



REGIONE PIEMONTE
CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI CRISSOLO



MICROZONAZIONE SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Data

Agosto 2026

Il tecnico

Geol. Secondo Antonio Accotto

DOTT. GEOL. SECONDO ACCOTTO – 10016 MONTALTO DORA (TO) – VIA IVREA, 20
TEL 0125.361866 – C.F. CCTSND62B20F420V – P. I.V.A. 08261080017
N. 268 ORD. REG. GEOLOGI DEL PIEMONTE

INDICE

INDICE.....	2
1 Premessa.....	3
1.1 Riferimenti normativi e tecnici.....	4
2 Zonazione sismogenetica nazionale per la definizione della pericolosità sismica.....	5
3 Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento	9
4 Assetto geologico e geomorfologico dell'area.....	14
5 Modello del sottosuolo	16
6 Dati geognostici e geofisici	20
6.1 Indagini pregresse	20
6.2 Indagini eseguite.....	20
7 Elaborati cartografici	22
7.1 Carta delle indagini	22
7.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	22
7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta delle MOPS).....	23
8 ALLEGATI.....	25

1 Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Crissolo sono stati sviluppati gli studi di Microzonazione Sismica del territorio comunale, in attuazione delle disposizioni di cui all'art. 11 del Decreto-Legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito con modificazioni dalla Legge 24 giugno 2009, n. 77 (annualità 2011), nel rispetto dei criteri definiti nell'Allegato 2 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007/2012. Gli approfondimenti effettuati risultano equivalenti al Livello 1 previsto dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS), conformemente a quanto stabilito dalla D.D. n. 2862 del 25/11/2013 e dall'Allegato B alla D.G.R. Piemonte n. 20-1250 del 30 marzo 2015.

L'attività è stata condotta facendo riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS), edizione 2008, nonché ai contributi metodologici di Colombi et al. (2011), che hanno costituito la base tecnico-scientifica per l'esecuzione degli studi.

La predisposizione degli elaborati cartografici e l'organizzazione delle informazioni sono state effettuate in conformità agli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, versione 4.2, predisposti dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (2020), garantendo uniformità nella gestione e nella rappresentazione dei dati.

Le attività svolte hanno previsto la raccolta, l'analisi e la sistematizzazione delle informazioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche e geofisiche disponibili, comprendenti anche i dati derivanti da sondaggi e indagini pregresse relativi all'area di studio. Contestualmente sono stati eseguiti rilievi geologici di verifica in sito, finalizzati alla definizione dell'assetto geologico locale, sulla base di una preventiva acquisizione della documentazione disponibile presso gli archivi comunali e le banche dati degli enti pubblici competenti.

Nelle aree ritenute potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica locale sono state inoltre realizzate indagini geofisiche mediante tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), finalizzate alla determinazione della frequenza fondamentale dei terreni. Al fine di supportare l'interpretazione dei risultati HVSR in termini di geometria e spessori delle unità litostratigrafiche e di definire il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, sono state eseguite indagini di sismica superficiale mediante metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), con determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio (V_s).

Gli elaborati prodotti nell'ambito dello studio comprendono:

- 1) Carta delle indagini (scala 1:5.000), nella quale sono riportate sia le indagini pregresse sia quelle appositamente eseguite, classificate in funzione della tipologia e della profondità raggiunta;
- 2) Carta geologico-tecnica (scala 1:5.000), elaborata sulla base dei dati geologici e geomorfologici disponibili e dei rilievi di controllo effettuati sul terreno;
- 3) Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (scala 1:5.000), nella quale sono individuate le aree omogenee dal punto di vista della risposta sismica locale, costituenti il riferimento per gli eventuali successivi livelli di approfondimento;

- 4) Relazione illustrativa, nella quale sono descritte le metodologie adottate, le attività svolte, i risultati conseguiti e i contenuti delle cartografie e delle banche dati predisposte.

Per la realizzazione della cartografia è stata utilizzata come base di riferimento la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) della Regione Piemonte.

1.1 Riferimenti normativi e tecnici

- Legge 24 giugno 2009, n. 77 – art.11 *"Piano nazionale per la prevenzione del rischio sismico"*
- OCDPC n. 978 del 24 marzo 2023
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, *"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)"*, pubblicato nella G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018.
- Decreto Ministeriale 9 marzo 2023, recante modifiche e aggiornamenti alle Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., *"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"*.
- Regione Piemonte - Determinazione Dirigenziale n. 540/DB1400 del 9 marzo 2012 *"Approvazione delle specifiche tecniche per la redazione degli studi di Microzonazione Sismica a supporto degli strumenti urbanistici"*
- Regione Piemonte - Determinazione Dirigenziale n. 1696/A1819C del 9 giugno 2022, *"Linee d'indirizzo in materia di prevenzione del rischio sismico per la predisposizione degli studi a supporto degli strumenti urbanistici"*.
- Dipartimento della Protezione Civile – Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2008), *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)"*.
- Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (2011), *"Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"*, Supplemento alla rivista Ingegneria Sismica, Anno XXVIII, n. 2.
- Commissione Tecnica per il supporto e il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica, *"Standard di rappresentazione e archiviazione informatica degli studi di Microzonazione Sismica"*,
- Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (2015), *"Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)"*.

2 Zonazione sismogenetica nazionale per la definizione della pericolosità sismica

In attuazione delle disposizioni contenute nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (O.P.C.M.) n. 3274 del 20 marzo 2002, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha provveduto all'aggiornamento e alla rielaborazione delle mappe delle zone sismogenetiche (ZS9) del territorio nazionale. Tale attività è stata finalizzata alla definizione di un quadro conoscitivo più accurato, indispensabile per la revisione della pericolosità sismica sul territorio italiano.

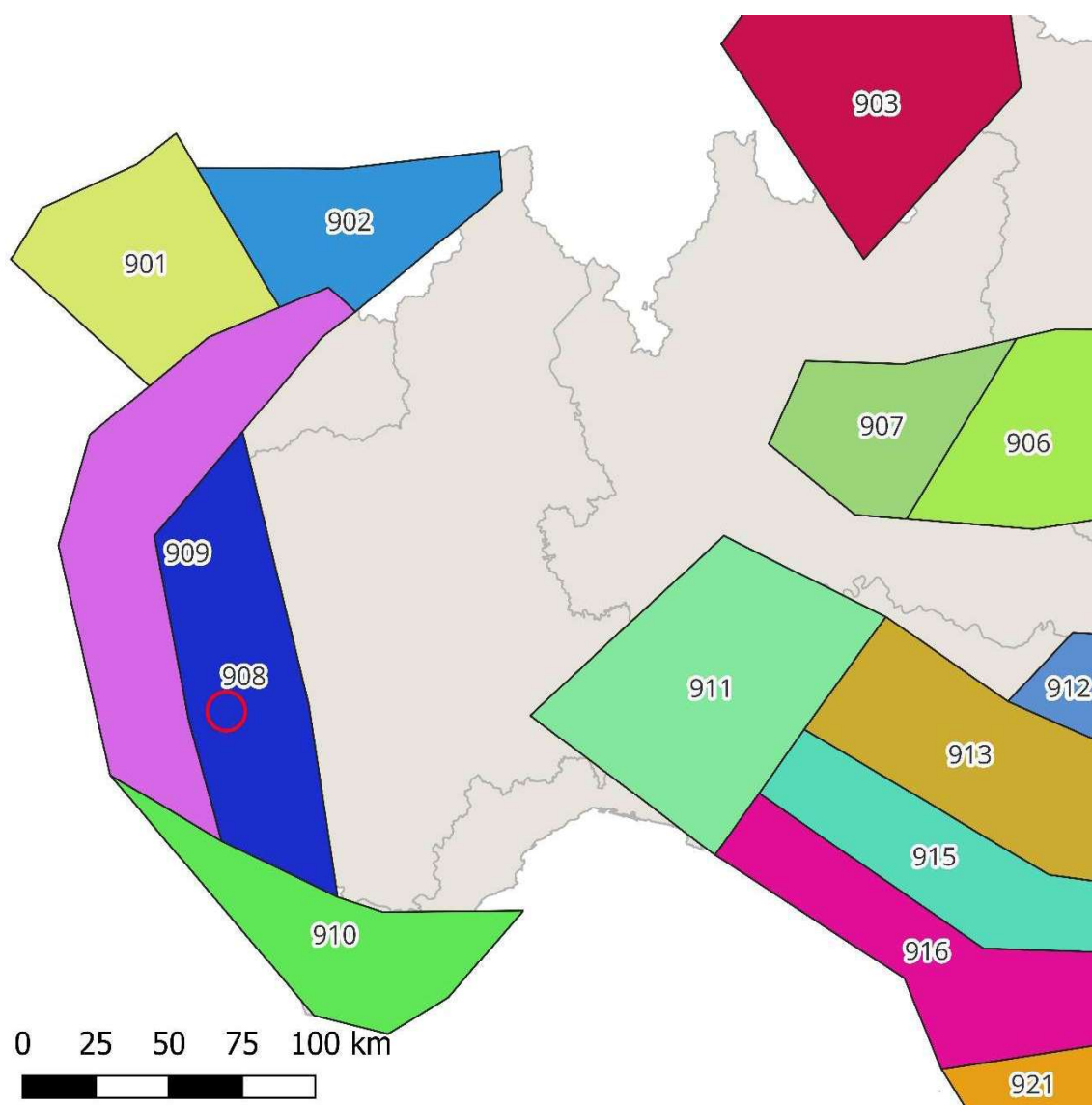


Fig. 1: Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia nord-occidentale – scala 1:2.500.000.

Con riferimento all'area oggetto di questo studio, il territorio comunale ricade all'interno della zona sismogenetica n. 908, appartenente al settore dell'Arco Alpino. Tale zona, unitamente alla limitrofa zona n. 909, costituisce il sistema sismogenetico dell'arco alpino occidentale. Entrambe le aree sono impostate

secondo due fasce pressoché parallele all'asse della catena alpina e riflettono i principali meccanismi focali che caratterizzano il settore occidentale delle Alpi. In particolare, esse sono riconducibili alle due principali direttrici tettoniche rappresentate dall'Arco Sismico Piemontese, corrispondente al settore interno della catena, e dall'Arco sismico Brianzone, riferibile invece al settore esterno.

Di seguito si riporta in stralcio la tabella riassuntiva estrapolata dal Rapporto Conclusivo con le principali caratteristiche della zona sismogenetica 908.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8

Tab.1: caratteristiche della zona sismogenetica 908.

L'individuazione delle aree sismogenetiche costituisce uno degli elementi fondamentali del processo di classificazione del territorio nazionale in zone omogenee dal punto di vista della pericolosità sismica. Quest'ultima è espressa in termini di accelerazione massima attesa al suolo (PGA), riferita a una probabilità di eccedenza del 10% in un intervallo temporale di 50 anni, e rappresenta il parametro di riferimento per la definizione delle prescrizioni normative finalizzate alla mitigazione del rischio sismico.

L'analisi di dettaglio dei dati contenuti nel progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), sviluppato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e consultabile in ambiente GIS, evidenzia che la sorgente sismogenetica di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica del territorio comunale oggetto di studio è classificata come sorgente composita. In particolare, il territorio risulta associato alla sorgente identificata con il codice ITCS023, della quale si riporta in allegato la relativa scheda descrittiva, contenente le principali caratteristiche geologiche e sismotettoniche.

