

Milano



Comune
di Milano

**ATTO INTEGRATIVO ALL'ACCORDO DI PROGRAMMA PER LA
QUALIFICAZIONE E LO SVILUPPO DEL SISTEMA FIERISTICO LOMBARDO
(D.P.G.R. n. 58521 DELL'8 APRILE 1994) E SUCCESSIVE MODIFICHE ED
INTEGRAZIONI PER LA VARIAZIONE DEGLI ASPETTI URBANISTICI E DEGLI
IMPEGNI DEI SOGGETTI NEL POLO URBANO**

**Studio di approfondimento delle componenti geologica, idrogeologica e
sismica ai sensi della D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008**

Indice

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento territoriale.	4
3	Inquadramento Geologico e Geomorfologico.....	6
3.1	Componente geomorfologica	6
3.2	Componente geologica.....	6
3.2.1	Assetto geologico di dettaglio.....	7
3.3	Componente idrogeologica	9
3.3.1	Assetto idrogeologico locale	9
3.3.2	Soggiacenza della falda.....	10
3.3.3	Stato attuale di qualità delle acque	13
4	Caratterizzazione Sismica	16
4.1	Pericolosità sismica locale.....	19
5	Fattibilità geologica.....	24
6	Conclusioni	25

1 Premessa

La variante urbanistica oggetto della presente relazione tecnica riguarda gli ambiti Polo Urbano Fiera e CityLife secondo quanto previsto dall'atto integrativo all'"Accordo di Programma (1994) per la qualificazione e lo sviluppo del Sistema Fieristico Lombardo".

Dopo avere preso visione delle tavole di progetto per la riqualificazione del quartiere storico di Fiera Milano si redige la presente relazione geologica di inquadramento ed analisi degli effetti dell'intervento in oggetto, relativamente alle componenti suolo, sottosuolo ed acque sotterranee e si propone la valutazione di compatibilità con quanto pubblicato e riferito allo studio delle componenti geologica, idrogeologica e sismica per il Piano di Governo del Territorio PGT del Comune di Milano.

Lo studio è stato redatto ai sensi della D.G.R. n. 8/7374 del 28 Maggio 2008 recante "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12".

2 Inquadramento territoriale.

La zona oggetto del presente studio è posta nel settore nord occidentale della città di Milano, in Zona di Decentramento n. 7.

L'intervento, inquadrato nella Carta Tecnica Regionale al Foglio B6b2, ricomprende tutto il polo fieristico storico della "Fiera Campionaria di Milano" e le aree espositive della parte urbana dell'attuale sistema fieristico milanese denominata Fiera MilanoCity costruita sulle aree ex Portello.

In dettaglio il perimetro dell'intervento è stato delimitato sui fogli F6 ed F7 della carta Tecnica Comunale in scala 1:2.000 Edizione 2004.

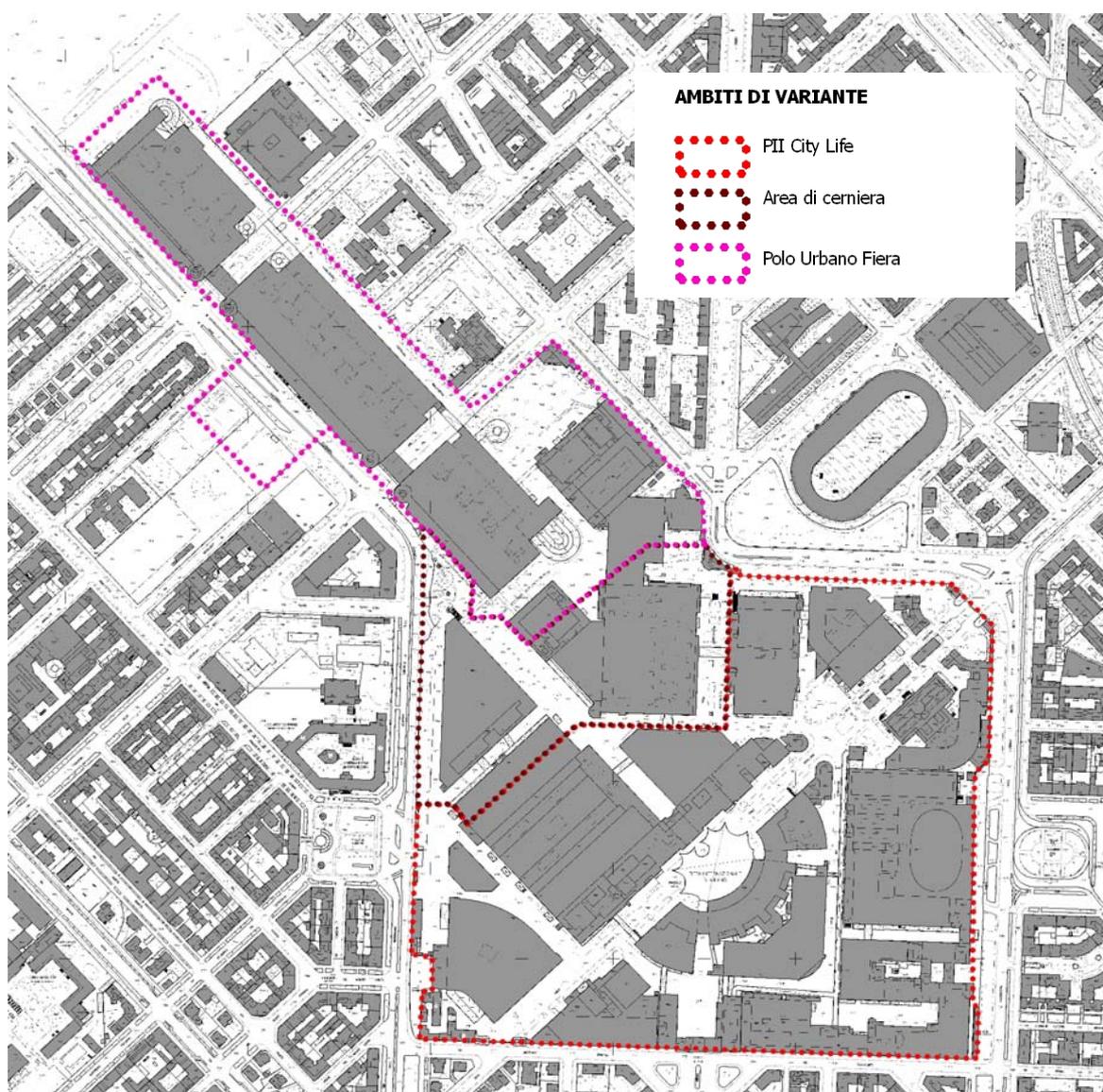


Figura 1: Stralcio CTC con identificati i perimetri di competenza



Fotografia 1: Vista aerea dell'area ex recinto storico Fiera Milano- Portello

3 Inquadramento Geologico e Geomorfologico

3.1 Componente geomorfologica

I lineamenti geomorfologici del territorio di Milano risentono degli avvenimenti geologici succedutisi dal tardo Miocene fino a tutto il Quaternario, caratterizzati dalla deposizione di sedimenti nei periodi interglaciali e dalla loro successiva erosione.

