120	0,472	0,005
18,0	15,0	180	210	16,50	0,03421	1600	2640	0,424	0,005
15,0	13,0	210	240	14,00	0,02185	1600	2240	0,384	0,003
13,0	8,8	240	300	10,90	0,02182	1600	1744	0,334	0,007
					0,04320	<b>totale</b>		0,532	0,050

**Permeabilità K = 4,32E-02 cm/s**

**Coeff. infiltrazione 0,599 m<sup>3</sup>/h**

3,744 m<sup>3</sup>/h per una superficie drenante di 1 m<sup>2</sup>

## PROVA DI INFILTRAZIONE NEL TERRENO

**Committente:** CONI  
**Località:** DESIO - Largo Marinai d'Italia  
**Data:** 23-giu-15  
**Dimensioni pozzetto di prova** 0,4 x 0,4 x 0,4 m  
**Quota di base della prova** 2,5 m da p.c.

### Prova 1

A = 40,0 cm  
 B = 40,0 cm

h1 (cm)	h2 (cm)	t1 (s)	t2 (s)	hm (cm)	neabilità (ca	di base (ca	laterale (ca	ea totale (m	maltita (m3)
34,5	31,0	0	30	32,75	0,05240	1600	5240	0,684	0,006
31,0	28,0	30	60	29,50	0,04267	1600	4720	0,632	0,005
28,0	25,0	60	90	26,50	0,04063	1600	4240	0,584	0,005
25,0	22,5	90	120	23,75	0,03233	1600	3800	0,540	0,004
22,5	20,0	120	150	21,25	0,03097	1600	3400	0,500	0,004
20,0	18,0	150	180	19,00	0,02382	1600	3040	0,464	0,003
18,0	16,0	180	210	17,00	0,02301	1600	2720	0,432	0,003
16,0	14,0	210	240	15,00	0,02222	1600	2400	0,400	0,003
14,0	12,0	240	270	13,00	0,02149	1600	2080	0,368	0,003
12,0	10,0	270	300	11,00	0,02082	1600	1760	0,336	0,003
					0,03103	<b>totale</b>		0,494	0,039

**Permeabilità K = 3,10E-02 cm/s**

**Coeff. infil** 0,470 m<sup>3</sup>/h

2,940 m<sup>3</sup>/h per una superficie drenante di 1 m<sup>2</sup>

**INDAGINE AMBIENTALE AI SENSI DL 152/06**

## INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO .....	3
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO .....	6
3.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	9
4.	INDAGINE AMBIENTALE ESEGUITA .....	12
5.	CONCLUSIONI .....	16

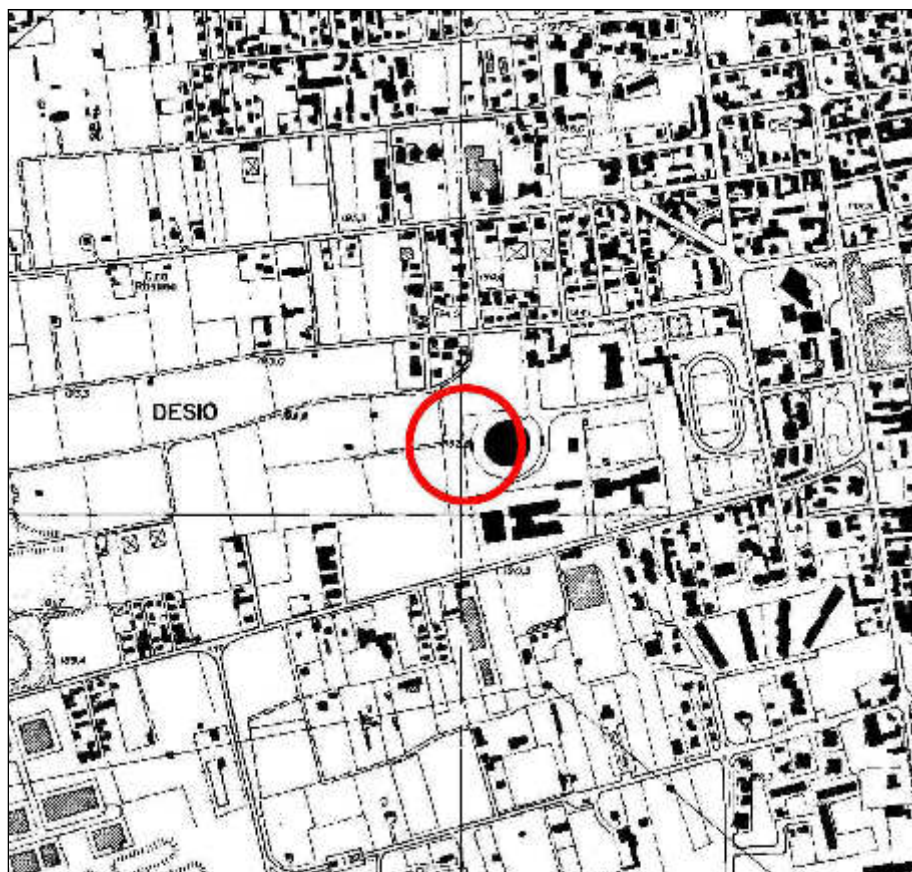
## ALLEGATI

- COROGRAFIA AREA D'INDAGINE – scala 1:10.000
- LISTOSTRATIGRAFIA DELLA BRIANZA – scala 1:10.000
- CARTA IDROGEOLOGICA – scala 1:10.000
- STRATIGRAFIE TRINCEE ESPLORATIVE
- RISULTATI ANALISI CHIMICHE



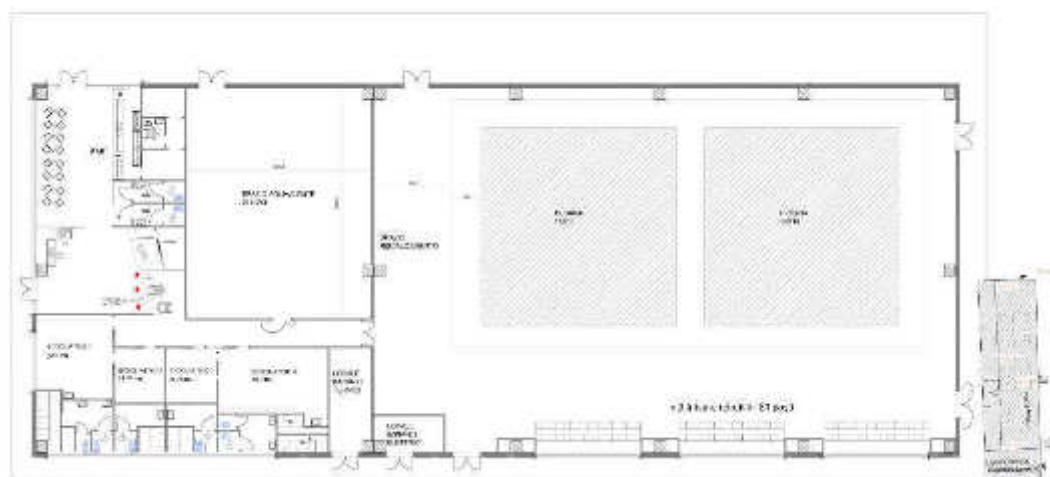
## 1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione, redatta su incarico dell'Arch. Pirola con sede in Via Sant'Agnese 33 a Lissone (MB), per conto di Coni Servizi spa illustra i risultati di un'indagine ambientale preliminare realizzata in un'area situata presso Largo Atleti Azzurri d'Italia nel comune di Desio (MB) in previsione di un nuovo intervento edilizio.



*Corografia area di studio (estratta da Carta Tecnica Regionale)*

Nell'area oggetto di studio è prevista la realizzazione di una nuova palestra, di forma rettangolare e dimensione in pianta circa 25 x 65 m, data da un unico piano fuori terra.



