



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna Comune di Aseno



Regione



Regione Emilia-Romagna

Soggetto Realizzatore



Geode s.c.r.l.
Via Martinella 50/C
43124 Parma

Tel. 0521/257057
Fax.0521/921910
geologia@geodeonline.it

Data

Maggio 2014

LAVORO A CURA DI

Geode s.c.r.l. Via Martinella 50/C 43124 Parma Tel 0521/257057 Fax 0521/921910

Dott. Geol. Giancarlo Bonini

iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 802): Coordinatore.

Collaboratori

Dott. Simona Contini

Dott. Geol. Davide Zucchi

INDICE

INDICE	4
1 Introduzione	6
2 Definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento	7
2.1 Zonazione sismogenetica	11
2.1.1 Le sorgenti sismogenetiche	11
2.2 Sismicità storica	12
3 Assetto geologico e geomorfologico	14
3.1 Tettonica e sedimentazione	14
3.2 Stratigrafia e geomorfologia comunale	15
3.2.1 Supersintema Emiliano-Romagnolo	15
3.2.1.1 Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)	16
3.2.1.1.1 AES8 - Subsintema di Ravenna	16
3.2.1.1.2 AES7 - Subsintema di Villa Verucchio	17
3.2.1.1.3 AES3 - Subsintema di Agazzano	17
3.2.1.2 Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI)	18
3.2.2 Supersintema del Quaternario Marino	18
3.2.2.1 CMZ - Sintema di Costamezzana	19
3.2.2.2 ATS - Sintema del Torrente Stirone	19
3.2.3 Supersintema della Val D'Arda	19
3.2.3.1 BDG - Il Sintema di Badagnano	19
3.2.4 Supersintema post evaporitico	20
3.2.4.1 Sintema del torrente Ongina	20
3.2.4.1.1 Argille Azzurre (FAA) - Argille di Lugagnano (LUG)	20
3.2.5 Successione Epiligure	21
3.2.5.1 La formazione del Termina - TER	21
3.3 Assetto geomorfologico	22
4 Dati geotecnici e geofisici	27
4.1 Indagini geognostiche pregresse	27
4.2 Indagini geognostiche eseguite per la presente microzonazione sismica	28
4.2.1 Prova sismica MASW+HVSr	28
4.2.1 Prove sismiche tipo HVSr	29
5 Modello del sottosuolo	30
6 Interpretazioni ed incertezze	31
7 Metodologie di elaborazione e risultati	32
7.1 Valutazione dei fattori di amplificazione (II Livello)	32
7.2 Valutazione preliminare della suscettività alla liquefazione	34
8 Elaborati cartografici	40
8.1 Carta delle indagini	40
8.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	40
8.3 Carta delle frequenze naturali dei terreni	44
8.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)	45
8.4.1 Descrizione delle zone individuate	45

8.4.2	Schemi dei rapporti stratigrafici _____	49
8.4.3	Sezioni geologiche _____	62
8.4.4	Sezioni topografiche _____	68
8.5	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) _____	70
8.5.1	Dati utilizzati nella carta delle Vs _____	72
8.5.2	Dati utilizzati per il calcolo delle Vs _H _____	73
8.6	Carta di microzonazione sismica (livello 2) _____	74
8.6.1	Alseno capoluogo _____	75
8.6.2	Chiaravalle della Colomba _____	76
8.6.3	Saliceto _____	76
8.6.4	Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena _____	77
8.6.5	Lusurasco _____	78
8.6.6	San Rocchino _____	79
8.6.7	Cortina _____	81
8.6.8	Fellegara _____	84
8.6.9	Gasparini _____	87
8.6.10	San Giuseppe _____	88
8.6.11	Castelnuovo Fogliani _____	90
8.7	Commenti finali e criticità _____	96
9	Confronto della distribuzione dei danni degli eventi passati _____	98
10	Bibliografia _____	99
11	Allegati – prove sismiche 2013 _____	101

ELENCO ELABORATI

- Carta delle indagini (scala 1:10.000)
 - Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica (scala 1:10.000)
 - Carta delle frequenze naturali dei terreni (scala 1:10.000)
 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS – Livello 1) (scala 1:5.000)
 - Sezioni Geologiche (scale varie)
 - Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) (scala 1:5.000)
 - Carta di microzonazione sismica (livello 2) (scala 1:5.000)
 - [Fx] - F.A. P.G.A
 - [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 \leq 0.5s$
 - [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 \leq 1s$
 - Quadro di unione
 - Relazione illustrativa
-

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è redatta in conformità alle "Indicazioni per gli studi di microzonazione sismica finanziati con OPCM 4007/2012 in Emilia-Romagna (DGR 1302/2012)" e costituisce report descrittivo dell'analisi di primo e secondo livello, redatte anche a corredo del nuovo strumento urbanistico comunale (PSC).

Il comune di Alseno confina con i seguenti comuni: Busseto, Fidenza, Salsomaggiore Terme, Vernasca, Castell'Arquato, Fiorenzuola d'Arda e Besenzone.

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 il Comune di Alseno viene classificato in **zona 3**. Ai sensi dell'allegato 4 alla Delibera dell'assemblea Legislativa (D.A.L.) della Regione Emilia Romagna n. 112/2007, il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, a_{refg} per il comune di Alseno è pari a **0.139g**.

La magnitudo massima (M_{wmax}) attesa nel comune (compreso all'interno delle zone sismogenetiche 911 e 913) e riportata negli ICMS (2008), è stimata pari 6,14.

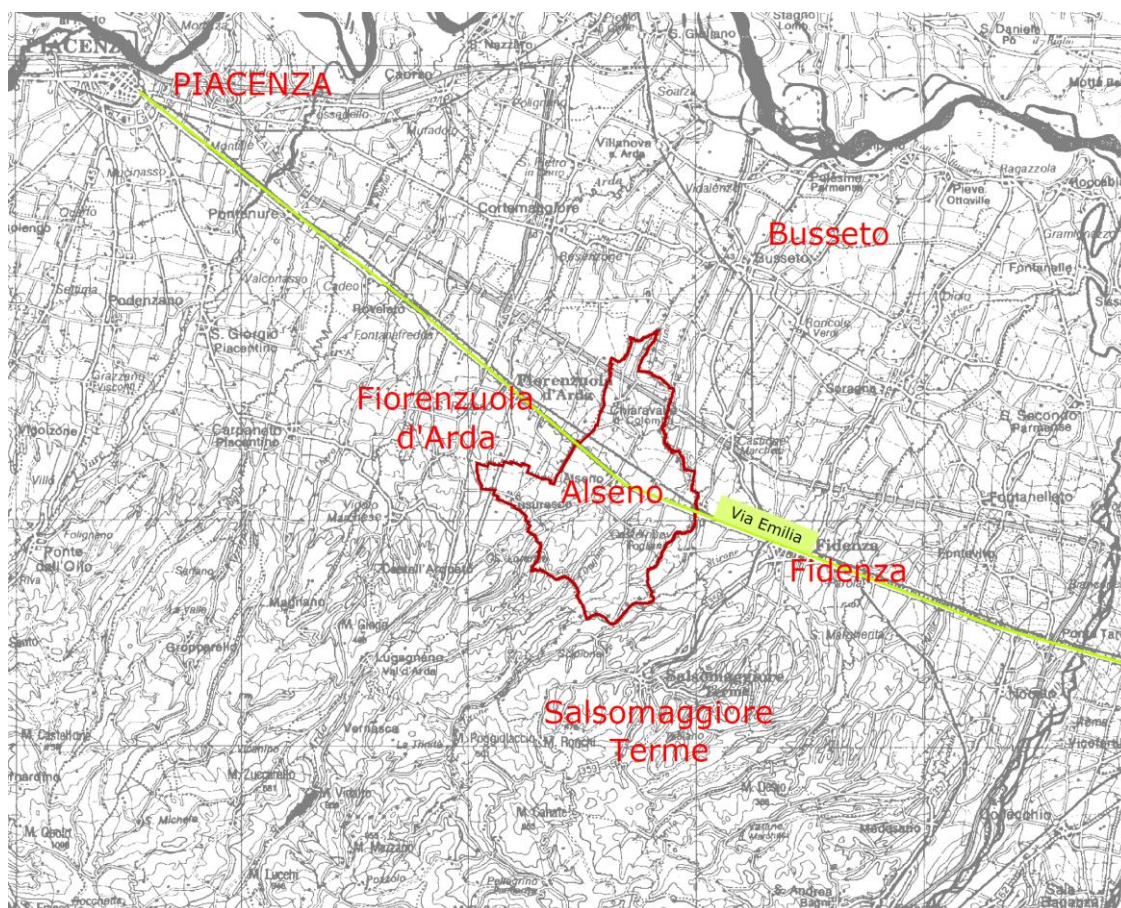


Figura 1.1. Ubicazione confine comunale su base Carta tecnica semplificata

Il territorio comunale ha un'estensione di circa 55 kmq e si sviluppa tra le quote massime di circa 200 m slm della zona posta a sud-ovest ad una quota di circa 47 m slm nelle aree poste a nord. Il territorio comunale è attraversato in senso longitudinale da tre principali corsi d'acqua che da ovest ad est sono il t. Arda, il t. Ongina (affluenti diretti del Fiume Po) ed il t. Stirone (affluente in sinistra idrografica del F. Tarò).

Il comune interessa una serie di elementi alla scala 1:5.000 della Carta Tecnica Regionale il cui schema è riportato nella figura 1.2.

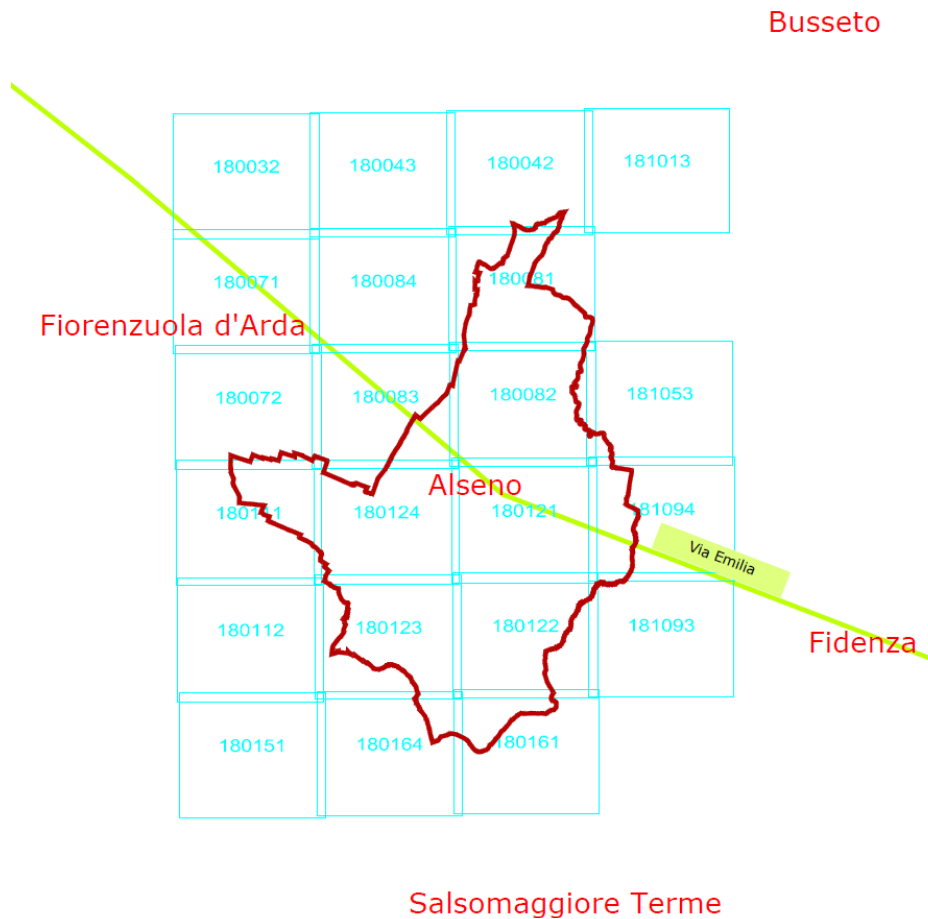


Figura 1.2. Limite comune ed elementi CTR alla scala 1:5.000

2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Il territorio del comune di Alseno (PC) è inserito in un contesto sismo-tettonico caratteristico del margine appenninico-padano e della pianura padano-emiliana. Il margine appenninico rappresenta la zona di transizione tra il limite morfologico dell'Appennino e la Pianura Padana ed in tale fascia, nell'area comunale, sono affioranti o subaffioranti le "Argille azzurre di Lugagnano", le "Marne del Termina", le "Sabbie di Castell'Arquato" ed i depositi marino marginali delle unità del t. Stirone e di Costamezzana oltre ai depositi terrazzati appartenenti al Supersintema Emiliano-Romagnolo.

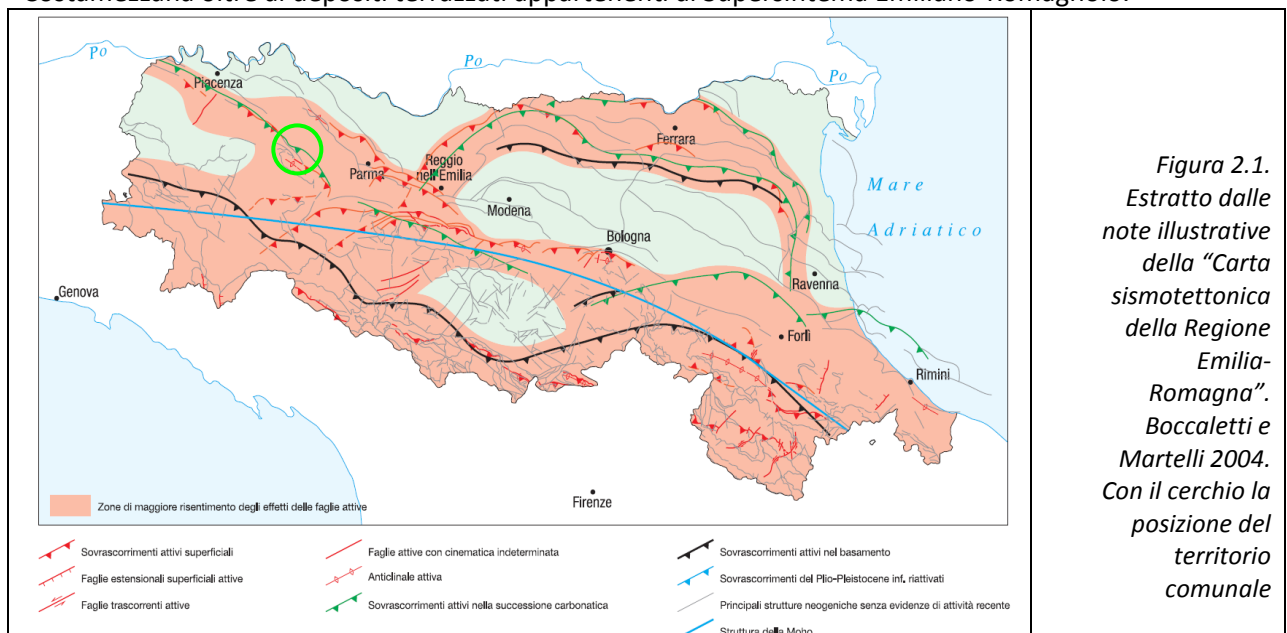
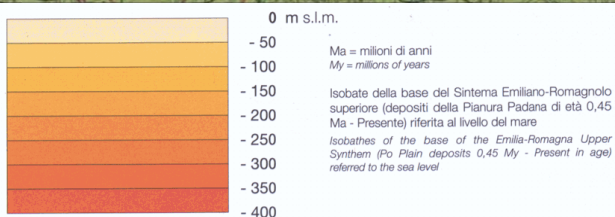
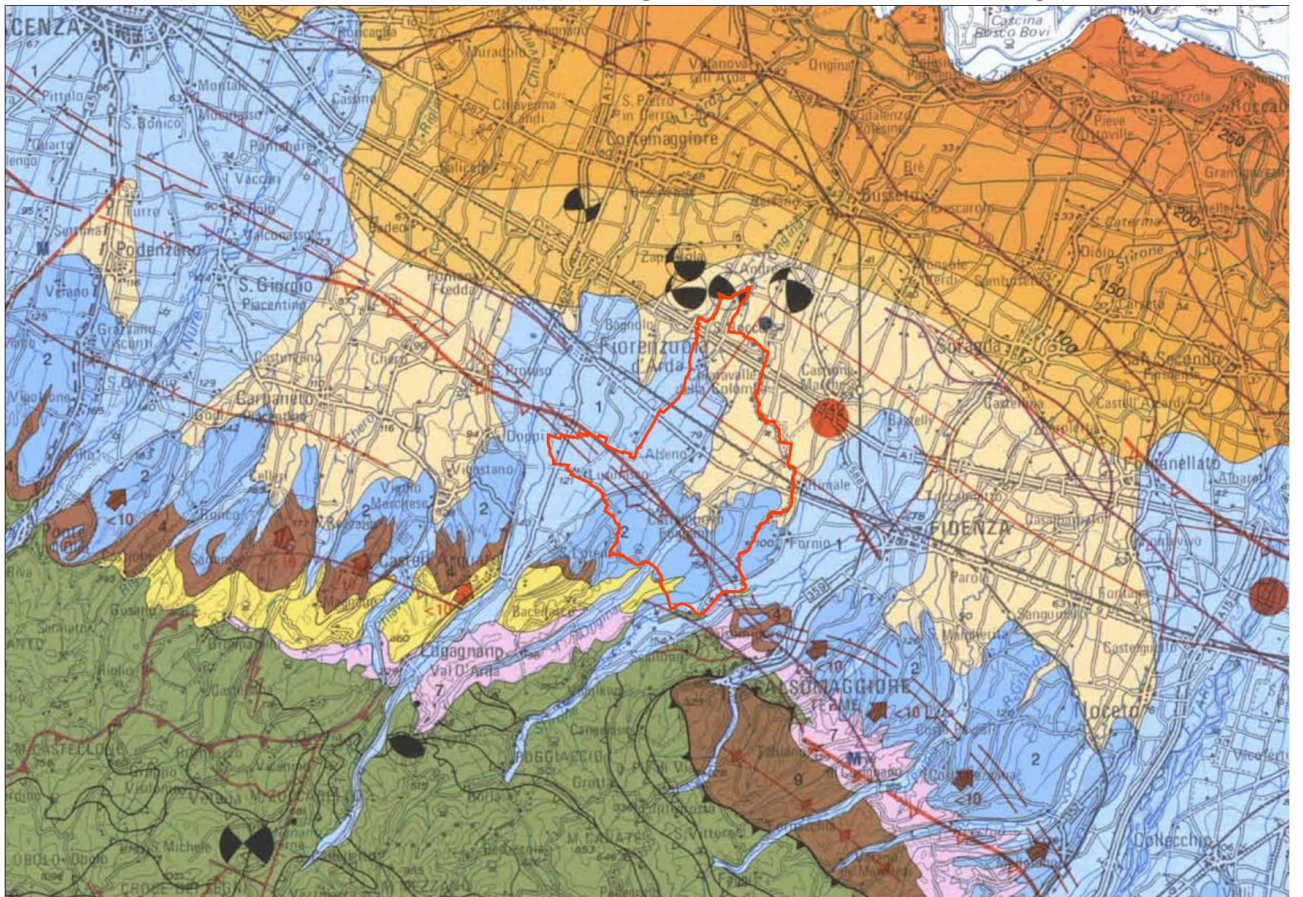


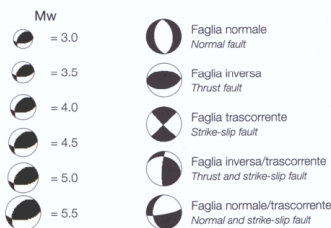
Figura 2.1. Estratto dalle note illustrative della "Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna". Boccaletti e Martelli 2004. Con il cerchio la posizione del territorio comunale

L'area di interesse è caratterizzata da strutture compressive (faglie inverse – thrust) di cui “presentano evidenze di attività tettonica recente le faglie che non coincidono con il margine ma quelle strutture che corrispondono al fronte sepolto delle Pieghe Emiliane (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna – Note Illustrative). In particolare l'attività sismica è legata ad una serie di discontinuità tettoniche associate al movimento di un thrust fault (sovrascorrimento) sepolto e di un fronte di accavallamento della successione carbonatica meso-cenozoica anch'esso sepolto; entrambe le strutture sono ubicate nella porzione meridionale del territorio comunale (“Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna” - 2004). Nella porzione settentrionale del territorio comunale si evidenzia la presenza, sulla base dei dati macrosismici, di un “box” sismogenetico con un terremoto di magnitudo >5.5.



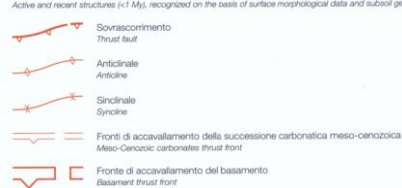
Ma = milioni di anni
 My = millions of years
 Isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore (depositi della Pianura Padana di età 0,45 Ma - Presente) riferita al livello del mare
 Isobathes of the base of the Emilia-Romagna Upper Synthem (Po Plain deposits 0,45 My - Present in age) referred to the sea level

Meccanismi focali Earthquake focal solutions

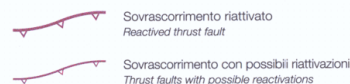


Strutture sepolte Buried structures

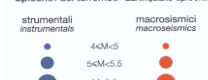
Strutture attive e recenti (<1 Ma), determinate sulla base di dati morfologici di superficie e di dati geologici di sottosuolo
 Active and recent structures (<1 My), recognized on the basis of surface morphological data and subsol geologica data



Fronti dei principali sovrascorrimenti di età Pliocene-Pleistocene inferiore (4,5 - 1 Ma) (da Structural Model of Italy, 1:500,000)
 Fronts of the main Pliocene-Early Pleistocene thrust faults (4,5 - 1 My) (from Structural Model of Italy, 1:500,000)



Epicentri dei terremoti Earthquake epicenters



- 1 Depositi di conide e alluvionali intramontani (Pleistocene medio-Ciocene, 0,8 Ma - Presente)
 Alluvial fan and intramountain alluvial deposits (Middle Pleistocene-Holocene, 0,8 My - Present)
- 2 Depositi alluvionali terrazzati della Pianura Padana (Pleistocene medio e superiore, 0,8 - 0,01 Ma)
 Po Plain terraced alluvial deposits (Middle and Late Pleistocene, 0,8 - 0,01 My)
- 6 Depositi marini post fase Pliocene inferiore (zona a G. Puncicciata) (Pliocene inferiore-Pleistocene inferiore, 4,5 - 1 Ma)
 Post Early Pliocene (G. Puncicciata zone) tectonic phase marine deposits (Early Pliocene -Early Pleistocene, 4,5 - 1 My)

Figura 2.2. Estratto dalla “Carta Sismotettonica dell’Emilia Romagna” (2004) con sovrapposizione del limite comunale

Il territorio comunale ricade essenzialmente nel Foglio 180 "Salsomaggiore Terme" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e marginalmente nel Foglio 181 "Parma Nord".

Nello schema tettonico allegato al Foglio 180 è cartografato un sovrascorrimento principale denominato "thrust di Salsomaggiore"; tale elemento interessa il settore meridionale del territorio comunale di Alseno attraversandolo da ESE a WNW. Nello schema tettonico allegato al Foglio 181 si nota la prosecuzione del thrust di Salsomaggiore esternamente al limite comunale. Nello schema del Foglio "Salsomaggiore Terme" è anche cartografato un asse di sinclinale sepolto posto a nord del thrust di Salsomaggiore ed interessante il territorio comunale in corrispondenza della SS9 Via Emilia.

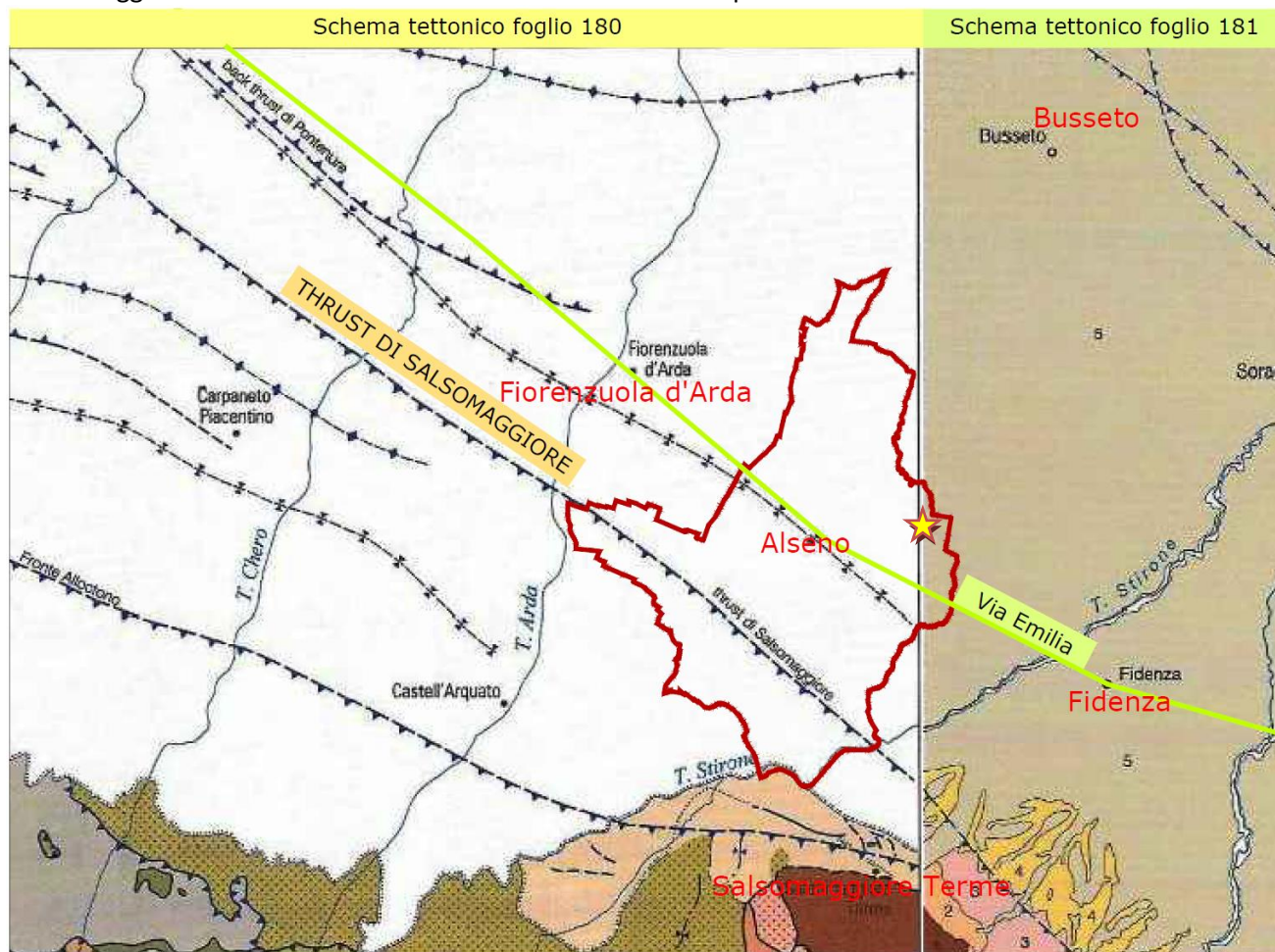


Figura 2.3. Estratto dagli schemi tettonici dei Fogli 180 e 181 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. In evidenza il thrust di Salsomaggiore che attraversa il territorio comunale [con la stella gialla è indicato l'ultimo terremoto registrato ricadente all'interno del territorio comunale - 30/07/2007].

In merito al thrust di Salsomaggiore dalle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Foglio 180 "Salsomaggiore Terme" si estrae quanto segue (Cap.V §1): il thrust di Salsomaggiore costituisce il lineamento strutturale dominante del foglio e si manifesta diversamente in funzione dell'orientazione delle sezioni che lo attraversano. L'asse di questa struttura è orientato circa ESE-ONO e la sua proiezione in superficie attraversa l'allineamento S. Giorgio Piacentino, S. Protaso (Fiorenzuola), Salsomaggiore. L'asse è immergente verso ONO e la culminazione della struttura si osserva nel settore SO del Foglio (in prossimità di Salsomaggiore). Nel settore SE il thrust di Salsomaggiore determina una struttura anticlinale rovesciata e fagliata. Verso ovest l'anticlinale non è rovesciata e nelle porzioni più occidentali del Foglio è simmetrica ed oltre al thrust frontale si osservano anche retroscorrimenti (back thrust di Turro e back thrust di S. Giorgio Piacentino). Il piano del thrust si immerge ad alto angolo verso SSO attraversando e dislocando parte della successione pliocenica (apparentemente fino al Pliocene medio-superiore), tutta la successione di avana fossa appenninica e si radica nei livelli profondi all'interno dei carbonati mesozoici. Localmente il rigetto del thrust è stato valutato almeno 1000-1500 m.

Per quanto concerne le faglie attive nella Carta geologico-tecnica allegata al presente lavoro è stata riportata una sola faglia interessante il territorio comunale da ESE a ONO ed appartenente al sistema Parma-Piacenza (faglia inversa – sovrascorrimento) censita nel progetto ITHACA con la denominazione faglia di “Fiorenzuola d’Arda sud” ed i cui dati sono disponibile nel sito:

<http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/ithaca.page>).

Di seguito si riportano le indicazioni relative alla faglia Fiorenzuola d’Arda sud estratte dal progetto Ithaca.

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Fiorenzuola d'Arda sud
FAULT CODE	90523
MACROZONE	3
REGION NAME	Emilia Romagna
SYSTEM NAME	Sistema Piacenza - Parma
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	125
DIP	
LENGTH (Km)	20
GEOMETRY	
SEGMENTATION	yes
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:250000
LAST ACTIVITY	Middle Pleistocene (125,000÷700,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	20
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	6.6
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW
NOTES	

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
90523	CERRINA FERONI A., MARTELLI L., MARTINELLI P., OTTRIA P.	Carta geologico strutturale dell'Appennino Emiliano Romagnolo alla scala 1:250000	Regione Emilia-Romagna - CNR	2002
90523	REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, a cura di DI DIO G. (1998)	Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna.	S.EL.CA., Firenze	1998
90523	SERVA L. (1990)	Il ruolo delle Scienze della Terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN).	Boll. Soc. Geol. It., 109, 375-411	1990

2.1 Zonazione sismogenetica

La zonazione sismogenetica rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico: in particolare la nuova zonazione sismogenetica ZS9 “Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo” pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004¹) è stata ottenuta partendo dalla zonizzazione ZS4 (Scandone e Stucchi, 1999), accorpando e modificando le zone sorgente rendendole più coerenti con le informazioni oggi disponibili. Il modello sismotettonico che ha guidato nel tracciamento delle aree di ZS4 è basato sia su un modello strutturale 3D della penisola, sia sulla distribuzione spaziale dei terremoti storici ed attuali, sia sul modello cinematico dell’area mediterranea. In particolare il territorio del comune di Alseno, nella nuova zonazione ZS9, ricade prevalentemente nella zona sismogenetica **913** e limitatamente nella zona **911**.

Di seguito si riporta una breve descrizione relativa alle zone 911 e 913, estratta dal già citato Rapporto conclusivo (“Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo”, G.d L, 2004).

Tutto l’arco appenninico settentrionale è stato riorganizzato secondo cinque fasce parallele longitudinali alla catena.

...

L’arco è limitato, a Nord, da una zona (**911**, unione delle zone 25 e 26 di ZS4 opportunamente ristrette) che comprende il cosiddetto “Arco di Pavia” e le strutture ad esse relative. In realtà, si suppone che la funzione delle strutture comprese all’interno della **911** sia di “svincolo” cinematico del sistema supposto in migrazione (in accordo con quanto espresso, ad esempio, in Paracca et al.,1990).

...

Le zone sismogenetiche **913**, **914** e **918** risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all’Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì presentare meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L’intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

La zonazione (ZS9) indica anche una profondità dello strato sismogenetico, che risulta essere compreso tra 12 e 20 km per la zona sismogenetica 913 e 8-12 km per la zona 911.

Zona	Numero eventi Md>2.0	Numero eventi Md>2.5	Numero eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
911	126	91	18	4.1	8-12	8
913	767	362	100	4.8	12-20	13

La valutazione della magnitudo massima (M_{wmax}) per le zone sismogenetiche, riportata anche negli ICMS (2008), per zone 911 e 913 fornisce un valore di 6,14.

2.1.1 Le sorgenti sismogenetiche

Per la determinazione delle sorgenti sismogenetiche principali dell’area in esame si è fatto riferimento al “Database of Individual Seismogenic Sources” (DISS 3.1) disponibile nel sito www.ingv.it.

Il database rappresenta la sintesi di tutte le evidenze geologiche e storiche relative alla fagliazione sismogenetica, con apporti derivanti dai dati della sismicità strumentale, dalla geodinamica a larga scala e dai caratteri geomorfologici. Il territorio del comune di Alseno ricade in parte internamente a due sorgenti sismogenetiche individuate ed in particolare la zona settentrionale ricade nella sorgente sismogenetica denominata **ITCS009** “Busseto-Cavriago”, mentre la porzione meridionale del territorio

¹ Gruppo di Lavoro (2004): redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma

comunale ricade nella sorgente sismogenetica denominata **ITCS045** “San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro”.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati estratti dal database relativi a tali sorgenti.

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS009 - Busseto-Caviago	
Source Info Summary	Commentary
References	Pictures
General information	
Code	ITCS009
Name	Busseto-Caviago
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano
Latest Update	07/09/2007
Parametric information	
	Parameter Qual. Evidence
Min Depth (km)	2 OD Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	8 OD Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	120 - 140 OD Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	20 - 40 OD Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	90 - 120 EJ Inferred from geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5 EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.6 LD Derived from the strongest earthquake occurred in the region.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS045 - San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro	
Source Info Summary	Commentary
References	Pictures
General information	
Code	ITCS045
Name	San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano
Latest Update	12/09/2007
Parametric information	
	Parameter Qual. Evidence
Min Depth (km)	2 OD Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	10 OD Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	110 - 150 OD Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	20 - 40 OD Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	80 - 100 EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5 EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.5 EJ Assumed from regional seismological data.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

2.2 Sismicità storica

La sismicità storica è stata studiata a partire dai cataloghi dei terremoti disponibili, in particolare sono stati presi in considerazione i cataloghi presenti sul sito internet dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (www.ingv.it).

Sono stati consultati i seguenti cataloghi:

CFTI – catalogo dei forti terremoti (461 a.c. – 1997)

DBMI11 – database macrosismico italiano

NT4.1 – catalogo parametrico dei terremoti italiani al di sopra della soglia del danno

CPTI 04 – catalogo parametrico dei terremoti italiani (217a.c. – 2002)

ISIDe - Database parametrico e strumentale della sismicità italiana

Per un primo sguardo d’insieme della sismicità storica dell’area in esame è stato consultato il “*Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*” (Gruppo di lavoro CPTI, 2004, INGV, Bologna), nel quale, per un

intorno significativo dell'area in esame (un raggio di 50 Km con centro lat. 44.89 e long. 9.96 ovvero dal centro abitato di Alseno) sono stati identificati 36 eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (44.89, 9.96) e raggio 50 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
59	DI	1276	7	28	18	30		Italia settent.	CFTI	10	55	60	M	45.08	9.55	A	5.11	0.12	4.71	0.18	4.91	0.17	911	G	119	516	59		
74	DI	1303	3	22	23			PIACENZA	DOM	1	55	55		45.052	9.693	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G		517	74		
90	DI	1345	1	31				CASTELNUOVO	DOM	1	55	55		44.81	10.564	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	912	A		596	90		
113	DI	1383	7	24	20			PARMA	DOM	7	55	55		45.058	9.915	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	A		597	113		
130	DI	1409	11	15	11	15		Parma	CFTI	5	70	60	M	44.8	10.33	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G	173	598	130		
144	DI	1438	6	11	20			Parmense	CFTI	12	80	80		44.85	10.23	A	5.62	0.17	5.47	0.26	5.61	0.26	913	G	181	599	144		
221	DI	1522	10	5	8			CREMONA	DOM	7	55	55		45.136	10.024	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19				2011	221		
241	DI	1545	6	9	15			BORGIO VAL DI TARO	DOM	5	75	75		44.498	9.844	A	5.33	0.19	5.04	0.28	5.21	0.26	915	G	222	543	241		
264	DI	1572	6	4	22			PARMA	DOM	8	70	70		44.851	10.422	A	5.13	0.23	4.74	0.34	4.93	0.32	913	A		604	264		
333	DI	1628	11	4	15	15		PARMA	DOM	8	70	70		44.801	10.329	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	913	G		608	333		
501	DI	1732	2	27				PARMA	DOM	1	60	60		44.801	10.329	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		611	501		
511	DI	1738	11	5	30			PARMA	DOM	10	70	70		44.906	10.028	A	5.40	0.20	5.15	0.30	5.31	0.28	913	G		612	511		
589	DI	1774	3	4				PARMA	DOM	2	60	60		44.801	10.329	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		613	589		
740	DI	1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	DOM	27	75	75		44.668	10.286	A	5.07	0.10	5.40	0.15	5.55	0.15	913	G		615	740		
780	DI	1829	9	6	19	30		CREMONA	DOM	2	65	65		45.136	10.024	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45				2034	780		
791	DI	1831	9	11	18	15		Reggiano	CFTI	24	75	75		44.75	10.55	A	5.48	0.13	5.27	0.19	5.43	0.18	912	G	378	616	791		
798	DI	1832	3	13	3	30		Reggiano	CFTI	93	75	75		44.77	10.47	A	5.59	0.07	5.43	0.10	5.57	0.10	913	G	382	617	798		
801	DI	1834	2	14	13	15		ALTA LUNIGIANA	DOM	101	85	85		44.449	9.859	A	5.64	0.09	5.50	0.13	5.64	0.13	915	G		549	801		
868	DI	1849	11	28	18	15		VAL DI TARO	DOM	6	65	65		44.485	9.73	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	915	G	396	553	868		
906	DI	1857	2	1				PARMENSE	DOM	22	65	65		44.749	10.48	A	5.26	0.12	4.94	0.18	5.12	0.17	913	G		619	906		
1103	DI	1885	2	26	20	48		SCANDIANO	DOM	78	60	60		45.208	10.169	A	5.22	0.10	4.88	0.15	5.06	0.14				622	1103		
1124	DI	1886	10	15	2	20		COLLECCHIO	DOM	44	60	60		44.75	10.306	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		623	1124		
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POS85				55	44.9	9.633		4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G		525	1523		
1590	DI	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	DOM	73	50	50		44.597	10.279	A	4.85	0.14	4.33	0.21	4.55	0.19	913	G		587	1590		
1622	DI	1915	10	10	23	10		REGGIO EMILIA	DOM	30	65	60		44.732	10.469	A	5.01	0.08	4.57	0.12	4.78	0.11	913	G		626	1622		
1931	CP	1937	9	17	12	19	5	PARMA OVEST	POS85	60				44.8	10.3		4.56	0.11	3.89	0.17	4.15	0.16	913	G		632	1931		
1954	CP	1940	1	24	23	32	16	CORNIGLIO	POS85	50				44.467	10.1		4.93	0.09	4.45	0.14	4.67	0.13	915	G		591	1954		
1960	CP	1940	5	1	9	36	5	NOCETO	POS85	50				44.8	10.183		4.89	0.14	4.39	0.21	4.61	0.19	913	G		634	1960		
1998	CP	1946	2	18	23			PIONE	POS85	60				44.6	9.6		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	915	G		574	1998		
2231	CP	1967	5	15	10	3	34	S. POLO	POS85	60				44.6	10.4		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		637	2231		
2278	CP	1970	5	3	4	17	41	S. POLO	POS85	60				44.633	10.383		4.80	0.21	4.26	0.31	4.49	0.29	913	G		639	2278		
2303	DI	1971	7	15	1	33	23	Parmense	CFTI	228	80	75	M	44.82	10.35	A	5.61	0.07	5.45	0.10	5.59	0.10	913	G	536	641	2303		
2313	CP	1972	6	25	17	10	49	CALESTANO	POS85	60				44.6	10.2		4.66	0.21	4.04	0.31	4.29	0.29	913	G		642	2313		
2339	CP	1974	4	15	21	49	12	PIONE	POS85	55				44.65	9.883		4.64	0.12	4.01	0.18	4.26	0.17	915	G		594	2339		
2417	CP	1980	12	23	12	1	6	VERNASCA	POS85					44.817	9.85		5.03	0.18	4.60	0.27	4.80	0.25	913	G		643	2417		
2437	DI	1983	11	9	16	29	52	Parmense	CFTI	836	70	65		44.765	10.27	A	5.10	0.18	4.99	0.06	5.16	0.05	913	G			2435		

Numero di record estratti: 36

N	numero d'ordine	(I4)	Lat	Localizzazione	latitudine in gradi e decimali	(A6)
Tr	tipo di record (indica se esistono dati di base)	(A2)	Lon	epicentrale:	longitudine in gradi e decimali	(A6)
Anno	tempo origine:	(I4)	TL		codice di localizzazione	(A1)
Me	anno	(I2)	Me	magnitudo:	magnitudo equivalente	(I3)
Gi	giorno	(I2)	De		errore associato alla stima di Me	(I2)
Or	ora	(I2)	Mm		magnitudo macrosismica	(I3)
Mi	minuto	(I2)	Dm		errore associato alla stima di Mm	(I2)
Se	secondo	(I2)	Tm		codice di determinazione di Mm	(A1)
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti	(A2)	Ms		magnitudo strumentale	(I3)
Rt	codice bibliografico dell'elaborato di riferimento	(A6)	Ds		errore associato alla stima di Ms	(I2)
Np	numero dei punti di intensità	(I4)	Ts		codice di determinazione di Ms	(A1)
Imx	intensità massima (scala MCS)	(I3)	Ma		magnitudo media pesata	(I3)
Io	intensità epicentrale (scala MCS)	(I3)	Da		errore associato alla stima di Ma	(I2)
TI	codice di determinazione Io	(A1)				
Ncft	codice di aggancio: numero progressivo dei record nel catalogo CFTI 2	(I3)	Nt		codice di aggancio: numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1	(I4)

Tabella 2.1. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, terremoti con epicentro compreso in un raggio di 50Km dal centro abitato di Alseno.

L'esame delle tabelle precedenti evidenzia come i terremoti registrati nell'intorno considerato (scala regionale) non abbiano mai superato un valore di Mw di 6.0.

In particolare solo cinque eventi sono riportati con magnitudo maggiore di 5.5, di cui tre con epicentro nel parmense, nel 1438, nel 1818 e nel 1971, uno nel Reggiano nel 1832 ed infine quello della Lunigiana del 1834.

Di seguito si riportano gli eventi con epicentro situato entro i 30 km dal sito in esame (lat. 44.894 e long. 9.96) e Magnitudo > 3.0 reperiti nel data-base dell'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDE).

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
2012-10-03 17:18:00.000	44.763	9.702	26.3	3.2	Sala Sismica
2012-10-03 14:41:28.000	44.750	9.631	32.2	4.5	Sala Sismica
2011-10-09 12:23:17.410	44.720	9.999	22.4	3.1	Bollettino
2011-09-19 05:34:34.310	44.640	10.220	22.8	3.4	Bollettino
2011-09-18 20:25:23.410	44.631	10.224	18.1	3.2	Bollettino
2011-09-17 13:02:14.620	44.634	10.207	19.1	3.1	Bollettino

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
2011-09-17 12:27:57.410	44.641	10.216	19.6	3.2	Bollettino
2011-09-10 17:28:00.950	44.643	10.252	18.2	3.4	Bollettino
2011-09-09 14:24:03.140	44.630	10.229	21.5	3.2	Bollettino
2011-09-08 22:55:05.520	44.638	10.207	19.4	3.2	Bollettino
2011-09-08 20:36:42.380	44.643	10.202	19.7	3.2	Bollettino
2011-09-08 15:43:52.570	44.633	10.226	18.1	3.0	Bollettino
2011-09-08 15:23:38.250	44.638	10.233	18.2	3.2	Bollettino
2011-09-08 15:23:19.690	44.629	10.242	23.5	3.1	Bollettino
2011-09-08 13:17:28.030	44.635	10.202	20.1	3.7	Bollettino
2011-04-28 20:14:38.800	44.631	10.004	24.7	3.0	Bollettino
2009-10-19 10:08:49.640	44.814	9.772	23.6	4.0	Bollettino
2008-04-03 05:07:29.830	44.640	9.982	18.3	3.2	Bollettino
2007-07-30 19:05:43.080	44.898	10.003	20.5	4.1	Bollettino
2005-04-19 08:27:39.880	44.769	9.687	25.6	3.5	Bollettino
2005-04-19 07:42:01.250	44.770	9.724	25.2	3.8	Bollettino

Nel catalogo DBMI11 a cura di Locati et Al. 2011 viene riportata la storia sismica nota del comune di Alseno da cui si estrae quanto segue:

Numero di eventi: 4

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	1986 12 06 17:07	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10
4-5	1991 10 31 09:31	Parmense	134	5 4.45 ±0.14
NF	1995 10 10 06:54	LUNIGIANA	341	7 4.85 ±0.09

In particolare si segnalano terremoto del 30/07/2007 di magnitudo 4.1 per il quale risulta un epicentro all'interno del territorio comunale e più precisamente nei pressi della località Casa Nuova Cascinazzo (vicino al confine con il comune di Fidenza a nord della Via Emilia) interno al box sismogenetico presente nella porzione nord orientale del territorio comunale (vedasi Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna", 2004) ed il terremoto del 19/10/2009 di magnitudo 4.0 con epicentro in comune di Lugagnano tra le località San Genesisio e Antognano.

Nel catalogo USGS sono segnalati due terremoti avvenuti il 27/12/1994 di magnitudo 3.1 posto a meno di 1.0 km a nord di Alseno Capoluogo ed il 14/03/1996 di magnitudo 3.8 posto a circa 2.0 km verso ovest da limite comunale all'altezza della via Emilia.

3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.1 Tettonica e sedimentazione

La migrazione progressiva verso NE delle avansosse plio-pleistoceniche, nel settore emiliano occidentale del bacino Padano-Adriatico, è legata alla nascita ed allo sviluppo dell'attività di sovrascorrimento lungo due archi principali di strutture compressive, orientate NO-SE: il Fronte di Sovrascorrimento Pedepenninico e il Fronte di Sovrascorrimento Esterno (Pieghie Emiliane di PIERI & GROPPi, 1982). Questi archi di strutture condizionano in tutto il Plio-Pleistocene la crescita e la distribuzione dei sistemi deposizionali sul margine meridionale del bacino, interferendo con le fasi di erosione e sedimentazione

guidate dalle oscillazioni climatico – eustatiche e sono quindi responsabili dell’attuale giacitura e dei rapporti geometrici e stratigrafici che intercorrono fra le varie unità geologiche presenti in questa porzione di territorio e nel Comune di Alseno, sia in superficie che nel sottosuolo.

Nell’area in esame questi depositi costituiscono le porzioni più interne e prossimali di tale bacino; la successione può essere suddivisa in unità separate da superfici di discontinuità di importanza regionale che registrano la complessa interazione tra le oscillazioni climatico-eustatiche, ben documentate, soprattutto per quanto riguarda il Pleistocene, e l’evoluzione strutturale della catena. Queste unità sono correlabili lungo tutto il fronte della catena appenninica, dal settore nord-occidentale fino alla Romagna e alle Marche; in tal senso costituiscono l’ossatura principale dello schema stratigrafico-fisico relativo a questo intervallo di tempo e il loro riconoscimento e utilizzo consente una miglior comprensione dell’evoluzione tettonico-sedimentaria dell’avanfossa appenninica durante il Pliocene ed il Pleistocene.

Queste unità (sintemi) sono ulteriormente suddivisibili e raggruppabili in unità di rango gerarchico rispettivamente inferiore (subsintemi) e superiore (supersintemi) ed hanno un forte connotato operativo, in quanto ben riconoscibili sul terreno e cartografabili in tutta l’area in esame.

In accordo con quanto esposto nelle note dei nuovi Fogli Geologici 180 e 181 (Progetto CARG), a cui si rimanda, l’organizzazione latero-verticale dei sintemi e supersintemi è attribuita principalmente dalla tettonica; in particolare queste unità registrano l’alternarsi di fasi tettoniche intense e fasi di relativa stabilità e riflettono, quindi, l’evoluzione paleogeografica del margine appenninico. Il supersintema ed il sintema sono caratterizzati, a scala diversa, da una successione deposta in seguito all’evento tettonico (Post-tettonico) nella parte inferiore e da una successione deposta durante il successivo evento tettonico (Sin-tettonico) nella parte superiore. Diversamente il controllo climatico-eustatico sembra essere il fattore preponderante sul tipo di sedimentazione e sull’organizzazione stratigrafica alla scala delle unità di ordine gerarchico inferiore (subsintemi).

Per quanto riguarda la giacitura, tutte le unità geologiche presentano un’immersione verso N-NE ma hanno differenti inclinazioni. In particolare per quanto riguarda il supersintema del Quaternario Marino l’unità BDG (Sintema di Badagnano) ha inclinazioni variabili tra i 15 e i 20 gradi, l’ATS (Sintema del Torrente Stirone) tra i 5 e i 10 gradi, il CMZ (Sintema di Costa Mezzana) tra i 2 e i 4 gradi; tutte queste unità, che presentano spessori modesti in affioramento, possono raggiungere diverse centinaia di metri nel sottosuolo. Il grosso aumento di spessore avviene andando verso la zona depocentrale (sinclinale) del bacino sedimentario compreso tra il Fronte di Sovrascorrimento Pedeappenninico, a Nord, e il fronte di sovrascorrimento esterno a Sud; infatti più ci avviciniamo all’asse delle strutture compressive e più queste unità risentono di minori tassi di subsidenza e, durante le fasi di parossismo tettonico, di forti troncature erosive.

La grossa variazione di spessore che si riscontra all’interno delle unità BDG, ATS e CMZ decresce con la deposizione delle unità appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, così come la loro inclinazione; questo è dovuto al progressivo colmamento del bacino sedimentario sopraccitato, colmamento dovuto appunto alla migrazione progressiva verso NE delle avanfosse plio-pleistoceniche.

In particolare l’unità AES3 ha un’inclinazione di circa 1 grado mentre le altre unità, AES7 e AES8 sono quasi sub-orizzontali; queste unità, anche se relativamente recenti, risentono ugualmente dell’assetto strutturale presente nell’area in esame.

Situazione peculiare da sottolineare è la presenza in area adiacente al settore meridionale del comune della “Struttura di Salsomaggiore Terme” delimitata a nord dal thrust di Salsomaggiore che è stato descritto nel capitolo 2.

3.2 Stratigrafia e geomorfologia comunale

Nell’area del territorio comunale di Alseno affiorano prevalentemente i depositi appartenenti alla “Successione post-evaporitica del margine Padano Adriatico”, rappresentata dal Supersintema Post-Evaporitico (Sintema del Torrente Ongina), dal Supersintema della Val d’Arda (Sintema di Badagnano), dal Supersintema Quaternario Marino (Sintema del Torrente Stirone e Sintema di Costamezzana) e dal Supersintema Emiliano-Romagnolo. Affiora inoltre meno estesamente la “Successione Epiligure” rappresentata in questo caso dalla Formazione del Termina.

3.2.1 Supersintema Emiliano-Romagnolo

Le unità geologiche raggruppate all'interno del ciclo Quaternario Continentale, denominato Supersistema Emiliano-Romagnolo (equivalente all'Allogruppo Emiliano-Romagnolo di R.E.R., ENI-AGIP, 1998) sono suddivise in due unità principali: un'unità inferiore, detta Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore della pubblicazione citata) ed un'unità superiore, detta Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore della pubblicazione citata). Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (Pleistocene medio-Olocene) è stato suddiviso in cinque subsistemi identificabili in affioramento mediante caratteristiche morfo-pedostratigrafiche: si tratta infatti di conoidi alluvionali terrazzate, le cui superfici deposizionali relitte, poste a quote diverse e separate da scarpate erosive, presentano un'evoluzione pedostratigrafica differente; in ordine crescente di età si trova: Subsistema di Ravenna (AES8), Subsistema di Villa Verucchio (AES7), Subsistema di Agazzano (AES3) Subsistema di Maiatico (AES2), Subsistema di Monterlinzana (AES1).

3.2.1.1 Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

Unità costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide. Il tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è erosivo e discordante sul substrato del Pliocene e del Pleistocene medio-inferiore. Pleistocene medio-Olocene. L'unità è suddivisa in cinque subsistemi, tre dei quali affiorano nel comune di Alseno.

3.2.1.1.1 **AES8 - Subsistema di Ravenna**

Il Subsistema di Ravenna è composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi. Depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati e depositi di interconoide rispettivamente. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sul substrato pliocenico e su AES2, AES3 e AES7. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda _ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m; Ongina Calstelnuovo F. 2.0-4.0 m; area Stirone 3.0-8.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P. Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica viene distinta, all'interno dell'Subsistema di Ravenna, l'Unità di Modena.

AES8a - Unità di Modena

L'unità di Modena affiora prevalentemente nelle incisioni dei reticoli idrografici più recenti (rio S. Franca e rio Grattarolo) e nel caso dei t. Stirone, Arda, e Ongina è terrazzante rispetto all'AES8; questa unità è composta da ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm) e di tipo A/C, localmente A/Bw/C.

L'età è Olocene; post IV-VII sec. d.C. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

All'interno del Subsistema di Ravenna (inclusa l'Unità di Modena) si possono distinguere depositi che nel loro insieme definiscono un sistema deposizionale alluvionale:

Depositi di conoide alluvionale

Ghiaie di riempimento di canale fluviale: Ghiaie da grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati. Presenti delle intercalazioni di sabbia spesso sviluppate al tetto degli strati. Strutture sedimentarie assenti o date da embriciatura dei ciottoli e gradazione positiva (nelle ghiaie più fini). Formano corpi a geometria lobata, nastriforme (canali singoli) o tabulare (canali di conoide lateralmente e verticalmente amalgamati) di spessore variabile da 3 a 10 m.

Depositi di piana alluvionale

Sabbie e limi di riempimento di canale e di argine: Da sabbie gradate da medio-grossolane anche con ciottoli, a sabbie fini e finissime con passaggio graduale a limi ed argille. Strati da spessi a molto spessi, spesso amalgamati. Strutture sedimentarie, quando visibili, date da gradazione positiva e laminazione piano-parallela o inclinata. Depositi prossimali di riempimento di canale e di rotta fluviale.

Alternanze di sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, e limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da molto sottili a medi. Gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva. Localmente sono presenti sabbie medio-grossolane alla base delle sequenze positive ed intercalazioni di argilla al tetto.

Depositi di argine, canale e rotta fluviale

Formano corpi rilevati a geometria nastriforme (canali di piana alluvionale e di transizione alla conoide) e lobata (rotte) di spessore variabile di qualche metro.

Argille e limi di piana inondabile (solo in AES8a): Argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da molto sottili a medi. Presenti anche livelli di argille organiche. Spesso le argille ed i limi sono bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie; altrove è presente una fitta laminazione piano-parallela.

Si sviluppano generalmente in corrispondenza delle aree relativamente depresse interposte ai rilievi deposizionali degli argini, canali e rotte fluviali. Hanno spessori di pochi metri e passano lateralmente a depositi di argine, canale e rotta fluviale con contatto graduale.

Depositi di tracicimazione indifferenziati (solo in AES8): Alternanze di sabbie fini e finissime, limi ed argille in strati da molto sottili a spessi. Le alternanze sabbioso-limose sono in strati sottili e medi organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva, le argille sono in strati da medi, a molto spessi, spesso bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie. Al tetto delle sequenze positive sono spesso presenti accumuli di sostanza organica o paleosuoli. Depositi non differenziati a causa dei processi di erosione, bioturbazione, seppellimento parziale e pedogenesi che hanno modificato le tessiture e le forme originarie e non hanno consentito di distinguere i depositi di argine da quelli di piana inondabile. Localmente sono inclusi depositi grossolani di canale fluviale.

3.2.1.1.2 AES7 - Subsistema di Villa Verucchio

Il subsistema è suddiviso, su base morfologica e pedostratigrafica, in due unità di spessore variabile da alcuni metri ad alcune decine di metri. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è erosivo e discordante su AES2, AES3, CMZ, ATS e BDG. Lo spessore massimo è di 30 m circa.

AES7b - Unità di Vignola

L'AES7b affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione presenta uno spessore fino ad 1.5-2.0 m ed è di tipo A/Bw/BC/C e A/Bt/Bck/C. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m.

AES7a - Unità di Niviano

Gli affioramenti dell'unità AES7a sono arealmente limitati e si trovano nella zona ovest del comune di Alseno; in particolare sulla sua superficie deposizionale relitta giace l'abitato di S.Rocchino e parte della strada provinciale che da S.Rocchino porta a Castell'Arquato.

L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 4-5 m di profondità ed è di tipo Btb/Btgb/BCb/Ckb sulle litofacies grossolane e di tipo A/Bw/Bkss e A/Bw/Btc/Bg sulle litofacies fini. L'unità presenta una copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. I depositi sono attribuibili al t. Arda. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di poche decine di metri.

3.2.1.1.3 AES3 - Subsistema di Agazzano

L'areale in cui affiora l'AES3 è decisamente più esteso rispetto a quello dell'AES7a e si trova prevalentemente nella parte sud ed orientale del comune di Alseno; in particolare sulla sua superficie deposizionale relitta giacciono da monte verso valle gli abitati di Cortina, Fellegara e Gasparini per la

zona affiorante tra la Val d'Arda e la Valle Ongina e l'abitato di Castelnuovo Fogliani per la zona affiorante tra la Valle Ongina e la Valle dello Stirone.

L'unità è costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose di colore grigio-nocciola, giallo-rossastro all'alterazione (depositi di conoide alluvionale) e da depositi fini dati da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocracei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie (depositi di interconoide). I depositi intravallivi sono spesso terrazzati e incisi dai reticoli idrografici più recenti.

Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 6-7 m di profondità ed è di tipo Btb/Btcb/BCb/Ckb/Cb sulle litofacies grossolane e di tipo A/Bw/Bkss sulle litofacies fini. L'unità presenta una copertura fine, composita, dello spessore massimo di 4 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri contenenti manufatti del Paleolitico medio. Il suo profilo di alterazione è molto evoluto e di tipo A/E/Bt/Btc/Btb/Btcb/Btb/Btcb. Parte di tale copertura fine è interpretato come un deposito eolico (loess). Il contatto di base è erosivo e discordante sulle unità AES2 e sulle unità plio-pleistoceniche. I depositi sono attribuibili all'attività dei paleotorrenti Arda e Stirone. Lo spessore massimo di circa 25-30 metri e l'età è Pleistocene medio.

3.2.1.2 Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI)

Nell'area del Foglio (181), il sintema affiora estesamente in sinistra Taro, a sud di Fidenza, e in particolare è magnificamente esposto nell'alveo del torrente Stirone. Si tratta di un'unità deposta in ambienti sedimentari di piana alluvionale, bacino interfluviale e conoide distale. E' costituita da depositi prevalentemente limosi e limoso argillosi, di colore tipicamente grigio azzurrognolo, nei quali si intercalano livelli ghiaiosi che, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali, possono diventare localmente preponderanti. Le litofacies fini si ritrovano solitamente in banchi, spessi alcuni metri, massivi o con stratificazione piano parallela debolmente espressa, intervallati da strati decimetrici più argillosi e di colore scuro. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di macrofossili di ambiente continentale (gasteropodi a guscio sottile).

Il contatto di base con i depositi del Supersintema Quaternario Marino è netto o erosivo e discordante. Lo spessore massimo di AEI è di 30-40 m circa in affioramento, fino ad oltre 160 m nel sottosuolo; AEI è stato attraversato e descritto nei seguenti sondaggi eseguiti dalla Regione Emilia-Romagna:

- PR181S1 tra -8.5 e -71 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S3 tra -22 e -74 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S5 tra -19 e -49 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S7 tra -152 e -166 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S9 tra -42.9 e -79.2 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S11 tra -120 e -140 metri di profondità dal piano campagna

Non è stato fino ad ora possibile ottenere datazioni precise di questa unità: l'intervallo di tempo da essa coperto esce infatti abbondantemente dal campo di risoluzione delle analisi radiometriche con il ¹⁴C e la taratura cronostratigrafica delle sequenze polliniche relativa alla Pianura Padana non è a tutt'oggi affidabile.

Tuttavia la base viene datata approssimativamente a 800.000 yr BP con riferimento agli studi di BUCHA et alii (1975) i quali individuarono nella sezione del T. Stirone il limite Matuyama–Brunhes pochi metri al di sopra della superficie di inconformità posta alla base dell'AEI. Inoltre, nella parte basale dell'unità affiorante nel T. Stirone è stato rinvenuto un esemplare di *Dicerorhinus hemitoecus*, databile intorno a 800.000 yr BP (CIGALA FULGOSI, 1976).

