GSP
GEOLOGIA
STUDI
PROGETTI

DOTT. SERGIO BRECKO
*GEOLOGO*

**REGIONE PIEMONTE** **PROVINCIA DI TORINO**

**COMUNE DI PIOSSASCO**

---

# PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE DELL'EDIFICIO MUNICIPALE

---

# RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA - SISMICA

**Dott. Geol. Sergio Brecko**

Geologia - Indagini Gegnostiche - Geofisica - Monitoraggi - Ambiente - Idrogeologia e Idraulica - Consolidamenti

Via Bruino, 3 - 10138 Torino - Tel. e Fax 011\4471245 - Cell. 348\2632087 - e-mail: geobre@libero.it
C.F.: BRC SRG 44A05 H676V P.IVA: 01726600016

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI TORINO

COMUNE PIOSSASCO

# PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE DELL'EDIFICIO MUNICIPALE

## RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA - SISMICA

# 1. PREMESSA

A seguito dell'incarico, sono state eseguite le indagini valutate le condizioni geotecniche e geofisiche sull'area su cui insiste l'edificio esistente del Municipio del Comune di Piossasco, dove è prevista la realizzazione di una ristrutturazione parziale dell'edificio comunale stesso.

Le indagini del sito sono consistite in un stendimento geofisico del Tipo M.A.S.W; eseguito al fine di definire la litologia del sottosuolo dell'area di futura edificazione e per soddisfare le condizioni sismiche del Comune di Piossasco, stabilito in Zona sismica 3, sulla base dei dati pregressi quali prove penetrometriche dinamiche eseguite durante la fase di consolidamento del terreno, e su dati pregressi relativi alla zona in esame risultatnti dagli studi geologici allegati al P.R.G.C.

Il settore di interesse è compreso nel Foglio 56 IGM della Carta d'Italia denominato "Torino" e nel Foglio 155 della Carta Geologica d'Italia – Progetto Carg denominato "Torino Ovest".

*La presente relazione viene redatta ai sensi del D.M. 11 marzo 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 e s.m.i., e* ***NTC2008 -"Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008****.*

*Il territorio comunale di PIOSSASCO è compreso nella* ***Zona Sismica 3*** *della Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 - Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).*

## 2. GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Piossasco è situato a Sud-Ovest di Torino, in settore di raccordo tra la zona montana e la pianura fluvio-glaciale.

La morfologia aria da una pendenza da forte a moderata nel settore montano, e degrada a formare il settore subpianeggiante della pianura fluviale.

Il settore montano è caratterizzato dai rilievi della catena alpina, costituiti localmente dalle Serpenti del Gruppo dei Calcesciti con Pietre Verdi, che costituiscono il substrato cristallino a ridosso del quale è presente un orizzonte di detrito che ricopre i sedimenti su cui è edificato l'abitato principale del Comune, che è oggetto dell'indagine geologica; tale livello detritico risulta sottile e maschera la probabile presenza di terreni di origine lacustre, costituiti da torbe ed argille, caratterizzate da scadenti caratteristiche geomoeccaniche.

Nel settore sono presenti inoltre depositi fluvioglaciali costituiti da una copertura argillitico di colore giallastro (loessica) fino a rossastro, con spessore da circa 1,00 fino a 2,00 m, che risoprono un orizzonte argilloso di colore rosso-bruno, con ciottoli silicatici completamente alterati, con spessore fino a 2,00 metri, che ricopre l'orizzonte di ghiaie fluviali e fluvioglaciali, che risultano da pedogenizzate fino a non alterate con la profondità.

L'idrologia profonda è caratterizzata da un' acquifero superficiale con un livello piezometrico oscillante in funzione della piovosità e degli afflussi del Torrente Sangone, ma comunque profondo e non interferente con il piano campagna e con il piano fondazionale.

Esistono comunque percolazioni acquifere localizzate correnti all'interno del materasso detritico superificiale.

## 3. STATO DEI LUOGHI

Il terreno oggetto di studio presenta una morfologia a pendenza variabile evidentemente modificata nel tempo da interventi antropici, che verrà in parte ulteriormente interessata con la realizzazione delle opere previste.

Non sono state individuate problematiche relative a fenomeni di instabilità quiescenti o in atto nei terreni di proprietà o in un intorno significativo della stessa.

Il progetto in esame prevede, come già detto, la ristrutturazione dell'edifico esistente, con modifiche strutturali (tetto, solai ecc.) che costituiscono un modesto incremento di sovraccarico sul terreno.

Il fabbricato comunale, di antica edificazione, insiste sul declivio detritico posto a valle del sistema montuoso, settore di raccordo con i depositi alluvionali della pianura.

La Tavola 6 – Carta della Caratterizzazione Litotecnica dei Terreni e delle Indagini Geognostiche – allegata al P.R.G.C. vigente e di cui si allega estratto alla presente Relazione, indica che il settore in esame è probabilmente interessato dalla presenza di depositi palustri a caratteristiche geotecniche scadenti, mascherati da una sottile coltre di detrito di falda.

## 4. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Al fine di determinare le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni su cui verranno ad insistere i nuovi carichi dovuti alla ristrutturazione dell'edificio, è possibile, dall'osservazione dei materiali risultanti dalle prove penetrometriche eseguite dalla Ditta URETEK, per il consolidamento del settore lesionato dell'edificio, indicare la seguente probabile successione stratigrafica:

- 0,00 – 1,20 m da p.c. strato di copertura, costituito da materiale sabbioso di vegetale e/o di riporto limoso-sabbioso con presenza di ciottoli e ghiaia grossolana.
- 1,20 m – 4,50 m da p.c.: limi sabbiosi grigiastri argillificati.

Le fondazioni dell'edificio oggetto delle opere di ristrutturazione, riscontrate composte da ciottolate vario, insistono sull'orizzonte di limi sabbiosi grigiastri accertati grazie ad uno scavo conoscitivo.

## 5. INDAGINE GEOFISICA

L'indagine Geofisica, eseguita dallo Studio IPOGEO del Dott. Geol. Fausto CRIPPA di Monza, di cui si allega la Relazione Tecnica con elaborati alla presente Relazione, è consistita in **n° 1 stendimento M.A.S.W**. ubicato lungo il lato ovest e steso parallelamente al lato stesso, come evidente dalla documentazione fotografica allegata.

Le Prove Geofisiche M.A.S.W. (multichannel analysis surface waves) valgono per schematizzare il modello Vs (30) del terreno rappresentato dalla velocità delle onde sismiche, a completamento della definizione categoriale dei suoli di fondazione, sulla base di quanto previsto dalla normativa antisismica in vigore.

E' stata quindi condotta un'indagine sismica finalizzata alla definizione delle velocità delle onde di taglio (s) estesa sino alla profondità di 30 m dall'attuale piano campagna.

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici e dell'attività antropica.

I dati ottenuti dalle prospezioni sismiche M.A.S.W e HVSR, hanno permesso di attuare la modellizzazione sismica congiunta dl primo sottosuolo fino alla profondità di 39,7 m da p.c.

Sono stati individuati tre strati (sismici) principali di terreno contraddistinti da velocità delle onde S diversificate:

*a) - Il primo strato, contraddistinto da minore velocità, si sviluppa sino a 11,60 m circa di profondità da piano campagna, con Vs variabili tra 146 e 269 metri/secondo.*

*b) – il secondo strato presenta velocità delle onde s pari a 460 m/s, ed è sviluppato sino a 20,00 m di profondità.*

*c) – il terzo strato sismico, sviluppato sino 39,7 m di profondità, presenta velocità pari a 585 metri/secondo.*

Il **valore medio** calcolato delle velocità delle onde di taglio S entro i primi 30 m di profondità (Vs 30) risulta pari a **351 metri/secondo**.

In **allegato 1 e 2** alla relazione tecnica vengono restituiti i dati interpretativi relativi alla stesa sismica condotta. In **Allegato 3** viene fornito lo schema interpretativo categoriale così come definito dalla normativa di riferimento NTC 14.01.2008.

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

Tabella estratta dalla NTC 2008 – norme tecniche per le costruzioni

**Tabella 3.2.IV** – *Categorie topografiche*

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

Tabella estratta dalla NTC 2008 – norme tecniche per le costruzioni

**Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso $C_U$**

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

Tabella estratta dalla NTC 2008 – norme tecniche per le costruzioni

**Classi d'uso** (§ 2.4.2 NTC-08)

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:

| | |
|---|---|
| *Classe I:* | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. |
| *Classe II:* | 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 III* o in *Classe d'uso IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. |
| *Classe III:* | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in *Classe d'uso IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. |
| *Classe IV:* | 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. |

Tabella estratta dalla NTC 2008 – norme tecniche per le costruzioni

## L'edificio del Comune viene considerato nella Classe d'uso IV.

# 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA E CAPACITA' PORTANTE

**PIOSSASCO (TO) - RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO COMUNALE**

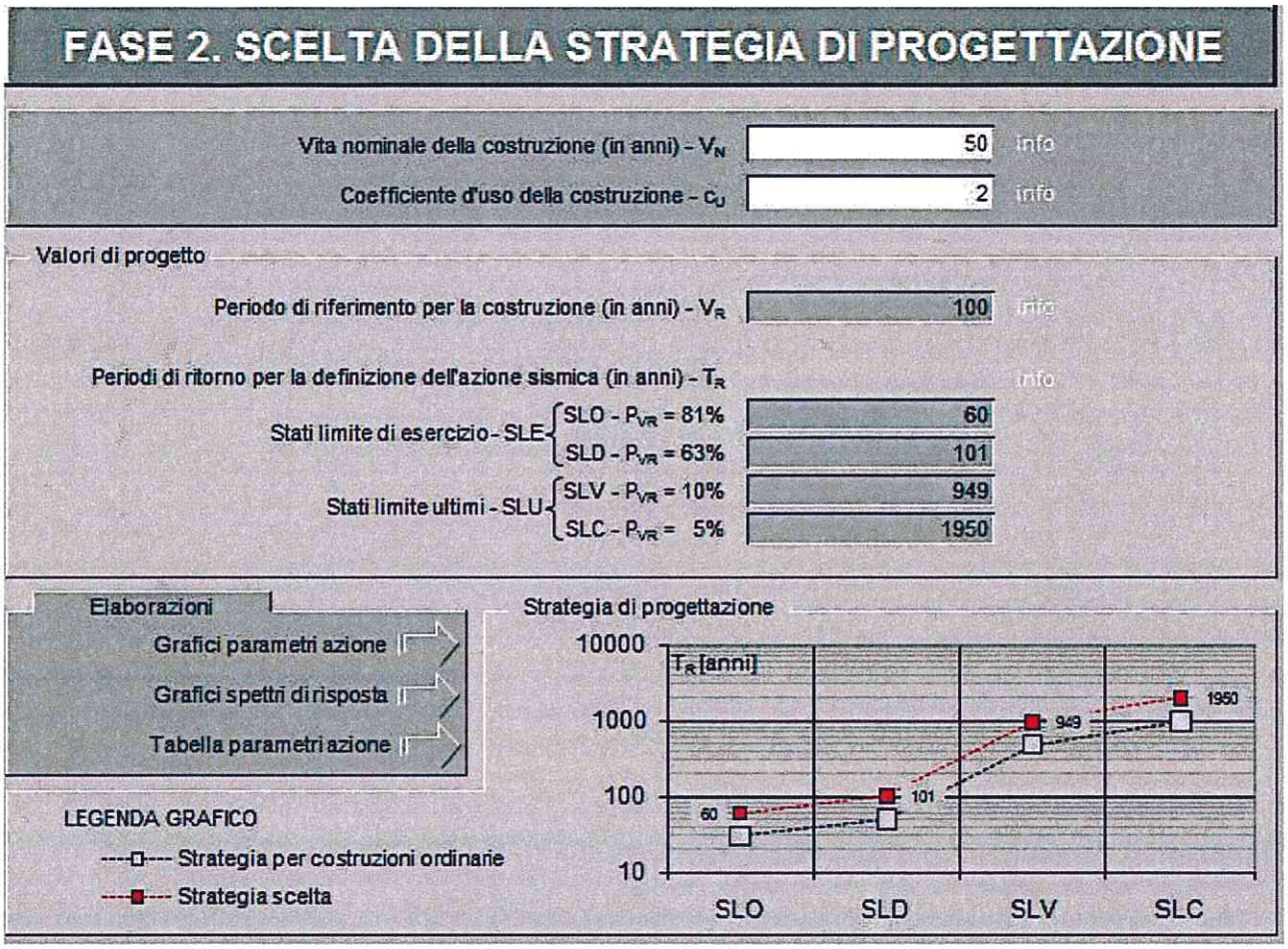
## Caratterizzazione sismica

Il Comune di Piossasco (To) ricade, in accordo con il Catalogo Sismico Nazionale in zona sismica 3.

La strategia di azione da seguire relativamente alla progettazione, essendo la sede del Comune appartenente alla classe d'uso IV:

*Costruzione con funzione pubbliche o strategiche importante, anche in riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità (NTC08, paragrafo 2.4.2)*

è la seguente:



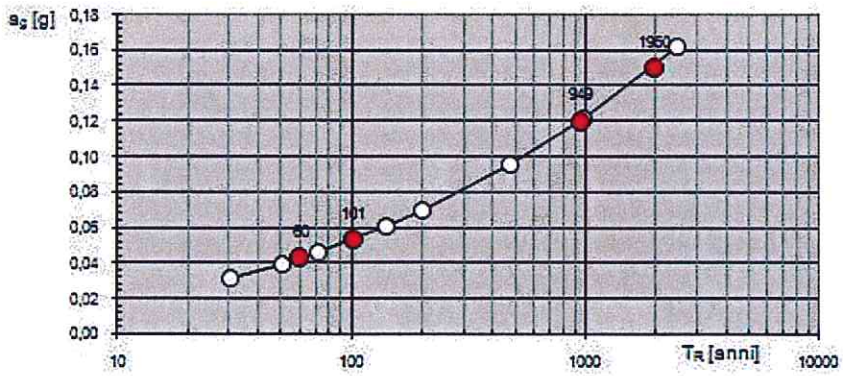

I valori dei parametri d'azione in funzione dei tempi di ritorno sono:

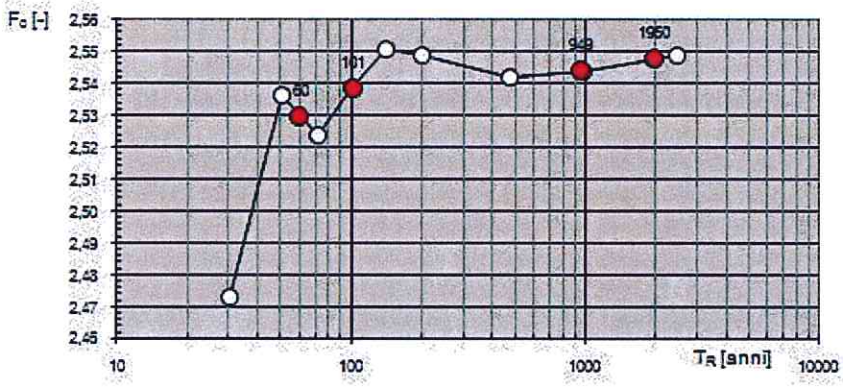
## Valori dei parametri $a_g$, $F_o$, $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno

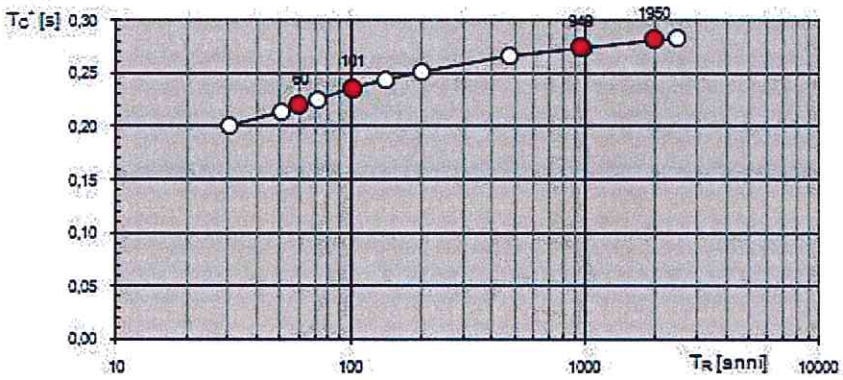
| SLATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_o$ [-] | $T_C^*$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 60 | 0,043 | 2,530 | 0,220 |
| SLD | 101 | 0,053 | 2,539 | 0,236 |
| SLV | 949 | 0,120 | 2,544 | 0,274 |
| SLC | 1950 | 0,150 | 2,547 | 0,281 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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