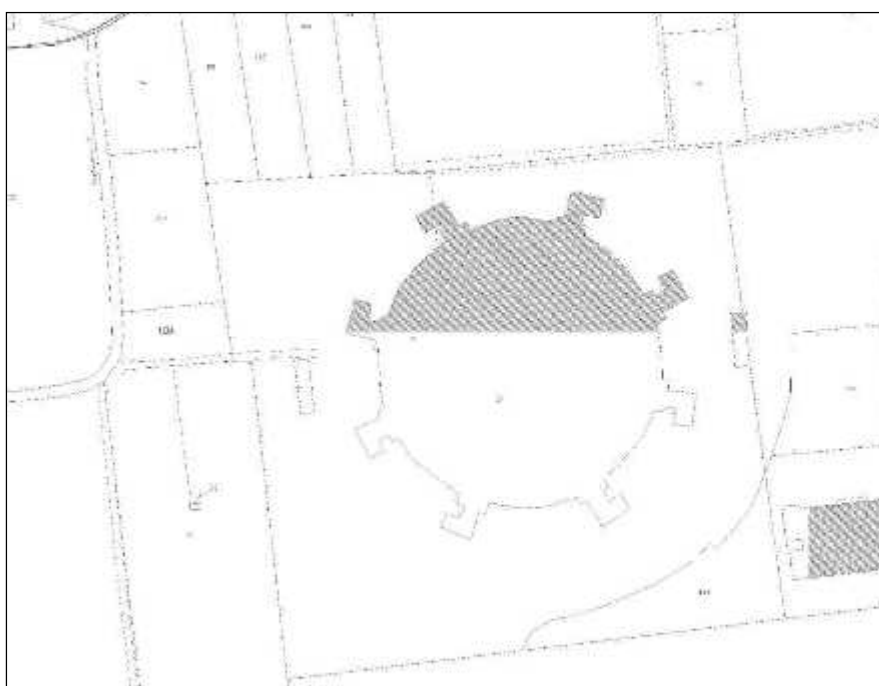
*Planimetria opera in progetto*



*Vista area oggetto di studio (estratto google maps)*

Come si può vedere dall'immagine sopra riportata l'area oggetto di studio è, allo stato attuale, occupata parzialmente dal parcheggio asfaltato ad uso esclusivo del PALADESIO e da un campo agricolo.

Le indagini sono state realizzate nei mappali 33, 35, 37 e 104, del foglio 34 del catasto urbano di Desio come da estratto mappa sotto riportato.



Al fine di caratterizzare dal punto di vista ambientale l'area oggetto dell'intervento edilizio previsto, in data 17 marzo 2015, è stata eseguita una campagna preliminare di indagini ambientali (ai sensi del D.Lgs. 152/2006) che ha comportato la realizzazione di 4 trincee esplorative e di un sondaggio a percussione con prelievo di campioni di terreno che sono stati sottoposti ad analisi chimica di laboratorio. I punti di indagine sono stati scelti in modo da fornire una caratterizzazione ambientale del sito in oggetto il più completa possibile.

Stante la destinazione dell'area, le concentrazioni dei parametri ricercati sono stati confrontati coi limiti imposti per Legge per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (D. Lgs. 152/2006, allegato 5, tabella 1, colonna A).

La presente relazione costituisce pertanto il resoconto delle indagini eseguite redatta sulla base delle risultanze fin qui emerse.



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

L'area lombarda ha subito le più importanti trasformazioni in un'epoca geologicamente recente, dal Miocene Superiore in poi, quando hanno avuto inizio intense fasi erosive culminate con la genesi di profondi canyons scavati allo sbocco nella Pianura Padana dai corpi glaciali che percorrevano le vallate alpine. Ciò è avvenuto in concomitanza con l'alternanza di episodi di trasgressione e regressione marina che si sono succeduti in questo periodo; tale fase è durata fino a tutto il Pleistocene Inferiore.

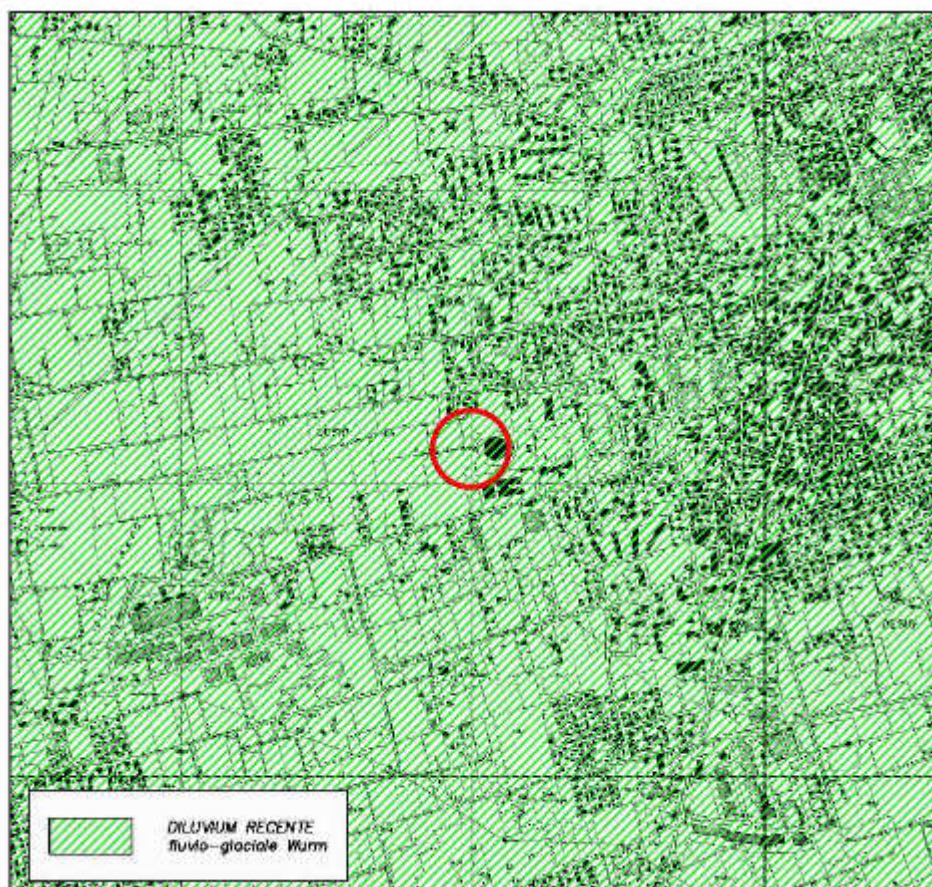
Con il Pleistocene Superiore si è avuta la sedimentazione di depositi di origine glaciale e fluvioglaciale apportati dai corpi glaciali provenienti dalla catena alpina; si è così formata una spessa coltre di sedimenti di origine glaciale (nelle aree pedemontane) e fluvioglaciale ed alluvionale (nelle aree di pianura).

In seguito si è assistito ad un susseguirsi di cicli di erosione e di deposito corrispondenti ad un'alternanza di fasi glaciali (Mindel, Riss e Würm) e interglaciali che si sono succedute fino ai giorni nostri; questo ha dato origine ad una tipica morfologia a cordoni morenici (visibili nella zona dell'alta pianura lombarda) e a terrazzi (visibile nella media e bassa pianura lombarda).

Nella zona oggetto di studio, ubicata nella media pianura lombarda, lontana dai corsi d'acqua principali, tali forme non sono visibili e la morfologia che si osserva è data da una superficie pianeggiante che costituisce il cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura.

Nell'area in esame i depositi fluvioglaciali e alluvionali formano una coltre dello spessore di alcune centinaia di metri e sono costituiti da ghiaie e sabbie con subordinata matrice limosa e rare intercalazioni argillose; frequenti sono i ciottoli di dimensioni centimetriche, generalmente con un grado elevato di arrotondamento.

Il territorio del comune di Desio, come si osserva dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 45 – Milano), dalla Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 e da altre pubblicazioni specifiche (si veda carta geologica allegata), è caratterizzato dalla presenza in affioramento di depositi fluvioglaciali appartenenti all'alluvione fluvioglaciale più recente (DILUVIUM RECENTE).