Età: Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

3.2.2 *Supersintema del Quaternario Marino*

Stratigraficamente sottostante al Sintema Emiliano-Romagnolo superiore (AES) affiora il Supersintema del Quaternario Marino. L'unità è costituita da depositi paralici e marini, giacenti al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, cartografata in affioramento e presente nel sottosuolo del comune di Alseno. Al tetto l'unità è limitata da una superficie di discontinuità, localmente erosiva, marcata dal brusco avanzamento dei sistemi deposizionali e dalla diffusione dei depositi continentali. La presenza, all'interno dell'unità, di una importante superficie di discontinuità di ordine gerarchico inferiore

consente la distinzione di due sintemi: il Sintema del Torrente Stirone ed il Sintema di Costamezzana. L'età è Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

3.2.2.1 CMZ - Sintema di Costamezzana

Il CMZ affiora prevalentemente nella zona sud del comune di Alseno, in particolare i suoi depositi affiorano nella zona di Colle S. Giuseppe e vengono incisi dai reticoli idrografici minori quali ad esempio rio S. Maria e rio Posticcio, inoltre affiora lungo i versanti meridionali della valle del t. Ongina, mentre verso Ovest sono individuabili lungo l'impluvio del rio Castellazzo e soprattutto rio Serra-Grattarolo. Sono ben visibili lungo l'asta del t. Stirone poco a valle di San Nicomede comunque fuori comune.

L'unità è costituita da corpi metrici lenticolari di ghiaie, raramente gradate, amalgamate con matrice sabbiosa e clasti pelitici anche di grandi dimensioni (metrici), sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua, laminazione piano-parallela, HCS. Intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie in matrice sabbiosa. Argille e limi grigio-nerastri fossiliferi (presenza di pecten e cerastodermi lungo l'impluvio dei rio Posticcio e del rio S. Maria) e bioturbati, frustoli vegetali. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su ATS e BDG. L'età è del Pleistocene inferiore e lo spessore è variabile da alcuni metri a qualche centinaio di metri.

3.2.2.2 ATS - Sintema del Torrente Stirone

L'ATS affiora per areali limitati nella zona sud del comune di Alseno, inciso dai reticoli idrografici minori quali rio Marabutto, rio Posticcio, rio Acqua Puzza, dal t. Ongina e dal t. Stirone.

L'unità è limitata alla base da un'importante superficie di discontinuità ed è costituita da corpi lenticolari metrici ghiaioso sabbiosi con stratificazione incrociata con base netta e spesso erosiva, con diffusi clay chips. Sono presenti strati sabbiosi, da tabulari a lenticolari con laminazioni piano-parallele, HCS ed accumuli bioclastici concentrati in livelli sottili. Sono presenti inoltre depositi sabbiosi e sabbioso-siltosi fossiliferi molto bioturbati e con laminazioni incrociate. Limi e limi sabbiosi contenenti frustoli vegetali e macrofossili.

Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su BDG. Lo spessore è variabile e compreso tra i 50 e i 80 m, spessore massimo nel sottosuolo circa 400m. L'età è attribuibile al Pliocene superiore – Pleistocene inf.

3.2.3 Supersintema della Val D'Arda

Stratigraficamente sottostante al Supersintema del Quaternario marino affiora il Supersintema della Val D'Arda. Corrisponde alla parte superiore delle Argille di Lugagnano (attualmente definite Argille Azzurre) e alla Formazione di Castell'Arquato. La successione sedimentaria di questo supersintema registra la complessa evoluzione del margine appenninico in seguito alla frammentazione del bacino di avanfossa miocenica durante il Pliocene inferiore e l'attivazione di thrust che conducono alla formazione di un articolato sistema di bacini tipo piggy back. Il Supersintema della Val d'Arda è costituito da due sintemi: il Sistema di Badagnano e il Sistema del Torrente Chero, distinti sulla base di una superficie di discontinuità stratigrafica affiorante, caratterizzata da un netto contrasto di facies e localmente dalla troncatura erosiva del sintema inferiore. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 300m, nel sottosuolo circa 600m. Nel Comune di Alseno affiora ed è presente solo il Sistema di Badagnano (BDG). L'età è Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

3.2.3.1 BDG - Il Sintema di Badagnano

L'unità di BDG, come l'ATS, affiora per areali limitati nella zona sud del comune di Alseno, inciso dai reticoli minori quali rio Marabotto, rio Posticcio, rio Acqua Puzza, dal t. Ongina e dal t. Stirone. Il sintema di Badagnano è costituito da depositi prevalentemente sabbiosi di fronte deltizio associati a depositi marino-marginali e da depositi di prodelta prevalentemente fini.

Questo sintema è limitato alla base da un'importante superficie di discontinuità, che si riconosce a scala regionale e che determina la troncatura erosiva delle unità sottostanti (subsintemi di Montezago e Monte Giogo).

Nelle zone in esame affiora la base del sintema, caratterizzata dalla presenza di un corpo calcarenitico; questa unità affiora per almeno 10-15 metri nella Valle Ongina ed è composta prevalentemente da calcareniti bioclastiche (sostanzialmente simili a quelle del Subsintema di Monte Giogo) a cui si intercalano livelli di argilliti e siltiti bioturbate.

Le calcareniti presentano un basso contenuto di matrice e sono spesso ben cementate; il contenuto fossilifero è ricco e sono diffusi resti di alghe, gasteropodi e bivalvi (soprattutto pectinidi come *Aequipecten scabrella*, *Amusium cristatum*, *Pecten flabelliformis*). Le calcareniti costituiscono corpi da 6 a 10 m di spessore con stratificazioni complesse, in cui predominano quelle incrociate a larga scala. L'assenza di facies di spiaggia suggerisce un ambiente di sedimentazione di *offshore* dominato da correnti. L'età è attribuibile al Pliocene Medio e Superiore.

3.2.4 *Supersintema post evaporitico*

Questa unità appoggia sui depositi sin-tettonici associati alla fase deformativa intra-messiniana, che mette fine nel dominio appenninico, ed anche nel resto dell'area mediterranea, alla deposizione delle evaporiti e provoca l'isolamento totale del Mediterraneo dall'Oceano Atlantico. Nelle zone più subsidenti e a maggior tasso di sedimentazione, questo supersintema può essere suddiviso in due unità separate da una discontinuità minore. L'unità inferiore è costituita dai depositi prevalentemente pelitico-arenitici di tipo torbiditico che ricoprono il complesso risedimentato del dominio umbromarchigiano-romagnolo (Sintema di Campore); questa unità è denominata Sintema di Noceto non affiorante nel territorio in esame. L'unità superiore, definita Sintema del Torrente Ongina poggia su una discontinuità erosiva di ordine minore che segna comunque la formazione di sistemi di drenaggio appenninici che scaricano in bacino depositi grossolani (conglomerati, arenarie) formando piccoli sistemi fluvio-deltizi. L'unità superiore nel complesso mostra in tutta l'avanfossa appenninica un'organizzazione ciclica molto evidente che si sovrappone ad un trend generalizzato di tipo trasgressivo, con onlap sui margini dei bacini e contro gli alti strutturali, legato probabilmente ad una fase di quiescenza tettonica; in questa unità si riconoscono tre unità litostratigrafiche: la Formazione a Colombacci, la Formazione di Vernasca e le Argille di Lugagnano (il nome "argille di Lugagnano" è stato ormai abbandonato a favore del nome "Argille Azzurre"). Il limite tra la Formazione di Vernasca e le Argille di Lugagnano corrisponde anche alla superficie che segna in tutto il Mediterraneo il ritorno brusco a condizioni marine relativamente profonde, evento che chiude la crisi di salinità messiniana e che marca il passaggio al Pliocene.

Il tetto del supersintema è costituito da una discontinuità di importanza regionale che nell'area in esame segna un deciso sollevamento del fronte appenninico. Presenta uno spessore massimo di 600-700 m in affioramento e di oltre 2000 m nel sottosuolo.

3.2.4.1 Sintema del torrente Ongina

Unità costituita da depositi arenitico-siltosi di piattaforma, limitata alla base da una superficie di discontinuità che marca il tetto dei depositi caotici e dei depositi torbiditici del Messiniano, nelle porzioni più esterne della catena. In questo sintema si riconoscono tre unità litologiche: la Formazione a Colombacci, la Formazione di Vernasca e le Argille Azzurre (precedentemente definite all'interno del foglio 180 come "Argille di Lugagnano"); tali unità sono distinte sulla base delle associazioni di facies e separate, le ultime due, da una superficie di trasgressione riconoscibile a scala regionale.

Nelle Note illustrative della Carta Geologica del Foglio 181 viene riportato: "*Nel Foglio 180 confinante, le porzioni media ed inferiore delle Argille di Lugagnano sono attribuite al Sintema del T. Ongina mentre la porzione superiore è stata inclusa nel Subsintema di Montezago. Questa suddivisione si basa su dati di sottosuolo e su condizioni di affioramento che non hanno equivalenti nel Foglio 181, risulta difficile riconoscere i caratteri che peremetterebbero di operare le suddivisioni stratigrafiche con lo stesso criterio*". In tal senso nel Foglio 181 le Argille di Lugagnano (LUG) sono una formazione facente parte della Successione post-evaporitica.

3.2.4.1.1 **Argille Azzurre (FAA) - Argille di Lugagnano (LUG)**

L'unità affiora molto marginalmente nella zona sud-orientale del comune di Alseno lungo l'impiuvio del rio Marabotto e del t. Stirone.

Le Argille Azzurre sono costituite da una monotona successione di argille marnose compatte grigio-azzurre, a frattura concoide, con rari livelli sabbioso-siltosi per lo più concentrati nella porzione basale della formazione e rari livelli siltosi in quella superiore. Il contenuto paleontologico è sempre molto abbondante; abbondanti sono anche i resti di frammenti vegetali lignitizzati e i livelli ad intensa bioturbazione. La stratificazione piano-parallela in genere è mal distinguibile. L'ambiente deposizionale ipotizzato era costituito da un bacino profondo a sedimentazione torbida ed emipelagica, probabilmente corrispondente al settore interno dell'avanfossa pliocenica del fronte appenninico. Le argille di Lugagnano presentano uno spessore massimo di circa 800 m. Il limite inferiore non affiora nel comune di Alseno.

Le determinazioni biostratigrafiche attribuiscono questa unità al Pliocene-Pleistocene inferiore, in accordo con le datazioni presenti in letteratura.

3.2.5 *Successione Epiligure*

La successione epiligure si deposita originariamente in discordanza sulle unità Liguri, entro bacini episuturali dalla complessa architettura fisiografica. La sedimentazione inizia nell'Eocene medio e perdura, anche se con numerose interruzioni e conseguenti discontinuità stratigrafiche, fino al Miocene superiore; si tratta di una successione sin-orogenetica, in grado di registrare gli eventi tettonici che hanno interessato il substrato ligure durante l'orogenesi terziaria dell'Appennino. La successione è caratterizzata da un'estrema variabilità delle facies sedimentarie, le quali, insieme alla composizione del detrito arenitico, indicano un ambiente deposizionale confinato ed articolato, da relativamente profondo a piattaforma, sin tettonico, che migrava insieme al substrato ligure.

All'interno del comune di Alseno, nella zona sud-orientale della Successione Epiligure affiora unicamente la Formazione del Termina, descritta al paragrafo successivo.

3.2.5.1 La formazione del Termina - TER

L'unità affiora in un piccolo lembo nella zona sud-orientale del comune di Alseno lungo l'asta del t. Stirone.

Le marne del Termina fanno parte della successione post fase Burdigaliana e si depongono in ambiente di piattaforma-scarpata. I litotipi principali sono marne e marne argillose di colore grigio. La stratificazione piano parallela, in genere poco evidente, è caratterizzata da strati da medi a spessi; non sono osservabili strutture sedimentarie interne di particolare rilievo, mentre si segnala una diffusa presenza di bioclasti e biosomi. Sono presenti intercalazioni di arenarie finissimi e fini in strati sottili ed amalgamati e localmente ammassi circoscritti o stratiformi di calcari contenenti associazioni di molluschi di grandi dimensioni. Le determinazioni biostratigrafiche attribuiscono questa unità al Serravalliano sup.-Messiniano inf.

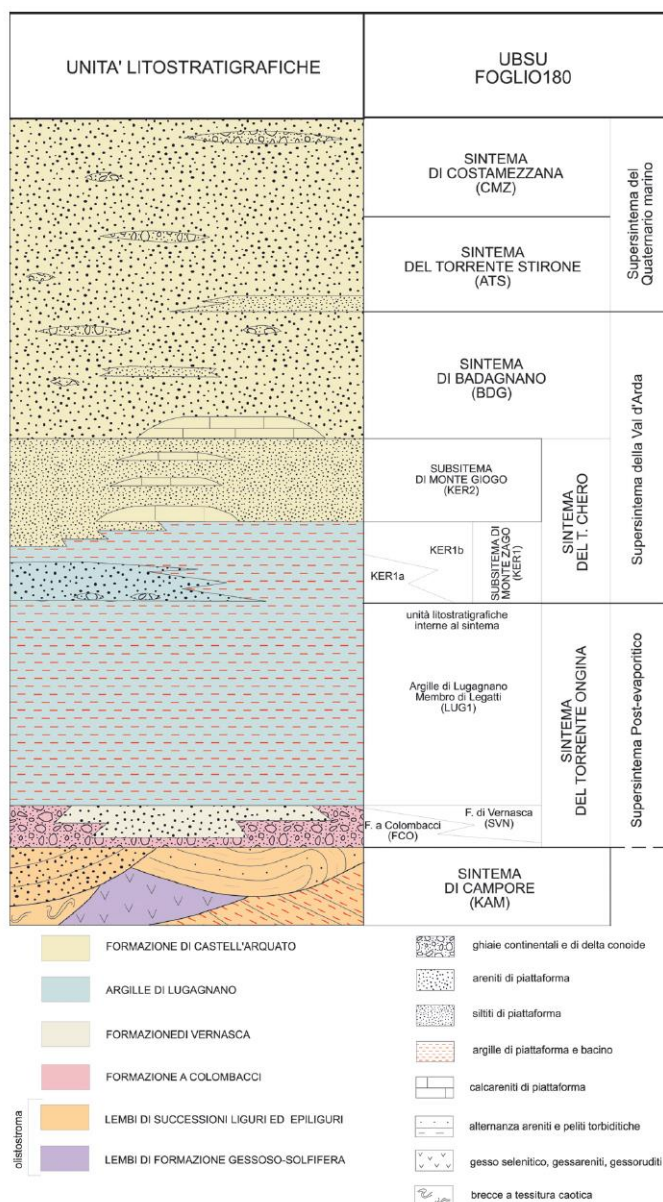


Figura 3.1. Schema di correlazione regionale tra le unità litostrofiche da letteratura ed UBSU utilizzate nel Foglio 180 della successione sedimentaria miocenica (post evaporitica, pliocenica ed del Pleistocene inferiore). Estratto da "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 – Foglio 180 Salsomaggiore Terme.

3.3 Assetto geomorfologico

Per rendere morfologicamente più leggibile il territorio si è suddiviso il comune in aree aventi aspetto morfologico ed evoluzione morfodinamica differente:

- Ambito morfologico della media pianura.
- Ambito morfologico dell'alta pianura.
- Ambito di pertinenza del torrente Arda.
- Ambito morfologico della bassa collina.
- Ambito morfologico della media collina.
- Area valliva e terrazzata del torrente Stirone.

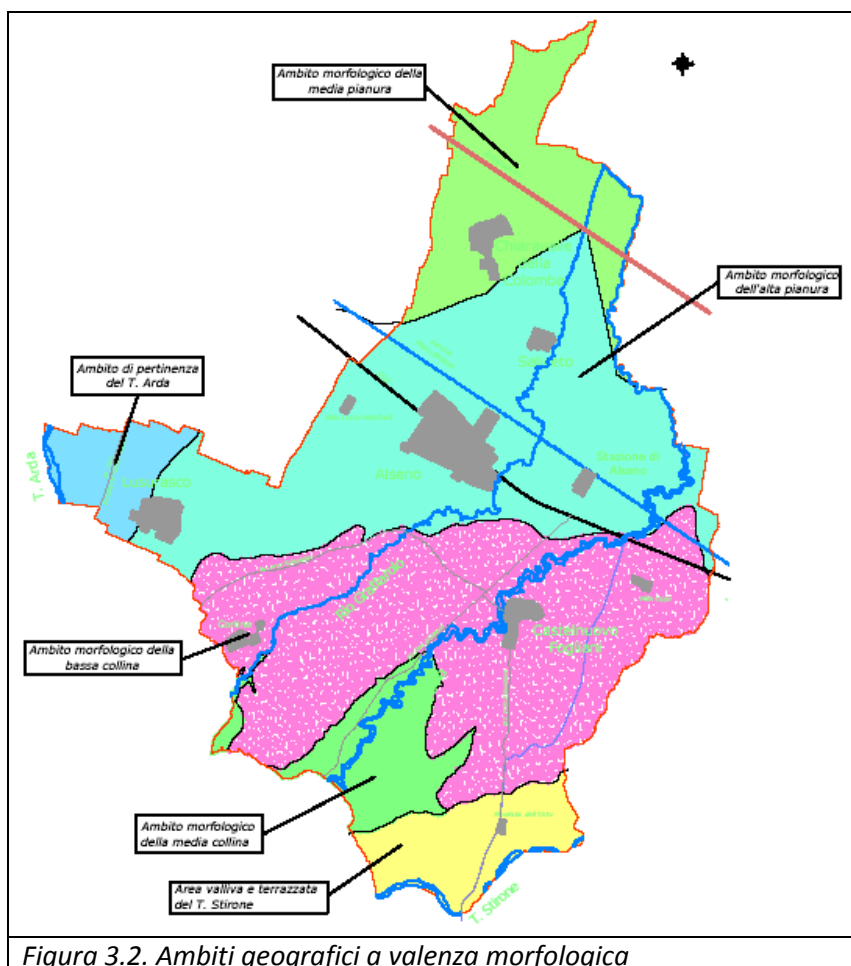
Di seguito sono descritte le singole aree geografiche, nella figura 3.2. è riportata la delimitazione delle aree sopra descritte.

Ambito morfologico della media pianura

Interessa il settore settentrionale del comune ed è caratterizzato da tre aspetti morfologici: reticolo idrografico principale arginato, reticolo idrografico secondario non arginato di origine antropica (canali di bonifica) con densità di drenaggio elevata ed aree pianeggianti con pendenza < 1%.

I corsi d'acqua sono essenzialmente rettificati e limitati nella loro evoluzione dall'intervento umano. L'evoluzione morfologica avviene per un ruscellamento diffuso a bassa energia. La litologia di superficie è limo argillosa con presenza di orizzonti torbosi o comunque di argille organiche. Tra i 2.0 ed i 4.0 m di profondità si trovano localmente lenti di ghiaie come ad esempio nell'abitato di Chiaravalle della Colomba.

In tale ambito si sviluppa l'Autostrada del Sole A1 Milano-Roma e la linea ferroviaria ad A.V. Nell'ambito in esame ricade l'abitato di Chiaravalle della Colomba e tra le altre le località di Borio, Borrea, Cà Ongina I e II, Cascina Ongina, Il Castelletto. Si nota come nella zona centrale il limite meridionale dell'area geografica in esame sia



posizionato più a nord in quanto le arginature del rio Grattarolo hanno inizio più a nord rispetto alle arginature del t. Ongina.

Tra le forme morfologiche attive riconoscibili si individuano aree depresse in pianura alluvionale con evidenza di una debole scarpata morfologica posta a nord di località Borio.

Tra le morfologie fossili si riconoscono tra l'altro i dossi fluviali. Sono presenti dossi ben conservati (area compresa tra la confluenza del rio Grattarolo nel t. Ongina e le località di Cà Ongina I e II) con piede pronunciato e dossi mal conservati (interessano parte dell'impluvio del rio Grattarolo, che risulta per alcuni tratti pensile rispetto alla piana esondabile e parte dell'abitato di Chiaravalle della Colomba – zona occidentale) e piede scarsamente riconoscibile. Queste forme stanno ad indicare una certa divagazione dei corsi d'acqua in epoca storica e protostorica. Evidenza della divagazione dei torrenti in epoca storica è anche il gomito fluviale che il t. Ongina forma all'altezza di Cà Ongina I; tale gomito fluviale forma un angolo di poco superiore a 90° deviando il corso del t. Ongina che a monte defluisce in direzione NNE ed a valle del gomito ONO. Verso NE a valle del gomito fluviale ci sono evidenze di paleoalveo. La datazione della divagazione del torrente Ongina è post romana (medioevale – bibliografia). Altre forme morfologiche riconoscibili sono da imputare ad attività antropiche e costituite dalla creazione di un reticolo idrografico di bonifica in minima parte anche riconducibile alla centuriazione romana.

In ultima analisi si evidenzia la presenza in questo ambiente dei fontanili.

Ambito morfologico dell'alta pianura

Tale area è caratterizzata dalla presenza dei conoidi fossili dei t. Arda ed Ongina ed attualmente caratterizzata dai corsi d'acqua Ongina e Grattarolo che si presentano meadreggianti in una pianura alluvionale con assenza di arginatura. Gli alvei di morbida sono sovente incassati ed originano scarpate fluviali aventi altezza di 2.0-4.0 m. Il reticolo di drenaggio secondario è ancora fortemente sagomato dall'intervento antropico con la presenza di una rete minuta di canali di irrigazione. Presenta pendenza della superficie topografica (coincidenti con la paleosuperficie dei conoidi) variabile da 0.8 % a 1.1%. La litologia è essenzialmente limo-argillosa, il tetto del primo orizzonte di ghiaie (anche se discontinuo) è

posto a profondità generalmente maggiori a 5.0 m (solo nei pressi dell'abitato di Lurasco la soggiacenza del tetto delle ghiaie si presenta localmente minore a 5.0 m).

Tale ambito è anche caratterizzato dalla presenza dell'abitato di Alseno e delle località di Lurasco, Saliceto, Stazione di Alseno; risulta quindi essere il più popolato ed è interessato da una importante rete viaria (SS9 Via Emilia, S.P. di Genova) e dalla linea ferroviaria Milano-Bologna.

Come già evidenziato, gli elementi caratterizzanti tale ambito sono i conoidi del torrente Arda ed Ongina; i conoidi presenti all'interno del territorio comunale sono considerati non attivi in quanto non possono essere riattivati dalle cause originali che li hanno generati. Di seguito si riporta una sintetica descrizione dei conoidi principali:

Il Conoide del t. Arda. Una parte consistente del territorio comunale è interessata dal conoide del t. Arda. Il vertice di tale conoide è ubicato nel Comune di Castell'Arquato, l'unghia (porzione terminale dello stesso) nel Comune di Alseno e nel Comune di Fiorenzuola. E' delimitato ad oriente da un terrazzo più antico del t. Ongina. Il capoluogo e l'abitato di Lurasco sorgono sopra tale forma. La pendenza della paleosuperficie (coincidente con la superficie topografica) immerge verso NNE con inclinazione che diminuisce da nord a sud: nei pressi dell'abitato di Lurasco la pendenza è di circa 1.1%, la parte a monte di Alseno è di 1.05%, mentre la parte a valle di Alseno è pari all'1.0%. Le stratigrafie del data base comunale evidenziano la presenza di più orizzonti ghiaia (serbatoi acquiferi) delimitati da acquitardi essenzialmente argilloso-limosi.

Il Conoide del t. Ongina. Tale conoide risulta poco riconoscibile dal punto di vista geometrico e sembra incerto il suo reale limite. E' in effetti probabile che piuttosto che un conoide in s.s. la zona sia costituita da una piana alluvionale terrazzata. In tale zona è situata la località della Stazione di Alseno e di S. Maria Maddalena (parte del conoide, sul quale sorge una porzione dell'abitato di Castelnuovo Fogliani, è ubicato nell'ambito di bassa collina). La pendenza della paleosuperficie è piuttosto costante e pari a 0.8%. Le stratigrafie evidenziano la presenza di orizzonti discontinui di ghiaia relativamente superficiale nei depositi recenti (depositi Ongina). L'assetto morfoidraulico del t. Ongina evidenzia la presenza di meandri attivi, tagli di meandri (poco a sud del ponte della FS sul torrente), meandri abbandonati (nei pressi della via Emilia); sono anche presenti terrazzi erosivi ribassati rispetto alla pianura alluvionale giudicati riattivabili.

Ambito di pertinenza del torrente Arda

Tale porzione di territorio è essenzialmente caratterizzata dalla presenza dell'alveo del t. Arda e da una serie di scarpate prodotte nell'olocene.

A tal proposito si evidenzia come siano presenti 4 ordini di scarpata interni al deposito olocenico. Il terrazzo più antico coincide con l'area su cui sorge Lurasco, il secondo terrazzo si sviluppa poco ad ovest di Lurasco. Poco ad est dell'alveo del t. Arda si sviluppa una piccola scarpata che separa il terrazzo AES8 dal terrazzo AES8a (deposito databile post IV-VII secolo d.C.). Avvicinandoci al t. Arda si evidenzia attualmente una fase di incisione dei depositi AES8a. L'alveo del torrente ha una direzione di deflusso S-N; la litologia superficiale del sito evidenzia come l'area è caratterizzata da ghiaie eterometriche affioranti o subaffioranti. Il suolo è poco evoluto e di scarsa profondità.

Tra le altre forme presenti si segnala: poco a monte del limite comunale il t. Arda presenta un gomito fluviale con traccia di paleoalveo in destra idrografica con direzione ENE. La bibliografia segnala tale deviazione avvenuta nel II secolo d.C.

Ambito morfologico della bassa collina

Tale area si sviluppa nella porzione centro meridionale del comune ed è caratterizzata dalla presenza dei due terrazzi AES3 (rissiani in bibliografia) sui quali sorgono gli abitati di Castelnuovo Fogliani, Cortina, Felegara ed i Gasparini. Tali terrazzi sono elevati rispetto alla pianura di circa 8.0-12.0 m. L'ambito è anche caratterizzato dalla presenza delle valli del t. Ongina e del rio Grattarolo-S. Franca. Caratteristica saliente è che i terrazzi sono incastrati e che i corsi d'acqua minori hanno formato numerose vallecole a V con fondo in erosione. Le superfici di spianamento dei due terrazzi AES3 (coincidenti con la superficie topografica e la paleosuperficie deposizionale) hanno pendenze comprese tra 2% (terrazzo di Castelnuovo F.) e 2.5% (terrazzo di Cortina-Gasparini). La litologia di superficie è essenzialmente costituita da limi e limi argillosi. Localmente le ripide valli incise portano in affioramento le ghiaie del

terrazzo AES3 (scarpata di Castelnuovo F. impluvi del rio Razzina e del rio Zoccarella), solo nei casi del rio Castellazzo e del rio Serra vengono incise le sabbie marine sottostanti l’AES3.

Per meglio descrivere tale ambito si differiscono due territori: il territorio di Castelnuovo Fogliani ed il territorio di Cortina e Gasperini.

Il territorio di Castelnuovo Fogliani è suddivisibile in due aree aventi dinamiche di modellazioni anche differenti. L’elemento idraulico più evidente è rappresentato dal t. Ongina che origina una piana alluvionale (*prima area*) costituita dai depositi AES7 e AES8. Questo corso d’acqua si presenta meandreggiante tra la località del Colle di S. Giuseppe e la linea ferroviaria (FS); ha un andamento SW-NE fino alla via Emilia dopo di che devia verso NW evidenziando un gomito di importate deviazione fluviale. Verso NE sono comunque presenti testimonianze del t. Ongina rappresentate da paleoalvei rilevati (Dossi mal conservati) e da un canale di esondazione. Il torrente è delimitato ad est dal terrazzo rissiano elevato sopra la pianura di circa 10 m con scarpate fluviali localmente instabili per erosione al piede da parte del corso d’acqua (frana di crollo in Castelnuovo F.). Come peculiarità nell’area in esame, si segnalano un taglio di meandro ed un meandro abbandonato riutilizzato come lago presente all’interno del parco del castello di Castelnuovo Fogliani. L’asta torrentizia dell’Ongina è anche caratterizzata da una serie di terrazzi recenti che periodicamente e non contestualmente sono riattivati e soggetti ad esondazione. Lungo l’impluvio sono anche visibili le ghiaie dell’AES8 che affiorano tra l’altro nei pressi del ponte sulla provinciale per Salsomaggiore Terme.

La *seconda area* è rappresentata dal terrazzo rissiano (AES3). Il terrazzo di origine fluviale è granulometricamente costituito da ghiaie parzialmente cementate ricoperte da un deposito a granulometria fine (limo-argillosa). Il terrazzo rissiano è solcato da una serie di rii che formano vallecole a “V” in erosione. Principalmente i rii in esame sono: il rio Posticcio (ad ovest dell’abitato) - alimentato da sorgenti captate e non; ed il rio Rivazza (ad est dell’abitato). Il rio Posticcio presenta una valle a V asimmetrica, con lato più ripido rappresentato dal versante orientale. Sono presenti alcuni fenomeni di soliflusso e ruscellamento; censite anche frane attive. Il rio Rivazza presenta un dedalo di rii minori le cui valli sono tipicamente a V simmetrica. Lungo lo sviluppo della valle affiorano o sono subaffioranti le ghiaie dell’AES3. Tra i rii minori si segnala il rio Castelnuovo che attraversa l’omonimo paese e si trova prevalentemente tombato e antropizzato.

Il limite orientale di tale territorio è caratterizzato dalla presenza della valle del rio Piacentino. L’impluvio di tale rio materializza per lunghi tratti il limite comunale e provinciale. La valle si presenta a V asimmetrica con versante più lungo e meno acclive costituito dalla sponda sinistra (piacentina). Sono presenti fenomeni di ruscellamento e soliflusso lungo i versanti.

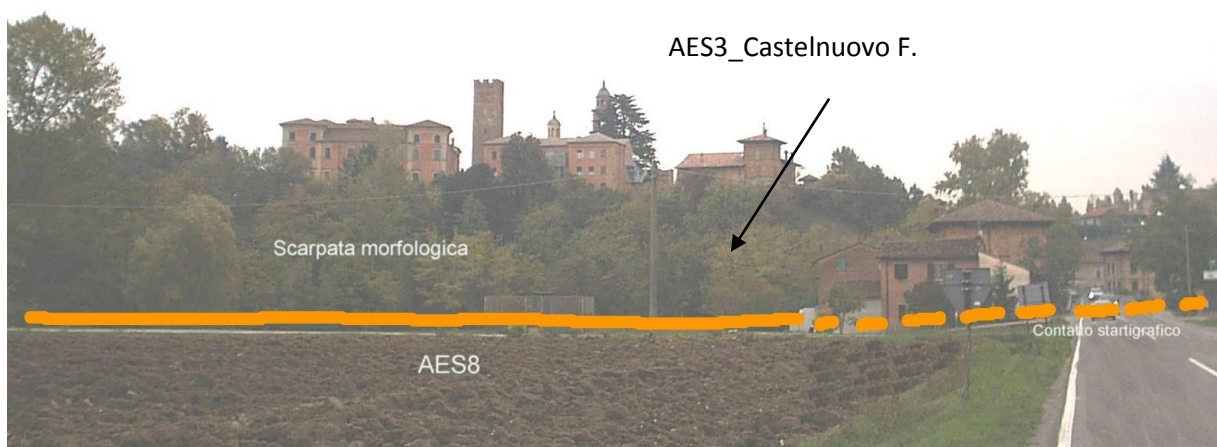


Figura 3.3 Vista del terrazzo “rissiano” (AES3) di Castelnuovo F.

Il territorio di Cortina e Gasparini è suddivisibile in due aree aventi dinamiche di modellazioni differenti. Gli elementi idraulici più evidenti sono il rio Grattarolo ed il suo affluente rio Santa Franca. Essi originano due valli alluvionali che confluiscono presso le località Colombara-Zoccarella piccola a formare un’unica

valle alluvionale (*area bassa*) costituita dai depositi dell'AES8. Tali corsi d'acqua si presentano in prevalente erosione e localmente meandreggiano all'interno dei propri depositi. Sono valli relativamente strette con versanti piuttosto ripidi; localmente sono presenti fenomeni di soliflusso e piccole frane attive. Nella zona di Cortina, sponda destra del rio S. Franca, sono presenti due depositi superficiali a forma di cono che possono essere catalogati come conoidi di origine poligenetica (ruscellamento, falda, frana). Poco a valle della confluenza con il rio Zoccarella, il rio Grattarolo produce un'area alluvionale la cui forma sembra far ipotizzare la presenza di conoide fossile. Tale conoide presenta una pendenza di circa 1.0% ed è prevalentemente costituito da depositi fini che coprono le subaffioranti ghiaie AES3 presenti a Villa S. Martina. Tale conoide è attualmente eroso dal rio Grattarolo che forma scarpate fluviali attive e terrazzi esondabili.

L'area alta del territorio di Cortina-Gasparini è rappresentata dal terrazzo fluviale AES3 su cui sorgono i due abitati e dal terrazzo AES7a su cui sorge San Rocchino. Il terrazzo AES3 è solcato da numerosi rii (rio Cognolo, rio Zoccarella, rio Castellazzo e rio Serra) tutti con andamento circa SSO-NNE a costituire una serie di valli a V con fondo in erosione. Particolare rilevanza in questo sistema la riveste il rio Castellazzo, per la peculiarità che ha di portare in affioramento e subaffioramento le sabbie marine del CMZ sottostanti. Inoltre la valle è profondamente incisa con presenza di fenomeni di soliflusso e con scarpate in degradazione; sono anche presenti piccole frane attive e piccoli conoidi di origine poligenetica. Lungo la valle che si crea sono anche presenti depositi alluvionali intervallivi essenzialmente fini o comunque mal classati.

Ambito morfologico della media collina

Tale fascia è caratterizzata dalla presenza dei depositi marini e dei terrazzi AES3 sospesi (separati dall'alveo del t. Ongina e degli affluenti da versanti lungo i quali affiorano i depositi marini). Tale ambito è suddivisibile in una prima e più vasta area caratterizzata dalla porzione meridionale del t. Ongina e del rio Posticcio (località Colle S. Giuseppe) ed una e più ridotta zona rappresentata dal rio Serra e dall'asta del rio Grattarolo-Puzza presenti nei pressi di Fellegara.

Il territorio collinare di San Giuseppe è suddivisibile in tre aree aventi dinamiche evolutive alquanto differenti. L'elemento idraulico più evidente è rappresentato dal t. Ongina, che anche in questa zona origina una valle alluvionale piuttosto stretta a forma concava (*area inferiore*). Questo corso d'acqua si presenta meandreggiante ed ha un andamento SW-NE. Si presenta essenzialmente in erosione e solo localmente deposita nei terrazzi riattivabili.

Il torrente incide sia i propri depositi alluvionali recenti che le unità geologiche presenti portando in affioramento le formazioni plio-pleistoceniche.

L'area di monte è rappresentata dal terrazzo "rissiano" (AES3): tale terrazzo, di origine fluviale, è nell'area in esame sospeso e separato dai depositi terrazzati alluvionali del t. Ongina da una scarpata morfologica con pendenza media superiore a 10° (tale scarpata rappresenta l'**area di mezzo**) ove affiorano le unità marine e marino-continentali più antiche. Il terrazzo ha una pendenza di circa 2% (corrispondente a 1°10'); nell'area esso sovente costituisce il crinale ed è un relitto non ancora completamente eroso. **L'area di mezzo** è caratterizzata da versanti con pendenze differenti (maggiori verso il crinale) a testimoniare e registrare le più recenti fasi tettoniche. Questi versanti sono frequentemente soggetti a fenomeni di instabilità (frane e soliflussi) e di ruscellamento. Sovente i prodotti del ruscellamento sono depositi fini e mal classati (colluviali). I versanti di raccordo tra il terrazzo rissiano ed i depositi recenti del t. Ongina sono caratterizzati da pendenze medie discrete (valore medio 11°; 19.5%) con valori massimi nelle porzioni di scarpate di degradazione e di frana superiore ai 40°.

Particolare importanza in questo ambiente si riserva alla valle del rio Santa Maria e all'alta valle del il rio Posticcio per la loro conservazione naturale o rinaturalizzazione spontanea avvenuta nel post guerra; in tali aree sono affioranti le sabbie del CMZ con presenza di grandi quantità di fossili. Entrambe queste valli sono valli a V piuttosto simmetriche con fondo in forte erosione. I versanti sono ripidi ed interessati da numerose frane e da fenomeni di soliflusso; numerose sono anche le scarpate in degradazione che sovente interrompe il versante.

Il territorio collinare di Fellegara è caratterizzato dalla presenza dei depositi marini (sabbie CMZ) lungo il fondovalle ed i versanti del rio Fellegara e del rio Grattarolo. Il rio Acqua Puzza cambia il nome in rio

Grattarolo poco a valle della confluenza con il rio Fellegara. Questo rio si presenta in erosione con valle a V; sono presenti diverse frane lungo i versanti.

Area valliva e terrazzata del torrente Stirone

Questa zona interessa il settore posto a sud-est del territorio comunale. Esso è caratterizzato dalla presenza del t. Stirone che si sviluppa con andamento sinuoso da ovest-sudovest ad est-nordest. Il corso d'acqua si presenta in forte erosione di fondo e, relativamente meno evidente, di sponda. L'erosione ha portato in affioramento il substrato "roccioso"; nell'area il substrato è rappresentato dai depositi marini; da ovest ad est sono riconoscibili: Marne del T. Termina, Argille di Luganano, Arenarie (sabbie) di Caltell'Arquato, Argille del T. Stirone, sabbie del Sintema di Costamezzana (ultimo ciclo marino). La successione plio-pleistocenica affiorante lungo l'asta del t. Stirone è molto analizzata e studiata in letteratura (per maggiori dettagli si rinvia alla consultazione dei testi specifici). Nell'area sono anche presenti numerosi livelli fossiliferi a costituire un vero e proprio museo all'aperto rappresentando un unicum nel panorama geologico locale.

Per quanto riguarda una descrizione morfologica di dettaglio si evidenzia la presenza di cinque ordini di terrazzi: Alveo attuale con scarpata recente (50-60 anni) in evoluzione; Terrazzo fase AES8a; Terrazzo fase AES8; Terrazzo fase AES7; Terrazzo fase AES3. Tali terrazzi sono separati da 4 scarpate fluviali di erosione di cui solo quella prodotta dall'alveo attuale è attiva. Le scarpate che separano le fasi AES3/AES7 ed AES7/AES8 hanno un andamento piuttosto lineare con direzione sudovest-nordest; sono ben conservate e solo la scarpata AES3 è incisa dal rio Marabotto. Le scarpate più recenti, relative alle fasi AES8/AES8a, AES8a/Alveo hanno un andamento più sinuoso ed irregolare; nel settore più occidentale tendono a sovrapporsi. Si segnala come nella porzione orientale dell'area poco oltre il limite comunale non sia più distinguibile la fase deposizionale riferibile all'AES7.

Lo spartiacque tra il bacino del t. Stirone ed il bacino del t. Ongina è rappresentato dal terrazzo AES3; la planimetria evidenzia come questo crinale si sviluppi parallelamente alle scarpate AES3/AES7 ed AES7/AES8 fino alla località Baitanella dove poi ruota in senso antiorario.

Tra gli elementi peculiari si segnala la presenza del sito archeologico della Montata dell'Orto.

4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Le indagini geognostiche e geofisiche utilizzate nel presente studio sono riportate nella tavola "Carta delle indagini". Dall'esame della suddetta carta si evidenzia come, pur nell'abbondanza di prove reperite, il territorio comunale sia stato ovviamente indagato soprattutto nei pressi dei centri abitati principali.

4.1 Indagini geognostiche pregresse

E' stato raccolto ed inserito nella banca dati georeferenziata un vasto repertorio di indagini pregresse derivanti sia dal database comunale, elaborato per la predisposizione del Quadro Conoscitivo del PSC, sia dalla banca dati del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, disponibile al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/>.

Molto numerose sono risultate le prove penetrometriche statiche [207] e dinamiche [60], che sebbene spesso concentrate nei centri urbani hanno permesso una conoscenza dettagliata delle caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali presenti.

La stratigrafia del territorio è stata inoltre indagata da sondaggi [24] e trincee stratigrafiche [13], concentrati soprattutto nella porzione settentrionale del territorio comunale e da 67 stratigrafie di pozzi per acqua distribuiti su tutto il territorio.

Molto meno numerose sono risultate le indagini geofisiche, tra cui 26 prove sismiche multicanale basate su onde di superficie e 2 prove a stazione singola.

4.2 Indagini geognostiche eseguite per la presente microzonazione sismica

Ad integrazione dei dati reperiti è stata eseguita una campagna di indagine volta all'integrazione soprattutto dei dati geofisici, che sono risultati i meno numerosi. In particolare sono state eseguite 18 prove sismiche a stazione singola (HVSr) e una prova sismica tipo MASW.

Per tutte le indagini eseguite sono riportati in allegato i rapporti di prova.

Le prove sismiche sono state eseguite soprattutto in corrispondenza dei centri abitati, che sono oggetto di approfondimento di I e II livello.

Si evidenzia che durante l'iter di approvazione del Piano Strutturale Comunale (PSC) furono eseguite (2006-2008) diverse indagini geognostiche tra cui una serie di prove M.A.S.W. (12 prove eseguite) interessanti le aree urbanizzate e le aree urbanizzabili; tali indagini sono riportate nel DBase allegato al presente lavoro.

4.2.1 Prova sismica MASW+HVSr

Per mezzo della tecnica MASW e quindi dello studio delle onde superficiali che comunemente dominano una porzione considerevole dei sismogrammi, è possibile ottenere delle stime del profilo di velocità delle onde S. Le indagini MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono utilizzate per la determinazione del profilo di rigidezza dei terreni più superficiali. L'approccio utilizzato è basato su una doppia trasformata del campo d'onda (trasformate Slant-Stack e di Fourier), per mezzo della quale viene rappresentato il segnale nel dominio ω - p (frequenza angolare-slowness), in cui è possibile identificare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh.

Le indagini MASW sono eseguite con un sismografo a 24 canali e geofoni a bassa frequenza (<10 Hz); lo stendimento è eseguito partendo da un punto centrale (misuratore) dove è posizionato lo strumento di acquisizione; nella norma i 24 canali sono suddivisi in due stendimenti da 12 geofoni con baricentro posto nello strumento di acquisizione; l'asse intergeofonico è variabile tra 1-5 m. L'energizzazione viene eseguita in posizione esterna con un offset rispettivamente tra i 2-10 m dal geofono più distante dall'acquisitore; l'energizzatore è rappresentato da una mazza battente su piastra orizzontale.

Le indagini MASW possono essere integrate con misure di microtremori, atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSr), utile a definire eventuali risonanze di sito e, unitamente a misure di dispersione delle onde di superficie, a meglio vincolare il profilo V_s . La descrizione di questa tipologia di prova è riportata nel paragrafo successivo. A causa della pesante non-univocità della soluzione, una modellazione del solo HVSr senza quantitative informazione sulle V_s da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.

La prova Masw+HVSr è stata eseguita nei pressi dell'abitato di Saliceto.

Il valore di V_{s30} calcolato al piano campagna sulla base dell'analisi congiunta MASW+HVSr è risultato pari a 251 m/s. Nella figura seguente si riportano i valori di V_s registrati alle differenti profondità ed il profilo verticale delle velocità; in allegato si riportano alcuni cenni sulle metodologie utilizzate e le elaborazioni complete dei dati ottenuti.

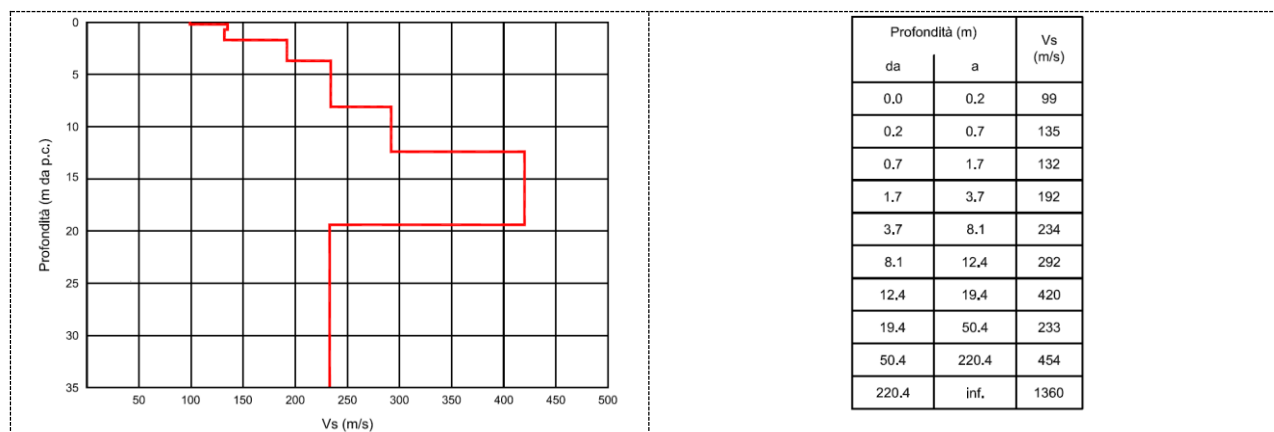


Figura 4.1. Profilo di Vs ricavato dalla prova MASW+HVSr e valori di Vs₃₀.

4.2.1 Prove sismiche tipo HVSr

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo a una medesima sollecitazione.

Le acquisizioni durano 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

Il principio su cui si basa questo strumento è piuttosto semplice. Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si può identificare in maniera passiva la frequenza di risonanza del sottosuolo, che risulta in relazione diretta con l'amplificazione sismica.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore determinante che determina la curva H/V sperimentale sia dato invece dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo SR04-GEOBOX sensore 2.0Hz con una frequenza di campionamento di 300Hz ed un tempo di registrazione di 20 minuti. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il software WINMASW 5.2 Professional, impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamiento con finestra triangolare con ampiezze 10-20%.

In alcuni casi sulla base dei dati ottenuti, attraverso il processo di inversione, vincolando i parametri con i dati derivanti da stratigrafie di sondaggi o pozzi per acqua, è stato possibile ricostruire il profilo delle Vs. In allegato sono riportati i diagrammi acquisiti ed grafici derivanti da tali elaborazioni.

Di seguito si riportano i principali dati associati alle misure di microtremore eseguite per il presente lavoro e reperite.

N°	ID_INDPU	Longitudine	Latitudine	F ₀ (Hz)	Ampiezza	Altri picchi significativi (Hz)	Località
HV01	P357HVSr430	103181	4981176	7.1	1.4	24.9	Castelnuovo Fogliani
HV02	P358HVSr431	102705	4981565	13.7	2.9	33.3	Castelnuovo Fogliani - Cà Lunga
HV03	P359HVSr432	101077	4978951	2.5	2.6		San Giuseppe
HV04	P360HVSr433	103298	4986911	6.8	1.5	24.4	Chiaravalle
HV05	P361HVSr434	103716	4985447	5.6	1.5	13.2	Saliceto
HV06	P362HVSr435	104259	4983056	2.8	1.8		Atazione Alseno
HV07	P363HVSr436	104225	4982506	4.2	2.0		Santa Maria Maddalena
HV08	P364HVSr437	101920	4983856	8.4	1.6		Alseno capoluogo - Policelle
HV09	P365HVSr438	103253	4983752	4.4	2.0	10.7	Alseno capoluogo
HV10	P366HVSr439	97830	4982941	5.5	1.4		Lusurasco
HV11	P367HVSr440	99280	4981446	6.8	2.0		Cortina
HV12	P368HVSr441	99651	4979620	6.4	1.9		Gasperini
HV13	P369HVSr442	99887	4982314	6.3	1.9		San Rocchino

N°	ID_INDP	Longitudine	Latitudine	F ₀ (Hz)	Ampiezza	Altri picchi significativi (Hz)	Località
HV14	P370HVSR443	102714	4978289	5.8	2.5		Montata dell'Orto
HV15	P371HVSR444	100709	4982501	4.8	1.2		Loghetto
HV16	P372HVSR445	102626	4985942	9.6	1.8		Chiaravalle
HV18	P373HVSR446	99388	4979956	9.0	3.4		Tollara
HV20	P374HVSR447	105253	4986942	8.9	1.3		Case Ongina
HV21	P375HVSR448	103875	4985433	5.9	1.6		Saliceto
HV22	P376HVSR450	103861	4980840	5.9	1.6		Castelnuovo Fogliani - Torlitore

5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Il comune di Alseno, come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, è caratterizzato dalla presenza nelle porzioni centrale e settentrionale di sedimenti alluvionali costituiti da argille, limi con intercalazioni di ghiaie in matrice argilloso limosa appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES3, AES7, AES8). La fascia meridionale del territorio comunale risulta invece caratterizzata dalla presenza in affioramento o in subaffioramento dei sedimenti del Supersintema Quaternario Marino e Supersintema della Val D'Arda (CMZ, ATS, BDG), da piccoli lembi delle "Argille Azzurre" (FAA-LUG) e dalla Formazione del Termina (TER).

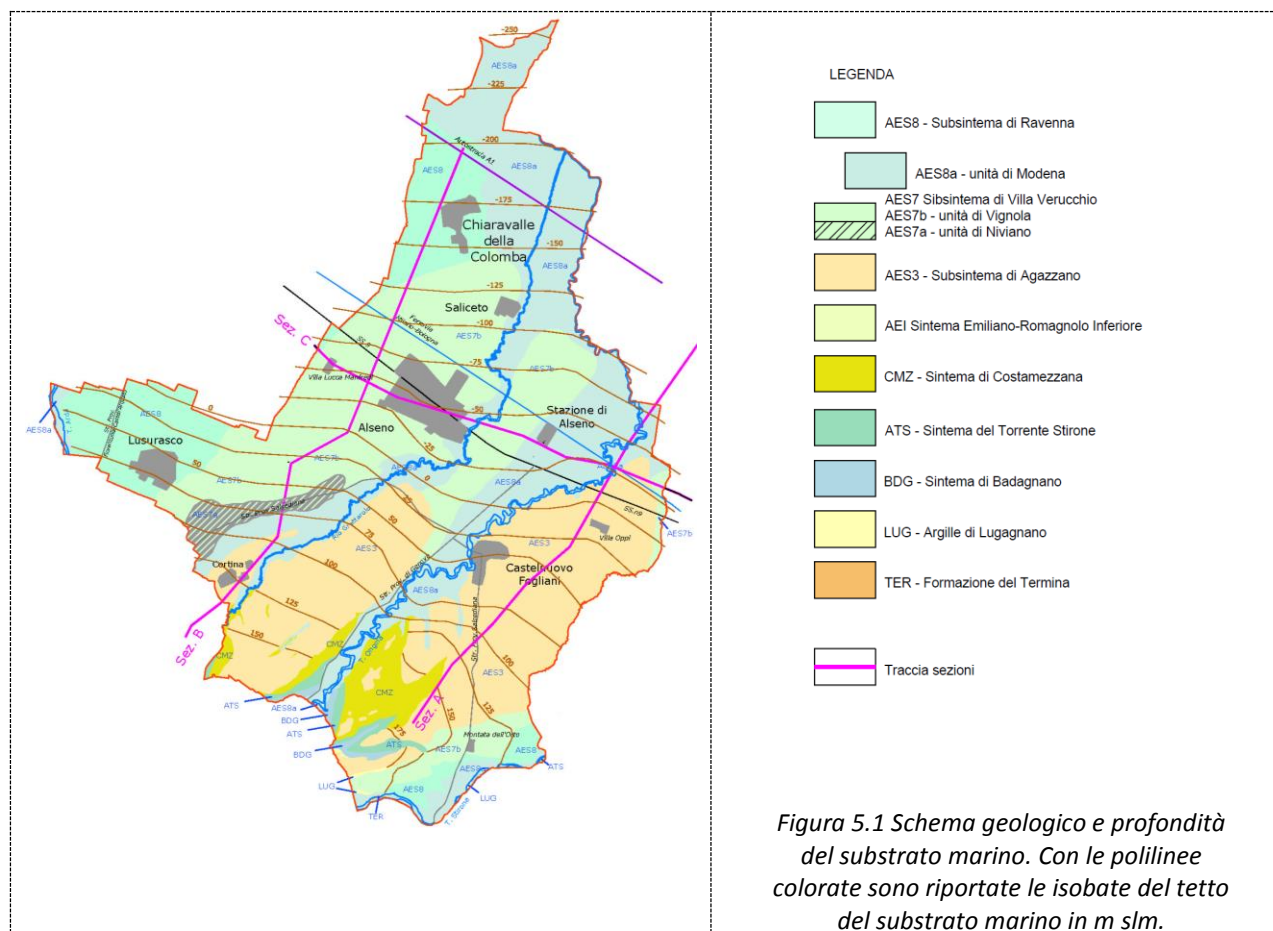
Nell'area non sono noti affioramenti del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI); tale unità è invece individuata nel sottosuolo da numerose indagini reperite e visionate (vedi sezioni geologiche allegate) poste a nord dell'allineamento che collega le località "Baitanella" (posta a sud di Castelnuovo Fogliani) e "Case Moroni" (posta a nord di Cortina).

Le unità del Sintema Emiliano-Romagnolo sono litologicamente contraddistinte dalla presenza di limi ed argille intercalati da ghiaie la cui distribuzione risulta legata, e spesso limitata, a canali fluviali di ridotta estensione, che rendono non corretta una mappatura del tetto delle ghiaie in quanto sono presenti repentine variazioni litologiche laterali e verticali. Tale situazione è ben evidenziata nelle sezioni geologiche A, B e C riportate nella Tavola "Sezioni Geologiche".

Il substrato marino è ricoperto, ove non affiorante, dalle unità del Sintema Emiliano-Romagnolo (superiore o inferiore). In particolare, fatta eccezione per il settore prossimo al torrente Stirone e ad una piccola area nei pressi del confine comunale posto a sud lungo il t. Ongina, il substrato marino è rappresentato dal Subsintema di Costamezzana (CMZ), molto noto localmente anche perché in parte litologicamente rappresentato da sabbie, sede di acquiferi in pressione idrogeologicamente sfruttati. Nella figura seguente e nella Carta "Sezioni Geologiche" sono schematizzate le principali unità geologiche e le isobate del substrato marino: si evidenzia come il substrato sia presente nel territorio analizzato a quote comprese tra -250 m slm (settore nord nei pressi di Chiaravalle della Colomba) e +175 m slm (a sud di Cortina e nei pressi della località Marabotto).

Le sezioni geologiche sono state realizzate correlando i dati geognostici reperiti, integrati, nelle porzioni marginali da prove ubicate in comuni limitrofi (non riportate nel Database delle indagini ma presenti nella banca dati del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna). Le sezioni sono state costruite con orientazione trasversale (**SEZIONI A e B**) e longitudinale (**SEZIONE C**) al margine appenninico ed agli assi degli elementi strutturali sepolti. Ad integrazione e riportate nella presente relazione sono state redatte altre due sezioni orientate la prima trasversalmente (sezione D) e la seconda longitudinalmente (sezione F) rispetto al margine appenninico. In particolare quest'ultima (sez. F) è redatta anche per evidenziare la presenza nel settore meridionale di un alto strutturale che si raccorda con l'adiacente "Struttura di Salsomaggiore Terme".

Le sezioni A, B e C sono rappresentate nella Tavola "Sezioni Geologiche", le sezioni D ed F ed i relativi commenti sono riportati nel § 8.4.3.



I dati reperiti di velocità delle onde di taglio relativi ai depositi marini [033002L2MASW2 e 033002L3MASW3] così come i valori di risonanza fondamentale f_0 derivanti dall'elaborazione dei dati HVSR non permettono di individuare i depositi marini come bedrock sismico così come definito dagli ICMS (velocità $V_s > 800$ m/s).

Nella sezione B, ad esempio, le frequenze fondamentali evidenziate nelle prove 033002P367HVSR440 [Cortina] e 033002P369HVSR442 [San Rocchino] corrispondono probabilmente a livelli di ghiaie presenti all'interno dei depositi AES3 a profondità comprese tra 10-15m dal p.c., inoltre l'ampiezza dei picchi ≈ 2 indica bassi contrasti di impedenza, coerenti con l'alternanza limi/argille con ghiaie.

I depositi marini pertanto costituiscono un bedrock sismico non rigido, nel quale la velocità delle onde di taglio non supera (e spesso non raggiunge) i 600 m/s e non può essere utilizzato negli abachi per la determinazione di FA ed FV degli ICMS.

6 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Le analisi eseguite hanno evidenziato, come descritto nei paragrafi precedenti, la presenza di un substrato marino che non può essere assimilato ad un bedrock sismico sensu ICMS (2008), pertanto nell'analisi di II Livello, ovvero nell'elaborazione dei fattori di amplificazione si è optato per l'utilizzo esclusivo degli abachi regionali contenuti nell'allegato 2 della D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna, specifici per la presenza di litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/s.

Una descrizione relativa all'utilizzo di tali abachi è riportato nel capitolo 7.

Altra incertezza è legata all'assenza di continuità laterali e verticali degli orizzonti di ghiaia facenti parte delle unità del Subsistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8-AES7 e AES3) o del Sistema Emiliano Inferiore (AEI) che impediscono l'individuazione di un tetto delle ghiaie uniforme ed arealmente distribuito.

7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

7.1 Valutazione dei fattori di amplificazione (II Livello)

Poiché, come descritto nel paragrafo precedente, il substrato marino presente nel territorio del comune di Alseno evidenzia velocità V_s decisamente inferiori a 800 m/s (quindi difficilmente assimilabile ad un substrato rigido) si è scelto di utilizzare esclusivamente le tabelle per la valutazione dei fattori di amplificazione contenuti nell'allegato 2 della D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

L'analisi di secondo livello, secondo la DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, prevede la definizione dei coefficienti di amplificazione (FA) per il territorio urbanizzato ed urbanizzabile.

Il primo step del calcolo del valore di F.A. prevede la suddivisione del territorio indagato in funzione della profondità del bedrock. In particolare, per il territorio comunale, si individua, nella porzione di pianura, una zona più a nord in cui il bedrock si trova profondità maggiori di 100m dal p.c. che viene identificata con gli ambiti denominati PIANURA 2; la fascia intermedia del territorio comunale viene identificata come PIANURA 1, ossia zona in cui il bedrock si trova profondità minori di 100m dal p.c.; infine nella porzione dell'ambito collinare e pedecollinare (margine appenninico) sono stati identificati gli spessori della copertura compresi tra 5 e 50m per il calcolo di V_{sH} .

In particolare l'ambito PIANURA 1 si caratterizza per un profilo stratigrafico costituito da potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (<100m dal p.c.). In questo ambito sono state utilizzate le seguenti tabelle (estratte dal §A2.1.1 all'Allegato A2 della D.A.L. 112/2007) per il calcolo del FA.

F.A. P.G.A.										
V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0
F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$										
V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$										
V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2.6	2.5	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.1	1.0

L'ambito PIANURA 2 si caratterizza per un profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (talora anche decine di metri), con substrato profondo (>100m dal p.c.). In questo ambito sono state utilizzate le seguenti tabelle (estratte dal § A2.1.1 all'Allegato A2 della D.A.L. 112/2007) per il calcolo del FA.

F.A. P.G.A.										
V_{S30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_o < 0.5s$										
V_{S30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_o < 1.0s$										
V_{S30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2.5	2.3	2.3	2.0	1.8	1.7	1.7	1.5	1.2	1.0

Nell'ambito collinare e pedecollinare, poiché il substrato marino presente nel territorio del comune di Alseno ha evidenziato $V_s < 800$ m/s, sono state utilizzate le seguenti tabelle (estratte dal § A2.1.1 all'Allegato A2 della D.A.L. 112/2007) nel caso in cui il substrato marino presenti coperture $> 5m$.

F.A. P.G.A.

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
10	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35	1.8	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
40	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_o < 0.5s$

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.6	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0
35	2.0	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_o < 1.0s$

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.8	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

Nel caso in cui il substrato marino con $V_s < 800$ m/s sia affiorante sono state utilizzate le seguenti tabelle (estratte dal § A2.1.1 all'Allegato A2 della DAL 112/2007).

F.A. P.G.A.					
V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - 0.1s < To < 0.5s					
V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - 0.5s < To < 1.0s					
V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0

Il secondo step del calcolo del valore di FA prevede la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio Vs ed in particolare Vs30 per le aree di pianura e VsH per le aree collinari e pedecollinari.

La velocità delle onde di taglio è stata determinata attraverso le seguenti formule sulla base di prove geofisiche eseguite e reperite e delle stratigrafie dei database consultati:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \qquad V_{S,H} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

I risultati delle prove geofisiche eseguite e reperite, nonché le elaborazioni eseguite sono riportati nei paragrafi 8.5-8.6, tavola “Carta della velocità delle onde di taglio” e nell’allegato database delle indagini.

7.2 Valutazione preliminare della suscettività alla liquefazione

L’analisi delle stratigrafie reperite (vedasi Database indagini) ha evidenziato l’assenza di livelli consistenti di sabbie pulite entro i primi 15/20 m dal p.c. Sono però stati identificati talora livelli di sabbie limose e/o limi sabbiosi con livelli di falda anche prossimi al piano campagna.

Al fine di verificare la possibilità dell’occorrenza del fenomeno della liquefazione sono state verificate alcune delle verticali indagate con le prove geognostiche (prove penetrometriche statiche) attraverso l’utilizzo di metodi semplificati.

Per la verifica della suscettibilità alla liquefazione è necessario il calcolo di due variabili: il carico sismico, espresso tramite il carico tensionale ciclico CSR e la capacità del terreno a resistere alla liquefazione, espressa attraverso il rapporto di resistenza ciclica CRR. Il metodo semplificato permette di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra il rapporto di resistenza ciclica (CRR) ed il carico tensionale ciclico (CSR).

$$F = \frac{CRR}{CSR}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione se il coefficiente di sicurezza è minore di **1.00**.

Come magnitudo di momento (M) per l’area in esame è stato assunto il valore di **6,14**, così come indicato nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004), per le zone sismogenetiche 911-913.

