

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

---

Regione Piemonte  
Comune di Lusernetta

---



Regione	Soggetto attuatore Dott. Geol. Fabio GIANQUINTO	Data ottobre 2023
---------	--	----------------------

# INDICE

---

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1 - <i>SISMICITÀ STRUMENTALE – DATI STORICI.....</i>	<i>4</i>
2.2 - <i>SORGENTI SISMOGENETICHE NOTE.....</i>	<i>8</i>
2.3 - <i>CLASSIFICAZIONE SISMICA VIGENTE.....</i>	<i>9</i>
<b>3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....</b>	<b>14</b>
<b>5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>15</b>
<b>6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....</b>	<b>17</b>
<b>7. ELABORATI CARTOGRAFICI.....</b>	<b>18</b>
7.1 - <i>CARTA DELLE INDAGINI.....</i>	<i>18</i>
7.2 - <i>CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....</i>	<i>18</i>
7.3 - <i>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA.....</i>	<i>20</i>

---

## **ALLEGATI**

- *Rapporti delle prove geotecniche e geofisiche*
- *Tav. 1 – Carta delle Indagini*
- *Tav. 2 – Carta Geologico-Tecnica per la MS*
- *Tav. 3 – Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica*

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Lusernetta (TO), con Determina n. 23 del 13/02/2018, è stato predisposto lo studio di microzonazione sismica, **con grado di approfondimento di Livello 1**, di cui agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008), secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. 17-2172 del 13/06/2011 e dall'Allegato A "Indirizzi e criteri per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione" approvato dalla Direzione regionale Codice DB1400, con Determinazione Dirigenziale n. 540 del 09/03/2012.

Per le finalità di questo livello di approfondimento si è proceduto ad effettuare:

- l'analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio comunale, facendo riferimento ai dati geologici e geomorfologici pregressi, nonché conducendo sopralluoghi mirati a definire il modello geologico-geomorfologico alla scala locale;
- la raccolta dei dati geognostici disponibili, da precedenti indagini condotte entro il territorio del Comune;
- l'integrazione dei dati geognostici a disposizione, con specifiche misure di microtremore a stazione singola (misure HVSR).

Le risultanze dello Studio di Microzonazione di primo livello, sono espone negli elaborati cartografici, allegati alla presente relazione:

- a) Carta delle Indagini (in scala 1:5000);
- b) Carta Geologico-Tecnica per la Microzonazione Sismica (in scala 1:5000);
- c) Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (in scala 1:5000).

La base cartografica di riferimento è la BDTRE.

Nell'elaborazione dei dati cartografici si è fatto riferimento allo "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" (vers. 4.2 - novembre 2020).

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 - SISMICITÀ STRUMENTALE – DATI STORICI

I sismi registrati dalla rete RSNI, a partire dal 1982, sono raccolti nel dataset rappresentato in Fig. 2.1. Gli epicentri dei terremoti sono definiti da coordinate geografiche nel sistema WGS84; ai terremoti sono associate alcune informazioni parametriche relative all'evento stesso (magnitudo e profondità). Il dataset contiene solo gli eventi sismici aventi un valore di magnitudo > 1 e che hanno subito un processo di post-elaborazione del dato di tipo manuale.

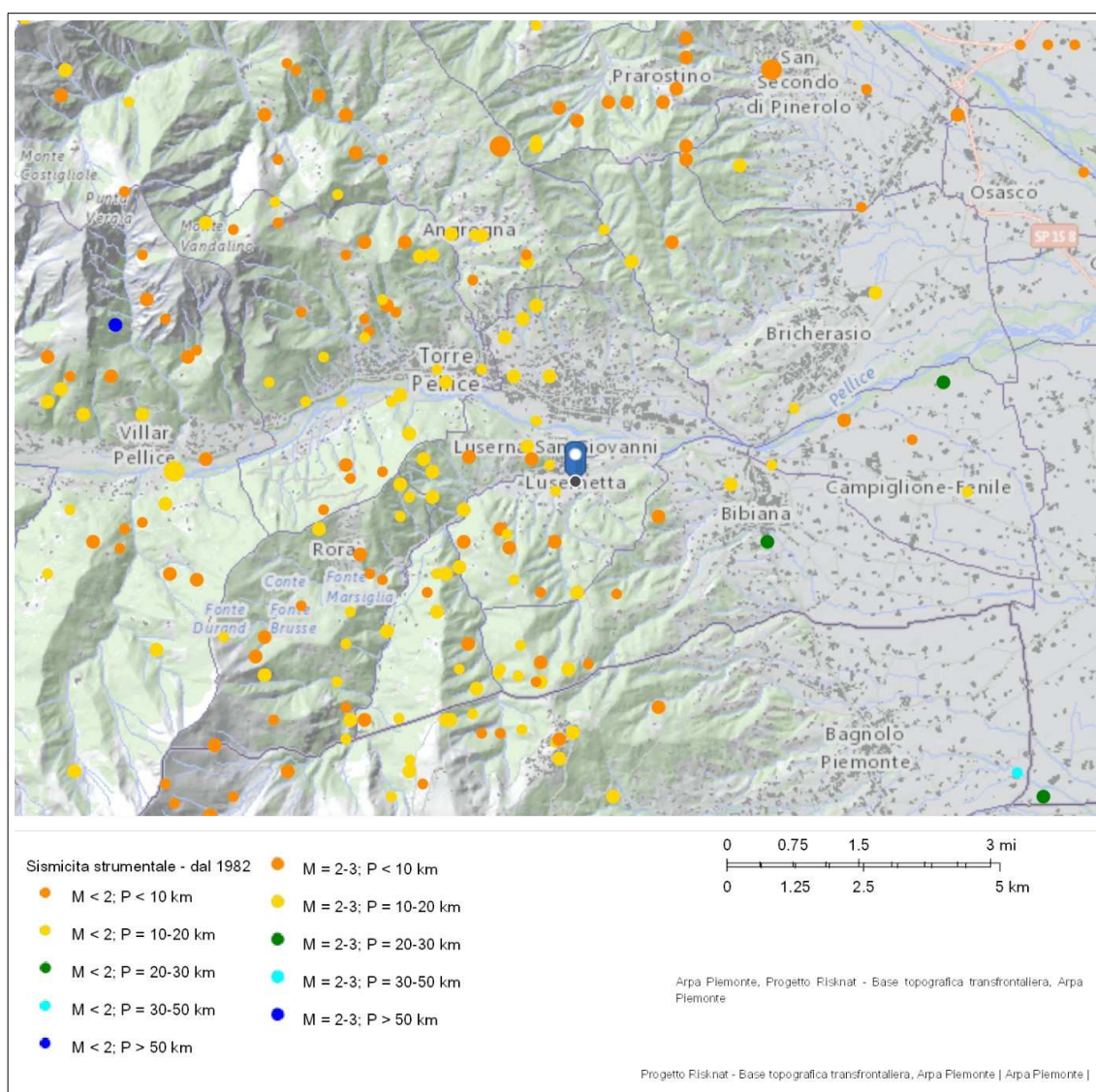


Fig. 2.1: sismi registrati dalla rete RSNI, a partire dal 1982. Scala libera

Come si evidenzia nella citata immagine, la sismicità registrata a partire dal 1982 indica eventi di bassa magnitudo (da  $M < 2$  a  $M = 2-3$ ) e medio-bassa profondità (da minore di 10 km fino a non oltre 20 km), nell'intorno comunale.

Un dataset più completo in ordine temporale, comprendente i terremoti italiani dal Mondo Antico sino al 2002, è stato redatto dall'INGV di Bologna, prendendo spunto dal precedente catalogo CPT199 del 1999 e altri testi e fonti sui terremoti italiani. Lo stralcio è riportato in Fig. 2.2.

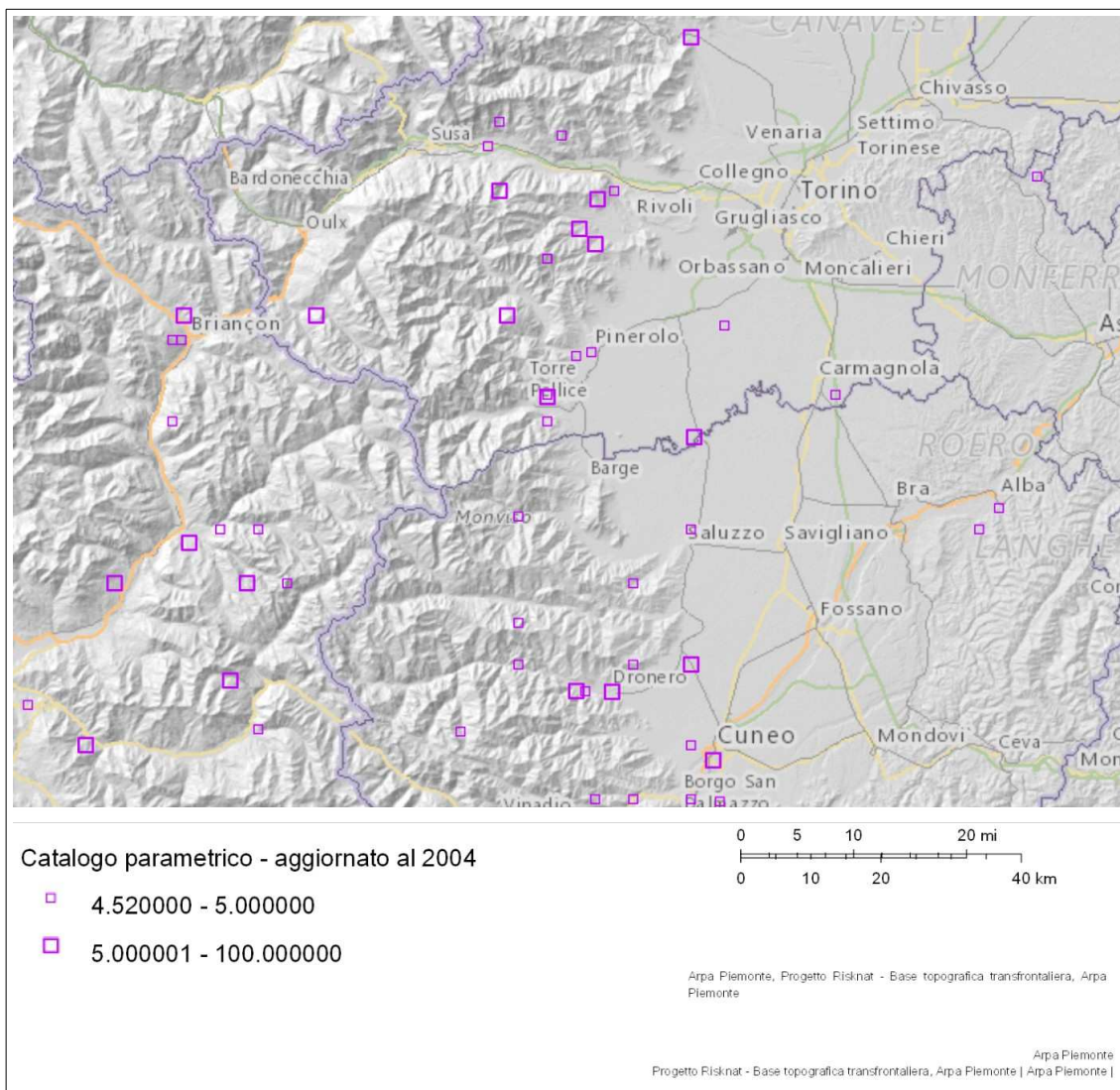


Fig. 2.2: stralcio del catalogo parametrico dei terremoti in Italia. Scala libera

Esaminando invece la storia sismica a livello locale, in Fig. 2.3 è riportata la lista degli eventi sismici risentiti nel territorio del Comune.

La consultazione del Database Macrosismico Italiano (DBMI15) ha infatti permesso di

ottenere un set omogeneo di intensità macrosismiche (in magnitudo momento  $M_w$ ), provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$ . La finestra temporale copre l'intervallo 1808-1995.

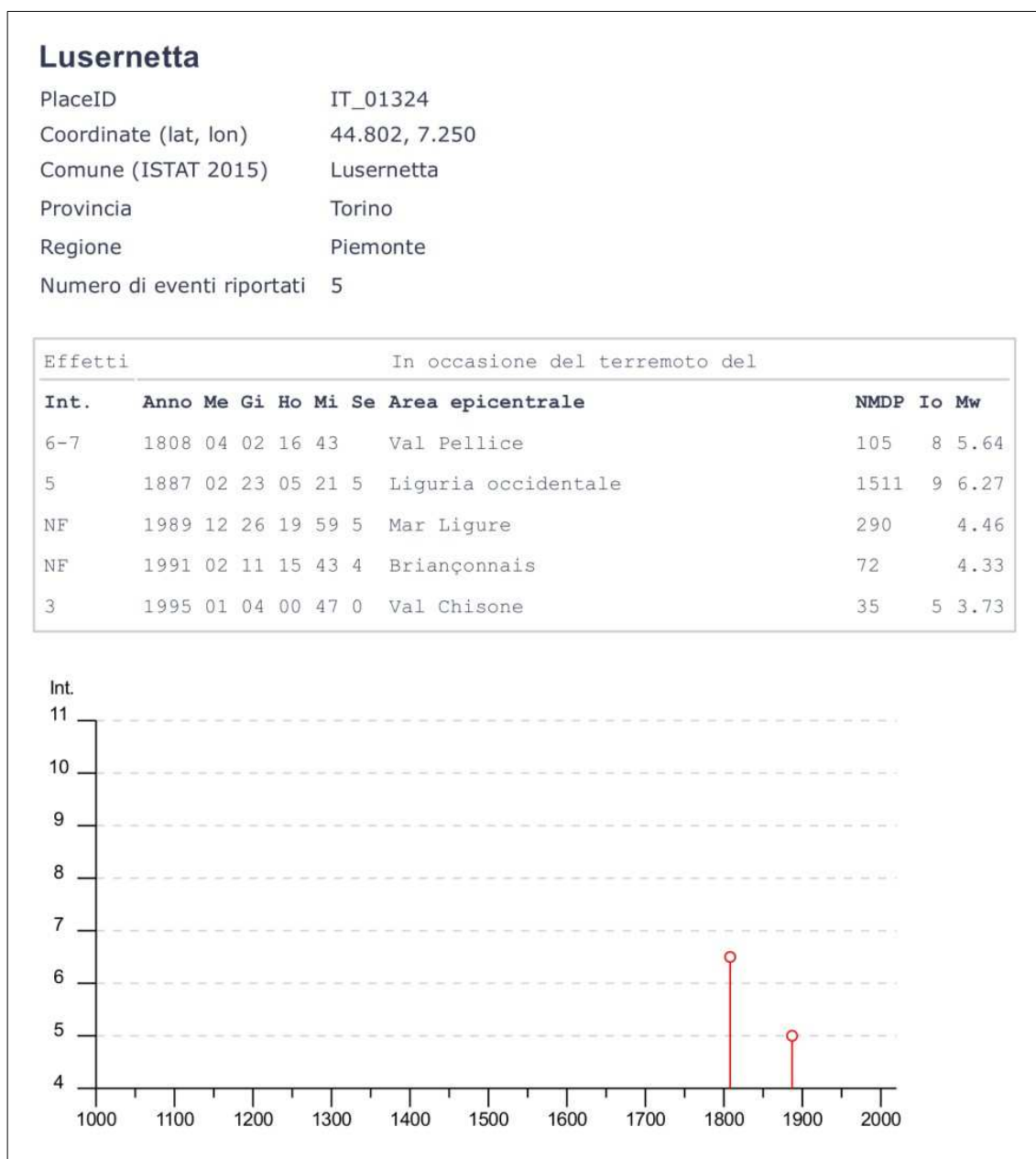


Fig. 2.3: eventi sismici, risentiti nel territorio di Lusernetta

Come si può vedere dalla Fig. 2.3 l'evento sismico di maggiore intensità, con area epicentrale locale, fu quello ben noto del 2 aprile 1808, con una magnitudo momento  $M_w=5,64$ , intensità massima  $I_0=VIII$  (scala MCS) ed epicentro stimato fra gli abitati di Torre Pellice, Luserna e Angrogna.

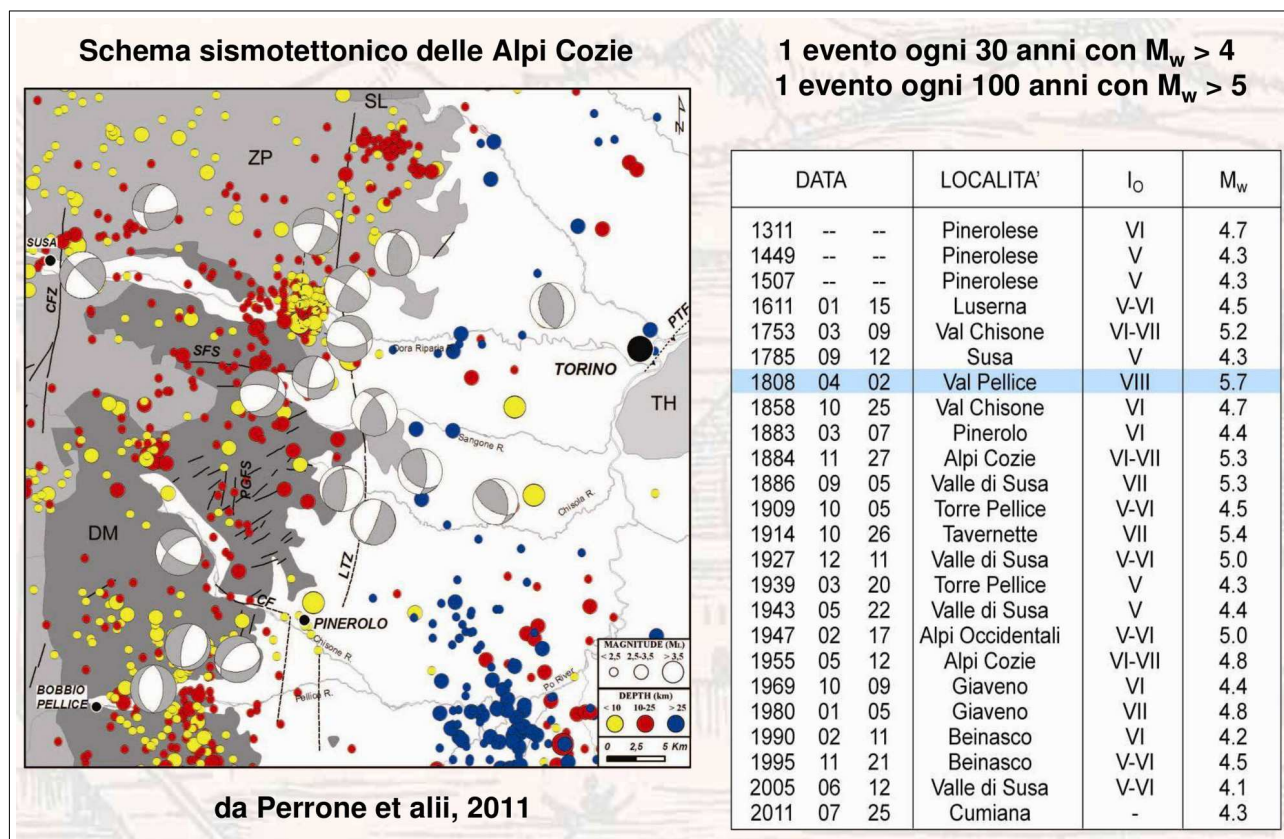


Fig. 2.4: schema riassuntivo degli eventi sismici, che hanno coinvolto il pinerolese da epoche storiche (da Perrone et al., 2011)

In Fig. 2.4 sono registrati gli eventi sismici più significativi, che hanno coinvolto l'area del pinerolese. Come si può vedere l'evento del 2 aprile 1808 è stato certamente il più critico fra quelli registrati in un lasso temporale di circa 700 anni.

Con riferimento al sisma del 2 aprile 1808, la propagazione dell'intensità sismica viene rappresentata nella Carta delle Isosiste di Fig. 2.5.

