

# COMUNE DI MONCENISIO

## VARIANTE STRUTTURALE n. 2 AL P.R.G.C. VIGENTE DI ADEGUAMENTO AL PAI Progetto preliminare

ai sensi della L. R. n. 56/77 e s.m.i., art. 17, 4 comma

ELABORATO

**R3**

Relazione sismica

CONSORZIO FORESTALE ALTA VALLE SUSA

Via Pellousiere n°6 OULX (TO) C.A.P. 10056

Tel 0122 - 831079 Fax 0122 - 831282 E.MAIL cf.avv@tin.it

E.MAIL POSTA CERTIFICATA cfavs@postecer.it

P.iva 03070280015 - C.F. 86501390016

**- AREA BACINI MONTANI -**



CODICE DOCUMENTO

area	anno incarico	n.commissa	revisione	n. elaborato	n. archivio
03	2016	004	00	R3	1601

Motivo revisione :

GEN. 19

Dott. Geol. Zeno Vangelista

DATA

REDATTO DA:

GEN. 19

Dott. For. Alberto DOTTA

Dott. For. Alberto DOTTA

DATA

PROGETTISTA e R.D.D.

RESPONSABILE DI COMMESSA

COMMITTENTE

COMUNE MONCENISIO

Piazza Municipio n°1

Tel. 0122 - 653222



VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

## 1. Premessa

Con Delibera della Giunta Comunale n. 42 del 14 novembre 2015 il Comune di Moncenisio ha affidato l'incarico al Consorzio Forestale Alta Valle Susa l'incarico di redigere lo studio di verifica della compatibilità idraulica ed idrogeologica dello strumento urbanistico, previsto dal Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (Deliberazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Po 1/99 dell'11 maggio 1999, di seguito PAI). Nell'ambito di tale studio la microzonazione sismica rappresenta uno strumento per l'analisi della pericolosità sismica locale, al fine di orientare le scelte nell'ambito della pianificazione territoriale e gestire l'emergenza.

*Ver. 1 - Testo adeguato alle osservazioni alla Proposta tecnica di progetto preliminare (settembre 2017) formulate da:*

- Regione Piemonte, Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio. Settore Copianificazione urbanistica area nord-ovest, 30.07-2018 Prot. n. 20468/A1606A
- Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica. Settore Tecnico regionale - Area metropolitana di Torino in data 11.07.2018 Prot. n. A1813A
- Città metropolitana di Torino, Area Territorio, Trasporti e Protezione Civile-Servizio Pianificazione territoriale generale e Copianificazione urbanistica, 16.07.2018 Prot. n. 85195/2018

## 2. Metodologia

La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o produrre deformazioni permanenti rilevanti per la costruzioni e le infrastrutture.

Sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici e geofisici, si giunge a ricostruire il modello tridimensionale del sottosuolo, con particolare riguardo alle formazioni di copertura detritica e le rocce tenere per le quali la velocità Vs30 delle onde sismiche sia minore di 800 m/s, nonché la superficie di delimitazione superiore del substrato roccioso.

Le informazioni utilizzate sono rappresentate dai logs litostratigrafici dedotti da sondaggi geognostici, dati geofisici, sezioni geolitologiche.

Sono utilizzati i dati contenuti in:

Tav. A1 - Carta Geologica

Tav. A2 - Carta Geomorfologica

Tav. A3 - Carta delle acclività

Tav. A4 - Carta delle Valanghe

Tav. A5 - Carta PAI - IFFI



Tav. A6 - Carta Litotecnica e Geoidrologica

Tav. A7 - Carta delle Opere Idrauliche censite

Lo studio è articolato nelle Tavole A8 - Sismica geologico tecnica , A9 - Suscettibilità sismica, A10 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva sismica MOPS, [Tav. A11 – Carta delle indagini sismiche](#)

### **3. Area di indagine**

L'ambito di indagine corrisponde alle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso a fini di protezione civile.

L'ambito di analisi comprende, quindi, il concentrico comunale, unica area urbanizzata del territorio, esteso ad un intorno significativo.



#### 4. Caratteristiche sismologiche del territorio comunale

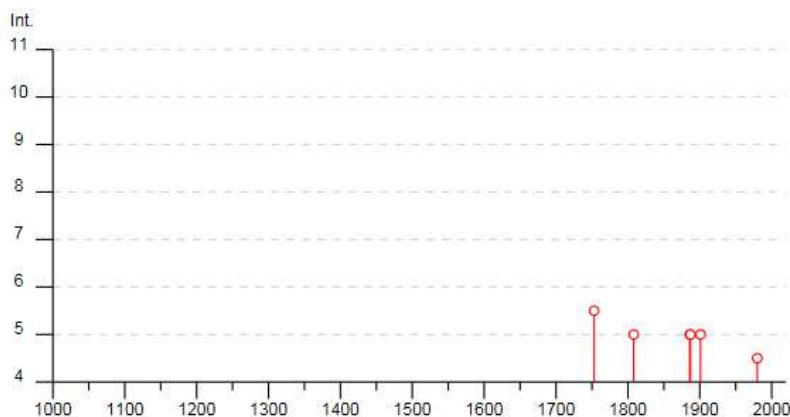
Nell'elaborato R1 – Relazione geologica, pag. 17 è riportata una breve descrizione inerente la sismicità del territorio di Moncenisio; in base alle indicazioni dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri. confermate dal TU 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" il territorio di Moncenisio è inserito nella Zona Sismica 3.