Le verifiche sono stata eseguite utilizzando a_{gmax} derivante da valori di FA di PGA ottenuti per la carta di microzonazione sismica di Il Livello ed a_{gref} (pari a 0.139g per il comune di Alseno) così come riportato nell’Allegato A4 della D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

La profondità della falda è stata impostata, per tutte le verifiche eseguite, cautelativamente a 1.0 m da p.c.

È stato inoltre calcolato l’*indice del potenziale di liquefazione* I_L secondo il metodo di Iwasaki et al. (1982)

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z) dz$$

Dove z è la profondità dal piano campagna in metri

$W(z) = 10 - 0.5z$

$F = 1 - FL$ se $FL \leq 1.0$

$F = 0$ se $FL > 1.0$

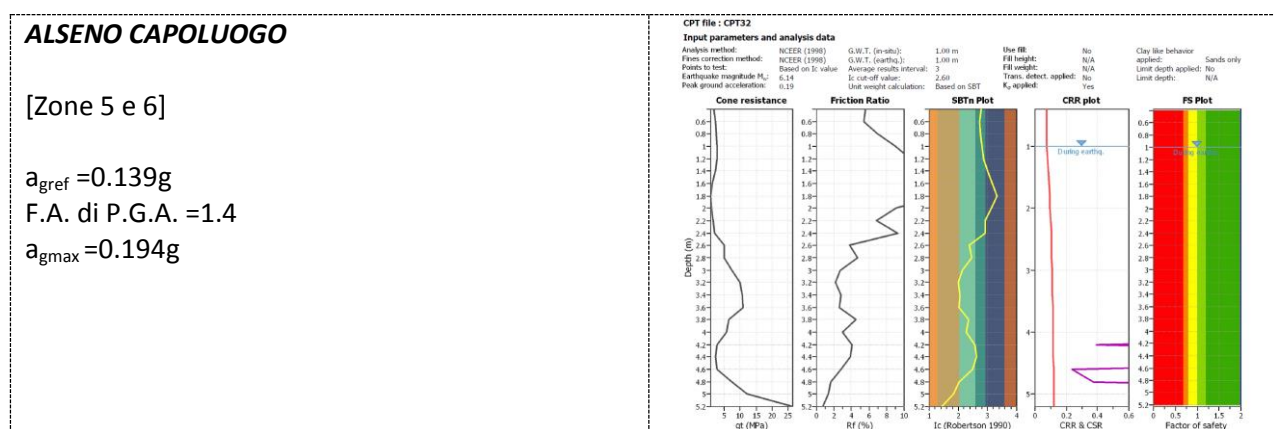
Gli autori suggeriscono che se $I_L = 0$ il potenziale di rottura è nullo, $I_L \leq 5$ il potenziale di rottura è basso, $5 < I_L \leq 15$ il potenziale di rottura è elevato, $I_L \geq 15$ il potenziale di rottura è estremamente elevato. Dove FL rappresenta il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

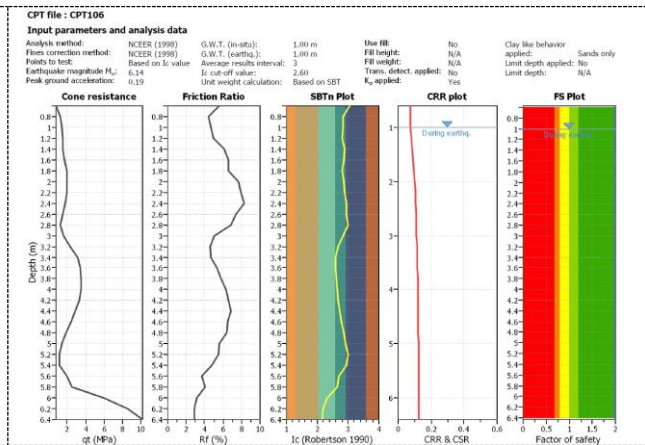
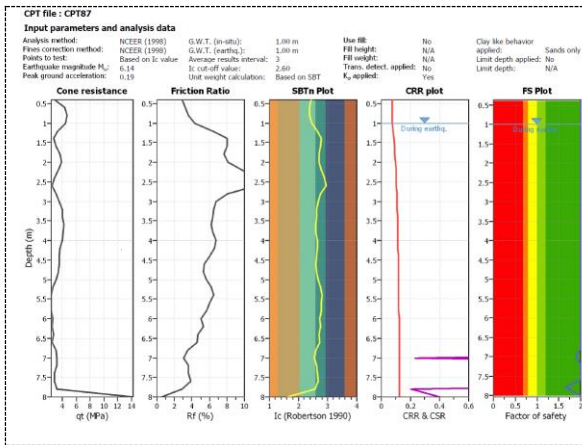
Le verifiche di suscettibilità alla liquefazione sono state eseguite con i criteri semplificati tramite l'utilizzo del software CLiq v.1.7.1.14 - CPT Liquefaction Assessment Software della ditta GeoLogismiki Geotechnical Software con il metodo proposto da Robertson & Wride (1998), NCEER (1998) su alcune delle prove penetrometriche reperite. Tale programma permette di valutare anche il contributo, delle zone di transizione tra livelli a diversa litologia, evitando di produrre falsi positivi (ad esempio passaggio tra ghiaie e argille).

Le prove eseguite hanno evidenziato un potenziale di liquefazione sempre **nullo** per tutte le verticali indagate (codici, ubicazioni ed a_{gmax} sono riportati nella tabella seguente).

	Codice DB Comunale	Codice DB Indagini	a_{gmax} (g)
Alseno capoluogo	CPT32	033002P41CPT97	0.194
	CPT87	033002P93CPT151	0.194
	CPT106	033002P112CPT170	0.194
Castelnuovo Fogliani	CPT59	033002P65CPT123	0.222
	CPT102	033002P108CPT166	0.222
Chiaravalle della Colomba	CPT66	033002P72CPT130	0.208
	CPT67	033002P73CPT131	0.208
	CPT183	033002P189CPT248	0.208
Saliceto	CPT198	033002P204CPT263	0.208
	CPT199	033002P205CPT264	0.208
	CPT200	033002P206CPT265	0.208
Stazione	CPT103	033002P109CPT167	0.194
	CPT10	033002P22CPT78	0.194
	CPT12	033002P24CPT80	0.222
Lusurasco	CPT78	033002P84CPT142	0.208
Cortina	CPT73	033002P79CPT137	0.292
Fellegara	CPT91	033002P97CPT155	0.264
Gasparini	CPT76	033002P82CPT140	0.264

Di seguito si riportano i grafici più rappresentativi.

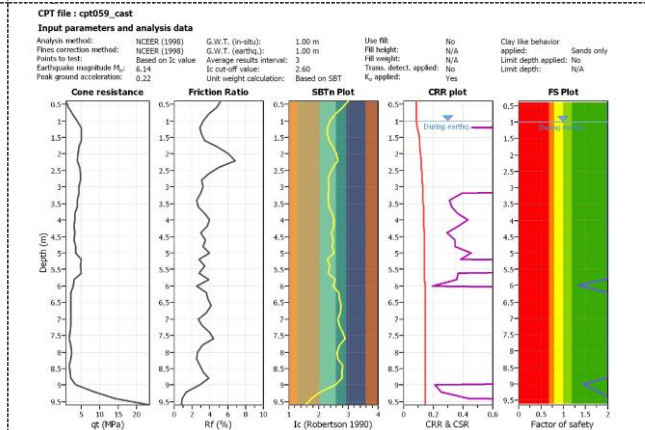
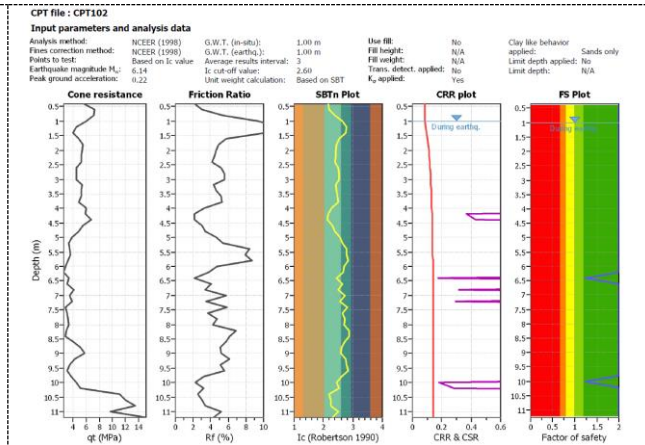




CASTELNUOVO FOGLIANI

[Zone 51 e 52]

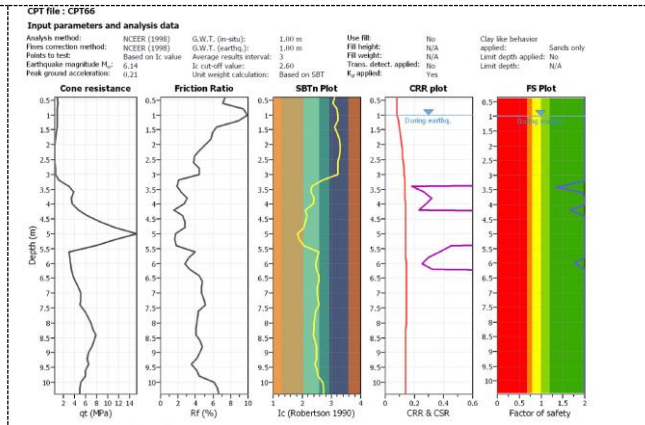
$a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.6
 $a_{gmax} = 0.222g$

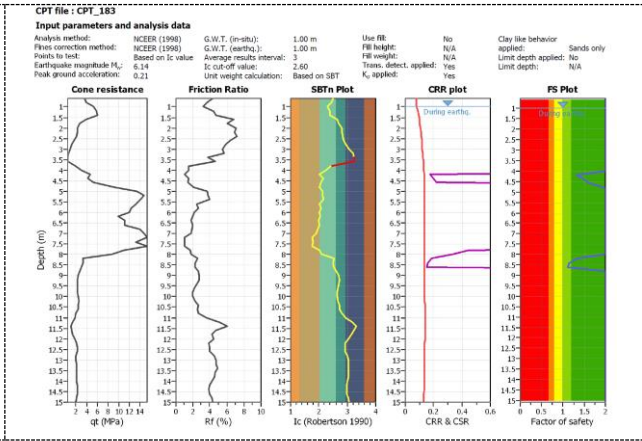
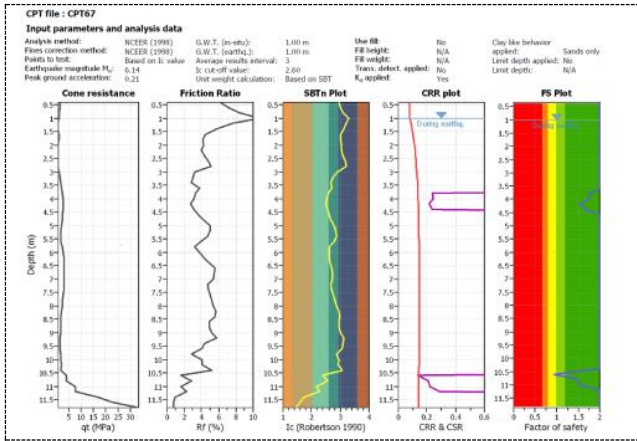


CHIARAVALLE DELLA COLOMBA

[Zona 1]

$a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.5
 $a_{gmax} = 0.208g$

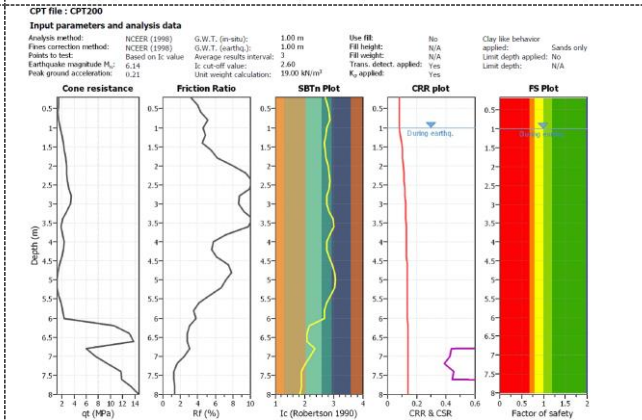
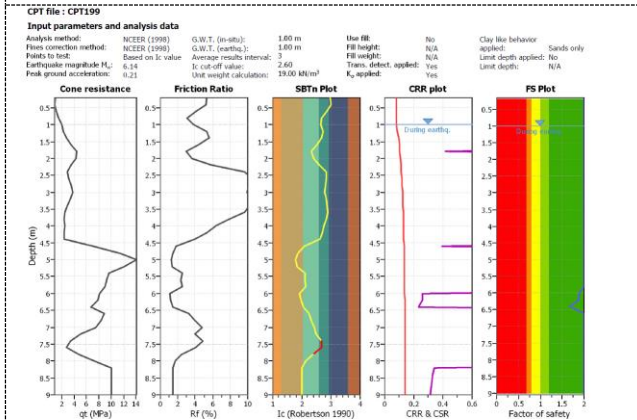
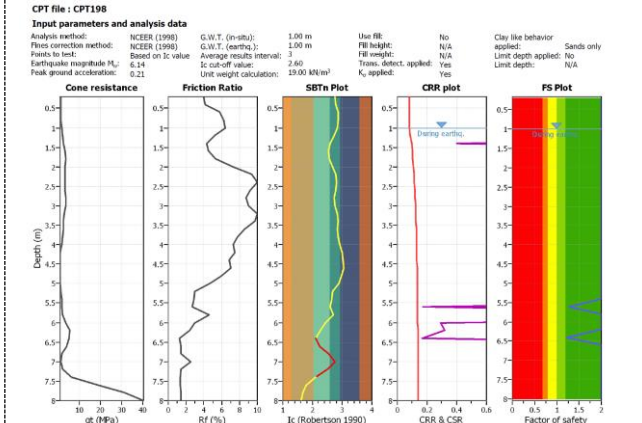




SALICETO

[Zona 2]

$a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.5
 $a_{gmax} = 0.208g$



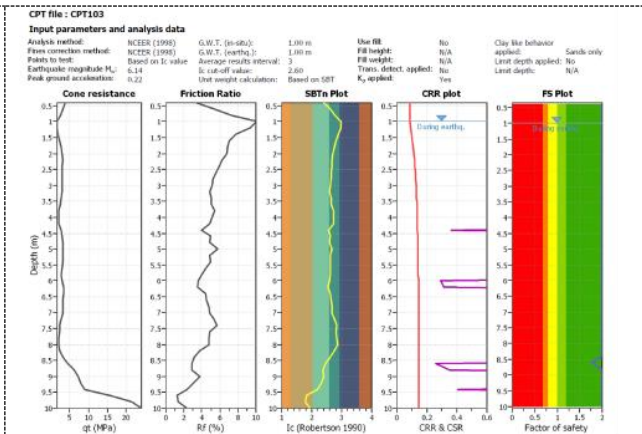
STAZIONE DI ALSENO E SANTA MARIA MADDALENA

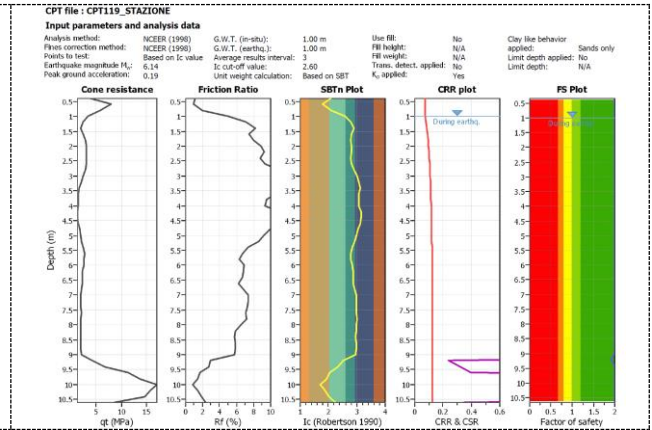
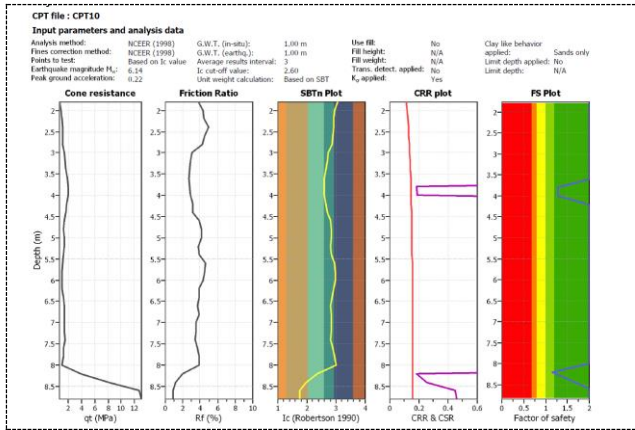
[Zone 7 - 14] – CPT103 – CPT10

$a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.4
 $a_{gmax} = 0.194g$

[Zona 9] – CPT119

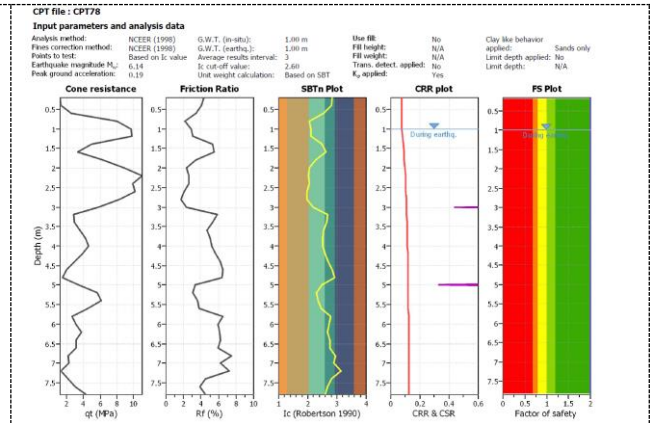
$a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.6
 $a_{gmax} = 0.222g$





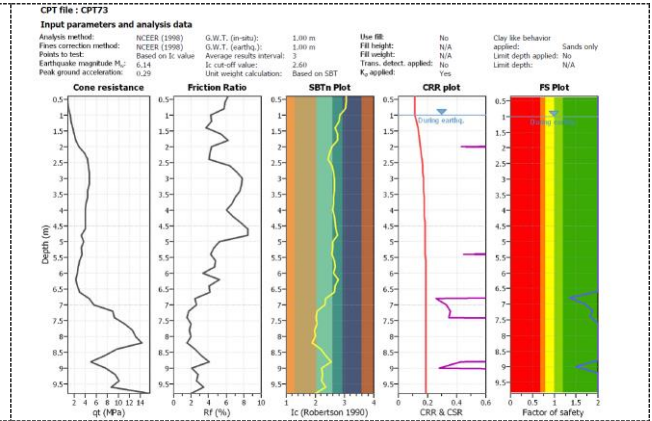
LUSURASCO

[Zona 11]
 $a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.5
 $a_{gmax} = 0.208g$



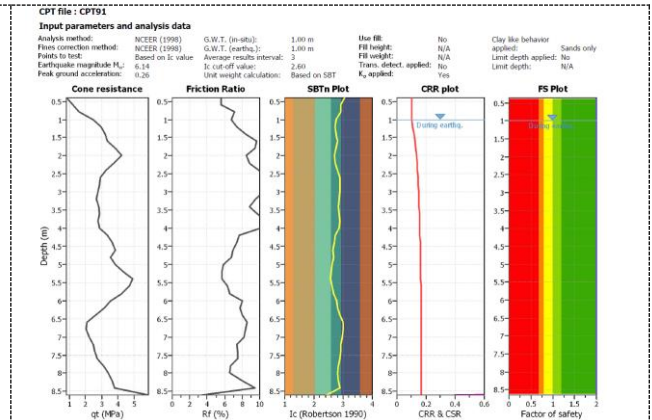
CORTINA

[Zona 18]
 $a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 2.1
 $a_{gmax} = 0.292g$



FELLEGARA

[Zona 40]
 $a_{gref} = 0.139g$
 F.A. di P.G.A. = 1.9
 $a_{gmax} = 0.264g$



GASPARINI

[Zona 43]

$a_{gref} = 0.139g$

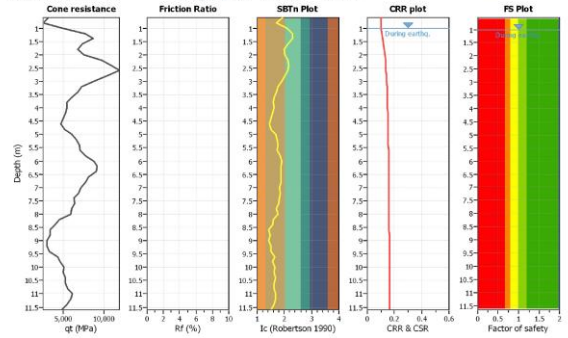
F.A. di P.G.A. = 1.9

$a_{gmax} = 0.264g$

CPT file : CPT76

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	Sands only
Filter correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (meters):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trim defect:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.26	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_u applied:	Yes		



8 ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 Carta delle indagini

Nel territorio del comune di Alseno sono state raccolte diverse prove geognostiche e stratigrafie di pozzi, sondaggi e trincee. In particolare sono state considerate solo le indagini in cui fossero presenti i dati numerici (per le prove penetrometriche) e, per le prove geofisiche, quelle in cui l'elaborazione e l'interpretazione fossero chiare. In particolare sono state inserite nella carta delle indagini:

- ✓ 207 prove penetrometriche statiche
- ✓ 60 prove penetrometriche dinamiche pesanti
- ✓ 24 stratigrafie di sondaggi
- ✓ 67 stratigrafie di pozzi per acqua
- ✓ 13 Trincee stratigrafiche
- ✓ 20 prove sismiche a stazione singola Hv, di cui 18 eseguite per il presente lavoro
- ✓ 27 prove sismiche multicanale basate su onde di superficie, di cui una realizzata per questo lavoro

I dati sono stati reperiti in parte nel database regionale disponibile al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/>, in parte nel database realizzato per il Quadro Conoscitivo del PSC Comunale ed in parte negli archivi comunali.

8.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

Il territorio del comune di Alseno può essere suddiviso in quattro zone principali: la porzione sud occidentale collinare caratterizzata dall'affioramento dei depositi quaternari marini identificati come "substrato geologico non rigido"; la porzione meridionale segnata dalla presenza del T. Stirone e caratterizzata dalla presenza di sabbie e ghiaie; la parte occidentale, caratterizzata dalla presenza del T. Arda, contrassegnata dalla presenza delle ghiaie ad esso associate; la restante parte del territorio comunale risulta caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali caratterizzati dall'alternanza di limi argillosi, limi sabbiosi e ghiaie in matrice limoso argillosa.

Nella tavola sono stati inoltre riportati i sondaggi/pozzi con indicazione della profondità del substrato o qualora non fosse stato raggiunto con indicazione della profondità massima esplorata; sono inoltre riportati i dati piezometrici reperiti.

Dal punto di vista litologico il territorio è stato suddiviso in 8 diverse tipologie di terreni, di cui 7 relative a terreni di copertura ed 1 relativa al substrato non rigido. La classificazione dei terreni di copertura ha considerato la litologia presente nei primi metri (1.5-2.0 m) dal piano campagna, in quanto la stratigrafia dei depositi alluvionali dell'area in esame è molto complessa e difficilmente sintetizzabile. Lo stato di addensamento o consistenza è stato desunto dalle prove penetrometriche statiche e dinamiche ove presenti. Nella tabella seguente sono riportati i tipi di terreno individuati con relativa descrizione e le aree che presentano tale tipologia di terreno (le aree sono state numerate e identificate con sigla univoca ID_gt).

Tipo di terreno	ID_gt	Descrizione
MH	1-2-4-5-7-8-11-13-21-22-37	Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomitici. Miscele di limo, limo argilloso e limo sabbioso con stato di consistenza da coesivo molto consistente a coesivo moderatamente consistente.

Tipo di terreno	ID_gt	Descrizione
ML	3-9-10-12-39-42	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità Miscele di limo, limo argilloso e limo sabbioso con stato di consistenza coesivo consistente.
GM	6-25-26-27-28-29-32-33	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo Si tratta di aree nelle vicinanze dei fiumi Arda e Stirone caratterizzate da ghiaie in matrice limoso-sabbiosa con stato di addensamento poco addensato affioranti/subaffioranti
GC	30-31-34	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla Terrazzo del Torrente Stirone caratterizzato da ghiaie in matrice argilloso - sabbiosa con stato di addensamento poco addensato affioranti/subaffioranti
SC	35	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla Terrazzo del Torrente Stirone caratterizzato da sabbie argillose con stato di addensamento poco addensato
OL	40	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità Si tratta normalmente di limi, talora argillosi coesivi moderatamente consistenti
RI	17-18-19-20-41-43-44	Terreni contenenti resti di attività antropica Si tratta per le zone dell'area di Lussurasco e di Santa Maria Maddalena di ex cave riempite con materiali di diversa provenienza. Per le aree di Castelnuovo Fogliani si tratta di riempimenti spesso finalizzati alla realizzazione di opere quali ad es. parcheggi.
NR	14-15-16-23-24-36-38	Substrato geologico non rigido Si tratta dei terreni appartenenti al quaternario marino ed in particolare di CMZ, BDG e ATS, più limitatamente sono presenti anche FAA, LUG e TER

Nella porzione collinare (meridionale) del territorio sono inoltre concentrate le instabilità di versante (frane attive e quiescenti) principalmente di tipo complesso che normalmente interessano i terreni appartenenti al substrato quaternario marino. Sempre nella porzione collinare si concentrano gli elementi morfologici individuati, quali scarpate morfologiche o di terrazzo fluviale, creste e valli sepolte.

Nella Tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche delle frane attive e quiescenti presenti nel territorio del comune di Alseno, tra cui la localizzazione, la tipologia, la classificazione secondo Varnes (1978), la superficie. Le frane sono state identificate all'interno del database con numero progressivo univoco (ID-i); ad ognuna è associata una tipologia descritta dal codice inserito nella colonna "Tipo_i".

ID_i	Località	Tipologia	Classificazione di Varnes	Superficie (m ²)	Tipo_i
1	Sponda sinistra Rio Posticcio, a sud della località Montevalle di sopra	scivolamento traslativo	l-3	21.734	3012
2	Sponda destra Rio Posticcio	rotazionale con traslazione in massa	s (i-3+l-3)	50.269	3014
3	Sponda sinistra Rio Posticcio località Polveriera di sopra	scivolamento traslativo	l-3	7.256	3012
4	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località Carbonara	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	6.280	3014
5	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località Marabotto	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	6.667	3014
6	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località S. Giuseppe	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	4.798	3014
7	Rio Posticcio nei pressi del confine comunale	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	9.110	3014
8	Sponda destra T. Ongina, nei pressi del confine comunale	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	22.853	3014
9	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torre	scivolamento traslativo	l-3	14.785	3012
10	Sponda destra Rio Marabotto, a sud della località Manichello	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	4.802	3012
11	Sponda destra Rio Marabotto, nei pressi della località Marabotto	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	3831	3012
12	Sponda destra Rio Grattarolo, nei pressi della località Colombaia di Cortina	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	2.139	3012
13	Sponda destra Rio Corto, nei pressi della località Solfalegara (la frana si trova solo parzialmente nel comune di Alseno)	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	4.448 (di cui 456 in comune di Alseno)	3014
14	Sponda destra T. Ongina, nei pressi dell'abitato di Castelnuovo F.	di crollo	e-2	325	3011
15	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Tripoli.	di crollo	e-2	2.118	3011
16	Sponda destra Rio Marabotto, a sud della località Manichello	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	1.809	3012
17	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torre	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	894	3014
18	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torre	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	4.767	3014
19	Sponda destra Rio Grattarolo, nei pressi della località Colombaia di Cortina	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	1.334	3012
20	Sponda sinistra T. Ongina nei pressi della località Santinasso di sopra	scivolamento traslativo di detrito	k-3: l-3	5.411	3012
21	Sponda destra Rio Castellazzo, nei pressi della località Tollara	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	895	3012
22	Sponda destra Rio di Fellegara, a sud della località Bassa di Fellegara (la frana si trova solo parzialmente nel comune di Alseno)	scorrimento traslativo di detrito e colata di terra	k-3; r-3	36.232 (di cui 16.596 in comune di Alseno)	3014
23	Sponda sinistra Rio Castellazzo, nei pressi della località Le Anime (la frana si trova solo parzialmente nel comune di Alseno)	Colata di terra	r-3	6.721 (di cui 4.506 in comune di Alseno)	3013
24	Sponda sinistra Rio di Fellegara, nei pressi della località I Bagni	Colata di terra	r-3	2.199	3013
25	Sponda destra Rio Castellazzo, nei pressi della località I Ronchi	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	5.086	3012
26	Sponda sinistra Rio Castellazzo, nei pressi della località I Ronchi	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	1.446	3012
27	Sponda sinistra Rio Serra, nei pressi della località I Ronchi Gonzaga del Castellazzo	Colata di terra	r-3	5.925	3013

ID_i	Località	Tipologia	Classificazione di Varnes	Superficie (m ²)	Tipo_i
28	Sponda sinistra Rio di Fellegara, nei pressi della località Costa Muccia	Colata di terra	r-3	900	3013
29	Sponda sinistra Rio Marabotto, nei pressi della località Marabotto	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	5.007	3012
30	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località Marabotto	scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	5.555	3012

Tabella 8.2.1. Principali caratteristiche delle frane attive censite nel comune di Alseno

ID_i	Località	Tipologia	Classificazione di Varnes	Superficie (m ²)	Tipo_i
31	Sponda sinistra Rio Posticcio, nei pressi della località Polveriera di sotto	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	5.467	3024
32	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località Carbonara	scivolamento traslativo	l-3	23.197	3022
33	Sponda destra Rio Posticcio nei pressi della località Marabotto	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	5.225	3024
34	Sponda destra rio S. Maria	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	21.256	3024
35	Sponda sinistra rio S. Maria	scorrimento rotazionale di terra e roccia	i-3	16.678	3023
36	Sponda destra rio S. Maria	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	6.486	3024
37	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torri	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	51.105	3024
38	Sponda sinistra T. Ongina, nei pressi della località Santinasso di sopra	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	11.979	3024
39	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Tripoli	Colata di terra	r-3	10.356	3023
40	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torri	Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata	s-5	15.899	3024

Tabella 8.2.2. Principali caratteristiche delle frane quiescenti censite nel comune di Alseno

Per quello che riguarda gli elementi puntuali e lineari si evidenzia che sono stati individuati i seguenti elementi lineari:

- ✓ Faglia attiva
- ✓ Scarpate fluviali (H = 10-20m)
- ✓ Scarpate fluviali (H > 20m)
- ✓ Scarpate morfologiche (H = 10-20m)
- ✓ Creste
- ✓ Valli sepolte larghe

I dettagli relativi alla faglia inversa individuata sono riportati nel capitolo 2: si evidenzia come tale elemento non interessi centri urbanizzati o urbanizzabili.

Sono state individuate 33 scarpate fluviali nella porzione meridionale del territorio in esame: nel caso in cui tali scarpate si trovino nei pressi di aree urbanizzate ed urbanizzabili (Cortina, Fellegara, Gasparini e Castelnuovo Fogliani) sono state realizzate delle sezioni topografiche, riportate ed analizzate al § 8.4.4.

Le porzioni di monte delle valli dell'Ongina e del Grattarolo sono state individuate come valli sepolte larghe (C<0.25).

8.3 Carta delle frequenze naturali dei terreni

Il comune di Alseno, come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, è caratterizzato dalla presenza nelle porzioni centrale e settentrionale di sedimenti alluvionali costituiti da argille, limi con intercalazioni di ghiaie in matrice argilloso limosa appartenenti al Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (AES3, AES7, AES8). La distribuzione delle ghiaie risulta legata, e spesso limitata, a canali fluviali di limitata estensione e difficile mappatura come si evidenzia anche dalle sezioni geologiche (vedasi Tavola Sezioni geologiche). Le ghiaie presenti all'interno dei terreni afferenti al Sintema Emiliano Romagnolo rappresentano un riflettore relativamente rigido rispetto ai sedimenti argilloso limosi circostanti, in grado di generare una debole amplificazione (con valori di amplificazione sempre inferiori a 3 e spesso inferiori a 2) nei terreni fini sovrastanti con frequenze normalmente comprese tra 5-10 Hz.

La fascia meridionale del territorio comunale risulta caratterizzata dalla presenza (affioranti o subaffioranti) dei sedimenti del Supersintema quaternario marino (CMZ, ATS, BDG) che costituiscono il "bedrock sismico locale" (rappresentato nello schema riportato nella tavola delle sezioni geologiche): si tratta di un bedrock sismico poco rigido, la velocità delle onde di taglio non supera (e spesso non raggiunge) i 600 m/s. I sedimenti marini non rappresentano quindi un riflettore sufficientemente rigido rispetto ai sedimenti soprastanti (soprattutto nel caso in cui siano presenti livelli di ghiaie) e pertanto non generano amplificazioni significative.

Il territorio comunale risulta caratterizzato da frequenze naturali dei terreni normalmente comprese tra 2 e 8 Hz, indicanti riflettori presenti a profondità comprese tra 10 e 30 m. In alcuni casi sono stati identificati riflettori solo a frequenze superiori a 8Hz indicanti profondità di riflettori inferiore a 10m.

Per quello che riguarda l'ampiezza dei picchi HVSR, indicativa dei contrasti di impedenza, si evidenzia come risultino sempre <3 fatta eccezione per la misura 033002P373HVSR466 in località La Tollara (nella porzione meridionale del territorio comunale).

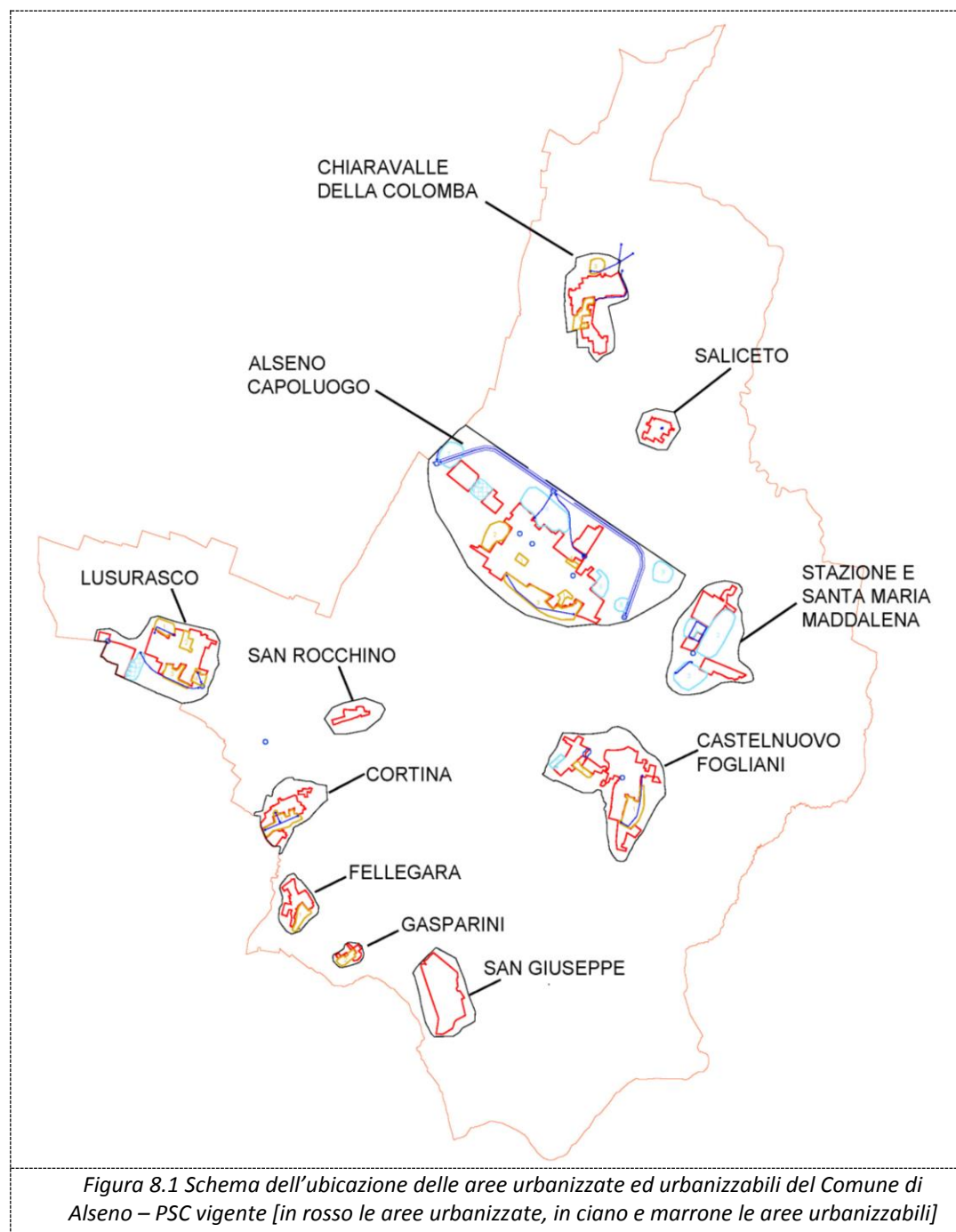
Poiché non è possibile stabilire la profondità delle ghiaie che producono effetti di amplificazione (così come rappresentato anche nelle sezioni geologiche riportate nell'apposita tavola), si è scelto di elaborare una carta che riportasse esclusivamente i dati misurati, con indicazione visiva (oltre che testuale) della classe di frequenza f_0 e dell'ampiezza della curva HVSR.

8.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)

La delimitazione delle aree oggetto di studio ha tenuto in considerazione tutti i territori urbanizzati ed urbanizzabili del territorio comunale, in particolare sono stati considerati i seguenti centri abitati:

- ✓ Alseno capoluogo
- ✓ Chiaravalle della Colomba
- ✓ Saliceto
- ✓ Stazione e Santa Maria Maddalena
- ✓ Lusurasco
- ✓ Castelnuovo Fogliani
- ✓ San Rocchino
- ✓ Cortina
- ✓ Fellegara
- ✓ Gasparini
- ✓ San Giuseppe

All'interno di queste aree sono state identificate aree stabili suscettibili di amplificazione ed aree suscettibili di instabilità (frane attive e quiescenti).



8.4.1 Descrizione delle zone individuate

Sulla base delle tipologie dei terreni di copertura individuati nella Carta Geologico Tecnica le aree urbanizzate ed urbanizzabili sono state suddivise in 36 aree stabili suscettibili di amplificazioni locali. Sono inoltre presenti alcune aree instabili localizzate nella porzione collinare riferibili a frane attive e quiescenti.

Di seguito si riporta una breve descrizione con indicazione della successione stratigrafica descritta nei paragrafi seguenti.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali			
Zona n°	Località	Successione stratigrafica	Descrizione
1	Chiaravalle della Colomba	2003	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa e sabbie limose, sovrapposti, a profondità variabili da 12 a 16 m dal p.c. ad un'alternanza di livelli di ghiaie e limi argillosi. Profondità del substrato marino >100 m dal p.c.
2	Saliceto	2004	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino >100 m dal p.c.
3	San Giuseppe	2011	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi argillosi inglobanti rari livelli di ghiaie in matrice limoso-sabbiosa. Lo spessore dei depositi alluvionali è variabile tra 3 e 10 m. Il substrato non rigido è costituito essenzialmente dai terreni del Sintema di Costamezzana (CMZ) e marginalmente da ATS e BDG
4	San Giuseppe	2016	Substrato geologico non rigido costituito essenzialmente da terreni afferenti al sintema di Costamezzana (CMZ) e marginalmente da ATS e BDG, talora ricoperti da spessori variabili di argille limose e limi argillosi
5	Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena	2004	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino > 100 m
6	Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena	2017	Riporti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino > 100 m
7	Alseno capoluogo	2003	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa e sabbie limose, sovrapposti, a profondità variabili da 12 a 16 m dal p.c. ad un'alternanza di livelli di ghiaie e limi argillosi. Profondità del substrato marino >100 m dal p.c.
8	Alseno capoluogo	2004	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino >100 m dal p.c.
9	Alseno capoluogo	2001	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino >100 dal p.c.m
10	Alseno capoluogo	2004	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a livelli di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino >100 m dal p.c.
11	Lusurasco	2024	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 35-50m dal p.c.
12	Lusurasco	2006	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da ghiaie in matrice limoso sabbiosa alternati ad argille limose e limi argillosi. Profondità del substrato marino comprese tra 100-50 m dal p.c.
13	Castelnuovo Fogliani	2020	Riporti antropici di spessore variabile tra 0 e 3 m , seguiti da depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 50-100 m dal p.c.
14	Castelnuovo Fogliani	2013	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a livelli di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 50-100 m dal p.c.
15	Castelnuovo Fogliani	2005	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 100-50 m dal p.c.
16	Castelnuovo Fogliani	2012	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 40-100 m dal p.c.

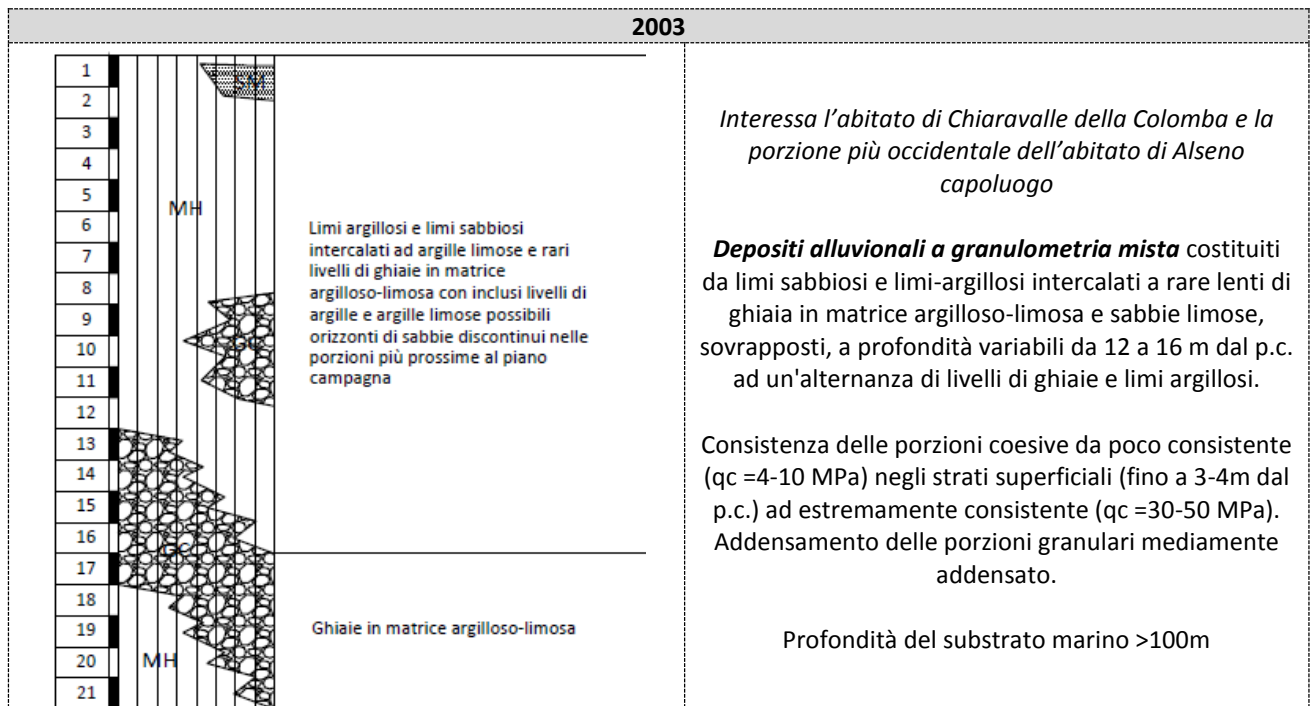
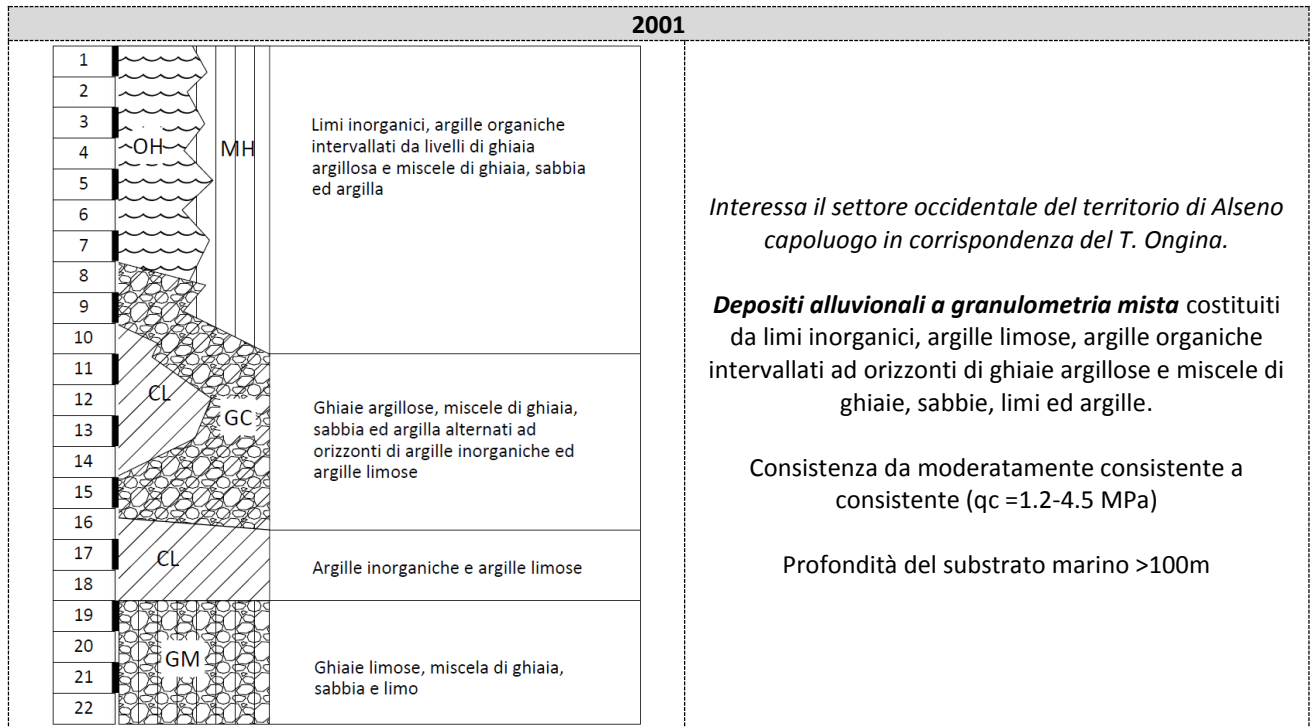
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali			
Zona n°	Località	Successione stratigrafica	Descrizione
17	Castelnuovo Fogliani	2018	Riporti antropici di spessore variabile tra 0 e 7 m, seguiti da depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa Profondità del substrato marino comprese tra 50-100 m dal p.c.
18	Castelnuovo Fogliani	2019	Riporti antropici di spessore variabile tra 0 e 5 m, seguiti da depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa Profondità del substrato marino comprese tra 50-100 m dal p.c.
19	San Rocchino	2007	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa, sovrapposti, alla profondità di 14-15 m dal p.c. ad un'alternanza di livelli di ghiaie in matrice limosa. Profondità del substrato marino < 40 m dal p.c.
20	San Rocchino	2007	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa, sovrapposti, alla profondità di 14-15 m dal p.c. ad un'alternanza di livelli di ghiaie in matrice limosa. Profondità del substrato marino < 40 m dal p.c.
21	Cortina	2009	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa, sovrapposti, a profondità variabili tra 3-30 m al substrato geologico non rigido. Profondità del substrato marino comprese tra 3-30 m dal p.c.
22	Cortina	2008	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi-argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 3-10 m dal p.c.
23	Fellegara	2010	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi argillosi inglobanti livelli di ghiaie in matrice limoso-sabbiosa. Lo spessore dei depositi alluvionali è variabile tra 5 e 30 m. Profondità del substrato marino comprese tra 5-30m dal p.c.
24	Fellegara	2014	Substrato geologico non rigido costituito da terreni afferenti al sintema di Costamezzana (CMZ) talora ricoperto da spessori variabili di argille limose e limi argillosi
25	Gasparini	2010	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi argillosi inglobanti livelli di ghiaie in matrice limoso-sabbiosa. Lo spessore dei depositi alluvionali è variabile tra 5 e 15 m. Profondità del substrato marino comprese tra 5-15m dal p.c.
26	Gasparini	2015	Substrato geologico non rigido costituito da terreni afferenti al sintema di Costamezzana (CMZ) talora ricoperto da spessori variabili di argille limose e limi argillosi
27	Saliceto	2021	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi argillosi intercalati a rare lenti di sabbie limose e livelli di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino >100 m
28	Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena	2022	Riporti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino <100 m dal p.c.
29	Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena	2005	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 100-50 m dal p.c.
30	Lusurasco	2023	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da ghiaie in matrice limoso sabbiosa alternati ad argille limose e limi argillosi. Profondità del substrato marino comprese tra 35-50 m dal p.c.
31	Castelnuovo Fogliani	2025	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.
32	Castelnuovo Fogliani	2026	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.

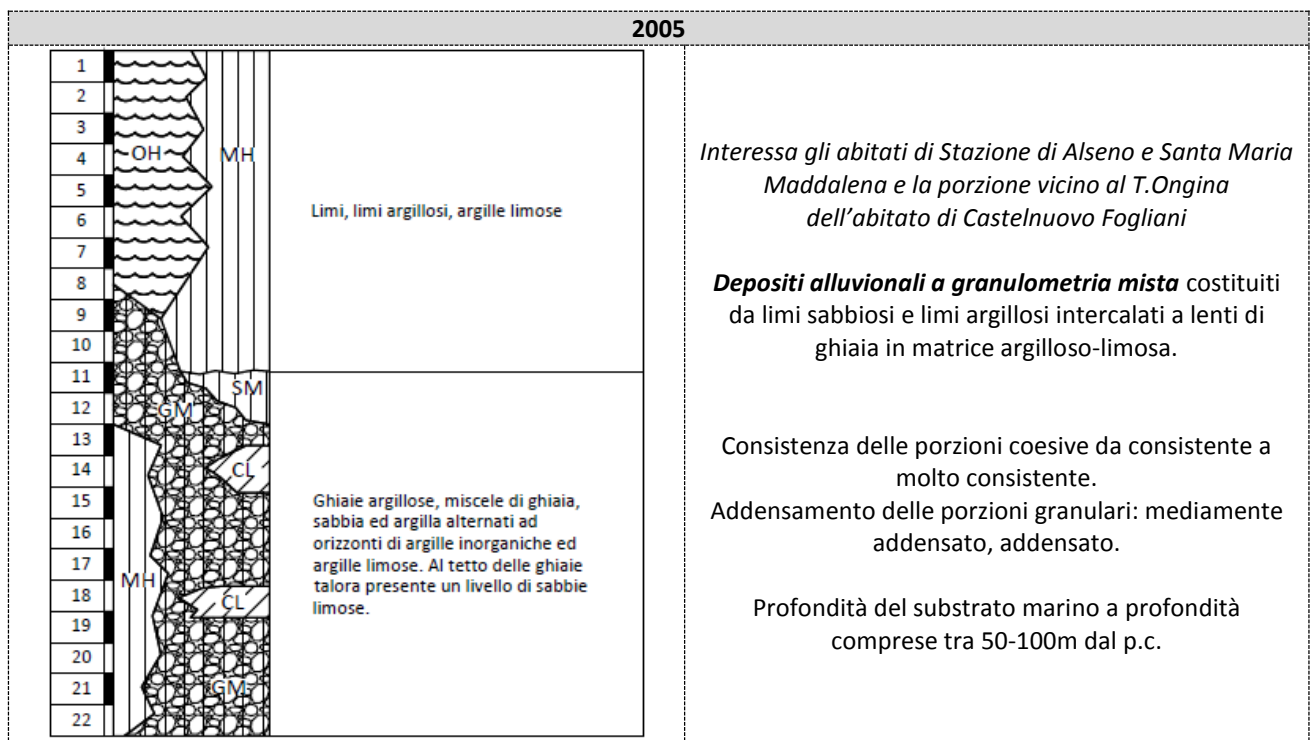
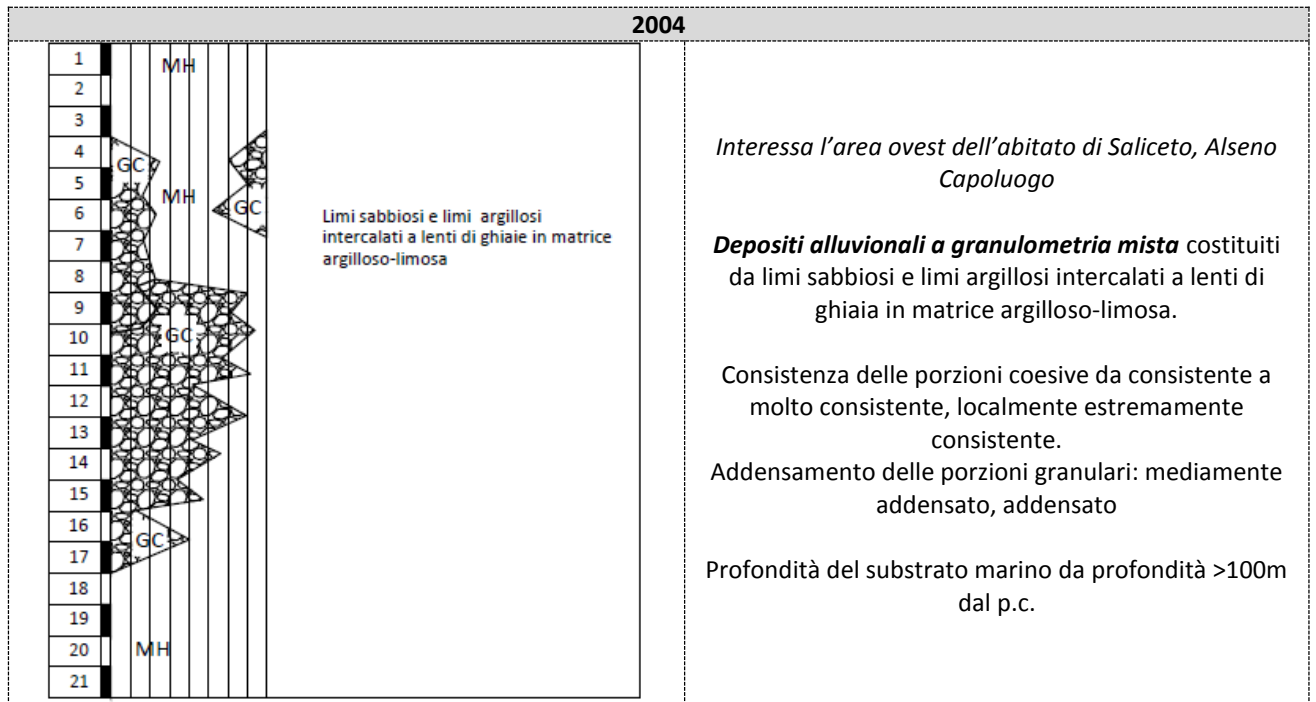
Zone stabili suscettibili di amplificazione locali			
Zona n°	Località	Successione stratigrafica	Descrizione
33	Castelnuovo Fogliani	2026	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.
34	Castelnuovo Fogliani	2026	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.
35	Castelnuovo Fogliani	2026	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.
36	Castelnuovo Fogliani	2026	Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m dal p.c.

Zone suscettibili di instabilità		
ID_i	Località	Descrizione
6	Sponda destra Rio Posticcio, nei pressi della località S. Giuseppe	Frana attiva - Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata
7	Rio Posticcio nei pressi del confine comunale	Frana attiva - Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata
8	Sponda destra T. Ongina, nei pressi del confine comunale	Frana attiva - Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata
14	Sponda destra T. Ongina, nei pressi dell'abitato di Castelnuovo Fogliani (Monastero)	Frana attiva di crollo
15	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Tripoli.	Frana attiva di crollo
17	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torre	Frana attiva - Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata
37	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Cà Torri	Frana quiescente - Scorrimento rotazionale con evoluzione in colata
39	Sponda destra T. Ongina, nei pressi della località Tripoli	Frana quiescente - Colata di terra

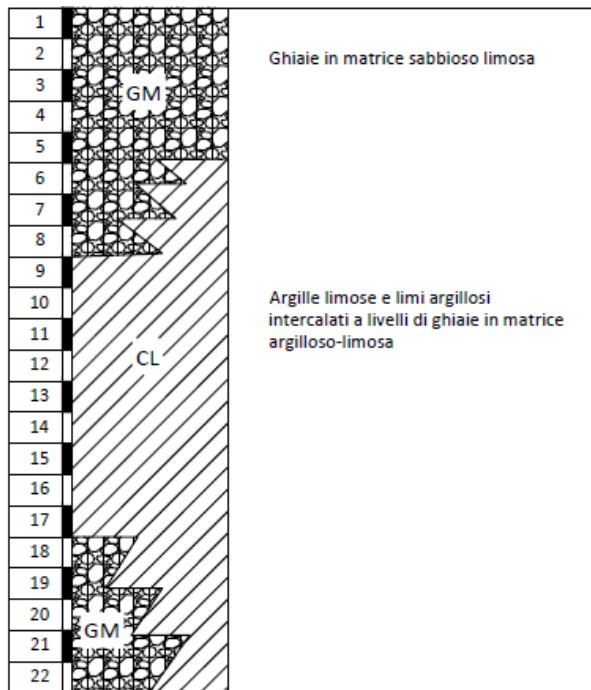
8.4.2 Schemi dei rapporti stratigrafici

Nelle tabelle seguenti sono riportate le colonne litostratigrafiche sintetiche rappresentative delle successioni litostratigrafiche individuate ed una loro descrizione.





2006



Interessa la porzione nord orientale dell'abitato di Lusurasco

Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da ghiaie in matrice limoso sabbiosa alternati ad argille limose e limi argillosi.

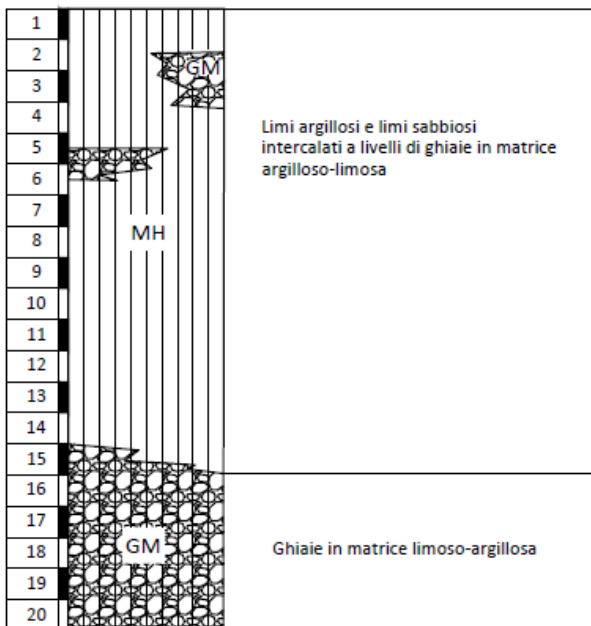
Addensamento delle porzioni da granulari: da poco addensato a moderatamente addensato.

Profondità del substrato marino comprese tra 100-50 m da p.c.



