



# COMUNE DI MONZA

## PROGETTO DEFINITIVO

**INTERVENTI DI REALIZZAZIONE, IN COMUNE DI MONZA,  
DI VIABILITA' PUBBLICA IN PROSECUZIONE DI  
VIABILITA' ESISTENTI - ATTUAZIONE VARIANTE DI PII  
COMUNE DI CINISELLO BALSAMO (delibera GC n. 216/2017)  
- ACCORDO DI PROGRAMMA in data 08/02/2016  
(DPGR n. 609 in data 17/02/2017)**

IL SOGGETTO ATTUATORE

**PATRIMONIO REAL ESTATE SPA**  
Via Torino 2 - Milano

IL PROGETTISTA

**Arch. Corrado Rossetti**  
via Torino, 2 - 20123 Milano  
TEL 02 8639191 FAX 02 86466001

DIREZIONE LAVORI

**Ing. Arch. Galeazzo Maria Conti**  
CONTI ASSOCIATI s.r.l.  
via Galileo Galilei, 5 - 20124 Milano  
TEL 02 2046482 FAX 02 36539033



**Rossetti engineering s.r.l.**  
via Torino, 2 - 20123 Milano  
tel: 02 8639191 fax: 02 86466001  
sd@rossettiengineering.it

OGGETTO

**Relazione geologica - geotecnica -  
idrogeologica - sismica**

N° TAVOLA

# D

REVISIONE

DATA

SCALA

**Dicembre  
2018**

NOME FILE

Elaborati-Dicembre-2018

D C A

CODICE COMMESA

FILE DI CONFIGURAZIONE PENNE DI PLOTTAGGIO  
CB-STR-MNZ-TAV2.ctb

LAYOUT DI STAMPA  
Model

-- -- --

**----001**



**Dott. R. Cortiana – Dott. F. Valentini**

Via Liguria 1 – 20900 Monza

Telefono e fax 039 837656

r.cortiana@geotecnoindagini.it

f.valentini@geotecnoindagini.it

geotecnoindagini@pec.it

**geotecno srl**

## **IMMOBILIAREUROPEA SpA**



### **RELAZIONE GEOTECNICA SULLE CARATTERISTICHE DI ADDENSAMENTO DEL SOTTOFONDO NATURALE E RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN TERRENO SITUATO TRA VIA MENOTTI E VIA BETTOLA (MONZA) IN PREVISIONE DELLA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA STRADA DI COLLEGAMENTO**

*Monza, giugno 2015*

A cura di: Dott. Geol. R. Cortiana  
Dott. Geol. F. Valentini

## INDICE

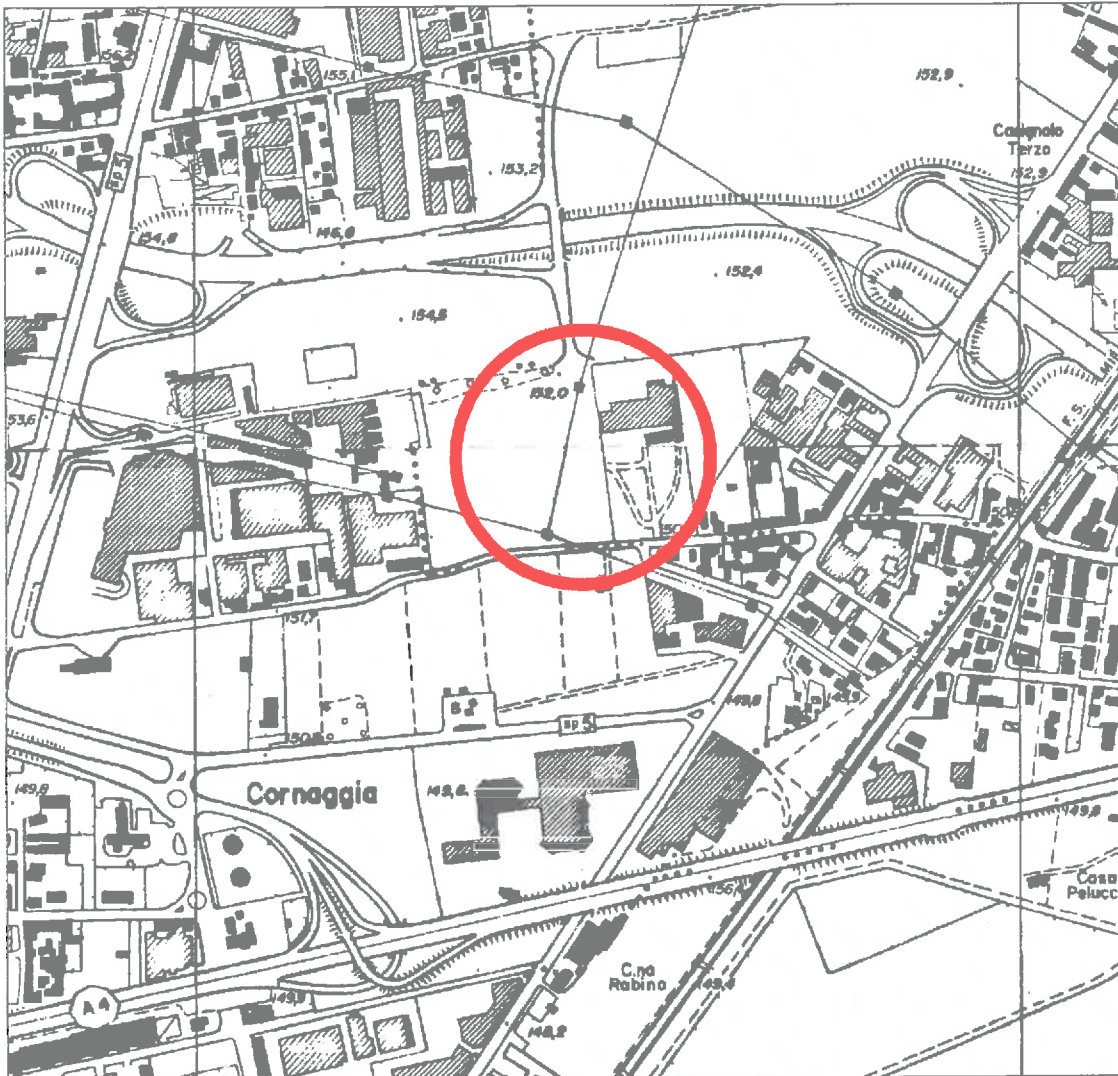
1	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO .....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO .....	5
3	INDAGINE GEOGNOSTICA .....	6
	PROVE DI CARICO SU PIASTRA .....	6
4	PARAMETRI GEOTECNICI .....	8
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	11
6	CARATTERISTICHE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE .....	12
7	INDAGINI IDROGEOLOGICHE .....	14
7.1	Sondaggi a carotaggio continuo .....	14
7.2	Prove Lefranc .....	15
7.3	Dati ricavati .....	16

## ALLEGATI

- UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- TABELLE E GRAFICI PROVE DI CARICO SU PIASTRA
- STRATIGRAFIA SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
- TABULATI PROVE DI PERMEABILITA'

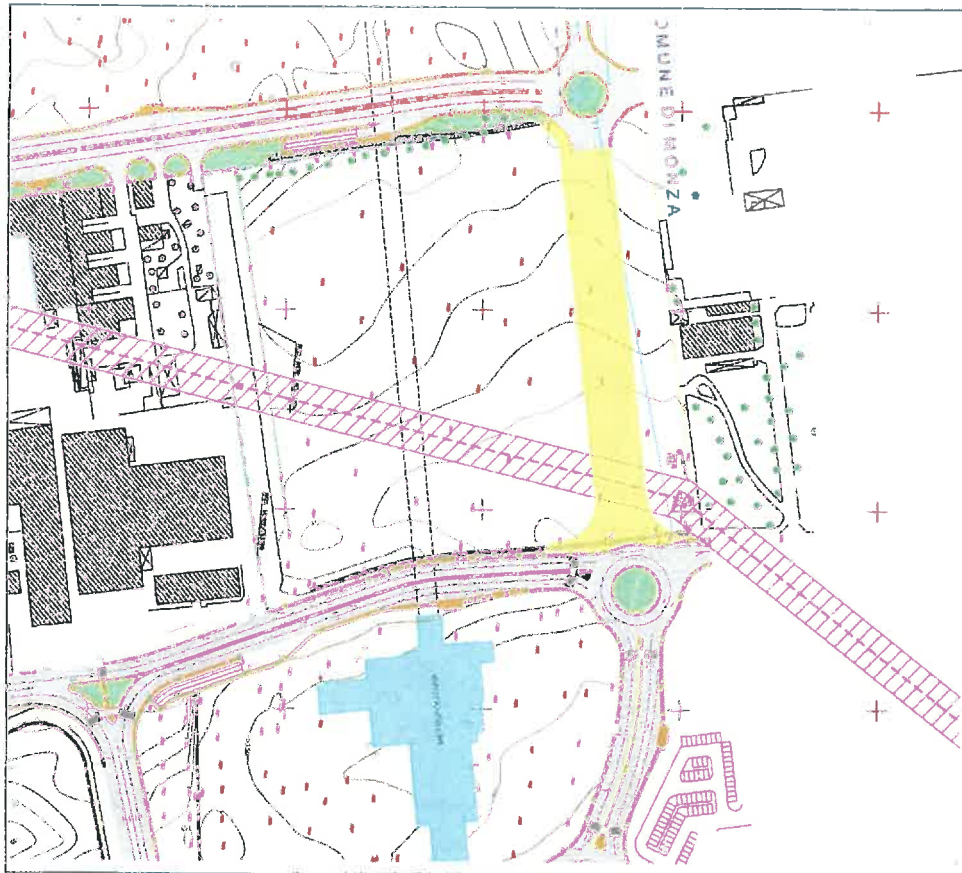
## 1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione, redatta per conto della società Immobiliareuropea S.p.A., con sede in via Torino 2 a Milano, illustra i risultati di una campagna di indagini geognostiche realizzata in un'area compresa tra via Bettola nel comune di Monza e via Menotti nel comune di Cinisello Balsamo in previsione della realizzazione di una nuova strada di collegamento tra due rotonde esistenti.



*Corografia area di studio*

Nell'area in esame è prevista la realizzazione di una nuova strada di collegamento tra via Bettola e via Menotti, come indicato nella figura sottostante. La nuova strada, che seguirà il percorso indicato nella figura sotto riportata, avrà una lunghezza pari a circa 200 m.



*Ubicazione nuova strada in progetto*

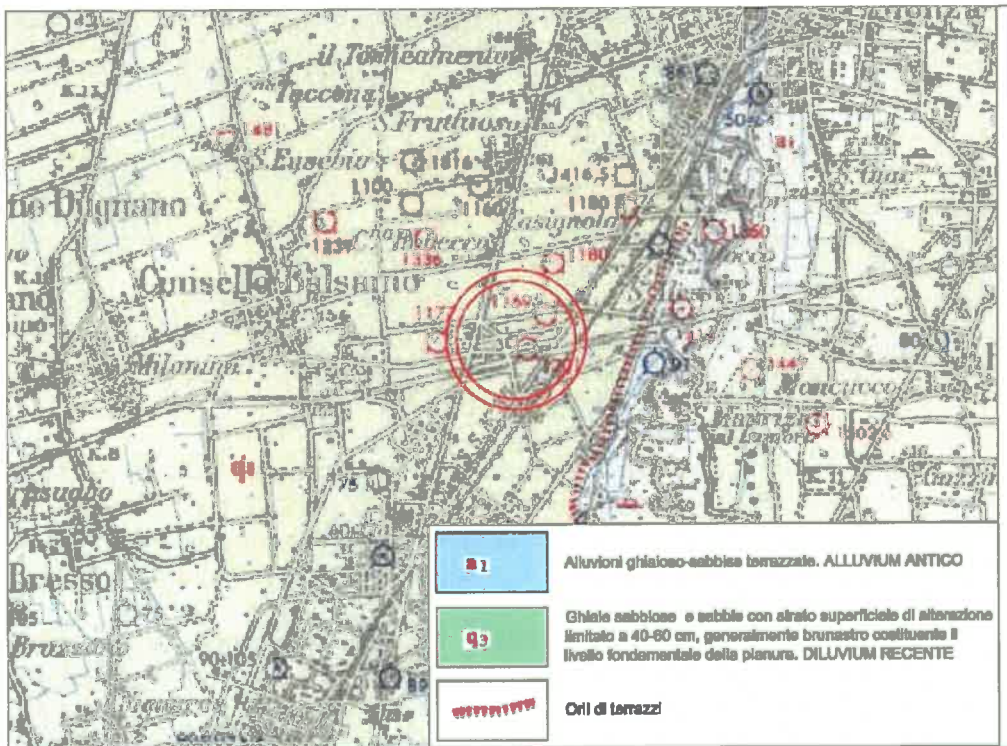
Al fine di verificare le caratteristiche di addensamento dei terreni interessati dalla **realizzazione del nuovo tratto stradale**, nel mese di giugno 2015 è stata eseguita **una campagna di indagini consistita nell'esecuzione di 3 prove di carico su piastra** disposte come da planimetria schematica allegata, realizzate secondo la Norma italiana CNR DU n° 146/92.

Inoltre, per verificare le caratteristiche idrogeologiche dell'area sede d'intervento e di caratterizzare i terreni costituenti il sottosuolo dal punto di vista della conducibilità idraulica verificandone l'**attitudine ad ospitare opere di dispersione delle acque meteoriche**, è stato effettuato un sondaggio a carotaggio continuo per la ricostruzione della stratigrafia dell'area; **durante la realizzazione di tale sondaggio sono state eseguite 2 prove di permeabilità di tipo Lefranc a due diverse profondità.**

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico questa zona è definibile come appartenente alla media Pianura Padana, nella quale i principali processi morfogenetici agenti nel passato sono legati a fenomeni fluvio-glaciali e fluviali che si sono susseguiti dal Quaternario ad oggi. L'assetto geologico-geomorfologico osservabile nell'area lombarda è il risultato del susseguirsi di cicli di erosione e di deposito corrispondenti ad un'alternanza di fasi glaciali (Mindel, Riss e Würm) ed interglaciali che hanno dato origine ad una tipica morfologia a cordoni morenici (visibili nella zona dell'alta pianura lombarda) e a terrazzi (visibili nella media e bassa pianura lombarda).

Dal punto di vista litologico questi depositi sono costituiti prevalentemente da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi a matrice limosa spesso subordinata; a questi s'intercalano orizzonti argillosi e limoso-argillosi. Localmente si osserva la presenza di cavità note come "occhi pollini" (tipiche dei depositi fluvio-glaciali rissiani) oppure di livelli conglomeratici, più o meno cementati, noti come "ceppo", aventi talvolta spessori anche notevoli (tipici della valle del Lambro, dove i depositi soprastanti sono stati scavati in profondità).



Estratto Carta Geologica d'Italia (Foglio 45 - Milano)

Come si osserva dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 45 – Milano), l'area in esame è caratterizzata dalla presenza in superficie di sedimenti fluvio-glaciali riferibili alla alluvione fluvio-glaciale più recente, quella del cosiddetto DILUVIUM RECENTE (fluvio-glaciale Würm).

Si tratta di depositi alluvionali derivanti dagli scaricatori glaciali, connessi con l'ultima fase glaciale quaternaria, quindi con clasti poligenici, arrotondati, eteromorfi. Litologicamente si trovano in superficie, al di sotto del primo strato di terreno agrario o di riporto, terreni in genere limosi e sabbiosi, caratterizzati dalla presenza a volte frequente di strati o lenti di materiale più grossolano (ghiaia o sabbia grossolana).

Le aree in esame sono situate al confine tra Cinisello Balsamo e Monza, a quote topografiche comprese tra circa 152.8 m s.l.m. e 149.9 m s.l.m..

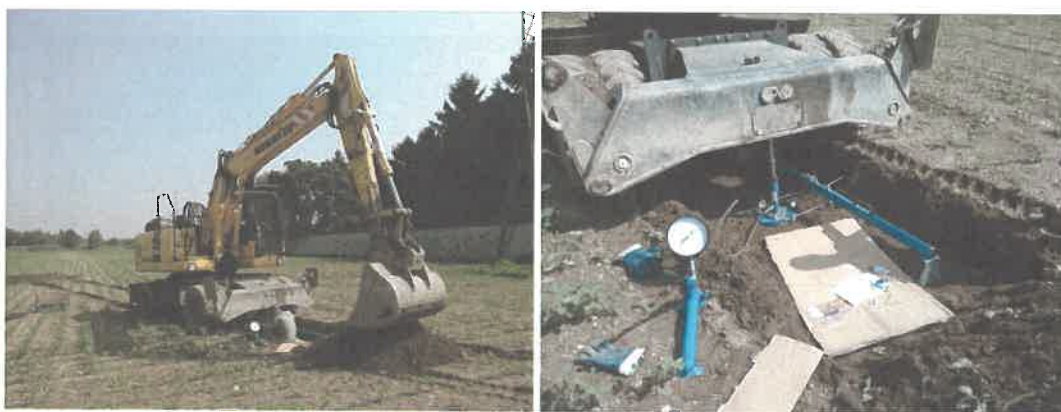
### 3 INDAGINE GEOGNOSTICA

#### PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Le prove di carico su piastra hanno lo scopo di controllare il comportamento meccanico del terreno su cui verrà posato il rilevato stradale (fondazioni superficiali o profonde, rilevati stradali e ferroviari, ecc.).

##### Indagine eseguita

Sono state eseguite 3 prove di carico su piastra in corrispondenza di 3 differenti punti, sul sottofondo da indagare, in corrispondenza dell'area di futuro sviluppo del tratto stradale. I punti di indagine sono stati scelti compatibilmente con l'agibilità del sito. Prima di posizionare l'attrezzatura necessaria per la realizzazione delle prove di carico su piastra si è proceduto allo scolturamento del terreno agrario per uno spessore totale di circa 20/25 cm.



Prova su piastra PP3

La prova di carico su piastra consente di determinare la portanza di un terreno in sito ed il suo *modulo di deformazione* o di *compressibilità Md*, caricando il terreno con gradini di carico successivi.

Il diametro della piastra viene scelto in funzione dello spessore dello strato di terreno che si intende analizzare, e misurando i cedimenti dello strato in relazione all'applicazione di carichi successivi.

In questo caso ogni singola prova è stata eseguita appoggiando una piastra circolare d'acciaio (diametro 29.85 cm, pari ad una superficie di 700 cm<sup>2</sup> e spessore 25 mm) sulla superficie del terreno, dopo che questo è stato ben livellato. E' stata in seguito appoggiata la piastra assestandola fino a raggiungere un buon livellamento; al di sopra della piastra si pone l'attrezzatura per l'esecuzione della prova consistente in un martinetto con manometro appoggiato al di sotto del mezzo di contrasto.

Per ottenere il contrasto all'azione di spinta del martinetto, necessario per l'esecuzione delle prove, è stato utilizzato il telaio di un escavatore fornito dall'impresa esecutrice delle opere.

Sono stati disposti sulla piastra tre comparatori centesimali a 120° l'uno dall'altro, che consentono di leggere cedimenti anche impercettibili essendo caratterizzati da sensibilità pari ad un centesimo di millimetro.

Ciascuna prova è stata eseguita caricando progressivamente la piastra circolare tramite il martinetto; con gradini di carico successivi, è stato raggiunto il carico massimo pari a 4.5 kg/cm<sup>2</sup>; per ogni gradino di carico applicato sono stati registrati i valori del cedimento in funzione del tempo attraverso un comparatore.



In una prima fase, agendo sul martinetto, è stato immesso un carico di assestamento pari a  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  nel quale è compreso quello derivante dall'apparecchiatura gravante sulla superficie da provare, quindi si è atteso che le deformazioni si esaurissero (per convenzione le deformazioni si intendono esaurite quando in un minuto la media dei comparatori non rileva differenze di letture superiori a  $2/100 \text{ mm}$ ), ed a questo punto è stato azzerato il comparatore.

Durante il primo ciclo di carico è stato applicato sulla piastra un primo gradino pari a  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ , successivamente sono stati applicati incrementi di carico pari a  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ , trascorsi due minuti dall'applicazione di ognuno dei carichi applicati sono state registrati i cedimenti corrispondenti. Prima di eseguire il passaggio ad un gradino di carico successivo si attende che le deformazioni si esauriscano (come precedentemente ricordato quando si attende che i cedimenti siano inferiori a  $2/100 \text{ di mm}$  in un minuto). Si è così giunti ad applicare un carico massimo di  $4.5 \text{ kg/cm}^2$ ;

Terminato il primo ciclo di carico è stato effettuato lo scarico fino a  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  in un solo gradino, sempre registrando i cedimenti.

Successivamente è stato effettuato il secondo ciclo di carico applicando gradini pari a  $1.5$ ,  $2.5$  e  $3.5 \text{ kg/cm}^2$ , sempre registrando le corrispondenti misure dei cedimenti.

#### 4 PARAMETRI GEOTECNICI

I risultati ottenuti per ogni singola prova sono stati riportati in un diagramma avente in ascissa le deformazioni ed in ordinata i carichi applicati.

I singoli grafici ed il dettaglio di ogni singola prova sono riportati negli allegati. Tramite i dati ricavati è stato calcolato il *modulo di compressibilità o di deformazione Md* attraverso l'equazione :

$$Md = (\Delta P / \Delta S) * D$$

dove:

$\Delta P$  = incremento di carico unitario trasmesso dalla piastra alla superficie caricata (kg/cm<sup>2</sup>)

$\Delta S$  = corrispondente incremento di cedimento della superficie caricata (cm)

D = diametro della piastra (cm)

Il modulo di deformazione fornisce un indice di portanza del sottofondo.

Dalla teoria dell'elasticità si ha che un sovraccarico  $\Delta P$  applicato ad una piastra di diametro D, poggiante su un terreno avente *modulo di elasticità E*, provoca un cedimento della piastra  $\Delta S$  ricavabile dalla seguente espressione:

$$\Delta S = (\Delta P / E) * D * (1 - \nu^2) * C_d$$

dove:

$\nu$  = modulo di Poisson

$C_d$  = fattore che tiene conto della forma e della rigidezza della piastra

Sostituendo all'interno di questa espressione i termini dell'equazione precedente si ricava la relazione tra Md ed E:

$$E = Md * C_d * (1 - \nu^2)$$

Per piastre circolari si ha  $C_d = \pi/4$ , per prove non drenate si ha  $\nu = 0.5$ ; quindi nel caso in esame l'espressione diventa:

$$E = 0.589 * Md$$

Il modulo di deformazione ottenuto per ogni singolo gradino di carico applicato per ognuno dei cicli effettuati ed il modulo di elasticità corrispondente sono riassunti nelle seguenti tabelle.

	Modulo di compressibilità Md (kg/cm <sup>2</sup> )							
Gradino di carico	0.5 - 1.5 kg/cm <sup>2</sup>	1.5 - 2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 - 3.5 kg/cm <sup>2</sup>	3.5 - 4.5 kg/cm <sup>2</sup>	0.5 - 1.5 kg/cm <sup>2</sup>	1.5 - 2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 - 3.5 kg/cm <sup>2</sup>	
Prova di carico su piastra	1° ciclo				2° ciclo			
1	146	42	79	91	167	268	468	
2	102	85	106	77	1722	877	765	
3	98	79	89	76	1702	865	753	
	Modulo di elasticità E (kg/cm <sup>2</sup> )							
Gradino di carico	0.5 - 1.5 kg/cm <sup>2</sup>	1.5 - 2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 - 3.5 kg/cm <sup>2</sup>	3.5 - 4.5 kg/cm <sup>2</sup>	0.5 - 1.5 kg/cm <sup>2</sup>	1.5 - 2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 - 3.5 kg/cm <sup>2</sup>	
Prova di carico su piastra	1° ciclo				2° ciclo			
1	86	25	47	54	98	157	276	
2	60	50	62	45	1014	517	450	
3	57	47	52	45	1002	509	443	

Nota:  $1 \text{ kg/cm}^2 \cong 100 \text{ kN/m}^2$

Di seguito vengono indicati i valori di Modulo di deformazione normalmente richiesti che sono riportati in molti testi tecnici\*:

- per terreni di sottofondo  $M_d > 150 - 300 \text{ kg/cm}^2$  (da valutare nell'intervallo tra 1.5 e 2.5  $\text{kg/cm}^2$ )
- per strati di fondazione stradali:
  - o per strade a normale viabilità  $M_d > 500 \text{ kg/cm}^2$  (da valutare nell'intervallo tra 2.5 e 3.5  $\text{kg/cm}^2$ )
  - o per strade a viabilità molto elevata  $M_d > 800 \text{ kg/cm}^2$  (da valutare nell'intervallo tra 2.5 e 3.5  $\text{kg/cm}^2$ )

\*I principali testi cui si fa riferimento sono: PRONTUARIO DELL'INGEGNERE di Andrea Guadagni – Edizioni UTET; STRADE FERROVIE AEROPORTI OPERE IN TERRA E SOVRASTRUTTURE 2 di G. Tesoriere - Edizioni UTET).