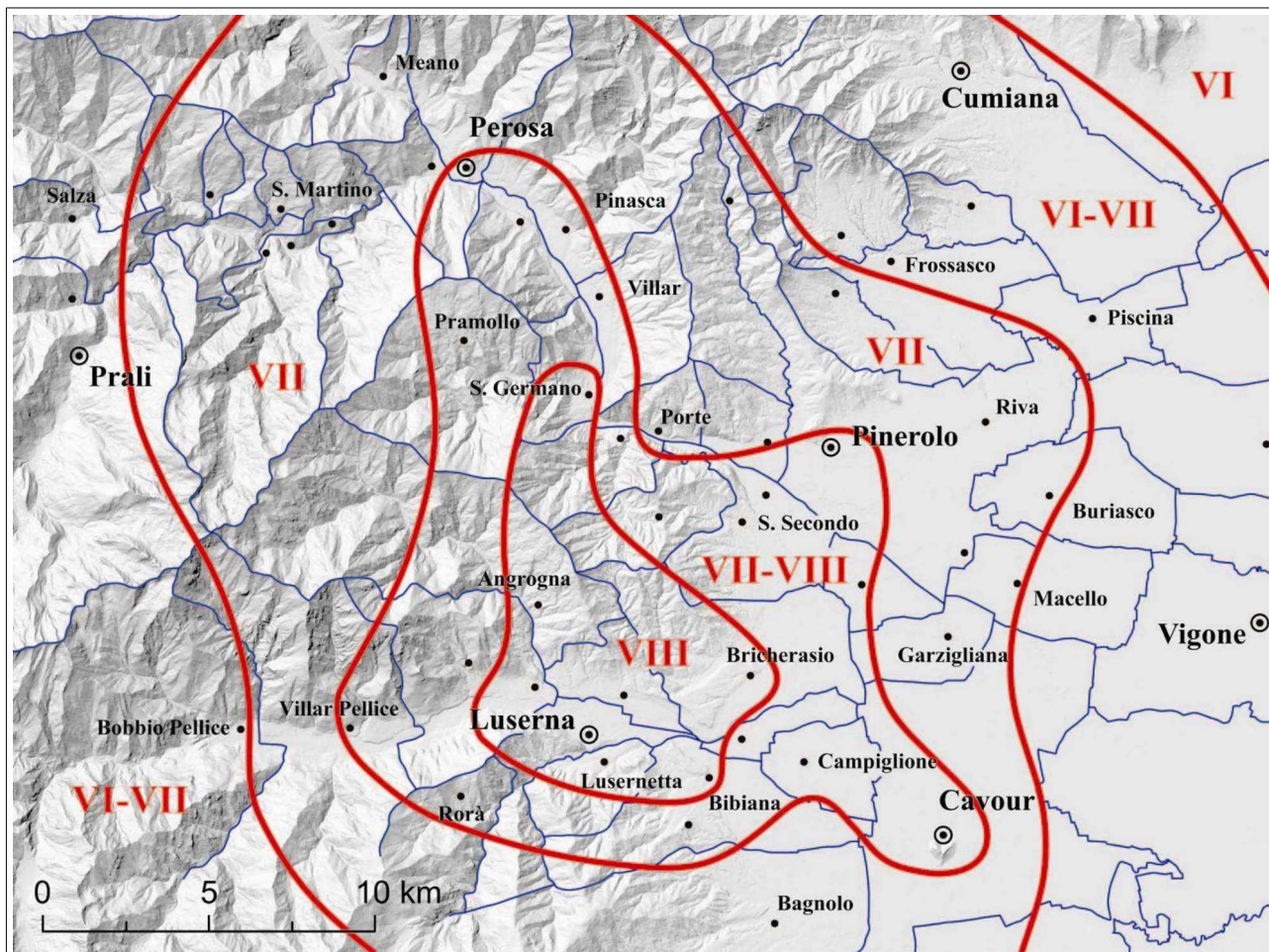


Fig. 2.5: incidenza del risentimento al suolo, del sisma del 2 aprile 1808 (carta delle isosiste, tratta dagli archivi del CNR e Univ. Torino). Scala libera

## 2.2 - SORGENTI SIMOGENETICHE NOTE

Riguardo gli elementi della tettonica fragile (faglie) e duttile (pieghe) si riportano, di seguito, le informazioni dalla consultazione del Catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (rif. INGV). Esse sono riassunte in Fig. 2.6, nel seguito.

Come si può vedere l'area del pinerolese e della bassa Val Pellice sono coinvolte da sorgenti sismogenetiche singole e composite.

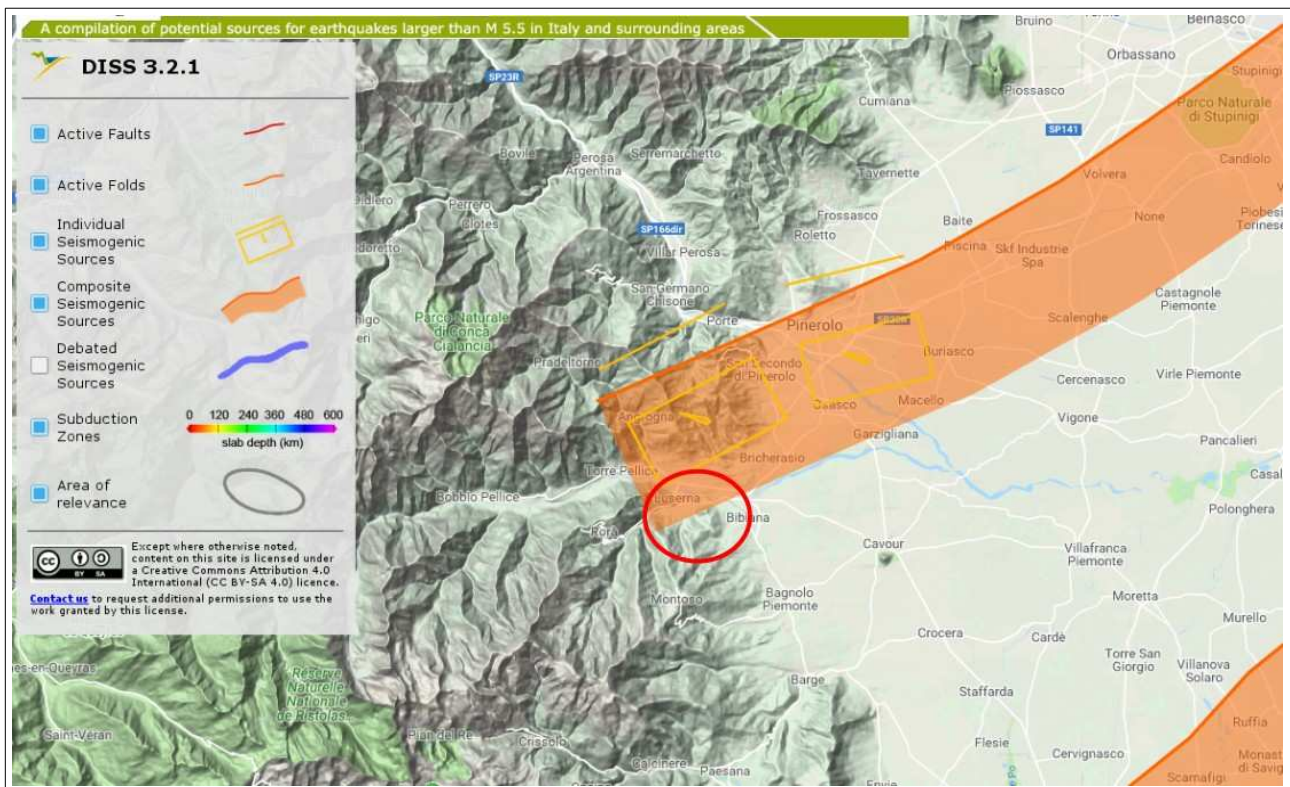


Fig. 2.6: principali sorgenti sismogenetiche. Tratto dal Catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (rif. INGV). Scala libera

## 2.3 - CLASSIFICAZIONE SISMICA VIGENTE

La D.G.R. 30.12.2019 n. 6-887 inserisce il territorio del Comune di Lusernetta in zona sismica 3S.

L'accelerazione orizzontale massima, attesa su sito di riferimento rigido (bedrock), con superficie topografica orizzontale, viene assunta pari ad  $a_g=0,135g$ . Tale valore corrisponde a sollecitazioni (riferite al solo suolo rigido) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e per tempi di ritorno  $T_R=475$  anni.

La pericolosità sismica di base viene riassunta nello schema elaborato dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), riportato in Fig. 2.7.

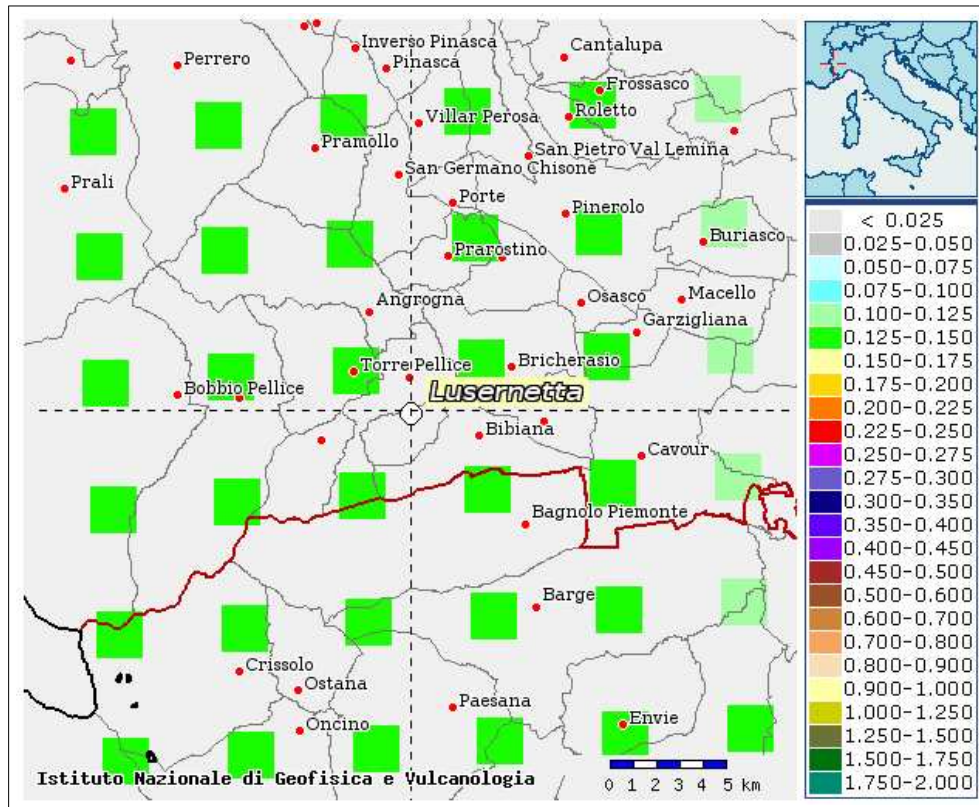


Fig. 2.7: pericolosità sismica di base, espressa in funzione del parametro  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima, su sito di riferimento rigido)

### 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio del Comune di Lusernetta è modellato sulle litologie del Massiccio Cristallino del Dora-Maira, il quale rappresenta il più meridionale dei Massicci Cristallini Interni, di pertinenza Pennidica. Il Massiccio è costituito da un basamento polimetamorfico di probabile età precarbonifera e da un'unità di copertura monometamorfica, di presunta età carbonifera-permiana.

I litotipi maggiormente rappresentati, alla scala locale, sono dati dalle metamorfiti di età pretriassica (gneiss minuti, gneiss occhiadini e micascisti), con associati ammassi lentiformi di pietre verdi, in particolare anfiboliti e prasiniti.

Gli gneiss minuti costituiscono la facies predominante, caratterizzata da rocce compatte (benché caratterizzate da piani di scistosità ben evidenti) con struttura equigranulare minuta e leggermente ondulata, talora passanti a micascisti per la scomparsa del feldspato potassico. Gli gneiss comprendono facies diverse, caratterizzate dalla presenza di porfiroblasti feldspatici ben visibili (noti come "gneiss ghiandoni"). Sono inoltre rinvenibili gli gneiss listati, una parte dei quali è attualmente oggetto di attività estrattiva (Pietra di Luserna).

I micascisti, per contro, risultano caratterizzati da una struttura finemente scistosa (piana od ondulata) e da una grana prevalentemente minuta, oltre a presentare un clivaggio più pervasivo, da cui deriva la sua marcata fissilità.

Nel territorio comunale tali litologie affiorano in modo piuttosto sporadico, generalmente solo in corrispondenza delle incisioni torrentizie e dei tagli stradali (o a seguito di sbancamenti in genere). Laddove il substrato roccioso affiora, esso è localizzabile in corrispondenza di ammassi quasi sempre di ridotte dimensioni, nei quali la roccia appare fratturata e alterata. Per gran parte del territorio il basamento metamorfico risulta infatti coperto da depositi di genesi quaternaria, con prevalenza di depositi fluviotorrentizi terrazzati, di spessore da plurimetrico a pluridecamentrico, nei settori di fondovalle, ossia quelli maggiormente condizionati dalla dinamica evolutiva del T. Luserna e dei suoi tributari.

In corrispondenza dei settori in rilevato prevale invece una copertura in terreni medio-fini, geneticamente associabili alle coperture eluvio-colluviali, il cui spessore risulta comunemente compreso fra meno di un metro e alcuni metri.

Più nel dettaglio fra i prodotti quaternari si distinguono:

- i *depositi fluviotorrentizi attuali e recenti* (Olocene – attuale). Sono costituiti da ghiaie ciottolose e da ghiaie sabbiose, in genere prive di alterazione. Il loro spessore è molto

variabile ed è comunemente compreso nell'intervallo da qualche metro (lungo le incisioni dei corsi d'acqua minori), fino a decametrico verso lo sbocco della valle Pellice nella pianura Pinerolese.

Classificazione U.S.C.S.: GP

- i *depositi fluviotorrentizi antichi* (Pleistocene medio-inferiore). Sono rappresentativi delle zone maggiormente urbanizzate, del territorio comunale, e sono principalmente costituiti da ghiaie sabbioso-limose con ciottoli, molto alterate, con locale paleosuolo rossastro avente indice di colore medio 2,5 YR. Il loro spessore varia fra i 5 metri e oltre 25 metri.

Classificazione U.S.C.S.: GM

- i *depositi di conoide alluvionale* (Pleistocene – Olocene). Seppur distinguibili in base alla dinamica evolutiva, rispetto ai circostanti depositi fluviotorrentizi del piano terrazzato, sono principalmente riconoscibili da questi ultimi in base al criterio geomorfologico. La potenza di questi depositi viene stimata in circa 3-5 metri.

Classificazione U.S.C.S.: GW

- i *depositi colluviali e i prodotti eluviali* (Olocene). Costituiscono il prodotto dell'alterazione chimica e della disgregazione fisica delle rocce del substrato e sono diffusi, in modo pressochè ubiquitario, su tutti i settori in rilevato. Sono distinguibili in depositi colluviali (interessati da rimaneggiamento, legato essenzialmente al ruscellamento diffuso) e prodotti eluviali (terreni evoluti in situ, per la sola alterazione chimica del substrato). Sono principalmente rappresentati da limi sabbiosi e sabbie fini limose, con subordinati clasti eterometrici generalmente fortemente degradati, il cui spessore può variare da meno di un metro fino ad alcuni metri.

Classificazione U.S.C.S.: ML

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico del territorio in esame, va rilevato che la dinamica evolutiva appare alquanto limitata in tutta l'area. Le maggiori evidenze morfologiche, di locali condizioni di dissesto, sono date dalla presenza di fenomeni di frana per saturazione e fluidificazione della copertura detritica e di altrettanto localizzate frane per crollo e frane a meccanismo composito.

Si distinguono inoltre alcuni settori di versante soggetti a fenomeni gravitativi legati essenzialmente ad anomalie nel drenaggio locale che, più genericamente, in questo studio sono stati rappresentati come processi non definiti. Fenomenologie di tale natura sono state osservate essenzialmente sul Moncucco e, in minor misura, in località Casa Forest.

Le frane per crollo sono localizzate per lo più in corrispondenza delle incisioni torrentizie, in particolare nel settore inferiore di Comba Traversero, dove ampi accumuli di detrito, a blocchi metrici e plurimetrici, occupano parte del versante destro della stretta valle.

Tra “Pian Porcile” e “Casa Pavarina” è possibile osservare come la dinamica fluviale (Rio Rivairola) abbia favorito l’attivazione di processi di frana per crollo e di movimenti gravitativi compositi, di scivolamento/colamento della coltre colluviale e detritica. La parte alta del bacino del Rio Rivairola si presenta inoltre come un versante vulnerabile per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale (“soil slip”).

Infine per ciò che concerne gli orli di terrazzo fluviale, si è operata una distinzione basata sul riconoscimento del terrazzo che separa i depositi fluviotorrentizi antichi, su cui si concentra gran parte dell’abitato di Lusernetta, dai depositi fluviotorrentizi attuali e recenti, associati invece alla dinamica dei Torrenti Luserna e Pellice e del Rio Serbial.

---

#### 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

I dati geognostici, acquisiti nel corso dell'indagine di Microzonazione Sismica di primo livello, fanno riferimento alle seguenti fonti:

- Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte;
- Archivio del Servizio Viabilità, della Città Metropolitana di Torino;
- Indagini per interventi edili entro il territorio comunale.

Nel dettaglio, le indagini geognostiche acquisite sono:

- n° 10 sondaggi a carotaggio continuo;
- n° 6 pozzi per acqua, privi di dati costruttivi e di stratigrafie;
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche (tipo DPSH);
- n° 10 tomografie geoelettriche (ERT);
- n° 8 pozzetti esplorativi.

A integrazione dei dati geognostici pregressi è stata predisposta un'indagine geofisica aggiuntiva, effettuata mediante l'esecuzione di n° 4 stazioni HVSR (misure di sismica passiva a stazione singola).

L'ubicazione di tutti i siti d'indagine risulta dalla Carta delle Indagini.

I certificati delle prove geognostiche, pregresse e attuali, sono riportati in allegato.

## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Sulla base dei dati geognostici a disposizione (sia geotecnici che geofisici), dei dati pregressi contenuti negli elaborati geologici per la Variante di adeguamento al P.A.I., oltre che sulla base dei rilievi in sito, è stato possibile formulare il modello litostratigrafico del sottosuolo.

Il territorio può essere sostanzialmente suddiviso in due macroaree: l'area comprendente i rilievi e costituita dalle rocce del Massiccio Dora-Maira e l'area delle deposizioni quaternarie, concentrate principalmente nei settori subpianeggianti di fondovalle.

I settori in rilevato presentano una copertura eluvio-colluviale pressochè ubiquitaria e di modesto spessore (da meno di un metro fino ad alcuni metri); gli spessori maggiori sono principalmente riscontrabili nei settori favorevoli all'accumulo dei fini (superfici semipianeggianti), mentre quelli minori sono ovviamente associati ai settori più acclivi. In considerazione del modesto spessore di queste coperture nella Carta Geologico-Tecnica tali ambiti sono stati rappresentati come substrato lapideo fratturato/alterato (SFLP).

Nell'ambito delle zone in rilevato sono stati inoltre distinti corpi deposizionali, sempre di genesi quaternaria, il cui spessore viene stimato fra 3 e 5 metri. Si tratta per lo più delle zone costituenti i lembi deposizionali a bassa acclività e a generale maggiore propensione all'accumulo di sedimenti. Esse sono costituite da limi sabbiosi e sabbie fini limose e sono state pertanto distinte, secondo la classificazione U.S.C.S., col codice ML. Va precisato che la delimitazione di queste aree non è stata effettuata sulla base di dati geognostici (peraltro non disponibili) ma unicamente sulla base del criterio geomorfologico, ritenendo tali ambiti come i più idonei alla formazione di accumuli colluviali di spessore plurimetrico.

Lo spessore delle coperture quaternarie aumenta progressivamente nei settori di fondovalle, spostandosi dalle pendici dei rilievi verso il ciglio del terrazzo fluviale sul Torrente Luserna. In particolare il settore semipianeggiante, sviluppato sul terrazzo, è costituito da miscele di ghiaia, sabbia e limo, con spessori da 5 a oltre 25 metri e rappresentabili, secondo la classificazione U.S.C.S., col codice GM (ghiaie limose, miscele di ghiaia, sabbia e limo).

Alla base del terrazzo, ossia in corrispondenza dei fondovalle alluvionali dei Torrenti Luserna e Pellice e del Rio Serbial, prevalgono depositi di apporto recente, costituiti da ghiaie pulite con sabbia, ciottoli e blocchi (classificazione U.S.C.S. - codice GP: ghiaie pulite con granulometria poco assortita).

Da alcuni dati geognostici a disposizione (si veda in particolare il sondaggio P13 nella Carta

delle indagini) il settore del fondovalle alluvionale, per lo meno del T. Luserna, risulta interessato da depositi limosi (di probabile genesi lacustre/palustre), non direttamente osservabili nel taglio torrentizio, poichè coperti dai sopra richiamati depositi recenti ghiaioso-sabbiosi con ciottoli (GP). Essi sono stati tuttavia riconosciuti, oltre che nel citato sondaggio, anche attraverso una serie di prove geoelettriche (ERT) a supporto della nuova viabilità "Strada delle cave" (misure ERT identificate con i cod. da P30 a P33, in allegato).