L'intervento si posiziona nel settore centrale della media pianura milanese ed è caratterizzato da una morfologia pianeggiante, con quote topografiche tra i 123 e i 125 m s.l.m degradanti verso Sud.

Nello specifico non si rilevano particolari evidenze morfologiche a causa dell'intensa urbanizzazione che ha modificato la struttura originaria della pianura.

3.2 Componente geologica

Il territorio comunale di Milano è caratterizzato dalla presenza di depositi fluvio-glaciali medio-grossolani che si sono depositi durante l'ultima fase glaciale "wurmiana" (Pleistocene sup.) che verso sud vengono sostituiti da depositi di granulometria inferiore (sabbie e limi).

Questi depositi fluvio-glaciali costituiscono il ripiano morfologico principale ed arealmente più esteso che assume il nome di "Livello Fondamentale della Pianura".

A causa delle modalità con cui si sono depositi i diversi sedimenti, sussistono naturali variazioni locali delle granulometrie sia in senso orizzontale che verticale, inoltre poiché il primo livello di terreno è stato completamente modificato dall'azione antropica con la conseguente cancellazione delle caratteristiche originali e naturali, risulta estremamente complessa, in situ l'identificazione del passaggio tra le varie litologie.

Al di sotto di questo primo livello di depositi rimaneggiati o riportati, nell'area in esame i terreni risultano prevalentemente granulari e costituiti da sabbie e ghiaie sciolte, con livelli più limoso-argillosi o più ciottolosi, con la tipica facies eterogenea legata alla genesi dei depositi alluvionali.

Di seguito vengono descritte le unità cartografate nella carta di inquadramento geologico e geomorfologico:

- Fluvio-glaciale Wurm (FLW): i depositi sono caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti di argilla, presentano superiormente un livello di natura sabbioso-argillosa (tale strato è stato obliterato o eliminato dall'intervento antropico); occupano le aree che costituivano la piana fluvio-glaciale e fluviale formatasi per colmamento alluvionale durante l'ultima fase glaciale-postglaciale (fase glaciale wurmiana).

3.2.1 Assetto geologico di dettaglio

Per la caratterizzazione litostratigrafica del sito, si riportano i dati derivanti dai risultati delle indagini di caratterizzazione ambientale e geotecnica svolte nel periodo compreso fra gennaio e maggio 2001.

Tali indagini hanno compreso l'esecuzione di 128 sondaggi a carotaggio continuo di profondità compresa fra 4 e 30 m da p.c., di cui 5 attrezzati successivamente a pozzi di monitoraggio, e di 30 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità compresa tra 20 m e 100 m da p.c., con prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati.

Sulla base delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti è stato possibile individuare il seguente andamento stratigrafico:

- Terreno di riporto di spessore variabile da 1m a 5m costituito da sabbia, più o meno limosa, inglobante ghiaia e resti lateritici;
- Alternanze di ghiaia eterometrica con ciottoli in matrice sabbiosa/limosa e sabbia ghiaiosa limosa con ciascuna delle due componenti più grossolane presente in percentuali estremamente variabili. In tale strato sono presenti ciottoli di dimensioni anche decimetriche. Il livello in esame raggiunge spessori notevoli, estendendosi dai 5 m ai 30/35 m da p.c.; al suo interno, intorno ai 25 m circa da p.c., è presente, quasi ovunque, uno strato di sabbia limosa con ghiaia, di spessore in genere limitato di 3/4 m;
- Sabbia ghiaiosa debolmente limosa e sabbia limosa. Essa interessa profondità che vanno dai 30/35 m da p.c. ai 42/45 m da p.c.;
- Orizzonte limoso-sabbioso debolmente argilloso, di spessore compreso tra 1m e 2m. Tale strato è riscontrabile a profondità variabili dal p.c., in genere comprese tra i 42 m e i 47 m;

- Terreno sabbioso debolmente limoso inglobante ghiaia, di spessore molto variabile, compreso tra 10 m e 15 m. Esso si estende a partire dal primo orizzonte limoso (42/47 m da p.c.) fino a circa 58m da p.c.;
- Terreno sabbioso o sabbioso limoso, nettamente più fine rispetto allo strato sabbioso sovrastante. Tale strato interessa profondità che vanno dai 58m ai 65m circa da p.c.;
- Orizzonte continuo limoso-argilloso, di spessore variabile ma in genere compreso tra 4/5 m. Esso si estende dai 65 m ai 69 m da p.c., e rappresenta lo strato coesivo più uniforme e compressibile.
- Terreno sabbioso o sabbioso limoso, spesso circa una decina di metri, e compreso tra i due orizzonti limoso-argillosi (da 69 m a 78 m circa da p.c.),
- Orizzonte continuo limoso-argilloso, di spessore variabile ma in genere compreso tra 2/4 m, interessando profondità che vanno dai 78 m agli 82 m da p.c.;

Oltre gli 80 m si riscontra un'alternanza di strati sabbioso-ghiaiosi la cui successione varia da sondaggio a sondaggio, e le cui caratteristiche li accomunano agli strati sovrastanti ad essi simili.

3.3 Componente idrogeologica

Per un inquadramento della struttura idrogeologica di Milano e della provincia di Milano, ci si è avvalsi di quanto riportato in letteratura.

Il sottosuolo dell'area può essere suddiviso in tre distinte unità idrogeologiche, aventi nel loro insieme caratteri litologici ed idraulici arealmente omogenei e così schematizzabili a partire dalla superficie:

- litozona ghiaioso-sabbiosa sede dell'acquifero tradizionale, suddiviso in una parte più superficiale (a falda libera – I° acquifero) corrispondente ai depositi alluvionali e fluvioglaciali wurmiani ed una parte più profonda (falda semi-confinata – II° acquifero) con spessore variabile, corrispondente a depositi fluvioglaciali più antichi (con presenza di conglomerati); le due parti risultano localmente separate da modesti spessori di depositi fini semi-permeabili o impermeabili, mentre tale litozona risulta separata dalla sottostante da un livello di argilla e limo abbastanza potente ma non sempre continuo arealmente;
- litozona sabbioso-argillosa costituita da intercalazioni variabili di limi con sabbie e raro ghiaietto, talora con presenza di torbe, con falde multistrato semiconfinato o confinato (III° acquifero).
- litozona argillosa profonda costituita da depositi per lo più impermeabili con la presenza di acque salmastre.

3.3.1 Assetto idrogeologico locale

L'assetto idrogeologico locale è stato ricostruito attraverso i dati desunti dalle indagini effettuate in sito durante la campagna geotecnica.

Come riportato nel dettaglio litostratigrafico da piano campagna sino a 32 m - 36 m di profondità sono presenti alternanze di sabbia ghiaiosa da debolmente limosa a limosa e sabbia limosa. Localmente i depositi più grossolani comprendono anche ciottoli. E' stata inoltre riscontrata una variabilità laterale nella granulometria dei depositi.

Questi depositi costituiscono l'acquifero superficiale, sede della falda libera.

Nelle porzioni sottostanti, i depositi diventano prevalentemente sabbioso/limosi, pur se localmente rimangono presenti livelli di depositi grossolani. Inoltre sono presenti livelli limoso-argillosi e limoso-sabbiosi che si alternano all'interno dei depositi sabbiosi.

