

## **ATI P.I.I. VIA MEREZZATE**

Intervento di edilizia residenziale pubblica  
Via Merezzate - MILANO

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

#### **(Fascicolo 2 di 3)**

Commessa n. 3350 CL/rb Peschiera Borromeo, 26.05.2010



## **INDICE**

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
  2. NORME TECNICHE
  3. DOCUMENTAZIONE TECNICA
  4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE
  5. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA
  6. IDROGRAFIA
  7. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DEL SISTEMA ACQUIFERO DELL'AREA
  8. ACQUIFERO TRADIZIONALE
  9. OSCILLAZIONI DELLA FALDA
  10. INDAGINI GEOGNOSTICHE
  11. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO DELL'AREA
  12. COMPONENTE SISMICA
    - 12.1 Inquadramento sismico
    - 12.2 Comportamento sismico locale
  13. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ALL'INTERNO DEL P.G.T.
  14. CONCLUSIONI
-

## **1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Nella presente relazione sono riportati gli aspetti geologici, idrogeologici e sismici inerenti l'area sita in Comune di Milano Via Merezzate, ove è prevista la realizzazione di un intervento di edilizia residenziale pubblica.

Nella Fig. 1 viene evidenziata l'esatta ubicazione dell'area.

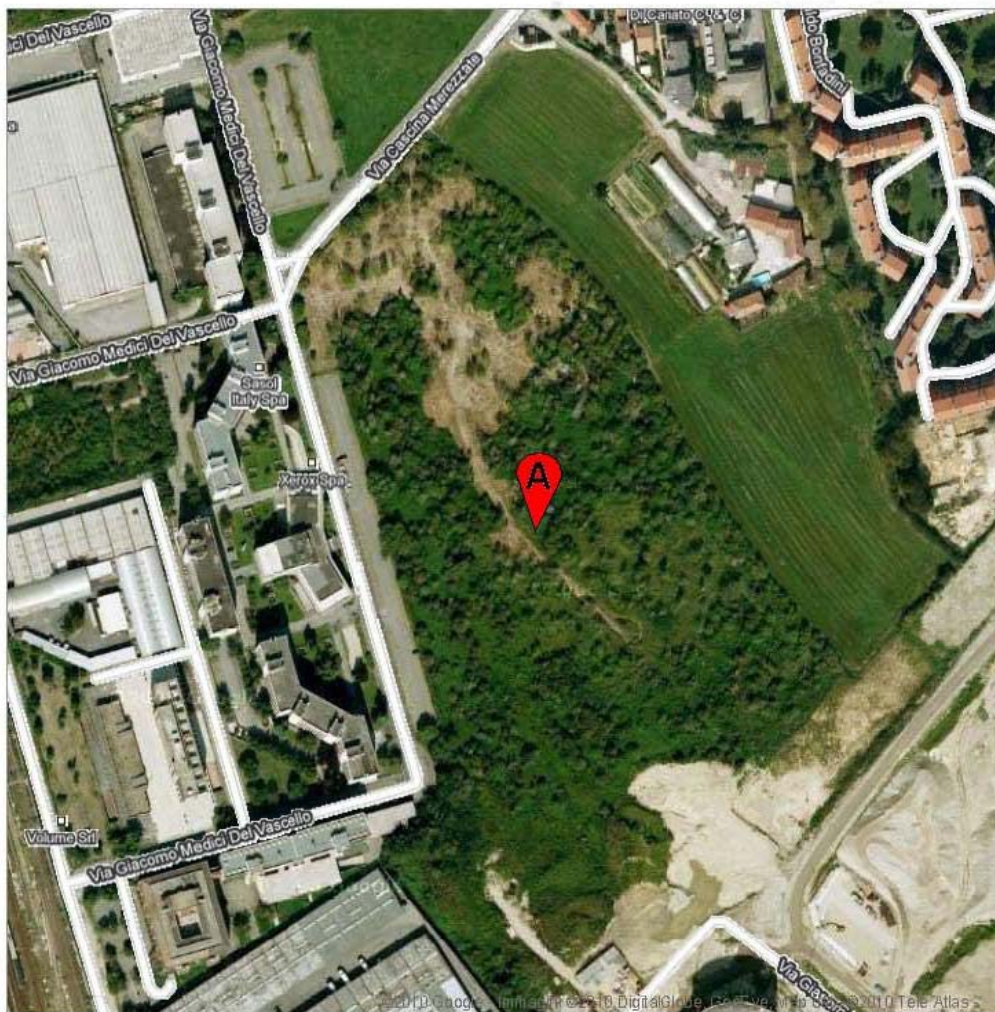


Fig. 1

L'area in esame si trova a quote comprese tra +107,00 e +107,80 m s.l.m.m.

Nella zona confinante con l'area di Santa Giulia è presente un vasto cumulo di terreno di riporto che raggiunge la quota di +115,0 m s.l.m.m.

## **2. NORME TECNICHE**

La relazione è redatta in conformità alla normativa vigente:

DM 11.03.1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Circolare Ministero LL.PP. 24.09.1988: Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

D.M. 16.01.1996: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

L.R. 41/97: Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti

D.R.G. 06.08.98: Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale

Art. 27 ex DPR 554/99

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 – 20.03.2003: norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici. Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone. Norme per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni e successive modificazioni.

D.G.R. n. 7/149664 del 07.11.2003: Aggiornamento dell'elenco zone sismiche

D.M.LL.PP. 14.09.2005: Norme Tecniche per le Costruzioni

L.R. 12/2005: Legge per il governo del territorio: Norme in materia di prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici

D.G.R. 22.12.2005, n. 8/1566 componente geologica a scala comunale

Decreto 14 gennaio 2008 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

D.G.R. della Lombardia n. 8/7374 del 28.05.2008

Circolare n. 617 del 02.02.2009 G.U. n. 476 del 26.02.09, Supp. Ord. N. 27 "Istruzioni per l'applicazione delle NTC D.M. 14.01.2008.

### **3. DOCUMENTAZIONE TECNICA**

- Indagini geognostiche RCT Aprile 2010 (Fascicolo 1 di 3)
- Bibliografia

#### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE**

La geomorfologia del territorio Milanese è il risultato degli avvenimenti geologici avvenuti nel tardo Miocene sino al tardo Quaternario.

Nel Pleistocene tutta la Regione è stata interessata dalle tre fasi di glaciazione denominate, Mindel, Riss e Wurm.

Nei periodi interglaciali avvenne la deposizione di ingenti sedimenti cui fece seguito la loro erosione.

Si formò un sistema di terrazzi che attualmente occupa la porzione più alta della pianura ai piedi degli anfiteatri morenici.

Da un punto di vista morfologico il territorio regionale si può suddividere in tre zone:

##### *Zona delle cerchie moreniche*

Questa zona caratterizzata da lievi ondulazioni e ampie spianate, occupa i territori settentrionali più elevati. Morfologicamente è costituita da morene frontali successivamente erose.

##### *Zona dei terrazzi*

E' costituita da un sistema di terrazzi che occupa la porzione più alta della pianura ai piedi degli anfiteatri morenici.

##### *Zona media e bassa pianura alluvionale*

In questa zona denominata "Fluvio glaciale Wurm" si colloca l'area in esame. I depositi sono prevalentemente composti da terreni a granulometria medio grossolana, quali sabbie e ghiaie. Ad essi sono talvolta associati anche sedimenti fini, relativamente ad aree ristrette e localizzate con bassa energia idraulica (bacini palustri, alvei abbandonati ecc...)