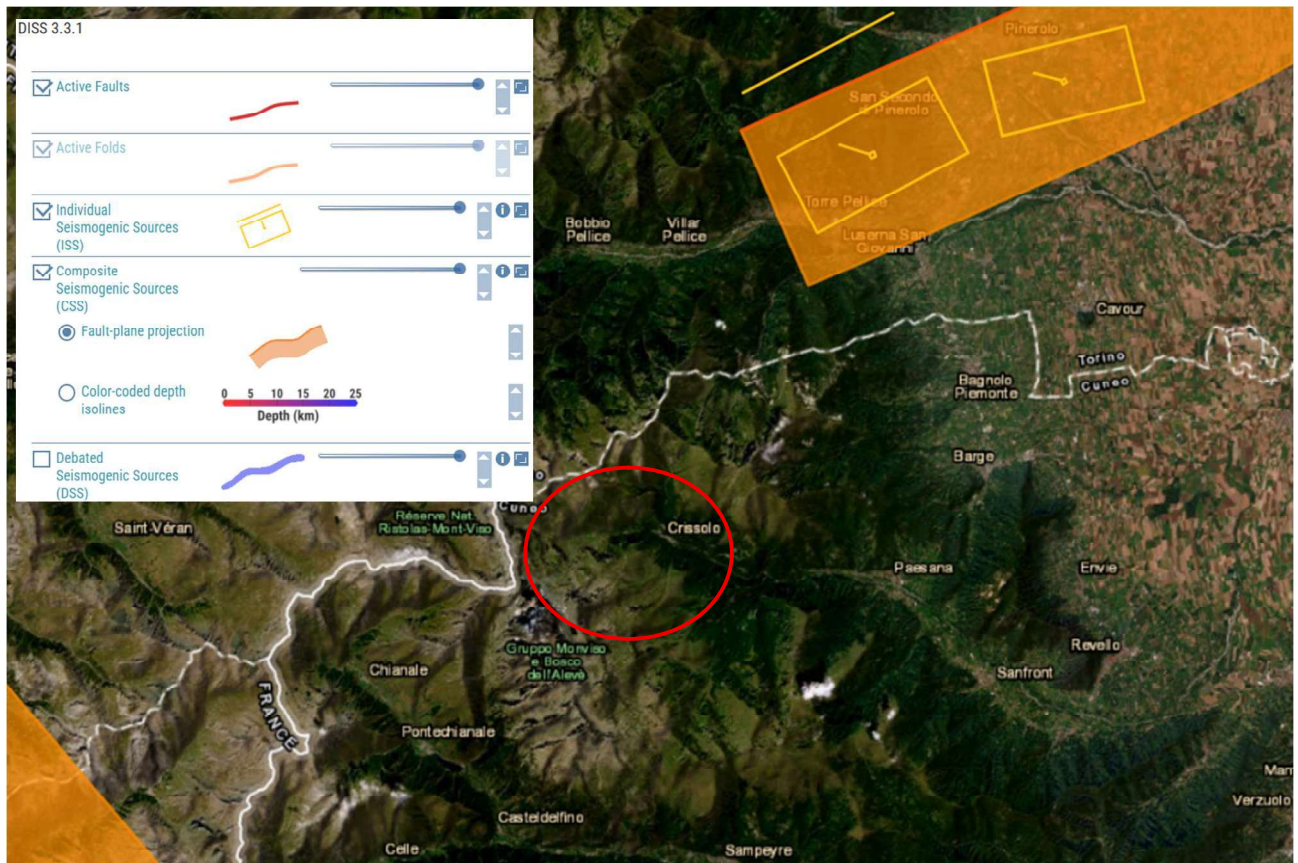


Fig.2: INGV –DISS versione 3.3.1: Database of Individual Seismogenic Sources. Il cerchio rosso individua il territorio comunale di Crissolo.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID

ITCS023

Name

Western Piemonte

Compiler(s)

Burrato P.(1)

Contributor(s)

Burrato P.(1)

Affiliation(s)

1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy

Created

08/01/2005

Updated

20/04/2016

Display map



Related sources

ITIS071 ITIS073

Pictures:

Blind thrusts SW of Torino

Seismotectonic map of the western Alps

Regional deformation of the western Alps

Simplified geologic scheme

Morphotectonic map of Monferrato Arc

Torino Hill sections

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter

Quality

Evidence

Min depth [km]

1.0

OD

Based on inference from intensity data of the 1808 earthquakes.

Max depth [km]

8.0

OD

Based on the maximum depth of the individual seismogenic sources.

Strike [deg] min_ max

35...78

LD

Based on geological observations.

Dip [deg] min_ max

40...50

EJ

Inferred from geological considerations.

Rake [deg] min_ max

130...155

EJ

Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.

Slip Rate [mm/y] min_ max

0.1400...
0.2000

OD

Based on modeling of subsurface geological data.

Max Magnitude [Mw]

7.1

ER

Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

COMMENTS

This Composite Source includes blind thrusts belonging to the westernmost portion of the Monferrato Arc, which is one of the Northern Apennines outermost thrust fronts. This source runs from the Alps foothills, Val Pellice area, to the Collina Torinese section of the Monferrato Arc.

Historical and instrumental catalogues show few moderate earthquakes that hit the Monferrato Arc. The largest events occurred south-west of Torino at the Alps foothills during a seismic sequence which included two shocks of Mw 5.6 and Mw 5.3 on the 2 and 16 April 1808 (CPT115; Rovida et al., 2016).

The outermost Apennine thrust fronts are traditionally divided into three arcs, that from west to east are: the Monferrato, the Emilia, and the Ferrara-Romagna arcs. In the central and eastern sectors (i.e. Emilia and Ferrara-Romagna arcs) they are buried below the sediments of the Po Plain and have been mapped using subsurface geophysical exploration data. These structures deform the base of the Plio-Quaternary sequence south of the Po River, and are formed by blind, north-verging thrusts and folds. Conversely, the north-verging Monferrato Arc, that is the westernmost of the three Northern Apennines arcs, is an outcropping anticlinorium (Elter and Pertusati, 1973). In contrast with the lack of seismicity in the catalogues, the recent activity of the thrusts of the Monferrato Arc is testified by the control exerted on the development of the drainage network of the western Po Plain, including the course of the Po and Tanaro rivers, and deformation of the sediments of the most recent deposits.

The strike of this Source was taken from the general orientation of mapped tectonic structures. The dip was inferred from regional geological considerations concerning the thrust plane. The rake was assumed to represent thrusting with right-lateral component of motion, based on general geodynamic considerations. The minimum and maximum depths were inferred by geometrical considerations concerning the depth at which active thrusting is rooted. The slip rate was inferred from regional geodynamic data.

Fig.3: principali caratteristiche della faglia ITCS023.

3 Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

Per la caratterizzazione della pericolosità sismica di base del territorio comunale di Crissolo si è fatto riferimento ai dati contenuti nelle banche dati ufficiali dell'INGV e di ARPA Piemonte. In particolare, sono state prese in esame le seguenti fonti informative:

- Database Macrosismico Italiano – DBMI15, a cura di M. Locati et. al. (2022) consultabile al seguente link <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>
- Database della sismicità strumentale di ARPA Piemonte, comprendente gli eventi registrati a partire dal 1982 fino ad oggi:
https://www.arpa.piemonte.it/rischi_naturali/snippets_arpa/mappa_terremoti_comune/#close
- Database online della pericolosità sismica del territorio italiano, consultabile attraverso il portale dell'INGV all'indirizzo: <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>

La storia sismica di Crissolo è rappresentata dal seguente grafico, che evidenzia gli interventi storici contenuti nel catalogo italiano risentiti al sito:

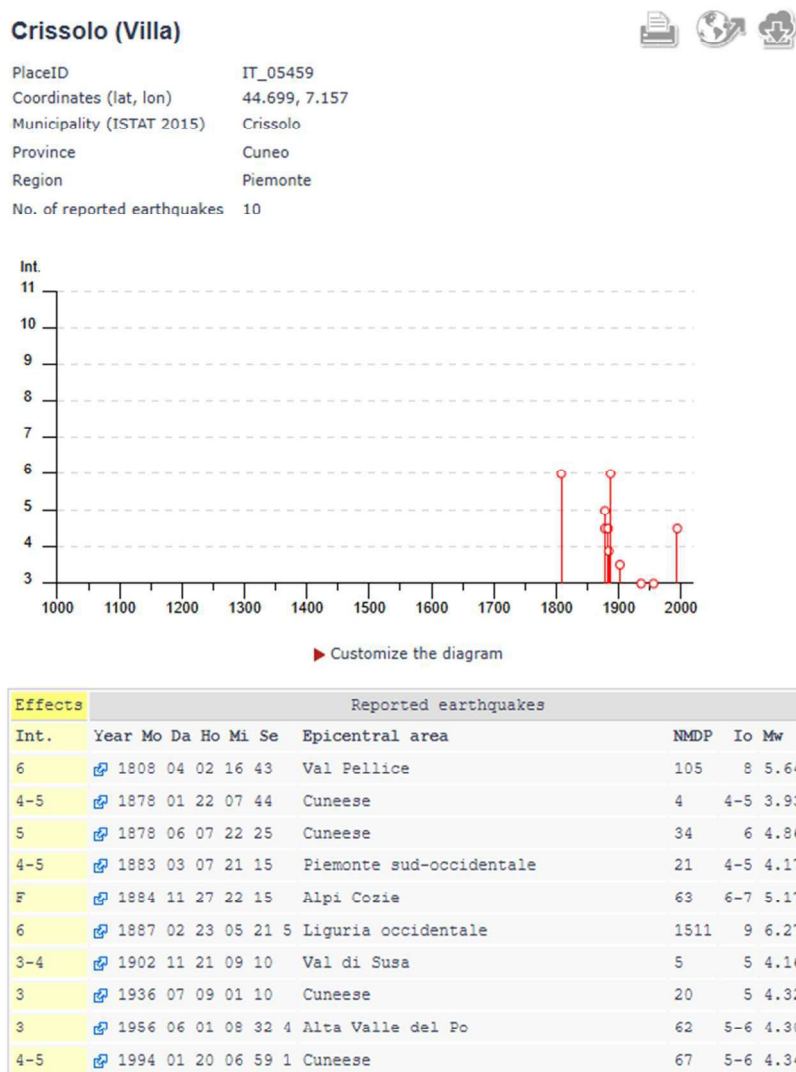


Fig.4: storia sismica di Crissolo (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).

Come si può notare nell'immagine soprastante, l'evento di maggiore intensità registrato nel comune di Crissolo è quello del 23/02/1887 con epicentro nella Liguria Occidentale e avente $M_w=6,27$ e $I_0=9$.
L'immagine sottostante mostra il campo macrosismico del terremoto sopracitato.

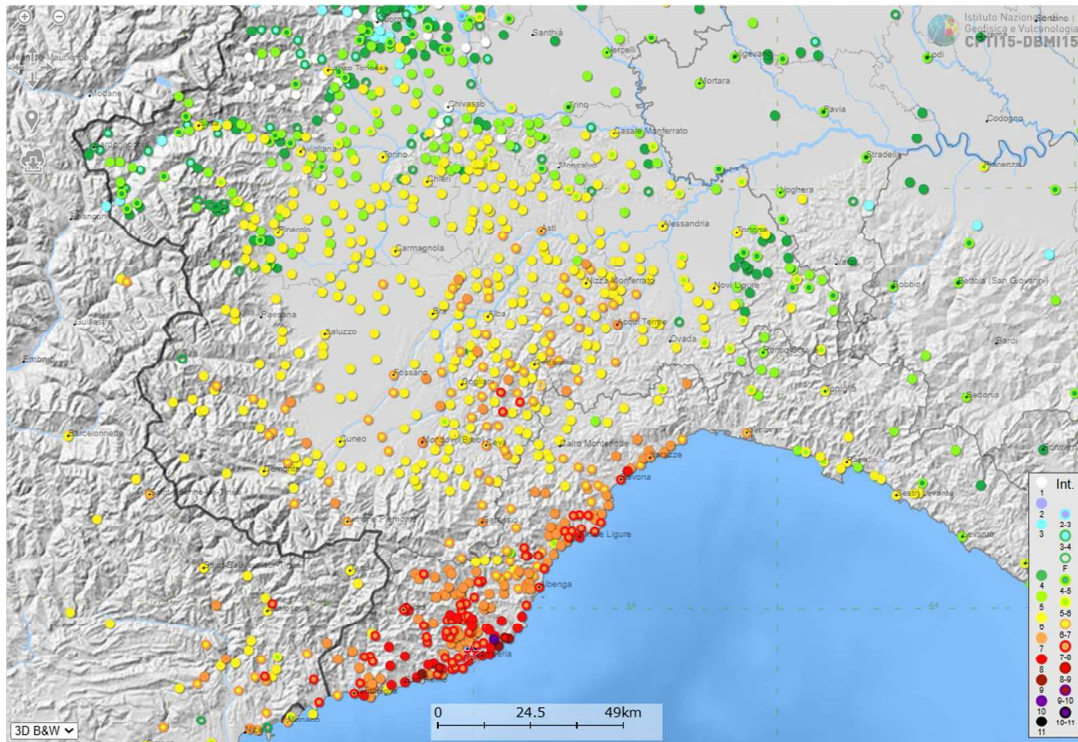


Fig.5: campo macrosismico del terremoto del 1887 con epicentro in Liguria occidentale.

Per quanto riguarda la sismicità recente, monitorata dal 1982, si segnala la presenza di numerosi eventi di bassa magnitudo (1,5 - 2) e profondità dell'ipocentro compresa tra 0 e 10 km.

