

REGIONE LOMBARDIA
CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

COMUNE DI CUSANO MILANINO



Committente: *Comune di Cusano Milanino*

Progetto:

*Intervento di ristrutturazione dell'edificio di Via Seveso 10, con
finalità di housing sociale nel Comune di Cusano Milanino (MI)*

- RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA -

Maglione, novembre 2017

dott. geol. Mirco Rosso

V. Cossano, 14, 10030 - Maglione (TO)

Tel. 0161/400193 - cell. 3482600265

e-mail: mircorosso@alice.it



INDICE

<u>PREMESSA</u>	pag. 1
<u>1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</u>	“ 2
1.1. Geomorfologia	“ 3
1.2. Geologia	“ 5
<u>2.IDROGEOLOGIA</u>	“ 6
<u>3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA</u>	“ 11
3.1. Sondaggio MASW	“ 13
3.2. Sondaggio Re.Mi.	“ 13
<u>4. GEOTECNICA</u>	“ 21
<u>5. CONCLUSIONI</u>	“ 24
ALLEGATO: <u>INDAGINE SISMICA</u>	

PREMESSA

Il presente studio costituisce parte degli elaborati progettuali inerenti i lavori di ristrutturazione dell'edificio sito in Via Seveso 10 nel Comune di Cusano Milanino (MI).

Le caratteristiche geologiche e geotecniche sono di seguito illustrate sulla base delle indagini svolte sul terreno che hanno visto l'esecuzione di una indagine sismica di tipo MASW.

I risultati sono di seguito riportati facendo riferimento al D.M. 14.01.2008.

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio è ubicata nel settore nord occidentale del concentrico di Cusano Milanino (Figg. 1 e 2), in prossimità del confine con il territorio comunale di Paderno Dugnano a N e di Cormano a O.

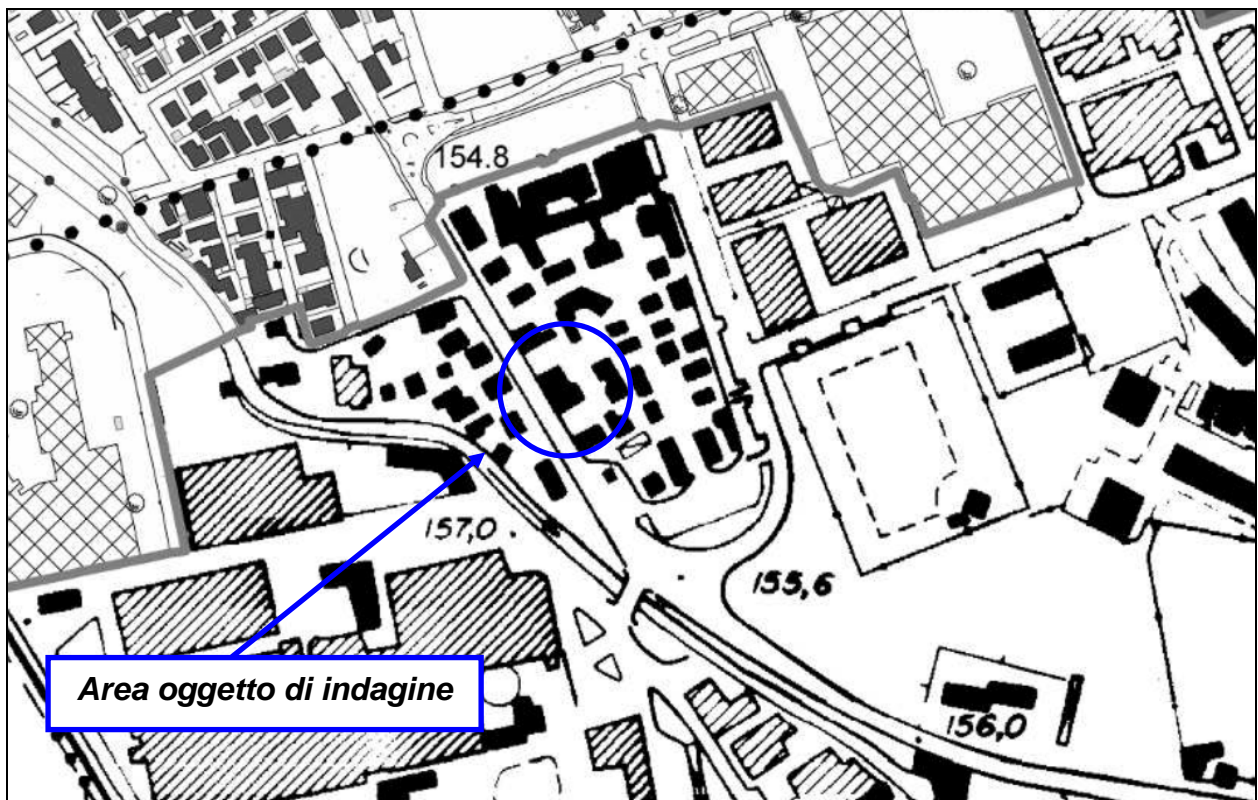


Fig. 1 – Estratto da C.T.R. Sezione B6B1 Bollate (scala 1:10.000)



Fig. 2 – Immagine aerea (da Google maps)

1.1. GEOMORFOLOGIA

Il sito oggetto degli interventi si inserisce in un contesto fortemente antropizzato. Dal punto di vista geomorfologico l'area risulta sostanzialmente pianeggiante, va esclusivamente evidenziata una differenza di quota tra l'edificio esistente e l'area verde immediatamente adiacente nella parte retrostante, valutabile intorno a 2 m circa.

Come evidenziato anche dalla "Carta geologica, litologica e geomorfologica" del P.G.T. del Comune di Cusano Milanino (Fig. 3) non si riscontrano, in un intorno significativo, criticità o dissesti interferenti con le strutture esistenti. La sola area infatti caratterizzata da criticità di tipo idraulico, potenzialmente allagabile in caso di evento di piena centennale, è a sud del sito in oggetto e non interferente con quest'ultimo (v. Fig. 5)



Comune di
CUSANO MILANINO
(Milano)

Componente geologica a supporto del PGT
(ai sensi della L.R. 12/05)

Documento di Piano

Tav. 1
Carta geologica, litologica e morfologica

Scala 1 : 5000
Gennaio 2003
Revisione Febbraio 2007
Revisione Giugno 2011

Adottato con delibera di CC n. 58 del 5/12/2011

Approvato con delibere di CC n. 33 del 16/7/2012
n. 34 del 17/7/2012
n. 35 del 18/7/2012

Redatto da:
STUDIO AMBIENTALE SAS
Via Grasselli 7, Milano
tel. 02-730981 fax. 02-92879746

Legenda



Confine del Comune di Cusano Milanino



Reticolo idrografico



**Livello Fondamentale della Pianura
- Diluvium Recente - fluvioglaciale Wurm**

Il territorio è formato da alluvioni fluvioglaciali ghiaioso-sabbiose. La stratificazione è in lenti allungate. I sedimenti più superficiali sono permeabili e raggiungono lo spessore di 40 m; in tale strato non si incontra la presenza di consistenti lenti argillose. Questa situazione determina un'abbondanza di acque nel sottosuolo. La morfologia è per lo più pianeggiante con pendenza da nord verso sud. L'unico elemento idraulico rilevante è il torrente Seveso che scorre da nord a sud nella zona occidentale del territorio.



Alluvioni recenti

Ghiale e ghiale sabbiose non alterate depositate durante le piene del corso d'acqua.