Ghiaie in matrice limoso-sabbiosa affioranti nell'area ovest di Lusurasco

2007

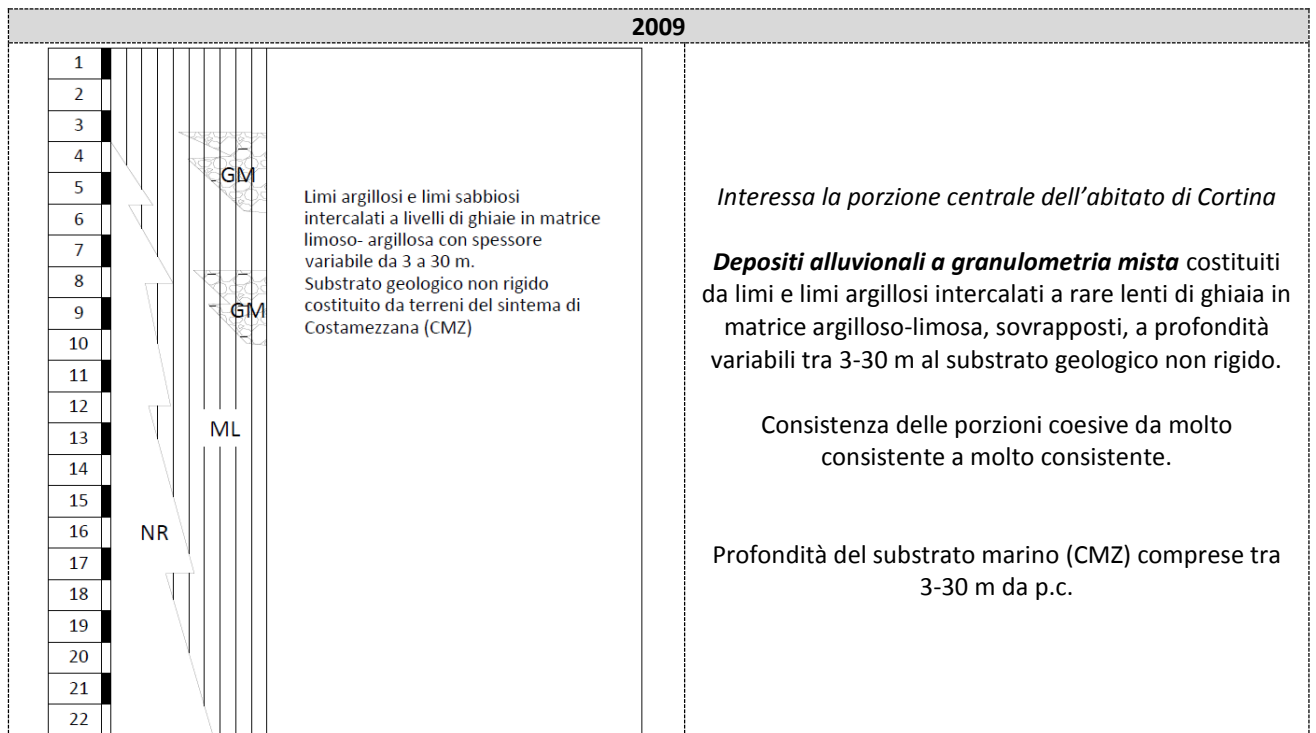
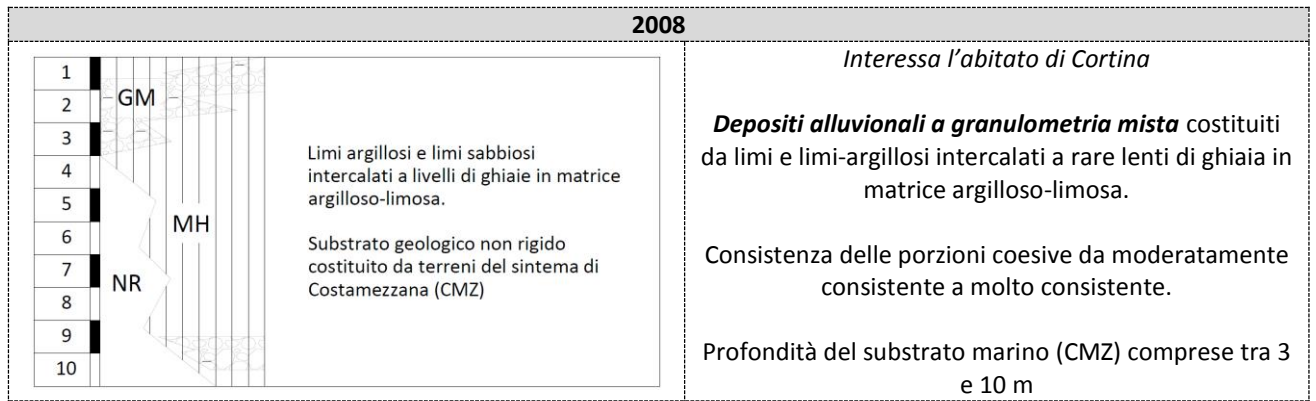


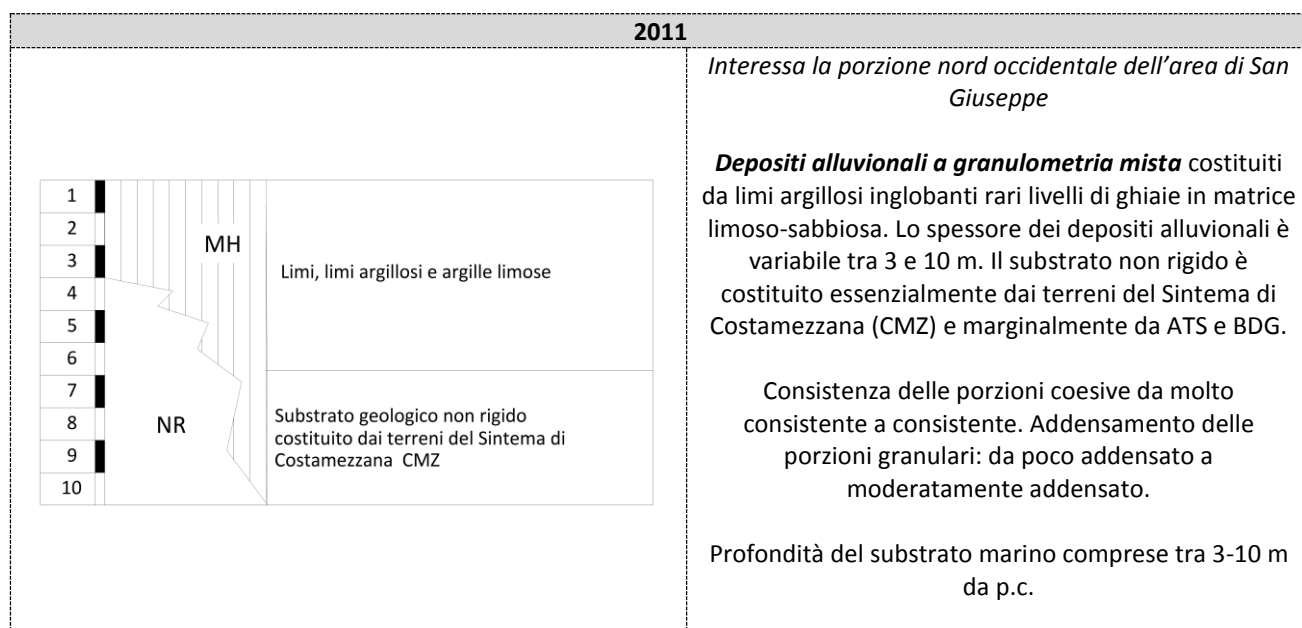
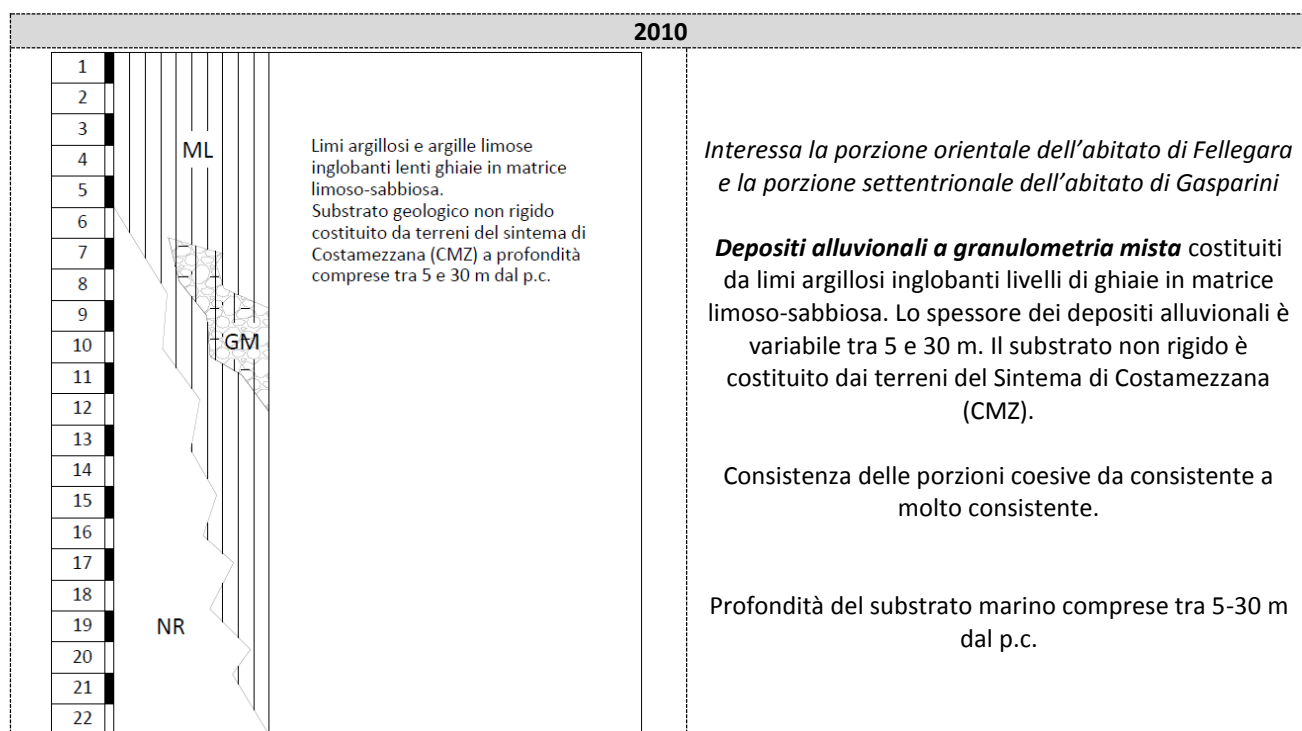
Interessa la porzione settentrionale dell'abitato di San Rocchino

Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi e limi argillosi intercalati a rare lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa, sovrapposti, alla profondità di 14-15 m dal p.c. ad un'alternanza di livelli di ghiaie in matrice limosa.

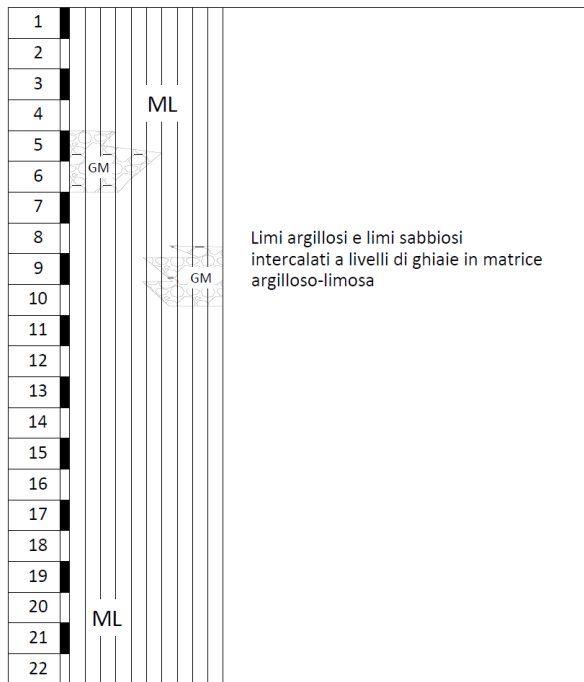
Consistenza delle porzioni coesive da molto consistente a consistente.

Profondità del substrato marino < 40 m da p.c.





2012



Interessa la porzione orientale dell'abitato di Castelnuovo Fogliani

Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa.

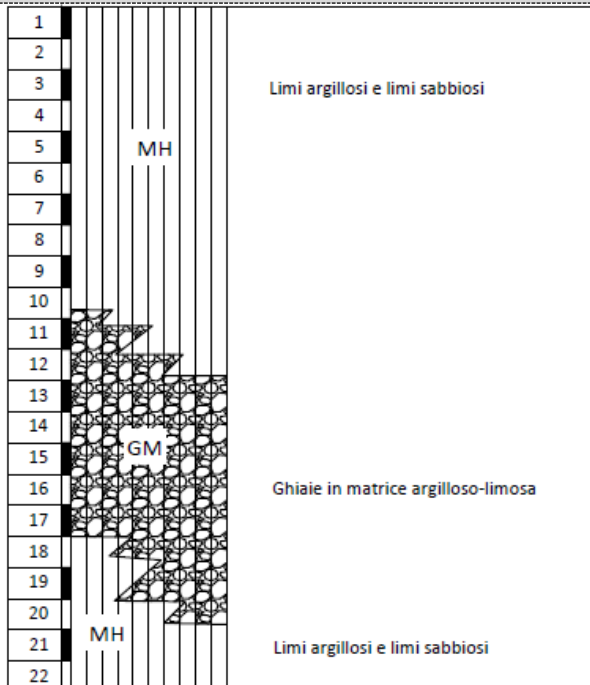
Consistenza delle porzioni coesive da consistente a molto consistente.

Profondità del substrato marino comprese tra 40-100 m da p.c.



Depositi alluvionali affioranti nel greto del T. Ongina (loc. Monastero)

2013



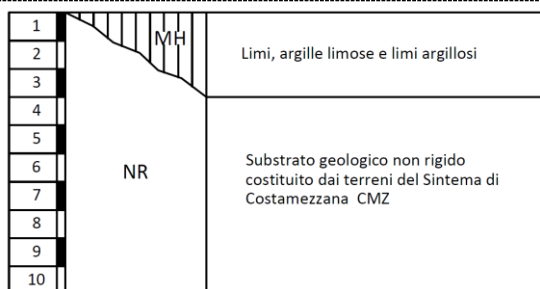
Interessa la porzione occidentale dell'abitato di Castelnuovo Fogliani

Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi sabbiosi e limi-argillosi intercalati a livelli di ghiaia in matrice argilloso-limosa.

Consistenza delle porzioni coesive consistente.

Profondità del substrato marino comprese tra 50-100 m da p.c..

2014

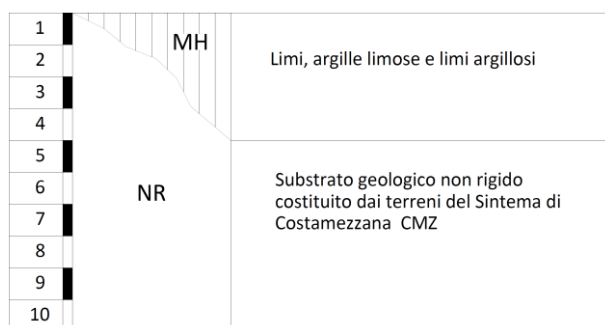


Interessa il settore occidentale di Fellegara (Fellegara Bassa).

Substrato geologico non rigido costituito dai terreni del Sintema di Costamezzana. L'unità è costituita da corpi metrici lenticolari di ghiaie, raramente gradate, amalgamate con matrice sabbiosa e clasti pelitici anche di grandi dimensioni (metrici), sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua, laminazione piano-parallela, HCS. Intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie in matrice sabbiosa. Argille e limi grigio-nerastri fossiliferi (presenza di pecten e cerastodermi lungo l'impluvio dei rio Posticco e del rio S. Maria) e bioturbati, frustoli vegetali. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su ATS e BDG.

Substrato geologico non rigido costituito da terreni afferenti al sintema di Costamezzana (CMZ) talora ricoperto da spessori variabili di argille limose e limi argillosi.

2015



Interessa il settore sud orientale dell'abitato di Gasparini.

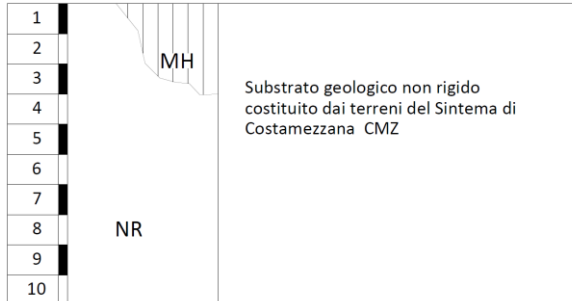
Substrato geologico non rigido costituito dai terreni del Sintema di Costamezzana. L'unità è costituita da corpi metrici lenticolari di ghiaie, raramente gradate, amalgamate con matrice sabbiosa e clasti pelitici anche di grandi dimensioni (metrici), sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua, laminazione piano-parallela, HCS. Intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie in matrice sabbiosa. Argille e limi grigio-nerastri fossiliferi (presenza di pecten e cerastodermi lungo l'impluvio dei rio Posticco e del rio S. Maria) e bioturbati, frustoli vegetali. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su ATS e BDG.

Substrato geologico non rigido costituito da terreni afferenti al sintema di Costamezzana (CMZ) talora ricoperto da spessori variabili di argille limose e limi argillosi.



Substrato marino: affioramento di CMZ in località Quercia Verde

2016



Substrato geologico non rigido costituito essenzialmente dai terreni del Sintema di Costamezzana. L'unità è costituita da corpi metrici lenticolari di ghiaie, raramente gradate, amalgamate con matrice sabbiosa e clasti pelitici anche di grandi dimensioni (metrici), sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua, laminazione piano-parallela, HCS. Intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie in matrice sabbiosa. Argille e limi grigio-nerastri fossiliferi (presenza di pecten e cerastodermi lungo l'impluvio dei rio Posticcio e del rio S. Maria) e bioturbati, frustoli vegetali. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su ATS e BDG visibile nel settore sud occidentale dell'area in esame.

Interessa il settore sud orientale dell'area di San Giuseppe

Substrato geologico non rigido costituito essenzialmente dai terreni del Sintema di Costamezzana (CMZ) e marginalmente da ATS e BDG, talora ricoperti da spessori variabili di argille limose e limi argillosi

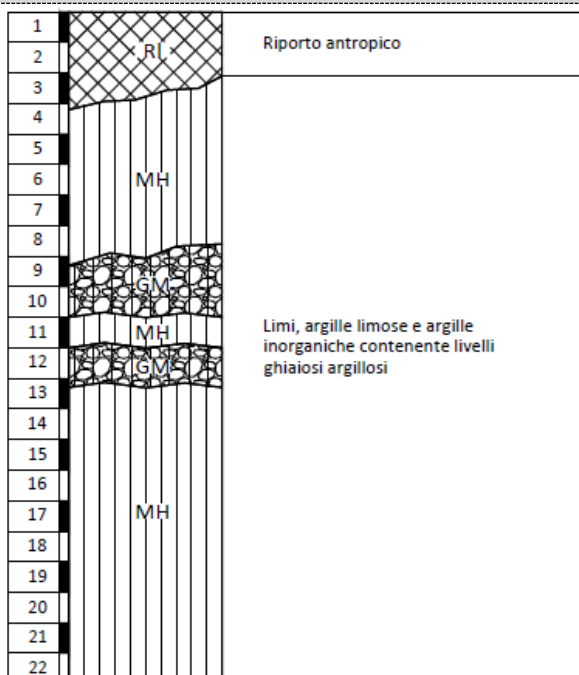


Substrato marino: affioramento di CMZ lungo il Rio Posticcio



Substrato marino: affioramento della porzione ghiaiosa nella zona di Cà Torri

2017

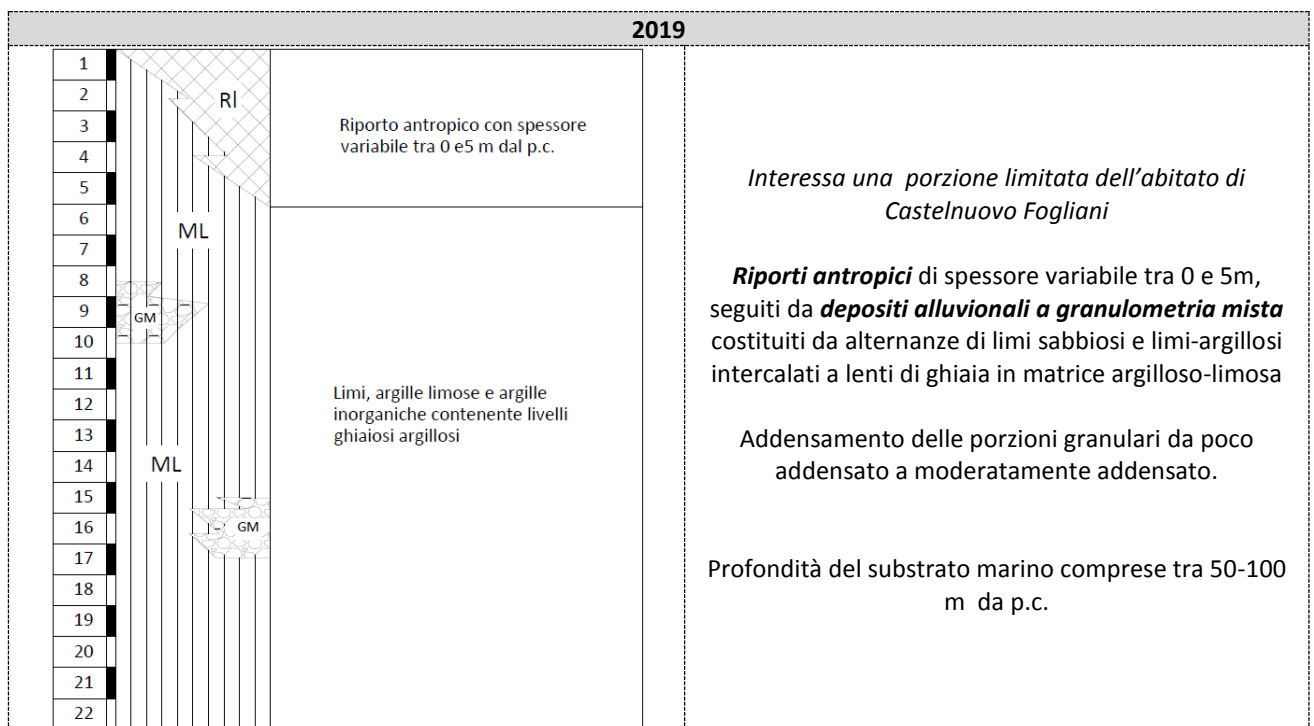
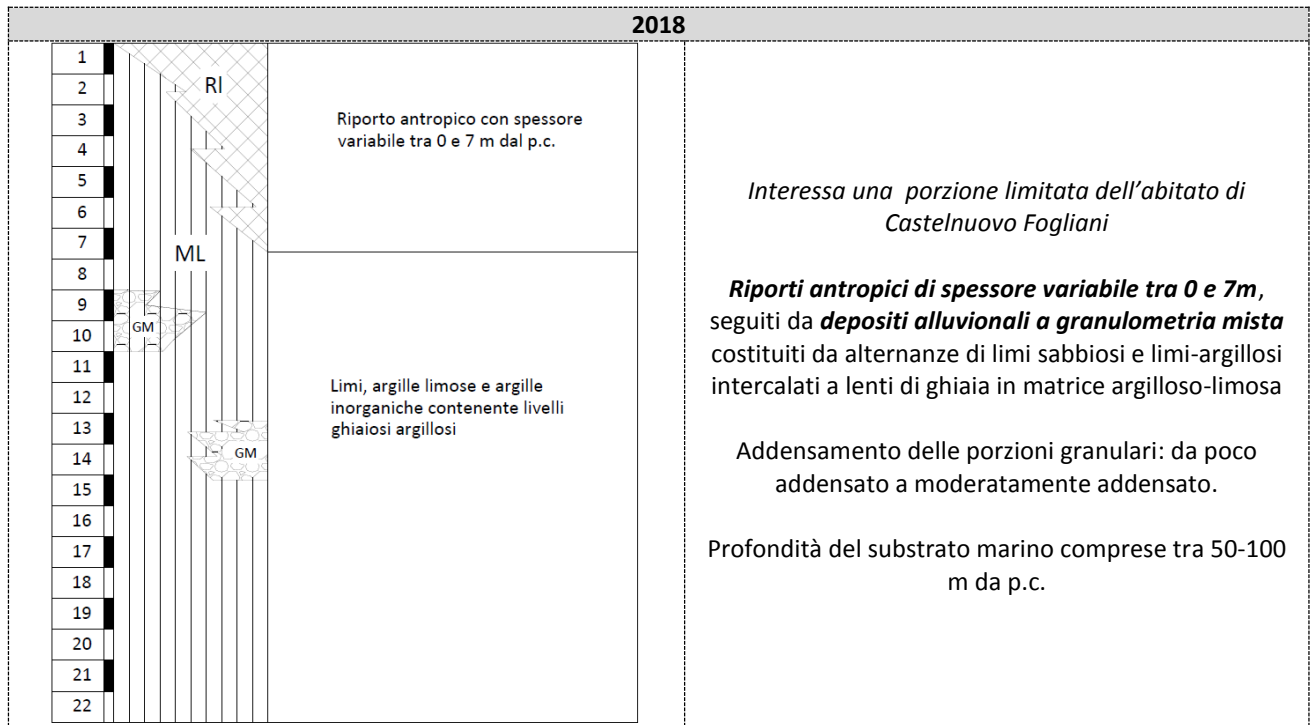


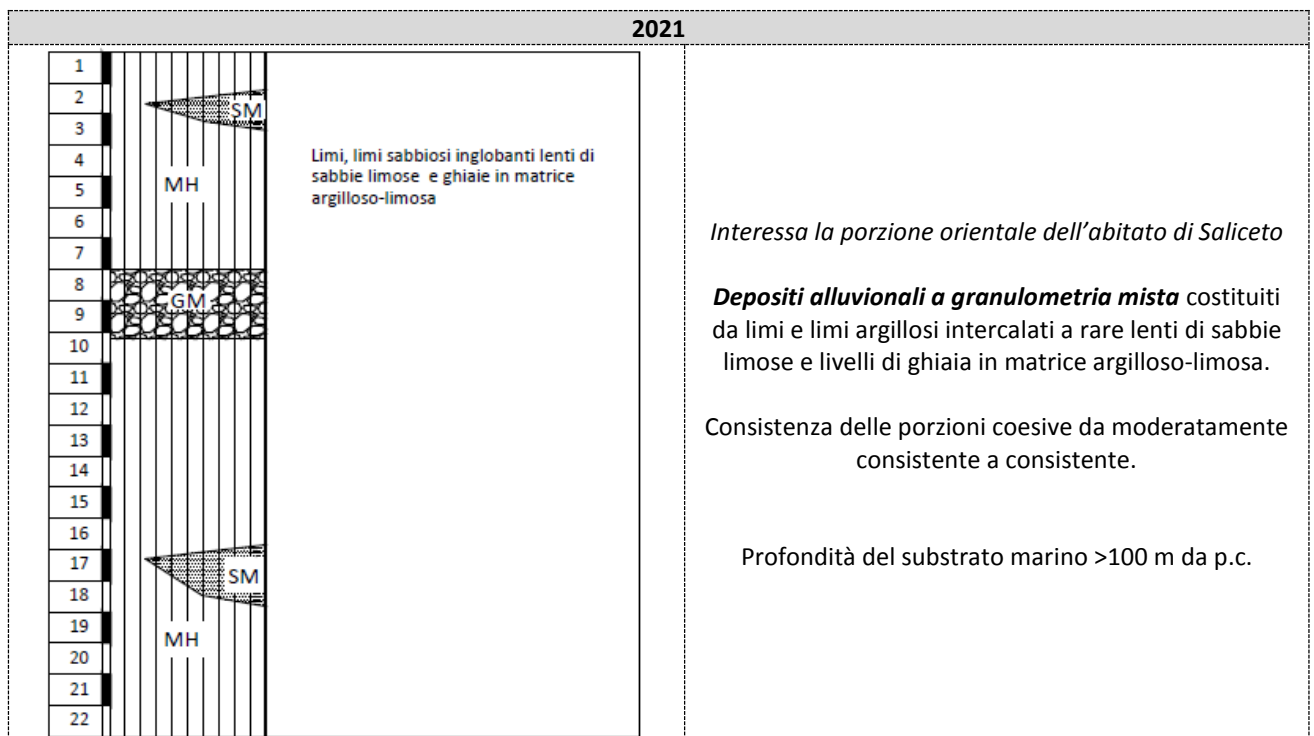
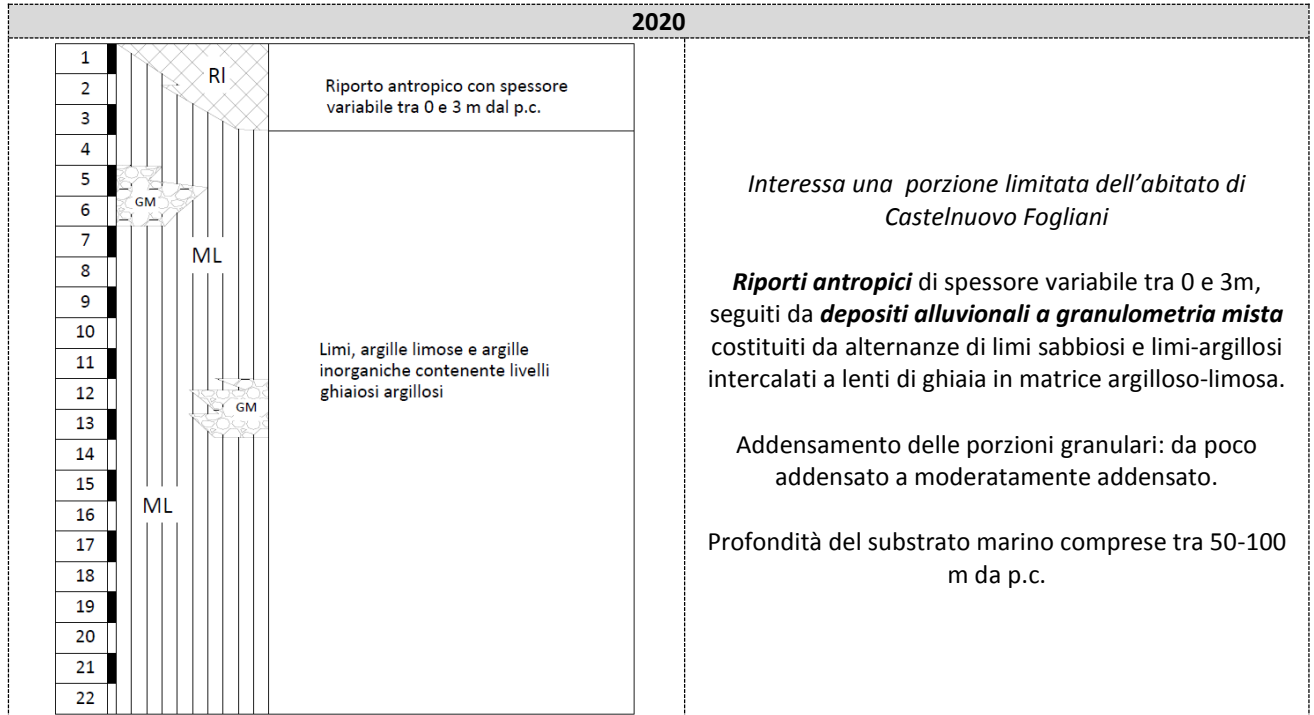
Interessa la porzione occidentale dell'area di Santa Maria Maddalena

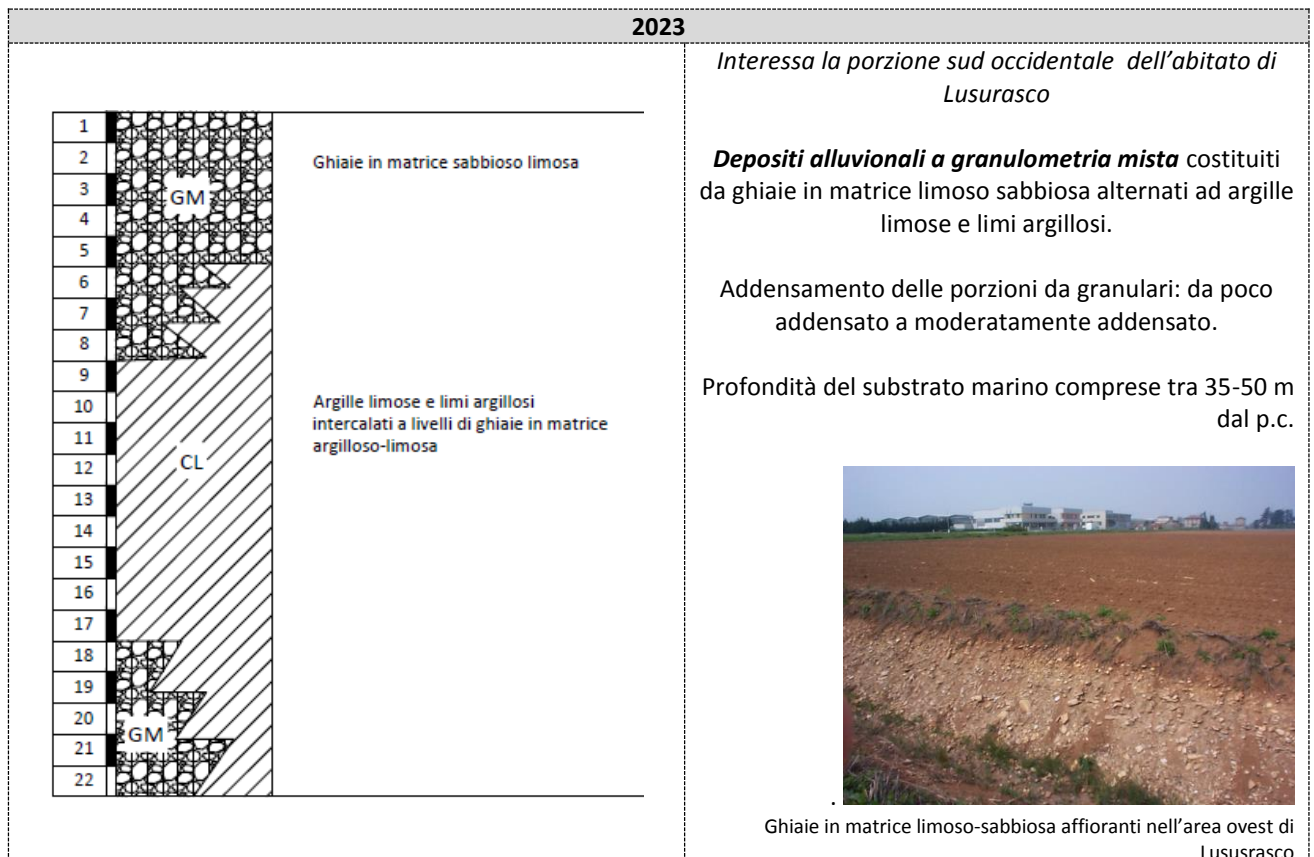
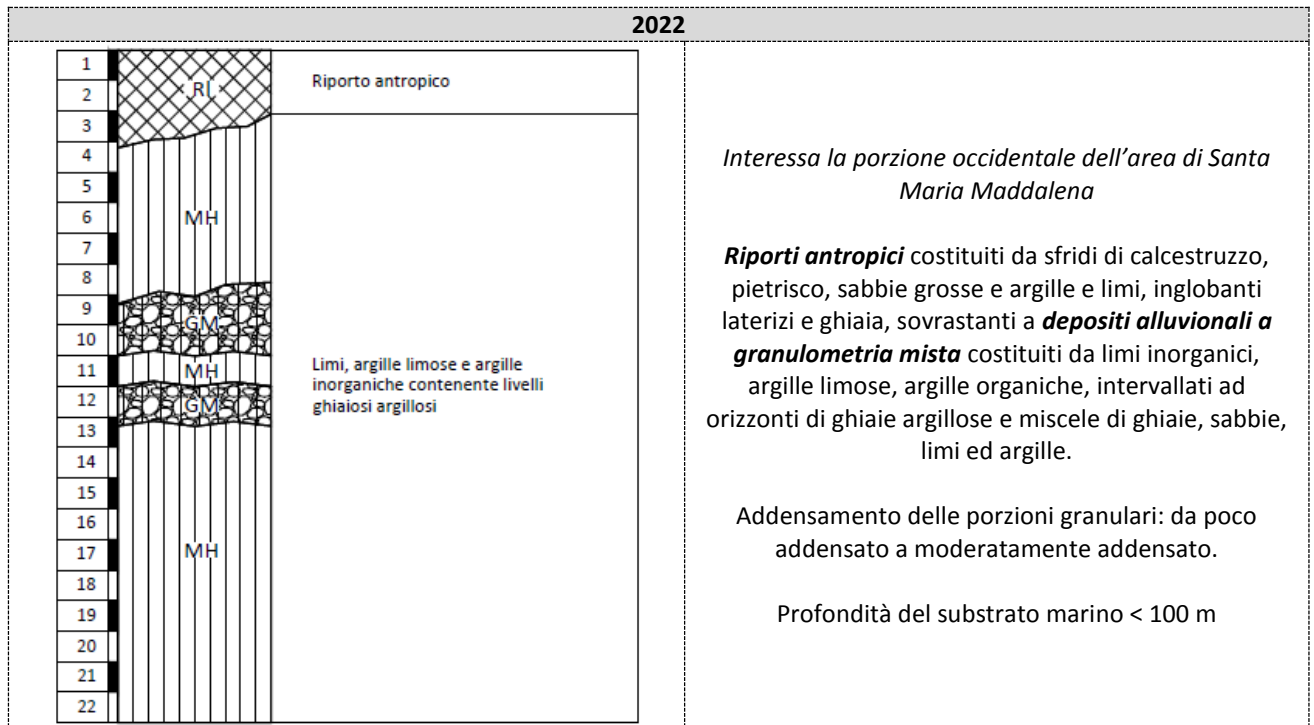
Riparti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a **depositi alluvionali a granulometria mista** costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche, intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille.

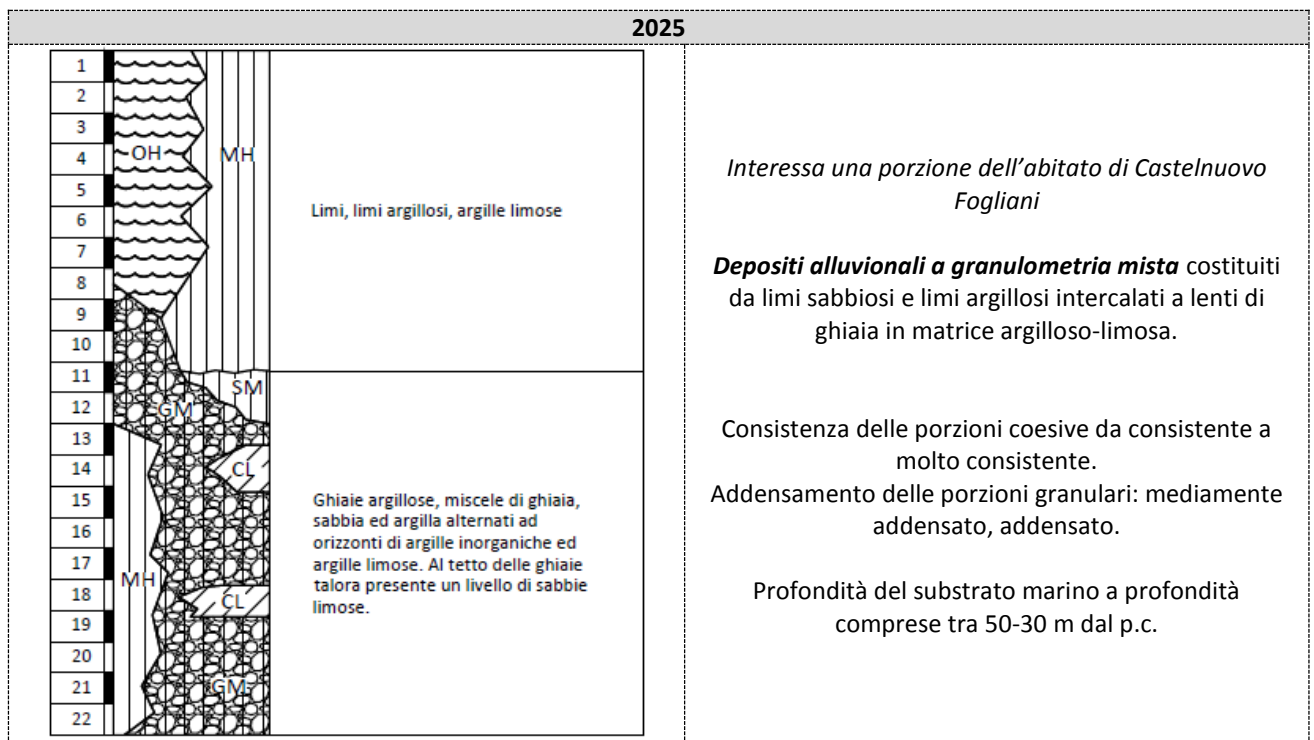
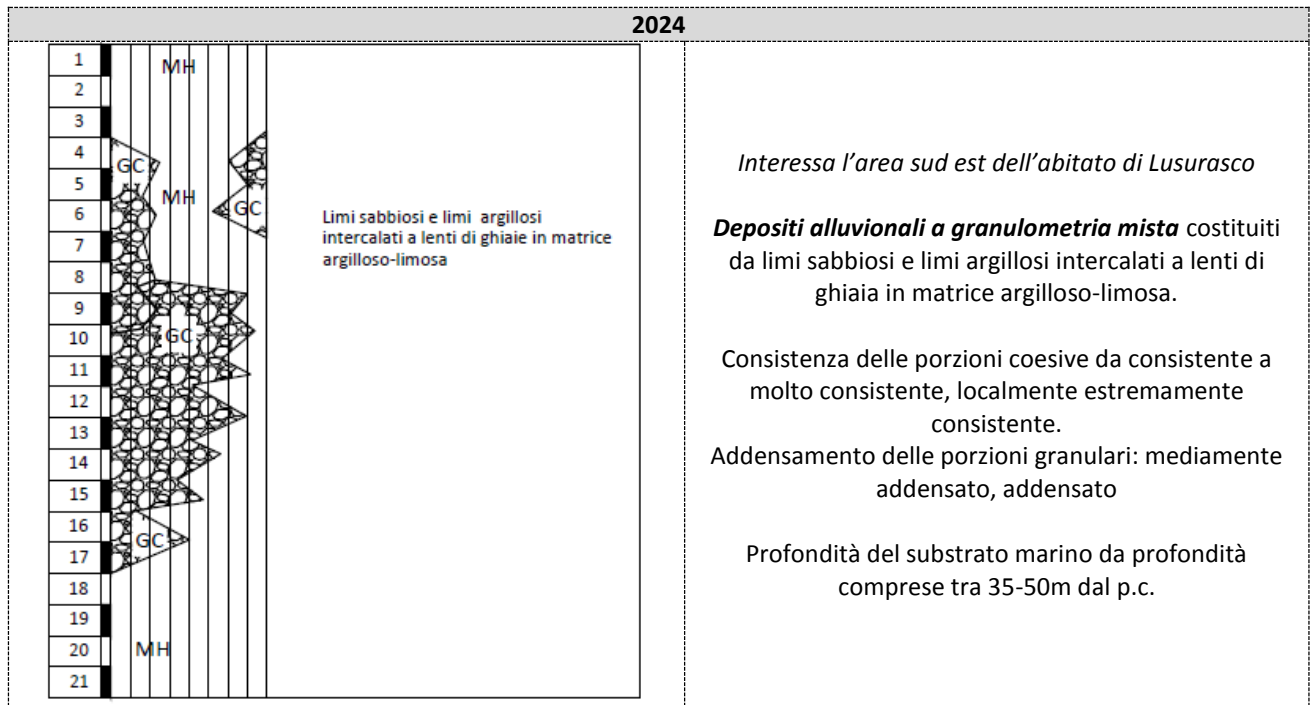
Addensamento delle porzioni granulari: da poco addensato a moderatamente addensato.

Profondità del substrato marino > 100 m

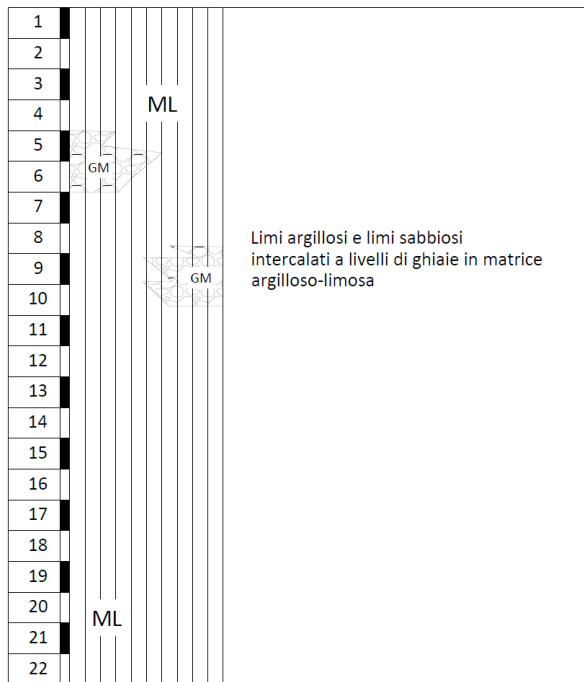








2026



Interessa la porzione orientale dell'abitato di Castelnuovo Fogliani

Depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da alternanze di limi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa.

Consistenza delle porzioni coesive da consistente a molto consistente.

Profondità del substrato marino comprese tra 30-50 m da p.c.



Depositi alluvionali affioranti nel greto del T. Ongina (loc. Monastero)

8.4.3 Sezioni geologiche

Le sezioni geologiche sono state realizzate correlando i dati geognostici reperiti, integrati, nelle porzioni marginali da prove ubicate in comuni limitrofi, presenti nella banca dati del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna. Le sezioni sono state costruite con orientazione trasversale (**SEZIONI A e B**) e longitudinale (**SEZIONE C**) al margine appenninico ed agli assi degli elementi strutturali sepolti.

Sono state redatte tre sezioni geologico litotecniche riportate nella Carta "Sezioni Geologiche" per le quali sono stati individuati i rapporti stratigrafici tra il substrato marino ed i depositi continentali; all'interno dei depositi alluvionali sono stati individuati gli orizzonti di ghiaia. Sono state inoltre costruite ulteriori due sezioni geologiche (nelle quali non sono riportati gli orizzonti ghiaiosi) con orientazione trasversale (**SEZIONE D**) e longitudinale (**SEZIONE F**) al margine appenninico, al fine di verificare l'andamento del substrato marino all'interno del territorio comunale.

In accordo con quanto esposto nelle note dei Fogli Geologici 180 e 181 (Calabrese, 2009 e Calabrese e Di Dio, 2009), a cui si rimanda, l'organizzazione latero-verticale dei sintemi e supersintemi è attribuita principalmente alla tettonica; in particolare queste unità registrano l'alternarsi di fasi tettoniche intense e fasi di relativa stabilità e riflettono, quindi, l'evoluzione paleogeografica del margine appenninico.

Per quanto riguarda la giacitura, tutte le unità geologiche presentano un'immersione verso N-NE ma hanno differenti inclinazioni. In particolare, per quanto riguarda il supersistema Quaternario Marino l'unità BDG ha inclinazioni variabili tra i 15 e i 20 gradi, l'ATS tra i 5 e i 10 gradi, il CMZ tra i 2 e i 4 gradi; tutte queste unità, che presentano spessori modesti in affioramento, possono raggiungere spessori pari a diverse centinaia di metri nel sottosuolo. Il grosso aumento di spessore avviene andando verso la zona depocentrale (sinclinale) del bacino sedimentario compreso tra il Fronte di Sovrascorrimento Pedappenninico a Nord, ed il fronte di sovrascorrimento esterno a Sud.

La grossa variazione di spessore che si riscontra all'interno delle unità BDG, ATS e CMZ decresce con la deposizione delle unità appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, così come la loro inclinazione; questo è dovuto al progressivo colmamento del bacino sedimentario sopraccitato, colmamento dovuto appunto alla migrazione progressiva verso NE delle avanfosse plio-pleistoceniche.

In particolare l'unità AES3 ha un'inclinazione di circa 1 grado mentre le altre unità, AES7 e AES8 sono quasi suborizzontali; queste unità, anche se relativamente recenti, risentono ugualmente dell'assetto strutturale presente nell'area in esame.

Si evidenzia che le sezioni A, B, C e D hanno consentito di individuare il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) mentre risulta non presente nel settore più meridionale interessato dalla sezione F (incerta la presenza nella zona posta a sud di Lurasco).

Di seguito una descrizione sintetica delle sezioni elaborate.

Sezione A. La sezione si sviluppa SSW-NNE tra la val Stirone (a sud) ed il torrente Ongina passando per la località Ca' Zanella (a nord); la sezione passa ad est di Castelnuovo Fogliani. Nel settore meridionale (fino al rio Posticcio in sezione) i depositi del CMZ si presentano o affioranti o sub affioranti coperti localmente dai depositi AES3. I pozzi censiti al codice P314PA386, P334PA407 e P327PA399 individuano lo spessore dei depositi AES3 variabile da 0 a 17 m e lo spessore del CMZ variabile da 25 m (nel margine meridionale) a 32 m. Il CMZ è sovrapposto all'ATS indagato fino a 106 m di profondità nel pozzo P334PA407 dove a tale quota sono state rinvenute sabbie tipo BDG. Dal rio Posticcio fino a poco a nord della SS9 via Emilia è affiorante l'AES3 che presenta spessori piuttosto costanti di circa 27 m; il Subsistema di Agazzano è sovrapposto all'AEI che presenta spessori variabili da 0 a 50 m. L'AEI è sovrapposto al CMZ; all'altezza della via Emilia non è individuata la base. Tra la via Emilia e la chiusura della sezione (posta fuori comune) è affiorante l'AES8a con spessori variabili da pochi metri (a sud) a 9.0 m a Nord. L'AES8a è sovrapposto all'AES7b (affiorante poco ad est della sezione) che presenta spessori variabili da 0 a 27 m. L'AES7b ha in parte eroso l'AES3 al quale è sovrapposto e lo spessore di quest'ultimo sembra ridursi dai 27 m a sud a 20 m a nord. Le ghiaie sono diffuse nelle unità AES3 e AES7b (circa 50% in sezione anche se discontinue) mentre sono quasi del tutto assenti nell'AES8a e rare nell'AEI (circa 20% in sezione).

Sezione B. La sezione si sviluppa SSW-NNE tra Cortina (a sud) e Chiaravalle della Colomba (a nord) passante poco ad ovest di Alseno. Nel settore meridionale (fino al rio Santa Franca) i depositi del CMZ sono coperti ed erosi dai depositi AES3. I pozzi censiti al codice RER 180120P612, 180120P611 e al codice P315PA387 individuano lo spessore dei depositi AES3 variabile da 5 a 18 m e lo spessore CMZ variabile da 20 m (nel margine meridionale) a 50 m. Il CMZ è sovrapposto all'ATS indagato fino a 80 m di profondità nel pozzo 180120P611; i dati reperiti non rinvennero le sabbie del BDG. Dal rio Santa Franca fino a circa 700 m a nord della FS MI-BO è affiorante l'AES7 sia come unità di Niviano (AES7a - affiorante nei pressi dell'abitato di San Rocchino) sia come unità di Vignola (AES7b); il Subsistema di Villa Verucchio presenta spessori variabili da pochi metri a 35 m a nord. Ed è sovrapposto all'AES3 il cui spessore varia da 10 m (a sud) a 16 m (a nord) evidenziando una erosione marcata da parte del Subsistema AES7. Il Subsistema di Agazzano è sovrapposto all'AEI che presenta spessori variabili da 0 m a oltre 100 m. L'AEI è sovrapposto al CMZ il cui tetto è individuato nel pozzo P279PA350 alla profondità di circa 142 m dal pc. Tra la FS MI-BO e la chiusura della sezione è affiorante l'AES8 con spessori variabili da pochi metri (a sud) a 8.0 m a Nord. L'AES8 è sovrapposto all'AES7 che presenta spessori costati pari a 32-33 m. L'AES7 è sovrapposto all'AES3; lo spessore di quest'ultimo risulta costante e pari a circa 20 m. Le ghiaie sono ben distribuite nelle unità AES3 e AES7b ed AEI (da 40% al 60% in sezione anche se discontinue) e sono presenti anche nell'AES8 (circa 20% in sezione).

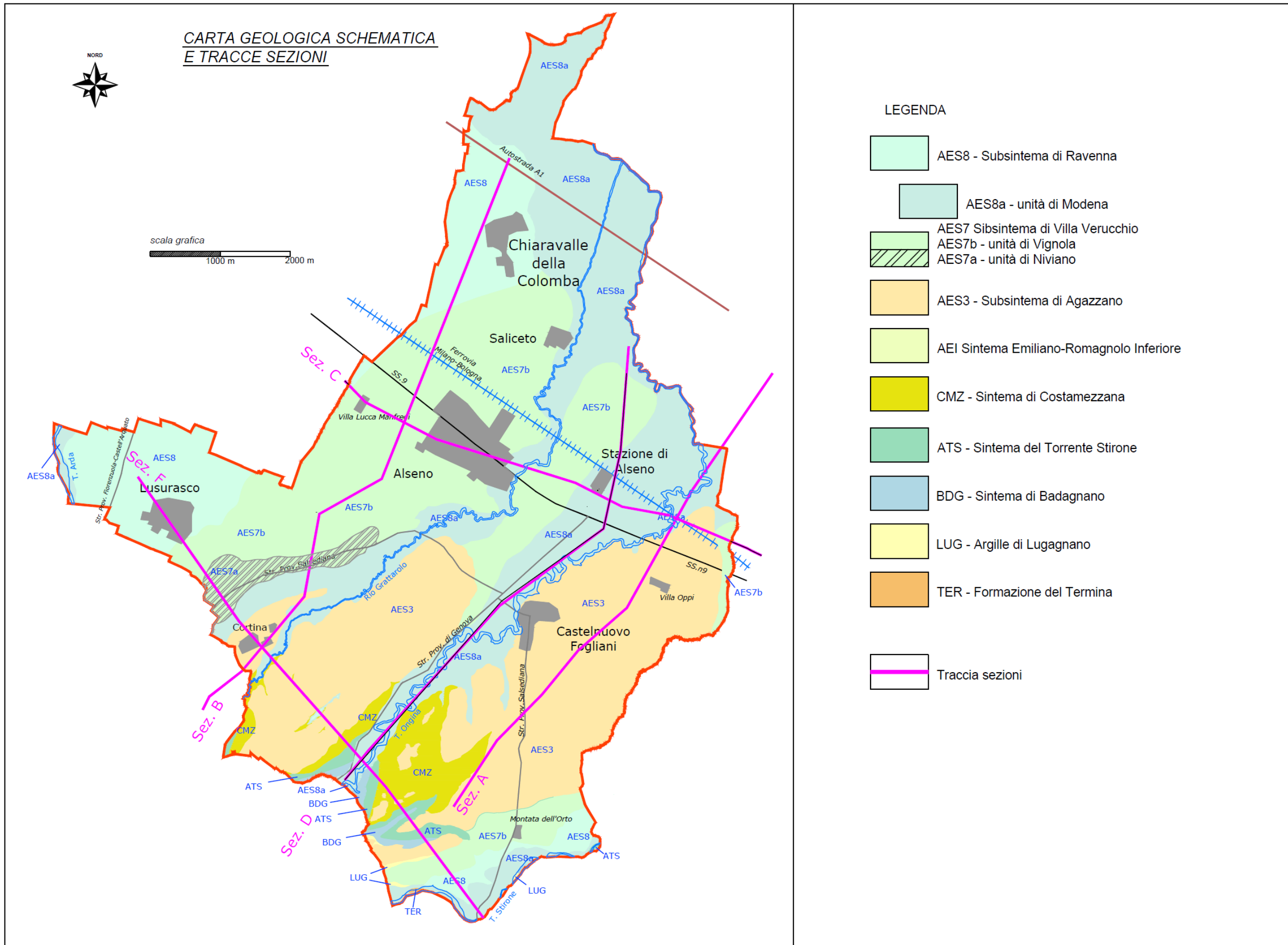
Sezione C. La sezione si sviluppa da Ovest ad Est lungo l'asse della via Emilia interessando tutto il territorio comunale ed attraversando l'abitato di Alseno. Lungo la sezione è sempre affiorante o sub affiorante il Subsistema di Villa Verucchio (AES7) ed in particolare l'unità più recente AES7b (unità di Vignola); localmente essa è coperta dai depositi recenti ed attuali dell'AES8 afferenti al sistema Grattarolo-Santa Franca od Ongina che presentano spessori limitati (massimo circa 5.0 m). La continuità dell'AES7 è interrotta nei pressi di Villa Oppi dai depositi AES3 che per un tratto di circa 500 m risultano affioranti. Lo spessore di AES7 risulta complessivamente variabile da 11 a 26 m (zona Alseno). Lo spessore dei depositi AES3 varia da 18 m nella zona di Alseno a 34 m ove affioranti nei pressi di Villa Oppi. I pozzi censiti al codice P321PA393, P309PA380 e P311PA382 nonché i pozzi della banca dati RER 181090P702, 181090P703 e 181090P709 hanno individuato i depositi del Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore fino ad una profondità pari a 78 m dal pc. All'interno dell'AES8 sono quasi assenti orizzonti ghiaiosi. Le ghiaie dell'AES7 sono distribuite in modo anomalo e più frequenti sul lato ovest (verso Arda); presentano forti variazioni laterali e verticali individuando anche numerosi paleo canali sospesi. Le ghiaie dell'AES3 sono relativamente distribuite in modo più omogeneo anche se presentano variazioni laterali e verticali significative. Le ghiaie dell'AEI sembrano continue solo nella porzione sommitale dell'unità.

Sezione D. La sezione si sviluppa SSW-NNE lungo l'asta fluviale del t. Ongina passa per Castelnuovo Fogliani e la Stazione di Alseno. Lungo la sezione è affiorante l'unità di Modena (AES8a) afferente al t. Ongina e solo a circa 800 m a nord della stazione di Alseno è affiorante il Subsistema di Villa Verucchio per una lunghezza di circa 1100 m. Da sud verso nord l'unità di Modena varia lo spessore da 5 a 12 m; da sud a nord l'AES8a ricopre tutte le unità geologiche affioranti in val Ongina fino a poco a nord della Stazione di Alseno (BDG, ATS, CMZ, AES3 e AES7). La sezione mostra spessori alquanto variabili di CMZ e AEI; il Sistema di Costamezzana presenta spessori di 25 m nelle aree sub affioranti poste a sud e spessori maggiori di 70-80 m nella zona di Castelnuovo Fogliani; il Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore presenta spessori di circa 15 m nel settore sud e di circa 90 m nei pressi della stazione di Alseno. In tale sezione le ghiaie risultano mal distribuite ed i pochi dati non consentono una correlazione tra gli orizzonti.