## **5. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA**

Di seguito vengono analizzati i caratteri distintivi delle unità presenti in superficie e nel sottosuolo del settore in esame e nelle aree limitrofe, da quelle più recenti alle più antiche.

**Unità ghiaioso-sabbiosa** (Fluviali Würm, Würm tardivo alluvioni recenti Auct. Olocene-Pleistocene sup.) L'unità in esame è caratterizzata dalla netta prevalenza di litotipi grossolani con lenti argillose di limitato spessore ed estensione areale.

Il fluviale Würm costituisce gran parte della pianura milanese (livello fondamentale della pianura), mentre il fluviale tardivo forma un'unità contraddistinta da un piano più ribassato rispetto al precedente che affiora a ridosso dell'asta fluviale del Lambro, nella terminologia di uso corrente viene identificata come "primo acquifero" in quanto forma il serbatoio della falda libera del settore milanese. L'insieme degli acquiferi contenuti in questa unità e nella successiva viene identificato come "acquifero tradizionale".

Nell'area in oggetto l'unità ghiaioso sabbiosa presenta uno spessore medio di circa 40 m e uno spessore saturo di circa 24 m.

**Unità sabbioso-ghiaiosa** (Fluviali Mindel-Riss Auct. Pleistocene medio). Nell'area di Milano questo complesso, forma la parte basale dell'"acquifero tradizionale" ed è identificata sotto l'aspetto idrogeologico come "secondo acquifero". E' costituito da un'alternanza di depositi ghiaiosi sabbiosi, sabbiosi e limoso argillosi, con lenti cementate conglomeratiche o arenitiche. Nell'area centrale di Milano il tetto dell'unità è rinvenibile a partire da profondità di 38-40 m. Procedendo verso sud si verifica una riduzione di granulometria che conferisce caratteri litologici del tutto analoghi a quelli dell'unità sabbioso argillosa in facies continentale. Gli acquiferi contenuti in essa sono separati da quello sovrastante da diaframmi scarsamente permeabili costituiti da limi e argille, talora molto spessi (più di 10 m) e quasi sempre molto estesi, che limitano gli scambi tra la falda libera del primo acquifero e quella contenuta nel secondo acquifero. Per tali motivi le falde in essa contenute risultano semi confinate e localmente possono assumere caratteristiche prossime a quelle confinate.

**Unità a conglomerati e arenarie** (Ceppo Auct.p.p. Pleistocene inf. Villafranchiano). Questa unità è formata da litologie prevalentemente conglomeratiche, con arenarie in subordine, passanti localmente a ghiaie e sabbie ; per analogie litologiche e stratigrafiche essa viene correlata con l'orizzonte conglomeratico del "Ceppo dell'Adda". All'altezza dell'area in oggetto e più in generale in tutto il Capoluogo lombardo, l'unità perde la propria connotazione litologica poiché viene sostituita lateralmente da terreni non cementati sia sabbioso ghiaioso che a minore granulometria: in queste aree viene di conseguenza accorpata ai terreni soprastanti formando un'unica unità sabbioso-ghiaiosa sino a oltre 100 m dal piano campagna.



**Unità sabbioso argillosa.** Sempre nell'ambito del Pleistocene inferiore, in seguito alla regressione marina, si formano depositi litorali, lagunari, palustri e alluvionali che individuano un'unità idrogeologica formata in prevalenza da argille e limi di colore grigio e giallo (con frequenti alternanze nella colorazione) con torbe, che forma il substrato della falda tradizionalmente sfruttata. A questi litotipi sono intercalate lenti più o meno estese di sabbie, ghiaie e conglomerati che formano acquiferi con falda confinate che vengono identificati con la denominazione di "terzo acquifero" o "acquiferi profondi". Nell'area in esame il tetto si rinviene a profondità variabili tra circa 110 e 125 m.

**Unità argillosa (Pleistocene inf. Calabriano)** E' formata prevalentemente da argille e limi di colore grigio azzurro con fossili marini, alle quali sono subordinati livelli sabbiosi, generalmente di modesto spessore. Il tetto di queste unità, che si rinviene nei pozzi per acqua a profondità superiori a circa 300 m, viene attribuita al Pleistocene inferiore (Calabriano).



## **6. IDROGRAFIA**

L'idrografia dell'area milanese è piuttosto complessa anche a causa dei numerosi interventi effettuati nel corso dei secoli.

Il dato di fatto fondamentale che si può osservare nell'area milanese è l'andamento dei corsi d'acqua, all'incirca paralleli fra di loro e con direzione di scorrimento da Nord-Ovest verso Sud-Est che si accorda con la morfologia della pianura con superficie debolmente inclinata dello 0,3% verso Sud-Est.

La Fig. 2 illustra il reticolo idrografico provinciale

La Fig. 3 illustra i corsi d'acqua afferenti al reticolo idrico principale presenti nel territorio del Comune di Milano.

Da Nord-Ovest a Nord Est entrano in Milano il F. Olona, il Torrente Garbogera e Muzza, Merlata ed il F. Seveso che attraversano in sotterraneo parte del territorio cittadino. Ad Est della città scorre a cielo aperto il Lambro settentrionale che presso Melegnano raccoglie le acque del Cavo Redefossi e della Roggia Vettabia e, più a valle, del Colatore Lambro Meridionale.

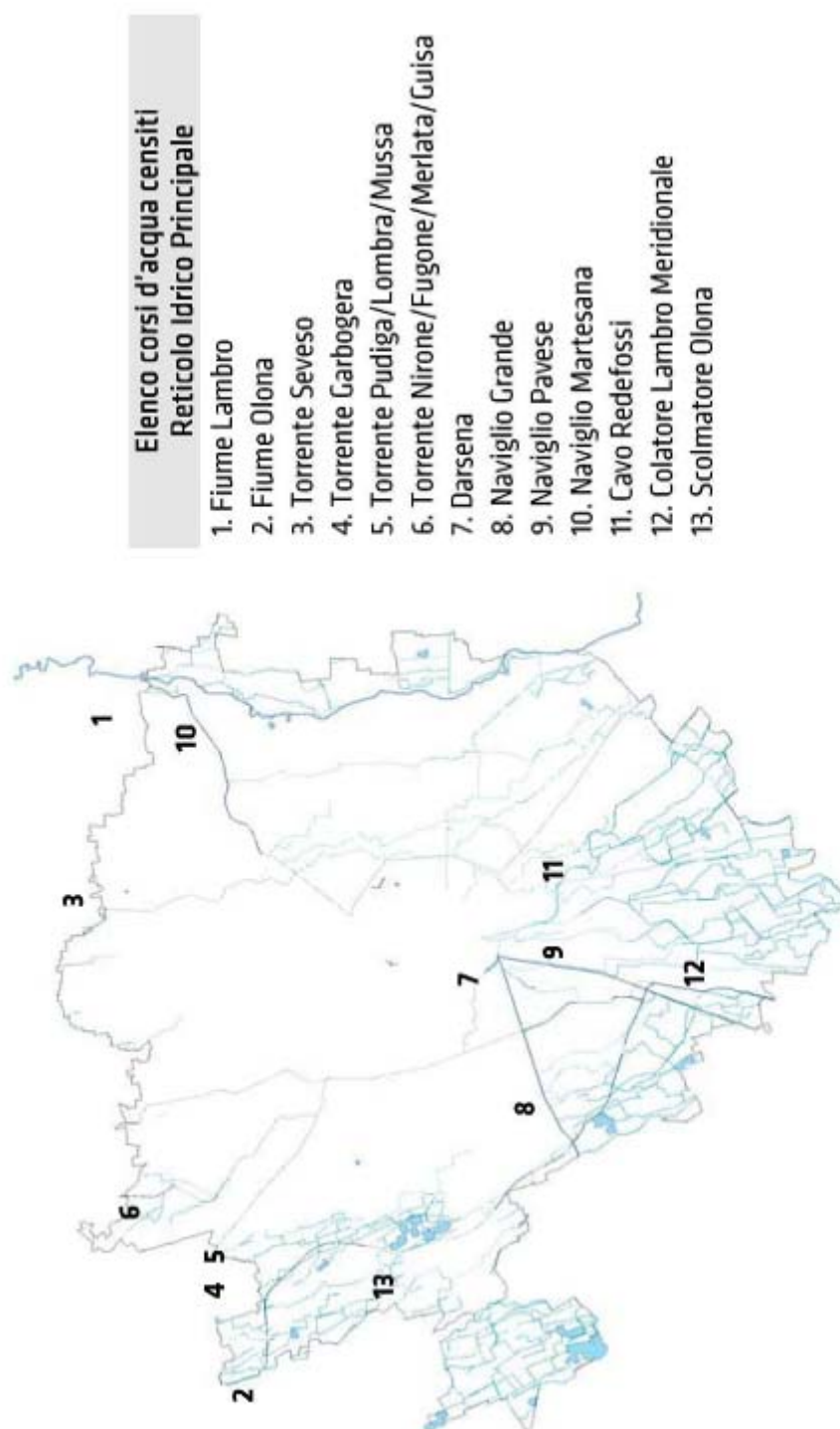
In senso, all'incirca, Ovest-Est, si allunga il reticolo idrografico artificiale, realizzato per mettere in comunicazione le acque dei corsi d'acqua naturali, mitigare le piene, creare vie di comunicazione navigabili e irrigare i terreni (Canale Villoresi, Naviglio Martesana, Canale Scolmatore Nord-Ovest, Naviglio Grande, Canale Muzza, Naviglio di Pavia).