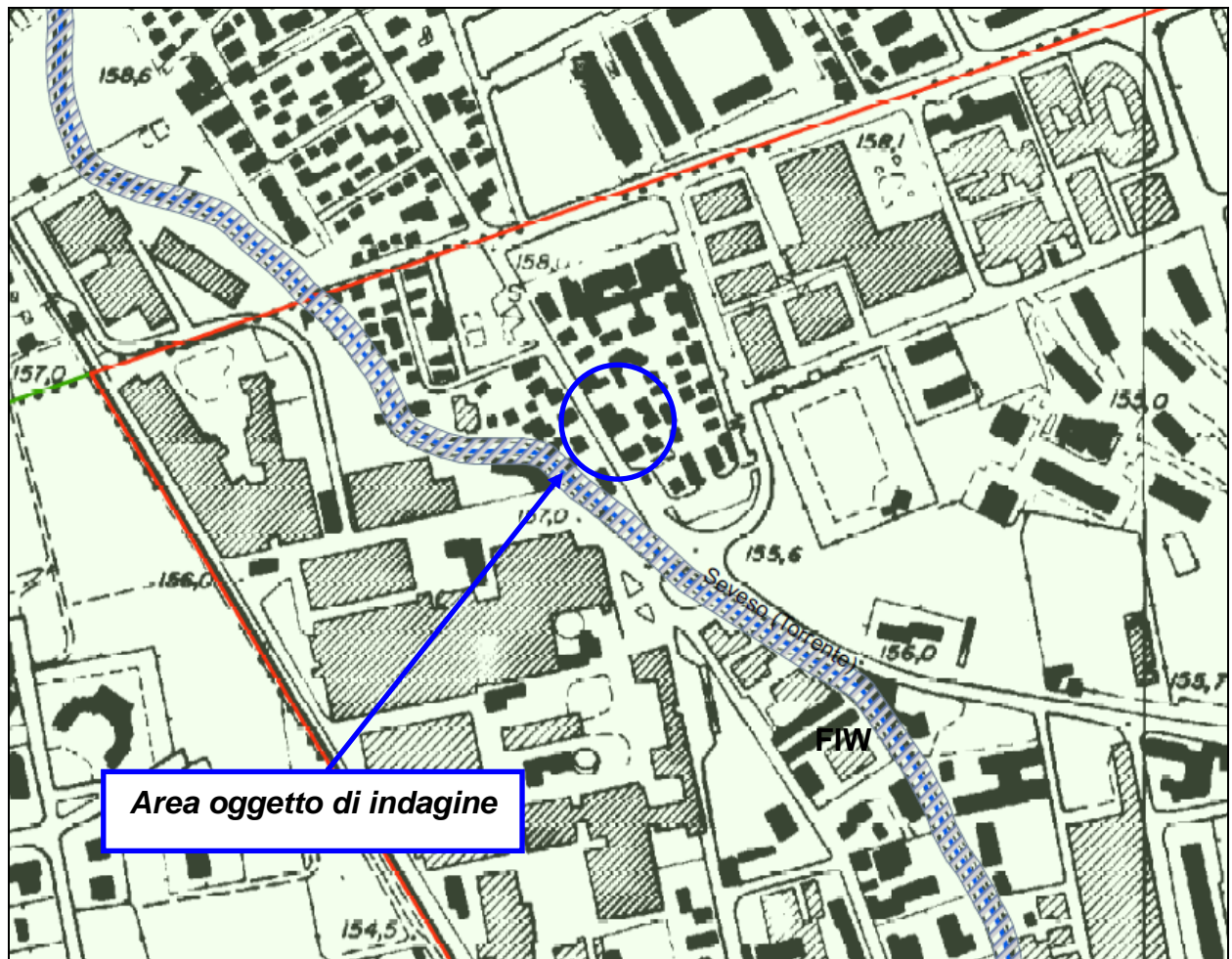


Fig. 3 – Estratto da: P.G.T. "Carta geologica, litologica e geomorfologica"

1.2. GEOLOGIA

Dal punto di vista geologico l'inquadramento dell'area è stato effettuato prendendo in considerazione la "Carta geologica, litologica e geomorfologica" allegata al P.G.T. del Comune di Cusano Milanino, già citata, che inserisce il sito in oggetto all'interno dei depositi ascrivibili alle alluvioni fluvio-glaciali, costituite da sabbie e ghiaie, con presenza di possibili livelli debolmente limoso-argillosi. Questi depositi presentano uno spessore superiore a 30 m, come confermato dall'indagine sismica eseguita sul terreno.

Il modello geologico del terreno quindi risulta essere piuttosto omogeneo, come detto, fino almeno alla profondità di 30 m sono infatti presenti termini sabbioso-ghiaiosi

in percentuali variabili con la profondità e localmente caratterizzati dalla presenza comunque contenuta di materiale più fine limoso.

Ulteriori considerazioni di carattere geotecnico si rimandano ai capitoli successivi.

2. IDROGEOLOGIA

La caratterizzazione generale della situazione idrogeologica è stata condotta facendo riferimento alla "Carta idrogeologica e idrografica" allegata al P.G.T. del Comune di Cusano Milanino.

Nello stralcio cartografico riportato in Fig. 4 la zona in oggetto risulta compresa tra le isopieze quotate 127 e 126 m. Considerata una quota di circa 157 m s.l.m. per quanto riguarda l'edificio in oggetto, si ottiene così un valore della soggiacenza pari a circa 30 m.

A seguito della prova sismica si è potuto inoltre stabilire la presenza di acque di falda a partire dalla profondità di 19 m, rispetto al piano dell'area verde che si trova ad una quota di circa 2 m più in basso rispetto al livello di imposta dell'edificio. Il valore della soggiacenza riscontrato quindi è di poco superiore a 20 m, e conseguentemente più cautelativo rispetto a quello estrapolato dalla cartografia di piano.

Per quanto riguarda la direzione del flusso sotterraneo, si può notare dallo stralcio cartografico, come sia allineato secondo una direzione quasi N-S.

Dal punto di vista dell'idrologia superficiale, va segnalata la presenza del T. Seveso, poco a O del sito in oggetto, che scorre con un andamento circa NO-SE. Va sottolineato che l'area resta ben al di fuori delle fasce di rispetto del corso d'acqua, come evidenziato nello stralcio cartografico di Fig. 5



Comune di
CUSANO MILANINO
(Milano)

Componente geologica a supporto del PGT
(ai sensi della L.R. 12/05)

Documento di Piano

Tav. 3
Carta idrogeologica e idrografica

Scala 1 : 5000

Gennaio 2003

Revisione Febbraio 2007

Revisione Giugno 2011

Adottato con delibera di CC n. 58 del 5/12/2011

Approvato con delibere di CC n. 33 del 16/7/2012
n. 34 del 17/7/2012
n. 35 del 18/7/2012



Redatto da:
STUDIO AMBIENTALE SAS
Via Grasselli 7, Milano
tel. 02-730981 fax. 02-92879746

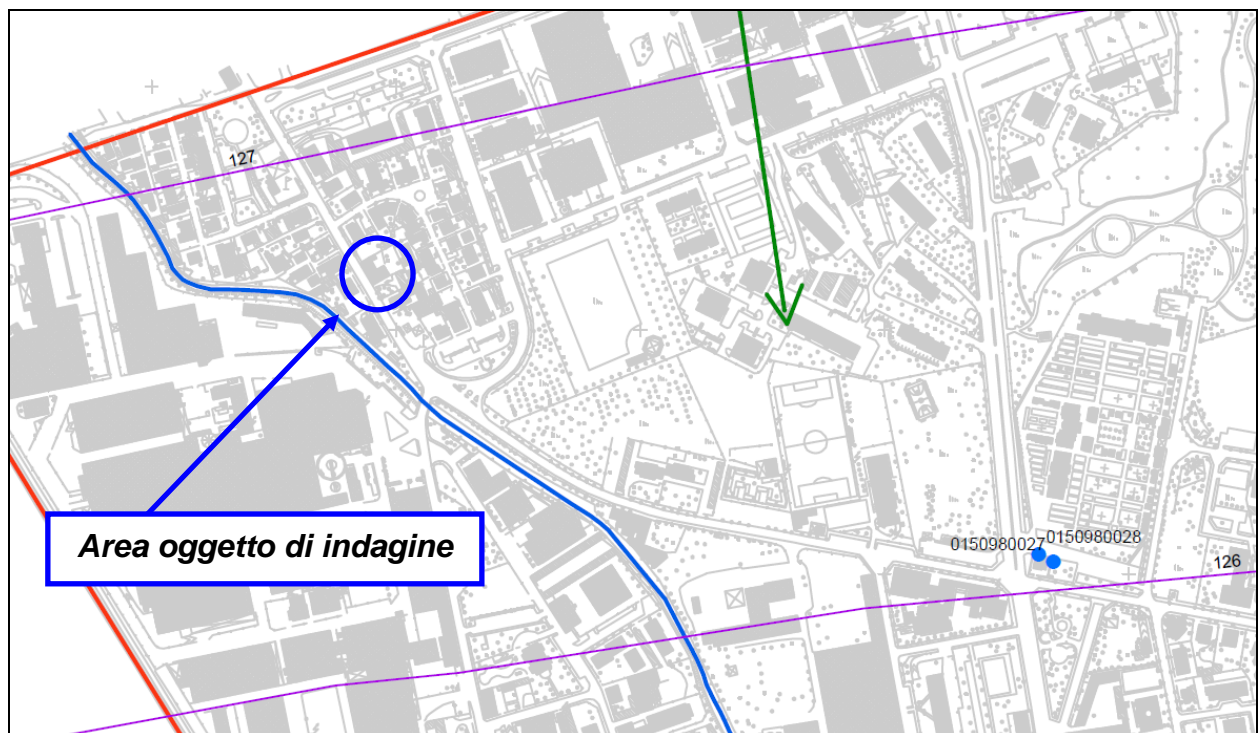
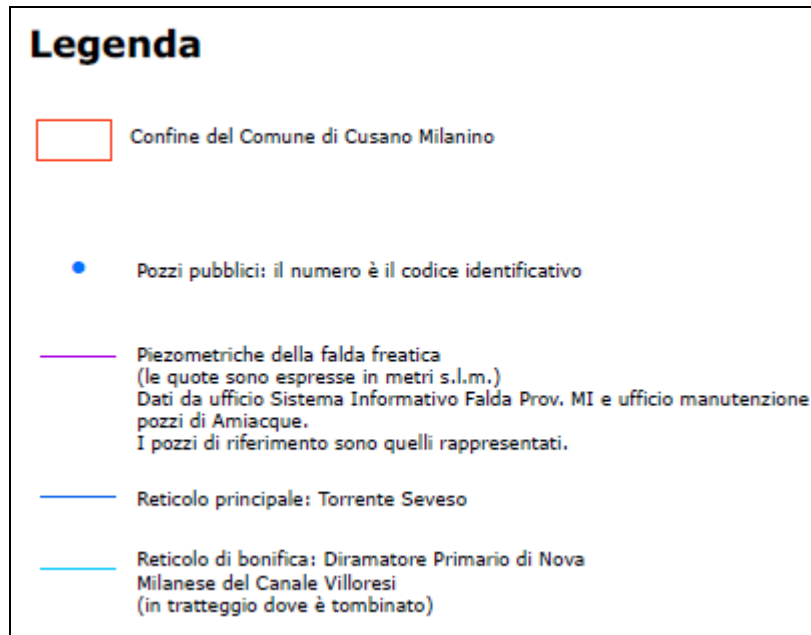


Fig. 4 - Estratto da: P.G.T. "Carta idrogeologica e idrografica"



