

**Regione Autonoma Valle D'Aosta
Region Autonome Vallée D'Aoste**

Comune di

COURMAYEUR

N. Rif. 004

**RELAZIONE GEOLOGICA
E PERIZIA GEOTECNICA
PER LA REALIZZAZIONE DI UNA TENSOSTRUTTURA IN CARPENTERIA
METALLICA DI PERTINENZA DELL'EX HOTEL DELL'ANGE**

COMMITTENTE:

Amministrazione Comunale

Giugno 2016

J E A N - M A R I E C R O T T I g e o l o g o

Via Colle del Gigante, 13/A - 11013 Courmayeur -AO- tel - fax 39 0165 869795 cell. 347 8689340 P.IVA 01063730079

email: jeanmariecrotti@libero.it – PEC: jeanmariecrotti@epap.sicurezzaapostale.it

INDICE

1. Premessa.....	2
2. Descrizione degli interventi in progetto	3
3. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito	4
4. Verifica della sicurezza e delle prestazioni	6
4.1. Indagini geotecniche	6
4.1.1. Indagini geofisiche	7
4.1.2 Parametri geotecnici dei depositi quaternari.	13
5. Conclusioni.....	14

Allegati

Documentazione fotografica

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Courmayeur, ho eseguito un'indagine geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione di una tensostruttura in carpenteria metallica di pertinenza dell'ex Hotel Ange.

Il presente studio analizza le problematiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche che insistono sul territorio oggetto della progettazione, descrive il modello geologico e geotecnico dell'area e propone alcuni accorgimenti tecnici volti ad adeguare gli interventi alle caratteristiche geologiche del sito.

L'esame dell'ambiente geomorfologico e gli approfondimenti geologico-tecnici eseguiti in passato in terreni limitrofi a quello in esame hanno permesso di definire, in accordo con quanto emerso dai rilievi e dalle indagini geofisiche eseguite in prossimità del terreno in esame, la stratigrafia dei terreni coinvolti dall'intervento e quantificare, per analogia con materiali simili, le proprietà geotecniche della coltre quaternaria e la relativa compatibilità dell'insieme opera-terreno.

La presente relazione, oltre a descrivere la natura geologico-tecnica ed idrogeologica dell'area in esame, valuta la coerenza delle opere in progetto con i vincoli legislativi esistenti, con particolare attenzione a quanto disposto da:

~ Norme tecniche per le costruzioni:

D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i. "Principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità".

~ Circolare n° 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:

Circolare del 2 febbraio 2009 e s.m.i. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

~ Indagini sui terreni e sulle rocce:

D.M. 11/03/1988 (G.U. n° 127 del 01/06/1988) " 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 ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione" e Legge 2 febbraio 1974 n° 64.

~ Urbanistica e pianificazione territoriale:

Legge Regionale 6 aprile 1998 n° 11 e s.m.i. "Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta", artt. 35, 36 e 37.

~ Organizzazione delle attività regionali di protezione civile:

Legge Regionale 18 gennaio 2001 n° 5 e s.m.i. "Definizioni e disposizioni generali per le attività di protezione civile".

2. Descrizione degli interventi in progetto

L'intervento edilizio insiste in località capoluogo e consiste nella realizzazione di una tensostruttura in carpenteria metallica.

Per una descrizione degli interventi più dettagliata si rimanda alle tavole progettuali.

Nella seguente corografia è stato evidenziato il territorio sul quale vertono gli interventi, sulla base di uno stralcio della carta CTRN dell'Archivio Cartografico della Regione Valle d'Aosta.

CARTA TECNICA REGIONALE DELLA VALLE D'AOSTA

Archivio topocartografico della Regione Valle d'Aosta

Edizione 1989, foglio n° 4274

Elemento della CTRN ceduto in data 28.09.04 con autorizzazione n° 822



 Ubicazione del sito d'intervento

3. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito

L'area oggetto di studio, situata alla quota di circa 1.235 metri s.l.m., è ubicata in corrispondenza del limite sedimentario eteropico che definisce il contatto tra i sedimenti alluvionali depositi rispettivamente dal torrente di Tsapy e da quello di Verrand.