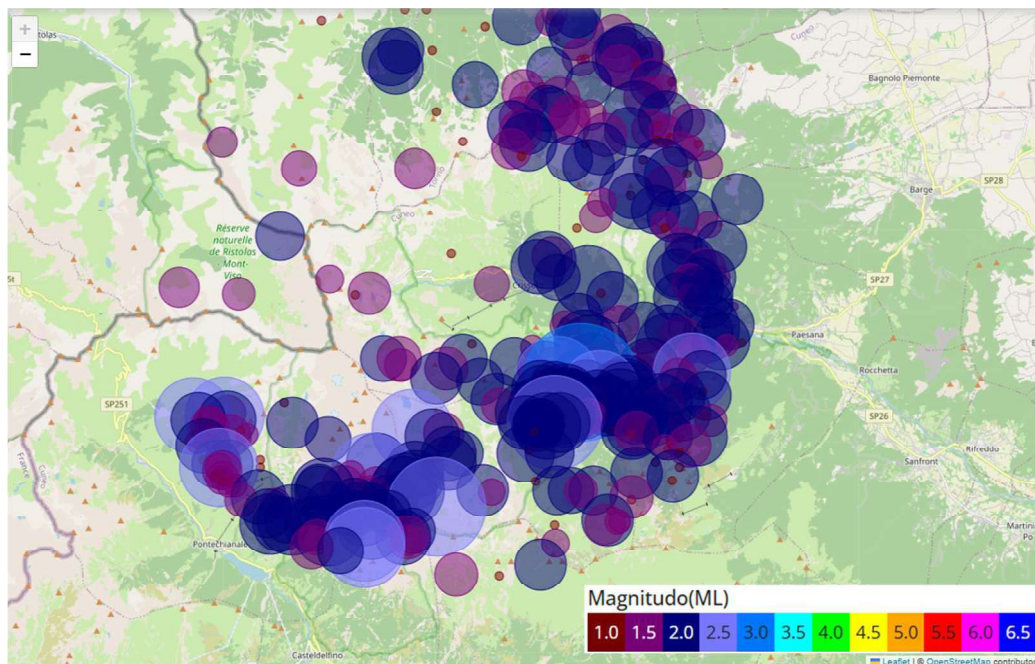


Fig.6: magnitudo dei terremoti registrati dal 1982 ad oggi.

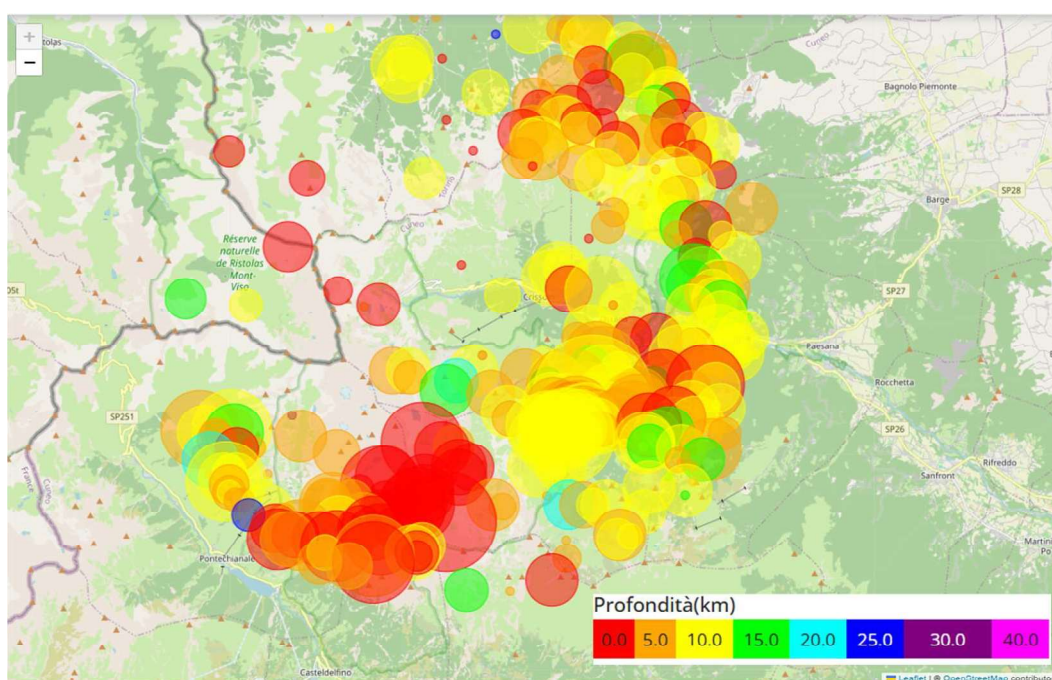


Fig.7: profondità ipocentrale dei terremoti registrati dal 1982 ad oggi.

In base alla classificazione sismica vigente, il Comune di Crissolo ricade in zona sismica 3S. Per il territorio comunale il valore di riferimento dell'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (a_g), da adottare nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 e, congiuntamente agli altri parametri di pericolosità, per gli approfondimenti di Livello 3, risulta compreso nell'intervallo 0,125–0,150 g.

Tale intervallo rappresenta l'accelerazione di picco attesa su suolo rigido e pianeggiante, riferita a una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, corrispondente a un tempo di ritorno pari a 475 anni. Il valore comunale è determinato mediante interpolazione con media pesata sull'inverso della distanza tra il punto di riferimento ISTAT del municipio e i quattro nodi della griglia di calcolo circostanti, per i quali sono disponibili i valori ufficiali di pericolosità sismica.

Per le analisi condotte alla scala del territorio di studio, la normativa tecnica vigente prevede l'impiego della procedura di disaggregazione della pericolosità sismica, finalizzata alla caratterizzazione della componente di accelerazione di picco al suolo (a_g) mediante l'individuazione degli scenari sismici maggiormente rappresentativi del sito.

Tale metodologia consente di definire la pericolosità sismica di base attraverso tre parametri fondamentali: la magnitudo attesa dell'evento di riferimento (M), la distanza media della sorgente sismica dal sito (R) e il parametro probabilistico ϵ (epsilon), che rappresenta lo scostamento, espresso in termini di deviazione standard, rispetto al valore mediano dello scuotimento previsto.

In termini operativi, il processo di disaggregazione permette di quantificare il contributo relativo delle diverse combinazioni di magnitudo e distanza alla stima della pericolosità sismica del sito, individuando gli scenari che influenzano maggiormente il valore dell'accelerazione attesa e che costituiscono il riferimento per le successive valutazioni di risposta sismica locale.

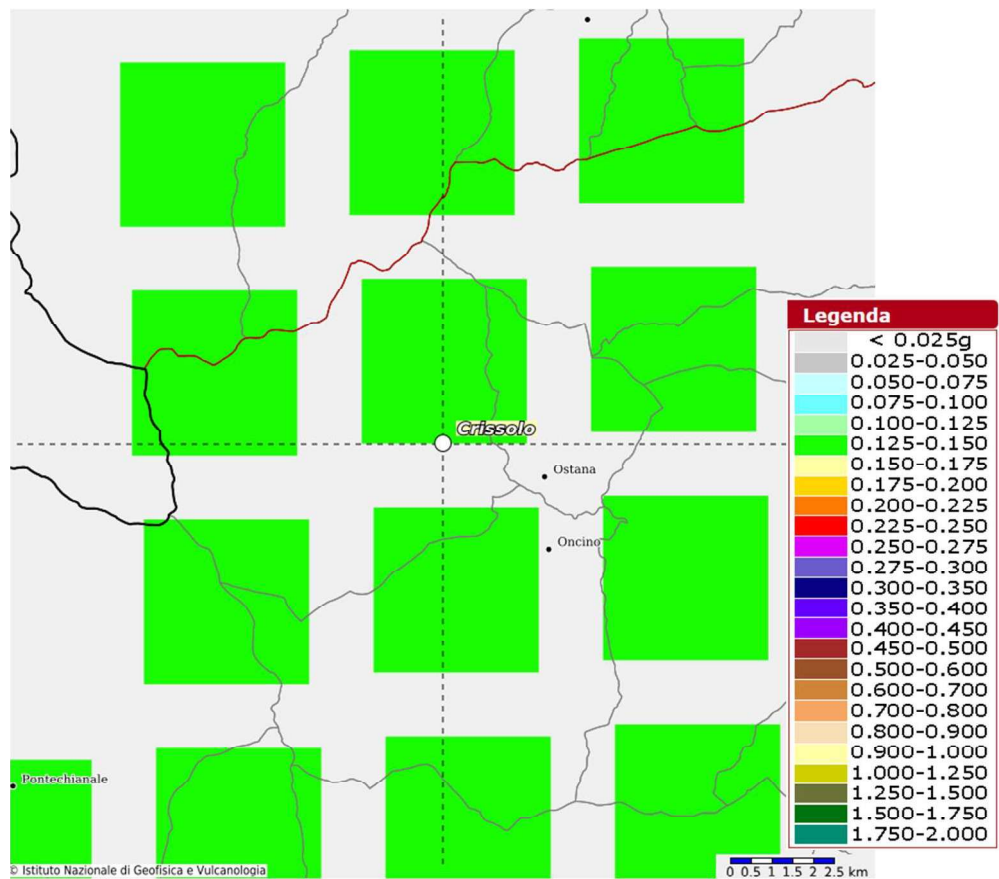


Fig.8: valori di riferimento dell'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo.

L'immagine sottostante mostra il grafico di disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, valutato in un punto baricentrico del territorio comunale in esame, secondo la maglia di riferimento INGV. Nell'ultima tabella sotto riportata si estrapolano i valori medi di magnitudo e distanza che individuano il sisma evento per il territorio oggetto del presente studio di microzonazione.

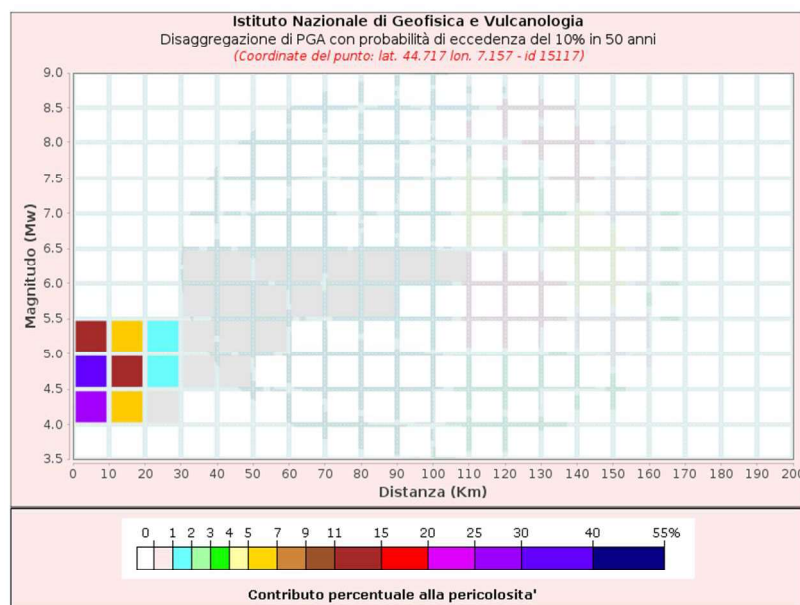


Fig.9: grafico di disaggregazione del valore di $a(g)$.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.717 lon. 7.157 - id 15117)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5- 6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	26.0000	34.4000	11.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.6600	11.3000	6.6300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.1750	1.2500	1.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0214	0.2540	0.0087	0.0091	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0016	0.1070	0.2590	0.2990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0095	0.0879	0.1320	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0285	0.0692	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0357	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.73	8.34	0.868

Tab.2: valori medi di magnitudo e distanza riferiti alla maglia di riferimento.

4 Assetto geologico e geomorfologico dell'area

Sotto l'aspetto geologico, il territorio comunale di Crissolo si estende su settori caratterizzati, nel complesso, da un contatto di sovrapposizione tra due unità penniniche, identificate nella bibliografia geologica come "Massiccio Cristallino Dora Maira" e "Falda Ofiolitica Piemontese".

Dal momento che la maggior parte del territorio comunale ricade nel Foglio n. 67 "Pinerolo", se ne riportano schematicamente le definizioni della legenda relative ai diversi litotipi affioranti, in particolare per questi settori dell'alta Valle Po. Si ricorda che il foglio è stato rilevato e pubblicato agli inizi del secolo scorso e che la terminologia risente del tempo trascorso.



Fig.10: Stralcio ingrandito tratto dal Foglio n° 67 "Pinerolo" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000.

MESOZOICO

ZONA DEI CALCESCISTI CON PIETRE VERDI

(Falda Ofiolitica Piemontese)

Cs: Calcescisti e filladi, talora con abbondante pigmento carbonioso o grafitico, spesso a cloritoide (sismondina), con banchi e lenti di calcare cristallino e piccole intercalazioni di gneiss minuti e micascisti.

σ: Serpentina e serpentinoscisti. Talcoscisti, cloritoscisti attinolitici, ecc.; cloritoscisti granatiferi (molere); granatiti, pirosseniti, epidositi.

p: Prasiniti, anfiboliti semplici e granatifere, rocce varie a glaucofanite (p.p. gastaldite), spesso granatifere; eclogiti; cloromelanititi e giadeititi.