Comune di
CUSANO MILANINO
(Milano)

Componente geologica a supporto del PGT
(ai sensi della L.R. 12/05)

Documento di Piano

Tav. 5
Carta di Sintesi

Scala 1 : 5000
Gennaio 2003

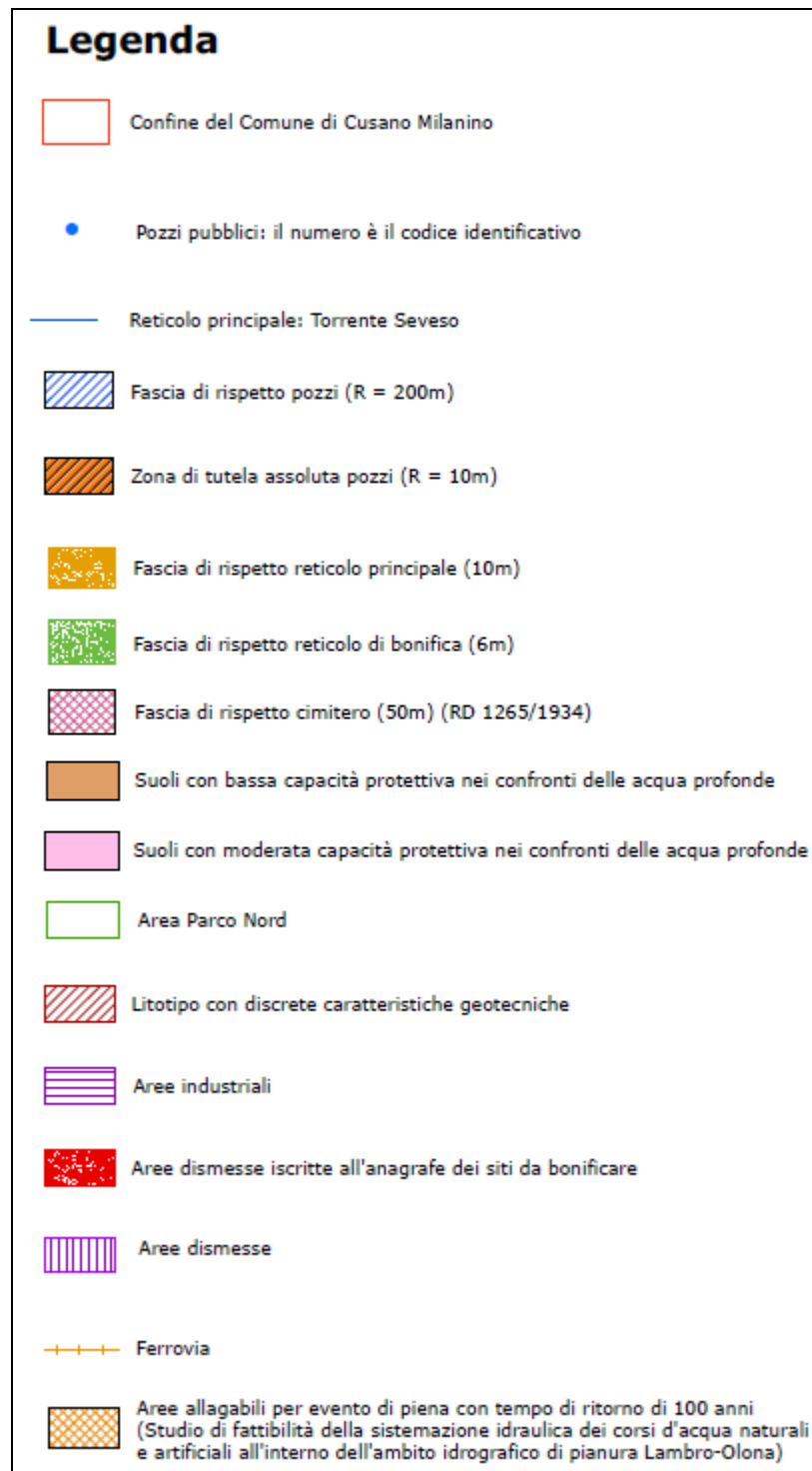
Revisione Febbraio 2007
Revisione Giugno 2011

Adottato con delibera di CC n. 58 del 5/12/2011

Approvato con delibere di CC n. 33 del 16/7/2012
n. 34 del 17/7/2012
n. 35 del 18/7/2012



Redatto da:
STUDIO AMBIENTALE SAS
Via Grasselli 7, Milano
tel. 02-730981 fax. 02-92879746



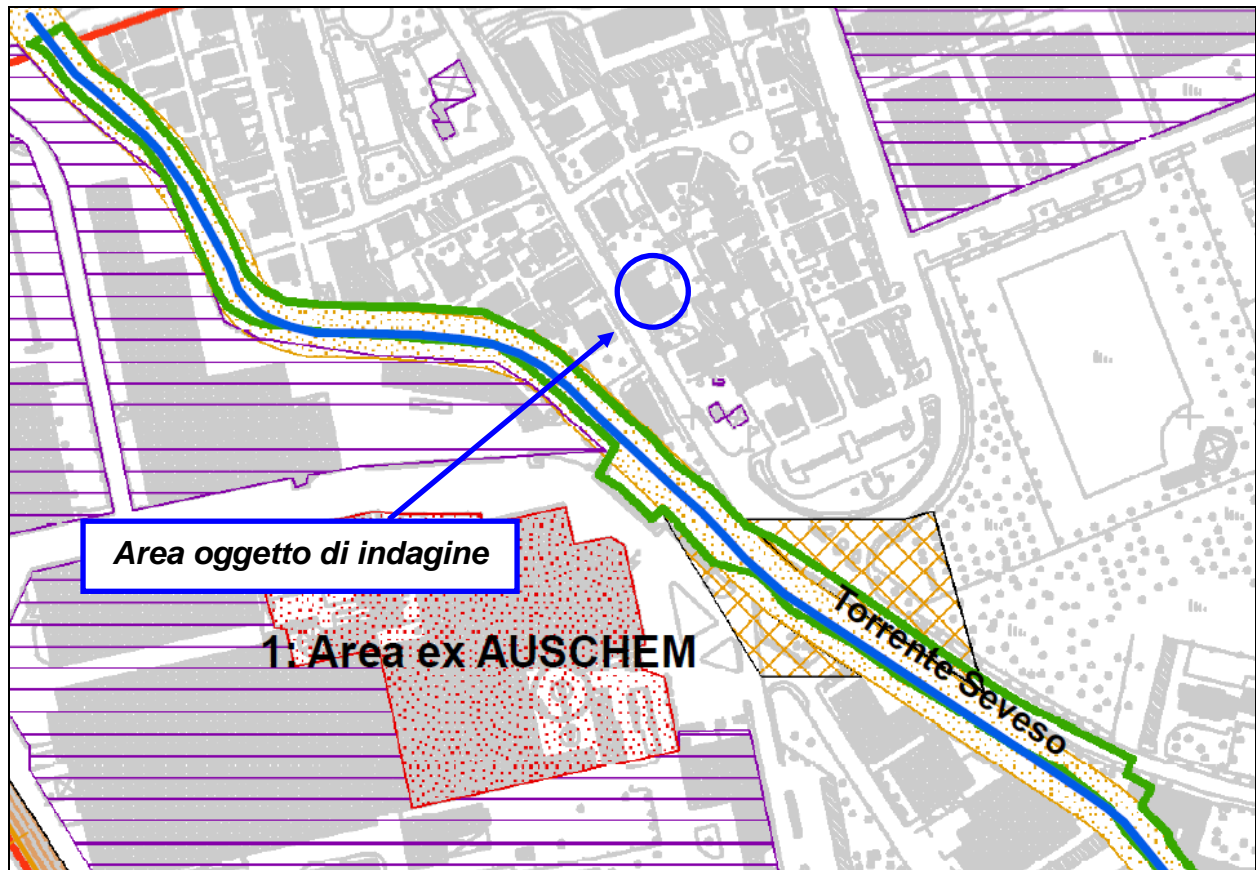


Fig. 5 - Estratto da: P.G.T. "Carta di sintesi"

3. AZIONE SISMICA

Con la D.G.R. n. 2129 del 11.07.2014 è stata definita la classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia, nello specifico il Comune di Cusano Milanino è stato inserito fra i comuni in classe 4 (Fig. 6).