Le formazioni superficiali evidenziano la presenza di una sequenza sommitale con al tetto i prodotti colluviali creati dal rimodellamento s.l. nei quali la pedogenesi ha prodotto la formazione di un suolo potente circa 50 cm. Più in profondità sono invece riconoscibili i materiali di origine alluvionale s.s, con scheletro prevalente e matrice sabbioso-limosa. Localmente è inoltre presente una coltre epidermica di materiali di riporto sciolti.

La tessitura del deposito è visibile lungo alcuni limitati tagli di pendio ed evidenzia la classica associazione di ciottoli e blocchi di varia pezzatura immersi in un materasso sabbioso-ghiaioso e/o sabbioso-limoso. La matrice della formazione si presenta ubiquitariamente sciolta, ma nel complesso il sedimento è caratterizzato da una curva granulometrica sufficientemente gradata.

Le caratteristiche geologico-tecniche dei materiali quaternari variano in maniera rilevante a secondo dell'area esaminata, perché la tessitura del materasso alluvionale muta notevolmente da punto a punto in relazione ai differenti episodi alluvionali che si sono succeduti ed alle relative aree d'interesse.

La caratterizzazione idrogeologica del sito è influenzata positivamente dall'azione drenante dei materiali permeabili che costituiscono il materasso sedimentario, la circolazione idrica sotterranea si può quindi supporre essere caratterizzata da un deflusso diretto parallelo alle linee di massima pendenza, con eventuali falde sospese stagionali in cui la circolazione idrica è influenzata dalle diverse caratteristiche dei terreni alluvionali attraversati.

La naturale dinamica fluviale dell'area è regolata da numerose gradonature e opere d'ingegneria fluviale, pertanto il sito non è ricompreso nelle aree a rischio di alluvioni.

Dal punto di vista geologico-tecnico il terreno sul quale si vuole intervenire non evidenzia peculiarità che possano far presupporre ad importanti fenomeni d'instabilità, né in atto né latenti, tali da giustificare interventi di bonifica o il consolidamento sistematico del sito. Occorre tuttavia rimarcare la necessità di un approccio progettuale cautelativo capace di inibire la formazione di cedimenti differenziali, poiché le fondazioni della tensostruttura insistono su sedimi eterogenei.

Dal punto di vista strutturale l'area in esame poggia su di una ossatura tettono-stratigrafica estremamente complessa, interessata dai numerosi sovrascorrimenti che mettono in contatto le zone Elvetiche-Ultraelvetiche con le zone Interne del massiccio del Monte Bianco.

4. Verifica della sicurezza e delle prestazioni

La progettazione geotecnica imposta dalle NTC si basa sul metodo degli stati limite e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Esistono tuttavia alcune eccezioni finalizzate a consentire, nel caso di ridotta pericolosità sismica del sito e di costruzioni di minore importanza sia in termini di progettazione che in termini di destinazione d'uso, la tradizionale verifica alle tensioni ammissibili.

Fanno dunque eccezione all'imposizione citata le costruzioni di tipo 1 ($VN \leq 10$ anni) e tipo 2 ($50 \text{ anni} \leq VN < 100 \text{ anni}$) e Classe d'uso I e II, purché localizzate in siti ricadenti in Zona 4. Per esse è ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili (es. D.M. 11-03-88 per opere e sistemi geotecnici).

L'opera in progetto ricade in zona sismica 3, la progettazione potrà quindi fondarsi unicamente sul metodo degli stati limite mediante l'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

4.1. Indagini geotecniche

Le indagini devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente dalla costruzione dell'opera o che influenza l'opera stessa. Il volume significativo ha forma ed estensione diverse a seconda del problema in esame e deve essere individuato caso per caso, in base alle caratteristiche dell'opera e alla natura e caratteristiche dei terreni. Nel caso di costruzioni o d'interventi di modesta rilevanza (NTC- §7.2.2.), che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e sulle scelte progettuali.