TRIAS

UNITÀ CARBONATICHE DI COPERTURA

t₂: Calcari cristallini marmorei, micacei, granatiferi, quasi sempre magnesiaci, con banchi intercalati di calcescisti e intimamente associati a questi ultimi verso l'alto.

PRETRIASSICO

MASSICCIO DORA-MAIRA

gms: Micascisti e gneiss minuti. Micascisti granatiferi; micascisti a granato e sismondina; micascisti con occhi di sismondina, con lenti di gneiss occhiolati e scisti grafitici inclusi nel complesso.

Gn^t: Gneiss granulari e gneiss ghiandoni fortemente laminati, associati fra loro in lastre (gneiss di Luserna) e alternati con lo gneiss ghiandone normale e con rari banchi di micascisti muscovitici bianchi contenenti feldspati più o meno fortemente caolinizzati.

Gn: Gneiss ghiandoni occhiolati e porfiroidi, essenzialmente biotitici e con struttura spesso micropegmatitica; gneiss granitoidi.

Le coperture quaternarie risultano suddivise in:

Mo: Morene würmiane, postwürmiane e recenti.

a₂: Alluvioni recenti - laghi colmati.

ac-ad: Coni di deiezione - detriti di falda.

5 Modello del sottosuolo

Sulla base delle indagini disponibili è stato ricostruito il modello geologico di riferimento del sottosuolo comunale, utilizzato per la redazione della Carta Geologico-Tecnica.

Il territorio di Crissolo è caratterizzato dal contatto tettonico tra due unità pennidiche: il Massiccio Cristallino Dora Maira e il Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi.

Il Massiccio Dora Maira appartiene ai massicci cristallini interni delle Alpi Cozie ed è costituito da metasedimenti e metabasiti pre-carboniferi e permo-carboniferi con intrusioni granitiche e dioritiche. In successione stratigrafica sono presenti le coperture triassico-giurassiche, costituite da quarziti, marmi e calcescisti. Il metamorfismo alpino di alta pressione è stato accompagnato da almeno tre fasi deformative duttili. Nel territorio comunale la scistosità principale presenta immersione verso W-SW con inclinazioni comprese tra 10° e 30°, in accordo con quanto riportato da Sandrone et alii (1993) per il settore occidentale del massiccio.

Il Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi è costituito da calcescisti e filladi, talora carboniose, associate a gabbri, prasiniti e serpentiniti derivanti dal metamorfismo di rocce e sedimenti del fondo oceanico di età giurassica. Nel territorio di Crissolo le ofioliti affiorano estesamente nei contrafforti del Monviso, costituendo il cosiddetto Complesso (o Klippe) Ofiolitico.

Nel massiccio del Monviso si distinguono una sequenza superiore, composta da metabasiti a grana fine, metagabbri e metabasalti, e una inferiore, costituita da metabasiti listate, metagabbri a smaragdite e serpentiniti antigoritiche, separate da una fascia di serpentiniti contenente importanti masse di metagabbri eclogitici.

L'intero complesso ha subito la medesima evoluzione metamorfica alpina, caratterizzata da tre eventi deformativi; la scistosità principale immerge generalmente verso W-SW con inclinazioni comprese tra 20° e 70°. Il contatto principale tra il Massiccio Dora Maira e la klippe ofiolitica segue tale giacitura e attraversa il fondovalle nei pressi della borgata di Pian Melzè.

Nel dettaglio, nella carta sono stati distinti i seguenti depositi sciolti quaternari.

- **Coperture eluviali (a luoghi eluvio-colluviali).**

Sono costituite da coltri di alterazione sviluppate prevalentemente su depositi morenici e detriti di falda stabilizzati. Occupano soprattutto la fascia altimetrica compresa tra 1800 e 2700 m, dove le caratteristiche litologiche del substrato e l'esposizione hanno favorito i processi di alterazione. Sono generalmente ricoperte da praterie, localmente destinate al pascolo.

- **Depositi alluvionali e conoidi di deiezione.**

Si sviluppano lungo il Fiume Po e i principali affluenti e sono costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa. I depositi alluvionali presentano spessori limitati e solo localmente risultano soggetti a esondazione. I conoidi di deiezione mostrano morfologie a debole acclività e materiali a granulometria variabile, più grossolani in prossimità dell'apice e più fini verso le porzioni distali.

- **Detrito di falda e coni di detrito.**

Sono costituiti da accumuli di blocchi e ciottoli derivanti dalla disgregazione delle pareti rocciose, distribuiti lungo i versanti a media ed elevata acclività. Alle quote inferiori (1300-1500 m) risultano spesso colonizzati da vegetazione arborea e sono ben rappresentati lungo il T. Tossiet e il versante destro del F. Po.

- **Depositi glaciali e fluvioglaciali; principali cordoni morenici.**

Costituiscono una delle coperture più estese del territorio comunale e interessano sia le aree d'alta quota sia alcuni settori del fondovalle. Sono caratterizzati da materiali limoso-sabbiosi con ciottoli e blocchi eterometrici distribuiti irregolarmente; localmente presentano livelli fini che favoriscono ristagni idrici e la formazione di aree umide. I principali cordoni morenici sono localizzati sul versante destro della valle tra Costa del Vallone e Meire Balmasse, mentre sul versante sinistro affiorano estesi depositi glaciali nella testata del T. Tossiet, profondamente incisi dal reticolo idrografico.

- **Accumuli di frana e rock glaciers.**

Comprendono estesi accumuli detritici originati prevalentemente da fenomeni di crollo, talora di genesi più complessa, diffusi in diversi settori del territorio comunale. Ai medesimi sono stati associati i rock glaciers, costituiti da accumuli di blocchi spigolosi che, grazie alla presenza di ghiaccio interstiziale, possono evolvere lentamente per gravità formando cordoni e strutture arcuate. Tali forme risultano particolarmente diffuse alle quote più elevate, dove le condizioni climatiche favoriscono la conservazione del ghiaccio.

Il substrato roccioso, affiorante e/o subaffiorante, in carta è stato differenziato con le seguenti suddivisioni:

MESOZOICO

COMPLESSO DEI CALCESCISTI CON PIETRE VERDI

- **Prasiniti, metabasiti con tessitura listata e brecciata, metabasalti.**

Le "Pietre Verdi" affiorano prevalentemente oltre i 2500 m di quota, lungo la cresta spartiacque tra Italia e Francia. Le prasiniti e le metabasiti listate sono diffuse lungo le dorsali del M. Meidassa, del M. Granero e delle Rocce Fourioun, mentre le metabasiti brecciate caratterizzano il Viso Mozzo e le Balze di Cesare. Localmente affiorano metabasiti massicce o a grana fine, particolarmente evidenti sulle cime del Monviso e del Vallone di Vallanta, oltre a numerosi filoni basaltici diffusi soprattutto nei metagabbri.

- **Metagabbri listati a smaragdite, metagabbri prasinitici, con filoni basaltici.**

I metagabbri a smaragdite affiorano principalmente nei settori del Lago Fiorenza e del Lago Superiore, dove sono associati a filoni metabasaltici; ulteriori affioramenti si rinvencono tra il Truc Bianco, Punta Forcion e il Lago di Costa Grande. I metagabbri prasinitici risultano invece limitati al settore del Colle Armoine, associati alle serpentiniti. Le rocce gabbliche si distinguono per la tipica colorazione biancastra.

- **Eclogiti con subordinati livelli di metagabbri.**

Le eclogiti costituiscono ammassi rocciosi compatti e di colore scuro, associati a metagabbri e serpentiniti. Gli affioramenti principali sono localizzati al Colle della Gianna, nei pressi dei laghi Superiore e Lausetto e al Passo di Gallarino, dove sono presenti anche varietà a glaucofane.

- **Serpentiniti massicce e serpentinoscisti.**

Le serpentiniti affiorano con continuità tra i 2000 e i 2600 m di quota, dal Colle Armoine al Truc Battaglie e fino al Lago Fiorenza. Al loro interno sono presenti filoni di metagabbri rodingitici ed eclogiti. Importanti affioramenti caratterizzano inoltre il Monte Granè e la Rocca Nera.

- **Calcescisti con subordinati calcescisti marmorei e sottili intercalazioni di quarzomicascisti.**

I calcescisti rappresentano i livelli carbonatici intercalati alle prasiniti e alle altre metabasiti lungo il confine italo-francese, dal Couloir Bianco alla Piatta Gelata. Nei settori sommitali risultano comunque meno estesi rispetto alle Pietre Verdi e affiorano in modo discontinuo.

UNITÀ DI COPERTURA DEL MASSICCIO DORA MAIRA

- **Calcescisti, calcari micacei a zone filladiche.**

Questa unità è costituita da calcescisti e calcari micacei di età giurassica, associati a calcari cristallini triassici. Gli affioramenti principali interessano la testata del Rio Arpetto, il Bric Piatta Stana, Piatta Soglia e la località La Gorgia, dove presentano caratteristiche filladiche e patine rossastre. Altri affioramenti, associati a gneiss minuti, sono attribuibili alle Unità di Copertura del Massiccio Dora Maira e mostrano evidenti strutture plicative in prossimità del contatto con il Massiccio Cristallino, in particolare nei pressi di Meire Compercie. Alcuni affioramenti localizzati lungo il versante sinistro, tra Borgo e il Santuario di S. Chiaffredo, e sul versante destro a valle del concentrico, presentano invece caratteristiche che ne rendono incerta l'attribuzione.

- **Calcari cristallini marmorei, micacei, talora magnesiaci, associati a livelli quarziferi.**

Sono costituiti da marmi bianchi, generalmente compatti, che formano creste e pareti rocciose con limitati accumuli detritici. Affiorano lungo i contrafforti compresi tra la Sea Bianca, Piatta Marlatea, Rocce Losere e la Rocca di Grane e sono riferibili prevalentemente al Triassico. Localmente presentano fenomeni di carsismo che hanno dato origine a estesi sistemi di cavità sotterranee, tra cui quelle del Rio S. Martino.

PRETRIASSICO
MASSICCIO DORA MAIRA

• **Principali lenti di serpentiniti e peridotiti serpentizzate (Colle Frioland).**

Le serpentiniti e le peridotiti serpentizzate affiorano prevalentemente nei pressi del Colle e del Monte Frioland, dove risultano a contatto diretto, o localmente interposte, agli gneiss minuti del Massiccio Dora Maira.

• **Principali lenti di metabasiti.**

Le metabasiti affiorano sporadicamente nei complessi del Massiccio Dora Maira, soprattutto sul versante sinistro del T. Tossiet, associate a micascisti e gneiss. Presentano generalmente struttura scistosa, mentre localmente assumono carattere massiccio, formando pareti subverticali; ulteriori affioramenti sono presenti nel versante destro del T. Tossiet.

• **Micascisti e micascisti granatiferi.**

Affiorano principalmente nel settore nord-orientale del territorio comunale, tra il T. Tossiet, Ciampagna e Malinvera, spesso associati ai calcescisti. Gli affioramenti più estesi formano creste e speroni rocciosi oltre i 1900 m di quota, mentre alle quote inferiori risultano limitati ai principali tagli stradali e alle incisioni torrentizie.

• **Gneiss minuti a grana fine, a tratti occhiadini.**

Questi litotipi, generalmente associati ai micascisti, costituiscono imponenti pareti rocciose lungo il T. Tossiet e nei settori compresi tra il Rio Arpetto e la frazione Borgo, estendendosi nei versanti di Grangium, Schialancie e Nido dell'Aquila. Alle quote superiori risultano frequentemente associati ai calcescisti, con rapporti osservabili sia alla scala dell'affioramento sia a quella cartografica.

6 Dati geognostici e geofisici

6.1 Indagini pregresse

Le uniche indagini geognostiche pregresse disponibili sul territorio sono n.2 sondaggi a carotaggio continuo realizzati presso località Cortili.

6.2 Indagini eseguite

Per lo studio di microzonazione sismica di 1° livello, nel territorio comunale sono state realizzate le seguenti indagini geofisiche:

- 4 indagini MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- 6 indagini HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Si è scelto di realizzare indagini sismiche costituite da un'analisi in onde di superficie (MASW) alla quale si è accoppiata un'analisi di microtremori e del rapporto tra le componenti orizzontale e verticale degli stessi nel campo delle frequenze (HVSr).

In un mezzo stratificato le onde di superficie sono "dispersive" e le diverse lunghezze d'onda si propagano con una diversa velocità di fase e di gruppo.

Il metodo MASW permette di ottenere una curva di dispersione sperimentale apparente nel dominio delle frequenze considerato che abbinata all'analisi del rapporto H/V fornisce informazioni sulla natura dei terreni presenti nei primi 30-50 metri dal piano campagna; si compone di tre fasi:

1. acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
2. estrazione dei modi di vibrazione dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh e Love (picking);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS attraverso un processo iterativo che consente di raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il rapporto spettrale HVSr

L'utilizzo del rapporto spettrale tra la componente orizzontale (H) e quella verticale (V) fu introdotto da alcuni ricercatori giapponesi come strumento speditivo per stimare l'incidenza delle condizioni locali sull'amplificazione dello scuotimento sismico indotto da un sisma.