Analizzando i dati riportati in tabella si può quindi concludere quanto segue:

- **in tutte le prove eseguite non è stato superato il valore minimo di  $M_d$  richiesto per terreni di sottofondo.**

Viste le caratteristiche di addensamento dei terreni naturali evidenziate nel corso delle indagini eseguite per l'esecuzione del rilevato stradale si dovranno osservare le seguenti specifiche tecniche indispensabili per ottenere un rilevato ben costipato, dalle caratteristiche omogenee e che si adatti alle caratteristiche del terreno naturale presente alla quota di imposta e al tipo di fondazione che si andrà a realizzare.

Si consiglia pertanto di procedere in questo modo:

- 1) Rimuovere completamente l'orizzonte superficiale dato da terreno di coltura per uno spessore totale non inferiore a 50 cm;
- 2) Procedere alla rullatura del fondo scavo così generatosi;
- 3) Procedere alla realizzazione del rilevato per uno spessore non inferiore a 80/100 cm (in modo da riportare in ogni caso la quota della nuova strada al livello dei piani stradali delle vie adiacenti che risultano rialzati rispetto all'area di intervento).

Tale rilevato dovrà essere realizzato secondo le seguenti prescrizioni di massima:

- Realizzare un primo orizzonte, di circa 50 cm di spessore, costituito da frantumato anche proveniente da demolizioni. Si raccomanda che la pezzatura del materiale non abbia dimensioni superiori a 8-10 cm. Sarà inoltre necessario verificare che il materiale utilizzato sia certificato e che non siano presenti legno, plastica, metallo, asfalto o tutto ciò che non è calcestruzzo, mattoni ed eventualmente ghiaia e ciottoli.
- Procedere alla stesa di ulteriori 50 cm di mista di cava che rispetti il seguente fuso granulometrico: ghiaia 60 - 80 % sabbia 15 - 30 % limo 5 - 10 % . Questo materiale dovrà essere messo in posto in 2 strati. Ogni strato sarà rullato con l'ausilio di un rullo costipatore con peso superiore a 50 quintali (fino a 150) che eseguirà almeno quattro passaggi a velocità ridotta (2-3 km/h). La forma del rilevato, in sezione, sarà trapezoidale: in particolare le sponde verticali dovranno avere una pendenza inferiore a 35°.

Al termine delle suddette operazioni dovrà essere verificata, per mezzo di prove di carico su piastra di controllo, la corretta esecuzione del rilevato di sottofondo stradale.

Di seguito riportiamo quanto raccomandato nelle linee guida dell'ANAS.

*Prima di procedere alla costruzione del rilevato stradale bisogna assicurare un idoneo piano di appoggio al rilevato stesso.*

*Si procede quindi all'operazione, detta "scotico", di asportazione del terreno vegetale più superficiale (in genere per una profondità di circa 20-30 centimetri) e quindi rimaneggiato e con scadenti caratteristiche strutturali; questo terreno potrà essere momentaneamente conservato per essere recuperato, successivamente, a copertura e protezione delle scarpate del rilevato stesso e per favorire l'inerbimento.*

*Si procede quindi ad una operazione di bonifica, consistente in un approfondimento dello scavo fino a raggiungere strati di terreno che presentino le condizioni ideali per garantire la stabilità del rilevato.*

*Questo scavo viene riempito con materiale arido (pietrame pulito e asciutto) di pezzatura idonea; quest'ultimo accorgimento, insieme al posizionamento di uno strato di materiale avente opportune caratteristiche di filtraggio e resistenza nonché al preventivo costipamento del piano d'appoggio, garantiscono l'assenza di risalita capillare dell'acqua, sempre presente nel sottosuolo, la separazione tra le parti fini del terreno e il sovrastante materiale arido nonché una corretta distribuzione dei carichi provenienti dal rilevato.*

*Il rilevato viene formato, con l'ausilio di apposite macchine operatrici differenziate a seconda del materiale da trattare, attraverso la stesa, il costipamento e la configurazione di successivi strati (di spessore pari a circa 30-50 centimetri) di materiale avente ben determinate caratteristiche e proveniente da cave o dagli scavi effettuati nel cantiere sino al raggiungimento della quota prevista in progetto.*

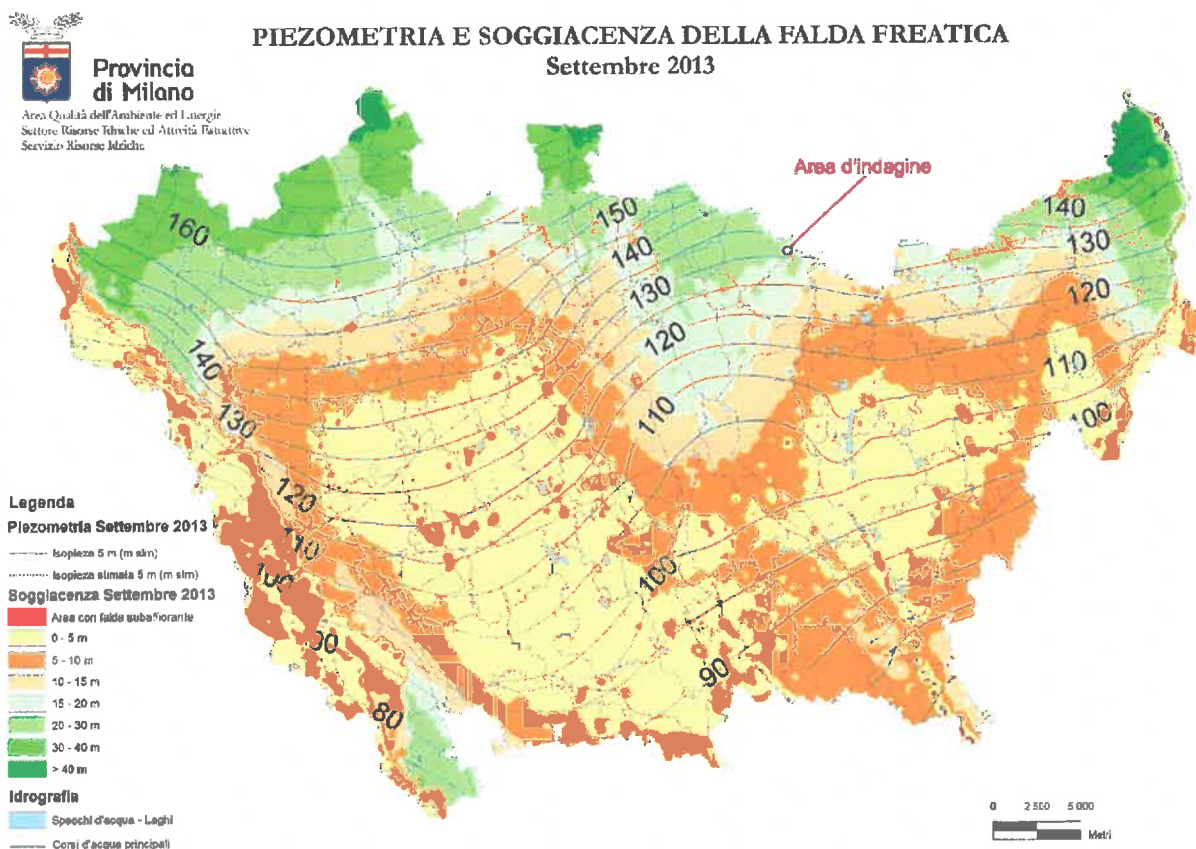
*Al termine delle suddette operazioni dovrà essere verificata, per mezzo di prove di carico su piastra di controllo, la corretta esecuzione del rilevato di sottofondo stradale.*

## 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dai dati reperiti presso il Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano si evince che in quest'area del territorio comunale di Cinisello Balsamo le linee isopiezometriche (linea di eguale quota della superficie freatica sul livello del mare) relative alla falda freatica hanno una quota media compresa tra 126.0 e 128.0 m s.l.m..

La quota della superficie freatica in questa zona è posta ad una profondità compresa tra 20 e 30 m rispetto alla quota di piano campagna.

Tuttavia indagini idrogeologiche più recenti, effettuate a cura della proprietà, indicano valori di soggiacenza decisamente inferiori.



Carta della Piezometria e della Soggiacenza della Falda Freatica elaborata dal SIF

## 6 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 (da quella inferiore a quella superiore):

- 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, poco note per carenza di dati 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 caratterizzati da 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	$K = 1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

## 7 INDAGINI IDROGEOLOGICHE

### 7.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Nel mese di giugno 2015 è stata eseguita la prevista campagna di indagini geognostiche che ha comportato la realizzazione di un sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 89 metri da p.c. all'interno del quale sono state realizzate due prove di permeabilità a carico variabile.

Il sondaggio è stato posizionato a ridosso di via Bettola in modo da non arrecare eccessivi danni al campo che era stato appena coltivato.



*Postazione sondaggio*

Le perforazioni sono state effettuate con una sonda Beretta avente coppia massima di 11.000 Nm con aste di manovra a sezione circolare di lunghezza pari a 2.0 m, cave internamente per permettere il passaggio del fluido di perforazione. L'avanzamento è avvenuto per mezzo di carotiere semplice munito di corona in widia ( $h = 5$  cm) la quale, ruotando sul fondo, permette l'avanzamento della colonna di aste ed il campionamento del terreno. E' stato utilizzato un diametro di perforazione di 101 mm, mentre il diametro della colonna di rivestimento era pari a 127 mm.

Il sondaggio ha raggiunto una profondità di 8.0 m da piano campagna; il terreno carotato è stato successivamente riposto in cassette catalogatrici da 5 metri.





L'esame delle carote estratte ha consentito la ricostruzione del profilo stratigrafico del terreno, riportati negli allegati a questa relazione.

## 7.2 Prove Lefranc

Al fine di valutare le possibilità di smaltimento delle acque meteoriche ad opera del terreno in esame sono state eseguite 2 prove Lefranc in foro a carico variabile, alla profondità di 4.0 e 6.0 m da p.c..

Le prove Lefranc, nella versione modificata dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI), permettono di determinare la permeabilità di terreni al di sopra o al di sotto del livello di falda. Per le prove sono state rispettate le prescrizioni che prevedono che le pareti della perforazione siano rivestite con una tubazione per tutto il tratto del foro di sondaggio non interessato dalla prova.

Si tratta di prove di infiltrazione le cui procedure esecutive possono essere così riassunte:

- immissione dall'alto nel foro di sondaggio della massima quantità d'acqua disponibile, con riempimento del foro stesso e saturazione del terreno
- tentativo di instaurare una situazione di equilibrio tra quantità d'acqua immessa e livello dell'acqua stessa all'interno del piezometro (livello controllato con freaticometro)
- attesa di un tempo sufficiente ad instaurare una corretta circolazione idrica nel sottosuolo
- misura, una volta instaurata una circolazione con parametri sufficientemente costanti, della quantità d'acqua che si infila nel terreno nell'unità di tempo.

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

$$K = \frac{A}{C(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad [L T^{-1}]$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità (L/T)

A = area di base del foro di sondaggio (L<sup>2</sup>)

h1 e h2 = quote del livello dell'acqua nel foro agli istanti t1 e t2

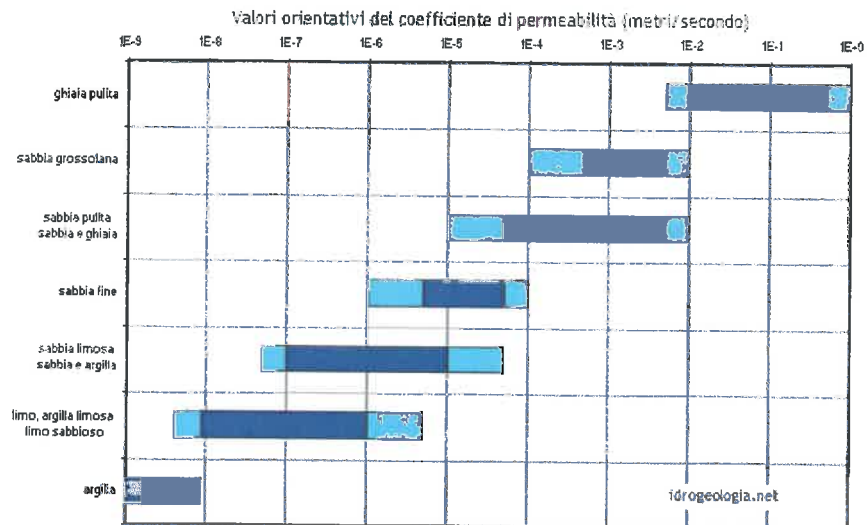
t1 e t2 = tempi ai quali si misurano h1 e h2

C = coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto (L)

### 7.3 Dati ricavati

Le prove sono state effettuate rilevando gli abbassamenti che si sono verificati nel corso del tempo di esecuzione della prova. I dati ottenuti dalle prove eseguite nei fori di sondaggio hanno consentito di ottenere, applicando la formula riportata precedentemente, i seguenti valori del coefficiente di permeabilità K:

- profondità 4.0 m:  $K = 2.54 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$
- profondità 6.0 m:  $K = 2.38 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$



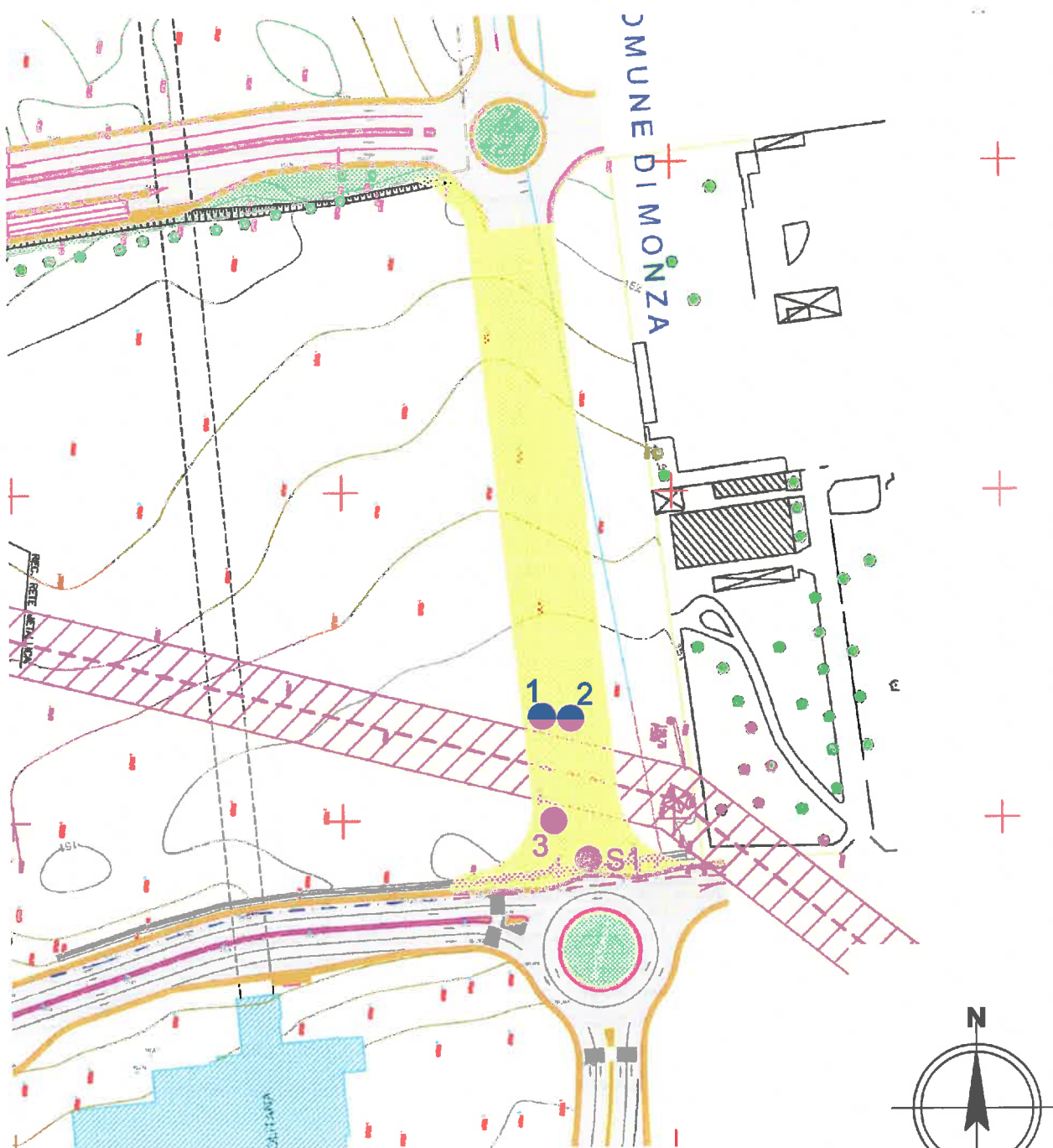
Questi valori di permeabilità permettono di ipotizzare la realizzazione di elementi perdenti profondi quali pozzi di dispersione che raggiungano profondità di 4.0-6.0 m dalla quota di piano campagna attuale.



Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Filippo Valentini

# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



- PROVA SU PIASTRA
- SONDAGGIO A CAROTTAGGIO CONTINUO

COMMITTENTE: Immobiliareuropea Spa	
CANTIERE: Monza - via Bettola	DATA: Giu. '15

# PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° 1

COMMITTENTE: Immobiliare Europea SpA

SITO: Monza - via Bettola

DATA: 12-giu-15

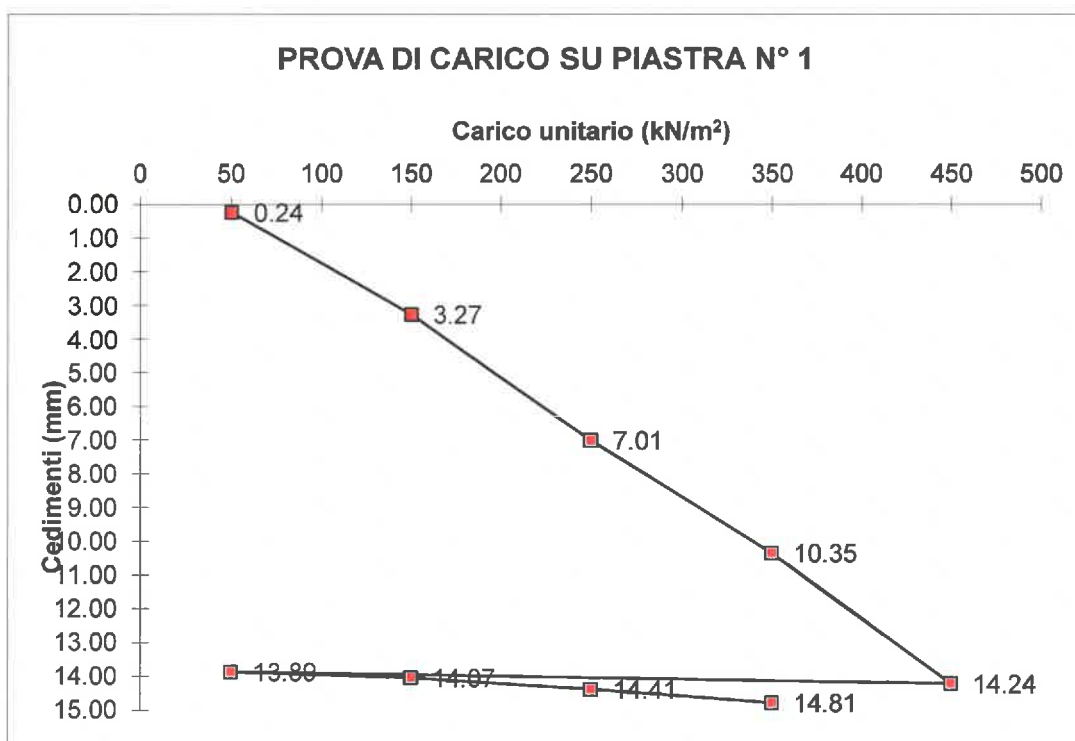
RIFERIMENTO: NORMA SVIZZERA SNV 670317

QUOTA: piano campagna

DIAMETRO PIASTRA: 298.5 mm

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Tempi (min)	Letture comparatori (mm)			Cedimenti (mm)		
		A	B	C	Somma	Media parziale	Totale
20	0	18.68	21.91	21.1			
50	0	17.9	21.3	19.34			
	2	17.55	21.1	19.08	0.81	0.27	0.27
	4	17.51	21.07	19.06	0.09	0.03	0.30
150	0	16	19.5	16.85	5.29	1.76	2.06
	2	15.32	19.46	16.82	0.75	0.25	2.31
	4	15.28	19.42	16.78	0.12	0.04	2.35
	6	15.28	19.4	16.7	0.1	0.03	2.39
250	0	10.9	15	12.2	13.28	4.43	6.81
	2	9.85	14.1	10.2	3.95	1.32	8.13
	4	8.89	13.4	9.95	1.91	0.64	8.77
	6	8.25	12.5	9.88	1.61	0.54	9.30
350	0	5.25	9.8	6.9	8.68	2.89	12.20
	2	4.38	9.55	6.25	1.77	0.59	12.79
	4	4.12	9.42	5.95	0.69	0.23	13.02
	6	4.1	9.4	5.92	0.07	0.02	13.04
450	0	1.85	6.5	3.1	7.97	2.66	15.70
	2	0.89	6.12	2.65	1.79	0.60	16.29
	4	0.25	5.85	2.42	1.14	0.38	16.67
	6	0.23	5.82	2.4	0.07	0.02	16.70
50	0	4.25	8.25	5.88	-9.93	-3.31	13.39
	2	4.2	8.22	5.85	0.11	0.04	13.42
150	0	3.12	7.15	3.78	4.22	1.41	14.83
	2	2.57	6.82	3.61	1.05	0.35	15.18
	4	2.55	6.79	3.58	0.08	0.03	15.21
250	0	1.89	5.25	2.75	3.03	1.01	16.22
	2	1.78	5.18	2.68	0.25	0.08	16.30
	4	1.77	5.16	2.65	0.06	0.02	16.32
350	0	0.85	5.02	1.9	1.81	0.60	16.92
	2	0.83	4.99	1.85	0.1	0.03	16.96

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced. totali (mm)	Me (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )
50	0.27	-	-
150	2.31	14608	8604
250	9.30	4270	2515
350	13.04	7988	4705
450	16.29	9175	5404
50	13.42	-	-
150	15.21	16738	9859
250	16.32	26811	15792
350	16.96	46885	27615



**Coefficiente di Winkler**

cedimento  $\Delta S_c = 0.01$

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced. totali (mm)
50	0.260
150	2.303
250	9.293
350	13.030
450	16.283

carico  $q_y = 150$

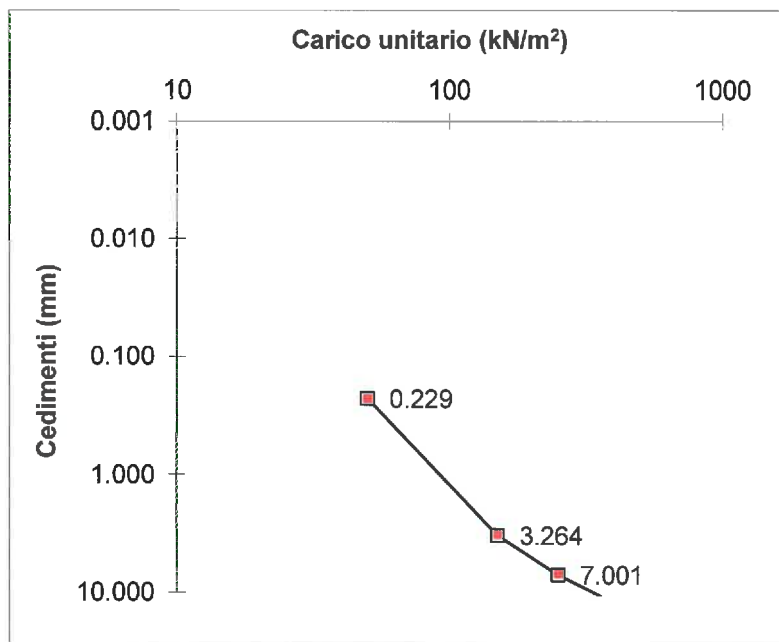
$q_{0,5y} = 75$

$S_{0,5y} = 0.6$

$S_c = 0.00059$

$k_S = 127119$

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (m)	ks (kN/m <sup>3</sup> )
50	0.00030	-
150	0.00239	47923
250	0.00930	14458
350	0.01304	26762
450	0.01670	27347



## PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° 2

COMMITTENTE: **Immobiliare Europea SpA**

SITO: **Monza - via Bettola**

DATA: **12-giu-15**

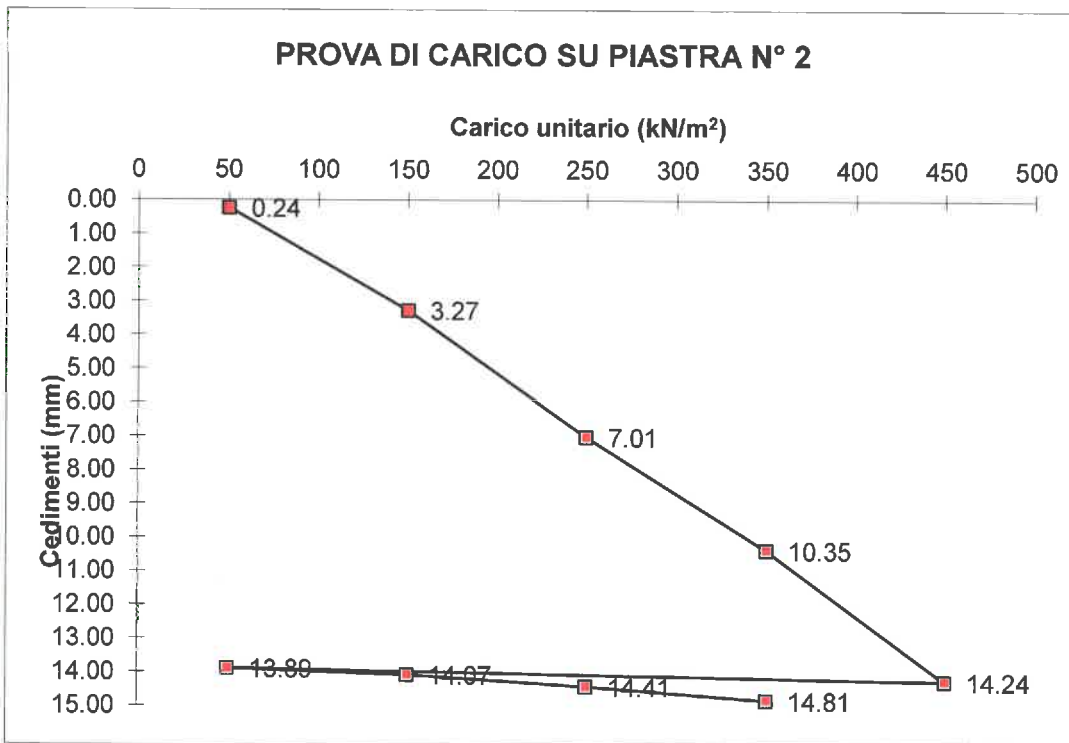
RIFERIMENTO: **NORMA SVIZZERA SNV 670317**

QUOTA: **piano campagna**

DIAMETRO PIASTRA: **298.5 mm**

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Tempi (min)	Letture comparatori (mm)			Cedimenti (mm)		
		A	B	C	Somma	Media parziale	Totale
20	0	22.05	22.03	21.1			
50	0	21.7	21.63	20.05			
	2	21.51	21.46	19.73	0.68	0.23	0.23
	4	21.48	21.45	19.67	0.1	0.03	0.26
150	0	20.2	18.45	16.6	7.35	2.45	2.71
	2	19.54	18.4	16.05	1.26	0.42	3.13
	4	19.4	18.35	15.94	0.3	0.10	3.23
	6	19.23	18.2	15.8	0.46	0.15	3.38
250	0	16.86	16.15	13.85	6.37	2.12	5.51
	2	16.12	15.27	13.27	2.2	0.73	6.24
	4	15.88	14.98	13	0.8	0.27	6.51
	6	15.78	14.86	12.89	0.33	0.11	6.62
350	0	14.5	12.85	11.05	5.13	1.71	8.33
	2	14.17	12.7	9.89	1.64	0.55	8.87
	4	13.8	12.35	9.57	1.04	0.35	9.22
	6	13.6	12.14	9.4	0.58	0.19	9.41
450	0	11.8	10.05	7.75	5.54	1.85	11.26
	2	9.9	8.4	5.35	5.95	1.98	13.24
	4	9.35	7.85	4.85	1.6	0.53	13.78
	6	9.33	7.7	4.8	0.22	0.07	13.85
50	0	10.08	8.83	5.81	-2.89	-0.96	12.89
	2	10.07	8.82	5.81	0.02	0.01	12.89
150	0	10	8.63	5.7	0.37	0.12	13.02
	2	9.97	8.59	5.68	0.09	0.03	13.05
	4	9.95	8.57	5.66	0.06	0.02	13.07
250	0	9.72	8.31	5.34	0.81	0.27	13.34
	2	9.66	8.25	5.28	0.18	0.06	13.40
	4	9.66	8.23	5.27	0.03	0.01	13.41
350	0	9.4	7.95	4.95	0.86	0.29	13.69
	2	9.28	7.84	4.87	0.31	0.10	13.80

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (mm)	Me (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )
50	0.23	-	-
150	3.13	10281	6056
250	6.62	8561	5043
350	9.41	10673	6287
450	13.24	7794	4591
50	12.89	-	-
150	13.07	172212	101433
250	13.41	87794	51711
350	13.80	76538	45081



**Coefficiente di Winkler**

cedimento  $\Delta S_c = 0.01$

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (mm)
50	0.217
150	3.120
250	6.607
350	9.403
450	13.233



carico  $q_y = 150$

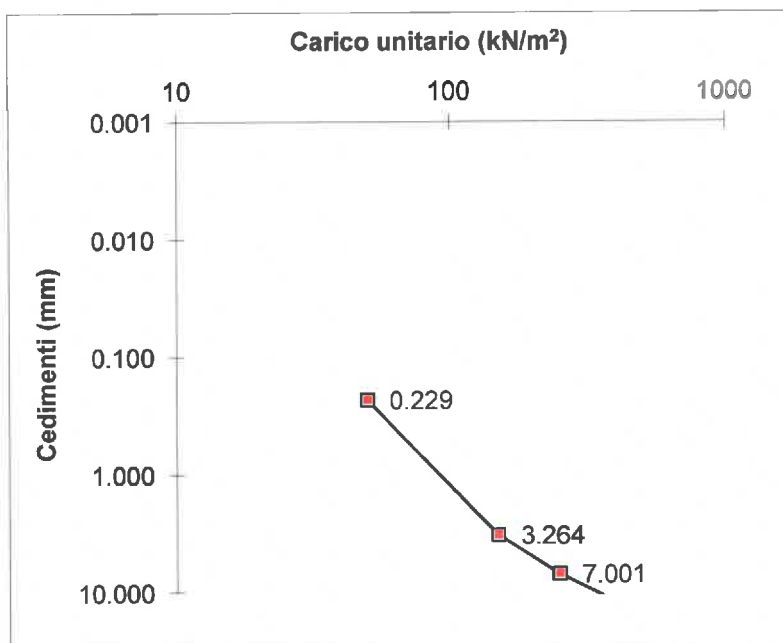
$q_{0,5y} = 75$

$S_{0,5y} = 0.6$

$S_c = 0.00059$

$k_s = 127119$

Carico ( $\text{kN/m}^2$ )	Ced.totali (m)	$k_s$ ( $\text{kN/m}^3$ )
50	0.00026	-
150	0.00338	32017
250	0.00662	30928
350	0.00941	35757
450	0.01385	22539



## PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° 3

COMMITTENTE: Immobiliareuropea SpA

SITO: Monza - via Bettola

DATA: 12-giu-15

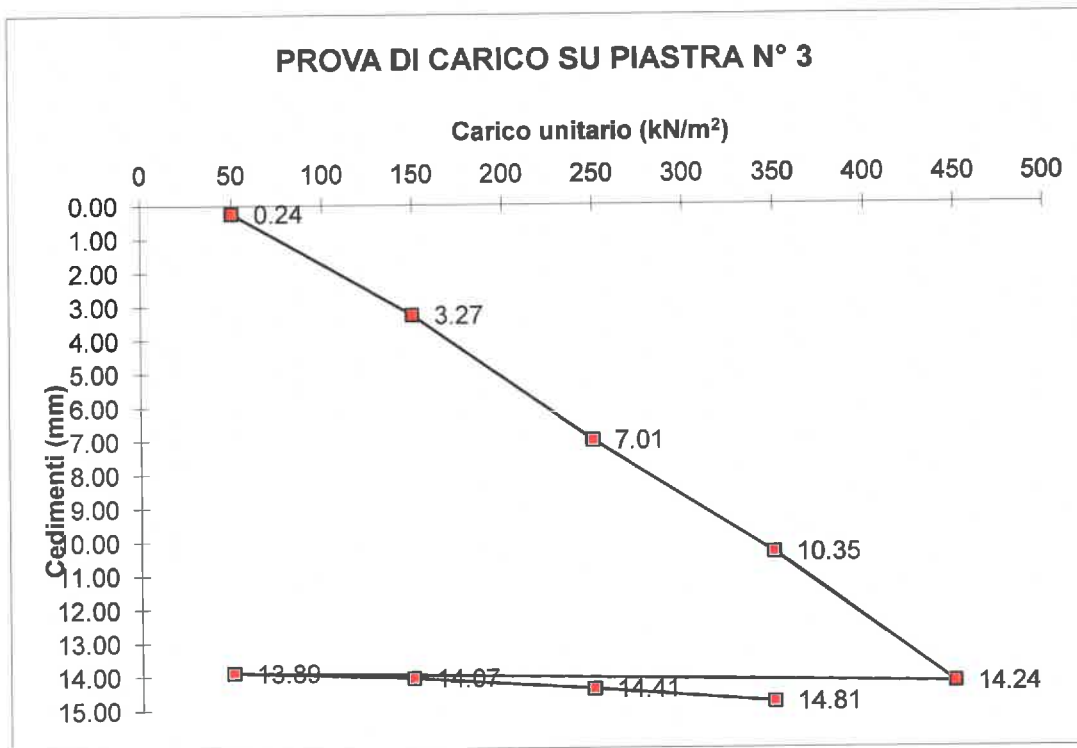
RIFERIMENTO: NORMA SVIZZERA SNV 670317

QUOTA: piano campagna

DIAMETRO PIASTRA: 298.5 mm

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Tempi (min)	Lettura comparatori (mm)			Cedimenti (mm)		
		A	B	C	Somma	Media parziale	Totale
20	0	24.9	22.63	19.49			
50	0	24.48	22.23	18.44			
	2	24.252	22.06	18.12	0.718	0.24	0.24
	4	24.216	22.05	18.06	0.106	0.04	0.27
150	0	22.68	19.05	14.99	7.606	2.54	2.81
	2	21.888	19	14.44	1.392	0.46	3.27
	4	21.72	18.95	14.33	0.328	0.11	3.38
	6	21.516	18.8	14.19	0.494	0.16	3.55
250	0	18.672	16.75	12.24	6.844	2.28	5.83
	2	17.784	15.87	11.66	2.348	0.78	6.61
	4	17.496	15.58	11.39	0.848	0.28	6.89
	6	17.376	15.46	11.28	0.35	0.12	7.01
350	0	15.84	13.45	9.44	5.386	1.80	8.81
	2	15.444	13.8	8.28	1.206	0.40	9.21
	4	13.125	13.45	7.96	2.989	1.00	10.21
	6	12.915	13.24	7.94	0.44	0.15	10.35
450	0	11.025	11.15	6.29	5.63	1.88	12.23
	2	9.03	9.5	3.89	6.045	2.02	14.24
	4	8.4525	8.95	3.39	1.6275	0.54	14.79
	6	8.4315	8.8	3.34	0.221	0.07	14.86
50	0	9.219	9.93	4.35	-2.9275	-0.98	13.88
	2	9.2085	9.92	4.35	0.0205	0.01	13.89
150	0	9.135	9.73	4.24	0.3735	0.12	14.02
	2	9.1035	9.69	4.22	0.0915	0.03	14.05
	4	9.0825	9.67	4.2	0.061	0.02	14.07
250	0	8.841	9.41	3.88	0.8215	0.27	14.34
	2	8.778	9.35	3.82	0.183	0.06	14.40
	4	8.778	9.33	3.81	0.03	0.01	14.41
350	0	8.505	9.05	3.49	0.873	0.29	14.70
	2	8.379	8.94	3.41	0.316	0.11	14.81

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (mm)	Me (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )
50	0.24	-	-
150	3.27	9836	5794
250	7.01	7987	4704
350	10.35	8936	5263
450	14.24	7670	4518
50	13.89	-	-
150	14.07	170247	100276
250	14.41	86564	50986
350	14.81	75315	44361



**Coefficiente di Winkler**

cedimento  $\Delta S_c = 0.01$

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (mm)
50	0.229
150	3.264
250	7.001
350	10.342
450	14.233

carico  $q_y = 150$

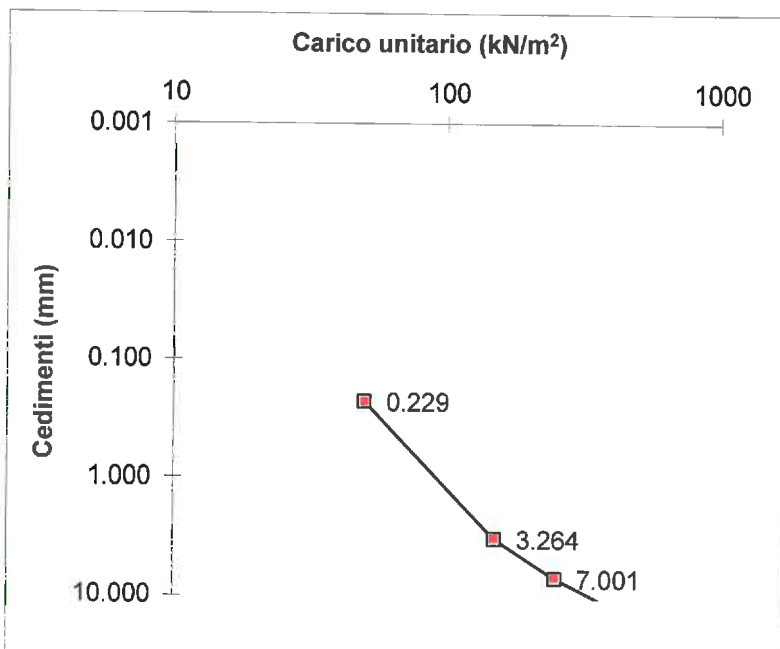
$q_{0,5y} = 75$

$S_{0,5y} = 0.6$

$S_c = 0.00059$

$k_s = 127119$

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Ced.totali (m)	ks (kN/m <sup>3</sup> )
50	0.00027	-
150	0.00355	30550
250	0.00701	28874
350	0.01035	29937
450	0.01486	22184



# SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

# S

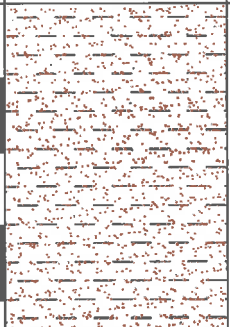
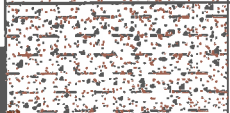
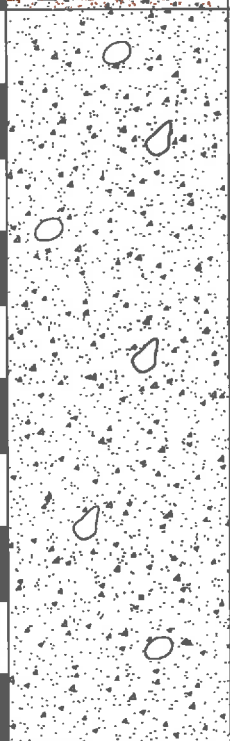
Committente: IMMOBILIAREUROPEA SpA S.r.l.

Località: MONZA - Via Bettola

Data: 11.06.2015

Diametro carotiere/rivestimento: 101/127 mm

Quota: 151.0 m s.l.m.

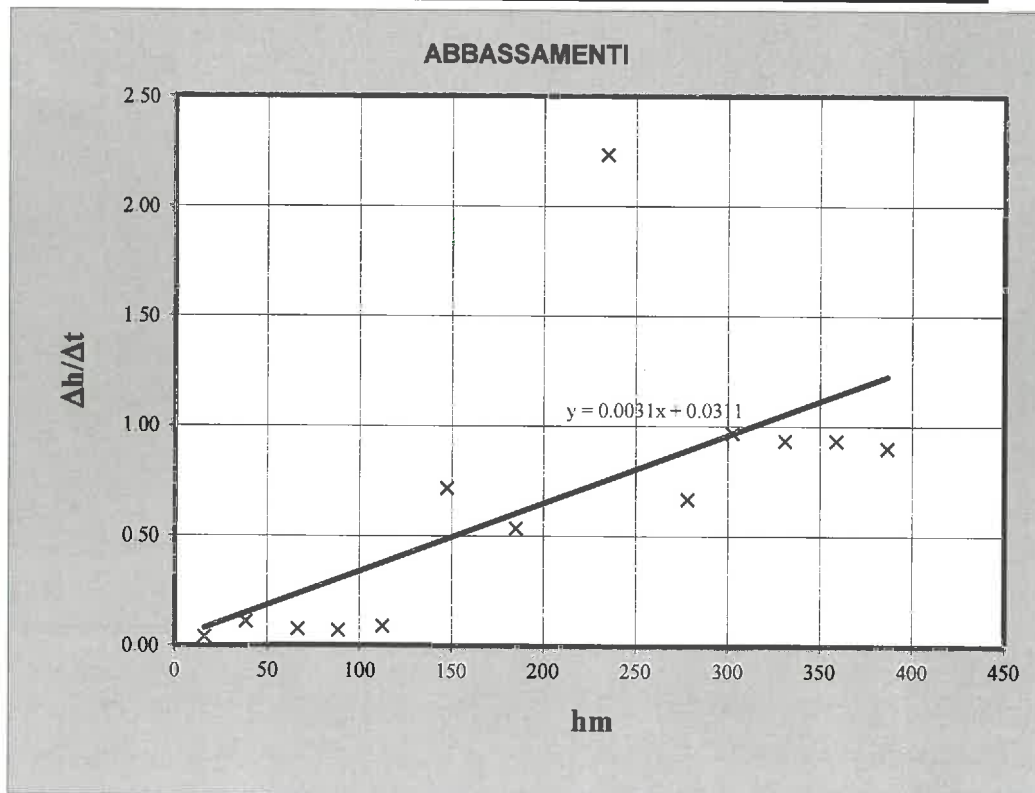
Profondità (m dal p.c.)	Stratigrafia	Descrizione litologica
0.5 1.0 1.5 2.0		terreno di coltura limoso sabbioso
2.5 3.0		sabbia debolmente limosa con ghiaia
3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0		sabbia e ghiaia con rari ciottoli

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

*Prova a carico variabile (terreno insaturo)*

Committente:	Immobiliareuropea Spa	Diametro foro interno:	13 cm
Località:	Monza - via Bettola	Altezza testa tubo (p.c.):	50 cm
Sondaggio:	S1	Livello falda Wi:	
Profondità:	3.50 m da p.c.	Altezza iniziale acqua:	400 cm
		Spessore investigato:	50 cm

Tempo (s)	Abbassamento (cm)	Altezza acqua Wf (cm)	$\Delta t$ (s)	$\Delta h$ (cm)	hm (cm)	$\Delta h/\Delta t$ (cm/s)	T (s) <sup>-1</sup>
0	0	400					
30	27	373	30	27.0	386.5	0.900	0.00233
60	55	345	30	28.0	359.0	0.933	0.00260
90	83	317	30	28.0	331.0	0.933	0.00282
120	112	288	30	29.0	302.5	0.967	0.00320
150	132	268	30	20.0	278.0	0.667	0.00240
180	199	201	30	67.0	234.5	2.233	0.00952
240	231	169	60	32.0	185.0	0.533	0.00288
300	274	126	60	43.0	147.5	0.717	0.00486
600	301	99	300	27.0	112.5	0.090	0.00080
900	322	78	300	21.0	88.5	0.070	0.00079
1200	345	55	300	23.0	66.5	0.077	0.00115
1500	378	22	300	33.0	38.5	0.110	0.00286
1800	390	10	300	12.0	16.0	0.040	0.00250



Area sezione A = 126.6 cm<sup>2</sup>  
 Fattore di forma F = 148.4 cm  
 Fattore di tempo T = 0.00298 s

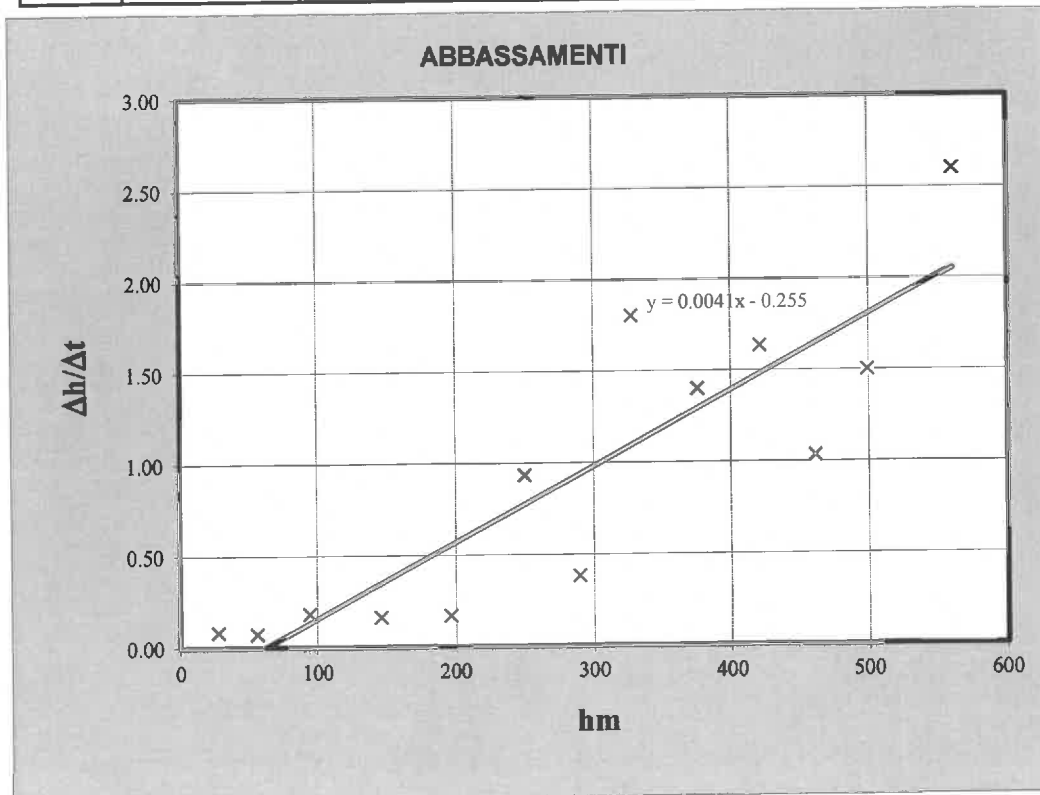
**Permeabilità K = 2.54E-03 cm/s**

## PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

*Prova a carico variabile (terreno insaturo)*

Committente:	Immobiliareuropea Spa	Diametro foro interno:	13 cm
Località:	Monza - via Bettola	Altezza testa tubo (p.c.):	50 cm
Sondaggio:	S1	Livello falda Wi:	
Profondità:	5.50 m da p.c.	Altezza iniziale acqua:	600 cm
		Spessore investigato:	50 cm

Tempo (s)	Abbassamento (cm)	Altezza acqua Wf (cm)	$\Delta t$ (s)	$\Delta h$ (cm)	hm (cm)	$\Delta h/\Delta t$ (cm/s)	T (s) <sup>-1</sup>
0	0	600					
30	78	522	30	78.0	561.0	2.600	0.00463
60	123	477	30	45.0	499.5	1.500	0.00300
90	154	446	30	31.0	461.5	1.033	0.00224
120	203	397	30	49.0	421.5	1.633	0.00388
150	245	355	30	42.0	376.0	1.400	0.00372
180	299	301	30	54.0	328.0	1.800	0.00549
240	322	278	60	23.0	289.5	0.383	0.00132
300	378	222	60	56.0	250.0	0.933	0.00373
600	429	171	300	51.0	196.5	0.170	0.00087
900	478	122	300	49.0	146.5	0.163	0.00111
1200	533	67	300	55.0	94.5	0.183	0.00194
1500	555	45	300	22.0	56.0	0.073	0.00131
1800	580	10	300	25.0	27.5	0.083	0.00303



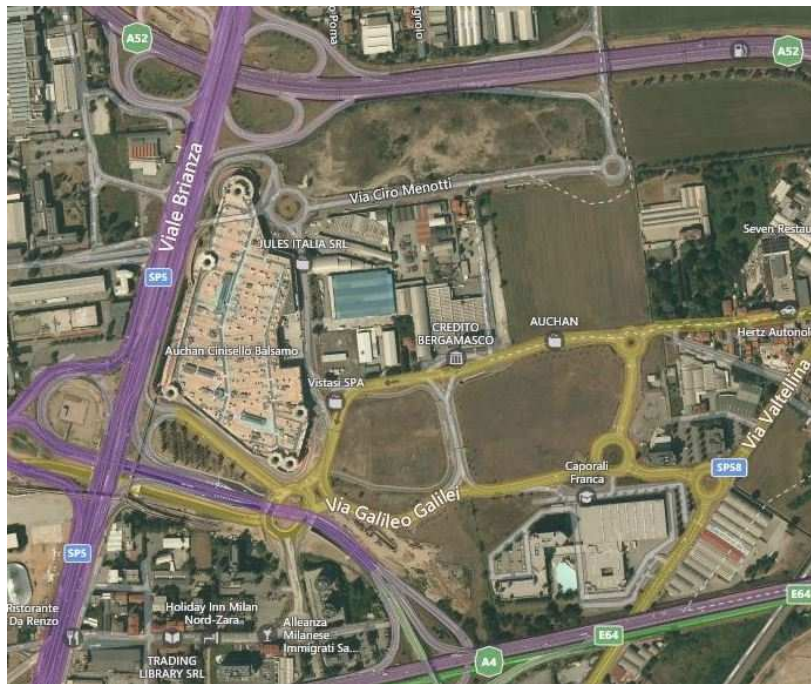
Area sezione A = 126.6 cm<sup>2</sup>  
 Fattore di forma F = 148.4 cm  
 Fattore di tempo T = 0.00279 s

**Permeabilità K = 2.38E-03 cm/s**





## PATRIMONIO REAL ESTATE S.p.A.



*RELAZIONE GEOLOGICA R3 ai sensi della DGR IX/2616/2011*

- SULLA VARIANTE AL VIGENTE PII IN CONFORMITA' AL NUOVO PGT , CON:**
- RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO CENTRO COMMERCIALE ESISTENTE**
  - REALIZZAZIONE DEL NODO DI INTERSCAMBIO**
  - INTERVENTI DI COMPLETAMENTO A FUNZIONE DIREZIONALE**

*Monza, luglio 2017 – aggiornamento maggio 2018*

A cura di: Dott. Geol. R. Cortiana  
Dott. Geol. F. Valentini

**INDICE**

1.....PREMESSA	3
2.....INQUADRAMENTO URBANISTICO	6
3.....INQUADRAMENTI GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	7
4.....INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
5.....INQUADRAMENTO SISMICO	13
6.....INDAGINE SISMICA	20
7.....ANALISI RISCHIO SISMICO	25
8.....ESAME CARTOGRAFIA TEMATICA	27
9.....PROGETTO EDILIZIO	34
10....CONCLUSIONI	44

## 1 PREMESSA

La presente relazione geologica geomorfologia e idrogeologica è stata redatta su incarico della società Patrimonio Real Estate S.p.A., con sede in via Torino 2 a Milano.

