DOTT. GEOL. CARMINE BONVINO
studio tecnico di geologia e
diagnosi ambientale
16149 Genova via Cantore, 8 int Q

Geologia
Geotecnica
Elettromagnetismo
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

approfondimenti sismici e geotecnici

Oggetto:
Lavori di costruzione di centrale idroelettrica ad acqua fluente con tre opere di presa, una cabina di media tensione e locale turbine e generatori.

Localizzazione:
Zanoni e Prato Sopralacroce – Comune di Borzonasca (GE)

Contenuto:
Approfondimenti sulla sismica e sulla geotecnica

Committente:
Manifattura del Turchino s.p.a.
Piazza della Vittoria 4/7 – 16121 Genova
P.IVA 00572310100

Data
22 novembre 2013



N° lavoro
729/G/13

Revisione
00

INDICE

1 - Premessa *3*

2 – Localizzazione *3*

3 – Indagini sismiche *4*

3.1 – Indagini sismiche attive (M.A.S.W.) 4

3.2 – Indagini sismiche passive 5

4 – Stratigrafia *6*

5 – Parametri geotecnici 7

6 – Caratterizzazione sismica del suolo *8*

7 – Conclusioni *8*

1 - Premessa

La presente relazione riporta i risultati di studi di approfondimento di carattere sismico e geotecnico effettuati nell'area interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente in località Zanoni, nel Comune di Borzonasca.
Questo elaborato è stato redatto dallo scrivente studio tecnico, incaricato dalla società Manifattura del Turchino SpA proponente del progetto in esame.
Con riferimento al suddetto progetto sono state a suo tempo presentate le relazioni geologiche e idrogeologiche attualmente agli atti degli uffici competenti.
Gli approfondimenti riportati di seguito riguardano prevalentemente la classificazione sismica e l'affinamento di alcuni parametri geotecnici.

2 – Localizzazione

Il territorio in esame si colloca nella parte nord – orientale della provincia di Genova, a poca distanza dal confine con la provincia di Parma ed è raggiungibile percorrendo la S.P. 586 che da Carasco sale verso Borzonasca e da qui proseguendo lungo la S.P. 49 che sale verso il paese di Revena.
Per quanto riguarda le opere costituenti l'impianto idroelettrico in progetto, l'ubicazione specifica è determinata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Opere di presa:
  - Rio Storto: Latitudine N 44°27'19''
    Longitudine E 03°01'41''
  - Fosso Ceresole Latitudine N 44°27'13''
    Longitudine E 03°01'31''
  - Fosso Poragine Latitudine N 44°27'01''
    Longitudine E 03°01'07''
- Centrale Latitudine N 44°26'51''
  Longitudine E 03°01'33''

Nel progetto è prevista anche la costruzione di una cabina elettrica di media tensione che verrà posizionata sui mappali 703-704 del foglio 61 comune di Borzonasca.