La caratterizzazione geotecnica del volume significativo è stata desunta sia sulla base del modello geologico ricostruito che in funzione dei risultati della campagna d'indagini geofisiche eseguite in prossimità del terreno in esame, in un contesto

geologico-stratigrafico del tutto comparabile. A seguire si riportano gli elementi indispensabili alla progettazione, in funzione di quanto richiesto dalla normativa (Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 paragrafo 3.2.2. tabella 3.2.II).

4.1.1. Indagini geofisiche

L'obiettivo dell'indagine era molteplice e riguardava la definizione del V_{S30} , per la classificazione sismica dei suoli di fondazione, e la restituzione bidimensionale delle superfici di rifrazione, così da permettere la definizione dei diversi rapporti tra le discontinuità litostratigrafiche presenti in sito.

In accordo con il progettista, sono state quindi realizzate:

- a) una prova MASW in onde di taglio;
- b) una sismica a rifrazione in onde di compressione.

I risultati delle indagini definiscono quanto segue:

MASW:

Secondo la normativa sismica vigente (Ordinanza 3274/2003 e D.M. 14/01/2008), il Comune di Courmayeur ricade in zona 3. Le coordinate geografiche assolute del punto di riferimento del profilo MASW per il calcolo del V_{S30} sono state:

- 45°47'10.40" Latitudine
- 6°58'19.33" Longitudine

Pertanto i parametri rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto sono:

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.033	2.418	0.205
50	0.042	2.452	0.229
72	0.051	2.429	0.243
101	0.059	2.468	0.254

140	0.068	2.460	0.262
201	0.080	2.484	0.266
475	0.114	2.452	0.278
975	0.150	2.432	0.286
2475	0.205	2.457	0.300

La normativa individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna (V_{S30}) e viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Suolo	Descrizione geotecnica	V_{S30} (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
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 $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	360+800
C	Depositati 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_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	180+360
D	Depositati 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_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	<180
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).	-
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

Classificazione del tipo di suolo secondo la vigente normativa sismica italiana.

I dati acquisiti sono stati elaborati per ricercare la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh (Fig. 1). L'inversione numerica di tale curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo (Fig. 2 e Tab. 3).