La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

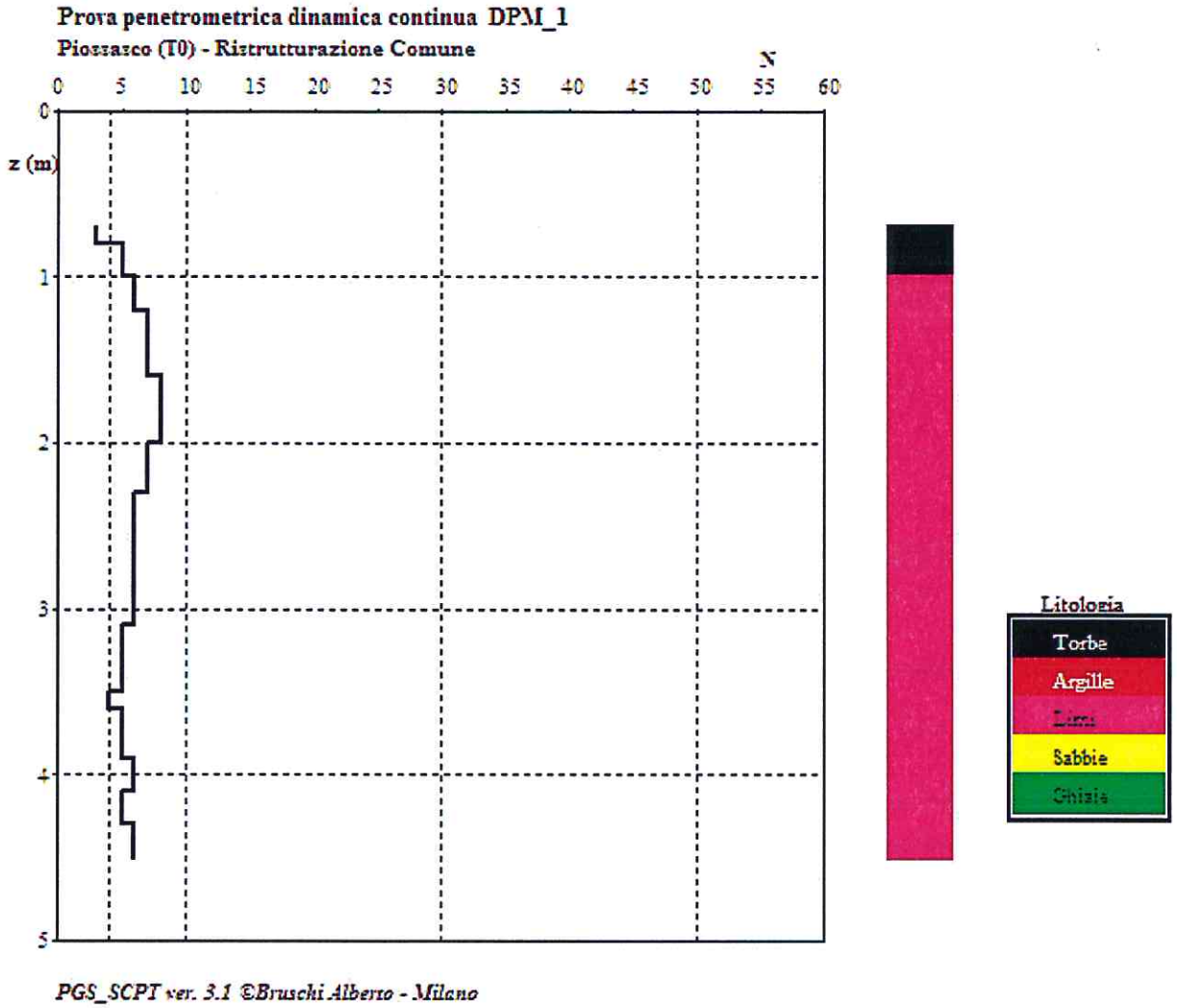
La caratterizzazione sismica del sottosuolo è stata eseguita mediante prospezione sismica M.A.S.W. e prospezione sismica passiva HVSR, entrambe eseguite a cura dello Studio Geologico IPOGEO del Dott. Geol. Fausto A. Crippa oggetto di relazione presentata in allegato alla presente.

La velocità delle onde sismiche Vs30 risulta pari a 351 m/s facendo rientrare il sito nella categoria di sottosuolo "C" (paragrafo NTC08 3.2.2).

## Caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica di è fatto riferimento ad una indagine penetrometrica eseguita con penetrometro tipo medio DPM per conto della società URETEK s.r.l. dalla stessa.

Le resistenze penetrometriche misurate sono riportate nel grafico seguente:




L'elaborazione dei dati misurati è riportata di seguito:

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Programma SCPT
c) Bruschi Alberto - Milano

Committente:
Localita': Piossasco (T0)
Lavoro: Ristrutturazione Comune

Penetrometro DPM Medio (ISSMFE/Emilia)

| W | H | A | D | Wa | Wc |
|---|---|---|---|---|---|
| 30.0 | 20.0 | 60.0 | 35.7 | 2.5 | 18.0 |

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)
A = Angolo d'apertura del cono (°)
D = Diametro di base del cono (mm)
Wa = peso delle aste (Kg/m)
Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 10.00 cm.

Profondità iniziale della prova = 0.8 m.

Profondità della falda = assente

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

| z | Litotipo | $N_{60}$ | γ | Rd | OCR | Su | M | E | Go | Vs | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.8 | OL-OH | 3 | 5.3 | 1.8 | 10.4 | 20.7 | 1.3 | 5.25(*) | 9.9 | 80 | .59 |
| 0.9 | OL-OH | 5 | 16 | 3 | 15.6 | 33.1 | 2.2 | 7.75(*) | 14.4 | 94 | .99 |
| 1.0 | OL-OH | 5 | 16 | 2.9 | 14.2 | 33.4 | 2.2 | 7.75(*) | 15.6 | 98 | .99 |
| 1.1 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.5 | 15.6 | 39.7 | 4.6 | 9.2(*) | 18.3 | 105 | 1.19 |
| 1.2 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.5 | 14.4 | 40 | 4.6 | 9.2(*) | 19 | 107 | 1.19 |
| 1.3 | ML-MH | 7 | 16.6 | 4 | 15.6 | 46.4 | 5.2 | 11.25(*) | 21.6 | 113 | 1.39 |
| 1.4 | ML-MH | 7 | 16.6 | 4 | 14.5 | 46.7 | 5.2 | 11.25(*) | 22.3 | 115 | 1.39 |
| 1.5 | ML-MH | 7 | 16.6 | 3.9 | 13.6 | 47 | 5.2 | 11.25(*) | 23.1 | 117 | 1.39 |
| 1.6 | ML-MH | 7 | 16.6 | 3.9 | 12.8 | 47.4 | 5.2 | 11.25(*) | 23.9 | 119 | 1.39 |
| 1.7 | ML-MH | 8 | 16.9 | 4.4 | 13.8 | 53.8 | 5.8 | 12.3(*) | 26.4 | 124 | 1.59 |
| 1.8 | ML-MH | 8 | 16.9 | 4.4 | 13.0 | 54 | 5.8 | 12.3(*) | 26.9 | 125 | 1.59 |
| 1.9 | ML-MH | 8 | 16.9 | 4.4 | 12.3 | 54.3 | 5.8 | 12.3(*) | 27.7 | 127 | 1.59 |
| 2.0 | ML-MH | 8 | 16.9 | 4.3 | 11.7 | 54.6 | 5.8 | 12.3(*) | 28.2 | 128 | 1.59 |
| 2.1 | ML-MH | 7 | 16.6 | 3.8 | 9.8 | 48.7 | 5.2 | 11.25(*) | 26.4 | 125 | 1.39 |
| 2.2 | ML-MH | 7 | 16.6 | 3.7 | 9.4 | 49 | 5.2 | 11.25(*) | 27.2 | 127 | 1.39 |
| 2.3 | ML-MH | 7 | 16.6 | 3.7 | 8.9 | 49 | 5.2 | 11.25(*) | 27.7 | 128 | 1.39 |
| 2.4 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.2 | 7.4 | 43 | 4.6 | 9.2(*) | 25.5 | 124 | 1.19 |
| 2.5 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.1 | 7.1 | 43.2 | 4.6 | 9.2(*) | 25.9 | 125 | 1.19 |
| 2.6 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.1 | 6.8 | 43.3 | 4.6 | 9.2(*) | 26.7 | 127 | 1.19 |
| 2.7 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.1 | 6.6 | 43.5 | 4.6 | 9.2(*) | 26.7 | 127 | 1.19 |
| 2.8 | ML-MH | 6 | 16.3 | 3.1 | 6.3 | 43.5 | 4.6 | 9.2(*) | 27.2 | 128 | 1.19 |
| 2.9 | ML-MH | 6 | 16.2 | 3 | 6.1 | 43.7 | 4.6 | 8.2(*) | 27.4 | 129 | 1.19 |
| 3.0 | ML-MH | 6 | 16.2 | 3 | 5.9 | 43.8 | 4.6 | 8.2(*) | 27.9 | 130 | 1.19 |
| 3.1 | ML-MH | 6 | 16.2 | 3 | 5.8 | 44.2 | 4.6 | 8.2(*) | 27.9 | 130 | 1.19 |
| 3.2 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.5 | 4.7 | 37.8 | 4.1 | 7.15(*) | 25.7 | 126 | .99 |
| 3.3 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.5 | 4.5 | 37.7 | 4.1 | 7.15(*) | 26.1 | 127 | .99 |
| 3.4 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.4 | 4.4 | 37.9 | 4.1 | 7.15(*) | 26.1 | 127 | .99 |
| 3.5 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.4 | 4.2 | 37.7 | 4.1 | 6.15(*) | 26.5 | 128 | .99 |
| 3.6 | ML-MH | 4 | 15.5 | 1.9 | 3.3 | 31.1 | 3.5 | 5.1(*) | 23.9 | 123 | .79 |
| 3.7 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.4 | 4.0 | 38 | 4.1 | 6.15(*) | 27.3 | 130 | .99 |
| 3.8 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.4 | 3.9 | 38 | 4.1 | 6.15(*) | 27.3 | 130 | .99 |
| 3.9 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.4 | 3.9 | 38.6 | 4.1 | 6.15(*) | 27.8 | 131 | .99 |
| 4.0 | ML-MH | 6 | 16.2 | 2.8 | 4.5 | 45.2 | 4.6 | 7.15(*) | 30.5 | 136 | 1.19 |
| 4.1 | ML-MH | 6 | 16.2 | 2.8 | 4.4 | 45.3 | 4.6 | 7.15(*) | 30.9 | 137 | 1.19 |
| 4.2 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.3 | 3.6 | 38.8 | 4.1 | 6.15(*) | 28.2 | 132 | .99 |
| 4.3 | ML-MH | 5 | 15.9 | 2.3 | 3.5 | 38.8 | 4.1 | 6.15(*) | 28.6 | 133 | .99 |
| 4.4 | ML-MH | 6 | 16.2 | 2.8 | 4.1 | 45.6 | 4.6 | 7.15(*) | 31.9 | 139 | 1.19 |
| 4.5 | ML-MH | 6 | 16.2 | 2.7 | 4.0 | 45.7 | 4.6 | 7.15(*) | 32.3 | 140 | 1.19 |

z = profondità (m)
$N_{60}$ = numero dei colpi standardizzato
□ = peso di volume (kN/mc) - (Bruschi, 1980),(Chaigneau, 2001)
Rd = resistenza dinamica (MPa) - (formula degli Olandesi)
OCR = grado di sovraconsolidamento (-) - (Mayne & Kemper, 1988)

Su = resistenza al taglio non drenata (kPa) - (Terzaghi &Peck, 1948 - Bruschi, 2004)
M = modulo confinato (MPa) - (Mayne & Frost, 1980 [incoerente]; Schultze & Menzenbach, 1961 [coesivo])
E = modulo di Young (MPa) - (Jamiolkowski, 1988 [E25 - incoerente]; Ohya & al., 1982 [Eu -coesivo])
Go = modulo di taglio a basse deformazioni (MPa) - (FHWA, Mayne,2001)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)- (Ohta & Goto, 1978),(Yoshida, 1988)
k = modulo di Winkler (Kg/cmc) - (Terzaghi, 1983)

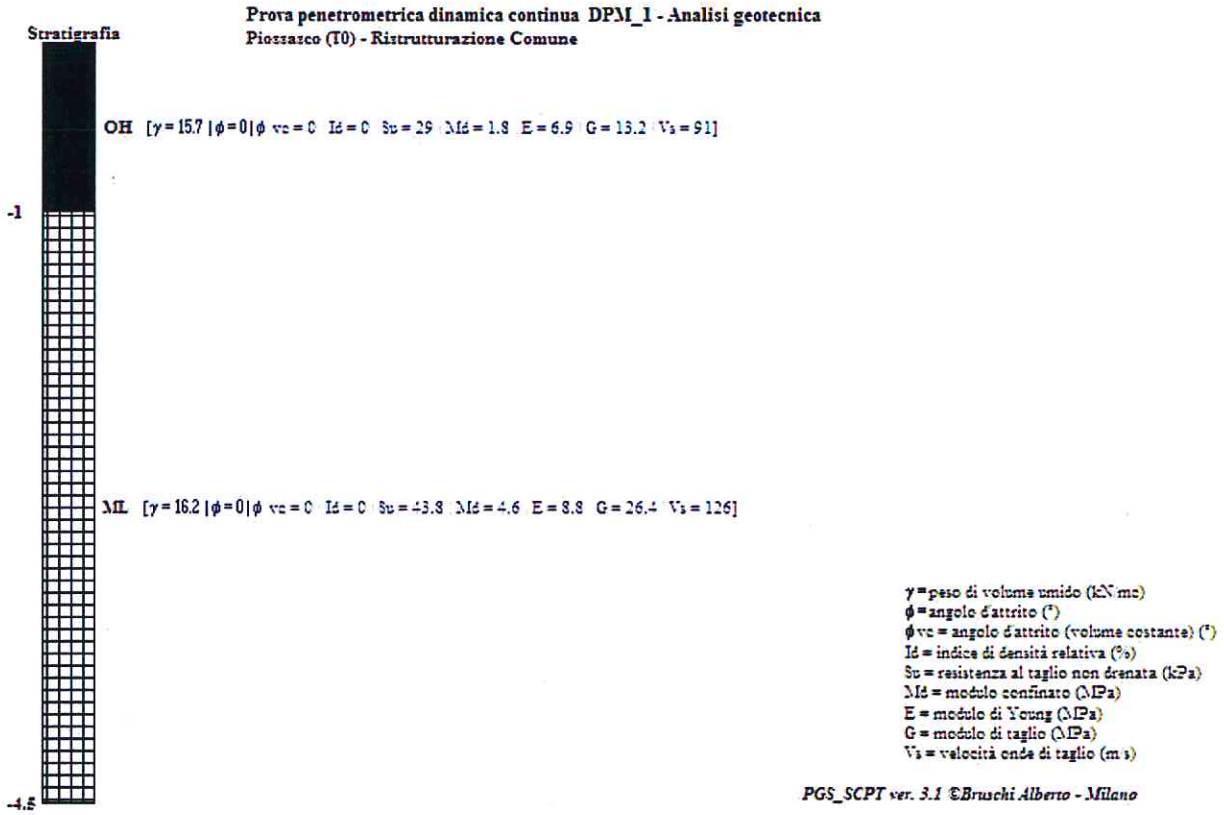
Il modulo di Young si riferisce a E25 nei terreni incoerenti e a Eu nei terreni coesivi

(*): utilizzare il parametro con cautela

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Valori medi e deviazione standard

| da m. | a m. | Litotipo | $\gamma$ | Rd | Su | M | E | Go | Vs | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 1 | OH | 15.7 +/- 0.4 | 3 +/- 1 | 29 +/- 7.2 | 1.8 +/- 0.5 | 6.9 +/- 1.4 | 13.2 +/- 3 | 91 +/- 9 | .8 +/- 0.2 |
| 1 | 4.5 | ML | 16.2 +/- 0.3 | 3 +/- 1 | 43.8 +/- 5.5 | 4.6 +/- 0.5 | 8.8 +/- 2.2 | 26.4 +/- 3 | 126 +/- 8 | 1.2 +/- 0.2 |




## Analisi fondazionale (Determinazione Capacità Portante)

Verifica della Capacità Portante in accordo con le NTC 2008

**1) Valutazione della sicurezza dell'opera**

Vita nominale dell'opera (paragrafo 2.4.1) = 100 anni

Classe d'uso (paragrafo 2.4.2) = IV

Vita di riferimento dell'opera (paragrafo 2.4.3) (VR = VN*CU) = 100 anni

Coefficiente d'uso CU (tabella 2.4.II) = 2

Tempi di ritorno da utilizzarsi nelle verifiche per azioni sismiche

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR (tabella 3.2.I)

| SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|
| 81% | 63% | 10% | 5% |

Tempi di ritorno [VR/ln(1-PVR)] (anni):

| SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|
| 60 | 101 | 949 | 1950 |

**2) Parametri geotecnici utilizzati per l'analisi corrente (paragrafo 6.4.2.1):**

Parametri derivati da prova penetrometrica dinamica continua DPM

Dati stratigrafici e parametri geotecnici caratteristici dei terreni in fondazione

Quota falda da p.c. (m): assente

Verifica agli stati limite - Approccio 1 - Combinazione 1 [A1+M1+R1]

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M1) = 1.0

| Strato | Classificazione USCS | z | N60 | gamma | phi | c | Md | Id | Vs | CF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OH | 1 | 7 | 15,7 | 0,0 | 29,0 | 1,8 | 0,0 | 91 | 100 |
| 2 | ML | 4,5 | 9 | 16,2 | 0,0 | 43,8 | 4,6 | 0,0 | 126 | 60 |

z = profondità dal p.c. (m)
N60 = numero dei colpi SPT standardizzato
gamma = peso di volume (kN/mc)
phi = angolo d'attrito (°)
c = coesione (kPa)
Md = modulo di deformabilità (MPa)
Id = indice di densità relativa (%)
Vs = velocità onde sismiche di taglio (m/s)
CF = contenuto di fini (%)

Verifica agli stati limite - Approccio 1 - Combinazione 2 [A2+M2+R2]

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M2):

| Tangente dell'angolo d'attrito efficace | Coesione efficace (phi<> 0) | Resistenza al taglio non drenata (phi = 0) |
|---|---|---|
| 1,25 | 1,25 | 1,4 |

Parametri geotecnici di progetto dei terreni in fondazione

| Strato | z | g | f | c | Md |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 15,7 | 0,0 | 20,7 | 1,8 |
| 2 | 4,5 | 16,2 | 0,0 | 31,2 | 4,6 |

z = profondità dal p.c. (m)
g = peso di volume (kN/mc)
f = angolo d'attrito (°)
c = coesione (kPa)
Md = modulo di deformabilità (MPa)

**3) Azioni sismiche**

In accordo con il paragrafo 3.2.2, il terreno di fondazione appartiene alla categoria C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza

I parametri di base, riferiti al sito di riferimento rigido orizzontale, sono per i vari stati limite:

| Stato limite | SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|---|
| Ag | 0,043 | 0,053 | 0,120 | 0,150 |
| Fo | 2,530 | 2,539 | 2,544 | 2,547 |
| Tc* | 0,220 | 0,236 | 0,274 | 0,281 |

Stati limite di esercizio:
SLE-SLO - Stato limite di operatività
SLE-SLD - Stato limite di danno
Stati limite ultimi:
SLU-SLV - Stato limite di salvaguardia della vita
SLU-SLC - Stato limite di prevenzione del collasso

Ag = Accelerazione orizzontale massima del terreno (g)
Fo = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (-)
Tc* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (s)

Amplificazione stratigrafica

I fattori di amplificazione stratigrafica SS (tabella 3.2.V) sono pari a:

| Stato limite | SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|---|
| SS | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,471 |

I fattori di amplificazione stratigrafica CC (tabella 3.2.V) sono pari a:

| Stato limite | SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|---|
| CC | 1,731 | 1,691 | 1,610 | 1,596 |

Il fattore di amplificazione topografico ST (tabella 3.2.VI) è pari a: 1,000

Le accelerazioni massime orizzontali attese al sito (amax) per i vari stati limite sono:

| Stato limite | SLE-SLO | SLE-SLD | SLU-SLV | SLU-SLC |
|---|---|---|---|---|
| ag | 0,065 g | 0,080 g | 0,180 g | 0,221 g |

L'accelerazione massima orizzontale attesa al sito (amax) per SLU-SLV è: **0,180 a/g**

### 3.1 Spettri di risposta

In accordo con il paragrafo 3.2.3.2.1 viene calcolato, per la descrizione del moto sismico, lo spettro di risposta elastico relativo allo stato limite SLE-SLD assumendo un coefficiente di smorzamento viscoso pari al 5%.