Tra questi livelli fini, i principali sono stati riscontrati a partire da circa 35 m da p.c., con spessore medio di circa 2 m, e a partire da circa 40 m da p.c., con spessore medio di circa 3 m. Questi livelli fini, generalmente riconoscibili a quote confrontabili da sondaggio a sondaggio, non sono continui lateralmente, pur avendo estensione laterale anche decametrica.

I livelli di depositi fini suddividono l'acquifero superficiale in due settori parzialmente comunicanti, costituiti da depositi a prevalente componente sabbioso-limosa, con presenza di livelli a granulometria più grossolana (sabbia debolmente limosa con ghiaia). Questi settori dell'acquifero superficiale costituiscono, a scala regionale, un sistema multi strato.

L'acquifero multistrato si sviluppa sino a circa 65 m di profondità da p.c. e poggia su uno strato di limo argilloso passante ad argilla limosa di spessore variabile da 1 m a 5 m. Questo strato, intercettato in tutte le perforazioni profonde, separa gli acquiferi superiori dal sottostante acquifero profondo (II).

L'acquifero profondo è formato da sabbie con limo, in presenza di locali lenti a granulometria più grossolana ma mai prevalente, e risulta a sua volta suddiviso in almeno due settori separati da uno strato di argille e limi, continuo e potente circa 4 m e presente a partire da circa 78 m da p.c..

L'acquifero profondo è stato intercettato sino a 100 m di profondità da p.c..

Questo, secondo acquifero si estende a profondità variabili da 115 m a 150 m da p.c.

3.3.2 Soggiacenza della falda

Il livello della falda freatica sottostante la città di Milano ha risentito negli anni delle attività antropiche svolte nella città poiché la falda è ed è stata la fonte primaria d'acqua per usi sia potabili che industriali.

Sino agli anni '50 il livello piezometrico è stato molto alto, decrescendo poi rapidamente fino alla metà degli anni '70.

Tra gli anni '80 e '90 il fenomeno di decrescita si è arrestato e progressivamente si è assistito ad un progressivo innalzamento del livello di falda che dopo il 2003 pare aver raggiunto una certa stabilità.

I principali motivi dell'innalzamento della falda sono stati la riduzione del prelievo per usi industriali, la riduzione degli abitanti e la presenza di contaminanti nell'acquifero più superficiale per cui il prelievo per usi potabili è stato trasferito dal primo al secondo acquifero.

La soggiacenza nella zona è ricavabile dai dati reperibili dai piezometri sistemati nelle vicinanze, precisamente a in via Gattamelata (fonte: Sistema Informativo Falda – Provincia di Milano, 2010).

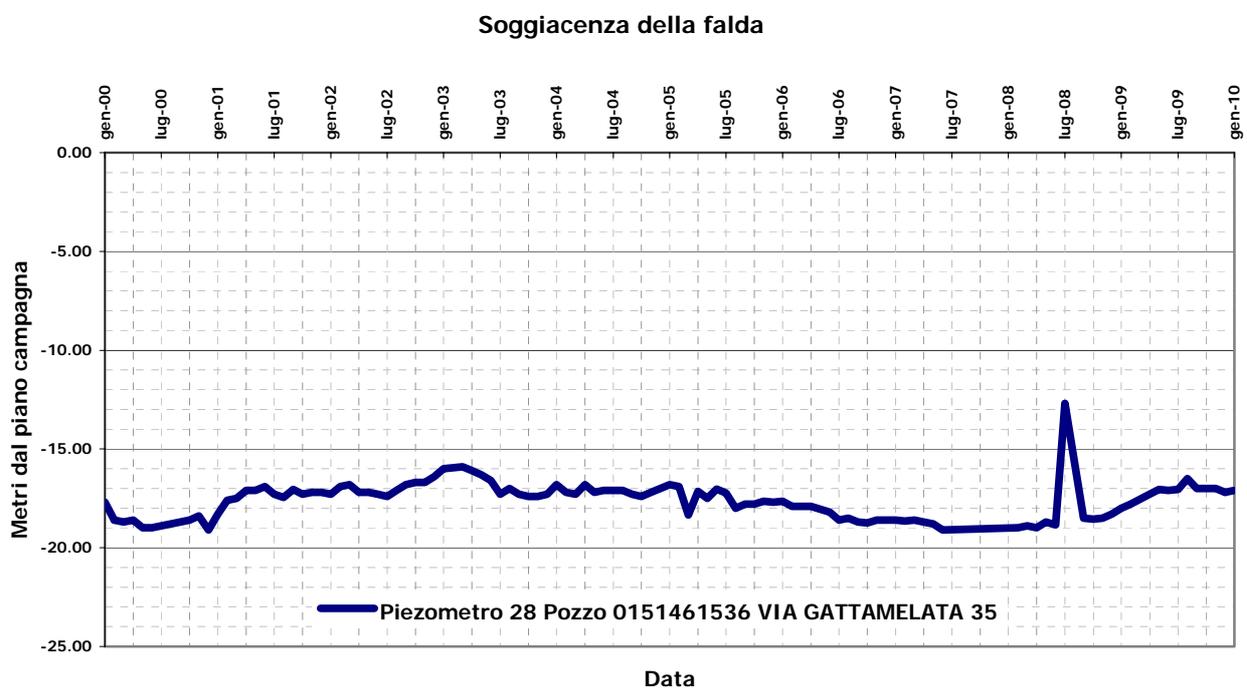


Figura 2: Piezometro 28 Sistema Informativo Falda - Provincia Milano.

Dall'analisi dei dati degli ultimi 10 anni è possibile evidenziare come il massimo livello di falda si sia raggiunto nel mese di luglio del 2008 con una profondità di -12.70 m dal piano campagna con un dislivello di 6.4 m circa rispetto al periodo di minima avvenuto nel giugno del 2007.

I dati piezometrici rilevati in una apposita campagna di misura svolta durante la fase di caratterizzazione geotecnica del sito hanno permesso di confermare i dati della provincia e di definire l'andamento locale della piezometria.

Per quanto riguarda le oscillazioni a medio-lungo periodo della falda freatica, si fa riferimento alla situazione piezometrica della falda relativa all'anno 1954, considerato il massimo livello storico raggiunto dalla falda. Nell'area in esame la falda presentava in una superficie di circa 116 m s.l.m., ovvero era posta ad una profondità di circa 7 m da p.c.