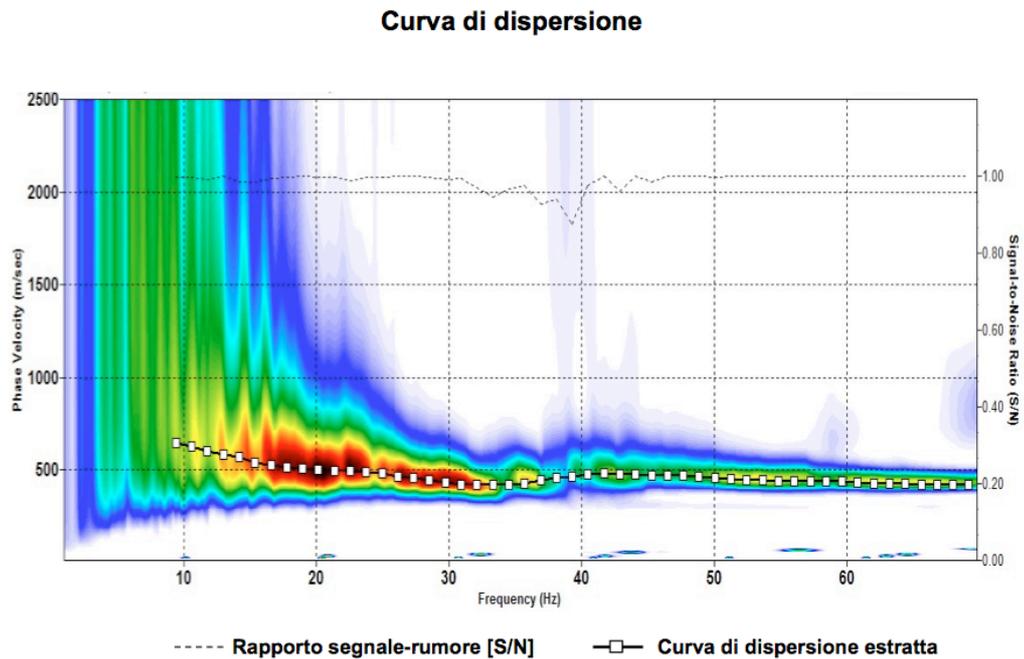


Figura 1 – Curva di dispersione ricavata per l'area oggetto di studio.

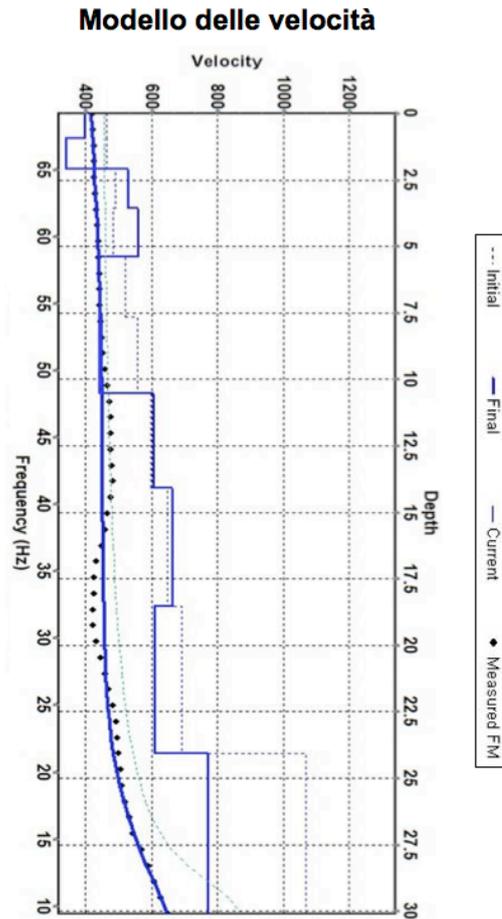
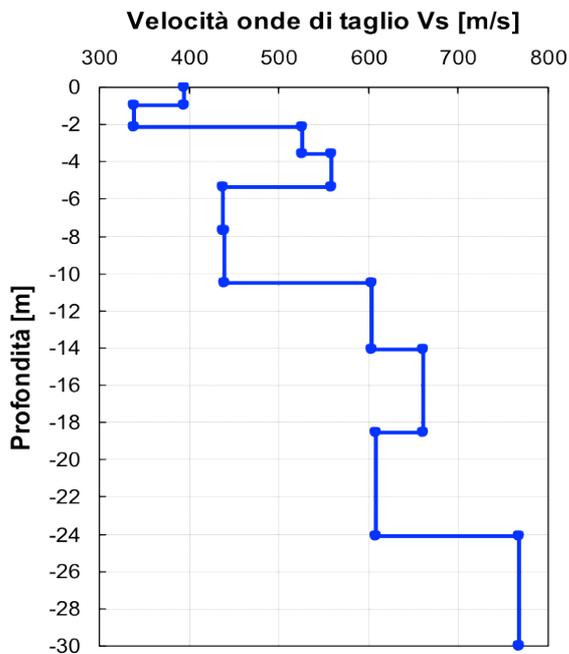


Figura 2 – Velocità misurate per il terreno indagato.