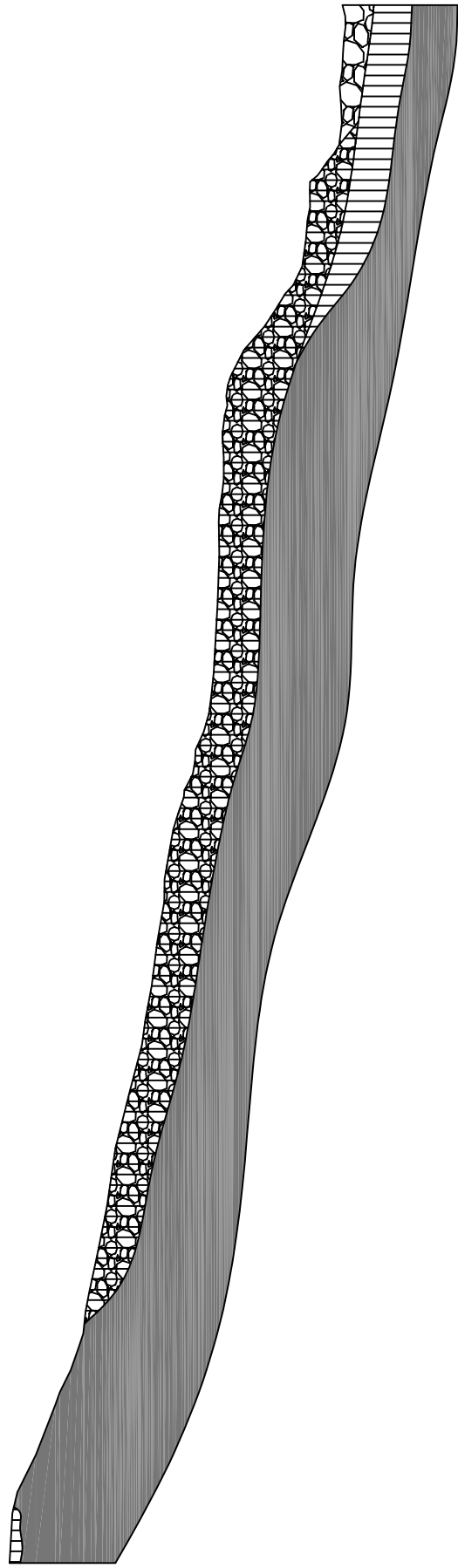
Il non affioramento di queste sequenze limose non ne ha permesso la rappresentazione nella Carta geologico-tecnica, ma se ne è tentata comunque la ricostruzione nella sezione geologica A-B, riportata di seguito.

\_\_\_\_\_

A

567 m s.l.m.

457 m s.l.m.



CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E DEL SUBSTRATO



Scala altezze 1:2000

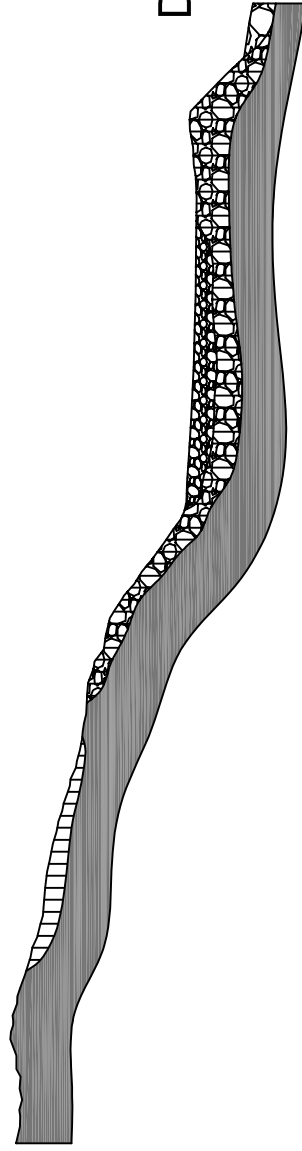
Scala distanze 1:4000

B

C

594 m s.l.m.

514 m s.l.m.



Scala altezze 1:2000

Scala distanze 1:4000

CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E DEL SUBSTRATO



D

## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

I dati geognostici a disposizione non sono distribuiti su tutto il territorio comunale ma sono limitati al solo settore terrazzato, subpianeggiante o poco acclive, sul quale si sviluppa gran parte dell'abitato di Lusernetta. Ne consegue che tali informazioni non rappresentano in modo esaustivo e uniforme l'intero territorio comunale.

In particolare va evidenziato che i dati stratigrafici (dai sondaggi a carotaggio) sono limitati al sito dell'Area Urbanistica C6 (nel concentrico), ad uno studio commissionato dalla Soc. Pontevecchio S.r.l. in loc. Caplè, a cui si aggiungono i sondaggi effettuati per il nuovo asse viario detto "Strada delle cave", attraversante il Comune di Lusernetta nel tratto a Nord.

Dei sondaggi a disposizione solo quattro intercettano il substrato, come risulta dall'apposito segno grafico, nella Carta geologico-tecnica allegata.

Le opere di captazione (pozzi per acqua) sono ad uso esclusivo dei privati e, per essi, non si dispone di informazioni riguardo la stratigrafia e lo schema di completamento. L'unico dato disponibile è quello relativo alla soggiacenza della falda (misure effettuate nel mese di settembre 2022), anch'esso esplicitato, con apposito segno grafico, nella Carta Geologico-Tecnica.

Riguardo le misure geofisiche (tomografie geoelettriche ERT e misure HVSR), va precisato che esse sono concentrate nel solo ambito semipianeggiante del concentrico. Per contro mancano dati e misure per tutta la restante parte del territorio comunale che, seppur meno abitata, ospita comunque alcune borgate e nuclei residenziali.

Infine si precisa che proprio nei settori in rilevato le valutazioni circa lo spessore delle coperture e le caratteristiche del substrato litoide sono state affidate unicamente agli esiti dei sopralluoghi, condotti in vari periodi, oltre a valutazioni basate anche sugli esiti degli studi pregressi, per l'adeguamento al P.A.I. dello strumento urbanistico. Ne deriva che per tali ambiti è stato possibile effettuare solo valutazioni di carattere indicativo.

## 7. ELABORATI CARTOGRAFICI

### 7.1 - CARTA DELLE INDAGINI

In Carta sono riportate tutte le indagini, acquisite nel corso dello studio. La loro rappresentazione fa riferimento allo “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 4.2 - rif. § 1.1.1)”.

La base cartografica utilizzata è la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) elaborata dalla Regione Piemonte (formato raster b/n 1:10.000). I dati sono stati georiferiti secondo il sistema di coordinate geografiche UTM-WGS84.

### 7.2 - CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta Geologico-Tecnica è frutto dell’analisi dei dati acquisiti negli studi di adeguamento al P.A.I. e del confronto critico con i dati geognostici disponibili, oltre che dei rilievi e sopralluoghi condotti, a più riprese, sul territorio.

Per la sua elaborazione si è fatto riferimento allo “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 4.2 - rif. § 1.1.2)”.

La Carta ha la duplice finalità di inquadrare i caratteri litostratigrafici dei depositi in situ, oltre a fornire una prima valutazione circa lo spessore delle coperture quaternarie e, dunque, la profondità del substrato roccioso o, in ogni caso, del terreno con rigidità tale da fornire valori di Vs stimati superiori a 800 m/s.

Come già accennato al cap. 5, sui rilievi montuosi del territorio comunale è diffusamente presente una copertura eluvio-colluviale, pressochè ubiquitaria, dello spessore dell’ordine del metro, per cui nella Carta geologico-tecnica tali ambiti sono stati rappresentati come substrato lapideo fratturato/alterato (cod. SFLP).

Nei settori rilevati sono state cartografate, unicamente in base al criterio geomorfologico, le zone a scarsa acclività e i lembi subpianeggianti, dove può verificarsi il maggiore accumulo di prodotti e depositi eluvio-colluviali (detrito di versante e prodotti della pedogenesi del substrato alterato). In tali aree, indicate col codice MLec, si localizzano limi sabbiosi e sabbie fini limose, per spessori indicativamente fra 3 e 5 metri.

Il settore di fondovalle, caratterizzato da acclività minore e su cui si sviluppa gran parte del concentrico, può essere suddiviso nelle seguenti unità deposizionali:

- in corrispondenza del ripiano terrazzato, per tutto il settore compreso fra loc. Possetti e C.na Pravilla, sono localizzabili ghiaie sabbioso-limose con ciottoli (cod. GMtf) il cui spessore può raggiungere e superare i 25 m;
- alla base della scarpata, del terrazzo sul Torrente Luserna, sono piuttosto riconoscibili deposizioni recenti, associate alla dinamica alluvionale attuale (cod. GPpi). Si tratta di sequenze metriche di ghiaie pulite con sabbia, ciottoli e blocchi. Alla loro base possono essere localizzati i depositi limosi (cod. ML), verosimilmente associabili ad apporti di ambiente lacustre (si veda il cap. 5);
- nel settore di raccordo, fra i rilievi e il settore pianeggiante di loc. Possetti, e a Est di C.na Pravillar, sono stati cartografati quattro corpi deposizionali, associabili alle deposizioni di conoide alluvionale. Si tratta di corpi poco potenti, i cui depositi si interdigitano con le ghiaie limose e le miscele di ghiaia, sabbia e limo (cod. GMtf), presenti nel terrazzo. In corrispondenza dei corpi di conoide sono piuttosto riconoscibili ghiaie pulite e miscele di ghiaia e sabbie (cod. GWca).

Riguardo l'idrografia sotterranea, limitatamente al settore del concentrico comunale compreso fra loc. Possetti e C.na Pravillar (l'unico di cui si dispone di dati freaticometrici) è stato possibile registrare valori di soggiacenza, del livello statico della falda libera, entro un intervallo fra 2,8 e 11,1 metri dal piano campagna.

Da un esame dei dissesti morfologici censiti risulta che tutti i fenomeni gravitativi sono ascrivibili a processi del tipo:

- a) frane per crollo/ribaltamento;
- b) frane per colamento;
- c) processi gravitativi di tipo complesso;
- d) processi gravitativi non definiti.

I dissesti censiti sono stati classificati come attivi o come quiescenti; la loro localizzazione e morfologia corrispondono alle indicazioni pregresse, espresse negli elaborati geologici di adeguamento al P.A.I.

Infine, per quanto riguarda il censimento delle forme di superficie, sono stati indicati in carta

sia gli orli di terrazzo a Nord del concentrico, verso il Torrente Luserna, sia le creste e, in generale, le culminazioni di dorsale la cui forma può ingenerare effetti di amplificazione sismica, quale conseguenza dei fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

### 7.3 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Sulla base degli elementi esposti nella *Carta delle Indagini* e nella *Carta geologico-tecnica*, si è proceduto a individuare e definire le microzone omogenee. Per la loro elaborazione si è fatto riferimento allo “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 4.2 - rif. § 1.1.3)”.

Nello specifico nel territorio comunale di Lusernetta sono state cartografate:

- a) *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica locale;
- b) *Zone di attenzione per instabilità*, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

Come si può vedere non sono state cartografate Zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento sismico (in funzione dell'energia e della distanza epicentrale).

Le Zone stabili, suscettibili di amplificazioni locali, sono:

- Substrato molto fratturato o alterato (cod. 2099): come accennato rientrano in questa microzona le zone di substrato litoide in subaffioramento, coperte solo da detrito di origine eluvio-colluviale, di limitato spessore. Al contatto con la copertura detritica il substrato è frequentemente fratturato e alterato;
- Zona 1 (cod. 2001): è costituita da depositi quaternari/recenti, di modesto spessore (indicativamente fra 3 e 5 metri), diffusi nelle zone sub-pianeggianti o a debole acclività, dei settori in rilievo. Sono presenti limi sabbiosi e sabbie fini limose (cod. ML della classificazione U.S.C.S.);
- Zona 2 (cod. 2002): è costituita dai depositi quaternari/recenti, di spessore compreso fra 5 metri e oltre 25 metri, localizzati in corrispondenza del terrazzo su cui si sviluppa il concentrico e nei settori di pertinenza torrentizia (T. Luserna e Pellice e Rio Serbial). Comprende gli ambiti GMtf e GPpi della Carta geologico-tecnica;

- Zona 3 (cod. 2003): questa zona è limitata ai conoidi alluvionali di loc. Possetti e a Est di C.na Pravillar. Alla base dei depositi GWca pertinenti ai conoidi alluvionali, il cui spessore è stato valutato in 3-5 m, seguono le sequenze dei depositi terrazzati;
- Zona 4 (cod. 2004): è la microzona che presenta tendenzialmente i maggiori spessori e dunque la maggiore profondità del substrato. Ne è stata valutata la presenza nel settore Nord del Comune, in prossimità del Torrente Luserna, ed è rappresentata da deposizioni recenti, associate alla dinamica torrentizia recente/attuale (cod. GM-GP della classificazione U.S.C.S.) a copertura delle sequenze alluvionali in depositi fini (cod. ML della classificazione U.S.C.S.).

Per quanto riguarda le Zone di attenzione per instabilità, a tale tematismo sono state assegnate le zone in dissesto, già commentate al § 7.2 (Carta geologico-tecnica). A ciascuna zona in dissesto è stato assegnato il codice a 8 cifre, indicante il tipo di dissesto (le prime quattro cifre) e la litozona su cui il dissesto si manifesta (le ultime quattro cifre).

Riguardo i codici identificativi del dissesto, utilizzati per i dissesti cartografati, essi sono:

- cod. 3011: instabilità per crollo o ribaltamento, attiva;
- cod. 3013: instabilità per colamenti, attiva;
- cod. 3023: instabilità per colamenti, quiescente;
- cod. 3014: instabilità per processi complessi, attiva;
- cod. 3015: instabilità per processi non definiti, attiva.

Analogamente a quanto è stato fatto per la Carta geologico-tecnica (si veda § 7.2) sono stati riportati gli orli di terrazzo a Nord del concentrico, verso il T. Luserna, oltre ai settori di cresta.

Infine sono indicate alcune tracce di sezione topografica, finalizzate ad eventuali approfondimenti, circa gli effetti delle amplificazioni topografiche. Il criterio che ha guidato nella scelta delle tracce è stato quello di considerare le zone edificate vicine a scarpate di terrazzo (caso del terrazzo sul T. Luserna), o a settori con cambi di pendenza.

# ALLEGATI

# RAPPORTI DELLE PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE

## SONDAGGI A CAROTAGGIO



- P4 -



## Stratigrafia semplificata

I dati contenuti in questo servizio hanno finalità unicamente divulgativa e pertanto Arpa Piemonte non risponde di utilizzi impropri ad esempio derivanti da errata interpretazione o applicazione scorretta dei dati in ambiti differenti da quelli originali.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Lusernetta	TO	Rio Serbial
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
12/5/1998	12/5/1998	8.00	Viabilità: Indagine geognostica per la variante della S.P. 156 *

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104670	0.10	terreno vegetale
104670	0.80	riporto ghiaia fine con sabbia
104670	2.50	limo sabbioso con poca ghiaia medio grossa
104670	4.40	ghiaia grossa e trovanti in poca matrice sabbioso limosa
104670	8.00	gneiss da molto fratturato a mediamente fratturato

A cura di SIGeo - Sistema Informativo Geologico di ARPA Piemonte

[Contatta SIGeo](#)

Versione 1.0 2015 - Esecuzione: 2018-05-30 12:32:56pm



Quest'opera è distribuita con Licenza [Creative Commons Attribuzione 2.5 Italia](#).

- P5 -



## Stratigrafia semplificata

I dati contenuti in questo servizio hanno finalità unicamente divulgativa e pertanto Arpa Piemonte non risponde di utilizzi impropri ad esempio derivanti da errata interpretazione o applicazione scorretta dei dati in ambiti differenti da quelli originali.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S2	Lusernetta	TO	Rio Serbial
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
13/5/1998	13/5/1998	10.00	Viabilità: Indagine geognostica per la variante della S.P. 156 *

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104671	0.20	conglomerato bituminoso
104671	0.50	riporto ghiaia fine con sabbia
104671	1.00	ghiaia da fine a media in abbondante matrice limoso sabbiosa
104671	2.20	limo sabbioso con molta ghiaia media
104671	5.00	ghiaia grossa e trovanti in poca matrice limoso sabbiosa
104671	10.00	gneiss fratturato

A cura di SIGeo - Sistema Informativo Geologico di ARPA Piemonte


[Contatta SIGeo](#)

Versione 1.0 2015 - Esecuzione: 2018-05-30 12:31:30pm

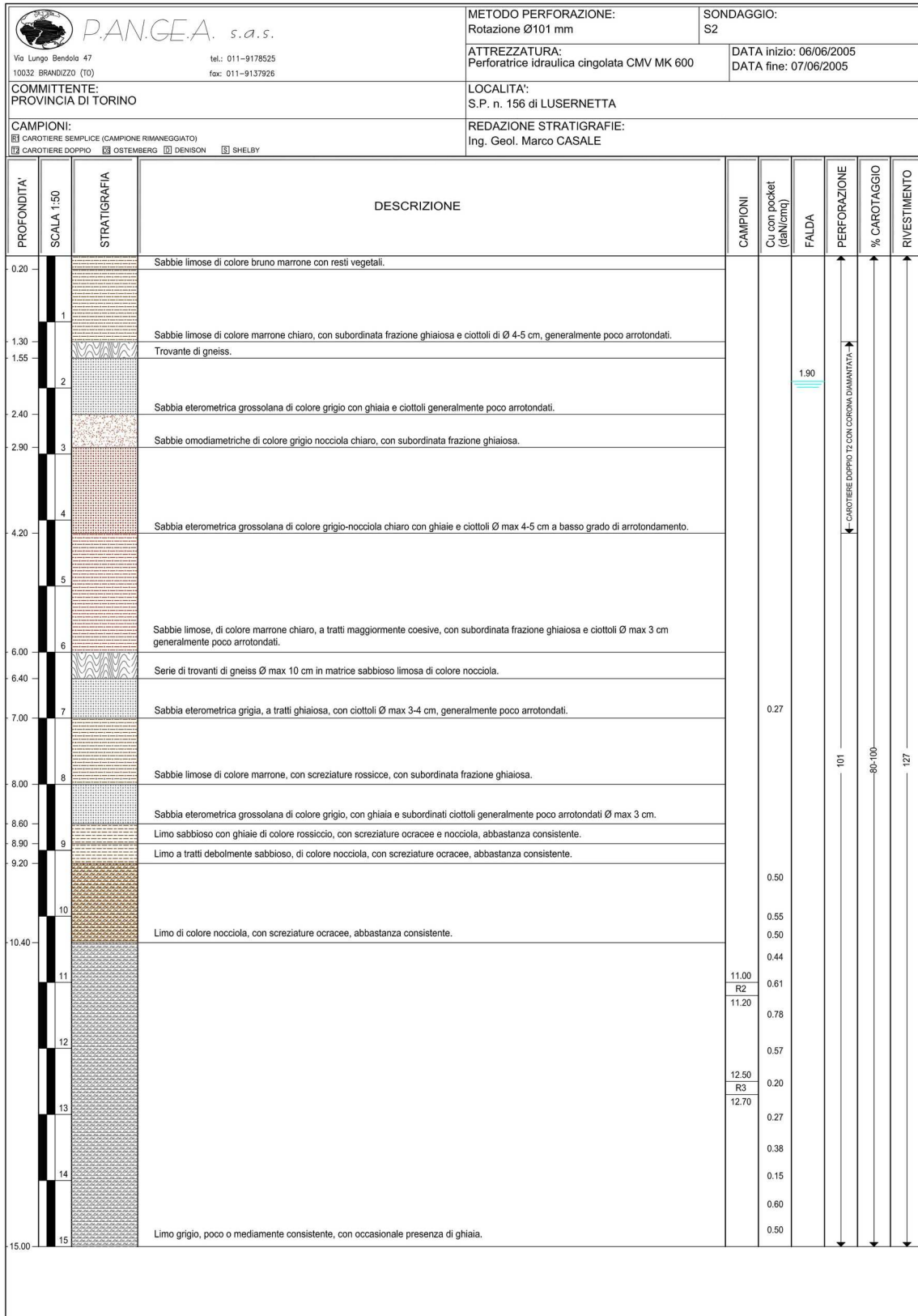


Quest'opera è distribuita con Licenza [Creative Commons Attribuzione 2.5 Italia](#).