Il bacino del fiume Lambro risulta poco esteso e di altitudine modesta e quindi la gran parte delle acque proviene artificialmente dalle zone dell'Alto Milanese incrementando i valori naturali di portata sino a valori massimi stimati intorno a 50 m<sup>3</sup>/s.

Non si può quindi parlare di un regime naturale del fiume Lambro, ma piuttosto di un regime regolato dalla forte antropizzazione che interessa tutto il sistema idrico della zona regolando le piene, prelevando e restituendo acqua a seconda delle necessità in modo da preservare la zona in esame da esondazioni.

Rispetto al reticolo idrografico principale (Fig. 3) l'area in esame è compresa nel bacino del Fiume Lambro, che scorre in direzione Nord-Sud a est dall'area in oggetto. La rete idrografica secondaria è rappresentata da alcune rogge utilizzate per scopi irrigui. La Roggia Trivulzia scorre da Nord verso Sud e si immette nella Roggia Spazzola presso il confine con il Comune di S. Donato M.se. Il cavo Taverna delimita l'area sul lato Ovest e si immette nella Roggia Gerenzana in corrispondenza dell'abitato di Rogoredo (Fig. 4).

10



*Fig. 3 : Elenco corsi d'acqua afferenti al reticolo idrico principale presenti sul territorio del Comune di Milano.*

Fig. 3



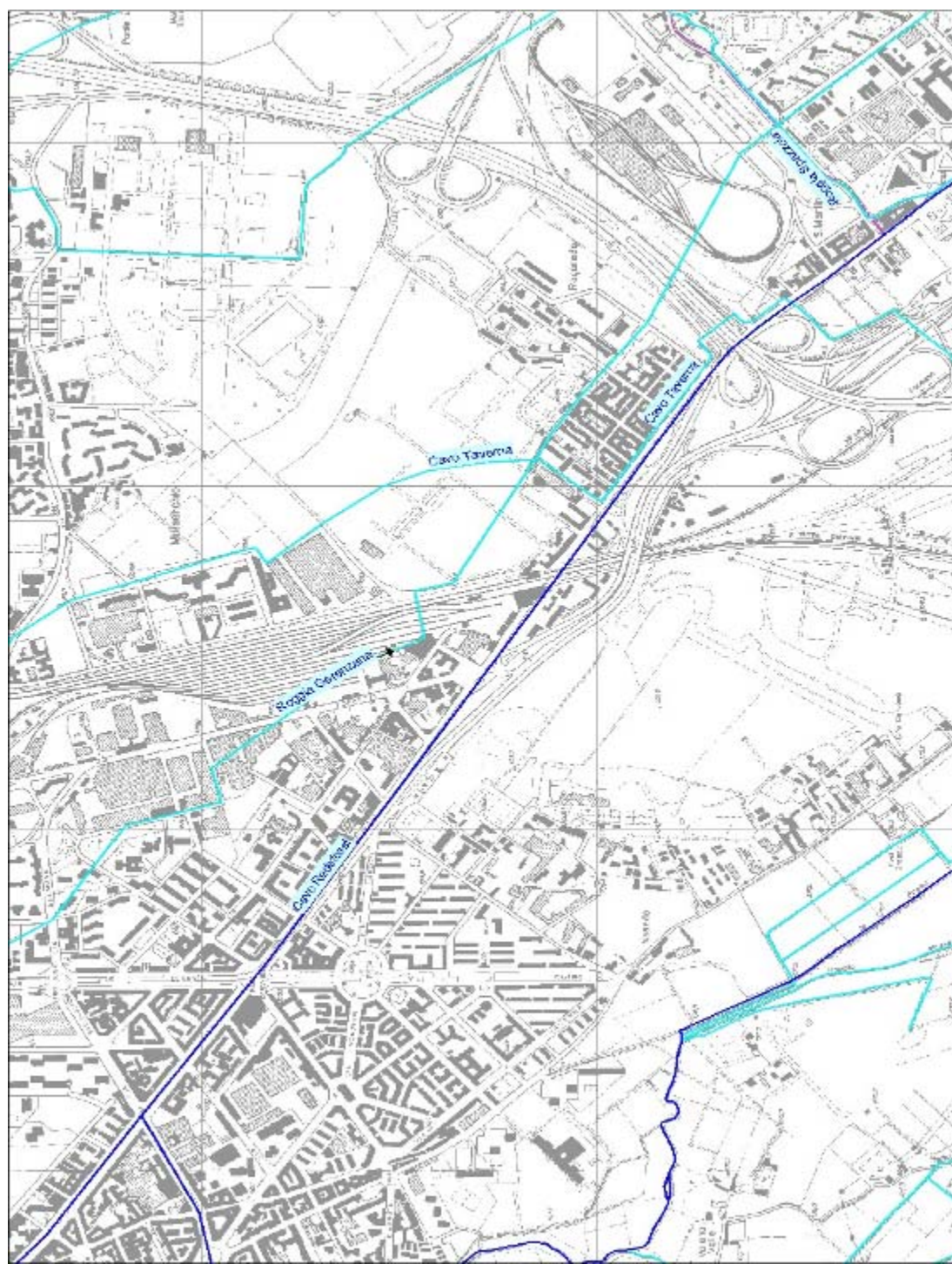


Fig. 4

## **7. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DEL SISTEMA ACQUIFERO DELL'AREA**

In corrispondenza dell'area in esame si individuano i seguenti sistemi di falde:

*Prima falda libera:* contenuta nell'unità ghiaioso sabbiosa, con livello piezometrico a circa 5-6 m e base a circa 40 m di profondità

seconda falda semi confinata: contenuta nell'unità sabbioso ghiaiosa, compresa tra 40 e 120 m di profondità

*falde profonde confinate:* contenute nei depositi Villafranchiani presenti oltre 120 m di profondità

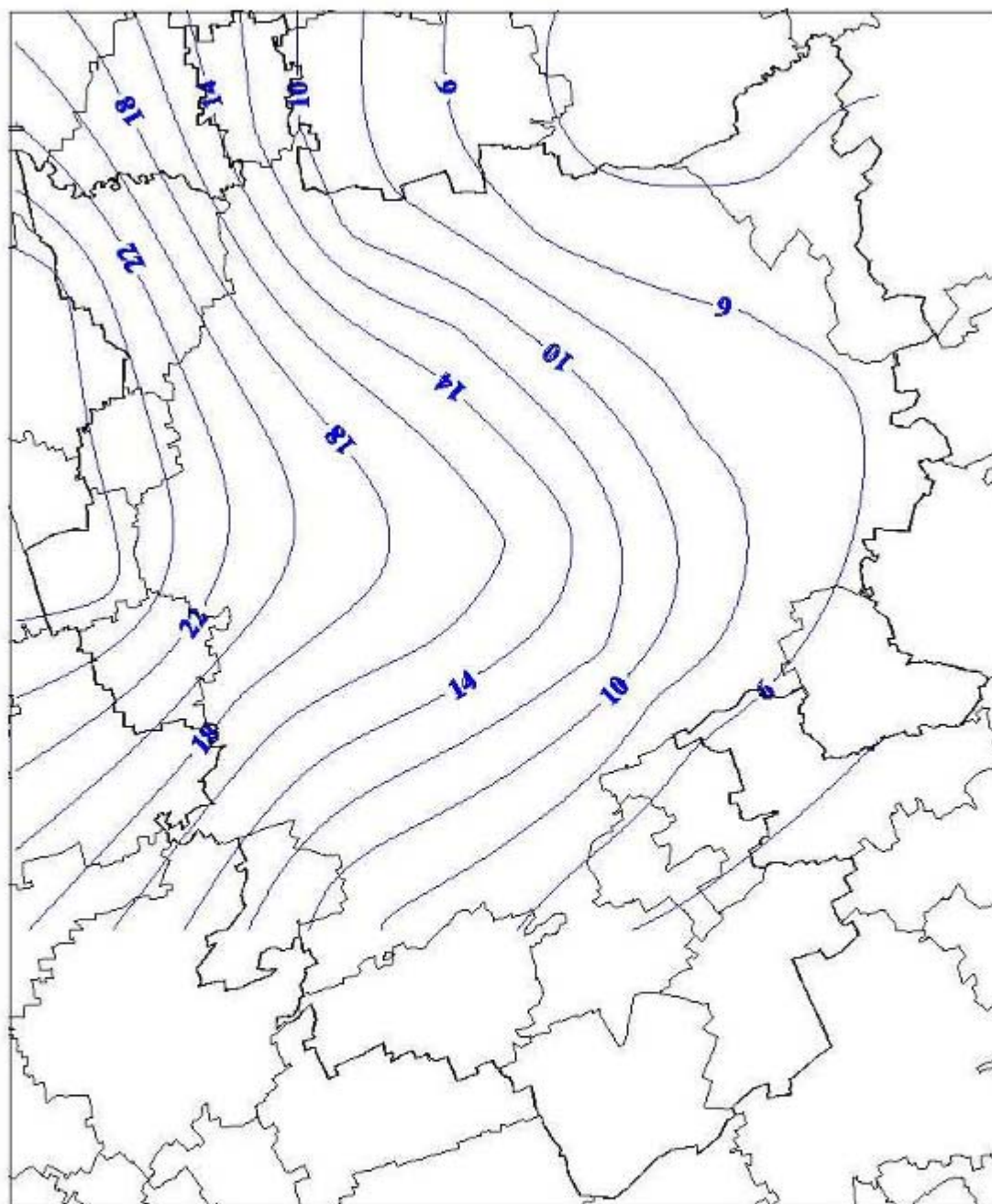
## **8. ACQUIFERO TRADIZIONALE**

L'andamento generale del livello dell'acquifero tradizionale (1° falda libera) evidenzia linee di flusso con direzione NNO-SSE con valori di soggiacenza elevati nella zona Nord Milano (20-30 m) che diminuiscono progressivamente verso sud, annullandosi in pratica lungo la linea dei fontanili.

La parte centrale, occupata in prevalenza dall'abitato di Milano e dalla sua zona periferica risente della forte richiesta d'acqua del capoluogo e questo provoca una depressione piezometrica che influenza notevolmente la morfologia delle isolinee per un settore esteso oltre 20 Km.

La depressione piezometrica ha raggiunto il suo massimo negli anni '80. Dagli anni '90 in poi, a seguito del minor fabbisogno delle acque per uso industriale, è in atto un'inversione di tendenza.

In generale si osserva come la morfologia della superficie piezometrica della falda libera risenta degli effetti della deformazione piezometrica indotta dal cono di depressione prodotto dal pompaggio dei pozzi, sebbene essi siano meno marcati rispetto a quanto si registrava negli anni precedenti il noto fenomeno di sollevamento della falda che ha contraddistinto il capoluogo lombardo a partire dal 1992. Quale superficie piezometrica a titolo indicativo si riporta quella relativa al mese di marzo 2004 (Fig. 5 Sistema informativo falda Provincia di Milano). Nell'area in esame, l'andamento del flusso idrico sotterraneo della prima falda presenta un gradiente idraulico medio pari a circa 0,1%; le quote piezometriche variano tra 102,0 m e 101,0 m s.l.m. Fig. 6.



Marzo 2004  
ANDAMENTO DELLA SOGGIACENZA DELLA FAIDA FREATICA NELLA CITTA' DI MILANO (metri dal p.l.)