Modello Profilo Vs a 10 strati			
Strato	Profondità [m]		Vs [m/s]
	da	a	
1	0.00	-0.93	394.86
2	-0.93	-2.10	338.32
3	-2.10	-3.56	525.36
4	-3.56	-5.38	557.94
5	-5.38	-7.66	437.56
6	-7.66	-10.51	440.06
7	-10.51	-14.07	602.77
8	-14.07	-18.52	660.08
9	-18.52	-24.08	608.19
10	-24.08	-30.00	767.49

Tabella 3 – Velocità delle onde di taglio Vs e relativo profilo a 10 strati.

Dalla Tabella 3 si ricava che il valore di V_{S30} ottenuto tramite la prova MASW, risulta pari a 566 m/s, a partire dal piano campagna.

In relazione al valore di V_{S30} si definisce che il contesto geotecnico in oggetto risulta di classe 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)”*.

SISMICA A RIFRAZIONE:

Il modello tomografico di velocità delle onde di compressione, relativo alla sezione sismica a rifrazione, è illustrato in Figura 4. La sezione sismica riporta la suddivisione in isotache: curve di uguale velocità di compressione (V_p), ottenute dall'elaborazione tomografica dei primi arrivi delle onde V_p .

Via Regionale, Courmayeur (AO)

Indagine sismica a rifrazione – Modello tomografico di velocità delle onde di compressione