- P12 -

 <b>P.A.N.G.E.A. s.a.s.</b> Via Lungo Bendolo 47 10032 BRANDIZZO (TO)			METODO PERFORAZIONE: Rotazione Ø101 mm		SONDAGGIO: S1				
tel.: 011-9178525 fax: 011-9137926			ATTREZZATURA: Perforatrice idraulica cingolata CMV MK 600		DATA inizio: 01/06/2005 DATA fine: 03/06/2005				
COMMITTENTE: PROVINCIA DI TORINO			LOCALITA': S.P. n. 156 di LUSERNETTA						
CAMPIONI: <input type="checkbox"/> CAROTIERE SEMPLICE (CAMPIONE RIMANEGGIATO) <input checked="" type="checkbox"/> CAROTIERE DOPPIO <input type="checkbox"/> OSTENBERG <input type="checkbox"/> DENISON <input type="checkbox"/> SHELBY			REDAZIONE STRATIGRAFIE: Ing. Geol. Marco CASALE						
PROFONDITA'	SCALA 1:50	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE	CAMPIONI	Cu con pocket (g/N/cm <sup>3</sup> )	FALDA	PERFORAZIONE	% CAROTTAGGIO	RIVESTIMENTO
0.40			Terreno vegetale limoso debolmente sabbioso, di colore marrone scuro.						
1.10	1		Sabbia limosa e limo sabbioso, con subordinata frazione ghiaiosa, debolmente consistente, di colore marrone chiaro.						
1.70			Sabbie limose e limi sabbiosi con subordinata frazione ghiaiosa, con tracce di laterizi, mediamente consistente, di colore nocciola.						
1.90	2		Sabbia eterometrica, grossolana con subordinata frazione ghiaiosa di colore marrone chiaro.						
2.15			Sabbie limose con ghiaia, di colore nocciola chiaro.						
	3								
	4								
	5								
	6		Ghiaia con ciottoli e trovanti di gneiss (occhiatini e tabulari), micascisti e scisti micacei, a basso grado di sfericità e grado di alterazione da basso a medio, in matrice sabbiosa, a tratti limosa, di colore grigio. Trovanti da 2.60 a 2.90 m da 3.20 a 3.45 m da 4.00 a 4.10 m da 5.90 a 6.10 m da 6.60 a 6.90 m N.B. da 4.10 a 5.00 m la matrice è maggiormente abbondante ed a carattere maggiormente limoso.			6.20			
7.00	7		Ghiaia con ciottoli di dimensioni max 5-6 cm, a basso grado di sfericità, in abbondante matrice sabbiosa grossolana grigia.						
7.25									
	8								
	9		Successione di trovanti decimetrici di gneiss, micascisti e scisti micacei, con ciottoli a basso grado di arrotondamento, in scarsa matrice ghiaioso-sabbiosa grigia.						
8.85									
	10								
	11		Ghiaia con ciottoli e trovanti di gneiss (occhiatini e tabulari), micascisti e scisti micacei in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola. Trovanti da 9.00 a 9.20 m da 9.85 a 10.00 m da 10.00 a 10.20 m da 10.35 a 10.60 m da 10.85 a 11.00 m da 11.00 a 11.20 m						
12.50									
	13								
	14								
15.00	15		Sabbia eterometrica di colore grigio nocciola, debolmente limosa da 12.50 a 13.10 m, con ghiaia e rari ciottoli di Ø 3-4 cm.	13.50					
				R1					
				13.70					

- P13 -



**- P36 - P37 - P38 - P39 -**

(P36 = SOND. S1 ; P37=SOND. S2 ; P38 = SOND. S3 ; P39=SOND. S4)



idroricerche.com

Località Brucco – Frazione Abrau  
12013 Chiusa di Pesio | Cuneo – Italia  
info@idroricerche.com | +39 0171 734154  
P.IVA IT 029 358 500 46

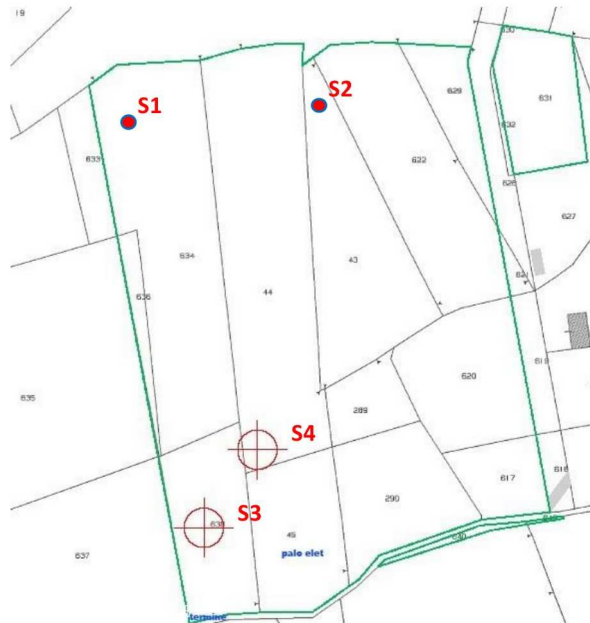


Figura 2 – Ubicazione indagini: S1 – S2 indagini 2021; S3 – S4 indagini 2022.

**4.1 Assetto litostratigrafico locale**

Le stratigrafie dei sondaggi effettuati hanno evidenziato la seguente successione litostratigrafica: dopo un primo livello “terroso”, superficiale (suolo colturale), avente spessore di ordine metrico, si riscontra la presenza di uno strato detritico, costituito da sabbie e ghiaie con eterometria dei clasti decrescente dall’allineamento S1 – S2 verso S3 – S4. Infatti, nella zona di imposta di S1 – S2 sono stati intercettati blocchi fino a metrici, di natura metamorfica, in matrice sabbiosa, debolmente limosa; verso S3 – S4 il terreno risulta essere più omogeneo, con pressoché assenza di blocchi ciclopici. Il letto del “materasso”

detritico si attesta alla profondità di 18 m dal p.c. (sondaggio S1), 16 m dal p.c. (sondaggio S2) e si approfondisce verso i sondaggi S3 – S4 dove lo stesso risulta essere situato a profondità maggiore di 25 metri dal piano campagna attuale.

#### SONDAGGIO S1

- 0 – 0,30 m: Suolo colturale
- 0,30 – 18,00 m: Blocchi, ciottoli e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa
- 18,00 – 20,00 m: Gneiss

#### SONDAGGIO S2

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – 16,00 m: Blocchi, ciottoli e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa
- 16,00 – 20,00 m: Gneiss

#### SONDAGGIO S3

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – > 25,00 m: alternanze di sabbie e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa

#### SONDAGGIO S4

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – > 25,00 m: alternanze di sabbie e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa

Il livello piezometrico della falda risulta avere andamento sub-parallelo al piano campagna e presenta una soggiacenza compresa tra -7 e -10 metri circa dal piano campagna.

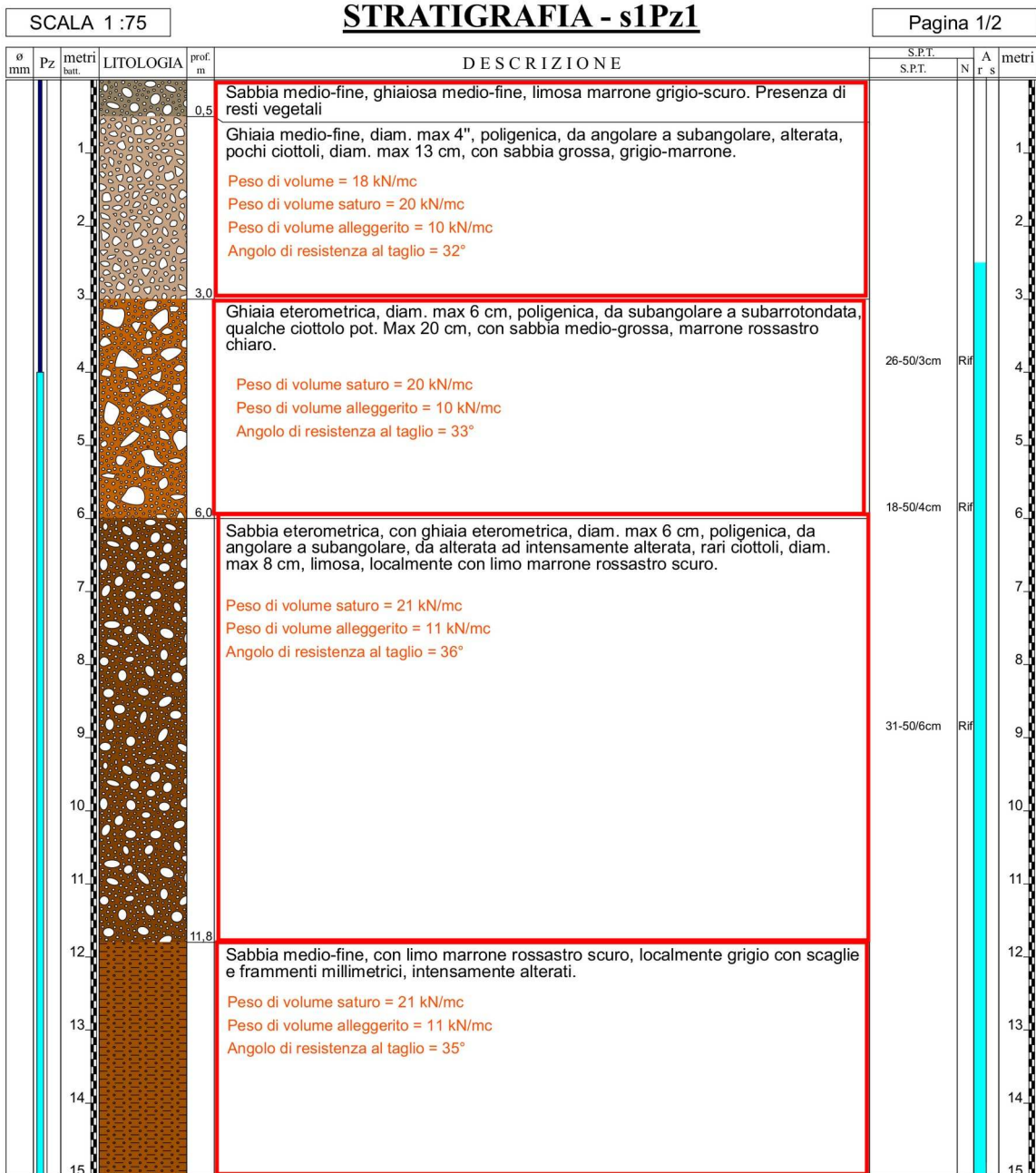
## - P40 -



**CARSICO** s.r.l.  
Geologia e Ambiente

CARSICO S.r.l.  
Via Piossasco Rivalta 26  
10090 Bruino (TORINO)  
P.I.: 08207840011

Committente: Pontevecchio Srl	Sondaggio: s1Pz1
Riferimento: Lusernetta	Data: 16-18/01/2023
Coordinate:	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	





**CARSICO** s.r.l.  
Geologia e Ambiente

CARSICO S.r.l.  
Via Piossasco Rivalta 26  
10090 Bruino (TORINO)  
P.I.: 08207840011

Committente: Pontevecchio Srl	Sondaggio: s1Pz1
Riferimento: Lusernetta	Data: 16-18/01/2023
Coordinate:	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

**STRATIGRAFIA - s1Pz1**

Pagina 2/2

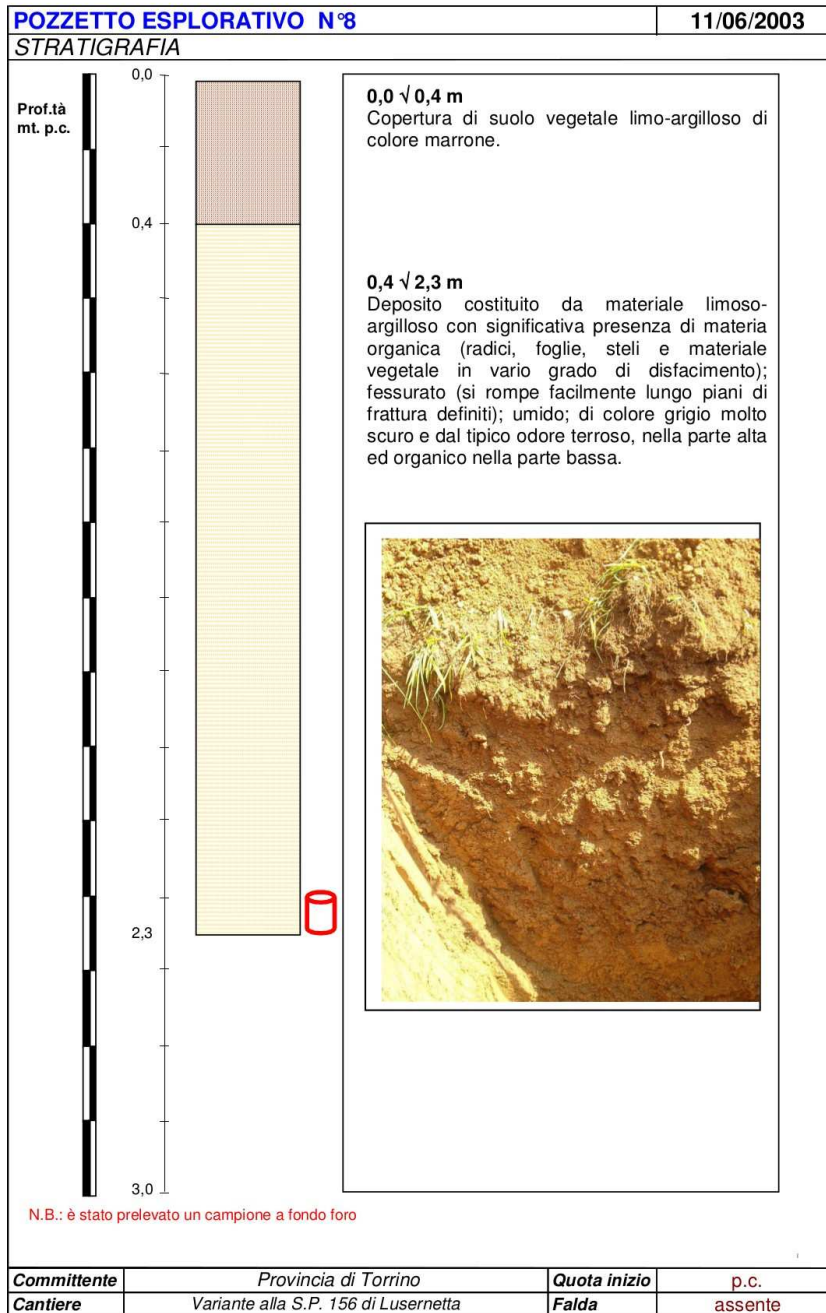
ø mm	Pz metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.		A r s	metri
					S.P.T.	N		
	16			Sabbia medio-fine, con limo marrone rossastro scuro, localmente grigio con scaglie e frammenti millimetrici, intensamente alterati.  Peso di volume saturo = 21 kN/mc Peso di volume alleggerito = 11 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 35°				16
	17							17
	18				29-50/5cm	Rif		18
131	19		19,0					19

Installato piezometro a tubo aperto 2 pollici, 19 m , fessurato 4-19 m, funghetto rosso, eseguito spurgo del piezometro.

## POZZETTI ESPLORATIVI

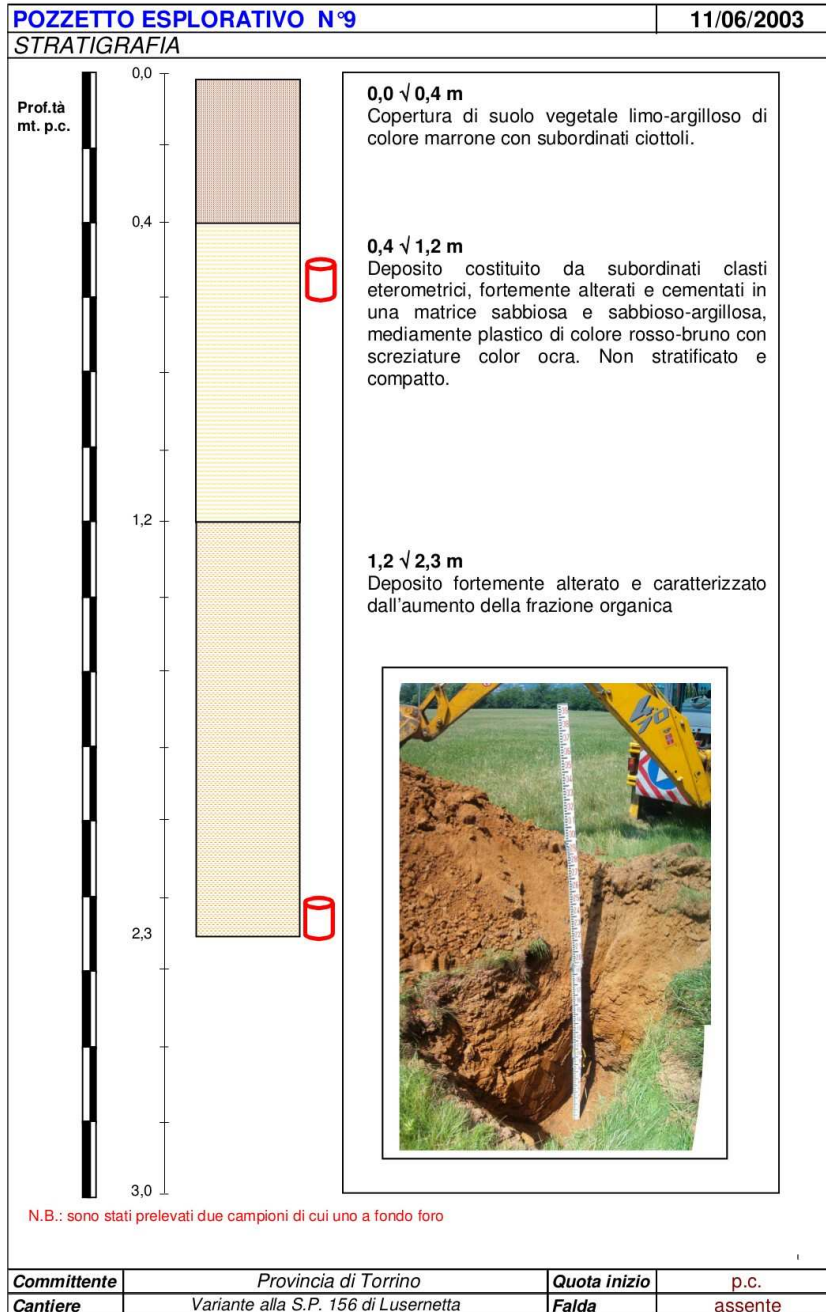
**- P14 -**

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



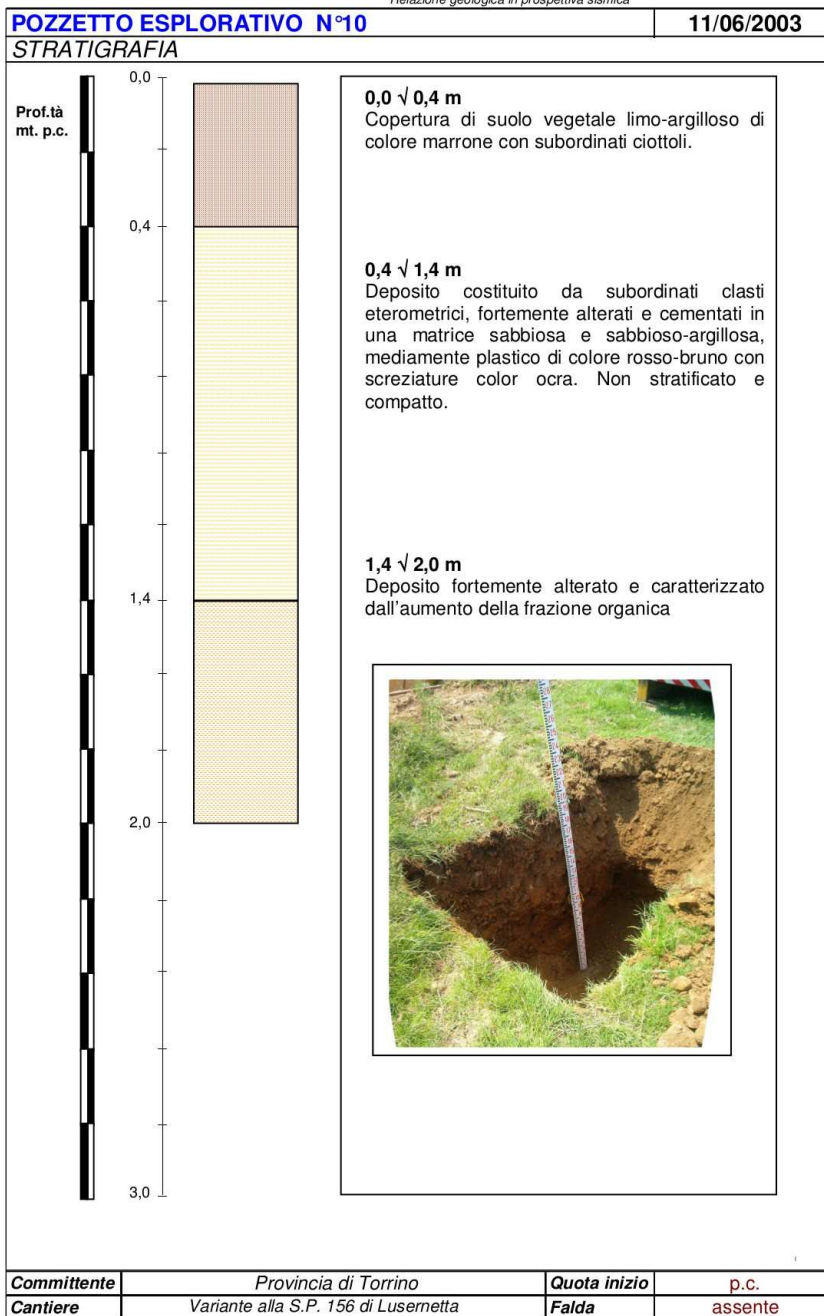
## - P15 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