Il Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia riporta 7 eventi sismici riferibili all'area della Val Cenischia, dei quali un evento nel 1901 con epicentro di Val di Susa:

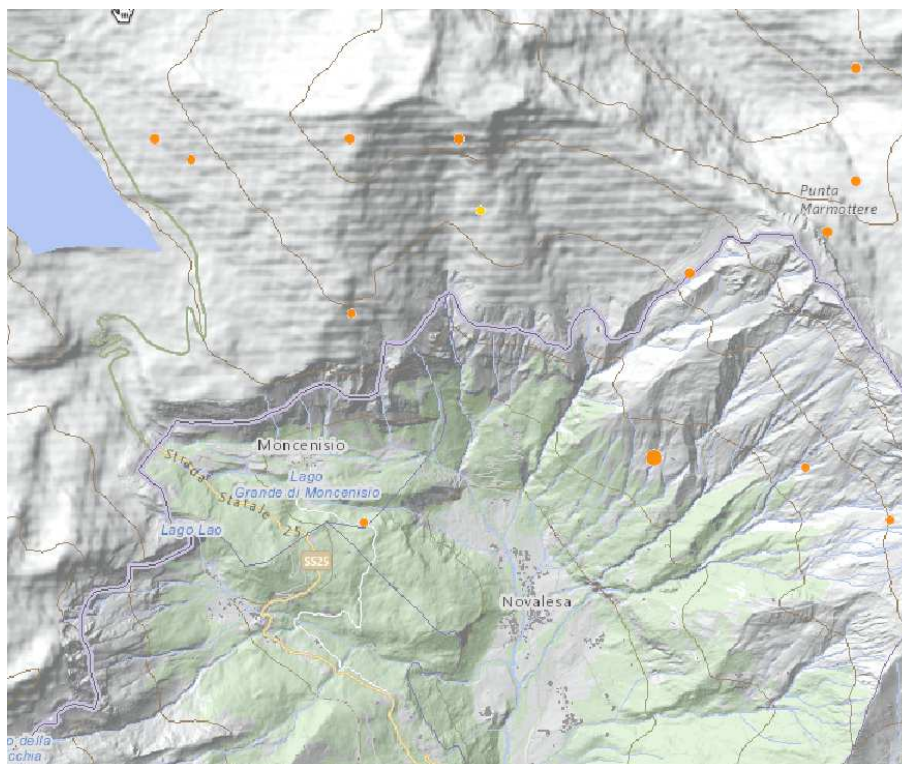
#### Moncenisio [Ferrera Cenisio] INGV – Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani 2015

PlaceID IT\_01442  
 Coordinate (lat, lon) 45.204, 6.983  
 Comune (ISTAT 2015) Moncenisio  
 Provincia Torino  
 Regione Piemonte  
 Numero di eventi riportati 7

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1753	03	09	13	15		Val Chisone	16	6-7	5.16
5	1808	04	02	16	43		Val Pellice	105	8	5.64
F	1808	04	02	20	15		Val Pellice	15	7	5.02
5	1886	09	05				Torinese	101	7	5.22
5	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
5	1901	03	29	07	05		Val di Susa	8	5	4.28
4-5	1980	01	05	14	32	2	Torinese	120	6-7	4.82



La cartografia sismica pubblicata nel geoportale di Arpa Piemonte riporta la localizzazione dei terremoti italiani storici sino al 2002, catalogo realizzato a seguito dell'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 (Gruppo di lavoro MPS, 2004), come aggiornamento del precedente CPTI99 del 1999. Il dataset comprende i terremoti italiani dal Mondo Antico sino al 201: si nota come alcuni epicentri risultano localizzati sulle pareti del versante meridionale della Cote du Lamet, nella nicchia di distacco dell'omonima frana.



ARPA Piemonte – Catalogo parametrico dei terremoti italiani

Data origine	Latitudine	Longitudine	Magnitudo	Orario origine	Profondità
11/11/2007	45,198002	7,0647	1,09	20:33:40.270	3,74
8/17/2014	45,236	7,0712	1,31	21:14:10.420	2,75
12/13/2014	45,243698	7,0813	1,37	20:46:38.160	9,82
8/21/2010	45,197701	6,9918	1,45	02:59:40.650	8,02
5/11/2010	45,217999	6,9902	1,5	00:07:49.690	4,34
12/7/1993	45,233002	6,968	1,6	14:21:58.700	7
9/20/2003	45,202999	7,079	1,7	12:16:05.030	0,39
8/27/1991	45,228001	7,008	1,8	01:05:12.300	14
3/23/2003	45,202999	7,053	1,9	12:14:32.650	9,2
3/12/2006	45,173	7,074	2	18:24:37.980	10,09
3/31/2001	45,205002	6,935	2	02:45:56.020	2,82
10/15/1991	45,217999	7,082	2,1	01:00:21.200	11
9/20/2007	45,230999	7,06	2,1	13:24:00.710	6,16
1/22/2005	45,222	7,037	2,2	19:03:46.780	3,56
4/25/2005	45,226002	7,056	2,2	15:21:07.550	8,26
5/7/1995	45,235001	7,005	2,2	17:00:04.300	3
6/7/1992	45,235001	6,99	2,3	06:50:55.800	0
6/19/2003	45,242001	7,06	2,3	10:56:43.450	7,45
3/8/1990	45,193001	7,078	2,5	07:14:58.400	3
5/24/2000	45,235001	6,963	2,5	11:06:54.960	0
6/6/2000	45,203999	7,032	3,1	00:38:17.240	4

La caratterizzazione dei suoli e del substrato litoide si basa sulla classificazione normata dal D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" il quale indica i seguenti valori di accelerazione orizzontale  $a_g / g$  per ciascuna delle quattro zone sismiche individuate nel territorio italiano, nonché i valori dei parametri di amplificazione sismica:

zona sismica	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g / g$	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $a_g / g$
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	> 0.05	0.05

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico, costituito da una forma spettrale, considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima ( $a_g S$ ) del terreno che caratterizza il sito. Le componenti orizzontali e verticali dello spettro di risposta elastico

sono in funzione di parametri che tengono conto della stratigrafia del terreno (S), dello smorzamento viscoso, del periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice (T).