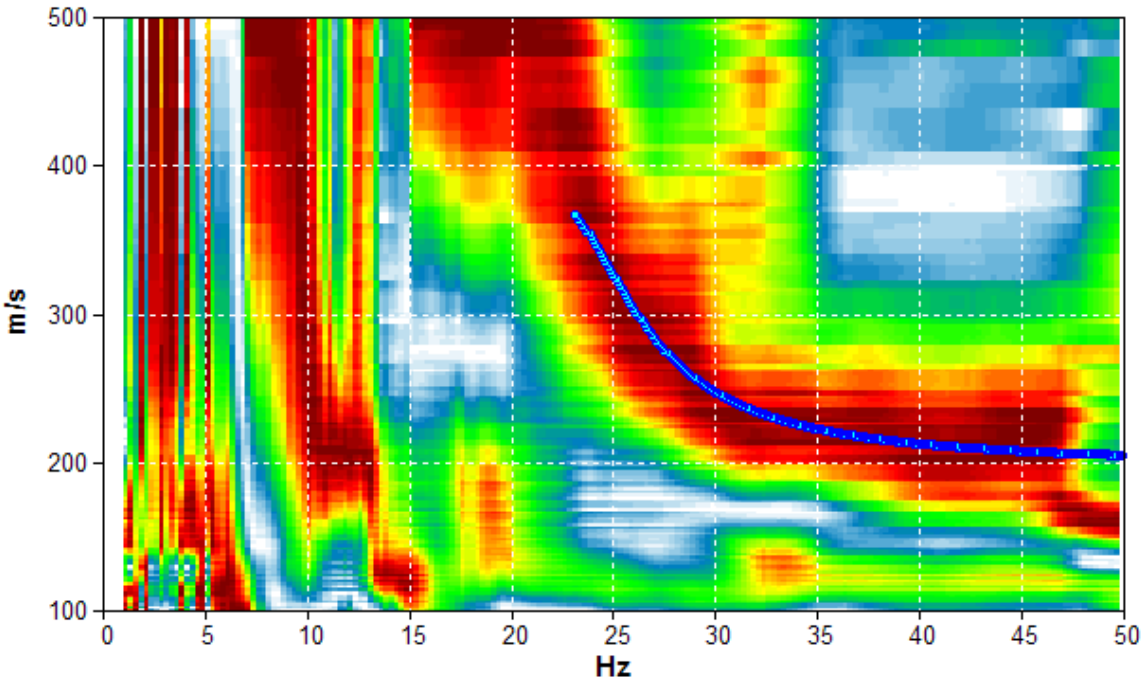
3 – Indagini sismiche

Lo scrivente ha effettuato una campagna di indagini di sismica attiva e passiva mediante l'utilizzo di uno strumento per la registrazione sismica a stazione singola (Tromino): è stata effettuata una stesa attiva M.A.S.W ed alcune misure passive H/V (metodo Nakamura) al fine di individuare una attendibile stratigrafia del terreno nelle zone di interesse. La MASW è stata effettuata sul sito che ospiterà la centrale vera e propria data la buona idoneità dell'area a ricevere tale tipologia di indagine, ampia e pianeggiante. Le H/V (Nakamura) di carattere più puntuale sono state effettuate oltre che a Zanoni anche sui siti che ospiteranno le strutture di presa e la cabina elettrica.

3.1 – Indagini sismiche attive (M.A.S.W.)

E' stata realizzata una stesa sismica di lunghezza pari a 24 metri con un intervallo di 3 metri tra le energizzazioni. Il segnale registrato è stato poi analizzato attraverso software. E' stato dunque ricavato il grafico seguente che rappresenta un modello della curva di dispersione dello spettro di velocità di fase dell'onda di Rayleigh, ottenuta mediante un processo di inversione.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.60	3.60	215	0.35

inf.	inf.	510	0.35

Vs(0.0-30.0)=438m/s

Da questi dati si ottiene, per il primo strato, una velocità delle onde S di circa 215 m/s, ed una profondità di circa 3,6 metri. Mentre per il secondo strato abbiamo una velocità superiore ai 500 m/s.