Valori dei parametri indipendenti che definiscono lo spettro di risposta elastico

| Ag (g) | Fo | Tc (s) | SS | CC | ST | q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,053 | 2,539 | 0,236 | 1,500 | 1,691 | 1,000 | 1 |

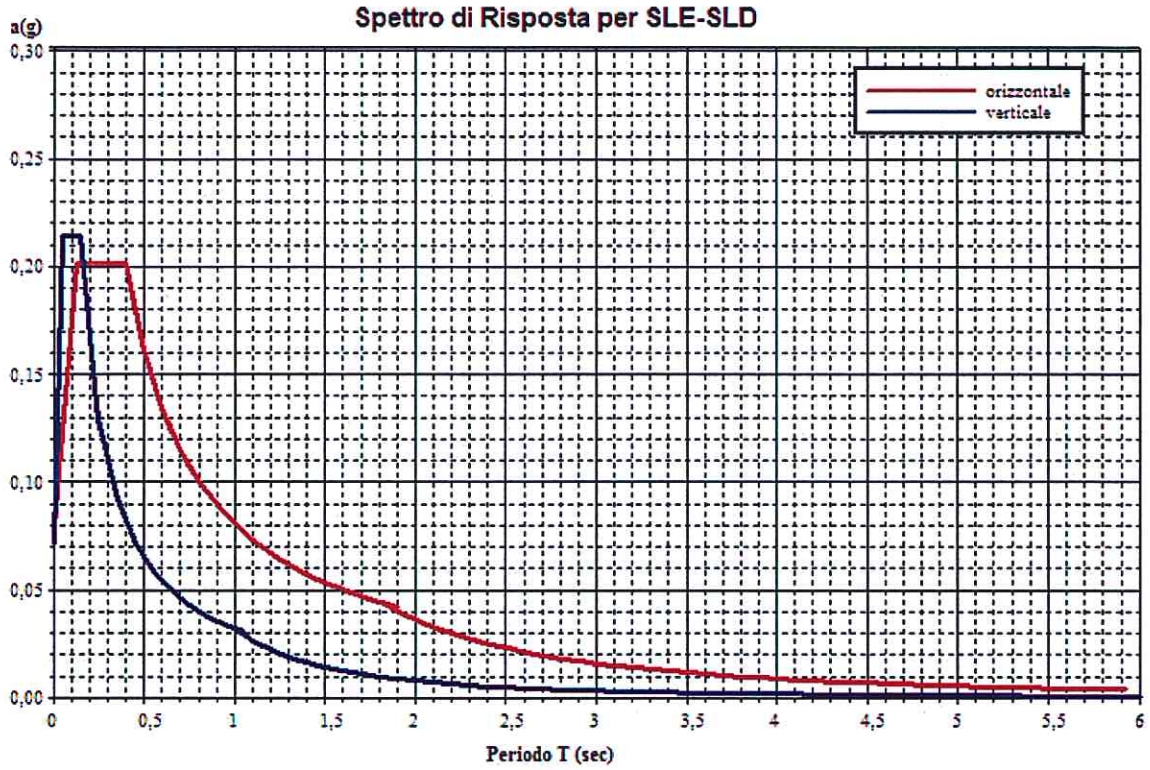
Valori dei parametri dipendenti che definiscono lo spettro di risposta elastico

| S | n | Tb (s) | Tc (s) | Td (s) |
|---|---|---|---|---|
| 1,500 | 1,000 | 0,133 | 0,399 | 1,812 |

Struttura analitica dello spettro:

per 0 <= T <= Tb  Se(T) = ag S n Fo [T/Tb + 1/(n Fo)(1 - T/Tb)]
per Tb <= T <= Tc  Se(T) = ag S n Fo
per Tc <= T <= Td  Se(T) = ag S n Fo [Tc/T]
per Td <= T  Se(T) = ag S n Fo (Tc/Td)^2

T = periodo di vibrazione dell'oscillatore lineare semplice
Se = accelerazione spettrale orizzontale
Se(T) = funzione di amplificazione della risposta rispetto all'accelerazione
S = coefficiente che tiene conto della categoria i sottosuolo e delle condizioni topografiche
n = fattore di correzione per lo smorzamento = [10/(5+e)]^0,5 (>=0,55)
e = smorzamento viscoso
Fo = massimo valore spettrale normalizzato, assunto costante tra Tb e Tc
Tb, Tc, Td = parametri che determinano la forma dello spettro
k1, k2 = esponenti che definiscono lo spettro di risposta per periodi superiori a Tc e Td
S = parametro del terreno
n = fattore di correzione per lo smorzamento = [7/(2+e)]^0,5 (>=0,7)
e = smorzamento viscoso




**L'accelerazione di progetto per il calcolo della forza orizzontale sulla fondazione è pari a 0,180 g**

*Fondir ver. 8.0 ©Bruschi Alberto*

In accordo con il paragrafo 3.2.3.2.1 viene calcolato, per la descrizione del moto sismico, lo spettro di risposta elastico relativo allo stato limite SLU-SLV assumendo un coefficiente di smorzamento viscoso pari al 5%.

Valori dei parametri indipendenti che definiscono lo spettro di risposta elastico

| Ag (g) | Fo | Tc (s) | SS | CC | ST | q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,120 | 2,544 | 0,274 | 1,500 | 1,610 | 1,000 | 1.000 |

Valori dei parametri dipendenti che definiscono lo spettro di risposta elastico

| S | n | Tb (s) | Tc (s) | Td (s) |
|---|---|---|---|---|
| 1,500 | 1,000 | 0,147 | 0,441 | 2,080 |

Struttura analitica dello spettro:

per 0 <= T <= Tb  Se(T) = ag S n Fo [T/Tb + 1/(n Fo)(1 - T/Tb)]
per Tb <= T <= Tc  Se(T) = ag S n Fo
per Tc <= T <= Td  Se(T) = ag S n Fo [Tc/T]
per Td <= T  Se(T) = ag S n Fo (Tc/Td)^2

T = periodo di vibrazione dell'oscillatore lineare semplice
Se = accelerazione spettrale orizzontale
Se(T) = funzione di amplificazione della risposta rispetto all'accelerazione
S = coefficiente che tiene conto della categoria i sottosuolo e delle condizioni topografiche
n = fattore di correzione per lo smorzamento = [10/(5+e)]^0,5 (>=0,55)
e = smorzamento viscoso

Fo = massimo valore spettrale normalizzato, assunto costante tra Tb e Tc
Tb, Tc, Td = parametri che determinano la forma dello spettro
k1, k2 = esponenti che definiscono lo spettro di risposta per periodi superiori a Tc e Td
S = parametro del terreno
n = fattore di correzione per lo smorzamento = [7/(2+e)]^0,5 (>=0,7)
e = smorzamento viscoso

Liquefacibilità del terreno

Viene verificata di seguito la suscettibilità alla liquefazione del/i terreni (paragrafo 2.3): dai controlli previsti nella Normativa nessun strato è da considerarsi liquefacibile.

5) Analisi della Capacità Portante in condizioni statiche - Stato Limite Ultimo

Profondità del piano di scavo generale (calpestio) dal piano campagna = 1,50 m.

**5a) Verifica allo stato limite ultimo - GEO**

Combinazione A1 + M2

Tipologia della fondazione = trave continua (la lunghezza della fondazione indicata è fittizia, solo per i fini del calcolo)

Geometria della fondazione e carichi strutturali

| B | L | Df | Hf | N | MB | ML | H | b | a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,80 | 8,00 | 0,50 | 50,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

B = Larghezza della fondazione (m)
L = Lunghezza della fondazione (m)
Df = Profondità d'appoggio (m)
Hf = Profondità della falda (m)
N = Carico verticale (kN)
MB = Momento parallelo a B (kNm)
ML = Momento parallelo a L (kNm)
H = Forza di Taglio (kN)
b = Inclinazione del piano di posa (°)
a = Inclinazione del pendio (°)

La stratigrafia introdotta riconduce al caso classico; viene applicata la formula trinomia di Vésic & al. secondo il metodo di calcolo di Vésic modificato (Vésic,1967-1975 - Davis & Booker, 1971 - Kulhawy & al., 1984)

L'indice di rigidità è superiore alla rigidità critica, la rottura è di tipo generale.

Parametri di calcolo

| B' | L' | gamma' | phi | c |
|---|---|---|---|---|
| 0,8 | 8,0 | 16,2 | 0 | 22,3 |

B' = Larghezza effettiva della fondazione (m)
L' = Lunghezza effettiva della fondazione (m)
gamma = peso di volume efficace (kN/mc)
phi = angolo d'attrito medio efficace ponderale (°)
c = Coesione media efficace ponderale o Coesione non drenata (kPa)

Fattori di capacità portante

| Nc | Nq | Ng |
|---|---|---|
| 5,14 | 1,00 | 0,00 |

Fattori di rigidezza 'r'

| rc | rq | rg |
|---|---|---|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Fattori di forma 's'

| sc | sq | sg |
|---|---|---|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Fattori di profondità 'd'

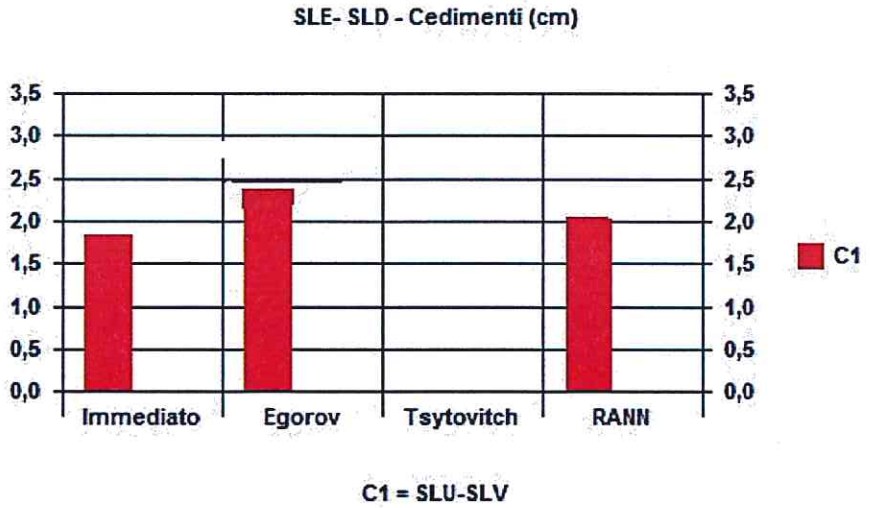
| dc | dq | dg |
|---|---|---|
| 1,18 | 1,09 | 1,00 |

Capacità portante (A2 + M2 + R2)

| Rd | R2 | Rd/R2 |
|---|---|---|
| 175,9 | 1,8 | **97,7** |

Rd = Resistenza di calcolo (kPa)
R2 = Coefficiente di riduzione della resistenza
Rd/R2 = Resistenza massima di progetto (kPa)

**Analisi dei cedimenti - Stato Limite di Servizio**




| sI | sE | sT | sANN |
|---|---|---|---|
| 1,82 | 2,40 | n.c. | 2,05 |

sI = cedimento immediato dalla Teoria dell'Elasticità (Timoshenko & Goodier, 1951) secondo la procedura proposta da Bowles (1988)

sE = cedimento totale secondo il metodo di Egorov (1949)
sT = cedimento totale secondo il metodo di Tsytovich (1951) (non calcolabile)
sB = cedimento totale dai metodi dell'Intelligenza Artificiale secondo l'Artificial Neural Network [Rete di Neuroni] (Shanin, 2002)

**5b) Verifica allo stato limite ultimo - STR**

Combinazione A1 + M1

Tipologia della fondazione = trave continua (la lunghezza della fondazione indicata è fittizia, solo per i fini del calcolo)

Geometria della fondazione e carichi strutturali

| B | L | Df | Hf | N | MB | ML | H | b | a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,80 | 8,00 | 0,50 | 50,00 | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

B = Larghezza della fondazione (m)
L = Lunghezza della fondazione (m)
Df = Profondità d'appoggio (m)
Hf = Profondità della falda (m)
N = Carico verticale (kN) (Azione massima di progetto)
MB = Momento parallelo a B (kNm)
ML = Momento parallelo a L (kNm)
H = Forza di Taglio (kN)
b = Inclinazione del piano di posa (°)
a = Inclinazione del pendio (°)

L'indice di rigidità è inferiore alla rigidità critica, la rottura è di tipo locale per punzonamento.

Parametri di calcolo

| B' | L' | gamma' | phi | c |
|---|---|---|---|---|
| 0,8 | 8,0 | 16,2 | 0 | 31,3 |

B' = Larghezza effettiva della fondazione (m)
L' = Lunghezza effettiva della fondazione (m)
gamma = peso di volume efficace (kN/mc)
phi = angolo d'attrito medio efficace ponderale(°)
c = Coesione media efficace ponderale o Coesione non drenata (kPa)

Fattori di capacità portante

| Nc | Nq | Ng |
|---|---|---|
| 5,1 | 1,0 | 0,0 |

Fattori di rigidezza 'r'

| rc | rq | rg |
|---|---|---|
| 1,00 | 1,01 | 1,01 |

Fattori di forma 's'

| sc | sq | sg |
|---|---|---|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 |

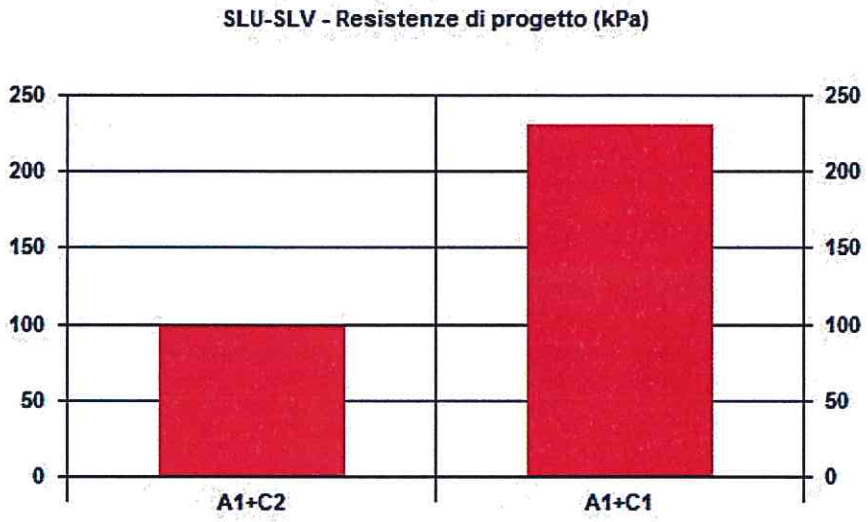
Fattori di profondità 'd'

| dc | dq | dg |
|---|---|---|
| 1,18 | 1,09 | 1,00 |

Capacità portante (A1 + M1 + R1)

| Rd | R1 | Rd/R1 |
|---|---|---|
| 230,7 | 1,0 | **230,7** |

Rd = Resistenza di calcolo (kPa)
R1 = Coefficiente di riduzione della resistenza
Rd/R1 = Resistenza massima di progetto (kPa)




**La capacità portante ammissibile è pari a 97,7 kPa**

**6) Verifica SLU-SLV in sisma**

Accelerazione massima al sito: 0,180

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima (tabella 7.11.I) è: 0,24