Si tratta di un aggiornamento della relazione redatta dagli scriventi nel Maggio 2017 per la realizzazione delle opere di PII con particolare riguardo alle sottoelencate opere.

L'intervento comporterà la realizzazione delle seguenti opere:

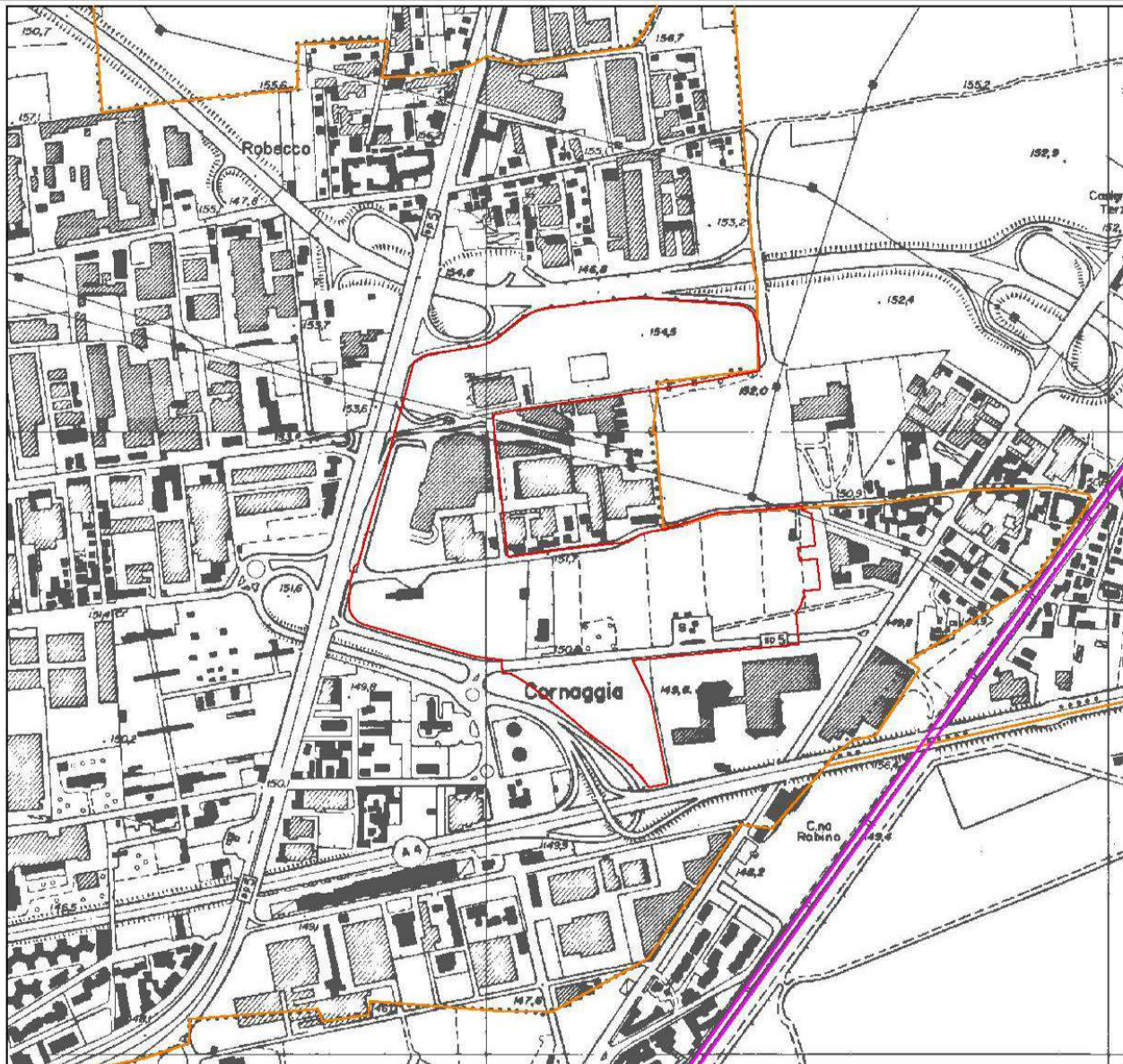
- la realizzazione di aree verdi private asservite ad uso pubblico a nord dei tre nuovi edifici a destinazione direzionale (che verranno realizzati nell'area più a nord) e nell'area ad est della nuova fermata MM1;
- verso il lato est del comparto (tra via Bettola, Via Biagi e Via Galilei), parcheggio di interscambio al terzo piano interrato (al servizio del nuovo terminal della MM1, ubicato presso tale area completato da strutture per la mobilità intermodale (stazione autobus, Bicistazione) e da attività culturali, ricreative, formative, di pubblico spettacolo, per servizi alla persona e ristorazione);
- opere propedeutiche MM, in particolare il corridoio di collegamento della stazione MM1 attualmente in costruzione e la futura stazione MM5 e il sottopasso di scavalco di via Enzo Biagi;
- la realizzazione di nuova viabilità pubblica e sottoservizi tecnologici;
- la realizzazione di nuove piste ciclabili interne al comparto;
- la realizzazione di una nuova passerella ciclopedonale che andrà a collegare la passerella già esistente al centro commerciale su Viale Brianza.

Le aree in oggetto sono situate all'interno del territorio comunale di Cinisello Balsamo, in particolare:

- nella porzione orientale del comune di Cinisello Balsamo (MI) al confine con il comune di Monza (MB) per quanto riguarda le aree verdi, piste ciclabili, la nuova viabilità, il parcheggio di interscambio, le opere propedeutiche alla nuova stazione MM e la passerella ciclopedonale interne all'area di PII
- nella porzione centrale del comune di Cinisello Balsamo (MI) per quanto riguarda la nuova pista ciclabile, opera esterna al comparto.

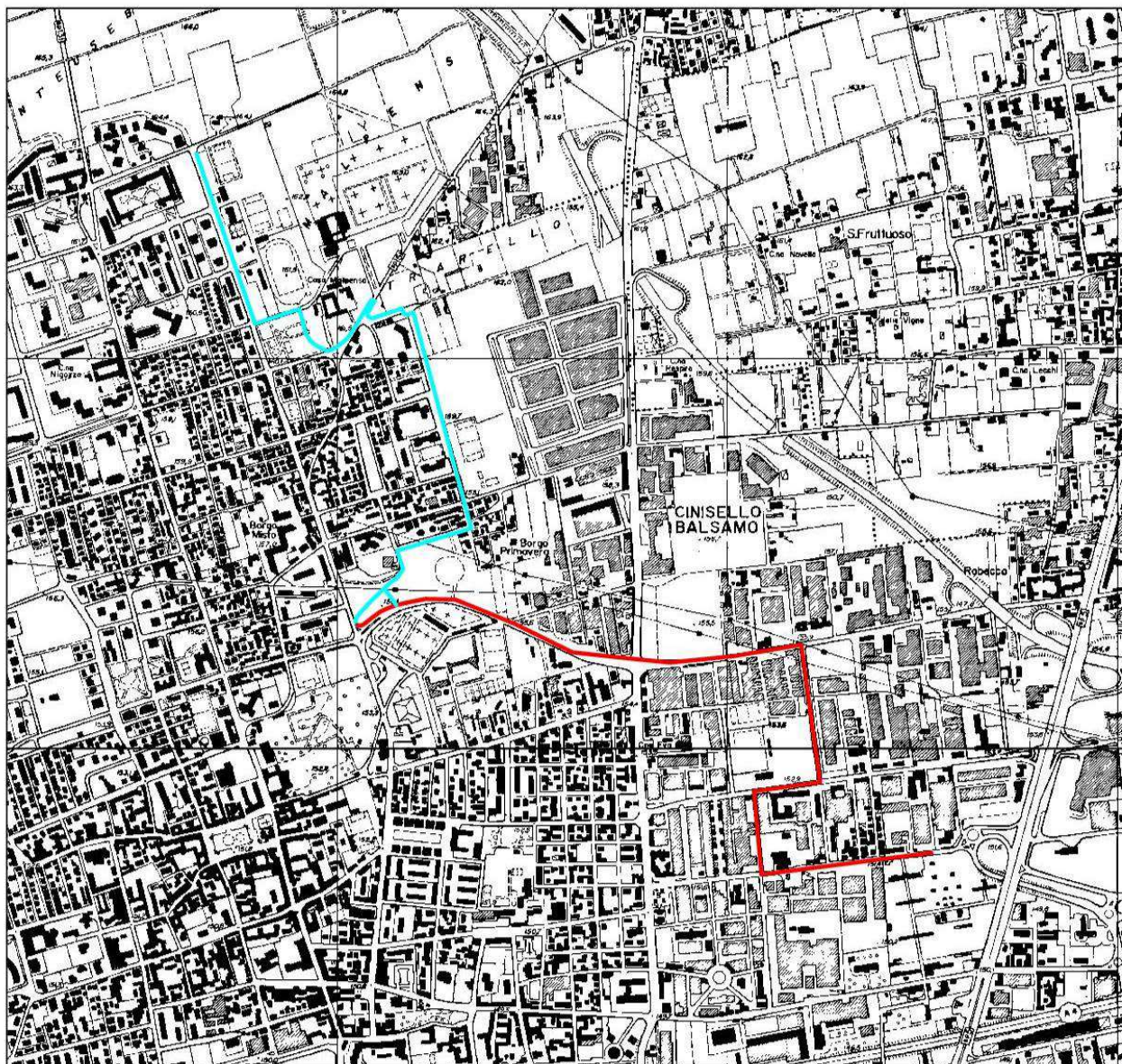
La zona del centro commerciale Auchan è delimitata da importanti assi viari dell'hinterland di Milano: il confine N è segnato dalla Tangenziale Nord (A52), il confine S dall'autostrada A4 Torino – Venezia, a O si trova la S.P. 5 (Viale Brianza) e ad E la SP 58 (Viale Valtellina).

L'area interessata dalla variante del P.I.I. si estende per un totale di 275.255 m<sup>2</sup> ed assume una forma a "C" incuneandosi in una appendice del territorio comunale di Monza (si veda figura sotto riportata).



Corografia aree d'intervento - Stralcio Carta Tecnica Regionale, quadro B5c5 e B6c1

La pista ciclopedonale di nuovo progetto si svilupperà lungo le seguenti vie: via Pelizza da Volpedo, via Gerolamo Induno, via dei Lavoratori, via Giacomo Brodolini, via M. De Vizzi, via Copernico fino all'incrocio con via Umberto Giordano.



*Corografia area pista ciclabile: in rosso ciclabile in progetto, in azzurro ciclabile esistente da riqualificare  
Stralcio Carta Tecnica Regionale, quadro B5c5 e B6c1*

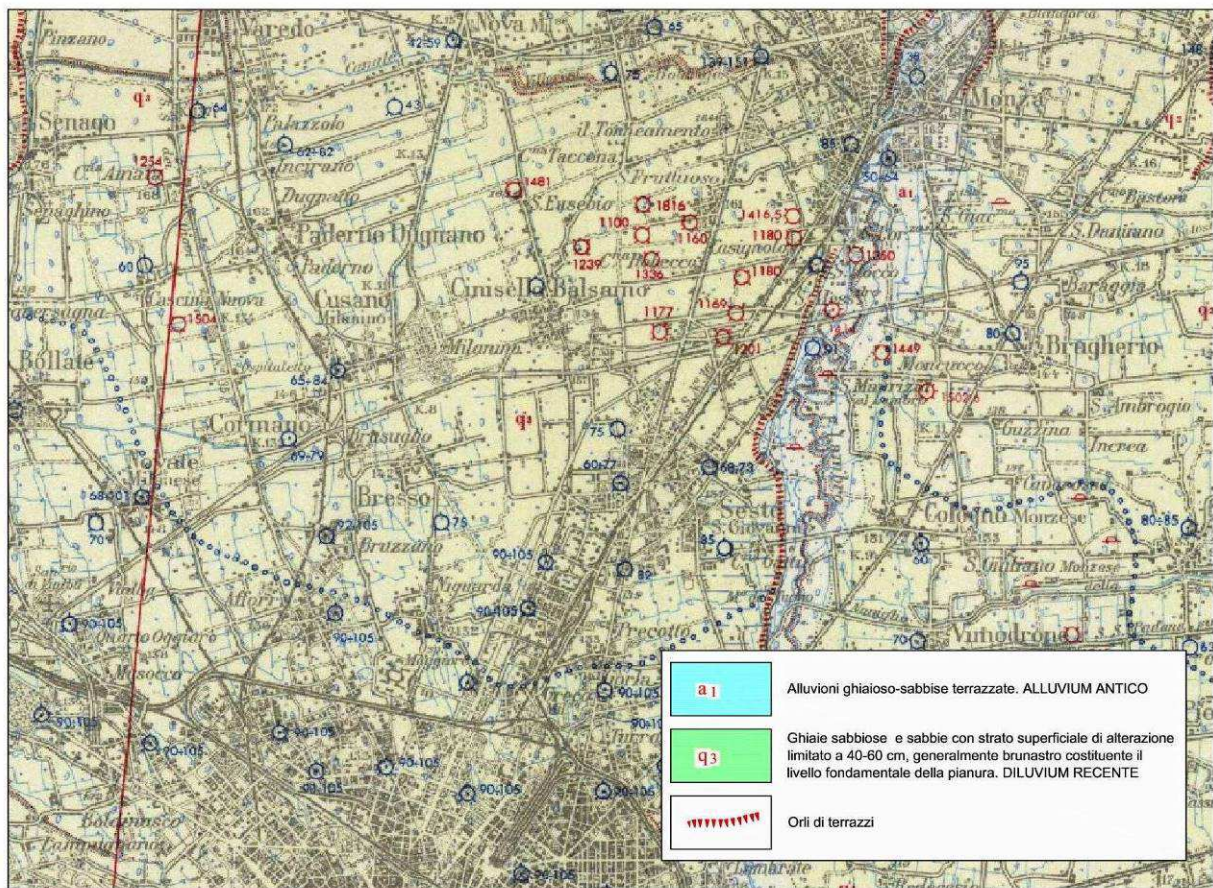
Scopo della presente relazione è verificare la fattibilità, per quanto attiene le problematiche geologico-tecniche, idrogeologiche e sismiche per l'area in oggetto: si tratta in sostanza di verificare, con maggiore puntualità rispetto alle indicazioni generali dettate dallo studio geologico a supporto del P.G.T. vigente, ed in ottemperanza delle prescrizioni dettate dalla perizia stessa, la fattibilità dell'intervento in oggetto.



### 3 INQUADRAMENTI GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico questa zona è definibile come appartenente alla media Pianura Padana, nella quale i principali processi morfogenetici agenti nel passato sono legati a fenomeni fluvioglaciali e fluviali che si sono susseguiti dal Quaternario ad oggi. L'assetto geologico-geomorfologico osservabile nell'area lombarda è il risultato del susseguirsi di cicli di erosione e di deposito corrispondenti ad un'alternanza di fasi glaciali (Mindel, Riss e Würm) ed interglaciali che hanno dato origine ad una tipica morfologia a cordoni morenici (visibili nella zona dell'alta pianura lombarda) e a terrazzi (visibili nella media e bassa pianura lombarda).

Dal punto di vista litologico questi depositi sono costituiti prevalentemente da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi a matrice limosa spesso subordinata; a questi s'intercalano orizzonti argillosi e limoso-argillosi. Localmente si osserva la presenza di cavità note come "occhi pollini" (tipiche dei depositi fluvioglaciali rissiani) oppure di livelli conglomeratici, più o meno cementati, noti come "ceppo", aventi talvolta spessori anche notevoli (tipici della valle del Lambro, dove i depositi soprastanti sono stati scavati in profondità).

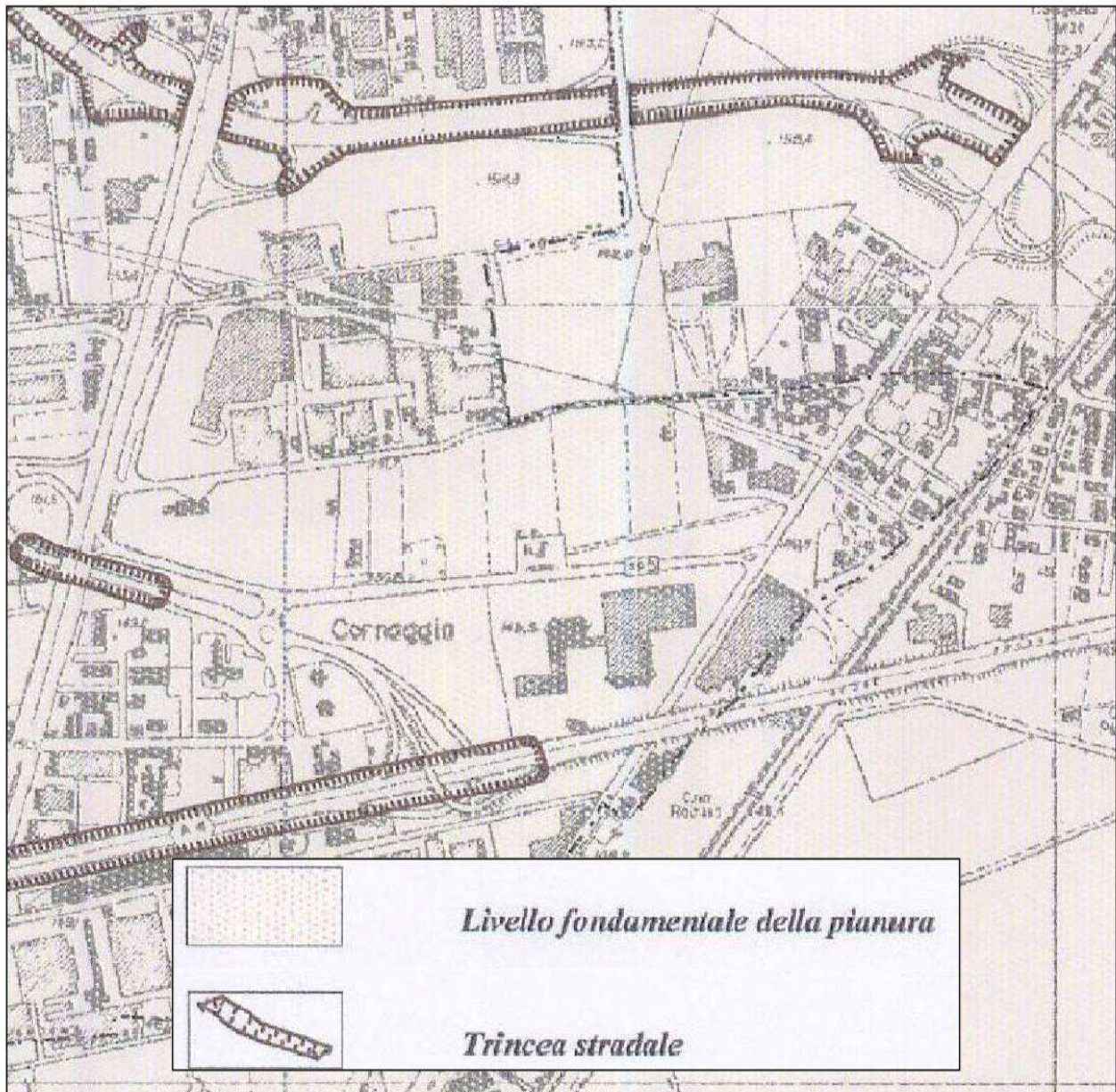


**Estratto Carta Geologica d'Italia (Foglio 45 - Milano)**

Come si osserva dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 45 – Milano), l'area in esame è caratterizzata dalla presenza in superficie di sedimenti fluvioglaciali riferibili alla alluvione fluvioglaciale più recente, quella del cosiddetto DILUVIUM RECENTE (fluvioglaciale Würm).

Si tratta di depositi alluvionali derivanti dagli scaricatori glaciali, connessi con l'ultima fase glaciale quaternaria, quindi con clasti poligenici, arrotondati, eteromorfi. Litologicamente si trovano in superficie, al di sotto del primo strato di terreno agrario o di riporto, terreni in genere limosi e sabbiosi, caratterizzati dalla presenza a volte frequente di strati o lenti di materiale più grossolano (ghiaia o sabbia grossolana).

Le aree in esame sono situate al confine tra Cinisello Balsamo e Monza, a quote topografiche comprese tra circa 152.8 m s.l.m. e 149.9 m s.l.m..



*Estratta da Carta Geomorfologica allegata al PGT del comune di Cinisello Balsamo*



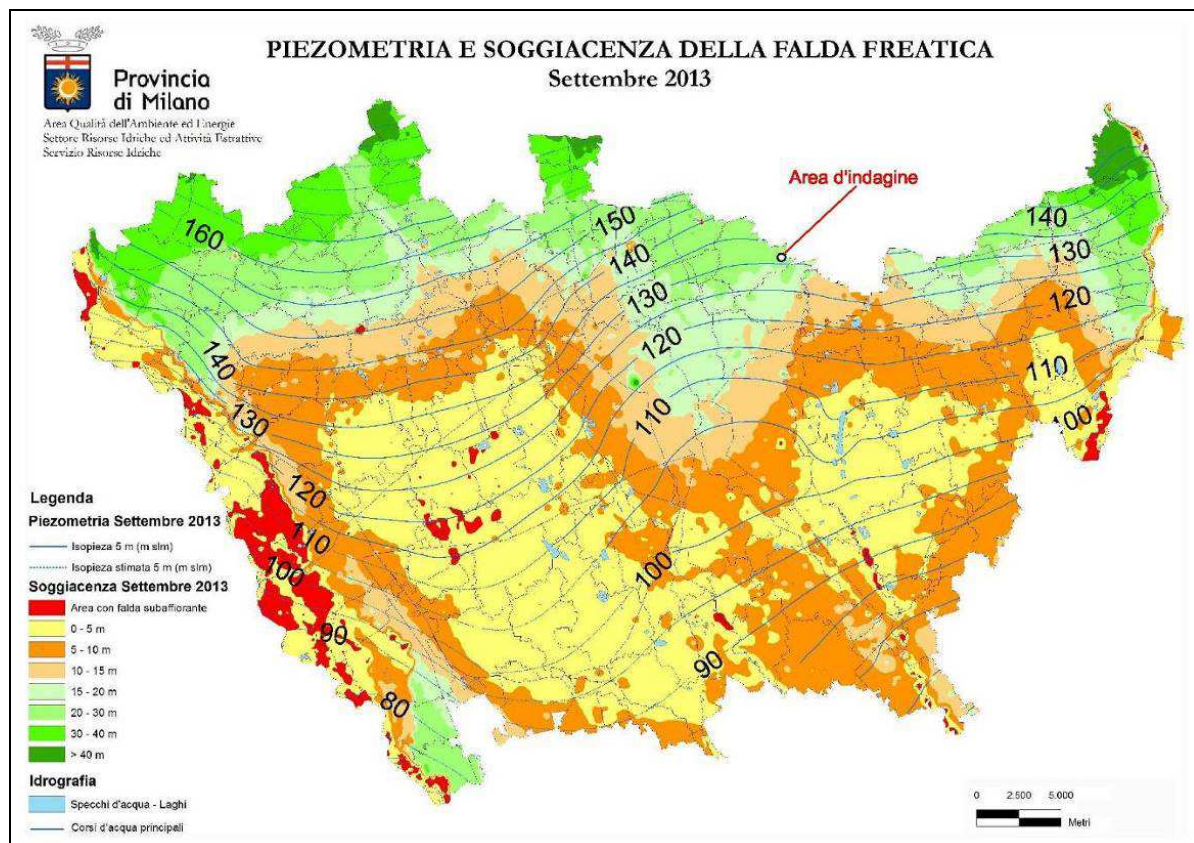
## 4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico nei primi metri di profondità si distingue, nel territorio milanese, una litozona ghiaioso-sabbiosa avente uno spessore di alcune decine di metri suddivisa in una parte più superficiale (riferibile ai depositi fluvioglaciali più recenti) ed in una più profonda che sono separate da uno spessore di 5 metri circa di depositi limosi. Nella parte superiore della litozona ghiaioso-sabbiosa si ha la presenza di una falda libera mentre nella parte inferiore vi è una falda semiconfinata.