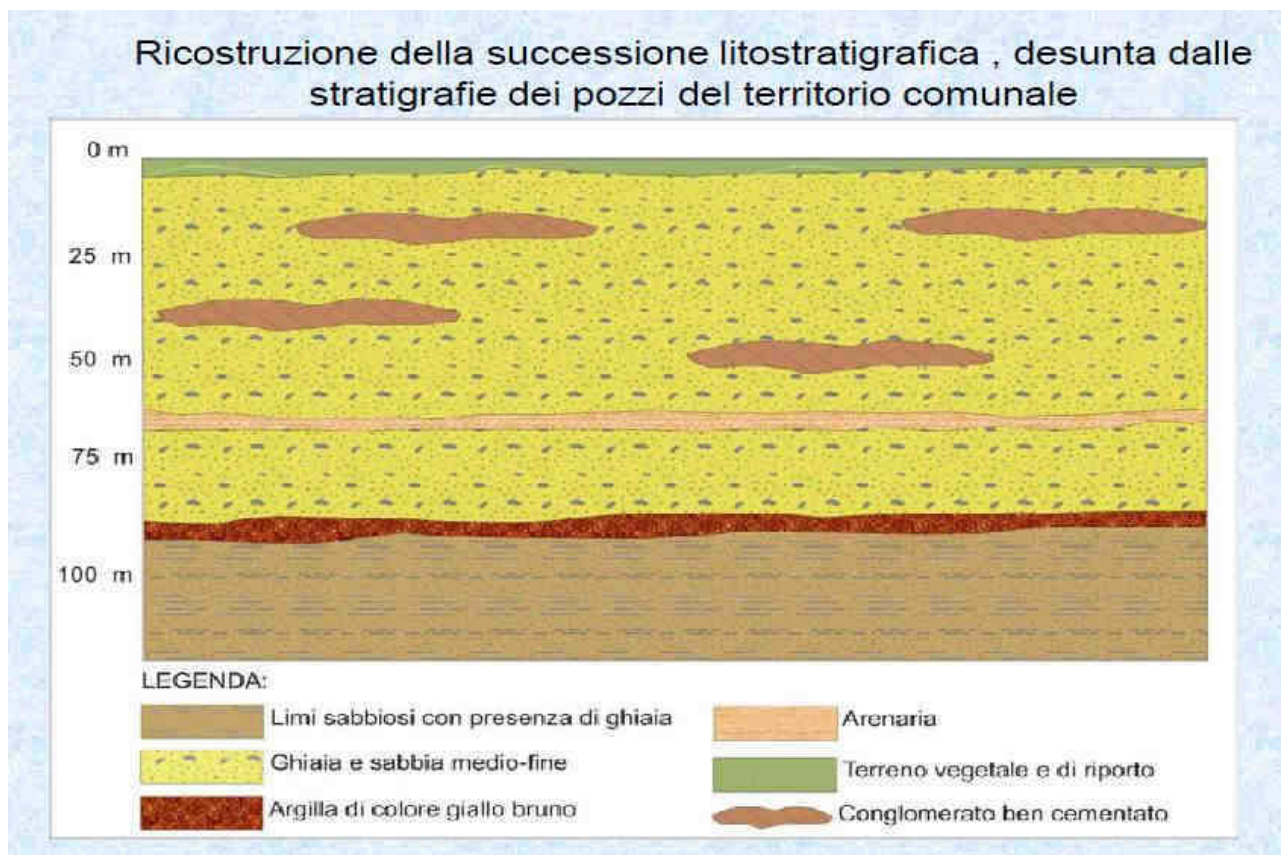
*Estratta da Carta Geolitologica della Brianza*

L'unità fluvioglaciale Wurm (DILUVIUM RECENTE) è litologicamente costituita da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, talvolta con lenti limose o argilloso-limose, che generalmente mostrano caratteristiche d'addensamento discrete. Sono presenti, alle volte, intercalazioni di livelli conglomeratici (riconducibili alla formazione denominata "Ceppo") che raggiungono spessori anche dell'ordine della decina di metri e che sono però caratterizzati da una notevole variabilità sia laterale che orizzontale.

Questi depositi wurmiani si impostano sui precedenti depositi rissiani (non affioranti direttamente nel territorio comunale) costituendo una coltre superficiale il cui spessore varia localmente da qualche metro a decine di metri.

Il Fluvioglaciale Riss (DILUVIUM MEDIO) è caratterizzato da strati di limi e limi sabbiosi argillosi di colore bruno o bruno-rossastro, contenenti ciottoli arrotondati con buona selezione; il grado di alterazione di tali ciottoli è medio, nel senso che non hanno ancora perso la loro consistenza e struttura come accade per i più antichi terreni del Mindel. All'interno degli ammassi prevalentemente limoso-sabbiosi, si trovano intercalazioni sabbioso ghiaiose, generalmente per pochi decimetri o metri di spessore, al di sotto dei quali ritroviamo strati intercalati di conglomerato. I depositi rissiani sono, inoltre, caratterizzati dalla presenza di particolari strutture di debolezza denominate "occhi pollini" (o nespolini). Queste strutture sono date da zone con caratteristiche geotecniche non parametrabili poiché l'addensamento dei sedimenti è modestissimo o addirittura si è in presenza di vere e proprie cavità.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale di Desio si caratterizza con una morfologia uniforme, estendendosi su di una superficie topografica piuttosto regolare, degradante da Nord a Sud, con pendenza media del 5-6 ‰, con quote topografiche comprese tra i 208 m circa s.l.m. nel tratto più a monte e i 181 m circa in quello posto più a valle.



*Estratta da cap.3 (Componente geologica, geomorfologica e pedologica) della relazione di PGT*

Secondo lo studio della componente geologico-idrogeologica e sismica del PGT del comune di Desio il comune di Desio poggia su depositi di origine alluvionale (che nel tempo sono andati a costituire l'attuale Pianura Padana) composti da ghiaie ben gradate con intercalazioni di sabbia o limo; questi depositi ghiaiosi,



nella parte sud-ovest del comune, tendono a diventare poco gradati, ma a mantenere le stesse caratteristiche.

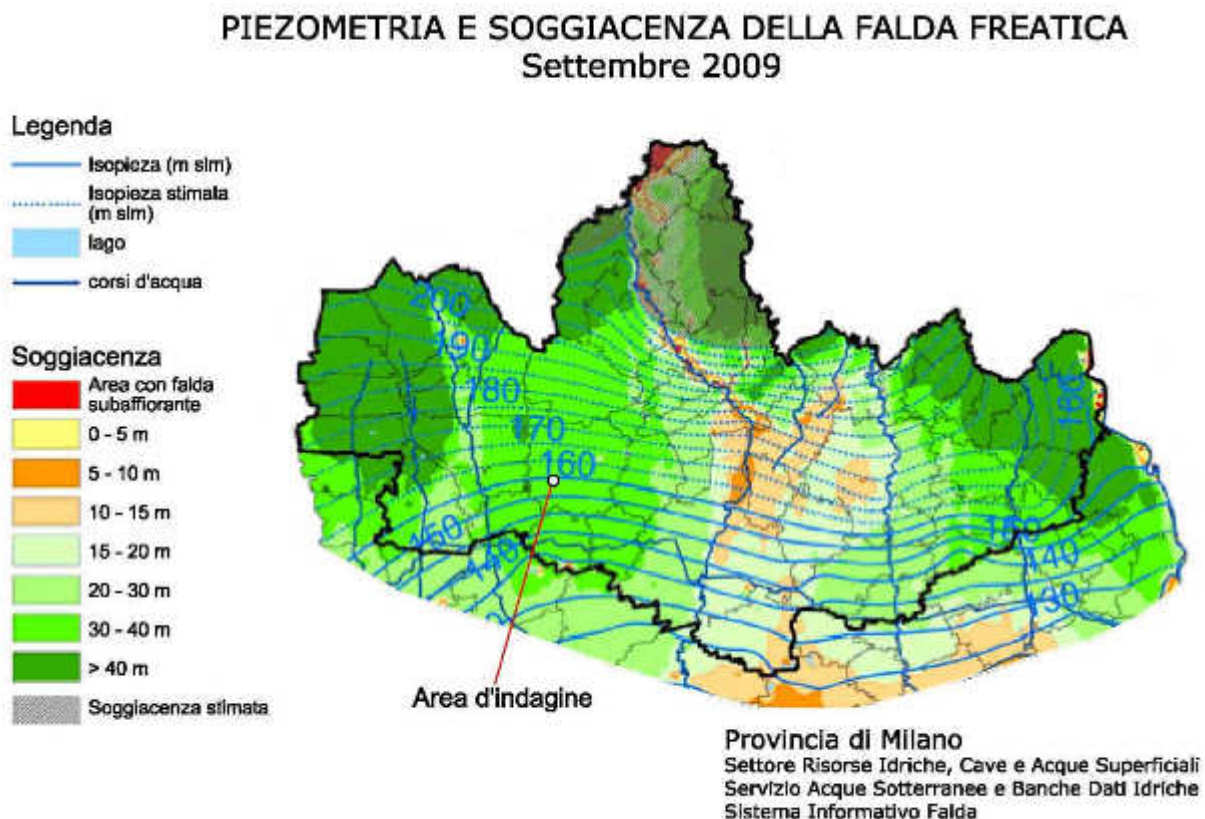
La zona circostante Desio si presenta omogenea, i depositi ghiaiosi occupano la maggior parte del territorio, e solo lungo gli alvei dei fiumi Seveso ad est e Lambro ad ovest, abbiamo depositi di limi sabbiosi.

Considerando invece la successione litostratigrafica possiamo affermare che essa si compone di tre serie sedimentarie, costituite, procedendo dall'alto verso il basso, da depositi fluvio-glaciali, da depositi lacustri e da depositi marini .