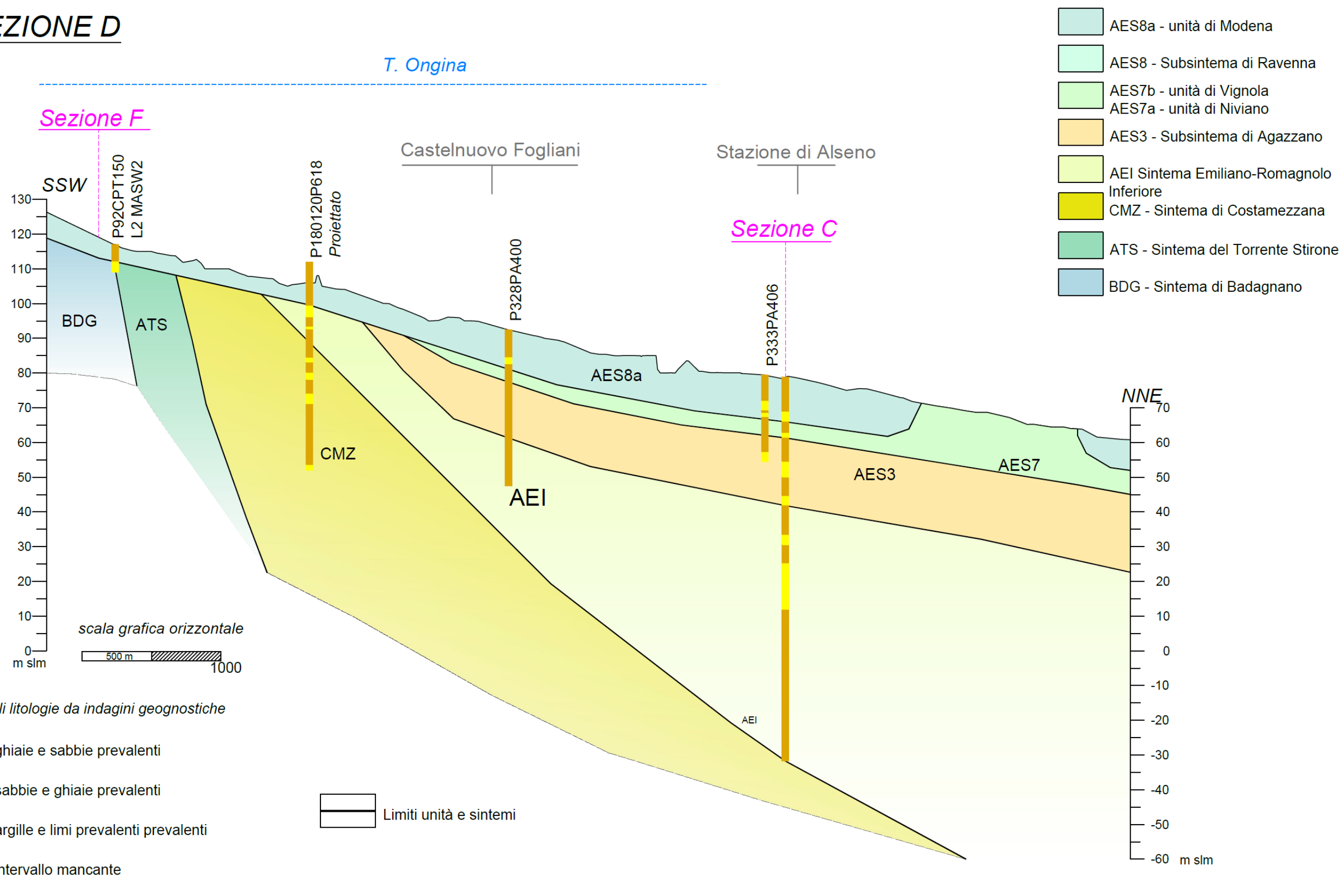
Sezione F. La sezione si sviluppa SE-NW attraversando le valli del t. Stirone, del t. Ongina e chiudendosi in Lurasco in prossimità del t. Arda. La sezione è redatta anche per evidenziare la peculiarità delle valli e la differenza morfologica tra esse. Il fondo alveo del t. Stirone è posto alla quota di 145 m slm, il talveg del t. Ongina è rilevato a 126 m slm, l'alveo del t. Arda presenta una quota di circa 108 m slm (esterno alla sezione). Lungo l'asta del t. Stirone la sezione individua i depositi pliocenici delle argille Azzurre di Lugagnano (LUG-FAA), lungo l'asta del t. Ongina è sub affiorante il sistema del t. Stirone (ATS) mentre lungo il torrente Arda sono affioranti o subaffioranti i depositi del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8 e AES7). La sezione mostra come i depositi marini affiorino a quote più elevate a sud-est immergendosi lateralmente verso nord-ovest. La peculiarità è rappresentata dal Colle San Giuseppe (posto in destra idrografica del t. Ongina) ove sono affioranti le sabbie ed i depositi marini del CMZ ad una quota di 190 m slm; in sinistra idrografica del t. Ongina i depositi marini sono parzialmente coperti

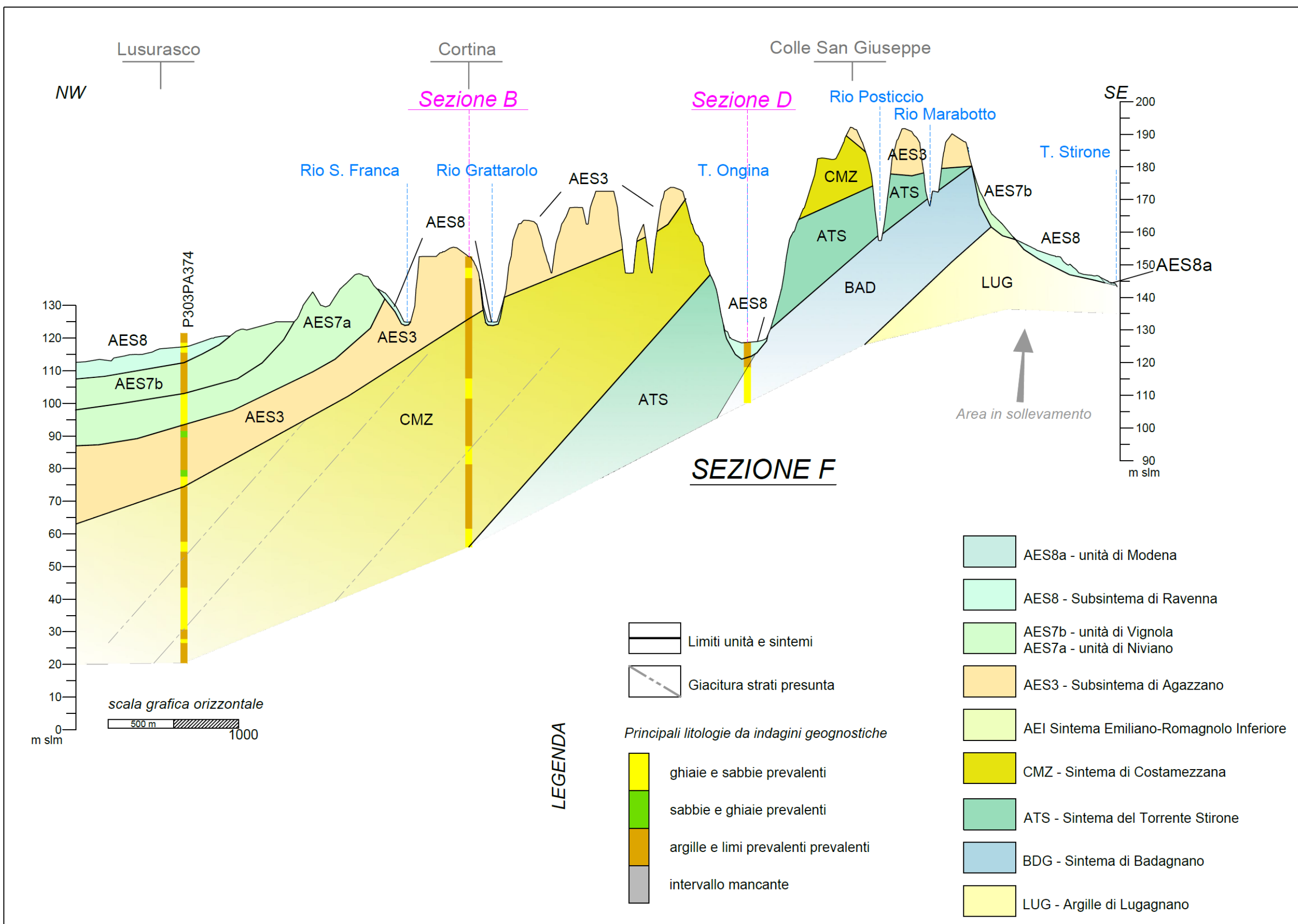
dal' AES3 ed affiorano circa a 170 m slm. L' unità AES3 è sovrapposta direttamente al CMZ e nel terrazzo di "Cortina-Gasparini" non è censito il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore. Verso nord-ovest le unità AES7 erodono l' AES3 riducendone lo spessore da 21-22 m a 15 m sotto l' abitato di Lusurasco. Lo spessore cumulato di AES7a e AES7b arriva a 18-19 m in Lusurasco.

In conclusione, le geometrie rappresentate dalle sezioni geologiche e le giaciture rilevate in affioramento sono con buona probabilità causate dagli eventi tettonici che coinvolgono aree e blocchi strutturali di notevole estensione e verosimilmente controllano la sedimentazione delle Sequenze Deposizionali Principali (Supersintemi) e delle Sequenze Deposizionali Minori (Sintemi) nonché la formazione dei loro limiti; è lecito pensare che in concomitanza con tali eventi tettonici si creino le premesse topografiche per uno sconvolgimento del reticolo di drenaggio. A questo fenomeno si sommano gli effetti delle oscillazioni climatiche che sono responsabili, attraverso le fasi d' attivazione e disattivazione fluviali, dello sviluppo e dell' organizzazione interna dei Subsintemi.



SEZIONE D

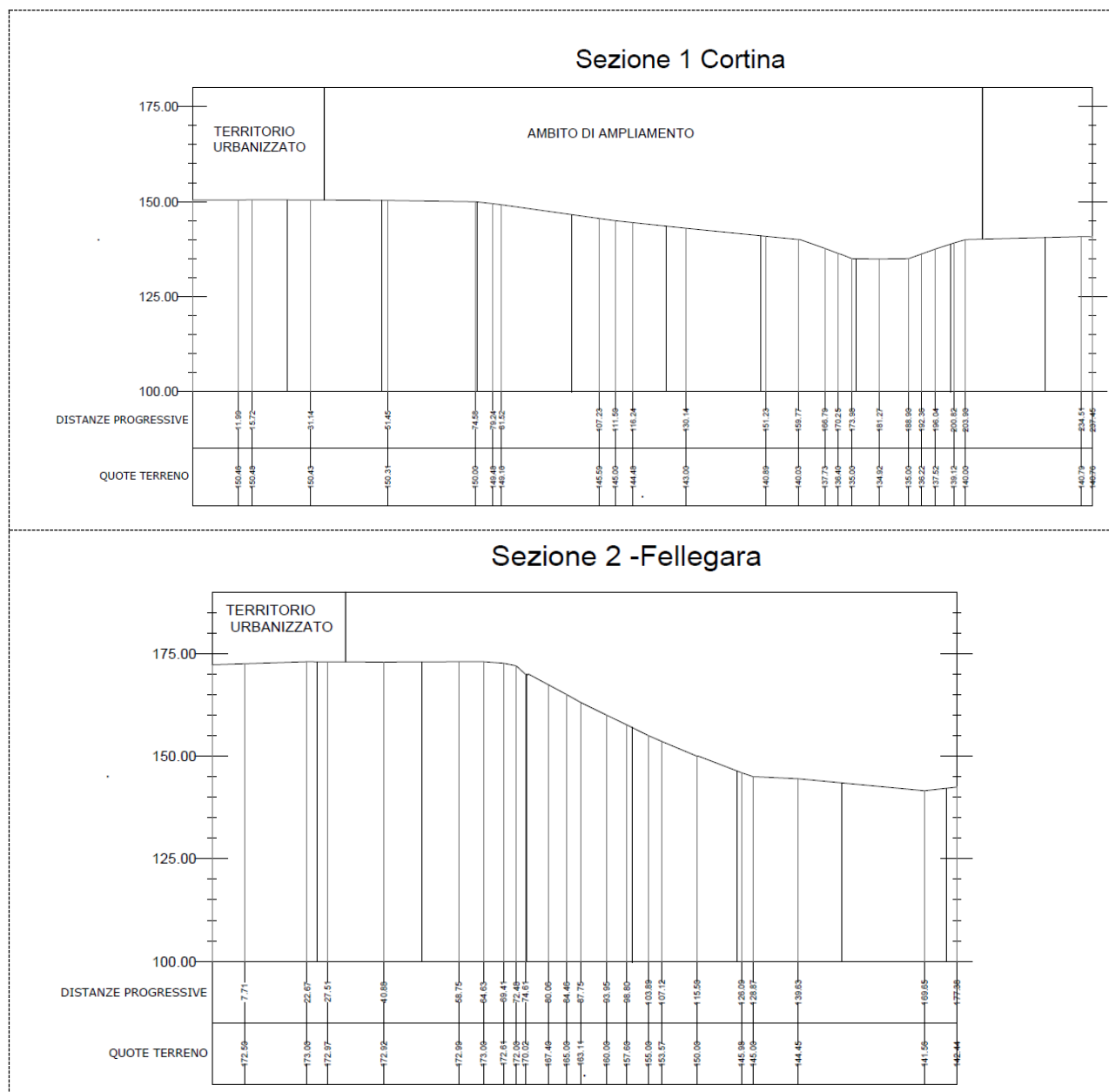




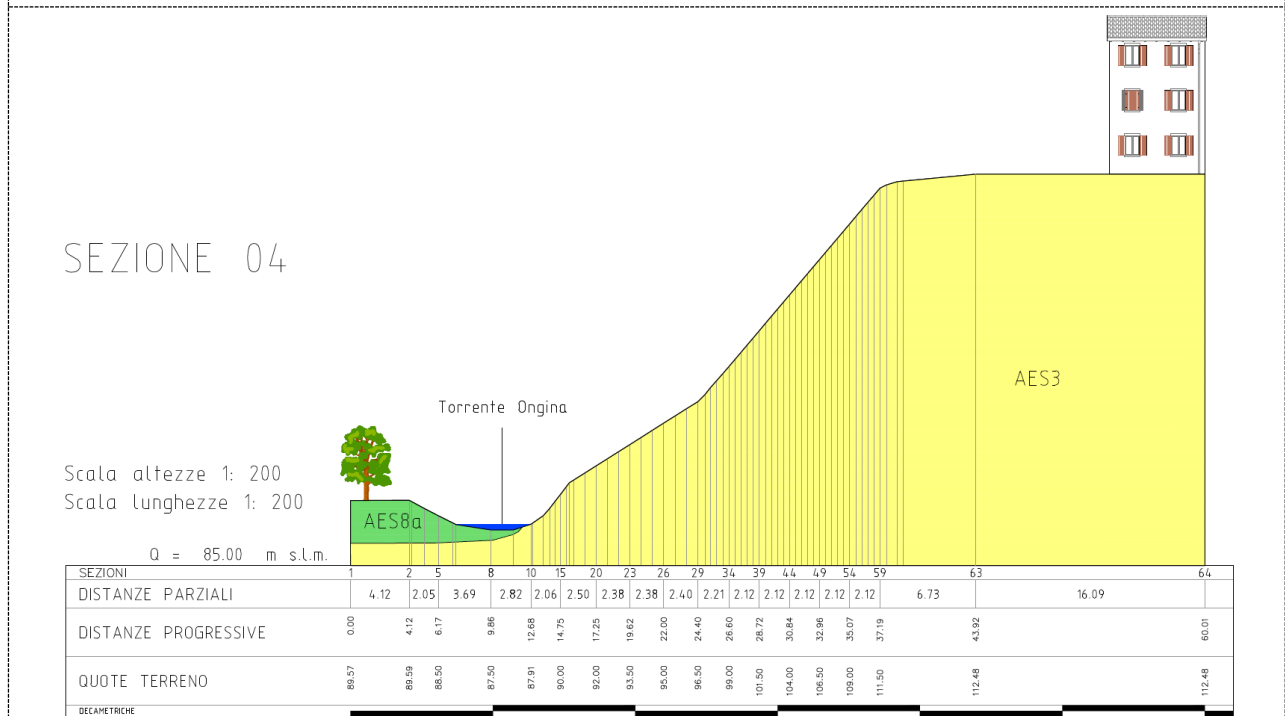
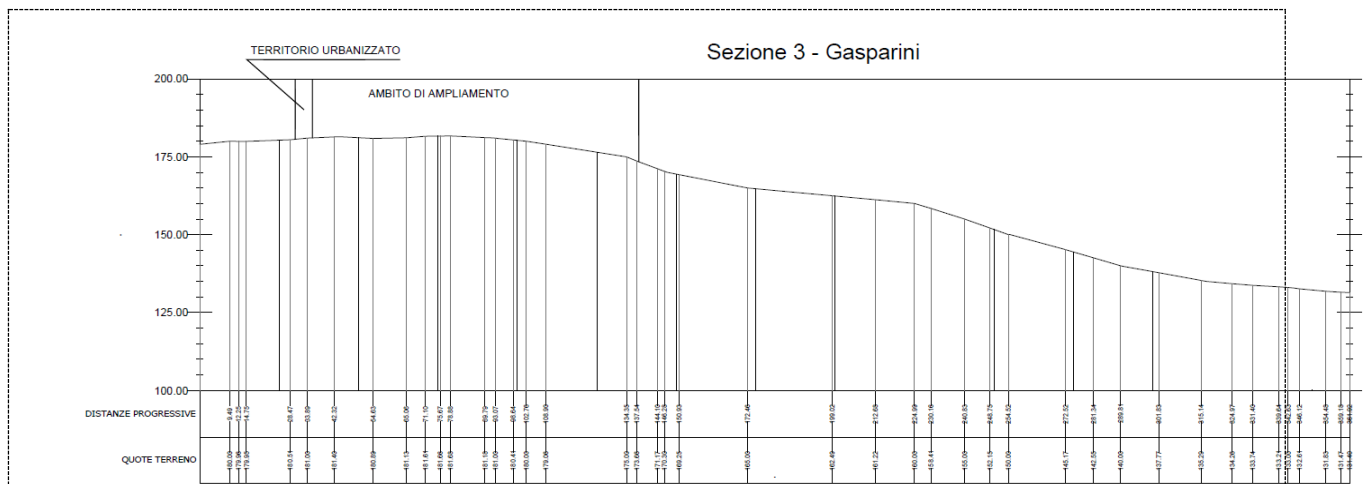
8.4.4 Sezioni topografiche

Sono state eseguite quattro sezioni topografiche, in aree in cui la pendenza del rilievo fosse superiore a 15°, relative agli abitati di Cortina, Fellegara, Gasparini e Castelnuovo Fogliani. Le prime tre sono state estratte a partire dalla topografia desunta dalla carta CTR, mentre la n°4, relativa alla località Monastero di Castelnuovo Fogliani è stata estratta sulla base di un rilievo topografico eseguito in occasione dello studio eseguito su incarico dell'amministrazione comunale inerente il movimento franoso interessante l'area.²

Nelle figure seguenti si riportano le sezioni topografiche individuate.



² La sezione topografica è stata estratta dal lavoro "CONSOLIDAMENTO VERSANTE IN DISSESTO SITO IN CASTELNUOVO FOGLIANI (PC)" a cura di Geode s.c.r.l. (2010)



Le sezioni topografiche sopra riportate sono state utilizzate per la determinazione del fattore di amplificazione topografico.

8.5 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)

Nella Carta delle velocità delle onde di taglio sono riportate tutte le misure utilizzate per la definizione della velocità delle onde di taglio nel territorio comunale (30 misure). In particolare sono stati riportati per ogni punto di misura la profondità del substrato (inteso in questo caso come substrato quaternario marino), il tipo di misura (MASW, SAWS, HVSR, etc), il valore di V_{s30} ed il valore di V_{sH} qualora il substrato marino si trovasse a profondità inferiore a 50 m dal p.c.

Le formazioni marine affioranti nella porzione meridionale del territorio comunale possono rientrare nella categoria "litotipi del substrato con $V_s < 800 \text{ m/s}$ " (argille e argille marnose oligo-mioceniche della Successione Epiligure, argille e argille marnose tardo messiniane e plio-pleistoceniche. Sabbie poco cementate plio-pleistoceniche) così come definiti nella D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna. A conferma di tale possibilità sono state eseguite, per il Quadro conoscitivo del PSC, alcune prove geofisiche tipo MASW e geognostiche tipo penetrometrica statica, che hanno evidenziato come i depositi marini presentino velocità V_s nell'ordine dei 300-500m/s.

In particolare la prova MASW 033002L2MASW2 e la prova penetrometrica 033002P92CPT150 eseguite in località Santinasso hanno messo in evidenza la presenza di terreni con scarse proprietà geotecniche fino alla profondità di circa 5m dal p.c. corrispondenti ai sedimenti Olocenici AES8, nei metri successivi sono state riscontrate le sabbie sature BDG, che in questo caso hanno evidenziato una velocità V_s compresa tra 300 e 400m/s.

La prova MASW 033002L3MASW3 e la prova penetrometrica (033002P94CPT152) eseguite nei pressi della località Marabotto hanno messo in evidenza la presenza di terreni con scarse proprietà geotecniche fino alla profondità di circa 5m dal p.c. corrispondenti alla porzione superficiale dei sedimenti Pleistocenici AES3, nei metri successivi sono state riscontrate argille, argille limose e sabbie sature, litologie afferenti al CMZ ed hanno evidenziato una velocità V_s compresa tra 350 m/s dei livelli più superficiali ai 500m/s dei livelli più profondi.

In base alle analisi eseguite si è ritenuto di considerare comunque i sedimenti marini quaternari come substrato con $V_s \ll 800 \text{ m/s}$.

L'analisi complessiva dei dati rilevati a livello comunale mette in luce valori di V_{s30} compresi tra 229 e 434 m/s. In particolare si evidenzia come non sia possibile eseguire una suddivisione del territorio per range omogenei di V_{s30} . Per verificare

le possibili correlazioni geologiche e litologiche con i valori di V_{s30} rilevati sono stati sovrapposti questi ultimi dati con le unità geologiche affioranti nel territorio comunale e con il tetto del substrato marino. Dalla lettura della carta di seguito riportata, si evidenzia quanto segue: le unità afferenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore presentano valori di V_{s30} alquanto disperse; in particolare all'interno dell'AES3 sono state rilevate 10 misure che coprono tutto il range rilevato nel comune (V_{s30} compresa

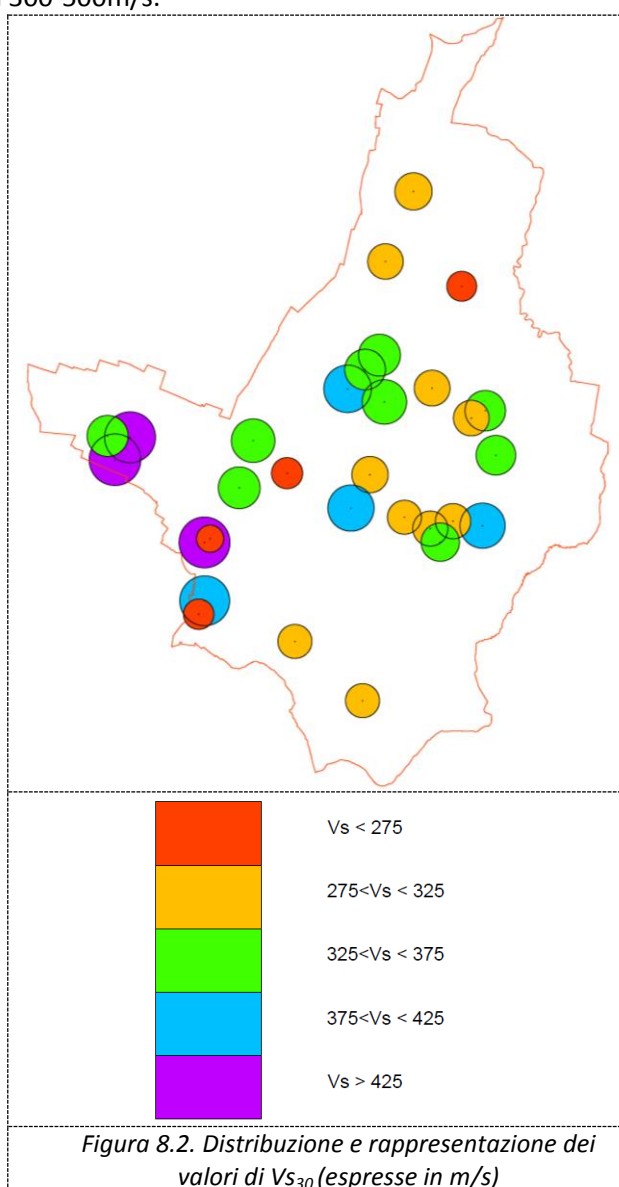


Figura 8.2. Distribuzione e rappresentazione dei valori di V_{s30} (espresse in m/s)

tra 229 e 428 m/s); all'interno dell'AES7b sono stati rilevati 6 valori di V_{s30} che si dimostrano meno dispersi e compresi tra 298 e 400 m/s (media 355 m/s \pm 34) a confermare la presenza di livelli di ghiaie un poco più omogenei come evidenziato nei § precedenti. Per quanto riguarda l'AES8 si evidenzia come esista una sostanziale differenza litologica tra i depositi afferenti al t. Arda (prevalentemente ghiaiosi) ed i depositi afferenti ai sistemi Grattarolo-SantaFranca ed Ongina (essenzialmente limoso-argillosi); in tal senso le V_{s30} , nell'area di Lussurasco (Stratigrafia tipo 2006) variano tra 345 e 434 m/s (media 402 m/s) e nell'area di Chiaravalle (Stratigrafia tipo 2003) il valore rilevato è pari a 313 m/s; per quello che riguarda l'ambito Grattarolo (Stratigrafia tipo 2001) il valore varia da 251 a 302 m/s (media 276 m/s); nel sistema Ongina i valori variano da 286 m/s a 341 m/s (media 315 m/s). In sintesi si ricava che i dati afferenti al settore orientale del comune risultano leggermente più alti anche in virtù della presenza più frequente di orizzonti di ghiaie interne all'AES7 e all'AES8.

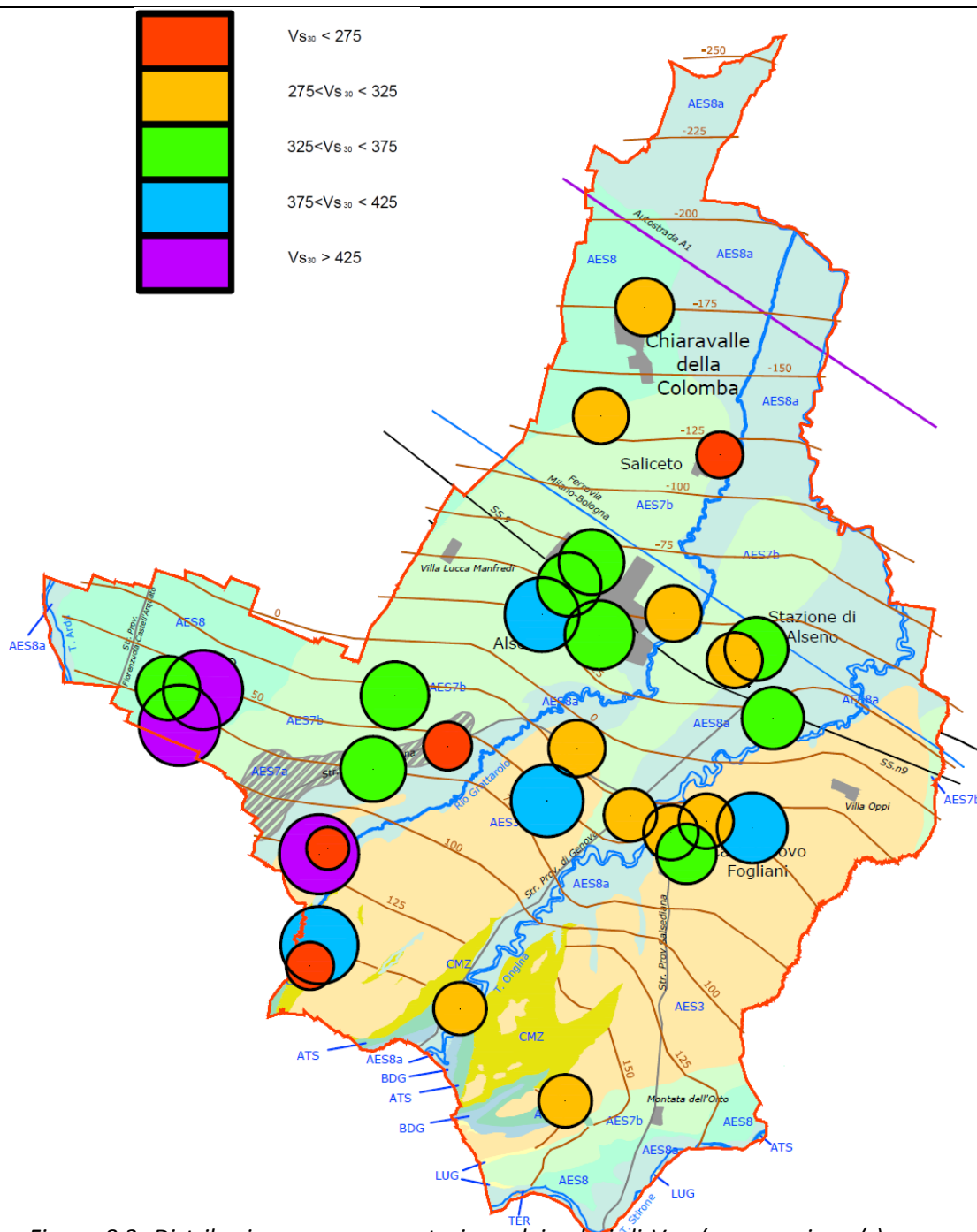


Figura 8.3. Distribuzione e rappresentazione dei valori di V_{s30} (esprese in m/s) sovrapposta alle unità geologiche affioranti nel territorio comunale e al tetto del substrato marino

8.5.1 *Dati utilizzati nella carta delle Vs*

Per la realizzazione della carta delle Vs sono state utilizzate le prove sismiche reperite ed eseguite nel territorio comunale, in particolare sono state utilizzate 25 Masw, 2 Remi e 3 HVSR.

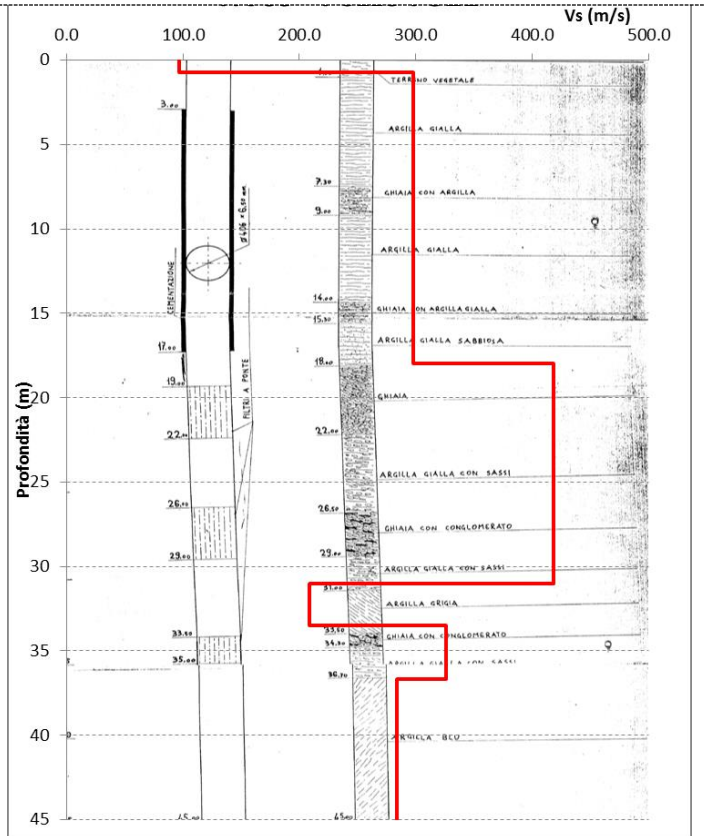
Per quello che riguarda le prove HVSR sono state utilizzate solo quelle prove nelle cui vicinanze fossero presenti dati stratigrafici derivanti da sondaggi o pozzi in modo da poter eseguire l'inversione dei dati vincolando la curva a dati stratigrafici certi. Le elaborazioni sono state eseguite con il software Geopsy [dinver]; di seguito si riportano i dati ottenuti dalle prove HVSR.

HV09 [033002P365HVSR438] – Alseno Capoluogo

Stratigrafia di riferimento 033002P321

profondità m dal p.c.	Vp m/s	Vs m/s
0.7	204	96
18.0	510	298
31.0	1223	418
33.5	386	208
36.7	1003	326
45.0	1130	284

Vs₃₀ = 311 m/s

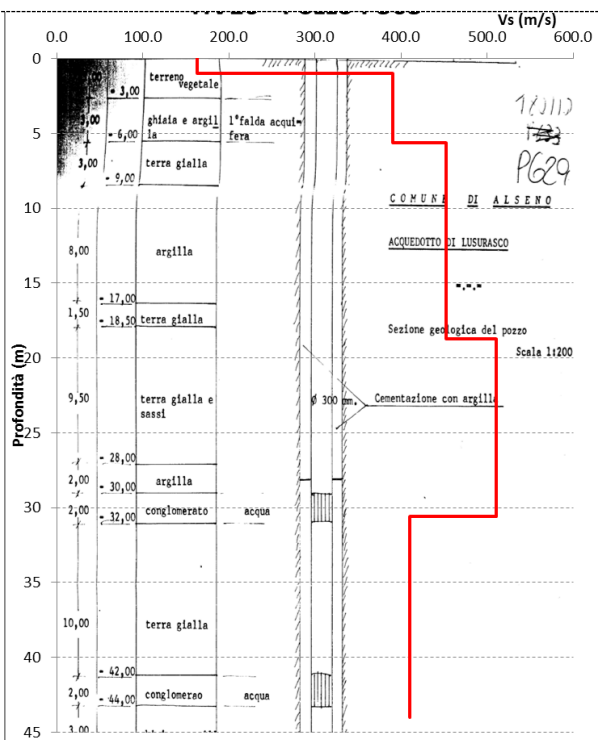


HV10 [033002P366HVSR439] Lusurasco
 Stratigrafia di riferimento 033002P303

profondità m dal p.c.	Vp m/s	Vs m/s
1.02	383	163
5.63	641	390
18.73	751	453
30.60	855	510
30.60	829.82	410
41.67	829.82	410
50.00	1952.65	485

$V_{s30} = 434 \text{ m/s}$

$V_{sH} = 429 \text{ m/s [H= 38m]}$

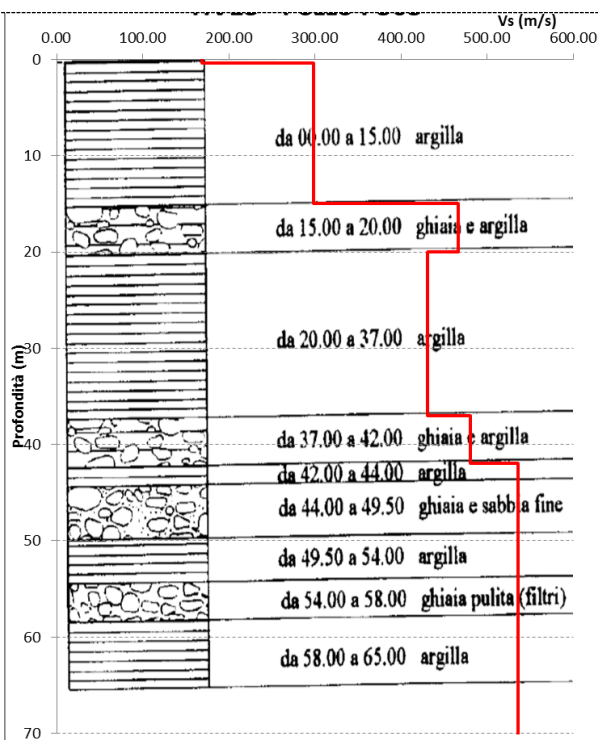


HV13 [033002P369HVSR442] San Rocchino Caselle
 Stratigrafia di riferimento 033002P339

profondità m dal p.c.	Vp m/s	Vs m/s
0.39	789.55	169.02
1.04	504.57	298.03
15.00	504.57	298.03
20.00	773.99	466.37
21.43	714.77	430.68
37.00	714.77	430.68
42.00	982.77	480.50
48.48	1420.17	536.08
80.55	1420.17	536.08

$V_{s30} = 352 \text{ m/s}$

$V_{sH} = 375 \text{ m/s [H=42m]}$

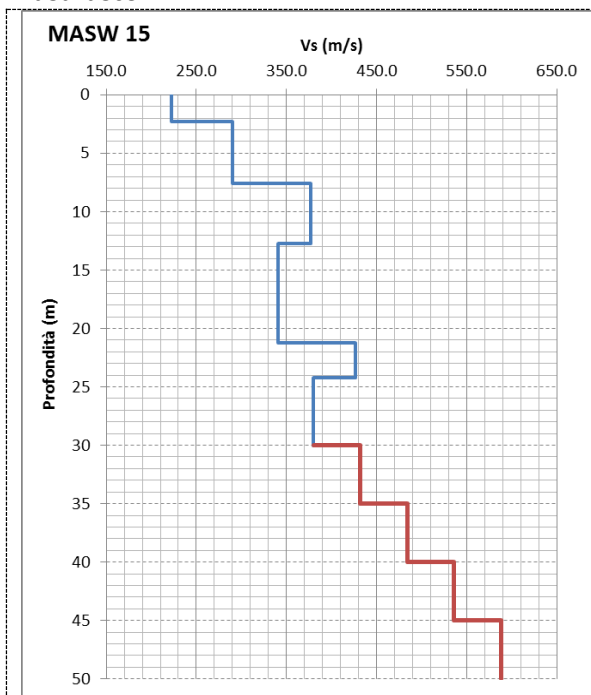


8.5.2 Dati utilizzati per il calcolo delle V_{sH}

Nella porzione meridionale del territorio comunale, dove la profondità del substrato marino quaternario è risultata inferiore a 50 m dal p.c. sono state calcolate, oltre alle V_{s30} anche le velocità delle onde di taglio riferite alla profondità a cui è stato individuato il substrato. Poiché molto spesso le analisi reperite ed eseguite non hanno raggiunto tali profondità, i profili di Vs sono stati estrapolati mantenendo lo stesso gradiente dell'ultimo tratto di curva.

Di seguito si riportano le curve Vs utilizzate nel calcolo delle velocità V_{sH} nel caso in cui il substrato sia stato stimato a profondità superiori a 30m. I dati derivanti da prove HVSR sono riportati nel paragrafo precedente.

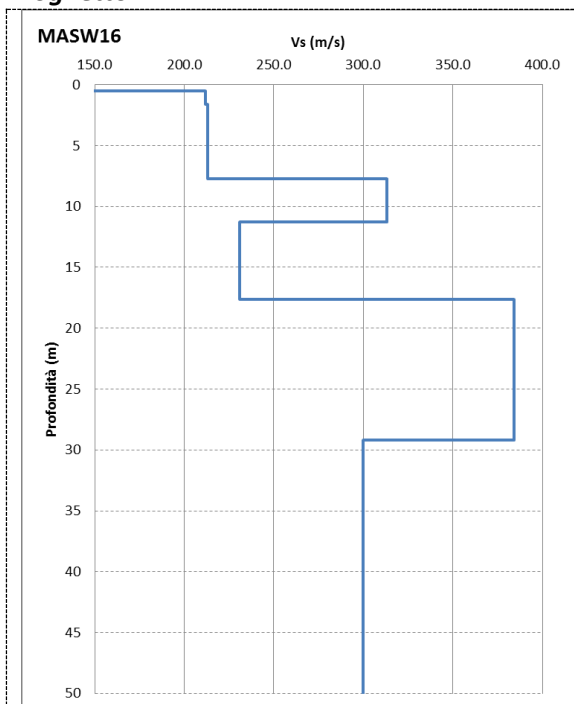
Lusurasco



<i>profondità</i>	<i>Vs</i>	<i>Vs_H</i>
<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
2.3	222	
7.6	290	
12.7	377	
21.2	341	
24.2	427	
30.0	380	
35.0	432	
50.0	588	387

in blu i dati derivanti dalla prova, in rosso i dati estrapolati

Loghetto



<i>profondità</i>	<i>Vs</i>	<i>Vs_H</i>
<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
0.5	55	
1.6	212	
7.7	213	
11.3	313	
17.6	231	
29.2	384	
30.0	300	
48.0	300	275
86.2	300	

8.6 Carta di microzonazione sismica (livello 2)

Poiché, come descritto nei capitoli precedenti, il substrato marino presente nel territorio del comune di Aseno evidenzia velocità Vs decisamente inferiori a 800 m/s (quindi difficilmente assimilabile ad un substrato rigido) si è scelto di utilizzare esclusivamente le tabelle per la valutazione dei fattori di amplificazione contenuti nell'allegato 2 della D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna, la cui descrizione è riportata nel capitolo 7.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi condotte per i principali ambiti urbanizzati ed urbanizzabili del comune di Aseno.

8.6.1 *Alseno capoluogo*

L'area del capoluogo è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti all'Unità di Vignola (AES7b) e limitatamente alle aree limitrofe al torrente Grattarolo, da sedimenti dell'Unità di Modena (AES8a). La profondità del substrato marino quaternario è superiore ai 100m.

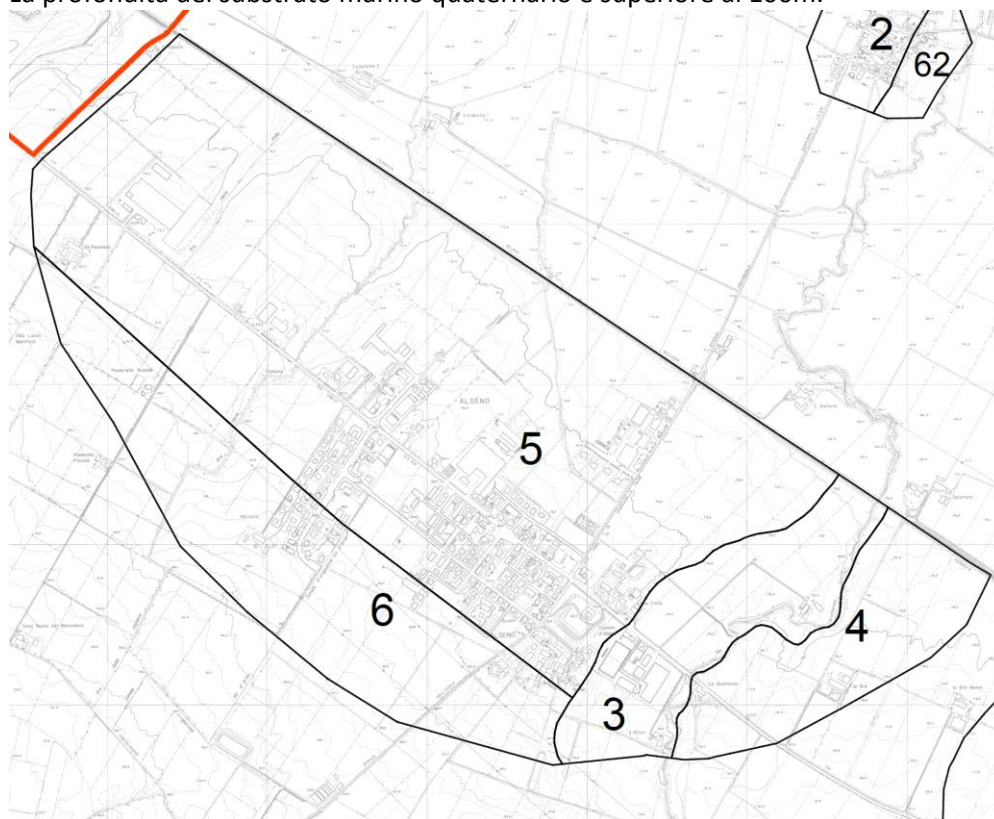


Figura 8.4.
Rappresentazione
microzone omogenee.
Abitato di Alseno

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 3 Stratigrafia tipo = 2001 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione centro orientale del capoluogo, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 300$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002P365HVSR438].</p>
<p>Zona 4 Stratigrafia tipo = 2004 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione orientale, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 300$ m/s [derivante dalle prova sismica 033002L24MASW24].</p>
<p>Zona 5 Stratigrafia tipo = 2004 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.0$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione nord occidentale, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 350-374$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L1MASW1 – 033002L14MASW14 – 033002L13MASW13].</p>
<p>Zona 6 Stratigrafia tipo = 2004 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.5$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione sud occidentale, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 400$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L8MASW8].</p>

8.6.2 Chiaravalle della Colomba

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Ravenna (AES8).
La profondità del substrato marino quaternario è superiore ai 100m dal p.c.

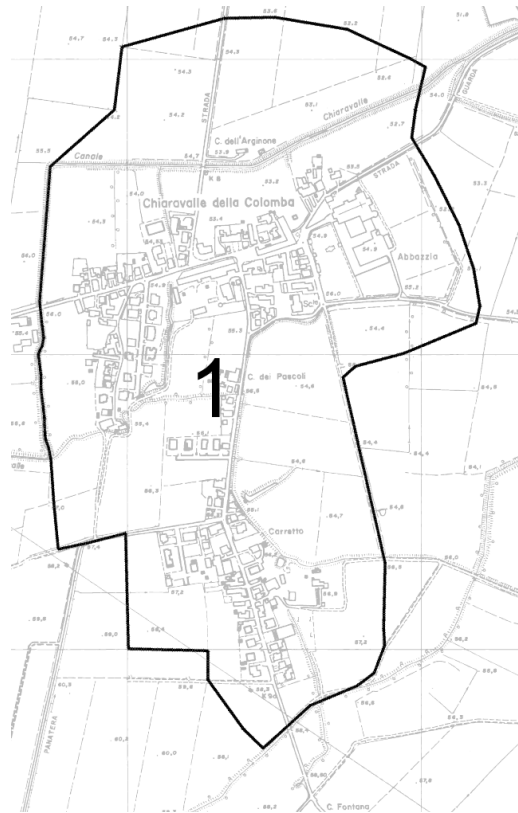


Figura 8.5.
Rappresentazione
microzone omogenee.
Abitato di Chiaravalle

Sono state individuate le seguenti microzone:

Zona 1

Stratigrafia tipo = **2003**

[Fx] - F.A. P.G.A = **1.5**

[Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = \mathbf{1.7}$

[Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = \mathbf{2.3}$

Zona di amplificazione stratigrafica.

Ambito di pianura tipo PIANURA 2.

Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 300$ m/s [derivante dalla prova 033002L4MASW4].

8.6.3 Saliceto

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Ravenna (AES8) nel settore orientale e dalla presenza dell'unità di Vignola (AES7b) nel settore occidentale.
La profondità del substrato marino quaternario è superiore ai 100m dal p.c.

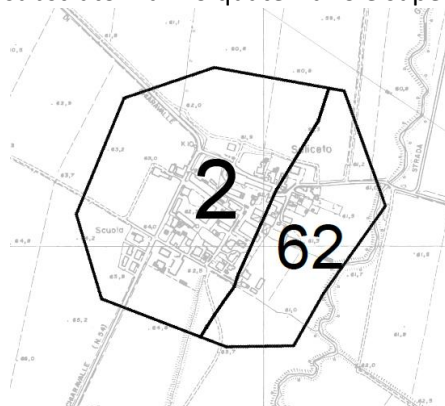


Figura 8.6. Rappresentazione
microzone omogenee. Abitato
di Saliceto

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 2 Stratigrafia tipo = 2004 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 250$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L27MASW27].</p>
<p>Zona 62 Stratigrafia tipo = 2021 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 250$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L27MASW27].</p>

8.6.4 Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti all'Unità di Modena (AES8a). La profondità del substrato marino quaternario è normalmente superiore ai 100m, fatta eccezione per un'area limitata nella porzione meridionale, nella quale la profondità del bedrock è stimata inferiore ai 100m.

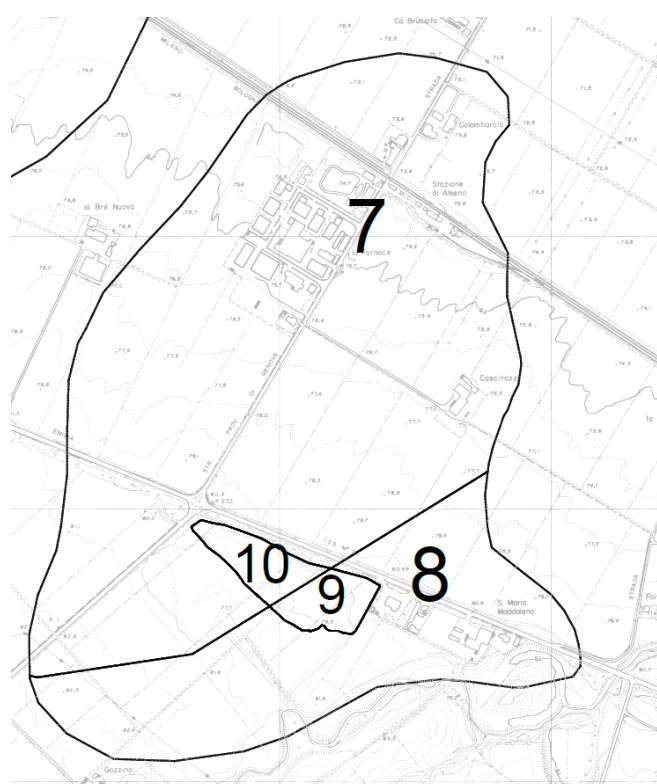


Figura 8.7. Rappresentazione microzone omogenee. Abitati della Stazione di Alseno e di Santa Maria Maddalena

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 7 Stratigrafia tipo = 2004 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.0$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione settentrionale, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L7MASW7].</p>
<p>Zona 8 Stratigrafia tipo = 2005 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.1$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L12MASW12].</p>

<p>Zona 9 Stratigrafia tipo = 2022 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.1$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L12MASW12].</p>
<p>Zona 10 Stratigrafia tipo = 2017 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.0$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 2. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L7MASW7].</p>

8.6.5 Lusurasco

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti all'Unità di Modena (AES8) e nella porzione occidentale dall'unità di Vignola (AES7b).

La profondità del substrato marino quaternario è normalmente inferiore ai 100m, nella porzione meridionale la profondità del substrato marino è stimata inferiore ai 50m.

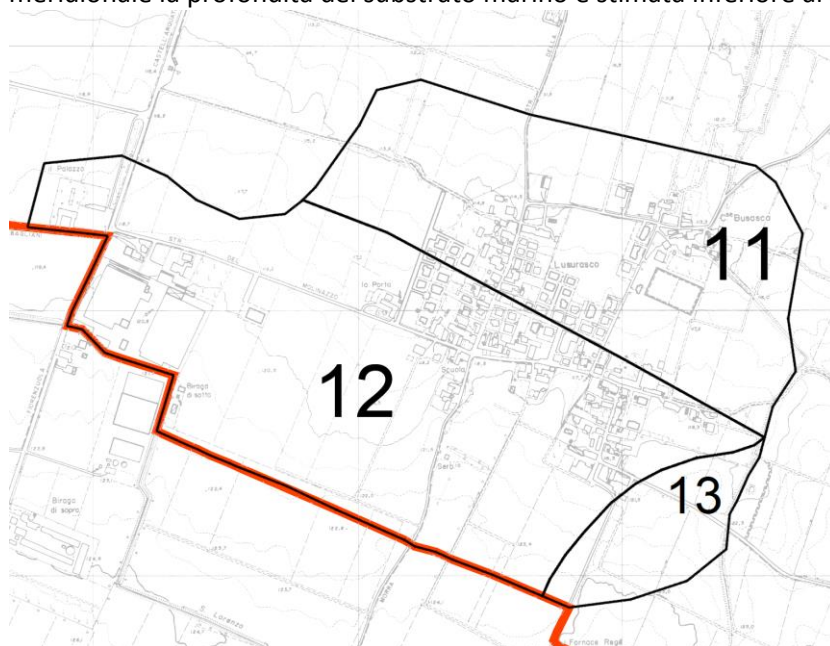
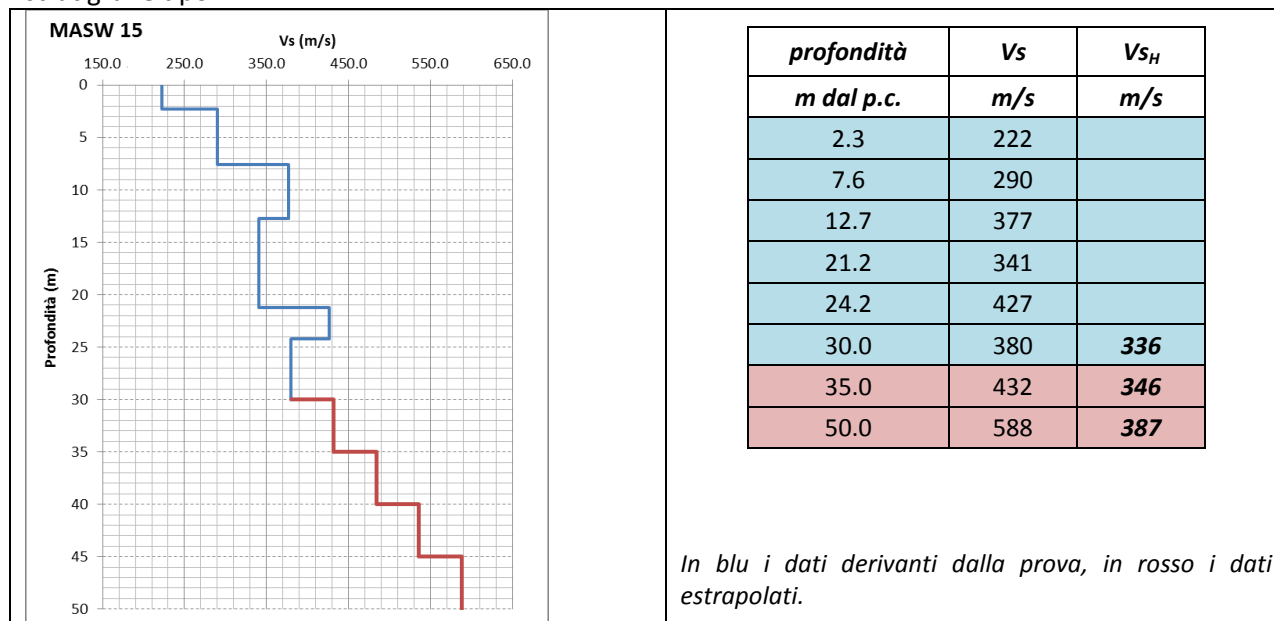


Figura 8.8. Rappresentazione microzone omogenee. Abitato di Lusurasco

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 11 Stratigrafia tipo = 2006 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.6$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.7$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 450$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L5MASW5].</p>
<p>Zona 12 Stratigrafia tipo = 2023 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.8 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 40-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L15MASW15].</p>
<p>Zona 13 Stratigrafia tipo = 2024 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.7 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.1$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.9$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 40-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L15MASW15].</p>

Per determinare la velocità delle onde di taglio nella porzione meridionale dell'area di Lussurasco, nella quale sono state stimate profondità del substrato marino quaternario variabili tra 40-50m dal p.c., è stata cautelativamente utilizzata solo la prova sismica 033002L15MASW15 (MASW 15); la prova 033002P366HVSR439 (HV10) infatti, ha fornito valori più elevati ritenuti non congruenti con i dati delle stratigrafie tipo.



8.6.6 San Rocchino

L'area è caratterizzata dalla presenza nella porzione settentrionale di sedimenti afferenti al Subsistema di Villa Verucchio (AES7) ed in particolare all'Unità di Vignola (AES7b) e Niviano (AES7a), nella porzione meridionale affiorano i terreni dell'Unità di Modena (AES8a).

La profondità del substrato marino quaternario è stata stimata inferiore ai 50m.

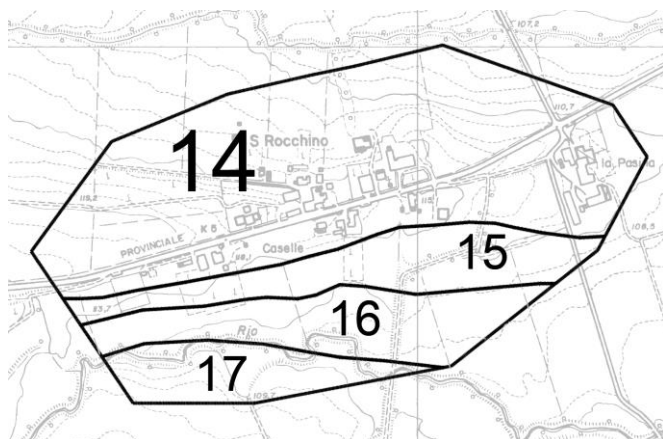


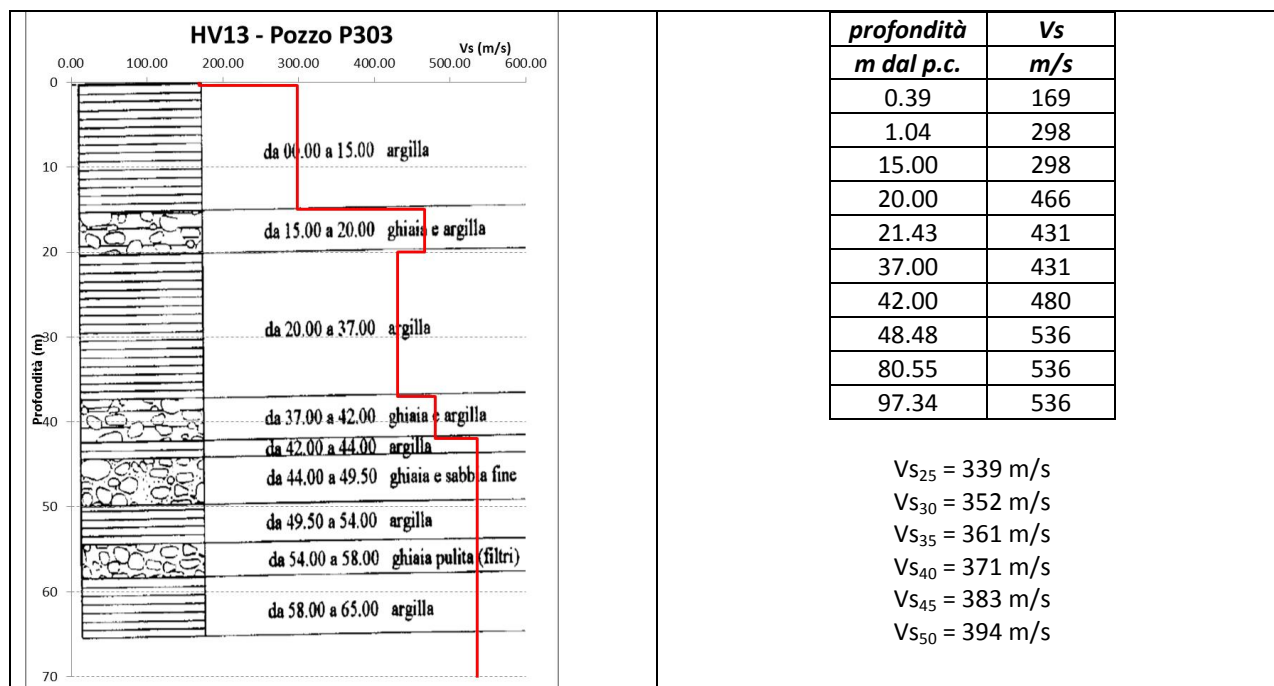
Figura 8.9. Rappresentazione microzone omogenee. Abitato di San Rocchino

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 14 Stratigrafia tipo = 2007 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.8 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 2.3 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 2.3</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s a profondità comprese tra 40-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento al valore più basso di Vs_H≈ 370 m/s [derivante dalla prova sismica 033002P369HVSR442].</p>
---	--

<p>Zona 15 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.8 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.3$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 35-40 m dal p.c Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 360$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002P369HVS442].</p>
<p>Zona 16 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.2$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.1$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 30-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 350$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002P369HVS442].</p>
<p>Zona 17 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.1$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.9$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 25-30 m dal p.c. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 340$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002P369HVS442].</p>

Per determinare la velocità delle onde di taglio è stata utilizzata la prova sismica 033002P369HVS442 (HV13); di seguito si riportano i dati ottenuti.



8.6.7 Cortina

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Agazzano (AES3).
La profondità del substrato marino quaternario è stata stimata inferiore ai 50m.

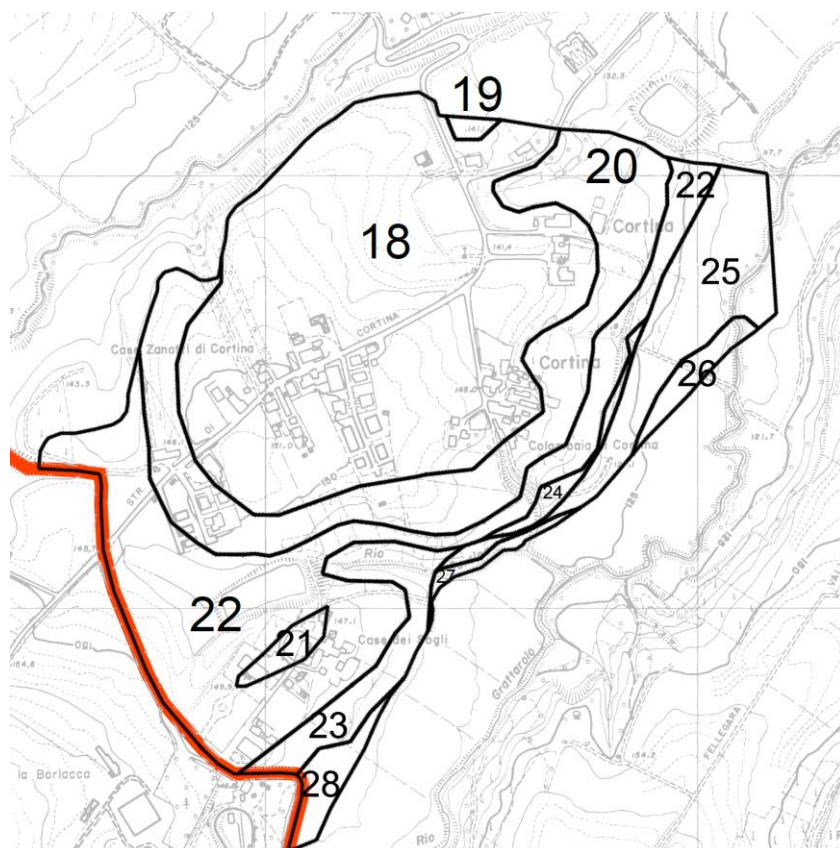


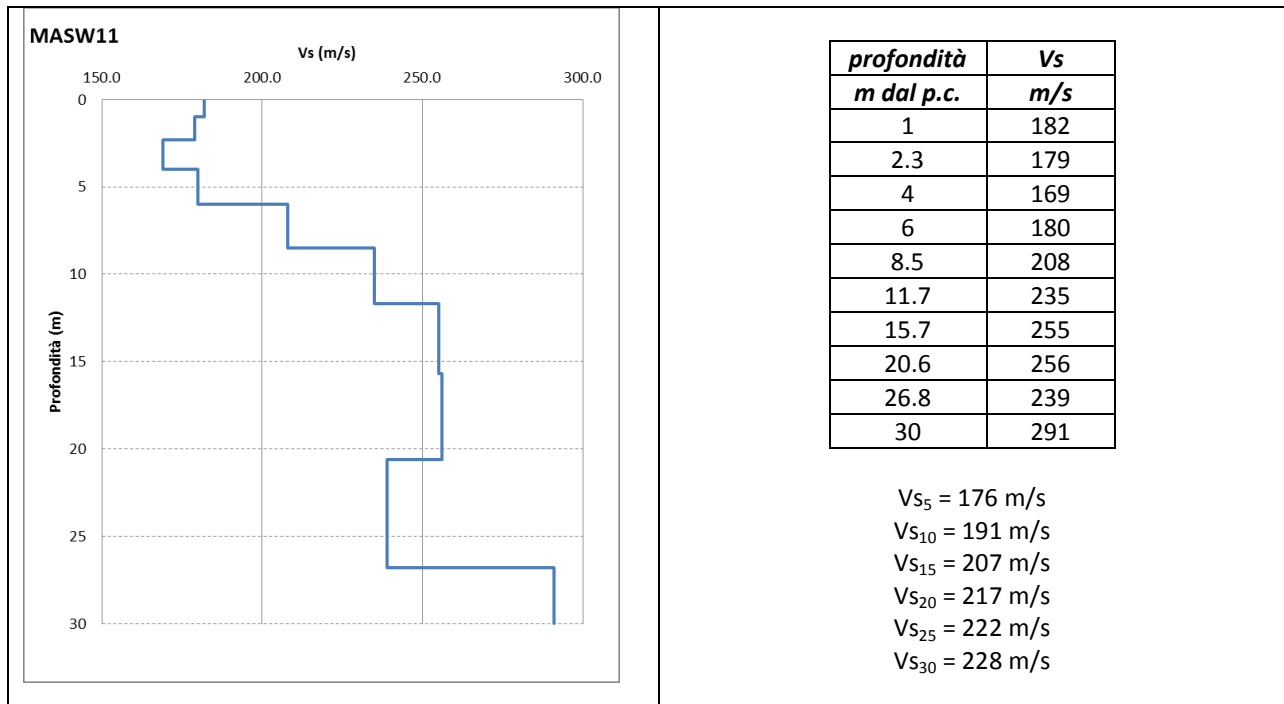
Figura 8.10.
Rappresentazione
microzone
omogenee. Abitato
di Cortina

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 18 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.1 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.4$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 20-25 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 19 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.4$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 25-30 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 250$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 20 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.3 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.6$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 2.1$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 15-20 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>

<p>Zona 21 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.3 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.6$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.1$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 15-20 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 22 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.5 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.6$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.9$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 23 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.3 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.2$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.6$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 24 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.3 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.2$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.6$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 25 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.3 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.2$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.6$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, presente nella porzione settentrionale, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalle prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 26 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 27 Stratigrafia tipo = 2008 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>
<p>Zona 28 Stratigrafia tipo = 2009 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 3-5 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 200$ m/s [derivante dalla prova sismica 033002L11MASW11].</p>

Per determinare la velocità delle onde di taglio è stata cautelativamente utilizzata solo la prova sismica 033002L11MASW11 (MASW 11); la prova 033002L22MASW22 (MASW22) ha infatti fornito valori decisamente più elevati non congruenti con le stratigrafie tipo.



