

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Cuneo

Comune di Fossano

Committenti:

Botta Lucia, Botta Maria, Botta Caterina, Botta Sergio
Bottero Elga, Bottero Gianluca
Chiappella Maria Rosa, Costamagna Domenico
Dompè Claudio, Marocco Erlado, Martina Bruna
Ferrero Adriana Caterina, Giuggia Mario

Località: loc. Santa Lucia, Fossano

**PROGETTO DI P.E.C. DA REALIZZARSI NELLA
"ESPANSIONE SETTENTRIONALE DEL CENTRO
CAPOLUOGO - COMPARTO SUD DEGLI AMBITI
PROGETTO DELL'ESPANSIONE PEREQUATA**

D.M. 14/01/2008 (N.T.C. 2008 - § 6.2.2)

**RELAZIONE GEOTECNICA
SULLE INDAGINI**



IN COLLABORAZIONE

DOTT. GEOL. BALSAMO DENIS

Via Audisio 7

12042 Bra (CN)

- O.R.G.P. A.P. Sez. A n°692 -

ALLEGATI:

- Estratto C.T.R.
- Estratto catastale
- Ubicazione indagine geognostica
- Schede di sintesi parametri geotecnici
- Rapporto Masw
- Istogrammi prove S.C.P.T.

scala 1:10.000

Fossano 23/04/2013

PREMESSA

Su richiesta del progettista Arch. Pagliero Silvio con studio tecnico in Fossano ed incarico dei committenti:

- Botta Lucia, Botta Maria, Botta Caterina, Botta Sergio;
- Bottero Elga, Bottero Gianluca;
- Chiappella Maria Rosa;
- Costamagna Domenico;
- Dompè Claudio;
- Marocco Eraldo;
- Ferrero Adriana Caterina;
- Martina Bruna;
- Giuggia Mario;

viene redatta la presente relazione a commento delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni su cui insiste il *“progetto di P.E.C. da realizzarsi nella Espansione Settentrionale del Centro-Capoluogo-Comparto Sud degli ambiti progetto dell’Espansione Perequata”*.

La presente relazione geotecnica sulle indagini viene redatta in ottemperanza alle direttive presenti all’interno del *D.M. 14/01/2008 (N.T.C. 2008 - § 6.2.2)*.

Pertanto l'indagine geologico-tecnica dell'area è stata articolata nel seguente modo:

- esecuzione di n. 12 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. in data 18-19/04/2013 per meglio individuare l’assetto del sottosuolo e per definire i parametri geotecnici delle litologie tipo;
- esecuzione di n. 1 indagine geofisica in data 10/04//2012. L’indagine è volta a definire la $V_{s,30}$ (velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m dal piano fondazione della struttura in progetto) necessaria per determinare la categoria del sottosuolo dal punto di vista sismico. L’indagine SASW-MASW è necessaria in quanto sebbene il territorio di Fossano è stato inserito in classe 3 di zonazione sismica ai sensi del D.G.R. n. 11 del 19/01/2010.

1. ASSETTO MORFOLOGICO



L'area di studio, collocata nel settore centro-settentrionale, del Comune di Fossano è topograficamente compresa nella Tavolaletta – FOSSANO – Sezione n° 210010 – della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Il sito di P.E.C. indagato, tra Via Santa Lucia e Via del Lucchetto, in corrispondenza dei toponimi C.na Botto e C.na Panero e nei pressi del complesso industriale dolciario Balocco, si colloca sull'altopiano di Famolasco.

La zona indagata è un'area subpianeggiante di altopiano impostata su depositi alluvionali quaternari di natura ghiaiosa, molto alterati (spinta argillificazione), coperti da limi argillosi rossastri ossidati.

La genesi dell'altopiano di origine fluviale, espressione geomorfologia di forma relitta, è da ricondursi all'azione erosiva condotta dal torrente Stura di Demonte che ha inciso una preesistente pianura.

L'approfondimento operato dal torrente sopra citato, avvenuto nella seconda metà del quaternario, ha prodotto un altopiano ("altopiano di Famolasco") allungato in direzione Sud Ovest-Nord Est e delimitato da scarpate di terrazzo più o meno ripide.

Tali scarpate evidenziano caratteri geomorfologicamente diversi: la *scarpata Ovest*, si raccorda direttamente con i sedimenti alluvionali pleistocenici sup. (*Ghiaie di Consovero*) depositati in condizioni di sovralluvionamento, mentre la ripida *scarpata erosionale Est* si congiunge con depositi olocenici, quindi più recenti (*Ghiaie di Murasso* e *Ghiaie del torrente Stura di Demonte*), costituenti la piana alluvionale sede dell'alveo del torrente Stura di Demonte.

La superficie topografica pertinente il sito in studio presenta una altitudine media di 373 m s.l.m. circa, con una morfologia subpianeggiante che digrada dolcemente verso Nord.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La conformazione geologica affiorante nel settore di territorio comunale di Fossano (CN) nel quale è previsto la realizzazione del nuovo costruendo, a quanto riporta il Foglio 80 “Cuneo” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 ed a studi più recenti, quali la “Carta geologica” a corredo del vigente P.R.G.C. di Fossano, è di tipo alluvionale.

Questi depositi continentali affioranti in loco, in corrispondenza dell’altopiano di Famolasco, di età pleistocenica inferiore sono costituiti da ghiaie a pezzatura centimetrica molto alterate, coperte da una potente coltre di limi argillosi rosso-violacei, con livelli a concrezioni di ossidi di ferro e manganese.

Litostratigraficamente l’area indagata è caratterizzata dalle seguenti formazioni, riportate dalle più antiche alle più recenti:

- Complesso dei sedimenti in facies Villafranchiana: ghiaie e sabbie a stratificazione lenticolare con alternanze argillose, con locali intercalazioni di ghiaie cementate e sabbie ghiaiose debolmente cementate presenti in lenti; talvolta si rinvencono sporadiche intercalazioni di marne e marne sabbiose. Si tratta di depositi fluvio-lacustri, ricchi in fossili, che affiorano in maniera diffusa lungo la potente scarpata che borda l’altopiano della città di Fossano [*PLIOCENE SUP.*];
- Ghiaie “ferrettizzate” del sistema dei terrazzi di Fossano: ghiaie a pezzatura centimetrica, molto alterate, coperte da una spessa coltre di limi argillosi rosso-violacei, con livelli a concrezioni di ossidi di Fe e Mn (“gherloun”: nome dato dai contadini ai nodi manganesiferi abbondanti). La tinta rosso-violacea non è originaria, ma dovuta ad una successiva idrossidazione (la cosiddetta “ferrettizzazione”). Affiorano, diffusamente ed unicamente, sull’altopiano di Fossano, dove si rinvencono in contatto con sedimenti villafranchiani (al letto) [*PLEISTOCENE INF.*].

2. INDAGINI IN SITU

PROVE S.C.P.T.

Per definire le caratteristiche litologiche e litotecniche sono state programmate e realizzate in data 18-19/04/2013 n° 12 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test) utilizzando il penetrometro pesante DPHS.

Le prove S.C.P.T. consentono di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica di una punta conica infissa a partire dal piano campagna.

La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. Operativamente viene fatta cadere una massa di 73,50 Kg da un'altezza di 75 cm, su una testa di battuta la cui estremità inferiore è di forma conica con un diametro di 51 mm e angolo di 60°.