Questo tipo di depositi è caratterizzato da una permeabilità piuttosto elevata che consente una continua ricarica della falda sia da parte delle acque di precipitazione meteorica sia da parte delle acque di infiltrazione dei corsi d'acqua superficiali o dei canali artificiali.

La permeabilità di questi depositi è compresa entro un range di variazione che va da  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  m/sec con portata specifica ( $Q_s$ ) generalmente compresa tra 15 e 20 l/sec/m.

Entro questo tipo di depositi è contenuto il cosiddetto Acquifero Tradizionale (la prima falda) che presenta una direzione di flusso prevalente, nell'area milanese, NNW-SSE con un gradiente idraulico pari allo 0.3 %; tuttavia, in prossimità della città di Milano, il forte emungimento dei pozzi del capoluogo (13 m<sup>3</sup>/sec) determinano un'ampia depressione piezometrica che altera in maniera significativa l'andamento delle linee isofreatiche.



Carta della Piezometria e della Soggiacenza della Falda Freatica elaborata dal SIF

I dati riferiti alla profondità della superficie piezometrica nell'area milanese provengono dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano e dal Consorzio per l'Acqua Potabile.

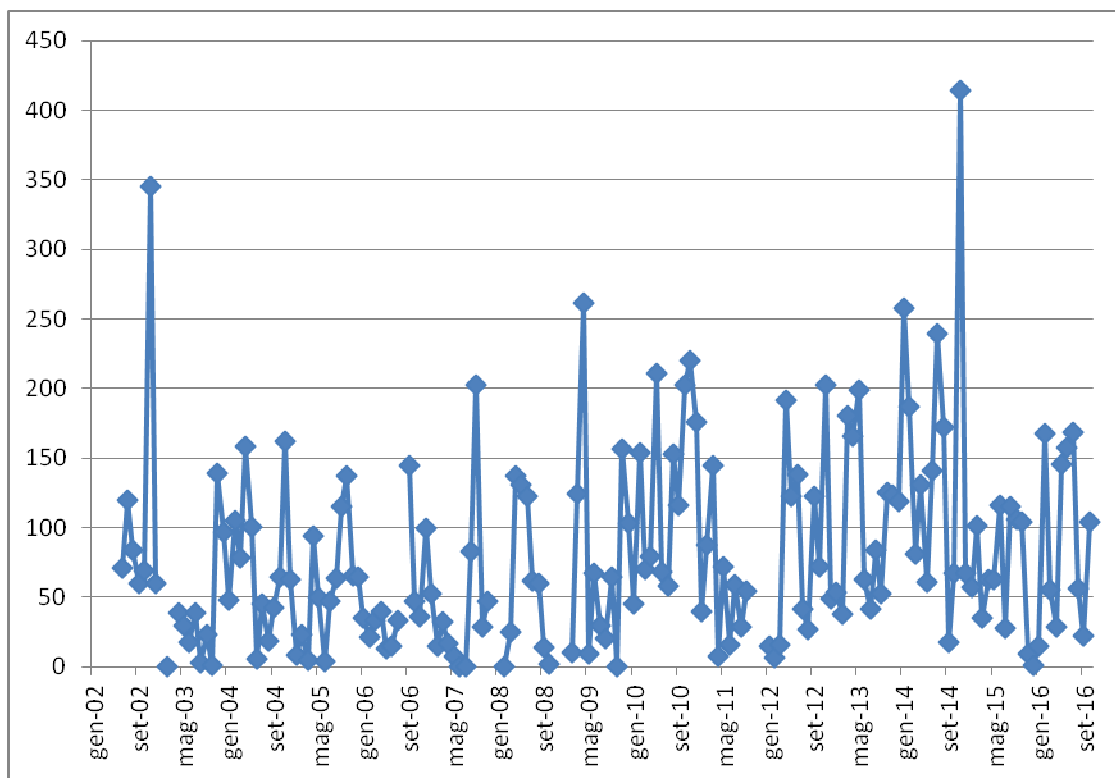
Questi dati indicano come nel corso del tempo il livello della superficie piezometrica nel territorio di Milano non si sia mantenuto costante ma abbia subito frequenti oscillazioni; negli anni '50, a causa di un sovrasfruttamento della falda determinato dallo sviluppo industriale, si è avuto un rapido abbassamento della superficie piezometrica che è proseguito fino al 1976; in seguito, fino al 1981 si è avuto un sollevamento (fino a 15 metri nell'area Nord-Est di Milano) ed ancora, dal 1981 al 1993, un nuovo abbassamento della quota piezometrica fino quasi ai valori degli anni '70.

Dal 1993 si è nuovamente avuto un sensibile innalzamento della superficie piezometrica determinato in parte dall'abbandono dei prelievi dalla prima falda (ormai inquinata) e in parte dalla dismissione di numerose

attività industriali; tale innalzamento ha raggiunto il suo apice nei primi mesi del 1996, raggiungendo valori di 10 metri nella zona Nord-Orientale; dal 1996 si è assistito dapprima ad una stabilizzazione della quota della superficie freatica e, successivamente, ad un suo blando abbassamento verso la fine degli anni '90. A partire dal 2000 la superficie freatica si è mantenuta pressoché costante, pur in presenza delle sue oscillazioni stagionali (in questa zona mediamente comprese tra 1.5 e 2.5 m); questa situazione è perdurata fino al 2008/2009 a partire da quando si è registrato un nuovo blando innalzamento.

Dai dati più recenti reperiti presso il Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano si evince che in quest'area del territorio comunale di Cinisello Balsamo le linee isopiezometriche (linea di eguale quota della superficie freatica sul livello del mare) relative alla falda freatica hanno una quota media compresa tra 128.0 e 130.0 m s.l.m..

Le osservazioni degli ultimi anni risentono delle eccezionali precipitazioni che hanno caratterizzato le annate 2013 e 2014 (rispettivamente 1246 e 1837 mm annui di precipitazioni rilevati alla stazione pluviometrica di Cinisello Balsamo – Parco Nord, a fronte di un valore di precipitazione annua generalmente inferiore ai 1.000 mm negli ultimi 10 anni) e pertanto si ritiene che il trend di innalzamento della quota della superficie freatica sia da mettere in relazione con questo fenomeno.



*Precipitazioni registrate (in mm) alla stazione di Cinisello B.mo – Parco Nord (2002-2015)*

Il netto innalzamento della superficie freatica che ha caratterizzato gli anni '90 è stato causato dal fenomeno della dismissione di massa delle attività produttive; non si ritiene che un fenomeno di analoga portata possa verificarsi nel futuro e pertanto un incremento così sensibile della quota assoluta della falda è, ad oggi, da escludersi.

Le letture effettuate presso i piezometri installati nell'area oggetto di studio indicano che le oscillazioni della falda freatica nel periodo di osservazione (Giugno 2015 – Giugno 2016) sono dell'ordine di circa 2.5 m.

In particolare si osserva un trend di maggiore depressione della falda freatica, con un trend regolare, da Giugno 2015 a Giugno 2016; ovvero la quota assoluta della superficie freatica è passata nell'arco di un anno di misurazioni da circa 135 m s.l.m. a 132.7 m s.l.m.

Come riportato nella Carta dei Vincoli e di Sintesi allegata al PGT del Comune di Cinisello Balsamo, nell'immediata vicinanza dell'area oggetto di studio sono presenti due pozzi per l'approvvigionamento potabile (codici pozzo: 0150770022 e 0150770023).

Di seguito si riportano i livelli di soggiacenza e piezometria più recenti rilevati per entrambi i pozzi, così come riportati nel Sistema Informativo Ambientale della Città Metropolitana di Milano.

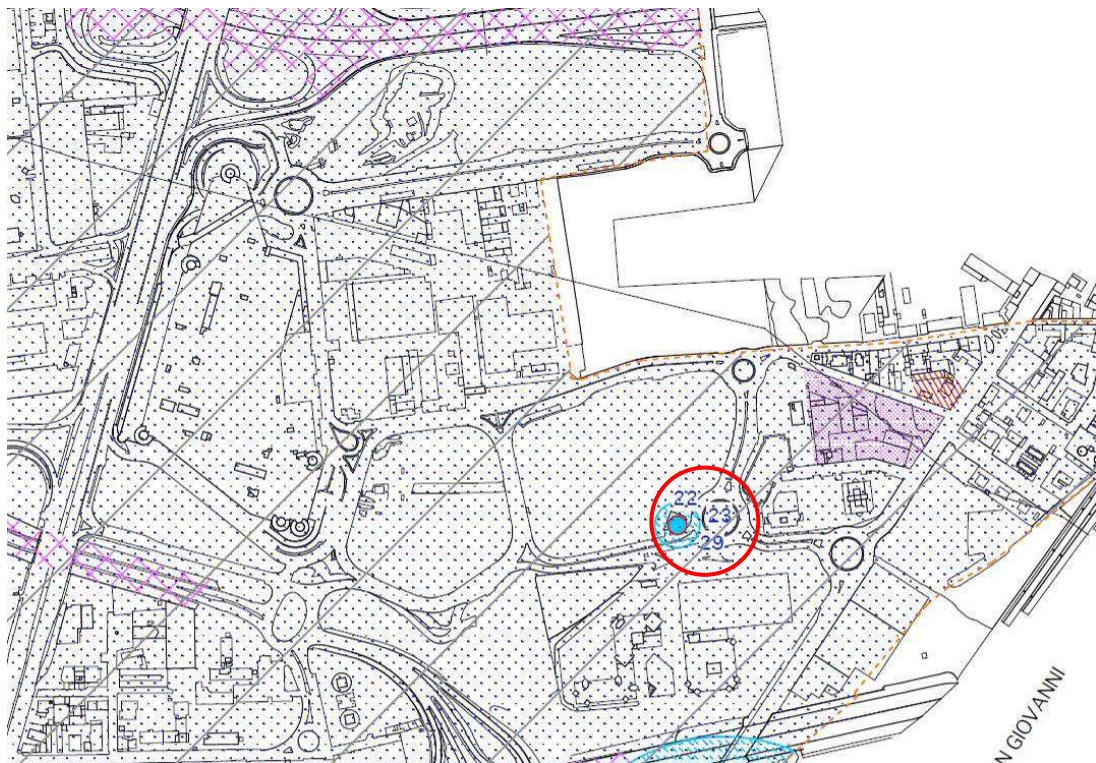
### Pozzo 0150770022

Data misura	Soggiacenza (m)	Piezometria (mslm)
01/03/2014	19,37	131,3
01/12/2013	20,67	130
01/09/2013	20,63	130,04
01/06/2013	21,46	129,21
01/03/2013	22,32	128,35
01/09/2012	21,68	128,99
01/06/2012	22,2	128,47
01/03/2012	21,28	129,39
01/09/2011	20,36	130,31
01/06/2011	20,38	130,29
01/03/2011	20,73	129,94
01/12/2010	22,11	128,56
01/09/2010	24,21	126,46
01/06/2010	25,2	125,47
01/03/2010	26,16	124,51

### Pozzo 0150770023

Data misura	Soggiacenza (m)	Piezometria (mslm)
01/03/2014	19,38	131,29
01/02/2014	20,33	130,34
01/01/2014	20,36	130,31
01/12/2013	20,69	129,98
01/11/2013	20,24	130,43
01/10/2013	20,35	130,32
01/09/2013	20,83	129,84
01/07/2013	22	128,67
01/06/2013	21,92	128,75
01/05/2013	21,98	128,69
01/04/2013	22,26	128,41
01/03/2013	22,81	127,86
01/02/2013	22,32	128,35
01/01/2013	22,4	128,27
01/11/2012	22,18	128,49

01/10/2012	21,85	128,82
01/09/2012	22,34	128,33
01/08/2012	22,19	128,48
01/06/2012	22,2	128,47
01/04/2012	22,01	128,66
01/03/2012	21,89	128,78
01/02/2012	21,4	129,27
01/01/2012	21,1	129,57
01/11/2011	19,52	131,15
01/10/2011	20,18	130,49
01/09/2011	20,24	130,43
01/07/2011	20,8	129,87
01/06/2011	20,69	129,98
01/05/2011	21	129,67
01/04/2011	21,09	129,58
01/03/2011	20,41	130,26
01/02/2011	20,23	130,44
01/01/2011	21,22	129,45
01/12/2010	22,55	128,12
01/11/2010	22,82	127,85
01/10/2010	23,31	127,36
01/09/2010	23,3	127,37



**Estratta da Carta dei Vincoli e di Sintesi allegata al PGT del Comune di Cinisello  
con evidenziati i pozzi dell'acquedotto nr. 22 e 23**

## 5 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.

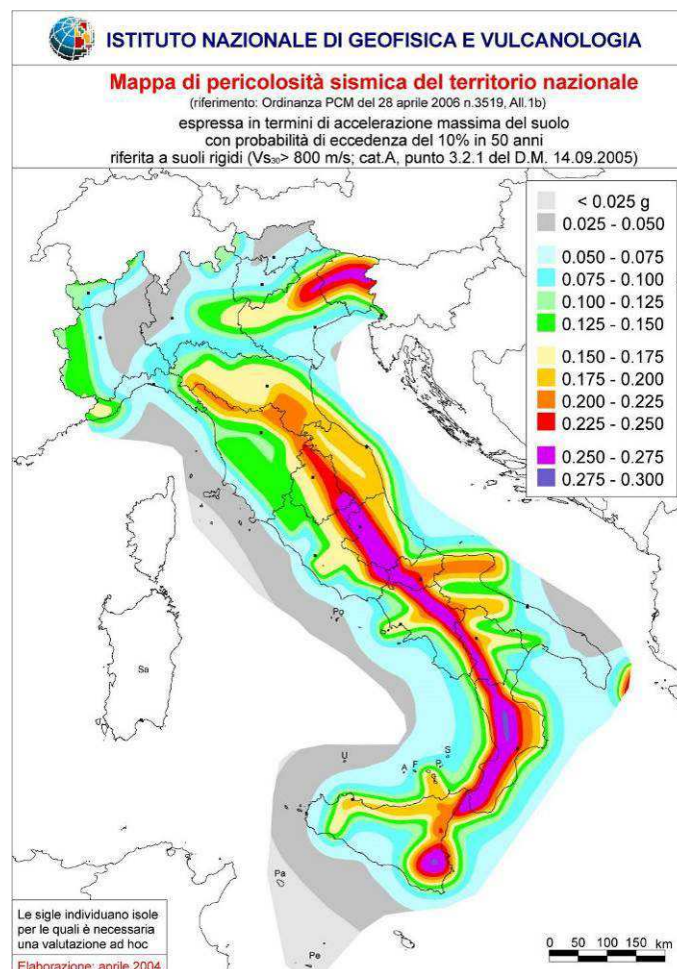
### 5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI CLASSIFICAZIONE SISMICA

#### 5.1.1 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:

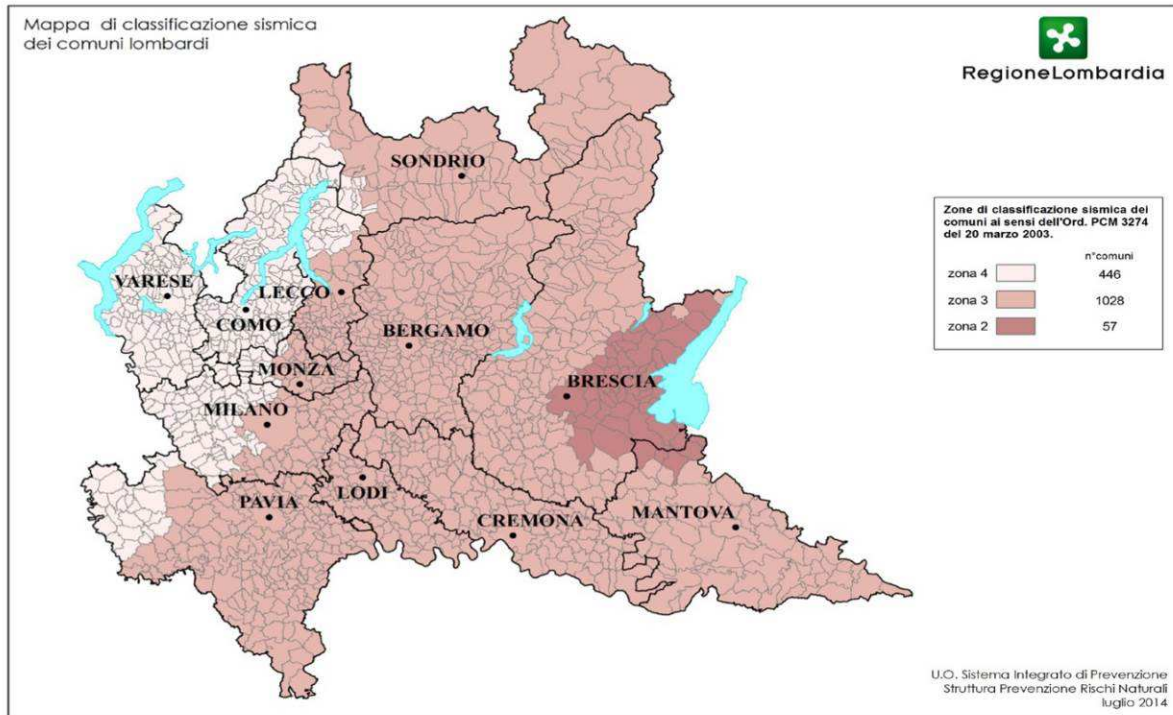
- ❖ Allegato 1A - *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- ❖ Allegato 1B - *Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.*

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).



### 5.1.2 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".



Secondo la nuova classificazione il comune di Cinisello Balsamo si trova in **zona 3** caratterizzata da una  $A_g$  pari a 0,052905.

## 5.2 RIFERIMENTI NORMATIVI PROGETTAZIONE

### 5.2.1 D.M. 17 Gennaio 2018

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S$  e  $(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

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

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_C$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_C$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A (pericolosità sismica) e B (tabella dei parametri che definiscono l'azione sismica) al Decreto del

Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

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, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_S$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_S$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di  $V_S$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

### D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003

La Regione Lombardia con D.G.R. n. 14964 del 7/11/03 prende atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata ordinanza 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono in zona 2, zona 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/03.

### D.G.R. n IX/2616 del 30 novembre 2011

Per l'analisi della pericolosità sismica dell'area in esame si è fatto riferimento all'Allegato 5 (*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio*)



	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Tale allegato illustra la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale che prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1° livello, riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL).

2° livello, caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima di risposta sismica nei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa)

3° livello, definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

*Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni.*

*riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL).*

*Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti*

*Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (a scala 1:10.000 e 1:2.000) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.). Perciò, salvo per quei casi in cui non siano disponibili informazioni geotecniche di alcun tipo, nell'ambito degli studi di 1° livello non sono necessarie nuove indagini geotecniche.*

*Lo studio consiste nella raccolta dei dati esistenti e nella redazione di un'apposita cartografia a scala 1:10.000 – 1:2.000 rappresentata dalla:*

- carta geologica con le relative sezioni, in cui viene rappresentato il modello geologico e tettonico dell'area, le formazioni, le discontinuità e i lineamenti tettonici in essa presenti;
- carta geomorfologica, in cui vengono distinte le varie forme e i processi (dinamica dei versanti, dinamica fluviale, etc.) in atto, quiescenti o relitti presenti nell'area in esame;

- carta della pericolosità sismica locale (PSL), derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle situazioni tipo Z1, Z2, Z4 e gli elementi lineari delle situazioni tipo Z3, Z5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (Tabella 1). In particolare per lo scenario Z3a si evidenzierà il ciglio della scarpata, per lo scenario Z3b la linea di cresta sommitale e per lo scenario Z5 il limite di contatto tra i litotipi individuati. Gli scenari Z1 e Z2 nell'analisi di 1° livello sono evidenziati sulla base del fenomeno prioritario che li caratterizza, quali fenomeni di instabilità e liquefazione e/o cedimenti: si sottolinea che le prescrizioni da assegnare a questi scenari in fase di pianificazione riguardano, oltre al fenomeno prioritario, anche i fenomeni di possibile amplificazione sismica che dovranno essere valutati in fase di progettazione sulla base degli interventi adottati per risolvere le problematiche prioritarie.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TABELLA 1 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

In riferimento alle diverse situazioni tipo, riportate nella suddetta tabella, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL) si effettua l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e conseguentemente dei successivi livelli di approfondimento necessari.

All'interno delle aree classificate come scenario Z1 o Z2 non è necessario realizzare l'analisi di 2° livello ma si passa immediatamente all'analisi di 3° livello.

All'interno delle aree classificate come scenario Z3 o Z4, si potrà realizzare (nei casi sotto riportati) l'analisi di 2° livello e, conseguentemente ai suoi risultati, si potrà realizzare (dove necessario) l'analisi di 3° livello in fase progettuale.

Lungo le aree classificate come scenario Z5 non è necessaria la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzione a cavallo dei due litotipi; in fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

Il secondo livello è obbligatorio in fase pianificatoria:

consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

*Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.*

*Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.*

*Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, come specificato al punto successivo.*

*Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.*

*Il terzo livello è obbligatorio in fase progettuale:*

*Consiste nella definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia, il cui utilizzo è dettagliato nell'allegato 5.*

*Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:*

- *quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);*
- *in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.*

## 6 INDAGINE SISMICA

### 6.1 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:

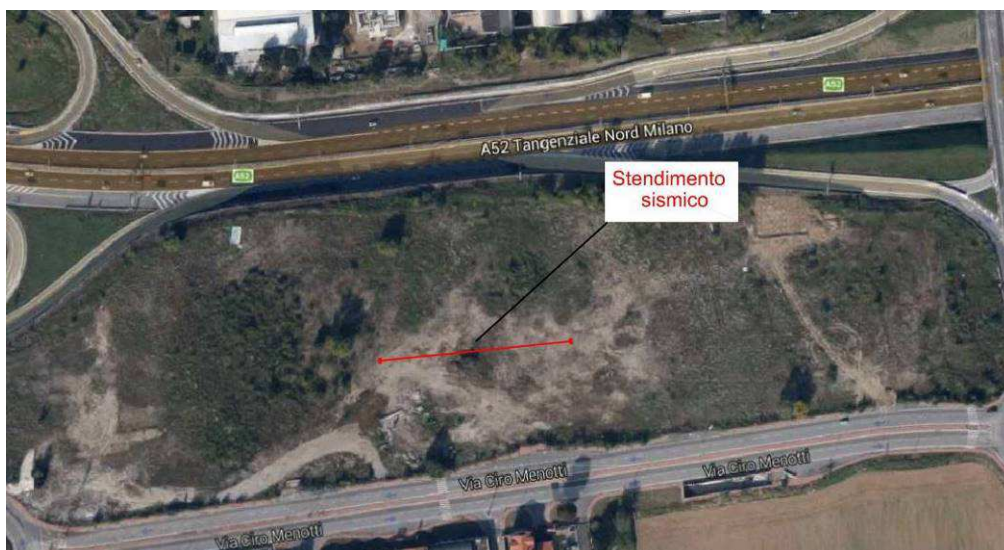
1. calcolo della curva di dispersione apparente sperimentale
2. calcolo della curva di dispersione apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

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.

### 6.2 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 24 geofoni con spaziatura pari a 2.0 m. Sono stati effettuati due stendimenti come di seguito esposto, in modo da caratterizzare il sito nel modo più completo possibile.