I terreni detritici più superficiali formano la litozona "ghiaiososabbiosa", ad alta permeabilità e sede del primo acquifero di tipo freatico; il livello intermedio costituisce la litozona "sabbioso-argillosa" in cui si ha alternanza di argille e sabbie, con presenza di torba, a medio-bassa permeabilità, in cui si può identificare un acquifero di tipo artesianico ; la terza litozona è quella "argillosa", si trova ad una profondità media di circa 200 metri dal p.c. ed a scala regionale rappresenta il tetto del substrato impermeabile.

### 3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Dai dati reperiti presso il SIF (Sistema Informativo Falda) della Provincia di Milano si evince che la quota della superficie freatica è posta ad una profondità compresa tra 30 e 40 m rispetto alla quota di piano campagna; nella zona considerata quindi non si hanno problemi legati alla presenza di acqua di falda freatica.



La presenza di letti e orizzonti poco permeabili che si alternano ad altri con permeabilità maggiore, favorisce l'instaurarsi di una serie di modeste falde superficiali sospese, anche ipodermiche, a carattere prettamente temporaneo, legate agli eventi meteorici più intensi.

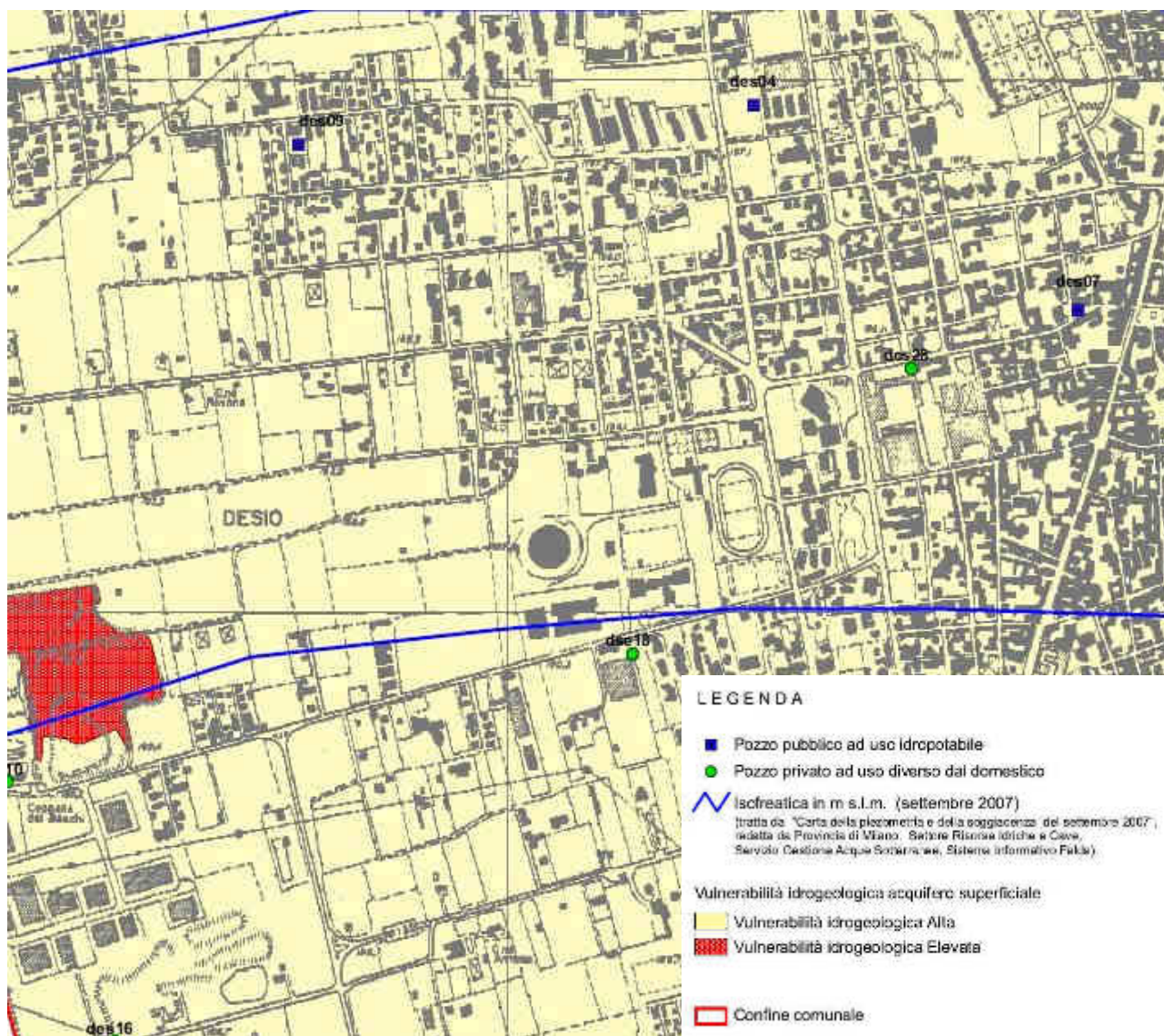
Non si ha la presenza di corsi d'acqua significativi nelle zone limitrofe all'area sede di intervento; si segnala la presenza del fiume Seveso che scorre, in un alveo pensile, con andamento prevalente nord-sud ad oltre 2.5 km di distanza verso ovest dall'area in esame.

#### Piezometria

La falda presenta una quota assoluta di 160 m s.l.m nel territorio immediatamente a nord del comune fino ad arrivare a, sud dell'abitato di Desio, alla quota di poco meno di 140 m s.l.m, consentendo quindi, di ricavare queste osservazioni:

- la direzione del flusso risulta prevalentemente N-S chiara nella parte centrale, più sfumata ai bordi occidentali e orientali (anche per i limiti del modello);

- il gradiente idraulico appare sostanzialmente costante e pari a 0,75-0,8 %. Per questo aspetto, confrontando i dati pregressi misurati direttamente come pure quelli di altri periodi del citato SiF, sembrerebbe che anche l'inclinazione della falda possa subire alcune variazioni, soprattutto nella zona nord dell'abitato;
- la soggiacenza, in tutta la fascia di territorio considerato, Desio compresa, in questo intervallo di tempo non è mai stata inferiore ai 40 metri dal p.c. ;



Estratta da Tavola A2 – Carta di inquadramento idrogeologico e della vulnerabilità

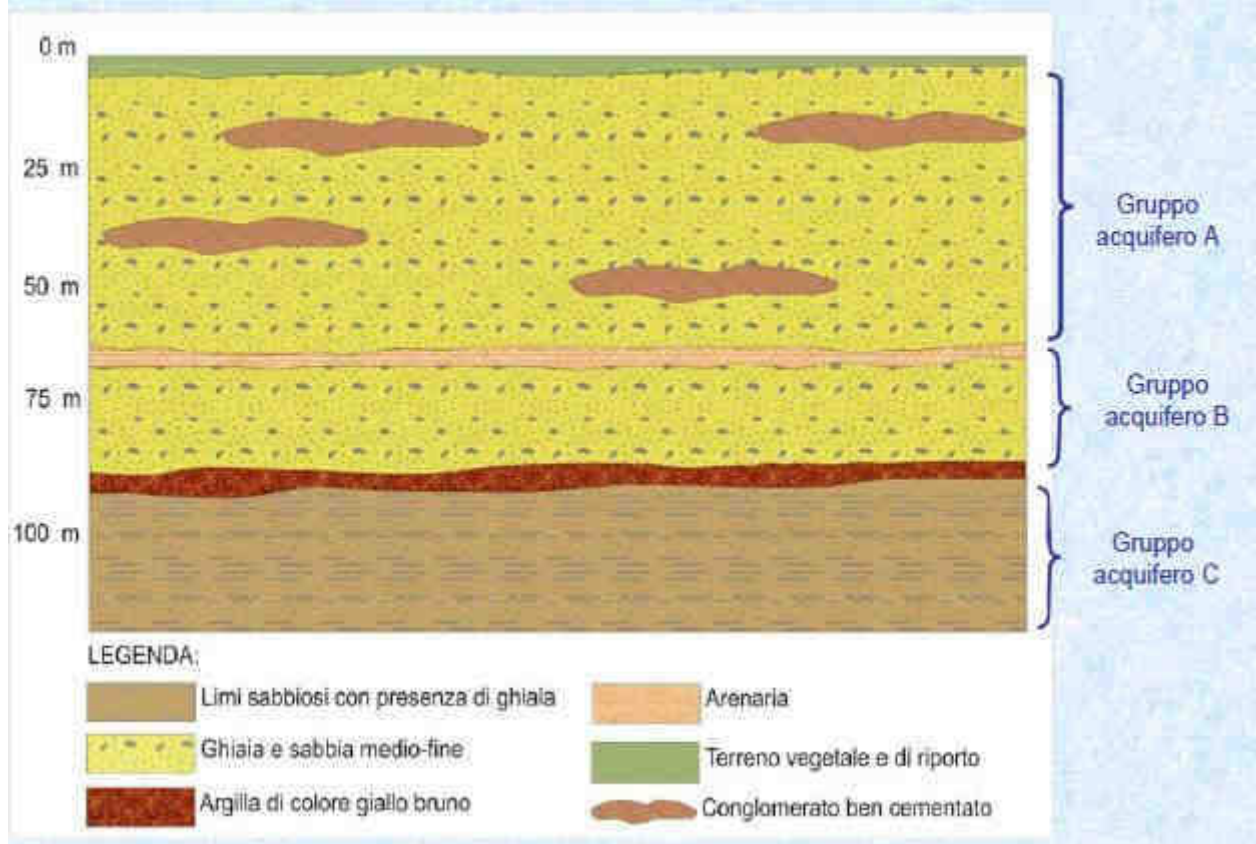
## Unità idrogeologiche

In generale, sul territorio più ampio di cui fa parte il comune di Desio, è possibile riconoscere tre unità idrogeologiche generali, che permettono di identificare gli acquiferi presenti:

- La litozona “ghiaiosa-sabbiosa”, ad alta permeabilità primaria, è sede del primo acquifero (già descritto nella sezione geologica), corrispondente alla Unità idrogeologica 1;
- La litozona “sabbiosa-argillosa”, in cui si ha alternanza di argille e sabbie, con presenza di torba, a medio-bassa permeabilità, può identificare un acquifero di portata relativamente modesta, ma di tipo artesiano, denominato Unità idrogeologica 2.
- La litozona “argillosa”, rappresentante il tetto del substrato impermeabile a scala regionale, e riconosciuto come Unità idrogeologica 3.



# Unità idrogeologiche locali



*Estratta da Cap.4 (Componente idrologica) della relazione di PGT*

## 4. INDAGINE AMBIENTALE ESEGUITA

L'indagine ambientale è consistita in una parte di indagini in sito e in una parte di indagini di laboratorio; di seguito vengono descritte le diverse tipologie di indagini eseguite.

I punti di indagine sono stati scelti in modo da fornire una caratterizzazione ambientale del sito in oggetto il più completa possibile.

Sono stati prescelti 5 punti di indagine; al fine di recare il minor danno possibile all'area oggetto di studio (si ricorda che parte della stessa è occupata dal parcheggio ad uso esclusivo del PalaDesio) le trincee sono state ubicate nelle aree a verde presenti. In corrispondenza della zona adibita a parcheggio è stato eseguito un campionamento utilizzando un campionatore a percussione che ha consentito il prelievo di campioni senza danneggiare la pavimentazione in asfalto.

### 4.1 Indagini in sito

#### Sondaggi a percussione

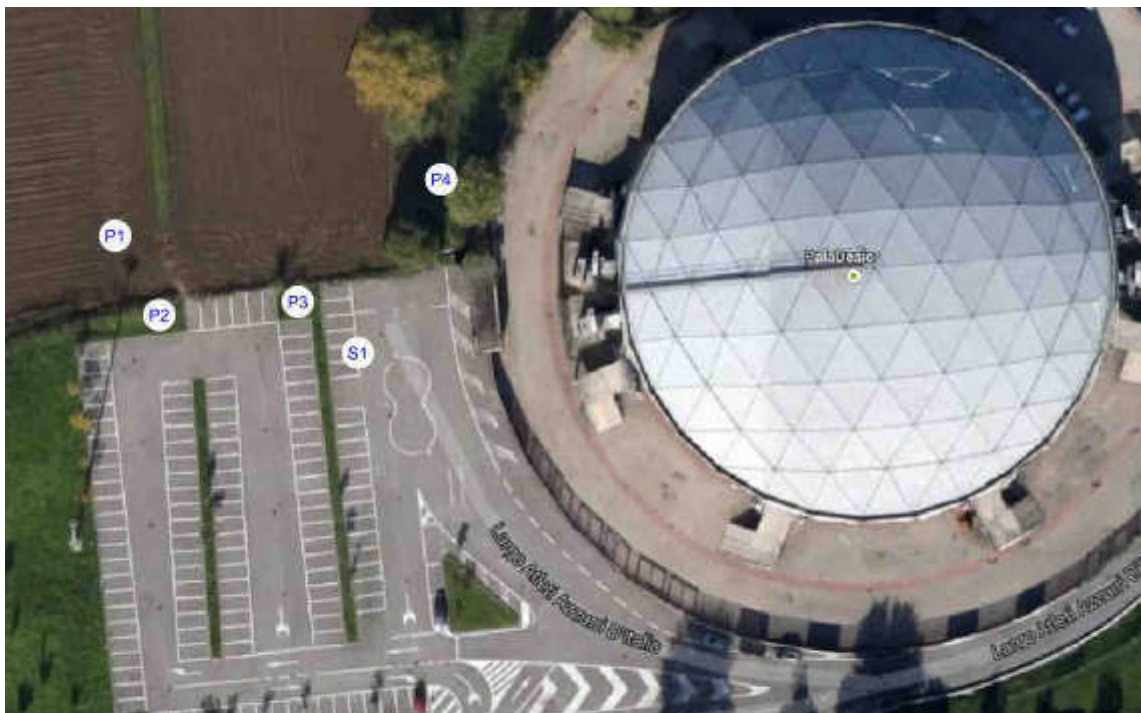
Il sondaggio è stato eseguito utilizzando il campionatore Pagani ESM 12-180 dotato di un sistema di perforazione a percussione con avanzamento a secco che consente il prelievo di campioni di terreno senza indurre modificazioni delle loro proprietà chimico/fisiche. I campioni prelevati alla profondità prevista rimangono all'interno di una fustella in pvc che consente il loro recupero.

#### Trincee esplorative

In data 17 marzo 2015 sono state eseguite 4 trincee esplorative, delle dimensioni in pianta di circa 1.0 x 1.80 m, aventi profondità massima di circa 3.20 m da p.c., ubicate nei punti indicati in planimetria.







*Ubicazione indagini ambientali eseguite*

L'esecuzione delle trincee ha permesso di ricostruire il profilo stratigrafico di seguito riportato:

#### Trincea P1

da 0.00 a 1.30 m da p.c.: terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghiaiosa con rari ciottoli di color bruno rossastro;

da 1.30 a 3.0 m da p.c.: sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola.

#### Trincea P2

da 0.00 a 0.20 m da p.c.: terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghiaiosa;

da 0.20 a 1.20 m da p.c.: sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro;

da 1.20 a 3.20 m da p.c.: sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola.

#### Trincea P3

da 0.00 a 0.70 m da p.c.: terreno di coltura limoso sabbioso color marrone scuro;

da 0.70 a 1.60 m da p.c.: sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro;

da 1.20 a 3.00 m da p.c.: sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola.

#### Trincea P4

da 0.00 a 0.30 m da p.c.: terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghiaiosa;

da 0.30 a 1.20 m da p.c.: sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro;

da 1.20 a 3.00 m da p.c.: sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola.



*Trincea P1*



*Trincea P2*



*Trincea P1*



*Trincea P2*

In totale sono stati prelevati 10 campioni di terreno (2 per ogni punto di campionamento); le modalità di prelievo dei campioni si sono svolte secondo quanto indicato nel *Protocollo di campionamento* emesso da ARPA di Monza.

Di questi, 5 (campioni superficiali) sono stati portati al Laboratorio di parte per l'analisi chimica. I restanti 5 sono stati conservati in ambiente idoneo e restano a disposizione della committenza nel caso in cui fosse necessario eseguire ulteriori analisi.

E' stato inoltre prelevato, in corrispondenza del terreno superficiale, un campione di terreno medio che è stato sottoposto a specifica analisi per la ricerca della diossina.

## **4.2 Indagini di laboratorio**

Allo scopo di raccogliere il maggior numero di informazioni circa la qualità e la quantità dell'eventuale materiale contaminante esistente, tutti i campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti ad analisi chimica di laboratorio.

I campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- metalli (As, Cd, Co, Cr tot, Cr<sub>VI</sub>, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn)
- idrocarburi pesanti (C > 12)
- diossina nel solo campione superficiale

## **4.3 Risultati delle analisi**

I risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati sono stati rapportati ai limiti di concentrazione consentiti sulla base della Normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 - allegato 5, tabella 1, colonna A) per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Come evidenziato dai certificati allegati, nessun campione di terreno analizzato ha rivelato superamento del valore di CSC (Concentrazione di Soglia) consentito, sulla base della Legge soprariportata, per i parametri ricercati.