Il numero di colpi (N) necessario per una penetrazione di 30 cm è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione (N_{scpt}).

I valori numerici delle prove sono riportati in allegato alla relazione sotto forma di istogrammi n° di colpi ogni 30 cm di profondità.

I risultati delle prove penetrometriche, ubicate come da planimetria ed eseguite all'interno del lotto in oggetto, vengono allegate in un estratto.

Le 12 prove spinte sino alla quota massima di -4,80 m da p.c. sono state realizzate in corrispondenza dell'area di P.E.C. in progetto.

La stratigrafia può essere definita in base alle quote di rinvenimento del tetto del substrato ghiaioso. In base a questo indicatore si hanno 2 stratigrafie tipo:

Stratigrafia 1: (s.c.p.t. 1-2-3-4-5-6-7-8)

- **da 0 a -3÷-3,30 m da p.c.:** **argilla di copertura scarsamente addensata e compatta**, scadenti requisiti geotecnici e di capacità portante ($N_{scpt_{medio}} = 3$).
- **da -3 m in poi** oltre le succitate quote: **ghiaie sabbiose alterate** da mediamente addensate ad addensate e compatte in profondità che hanno portato al completo rifiuto della penetrazione [$N_{SCPT} > 50$], buoni requisiti geotecnici e di capacità portante ($N_{scpt_{medio}} = 33$).

Stratigrafia 2: (s.c.p.t. 9-10-11-12)

- **da 0 a -4 m** da p.c.: **argilla di copertura scarsamente addensata e compatta**, scadenti requisiti geotecnici e di capacità portante ($N_{scpt_{medio}} = 3$).
- **da -4 m in poi** oltre le succitate quote: **ghiaie sabbiose alterate** da mediamente addensate ad addensate e compatte in profondità che hanno portato al completo rifiuto della penetrazione [$N_{SCPT} > 50$], buoni requisiti geotecnici e di capacità portante ($N_{scpt_{medio}} = 33$).

Nelle prove 9-10-11-12 la copertura argillosa è maggiore (+1 metro rispetto alle altre prove) poichè siamo morfologicamente ubicati nella zona di dorsale dell'altopiano di Santa Lucia.

Le prove non hanno evidenziato la presenza di acqua di falda nel sottosuolo alle profondità investigate.

2.2 INDAGINE GEOFISICA DI TIPO SASW-MASW E REMI: CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO DI FONDAZIONE SECONDO I CRITERI DELLA NORMATIVA SISMICA VIGENTE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si vuole definire la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (su cui insiste la struttura in progetto [scuola elementare]) secondo la normativa sismica vigente contenuta nel D.M. 14/01/2008 – capitolo 3.2 “ *Azione sismica*”.

L'assetto stratigrafico sismico del terreno di fondazione si basa sulla definizione del V_{S30} (velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio) .

Per definire la V_{S30} del suolo è stato incaricato, dallo scrivente, il dott. Luca Bertino di Mondovì per la realizzazione di una mirata indagine di prospezione sismica utilizzando la metodologia di sismica attiva Sasw-Masw e la metodologia passiva **HVSR** (microtremore ambientale in stazione singola).

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di **indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura)** è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di **risonanza di sito**. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Il metodo SASW-MASW (Spectral Analysis of Surface Waves - Multichannel Analysis of surface Waves) è una tecnica di indagine (sismica attiva) non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Questa tecnica di esplorazione del sottosuolo, finalizzata alla valutazione della compattezza di terreni naturali o di rilevati artificiali, sfrutta l'analisi spettrale delle onde sismiche di superficie e fornisce la successione stratigrafica in termini di VS, Velocità di propagazione delle onde di taglio.

Le prove SASW-MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{s30} (vel. di propagazione onde S nei primi 30 metri da p.c.) necessario per determinare il tipo di suolo dal punto di vista sismico. Il parametro V_{s30} è una sorta di media pesata delle velocità V_s dei primi 30 metri.

Il metodo HVSR è di tipo passivo in quanto si basa sulla acquisizione di microtremori esistenti in natura e non indotti ad hoc da energizzazioni (fucile sismico o mazza battente) tipiche della sismica attiva (Sasw-Masw).

Sia per la Sasw che per la HVSR è stato utilizzato un tromografo digitale progettato per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento, fornito di GPS, è dotato di 3 sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S e E-W.

L'indagine SASW-MASW e ReMi, affidata al dott. Geol. Bertino Luca di Mondovì, è stata eseguita nella giornata del 10/04/2012.

In allegato, si fornisce il rapporto completo dell'indagine Sasw-Masw e HVSR espletata.

L'indagine geofisica ha evidenziato che il sottosuolo indagato è caratterizzato da una $V_{s,30} = 379 \text{ m/s}$.

Di seguito viene riportata la tabella inerente il profilo stratigrafico del terreno in disamina individuato secondo il criterio sudescritto:

Profondità (metri)	Profilo stratigrafico di tipo "sismico"	$V_{s,30}$ (m/s)
da 0 a -30	B	379

La normativa per cat. B del sottosuolo intende: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori ai 30 m con valore di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa).

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

3.1 PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI MEDI

La caratterizzazione geotecnica dei terreni, condotta sulla base delle indagini svolte e dal confronto con i dati di letteratura, ha previsto la determinazione dei parametri geomeccanici quali *l'angolo di attrito Φ* , la *coesione c* , la *densità/peso di volume γ* e la *densità relativa Dr* dei materiali indagati.

Il valore dell'angolo di attrito interno Φ per i terreni ghiaioso sabbiosi, sulla base delle prove S.C.P.T (N_{spt} è stato correlato a N_{spt}), è stato desunto facendo riferimento alle formulazioni della *Road Bridge Specification* (1991), *De Mello* (1971) e di *Bolton* (1986) che correlano Φ con N_{spt}, mentre la densità da dati di letteratura. La coesione è considerata nulla in quanto con le prove penetrometriche non è possibile correlare i valori di N_{spt} alla coesione (c).

Di seguito vengono riportati i principali parametri geomeccanici relativi alle unità litostratigrafiche emerse dalle indagini geognostiche in situ:

$$\phi = (N_{spt} * 15)^{1/2} + 15 \text{ (Road Bridge Specification, 1991)}$$

$$Dr = \sqrt{\frac{N_{spt}}{20 * (1 + 4,1 * \sigma_{vo})}} \quad (\text{Bazaraa, 1967})$$

dove:

ϕ = angolo di attrito interno;

Dr = densità relativa

N_{spt} = n°colpi/30cm;

σ_{vo} = tensione verticale efficace

Argilla di copertura

- densità (γ) = 17,50 kN/m³
- coesione (c) = 0 kN/m²
- angolo d'attrito interno (ϕ) = 21°

Ghiaie sabbios ealterate

- densità (γ) = 20,67 kN/m³
- coesione (c) = 0 kN/m²
- angolo d'attrito interno (ϕ) = 37°

3.2 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI (X_k)

Tutti i parametri geotecnici ricavati, sono stati elaborati statisticamente al fine di rilevare per ciascun livello, il valore medio ed il valore caratteristico (*ndr: il valore caratteristico è stato ricavato con metodi statistici finalizzati a definire il 5° percentile della distribuzione media dei dati a disposizione*).

Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici (Eurocodice 7), la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato. Il valore caratteristico di un parametro del terreno pertanto rappresenta una valutazione cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. La definizione dei parametri caratteristici " X_k " del sottosuolo interessato dalla struttura in progetto avviene in due fasi: la prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici medi appropriati ai fini progettuali.