In alcune porzioni di territorio di Cortina sono state individuate scarpate con pendenza >15°. In questa sede è stata eseguita una prima valutazione degli effetti topografici sulla base di quanto indicato nell'allegato A2 del DAL 112/2007, le cui risultanze sono riportate nella figura seguente. Il valore di amplificazione topografica (S_T), nella sezione analizzata, è risultato pari a 1.0.

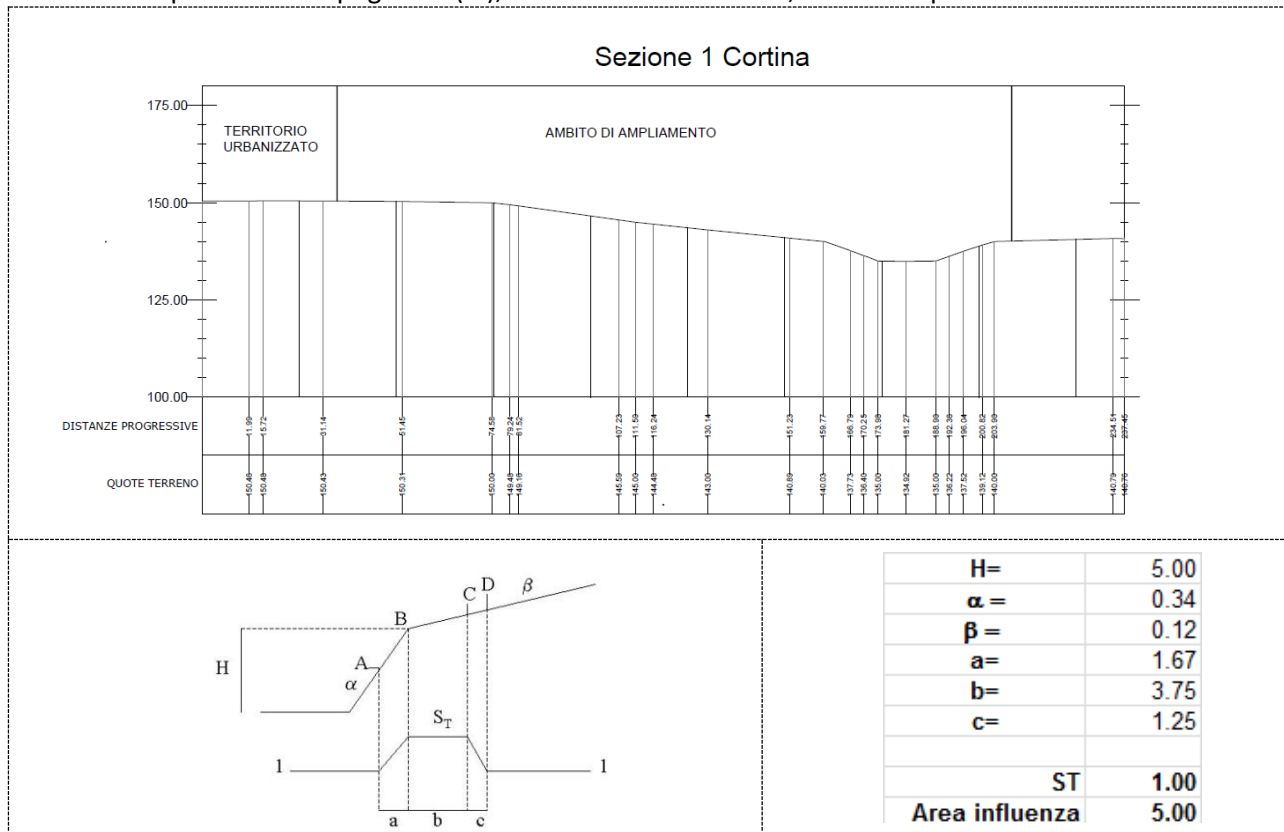


Figura 8.11. Scheda per il calcolo delle amplificazioni topografiche

8.6.8 Fellegara

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Agazzano (AES3), mentre nell'area di Fellegara Bassa sono segnalati i sedimenti del Subsistema di Costamezzana (CMZ).

La profondità del substrato marino quaternario è stata stimata inferiore ai 50m.

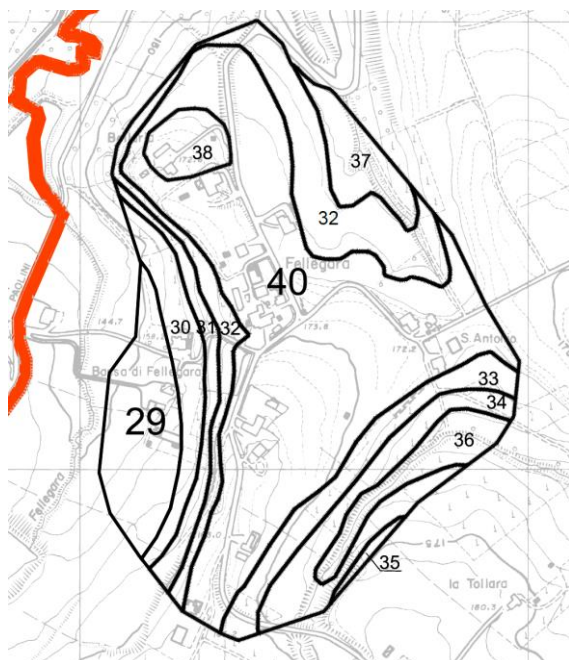


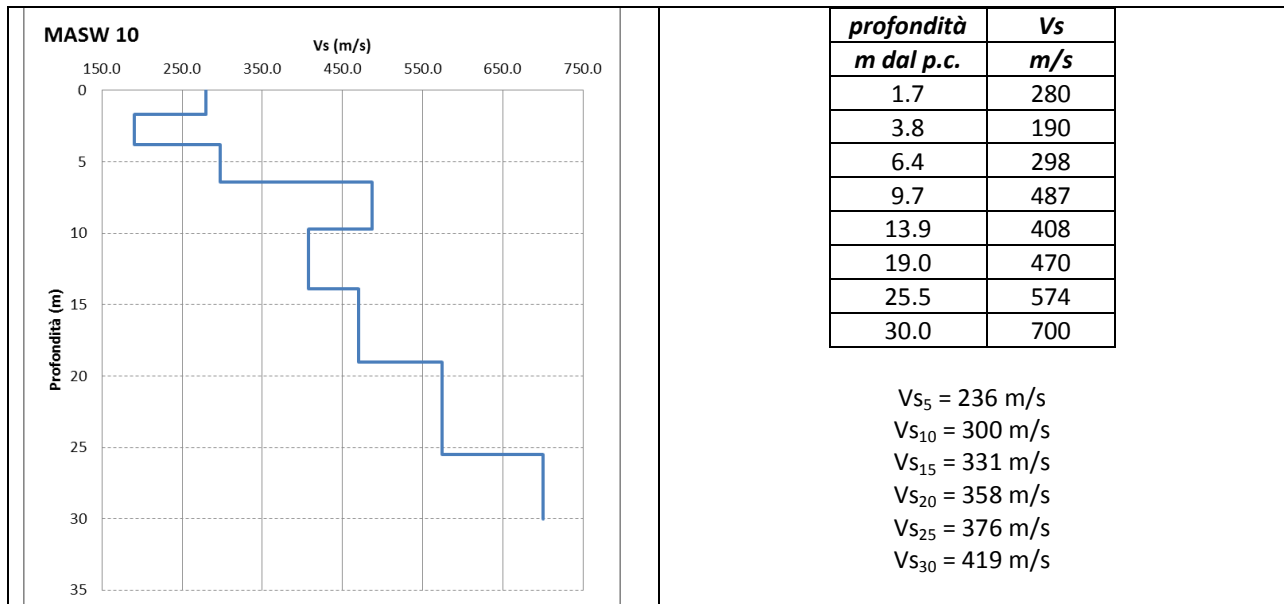
Figura 8.12.
Rappresentazione
microzone
omogenee. Abitato
di Fellegara

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 29 Stratigrafia tipo = 2014 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.5$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s subaffiorante. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 250$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 30 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità inferiore a 5 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 31 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 250$ m/s [derivante dalla prova sismica tipo 033002L10MASW10].</p>
<p>Zona 32 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>

<p>Zona 33 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 34 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 250$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 35 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 36 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità < 5 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 37 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 250$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 38 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.0$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.7$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 20-25 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 350$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 40 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 15-20 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento al valore più basso di $V_{sH} \approx 350$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>

Per determinare la velocità delle onde di taglio sono state utilizzate le prove sismiche 033002L10MASW10 (MASW10) e 033002L25REMI25; di seguito si riportano i dati ottenuti.



In alcune porzioni di territorio di Fellegara sono state individuate scarpate con pendenza >15°. In questa sede è stata eseguita una prima valutazione degli effetti topografici sulla base di quanto indicato nell'allegato A2 del DAL 112/2007, le cui risultanze sono riportate nella figura seguente. Il valore di amplificazione topografica (S_T), nella sezione analizzata, è risultato pari a 1.0.

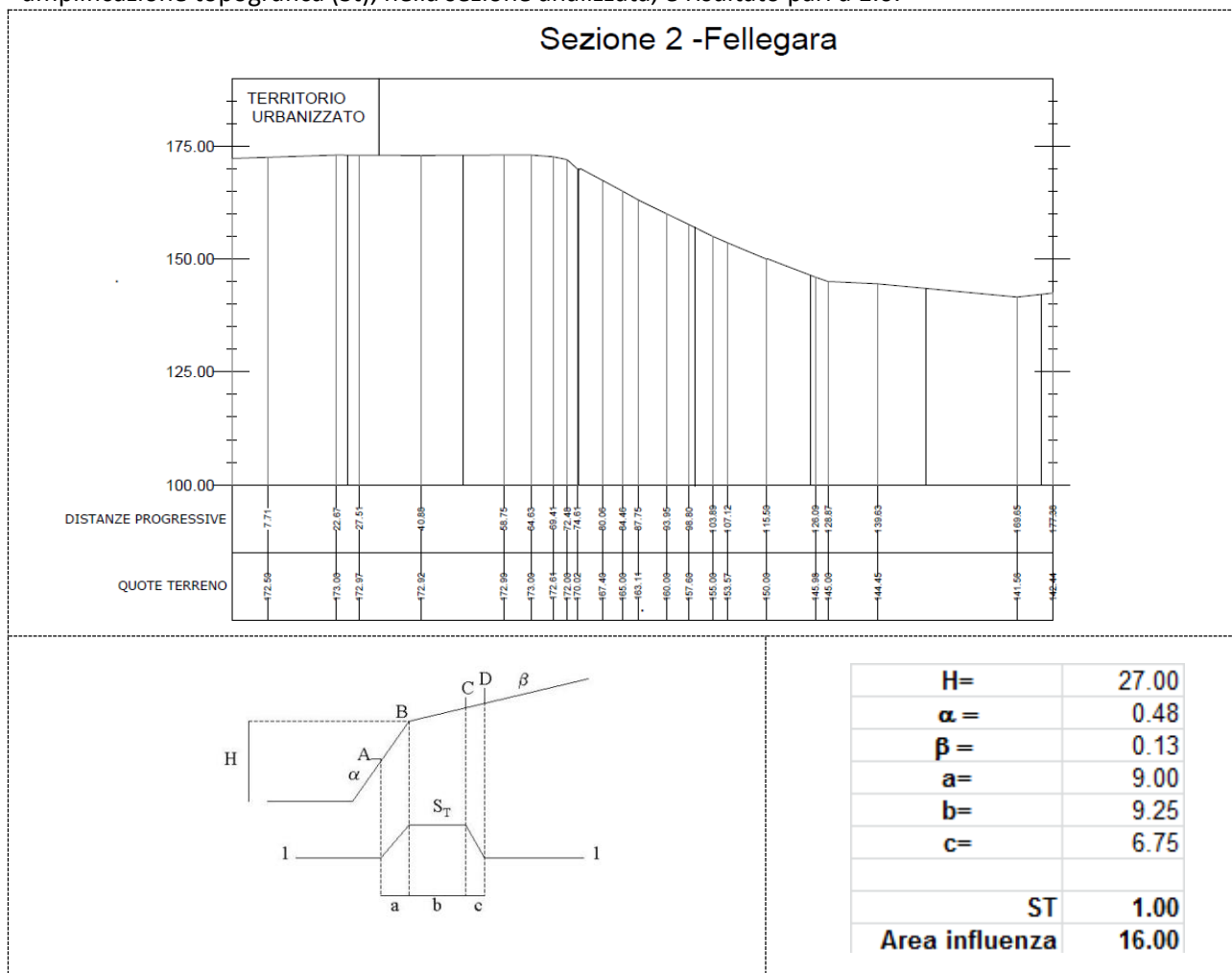


Figura 8.13. Scheda per il calcolo delle amplificazioni topografiche

8.6.9 Gasparini

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Agazzano (AES3).
La profondità del substrato marino quaternario è stata stimata inferiore ai 50m.

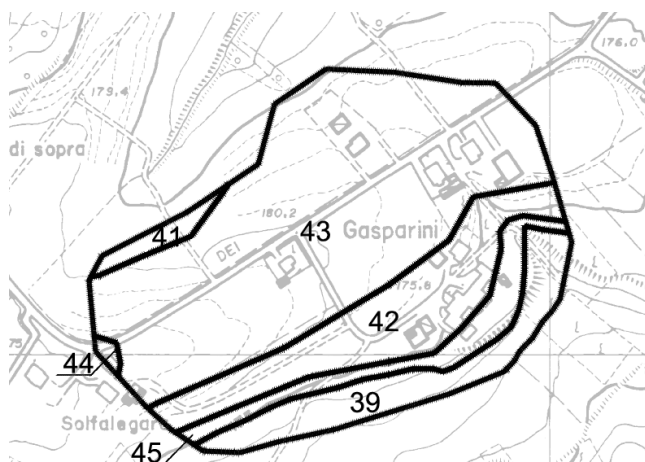


Figura 8.14.
Rappresentazione
microzone
omogenee. Abitato
di Gasparini

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 39 Stratigrafia tipo = 2015 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 1.5 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 1.4</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s subaffiorante. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di Vs₃₀ ≈ 250 m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 41 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 1.9 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 1.5</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di Vs_H ≈ 250 m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 42 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 1.9 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 1.5</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s a profondità comprese tra 5-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di Vs_H ≈ 250 m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 43 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 2.0 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 1.7</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di Vs_H ≈ 300 m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
<p>Zona 44 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale 0.1s<To<0.5s = 1.9 [Fz] - F.A. Intensità spettrale 0.5s<To<1s = 1.5</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s a profondità comprese tra 10-15 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di Vs_H ≈ 300 m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>

<p>Zona 45 Stratigrafia tipo = 2010 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.9 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.5$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità < 5 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalle prove sismiche tipo 033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].</p>
---	---

La determinazione della velocità delle onde di taglio è stata eseguita utilizzando le prove sismiche reperite a Fellegara [033002L10MASW10 e 033002L25REMI25].

In alcune porzioni di territorio di Gasparini sono state individuate scarpate con pendenza $> 15^\circ$. In questa sede è stata eseguita una prima valutazione degli effetti topografici sulla base di quanto indicato nell'allegato A2 del DAL 112/2007, le cui risultanze sono riportate nella figura seguente. Il valore di S_t , nella sezione analizzata, è risultato pari a 1.0.

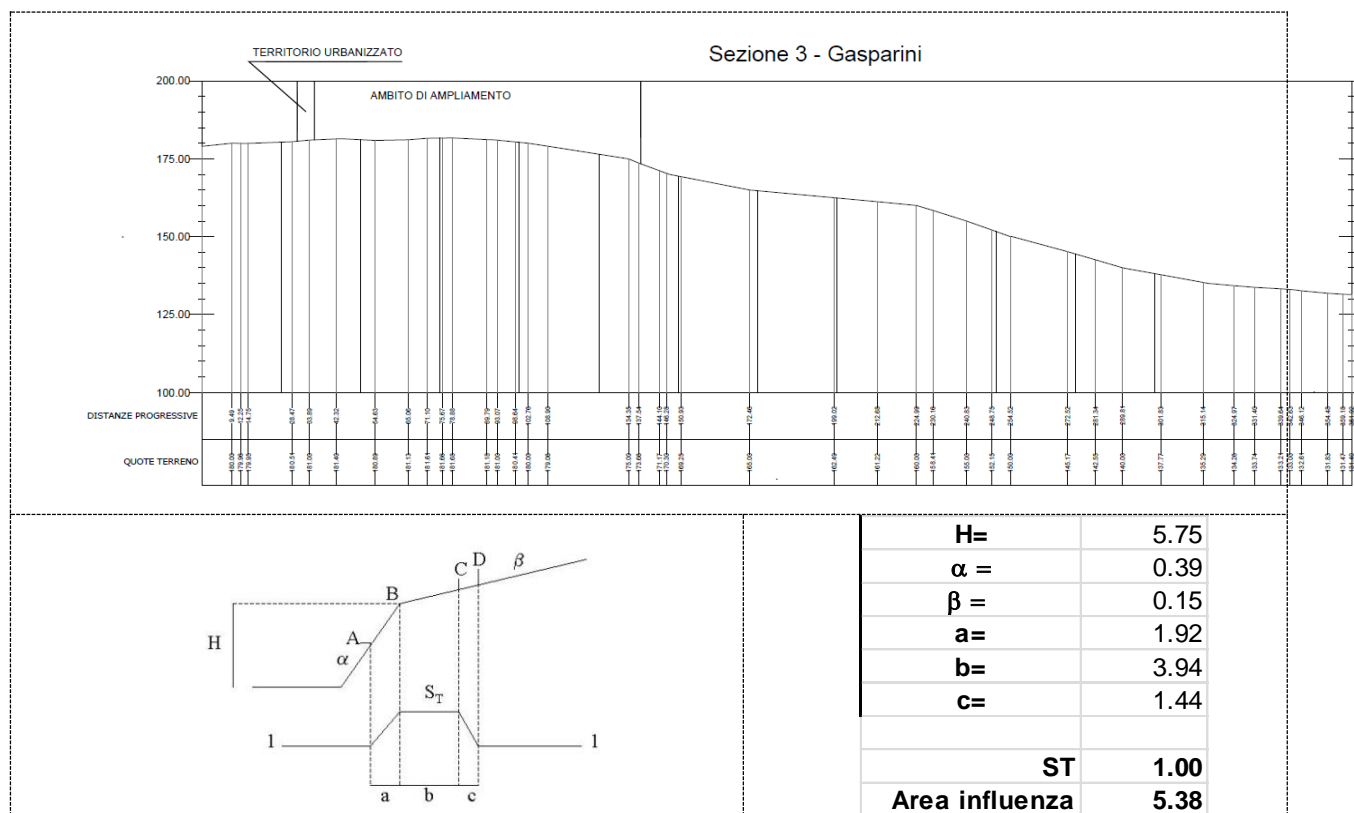


Figura 8.15. Scheda per il calcolo delle amplificazioni topografiche

8.6.10 San Giuseppe

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti al Subsistema di Costamezzana (CMZ), limitatamente nella porzione occidentale sono presenti il Sintema del Torrente Stirone (ATS) ed il Sintema di Badagnano (BDG), nella porzione di valle affiorano i terreni dell'Unità di Modena (AES8a).

L'area è altresì interessata da frane attive e quiescenti.

La profondità del substrato marino quaternario è stata stimata inferiore ai 50m.

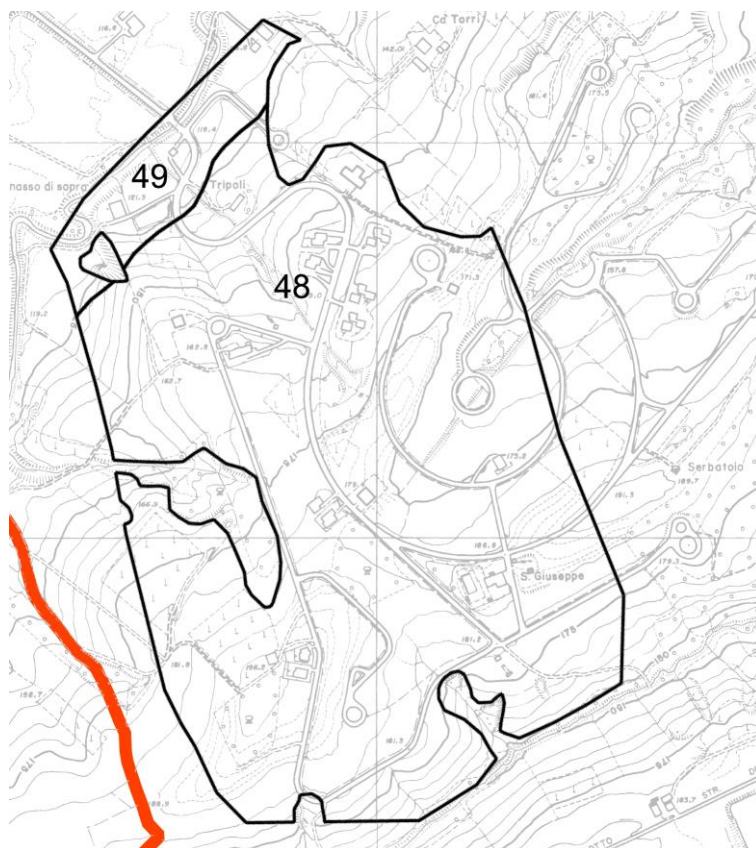


Figura 8.16.
Rappresentazione
microzone
omogenee. Abitato
di San Giuseppe

Sono state individuate le seguenti microzone:

<p>Zona 48 Stratigrafia tipo = 2016 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.4 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.5$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s subaffiorante. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s30} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L2MASW2 e 033002L3MASW3].</p>
<p>Zona 49 Stratigrafia tipo = 2011 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.7$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s = 1.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 3-10 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{sH} \approx 200$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L2MASW2 e 033002L3MASW3].</p>

L'ambito di San Giuseppe è in parte interessato da frane attive e quiescenti che corrispondono a zone instabili ed in accordo con le previsioni della D.A.L. 112/2007 tali aree necessitano di un'analisi di terzo livello. Le aree interessano una zona urbanizzata (perimetro individuato in PSC vigente) con densità abitativa scarsa in cui le abitazioni non ricadono in aree instabili ma o sono adiacenti alle zone instabili o queste ultime coinvolgono le opere di urbanizzazione. Di seguito è riportato estratto carta geologica con individuazione delle frane, tale aree sono anche riportate nella Carta Geologico Tecnica e nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS – Livello 1).

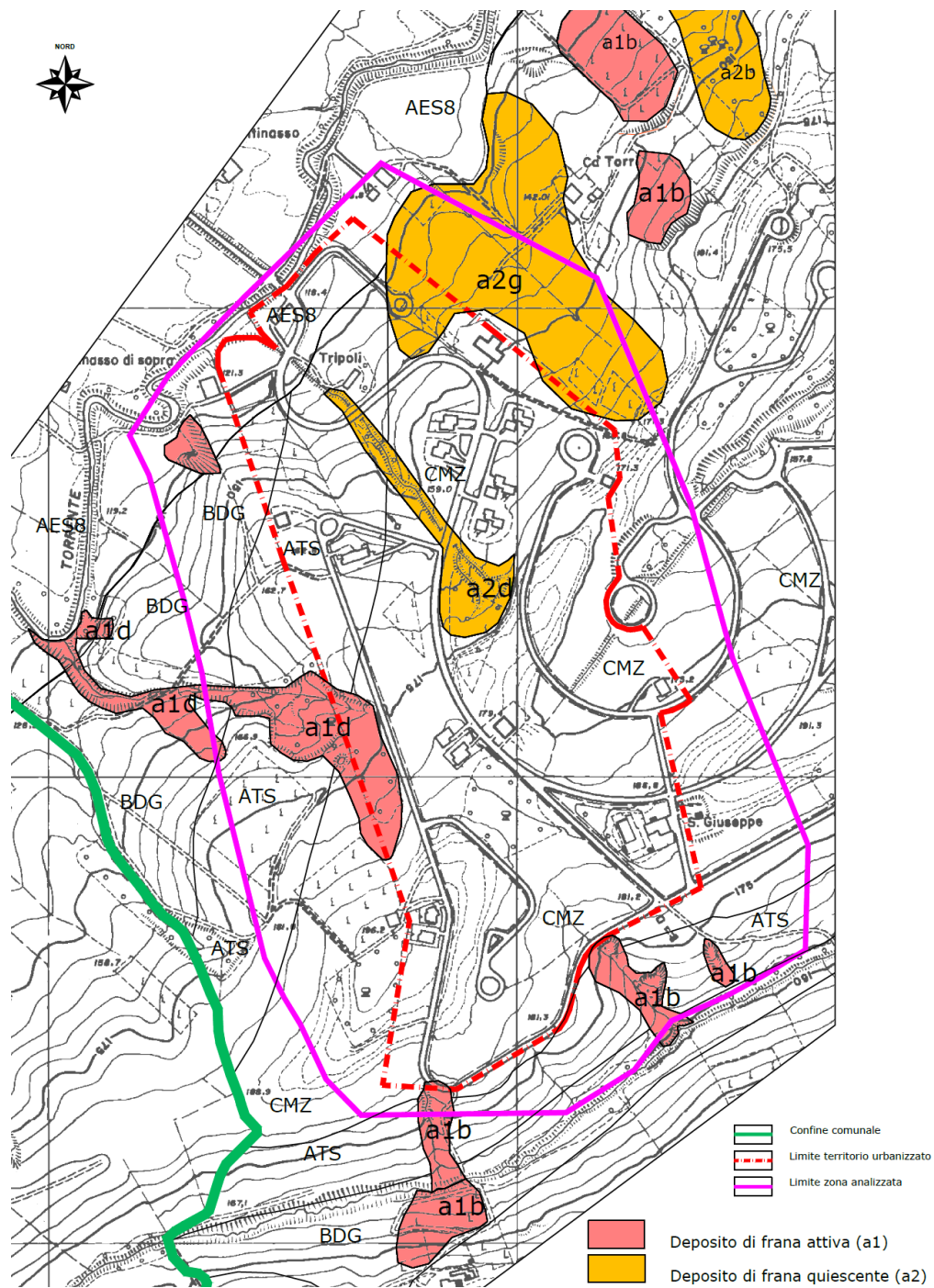
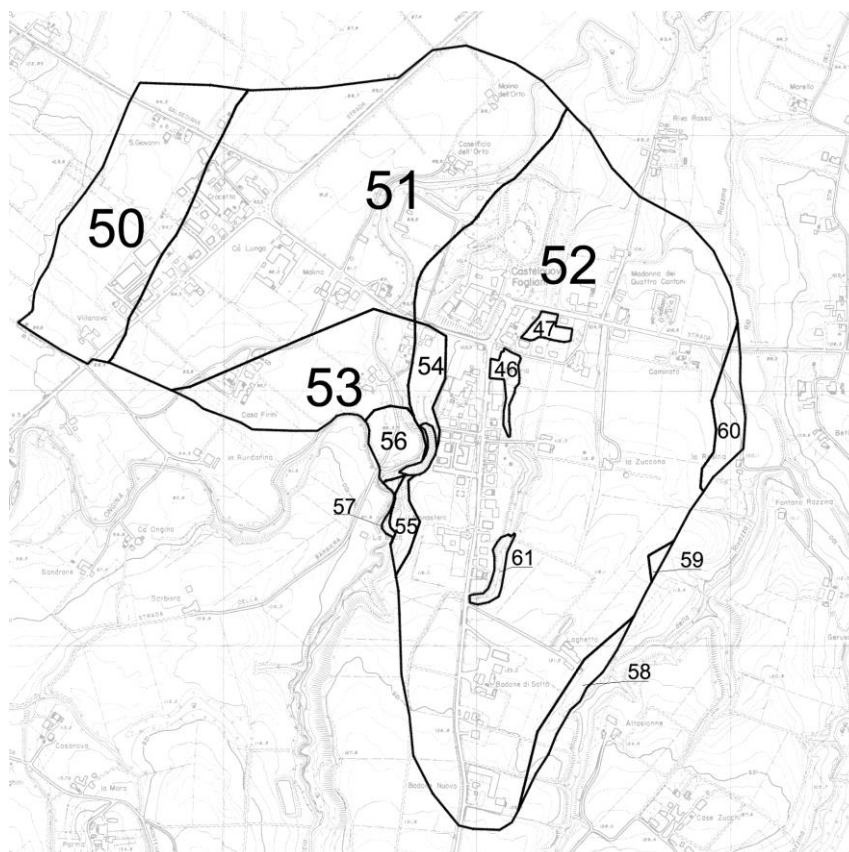


Figura 8.17. Carta inventario frane "Colle San Giuseppe".

8.6.11 Castelnuovo Fogliani

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti afferenti all'Unità di Vignola (AES7b) nella porzione occidentale, nelle aree limitrofe al torrente Ongina da sedimenti dell'Unità di Modena (AES8a) e, nella porzione orientale, da sedimenti appartenenti al Subsistema di Agazzano (AES3). La profondità del bedrock è inferiore ai 100m dal p.c.



*Figura 8.18.
Rappresentazione
microzone
omogenee. Abitato
di Castenuovo
Fogliani*

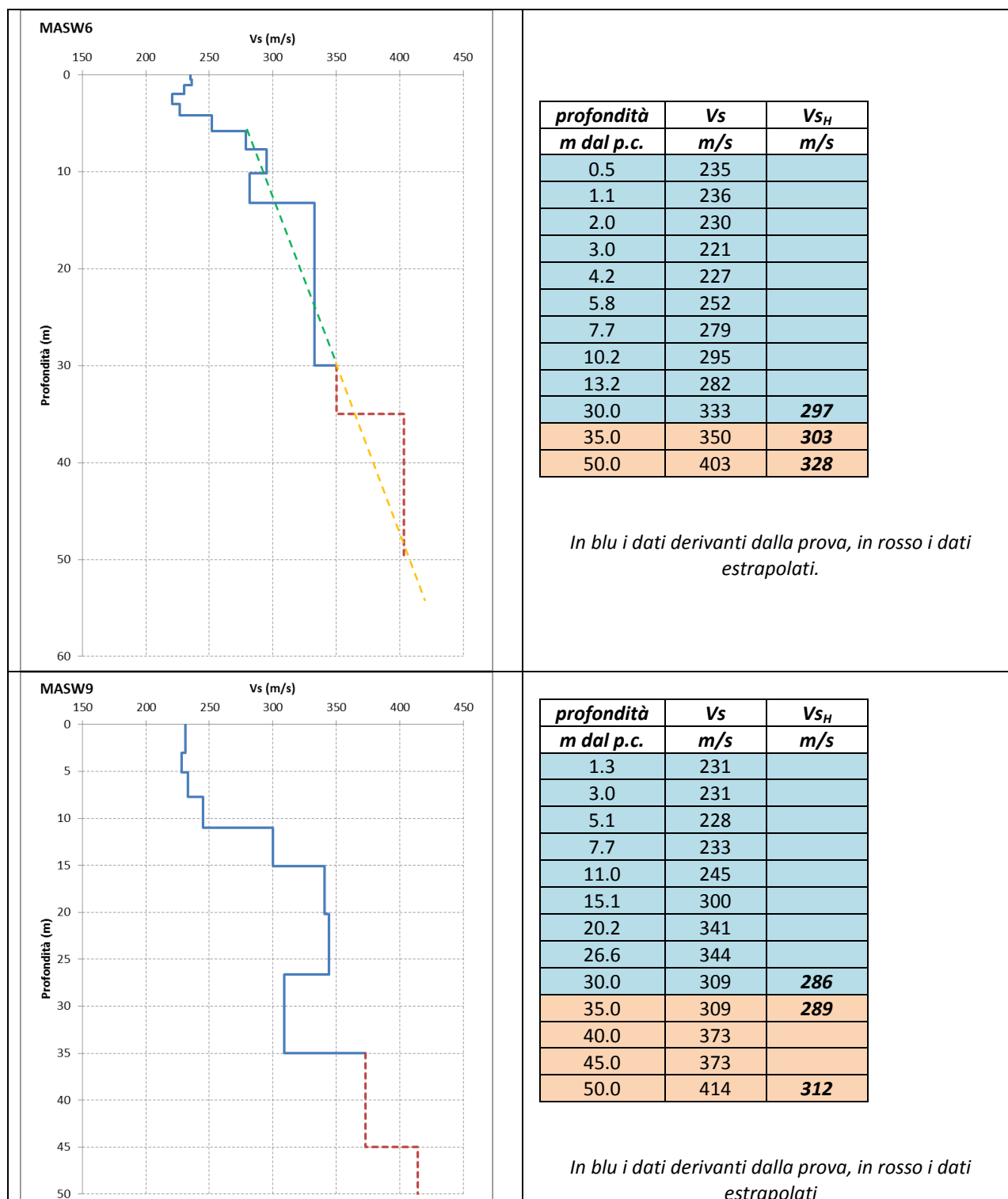
Sono state individuate le seguenti microzone:

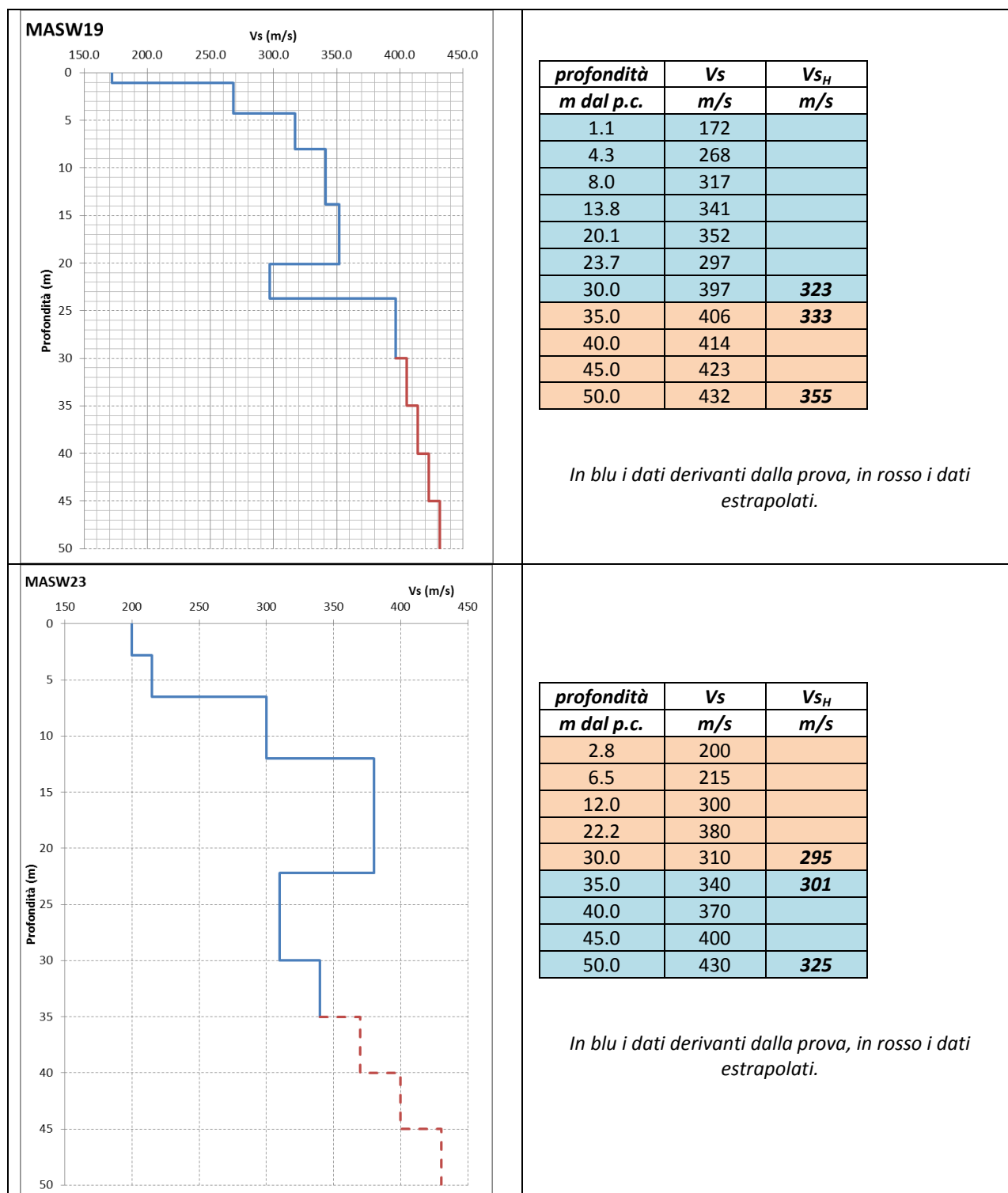
<p>Zona 50 Stratigrafia tipo = 2013 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 1.8 [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s$ = 2.4</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{S30} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 51 Stratigrafia tipo = 2005 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 1.8 [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s$ = 2.4</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{S30} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 52 Stratigrafia tipo = 2012 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 1.8 [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s$ = 2.4</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{S30} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 53 Stratigrafia tipo = 2025 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 2.3 [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s$ = 2.8</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 35-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{S_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 54 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 2.3 [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1s$ = 2.8</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 35-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{S_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>

<p>Zona 55 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 50-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 56 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.7$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 30-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 57 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.7$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 30-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 58 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 35-50 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 59 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 30-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 60 Stratigrafia tipo = 2026 [Fx] - F.A. P.G.A = 2.0 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 2.3$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.8$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito tipo APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s a profondità comprese tra 30-35 m dal p.c. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_H} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23]</p>
<p>Zona 61 Stratigrafia tipo = 2020 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_{30}} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 46 Stratigrafia tipo = 2019 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_{30}} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>
<p>Zona 47 Stratigrafia tipo = 2018 [Fx] - F.A. P.G.A = 1.6 [Fy] - F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.8$ [Fz] - F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1s = 2.4$</p>	<p>Zona di amplificazione stratigrafica. Ambito di pianura tipo PIANURA 1. Per la definizione di questa zona, si è fatto riferimento ad un valore di $V_{s_{30}} \approx 300$ m/s [derivante dalle prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23].</p>

Per stimare la velocità delle onde di taglio nelle porzioni con substrato a profondità comprese tra 30 e 50m dal p.c, sono state considerate le prove sismiche 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23 e 033002L19MASW19.

I valori di V_{s30} , V_{s35} e V_{s50} utilizzati per il calcolo dei fattori di amplificazione sono coerenti con le prove 033002L6MASW6 - 033002L9MASW9 - 033002L23MASW23, la prova 033002L19MASW19 ha fornito valori leggermente più alti, pertanto cautelativamente esclusi.





In alcune porzioni di territorio di Castelnuovo Fogliani sono state individuate scarpate con pendenza >15°.

In questa sede è stata eseguita una prima valutazione degli effetti topografici sulla base di quanto indicato nell'allegato A2 del DAL 112/2007, per l'area a nord della località "Il Monastero" le cui risultanze sono riportate nella figura seguente. Il valore di St, nella sezione analizzata, è risultato pari a 1.27 con un'area di influenza pari a 14.5 m (calcolata a partire dalla sommità della scarpata).

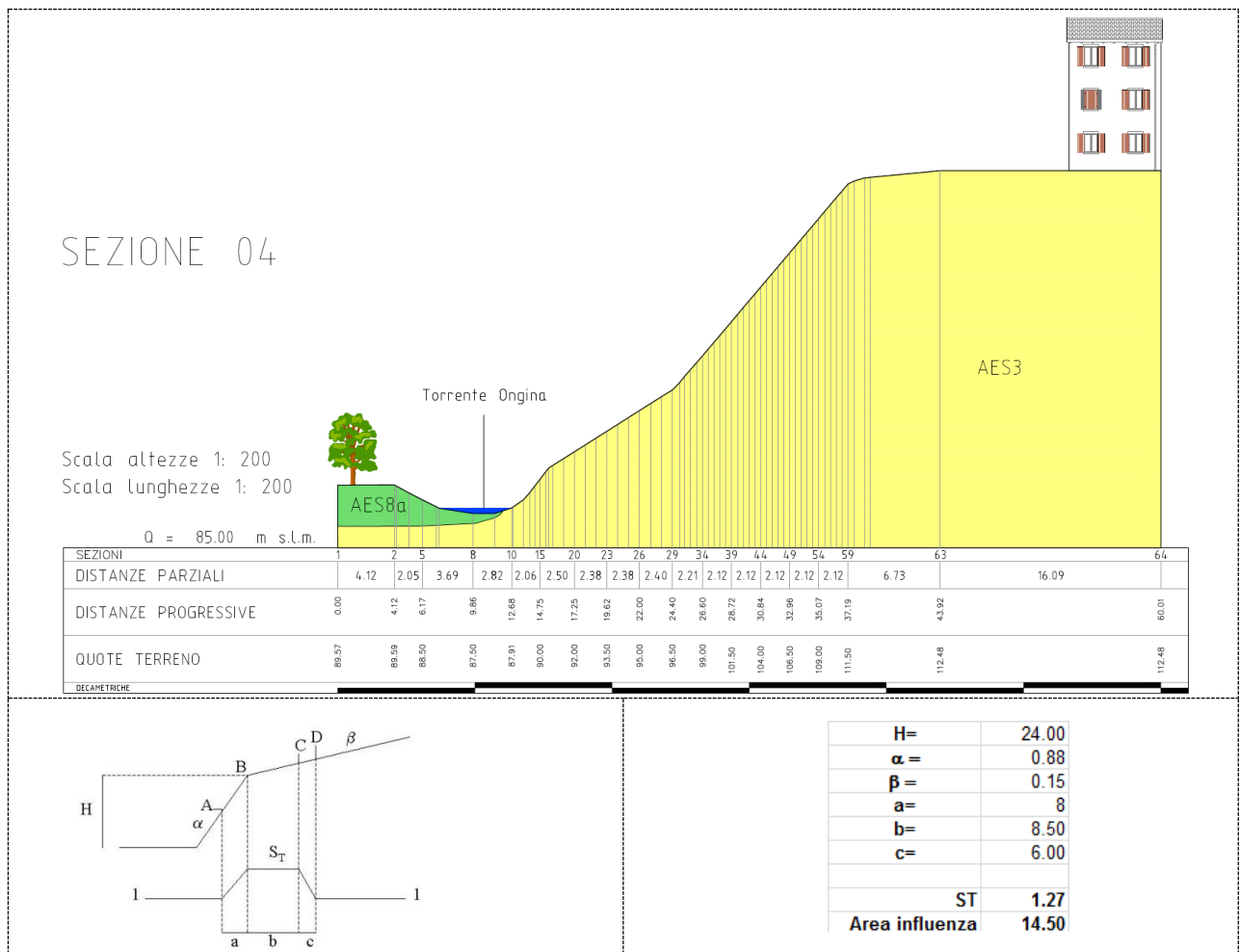


Figura 8.19. Scheda per il calcolo delle amplificazioni topografiche

Nell'ambito di Castelnuovo Fogliani è censita una frana attiva di crollo che corrisponde ad una zona instabili ed in accordo con le previsioni della D.A.L. 112/2007 tale area necessita di un'analisi di terzo livello. Di seguito è riportato estratto carta geologica con individuazione della frana, tale area è anche riportata nella Carta Geologico Tecnica e nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS – Livello 1).

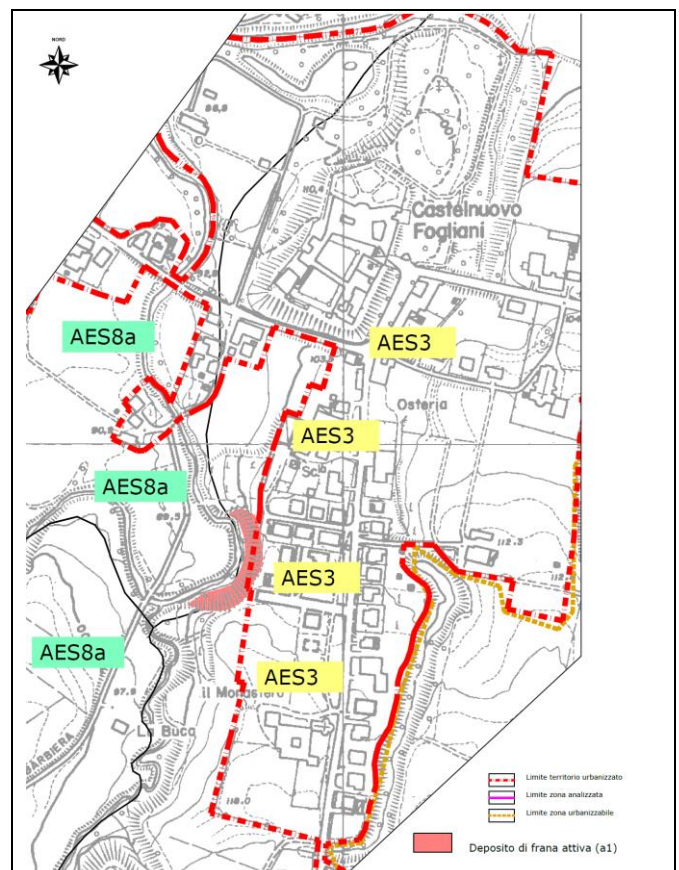


Figura 8.20. Carta inventario frane Castelnuovo Fogliani

8.7 Commenti finali e criticità

Lo studio di microzonazione sismica è stato redatto ai sensi degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (Gruppo di Lavoro MS 2008), dei "Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (AA.VV 2011) e degli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" (D.A.L. Regione Emilia Romagna n.112/2007).

Le analisi condotte hanno avuto come prima fase di lavoro l'acquisizione ed archiviazione dei dati geognostici (Carta delle indagini ed annesso data base delle prove) e delle informazioni geologico sismiche generali e locali (carta geologico tecnica, schema geologico e tettonico comunale). Successivamente a questo primo step di lavoro sono state eseguite una serie di indagini geognostiche atte ad integrare i dati acquisiti ed a colmare le lacune conoscitive emerse. Acquisite le nuove indagini sono state redatte le carte delle frequenze naturali dei terreni, la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e le sezioni geologiche.

In sintesi le prime tre fasi di lavoro hanno portato alla redazione del primo livello di approfondimento. In dettaglio queste fasi hanno permesso di archiviare complessivamente: 207 prove penetrometriche statiche, 60 prove penetrometriche dinamiche, 24 sondaggi a carotaggio continuo, 13 trincee stratigrafiche e 67 stratigrafie di pozzi per acqua. La distribuzione delle informazioni risulta prevalentemente concentrata nelle aree urbanizzate e/o urbanizzabili, ma, essendo presenti sul territorio comunale diverse aziende agricole, sono disponibili alcuni dati, tra cui le stratigrafie dei pozzi per acqua, anche nelle zone rurali, distribuite su tutto il territorio comunale.

Le indagini geofisiche complessivamente archiviate sono risultate pari a 27 prove sismiche multicanale basate su onde di superficie (n. 25 M.A.S.W. + 2 RE.MI) e a 20 prove passive a stazione singola (Prove tipo H.V.S.R.).

In estrema sintesi i dati geologici hanno evidenziato che il comune di Alseno è inserito in un contesto sismo-tettonico caratteristico del margine appenninico-padano e della pianura padano-emiliana; esso è caratterizzato dalla presenza, nelle porzioni centrale e settentrionale del territorio comunale, di sedimenti alluvionali costituiti da argille e limi con intercalazioni di ghiaie in matrice argilloso limosa appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES3, AES7, AES8). La fascia meridionale del territorio comunale risulta caratterizzata dalla presenza, in affioramento o in subaffioramento, dei sedimenti del Supersintema Quaternario Marino e del Supersintema della Val D'Arda (CMZ, ATS, BDG) nonché dall'affioramento di piccoli lembi delle "Argille Azzurre" (FAA-LUG) e della Formazione Termina (TER). Nell'area non sono noti affioramenti del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI); tale unità è invece individuata nel sottosuolo da numerose indagini ed il suo sviluppo è evidenziato nelle sezioni geologiche A, B, C e D. L'area nel suo complesso è caratterizzata da strutture compressive (faglie inverse – thrust) alle quali è associata l'attività sismica; le discontinuità sono evidenziate nella "Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna" (2004) e sono costituite da: un thrust fault sepolto, un fronte di accavallamento della successione carbonatica meso-cenozoica sepolto (entrambi ubicati nella porzione meridionale del territorio comunale) ed un "box" sismogenetico (con terremoto di magnitudo >5.5) posto nella porzione settentrionale del territorio comunale. A corredo delle conoscenze geologiche sono state redatte 5 sezioni geologiche che associate ai dati puntuali locali hanno anche permesso la ricostruzione e mappatura del tetto del substrato marino.

L'elaborazione dei dati sismici ha consentito di ricavare la velocità delle Vs riportate nella carta delle velocità delle onde di taglio S. Le analisi eseguite hanno evidenziato la presenza di un substrato marino che non può essere assimilato ad un bedrock sismico in senso ICMS (2008) in quanto le indagini geotecniche e sismiche hanno consentito di rilevare una velocità delle onde di taglio dei depositi marini compresa tra 300 e 500 m/s sensibilmente inferiore al dato di riferimento pari a 800 m/s. Considerando questo dato nell'analisi di II Livello, ovvero nell'elaborazione dei fattori di amplificazione, si è optato per l'utilizzo esclusivo degli specifici abachi regionali caratteristici per la presenza di litotipi del substrato con Vs < 800 m/s (Allegato 2 della D.A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna).

L'analisi dei dati di V_s rilevati a livello comunale mette in luce valori di V_{s30} compresi tra 229 e 434 m/s. In particolare si evidenzia come non sia stato possibile eseguire una suddivisione del territorio per range omogenei di V_{s30} in quanto le unità afferenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, che occupano in affioramento la maggior parte del territorio comunale, presentano valori di V_{s30} alquanto dispersi: all'interno dell'AES3 sono state rilevate 10 misure che coprono tutto il range rilevato nel comune (V_{s30} compresa tra 229 e 428 m/s); all'interno dell'AES7b sono stati rilevati 6 valori di V_{s30} che si dimostrano meno dispersi rispetto al dato relativo all'AES3, e compresi tra 298 e 400 m/s (media 355 m/s) a confermare la presenza di livelli di ghiaie un poco più omogenei come evidenziato nelle sezioni geologiche; per quanto riguarda l'AES8 si evidenzia come esista una sostanziale differenza litologica tra i depositi afferenti al t. Arda (prevalentemente ghiaiosi) ed i depositi afferenti ai sistemi Grattarolo-Santa Franca ed Ongina (essenzialmente limoso-argillosi); in tal senso le V_{s30} , nell'area di Lussurasco (Stratigrafia tipo 2006) variano tra 345 e 434 m/s (media 402 m/s) e nell'area di Chiaravalle (Stratigrafia tipo 2003) il valore rilevato è pari a 313 m/s; per quello che riguarda l'ambito Grattarolo (Stratigrafia tipo 2001) il valore varia da 251 a 302 m/s (media 276 m/s); nel sistema Ongina i valori variano da 286 m/s a 341 m/s (media 315 m/s). In sintesi si ricava che i dati afferenti al settore orientale del comune risultano leggermente più alti anche in virtù della presenza più frequente di orizzonti di ghiaie interne all'AES7 e all'AES8, ma non è stato possibile ottenere correlazioni areali. Tale incertezza è legata all'assenza di continuità laterali e verticali degli orizzonti di ghiaia facenti parte delle unità del Subsintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8-AES7 e AES3) o del Sintema Emiliano Inferiore (AEI) che hanno anche impedito l'individuazione di un tetto delle ghiaie uniforme ed arealmente distribuito.

Per quello che riguarda i valori di amplificazione calcolati per le diverse aree individuate (analisi di II Livello per aree stabili soggette ad amplificazione locale) si evidenzia come la porzione di pianura mostri fattori di amplificazione generalmente inferiori alla porzione di collina. In particolare per **Alseno capoluogo** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.4 e 1.5, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.5 e 1.7, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.8 e 2.3. Per l'abitato di **Chiaravalle della Colomba** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A di 1.5, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ di 1.7, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ di 2.3.

Per l'abitato di **Saliceto** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A di 1.5, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ di 1.8, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ di 2.3.

Per gli abitati di **Stazione di Alseno e Santa Maria Maddalena** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.4 e 1.6, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.7 e 1.8, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 2.0 e 2.1.

Per l'abitato di **Lussurasco** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.5 e 1.8, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.6 e 2.3, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.7 e 2.3.

Per l'abitato di **San Rocchino** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.8 e 1.9, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 2.1 e 2.3, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.9 e 2.3.

Per l'abitato di **Cortina** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 2.0 e 2.5, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.7 e 2.6, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.4 e 2.8.

Per l'abitato di **Fellegara** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.4 e 2.0, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.5 e 2.0, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.4 e 1.7.

Per l'abitato di **Gasparini** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.4 e 2.0, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.5 e 2.0, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 1.4 e 1.7.

Per l'abitato di **San Giuseppe** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.4 e 2.0, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.5 e 1.7, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ di 1.4.

Per l'abitato di **Castelnuovo Fogliani** sono stati stimati valori di F.A. di P.G.A variabili tra 1.6 e 2.0, valori di intensità spettrale (rapporto di intensità di Housner) per periodi compresi tra $0.1 < T_0 \leq 0.5s$ variabili tra 1.8 e 2.3, valori di intensità spettrale per periodi compresi tra $0.5 < T_0 \leq 1.0s$ compresi tra 2.4 e 2.8.

Lo studio eseguito ha consentito di individuare alcune aree instabili ai sensi della D.A.L. 112/2007 rappresentate da alcune frane attive e/o quiescenti. Le aree instabili sono localizzate nell'ambito di Castelnuovo Fogliani (n.1 frana – ID_i 14) e dell'ambito di Colle San Giuseppe. Tali aree necessitano di una analisi di terzo livello.

9 CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

La ricerca eseguita sui principali cataloghi relativi alla sismicità storica tra cui **CFTI** – catalogo dei forti terremoti (461 a.c. – 1997), **NT4.1** – catalogo parametrico dei terremoti italiani al di sopra della soglia del danno, **CPTI 04** – catalogo parametrico dei terremoti italiani (217a.c. – 2002), **DBMI11** – database macrosismico italiano, **ISIDe** - Database parametrico e strumentale della sismicità italiana e negli archivi comunali non ha evidenziato la registrazione di danni significativi o sensibili alle strutture ed alle infrastrutture.

10 BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2011): "Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", Ingegneria sismica Anno XXVII, n°2. Patron editore.

Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics

Boccaletti M, Martelli L. a cura di (2004) "Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna" Selca Firenze

Calabrese L. Di Dio G. (2009): "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 180 "Salsomaggiore Terme" ISPRA / Regione Emilia-Romagna

Calabrese L. (2009): "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 181 "Parma Nord" ISPRA / Regione Emilia-Romagna

Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (2009) – Foglio 180 "Salsomaggiore Terme". Regione Emilia Romagna/Serv. Geol. Naz.

Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (2009) – Foglio 181 "Parma Nord". Regione Emilia Romagna/Serv. Geol. Naz.

Camassi R. Stucchi M. (1998) "NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno" <http://emidius.mi.ingv.it/NT/CONSNT.html>

Cerrina Ferroni A., Martelli L., Martinelli P., Ottria P.(2002): "Carta geologico strutturale dell'Appennino Emiliano Romagnolo alla scala 1:250000" Regione Emilia-Romagna - CNR

Delibera dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007, "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Facciorusso J. (a cura di) (2012): "Microzonazione sismica, uno strumento consolidato per la riduzione del rischio. L'esperienza della Regione Emilia-Romagna". Ed Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

ISIDe Working Group (INGV, 2010), Italian Seismological Instrumental and parametric database: <http://iside.rm.ingv.it>

Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S. Yasuda S., Sato H. (1983) "Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods", III Int. Conf. In Microzon., San Francisco

Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.

Gruppo di Lavoro (2004): Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma

Gruppo di Lavoro MS (2008): "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma.

Locati M., Camassi R., Stucchi M. (a cura di), (2011). "DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano". Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.

Pieri M. & Groppi G (1982): "Subsurface geological structure of the Po Plain." Pubbl.414 Prog. Fin. Geodinamica C.N.R., 1-23.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp.

Robertson P.K. & Wride C.E. (1998) "Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test" Can. Geotech. J. 35: 442–459 (1998)

Serva L. (1990): "Il ruolo delle Scienze della Terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN)." Boll. Soc. Geol. It., 109, 375-411.

Varnes D.J. (1978): "Slope movement types and processes" In: "Landslides: Analysis and control" Transportation Research Board, National Accademy of Sciences, Special report 176, Chapter 2.

Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J., Liao, S., Marcuson III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R., and Stokoe, K.H.,(1998): "Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 127, October, pp 817-833

**11 ALLEGATI –
PROVE SISMICHE 2013**

REPORT MASW+HVSr

(Multi-Channel Analysis of Surface Waves + Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Rayleigh + Love + Microtremore

Determinazione profilo verticale velocità onde S



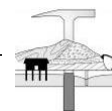
Località: Saliceto, comune di Alseno (PC)

Data: Maggio 2013

Committente: Geode S.c.r.l.

Acquisizione ed elaborazione: Geol. D. Zucchi, Geol. F. Segalini





A. METODOLOGIA MASW

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) consiste nell'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio S (Park et al., 1999).

Nella tabella C6.2.I della CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP., dove si elencano le indagini di tipo geofisico con strumentazione in superficie, si parla di prova SASW (*Spectral Analysis of Surface Waves*). La procedura MASW non è altro che una prova SASW multicanale ed è pertanto più completa ed affidabile; di conseguenza risulta in accordo con le NTC08.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, eseguito nel seguente sito in studio, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel *range* di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sui primi 30-50 m di profondità.

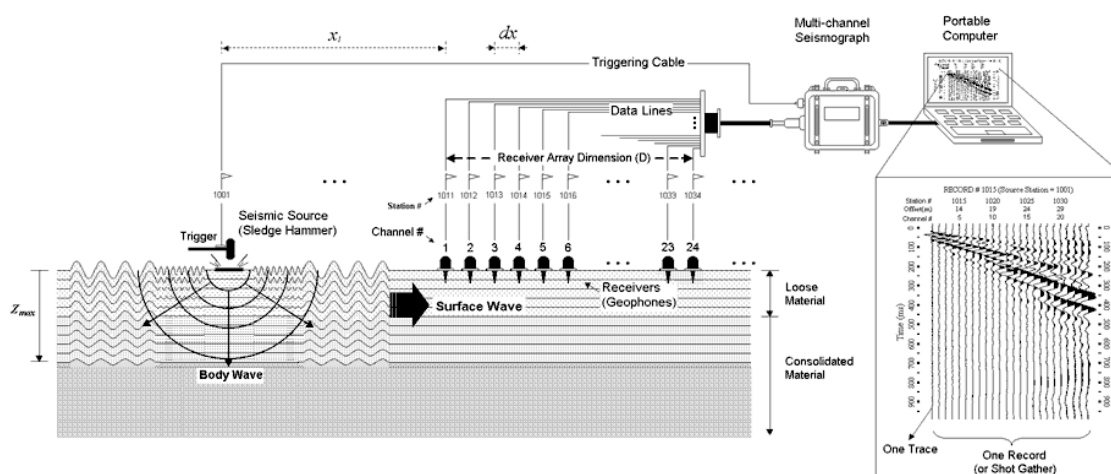
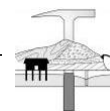


Figura 1. Metodo MASW attivo.

Quando si energizza il sito in un punto della sua superficie libera si generano diversi tipi di onde: se la sorgente è perpendicolare alla superficie libera si originano onde appartenenti al piano verticale (onde P, onde Sv, onde di Rayleigh e onde rifratte), se la sorgente è parallela alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano orizzontale (onde Sh e onde di Love).

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie e specificatamente delle onde di Rayleigh: queste ultime vengono generate da una sorgente ad impatto verticale. Due sono gli aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e Sv. Il primo aspetto è che le onde di Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e Sv, in quanto si



propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici (come le altre onde) viaggiando con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (Achenbach, 1999, Aki e Richards, 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano la porzione più profonda del sottosuolo.