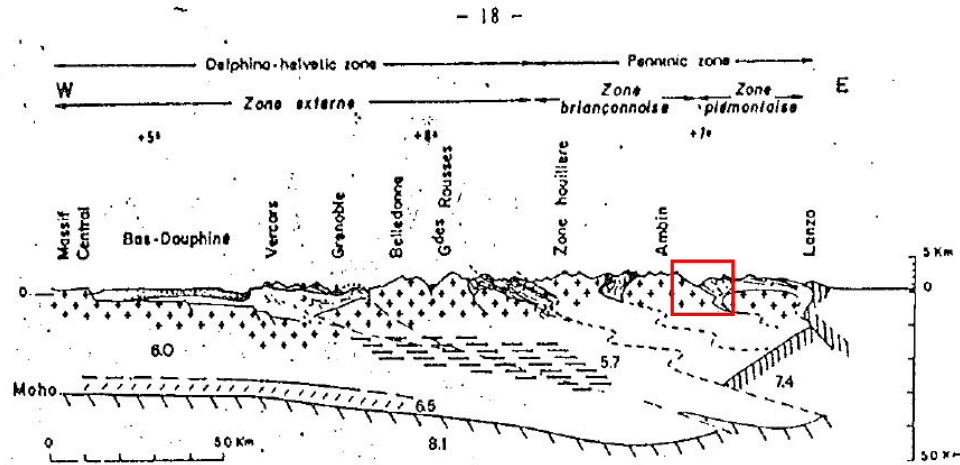
Zona sismica	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g / g$	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $a_g / g$
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	> 0.05	0.05
Profilo stratigrafico – categoria e descrizione		
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superficiali superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo a 3 m.</i>	
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a m 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT < 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente	



	consistenti con spessori superiori a m 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT < 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni fini a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a m 30, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s</i>	
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a m 20, posti sul substrato di riferimento (con VS30 superiori a 800 m/s)	
Categorie topografiche		
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	
Vita nominale della struttura VN (anni)		
E' intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata		
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevate	100
Classi d'uso e Coefficiente d'uso $C_u$		
In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso		
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	0,7
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.	1,0
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	1,5
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 DM 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	2,0

## 4.2 Osservazioni di terreno

La Val Cenischia, tributaria di sinistra della valle di Susa, è modellata lungo il contatto tettonico fra le Unità di margine continentale dell'Ambin (a Ovest e destra orografica) e le Unità oceaniche della Falda Piemontese a Est. Il contatto, per lo più mascherato da depositi quaternari, attraversa da Est a Ovest il territorio del Moncenisio.



Le Unità di margine continentale affiorano sul **versante destro** orografico dell'alta Valle Cenischia e comprendono l'Unità dell'Ambin, costituita da un basamento cristallino di età pretriassica, e la relativa copertura metasedimentaria costituita da rocce carbonatiche mesozoiche e subordinati calcescisti con intercalate breccie.

I litotipi sono descritti dal Progetto CARG Carta geologica d'Italia scala 1 : 50.000, F° 153, alle unità

**ama** – Complesso d'Ambin: metaconglomerati a ciottoli di quarzo e rari litici, passanti a quarziti metaconglomeratiche a matrice carbonatica

**amd** – Complesso d'Ambin: gneiss occhialini ad albite e clorite

**cl** – Complesso di Clarea: micascisti e gneiss minuti albitizzati pervasivamente riequilibrati in facies scisti blu di età eo-alpina

In **sinistra orografica**, sulle pendici meridionali della Pointe du Lamet, sovrapposti geometricamente alle unità dell'Ambin, affiorano metasedimenti carbonatici che non possono essere ascritti univocamente alle unità oceaniche, ofiolitiche o di margine continentale presenti nell'area, pertanto sono stati distinti dagli estensori del Progetto CARG





I depositi glaciali sono costituiti da clasti da subspigolosi a spigolosi, massi e subordinati blocchi, ghiaie e ciottoli in matrice fine sabbiosa debolmente limosa. Di potenza variabile, sono presenti in particolare lungo il versante destro del settore vallivo compreso tra lo sbarramento della piana di San Nicolao a Ovest e Bar Ceniso.

I depositi torrentizi sono molto scarsi o assenti, in quanto i corsi d'acqua sono prevalentemente in erosione a causa dell'acclività dei versanti, mentre la presenza di due scaricatori glaciali che incidono i dossi montonati a Ovest della Sede Comunale, unitamente alla presenza del Lago Grande, lascia supporre la presenza di depositi lacustri che possono avere, al loro interno, livelli torbosi.

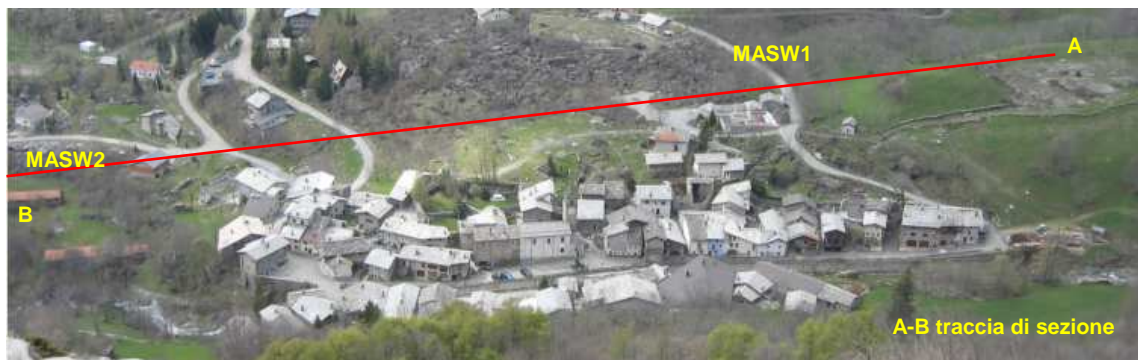
Pertanto il territorio comunale, grazie alla limitata estensione, è rapidamente descrivibile. In destra è presente una copertura detritica pressoché continua, formata da clasti spigolosi di dimensioni eterometriche, anche plurimetriche, verosimilmente ascrivibili a depositi glaciali di ablazione.