Identificati i parametri geotecnici appropriati noti anche come valori medi, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.

Tutti i dati utilizzati vengono riportati negli allegati alla presente (schede di sintesi dei parametri geotecnici).

Di seguito vengono riportati sinteticamente i parametri geotecnici delle litologia intercettata dalle indagini in sito:

<i>litologia</i>	φ_{medio}	φ_k	γ_{medio}	γ_{medio}
Strato 1 (Argille)	21°	20°	17,50	17,20
Strato 2 (Ghiaie sabbiose)	37°	36°	20,67	20,36

4. CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico e litostratigrafico si può riassumere che :

- le prove S.C.P.T. hanno intercettato a partire da quota piano campagna la successione litostratigrafica tipo locale ovvero il **terreno di copertura argilloso** sino alla profondità variabile di **3 – 4 m**, seguito da un materasso alluvionale rappresentato da **ghiaie sabbiose alterate**. La ghiaie sabbiose risultano da mediamente addensate ad addensate e compatte in profondità: buoni requisiti geotecnici;
- le prove hanno evidenziato la presenza di una coltre di copertura argillosa di potenza variabile tra i 3 ed i 4 metri da p.c. Lo spessore maggiore (4 metri) si registra in corrispondenza della zona di dorsale dell'altopiano di S. Lucia e quindi in corrispondenza delle prove s.c.p.t. n. 9/10/11/12. Nelle prove 1/2/3/4/5/6/7/8 dove le quote del piano di campagna tendono a digradare verso l'orlo del terrazzo l'argilla ha uno spessore di 3-3,30 metri.
- le indagini, alla profondità massima di investigazione (-4,80 m da p.c.), non hanno rilevato la presenza di una **falda freatica**.

Il progetto architettonico di edificazione prevede:

- la realizzazione di un p.e.c. suddiviso in 27 lotti residenziali sedi di fabbricati residenziali ad uno o due piani fuori terra ed a un piano interrato.

Dal punto di vista geotecnico, ai sensi del DM 14/01/2008, vengono riportate le seguenti considerazioni:

- **le ghiaie sabbiose** rinvenibili a partire da -3,00÷ -3,30 m da p.c. (prove s.c.p.t. 1÷8) e da -4 m (prove s.c.p.t. 9÷12) sono dotate di buoni requisiti geotecnici e di capacità portante e **sono idonee come terreno di fondazione**.
- **le argille di copertura superficiale** da sciolte a scarsamente addensate sono geotecnicamente scadenti e dotate di scarsa capacità portante e pertanto **non sono idonee come terreno di fondazione**.
- i parametri geotecnici caratteristici (angolo di attrito) delle ghiaie sabbiose (strato 2) risultano:

$$\text{Ghiaie sabbiose} \rightarrow \varphi_k = 36^\circ \quad \gamma_k = 20,36 \text{ kN/m}^3 \quad c = 0 \text{ kPa}$$

- **le fondazioni per i fabbricati di p.e.c. in progetto potranno essere di tipo dirette isolate per plinti o continue perimetrali.**
- le fondazioni, visto il progetto e l'assetto geologico del sottosuolo, potranno essere posate sulla litologia ghiaioso sabbiosa a partire dalla quota **di -3÷-4 m da p.c** (-3 m area prove s.c.p.t. 1÷8 / -4 m area prove s.c.p.t. 9÷12) avendo cura di asportare completamente le argille di copertura.
- nel caso il progetto non preveda locali interrati è consigliabile la realizzazione di una platea di fondazione direttamente poggiante sui livelli argillosi più compatti individuati mediamente ad una quota di -1 m da attuale p.c.
- il terreno di fondazione dal punto di vista sismico e secondo il D.M. 14/01/08 – cap. 3.2, **è caratterizzato da un profilo stratigrafico di tipo “B” con un $V_{s,30} = 379$ m/sec** definito in base all'indagine Masw eseguita;
- le pareti provvisorie di scavo per la posa delle fondazioni, viste la litologia argillosa presente, dovranno essere sagomate con un angolo $\leq 30^\circ$.
- la presenza di una copertura argillosa impone che in corso d'opera dovrà essere realizzato a livello di P.E.C. un sistema di drenaggio delle acque meteoriche superficiali al fine di evitare fenomeni di ristagno d'acqua e plasticizzazioni delle argille che potrebbero compromettere anche la stabilità dei fronti di scavo temporanei.
- la rete di drenaggio superficiale dovrà smaltire le acque meteoriche in impluvi naturali esistenti e dovrà anche minimizzare l'accumulo d'acqua all'interno degli scavi per la posa delle fondazioni dei fabbricati di P.E.C.
- i fabbricati di p.e.c. dovranno essere dotati di opportune gronde e pluviali al fine di evitare rigonfiamenti, rammollimenti e plasticizzazioni della coltre argillosa e le acque bianche dovranno essere smaltite all'interno del pubblico sistema fognario utilizzando tubazioni interrate con idonea pendenza.
- le muratura perimetrali interrate dei fabbricati a contatto con le argille dovranno essere impermeabilizzati con idonei sistemi (catramatura e geotessili impermeabili) al fine di evitare fenomeni di umidità diffusa a causa di argille sature d'acqua a seguito di precipitazioni meteoriche prolungate.