## 5. CONCLUSIONI

Nell'area in esame posta in largo Atleti Azzurri d'Italia nel comune di Desio (MB) è prevista la realizzazione di una nuova palestra.

Per la verifica della qualità dei terreni del sito è stata condotta un'indagine ambientale che ha comportato la realizzazione di 4 trincee esplorative e di un sondaggio a percussione con prelievo totale di 6 campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio.

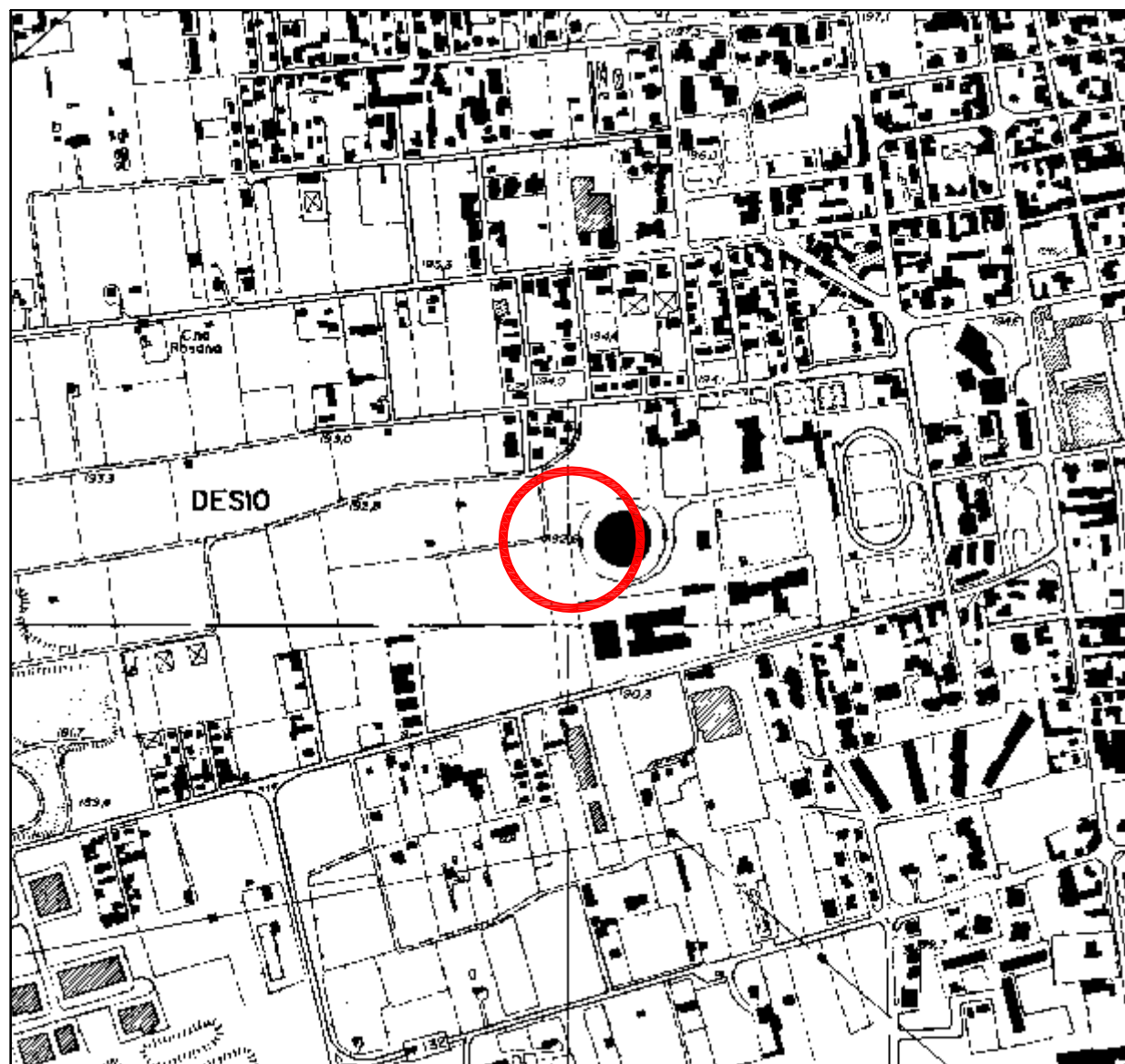
Le analisi effettuate non hanno rilevato superamenti dei valori di CSC consentiti sulla base del D.Lgs. 152/2006 (allegato 5, tabella 1, colonna A) per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

### **Il tecnico incaricato**

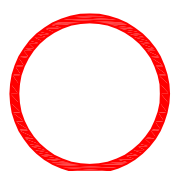
*Dott. Geol. Riccardo Cortiana*



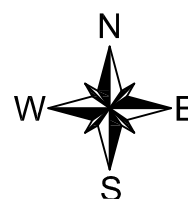
# UBICAZIONE AREA D'INDAGINE (estratto Carta Tecnica Regionale)



scala 1:10.000



Area d'indagine

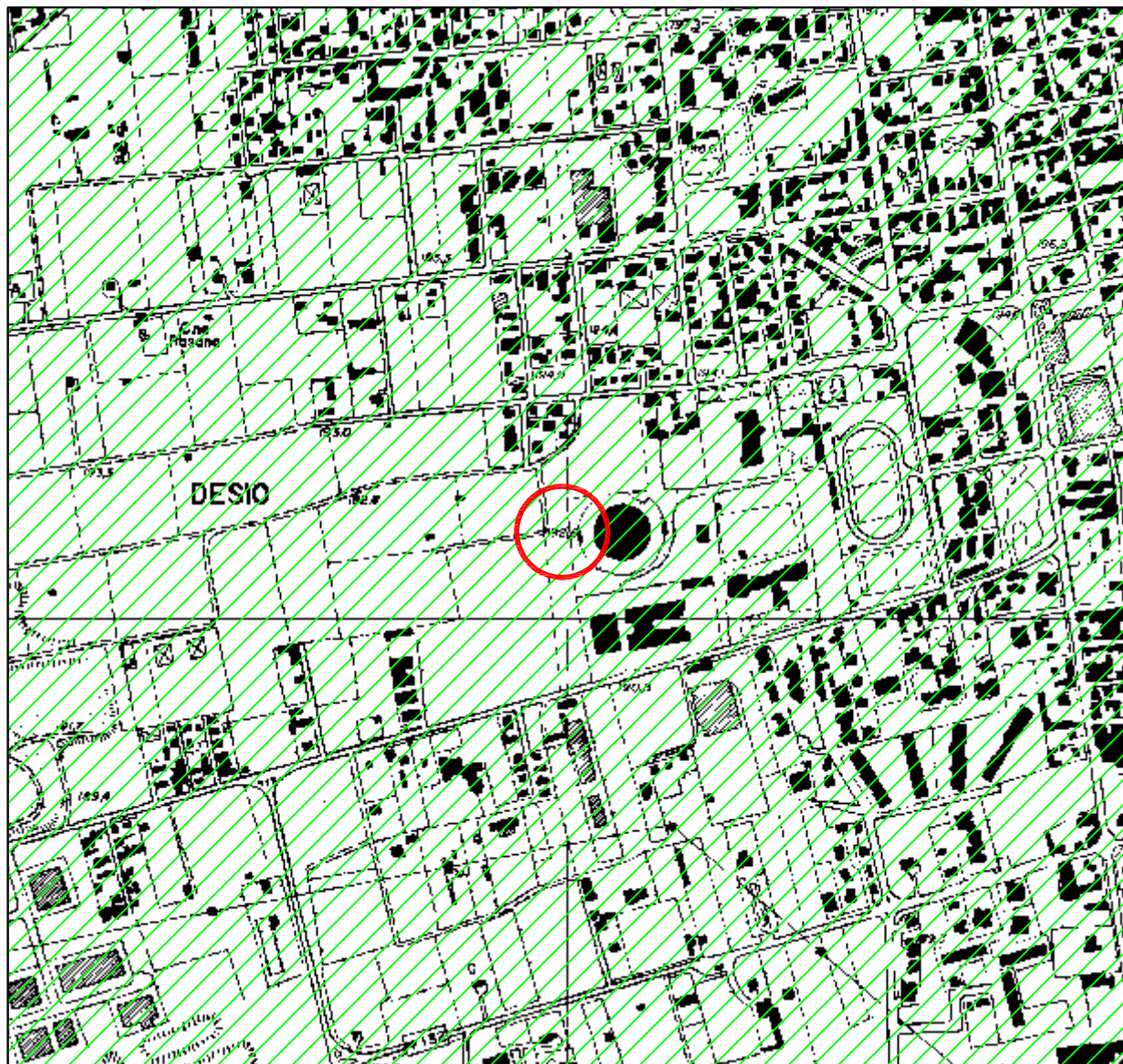


COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

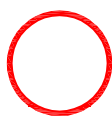


# CARTA GEOLITOLOGICA DELLA BRIANZA TRA IL T.SEVESO E IL T.MOLGORA

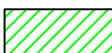


scala 1:10.000

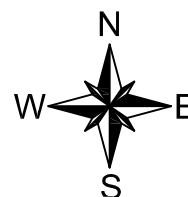
LEGENDA:



AREA D'INDAGINE



DILUVIUM RECENTE  
fluvio-glaciale Wurm

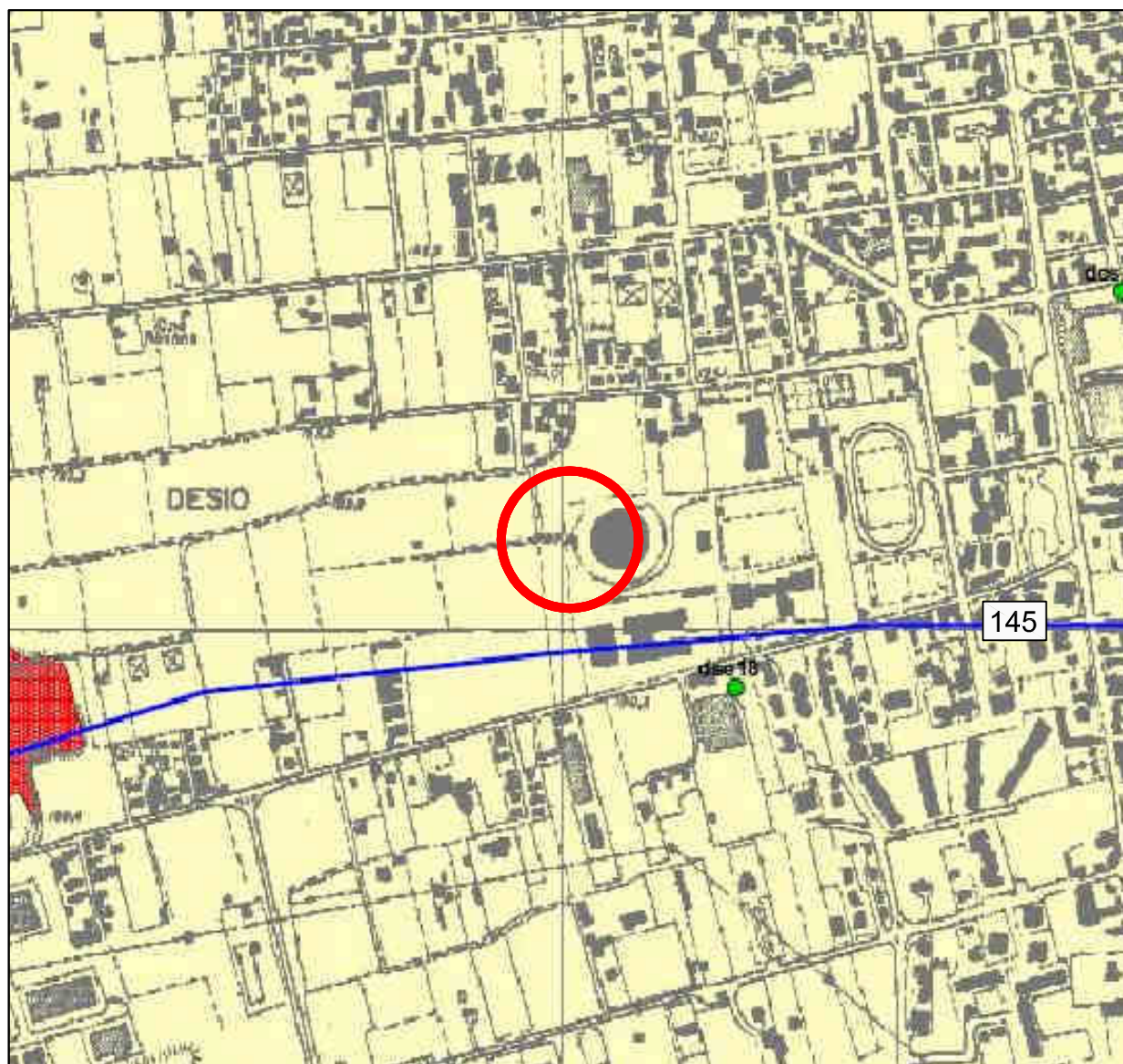


COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

# CARTA IDROGEOLOGICA

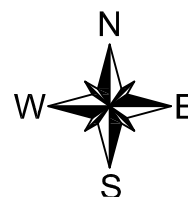
estratta da Tav.2 (Carta idrogeologica) allegata al PGT



scala 1:10.000

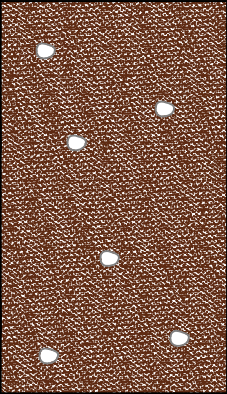
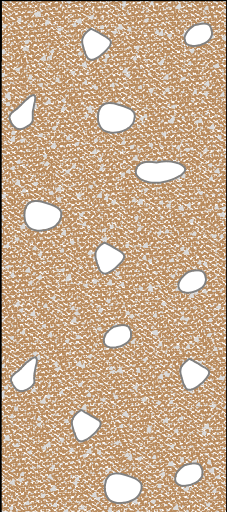
## LEGENDA

- Pozzo pubblico ad uso idropotabile
- Pozzo privato ad uso diverso dal domestico
- ~ Isofreatica in m s.l.m. (settembre 2007)  
(tratta da "Carta della piezometria e della soggiacenza del settembre 2007",  
redatta da Provincia di Milano, Settore Risorse Idriche e Cave,  
Servizio Gestione Acque Sotterranee, Sistema Informativo Falda)
- Vulnerabilità idrogeologica acquifero superficiale
  - Vulnerabilità idrogeologica Alta
  - Vulnerabilità idrogeologica Elevata





COMMITTENTE: CONI Servizi Spa

CANTIERE: Desio (MB) - Largo Atleti Azzurri d'Italia

Profondità (m dal p.c.)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Campioni
0.5 1.0		terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghiaiosa con rari ciottoli di color bruno rossastro	P1 super.
1.5 2.0 2.5 3.0		sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola	P1 prof.
3.5 4.0 4.5 5.0			



Profondità (m dal p.c.)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Campioni
		terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghialosa	
0.5		sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro	P2 super.
1.0			
1.5		sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola	P2 prof.
2.0			
2.5			
3.0			
3.5			
4.0			
4.5			
5.0			

Profondità (m dal p.c.)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Campioni		
0.5		terreno di coltura limoso sabbioso color marrone scuro	P3 super.		
1.0		sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro			
1.5		sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola	P3 prof.		
2.0					
2.5					
3.0					
3.5					
4.0					
4.5					
5.0					



Profondità (m dal p.c.)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Campioni
		terreno di coltura limoso passante a sabbia limosa ghiaiosa	P4 super.
0.5		sabbia limosa con ghiaia più rari ciottoli di color bruno rossastro	
1.0			P4 prof.
1.5			
2.0		sabbia e ghiaia con frequenti ciottoli di color nocciola	
2.5			
3.0			
3.5			
4.0			
4.5			
5.0			

Lissone, li 25/03/2015

**RAPPORTO DI PROVA n° 2015.00203**

**Committente:** Geotecno Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geotecno Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Denominazione campione:** P2 superficiale del 17/03/15  
**Aspetto alla consegna:** Solido granulare marrone  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

Parametri	Valori riscontrati	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	42	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	2	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0,5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	2	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	10	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IRSA 64-16
Mercurio	< 0,5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	16	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	7	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	6	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	13	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703

- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).
- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna B (siti ad uso industriale e commerciale).

l'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 8086  
Dott.ssa Francesca Arciprete

Lissone, li 25/03/2015

**RAPPORTO DI PROVA n° 2015.00204**

**Committente:** Geotecno Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geotecno Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Denominazione campione:** P1 superficiale del 17/03/15  
**Aspetto alla consegna:** Solido granulare marrone  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