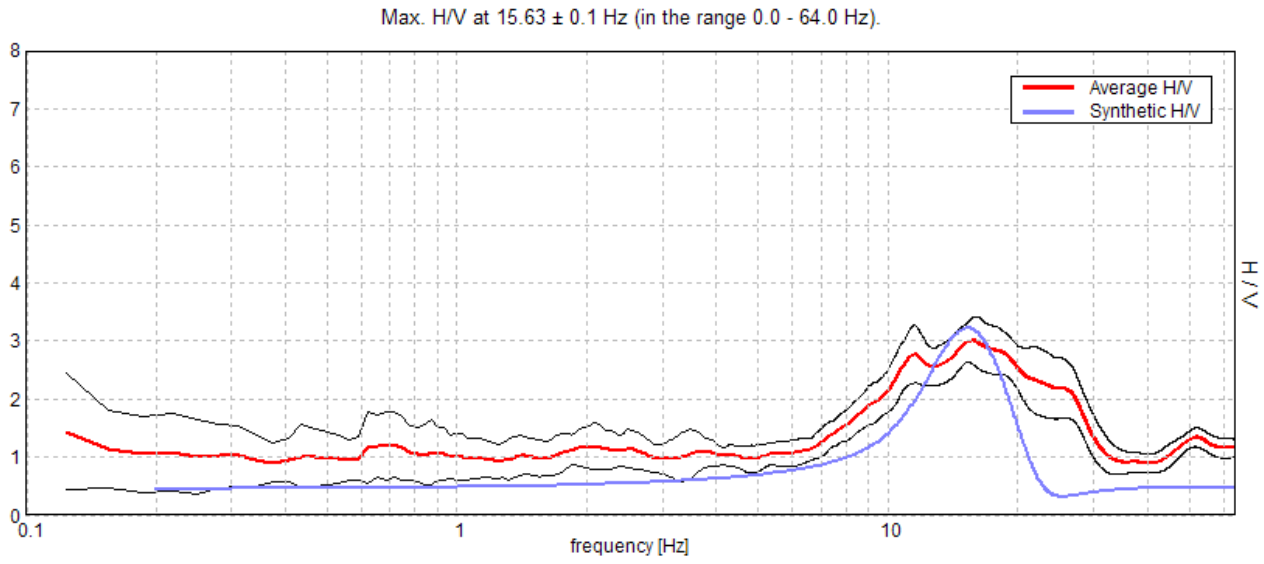
3.2 – Indagini sismiche passive

Le indagini di sismica passiva effettuate hanno permesso di ottenere la frequenza di risonanza del terreno e di determinare la velocità delle onde S entro i primi trenta metri di profondità (V_{S30}). (qui di seguito si riporta quella effettuata a Zanoni, le altre hanno presentato Vs30).

Sul terreno, è stato misurato il noise ambientale per un intervallo di tempo pari a dieci minuti. Il segnale così registrato è stato poi analizzato attraverso un software specifico facendo l'analisi H/V degli spettri. Grazie a questo tipo di analisi è stato ricavato il grafico seguente che, come si vede dalla figura, indica la frequenza dell'onda sismica che viene amplificata dal terreno, ovvero la frequenza di risonanza propria del terreno stesso; in questo caso siamo in presenza di un picco principale molto ampio.

Frequenza di risonanza principale del terreno = circa 15,6 Hz

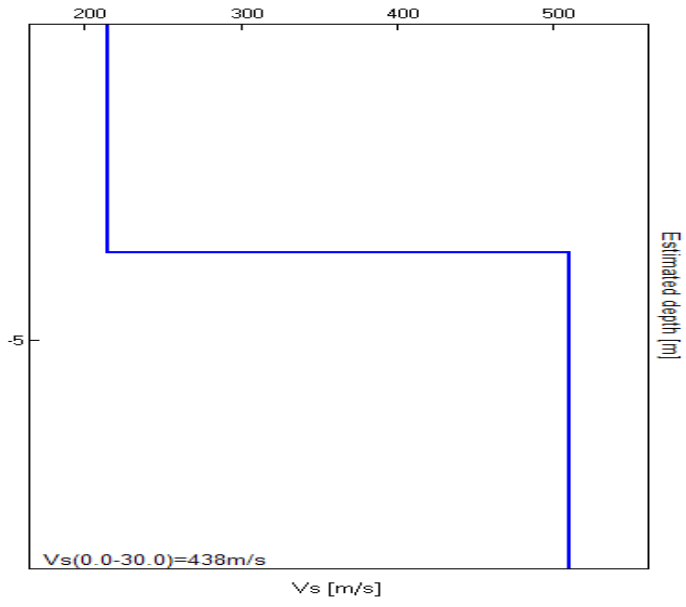
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



I risultati ottenuti, perfettamente sovrapponibili con i valori ottenuti con la prova attiva, ci indicano la presenza di due principali strati a differente velocità di onde S, con limiti tra essi molto accentuati:

Un primo strato a velocità bassa (215 m/s) costituito da terreno vegetale e coltre caratterizzata da ghiaie e sabbie (alluvioni) ed un secondo strato costituito dal substrato roccioso marnoso con velocità delle onde S a partire da 500 m/s e crescenti con la profondità. L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire anche il profilo di velocità delle onde S in sottosuolo e di ricavare la V_{S30} propria del sito. Nella figura seguente è riportato il profilo di velocità delle onde di taglio ricostruito per il sito in esame; da questo è stata determinata una V_{S30} intorno ai 438 m/s che si ritiene essere rappresentativa del sito in esame.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.60	3.60	215	0.35
inf.	inf.	510	0.35
	Vs(0.0-30.0)=438m/s		



4 – Stratigrafia

Stratigrafia sul sito Zanoni

- Coltre: costituita sia da depositi eluvio-colluviali che da depositi alluvionali, spessore compreso tra 3 e 4 metri.
- Roccia alterata: spessore circa 1 metro.
- Roccia integra (marne): collocata sotto al cappellaccio.

Stratigrafia sulle opere di presa

- Coltre: costituita da depositi alluvionali, spessore compreso tra 50 e 150 cm.
- Roccia alterata (cappellacio): spessore circa 1 metro.
- Roccia integra: collocata sotto al cappellaccio.

5 – Parametri geotecnici

I parametri sotto descritti possono essere adottati per tutti i siti in esame.

Coltre (valori medi):

1. Peso di volume (γ): 1,7 t/m^3
2. Angolo di attrito efficace (ϕ'): 30°
3. Coesione: 0,05 kg/cm^2
4. Q_{AMM}: 4,00 kg/cm^2 (Terzaghi per fondazione nastriforme L 150 cm, profondità posa cm 200)
5. Modulo elastico (E) 150 (Kg/cm^2)
6. Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 4,80 (Kg/cm^3) (Terzaghi per fondazione nastriforme L 150 cm, profondità posa cm 200)

Roccia di substrato (marne) (valori medi):

1. Peso di volume (γ): 2,2 t/m^3
2. Angolo di attrito (ϕ): 32°
3. Coesione: 0,6 kg/cm^2
4. Q_{AMM}: 14,47 kg/cm^2 (Terzaghi per fondazione nastriforme L 150 cm, profondità posa cm 200)
5. Modulo elastico (E) 90.000 (Kg/cm^2)
6. Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 17.37 (Kg/cm^3) (Terzaghi per fondazione nastriforme L 150 cm, profondità posa cm 200)

Schema geotecnico:

Piano campagna orizzontale alla quota 0,0 di riferimento locale

Falda: assente

Terreno di fondazione unità A/B

Volume significativo unità A/B

6 – Caratterizzazione sismica del suolo

Frequenza di risonanza principale del terreno = circa **15,6 Hz**

La combinazione delle indagini sismiche attive e passive effettuate hanno individuato una Vs30 pari a circa 438 m/s, di conseguenza, il suolo di fondazione risulta essere di **categoria B**.

Il coefficiente topografico del sito in esame è quello della categoria **T1**, ovvero il caso di superfici pianeggianti o pendii con inclinazione media minore di 15°.

Vita nominale dell'opera è assunta pari a **50 anni**.

La classe d'uso in questione è la **II**: "Costruzioni con normali affollamenti senza funzioni pubbliche e sociali essenziali".

Valore di accelerazione massima orizzontale del terreno di fondazione per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV è:

$$a_{max\ (SLV)} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1.489\ m/s^2$$

Coefficienti sismici orizzontale e verticale K_h e K_v:

$K_{h\ (SLV)}$ = 0.036

$K_{v\ (SLV)}$ = ± 0.018

7 – Conclusioni

I dati sopra riportati andranno utilizzati come supporto alla progettazione strutturale dei vari manufatti. Non è emerso alcun fattore negativo che possa sconsigliare la realizzazione delle varie opere. Si raccomanda attenzione agli effetti di sifonamento sulle fondazioni delle opere di presa in alveo.

Genova, 22 novembre 2013

Il geologo
Dott. Geol. Carmine Bonvino