Il coefficiente sismico orizzontale per le forze d'inerzia (paragrafo 7.11.3.5.2.) è: 0,043
Il coefficiente sismico verticale per le forze d'inerzia (paragrafo 7.11.3.5.2.) è: 0,022

Forza orizzontale trasmessa dal sisma alla fondazione: 4,7 kN/ml

Azioni indotte dal sisma (teoriche non essendo stati forniti i carichi strutturali effettivi)

| N | MB | ML | H | d |
|---|---|---|---|---|
| 52,1 | 2,3 | 2,3 | 4,7 | 5,1 |

N = Carico verticale (kN)
MB = Momento parallelo a B (kNm)
ML = Momento parallelo a L (kNm)
H = Forza di Taglio (kN)

d = Inclinazione del carico (°)

Capacità portante in sisma; soluzione secondo l'Eurocodice 8 (2003):

deve risultare:

A = [(1 - e F')^ct * (beta V')^ct]/[N'^a [(1 - m F'^k)^k' - N']^b]
B = [(1 - f F')^c'm *(gamma M')^cm]/[N'^c [(1 - m F'^k)^k' - N']^d]

A + B - 1 <= 0

per:

F' = forza d'inerzia del suolo in forma adimensionale
N' = forza verticale agente normalizzata
V' = forza orizzontale agente normalizzata
M' = momento agente normalizzato

e:

a, b, c, d, e, f, m, k, k', c't, cm, c'm, beta, gamma = coefficienti numerici che dipendono dal tipo di terreno

Si ha:

Equazione risolutrice: -0,83 **Verifica soddisfatta**

**Verifica allo Slittamento**

A favore di sicurezza si trascura il contributo di resistenza passiva lungo la superficie laterale della fondazione

Resistenza disponbile: 17,8 kN/m2

**Coefficiente di sicurezza: 3,80 Verifica soddisfatta**

**Stima dei moduli di reazione K (o coefficienti di sottofondo)**

Valore del modulo per terreno coesivo (fuori falda e in falda (')

| K_min | K'_min | K_max | K'_max | K_med | K'_med |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,10 | 0,66 | 2,45 | 1,47 | 1,66 | 1,00 |

Controllo della capacità portante mediante confronto con la velocità delle onde sismiche misurate

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini eseguite in sito e dei dati pregressi, si è determinato che il terreno fondazionale in sito presenta caratteristiche geotecniche mediocri con valori di ***Capacità portante ammissibile pari 97,7 Kpa.***

La verifica sismica ha individuato una Categoria del suolo prossima all'intervallo tra le categorie C e D ed una ***accelerazione orizzontale massima attesa al sito in esame pari a 0,180 a/g.***

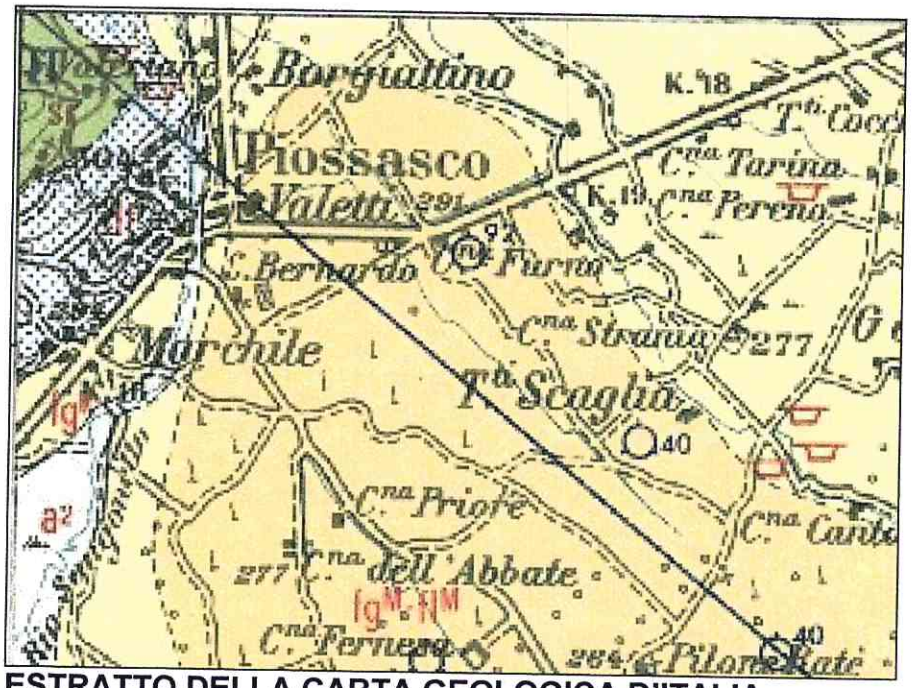
Pertanto i calcoli statici strutturali dovranno essere verificati tenendo conto dei parametri ottenuti dalle indagini eseguite e dei parametri di portanza ottenuti dai calcoli.

Torino, Marzo 2013

***Dott. Geol. Sergio Brecko***

***Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n. 30***

ALLEGATO 1
ESTRATTO CARTA GEOLOGICA




**ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA**
**FOGLIO 68 "CARMAGNOLA"**

dt

Detrito di falda.

a²

Alluvioni sabbioso-argillose, di poco sospese sugli alvei attuali, estese lungo il F. Po ed i corsi d'acqua principali, talora anche attualmente esondabili. Esse sono fissate e coltivate, con insediamento umano ***(ALLUVIONI MEDIO-RECENTI).***

$fg^R$-$fl^R$

Sistema dei terrazzi a depositi argilloso-sabbioso-ghiaiosi, con paleosuolo giallo-rossiccio, sospesi sino ad una decina di metri sulle Alluvioni Medio-Recenti del F. Po ***(FLUVIALE e FLUVIOGLACIALE RISS).***

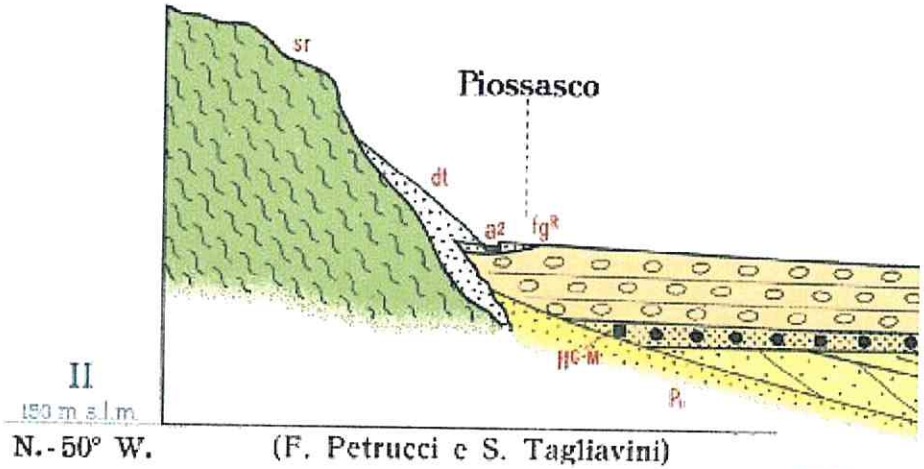
$fg^M$-$fl^M$

Depositi ghiaioso-sabbiosi degli alti terrazzi, alteratissimi, con potente paleosuolo argilloso rosso-bruno (tipico "ferretto"), spesso mascherato dal loess rissiano ($fg^M$-$fl^M$) ***(FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE MINDEL).*** Superficie di erosione e relativi paleosuoli di età postvillafranchiana, generalmente con copertura loessica rissiana, dell'***Altopiano di Poirino*** (AP).

AP

sr

Serpentiniti.




$fl^{G-M}$ = Fl

Ciottoli e conglomerato

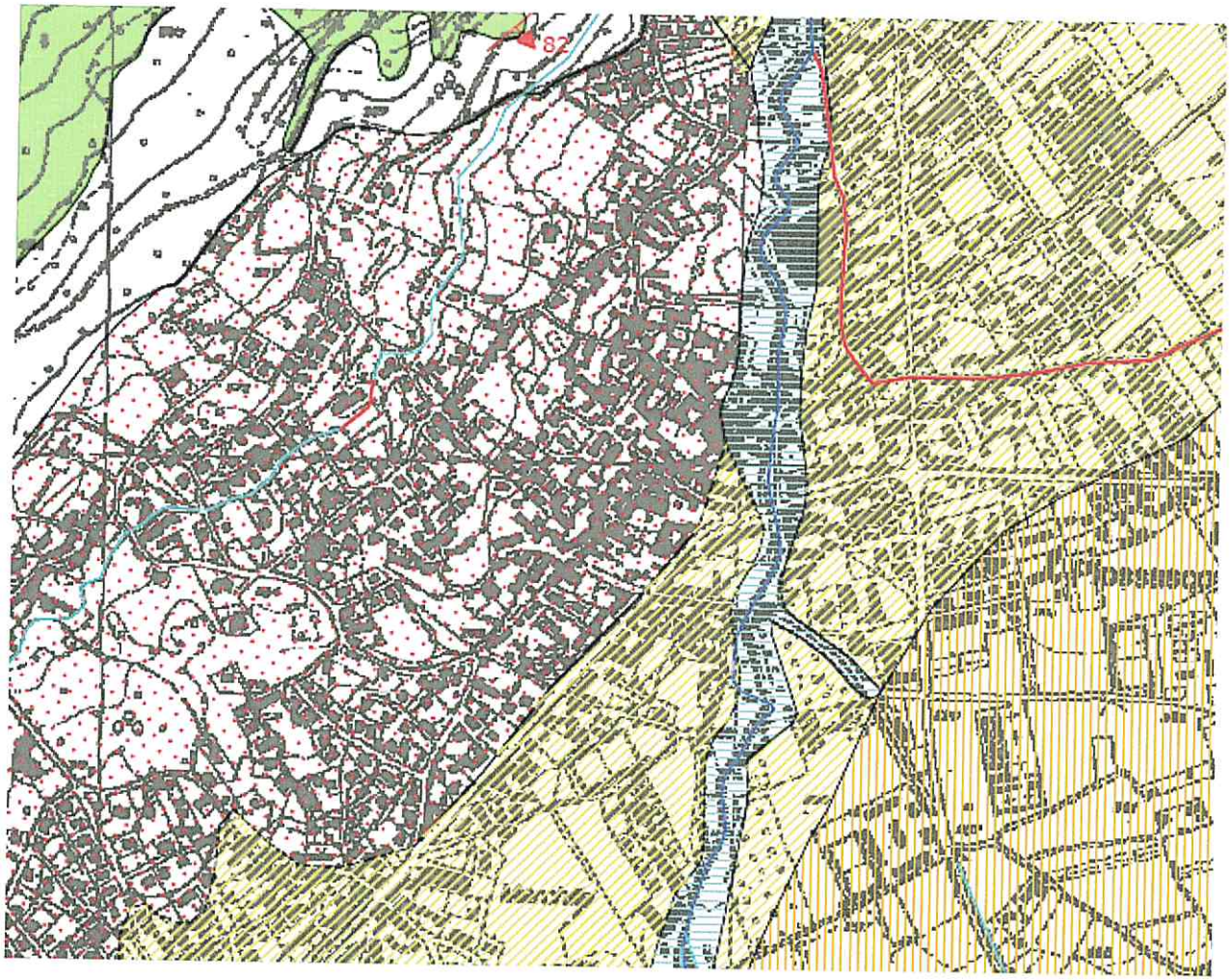
Sabbia

Argilla

Marne

Gesso

ALLEGATO 2
ESTRATTO DA ELABORATI
GEOLOGICI ALLEGATI AL P.R.G.C




**ESTRATTO DELLA TAVOLA 1 - CARTA GEOLOGICA**
**ALLEGATA AL P.R.G.C. VIGENTE NEL COMUNE DI PIOSSASCO**

# Legenda

Limiti comunali

Corsi d'acqua *naturali* *artificiali* *tombature*

Corsi d'acqua pubblici soggetti a fascia di rispetto ex art. 96 R.D. 523/04 P P

## COPERTURE

Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi recenti ed attuali. *(OLOCENE)*

Coltri detritico-eluviali, di degradazione del substrato, di potenza stimata per lo più fra 30 cm e 1 m. *(PLEISTOCENE SUP. - ATTUALE) (aree prive di simbologia)*

Detriti di falda. *(PLEISTOCENE SUP. - ATTUALE)*

Corpi di frana. Accumuli gravitativi indifferenziati. *(PLEISTOCENE - ATTUALE)*

Depositi fluviali e fluvioglaciali antichi, indifferenziati. *(PLEISTOCENE)*

Depositi fluviali e fluvioglaciali mindelliani, con potente paleosuolo alterato *(PLEISTOCENE)*

## SUBSTRATO ROCCIOSO *(AFFIORANTE O COPERTO DA COLTRI ELUVIALI DI POTENZA STIMATA INFERIORE A 30 cm)*

Gneiss. *(CRETACICO INF.? - CRETACICO SUP.?)*

Micascisti. *(CRETACICO INF.?)*

Peridotiti. *(TRIASSICO MEDIO? - TRIASSICO SUP.?)*

Prasiniti. *(CRETACICO INF.? - CRETACICO SUP.?)*

Serpentiniti. *(CRETACICO INF.? - CRETACICO SUP.?)*

## SIMBOLI

Contatto stratigrafico.

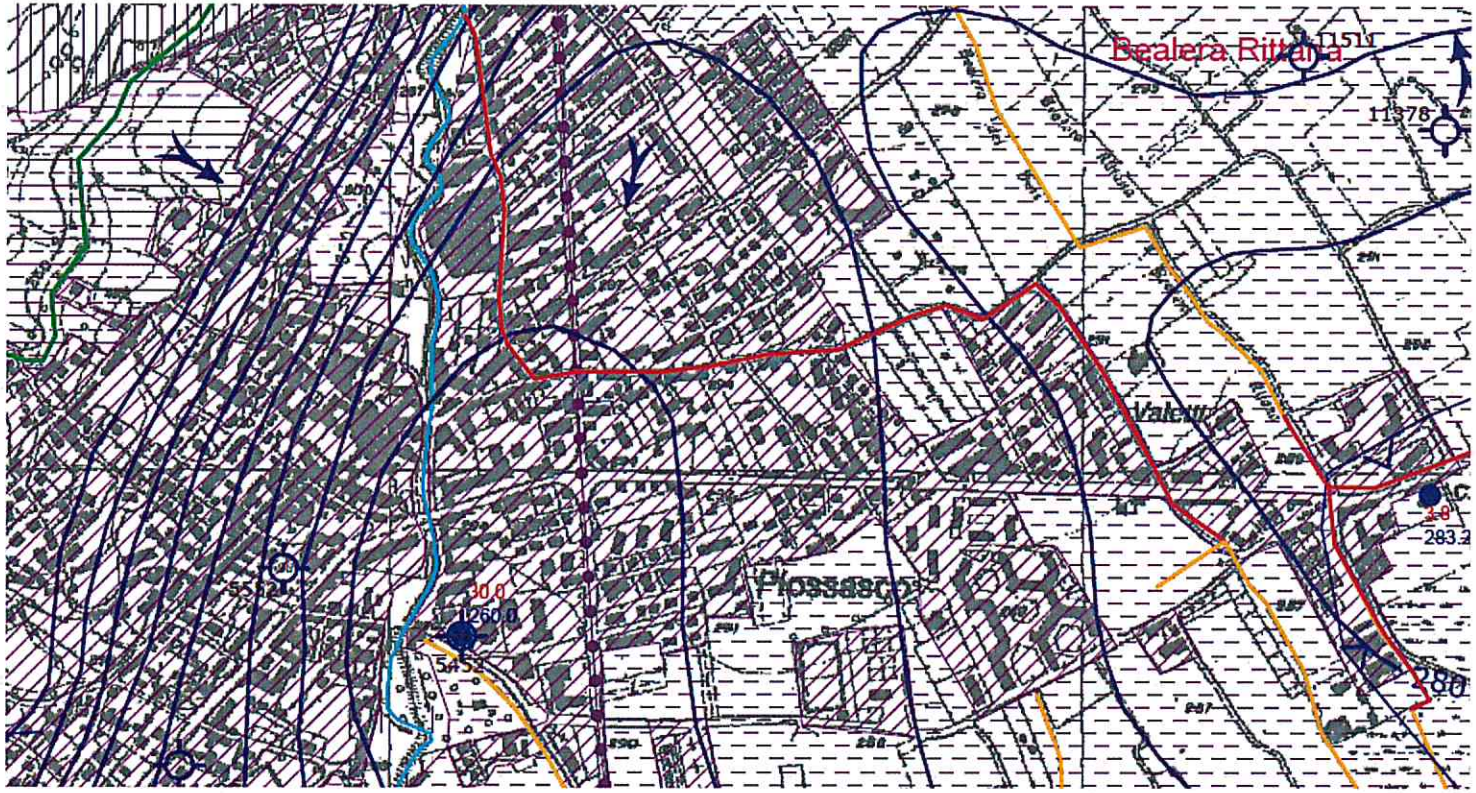
Faglia presunta.

67 Superficie di scistosità: direzione ed angolo d'immersione.

Sorgente perenne.

Cava inattiva.

Conoide alluvionale non attivatosi recentemente.




**ESTRATTO DELLA TAVOLA 4 - CARTA GEOIDROLOGICA**
**ALLEGATA AL P.R.G.C. VIGENTE NEL COMUNE DI PIOSSASCO**

## IDROGRAFIA

Limiti dei bacini idrografici principali

Limiti dei sottobacini

T. Chisola
Denominazione dei sottobacini

*CLASSIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA PER CLASSI D'AMPIEZZA*

Minore di 2 metri

Da 2 a 4 metri

Da 4 a 6 metri

Maggiore di 6 metri

Corso intubato

Sorgenti

Restituzioni urbane di troppo pieno (fognatura mista).

## COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI PER GRADO DI PERMEABILITA' RELATIVA

COMPLESSI MOLTO PERMEABILI.
Alluvioni recenti ed attuali degli alvei e dei conoidi, con scarsa capacità di ritenzione idrica.

COMPLESSI MEDIAMENTE PERMEABILI.
Alluvioni antiche, con strati superficiali più o meno alterati, con buona capacità di ritenzione idrica.

COMPLESSI POCO PERMEABILI.
Coltri detritiche eluviali, di falda, e di frana, per lo più antiche ed alterate, con elevata capacità di ritenzione idrica.

COMPLESSI IMPERMEABILI. Aree d'affioramento del substrato roccioso e settori di versante ad elevata acclività, con coperture di ridotto spessore, con nessuna o scarsissima capacità di ritenzione idrica.

AREE INSEDIATE IMPERMEABILI.

## IDROGEOLOGIA

13.9
255.1
Punti di misura della superficie piezometrica (pozzi domestici): in rosso: *soggiacenza*; in blu: *quota piezometrica assoluta*

— 300 — Linee isopieze relative al mese di marzo 2002 (equidistanza 5 m).

Direzione e verso di scorrimento della falda libera.

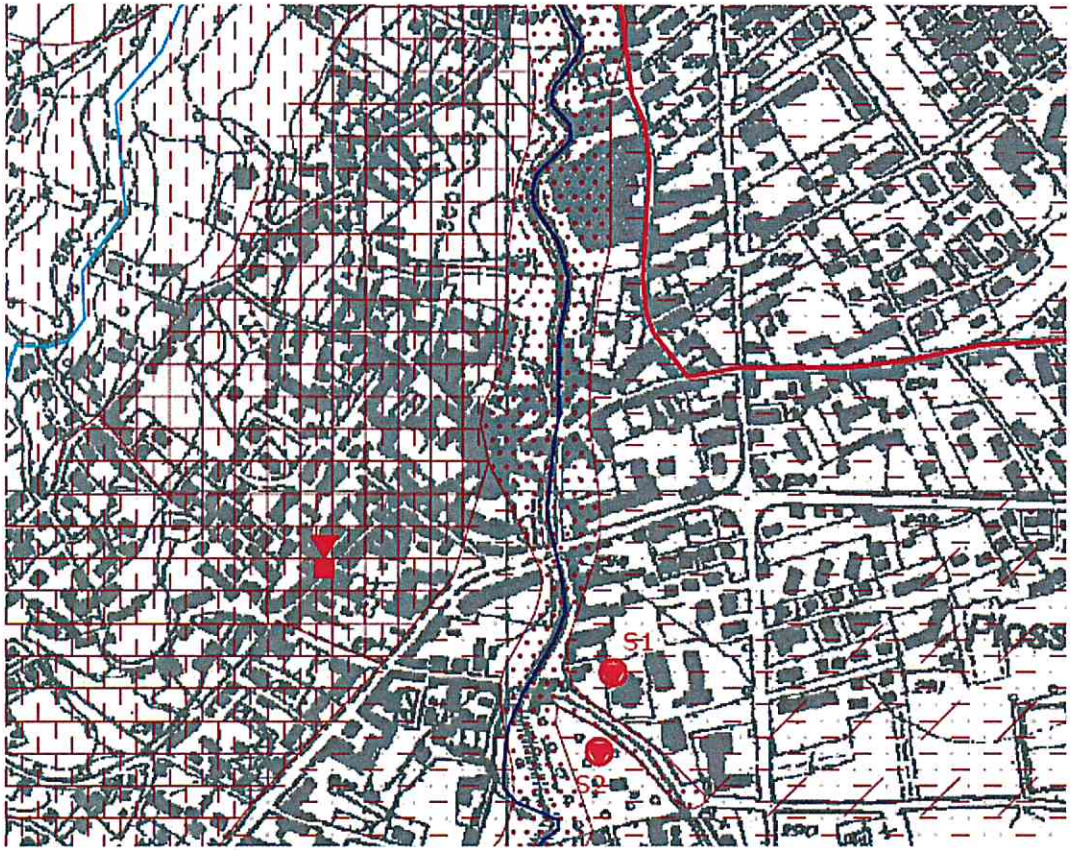
Aree con soggiacenza della falda libera minore di 5 m.

Opere note di captazione delle acque sotterranee.

1 A

Opere n° 1 - 12: pozzi riportati dallo studio idrogeologico del prof. A. Di Molfetta, di cui si hanno le stratigrafie.
Opere dal n° 1136 in poi: pozzi riportati dal catasto provinciale, le cui stratigrafie non sono disponibili.
Le profondità note sono indicate dal numero interno al simbolo.
Gli usi noti sono indicati dalle lettere: A = acquedotto comunale, P = idropotabile, I = industriale.

Zone di Rispetto dei pozzi dell'acquedotto com.le (D.P.R. 236/88).
(r = 200/300 m)




**ESTRATTO DELLA TAVOLA 6 - CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ALLEGATA AL P.R.G.C. VIGENTE NEL COMUNE DI PIOSSASCO**

# Legenda

Limiti comunali

Corsi d'acqua *naturali* *artificiali* *tombature*

Corsi d'acqua pubblici soggetti a fascia di rispetto ex art. 96 R.D. 523/04 P P

## CARATTERI LITOTECNICI DEI TERRENI

TERRENI ROCCIOSI. ***(settore montano centrale)***
In questo areale, nel quale lo spessore delle coltri detritico-eluviali è stimato per lo più inferiore ad un metro, gli interventi edilizi interessano quasi sempre il substrato roccioso. Pertanto, i caratteri litotecnici sono variabili in funzione dei diversi litotipi presenti, raffigurati nella Tav. 1 *Carta geologica*.

TERRENI DETRITICO-ELUVIALI. ***(settore montano NW, occupato da gneiss e micascisti)***
*Granulometria prevalente:* da sabbia ghiaiosa a sabbia con ghiaia e ciottoli, in matrice limoso-argillosa.
*Potenza:* stimata per lo più tra 0.5 e 3 m.
*Qualità:* comportamento granulare con plasticità generalmente scarsa, stato da sciolto a poco addensato, capacità portanti da mediocri a buone; localmente, su substrato molto degradato e in abbondanza di frazioni fini, può tuttavia prevalere il comportamento plastico, con scadenti qualità portanti.

TERRENI DETRITICI DI FALDA. ***(settore pedemontano centrale)***
*Granulometria prevalente:* da sabbia con ghiaia a ghiaia con ciottoli sabbiosa, con subordinate frazioni fini, ad elementi angolosi di serpentiniti, peridotiti e prasiniti.
*Potenza:* stimata per lo più tra 1 e 5 m.
*Qualità:* comportamento granulare con plasticità generalmente nulla, stato addensato, capacità portanti da buone a ottime.

TERRENI PALUSTRI. Zona in cui si sono osservati, per lo più mascherati da una sottile coltre detritica di falda, terreni d'origine palustre, quali torbe ed argille, con potenza anche di diversi metri.
Il comportamento molto plastico e le qualità da scadenti a pessime di questi terreni costituiscono un rilevante problema geotecnico locale.

Zone nelle quali si sospetta la situazione sopra descritta.

TERRENI D'ACCUMULO DI FRANE DI SCORRIMENTO.
*Granulometria prevalente:* ghiaie, ciottoli e blocchi, in matrice sabbioso-limoso-argillosa.
*Potenza:* nei fenomeni minori è stimata di alcuni metri; non si possiedono dati che consentano di stimare la potenza degli accumuli maggiori.
*Qualità:* comportamento granulare prevalente e discrete capacità portanti negli accumuli quiescenti o stabilizzati.

TERRENI ALLUVIONALI ANTICHI. ***(settori d'altopiano e di pianura)***
*Granulometria prevalente:* da sabbia con ghiaia a ghiaia con ciottoli sabbiosa, con subordinate frazioni fini, ad elementi arrotondati eterogenei; in superficie, è generalmente riscontrabile la presenza d'uno strato d'alcuni decimetri di loess (deposito limoso-sabbioso sciolto giallastro, d'origine eolica).
*Potenza:* stimata generalmente superiore alle massime profondità d'influenza.
*Qualità:* comportamento granulare con plasticità da nulla a scarsa, stato da addensato o molto addensato, capacità portanti da buone a ottime.

Zona in cui si può riscontrare la presenza di paleosuolo argilloso di colore rosso-bruno, di potenza stimata per lo più inferiore a 2 m, normalmente ricoperto dal deposito loessico.

TERRENI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI. ***(fasce fluviali)***
*Granulometria prevalente:* ghiaia con ciottoli sabbioso-limosa, ad elementi arrotondati eterogenei.
*Potenza:* stimata per lo più da 1 a 5 m.
*Qualità:* comportamento granulare con plasticità da nulla a scarsa, stato da sciolto a poco addensato, capacità portanti da mediocri a discrete.

TERRENI ALLUVIONALI DI CONOIDE.
*Granulometria prevalente:* blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie limose, per lo più in percentuali variabili e gradate nell'ordine, dall'apice al piede.
*Potenza:* molto variabile, stimata fino ad alcune decine di metri.
*Qualità:* comportamento granulare con plasticità pressoché nulla, stato da poco a molto addensato, capacità portanti da buone a ottime.

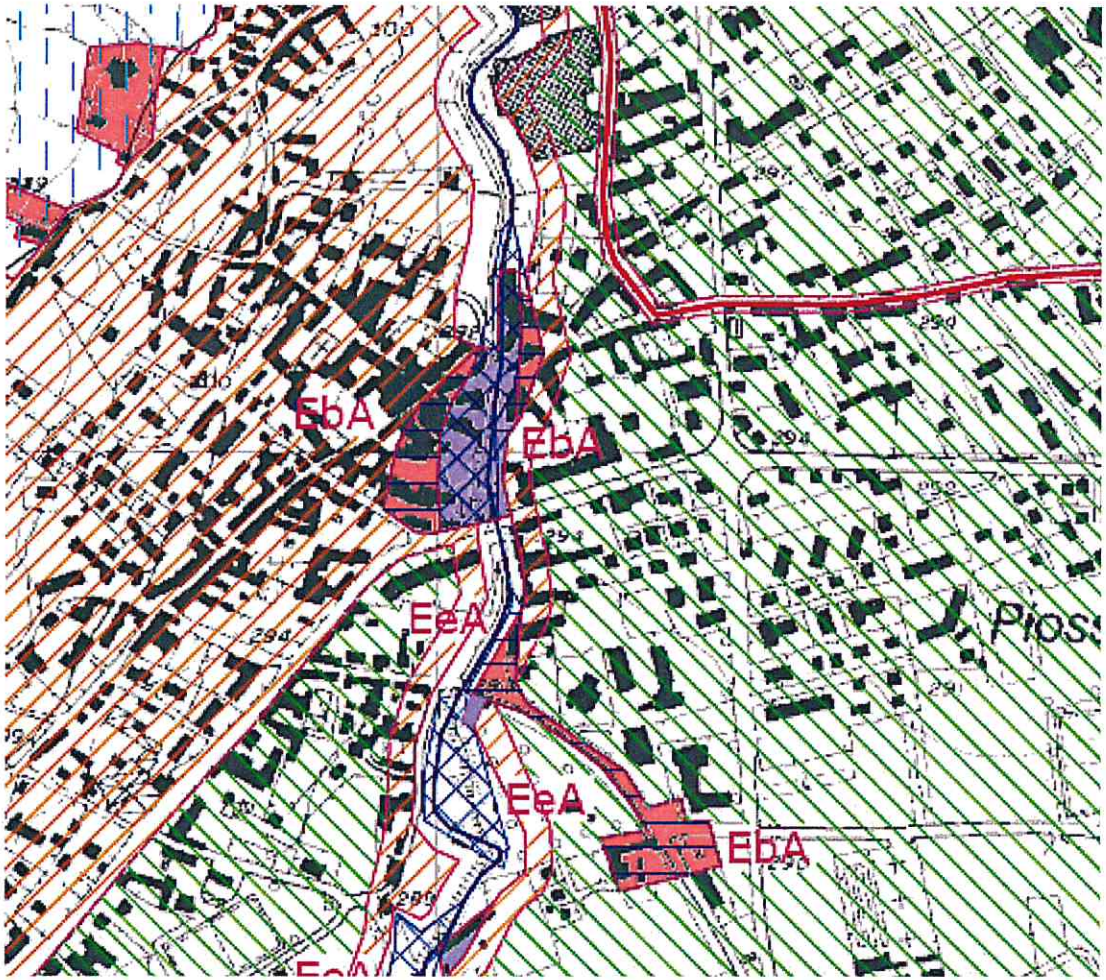
## INDAGINI GEOGNOSTICHE ***(la numerazione riportata è quella assegnata nei lavori originali)***

■ Scavo con stratigrafia ▼ Prova penetrometrica dinamica

Sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo:

● con prove SPT ◉ con piezometro

Prove SCPT e successivi scavi esplorativi, eseguiti ai fini dello Studio Geologico di fattibilità del nuovo PIP (febbraio 2007)




**ESTRATTO DELLA TAVOLA 7 - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA**
**ALLEGATA AL P.R.G.C. VIGENTE NEL COMUNE DI PIOSSASCO**

# Legenda

Limiti comunali

Corsi d'acqua *naturali* *artificiali* *tombature*

Corsi d'acqua pubblici soggetti a fascia di rispetto ex art. 96 R.D. 523/04 P P

## CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA*

Aree interessate da fenomeni franosi.

Aree interessate da fenomeni alluvionali caratterizzati da energia e/o altezza idrica.

*molto elevata* EeA — *elevata* EbA — *media* EmA

Aree caratterizzate da forte ritenzione idrica superficiale e/o da elevata vulnerabilità della falda idrica subaffiorante (aree di ricarica).

EeL Fenomeni di dissesto di tipo lineare, correlati alla dinamica torrentizia.

CS Conoide alluvionale non attivatosi recentemente

* I codici di colore magenta associati ai fenomeni, con schema N/ABn, significano:
N = numero progressivo della scheda descrittiva allegata alla relazione;
ABn = codice di riferimento alla *Legenda Regionale* (D.G.R. 15/07/02 n. 45-6656).

I settori territoriali di classe IIIa non soprassegnati da simboli sono da intendersi soggetti a condizioni di pericolosità di tipo diffuso, spesso sovrapposte e tali da costituire inidoneità all'uso edificatorio.
Dette condizioni sono: accentuate irregolarità morfologiche, elevata acclività, predisposizione ai dissesti gravitativi, fasce di pertinenza dei corsi d'acqua.

## IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

(classificazione ai sensi della Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP e relativa Nota Esplicativa I edizione - dicembre 1999)

**CLASSE I**

Porzioni di territorio nelle quali non vi sono condizioni di pericolosità geomorfologica tali da limitare le scelte urbanistiche.
Gli interventi sia pubblici sia privati sono di norma consentiti nel rispetto del D.M. (OO.PP.) 11/03/1988 e dei *Criteri applicativi generali*, la cui validità si estende a tutte le classi successive.

**CLASSE II**

CLASSE IIa. Porzioni di territorio in condizioni di moderata pericolosità geomorfologica. Gli interventi sia pubblici sia privati sono di norma consentiti, nel rispetto delle norme tecniche generali e dei criteri geoapplicativi particolari individuati per le singole aree ed esplicitati dalle *Norme di Attuazione*.

CLASSE IIb. Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica giudicate in prima analisi moderate ed omogenee, ma non ancora definite col grado d'approfondimento sufficiente per esprimere una definitiva valutazione d'idoneità all'utilizzazione urbanistica. Tale valutazione dovrà essere espressa in conclusione di uno *Studio geologico-tecnico di fattibilità* basato su specifiche attività d'indagine da eseguirsi con le modalità indicate dalle *Norme di Attuazione*.

**CLASSE III**

CLASSE III, indifferenziata. Versanti montani inedificati, con pochi edifici isolati, caratterizzati da diffusa pericolosità geomorfologica correlata alla elevata acclività. Gli interventi in questi settori sono subordinati all'esecuzione d'indagini geomorfologiche e geognostiche di dettaglio per l'eventuale delimitazione di aree di modesta estensione attribuibili alle classi IIIb o II.

CLASSE IIIa (aree prive di tratteggio). Porzioni di territorio inedificate, caratterizzate da condizioni geomorfologiche e idrogeologiche che le rendono inidonee agli insediamenti. E' consentita la realizzazione di opere infrastrutturali di interesse pubblico, secondo quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77.
All'interno delle *Fasce Fluviali* stabilite dal P.A.I. sono consentiti gli interventi previsti dalle relative *Norme di Attuazione*.

CLASSE IIIb2. Porzioni di territorio edificate, soggette a condizioni di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da richiedere interventi pubblici di riassetto territoriale a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
Nelle attuali condizioni sono ammissibili quegli interventi edilizi che non comportino incrementi del carico antropico.
Dopo la realizzazione delle opere di riassetto potranno essere realizzate nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.

CLASSE IIIb3. Porzioni di territorio edificate, soggette a condizioni di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da richiedere interventi pubblici di riassetto territoriale a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
Nelle attuali condizioni sono consentiti quegli interventi edilizi che non comportino incrementi del carico antropico.
Dopo la realizzazione delle opere di riassetto si potrà consentire solo un modesto incremento del carico antropico, con l'esclusione di nuove edificazioni o completamenti.

CLASSE IIIb4. Aree edificate entro le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, nelle quali non sono perciò consentiti né interventi che comportino incrementi del carico antropico, né ampliamenti degli edifici esistenti.