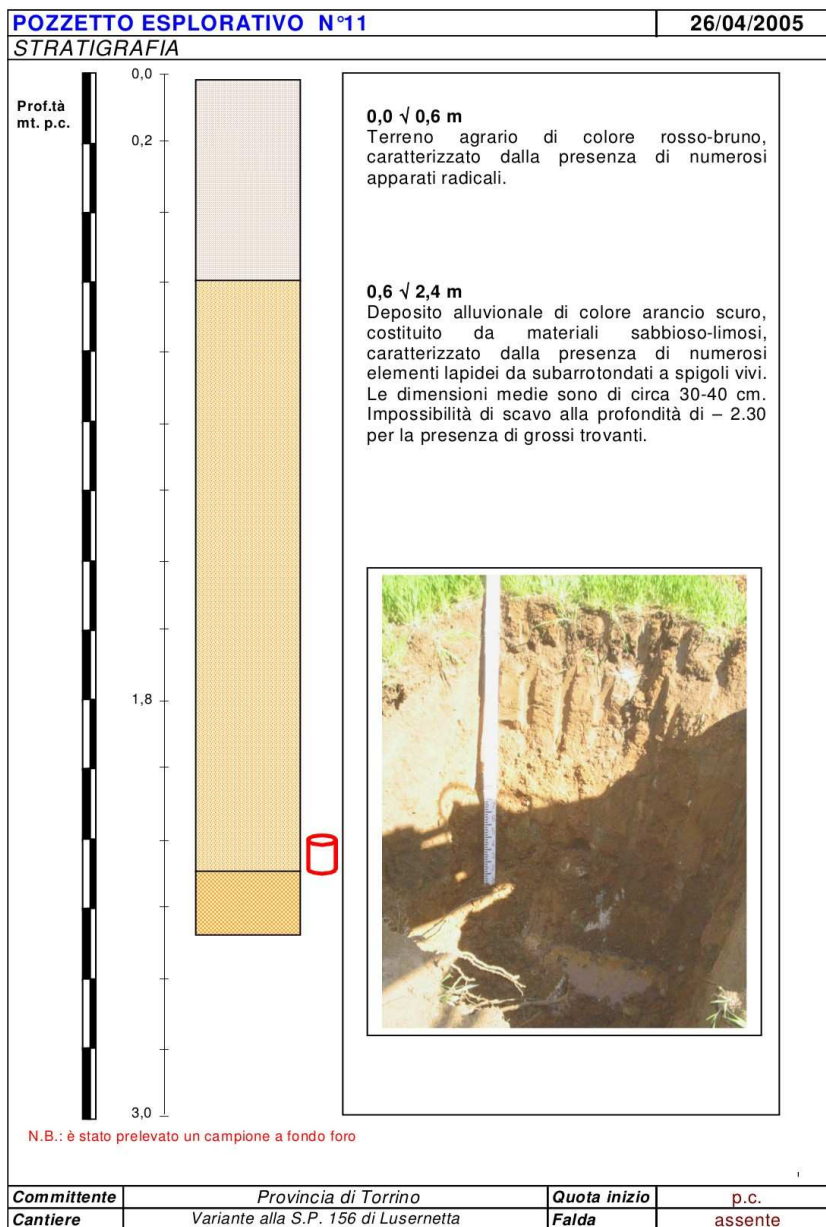
## - P16 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



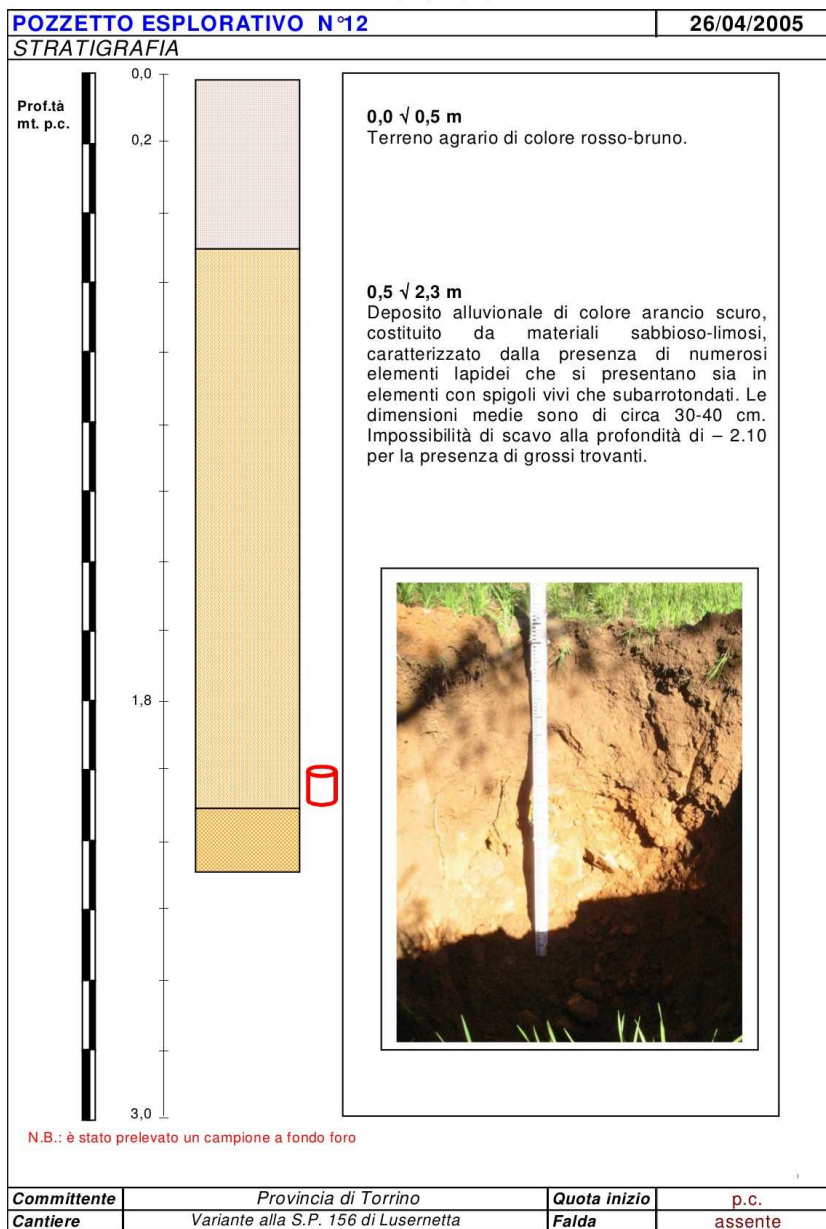
## - P17 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



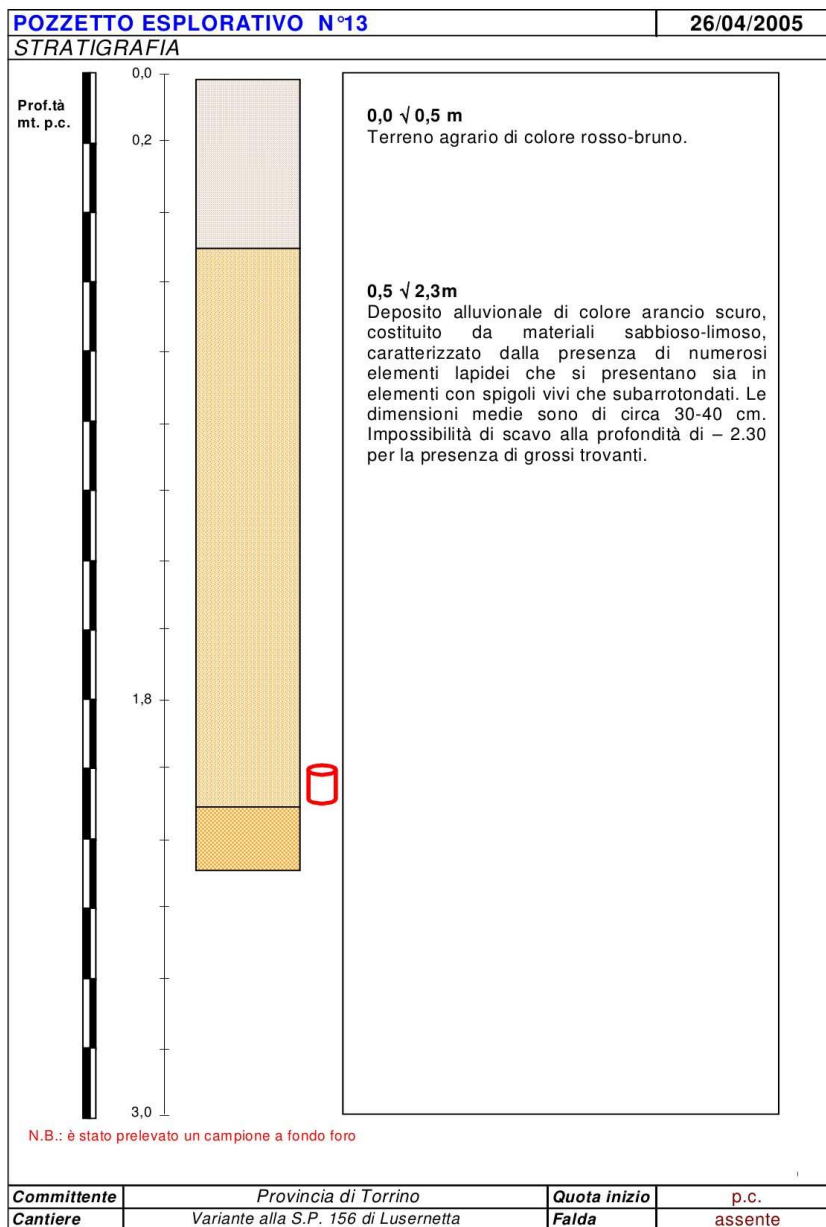
- P18 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



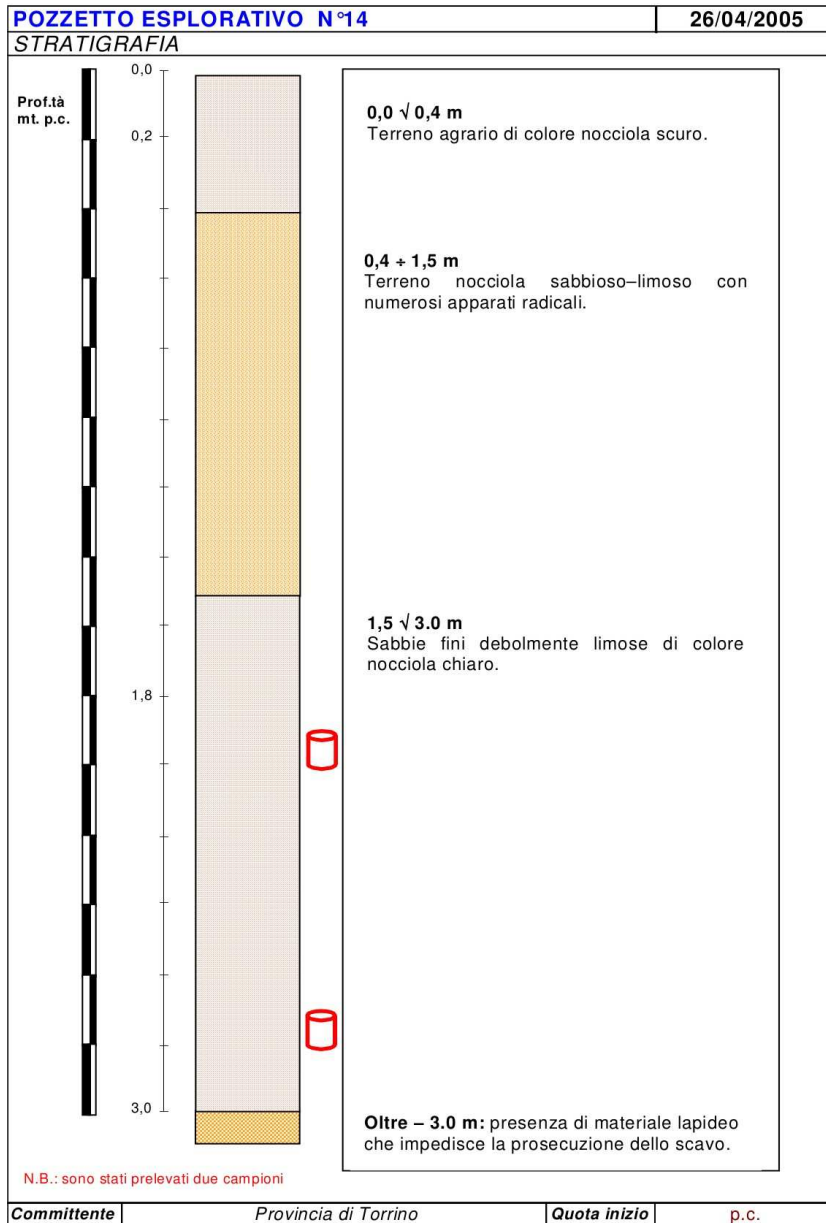
## - P19 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



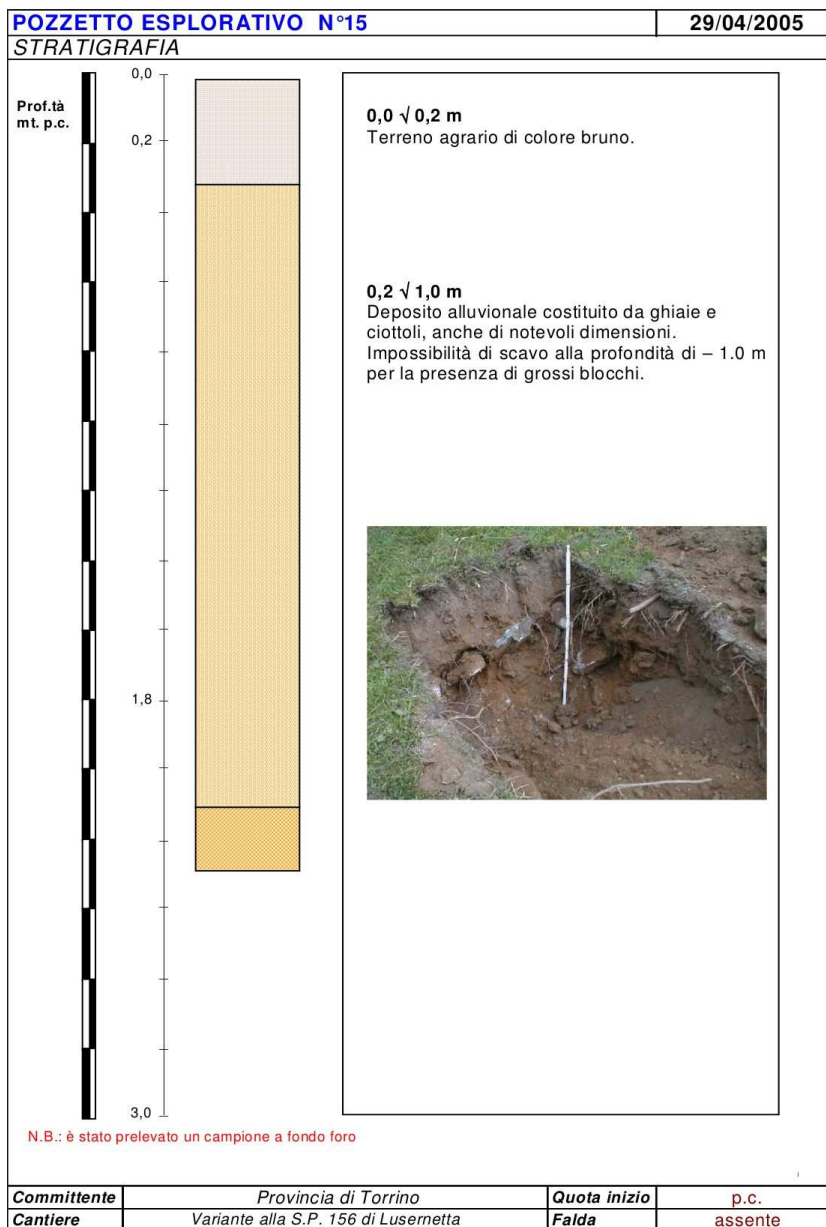
- P20 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



## - P21 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



## PROVE PENETROMETRICHE (DPSH)

- P2 -

Dr. Massimo Trossero  
Via Garibaldi, 15  
10042 Nichelino (To)

Riferimento: 011-08

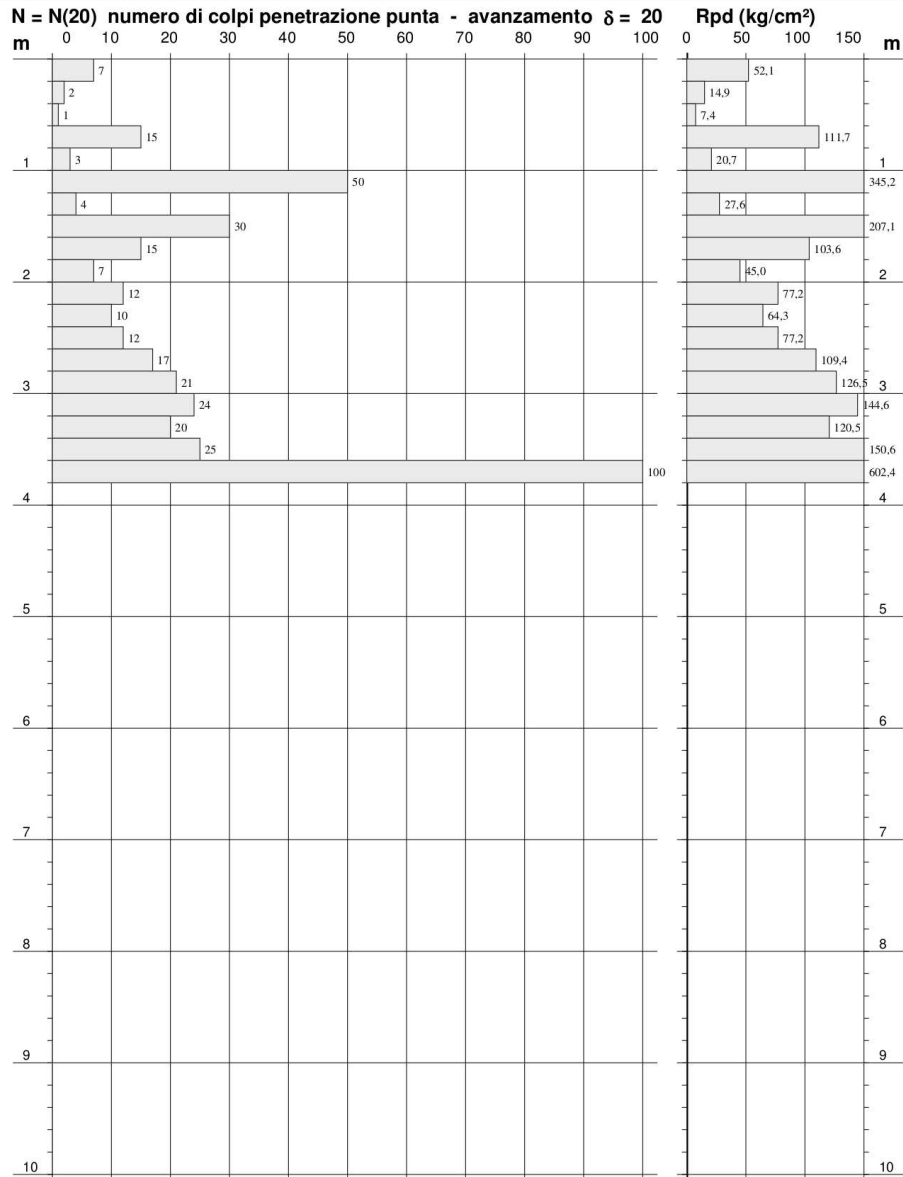
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

Scala 1:50

- committente : Provincia di Torino servizio Viabilità III  
- lavoro : SP 156 Variante tra Bibiana e Luserna S.G  
- località : Zona depuratore  
- note :

- data : 30/09/2008  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

P.Iva:06873380015

- P3 -

Dr. Massimo Trossero  
Via Garibaldi, 15  
10042 Nichelino (To)