Il tratto saliente e particolarmente interessante è dato dalla conformazione del versante sinistro, molto acclive, con una sottile copertura detritica intervallata da una bancata rocciosa continua, incavata dalla nicchia di distacco della frana della Point du Lamet.

L'abitato di Moncenisio occupa il segmento poco acclive del fondovalle compreso tra la rottura di pendenza di San Nicolao, a monte, e la rottura di pendenza delle rampe di Novalesa. Da Ovest (da monte) verso Est (verso valle) si riconosce una prima area con dossi allungati e montonati, cui segue nella parte centrale una zona subpianeggiante caratterizzata dalla presenza di due specchi lacustri, il Lago Grande e il Lago Piccolo, dove inizia una copertura detritica a massi ciclopici, che occupa la restante parte del fondovalle fino al confine con Novalesa.

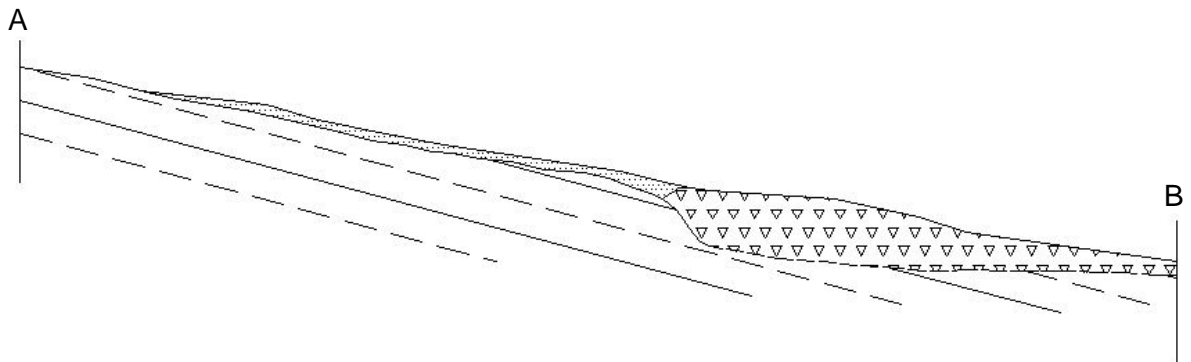
## 5. Carta delle Indagini

Nel territorio del Comune di Moncenisio non sono state eseguite in passato indagini geofisiche. A seguito dell'osservazione della Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica. Settore Tecnico regionale - Area metropolitana di Torino in data 11.07.2018 Prot. n. A1813A, punto 1.2, alla Proposta tecnica di progetto preliminare del settembre 2017, il 25 ottobre 2018 è stata eseguita una indagine geofisica nel settore urbanizzato del territorio comunale. L'indagine, avente lo scopo di determinare il parametro Vs30 utile alla classificazione sismica dei terreni, e dello spessore dei depositi gravitativi presenti, è consistita in due array MASW (multi-Channel Analysis of Surface Waves abbinata a misure di rumore ambientale a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) [in Allegato]. L'indagine è stata eseguita al di fuori dell'edificato per evitare possibili interferenze con reti tecnologiche e tubazioni interrate che possono influire negativamente sulle misure.



Il Sito MONC\_1 (m 1455 s.l.m.) è stato scelto in quanto ritenuto rappresentativo dell'accumulo in blocchi ciclopici di origine gravitativa di potenza è difficilmente determinabile in base alle sole osservazioni di terreno, presente a Sud della Sede Comunale. L'area interessata dai blocchi presenta interessa urbanistico in quanto su di essa sono presenti alcuni edifici isolati, fra i quali un esercizio pubblico (Ristorante del Lago) e il Cimitero.

Il Sito MONC\_2 (m 1405 s.l.m.) è stato scelto in quanto altimetricamente inferiore a MONC\_1.



## 6. Carta Sismica geologico-tecnica

L'elaborato A8 - Carta sismica geologico-tecnica riporta in scala 1 : 5.000 alcuni temi già presenti negli elaborati A1, A2, A3 e A6; rappresenta gli elementi geologici, fisiografici e geomorfologici di rilevanza sismica, indicati dall'Allegato A del D.D. 9 marzo 2012, n. 540.

## 7. Carta della suscettibilità sismica

L'elaborato A9 – Carta della suscettibilità sismica riunisce le informazioni richieste dal TU 14 gennaio 2008, suddividendo il territorio comunale in base ai profili stratigrafici connotati in chiave sismica ed evidenziando i fattori di amplificazione sismica:










Profilo stratigrafico – categoria e descrizione	
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superficiali superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo a 3 m.</i>
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a m 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT < 50 nei terreni a grana grossa e $cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT < 50$ nei terreni a grana grossa e $cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni fini a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a m 30, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s</i>
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a m 20, posti sul substrato di riferimento (con VS30 superiori a 800 m/s)

Categorie topografiche	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



Nella mappa si propone una suddivisione del territorio nelle Categoria A, corrispondente ai versanti dove il substrato roccioso è affiorante, sub affiorante o con copertura detritica di spessori limitati, e nella Categoria E per le restanti aree aventi caratteristiche simili alla categoria precedente ma con potenza della copertura quaternaria maggiore di m 5.