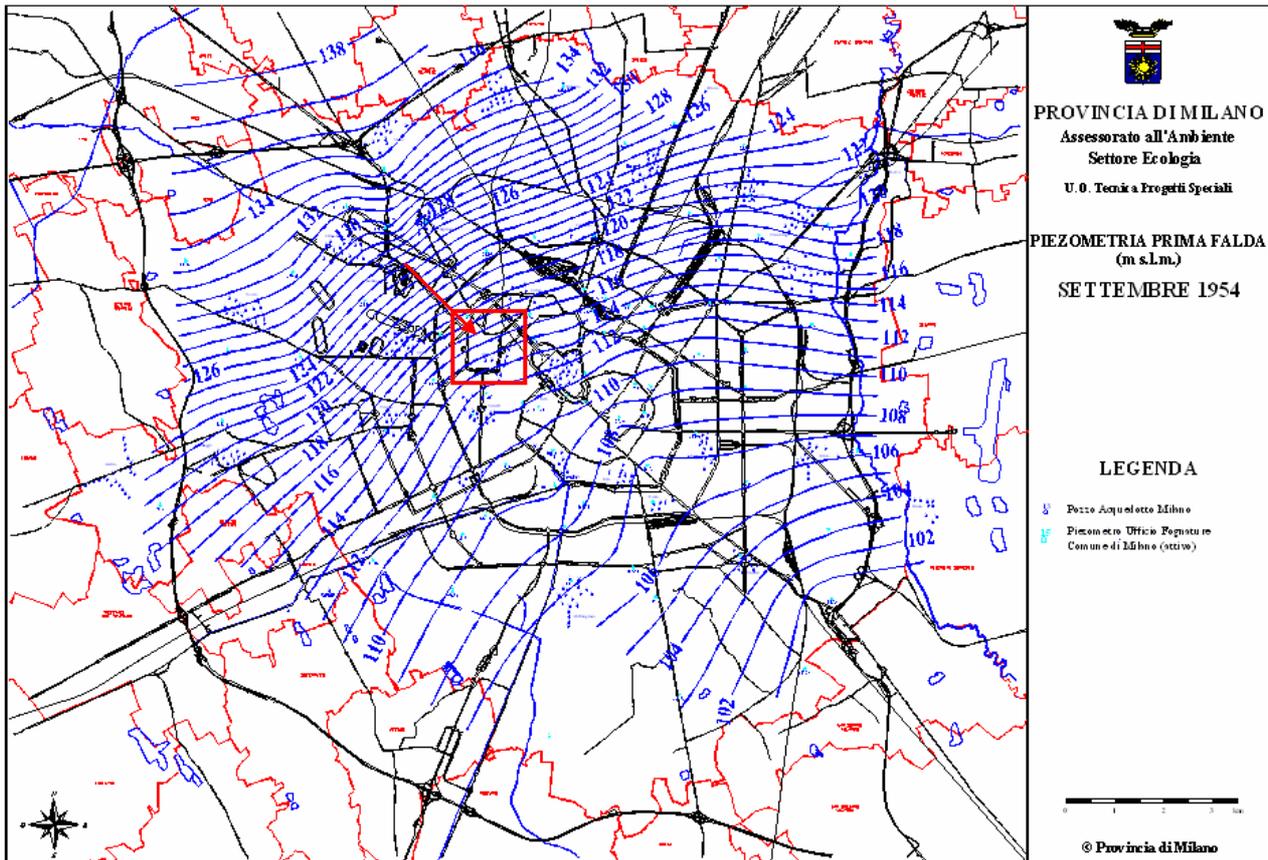


Figura 3: Soggiacenza della falda 1954 Fonte provincia di Milano

Sono state eseguite varie prove di permeabilità a profondità variabili fino alla profondità di 96 m da p.c.

In base alle risultanze è possibile definire l'andamento della permeabilità con la profondità:

- Fino alla profondità di 20 m da p.c. valori di permeabilità di risultano superiori a $1 \cdot 10^{-5}$ m/s;
- da -20 m da p.c. a -40 m da p.c. 19 prove hanno fornito valori di permeabilità superiori a $1 \cdot 10^{-5}$ m/s e 4 prove hanno fornito valori inferiori;

- da -40 m a -60 m i valori di permeabilità risultano meno dispersi risultando tutti compresi tra $3 \cdot 10^{-6}$ m/s e $2 \cdot 10^{-5}$ m/s.
- da -60 m a -80 m i valori di permeabilità risultano tutti racchiusi nell'intervallo tra $3 \cdot 10^{-6}$ m/s e $3 \cdot 10^{-5}$ m/s.
- da -80 m a -100 m i valori risultano nuovamente molto dispersi, variando all'interno degli orizzonti sabbioso-limosi, sabbioso-ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi tra $1,7 \cdot 10^{-6}$ m/s a $8,0 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Solamente due prove tra quelle eseguite hanno intercettato un orizzonte molto impermeabile situato alla profondità di 82m circa dal p.c., costituito da limo argilloso sabbioso, ed hanno restituito valori di permeabilità di $2,8 \cdot 10^{-7}$ m/s e $9,2 \cdot 10^{-7}$ m/s.

3.3.3 Stato attuale di qualità delle acque

L'area milanese presenta un sensibile tasso di inquinamento degli acquiferi superficiali a causa della estensione delle aree antropizzate.

La prima falda è stata oggetto di una specifica campagna analitica realizzata dalla Provincia di Milano che ha permesso di elaborare una cartografia del chimismo delle acque per tutto il territorio comunale.

Gli inquinanti maggiormente presenti nella prima falda sono i composti organo-alogenati, quali il tetracloroetilene e il tricloroetilene, i nitrati, il cromo esavalente e l'atrazina.

La tipologia quindi degli inquinanti presenti, ad esclusione dei nitrati, evidenzia un'origine legata alle attività industriali e produttive della fascia nord di Milano, cioè da quei settori posti idrogeologicamente a monte.

In particolare si sono effettuate le analisi sulle acque del primo acquifero, prelevandole dal pozzo pilota realizzato per il dimensionamento delle pompe di calore, ottenendo i seguenti risultati.

Campione	PZ1 (0151462962)
Parametro Data	08/07/09
Arsenico ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Cadmio ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Cromo totale ($\mu\text{g/l}$)	< 5
Cromo VI ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Mercurio ($\mu\text{g/l}$)	< 0,5
Nichel ($\mu\text{g/l}$)	< 5
Piombo ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Rame ($\mu\text{g/l}$)	< 10
Zinco ($\mu\text{g/l}$)	48,0
Benzene ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Etilbenzene ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Stirene ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Toluene ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Para-Xilene ($\mu\text{g/l}$)	< 1
Benzo (a) antracene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Benzo (a)pirene ($\mu\text{g/l}$) ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Benzo (b) fluorantene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Benzo (k) fluorantene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Benzo (g,h,i) perilene ($\mu\text{g/l}$)	0,003
Crisene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Dibenzo (a,h)pirene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Indeno(1,2,3-c,d)pirene ($\mu\text{g/l}$)	< 0,001
Pirene ($\mu\text{g/l}$)	0,037
Idrocarburi tot. come n-esano ($\mu\text{g/l}$)	<50

Tabella 1 Risultanze analisi acque di prima falda

I valori riscontrati attestano l'assenza di contaminazioni da metalli, BTEX, idrocarburi policiclici aromatici e idrocarburi totali. E' presente una contaminazione da solventi clorurati (tetracloroetilene prevalente) imputabile, come detto in precedenza, a contaminazioni provenienti da monte flusso rispetto al sito in esame.

Vincoli

Come previsto dalla normativa, nella Tavola 2 sono stati inseriti i principali vincoli presenti nell'area ed in un suo intorno, in modo da dare una visione di insieme.

In particolare si sono individuati e riportati i seguenti vincoli:

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: "zona di rispetto" compresa in un raggio di 200 m rispetto al punto di captazione;

Le aree in esame risultano parzialmente interessate dalle aree di salvaguardia dei pozzi Pubblici della centrale Armi dell'Acquedotto di Milano.