Fig. 5

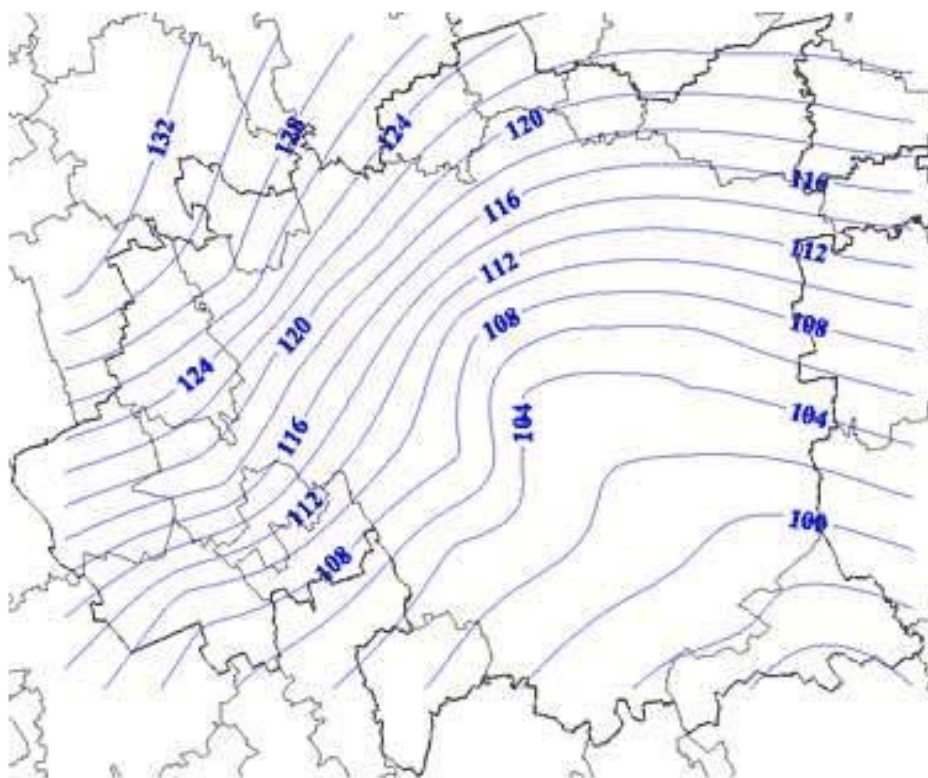


Fig. 6



## 9. OSCILLAZIONI DEL LIVELLO PIEZOMETRICO

Le oscillazioni della falda sono influenzate oltre che da fenomeni naturali (disgelo o precipitazioni piovose) dall' andamento irriguo e soprattutto dal minore o maggiore quantitativo di acque emunte dai pozzi per uso civile e industriale.

Attualmente, Aprile 2010, il piezometro posto in opera nel sondaggio S3 rileva una soggiacenza dal p.c. locale di – 6,10 m. Tale dato risulta in buon accordo con quanto illustrato dalla carta della soggiacenza della prima falda a cura della Provincia di Milano (Fig. 5).

Per l'analisi temporale delle oscillazioni del livello della falda in corrispondenza dell' area si fa riferimento ai dati rilevati nel piezometro n. 72 del settore fognature del Comune di Milano posto in Via Sordello n. 7..

Analizzando la serie di registrazioni si nota una soggiacenza massima a – 7,80 m e minima a – 4,50 dal p.c.

Il grafico di Fig. 7 mostra le fluttuazioni a scala mensile.

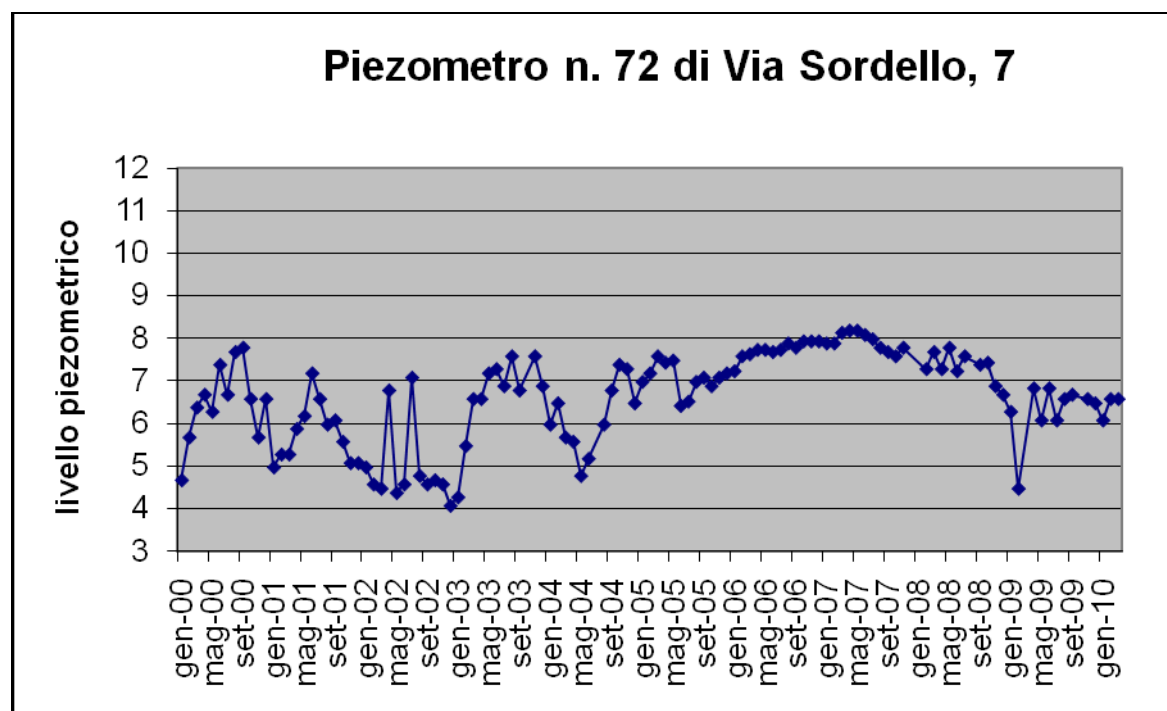


Fig. 7

## **10. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico meccanica dei terreni, sono consistite in:

- ✓ n. 5 sondaggi a carotaggio continuo di cui:
  - S1 ed S5 spinti alla profondità di 25 m
  - S2 spinto alla profondità di 30 m
  - S4 spinto alla profondità di 20 m
  - S3 spinto alla profondità di 15 m.

Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove SPT ad intervalli di 1,5 m. Il sondaggio S3 è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto.

- ✓ n. 28 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT) che hanno raggiunto mediamente la profondità di 12 ÷ 15 m dal p.c.

La quota di inizio dei sondaggi e delle prove corrisponde al piano campagna locale (p.c.) che presenta quote assolute comprese tra +107,00 e +107,80 m s.l.m.m.

La zona interessata dal cumulo di terreno di riporto, che raggiunge quota di +115,00 m s.l.m.m., in questa fase non ha potuto essere indagata.

I risultati delle indagini geognostiche (stratigrafia, diagrammi ed ubicazione) sono riportati nel fascicolo "Indagini geognostiche" (Fasciolo 1 di 3).

## **11. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO DELL'AREA**

Sulla base dell'osservazione dei dati forniti dai sondaggi e dai valori  $N_{SPT}$  e  $N_{SCPT}$ , si possono distinguere su base litologica e geomeccanica quattro diversi livelli di seguito descritti a partire dal piano campagna.

### **LIVELLO 1:**

E' stato rinvenuto sino ad una profondità media di circa  $2,0 \div 3,0$  m dal p.c.

Si tratta di terreno coltivo per circa 30 cm cui fa seguito sabbia fine limosa inglobante rari elementi di ghiaia.

I valori  $N_{SCPT}$  sono mediamente compresi tra 2 e 6 colpi/30 cm.

### **LIVELLO 2:**

Inizia alla fine del livello precedente ed è stato rilevato sino alla profondità di circa  $5,5 \div 7,0$  m dal p.c..

Risulta costituito da ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa con rari ciottoli e sabbia limosa inglobante elementi di ghiaia

I valori  $N_{SPT}$  medi sono compresi tra 30 e 50 colpi/30 cm

I valori  $N_{SCPT}$  sono mediamente compresi tra 20 e 40 colpi/30 cm.

### **LIVELLO 3:**

Da  $-5,5 \div -7,0$  m sino a  $-8,0 \div -9,5$  m circa di profondità dal p.c. si sono rilevate sabbie inglobanti rara ghiaia.

I valori  $N_{SPT}$  variano mediamente da 9 a 20 colpi/30 cm.

I valori  $N_{SCPT}$  variano mediamente da 4 e 12 colpi/30 cm.