Il metodo consiste nella misura del rapporto H/V determinabile dai microtremori (oscillazioni del suolo indotte da fattori naturali ed antropici) attraverso il quale si stimano le frequenze proprie del terreno in grado di essere amplificate in caso di sisma.

Strumentazione impiegata

Per l'acquisizione MASW è stato utilizzato un sismografo a 24 canali (mod. 16S24-U della PASI Srl) collegato a 24 geofoni orizzontali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 2 m, 0.25 ms acquisizione, minimum offset 3 - 5 m).

Al fine di registrare il segnale relativo alla componente radiale delle onde di Rayleigh, i geofoni sono stati disposti con l'asse parallelo alla stesa con energizzazione verticale mentre, per l'acquisizione della componente di Love delle onde superficiali, l'asse dei geofoni è stato posizionato trasversalmente alla stesa con energizzazione orizzontale.

Per l'analisi del rapporto H/V è stata utilizzata la cella triassiale GEMINI 2 (PASI Srl), caratterizzata da una terna di geofoni aventi frequenza propria di 2 Hz; per quanto riguarda l'acquisizione, è stata condotta una registrazione passiva della durata di 20'.

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software winMASW 7.2 pro che ha permesso di ottenere i seguenti valori della Vs30:

- MASW 1 721 m/s
- MASW 2 503 m/s
- MASW 3 493 m/s
- MASW 4 479 m/s

7 Elaborati cartografici

Nell'ambito dello studio in oggetto sono state prodotte a scala 1:5.000 la carta delle indagini, la carta geologico-tecnica e la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

7.1 Carta delle indagini

Tutte le indagini geognostiche raccolte sono state riportate sulla carta tematica in esame, secondo la simbologia introdotta dagli Standard di microzonazione sismica (versione 4.2) di cui al § 1.1.1 “Carta delle Indagini”. La base cartografica utilizzata è la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) elaborata dalla Regione Piemonte.

Le indagini geofisiche eseguite sono state differenziate tra indagini HVSR da microtremore a stazione singola e le indagini MASW.

7.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

La Carta geologico-tecnica predisposta a supporto degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 costituisce l'elaborato di sintesi del quadro conoscitivo geologico del territorio, integrando e organizzando in modo sistematico tutte le informazioni derivanti dagli studi geologici e geotecnici pregressi.

L'obiettivo principale della carta è fornire il supporto conoscitivo necessario all'individuazione delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), consentendo di definire le aree caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo.

In particolare, per le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, l'elaborato consente di individuare la profondità del substrato sismico di riferimento, identificato convenzionalmente come il livello caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) superiore a 800 m/s, nonché di definire la natura e le caratteristiche delle unità litotecniche che lo ricoprono. Tali informazioni costituiscono un elemento fondamentale per la valutazione della risposta sismica locale e per la successiva definizione degli effetti di amplificazione attesi.

Le unità litotecniche presenti nel territorio in esame sono per quanto riguarda i terreni di copertura:

- Depositi fluviali attuali e recenti sul fondovalle del F. Po e del T. Tossiet, costituiti prevalentemente da ghiaia, ghiaietto e ciottoli con sabbia medio-grossolana.
- Depositi fluviali medio-recenti di conoide, costituiti da ghiaie e sabbie grossolane sciolte.
- Depositi glaciali e/o fluvioglaciali, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie scarsamente addensate, caratterizzate da elevata permeabilità.
- Detriti e coltri detritiche non stabilizzate, costituiti da blocchi di dimensioni metriche. Derivano dal disfacimento del substrato roccioso e formano accumuli piuttosto estesi ai piedi delle principali pareti rocciose.

- Coltri eluviali e/o eluvio-colluviali, impostate prevalentemente sul morenico s.l. e/o sul detrito di falda stabilizzato.

Substrato roccioso prevalentemente affiorante, costituito da:

- Prasiniti, metagabbri, eclogiti e serpentiniti del Klippe Ofiolitico del Monviso.
- Marmi e calcescisti attribuibili prevalentemente alle coperture carbonatiche del Dora Maira e, localmente, ai paraderivati del Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi.
- Gneiss minuti, micascisti e rare lenti di metabasiti del Massiccio Cristallino Dora Maira.

7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta delle MOPS)

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica è stata predisposta sulla base delle informazioni di cui ai paragrafi precedenti, facendo riferimento alle indagini geofisiche condotte entro il territorio comunale di Crissolo e alle indagini ed ai dati disponibili. Purtroppo i comuni limitrofi non sono ancora dotato di analoga cartografia pertanto non è stato possibile confrontare i dati e coordinare le scelte di microzonazione.

In questa cartografia sono state riportate le “Zone Stabili” (rappresentate da areali di affioramento del substrato roccioso), le “Zone suscettibili di amplificazioni locali” nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell’assetto litostratigrafico locale e le “Zone di attenzione per instabilità” (corrispondenti a due settori interessati da dissesti gravitativi di versante).

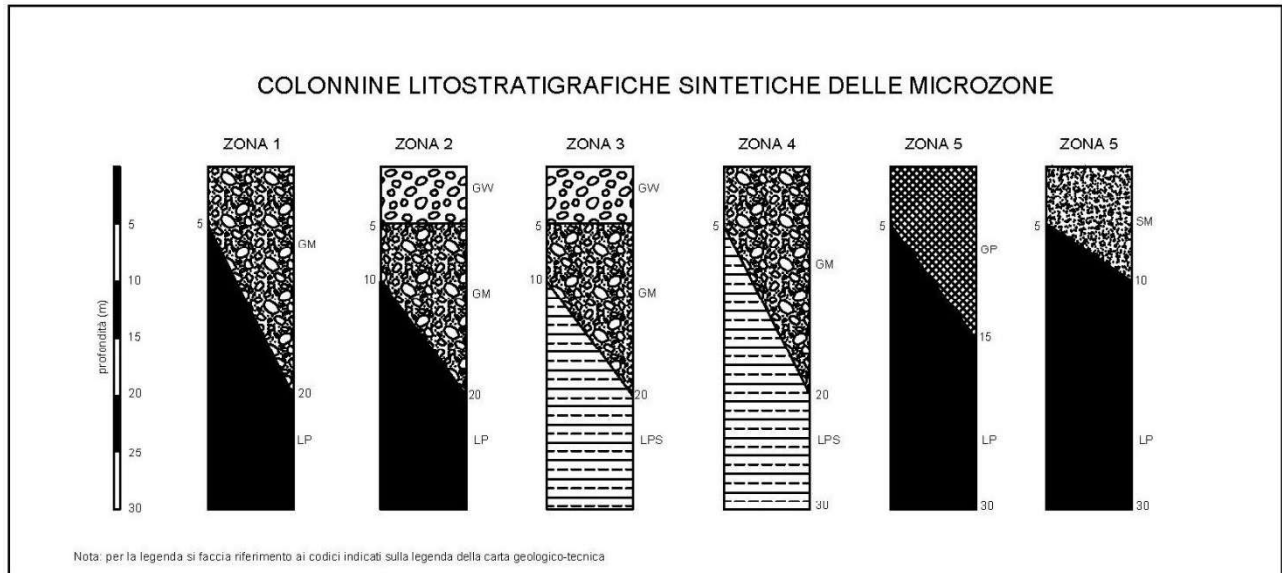
Le Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state suddivise in diverse zone caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura diversa e di diversa potenza fino al raggiungimento del terreno caratterizzato da Vs maggiori di 800 m/s.

Sono presenti Zone di attenzione legate ad instabilità di versante mentre mancano zone di attenzione legate a fenomeni di liquefazione, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

In particolare:

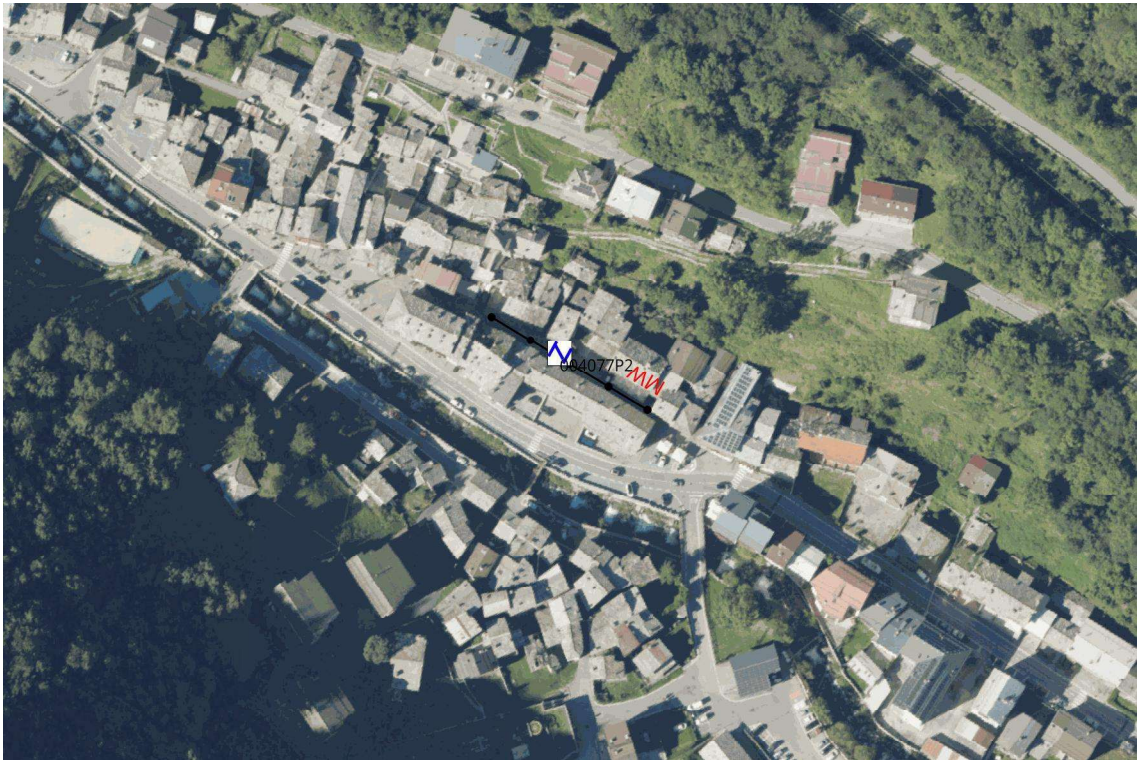
- La Zona 1 è caratterizzata dalla presenza ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM), con spessore variabile da 5 m a 20 m poggianti su substrato lapideo (LP).
- La Zona 2 è caratterizzata dalla presenza di ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GW) per uno spessore di 5 m che poggiano su ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM), con spessore variabile da 10 m a 20 m sopra un substrato lapideo (LP).
- La Zona 3 riprende esattamente la zona 2 salvo poggiare su substrato lapideo stratificato (LPS).
- La Zona 4 è caratterizzata dalla presenza ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM), con spessore variabile da 5 m a 20 m poggianti su substrato lapideo stratificato (LPS).

- La Zona 5 è caratterizzata dalla presenza di ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia (GP), con spessore variabile da 5 m a 15 m su un substrato lapideo (LP).
- La Zona 6 è caratterizzata dalla presenza di sabbie limose, miscela di sabbia e limo (SM), con spessore variabile da 5 m a 10 m poggianti su substrato lapideo (LP).