Serie Ordinaria n. 29 - Mercoledì 16 luglio 2014

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03015081	MI	COLOGNO MONZESE	3	0,057066
03015082	MI	COLTURANO	3	0,060554
03015085	MI	CORBETTA	4	0,0417
03015086	MI	CORMANO	4	0,048392
03015087	MI	CORNAREDO	4	0,043158
03015093	MI	CORSICO	4	0,047176
03015096	MI	CUGGIONO	4	0,038507
03015097	MI	CUSAGO	4	0,044717
03015098	MI	CUSANO MILANINO	4	0,049088
03015099	MI	DAIRAGO	4	0,038575
03015101	MI	DRESANO	3	0,061545
03015103	MI	GAGGIANO	4	0,046795
03015105	MI	GARBAGNATE MILANESE	4	0,044008
03015106	MI	GESSATE	3	0,077392
03015108	MI	GORGONZOLA	3	0,07295
03015110	MI	GREZZAGO	3	0,089241
03015112	MI	GUDO VISCONTI	4	0,045648
03015113	MI	INVERUNO	4	0,039158
03015114	MI	INZAGO	3	0,086705
03015115	MI	LACCHIARELLA	3	0,058571
03015116	MI	LAINATE	4	0,042172
03015118	MI	LEGNANO	4	0,039236
03015122	MI	LISCATE	3	0,0698
03015125	MI	LOCATE DI TRIULZI	3	0,057105
03015130	MI	MAGENTA	4	0,040227
03015131	MI	MAGNAGO	4	0,038218
03015134	MI	MARCALLO CON CASONE	4	0,03948
03015136	MI	MASATE	3	0,082851
03015139	MI	MEDIGLIA	3	0,062384
03015140	MI	MELEGNANO	3	0,060154
03015142	MI	MELZO	3	0,074138
03015144	MI	MESERO	4	0,039034
03015146	MI	MILANO	3	0,054655
03015150	MI	MORIMONDO	4	0,047165
03015151	MI	MOTTA VISCONTI	3	0,050978
03015154	MI	NERVIANO	4	0,040938
03015155	MI	NOSATE	4	0,037666
03015157	MI	NOVATE MILANESE	4	0,047067
03015158	MI	NOVIGLIO	3	0,050571
03015159	MI	OPERA	3	0,054074
03015164	MI	OSSONA	4	0,03962
03015165	MI	OZZERO	4	0,043813
03015166	MI	PADERNO DUGNANO	4	0,049194
03015167	MI	PANTIGLIATE	3	0,061745
03015168	MI	PARABIAGO	4	0,039957
03015169	MI	PAULLO	3	0,066257

Fig. 6 - Estratto da Regione Lombardia "Classificazione sismica dei Comuni lombardi"

Per l'attribuzione della categoria di sottosuolo si è fatto ricorso all'esecuzione di un'indagine sismica per mezzo di prove MASW e ReMi, realizzate dal dott. geol. G. Rodina, effettuate in corrispondenza della zona verde retrostante l'edificio oggetto degli interventi (v. All.)

Lungo la stesa sismica sono stati effettuati due tipi di sondaggi sismici verticali: MASW e ReMi. Queste tipologie di indagini hanno lo scopo di caratterizzare con metodo dinamico i litotipi presenti nell'area d'interesse tramite la misura delle onde di compressione (V_p) e di taglio (V_s); permettono inoltre di ipotizzare la geometria di sviluppo dei rifrattori nel sottosuolo in relazione ai pesi di volume dei terreni.

E' necessario che il volume di terreno sia caratterizzato da valori di velocità di V_p e V_s progressivamente crescenti con la profondità, infatti la metodologia non è in grado di discriminare ed individuare strati profondi con velocità delle onde P e S minore rispetto agli strati sovrastanti. L'indagine consiste nel generare onde sismiche artificiali con epicentri sulla superficie del terreno e nel registrarne gli arrivi a distanze prestabilite mediante geofoni in grado di discriminare le componenti verticale ed orizzontale delle vibrazioni captate.

3.1 SONDAGGIO MASW

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un'indagine indiretta attiva che misura la velocità di fase delle onde sismiche di superficie.

L'interpretazione delle misure effettuate avviene attraverso appositi programmi di calcolo che ricostruiscono la distribuzione delle velocità delle onde di taglio (V_s) in profondità attraverso l'applicazione di un algoritmo genetico che procede alla ricerca del modello che minimizza l'errore rispetto alle misure effettuate

3.2 SONDAGGIO REMI

Il metodo ReMi (Refraction Microtremor) permette di derivare il profilo medio delle V_{s30} usando unicamente il rumore ambientale rilevato da un normale sismografo con geofoni verticali a rifrazione standard.

Le sorgenti sismiche consistono in "rumori ambientali", o microtremori, costantemente generati da disturbi naturali o artificiali. A seconda delle proprietà del materiale costituente il substrato, il metodo può determinare le velocità di onde di taglio fino ad un massimo di 100 metri di profondità; in combinazione con la tecnica MASW, è quindi molto utile per determinare l'andamento della velocità media delle onde di taglio

nei primi trenta metri di profondità e quindi la categoria del suolo di fondazione.

I risultati dell'indagine hanno permesso di attribuire la categoria di suolo di fondazione di tipo **C**, (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s compresi fra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).*) (Tab. 1)

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tab. 1- Categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 14.01.2008

Analogamente al sottosuolo si definiscono le categorie topografiche, così come definito nella Tab. 3.2.IV – *Categorie topografiche*, del D.M. 14.01.2008:

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

- 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 $i > 30^\circ$

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale (di categoria A), 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} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

Si fa quindi riferimento alla classe d’uso (Tab. 2): classe nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso: l’opera in progetto appartiene alla Classe d’uso III.

2.4.2 CLASSI D'USO
In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:
<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso <i>III</i> o in Classe d'uso <i>IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso <i>IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab . 2 – Classi d'uso delle costruzioni ai sensi del D.M. 14.01.2008

Per il calcolo dei valori sopra citati sono stati considerati i seguenti parametri in base al tipo di opera in progetto: Vita nominale dell'opera V_N : intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Dopo aver definito la Vita Nominale e la Classe d'uso e possibile, quindi, calcolare il Periodo di riferimento per l'azione sismica V_R come:

$$V_R = V_N * C_U = 100 * 1,5 = 150 \text{ anni}$$

2.4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Tab. 3 – Vita nominale e periodo di riferimento per le costruzioni
ai sensi del D.M. 14.01.2008

La definizione dei parametri sismici e dei coefficienti sismici di seguito riportata è stata eseguita mediante l'uso del software Geostru PS Parametri sismici v.1.4.

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 45,556029

longitudine: 9,174649

Classe: 3

Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11816 Lat: 45,5566 Lon: 9,1390 Distanza: 2777,198

Sito 2 ID: 11817 Lat: 45,5592 Lon: 9,2101 Distanza: 2785,545

Sito 3 ID: 12039 Lat: 45,5092 Lon: 9,2137 Distanza: 6027,843

Sito 4 ID: 12038 Lat: 45,5067 Lon: 9,1426 Distanza: 6027,836

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 150anni

Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 90 [anni]

ag: 0,029 g

Fo: 2,576

Tc*: 0,210 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 151 [anni]

ag: 0,035 g

Fo: 2,608

Tc*: 0,230 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	1424	[anni]
ag:	0,064	g
Fo:	2,726	
Tc*:	0,306	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,074	g
Fo:	2,776	
Tc*:	0,317	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,760
St:	1,000
Kh:	0,009
Kv:	0,004
Amax:	0,432
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,700
St:	1,000
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,510
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
-----	-------

Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,019
Kv: 0,010
Amax: 0,943
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,530
St: 1,000
Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,085
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 45.555097

longitudine: 9.173588

4. GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione è stata condotta a partire dai risultati delle indagini sismiche effettuate. È possibile infatti, tramite la conoscenza della densità del materiale e della velocità delle onde S, risalire ad alcuni parametri di carattere geotecnico.

Sulla base dei dati litologici evidenziati nelle tavole del PGT, sopra riportate, si è appurata la presenza di depositi sabbioso-ghiaiosi per uno spessore di 40 m. Tale dato è stato sostanzialmente confermato dall'indagine sismica che ha permesso di stabilire la presenza di terreni grossolani per uno spessore superiore a 30 m.

Va detto che gli interventi a progetto non prevedono la realizzazione di nuove strutture di particolare rilevanza, ma esclusivamente il recupero dell'esistente.

Sulla base di quanto sopra esposto si è comunque proceduto alla caratterizzazione geotecnica del terreno, in particolare per quanto riguarda i livelli compresi tra 2 e 6 m di profondità dal p.c., inteso come il piano dell'area verde retrostante l'edificio in oggetto.

Il piano di questa zona è di circa 2 m più basso rispetto al livello della strada e quindi del piano terreno dell'edificio, e va precisato che non è stato considerato il primo metro di terreno, trattandosi di terreno vegetale molto rimaneggiato.

Considerando quindi una media delle velocità delle onde di taglio (V_s) riscontrate tra -1 e -6 m dal p.c. si possono ricavare i seguenti parametri:

- Modulo di taglio (G)
- Modulo di elasticità dinamico (E_d)
- Coefficiente di Poisson (ν) (determinato direttamente dalle indagini)

I parametri geotecnici sopra menzionati sono stati così calcolati secondo le seguenti relazioni:

Modulo di taglio (G)

$$G = \gamma_t / g * (V_s)^2$$

dove:

γ_t = peso di volume naturale

g = accelerazione di gravità (9,81 m/s²)

V_s = velocità delle onde di taglio (S)

Modulo di compressibilità dinamico (Ed)

$$Ed = 2 * G * (1 + \nu)$$

dove:

Ed = modulo di elasticità dinamico

G = modulo di taglio

ν = coefficiente di Poisson

Ohta e Goto (1978)

profondità [m]	Vs media [m/s]	γ [kN/m ³]	Coeff. di Poisson ν	G [kN/cm ²]	Ed [kN/cm ²]
6	210	16,2	0,20	7,3	17,5

Partendo da un valore cautelativo di Nspt pari a 15, considerato l'intervallo di Nspt proposto compreso tra 15 e 50 della categoria di sottosuolo C, si è proceduto alla determinazione del valore di progetto dell'angolo di attrito interno. Il valore del coefficiente di variazione (COV) varia entro un range compreso tra 15%-40% (manuali ASCE) e dipende dalla qualità dell'esecuzione della prova: buona, discreta e scadente. Considerando quindi il dato caratteristico, in questo caso legato al numero di Nspt, il parametro di progetto risulta infine particolarmente cautelativo.