Zona sottoposta al vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/23).

ALLEGATO 3
RELAZIONE ED ELABORATI
INDAGINE SISMICA

GEOLOGIA APPLICATA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA

**Dr. Fausto Alessandro CRIPPA**

**20052 MONZA Via della BIRONA, 8 Tel. 039.367094**

IPOGEO

STUDIO GEOLOGICO

## *STUDIO G.S.P.*

### *DI BRECKO DR. SERGIO*

CANTIERE: DI PIOSSASCO (TO)

# RELAZIONE TECNICA

*RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI PROSPEZIONI GEOFISICHE (PROSPEZIONI SISMICHE M.A.S.W. Vs30 e H.V.S.R.) CONDOTTE NELL'AMBITO DELLE INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE PRELIMINARI SVOLTE AI FINI DELLA REALIZZAZIONE DELL' INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EDIFICIO MUNICIPALE DI PIOSSASCO (TO) IN LOCALITA' PIAZZA PARTIGIANI*

**LA COMMITTENZA**

*Studio G.S.P.*

*Progetto:*

*RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO MUNICIPALE*

**Comune:** *PIOSSASCO (TO)*

*Località: PIAZZA PARTIGIANI*

**IL GEOLOGO**

**Dott. F. A. CRIPPA**

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA CRIPPA FAUSTO A. n° 645

***MARZO 2013***

## *INDICE*

PREMESSA pag. 03

1.0 – INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE IN SITO 04

1.1 - PROSPEZIONI SISMICHE MASW 04

1.2 – PROSPEZIONE SIMICA PASSIVA – METODO HVSR 06

1.3 – CARATTERIZZAZIONE CATEGORIALE DEL SUOLO DI FONDAZIONE 07

CONCLUSIONI 08

**FIGURE NEL TESTO**

**FIGURA N 01: INQUADRAMENTO COROGRAFICO**

**ALLEGATI**

**ALLEGATO N.01: RESTITUZIONE PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.**

**ALLEGATO N.02: RESTITUZIONE SISMICA PASSIVA HVSR**

**ALLEGATO N.03: CLASSIFICAZIONE CATEGORIALE SUOLO DI FONDAZIONE**

## PREMESSA

Il presente lavoro, gentilmente commissionato dallo ***Studio G.S.P. di Brecko Dr. Sergio*** è costituito da una campagna di prospezioni sismiche svolte nell'ambito delle indagini geologico-tecniche preliminari finalizzate alla realizzazione dell'intervento di ristrutturazione dell'edificio municipale di Piossasco (TO) sito in località Piazza Partigiani.

In particolare sono state realizzate:

*n° **01** prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analisys Surface Waves - $Vs_{30}$)*

*n° **01** prospezioni sismica passiva HVSR*

secondo quanto previsto dalla ***Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 617 del 02/02/2009 circa l'applicazione delle N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008*** (*Circolare pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 47 del 26/02/2009 - paragrafo C 6.2.2 – tabella C 6.2.1* in cui si prevede espressamente l'impiego di indagini di tipo geofisico mediante l'utilizzo di strumentazione in superficie).

Per quanto concerne le indagini M.A.S.W., è esperienza comune che, in presenza di ***terreni dotati di buona velocità sismica*** (come quelli qui rilevati) la massima profondità esplorata sia molto elevata in confronto alla lunghezza dello stendimento, fino a 3 volte e più. Viceversa, in presenza di terreni lenti, le profondità d'investigazione diminuiscono sensibilmente sino ad un terzo e più della lunghezza dello stendimento medesimo. Tutte le frequenze risultano più penetranti in presenza di terreni veloci, in quanto la lunghezza d'onda è molto maggiore quando viene condotta la corrispondenza fra tempi e lunghezze (o profondità). Pertanto la corrispondenza dipende strettamente dalla velocità. L'associazione fra profondità massima e frequenza minima, definita in forma semiautomatica dal programma di elaborazione utilizzato (**Surfseis 3** della Kansas Geological Survey) ha confermato la piena validità ai fini progettuali dei risultati ottenuti.

In ***Figura 01*** viene restituito l'inquadramento corografico del settore territoriale di specifico interesse. Per l'ubicazione planimetrica delle indagini sismiche condotte *si rimanda alla relazione geologico-tecnica redatta dalla committenza* (Dott. Geol. S. Brecko).



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94

## 1.0 – INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE IN SITO

### 1.1 – PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W. (MULTICHANNEL ANALISYS SURFACE WAVES)

***Metodologia d'indagine***
A completamento della definizione categoriale dei suoli di fondazione, sulla base di quanto previsto dalla normativa antisismica in vigore è stata condotta un'indagine sismica finalizzata alla definizione delle velocità delle onde di taglio (s) estesa sino alla profondità di 30 m dall'attuale piano campagna. I risultati ottenuti vengono riportati nell'***Allegato 01***.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidezza superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici. L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (Ground Roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs. Per ottenere un profilo Vs è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali. Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (Back Scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94

risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane. Le onde superficiali riverberate (Back Scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza indipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N (Signal/Noise). Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente o un cannone sismico.
La strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle indagini si compone di un sismografo a 24 canali ad elevata sensibilità, 24 geofoni a 4,5 Hz e fucile sismico Minibang/mazza battente.
Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.
Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili. I risultati ottenuti, vengono discussi nei paragrafi successivi e riportati, come elaborati, nell'***Allegato 01*** a seguire.



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94

## 1.2 – PROSPEZIONE SIMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terreste, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica. Il rumore sismico ambientale viene anche denominato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti. La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente,* come nelle energizzazioni della sismica attiva, ma è presente naturalmente. In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni quanto maggiori all'aumentare della frequenza e dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni. La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica. La frequenza fondamentale di risonanza (*F*) dello strato di terreno *n* è data dalla formula:

$$Fn = Vs/4\,h$$

in cui **Vs** è la velocità media delle onde S nello strato *N* ed **h** è lo spessore. Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore *h* degli strati. Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati. I risultati (grafici) visibili in allegato, sono stati ottenuti mediante impiego di un geofono triassiale EEG ed elaborati con software EEG:

*- il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t, e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori .*
*Per ciascuna delle 3 componenti del moto, il software esegue le seguenti elaborazioni:*
*- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L (in questo lavoro generalmente 26 s);*
*- elimina il trend da ciascuna finestra;*
*- fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;*
*- calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;*
*- calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;*
*- liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno smoothing;*
*- calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.*
La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.

I risultati ottenuti vengono riportati in ***Allegato 02*** a fine lavoro. In ***Allegato 03*** viene restituita la classe categoriale del suolo di fondazione.

## 1.3 – CARATTERIZZAZIONE CATEGORIALE DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Come previsto dalla normativa sismica vigente (***Testo Unico – D.M. 14/01/2008***) è stata attuata la classificazione del tipo di suolo di fondazione dell'area di specifico interesse. La classificazione sismica del primo sottosuolo è stato attuata mediante un approccio di tipo complesso con la specifica finalità di attuare la verifica incrociata tra i risultati ottenuti da differenti metodologie d'indagine.
I risultati ottenuti dalle prospezioni sismiche M.A.S.W. ed HVSR, hanno permesso di attuare la ***modellizzazione sismica congiunta*** del primo sottosuolo sino alla massima profondità di 39.7 m dal piano campagna. In particolare sono stati individuati tre strati sismici principali caratterizzati da velocità delle onde s diversificate:

*a) – Il primo strato sismico, contraddistinto da minore velocità, si sviluppa sino a 11.6 m circa di profondità da piano campagna presentando velocità delle onde s comprese tra 146 e 269 m/sec;*

*b) – il secondo strato sismico, sviluppato sino a 20.0 m di profondità, presenta velocità delle onde s pari a 460 m/sec;*

*c) – il terzo strato sismico, sviluppato sino alla massima profondità di investigazione, ovvero sino a 39.7 m di profondità, presenta velocità delle onde s pari a 585 m/sec.*

Il *valore medio calcolato delle velocità delle onde S entro i primi 30 m di profondità (Vs 30)* rappresentativo per il settore di specifico interesse, corrisponde ad una velocità media pari a ***351 m/sec***.
Tale valore di Vs viene riferito al piano campagna: il progettista dovrà quindi procedere al ricalcalo del medesimo sulla base della profondità esatta di posa fondazionale stabilita in fase esecutiva.

La categorizzazione sismica del sottosuolo investigato con il metodo congiunto MASW / HVSR identifica la *classe tipologica C* come quella teoricamente rappresentativa per l'area d'interesse. Il valore di velocità (Vs 30 pari a 351 m/s) rappresenta un valore prossimo al limite con classe categoriale B. In virtù delle possibili variazioni geolitologiche laterali naturalmente presenti nel sottosuolo si consiglia di utilizzare la ***classe categoriale C*** maggiormente cautelativa per il contesto geologico sito-specifico: la scelta della classe categoriale da adottare in sede progettuale rimane comunque di competenza del progettista delle opere.

La prospezione sismica passiva ***H.V.S.R*** ha presentato ***picchi significativi alle frequenze di 1.4 Hz*** e ***5 Hz***.

In ***Allegato 01, 02*** e ***03*** a fine lavoro vengono restituiti i dati interpretativi relativi alle prospezioni sismiche condotte.

## CONCLUSIONI

Il presente lavoro, gentilmente commissionato dallo ***Studio G.S.P. di Brecko Dr. Sergio*** è costituito da una campagna di prospezioni sismiche svolte nell'ambito delle indagini geologico-tecniche preliminari finalizzate alla realizzazione dell'intervento di ristrutturazione dell'edificio municipale di Piossasco (TO) sito in località Piazza Partigiani.

La caratterizzazione sismica del primo sottosuolo dell'area d'interesse è stata attuata mediante la realizzazione di indagini sismiche rappresentate da:

*n° **01** prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analisys Surface Waves - $Vs_{30}$)*

*n° **01** prospezioni sismica passiva HVSR*

In tal modo è stata definita la velocità media delle onde di taglio s, sino ad oltre 30 m di profondità e la conseguente classe categoriale di riferimento.

La ***modellizzazione sismica congiunta*** (M.A.S.W.+HVSR) realizzata ha fornito la seguente velocità media delle onde S:

***intervallo 0-30 m di profondità*** ***Vs = 351 m/sec***

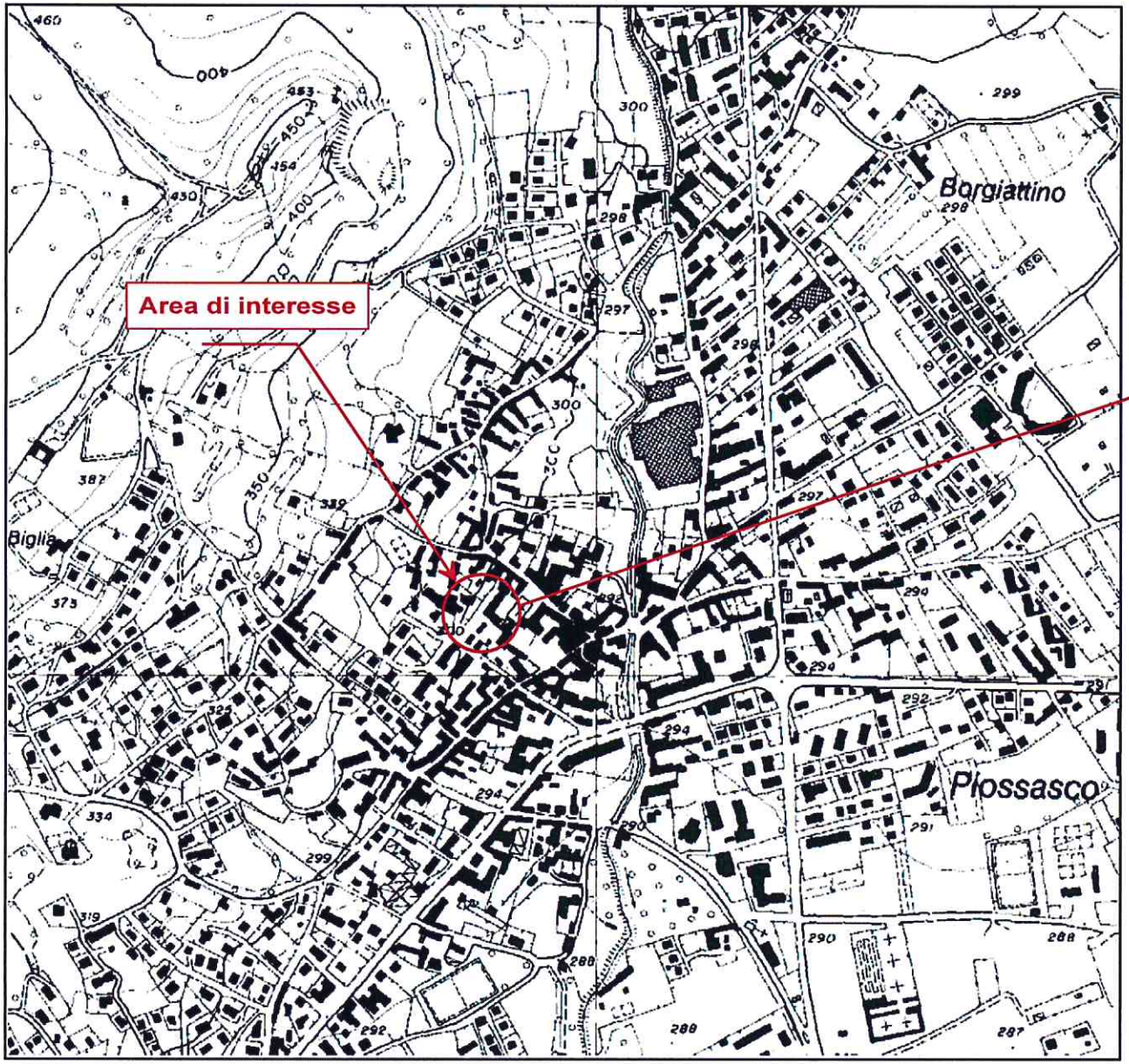
La categorizzazione sismica del sottosuolo definita con il metodo congiunto M.A.S.W. + H.V.S.R. identifica pertanto la ***classe categoriale C*** come quella di riferimento progettuale.

La prospezione sismica passiva ***H.V.S.R*** ha presentato ***picchi significativi alle frequenze di 1.4 Hz*** e ***5 Hz***.

In ***Allegato 01, 02 e 03*** a fine lavoro vengono restituiti i dati interpretativi relativi alle prospezioni sismiche condotte.



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94



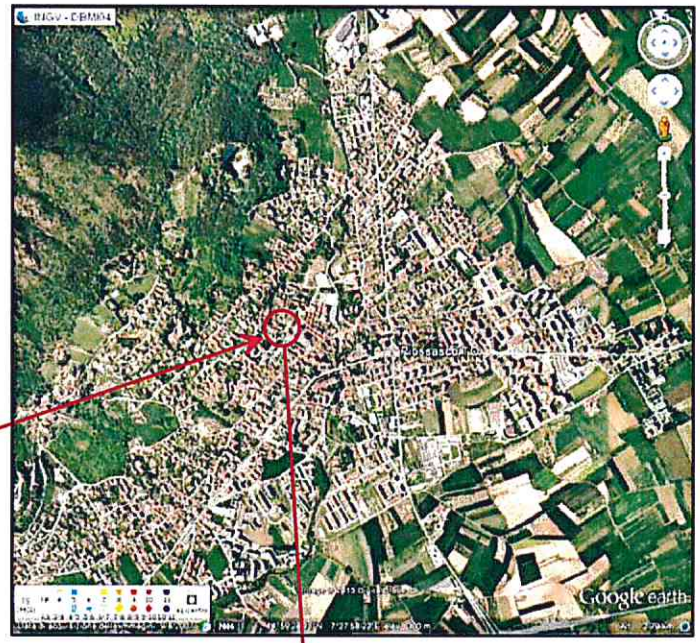




*Immagine dell'area di interesse da un'altezza di 2.79 Km*

*Dettaglio dell'area di interesse da un'altezza di 508 m e Ubicazione Stesa Sismica M.A.S.W.*

0 150 300 m
Scala

N
W E
S

**FIGURA 01**

IPOGEO
STUDIO GEOLOGICO

Committente: Studio GSP
Progetto: Ristrutturazione Edificio Municipale
Località: Piossasco (TO) - P.zza Partigiani