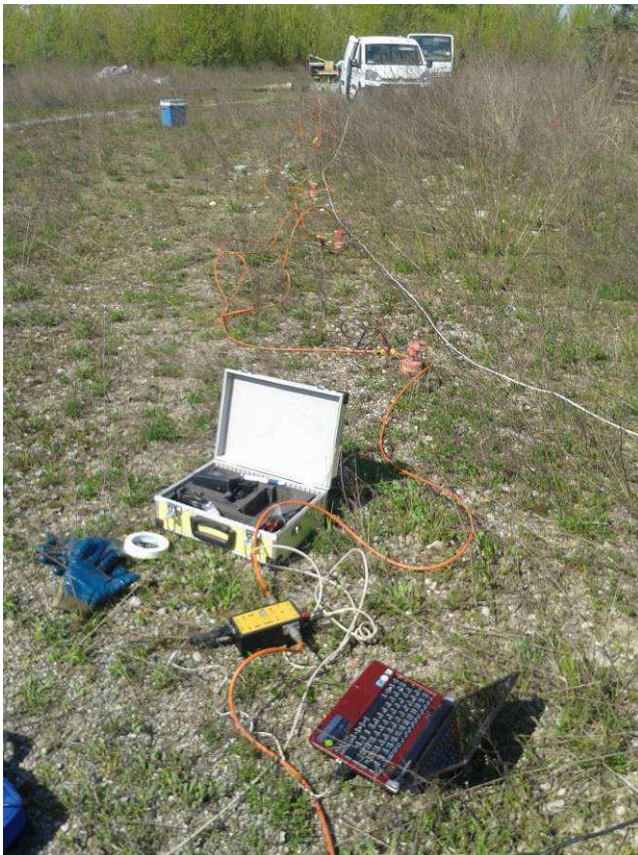
Sono stati utilizzati 24 geofoni da 4.5 Hz e un sismografo a 24 bit (EEG BR24) in modo da ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, mentre come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 6 kg battente su un piattello metallico. La sorgente è stata posta ad una distanza di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



Ubicazione stendimento sismico (lotto B)



Ubicazione stendimento sismico (lotto C-D)



Stendimento sismico (lotto B)



Stendimento sismico (lotto C-D)

## 6.3 Analisi dei risultati

### 6.3.1 Categoria di sottosuolo

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 ( $V_{s,30}$ ).

I valori del parametro  $V_{s,30}$ , necessario ai fini della caratterizzazione sismica del sito, sono quindi risultati:

$$\begin{array}{ll} V_{s,30} = 304 \text{ m/s} & \text{(lotto B)} \\ V_{s,30} = 329 \text{ m/s} & \text{(lotto C-D)} \end{array}$$

Il valore di  $V_{s,30}$  così ricavato consente di classificare l'area in esame nella *categoria di sottosuolo C*

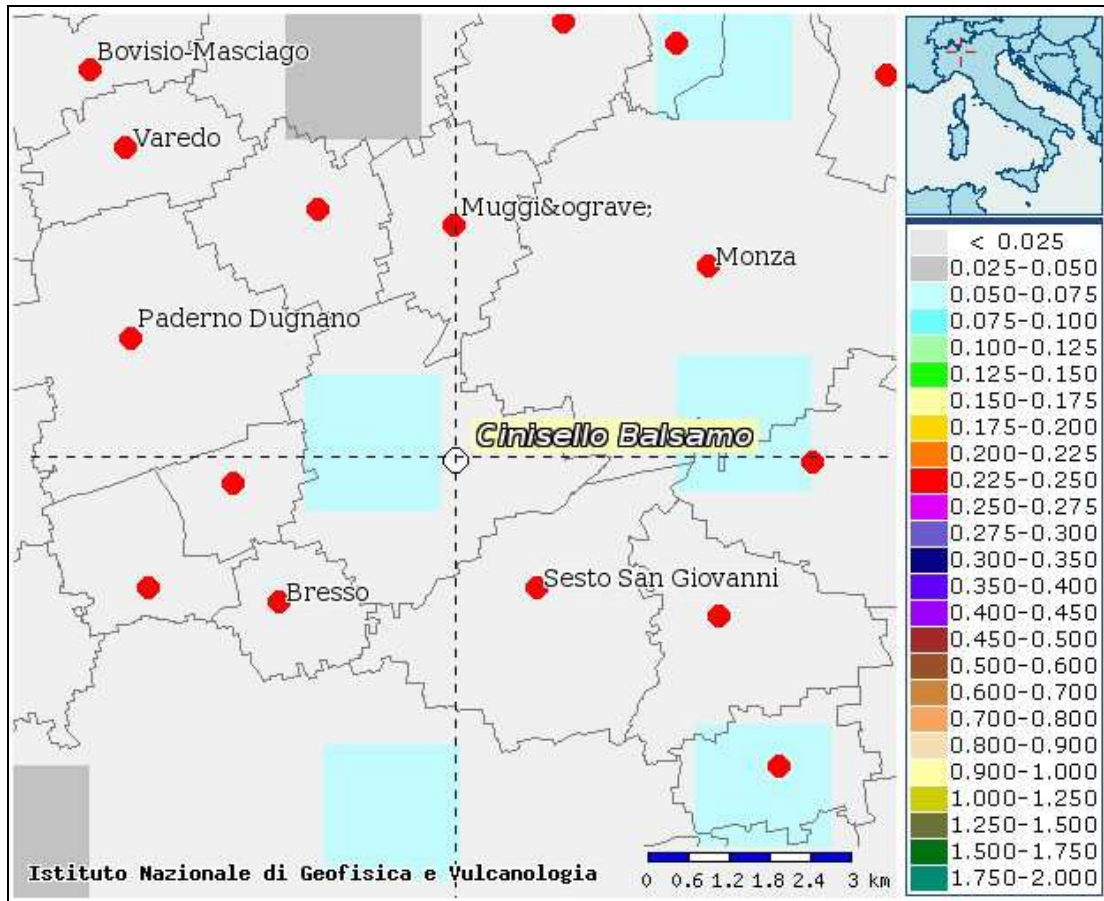
### 6.3.2 Categoria topografica

La morfologia sub-pianeggiante dell'area oggetto di studio, facendo riferimento alla tabella precedentemente riportata, l'inserisce nella categoria topografica T1.

### 6.3.3 Azione sismica

La pericolosità sismica di base dell'area di progetto viene espressa in funzione dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, come riportato nella figura seguente (tratta dalla pagina <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Si sottolinea che l'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in queste mappe è espressa come frazione dell'accelerazione di gravità ( $g$ ), nelle tabelle dell'allegato B invece essa non è espressa come frazione di  $g$ , pertanto, assumendo come valore di  $g$  una cifra pari a circa 10 (esattamente  $9.81 \text{ m/s}^2$ ) i valori di  $a_g$  riportati sulle mappe differiscono di circa 1 ordine di grandezza da quelli riportati nelle tabelle.



Le coordinate del centro del comune di Cinisello Balsamo (considerato il centro della mappa sopra-riportata) sono: latitudine = 45.558, longitudine = 9.226.

Di seguito si riportano le coordinate dei nodi di riferimento utilizzabili per la definizione dei valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) all'interno del territorio comunale di Cinisello Balsamo:

ID	Latitudine	Longitudine
11817	45.5592	9.2101
11818	45.5617	9.2814
12039	45.5092	9.2137
12040	45.5117	9.2848

Nel nodo 11817 (ubicato nel comune di Cinisello Balsamo) i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta, per i periodi di ritorno indicati, assumono i seguenti valori, così come riportato nelle tabelle dell'Allegato B:

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.188	2.56	0.16
50	0.239	2.54	0.19
72	0.278	2.56	0.20
101	0.314	2.57	0.22
140	0.349	2.60	0.23
201	0.386	2.62	0.25
475	0.502	2.64	0.28
975	0.605	2.68	0.30
2975	0.774	2.75	0.31

Nel nodo 11818 (ubicato tra Brugherio e Monza):

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.199	2.56	0.16
50	0.257	2.55	0.19
72	0.298	2.55	0.21
101	0.337	2.57	0.22
140	0.374	2.58	0.23
201	0.421	2.58	0.25
475	0.554	2.63	0.28
975	0.683	2.65	0.30
2975	0.886	2.71	0.31

Nel nodo 12039 (ubicato nel comune di Milano):

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.191	2.56	0.16
50	0.244	2.54	0.19
72	0.283	2.56	0.21
101	0.319	2.57	0.22
140	0.354	2.59	0.23
201	0.391	2.62	0.25
475	0.508	2.65	0.28
975	0.612	2.68	0.30
2975	0.779	2.75	0.31

Nel nodo 12040 (ubicato nel comune di Vimodrone):

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.203	2.55	0.18
50	0.261	2.55	0.20
72	0.302	2.55	0.21
101	0.341	2.57	0.22
140	0.378	2.59	0.23
201	0.426	2.58	0.26
475	0.557	2.63	0.28
975	0.685	2.65	0.30
2975	0.884	2.72	0.31

#### Amplificazione stratigrafica

Per il comune di Cinisello Balsamo, caratterizzato da sottosuolo di categoria C, si applicano le seguenti espressioni:

$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.50$$

$$C_c = 1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$$

#### Amplificazione topografica

Per il comune di Cinisello Balsamo, caratterizzato da topografia di categoria T1, si applica il seguente coefficiente di amplificazione topografica:

$$S_T = 1.0.$$





Il periodo T è stato calcolato utilizzando la seguente equazione:

$$T = 4 \cdot \sum hi / (\sum (Vs \cdot hi) / \sum hi)$$

dove

$V_s$       velocità delle onde S nello strato iesimo

$h_i$       spessore dello strato iesimo

Per l'area in esame è stato stimato un periodo T pari a circa 0.47 s.

Per la stima degli effetti litologici è stata utilizzata come scheda di valutazione di riferimento quella riguardante la litologia sabbiosa; la validità della scheda è stata inoltre verificata anche in base all'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità.

All'interno della scheda è stata scelta, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, utilizzando la matrice della scheda di valutazione, la curva più appropriata per rappresentare il sottosuolo dell'area indagata comunale: curva 2 (colore verde).

Pertanto  $F_a$  è stato calcolato utilizzando le seguenti equazioni:

$$\begin{aligned} \text{per } 0,45 \leq T \leq 0,80 & \quad F_{a \ 0,1-0,5} = - 0,83 - 0,88 \text{ Ln } T \\ \text{per } 0,08 \leq T \leq 0,80 & \quad F_{a \ 0,5-1,5} = - 6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 \end{aligned}$$

Le tabelle seguenti (estratte dalla componente geologica, idrogeologica e sismica allegata al PGT) riportano i valori di soglia calcolati per il comune di Cinisello Balsamo come indicati nella banca dati messa a disposizione dalla Regione, per edifici bassi (max 4 piani) regolari e rigidi (periodo 0.1-0.5 s) e per edifici più alti (più di 4 piani) e flessibili (periodo 0.5-1.5 s).

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1,4	1,8	2,2	2,0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1,7	2,4	4,2	3,1

I valori massimi di  $F_a$  (approssimati alla prima cifra decimale, utilizzando una variabilità di  $\pm 0.1$ ) calcolati tramite la scheda di valutazione, sono stati confrontati con i corrispondenti valori soglia sopra riportati:

$$\begin{aligned} F_{a \ (0,1-0,5 \text{ s})} &= 1.49 (\pm 0.1) < F_{a \ (0,1-0,5 \text{ s})} = 1.8 \\ F_{a \ (0,5-1,5 \text{ s})} &= 1.78 (\pm 0.1) < F_{a \ (0,5-1,5 \text{ s})} = 2.4 \end{aligned}$$

Il valore di  $F_a$  (sia per periodo 0.1-0.5 s che per periodo 0.5-1.5 s) risulta inferiore al valore soglia comunale: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e/o morfologica locale; pertanto in fase progettuale è possibile applicare lo spettro previsto dalla normativa per la categoria di suolo individuata (categoria C).

## 8 ESAME CARTOGRAFIA TEMATICA

Vengono di seguito analizzate le carte della relazione geologica allegata al PGT del comune di Cinisello Balsamo (redatta nel maggio 2010 dal Dott. Geol. Alberto Maccabruni e dal Dott. Geol. Giuseppe Manfredi) relative all'area oggetto di studio.

### AREA CENTRO COMMERCIALE-STAZIONE METRO

Carta di fattibilità geologica



## LEGENDA

- 2** FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI. Modeste limitazioni di carattere geologico tecnico alla urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle, salvo il rispetto delle disposizioni del D. Min. Infrastrutture 14/01/2008. E' richiesta l'esecuzione di indagini geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione e per la valutazione dell'interferenza delle nuove edificazioni con gli edifici eventualmente esistenti nell'intorno.  
Dovranno essere approfonditi gli aspetti idraulici e idrogeologici al fine di garantire un corretto drenaggio delle acque meteoriche ed il loro smaltimento in conformità al D. Lgs. 152/2006.
- 3a** FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Zone di rispetto dei pozzi acquedottistici. Per assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche delle acque d'uso potabile, il D. Lgs. 152/2006 art. 94 istituisce nella zona di rispetto al pozzo divieti e prescrizioni.  
La Regione Lombardia, con D.g.r. del 10/04/2003 n.7/12693, ha disciplinato le seguenti strutture o attività: a) fognature, b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.
- 3b** FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Tratti di strade ad alta intensità di traffico realizzati in trincea, prive di qualsiasi forma di accumulo-controllo-gestione delle acque, luoghi di potenziale infiltrazione nel sottosuolo di sostanze inquinanti; questa zona comprende anche una fascia di rispetto del ciglio di scarpata ampio m 10. Si dovrà prevedere, ove mancanti, l'installazione di sistemi per la raccolta delle acque meteoriche ed il loro allontanamento secondo il D. Lgs. 152/2006, escludendo ogni possibilità di dispersione sul suolo o nel sottosuolo. E' vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.  
Per ogni tipo di intervento antropico, sia edificatorio che per lavori di sbancamento dei terreni, da realizzarsi nella fascia di rispetto è necessaria l'esecuzione di studi geologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle condizioni di stabilità e portanza dei terreni, nonché connessi alla regimazione delle acque, per non gravare la situazione già critica di smaltimento e per non indurre dissesti sulle scarpate.
- 4a** FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI. Zone di tutela assoluta dei pozzi idropotabili, destinate esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio. Devono essere recintate e provviste di canalizzazione per le acque meteoriche e devono avere un'estensione di almeno 10 metri (D. Lgs. 152/2006 art. 94).

Secondo la carta di fattibilità geologica l'area d'indagine ricade completamente all'interno della **classe di fattibilità 2, fattibilità con modeste limitazioni**.

*CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI. Secondo il "Piano di Tutela della Risorse Idriche" della Regione Lombardia il territorio del comune di Cinisello Balsamo ricade in zona di ricarica della falda in quanto "Area di ricarica degli acquiferi profondi".*








*Modeste limitazioni di carattere geologico tecnico alla urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle, salvo il rispetto delle disposizioni del D. Min. Infrastrutture 14/01/2008. E' richiesta l'esecuzione di indagini geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione e per la valutazione dell'interferenza delle nuove edificazioni con gli edifici eventualmente esistenti nell'intorno.*

*Dovranno essere approfonditi gli aspetti idraulici e idrogeologici al fine di garantire un corretto drenaggio delle acque meteoriche ed il loro smaltimento in conformità al D. Lgs. 152/2006.*

Carta dei vincoli e di sintesi



LEGENDA

-  Rete Ecologica Regionale: elementi di primo livello
-  Rete Ecologica Regionale: corridoio primario
-  Parco regionale Nord Milano (D. lgs. 42/2004)
-  Bellezze d'insieme (D. lgs. 42/2004)
-  PLIS del Grugnotorto
-  Area di ricarica degli acquiferi profondi ("Piano di Tutela della Risorse Idriche" della Regione Lombardia)
-  Pozzi acquedottistici: area di tutela assoluta (D. Lgs. 152/2006, art. 94)

Secondo la carta dei vincoli e di sintesi l'area oggetto di studio ricade in ***nell'area di ricarica degli acquiferi profondi.***

**AREA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI:** *il territorio di Cinisello Balsamo ricade nell'"Area di ricarica degli acquiferi profondi"; detta area corrisponde ad una parte dell'alta pianura che presenta una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne traggono le loro risorse gli acquiferi superficiali e quelli profondi (PTUA – "Programma di Tutela e Uso delle Acque" della Regione Lombardia).*



*Dovranno essere approfonditi gli aspetti idraulici e idrogeologici al fine di garantire un corretto drenaggio delle acque meteoriche ed il loro smaltimento in conformità al D. Lgs. 152/2006.*

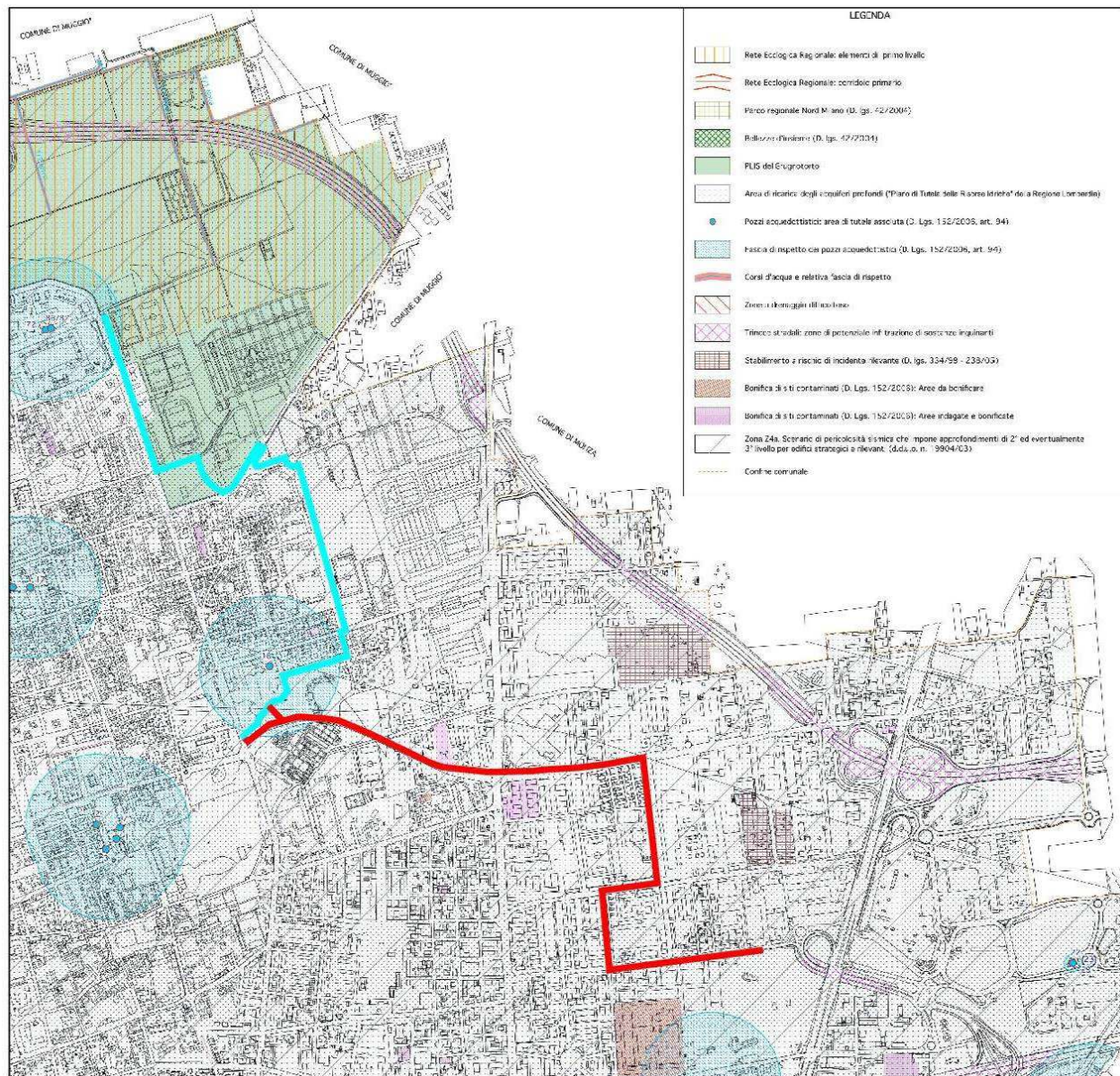
*CLASSE 3a - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Zone di rispetto dei pozzi acquedottistici. Per assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche delle acque d'uso potabile, il D. Lgs. 152/2006 art. 94 istituisce nella zona di rispetto al pozzo divieti e prescrizioni.*

*In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- c) spandimelo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
- e) aree cimiteriali;*
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- h) gestione di rifiuti;*
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- k) pozzi perdenti;*
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

*Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.*

## Carta dei vincoli e di sintesi



Secondo la carta dei vincoli e di sintesi l'area oggetto di studio ricade quasi completamente nell'**area di ricarica degli acquiferi profondi** e, parzialmente, nella **fascia di rispetto dei pozzi acquedottistici (D.Lgs. 152/2006, art. 94)**.

**AREA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI:** il territorio di Cinisello Balsamo ricade nell'"Area di ricarica degli acquiferi profondi"; detta area corrisponde ad una parte dell'alta pianura che presenta una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne traggono le loro risorse gli acquiferi superficiali e quelli profondi (PTUA – "Programma di Tutela e Uso delle Acque" della Regione Lombardia).