In questa indagine accanto all'acquisizione MASW in Rayleigh viene proposta anche l'analisi della dispersione delle onde di Love, da analizzare congiuntamente alle Rayleigh, per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti solo alle onde di Rayleigh. Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultino di ardua interpretazione in relazione alla presenza di forti segnali *scatterati* e all'intrecciarsi di diversi modi. L'unica grossa differenza tra le onde di Rayleigh e quelle di Love sta nel fatto che queste ultime si formano solo in caso di gradiente di velocità "positivo".

Sono inoltre state eseguite misure di microtremiti atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR) utile a definire eventuali risonanze di sito e, unitamente a misure di dispersione delle onde di superficie, a meglio vincolare il profilo V_s (Dal Moro, 2010; 2011). A causa della pesante non-univocità della soluzione una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazioni sulle V_s da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.

B. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 24 canali (modello Echo 2002) collegato a 24 geofoni orizzontali aventi frequenza propria di 4.5 Hz.

È stato realizzato uno stendimento sismico lineare di lunghezza pari a 69 metri con spaziatura di 3.0 metri tra i 24 geofoni e tempo di acquisizione pari a 1 secondo.

L'acquisizione delle onde di Love è del tutto analoga a quelle di Rayleigh, cambia solo il tipo di sorgente e l'orientazione dei geofoni orizzontali (asse perpendicolare allo stendimento per le Love e asse parallelo per le Rayleigh, vedi figura seguente).

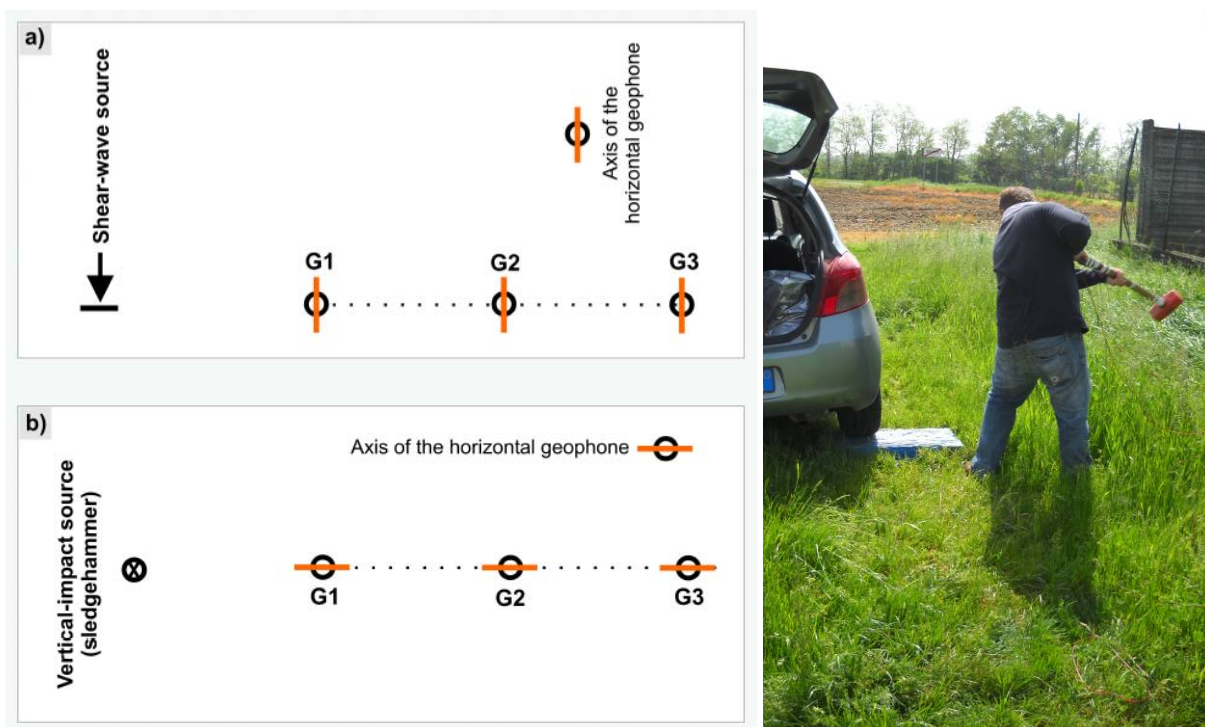
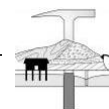
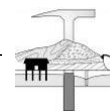


Figura 2. Acquisizione di dati: a) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Love; b) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh (componente radiale). Nella fotografia a destra la battuta di taglio su piastra in polipropilene.



Figura 3. Stendimento sismico (a sinistra) e apparecchiatura per l'acquisizione HVSR (destra).



L'energizzazione è stata effettuata in posizione esterna rispetto al geofono 1 con offsets pari a 3, 6 e 9 m; per le onde di Rayleigh si è utilizzata una mazza battente di 8 kg ad impatto verticale su piastra metallica, per quelle di Love una mazza battente ad impatto di taglio su piastra in polipropilene.

Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono state eseguite utilizzando lo strumento SR04-GEOBOX, dotato di sensore a 2.0 Hz (Sara electronic instruments). L'analisi dei dati acquisiti è stata eseguita utilizzando il software WINMASW 5.2 versione Academy.

ANALISI RAYLEIGH + LOVE

Dai sismogrammi acquisiti (dominio spazio-tempo) si sono determinati mediante la trasformata di Fourier gli spettri di ampiezza (dominio frequenza-ampiezza), da cui si ricavano gli spettri di velocità nel dominio frequenza-velocità attraverso il metodo denominato *phase shift* (Figura 4).

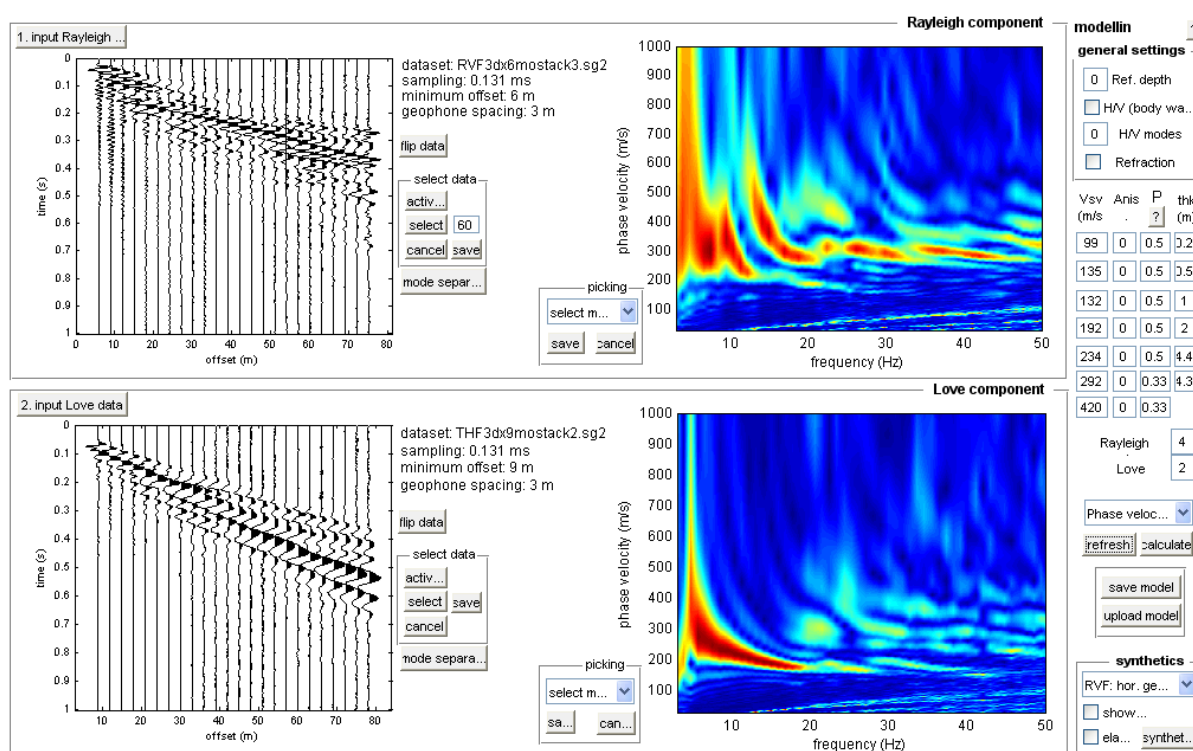


Figura 4. Acquisizione della componente radiale delle onde Rayleigh (RVF) e acquisizione delle onde di Love (THF). Sulla sinistra le tracce sismiche acquisite (sismogramma) e sulla destra gli spettri di velocità.

La suite di programmi del Prof. Herrmann ha inoltre consentito di generare i sismogrammi sintetici con i relativi spettri. Da notare la buona congruenza tra sismogrammi reali e sintetici, sinonimo di una elevata attendibilità del modello ottenuto.

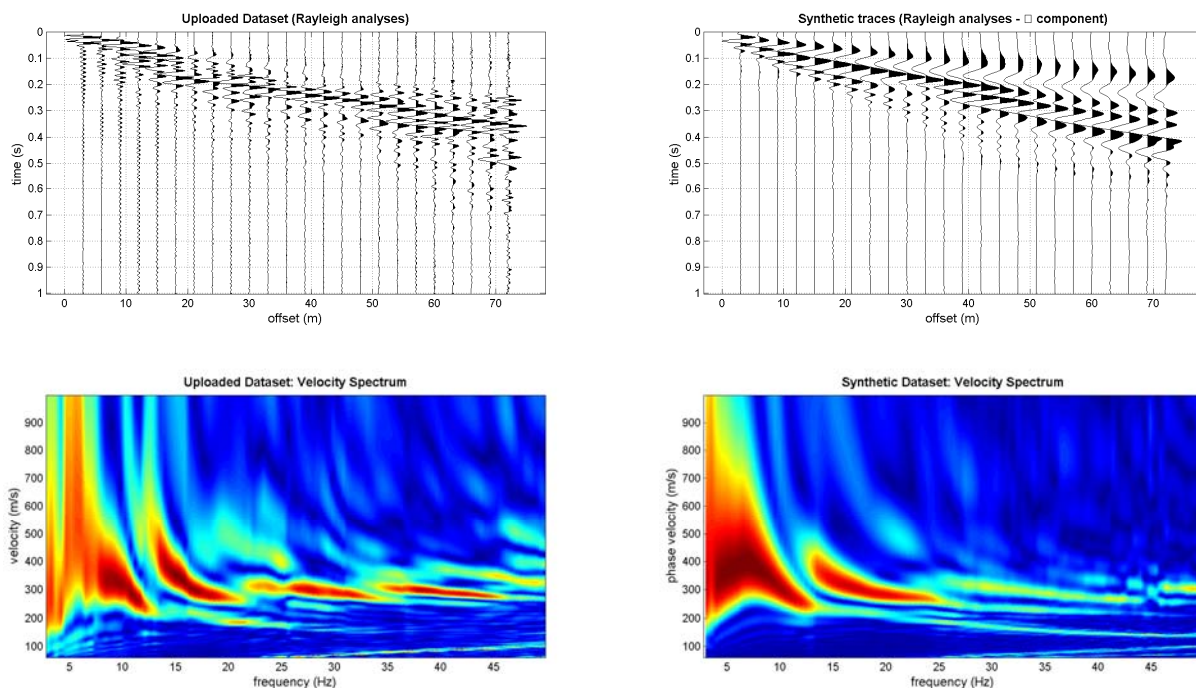
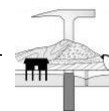


Figura 5. Sulla sinistra i dati registrati, sulla destra il modello sintetico (onde Rayleigh).

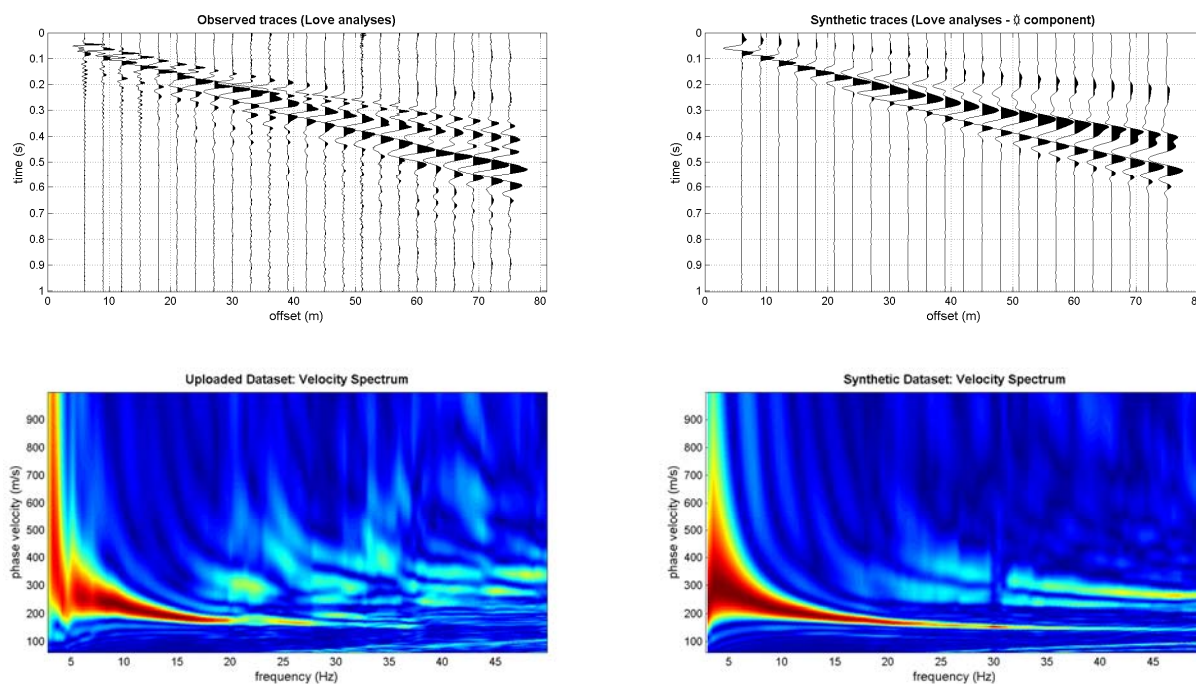
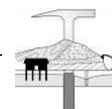


Figura 6. Sulla sinistra i dati registrati, sulla destra il modello sintetico (onde Love).



RAPPORTI SPETTRALI H/V

Nelle figure successive si riporta la persistenza delle misure HVSR, lo spettro d'ampiezza medio delle 3 componenti (NS, EW e verticale) ed i valori HVSR. Dall'analisi non si rilevano picchi di rilevanza SESAME.

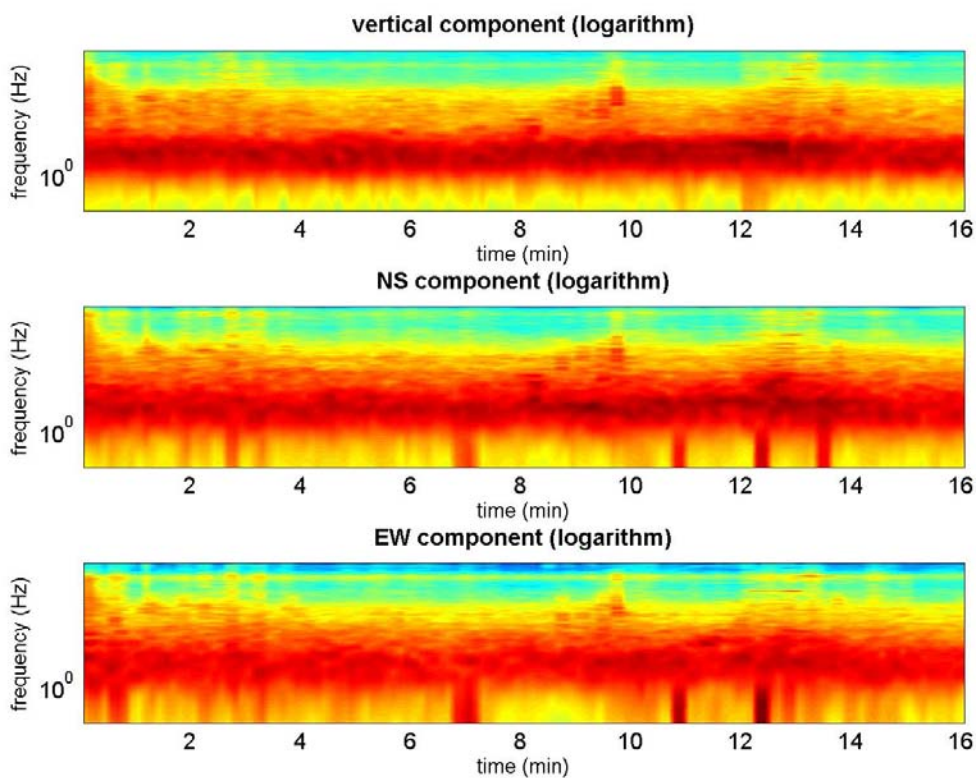


Figura 7. Persistenza delle misure HVSR lungo le singole componenti.

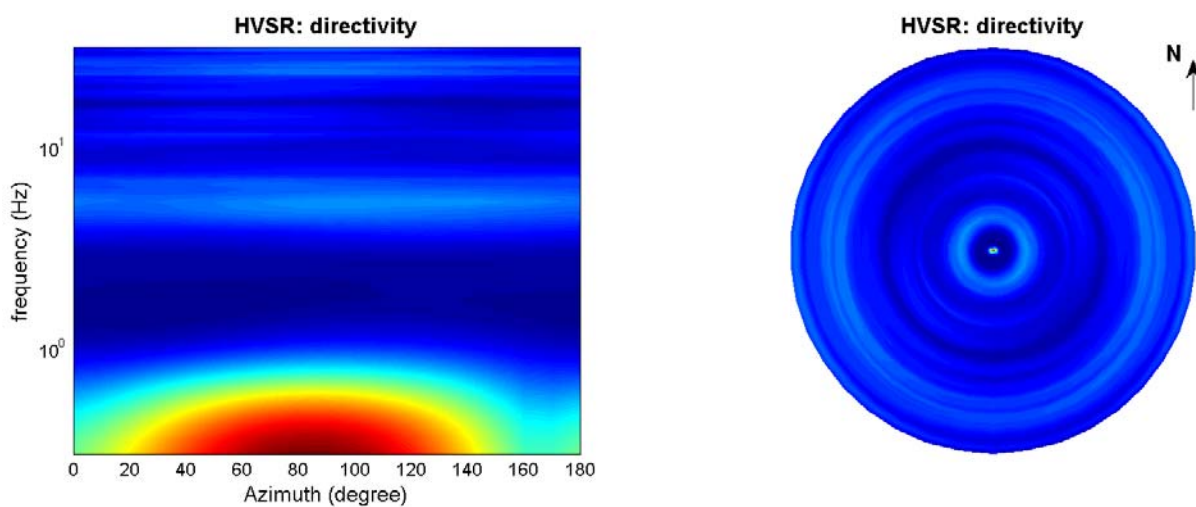


Figura 8. Direttività delle misure HVSR.

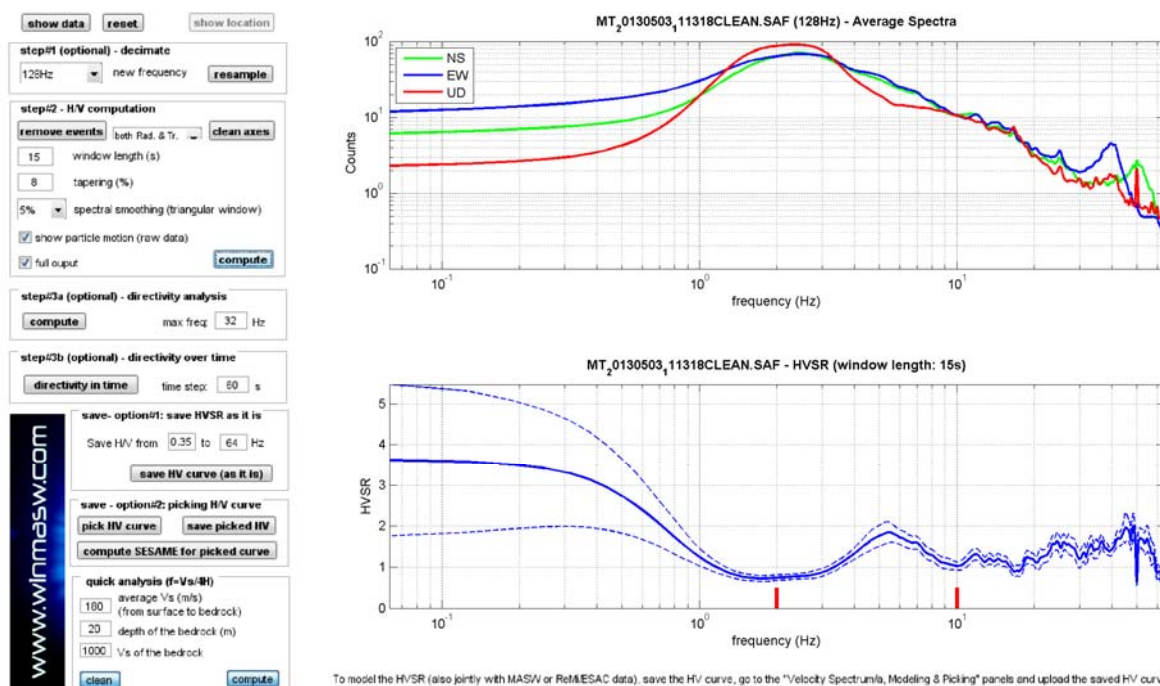
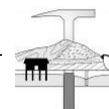


Figura 9. Spettri d'ampiezza medi delle 3 componenti (NS, EW e verticale) e valori di HVSR.

Di seguito la modellazione della curva HVSR ottenuta applicando lo schema geologico dato dalla dispersione delle onde di superficie.

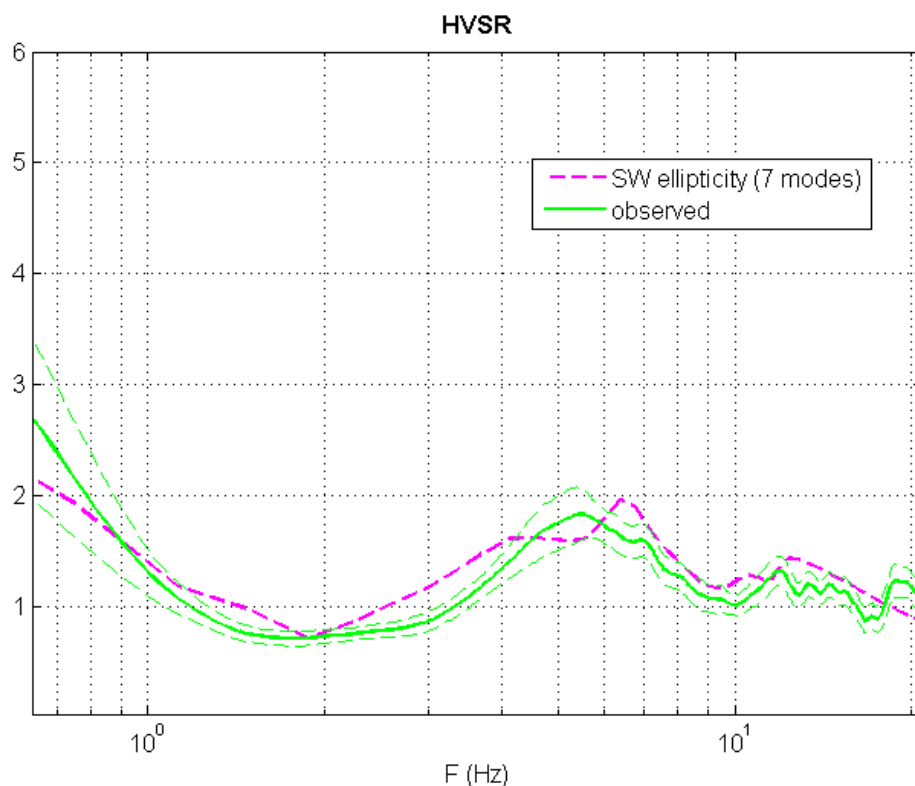
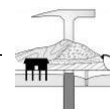


Figura 10. HVSR: in verde le misure effettuate, in magenta la curva HVSR modellata tramite ellitticità delle onde di superficie (Lunedei & Albarello, 2009). Il modello è chiaramente lo stesso usato per la modellazione della dispersione delle onde di superficie.



ANALISI CONGIUNTA

L'analisi congiunta dei dati ha dunque restituito il modello finale riportato nel diagramma e nella tabella riportati di seguito.

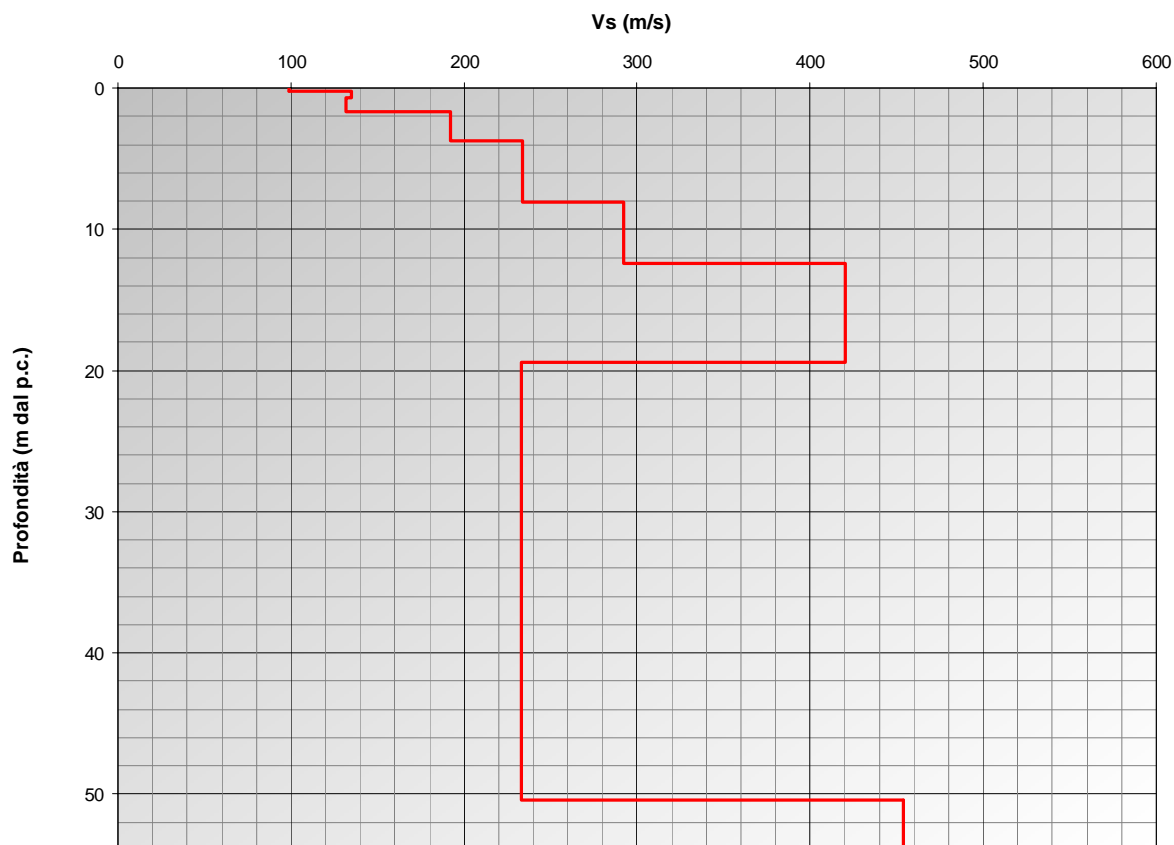
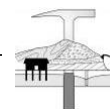


Figura 11. Profilo di velocità ottenuto dall'analisi congiunta.

Spessore (m)	Vs (m/s)
0,2	99
0,5	135
1,0	132
2,0	192
4,4	234
4,3	292
7,0	420
31,0	233
170,0	454
Inf.	1360

Tabella 1. Modello del sottosuolo individuato.



C. RISULTATI

La prova MASW unitamente all'analisi HVSR ha consentito di determinare, tramite la relazione riportata di seguito (NT08), un valore di Vs30 al piano campagna pari a 251 m/s.

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

dove:

hi: spessore in metri dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

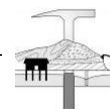
Vs,i: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

Profondità (m dal p.c.)	Vs (m/s)	Hi/Vs _i
0,0 – 0,2	99	0,0020
0,2 – 0,7	135	0,0037
0,7 – 1,7	132	0,0076
1,7 – 3,7	192	0,0104
3,7 – 8,1	234	0,0188
8,1 – 12,4	292	0,0147
12,4 – 19,4	420	0,0167
19,4 – 30,0	233	0,0455

Tabella 2. Modello per calcolo Vs30.

Profondità calcolo Vs30 (m dal p.c.)	Vs30 (m/s)
0,0	251
0,5	256
1,0	259
2,0	265
3,0	267
4,0	269
5,0	269

Tabella 3. Valori di Vs30 in funzione della profondità di calcolo



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Achenbach J.D., 1999. *Wave Propagation in Elastic Solids*, North-Holland, Amsterdam, Netherlands.
- Aki K. and Richards P.G., 1980. *Quantitative Seismology, Theory and Methods*, Vol. 1-2, W.H. Freeman & Co., New York.
- Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007. *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, J. Appl. Geophysics, 61, 39-55.
- Herrmann R.B. 2003. *Computer Programs in Seismology*.
- O'Neill A., Dentith M., List R., 2003. *Full-waveform P-SV reflectivity inversion of surface waves for shallow engineering applications*, Exploration Geophysics, 34, 158–173.
- Park C. B., Miller R. D. & Xia J., 1999. *Multichannel analysis of surface waves*, Geophysics, 64, 3; 800–808.
- Zywicki D.J., 1999. *Advanced Signal Processing Methods Applied to Engineering Analysis of Seismic Surface Waves*, Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology.
- Safari J., O'Neill A., Matsuoka T., Sanada Y. (2005). *Applications of Love Wave Dispersion for Improved Shear-wave Velocity Imaging*, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 10, 135–150.
- Herak M., 2008. *Model HVSR - A Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise*, Computers & Geosciences, 34, 1514–1526.
- Lunedei E. and Albarello D.; 2009. *On the seismic noise wavefield in a weakly dissipative layered Earth*, Geophys. J. Int., 177, 1001-1014.
- Software *Microtremor* (<http://nato.gfz.hr/SW.zip>) di Alberello D. & Lunedei E. (vedi Lunedei E., Albarello D., 2009, On the seismic noise wavefield in a weakly dissipative layered Earth, *Geophys. J. Int.*, 177, 1001-1014).
- Dal Moro G., 2010. *Insights on Surface-Wave Dispersion Curves and HVSR: Joint Analysis via Pareto Optimality*, J. Appl. Geophysics, 72, 29-140.
- Dal Moro G. & Ferigo F., 2011. *Joint Analysis of Rayleigh - and Love-Wave Dispersion for Near-Surface Studies: Issues, Criteria and Improvements*, J. Appl. Geophysics, in stampa.
- Dal Moro G., 2011. *Some Aspects about Surface Wave and HVSR Analyses: an Short Overview and a Case Study*, BGTA (Bollettino Geofisica Teorica e Applicata), Vol. 52, in stampa.

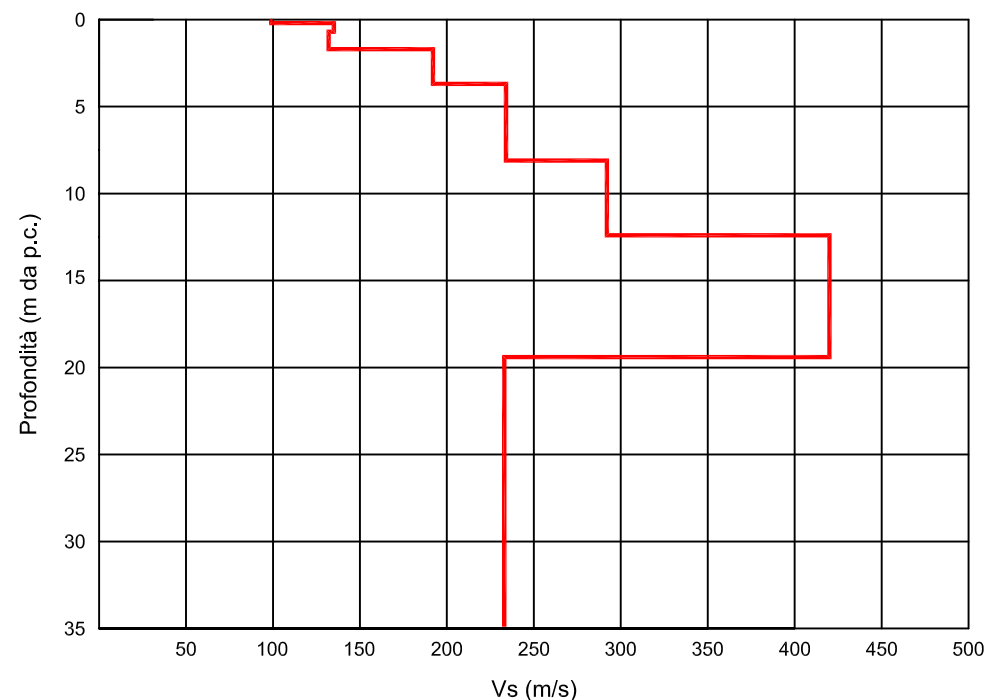
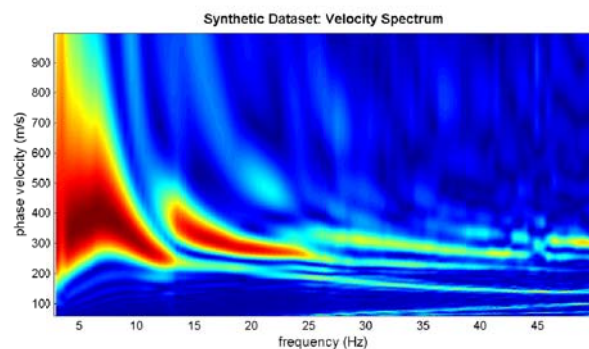
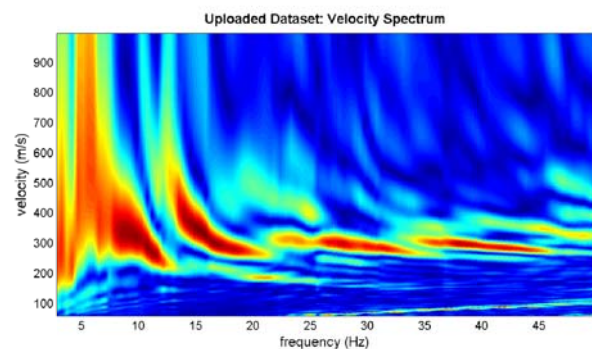
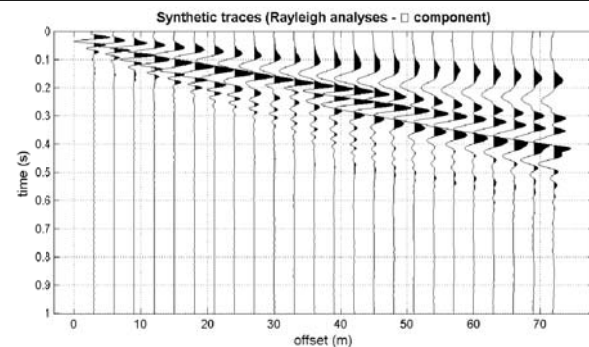
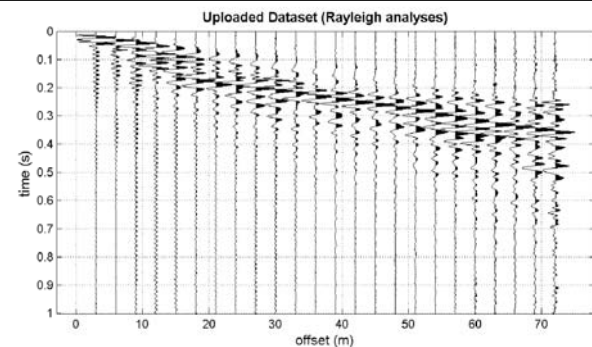
RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*.
- CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*.

ANALISI CONGIUNTA MASW + HVSr

Onde di Rayleigh

Dataset: RVF3dx6mo.SGY
 Geofoni orizzontali: 4.5 Hz
 Energizzazione: battuta verticale
 Offset energizzazione: 6 m



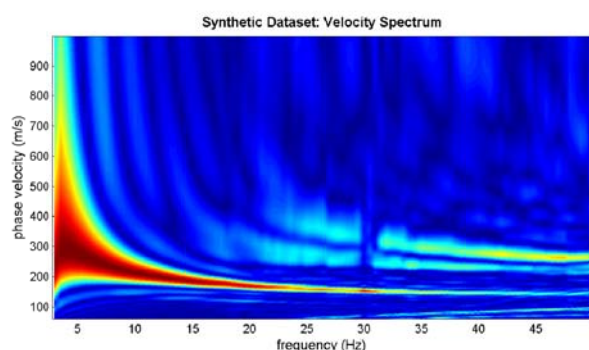
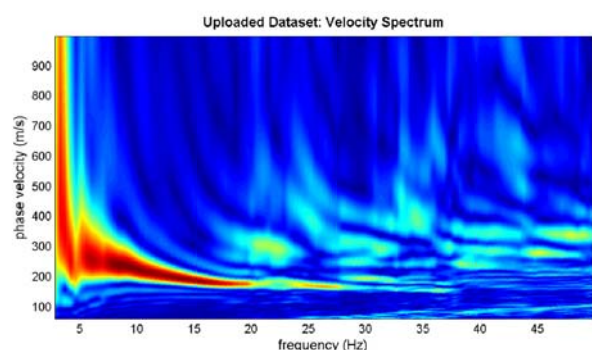
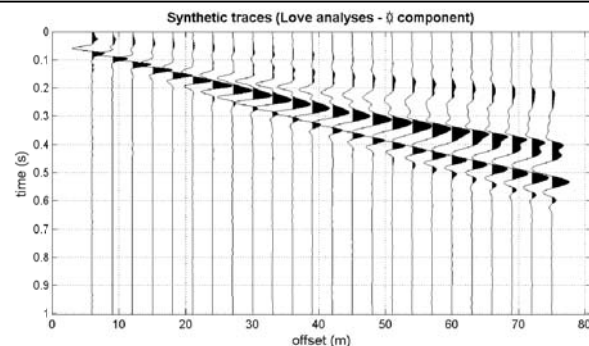
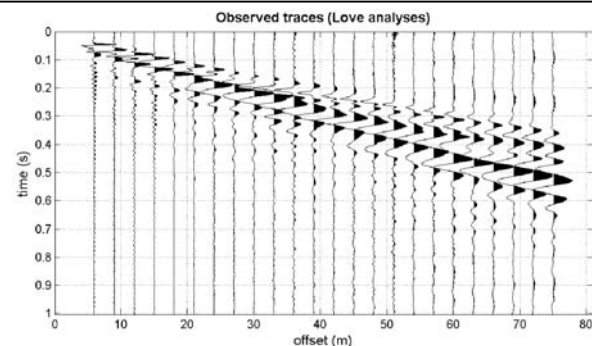
Profondità (m)		Vs (m/s)
da	a	
0.0	0.2	99
0.2	0.7	135
0.7	1.7	132
1.7	3.7	192
3.7	8.1	234
8.1	12.4	292
12.4	19.4	420
19.4	50.4	233
50.4	220.4	454
220.4	inf.	1360



Profondità calcolo Vs30 (m da p.c.)	0.0	- 0.5	- 1.0	- 2.0	- 3.0	- 4.0	- 5.0
Vs30 (m/s)	251	256	259	265	267	269	269

Onde di Love

Dataset: THF3dx9mo.SGY
 Geofoni orizzontali: 4.5 Hz
 Energizzazione: battuta orizzontale
 Offset energizzazione: 9 m



Scala 1:2.000



STRUMENTAZIONE

Sismografo 24 canali (Echo 2002)
 Geofoni orizzontali 4.5 Hz

Sismografo SR04-GEOBOX
 Sensore 2.0 Hz

INDAGINE GEOFISICA Metodologia MASW + HVSr RAYLEIGH + LOVE + MICROTREMORE

*Determinazione profilo verticale
 velocità onde S*

Committente: GEODE S.c.r.l.

Località: Sallceto

Comune di Alseno

Data: Maggio 2013

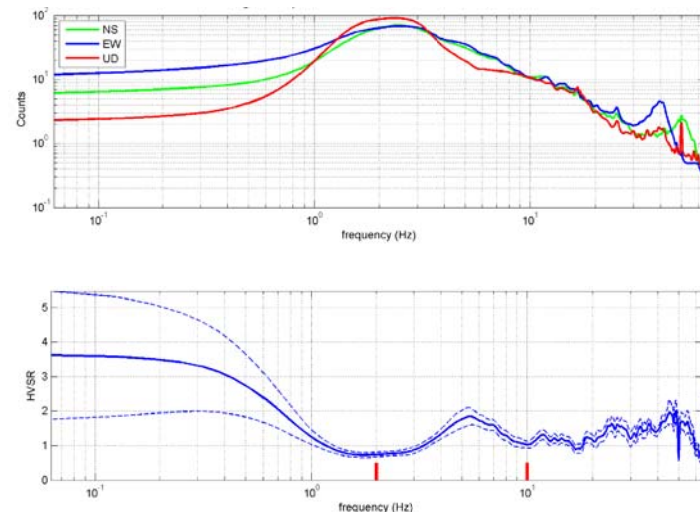
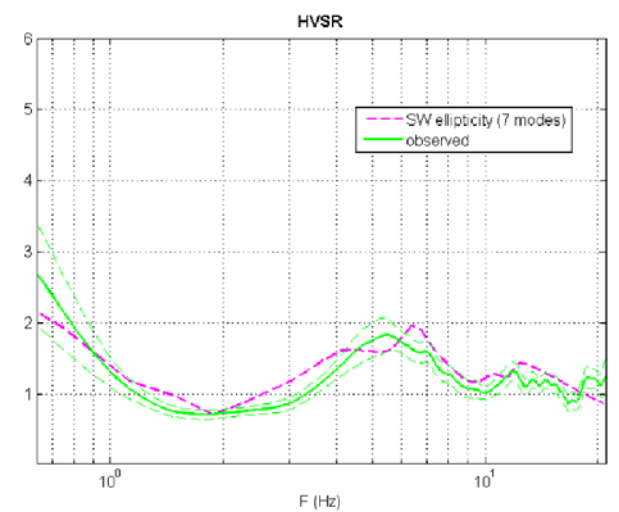
FILE: TAVOLA_Sallceto

Dott. Geol. Davide Zucchi
 Via Salsediana Est, 3573
 Castelnuovo Fogliani (PC)
 davidezucchi@virgilio.it

Dott. Geol. Filippo Segalini
 Via Papa Giovanni XXIII, 121
 Morfasso (PC)
 filippo.segalini@morfasso.com



Microtremore



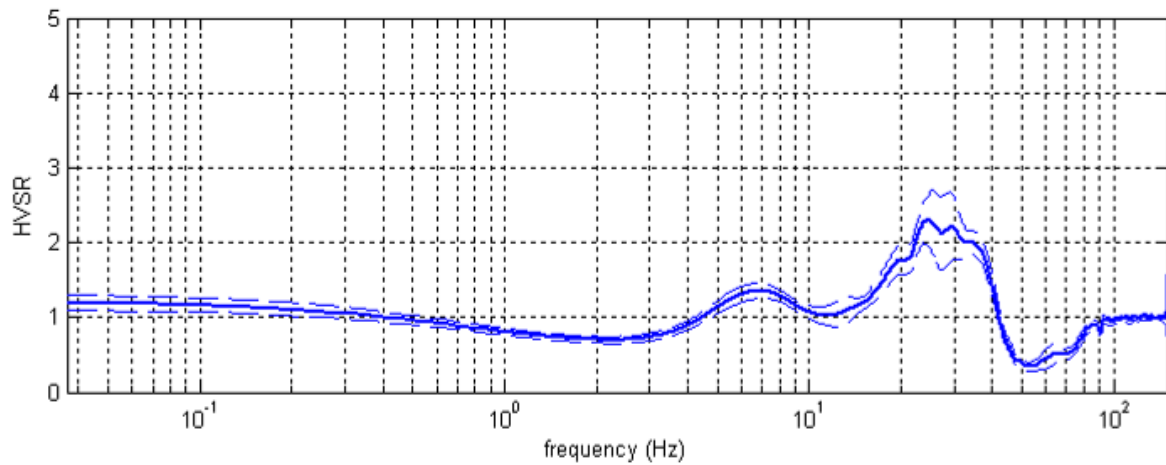
HV01

Località: Castelnuovo Fogliani (sul terrazzo)
Data acquisizione: 22/03/2013

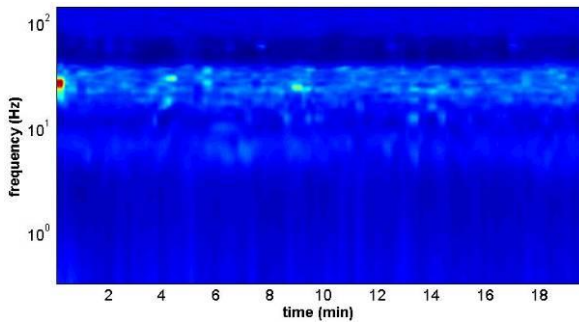
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



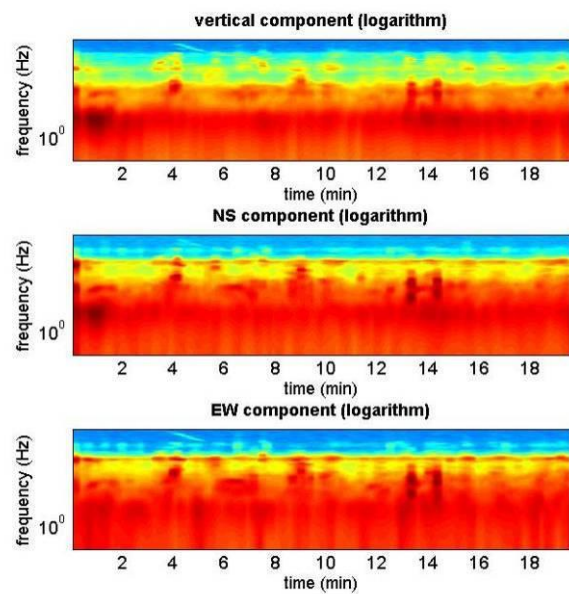
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



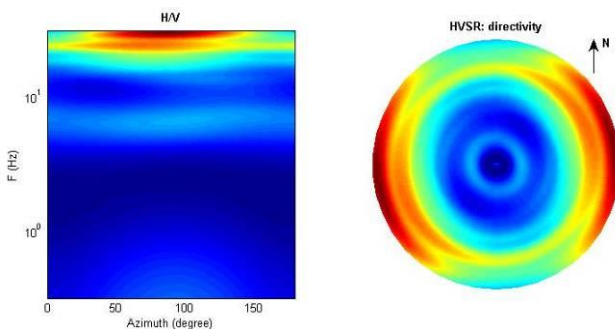
SERIE TEMPORALE H/V

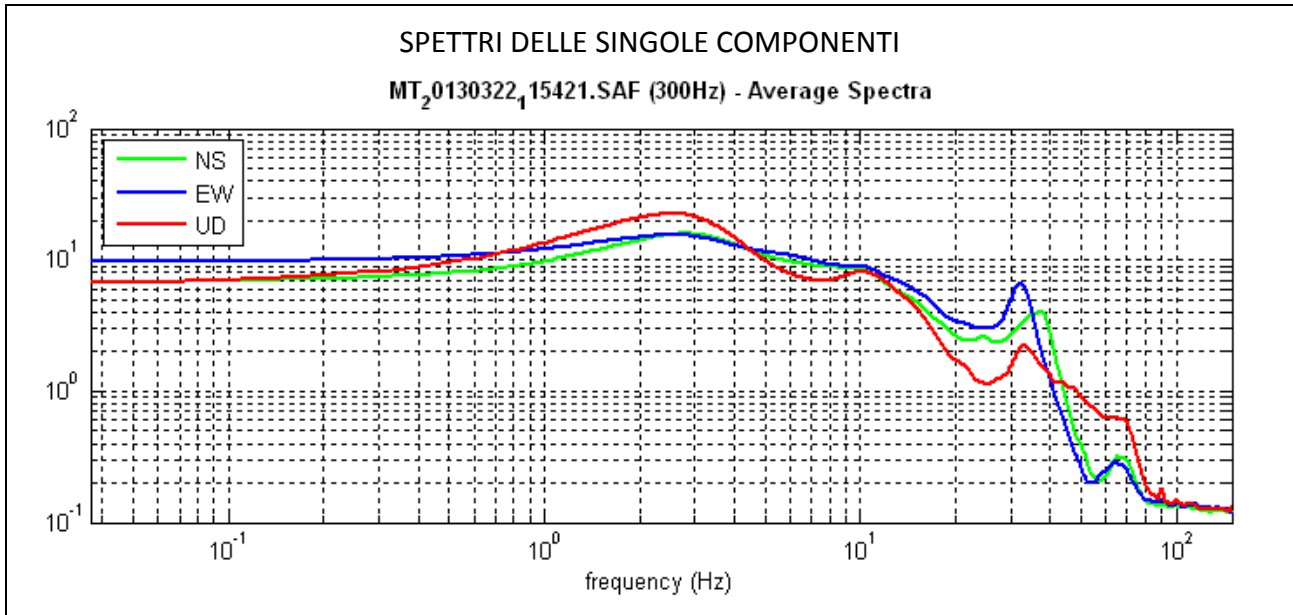


SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI



DIREZIONALITÀ H/V





In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 7.1 (± 3.1)

Peak HVSR value: 1.4 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 7.1 > 0.66667 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 16309 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.4 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{A_{H/V}} < \epsilon(f_0)$]: 3.081 > 0.355 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.103 < 1.58 (OK)

In the following the results considering the data in the 0.5-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 24.9 (± 5.0)

Peak HVSR value: 2.3 (± 0.4)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: 24.9 > 0.5 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 58697 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 14.3Hz (OK)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 41.5Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: 2.3 > 2 (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 5.000 > 1.244 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.362 < 1.58 (OK)

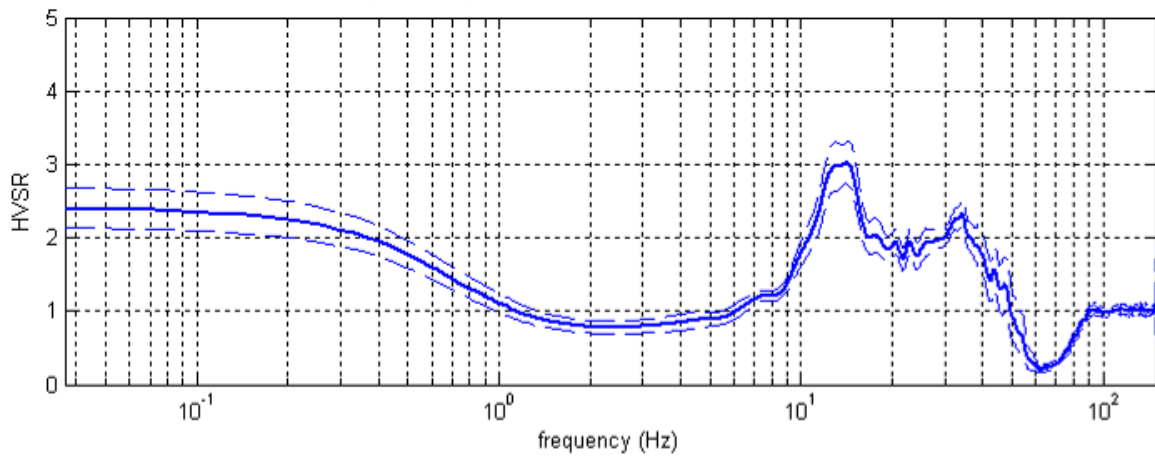
HV02

Località: Castelnuovo Fogliani (basso)
Data acquisizione: 22/03/2013

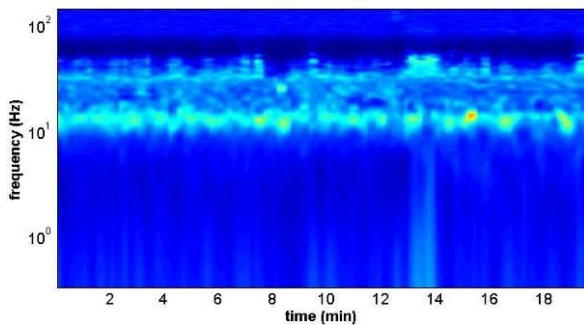
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



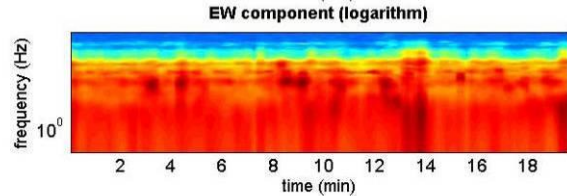
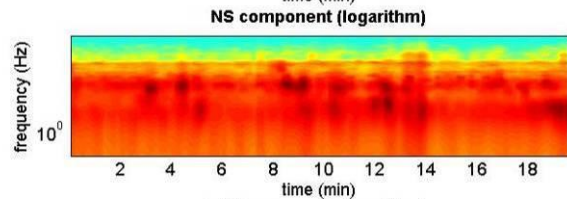
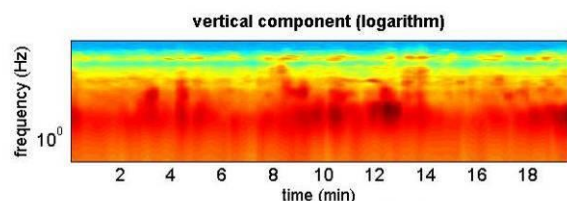
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



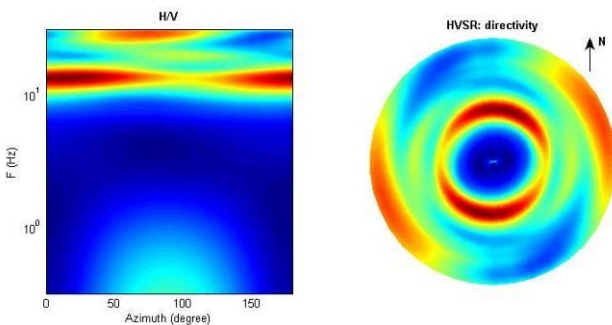
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

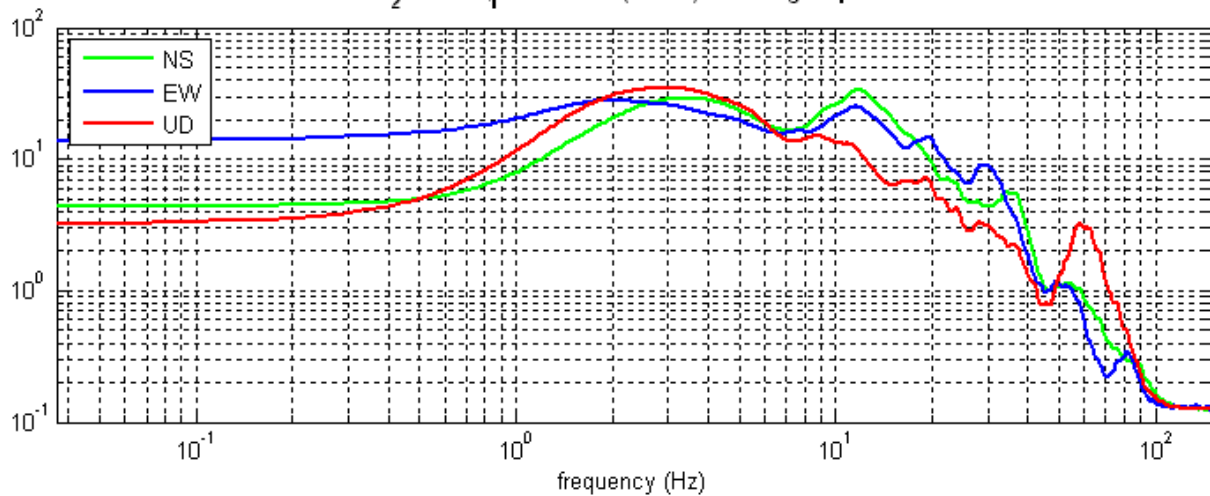


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130322₁23616.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.5-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 13.7 (± 9.3)

Peak HVSr value: 2.9 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 13.7 > 0.5 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 32418 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_{A(f)} < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 9.2Hz (OK)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 42.2Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.9 > 2 (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_{A(f)}] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{A(f)} < \epsilon_{\text{sigma}}(f_0)$]: 9.284 > 0.687 (NO)
- #6. [$\sigma_{A(f_0)} < \theta(f_0)$]: 0.249 < 1.58 (OK)

In the following the results considering the data in the 20.0-40.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 33.3 (± 5.0)

Peak HVSR value: 2.3 (± 0.1)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: 33.3 > 0.66667 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 69424 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: 2.3 > 2 (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: 4.995 > 1.665 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.140 < 1.58 (OK)

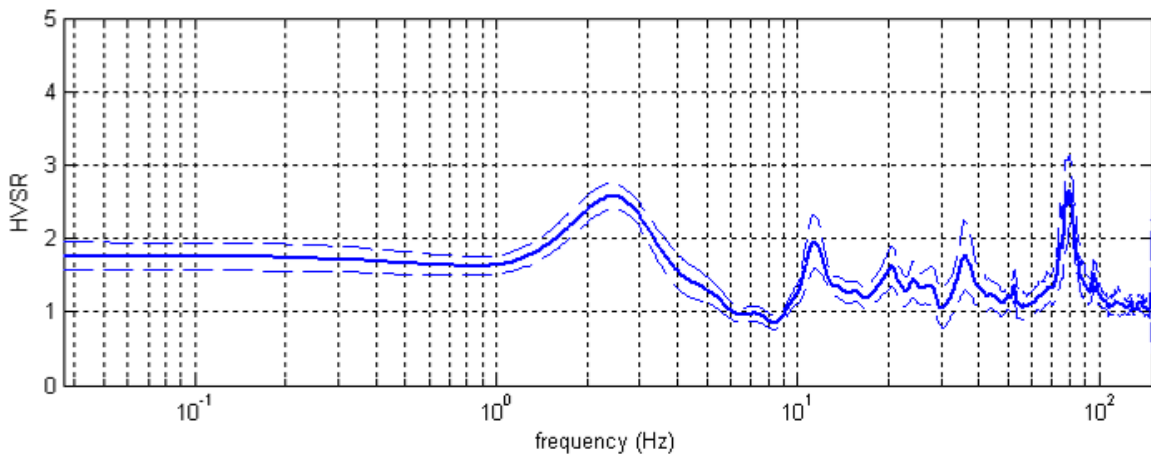
HV03

Località: Colle San Giuseppe, Castelnuovo Fogliani
Data acquisizione: 22/03/2013

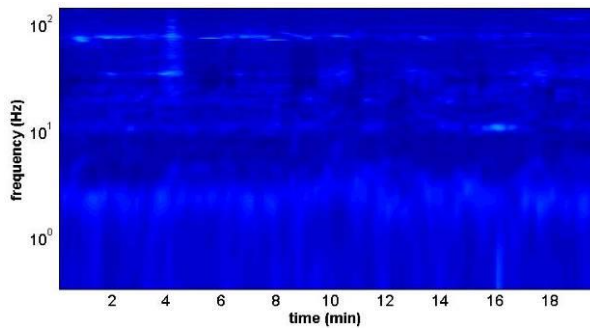
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 10%



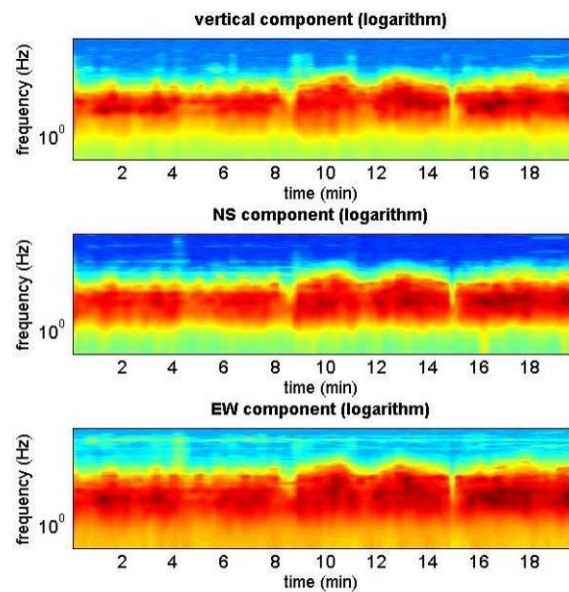
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



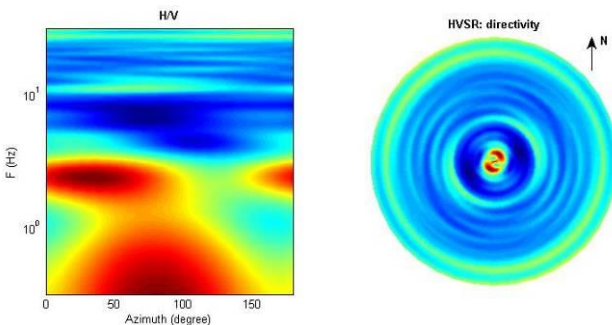
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