**Legenda**

-  Cat. A
-  Cat. B
-  Cat. E
-  deposito gravitativo
-  possibile presenza di livelli torbosi
-  orlo di terrazzo, rottura di pendenza
-  contatto tettonico
-  specchio lacustre
-  discarica

Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"

a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo  $a_{g,1}$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{S20} > 800$  m/s, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_{g,1}$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_{g,1}$ ]
1	$0,25 < a_{g,1} \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_{g,1} \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_{g,1} \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Tab. 3.2.11 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Fattori di amplificazione sismica locale:

- Possibile presenza di livelli torbosi
- Orlo di terrazzo
- Rottura di pendenza

Tra i fattori di amplificazione sismica sono segnalate le rotture di pendenza o orli di terrazzo morfologico, presenti in particolare sul versante sinistro a monte dell'abitato, e la possibile presenza di livelli torbosi nei limitati sedimenti di tipo lacustre/torrentizio a Ovest dell'abitato, a corona del Lago Grande e nelle vallecole fra i dossi di cetaceo a monte di questo. Infine è cartografata la discarica del tout-venant dalle gallerie idroelettriche, a monte della SS25.

## **7. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS**

L'elaborato A10-Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS è la sintesi dello studio di microzonazione sismica e riporta in scala 1 : 5.000 alcuni temi presenti negli elaborati A1, A2, A3, A6 e A8.

Nella MOPS sono indicate:

- zone A, nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento sismico causerebbe su terreni rigidi e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- zone B, nelle quali lo scuotimento è amplificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno;
- zone C, suscettibili di deformazione permanente del territorio indotti dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni).

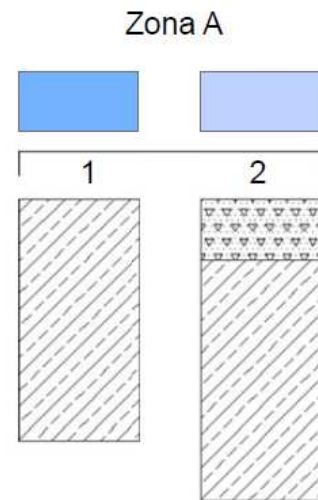
La legenda e i colori sono stati strutturati per analogia con la MOPS del Comune di Susa, redatta dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e riportata come esempio dalla Regione Piemonte, nonché con l'analogo elaborato del PRGC di Oulx in modo da ottenere una certa omogeneità di lettura in Val di Susa.



**Microzona A** – Si riferisce al substrato geologico in affioramento o con copertura limitata a m 3 di spessore.

La Zona A1 (colore blu) descrive le aree in cui il substrato roccioso è affiorante o subaffiorante

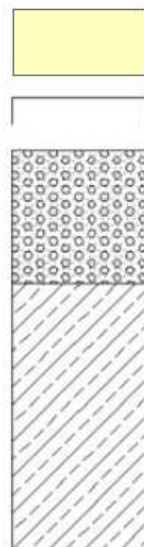
La Zona A2 (colore azzurro) rappresenta le aree limitrofe agli affioramenti rocciosi interessate da falde detritiche poco sviluppate, derivanti essenzialmente dall'alterazione crioclastica e dal rotolamento di clasti dagli affioramenti soprastanti.



**Microzona B** – Si riferisce a zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, con copertura quaternaria di potenza supposta uguale o maggiore di m 3

Zona B - comprende le aree di versante interessate da fenomeni gravitativi, recanti una copertura di detrito di versante a granulometria mista o indistinta, non cementato e non addensato. Nell'area investigata mediante stendimenti geofisici, corrispondente alla direttrice compresa fra le Casermette e il Cimitero, la potenza del deposito detritico è compresa fra m 10 e m 40 (cfr elaborato R3 – Relazione sismica).

Zona B

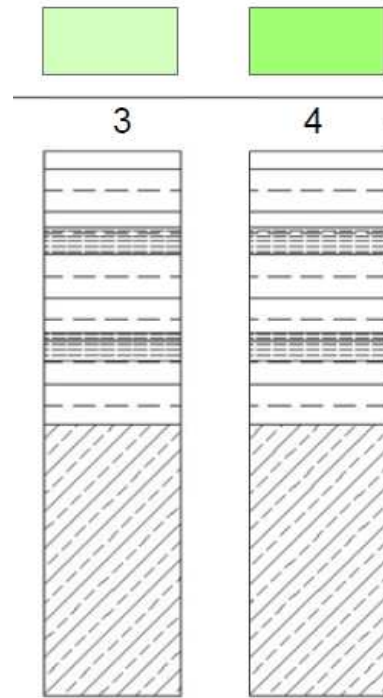




**Microzone C** – Le microzone C identificano quattro categorie di effetti deformativi:

Zona C1 (colore verde chiaro – identifica le instabilità di versante, costituite dai fenomeni gravitativi censiti nell’elaborato A2. Potenza sconosciuta.

Zona C2 (colore verde) – identifica le aree delle vallecicole di origine glaciali situate a Est del Lago Grande, dove sono presenti risorgenze della falda freatica (zone umide) e le caratteristiche geomorfologiche lasciano supporre la possibile presenza di livelli torbosi



# COMUNE DI MONCENISIO

## VARIANTE STRUTTURALE n. 2 AL P.R.G.C. VIGENTE DI ADEGUAMENTO AL PAI Proposta tecnica di progetto preliminare

ai sensi della L. R. n. 56/77 e s.m.i., art. 17, 4 comma

ELABORATO



INDAGINE SISMICA

**CONSORZIO FORESTALE ALTA VALLE SUSA**

Via Pelloussiere n°6 OULX (TO) C.A.P. 10056

Tel 0122 - 831079 Fax 0122 - 831282 E.MAIL cf.avv@tin.it

E.MAIL POSTA CERTIFICATA cfavs@postecer.it

P.iva 03070280015 - C.F. 86501390016

**- AREA BACINI MONTANI -**



CODICE DOCUMENTO

area	anno incarico	n.commissa	revisione	n. elaborato	n. archivio
03	2016	004	00	00	0000

Motivo revisione : Regione Piemonte-Settore tecnico - Parere unico prot. A1813A 11.07.2018

NOV. 18

DATA

REDATTO DA:

NOV. 18

DATA

Dott. For. Alberto DOTTA

PROGETTISTA e R.D.D.