### **LIVELLO 4:**

Da  $-8,0 \div -9,5$  m circa di profondità sino alla massima profondità raggiunta dalle indagini  $-30,0$  m dal p.c., risulta costituito prevalentemente da strati sabbioso ghiaiosi o ghiaioso sabbiosi con rari ciottoli.

I valori medi  $N_{SPT}$  risultano compresi tra 40 e 70 colpi/30 cm.

I valori medi  $N_{SCPT}$  sino a  $-15,0$  m di profondità, risultano compresi tra 30 e 40 colpi/30 cm.

## **12. COMPONENTE SISMICA**

L'Ordinanza PCM n. 3274 del 23.02.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Con l'entrata in vigore del DM 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

### **12.1 Inquadramento sismico**

La nuova normativa sismica suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche in base al valore del parametro  $a_g$  definita come accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi  $V_s > 800$  m/sec), ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ .

I "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi e delle medesime zone" classificano il territorio comunale di Milano in zona sismica 4 secondo quanto espresso dall'accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresa tra 0,025 e 0,050  $g$  (Zona a bassa sismicità) e riportato nella DGR 8/7374 del 28/05/2008.

Questa suddivisione nazionale costituisce la prima macrozonazione sismica del territorio che non tiene conto degli effetti locali legati alle caratteristiche geologico-strutturali, litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio comunale.

Il territorio di Milano viene definito a "bassa sismicità" e pertanto escluso dall'applicazione delle procedure di controllo previste dalla L.R. 46/85 e Regolamento attuativo, fermo restando l'obbligo dell'applicazione, in fase di progettazione, delle norme tecniche allegate alla DGR 8/7374 del 28/05/2008, secondo le modalità indicate e previste dal DM 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

## 12.2 Sismicità dell'area

Inquadramento sismico dell'area di Via Merezzate in comune di Milano.

Nota: elaborazione per l'individuazione della pericolosità del sito (Fig. 8) con la definizione dei valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno Strato Limite (SL, Fig. 9) ed i conseguenti valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  (Fig. 10), sono calcolati in accordo con le Nuove Tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

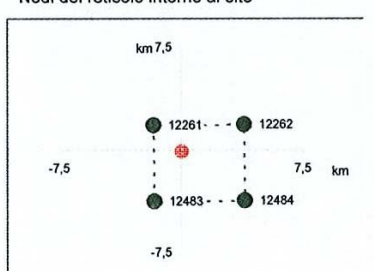
Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo  
☒ Sito esterno al reticolo  
☐ Interpolazione su 3 nodi  
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

Nodi del reticolo intorno al sito  


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Fig. 8

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,020	2,553	0,169
SLD	50	0,026	2,560	0,196
SLV	475	0,054	2,639	0,281
SLC	975	0,065	2,667	0,298

Fig. 9

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**

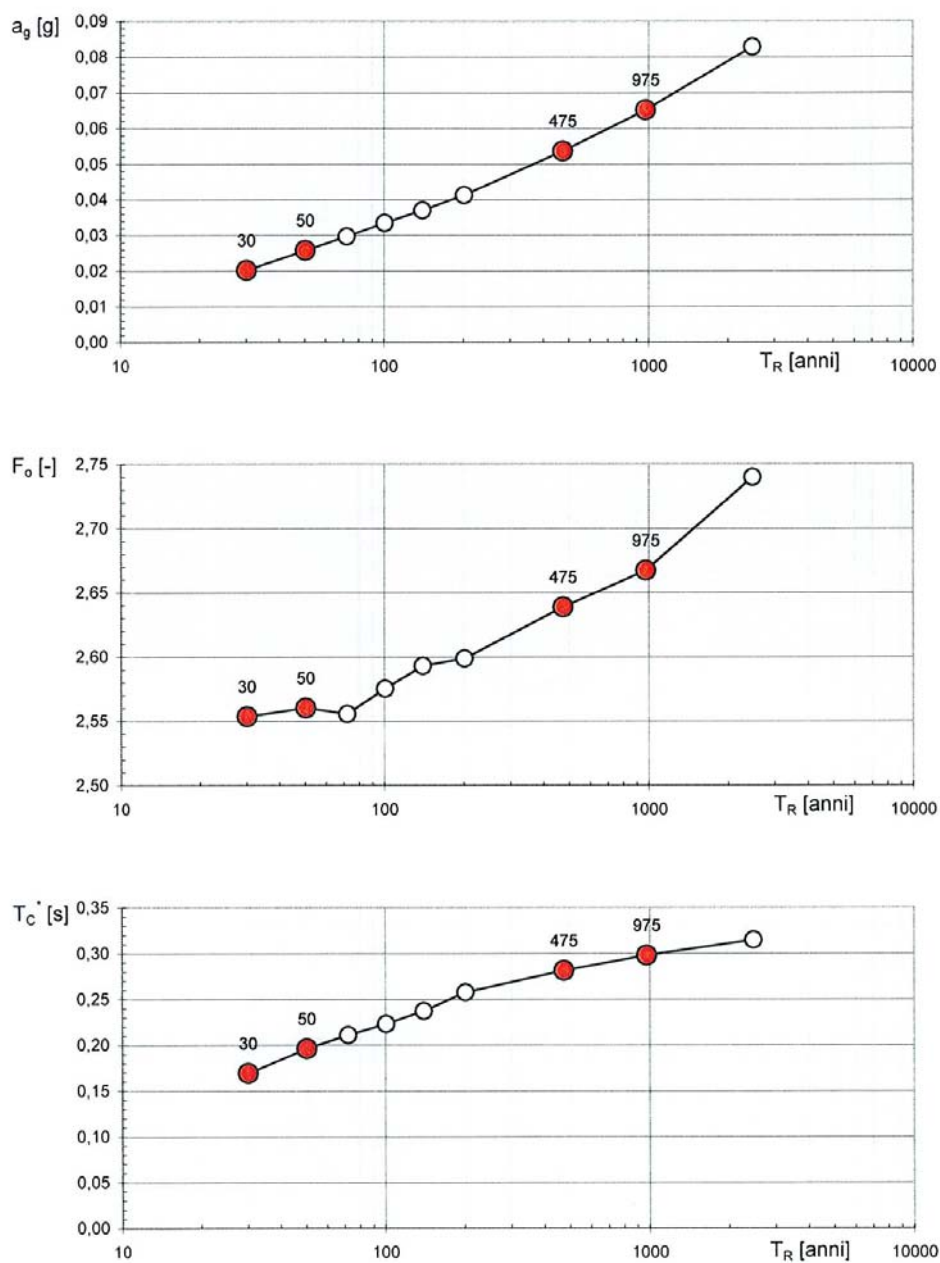


Fig. 10



## Azioni di progetto

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto in relazione alla quota di imposta delle fondazioni ed alla stratigrafia del terreno, si fa riferimento alla categoria B, così definita:

B: depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori  $V_{S30}$  compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{SPT30} > 50$ , o coesione non drenata  $C_u > 250$  KPa)

Il coefficiente di amplificazione topografico è pari ad 1,0 (Tabella 3.2 VI delle NTC).