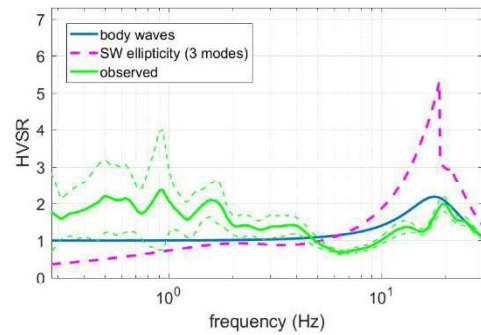
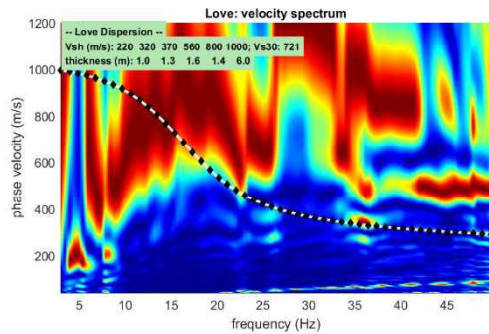
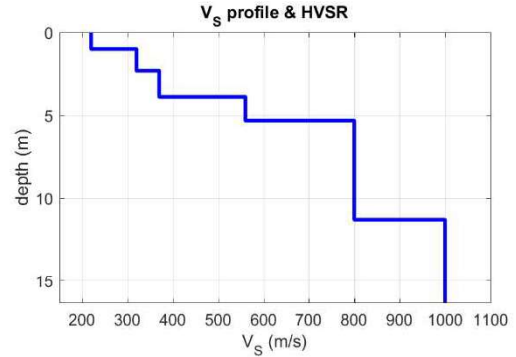
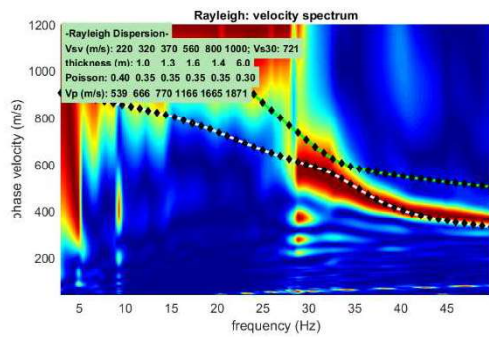


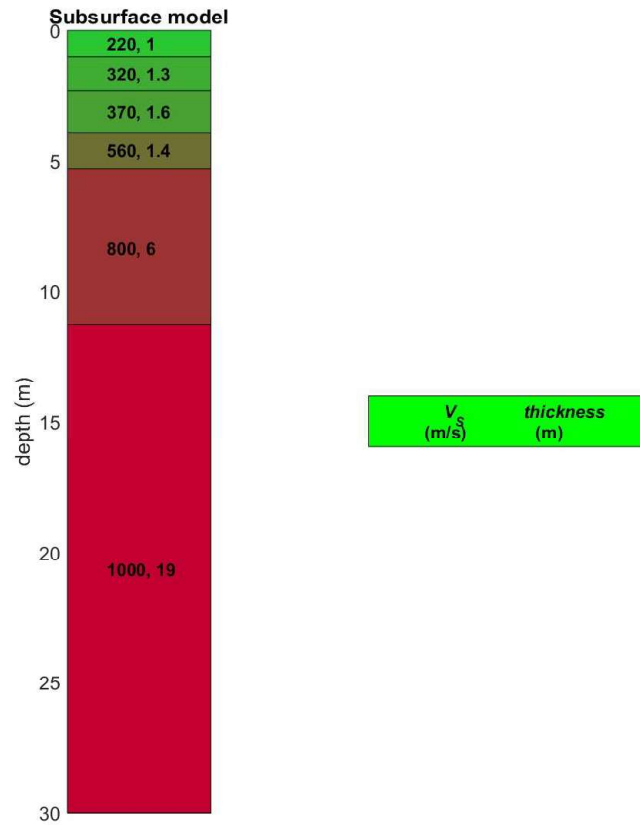
8 ALLEGATI

MASW 004077L5-HV 004077P2



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500





show data

step#1 (optional) - decimate

step#2 - HV computation

window length (s) **Min. freq.: 0.278Hz**
 tapering (%)
 amplitude threshold
 spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output

3D motion
☐ save video

directivity analysis
 frequencies to Hz

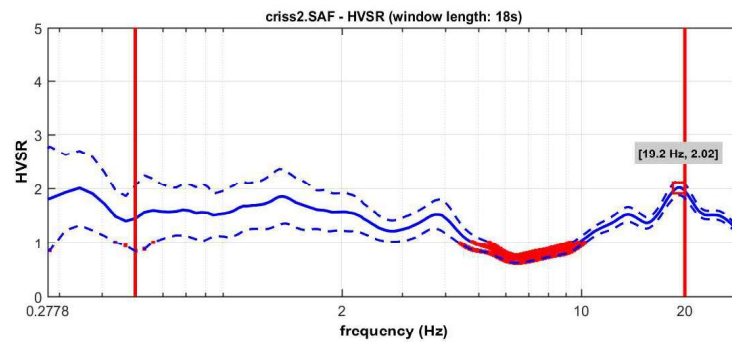
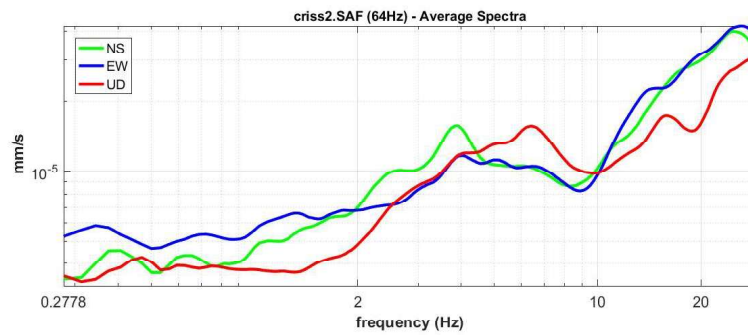
save - option#1: save HVSR as it is
 save HV from to Hz

save - option#2: picking HV curve

quick analysis (f-Vs/4H)
 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
 depth of the bedrock
 Vc of the bedrock

highlight a frequency
 Hz

directivity over time
 directivity in ti... time s



Criteria for a reliable H/V curve

#1: OK
 #2: OK
 #3: OK

Criteria for a clear H/V peak [19.2 Hz]

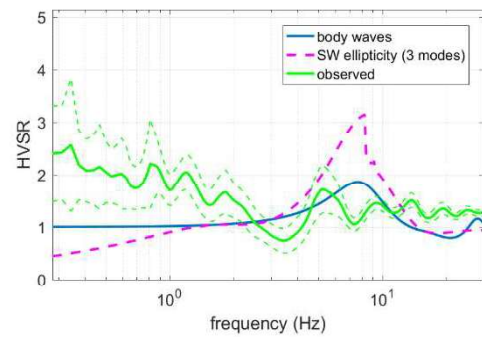
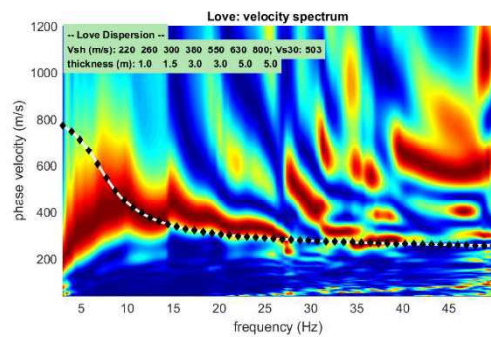
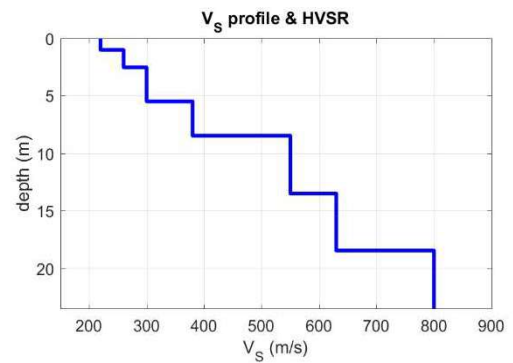
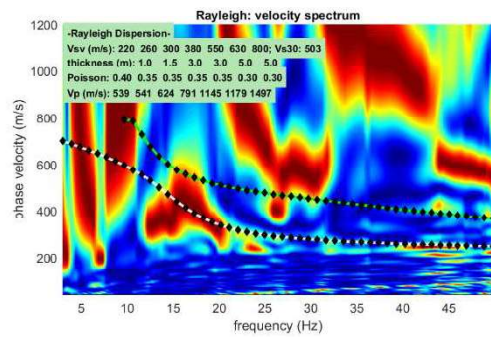
#1: OK
 #2: OK
 #3: OK
 #4: N/A
 #5: N/A
 #6: OK

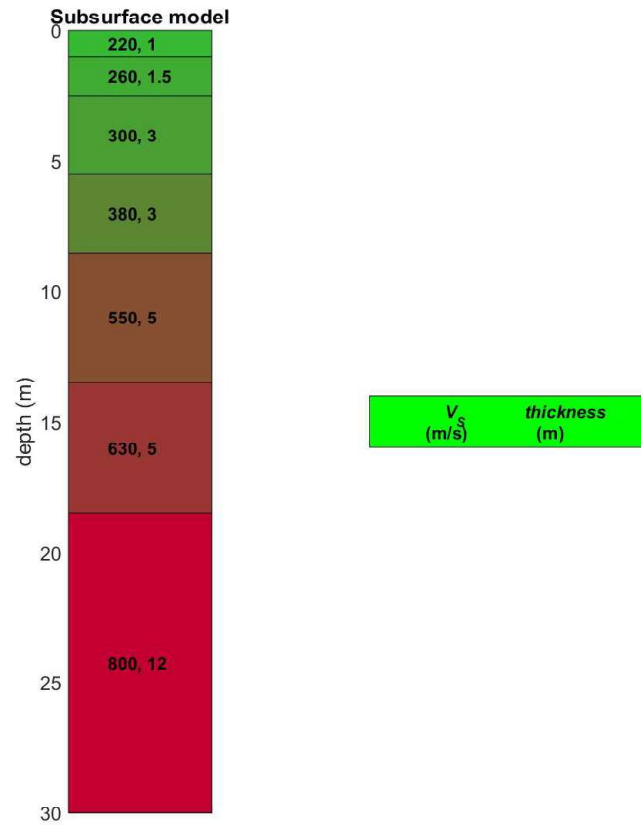
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMI/E5AC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modelling & Picking" panels and upload

MASW 004077L6-HV 004077P3



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500





show data

step#1 (optional) - decimate
64Hz

step#2 - HV computation
remove events
18 window length (s)
6 tapering (%)
7 amplitude threshold
15% ☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output

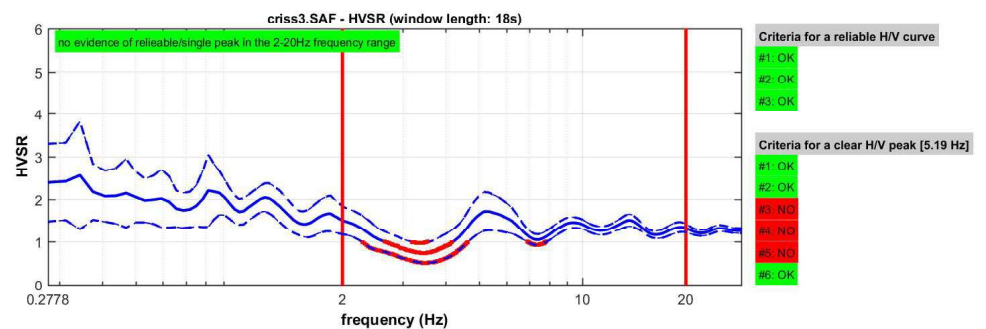
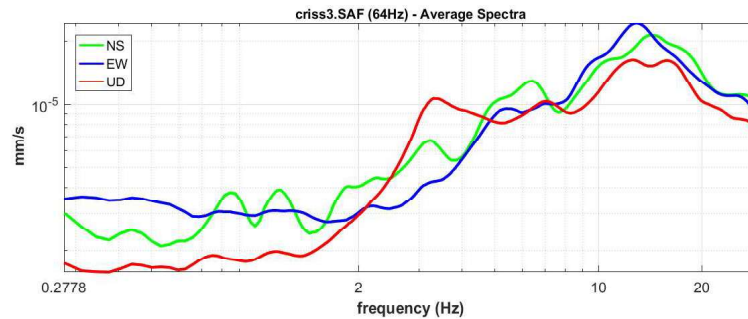
3D motion
☐ save video

directivity analysis
frequencies to 0.4 4.0 12.0 Hz

save - option#1: save HVSR as it is
save HV from 0.278 to 30 Hz
save - option#2: picking HV curve
pick HV curve
quick analysis (f-Vs/dt)
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock
1000 Vs of the bedrock

highlight a frequency
draw/highlight 10 Hz

directivity over time
directivity in t... time 60 s



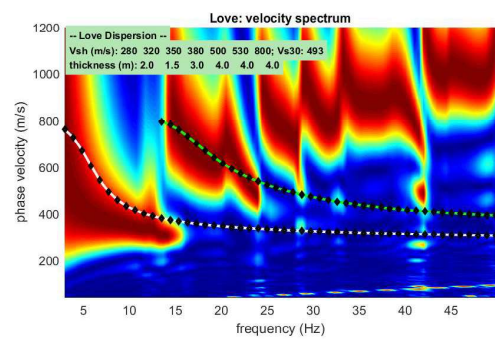
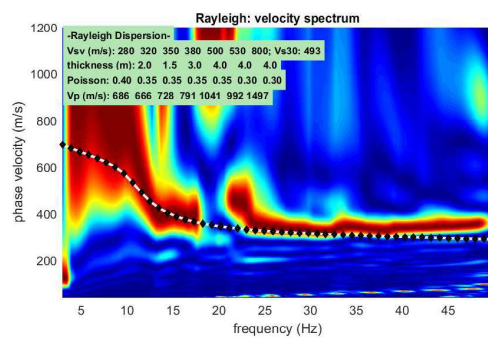
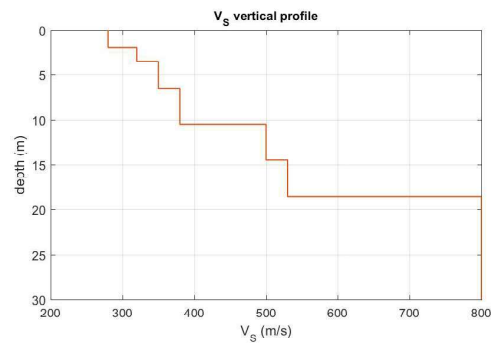
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload

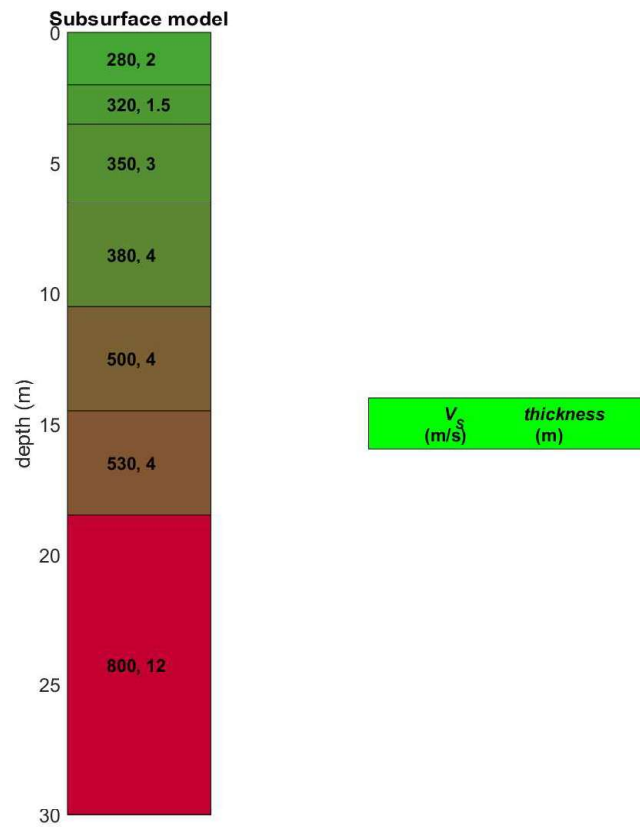
MASW 004077L7



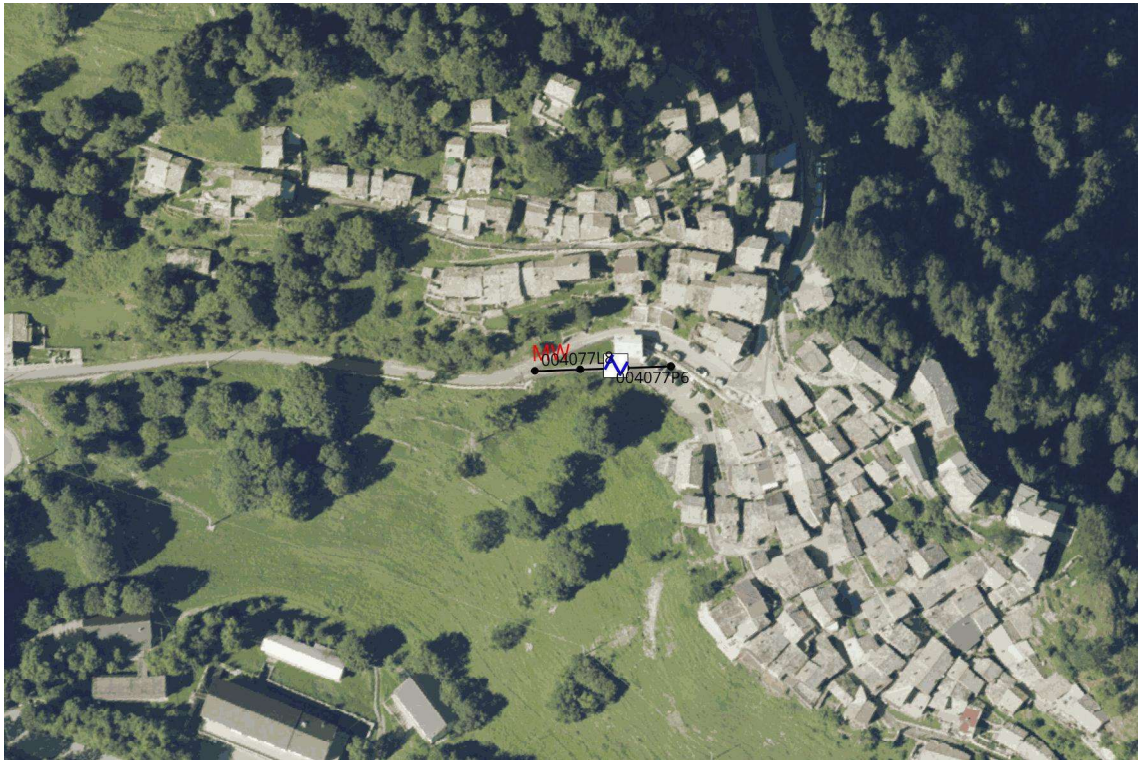
Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500

www.winmasw.com

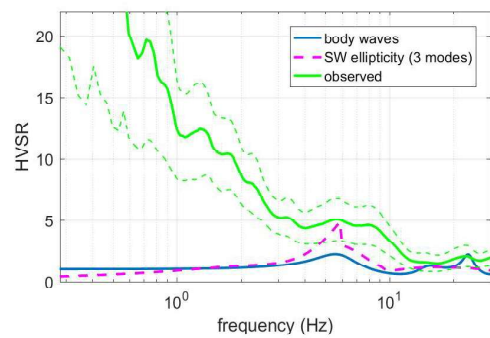
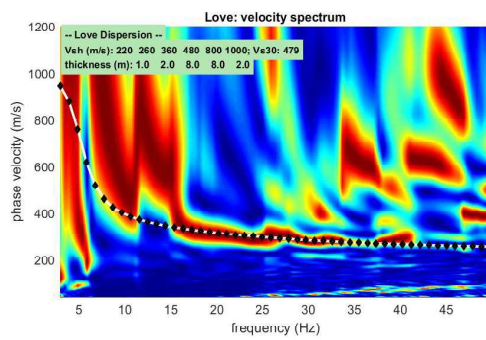
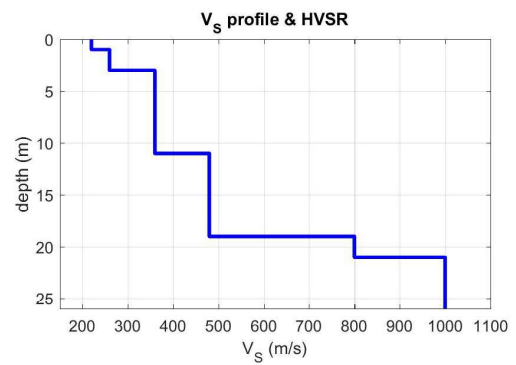
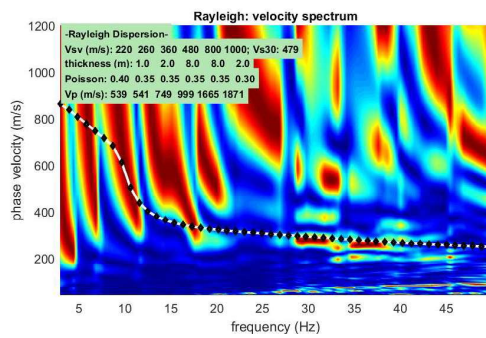


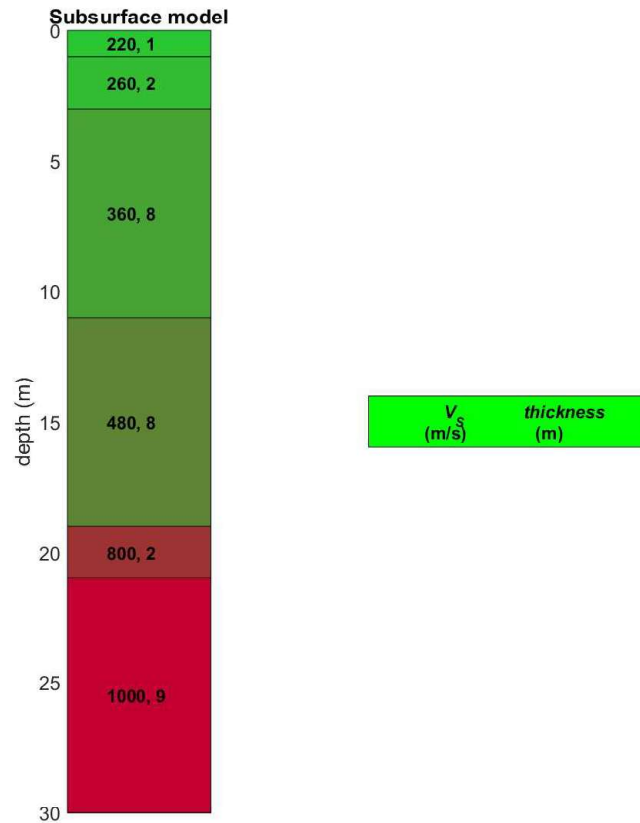


MASW 004077L8-HV 004077P6



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500





show data

step#1 (optional) - decimate
64Hz

step#2 - HV computation
remove events
18 window length (s) Min. freq.: 0.278Hz
5 tapering (%)
7 amplitude threshold
15% spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output

3D motion
☐ save video

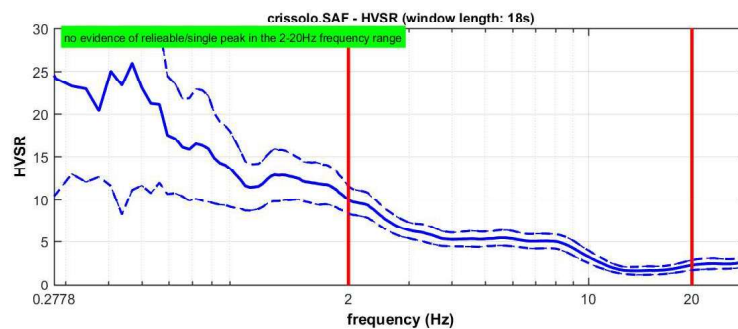
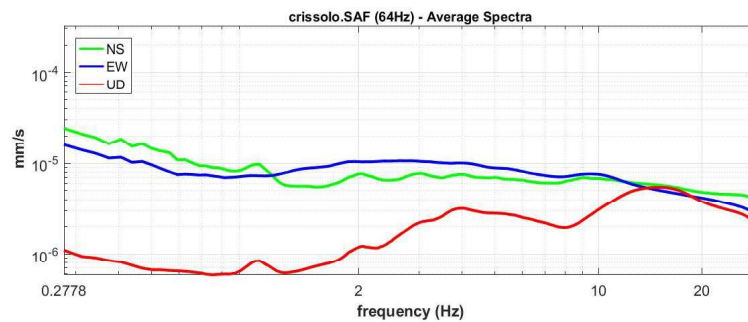
directivity analysis
frequencies to: 0.4 4.0 12.0 Hz

save - option#1: save HVSR as it is
save HV from 0.278 to 30 Hz

save - option#2: picking HV curve
pick HV curve
quick analysis (f-Vs/Mt)
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock
1000 Vs of the bedrock