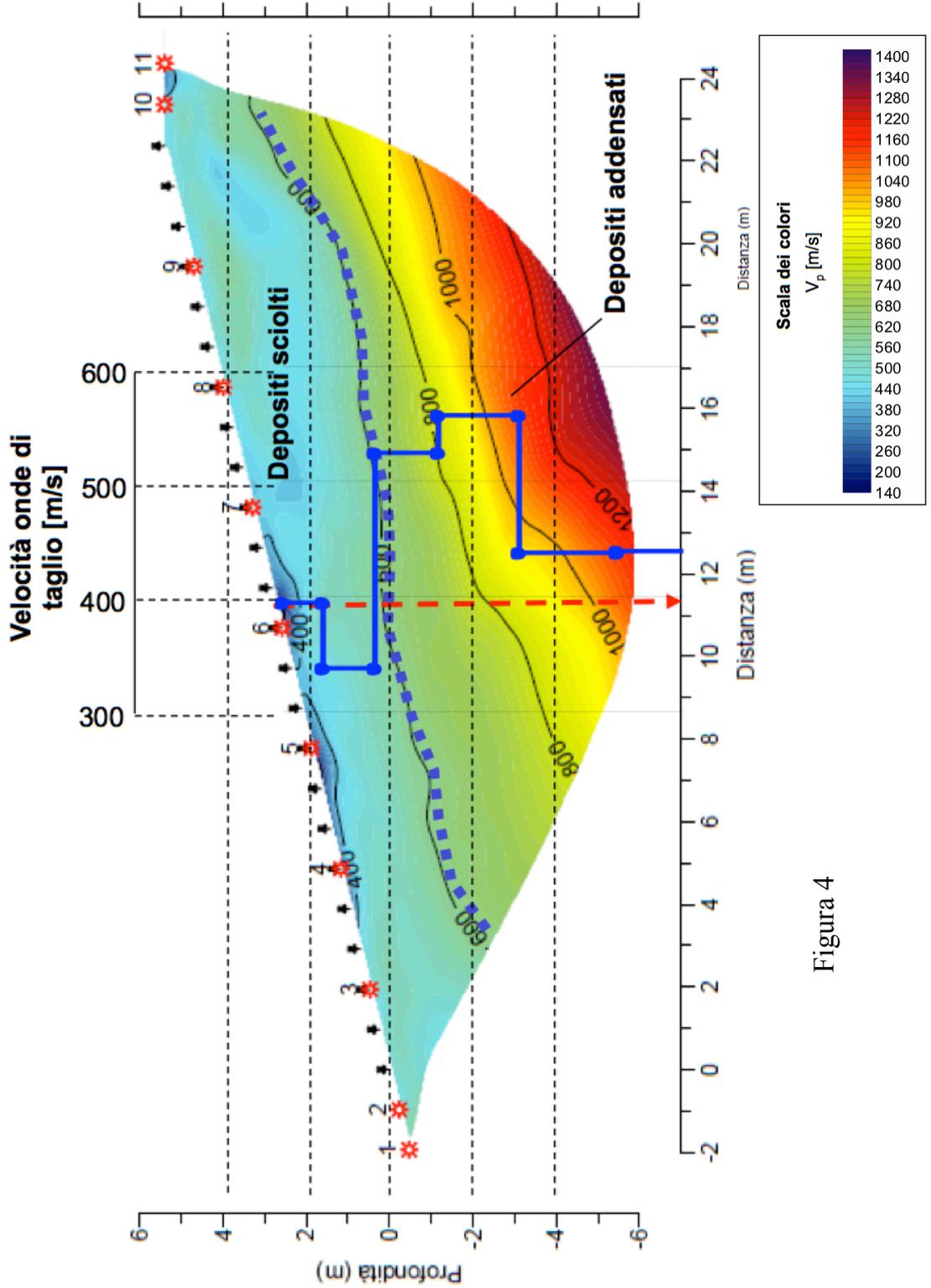


Figura 4

Il confronto tra il modello tomografico di velocità delle onde di compressione ed i dati provenienti dalla prova MASW evidenzia i seguenti caratteri salienti della sequenza sismo-stratigrafica:

1. un primo strato caratterizzato da velocità basse ($V_p < 600$ m/s), osservabile fino a circa 3 metri di profondità dal p.c., costituito da depositi rimaneggiati e terreni di riporto sciolti;
2. un sismostrato sottostante, fino alla profondità massima raggiunta dall'indagine (-8 metri da p.c. al centro della sezione) caratterizzato da velocità delle onde di compressione gradualmente crescenti e comprese tra 600 e 1300 m/s.

Pertanto il profilo stratigrafico ricostruito risulta composto di:

- depositi sciolti e terreni di riporto da 0 a 3 m;
- depositi ghiaioso-sabbiosi mediamente addensati oltre i 8-10 m.

4.1.2 Parametri geotecnici dei depositi quaternari.

I terreni direttamente coinvolti dalle opere in progetto si contraddistinguono quindi per avere le seguenti caratteristiche geotecniche:

Depositi quaternari

- Peso di volume (peso specifico apparente) $\cong 1,9$ t/m³;
- Angolo di attrito interno $\cong 32^\circ$;
- Coesione $\cong 0$ kg/cm².

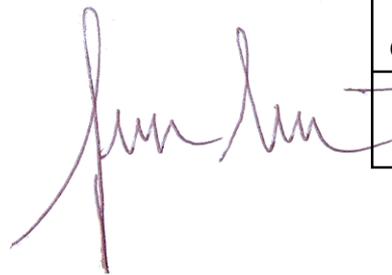
La verifica agli SLU (STR e GEO) definita mediante l'approccio 2 (DA2-C1) = (A1+M1+R3) lascia inalterati i parametri del terreno amplificando tutte le altre azioni.

PARAMETRO		(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan(\varphi'_k)$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_k	1.00	1.00

5. Conclusioni

In funzione di quanto sopra esposto ritengo che la realizzazione della tensostruttura in carpenteria metallica sia un intervento realizzabile, in quanto non vi sono evidenti impedimenti di natura geologica, geotecnica o idrogeologica non superabili tramite adeguati accorgimenti in fase progettuale o in corso d'opera.

Courmayeur, 20 giugno 2016



ORDINE DEI GEOLOGI
Regione Autonoma Valle d'Aosta
ORDRE DES GÉOLOGUES
Région Autonome Vallée d'Aoste
Dr. CROTTI JEAN-MARIE
Iscr. Albo n. 45

– DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA –



Fotografia panoramica che mostra l'area sulla quale verterà la nuova tensostruttura.