Riferimento: 011-08

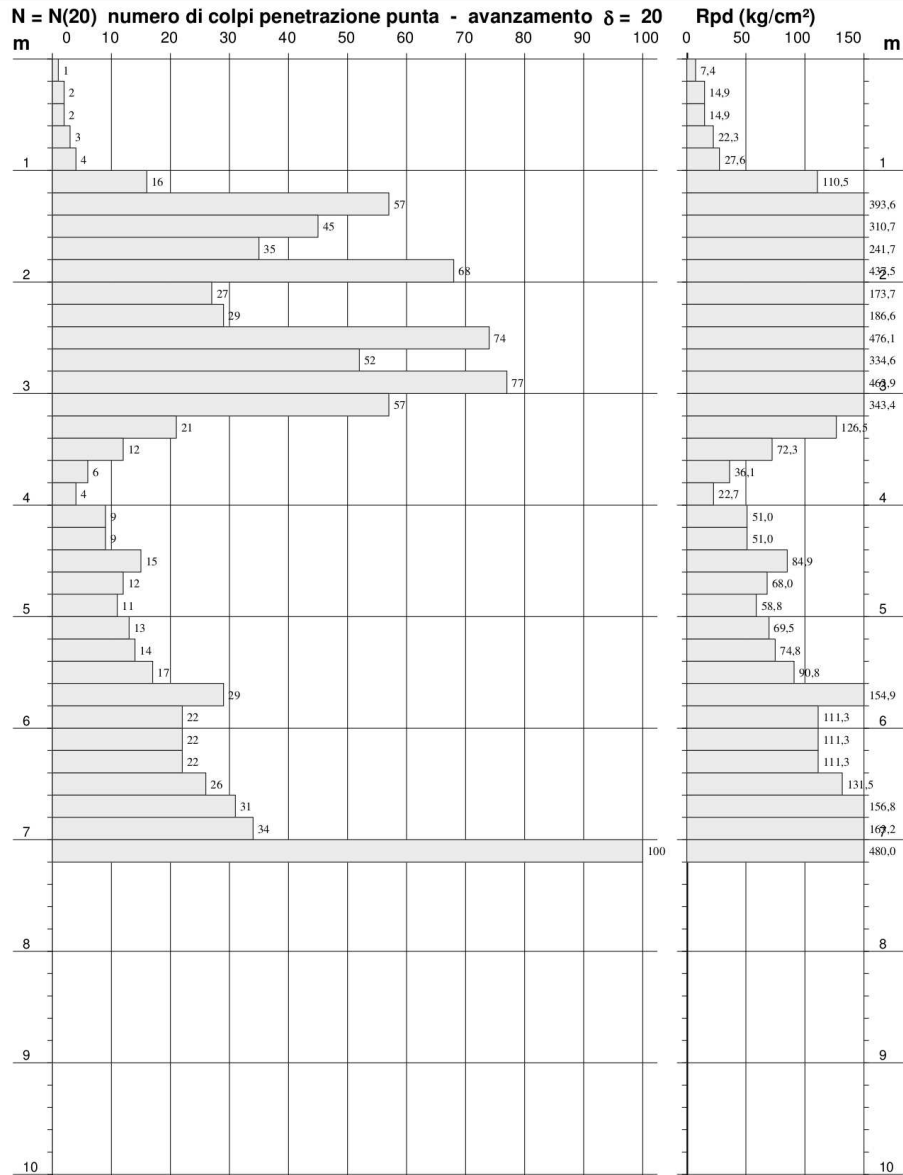
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Provincia di Torino servizio Viabilità III  
- lavoro : SP 156 Variante tra Bibiana e Luserna S.G  
- località : Zona depuratore  
- note :

- data : 30/09/2008  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



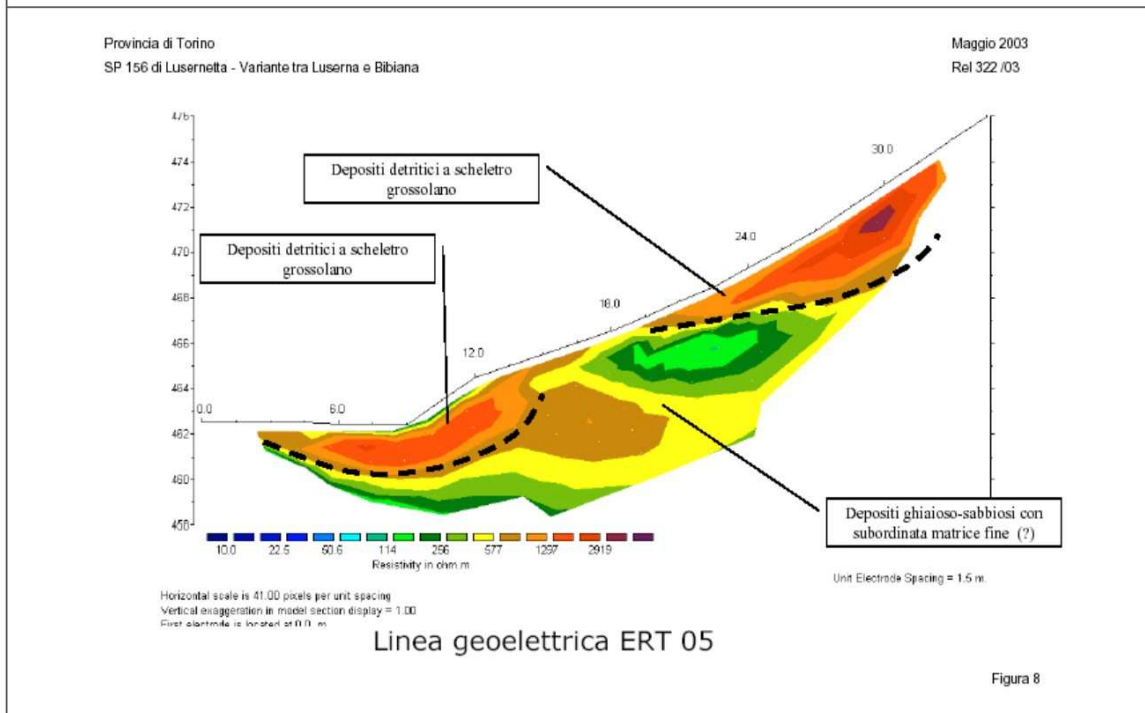
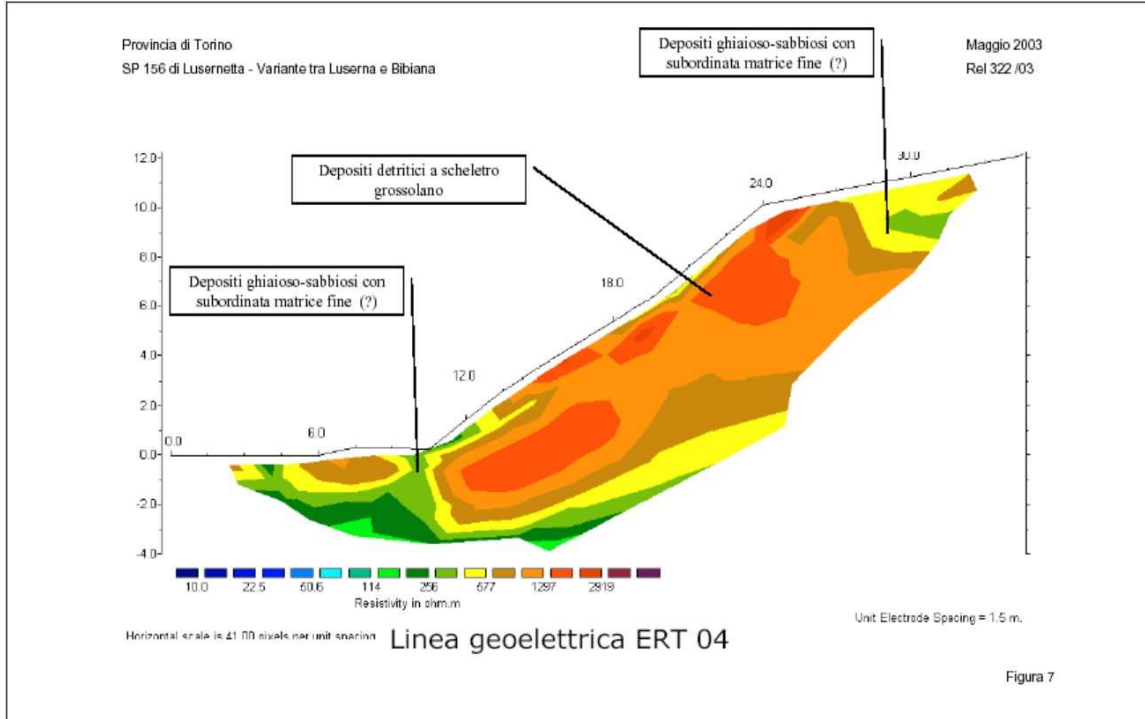
Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

P.Iva:06873380015

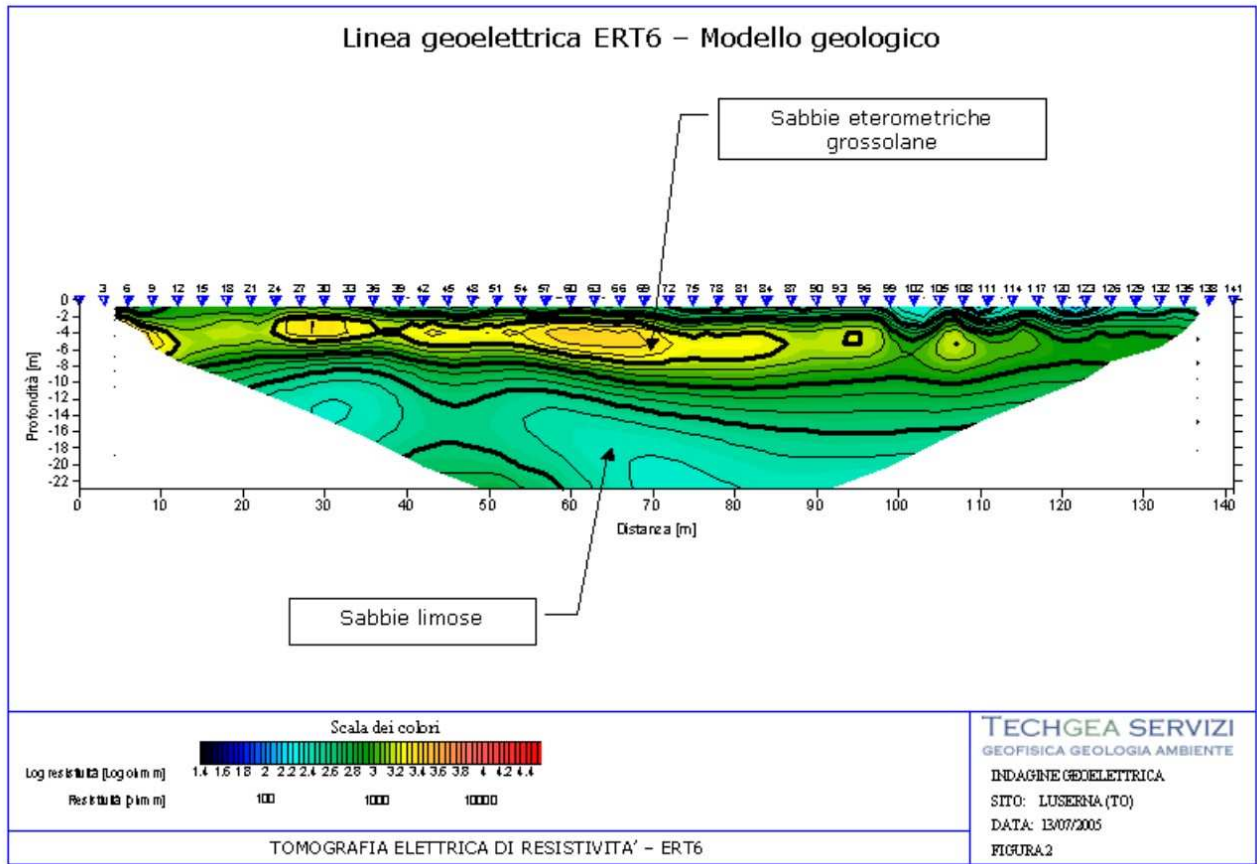
# TOMOGRAFIE ELETTRICHE (ERT)

- P26 e P27 -

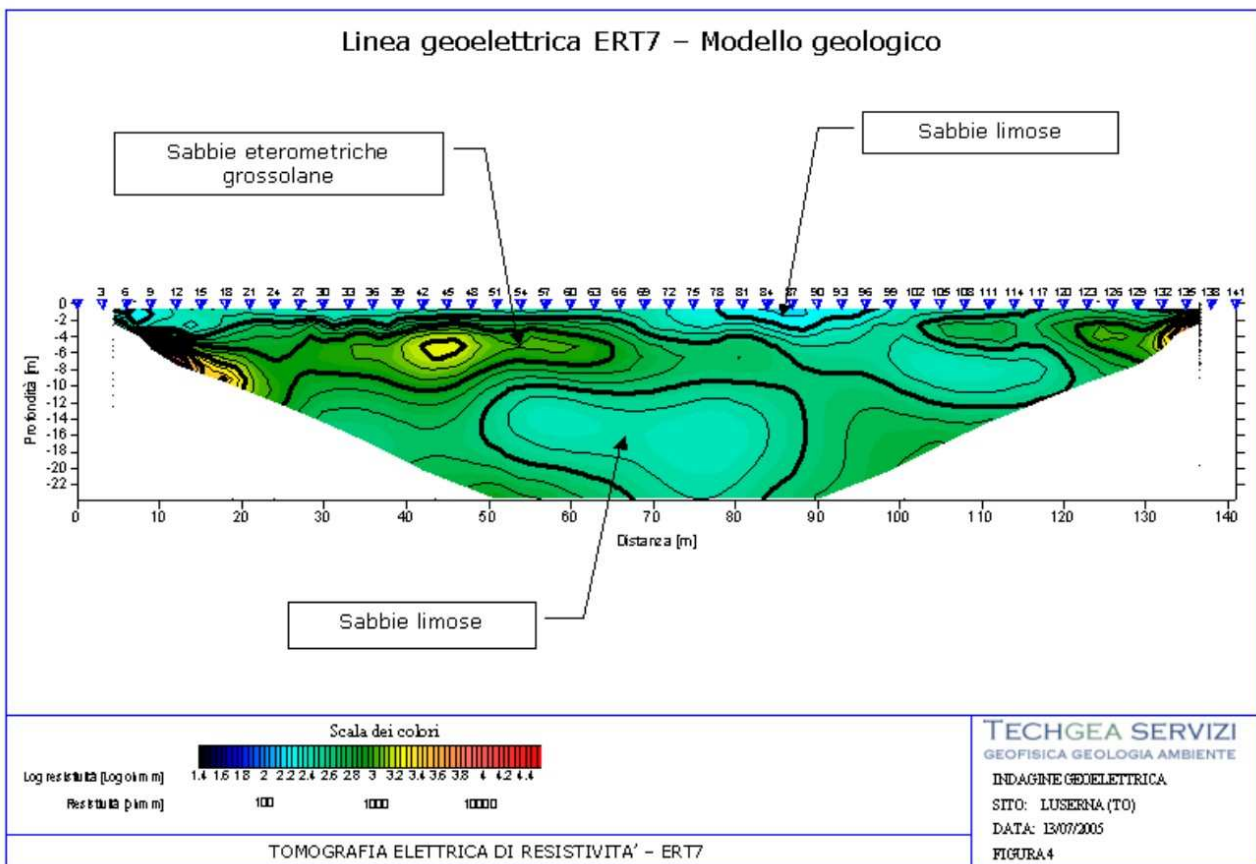
  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