highlight a frequency
draw/highlight 10 Hz

directivity over time
directivity in ti... time 60 s

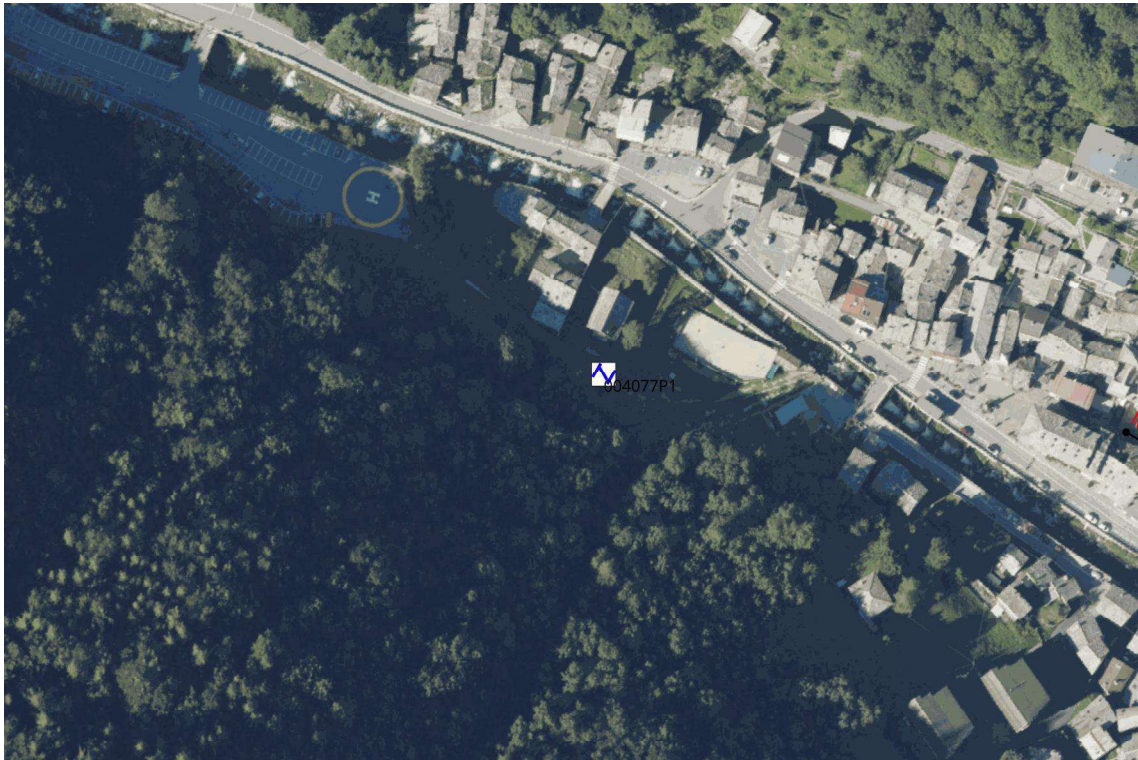


Criteria for a reliable H/V curve
#1: OK
#2: OK
#3: OK

Criteria for a clear H/V peak [2 Hz]
#1: NO
#2: OK
#3: OK
#4: NO
#5: NO
#6: NO

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload

HV 004077P1



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500

show data reset

step#1 (optional) - decimate
[1/2] Hz new frequency resample

step#2 - H/V computation
remove events both Rad. & Tr. clean axes
18 window length (s) Min. freq.: 0.278 Hz
6 tapering (%)
7 amplitude threshold test removal
15% spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output compute

continuity

3D motion
☐ save video show 3D mot

directivity analysis
frequencies to 0.4 4.0 12.0 Hz compute

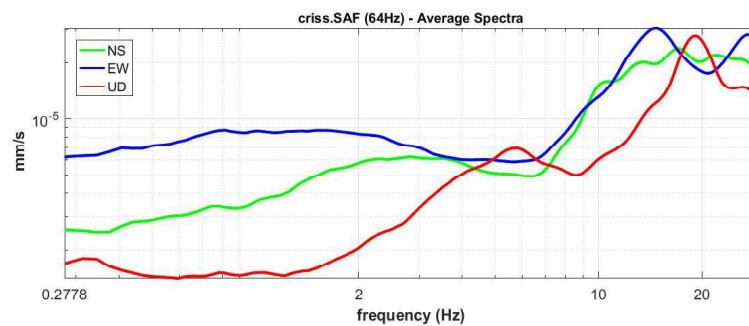
save - option#1: save HVSR as it is
save HV from 0.278 to 30 Hz
save HV curve (as it is)

save - option#2: picking HV curve
pick HV curve save picked HV

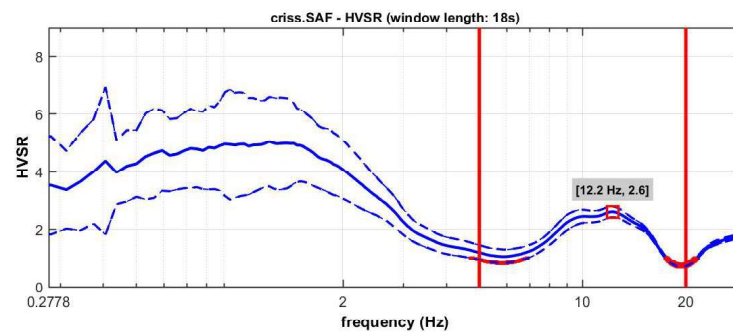
quick analysis (f=Vs/VsH)
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock
1000 Vs of the bedrock compute

highlight a frequency
draw highlight 10 Hz

directivity over time
directivity in ti... time 60 s



open working folder
show location
field notes



Criteria for a reliable H/V curve

#1: OK
#2: OK
#3: OK

Criteria for a clear H/V peak [12.2 Hz]

#1: OK
#2: OK
#3: OK
#4: NO
#5: NO
#6: OK

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload

HV 004077P4



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500

show data

step#1 (optional) - decimate
64Hz

step#2 - HV computation
remove events
18 window length (s)
6 tapering (%)
7 amplitude threshold
☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output

continuity

3D motion
☐ save video

directivity analysis
frequencies to: 0.4 4.0 12.0 11

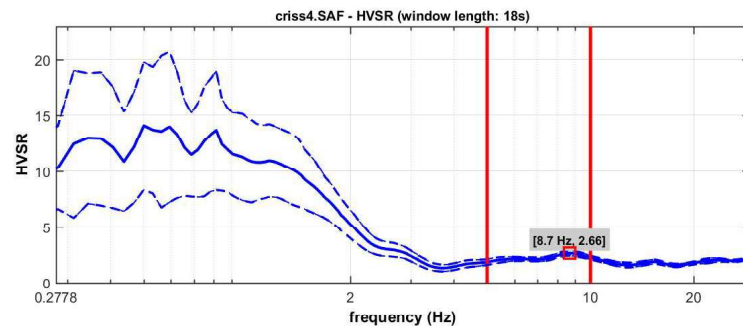
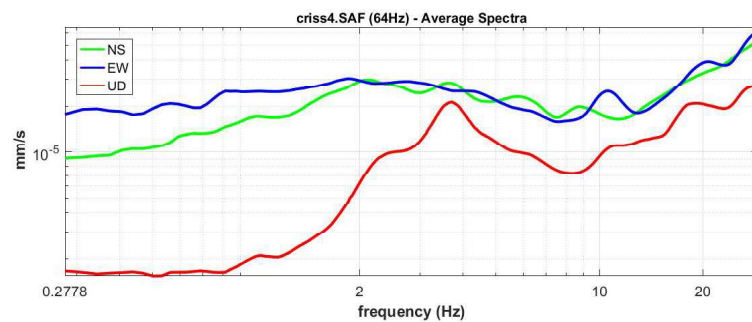
save - option#1: save HVSR as it is
save HV from 0.278 to 30 Hz

save - option#2: picking HV curve
pick HV curve

quick analysis (f-Vs/dt)
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock
1000 Vs of the bedrock

highlight a frequency
draw/highlight 10 Hz

directivity over time
directivity in ti... time 60 s



Criteria for a reliable H/V curve

#1: OK
#2: OK
#3: OK

Criteria for a clear H/V peak [8.7 Hz]

#1: OK
#2: OK
#3: OK
#4: NG
#5: NG
#6: OK

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload

HV 004077P5



Ubicazione indagini su ortofoto Agea 2024 – Scala 1:2.500

show data

step#1 (optional) - decimate
64Hz

step#2 - HV computation
remove events: both Rad. & Tr.

18 window length (s) Min. freq.: 0.278Hz
6 tapering (%)
7 amplitude threshold
15% spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all HVSRs
☐ full output

3D motion
☐ save video

directivity analysis
frequencies to: 0.4 4.0 12.0 11

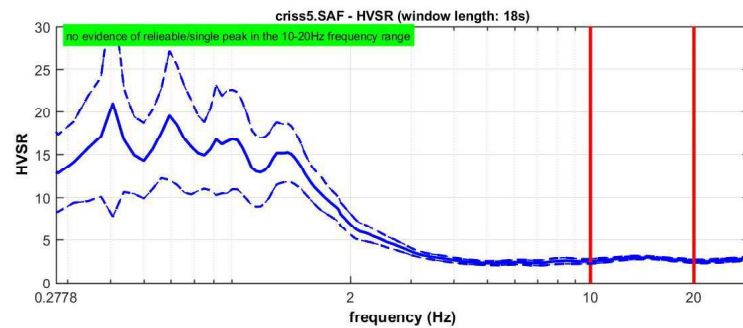
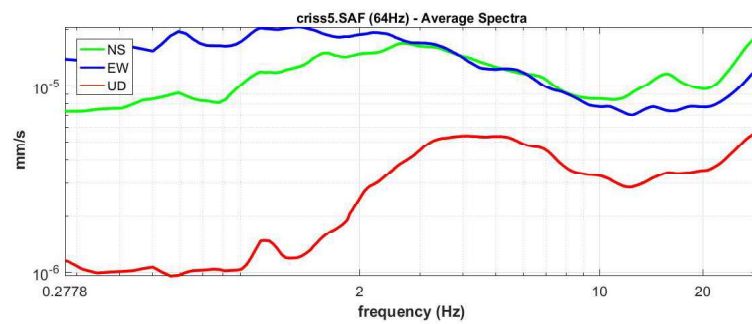
save - option#1: save HVSR as it is
save HV from 0.278 to 30 Hz

save - option#2: picking HV curve
pick HV curve

quick analysis (f-Vs/dBt)
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock
1000 Vs of the bedrock

highlight a frequency
draw/highlight 10 Hz

directivity over time
directivity in ti... time 60 s



Criteria for a reliable H/V curve

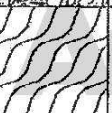
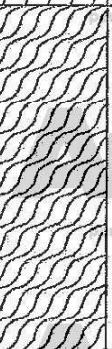
#1: OK
#2: OK
#3: OK

Criteria for a clear H/V peak [14.4 Hz]

#1: NO
#2: NO
#3: OK
#4: NO
#5: NO
#6: OK

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload

	Committente Comune di CRISSOLO			SONDAGGIO		FOGLIO
	Cantiere Interventi di consolidamento e messa in sicurezza frana al km 24+200 a monte della S.P.26			12		1/1
	Località 09066 IG - Crissolo (CN) - Località Cortili			PIEMONTE		
	Inizio Perforazione 16/11/2009 Fine Perforazione 20/11/2009			Il geologo Dr. A. Cantù		
Scala 1:100						

profondità dal p.c. [m]	altezza dallo strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	fabbrica	molodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	R.Q.D. %	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimanecciati	permeabilità [cm/s]
0.00 0.10 1.30	0.10 1.10		Asfalto bituminoso. Terreno di riporto costituito da ghiaia limosa con ciottoli sparsi. Frammenti, clasti rocciosi eterometrici e ciottoli (diam. max 15-20cm) prevalentemente di micascisto gneissico in matrice limoso-sabbiosa talora abbondante e/o prevalente, generalmente addensata, colore grigio-verdognolo.													
16.70	16.60															
18.70	2.00		Micascisto gneissico intensamente alterato, prevalentemente sub-litoidale con livelli lapidei, colore grigio.													
25.00	6.30		Micascisto gneissico, litoidale, colore grigio. Si segnalano: frattura verticale ossidata da -18.30m a -18.80m da p.c.; fratture a 45° a -19.80m e a -20.90m da p.c.; fratture sub-verticali ossidate da -20.30m a -20.60m e da -24.40m a -24.50m da p.c.; passata fratturata da -21.00m a -21.20m, da -22.10m a -22.30m e da -23.80m a -24.00m da p.c..		rotazione con carotaggio continuo diam. 101mm T2 e/o diamantina	127mm	90-100%									
					21.20			70								
								0-10								
								70								
								0-10								
								70								
								20								

	Committente Comune di CRISSOLO		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere Interventi di consolidamento e messa in sicurezza frana al km 24+200 a monte della S.P. 28		PZ2	1/1
	Località 09066 IG - Crissolo (CN) - Località Cortili		Il geologo	
	Inizio Perforazione 20/11/2009		Fine Perforazione 23/11/2009	
Scala 1:100		Dr. A. Canti		

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	R.Q.D. %	piezometro tubo aperto	Inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni induribili	campioni rimarraggiati	permeabilità [cm/s]
0.00 0.10 1.00	0.10 0.90		Asfalto bituminoso. Terreno di riporto costituito da ghiaia sabbiosa. Frammenti, clasti e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa, colore nocciola-verdognolo.													
	16.50		Miscelato gneissico, da sub-litole a litole, colore grigio.		perforazione a distribuzione di nucleo diam. 105mm	127mm										
16.50	8.50															
25.00																

Il perforo è attrezzato con piezometro del tipo a tubo aperto in PVC diam. 2", finestrato alla profondità da p.c. compresa tra -3.00m e -25.00m.