UN SINGOLO DATO	
Dato = media della popolazione	
NSPT corretto	15
COV %	30
32	Φ caratteristico secondo Hatanaka e Uchida (1996)
27	Φ di progetto

Tab. 4 – Foglio di calcolo valore caratteristico dati da SPT

Riassumendo, i parametri geotecnici per il livello di natura incoerente costituito da sabbie debolmente ghiaiose sono i seguenti:

Prof. [m]	Φ [°]	C [kN/m ²]	Vs [m/s]	γ [kN/m ³]	Coeff. di Poisson v	G [kN/cm ²]	Ed [kN/cm ²]
6	32	-	210	16,2	0,20	7,3	17,5

Tab 5 – Sintesi dei parametri geotecnici

5. CONCLUSIONI

La presente relazione è parte integrante del progetto relativo ai lavori di ristrutturazione dell'edificio di Via Seveso 10, con funzionalità di housing sociale, nel Comune di Cusano Milanino (MI).

Il sito è ubicato nel settore nord occidentale del territorio comunale, in prossimità del confine territoriale con il Comune di Paderno Dugnano a N e di Cormano a O.

Dal punto di vista geomorfologico l'area non presenta situazioni di criticità o dissesti in atto o pregressi e risulta fortemente antropizzata.

Il modello geologico risulta sostanzialmente omogeneo per i primi 30 m di spessore, con la presenza di depositi sabbioso-ghiaiosi attribuibili alle alluvioni fluvioglaciali wurmiane. Solo localmente questi depositi possono presentare livelli debolmente limoso-argillosi.

La caratterizzazione geotecnica è stata condotta per mezzo di una indagine sismica, utilizzando i valori delle Vs30 e gli intervalli dei valori Nspt previsti dalla categoria di sottosuolo, che è risultata essere quella di tipo C.

La situazione idrogeologica è stata ricostruita facendo riferimento ai dati bibliografici del PGT di Cusano Milanino, che indicano per l'area in oggetto una soggiacenza pari a circa 30 m; più cautelativo è invece il dato ottenuto a seguito dell'indagine sismica, che si attesta intorno a 20 m circa.

Per quanto riguarda la situazione dal punto di vista della idoneità all'urbanizzazione si è fatto riferimento alla "Carta della fattibilità geologica e delle azioni di piano" allegata al P.G.T. (Fig. 7). Dall'esame di detta cartografia il sito in oggetto risulta inserito in "**Classe II: Fattibilità con modeste limitazioni**" che nel caso specifico riguardano gli aspetti idrogeologici (Limitazioni Idrogeologiche – LI). L'area in oggetto infatti ricade nella "... zona residenziale e pubblica, nella fascia del comune a ovest di via Sormani e a est del Seveso, con limitazioni idrogeologiche;..." così come evidenziato all'Art. 2 delle Norme Geologiche di Attuazione (N.G.A). Lo stesso articolo delle N.G.A. stabilisce il livello di rischio della Classe II: "... Questa classe equivale a livelli di rischio geologico basso, dove si consigliano analisi geoterritoriali di tipo qualitativo e, solo in alcuni casi, sono richieste indagini strumentali di dettaglio...".

Sono inoltre definite anche le **“Limitazioni Idrogeologiche (LI)”**:

“...La zona è caratterizzata da una falda relativamente profonda (con andamenti che vanno dai 25 m a nord, ai 20 m a sud) con una elevata permeabilità dei depositi alluvionali. Queste caratteristiche rendono il territorio particolarmente vulnerabile in presenza di fenomeni di contaminazione sia all’interno del comune che all’esterno a causa della notevole trasmissività. La diffusa urbanizzazione inoltre aumenta il rischio idrogeologico. E’ necessario concordare con l’ARPA o con l’ASL delle indagini periodiche per gli aspetti qualitativo-quantitative delle acque di falda e superficiali per individuare la eventuale presenza di centri di contaminazione interni o esterni al territorio comunale e mettere a punto gli interventi necessari per preservare la qualità della risorsa idrica sotterranea. In termini preventivi va effettuato un censimento su tutte le forme di sversamento esistenti nel territorio per verificarne la rispondenza agli obblighi di legge...”

Va sottolineato che i lavori di ristrutturazione sono finalizzati al recupero di edifici esistenti e la loro funzione prevista è di housing sociale. Si ritiene quindi che gli aspetti idrogeologici, da cui derivano le delimitazioni di questo settore della Classe II, non possano determinare problematiche particolari poiché non si potranno verificare interferenze tra i futuri usi e le acque di falda.





Comune di
CUSANO MILANINO
(Milano)

Componente geologica a supporto del PGT
(ai sensi della L.R. 12/05)

Documento di Piano

Tav. 6
Carta della fattibilità geologica
e delle azioni di piano

Scala 1 : 5000

Gennaio 2003

Revisione Febbraio 2007

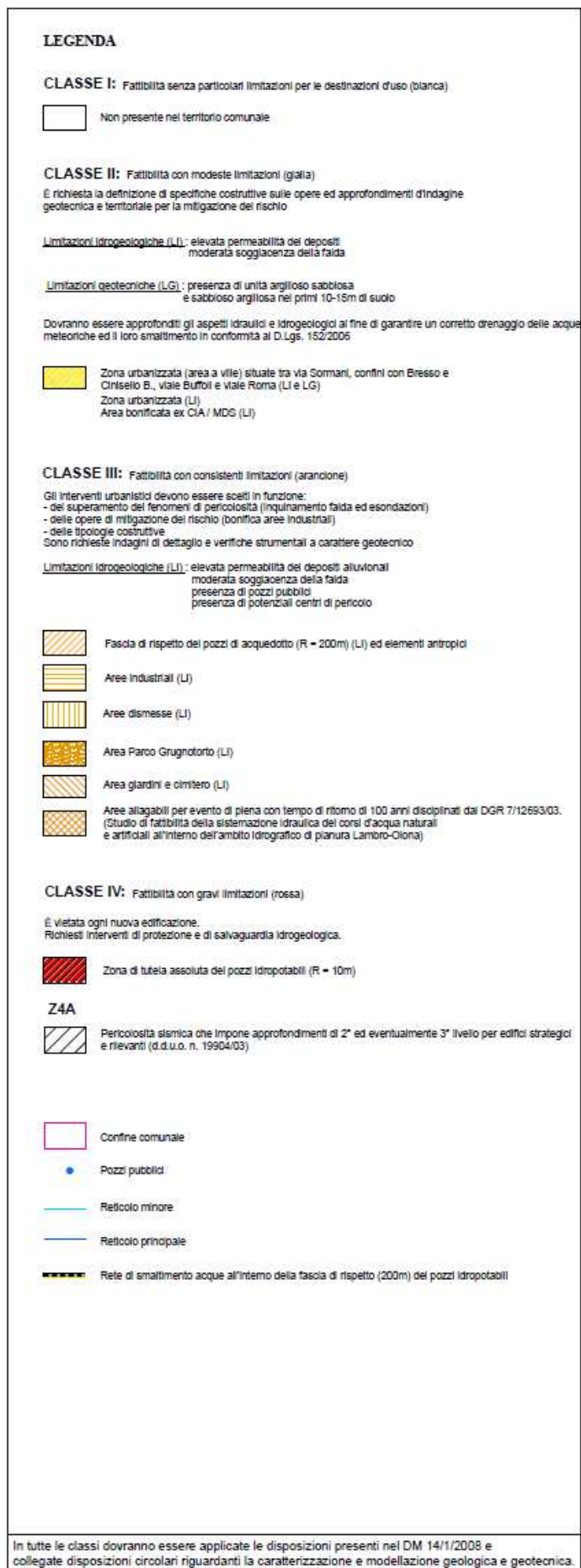
Revisione Giugno 2011

Adottato con delibera di CC n. 58 del 5/12/2011

Approvato con delibere di CC n. 33 del 16/7/2012
n. 34 del 17/7/2012
n. 35 del 18/7/2012



Redatto da:
STUDIO AMBIENTALE SAS
Via Grasselli 7, Milano
tel. 02-730981 fax. 02-92879746