Fossano, 23/04/13

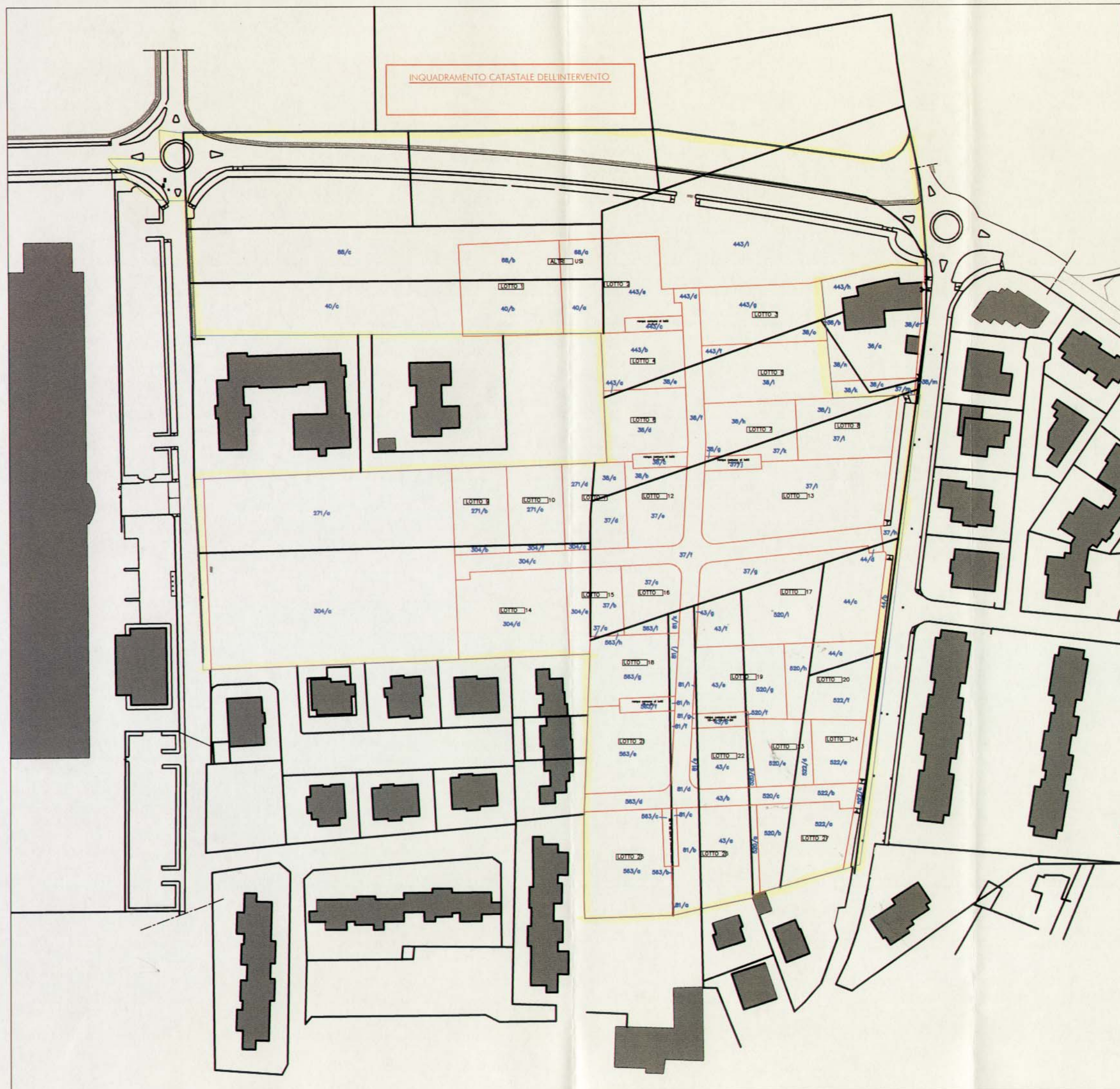


ESTRATTO C.T.R

Sezione n° 210010 - Fossano -

SCALA 1:10.000





UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



1

Prove S.C.P.T.

MASW



Committente: Botta, Bottero, Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Località: PEC 62 altopiano Santa Lucia

Data: 19/04/2013

Riferimenti:

Portanza con metodi probabilistici: strato n.1**Valore medio e caratteristico dei parametri geotecnici**

Numero misura	Angolo di attrito (°)	Coesione(kg/cm ^q)	Densità relativa (%)	Modulo elastico(kg/cm ^q)	Peso di volume(kg/mc)
1	19	0			1700
2	19	0			1700
3	19	0			1700
4	19	0			1700
5	19	0			1700
6	22	0			1750
7	23	0			1800
8	22	0			1750
9	22	0			1750
10	22	0			1750
11	23	0			1800
12	27	0			1900

Angolo di attrito medio (°): 21 Valore caratteristico (°): 20

Coesione media(kg/cm^q): 0 Valore caratteristico(kg/cm^q): 0

Densità relativa media (%): Valore caratteristico (%):

Mod.elastico medio(kg/cm^q): Valore caratteristico(kg/cm^q):

Peso vol.medio(kg/mc): 1750 Valore caratteristico(kg/mc): 1720

Committente: Botta, Bottero, Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Località: PEC 62 altopiano Santa Lucia

Data: 19/04/2013

Riferimenti:

Portanza con metodi probabilistici: strato n.2

Valore medio e caratteristico dei parametri geotecnici

Numero misura	Angolo di attrito (°)	Coesione(kg/cmq)	Densità relativa (%)	Modulo elastico(kg/cmq)	Peso di volume(kg/mc)
1	34	0			2000
2	34	0			2000
3	38	0			2100
4	38	0			2100
5	39	0			2100
6	39	0			2100
7	35	0			2000
8	39	0			2100
9	39				2100

Angolo di attrito medio (°):

37

Valore caratteristico (°):

36

Coesione media(kg/cmq):

0

Valore caratteristico(kg/cmq):

0

Densità relativa media (%):

Valore caratteristico (%):

Mod.elastico medio(kg/cmq):

Valore caratteristico(kg/cmq):

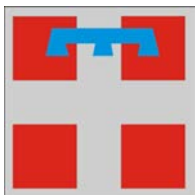
Peso vol.medio(kg/mc):

2067

Valore caratteristico(kg/mc):

2036

Regione Piemonte



Provincia di Cuneo



COMUNE DI FOSSANO

**Indagine sismica in per la determinazione della categoria di sottosuolo
secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC**

Richiedente:

Dott. Geol Piergiovanni Bessone

Il tecnico incaricato
Dott. Geol. Luca Bertino

Aprile 2012

STUDIO GEOLOGICO
VIA RISORGIMENTO 6 - 12084 MONDOVI
TEL. 0174.41589 - E-MAIL: luca.bertino@libero.it
P. I.V.A. 02743670040



cod: 11_L694

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	3
3. CENNI TEORICI SULLA CURVA DI DISPERSIONE DA INDAGINE PSEUDO-MASW	4
4. ANALISI DELLE MISURE DEL MICROTREMORE SISMICO PASSIVO ED ATTIVO....	5
5. CLASSIFICAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SECONDO QUANTO PREVISTO NELLA TABELLA 3.2.II DELLE NTC	6
5.1. <i>Profilo di velocità e valutazione del V_{s30}</i>	<i>6</i>
5.2. <i>Calcolo fattore di amplificazione topografica (S_T)</i>	<i>6</i>
5.3. <i>Calcolo del periodo fondamentale T_1 e dell'inerzia della struttura (K_h)</i>	<i>7</i>
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	7
ALLEGATO	

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra e descrive l'indagine geofisica mediante registrazioni sismiche a stazione singola passive ed attive in Fossano, Loc. Santa Lucia.

Scopo dell'indagine è definire il parametro V_{s30} per la classificazione sismica dei suoli (in accordo al D.M. 14.01.2008) e successivi aggiornamenti.

Il piano di indagini ha previsto la realizzazione di n°1 misura di microtremore sismico ambientale e di n°1 stendimento SASW/MASW per il calcolo del parametro V_{s30} . In quanto segue si illustrano ed analizzano i risultati ottenuti.

2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata mediante TROMINO®, dotato di:

- 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ± 1.5 mm/s ~)
- 3 canali velocimetrici per la registrazione di vibrazioni forti (fino a ± 5 cm/s ~)
- 3 canali accelerometrici per monitoraggio di vibrazioni
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione)
- ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

TROMINO® opera nell'intervallo di frequenze 0.1 - 1024 Hz su tutti canali (fino a 32 kHz su 2 canali) con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.