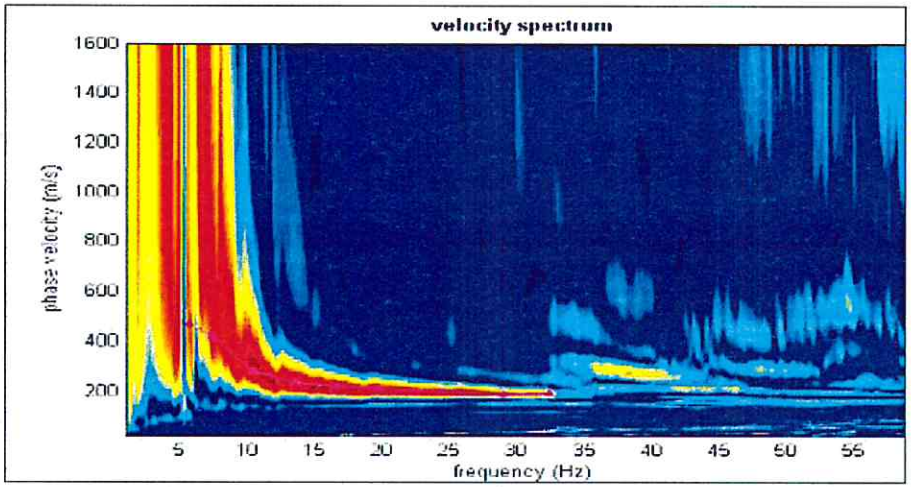
**INQUADRAMENTO COROGRAFICO**

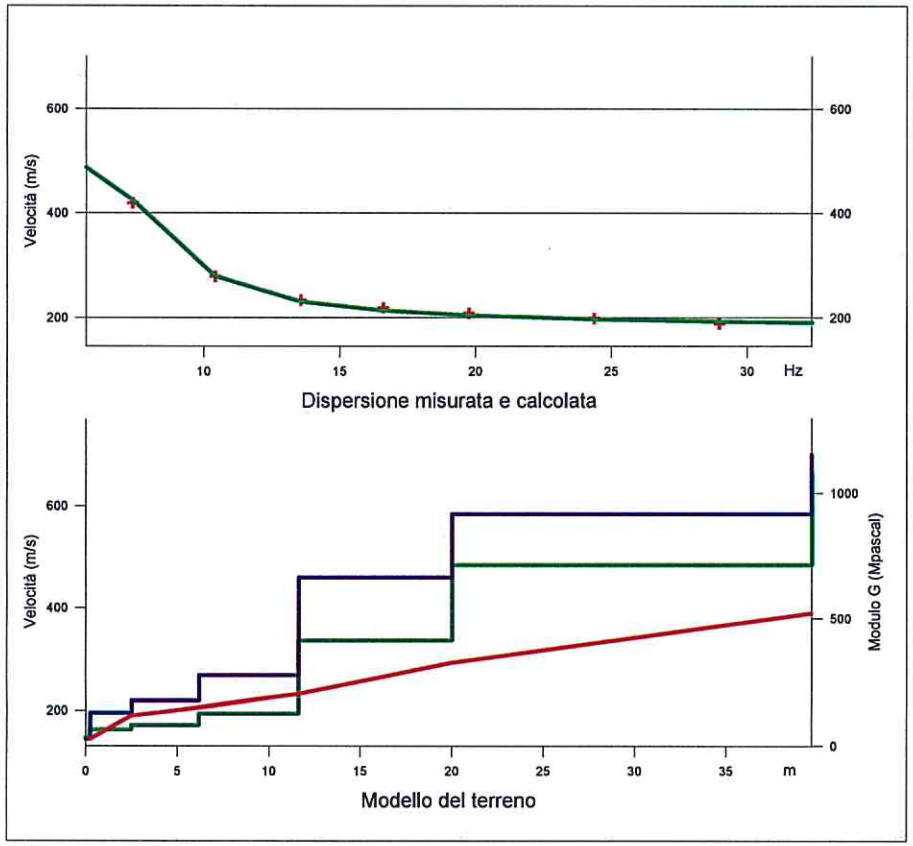
# ALLEGATO 01

## RESTITUZIONE PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94




## LEGENDA

Curva di dispersione misurata

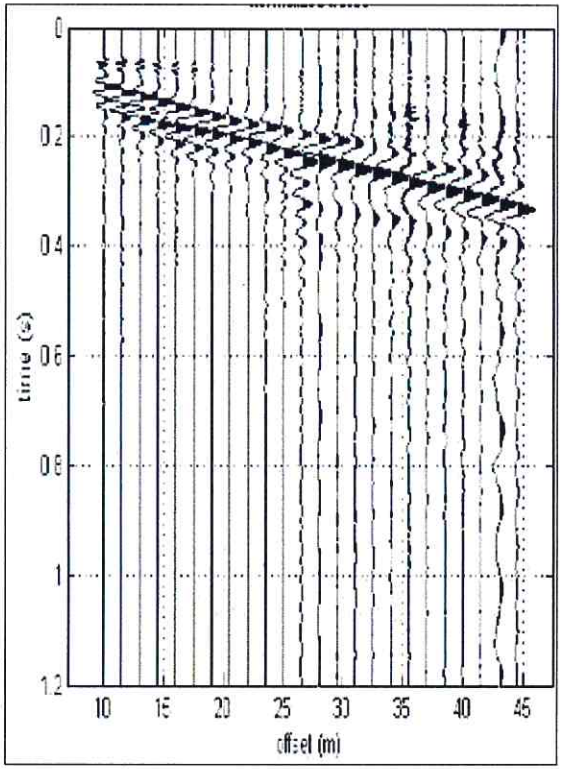
Curva di dispersione calcolata

Velocità sismica delle onde S

Modulo di taglio (Mpascal)

VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula D=1.5 + Vs/1000




Sismogramma

IPOGEO
STUDIO GEOLOGICO

**TABELLA DI CALCOLO**

| Da Prof. | a Prof. | Vs | Hi/Vi | VsX | G |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | .2 | 146 | .0015 | 146 | 35 |
| .2 | 2.5 | 197 | .0115 | 191 | 66 |
| 2.5 | 6.2 | 219 | .0168 | 207 | 82 |
| 6.2 | 11.6 | 269 | .0202 | 232 | 128 |
| 11.6 | 20 | 460 | .0182 | 293 | 415 |
| 20 | 39.7 | 585 | .0336 | 389 | 714 |

**VALORE CALCOLATO VS30 = 351 m/s**

| | | |
|---|---|---|
| **STUDIO G.S.P.** | | |
| **Location: Piossasco (TO) - P.za Partigiani** | | |
| **Progetto: Ristrutturazione Edificio Municipale** | | |
| **Prospezione Sismica M.A.S.W.** | | |
| **VELOCITA' DELLE ONDE S (Vs 30)** | | |
| | **Marzo 2013** | |

# ALLEGATO 02

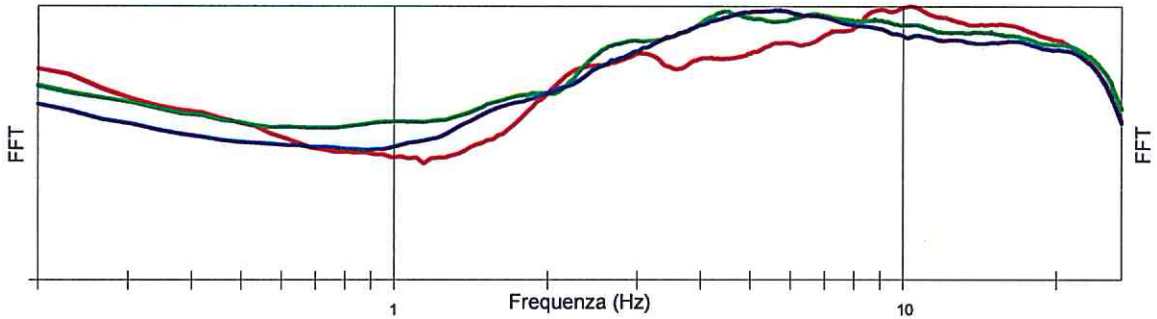
## RESTITUZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR



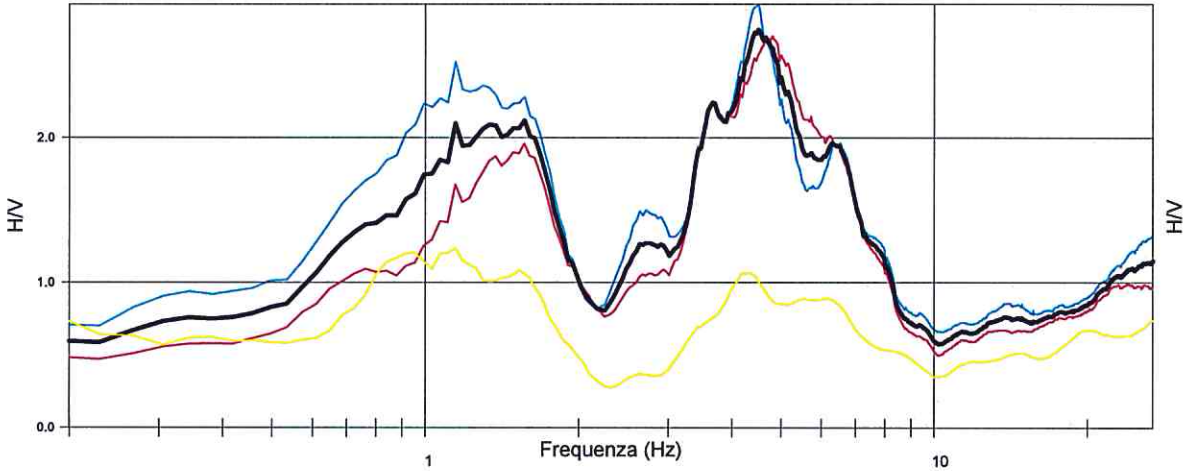
IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94

IPOGEO
STUDIO GEOLOGICO

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA




RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

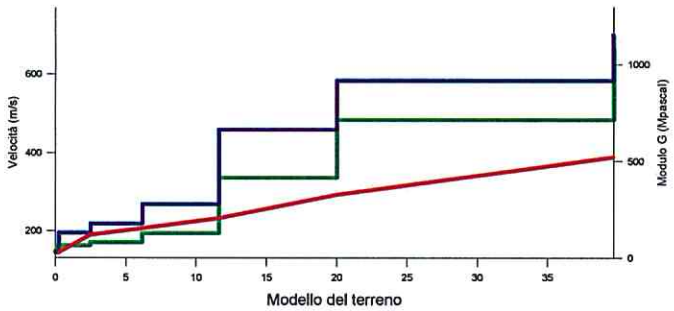


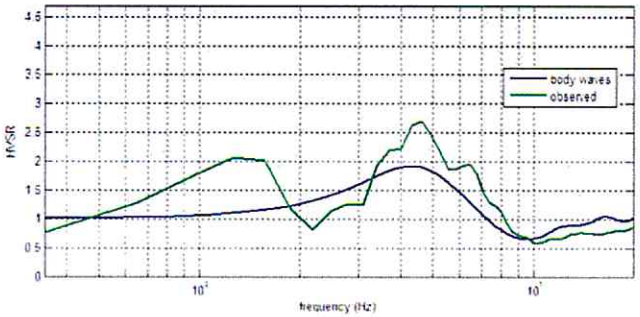

LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media
- Deviazione standard

Durata della registrazione 24' 54.2"
Campionamento 10 Khz
Finestra di campionamento 26,2 s
Minima freq. attendibile 0.38

**Picco alla frequenza 1.5 Hz e 5 Hz**




| |
|---|
| **STUDIO G.S.P.** |
| **Location: Piossasco (TO) - P.za Partigiani** |
| **Progetto: Ristrutturazione Edificio Municipale** |
| **Analisi H/V - Metodo di Nakamura** |
| **SPETTRI DI FREQUENZA** |
| **Marzo 2013** |

# ALLEGATO 03

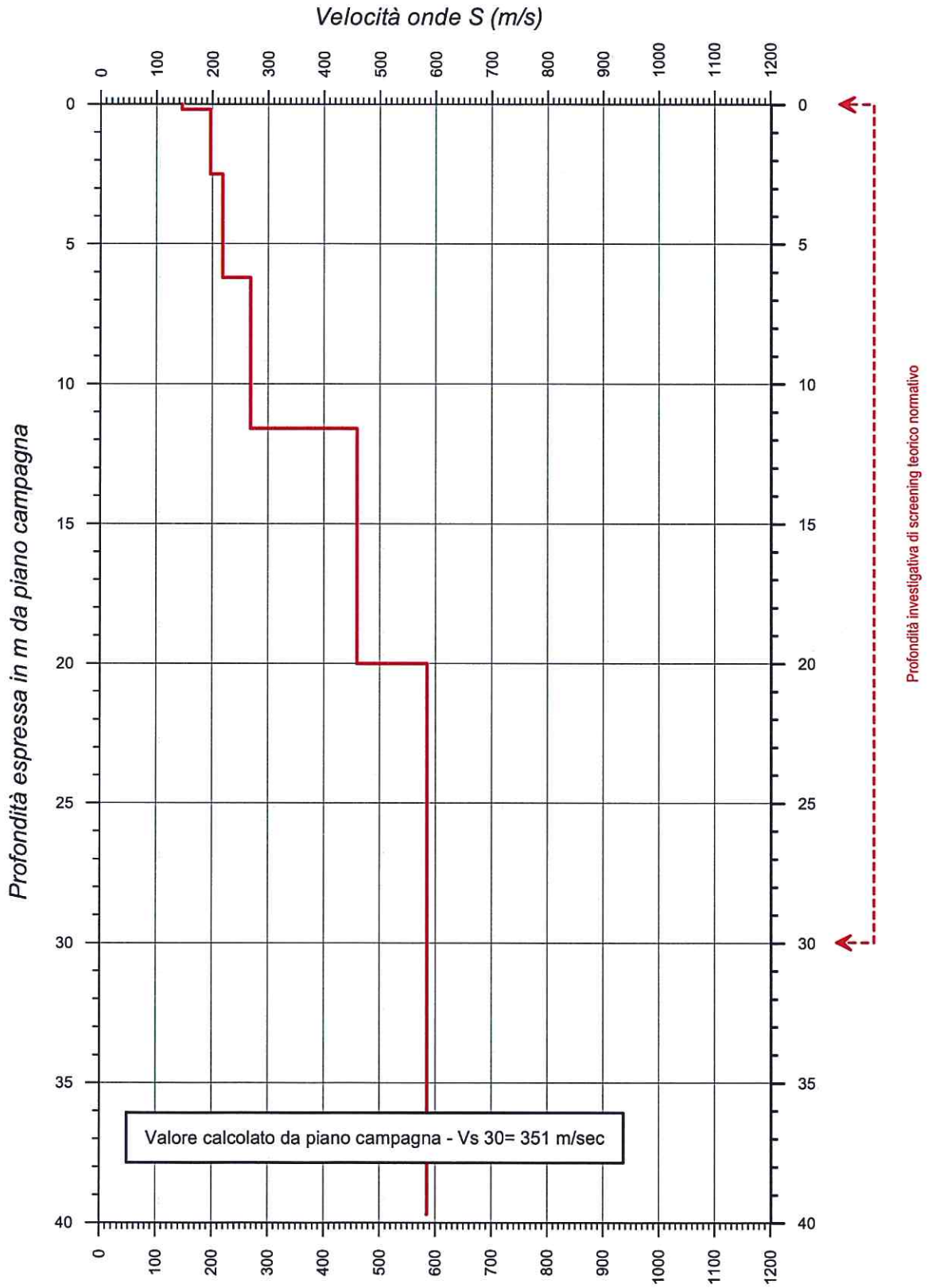
## CLASSIFICAZIONE CATEGORIALE DEL SUOLO DI FONDAZIONE



IPOGEO Studio Geologico 20052 MONZA - Via della Birona, 8 tel/fax 039 / 36.70.94

IPOGEO
STUDIO GEOLOGICO

Committenza: Studio G.S.P.
Località: PIOSSASCO (TO) - P.zza Partigiani
Progetto: Nuovo Intervento Edificatorio




**CLASSIFICAZIONE CATEGORIALE DEL SOTTOSUOLO**

ALLEGATO 4
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINE SISMICA

COMUNE DI PIOSSASCO

INDAGINE SISMICA

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

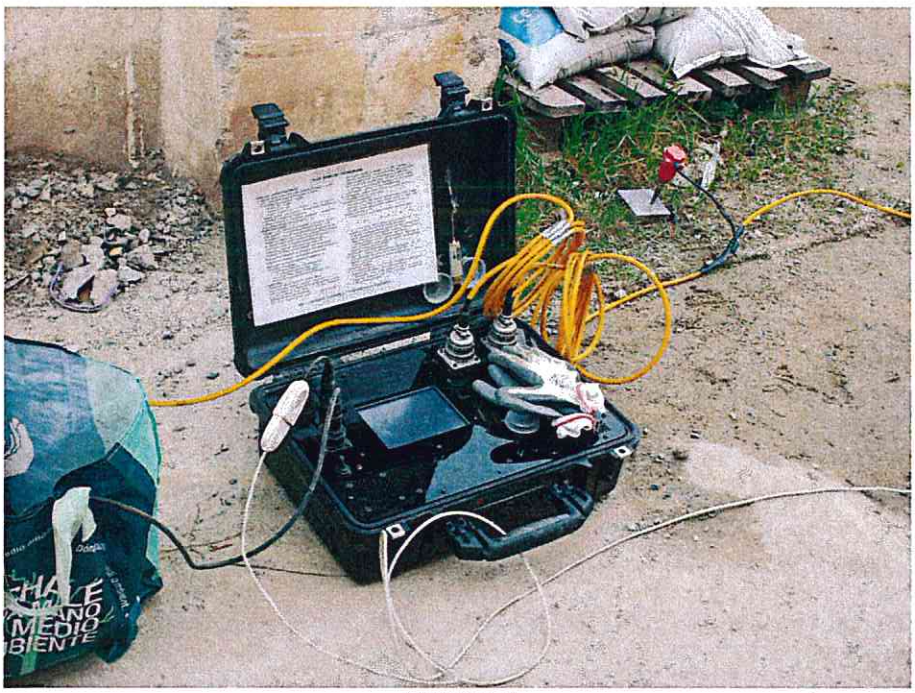


FOTO 1

FOTO 2

ALLEGATO 5
DATI PREGRESSI
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

URETEK SRL
Via Dosso Del Duca, 16
Bosco Chiesanuova (VR)

Riferimento: 2011DP310

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPM (30)**

| Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici | | |
|---|---|---|
| TIPO | Sigla riferimento | Peso Massa Battente M (kg) |
| Leggero | DPL (Light) | $M \leq 10$ |
| Medio | DPM (Medium) | $10 < M < 40$ |
| Pesante | DPH (Heavy) | $40 \leq M < 60$ |
| Super pesante | DPSH (Super Heavy) | $M \geq 60$ |