I coefficienti di amplificazione stratigrafica e le azioni di progetto sono identificati nelle seguenti figure 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

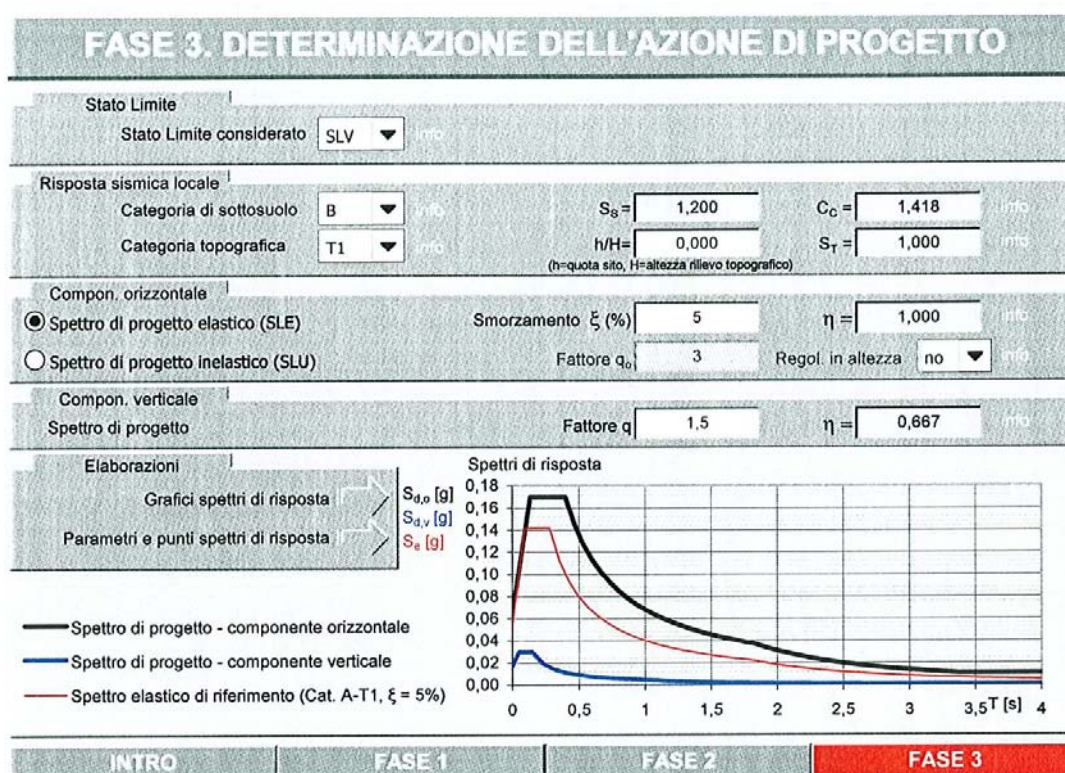


Fig. 11



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

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,054 g
$F_o$	2,639
$T_c$	0,281 s
$S_s$	1,200
$C_c$	1,418
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	1,000
$T_B$	0,133 s
$T_C$	0,399 s
$T_D$	1,814 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,064
$T_B \leftarrow$	0,133	0,170
$T_C \leftarrow$	0,399	0,170
	0,466	0,145
	0,533	0,127
	0,601	0,113
	0,668	0,101
	0,736	0,092
	0,803	0,084
	0,871	0,078
	0,938	0,072
	1,005	0,067
	1,073	0,063
	1,140	0,059
	1,208	0,056
	1,275	0,053
	1,342	0,050
	1,410	0,048
	1,477	0,046
	1,545	0,044
	1,612	0,042
	1,679	0,040
	1,747	0,039
$T_D \leftarrow$	1,814	0,037
	1,918	0,033
	2,022	0,030
	2,127	0,027
	2,231	0,025
	2,335	0,023
	2,439	0,021
	2,543	0,019
	2,647	0,018
	2,751	0,016
	2,855	0,015
	2,959	0,014
	3,063	0,013
	3,167	0,012
	3,271	0,011
	3,376	0,011
	3,480	0,011
	3,584	0,011
	3,688	0,011
	3,792	0,011
	3,896	0,011
	4,000	0,011

Fig. 12

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**
**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,017 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,825
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = l/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,017
$T_B$	0,050	0,029
$T_C$	0,150	0,029
	0,235	0,019
	0,320	0,014
	0,405	0,011
	0,490	0,009
	0,575	0,008
	0,660	0,007
	0,745	0,006
	0,830	0,005
	0,915	0,005
$T_D$	1,000	0,004
	1,094	0,004
	1,188	0,003
	1,281	0,003
	1,375	0,002
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,002
	1,750	0,001
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

Fig. 13

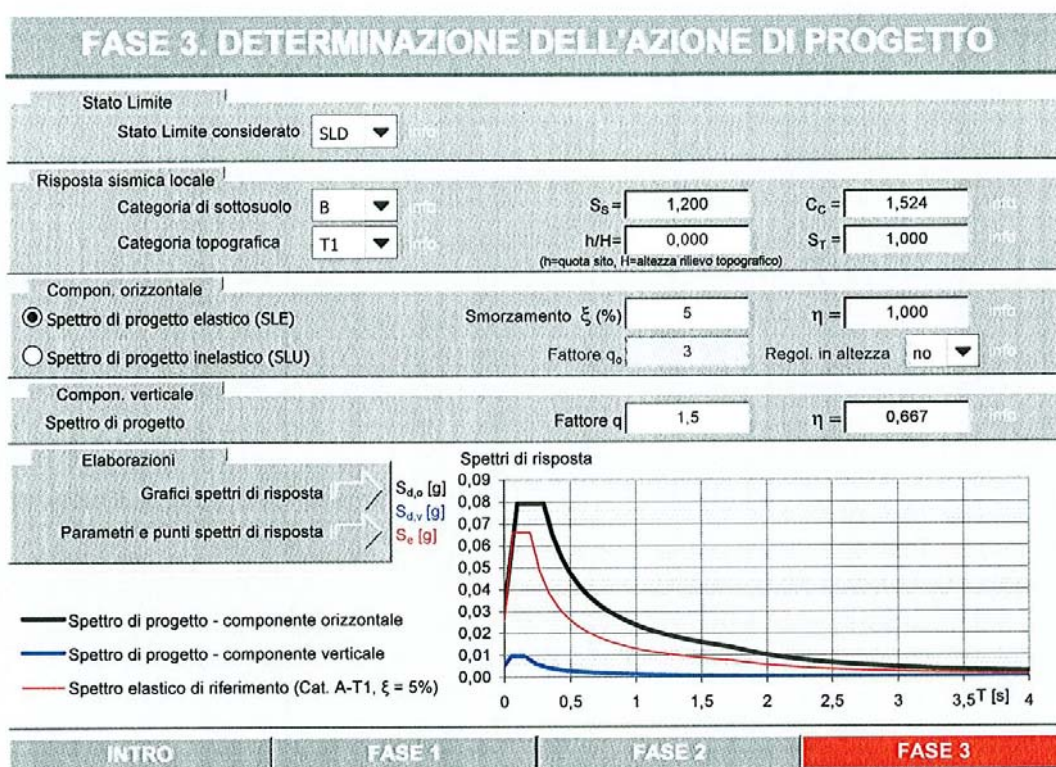


Fig. 14

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**
**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,026 g
$F_o$	2,560
$T_c$	0,196 s
$S_s$	1,200
$C_c$	1,524
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	1,000
$T_B$	0,100 s
$T_C$	0,299 s
$T_D$	1,703 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c' \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,031
$T_B \leftarrow$	0,100	0,079
$T_C \leftarrow$	0,299	0,079
	0,366	0,065
	0,433	0,055
	0,499	0,047
	0,566	0,042
	0,633	0,037
	0,700	0,034
	0,767	0,031
	0,834	0,028
	0,901	0,026
	0,967	0,024
	1,034	0,023
	1,101	0,021
	1,168	0,020
	1,235	0,019
	1,302	0,018
	1,369	0,017
	1,436	0,016
	1,502	0,016
	1,569	0,015
	1,636	0,014
$T_D \leftarrow$	1,703	0,014
	1,812	0,012
	1,922	0,011
	2,031	0,010
	2,141	0,009
	2,250	0,008
	2,359	0,007
	2,469	0,007
	2,578	0,006
	2,687	0,006
	2,797	0,005
	2,906	0,005
	3,016	0,004
	3,125	0,004
	3,234	0,004
	3,344	0,004
	3,453	0,003
	3,562	0,003
	3,672	0,003
	3,781	0,003
	3,891	0,003
	4,000	0,003