Codice pozzo	Tipologia	Ubicazione	Stato	Profondità
0151460038	Pubblico	Armi - V.le Belisario davanti Via Sofocle	Attivo	101,00
0151460039	Pubblico	Armi - P.zza VI Febbraio	Attivo	101,20
0151460041	Pubblico	Armi - Via I. Nievo 35	Attivo	101,80
0151460042	Pubblico	Armi - P.zza Giulio Cesare	Attivo	104,50
0151460043	Pubblico	Armi - P.zza VI Febbraio	Attivo	101,00
0151460049	Pubblico	Armi - Via Senofonte 5	Attivo	103,50
0151460053	Pubblico	Armi - V.le Bellisario 14	Attivo	101,71
0151460054	Pubblico	Armi - Via F.Ferruccio ang. Via Linneo	Attivo	96,00
0151460055	Pubblico	Armi - V.le Boezio 12	Attivo	127,00
0151460056	Pubblico	Armi - Via Senofonte ang. P.za G.Cesare	Attivo	106,50

Tabella 2 Pozzi pubblici in un raggio di 500 m dall'area di studio

Nel progetto City Life attualmente in fase di cantierizzazione sono stati predisposti tutti gli accorgimenti tecnici necessari alla gestione delle acque sia bianche che nere al fine di evitare possibili interferenze con le aree di salvaguardia.

4 Caratterizzazione Sismica

In seguito all'entrata in vigore della legge 12/2005 sui Piani di Governo del Territorio la Regione Lombardia ha emanato, con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, i nuovi "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12."

I criteri forniscono le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica".

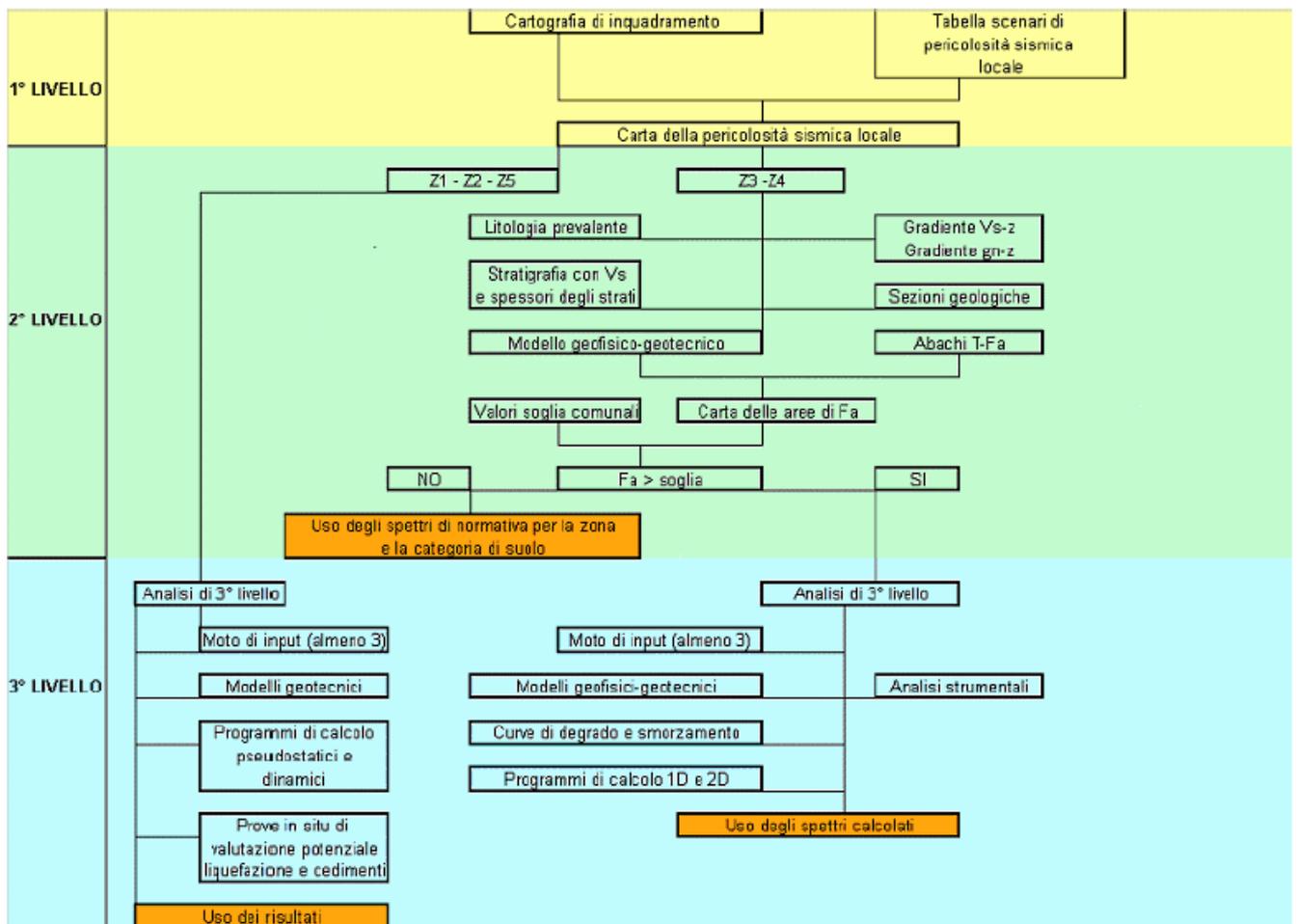
La nuova normativa sismica suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche in base al valore del parametro a_g definito come accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi), ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g .

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

Secondo quanto previsto dalla L.R. 12/05 e dalla DGR 8/1566 di attuazione devono essere analizzate le condizioni del sito oggetto di variante per valutarne gli scenari di pericolosità sismica locale.

In particolare si è quindi effettuata la valutazione della pericolosità sismica locale (PSL) che costituisce il 1° livello di approfondimento della componente sismica territoriale. Tale analisi è redatta a partire dalle informazioni di carattere litologico e geotecnico, integrate da dati di tipo morfologico e di alterazione antropica dei terreni.

I 3 livelli di approfondimento richiesti dalla normativa regionale, i percorsi e i dati necessari per la loro costruzione sono sintetizzati il seguente schema:



Schema 1 Procedura di analisi sismica Regione Lombardia

Attraverso uno schema fornito dalla Regione Lombardia è possibile perimetrare arealmente le varie situazioni tipo in grado di determinare diversi effetti sismici locali (schema2); questa perimetrazione costituisce il 1° livello di approfondimento e fornisce la base per l'applicazione dei livelli successivi (schema 3).