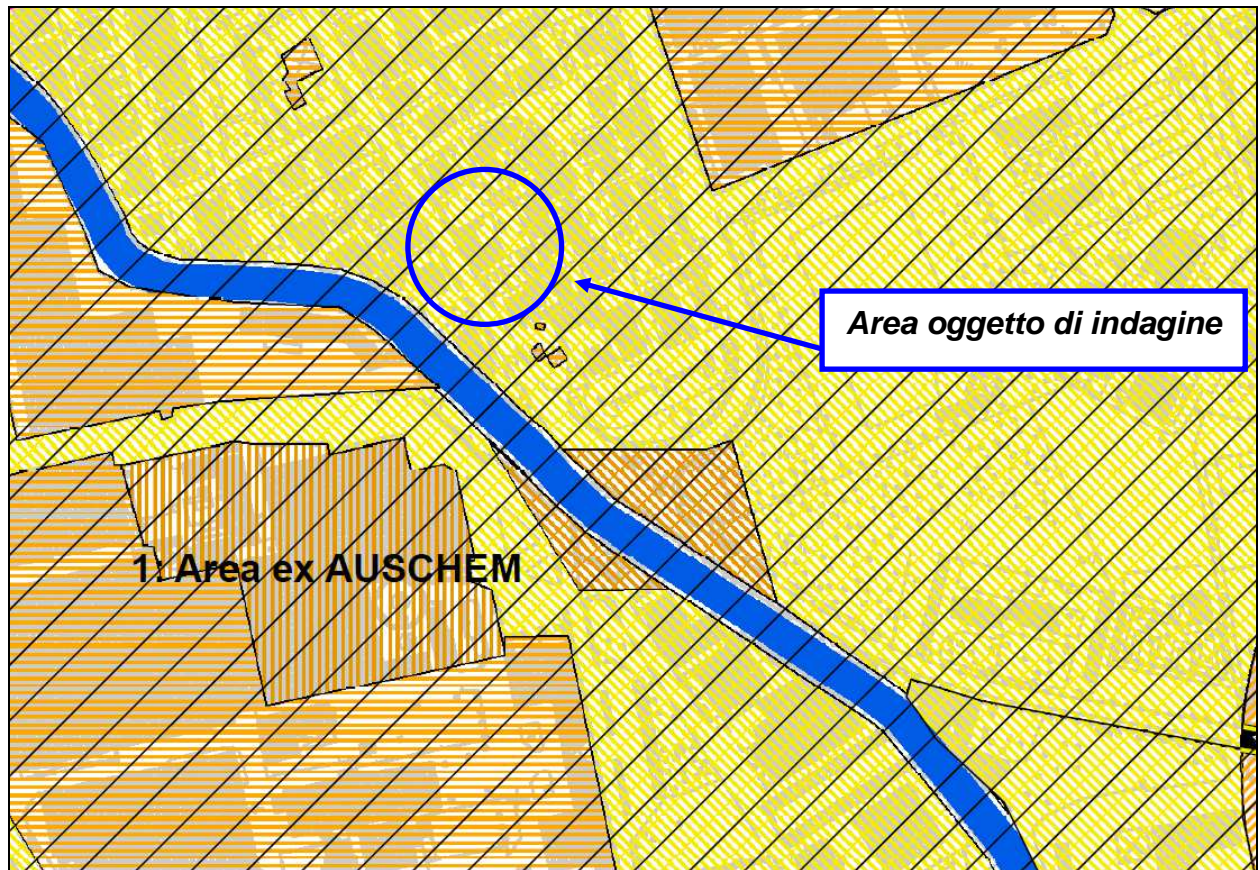


Fig. 7 - Estratto da: P.G.T. "Carta della fattibilità geologica e delle azioni di piano"

**ALLEGATO:
INDAGINE SISMICA**

Risultati delle analisi

MASW

Autore: Giovanni Rodina

Sito: Cusano Milanino

Data: 31 ottobre 2017



1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori	24
Distanza tra i sensori:	0.75m
Numero di campioni temporali	2000
Passo temporale di acquisizione.....	1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)	

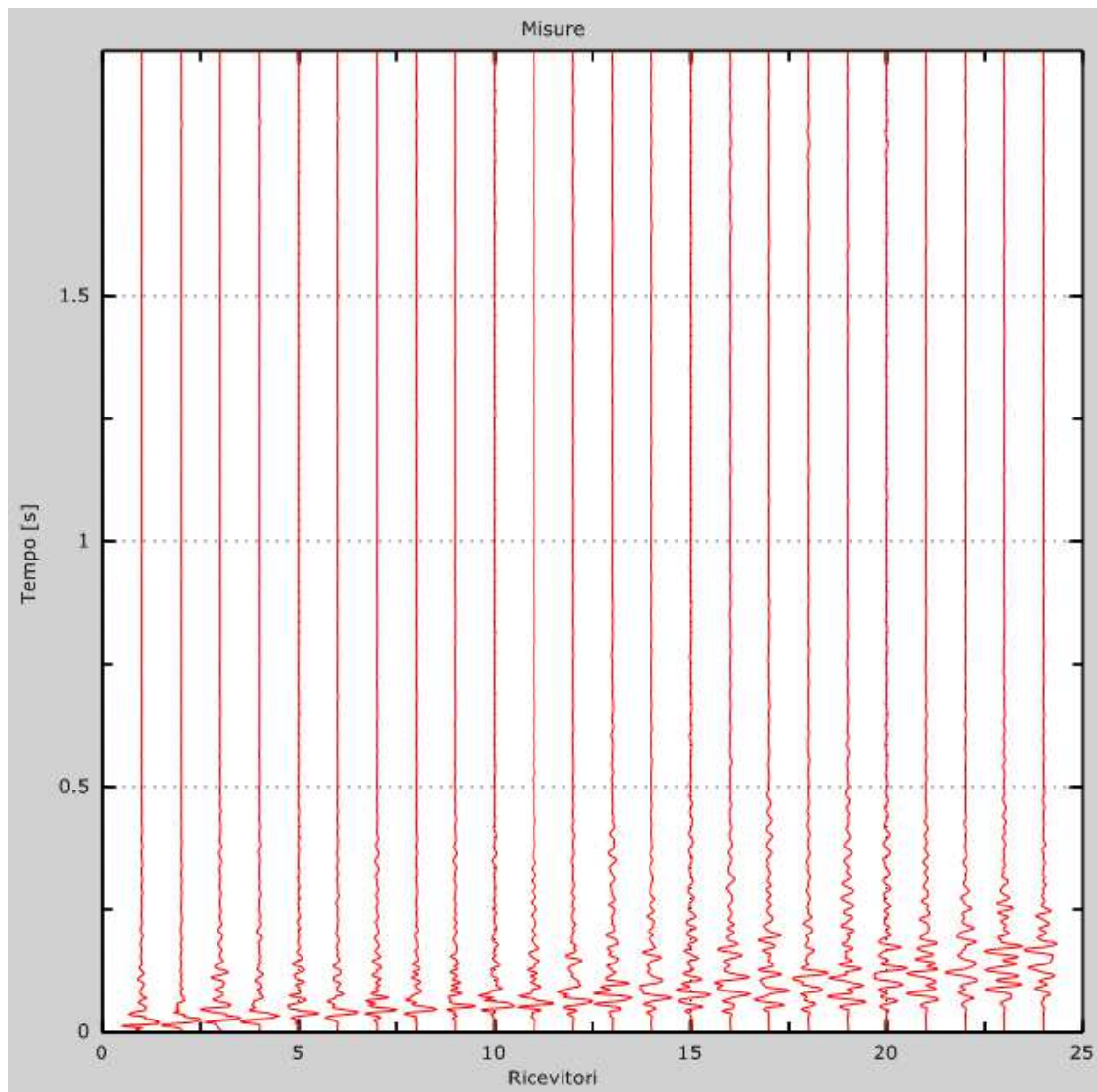


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale70Hz

Frequenza iniziale2Hz

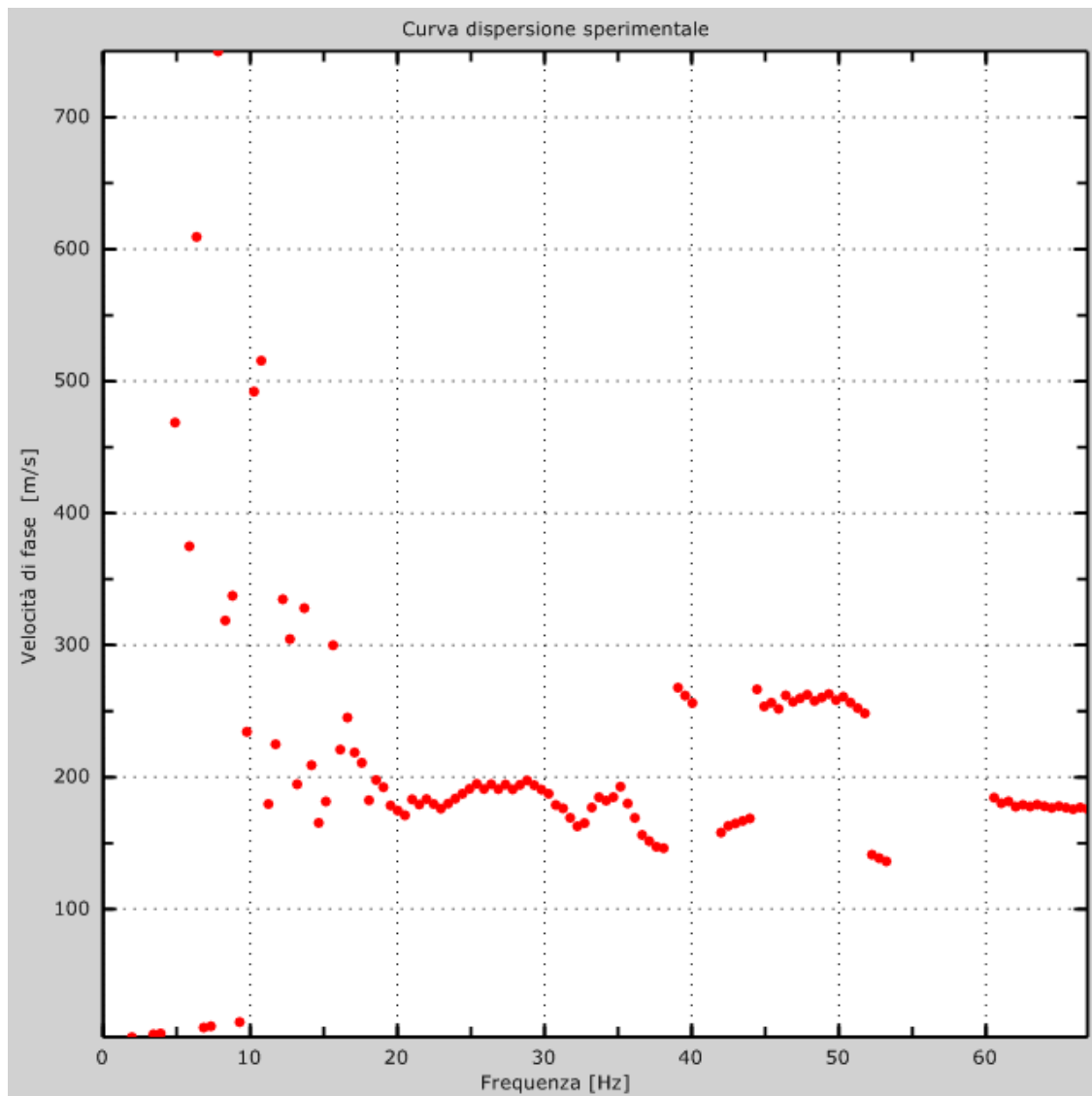


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori	12
Numero di campioni temporali	3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione.....	2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	119998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)	