Dott. For. Alberto DOTTA

RESPONSABILE DI COMMESSA

COMMITTENTE

COMUNE MONCENISIO

Piazza Municipio n°1

Tel. 0122 - 653222



VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

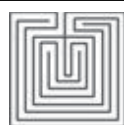


## Consorzio Forestale Alta Val di Susa

### INDAGINI SISMICHE MONCENISIO

RAPPORTO

Pinerolo, 29 ottobre 2018



Dott. Geol. Dario Fontan  
Via Marino, 9  
10064 – Pinerolo (TO)  
Cell.342-67-87-481

P.IVA 11438120013  
CF: FNTDRA62C29L013M  
mail: geolfontan@gmail.com  
PEC: dario.fontan@epap.sicurezzapostale.it



## 1. PREMESSA

Su incarico del Consorzio Forestale Alta Valle Susa, il Dott. Geol. D. Fontan in data 25/10/2018 ha eseguito due indagini geofisiche nel comune di Moncenisio (TO) finalizzate alla determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità. Lo scopo delle indagini è la determinazione del parametro  $V_{s30}$  utile alla classificazione sismica dei terreni, in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), e dello spessore dei depositi di frana a grossi massi che caratterizzano il luogo.

Sono state eseguite due array MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) abbinate a misure di rumore ambientale a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios).

La presente relazione illustra le attività svolte e i risultati conseguiti.

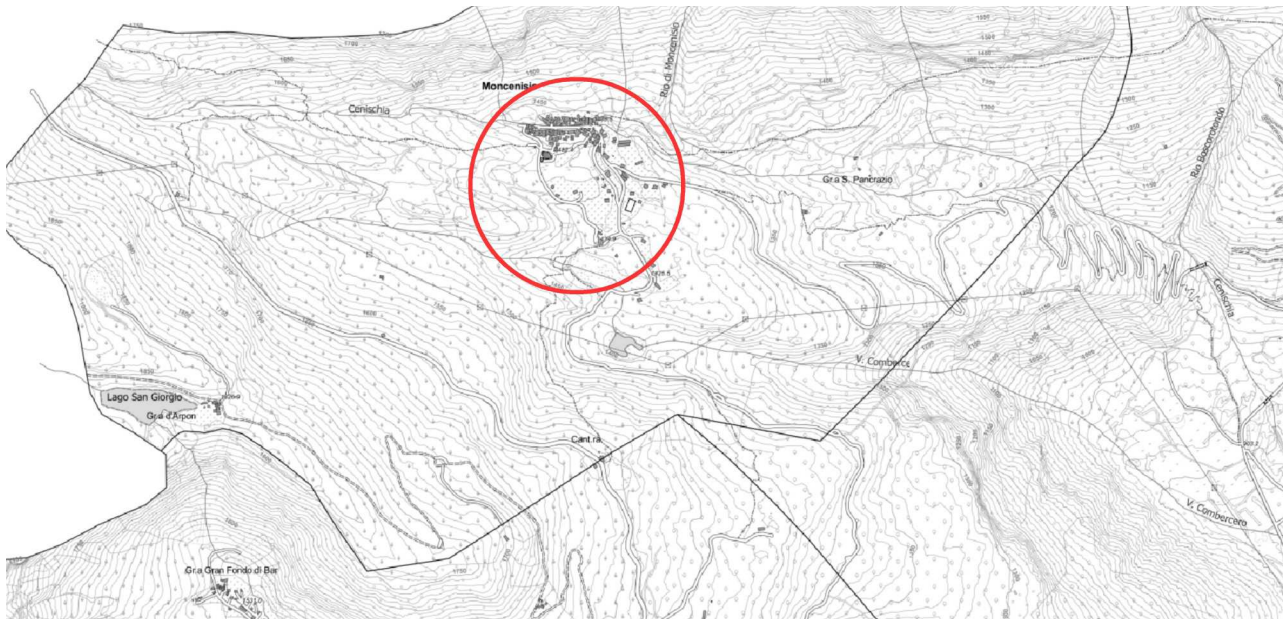


Figura 1: Corografia.



Figura 2: Localizzazione indagini.

## 2. INDAGINE MASW

Il metodo delle onde superficiali è una tecnica di caratterizzazione sismica basata sull'analisi della dispersione geometrica delle onde superficiali di Rayleigh. In un semi spazio omogeneo la velocità di propagazione delle onde Rayleigh (velocità di fase) sarà sempre la medesima, mentre in uno spazio eterogeneo (stratificato) essa è dipendente dalla frequenza.

Le onde Raileigh mobilizzano il suolo ad una profondità dipendente dalla lunghezza d'onda: né deriva che quando la lunghezza d'onda è piccola la velocità di fase dipenderà dalla superficie degli strati superficiali mentre è grande dipenderà dalla superficie degli strati più profondi.

In particolare, poiché le onde di Rayleigh si propagano lungo la superficie topografica in uno strato di profondità circa pari alla lunghezza d'onda, in mezzi stratificati verticalmente eterogenei, le diverse lunghezze d'onda, relative alla propagazione di armoniche a diversa frequenza, si propagano con velocità di fase che dipendono dalle proprietà dei materiali interessati dalla propagazione. Ciò fa sì che la velocità di fase sia funzione della frequenza dell'onda stessa. Tale dipendenza prende il nome di dispersione geometrica viene rappresentata tramite la curva di dispersione (velocità di fase vs. frequenza). La propagazione delle onde di superficie è un fenomeno multimodale, ossia una stessa frequenza può propagarsi contemporaneamente a diverse velocità, e ogni velocità viene chiamata modo. Dalla curva di dispersione sperimentale è possibile caratterizzare il sottosuolo in termini di variazione della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{sv}$ ), e quindi del modulo di rigidezza al taglio dinamico ( $G_0$ ), in funzione della profondità.