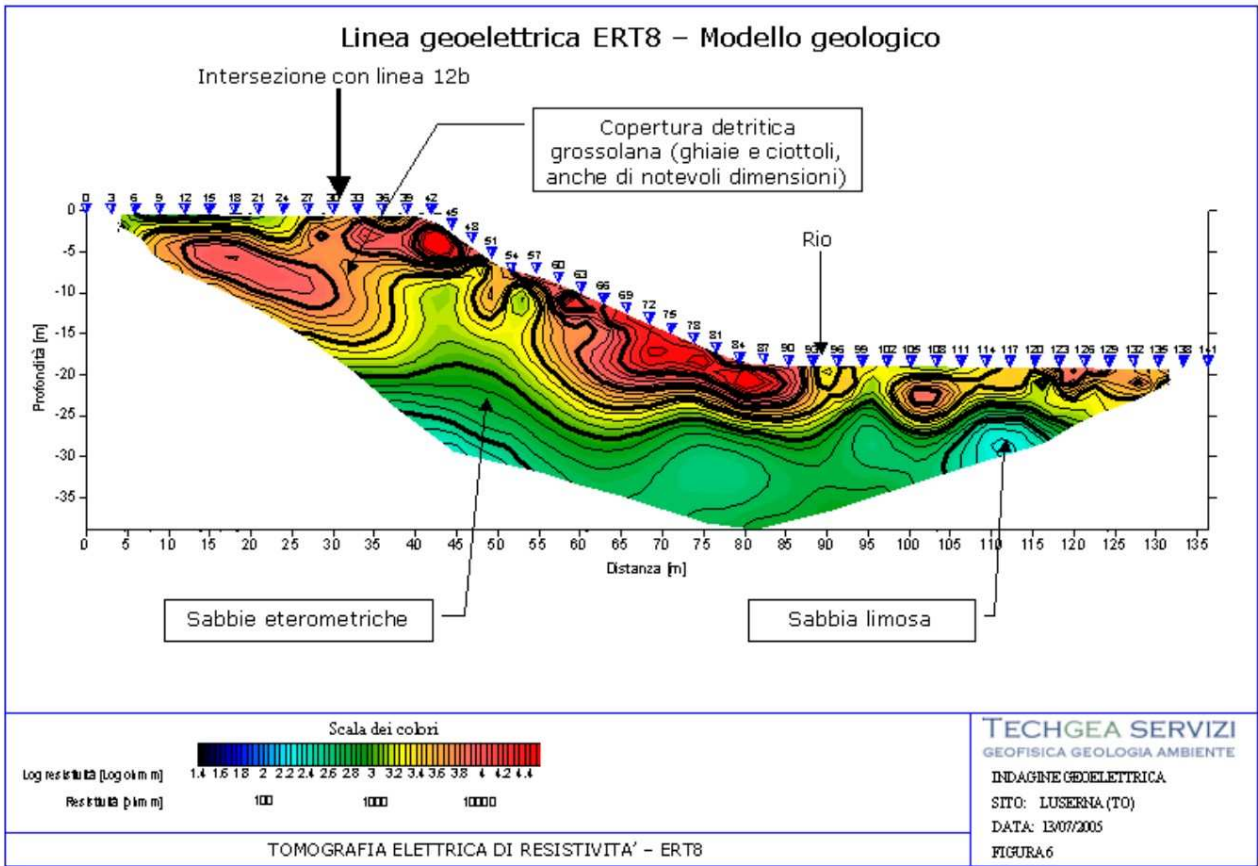
- P28 -



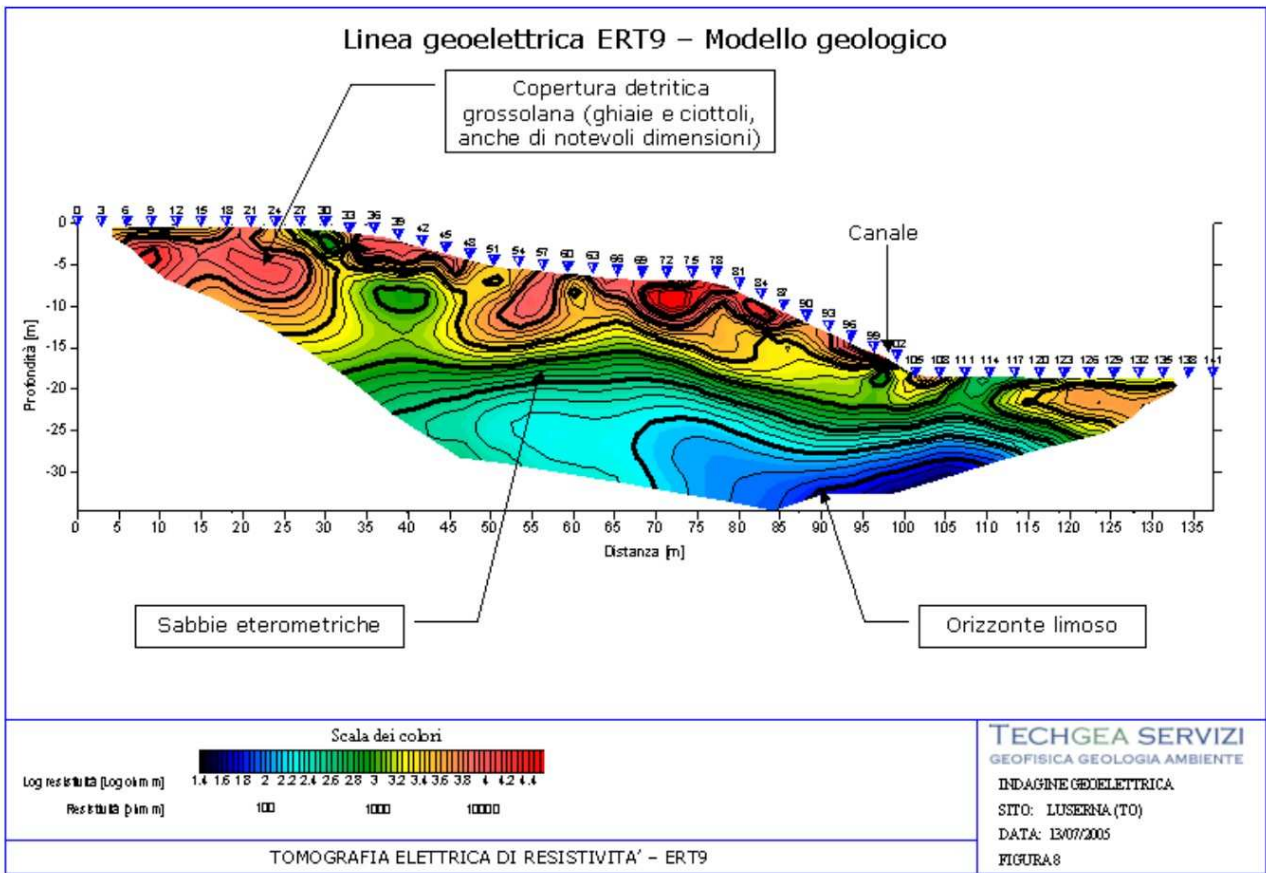
- P29 -



- P30 -



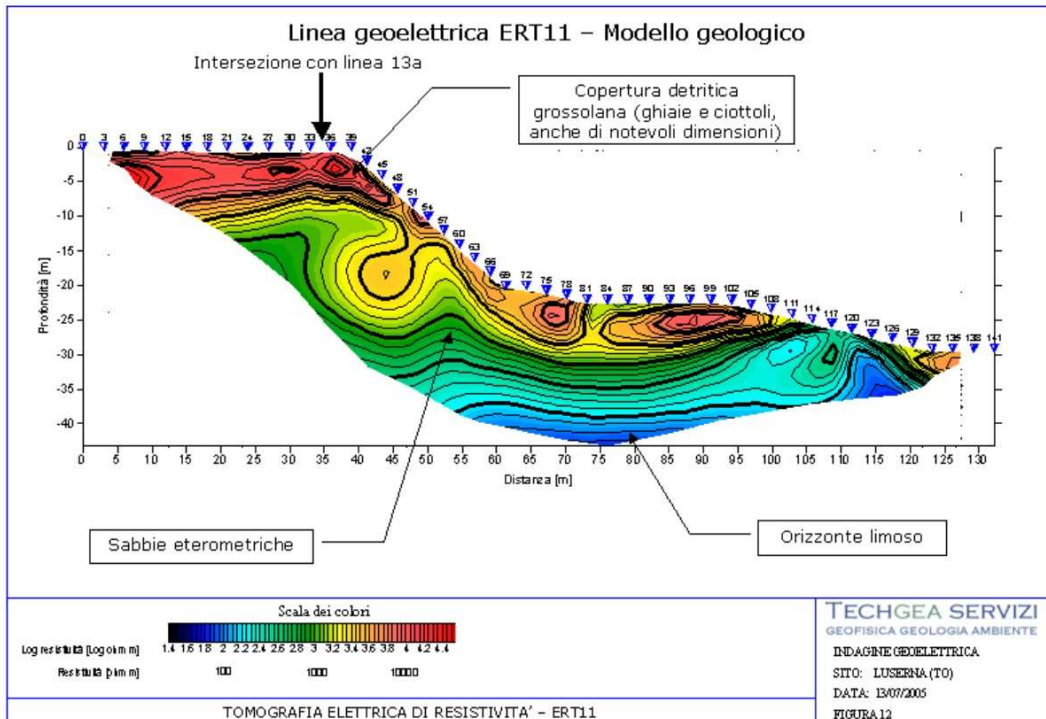
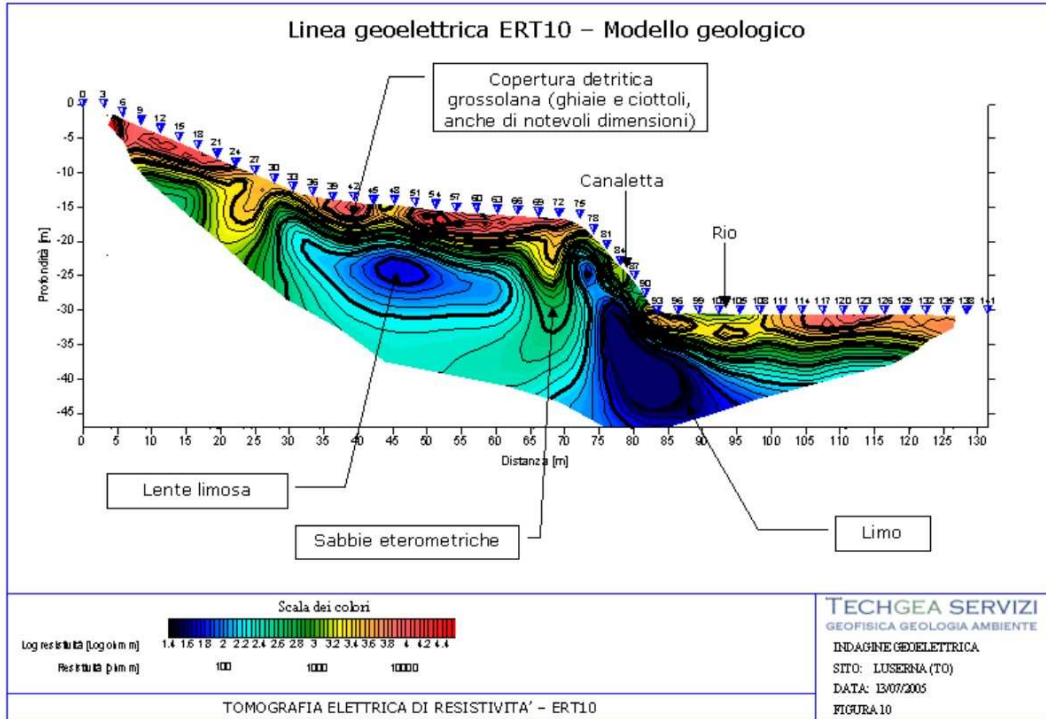
- P31 -



**- P32 e P33 -**



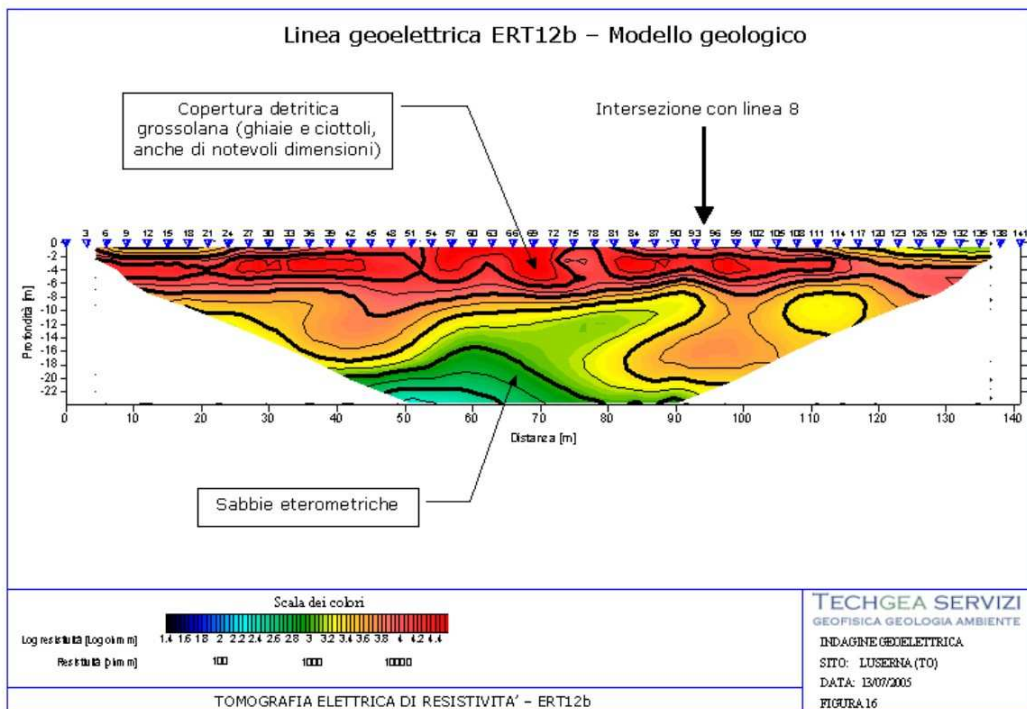
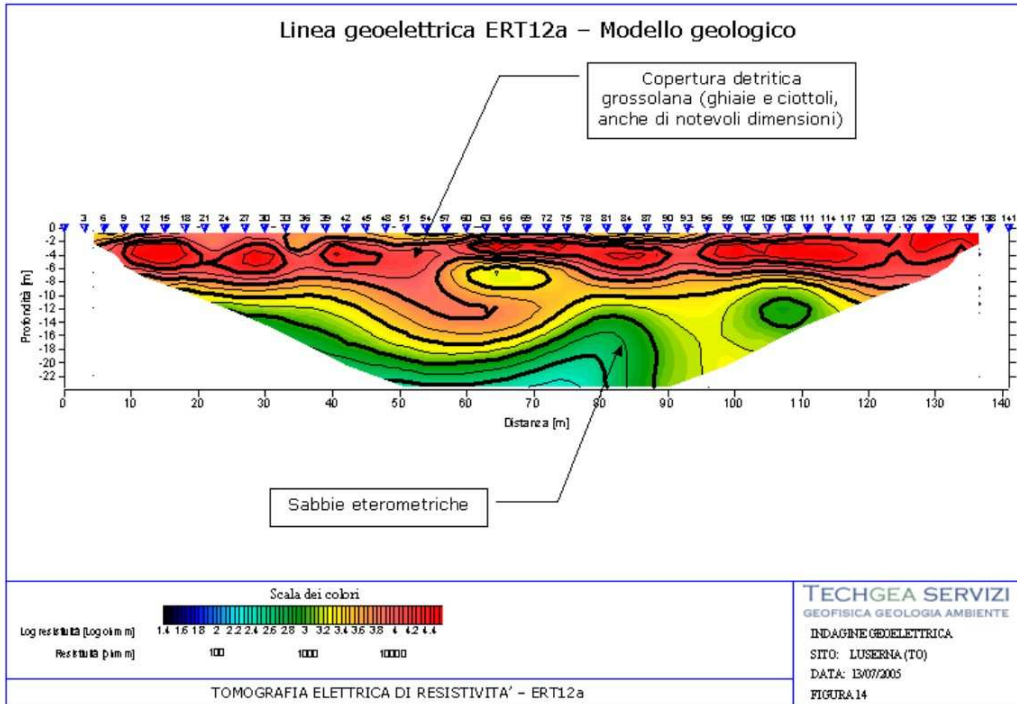
AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



- P34 -

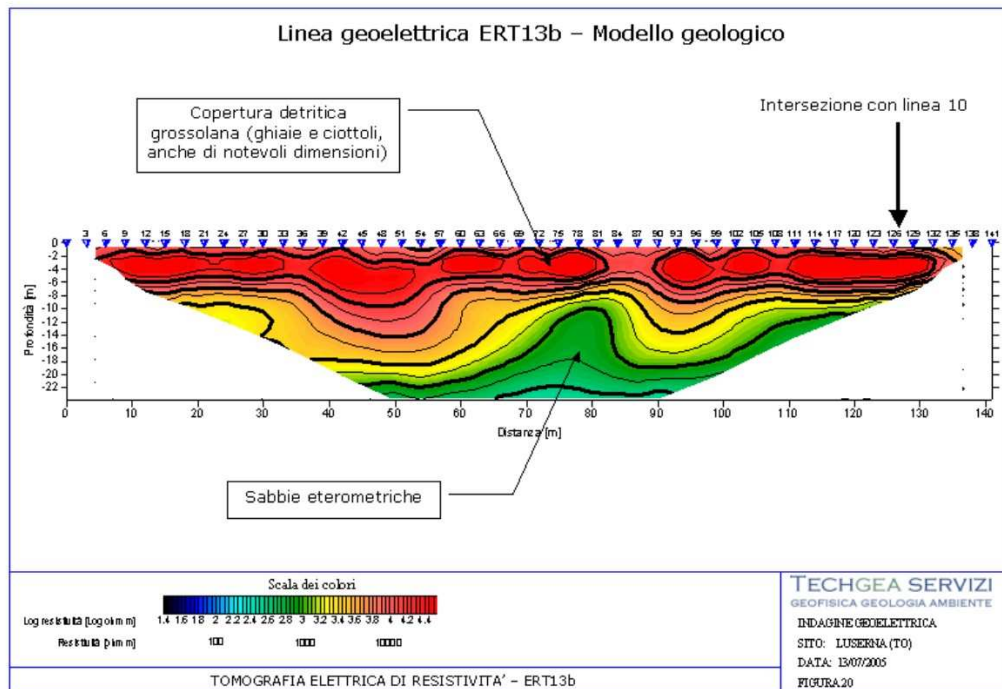
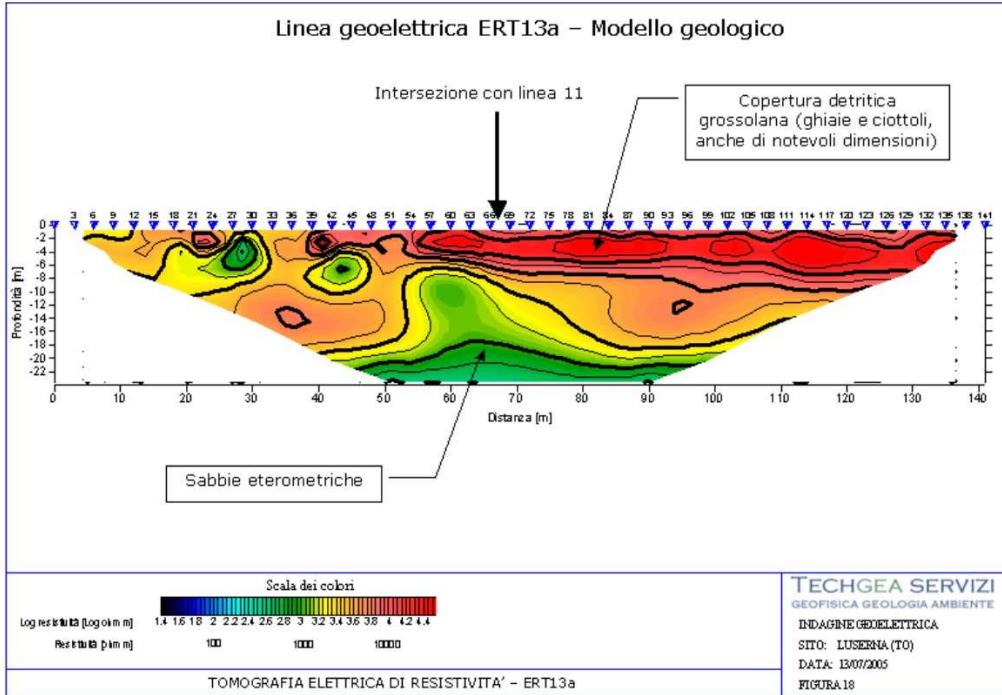


AREA VIABILITA'  
SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
S.P. N. 156 di Lusernetta  
Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
PROGETTO ESECUTIVO  
Relazione geologica in prospettiva sismica



- P35 -

  
 AREA VIABILITA'  
 SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' II  
**XX GIOCHI OLIMPICI INVERNALI**  
 S.P. N. 156 di Lusernetta  
 Realizzazione della variante tra Bibiana e Luserna S.Giovanni  
 PROGETTO ESECUTIVO  
 Relazione geologica in prospettiva sismica



## MISURE DI MICROTREMORE (HVSr)

**P22-HV1\_C,**

Instrument: TRZ-0087/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 19/06/18 15:58:47 End recording: 19/06/18 16:08:47

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

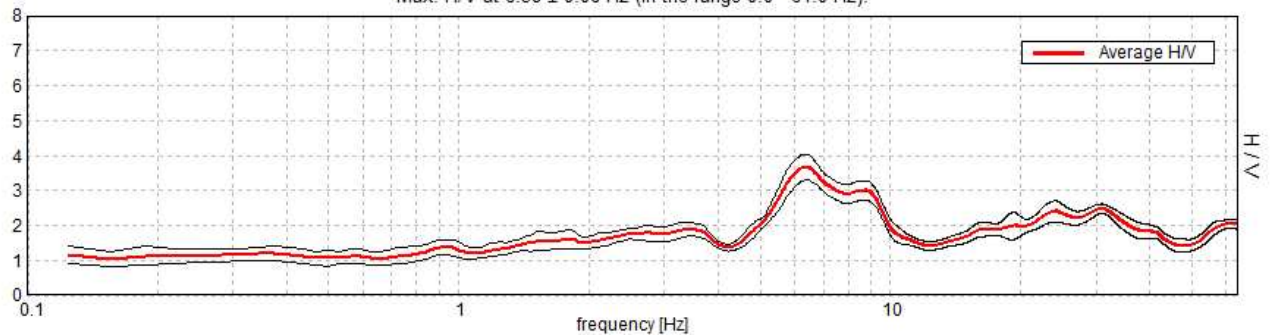
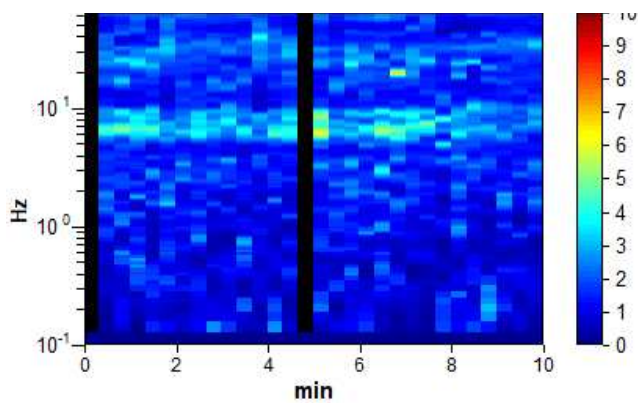
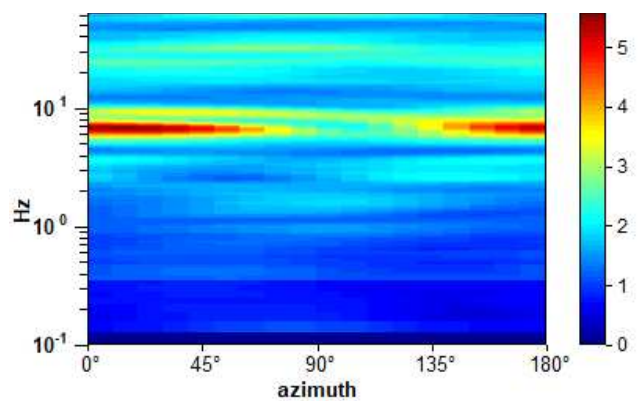
Trace length: 0h10'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

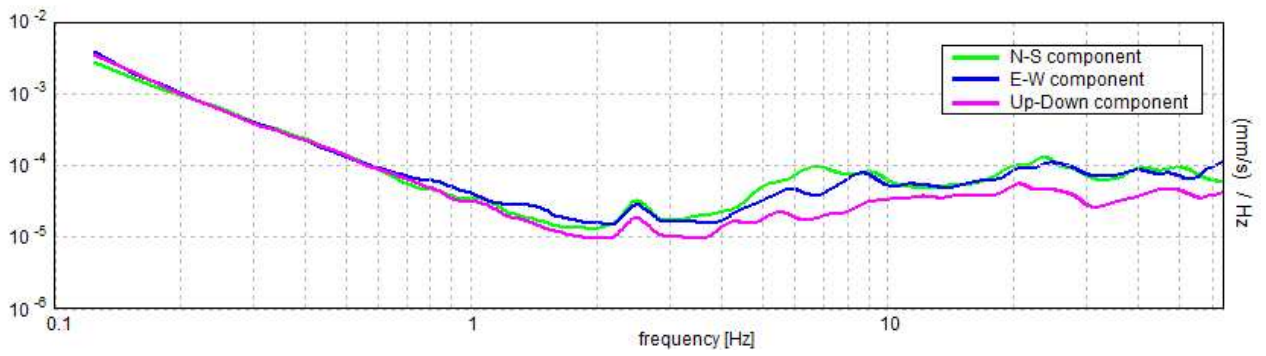
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