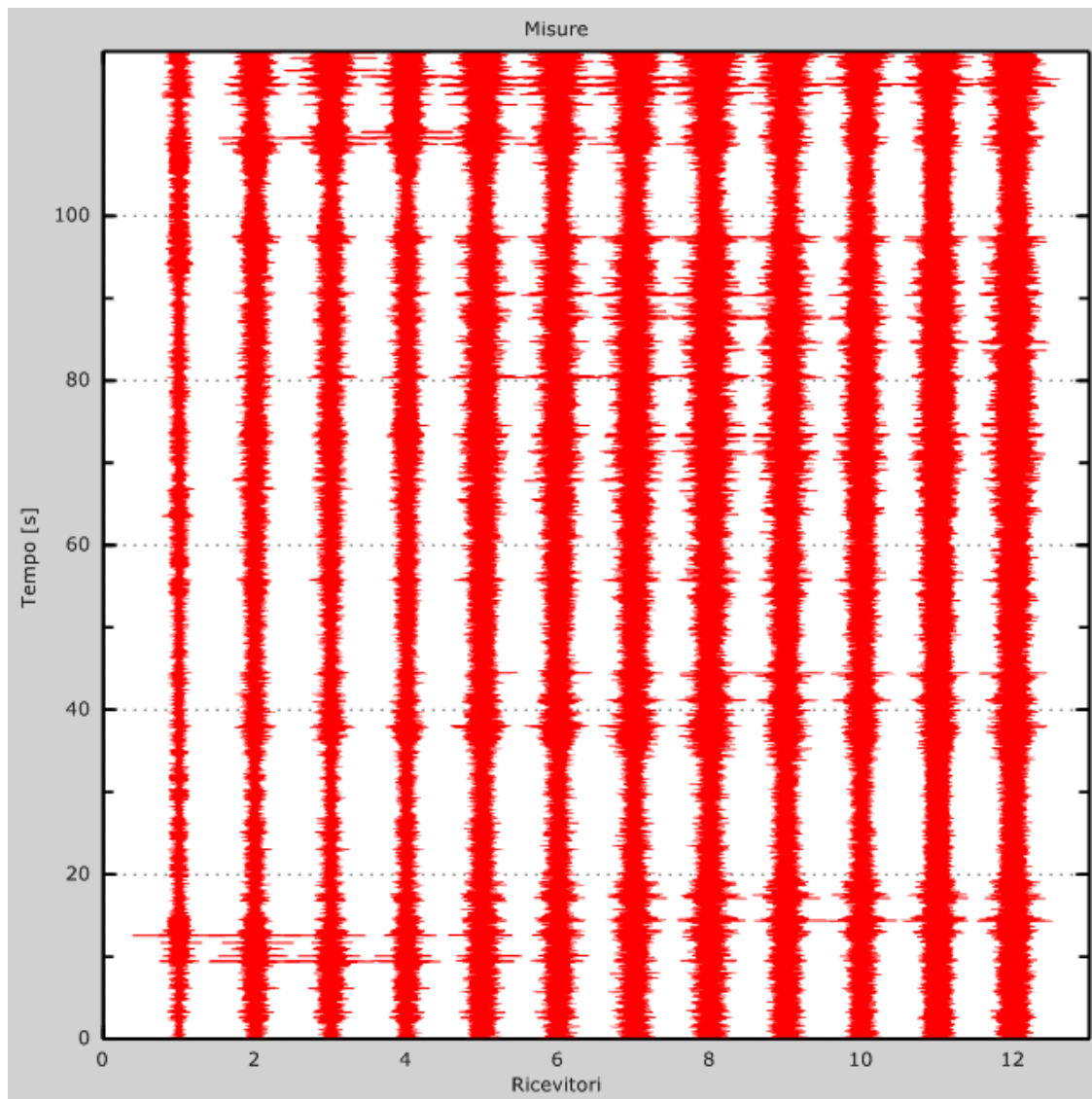


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
4.98327	470.607	449.475	491.739
5.97935	377.819	302.722	452.917
11.7873	227.624	189.276	265.972
19.165	188.969	170.072	207.865
22.6074	178.656	160.791	196.522
26.0498	192.368	173.131	211.605
29.4922	192.629	173.366	211.892
32.9346	170.6	153.54	187.66
38.3251	146.135	133.352	158.918

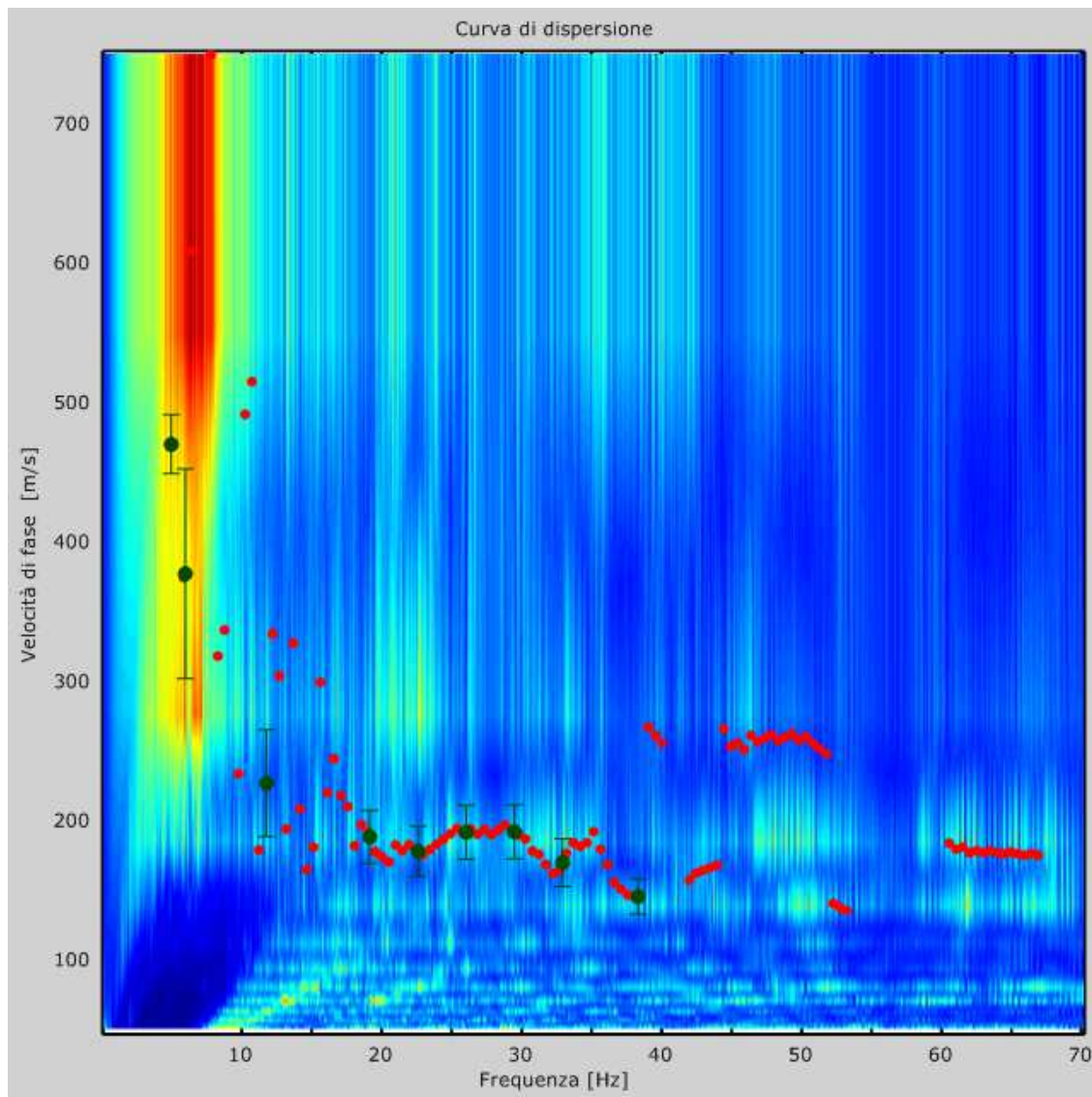


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m].....	0.75m
Numero ricevitori	24
Numero modi.....	1

Strato 1

h [m].....	1
z [m].....	-1
Densità [kg/m ³].....	1508
Poisson	0.2
Vs [m/s].....	140
Vp [m/s]	229
Vs min [m/s].....	81
Vs max [m/s].....	210

Strato 2

h [m].....	1
z [m].....	-2
Densità [kg/m ³].....	1649
Poisson	0.2
Vs [m/s].....	200
Vp [m/s]	327
Vs min [m/s].....	99
Vs max [m/s].....	300

Strato 3

h [m].....	4
z [m].....	-6
Densità [kg/m ³].....	1689
Poisson	0.2
Vs [m/s].....	220
Vp [m/s]	359
Vs min [m/s].....	126
Vs max [m/s].....	330