L'utilizzo delle prove per onde superficiali ha molti campi di applicazione, dalla stima della  $V_{s30}$  richiesta dalle NTC 08, alla valutazione dei parametri utili a studi approfonditi di pericolosità sismica; dalla caratterizzazione di discariche, alla valutazione della profondità e dello stato di alterazione di substrati superficiali in presenza di falde acquifere, la caratterizzazione di versanti e depositi.

Il metodo per onde superficiali maggiormente utilizzato prende comunemente il nome di MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e si basa sulla misura delle onde superficiali eseguita con un dispositivo lineare di sensori sismici e con sorgenti artificiali.

La procedura consiste in tre *step* principali: l'acquisizione dei dati sismici sul terreno; l'elaborazione per la stima delle curve di dispersione sperimentali e l'inversione delle curve di dispersione, volta alla stima dei profili di  $V_s$  che costituisce il risultato della prova.

## 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITÀ DI ACQUISIZIONE

La strumentazione base per l'esecuzione della prova MASW è costituita da una sorgente di vibrazioni, un sistema di trigger, una serie di ricevitori e un sistema di acquisizione dati per l'elaborazione dei segnali elettrici raccolti dal ricevitore. Per l'indagine sismica è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

- sorgente: massa battente in acciaio del peso di 10 kg con piastra di battuta
- sistema di acquisizione: sismografo GEA24 a 24 canali + trigger (AUX) - possibilità di serializzare 2 unità per un totale di 48 canali 24 bit reali, convertitore AD Sigma-Delta
- ricevitori: 12 geofoni verticali a 4,5 Hz disposti ogni 4 m

Per ogni punto di energizzazione sono stati generati almeno 3 impulsi sismici.

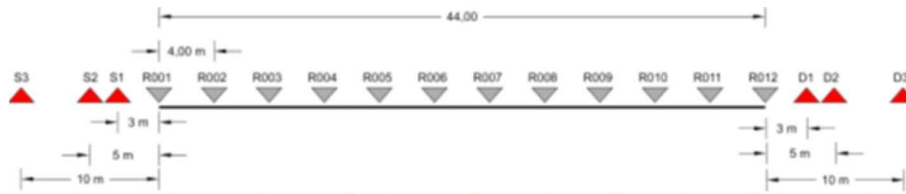


Figura 3 - Schema di acquisizione. Triangoli grigi: geofoni; triangoli rossi: punti di energizzazione.

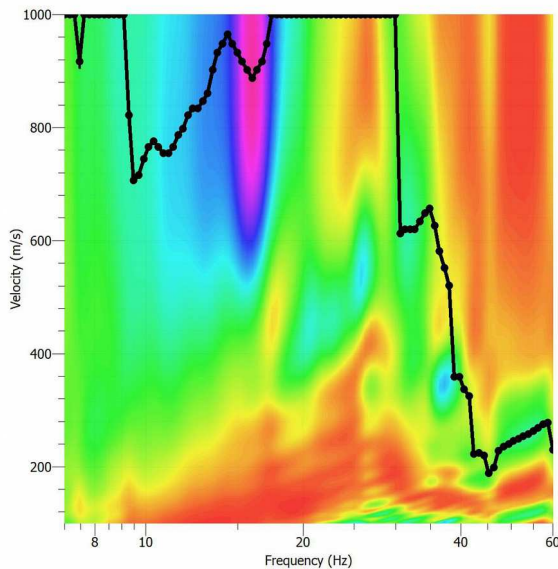


Figura 5: Diagramma frequenza - velocità MASW1

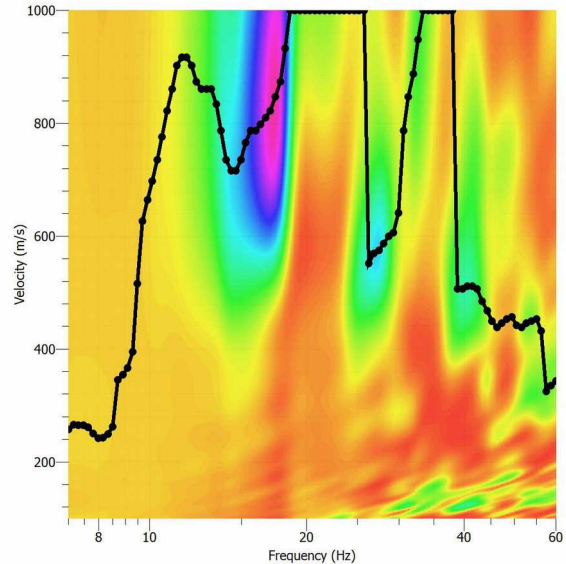


Figura 4: Diagramma frequenza - velocità MASW2

#### 4. MISURE DI FREQUENZA AMBIENTALE

Il microtremore o “rumore sismico” è presente ovunque sulla superficie della terra ed è generato sia da microtremori naturali sia derivanti dall’attività antropica. Il metodo più usato e più affidabile per misurare i microtremori è quello dei rapporti spettrali H/V che consiste nella misura dei rapporti degli spettri di Fourier nel piano orizzontale e nella componente verticale. Il metodo è stato introdotto nei primi anni '70 in Giappone (Nogoshi e Igarashi, 1971 e Shiono et al., 1979) e poi ripreso nel 1989 da Nakamura. Il metodo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*) è soprattutto volto all’individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica, delle relative frequenze ed amplificazioni del rapporto H/V ed allo spessore delle coperture quaternarie.