**FASCIA DI RISPETTO DEI POZZI ACQUEDOTTISTICI (D. LGS. 152/2006, ART. 94):** La zona di rispetto e' costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione



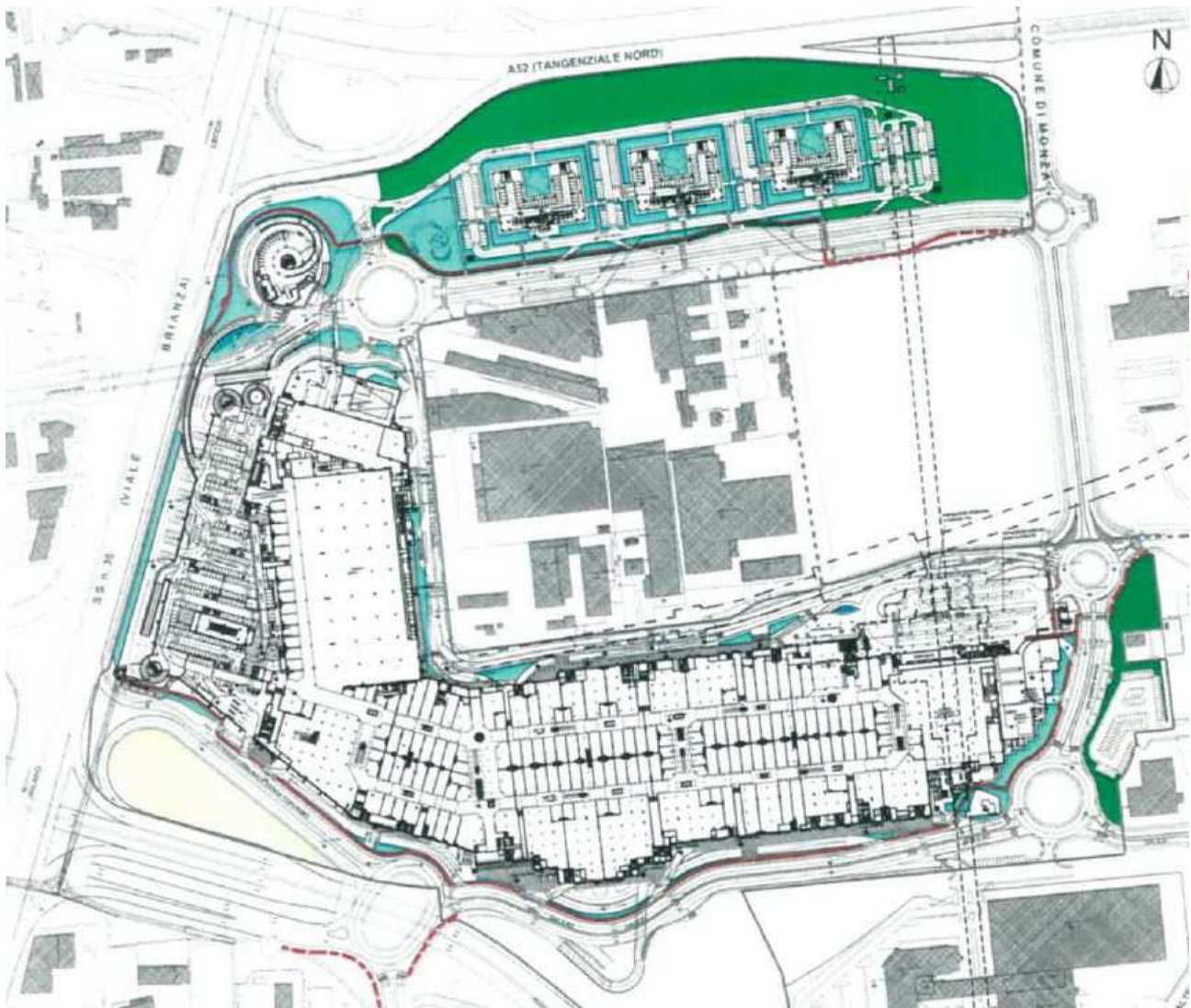
*e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
- e) aree cimiteriali;*
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- h) gestione di rifiuti;*
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- m) pozzi perdenti;*
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

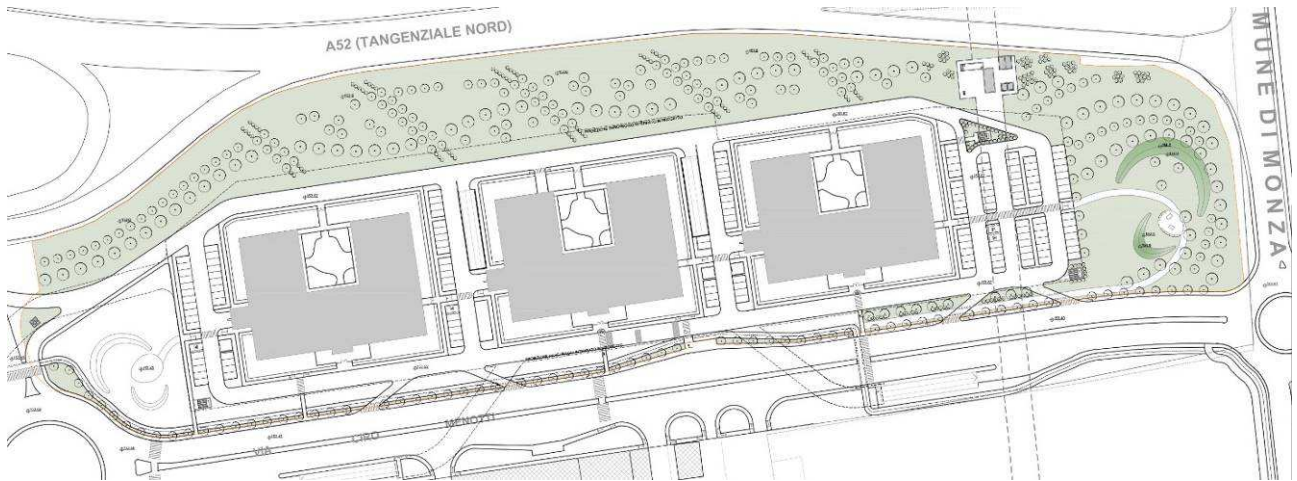
## 9 PROGETTO EDILIZIO

L'intervento comporterà la realizzazione delle seguenti opere:

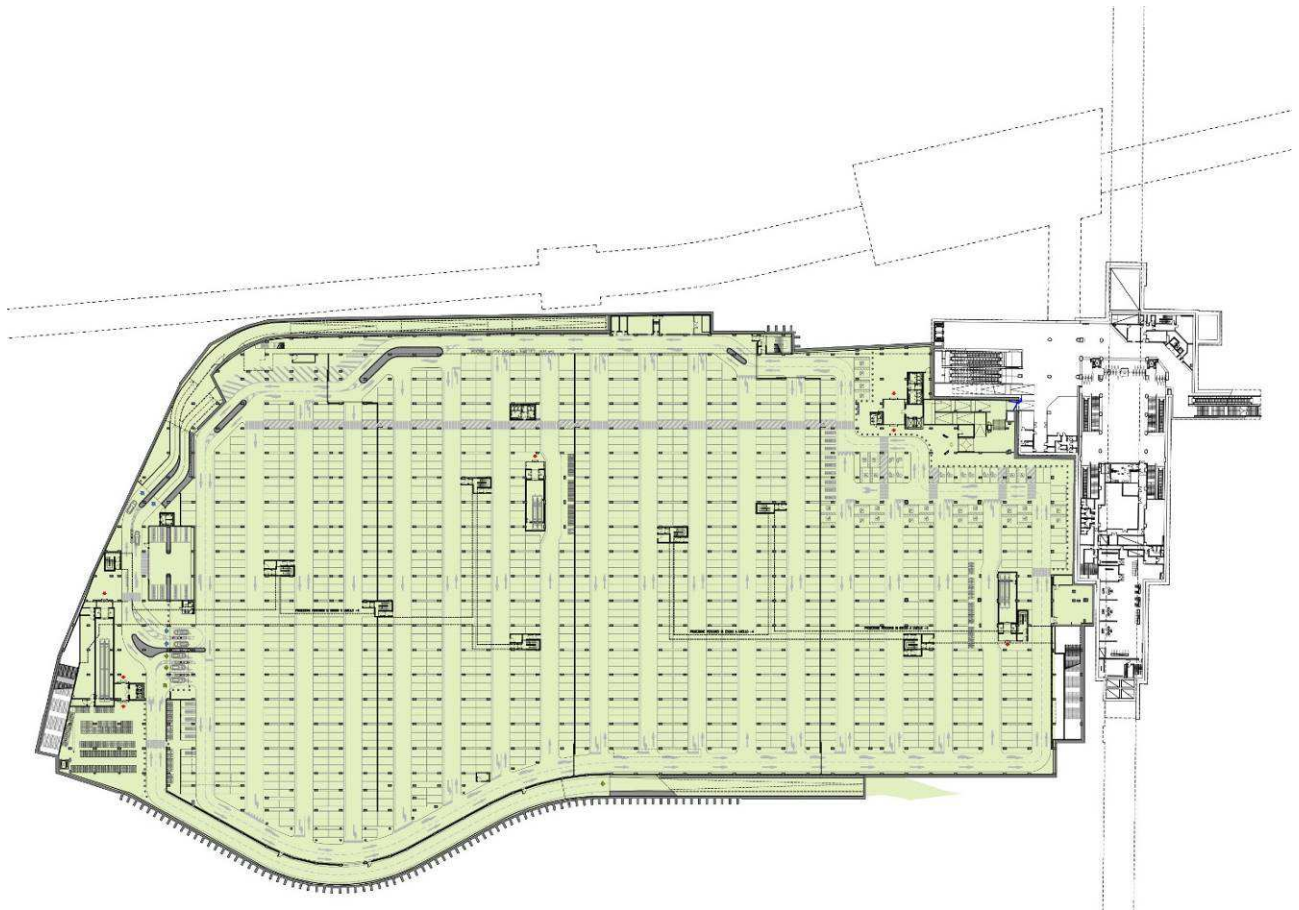
- la realizzazione di aree verdi private asservite ad uso pubblico a nord dei tre nuovi edifici a destinazione direzionale (che verranno realizzati nell'area più a nord) e nell'area ad est della nuova fermata MM1;
- verso il lato est del comparto (tra via Bettola, Via Biagi e Via Galilei), parcheggio di interscambio al terzo piano interrato (al servizio del nuovo terminal della MM1, ubicato presso tale area completato da strutture per la mobilità intermodale (stazione autobus, Bicistazione) e da attività culturali, ricreative, formative, di pubblico spettacolo, per servizi alla persona e ristorazione);
- opere propedeutiche MM, in particolare il corridoio di collegamento della stazione MM1 attualmente in costruzione e la futura stazione MM5 e il sottopasso di scavalco di via Enzo Biagi;
- la realizzazione di nuova viabilità pubblica e sottoservizi tecnologici;
- la realizzazione di nuove piste ciclabili interne al comparto;
- la realizzazione di ulteriori nuove piste ciclabili esterne al comparto;
- la realizzazione di una nuova passerella ciclopedonale che andrà a collegare la passerella già esistente al centro commerciale su Viale Brianza.



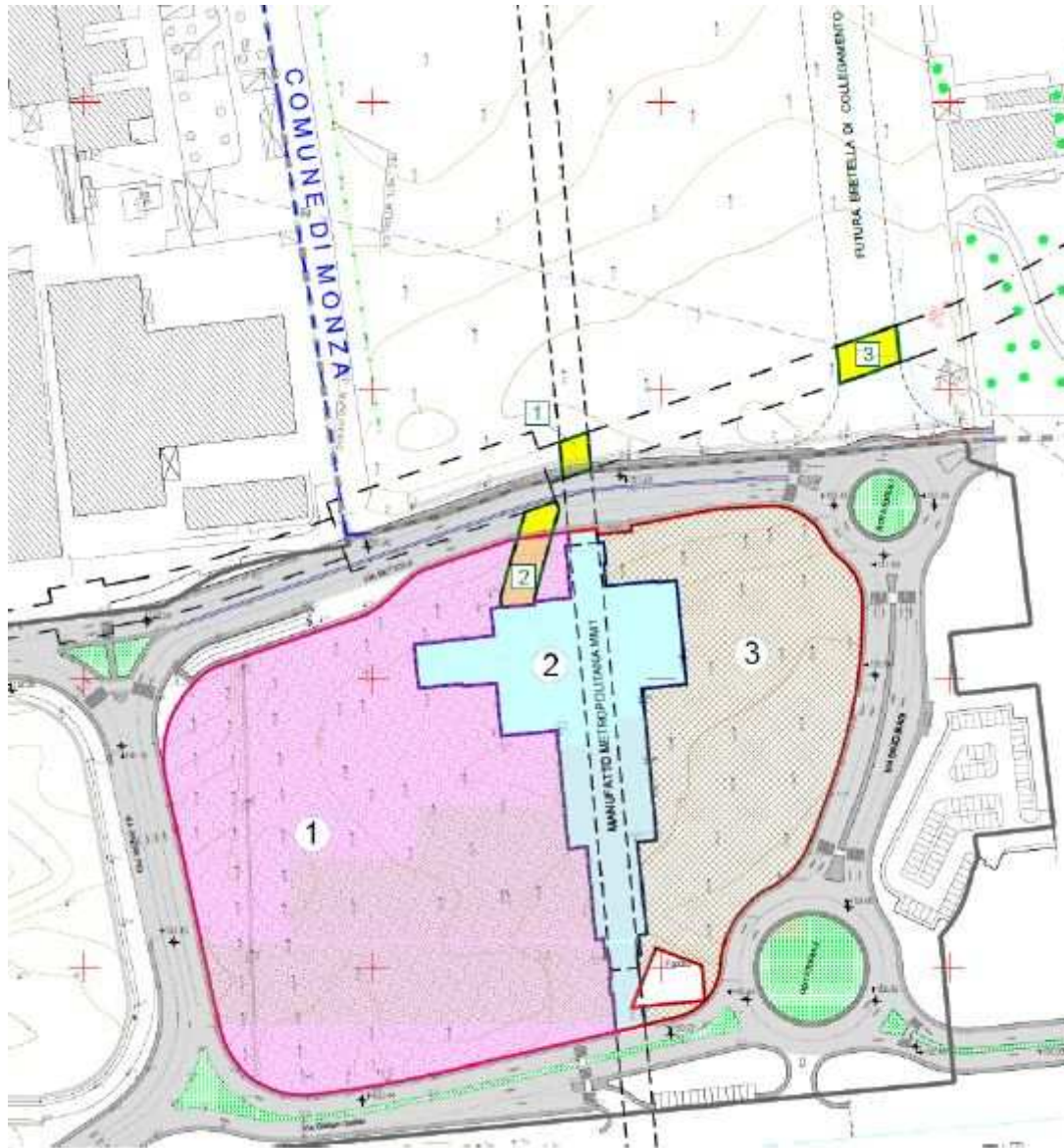
*Planimetria aree verde di futura realizzazione*



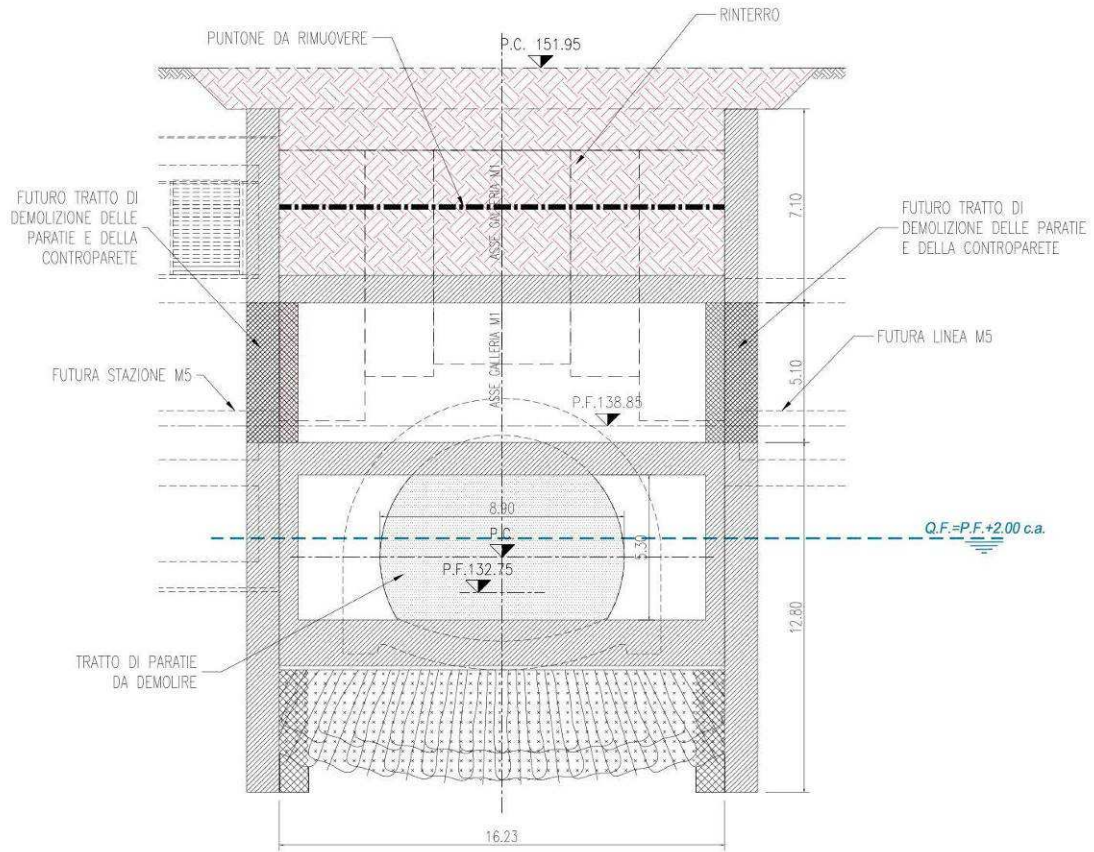
*Particolare area verde a nord dei 3 edifici a destinazione direzionale*



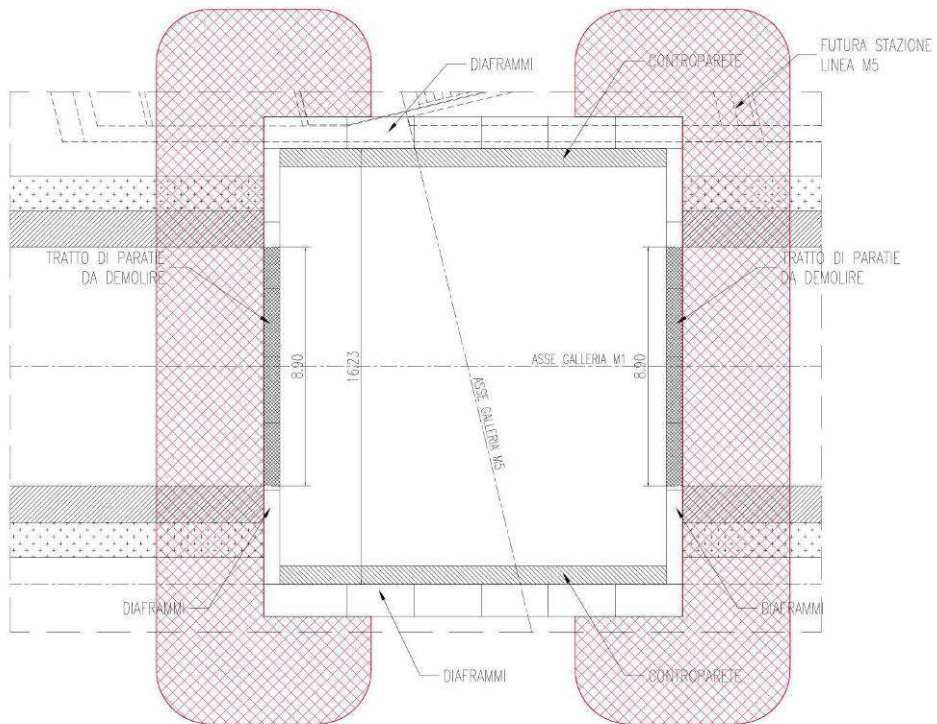
*Parcheggio interscambio*



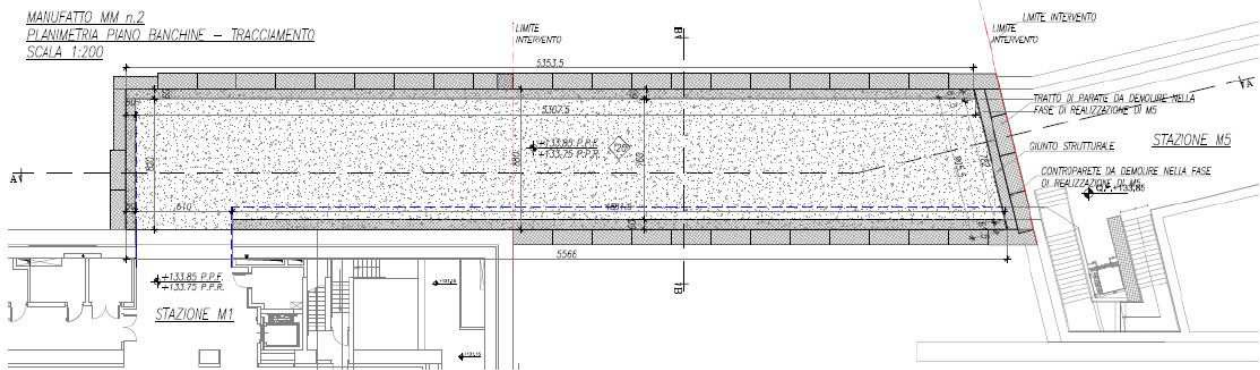
*In giallo opere propedeutiche alla MM: n.1. Scavalco linea MM1  
n.2, corridoio di collegamento stazione MM1 e MM5, e il n.3, sottopasso di via Enzo Biagi  
(estratto Tavola 7.14 della variante di PII)*



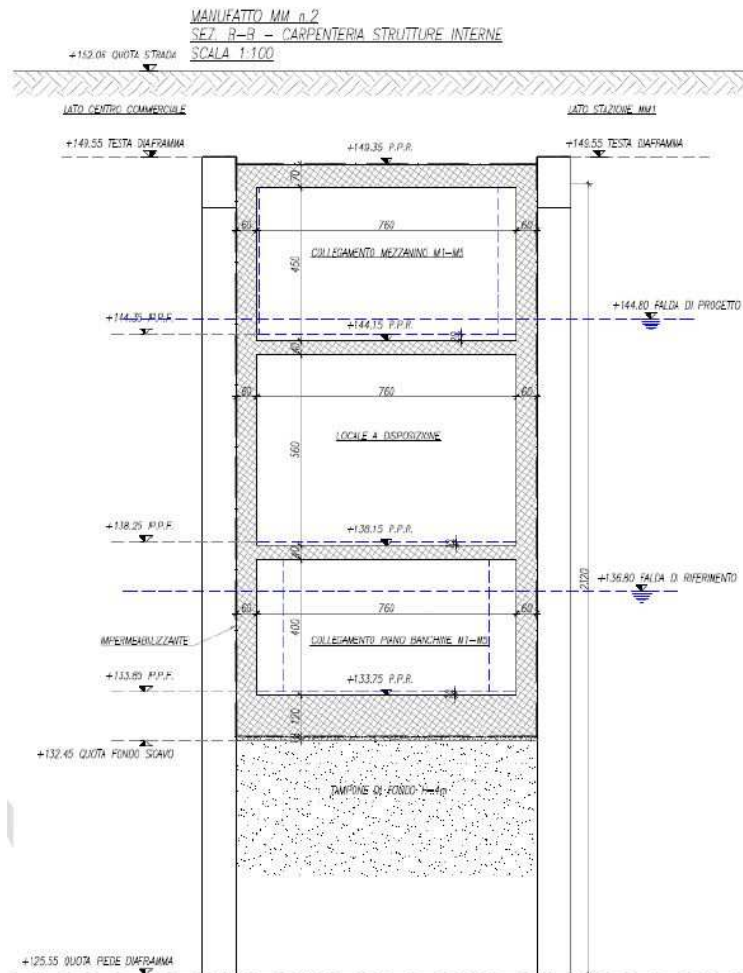
Sezione di scavalco linea MM1 (nr.1)



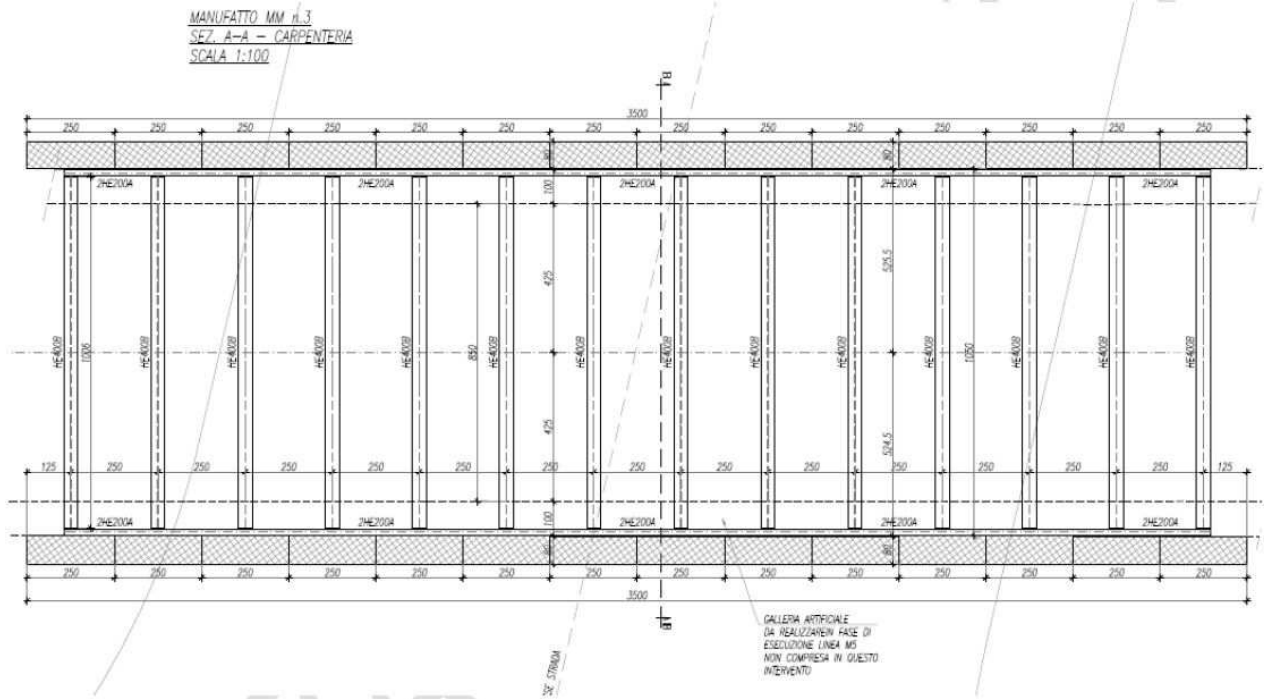
Pianta di scavalco linea MM1 (nr. 1)