Strato 4

h [m].....	2
z [m].....	-8
Densità [kg/m ³].....	1769
Poisson.....	0.2
Vs [m/s].....	265
Vp [m/s].....	433
Vs min [m/s].....	126
Vs max [m/s].....	398

Strato 5

h [m].....	4
z [m].....	-12
Densità [kg/m ³].....	1883
Poisson.....	0.2
Vs [m/s].....	340
Vp [m/s].....	555
Vs min [m/s].....	126
Vs max [m/s].....	510

Strato 6

h [m].....	2
z [m].....	-14
Densità [kg/m ³].....	1910
Poisson.....	0.2
Vs [m/s].....	360
Vp [m/s].....	588
Vs min [m/s].....	210
Vs max [m/s].....	540

Strato 7

h [m].....	5
z [m].....	-19
Densità [kg/m ³].....	1910
Poisson.....	0.48
Vs [m/s].....	360
Vp [m/s].....	1836
Vs min [m/s].....	210
Vs max [m/s].....	540

Falda presente nello strato

Strato 8

h [m].....	5
z [m].....	-24
Densità [kg/m ³].....	1923
Poisson	0.48
Vs [m/s].....	370
Vp [m/s]	1887
Vs min [m/s].....	210
Vs max [m/s]	555

Falda presente nello strato

Strato 9

h [m].....	0
z [m].....	-∞
Densità [kg/m ³].....	2133
Poisson	0.48
Vs [m/s].....	560
Vp [m/s]	2855
Vs min [m/s].....	261
Vs max [m/s].....	840

Falda presente nello strato

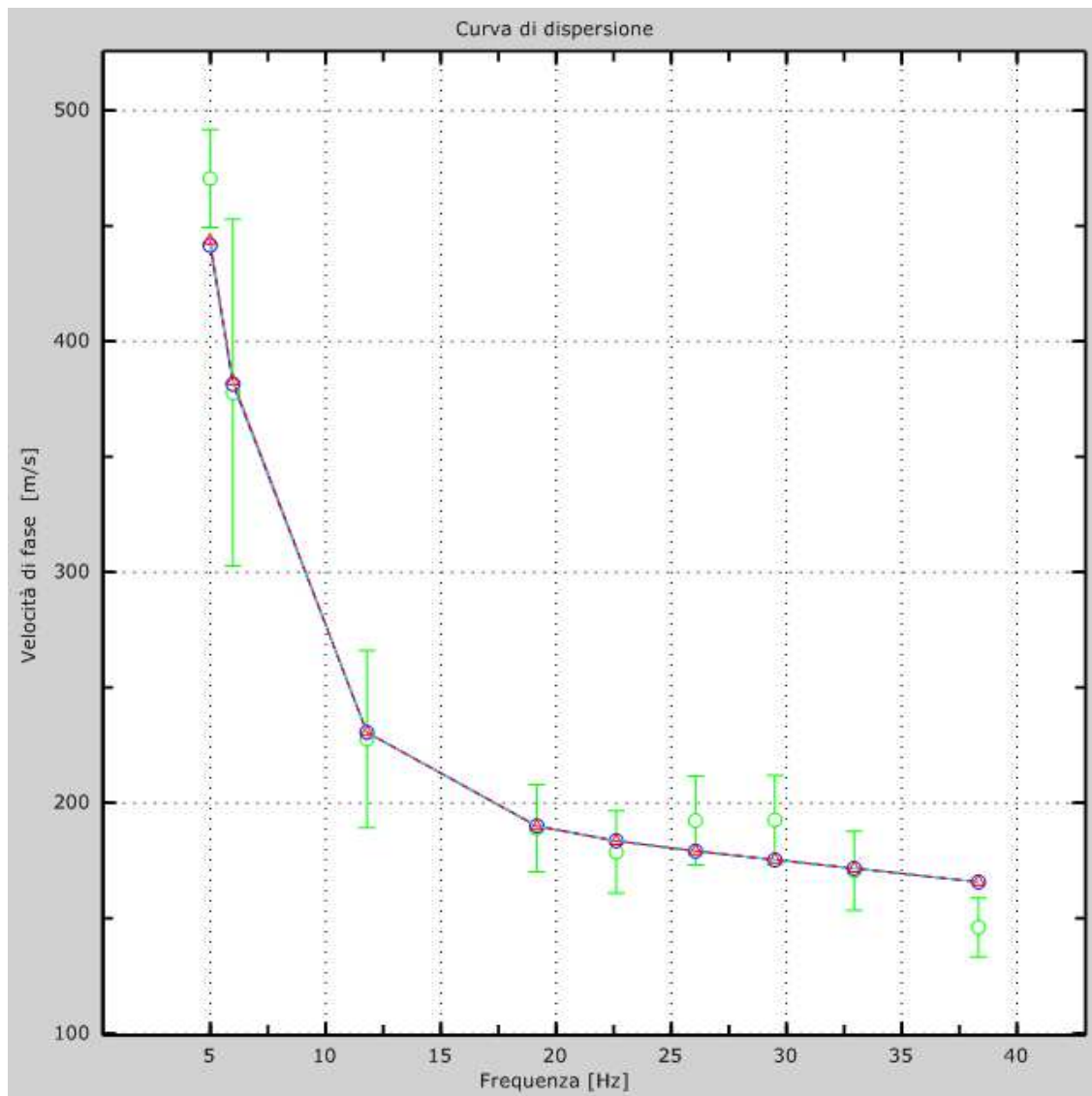


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

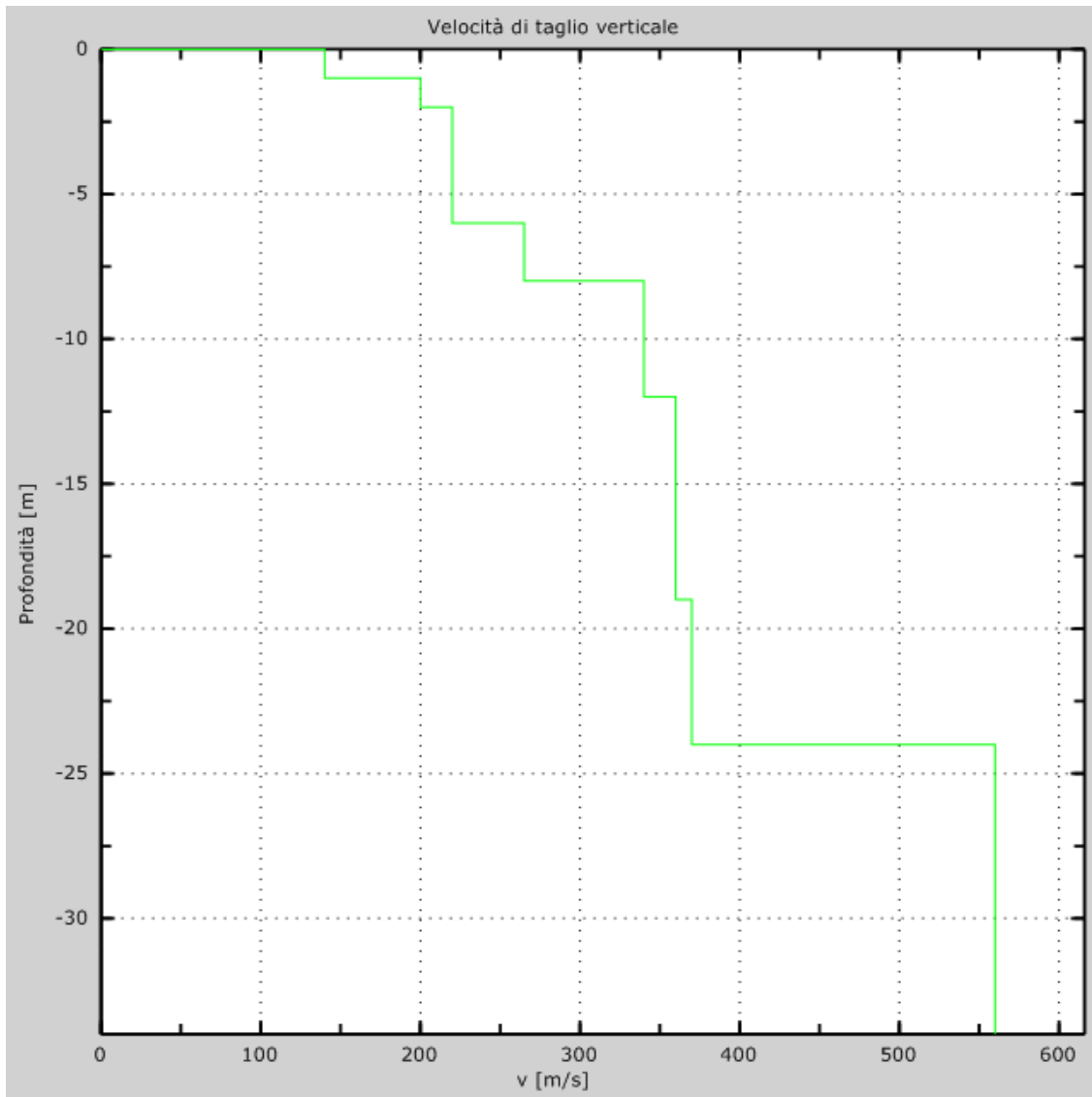


Figura 6: Profilo Vs numerico

6 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m]..... 0

Vs30 [m/s]..... 321

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008.

L'unità geotecnica dello strato rigido non è stata rilevata.

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità.

Tipo di suoloC

Tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).