3. CENNI TEORICI SULLA CURVA DI DISPERSIONE DA INDAGINE PSEUDO-MASW

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multi-modale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo SWM (surface waves multichannel) è una curva apparente derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione, e che per i limiti indotti dal campionamento non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

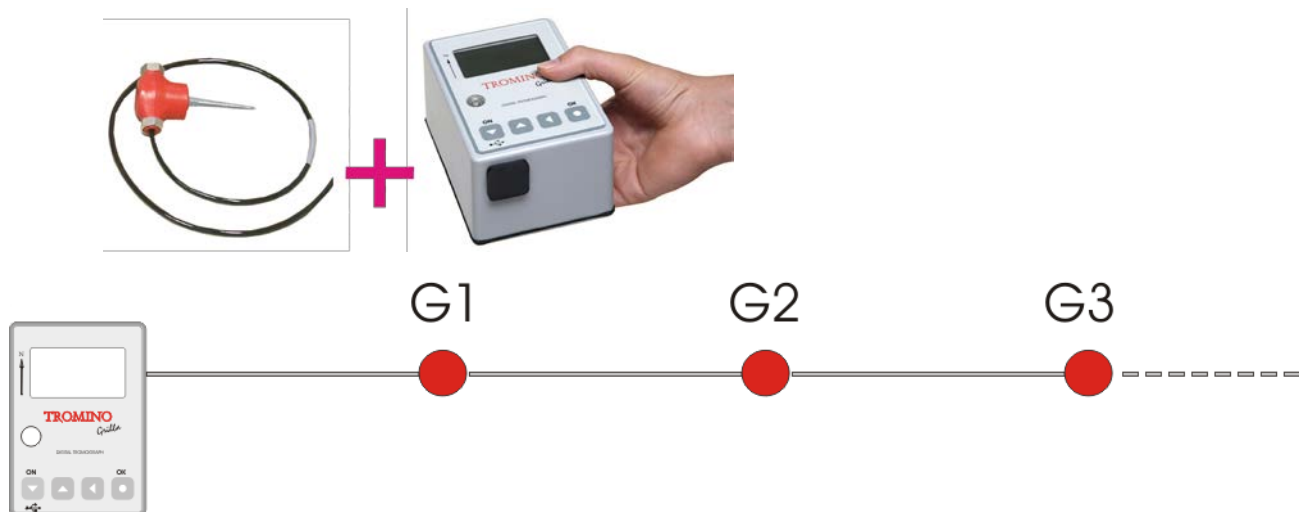


Figura 2: Esempio di dispiegamento del sistema TROMINO® - cavo trigger con geofono. I punti di energizzazione coincidono con G1, G2, G3...

L'indagine di tipo SASW / MASW viene effettuata dal software *Grilla* all'interno del modulo Dispersion curves.

4. ANALISI DELLE MISURE DEL MICROTREMORE SISMICO PASSIVO ED ATTIVO

L'indagine è stata svolta eseguendo n°1 misure di microtremore sismico ambientale a stazione singola. Il report dettagliato delle misure è riportato in allegato.

Il picco fondamentale è quello compreso tra 16-18 Hz ed è riferibile alla presenza delle litologie di tipo conglomeratico che caratterizzano il substrato per alcune decine di metri.

Dal punto di vista applicativo i picchi a più alta frequenza sono totalmente trascurabili.

Col grafico degli “*SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI*” è possibile valutare un eventuale inversione di velocità sismica nei terreni. Tale caratteristica risulta evidente quando la curva delle componenti verticali (Up-Down) si mantiene stabilmente al di sopra delle componenti verticali.

Nel caso in esame non si rilevano significative inversioni di velocità.

Il *fit* vincolato della curva H/V per produrre profili di Vs e stima del Vs30 è basato su onde di superficie (Rayleigh e Love) a partire da modelli di sottosuolo inseriti dall'utente in prima ipotesi e successivamente congiunto alla *CURVA DI DISPERSIONE* degli spettri di velocità di fase delle onde di superficie proveniente da indagini in array attive di tipo SASW (e cioè MASW usando un solo canale per volta).

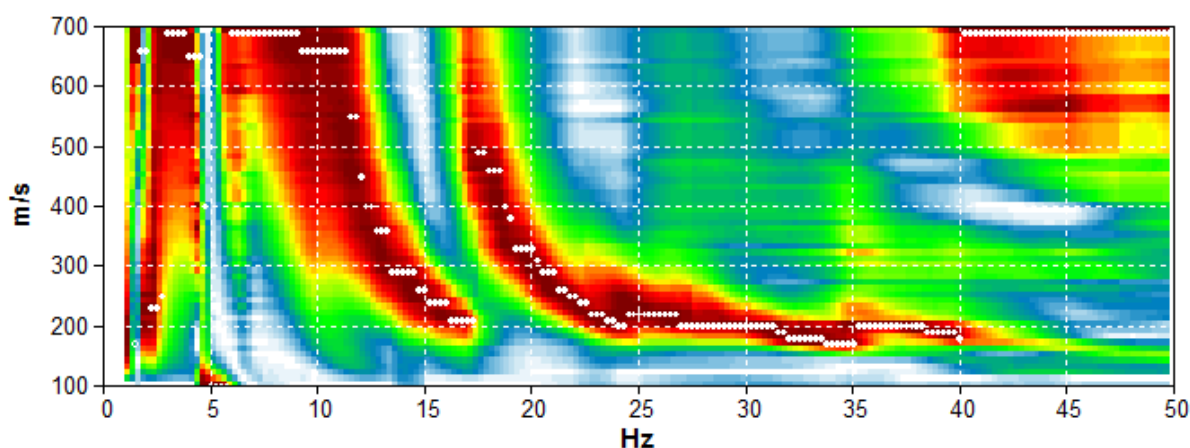


Figura 5: report dell'indagine *SAWS MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE*

5. CLASSIFICAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SECONDO QUANTO PREVISTO NELLA TABELLA 3.2.II DELLE NTC

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, in particolare l'articolo 2 comma 1 di detta ordinanza cita che "...le regioni...provvedono sulla base dei criteri generali di cui all'allegato 1, all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche.

La Regione Piemonte, con D.G.R. 19/01/2010, 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)*, pone il comune di Fossano nella Zona sismica 3.

Il D.M. 14.1.2008, in accordo con la ridetta Ordinanza n. 3274 2003 propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

5.1. Profilo di velocità e valutazione del V_{s30}

Per la determinazione della V_{s30} si applica alla lettera quanto prescritto dal paragrafo 3.2.2 delle NTC "ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità"

Categoria 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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

5.2. Calcolo fattore di amplificazione topografica (S_T)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Sulla base delle predette tabelle il sito in oggetto ricade nelle seguenti categorie:

- Categoria topografica **T1** – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ Sul pendio **$S_T = 1,0$**

5.3. Calcolo del periodo fondamentale T_1 e dell'inerzia della struttura (Khk)

Al fine di determinare i parametri che influiscono nel calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione, si è poi provveduto a valutare anche il periodo fondamentale T_1 che può essere associato alla struttura in progetto, poiché è competenza specifica del progettista strutturista tale valutazione è da considerarsi valida solamente per una stima in via approssimativa.