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	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle 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 delizio-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

Schema 2 Scenario di pericolosità sismica locale

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	H2 – livello di approfondimento 3°
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2 – livello di approfondimento 3°

Schema 3 Scenari di PSL e classi di pericolosità

In particolare nei territori comunali classificati come Zona sismica 4 (cioè quelli che presentano il minor grado di rischio sismico e che precedentemente alla Ordinanza 3274 del 20/03/03 erano esclusi dalla zonazione perchè ritenuti non sismici), ai quali appartiene il Comune di Milano, la normativa regionale prevede l'applicazione dei livelli successivi al 1° secondo lo schema seguente:

	livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (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 proposto dalla Regione - nelle zone PSL Z1, Z2, e Z5 per edifici strategici e rilevanti

Schema 4 Livelli di approfondimento sismico

4.1 Pericolosità sismica locale

Per la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale si è fatto riferimento a quanto contenuto riportato nei capitoli precedenti così riassumibili:

- L'area della ex Fiera Milano appartiene all'ambito dei depositi fluvioglaciali ed alluvionali di età wurmiana costituenti il "Livello Fondamentale della Pianura": si tratta di terreni incoerenti granulari di natura sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa ricoperti da un livello di materiale di riporto; Analizzando le stratigrafie realizzate sull'area di intervento i terreni di natura sabbioso-ghiaiosa presentano uno spessore medio di almeno 30-35 m;
- Da un punto di vista geomorfologico l'area risulta pressoché pianeggiante ed appartenete all'ambito della pianura padana;
- La falda freatica risulta posta mediamente ad una profondità di circa 15 m dal piano campagna con un'escursione stagionale dell'ordine di 2.0 m.

Sulla base di questi fattori l'area in esame appartiene, secondo lo schema regionale, allo scenario di pericolosità sismica locale Z4a, ovvero "zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari" e rientra pertanto in classe di pericolosità sismica H2.

Nell'ambito in oggetto è prevista la realizzazione di edifici pubblici od opere infrastrutturali strategiche così come definite nel d.d.u.o. n°19904 del 2003, si è quindi proceduto con i successivi approfondimenti tecnici.

Sono state condotte 4 prove downhole per la definizione delle caratteristiche sismiche del terreno all'interno di altrettanti sondaggi spinti fino alla profondità di 50 m dal piano campagna.

In figura sono riportate le dromocrone sismiche in onde P ed S, così come registrate, per tutte e 4 le prove.

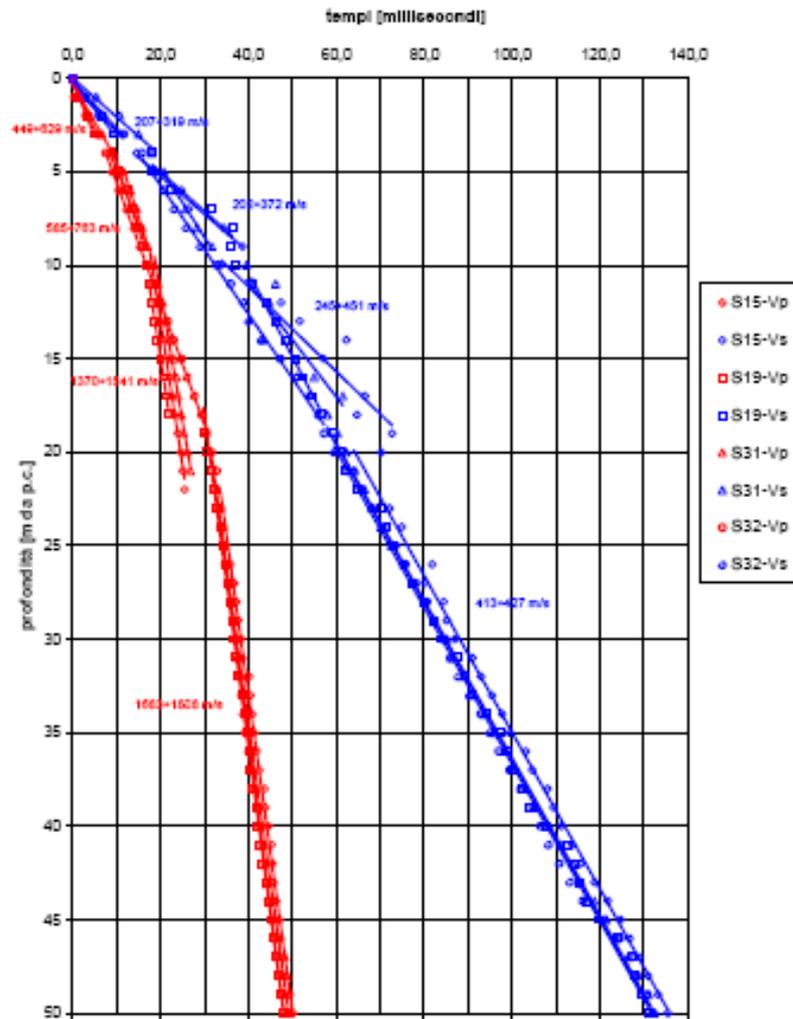


Figura 4 Domocrone sismiche

Per tutte le prove eseguite si osserva un incremento delle velocità fino a circa 20m dal piano campagna.

Nello strato più superficiale, della potenza mediamente di 3÷4m, identificabile con il terreno di riporto, le velocità delle onde P risultano variabili da 449 a 629 m/s e quelle delle onde S variabili da 207 a 319 m/s a conferma del modesto stato di addensamento del terreno.

Più oltre la velocità delle onde aumenta fino a circa 9÷10m con valori rispettivamente variabili per le onde P ed S da 585 a 763 m/s e da 202 a 372 m/s.

Da 10 m a 20 m circa i valori delle onde P ed S risultano variabili da 1.370 a 1.541 m/s e da 245 a 451 m/s.

Oltre i 20 m circa la velocità delle onde P e S si mantiene costante all'interno rispettivamente degli intervalli di variazione di 1683÷1808 m/s e 413÷427 m/s.

La costanza del valore delle velocità a partire da tale quota è presumibilmente dovuta ad un elevato stato di addensamento del terreno, tale da non generare sensibili variazioni di velocità anche al variare della composizione granulometrica dei differenti orizzonti; inoltre gli strati più compressibili entro i 50 metri di profondità indagati risultano di potenza molto modesta per cui diventano irrilevanti nel calcolo della velocità media di propagazione delle onde.

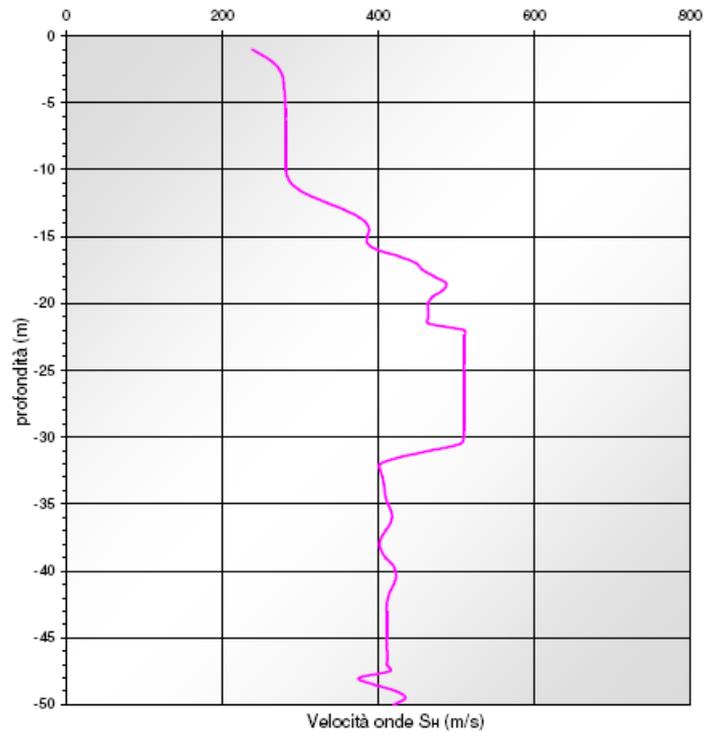
L'interpretazione tomografica dei tempi di transito registrati dalle prove ha permesso la definizione delle velocità di propagazione delle onde elastiche nello spazio, individuando delle variazioni di velocità maggiormente differenziate al variare della profondità di indagine.