Fig. 15



**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD**
**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{gv}$	0,006 g
$S_s$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,555
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = I/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,006
$T_B \leftarrow$	0,050	0,010
$T_C \leftarrow$	0,150	0,010
	0,235	0,006
	0,320	0,004
	0,405	0,004
	0,490	0,003
	0,575	0,002
	0,660	0,002
	0,745	0,002
	0,830	0,002
	0,915	0,002
$T_D \leftarrow$	1,000	0,001
	1,094	0,001
	1,188	0,001
	1,281	0,001
	1,375	0,001
	1,469	0,001
	1,563	0,001
	1,656	0,001
	1,750	0,000
	1,844	0,000
	1,938	0,000
	2,031	0,000
	2,125	0,000
	2,219	0,000
	2,313	0,000
	2,406	0,000
	2,500	0,000
	2,594	0,000
	2,688	0,000
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

Fig. 16



**Valutazione accelerazione orizzontale massima attesa al sito**

$$a_{\max} = a_g * S_s * S_t$$

risulta:

Stato limite SLV  $a_{\max} = 0,054 * 1,2 * 1 = 0,065 * g$

Stato limite SLD  $a_{\max} = 0,026 * 1,2 * 1 = 0,031 * g$



### **13. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ALL'INTERNO DEL P.G.T.**

Il Lotto interessato dall'intervento edilizio in progetto è ubicato in un'area indicata dallo Studio Geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio del Comune di Milano appartenente alla classe di fattibilità F2 (V. stralcio Carta di fattibilità geologica Tav. 1).

**Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni (verde)**

Si tratta di aree nelle quali, in generale, sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie, fatto salvo l'obbligo di verifica della compatibilità geologica e geotecnica ai sensi del DM 14/01/08, per tutti i livelli di progettazione previsti per legge.

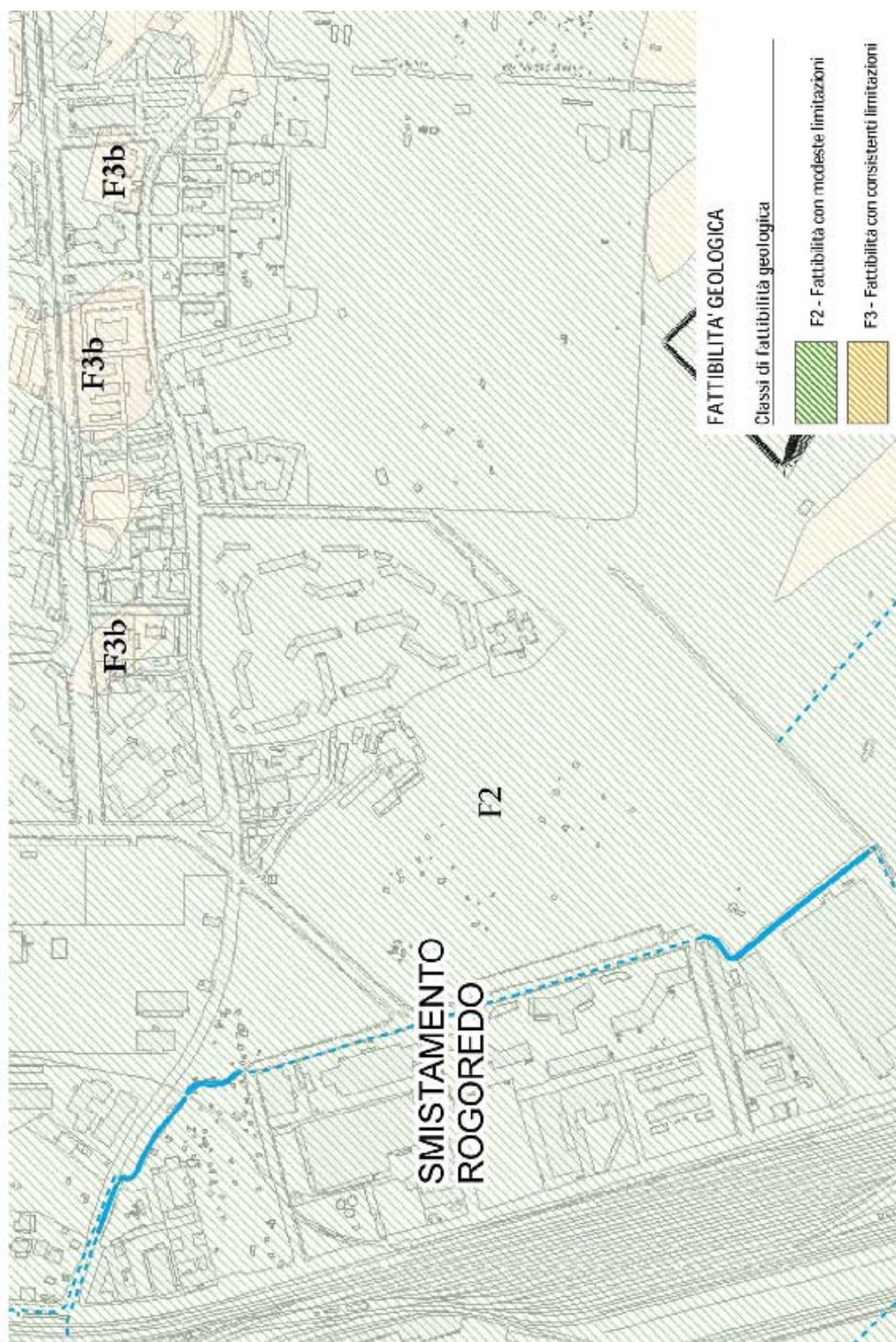
Tale classificazione non risulta, quindi, particolarmente restrittiva nei confronti della possibilità di espansione edilizia; non si riscontrano, infatti, generali limitazioni all'edificabilità o alla modifica dell'uso del territorio.

Lo studio delle componenti consente di definire le aree in classe di fattibilità geologica 2 come pianeggianti, litologicamente costituite da depositi di natura sabbioso ghiaiosa con percentuali variabili di matrice limosa o limoso sabbiosa.

Potranno essere realizzati vani interrati compatibilmente con le situazioni idrogeologiche locali, ospitanti magazzini e/o depositi di sostanze non pericolose, parcheggi sotterranei, uffici dotati di collettamento delle acque di scarico con rilancio alla fognatura.

La verifica idrogeologica deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

In base a quanto esposto nei paragrafi precedenti si dichiara la conformità e la congruenza con lo Studio Geologico del Comune di Milano.



Tav. 1

#### **14. CONCLUSIONI**

Sulla base di quanto precedentemente esposto si dichiara la fattibilità geologica dell'intervento in oggetto.

L'area ricade in un'area di stabilità geologico idrogeologica ed idrologica, e pertanto risulta idonea al tipo di intervento edilizio in progetto.