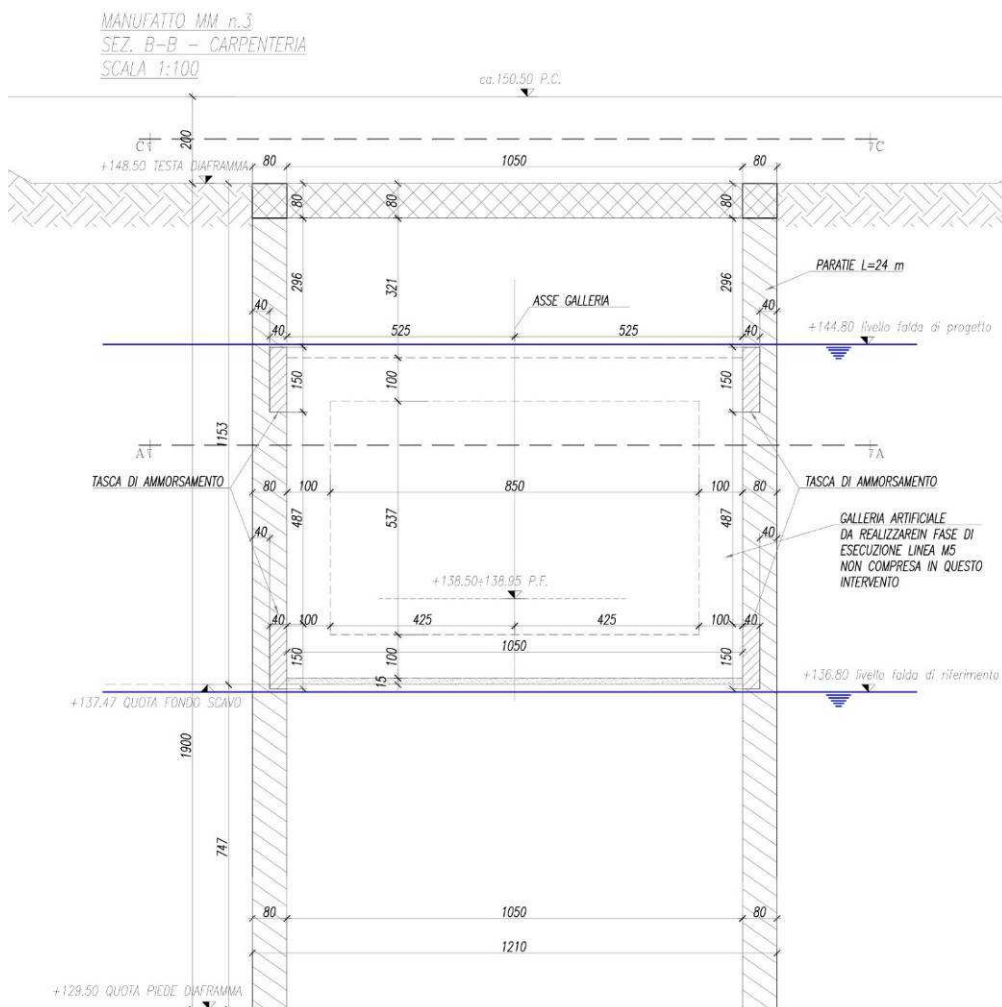
Planimetria corridoio di collegamento stazioni MM1 e MM5 (nr. 2)



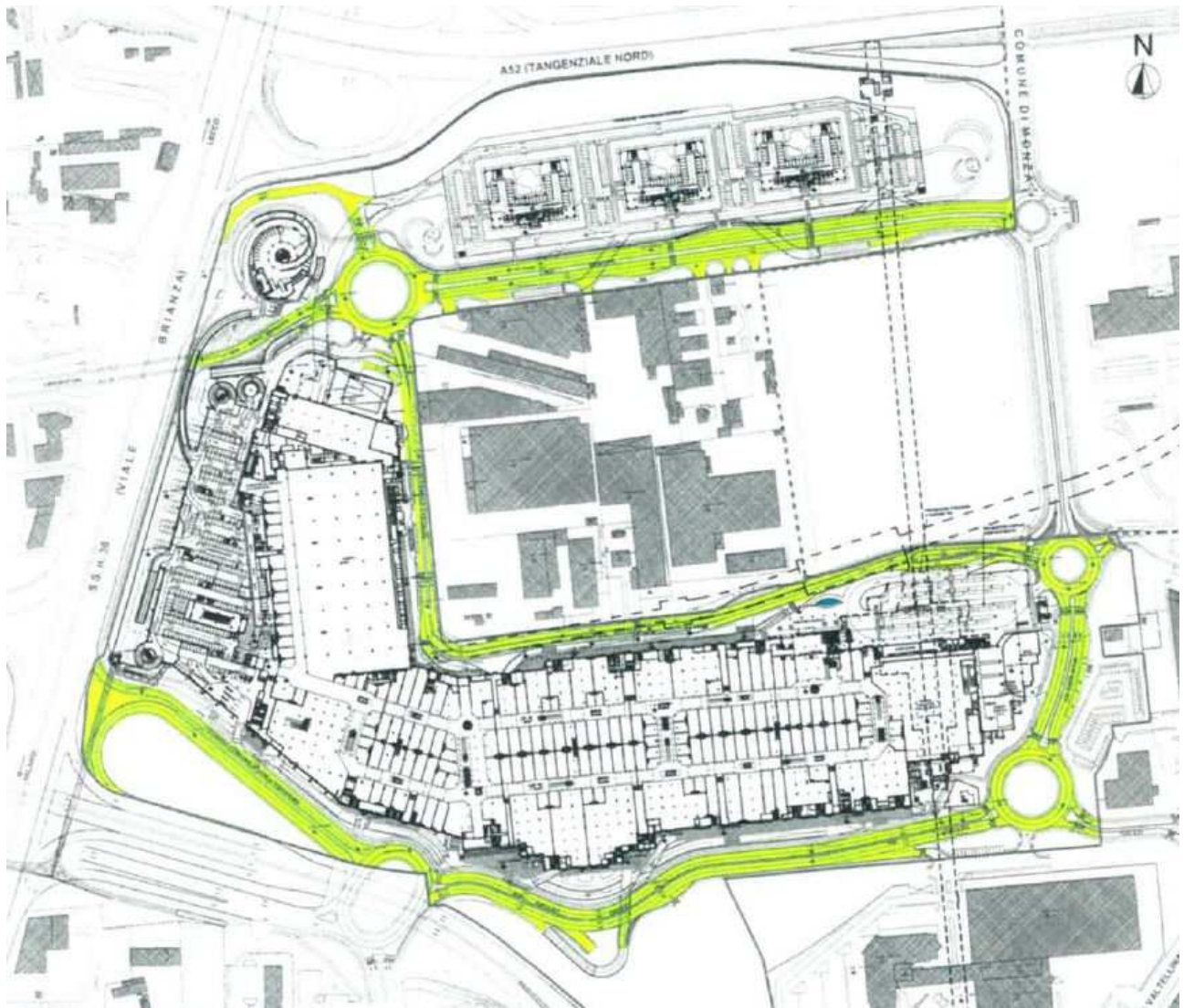
Sezione corridoio di collegamento stazioni MM1 e MM5 (nr.2)



Planimetria sottopasso di scavalco di via Enzo Biagi (nr.3)



Sezione sottopasso di scavalco di via Enzo Biagi (nr.3)

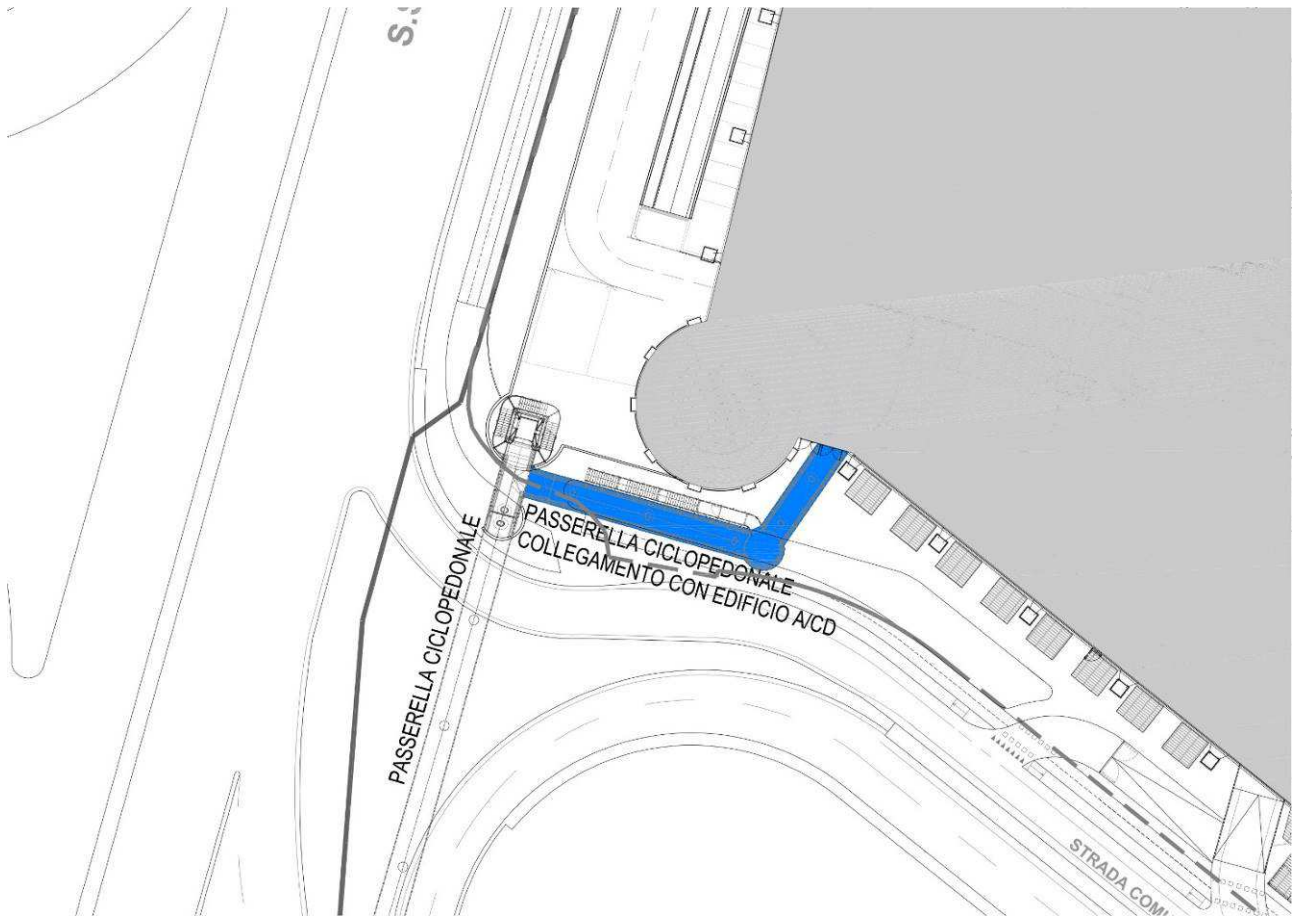


*Planimetria viabilità*

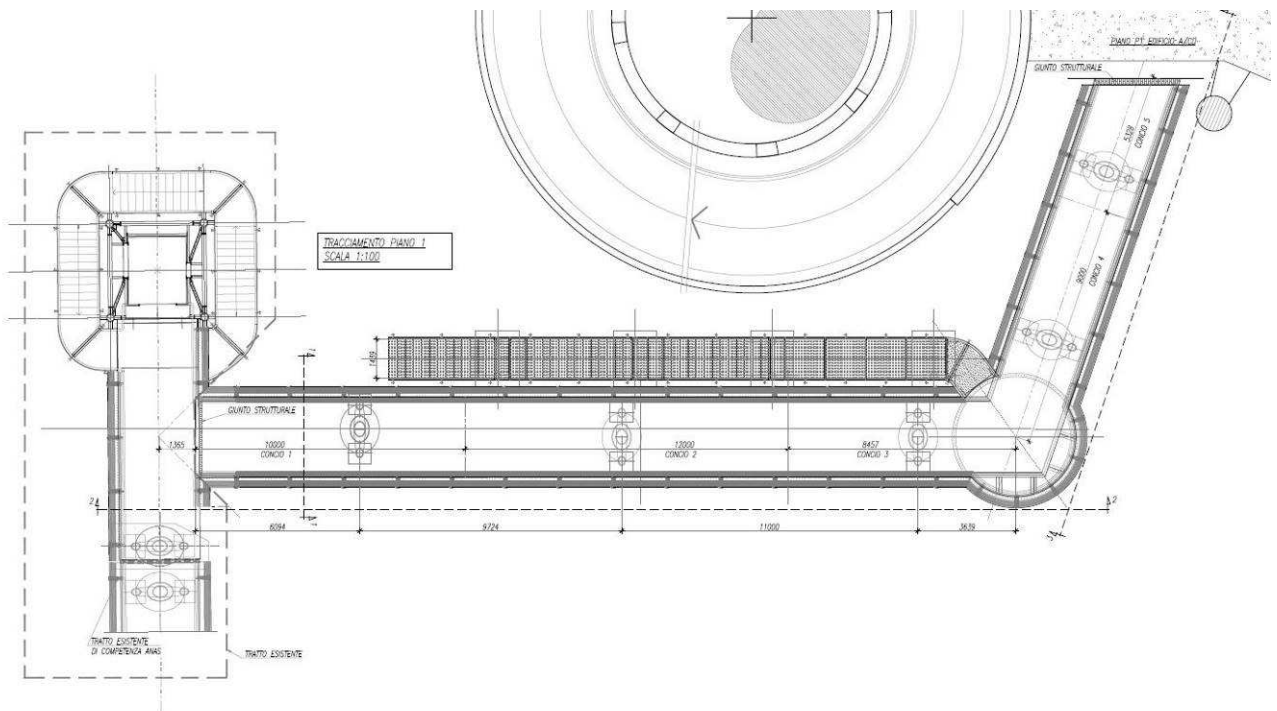




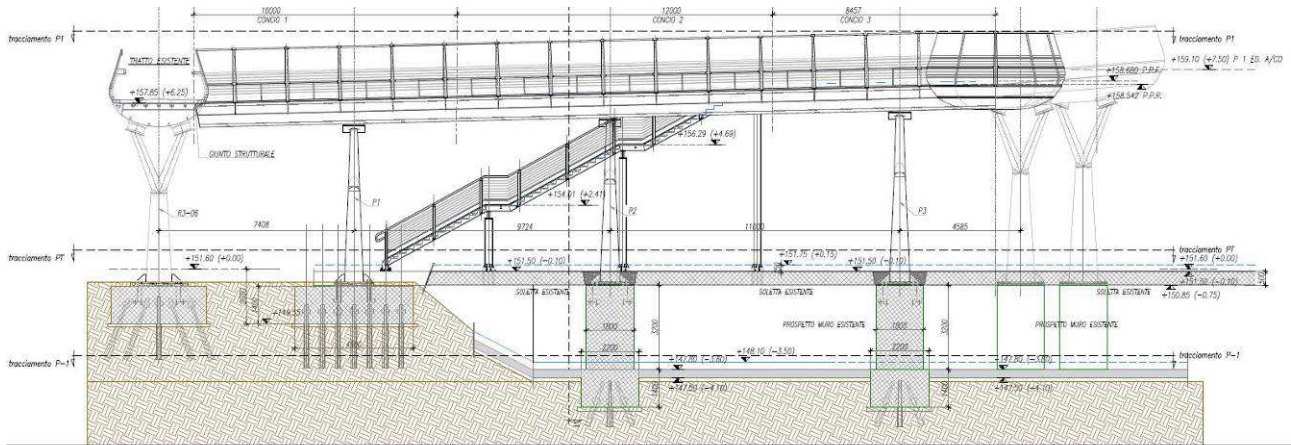
Planimetria ciclabile; in azzurro nuovo tracciato, in viola adeguamento tracciato esistente (esterne al comparto)



Inquadramento passerella ciclopedonale



Planimetria passerella ciclopedonale



Sezione passerella ciclopedonale

## 10 CONCLUSIONI

Lo studio eseguito presso le aree oggetto di studio evidenzia la presenza di un terreno di fondazione appartenente dal punto di vista geologico al Diluvium Recente (Fluvioglaciale Wurm) generalmente costituito da terreni ghiaiosi, sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi a matrice limosa spesso subordinata.

L'intervento comporterà la realizzazione delle seguenti opere:

- la realizzazione di aree verdi private asservite ad uso pubblico a nord dei tre nuovi edifici a destinazione direzionale (che verranno realizzati nell'area più a nord) e nell'area ad est della nuova fermata MM1;
- verso il lato est del comparto (tra via Bettola, Via Biagi e Via Galilei), parcheggio di interscambio al terzo interrato (al servizio del nuovo terminal della MM1, ubicato presso tale area completato da strutture per la mobilità intermodale (stazione autobus, Bicistazione) e da attività culturali, ricreative, formative, di pubblico spettacolo, per servizi alla persona e ristorazione);
- opere propedeutiche MM, in particolare il corridoio di collegamento della stazione MM1 attualmente in costruzione e la futura stazione MM5 e il sottopasso di scavalco di via Enzo Biagi;
- la realizzazione di nuova viabilità pubblica e sottoservizi tecnologici;
- la realizzazione di nuove piste ciclabili interne al comparto;
- la realizzazione di ulteriori nuove piste ciclabili esterne al comparto;
- la realizzazione di una nuova passerella ciclopedonale che andrà a collegare la passerella già esistente al centro commerciale su Viale Brianza.

Le aree interessate dagli interventi in progetto sono destinate, in PGT, a funzioni terziario - commerciali, coerenti con la variante di PII proposta.

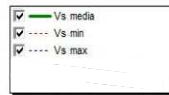
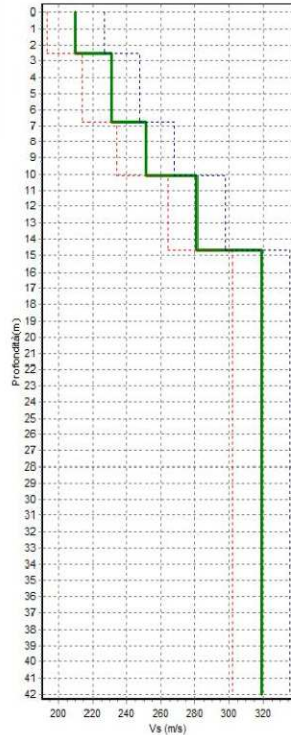
Dall'esame delle carte tematiche e dal sopralluogo condotto sul sito non si evidenziano situazioni contrarie alla realizzazione degli interventi di progetto. Alla luce di quanto sopra, per quanto concerne le tematiche geologiche ed idrogeologiche, l'area oggetto di studio si presenta complessivamente idonea ad accogliere gli interventi stessi.



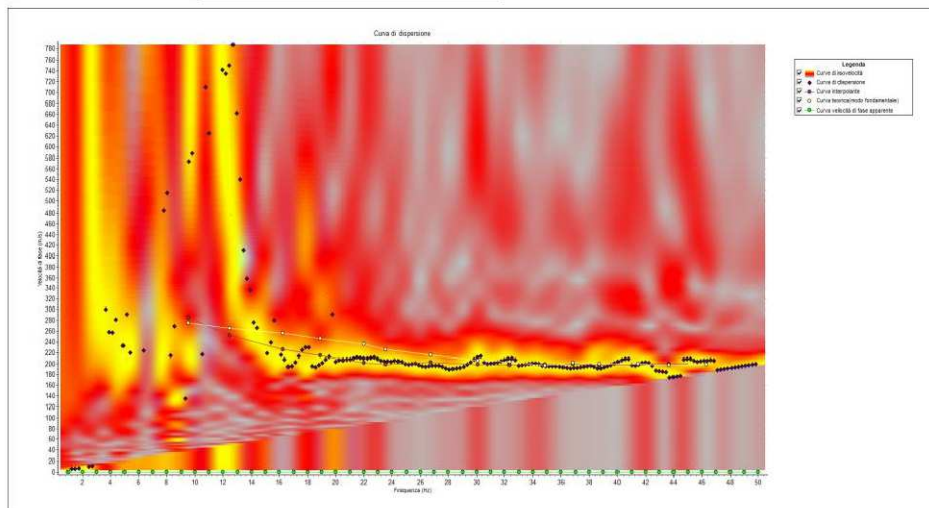
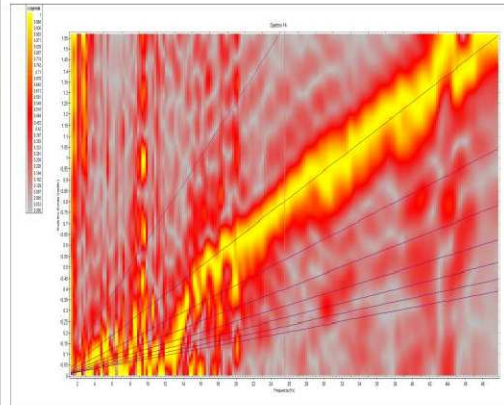
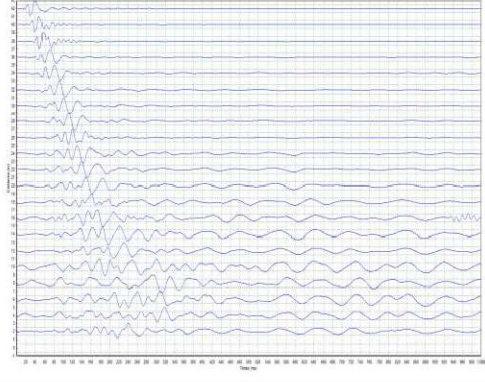
*Il tecnico incaricato*  
**Dott. Geol. Filippo Valentini**

# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	2.52	210.0
2	6.72	231.0
3	10.08	251.0
4	14.7	281.0
5	42.0	319.0



Classe sito: C- Vs30 (m/s)= 315



COMMITTENTE: IMMOBILIAREUROPEA S.p.A. AUCHAN S.p.A.

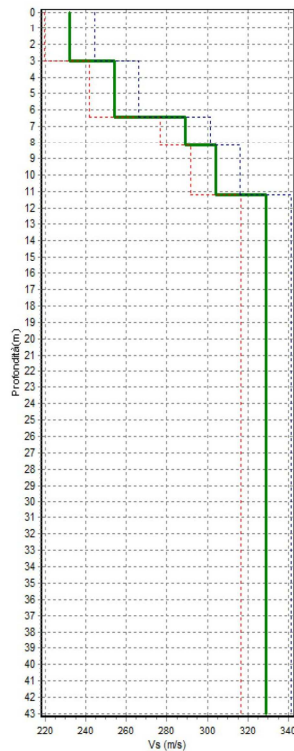
PATRIMONIO REAL ESTATE S.p.A. GALLERIA CINISELLO Srl

CANTIERE: Cinisello Balsamo (MI)

DATA: Apr. '15

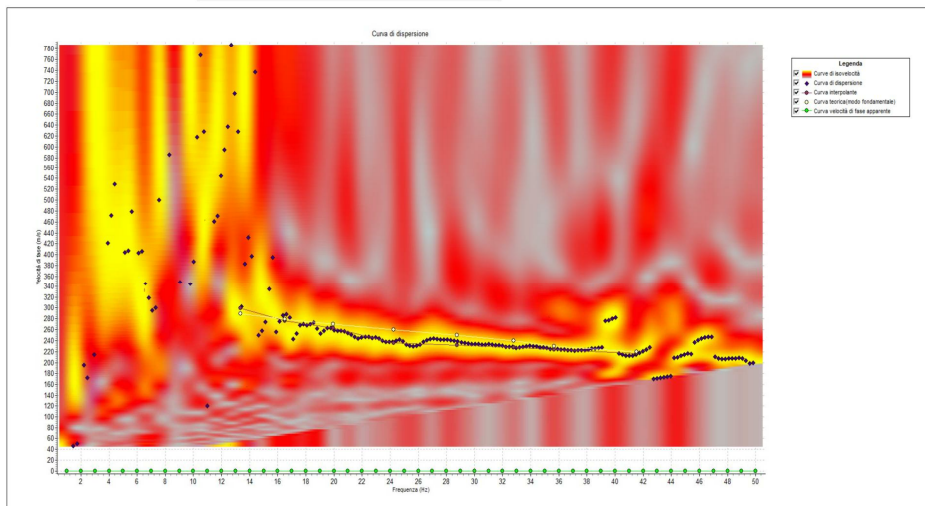
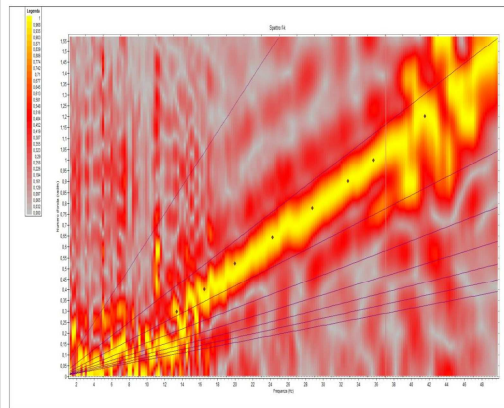
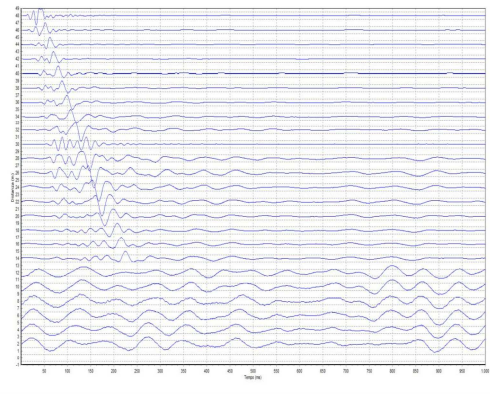
# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	3,01	232,0
2	6,45	254,0
3	8,17	289,0
4	11,18	304,0
5	43,0	329,0



Vs media  
 Vs min  
 Vs max

Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 329



Curve di velocità  
 Curve di dispersione  
 Curve interpretate  
 Curve teoriche (mod. fondamento)  
 Curve velocità di base espresse

COMMITTENTE: PATRIMONIO REAL ESTATE S.p.A.

CANTIERE: Cinisello Balsamo (MI)

DATA: Mag. '18