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (VSH), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs30, quest'ultimo necessario per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

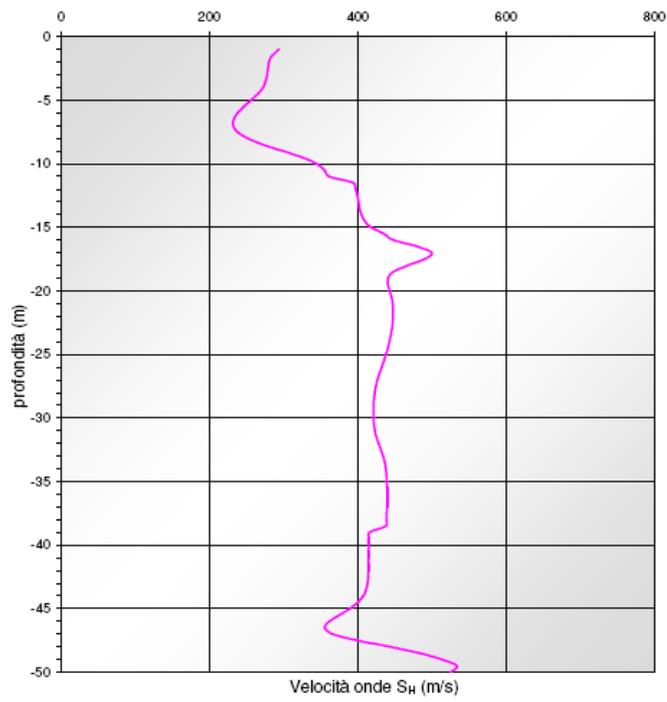
In base ai risultati delle Vs30 ottenuti, riassunti nella tabella seguente tabella, l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in classe B.

Prova downhole	Vs30
S15	369 m/s
S19	361 m/s
S31	364 m/s
S32	363 m/s

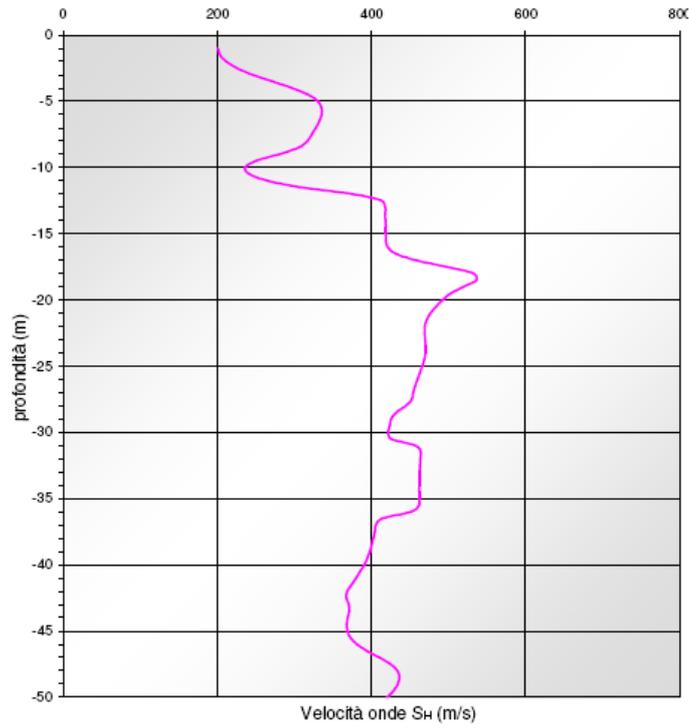
Profilo di velocità onde SH
Carotaggio sismico S15



Profilo di velocità onde SH
Carotaggio sismico S19



Profilo di velocità onde S_H
Carotaggio sismico S31



Profilo di velocità onde S_H
Carotaggio sismico S32

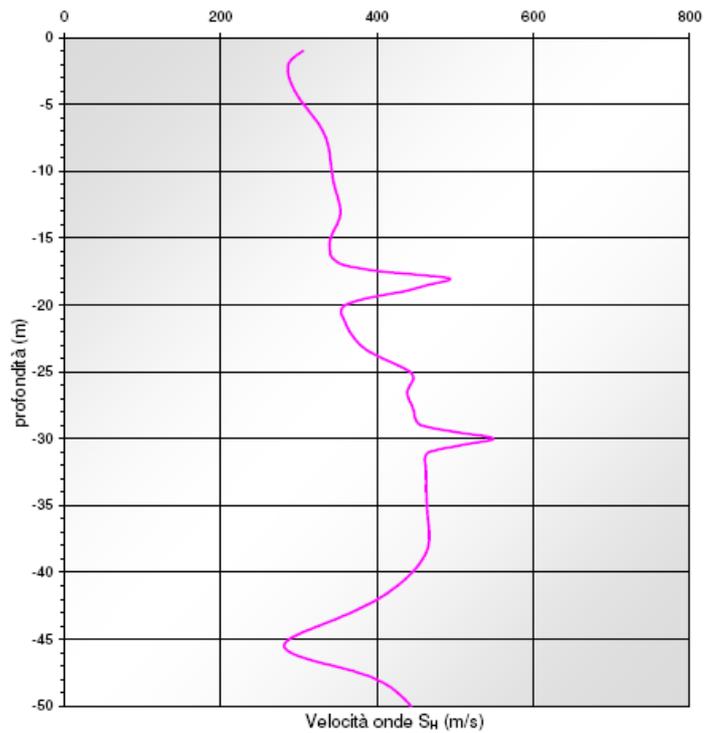


Figura 5 Andamento delle Vs30 con la profondità nelle 4 prove

5 Fattibilità geologica

Viste le componenti geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area oggetto di studio, è possibile assegnare le seguenti classi di fattibilità geologica alle varianti:

- classe di fattibilità 2 (due) alle varianti del Polo Urbano della Fiera e dell' Area di cerniera e parzialmente alla variante City Life.
- classe di fattibilità 3 (tre) alla parte di variante City Life ricompresa nelle aree di salvaguardia dei pozzi pubblici.

Classe 2 (due) 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 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.

Classe 3 (tre) si tratta di aree nelle quali, sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico nel progetto esecutivo sono state prese tutte le cautele e gli accorgimenti tecnici per evitare fenomeni di interazione tra le opere e le acque di falda.