Nel caso specifico il metodo viene utilizzato per valutare in modo qualitativo lo spessore dei depositi di frana a grossi blocchi posti al di sopra del *bedrock* sismico ( $V_s > 800$  m/s) che verosimilmente coincide con il substrato roccioso.

La strumentazione di acquisizione utilizzata per le indagini è un prospettore sismico composto da acquisitori GEA 24 e accelerometro 3DLG-2 a 2 Hz della ditta PASI che presenta le seguenti specifiche:

- 24 canali + trigger (AUX) - possibilità di serializzare 2 unità per un totale di 48 canali
- 24 bit reali, convertitore AD Sigma-Delta

- trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (2 Hz)
- frequenza di campionamento: 125, 250, 500 Hz

Per la definizione della frequenza fondamentale del sito e per la costruzione della curva “frequenza Hz – rapporto H/V” è stato utilizzato il software open source Geopsy (<http://www.geopsy.org>).

## 5. RISULTATI OTTENUTI

L'elaborazione dei dati è stata eseguita congiuntamente con il software Geopsy processando i dati MASW con quelli HVSR.

La curva di dispersione sperimentale è utilizzata per un processo di inversione che fornisce come risultato finale il profilo verticale di  $V_s$ . La risoluzione del problema inverso implica la parametrizzazione del modello di sottosuolo assunto, che viene di norma schematizzato come un mezzo elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

I parametri di modello sono  $V_s$ ,  $V_p$ , rapporto di Poisson, spessore e densità di ogni strato. I parametri incogniti dell'inversione sono  $V_s$  ed eventualmente lo spessore degli strati, mentre  $V_p$ , il rapporto di Poisson e la densità sono assunti a priori

Inoltre, l'utilizzo di un modello monodimensionale è un'ipotesi che deve essere in linea di massima soddisfatta dal sito per garantire la validità del risultato finale.

Come accennato, le proprietà meccaniche del mezzo di propagazione determinano la velocità di propagazione delle onde sismiche. L'obiettivo principale dell'indagine MASW è la determinazione dei profili di velocità delle onde S con la profondità. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione (NTC 2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella 1.

È stato assunto un modello a 6 sismostrati orizzontali con velocità che aumentano progressivamente con la profondità.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 1 - *Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC2018.*

## 6. INTERPRETAZIONE

### 6.1 MASW1 - MONC1

L'inversione congiunta delle misure MASW1 e MONC1 (cimitero) evidenzia velocità maggiori di 800 m/s a partire da 24 m circa. Il picco a circa 1 Hz che può essere interpretato come top del basamento roccioso e quindi marcare lo spessore dei depositi di frana a grossi blocchi indicherebbe uno spessore di circa 90 m, dove la Vs passa da 1600 ad oltre 2500 m/s.

Il contrasto di impedenza sismica tra depositi di frana e basamento non è grande e quindi fa supporre che i depositi siano molto addensati con assenza di vuoti tra blocco e blocco.

La Vs30 è di 969 m/s (categoria di sottosuolo A).

Si evidenzia che lo spessore dei depositi di frana ottenuto mediante inversione della sola misura HVSR è di circa 40 m.

### 6.2 MASW2 - MONC2

L'inversione congiunta delle misure MASW2 e MONC2 (parte bassa del concentrico) evidenzia che i primi due metri sono caratterizzati da velocità di circa 400 m/s che passano a circa 1200 m/s fino a 10 m circa e poi, più in profondità raggiungono circa 2000 m/s.

Il picco a circa 8 Hz può essere interpretato come top del basamento roccioso indica che lo spessore dei depositi a grossi blocchi è di circa 10 m. Il contrasto di impedenza sismica tra depositi a grossi blocchi e basamento è maggiore della precedente misura e fa supporre che i depositi siano meno addensati con presenza, seppur scarsa, di vuoti tra blocco e blocco.

La Vs30 è di 1361 m/s (categoria di tipo A). Si consiglia di utilizzare la Vs10, più rappresentativa, che è pari a 802 m/s e di utilizzare a favore di sicurezza la categoria di sottosuolo B.



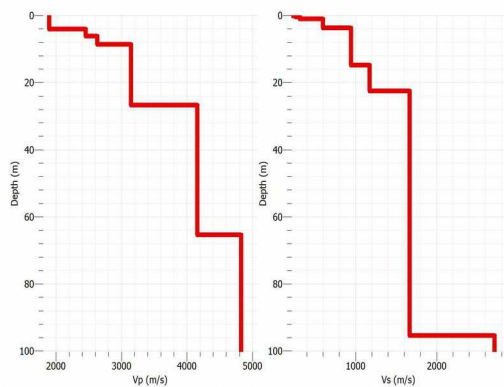


Figura 7: Modello del sottosuolo misura MASW1 e MONC1

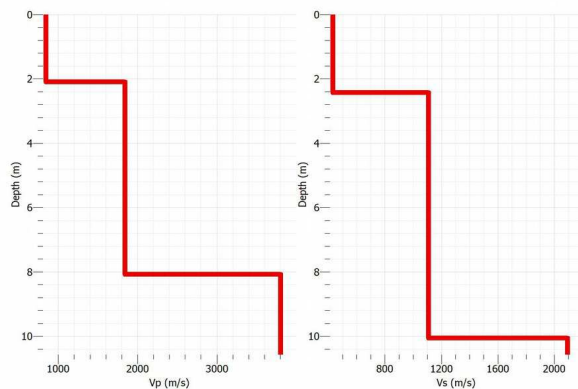


Figura 6: Modello del sottosuolo misura MASW2 e MONC2

## 7. CONCLUSIONI

Le indagini effettuate evidenziano una categoria di sottosuolo A per il sito presso il cimitero e un categoria di tipo B per il secondo sito.

Nel primo sito la profondità del substrato lapideo ( $V_s > 800$  m/s) è di circa 40-90 m, mentre nel secondo è di circa 10 m e corrisponde al substrato sismico.