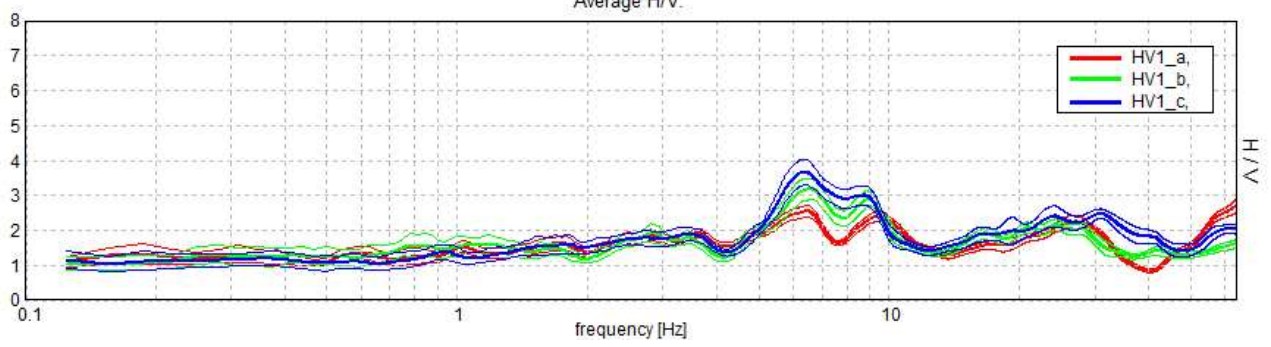
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**Max. H/V at  $6.38 \pm 0.06$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V**

SINGLE COMPONENT SPECTRA



Average H/V



UBICAZIONE SITO DI PROVA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 6.38 ± 0.06 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	6.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3570.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 307 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.781 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.66 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00917  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05846 < 0.31875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3618 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**P23-HV2\_A,**

Instrument: TRZ-0087/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 19/06/18 14:35:32 End recording: 19/06/18 14:51:31

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

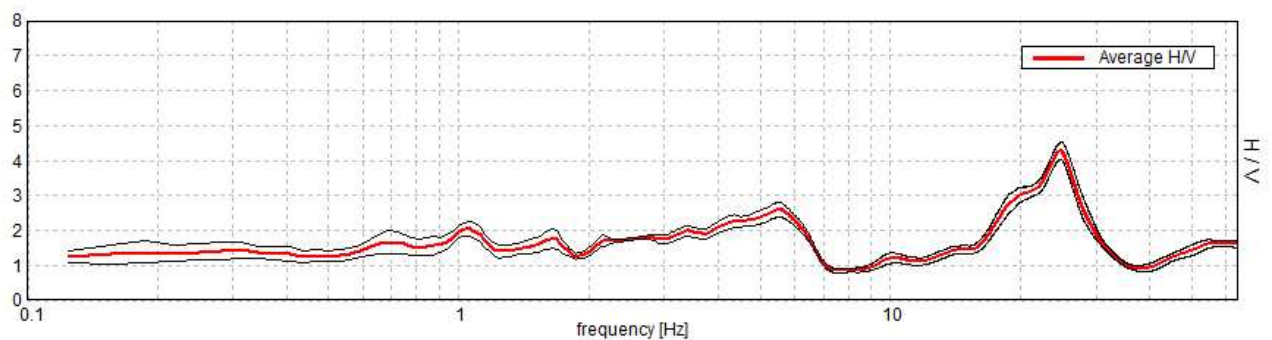
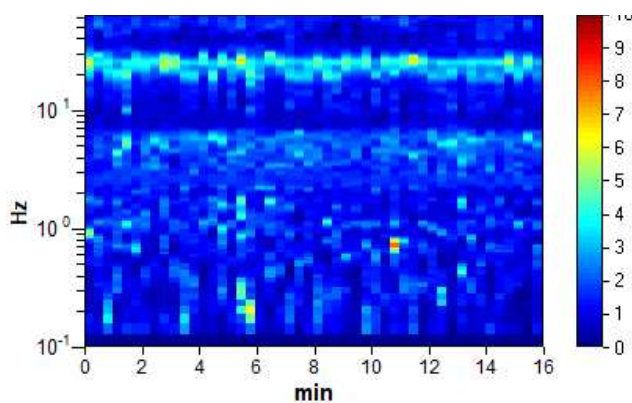
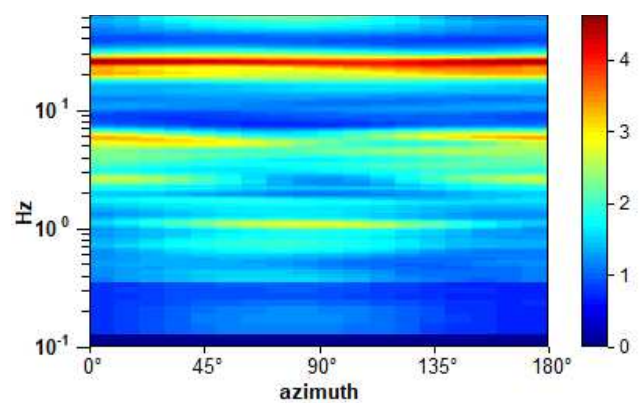
Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

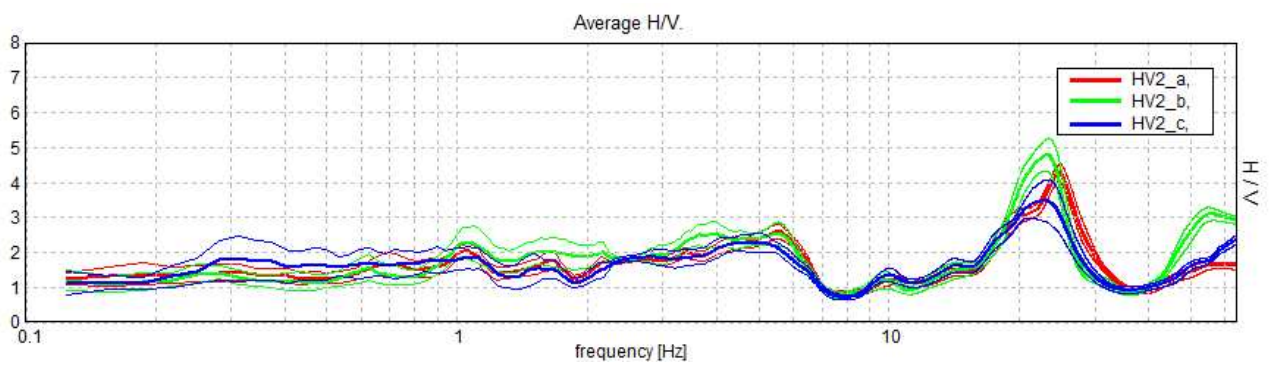
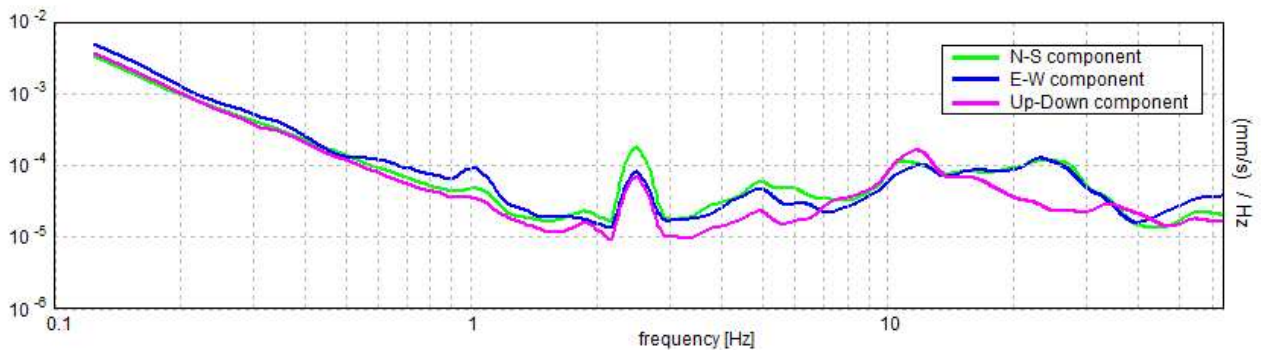
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO****H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V**

## SINGLE COMPONENT SPECTRA



## UBICAZIONE SITO DI PROVA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 24.94 ± 0.23 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	24.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	23940.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1198 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.406 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.27 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00932  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.23246 < 1.24688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2523 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**P24-HV3\_A,**

Instrument: TRZ-0087/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 19/06/18 16:30:22 End recording: 19/06/18 16:46:21

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

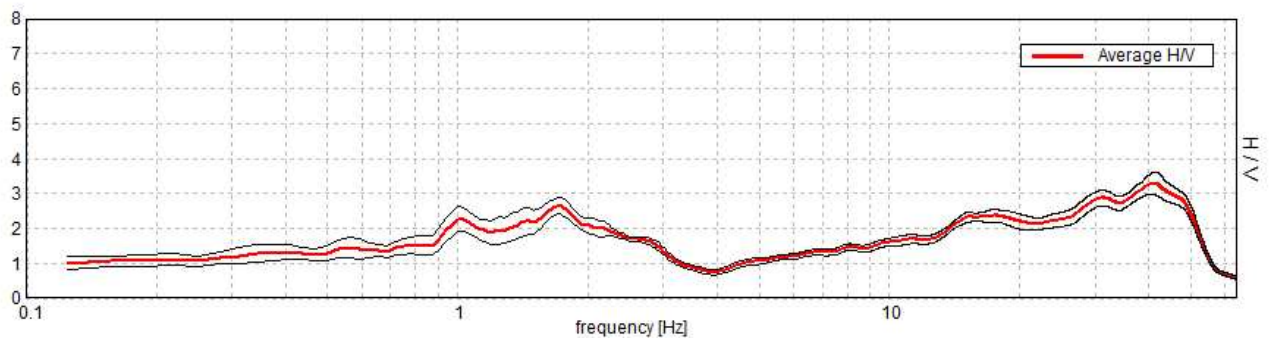
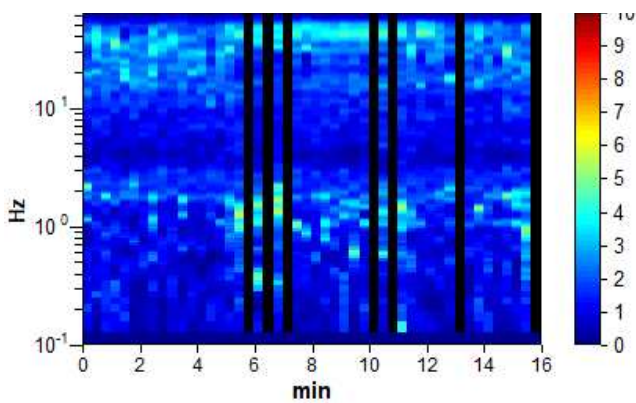
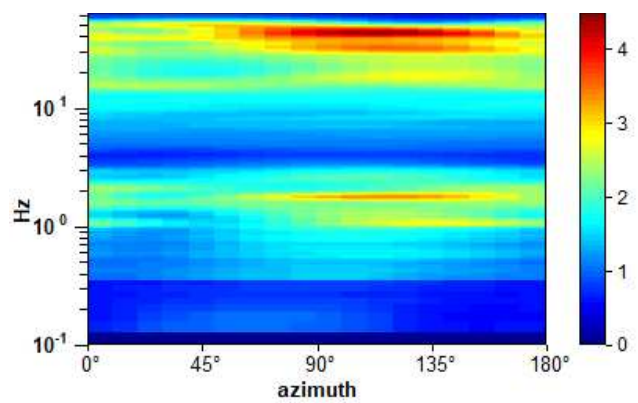
Trace length: 0h16'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

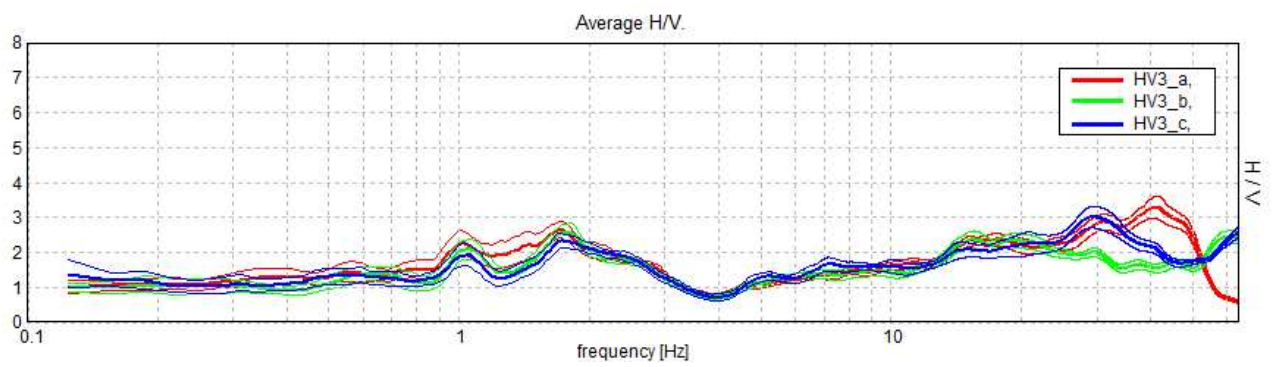
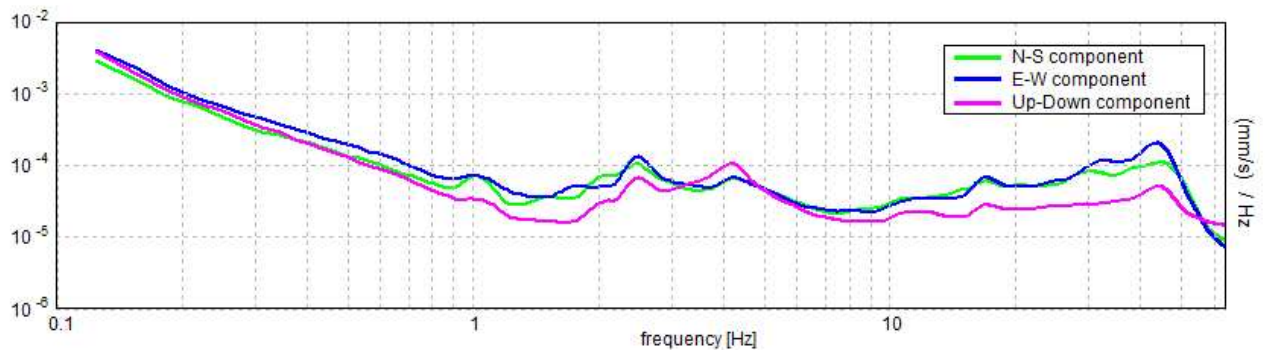
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO****H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V**

## SINGLE COMPONENT SPECTRA



## UBICAZIONE SITO DI PROVA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 40.94 ± 6.94 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	40.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	33568.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1394 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.563 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	52.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.28 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16941  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.93509 < 2.04688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3118 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**P25-HV4\_B,**

Instrument: TRZ-0087/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 19/06/18 13:58:38 End recording: 19/06/18 14:08:38

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h10'00". Analyzed 57% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

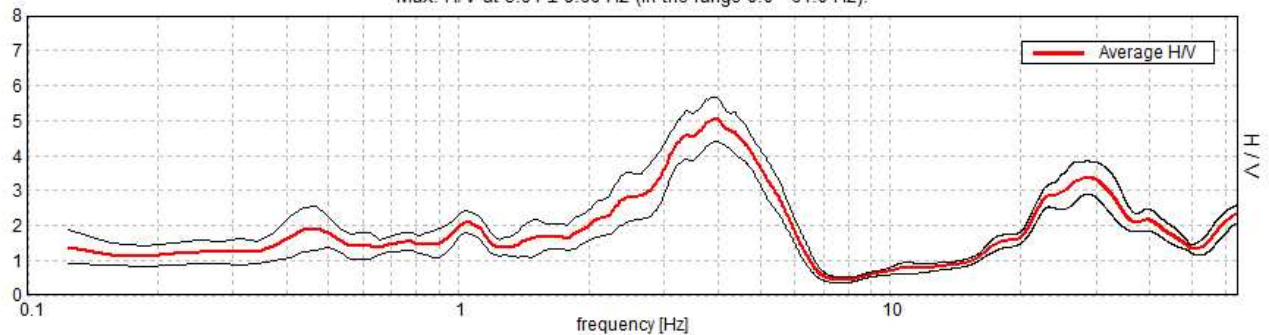
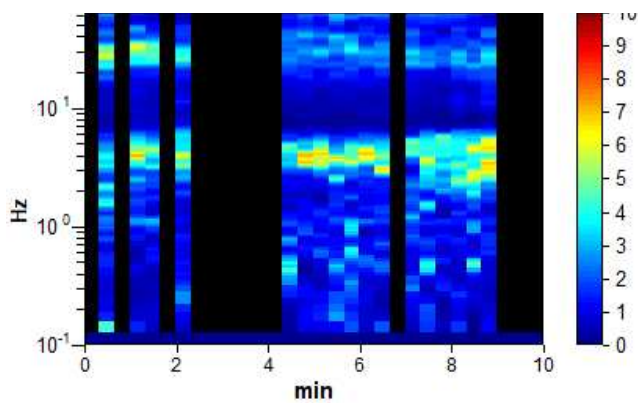
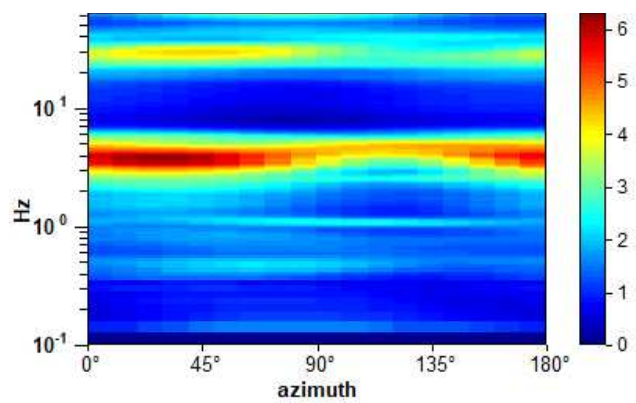
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

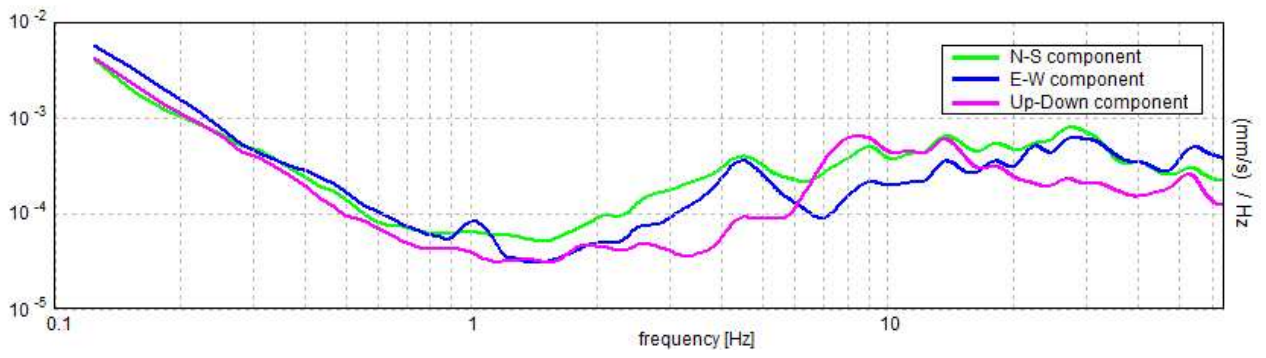
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

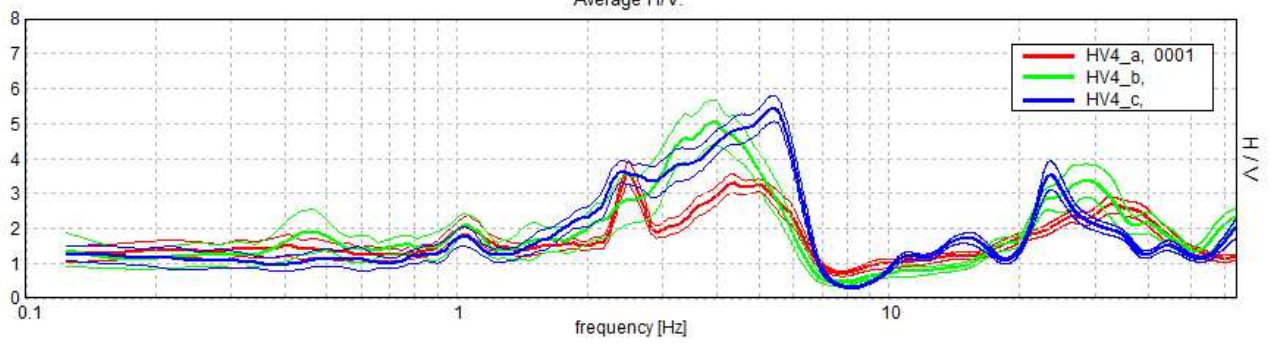
Max. H/V at 3.94 ± 8.66 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V**

SINGLE COMPONENT SPECTRA



Average H/V



UBICAZIONE SITO DI PROVA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 3.94 ± 8.66 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	3.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1338.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 190 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.281 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.04 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.19949  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	8.66051 < 0.19688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6385 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20