In ogni caso occorrerà attenersi a quanto previsto dal Testo Unico delle Costruzioni e prevedere, di volta in volta, la realizzazione di idonei approfondimenti di carattere idrogeologico e geologico-tecnico, finalizzati a:

- fornire una puntuale valutazione delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione, con specifico riferimento alle eventuali interferenze della falda superficiale con le porzioni inferiori dei fabbricati e con i terreni stessi di fondazione, soprattutto in considerazione di eventuali opere sotterranee.
- svolgere una accurata analisi delle scelte progettuali in merito alla capacità portante dei terreni di fondazione, nonché alla valutazione dei cedimenti.

6 Conclusioni

Questo studio rappresenta il necessario approfondimento previsto dalla normativa vigente delle conoscenze delle componenti geologica, idrogeologica e sismica di caratterizzazione del territorio su cui insiste la variante urbanistica CityLife – Fiera Milano City – Area di Cerniera.

Si ritiene non vi possano essere significative modifiche della qualità delle acque sotterranee dovute sia alla realizzazione del progetto, sia durante la successiva fase di esercizio.

Opportuni sistemi di raccolta e smaltimento sia delle acque piovane che dei percolati sono previsti secondo la attuale normativa; pertanto è da escludere qualsiasi tipo di contaminazione connessa con l'opera.

Nessun aspetto geologico ed idro-geomorfologico sarà modificato dall'intervento in progetto, quindi la realizzazione, secondo tecniche di buona norma, non presenta controindicazioni.

Si specifica che gli studi indicati nel presente documento non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dalle "Norme tecniche per le costruzioni" vigenti.

Cesano Maderno, 22 marzo 2010

dott. geol. Maurilio Longhin



Allegati

- Tavola 1: Geologia Geomorfologia
- Tavola 2: Idrografia ed Idrogeologia
- Tavola 3: Carta della "Fattibilità geologica"



AMBITI DI VARIANTE

-  PII City Life
-  Area di cerniera
-  Polo Urbano Fiera

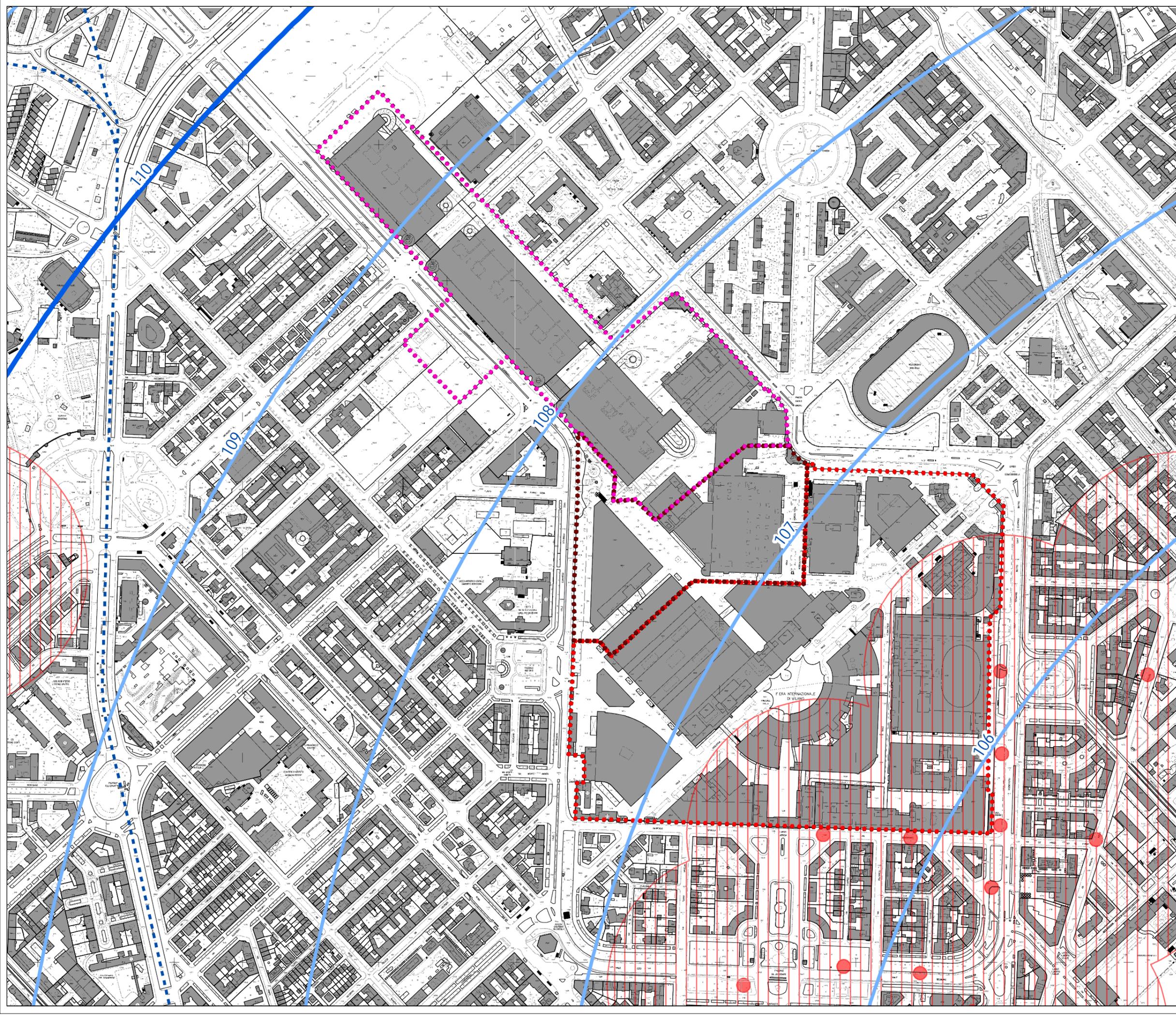
LITOLOGIA

-  G1 - Ghiaia con sabbia
-  G2 - Ghiaia con sabbia debolmente limosa

CARTA GEOLOGICA

COMUNE DI MILANO

CityLife, Fiera MilanoCity, Area di cerniera



AMBITI DI VARIANTE

-  PII City Life
-  Area di cerniera
-  Polo Urbano Fiera

IDROGEOLOGIA

Pozzi (D.Lgs. 152/2006 e D.G.R. 7/12693)

-  Zona di tutela assoluta (10 mt)
-  Fasce di rispetto (200 mt)

PIEZOMETRIA

-  Isopieze direttrici e quote in m s.l.m.
-  Isopieze ausiliarie e quote in m s.l.m.

IDROGRAFIA

-  Tratto tombinato del Fiume Olona

CARTA IDROGEOLOGICA

COMUNE DI MILANO

CityLife, Fiera MilanoCity, Area di cerniera



AMBITI DI VARIANTE

-  PII City Life
-  Area di cerniera
-  Polo Urbano Fiera

FATTIBILITA' GEOLOGICA

Classi di fattibilit  geologica

-  F2 - Fattibilit  con modeste limitazioni
-  F3 - Fattibilit  con consistenti limitazioni
-  F4 - Fattibilit  con gravi limitazioni

F4 - Zone di tutela assoluta dei pozzi idropotabili ex D.gs. 152/06

F3 - Zone di rispetto dei pozzi idropotabili ex D.gs. 152/06

F2

F3

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

COMUNE DI MILANO

CityLife, Fiera MilanoCity, Area di cerniera