## CARATTERISTICHE TECNICHE : DPM (30)

| | | | |
|---|---|---|---|
| PESO MASSA BATTENTE | M | = | 30,00 kg |
| ALTEZZA CADUTA LIBERA | H | = | 0,20 m |
| PESO SISTEMA BATTUTA | Ms | = | 14,00 kg |
| DIAMETRO PUNTA CONICA | D | = | 35,70 mm |
| AREA BASE PUNTA CONICA | A | = | 10,00 cm² |
| ANGOLO APERTURA PUNTA | $\alpha$ | = | 60 ° |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE | La | = | 1,00 m |
| PESO ASTE PER METRO | Ma | = | 2,40 kg |
| PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA | P1 | = | 0,90 m |
| AVANZAMENTO PUNTA | $\delta$ | = | 0,10 m |
| NUMERO DI COLPI PUNTA | N | = | N(10) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 10 cm |
| RIVESTIMENTO / FANGHI | SI | | |
| ENERGIA SPECIFICA x COLPO | Q | = | (M·H)/(A$\delta$) = 8,00 kg/cm². ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm² ). |
| COEFF.TEORICO DI ENERGIA | $\beta$t | = | Q/Qspt = 0,766 ( teoricamente : Nspt = $\beta$t N) |

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A\, e\, (M+P)] = M^2 H N / [A\, \delta\, (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]
e = infissione per colpo = $\delta$ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

| UNITA' di MISURA (conversioni) |
|---|
| 1 kg/cm² = 0.098067 MPa<br>1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²<br>1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa<br>1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg |

Software pm: C:\DMEPL.N - 0425/840820

URETEK SRL
Via Dosso Del Duca, 16
Bosco Chiesanuova (VR)

Riferimento: 2011DP310

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
# TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Ante Intervento
- cantiere : Comune di Piossasco
- località : Piazza Tenente Nicola, 4 - Piossasco (TO)
- note :

- data : 08/02/2012
- quota inizio : 0,80
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm²) | N(colpi r) | asta |
|---|---|---|---|---|
| 0,00 - 0,10 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,10 - 0,20 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,20 - 0,30 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,30 - 0,40 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,40 - 0,50 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,50 - 0,60 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,60 - 0,70 | --- | --- | --- | 1 |
| 0,70 - 0,80 | 5 | 19,4 | --- | 1 |
| 0,80 - 0,90 | 9 | 34,9 | --- | 1 |
| 0,90 - 1,00 | 9 | 33,2 | --- | 2 |
| 1,00 - 1,10 | 11 | 40,6 | --- | 2 |
| 1,10 - 1,20 | 10 | 36,9 | --- | 2 |
| 1,20 - 1,30 | 12 | 44,3 | --- | 2 |
| 1,30 - 1,40 | 12 | 44,3 | --- | 2 |
| 1,40 - 1,50 | 13 | 48,0 | --- | 2 |
| 1,50 - 1,60 | 13 | 48,0 | --- | 2 |
| 1,60 - 1,70 | 14 | 51,6 | --- | 2 |
| 1,70 - 1,80 | 14 | 51,6 | --- | 2 |
| 1,80 - 1,90 | 14 | 51,6 | --- | 2 |
| 1,90 - 2,00 | 14 | 49,2 | --- | 3 |
| 2,00 - 2,10 | 13 | 45,7 | --- | 3 |
| 2,10 - 2,20 | 13 | 45,7 | --- | 3 |
| 2,20 - 2,30 | 13 | 45,7 | --- | 3 |
| 2,30 - 2,40 | 11 | 38,7 | ---- | 3 |
| 2,40 - 2,50 | 11 | 38,7 | ---- | 3 |
| 2,50 - 2,60 | 11 | 38,7 | ---- | 3 |
| 2,60 - 2,70 | 10 | 35,2 | ---- | 3 |
| 2,70 - 2,80 | 10 | 35,2 | ---- | 3 |
| 2,80 - 2,90 | 11 | 38,7 | ---- | 3 |
| 2,90 - 3,00 | 10 | 33,6 | ---- | 4 |
| 3,00 - 3,10 | 10 | 33,6 | ---- | 4 |
| 3,10 - 3,20 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 3,20 - 3,30 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 3,30 - 3,40 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 3,40 - 3,50 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 3,50 - 3,60 | 7 | 23,5 | ---- | 4 |
| 3,60 - 3,70 | 8 | 26,9 | ---- | 4 |
| 3,70 - 3,80 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 3,80 - 3,90 | 8 | 26,9 | ---- | 4 |
| 3,90 - 4,00 | 11 | 35,4 | ---- | 5 |
| 4,00 - 4,10 | 10 | 32,1 | ---- | 5 |
| 4,10 - 4,20 | 9 | 28,9 | ---- | 5 |
| 4,20 - 4,30 | 9 | 28,9 | ---- | 5 |
| 4,30 - 4,40 | 10 | 32,1 | ---- | 5 |
| 4,40 - 4,50 | 10 | 32,1 | ---- | 5 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (30)**
- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ δ = 10 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr. D.MERLIN - N25/940920

URETEK SRL
Via Dosso Del Duca, 16
Bosco Chiesanuova (VR)

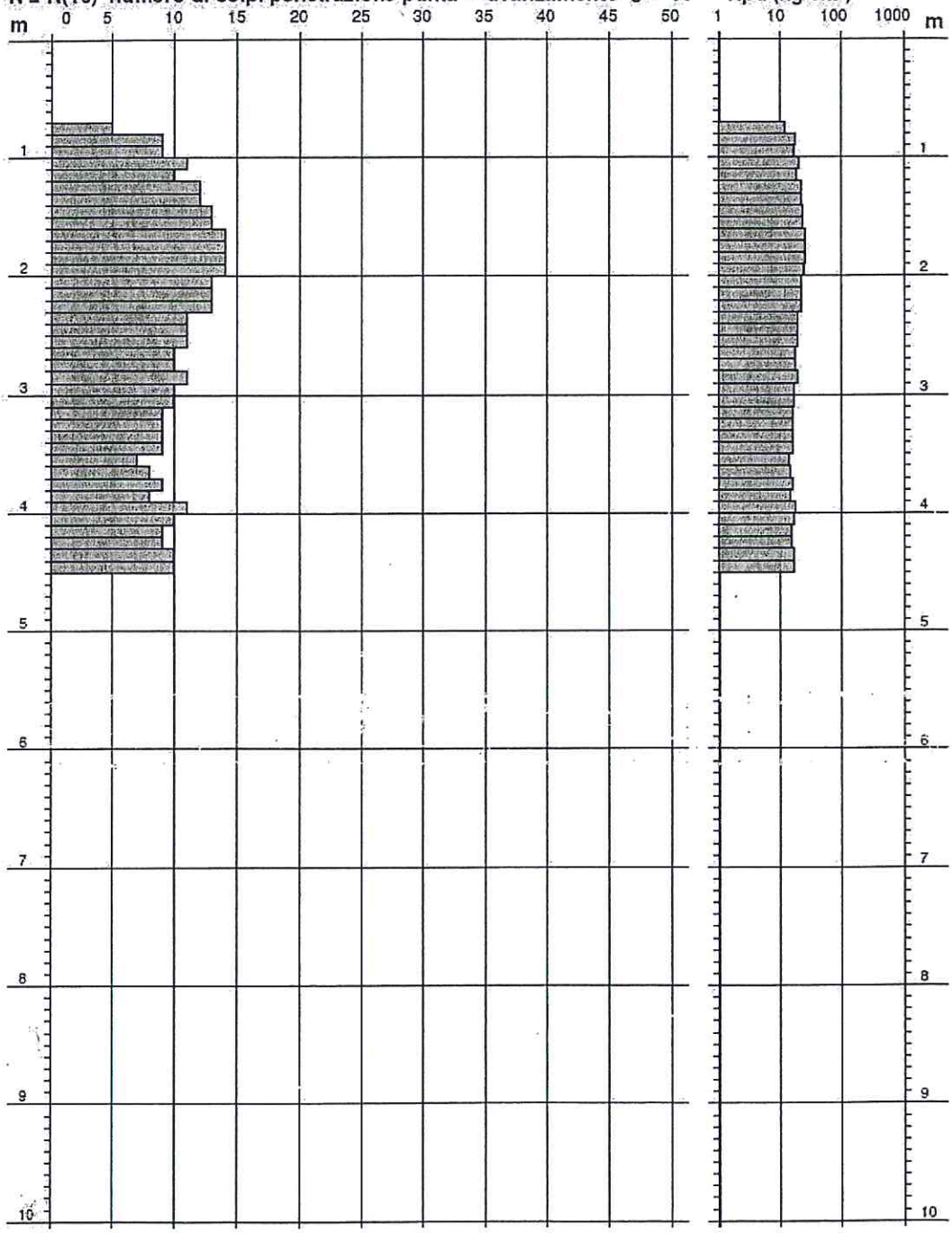
Riferimento: 2011DP310

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1
## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

| | | | |
|---|---|---|---|
| - indagine : | Ante Intervento | - data : | 08/02/2012 |
| - cantiere : | Comune di Piossasco | - quota inizio : | 0.80 |
| - località : | Piazza Tenente Nicola, 4 - Piossasco (TO) | - prof. falda : | Falda non rilevata |

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 Rpd (kg/cm²)




- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (30)**
- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ δ = 10 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

software by: Dr D.MERELLI - 0425/940820

URETEK SRL
Via Dosso Del Duca, 16
Bosco Chiesanuova (VR)

Riferimento: 2011DP310

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2
## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- indagine : Post Intervento
- cantiere : Comune di Piossasco
- località : Piazza Tenente Nicola, 4 - Piossasco (TO)
- note :
- data : 10/02/2012
- quota inizio : 1.50
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm²) | N(colpi r) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm²) | N(colpi r) | asta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 - 0,10 | --- | ---- | --- | 1 | 2,30 - 2,40 | 18 | 63,3 | ---- | 3 |
| 0,10 - 0,20 | --- | ---- | --- | 1 | 2,40 - 2,50 | 17 | 59,8 | ---- | 3 |
| 0,20 - 0,30 | --- | ---- | --- | 1 | 2,50 - 2,60 | 16 | 56,3 | ---- | 3 |
| 0,30 - 0,40 | --- | ---- | --- | 1 | 2,60 - 2,70 | 14 | 49,2 | ---- | 3 |
| 0,40 - 0,50 | --- | ---- | --- | 1 | 2,70 - 2,80 | 12 | 42,2 | ---- | 3 |
| 0,50 - 0,60 | --- | ---- | --- | 1 | 2,80 - 2,90 | 12 | 42,2 | ---- | 3 |
| 0,60 - 0,70 | --- | ---- | --- | 1 | 2,90 - 3,00 | 13 | 43,7 | ---- | 4 |
| 0,70 - 0,80 | --- | ---- | --- | 1 | 3,00 - 3,10 | 13 | 43,7 | ---- | 4 |
| 0,80 - 0,90 | --- | ---- | --- | 1 | 3,10 - 3,20 | 13 | 43,7 | ---- | 4 |
| 0,90 - 1,00 | --- | ---- | --- | 2 | 3,20 - 3,30 | 13 | 43,7 | ---- | 4 |
| 1,00 - 1,10 | --- | ---- | --- | 2 | 3,30 - 3,40 | 14 | 47,0 | ---- | 4 |
| 1,10 - 1,20 | --- | ---- | --- | 2 | 3,40 - 3,50 | 12 | 40,3 | ---- | 4 |
| 1,20 - 1,30 | --- | ---- | --- | 2 | 3,50 - 3,60 | 12 | 40,3 | ---- | 4 |
| 1,30 - 1,40 | --- | ---- | --- | 2 | 3,60 - 3,70 | 9 | 30,2 | ---- | 4 |
| 1,40 - 1,50 | 20 | 73,8 | --- | 2 | 3,70 - 3,80 | 10 | 33,6 | ---- | 4 |
| 1,50 - 1,60 | 21 | 77,5 | --- | 2 | 3,80 - 3,90 | 10 | 33,6 | ---- | 4 |
| 1,60 - 1,70 | 19 | 70,1 | --- | 2 | 3,90 - 4,00 | 11 | 35,4 | ---- | 5 |
| 1,70 - 1,80 | 19 | 70,1 | --- | 2 | 4,00 - 4,10 | 13 | 41,8 | ---- | 5 |
| 1,80 - 1,90 | 19 | 70,1 | --- | 2 | 4,10 - 4,20 | 14 | 45,0 | ---- | 5 |
| 1,90 - 2,00 | 20 | 70,3 | --- | 3 | 4,20 - 4,30 | 11 | 35,4 | ---- | 5 |
| 2,00 - 2,10 | 19 | 66,8 | --- | 3 | 4,30 - 4,40 | 10 | 32,1 | ---- | 5 |
| 2,10 - 2,20 | 18 | 63,3 | --- | 3 | 4,40 - 4,50 | 11 | 35,4 | ---- | 5 |
| 2,20 - 2,30 | 18 | 63,3 | --- | 3 | 4,50 - 4,60 | 12 | 38,6 | ---- | 5 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (30)**
- M.(massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta$ = 10 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: DGI MERLIN - 0425/840820

URETEK SRL
Via Dosso Del Duca, 16
Bosco Chiesanuova (VR)

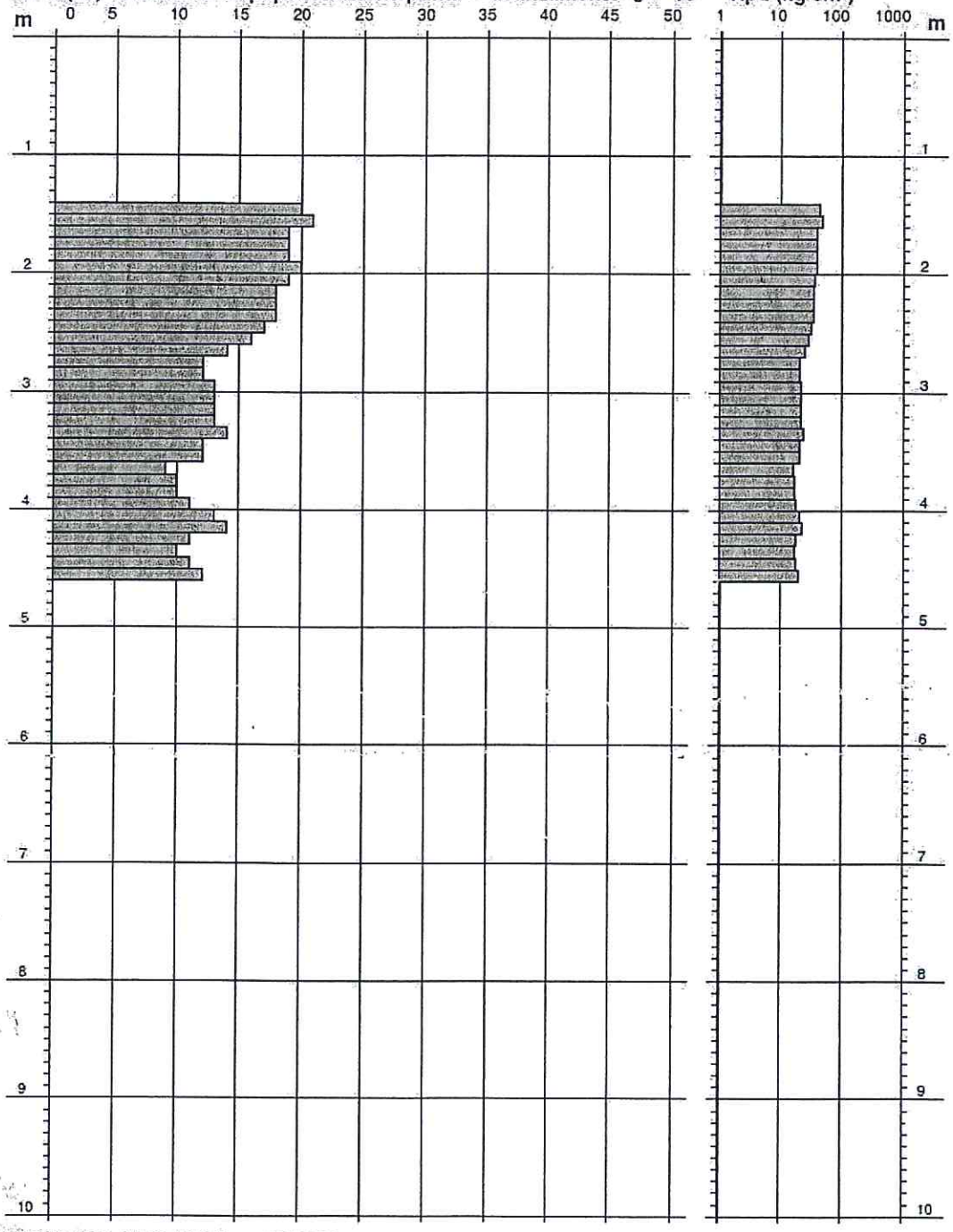
Riferimento: 2011DP310

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2
## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1:50

| | | | |
|---|---|---|---|
| - indagine : | Post Intervento | - data : | 10/02/2012 |
| - cantiere : | Comune di Piossasco | - quota inizio : | 1.50 |
| - località : | Piazza Tenente Nicola, 4 - Piossasco (TO) | - prof. falda : | Falda non rilevata |

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 Rpd (kg/cm²)




- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPM (30)
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ δ = 10 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Software by: DI MEPI N - 0425-640620