Per costruzioni ordinarie e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, il periodo fondamentale T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la tabella seguente:

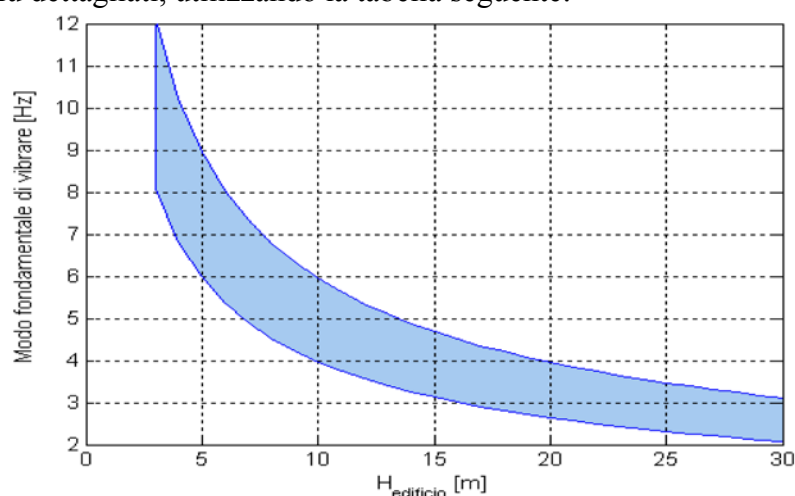


Figura 6: relazione tipica tra l'altezza dell'edificio (c.a.) ed il modo flessionale (Masi et al., 2007)

In fase di progettazione si dovrà valutare il modo flessionale della struttura e verificare che il periodo fondamentale T_1 per la tipologia di strutture in oggetto si discosti significativamente dal picco principale di risonanza, misurato direttamente sul terreno con il Tromino®.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati della prova sismica abbinando la metodologia HVSR e pseudo MASW realizzata in Fossano, Loc. Santa Lucia, ove sono previsti interventi edilizi, ha evidenziato un valore del parametro V_{s30} di 379 m/s, corrispondente ad un suolo di classe sismica "B"

ALLEGATO

- ❑ Misura di microtremore ambientale
- ❑ Spettri di velocità di fase dell'onda (Rayleigh) e curva di dispersione

FOSSANO_SANTA_LUCIA, TR1

Strumento: TEN-0024/01-07

Inizio registrazione: 10/04/12 16:19:12 Fine registrazione: 10/04/12 16:40:26

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRIG+ TRIG-

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h21'12".

Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 256 Hz

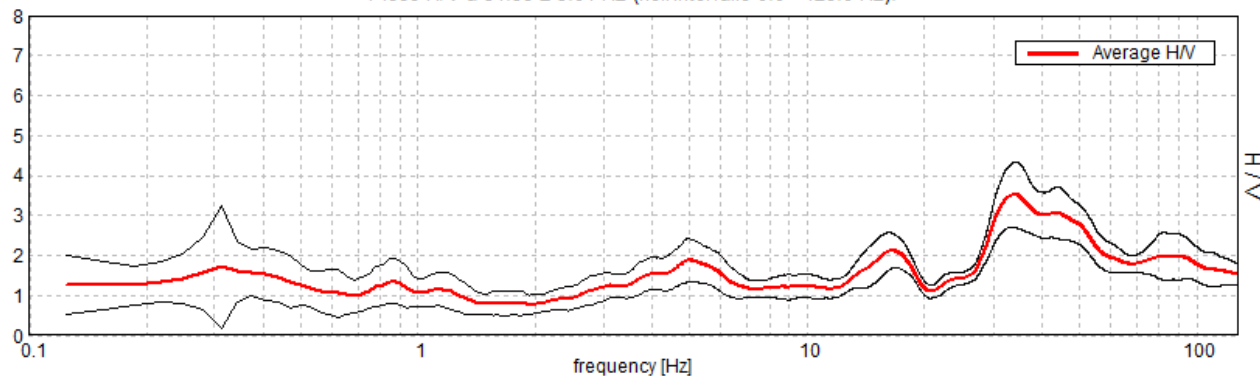
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

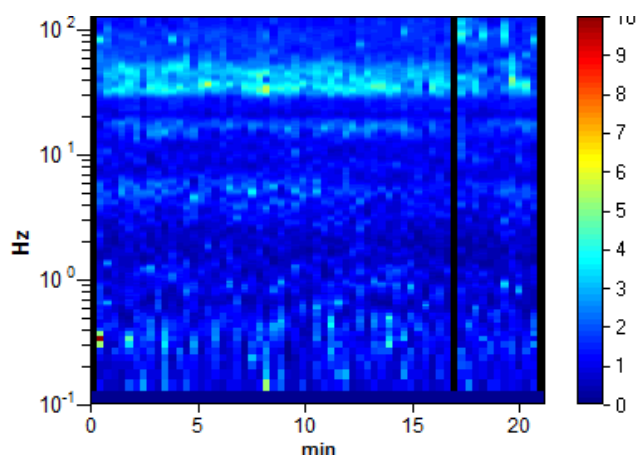
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

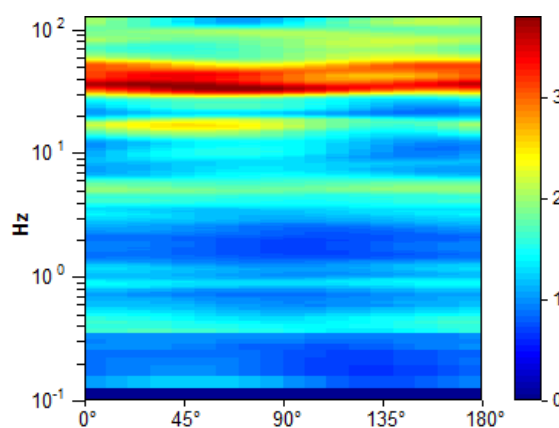
Picco H/V a 34.38 ± 3.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



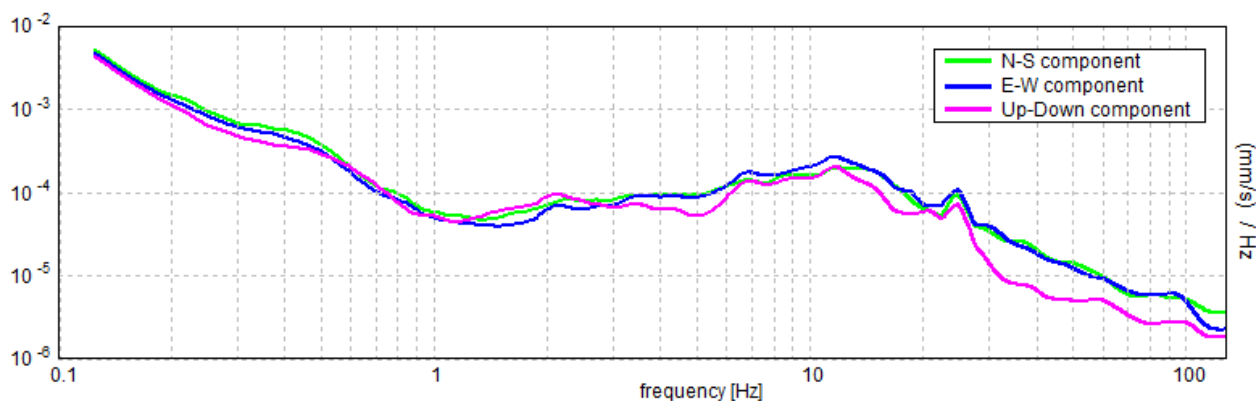
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