Parametri	Valori riscontrati	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	56	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	3	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0.5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	3	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	15	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IRSA 64-16
Mercurio	< 0.5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	19	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	9	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	6	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	19	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703

- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).
- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna B (siti ad uso industriale e commerciale).

l'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 5086  
Dott.ssa Francesca Arciprete

Lissone, li 25/03/2015

**RAPPORTO DI PROVA n° 2015.00200**

**Committente:** Geotecnico Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geotecnico Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Denominazione campione:** S1 profondo del 17/03/15  
**Aspetto alla consegna:** Solido granulare marrone  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

Parametri	Valori riscontrati	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	25	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	< 2	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0.5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	< 2	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	5	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IRSA 64-16
Mercurio	< 0.5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	7	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	< 2	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	2	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	5	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703

- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).
- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna B (siti ad uso industriale e commerciale).

l'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 3085  
Dott.ssa Francesca Arciprete

Lissone, li 25/03/2015

**RAPPORTO DI PROVA n° 2015.00201**

**Committente:** Geotecnico Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geotecnico Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Denominazione campione:** P4 superficiale del 17/03/15  
**Aspetto alla consegna:** Solido granulare marrone  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

Parametri	Valori riscontrati	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	48	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	3	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0.5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	3	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	15	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IRSA 64-16
Mercurio	< 0.5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	16	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	16	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	10	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	20	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703

- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).
- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna B (siti ad uso industriale e commerciale).

L'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

Il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 13086  
Dott.ssa Francesca Arciprete



Lissone, li 25/03/2015

**RAPPORTO DI PROVA n° 2015.00202**

**Committente:** Geoteco Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geoteco Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Denominazione campione:** P3 superficiale del 17/03/15  
**Aspetto alla consegna:** Solido granulare marrone  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

Parametri	Valori riscontrati	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	55	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	3	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0.5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	3	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	21	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IRSA 64-16
Mercurio	< 0.5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	18	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	23	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	18	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	31	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703

- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).
- Visti i risultati analitici conseguiti sui parametri prescelti dal committente, il campione **rispetta** i limiti prescritti dal D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 colonna B (siti ad uso industriale e commerciale).

l'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

Il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 3086  
Dott.ssa Francesca Arciprete

Lissone, li 25/03/2015

**RIASSUNTIVO n° 2015.00303**

**Committente:** Geotecnico Srl v. Liguria, 1 Monza  
**Cliente:** Geotecnico Srl cantiere di largo Azzurri d'Italia Desio  
**Contenitore:** Barattolo in vetro  
**Data ricevimento campione:** 18/03/2015  
**Campionamento effettuato:** Committente

D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5 al titolo V; Tabella 1 – Analisi chimica quantitativa terreni

Denominazione	P1 superficiale del 17/03/15	P2 superficiale del 17/03/15	P3 superficiale del 17/03/15	P4 superficiale del 17/03/15	S1 profondo del 17/03/15				
Aspetto	Solido granulare marrone	Solido granulare marrone	Solido granulare marrone	Solido granulare marrone	Solido granulare marrone				
Rapporto di prova n°	2015.00204	2015.00203	2015.00202	2015.00201	2015.00200				
Parametri	Valori	Valori	Valori	Valori	Valori	Lim tabella A	Lim tabella B	Unità di misura	Metodo
Passante al setaccio 2 mm	58	42	55	48	25	-	-	%	DM 13/09/1999 met II,1
Arsenico	3	2	3	3	< 2	20	50	mg/Kgs di As	DM 13/09/1999 met XI,1
Cadmio	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	2	15	mg/Kgs di Cd	DM 13/09/1999 met XI,1
Cobalto	3	2	3	3	< 2	20	250	mg/Kgs di Co	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo	15	10	21	15	5	150	800	mg/Kgs di Cr	DM 13/09/1999 met XI,1
Cromo VI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15	mg/Kgs di CrVI	IREA 64-16
Mercurio	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	1	5	mg/Kgs di Hg	DM 13/09/1999 met XI,1
Nichel	19	16	18	16	7	120	500	mg/Kgs di Ni	DM 13/09/1999 met XI,1
Piombo	9	7	23	16	< 2	100	1000	mg/Kgs di Pb	DM 13/09/1999 met XI,1
Rame	6	6	18	10	2	120	600	mg/Kgs di Cu	DM 13/09/1999 met XI,1
Zinco	19	13	31	20	5	150	1500	mg/Kgs di Zn	DM 13/09/1999 met XI,1
Idrocarburi pesanti (> C12)	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	50	750	mg/Kgs di C	UNI ISO 16703
Limite rispettato tab A	si	si	si	si	si				
Limite rispettato tab B	si	si	si	si	si				

n.r. = non richiesto

l'Analista  
Dott. Paolo Bogarelli

il Chimico  
Iscrizione Albo Interprovinciale  
Chimici della Lombardia  
n° 3088  
Dott.ssa Francesca Arciprete

N°. **764** del **02/04/2015**

N°. Protocollo : **827**

Committente : **GEOTECNO Srl Via Liguria, 1 - Monza - - MI**

Data ricevimento Campioni in laboratorio : **20/03/2015**

Data Campionamento :

Data Inizio Prove : **20/03/2015**

Data Fine Prove : **02/04/2015**

Ns Codice : **00000443 - 000 - MM002**

Codice C.E.R. :

Origine : **Via Atleti Azzurri d'Italia - Desio (MB)**

Prelevato da : **A cura del committente**

Relativo a : **Terreno**

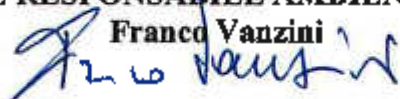
Aspetto : **Terreno Palabile**

Metodica	Parametri	U.M.	Val. Limite	Risultato
<b>Analisi secondo il Dlgs. 152/06 - limite residenziale</b>				
ISO 11465:1993	Residuo secco a 40 °C	%		91,7
DM 13/09/99 GU n°248 SO n°185 21/10/99 Met II.1	Frazione < 2 mm	%		46
DM 13/09/99 GU n°248 SO n°185 21/10/99 Met II.1	Frazione > 2 mm	%		54
** EPA 1613B 1994	2.3.7.8 - TCDD	µg/kg s.s.		<0,00004
** EPA 1613B 1994	1.2.3.7.8 - PeCDD	µg/kg s.s.		<0,0001
** EPA 1613B 1994	1.2.3.6.7.8 EsaCDD	µg/kg s.s.		<0,0001
** EPA 1613B 1994	1.2.3.7.8.9 EsaCDD	µg/kg s.s.		0,0003
** EPA 1613B 1994	1.2.3.4.7.8 EsaCDD	µg/kg s.s.		<0,00005
** EPA 1613B 1994	1.2.3.4.6.7.8 EptaCDD	µg/kg s.s.		0,0020
** EPA 1613B 1994	OCDD	µg/kg s.s.		0,0113
** EPA 1613B 1994	2.3.7.8. - TCDF	µg/kg s.s.		0,0006
** EPA 1613B 1994	1.2.3.7.8 - PeCDF	µg/kg s.s.		<0,0005
** EPA 1613B 1994	2.3.4.7.8 - PeCDF	µg/kg s.s.		0,0006
** EPA 1613B 1994	1.2.3.4.7.8 - HxCDF	µg/kg s.s.		<0,0001
** EPA 1613B 1994	1.2.3.6.7.8 - HxCDF	µg/kg s.s.		<0,00005
** EPA 1613B 1994	2.3.4.6.7.8 - HxCDF	µg/kg s.s.		0,0007
** EPA 1613B 1994	1.2.3.7.8.9 - HxCDF	µg/kg s.s.		<0,0001
** EPA 1613B 1994	1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	µg/kg s.s.		0,0023
** EPA 1613B 1994	1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	µg/kg s.s.		0,0003
** EPA 1613B 1994	OCDF	µg/kg s.s.		0,0050
** EPA 1613B 1994	PCDD+ PCDF (conversione T.E.F.)	mg/kg s.s.	1x10 <sup>-5</sup>	0.06x10 <sup>-5</sup>

**IL CHIMICO RESPONSABILE**  
  
**Elena Pari**

N°. **764** del **02/04/2015****NOTE:**

- 1) Il Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto alle prove
- 2) Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione del Laboratorio.
- 3) Il Campione viene conservato, salvo richiesta diversa del committente, per un periodo di mesi tre dalla data di ricevimento.
- 4) L'analisi effettuata sul campione non implica l'approvazione del prodotto analizzato da parte del laboratorio

**IL RESPONSABILE AMBIENTALE****Franco Vanzini****IL CHIMICO RESPONSABILE****LEGENDA:****\*\*)** Prova eseguita presso Laboratori esterni (subappalto)