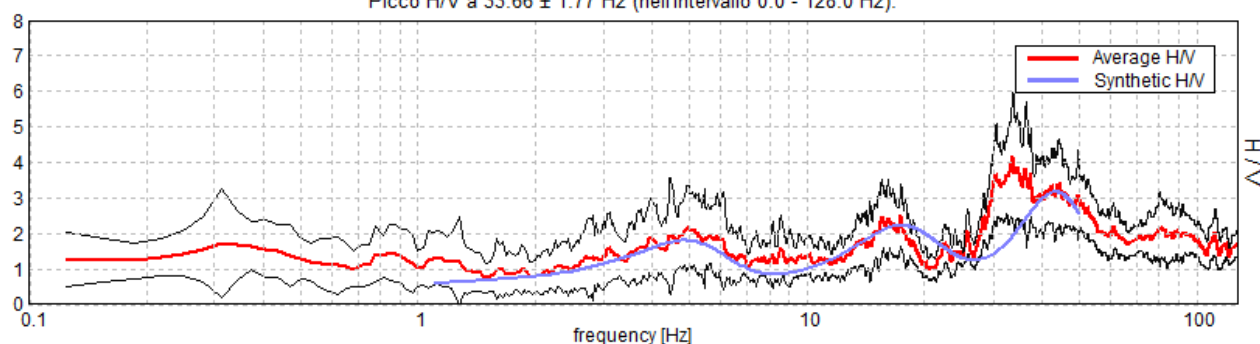


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



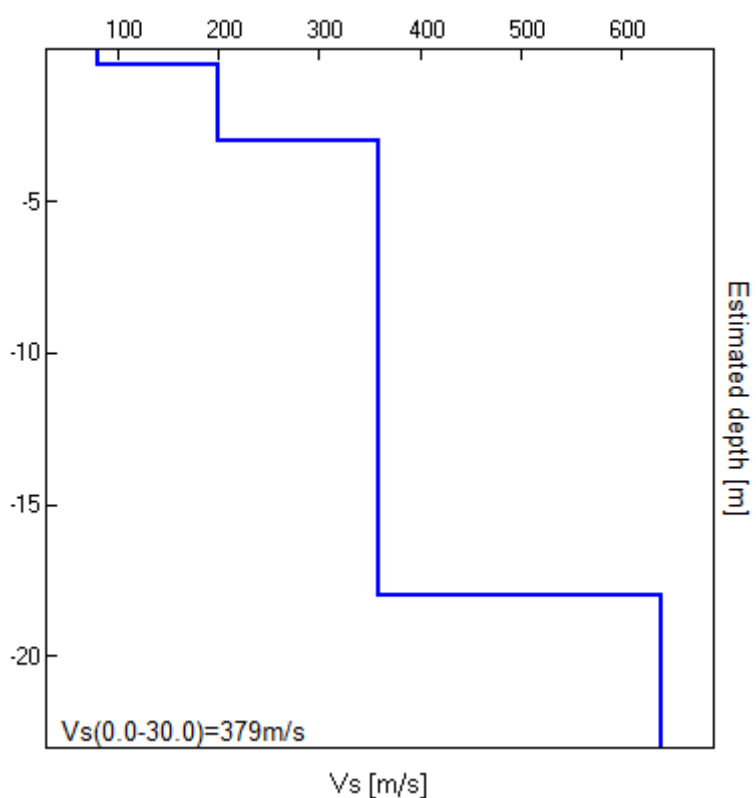
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 33.66 ± 1.77 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	80	0.35
3.00	2.50	200	0.35
18.00	15.00	360	0.35
inf.	inf.	640	0.35

$V_s(0.0-30.0)=379\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 34.38 ± 3.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$34.38 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$41250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1651	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	27.531 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	100.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.51 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04383 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.50662 < 1.71875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4086 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FOSSANO_SANTA_LUCIA, [Z] MASW 2 X 20 M

Inizio registrazione: 10/04/12 16:41:20 Fine registrazione: 10/04/12 16:47:16

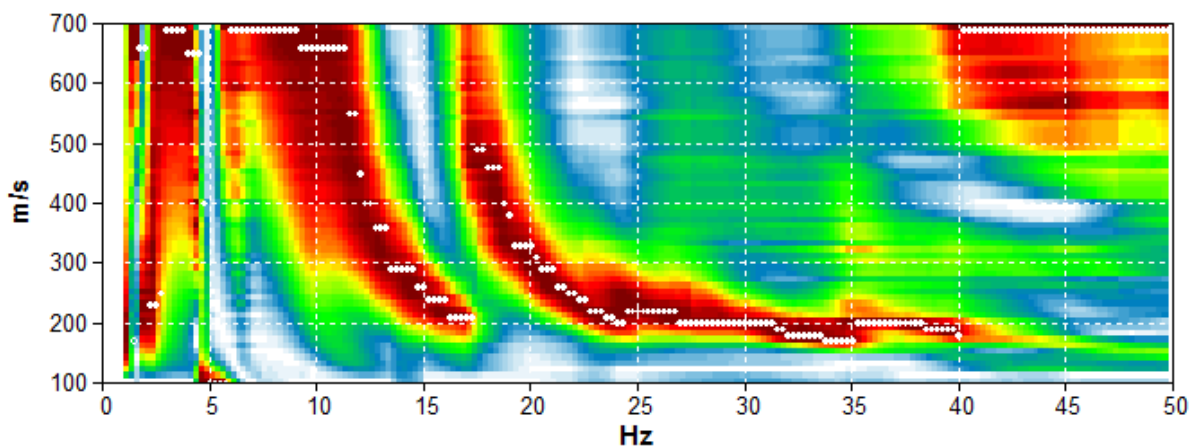
Durata registrazione: 0h02'19".

Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
; B10

Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI

VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)

TEL. 0172634998 – 3386652823

PART. IVA: 03138070044

C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

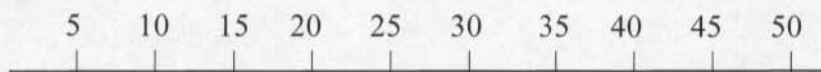
- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica $\varnothing = 51$ mm

Prova n° 1 Data 19/04/2013 Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente: Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori: Bessone/ Balsamo

Colpi/piede



30	
60	
90	
120	***
150	*****
180	*****
210	*****
240	*****
270	*****
300	*****
330	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA
BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 2

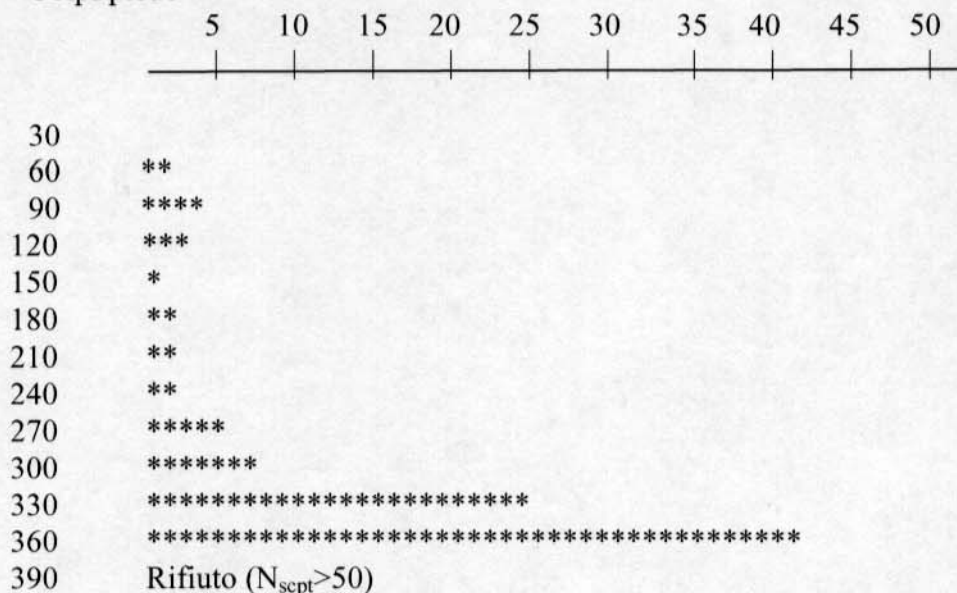
Data 19/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede



Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 3

Data 19/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90										
120										
150										
180	**									
210	****									
240	*****									
270	*****									
300	*****									
330	*****									
360	*****									
390	*****									
420	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 4

Data 19/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia
Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30	*									
60	**									
90										
120										
150	*****									
180	**									
210	*									
240	*									
270	*****									
300	*****									
330	*****									
360	*****									
390	*****									
420	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica $\varnothing = 51$ mm

Prova n° 6

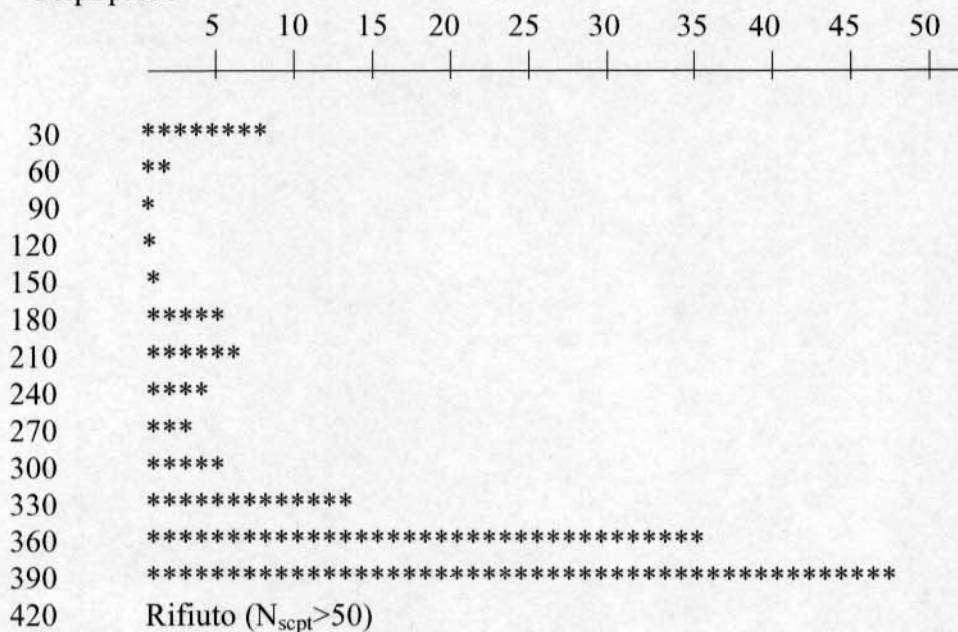
Data 18/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede



Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 5 Data 18/04/2013 Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia
Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30	**									
60	*									
90										
120										
150	****									
180	**									
210	*									
240	*									
270	*****									
300	*****									
330	*****									
360	*****									
390	*****									
420	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata.

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 7

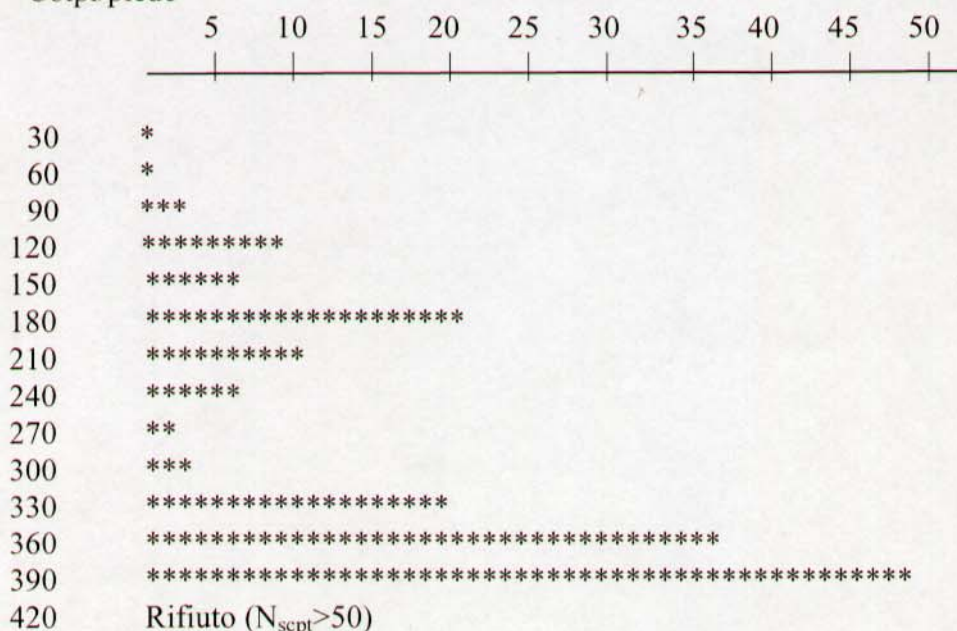
Data 18/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede



Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica $\varnothing = 51$ mm

Prova n° 8

Data 18/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia
Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90										
120	*****									
150	*****									
180	*****									
210	*****									
240	*****									
270	****									
300	*****									
330	*****									
360	*****									
390	*****									
420	Rifiuto ($N_{sept} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA
BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 9

Data 18/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90										
120										
150										
180										
210	***									
240	*****									
270	*****									
300	*****									
330	****									
360	*****									
390	*****									
420	*****									
450	*****									
480	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 10 Data 18/04/2013 Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90	*									
120	*									
150	*									
180	*****									
210	*****									
240	*****									
270	*****									
300	*****									
330	*****									
360	*****									
390	*****									
420	*****									
450	*****									
480	*****									
510	Rifiuto ($N_{\text{sept}} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI
VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)
TEL. 0172634998 – 3386652823
PART. IVA: 03138070044
C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica $\varnothing = 51$ mm

Prova n° 11 **Data** 18/04/2013 **Località** Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90										
120										
150										
180										
210	***									
240	****									
270	***									
300	***									
330	***									
360	****									
390	*****									
420	*****									
450	*****									
480	*****									
510	Rifiuto ($N_{\text{sept}} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA – BESSONE dr. PIERGIOVANNI – Via Fiume 2/B, FOSSANO

GEOLOGIA E GEOTECNICA

BESSONE DOTT. PIERGIOVANNI

VIA FIUME 2/B 12045 FOSSANO (CN)

TEL. 0172634998 – 3386652823

PART. IVA: 03138070044

C.F.: BSS PGV 50A27 F351B

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Penetrometro:

- Massa battente = 73.50 Kg
- Altezza caduta = 75 cm
- Punta conica Ø = 51 mm

Prova n° 12

Data 18/04/2013

Località Fossano, PEC 62 Via del Lucchetto – Via Santa Lucia

Committente Botta, Bottero Chiappella, Costamagna, Dompè, Marocco, Ferrero, Martina, Giuggia

Operatori Bessone/ Balsamo

Colpi/piede

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
30										
60										
90	**									
120	****									
150	*****									
180	*****									
210	*****									
240	*****									
270	*****									
300	****									
330	****									
360	****									
390	*****									
420	*****									
450	*****									
480	*****									
510	Rifiuto ($N_{spt} > 50$)									

Falda acquifera: non riscontrata

Quota altimetrica inizio prova: quota p.c.

GEOLOGIA E GEOTECNICA – BESSONE dr. PIERGIOVANNI – Via Fiume 2/B, FOSSANO