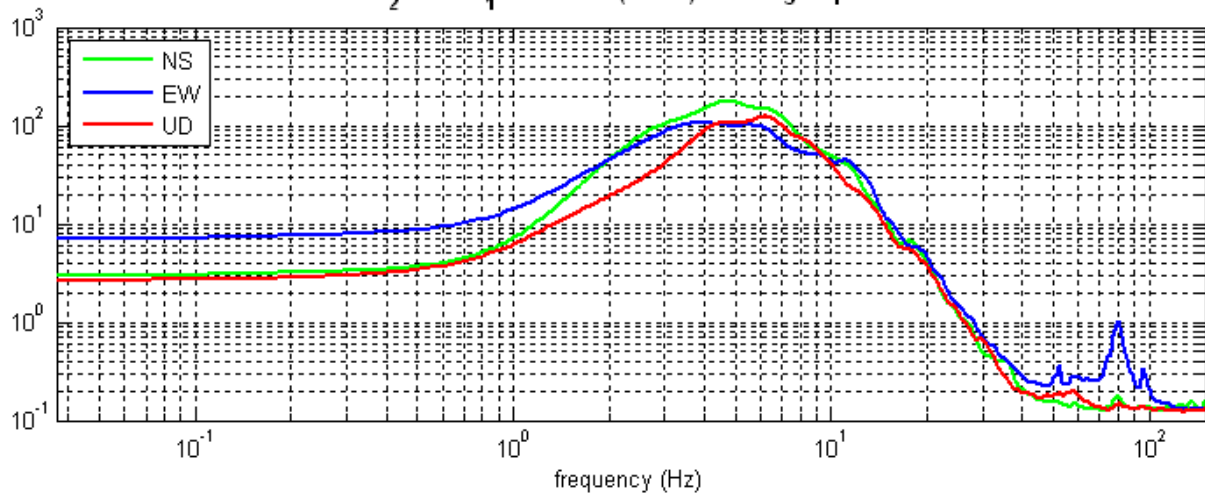


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130322₄50909.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.5-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 2.5 (± 13.4)

Peak HVSR value: 2.6 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: 2.5 > 0.5 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 5792 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_{A(f)} < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.1Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: 2.6 > 2 (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_{A(f)}] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{A(f)} < \epsilon(f_0)$]: 13.382 > 0.123 (NO)

#6. [$\sigma_{A(f_0)} < \theta(f_0)$]: 0.177 < 1.58 (OK)

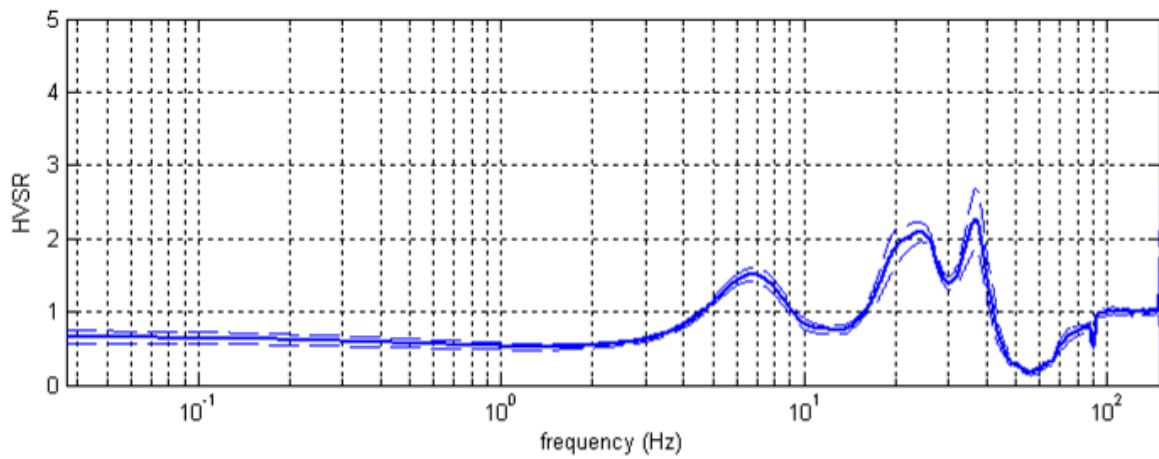
HV04

Località: area Abbazia, Chiaravalle della Colomba
Data acquisizione: 03/05/2013

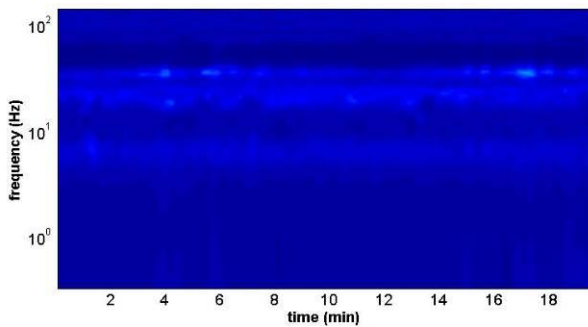
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



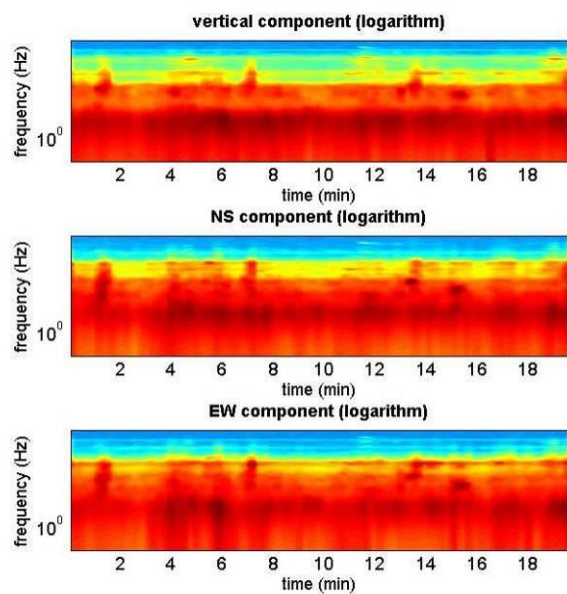
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



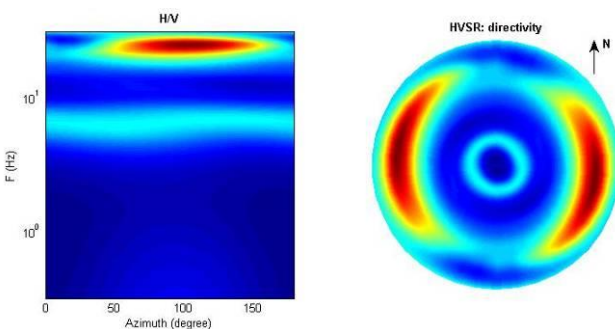
SERIE TEMPORALE H/V

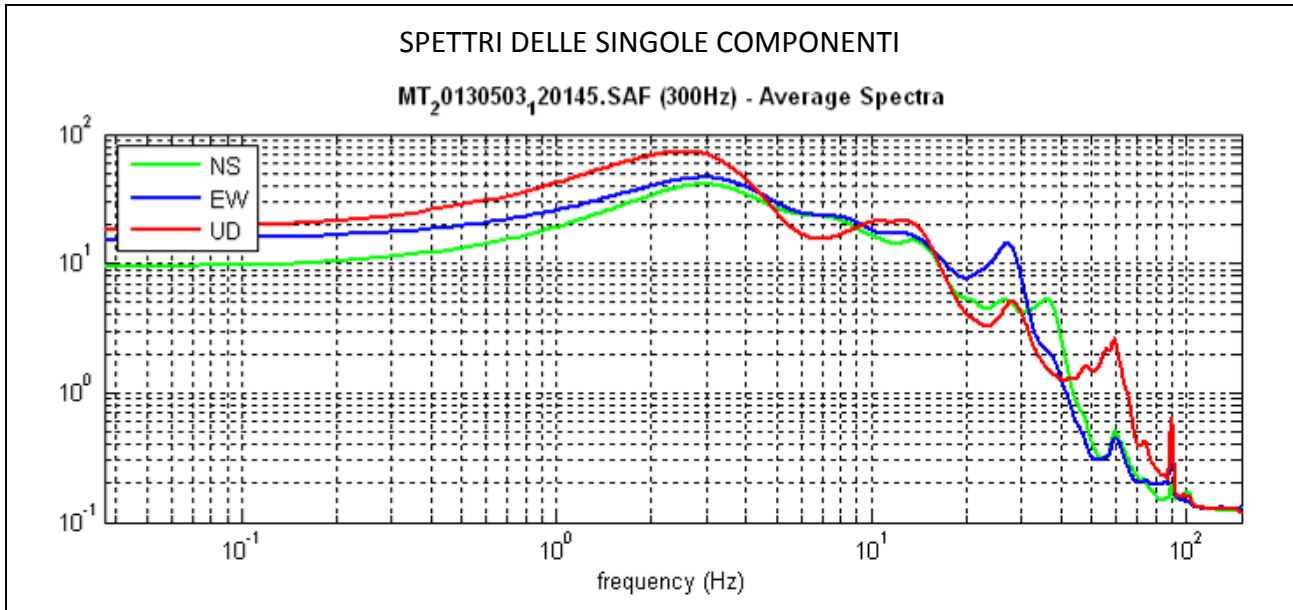


SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI



DIREZIONALITÀ H/V





In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 6.8 (± 0.4)

Peak HVSR value: 1.5 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 6.8 > 0.66667 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 16147 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 3.8Hz (OK)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.5 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon_{\text{f}_0}$]: 0.440 > 0.341 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.108 < 1.58 (OK)

In the following the results considering the data in the 10.0-30.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 24.4 (± 2.1)

Peak HVSR value: 2.1 (± 0.1)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 24.4 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 57574 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 16.2Hz (OK)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.1 > 2 (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 2.058 > 1.220 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.132 < 1.58 (OK)

HV05

Località: Saliceto

Data acquisizione: 03/05/2013

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz

Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional

Durata registrazione: 20 minuti

Frequenza campionamento: 300 Hz

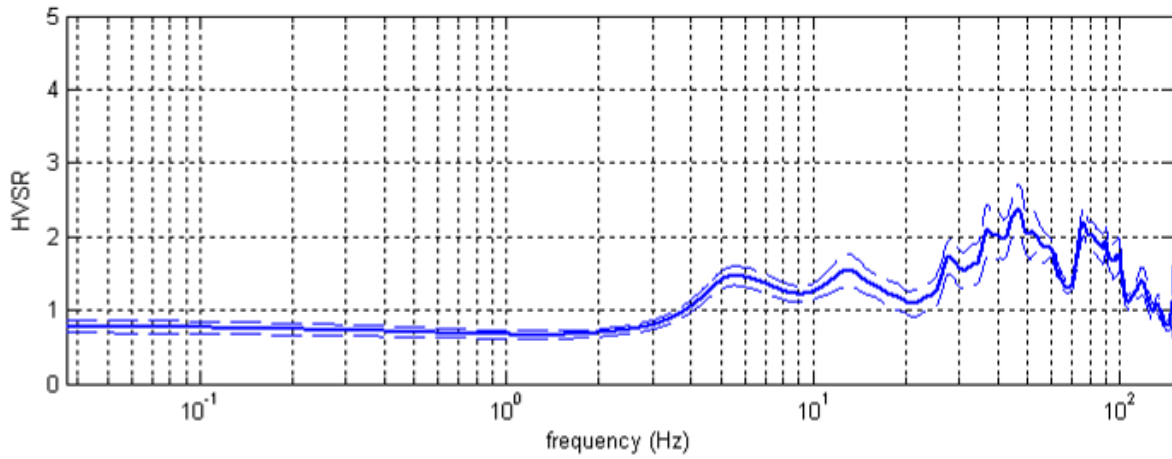
Lunghezza finestre: 20 secondi

Tipo di lisciamento: triangolare

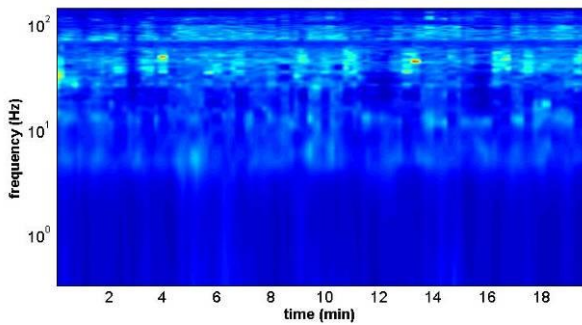
Lisciamento: 20%



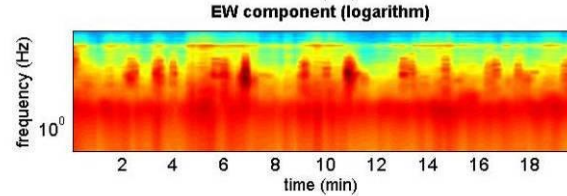
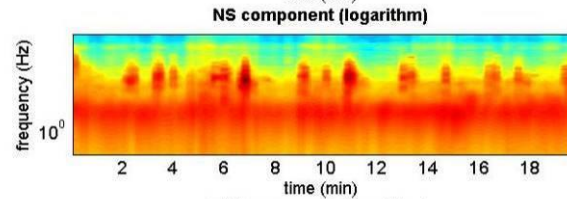
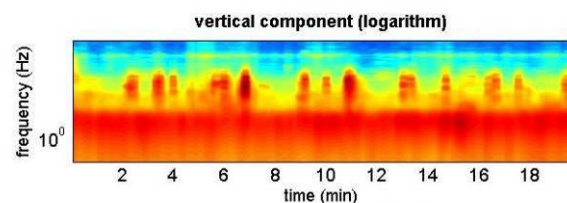
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



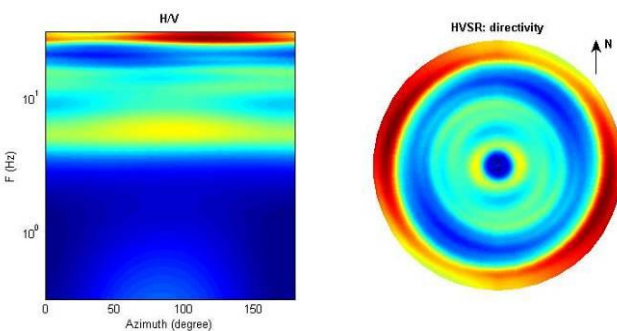
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

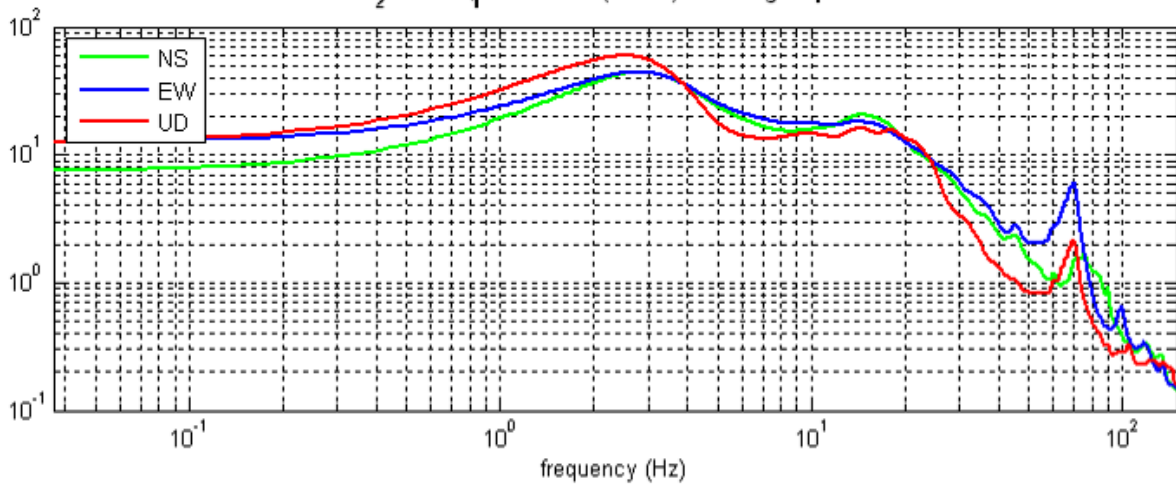


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130503_31219.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.6 (± 1.7)

Peak HVSR value: 1.5 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 5.6 > 0.66667 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 12523 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.6Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.5 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: 1.731 > 0.282 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.143 < 1.58 (OK)

In the following the results considering the data in the 10.0-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 13.2 (± 2.4)

Peak HVSR value: 1.5 (± 0.2)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: 13.2 > 0.5 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 31121 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: 1.5 < 2 (NO)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{A_{H/V}} < \epsilon(f_0)$]: 2.385 > 0.659 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.218 < 1.58 (OK)

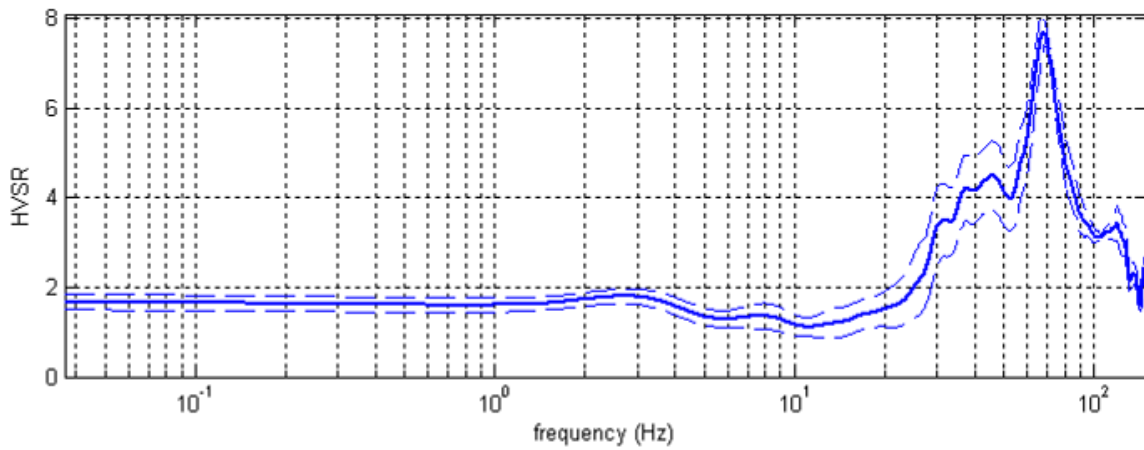
HV06

Località: stazione di Alseno
Data acquisizione: 03/05/2013

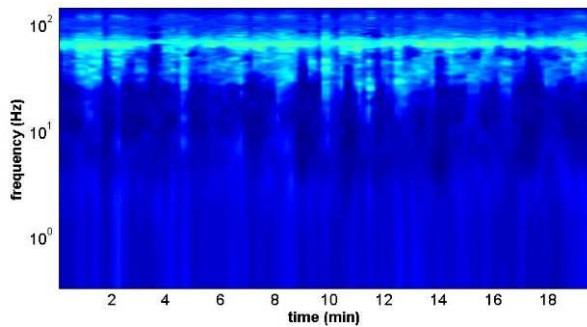
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



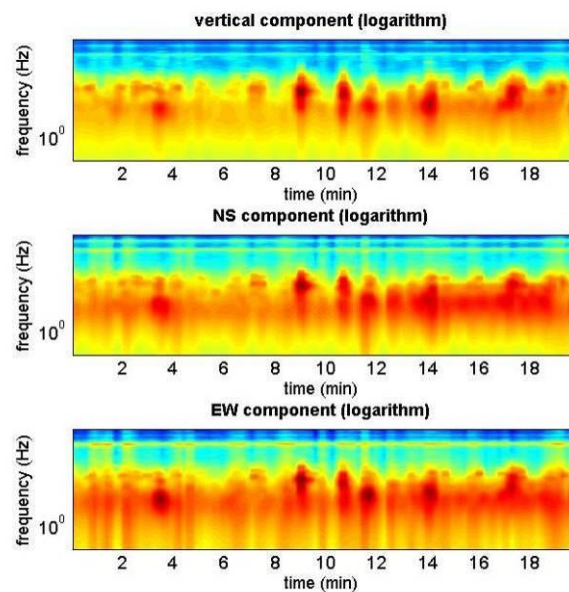
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



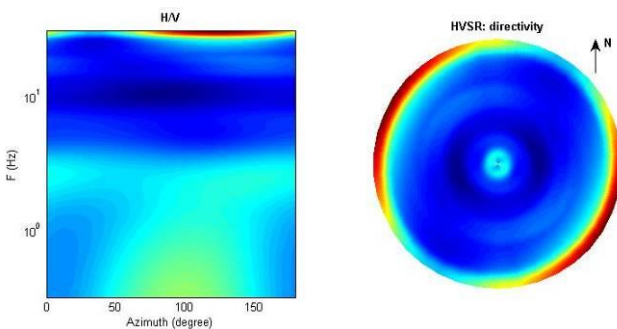
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

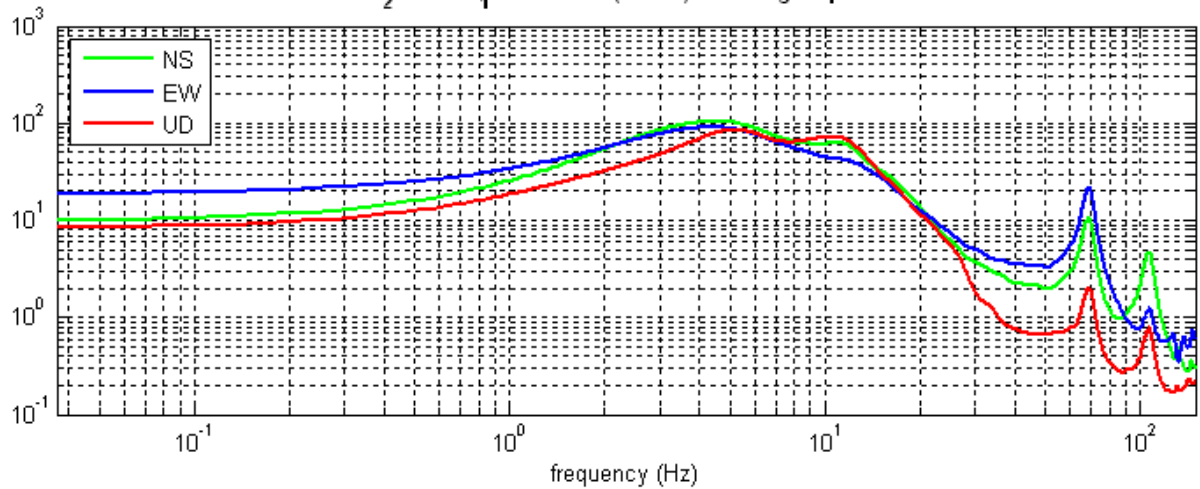


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130503_61632.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 2.8 (± 2.5)

Peak HVSR value: 1.8 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 2.8 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 6262 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.8 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: 2.505 > 0.141 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.161 < 1.58 (OK)

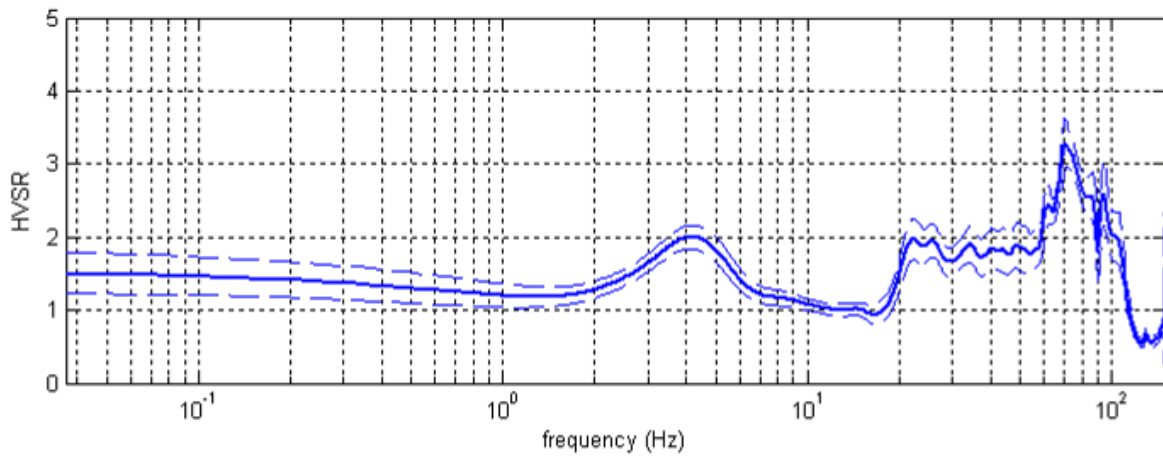
HV07

Località: Area Rossetti Market, Castelnuovo Fogliani
Data acquisizione: 03/05/2013

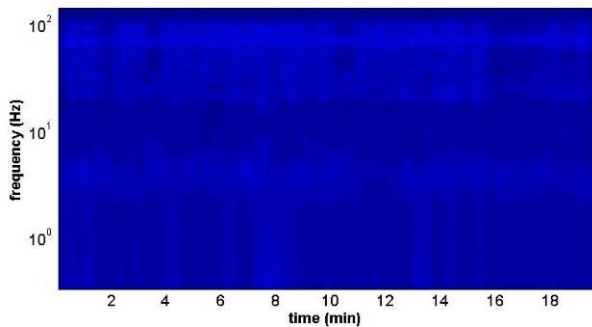
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



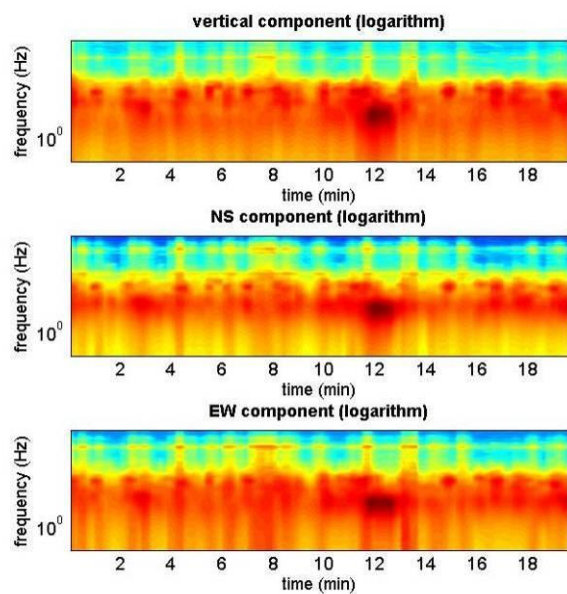
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



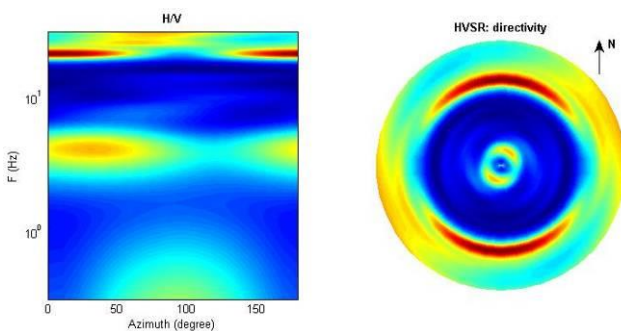
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

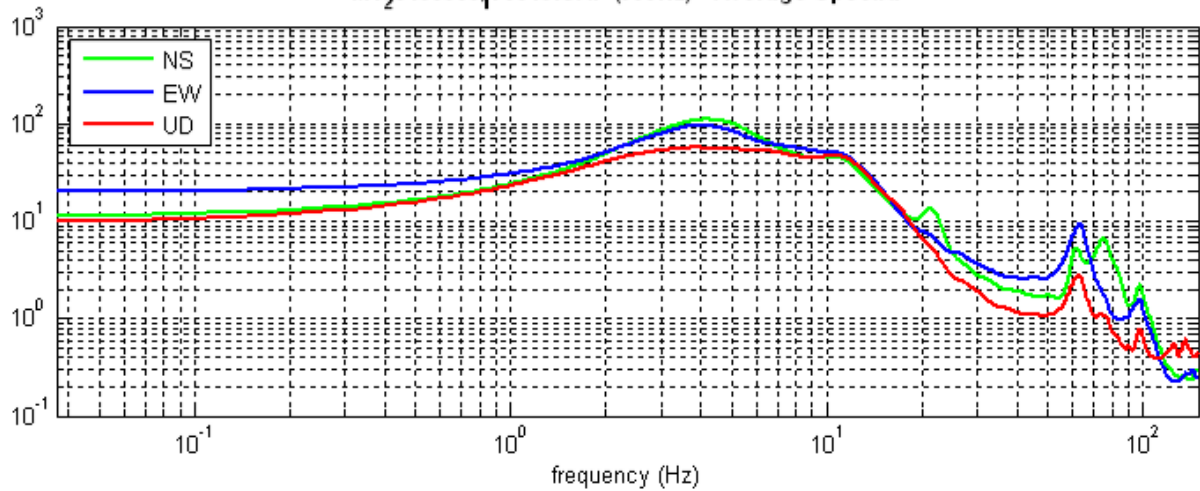


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130503₁70815.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.2 (± 14.9)

Peak HVSr value: 2.0 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 4.2 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 9941 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 12.6Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.0 > 2 (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 14.908 > 0.211 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.162 < 1.58 (OK)

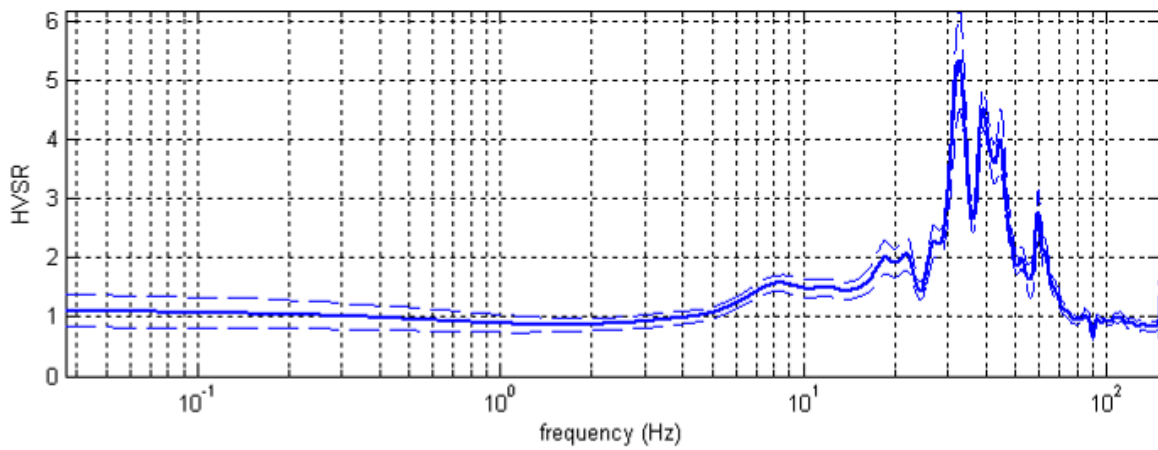
HV08

Località: quartiere Policelle, Alseno
Data acquisizione: 09/05/2013

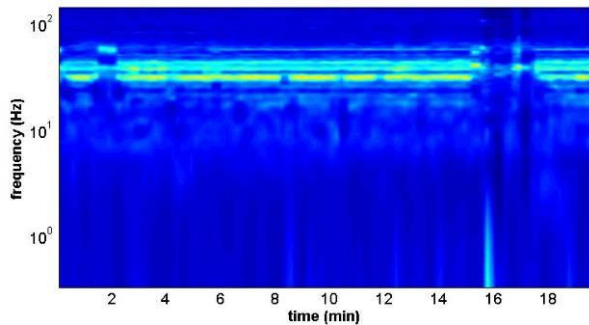
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



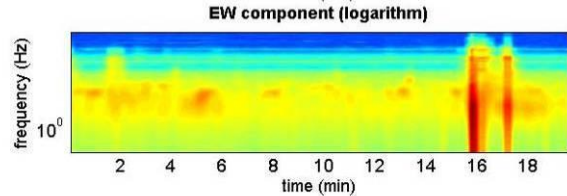
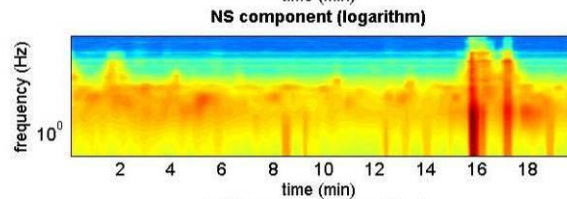
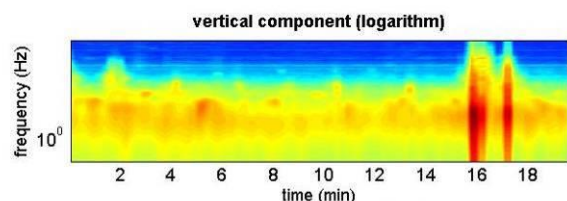
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



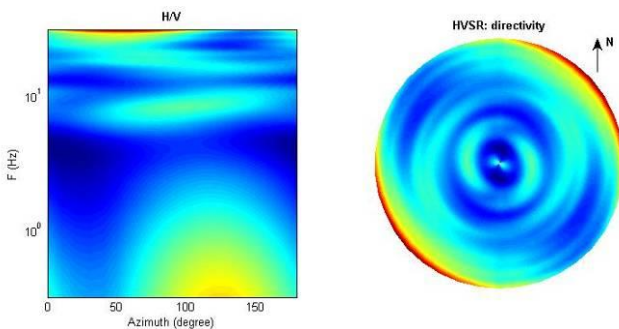
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

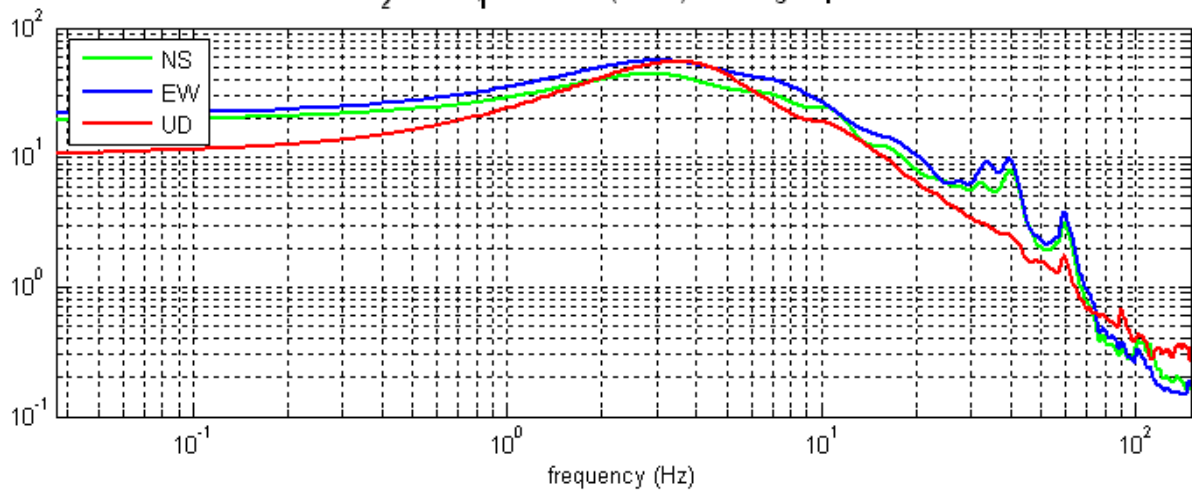


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509₁45330.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 8.4 (± 2.9)

Peak HVSR value: 1.6 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 8.4 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 19883 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.6 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon_{\text{psilon}}(f_0)$]: 2.920 > 0.421 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.134 < 1.58 (OK)

HV09

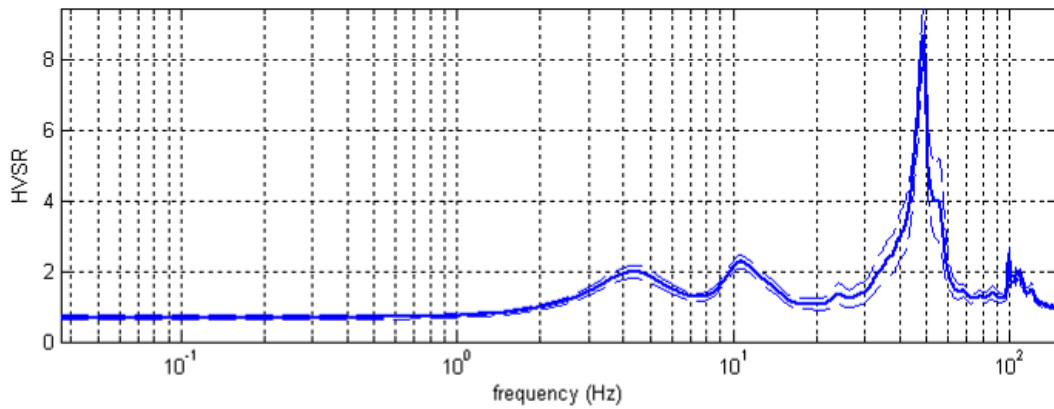
Località: Alseno (ingresso est)
Data acquisizione: 09/05/2013

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%

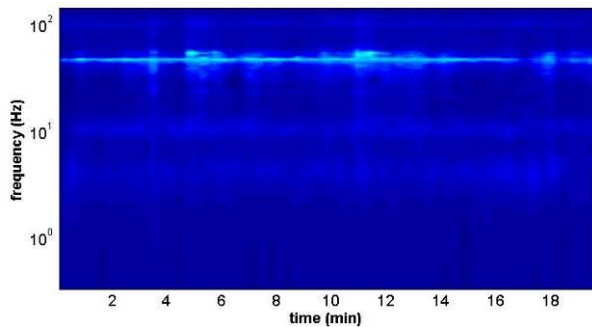


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

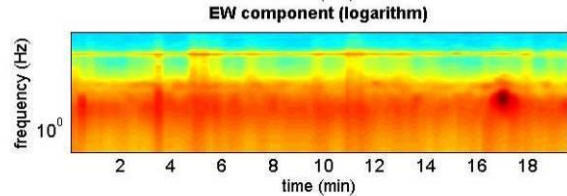
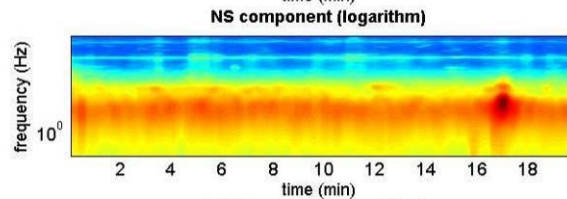
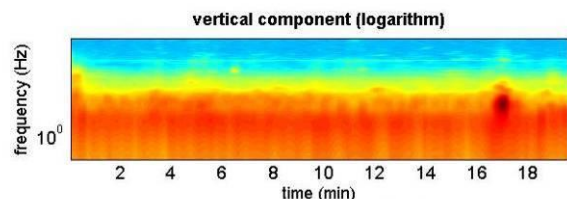
MT₂0130509_53733.SAF - HVSr (window length: 20s)



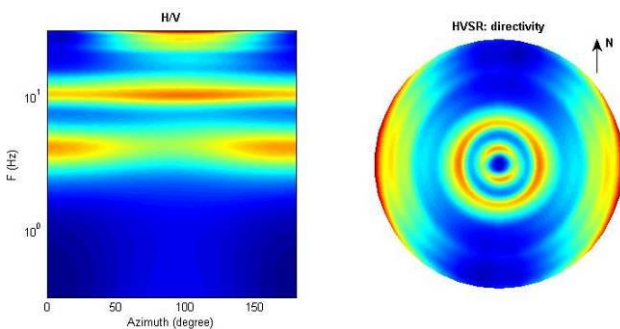
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

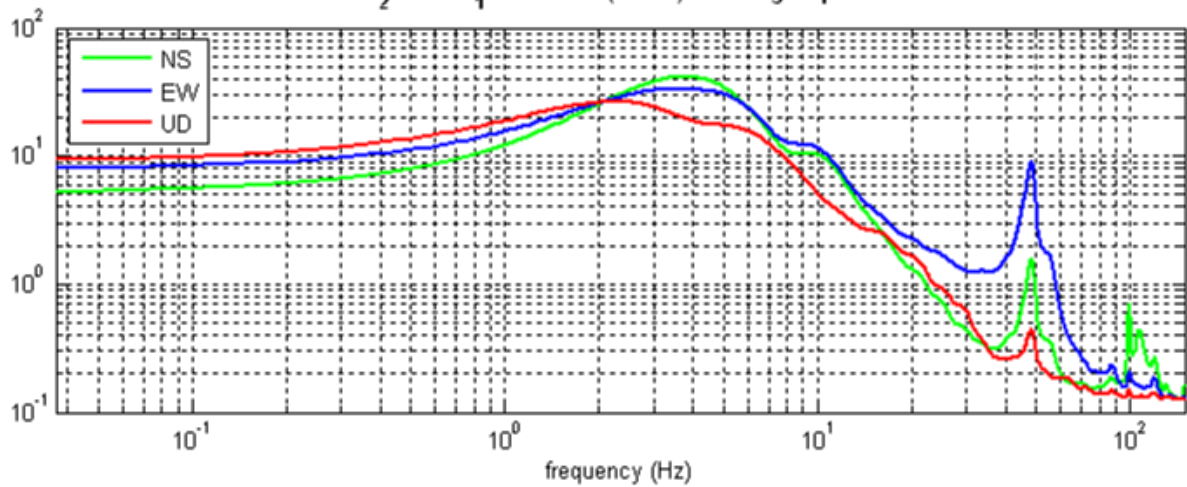


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509_53733.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-9.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.4 (± 1.7)

Peak HVSR value: 2.0 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 4.4 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 10460 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_{A(f)} < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.1Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.0 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_{A(f)}] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{A(f)} < \epsilon(f_0)$]: 1.734 > 0.222 (NO)
- #6. [$\sigma_{A(f_0)} < \theta(f_0)$]: 0.179 < 1.58 (OK)

In the following the results considering the data in the 9.0-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 10.7 (± 0.7)

Peak HVSR value: 2.3 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: $10.7 > 0.5$ (OK)

#2. [$n_c > 200$]: $25242 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_{A(f)} < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 16.4Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.3 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_{A(f)}] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{A(f)} < \epsilon(f_0)$]: $0.736 > 0.535$ (NO)

#6. [$\sigma_{A(f_0)} < \theta(f_0)$]: $0.186 < 1.58$ (OK)

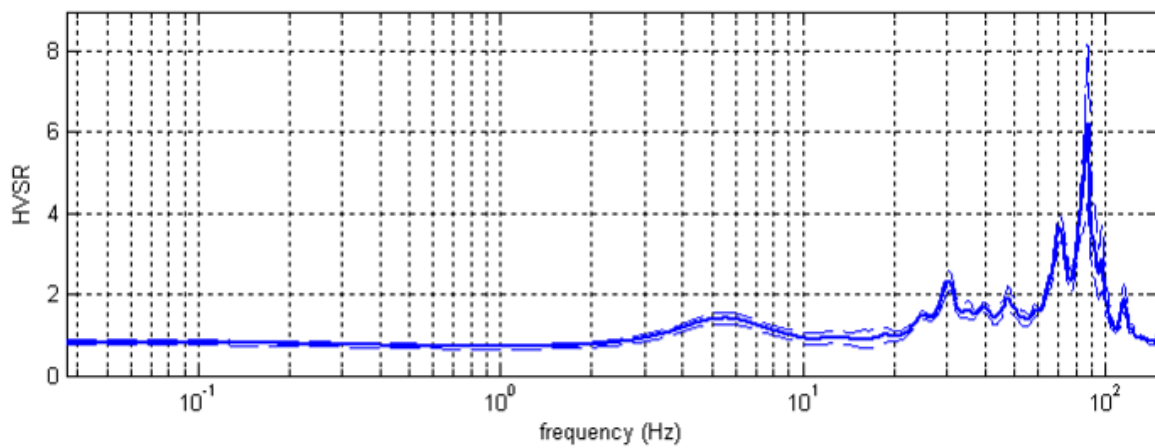
HV10

Località: area Chiesa, Lussurasco
Data acquisizione: 09/05/2013

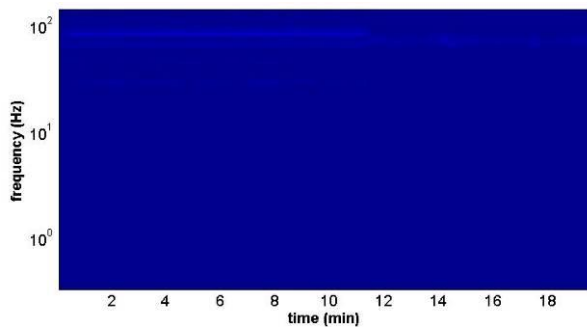
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



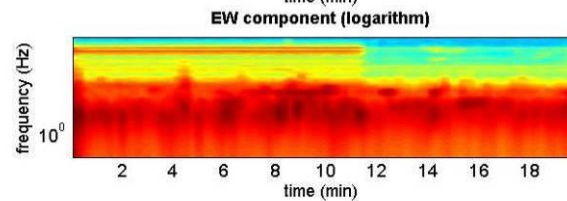
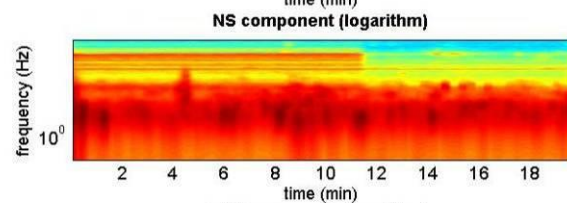
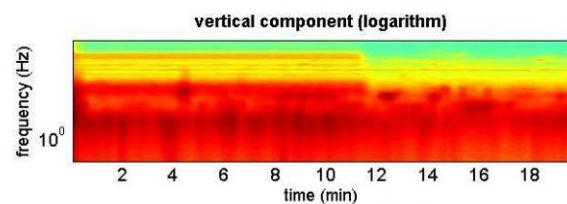
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



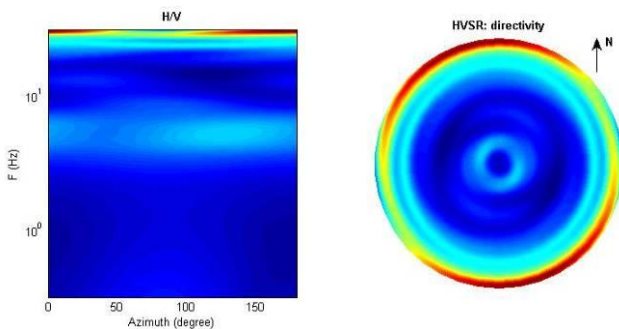
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

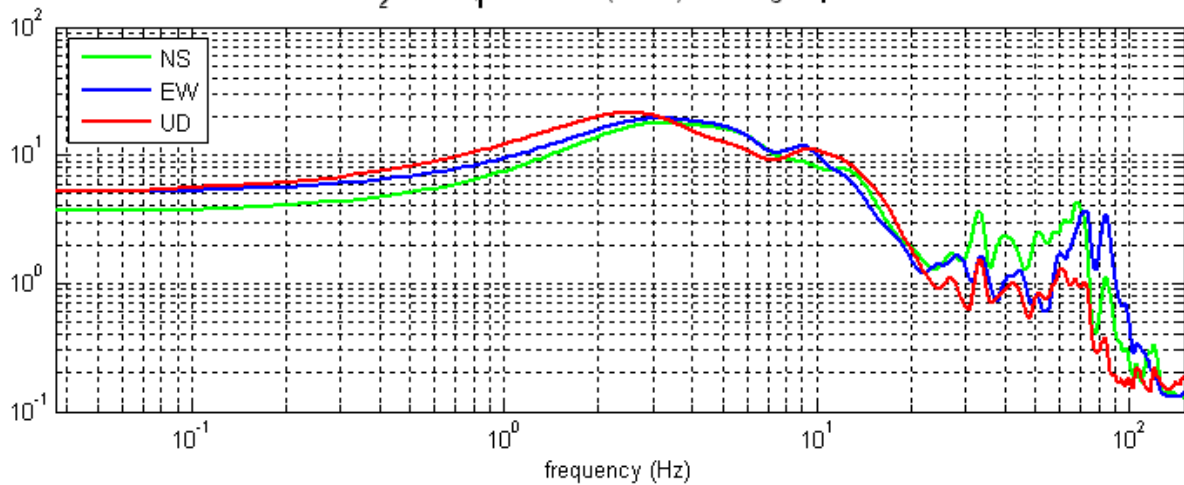


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509_61335.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.6 (± 1.8)

Peak HVSR value: 1.4 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $5.6 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $13140 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: $1.4 < 2$ (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: $1.764 > 0.278$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.143 < 1.58$ (OK)

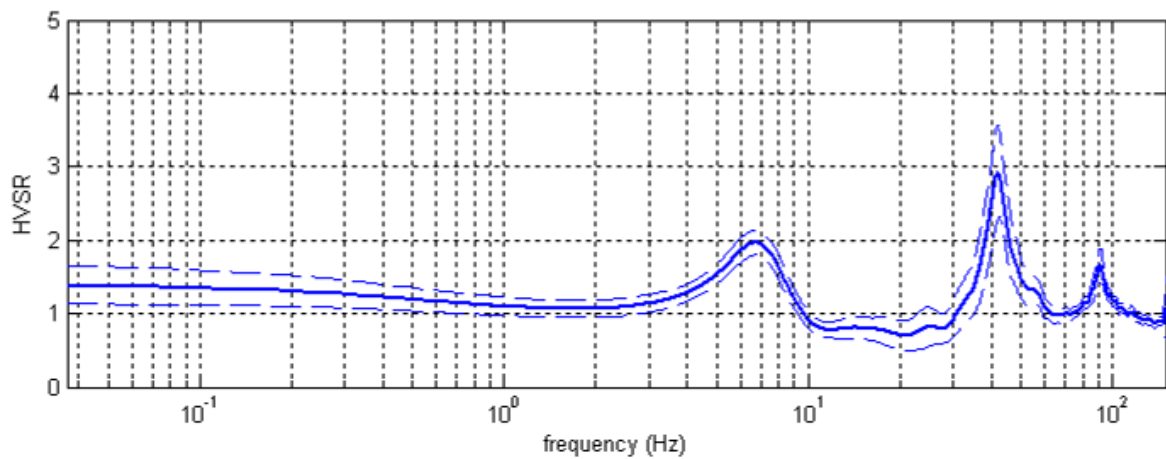
HV11

Località: area Chiesa, Cortina
Data acquisizione: 09/05/2013

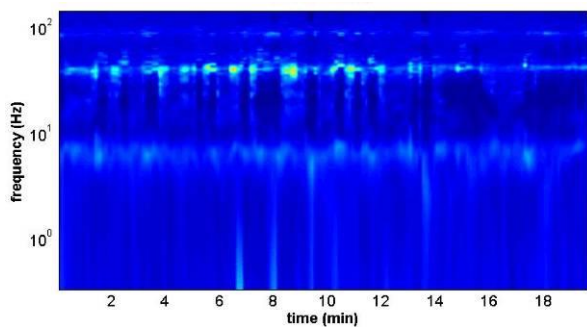
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



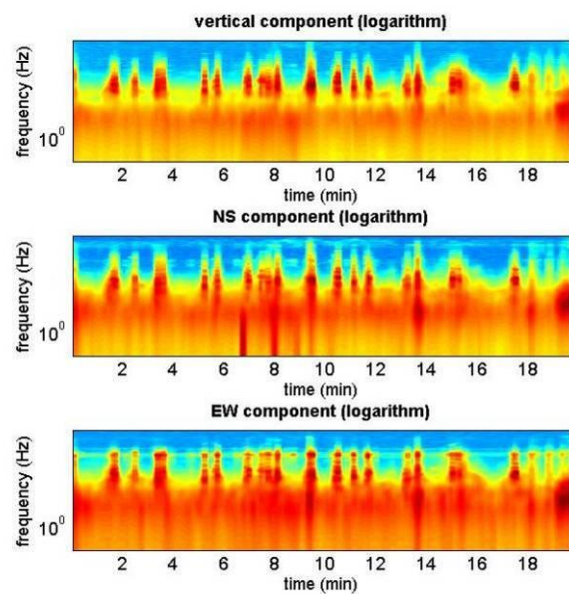
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



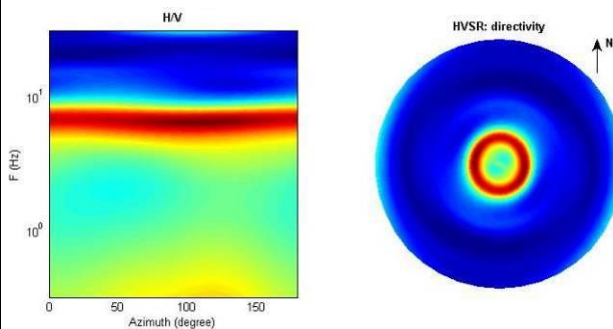
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

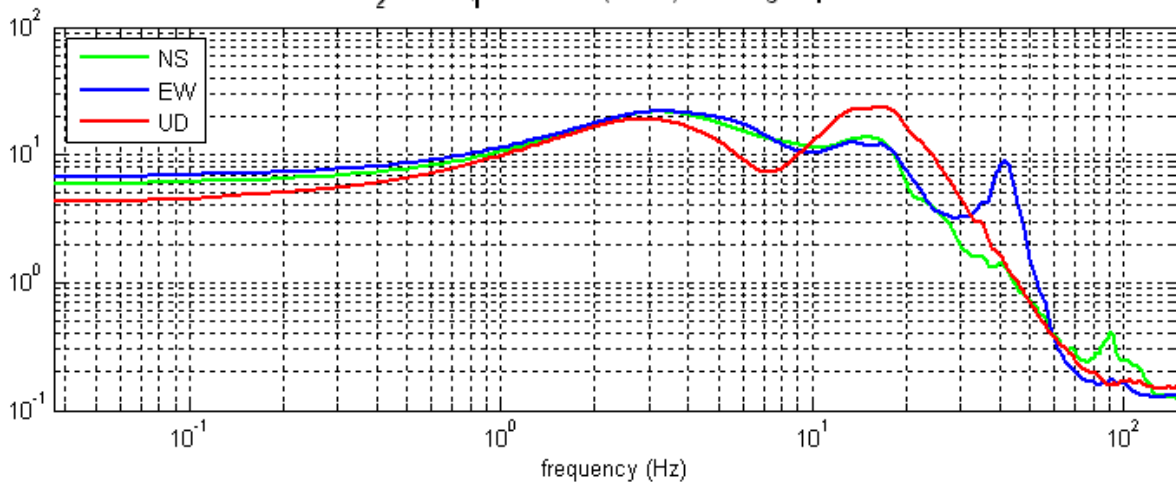


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509_64628.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 6.8 (± 1.6)

Peak HVSR value: 2.0 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 6.8 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 15993 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 9.8Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.0 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{mf}} < \epsilon(f_0)$]: 1.599 > 0.339 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.165 < 1.58 (OK)

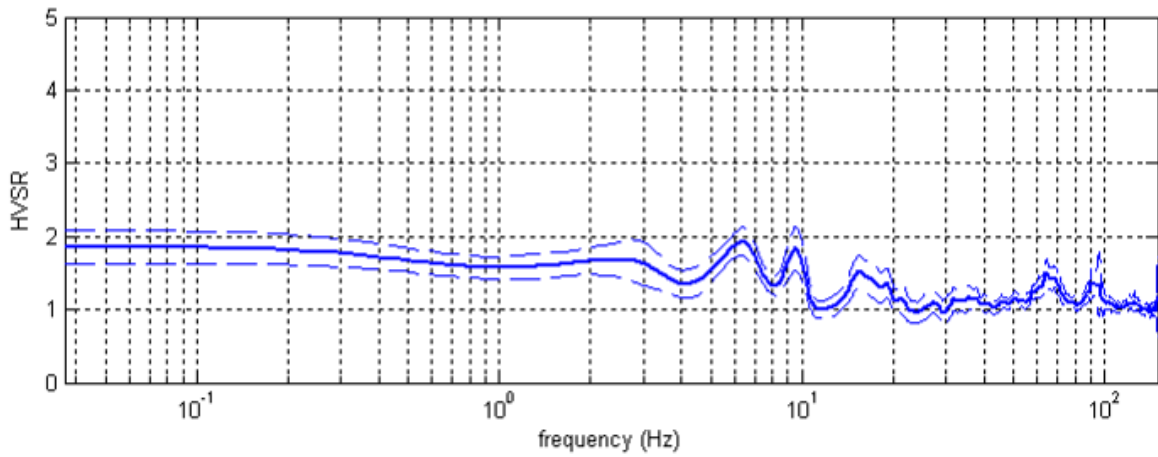
HV12

Località: Gasperini, Cortina
Data acquisizione: 09/05/2013

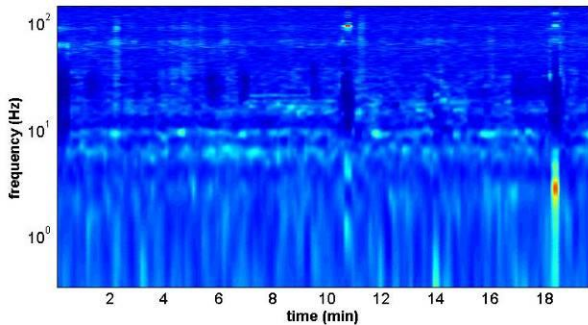
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 10%



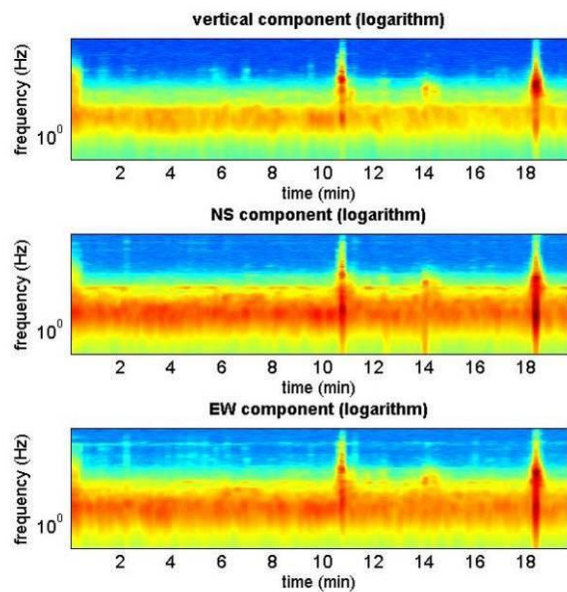
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



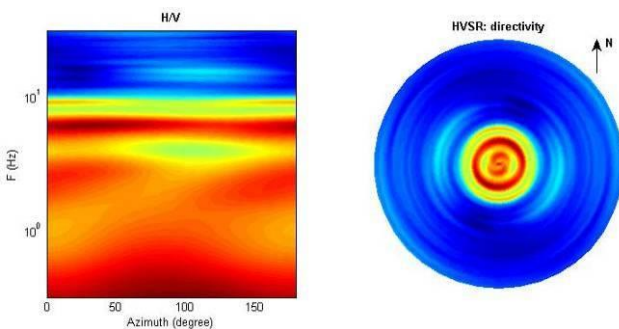
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

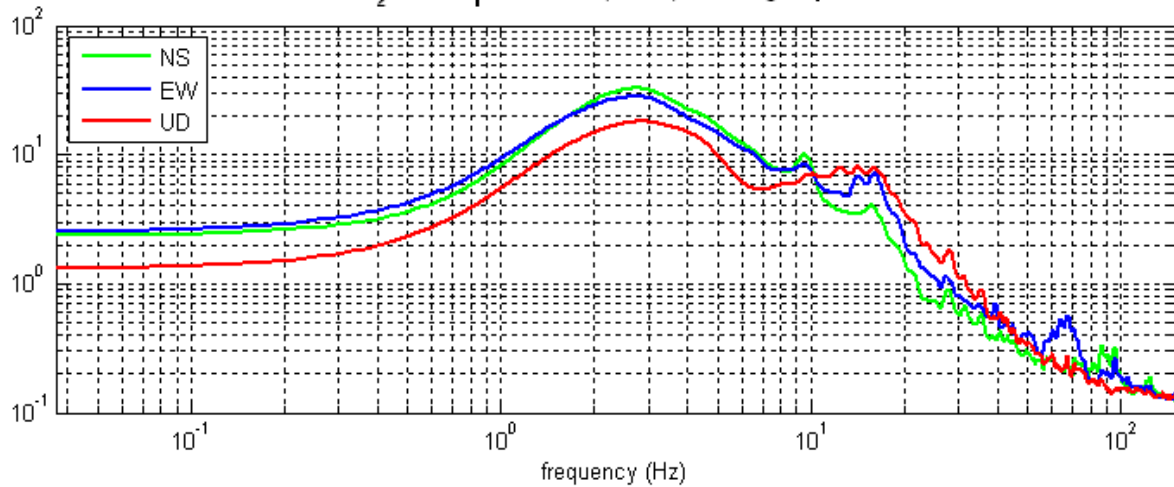


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509_73020.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 6.4 (± 7.1)

Peak HVSR value: 1.9 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 6.4 > 0.66667 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 15279 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.9 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: 7.115 > 0.322 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.206 < 1.58 (OK)

HV13

Località: Caselle

Data acquisizione: 09/05/2013

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz

Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional

Durata registrazione: 20 minuti

Frequenza campionamento: 300 Hz

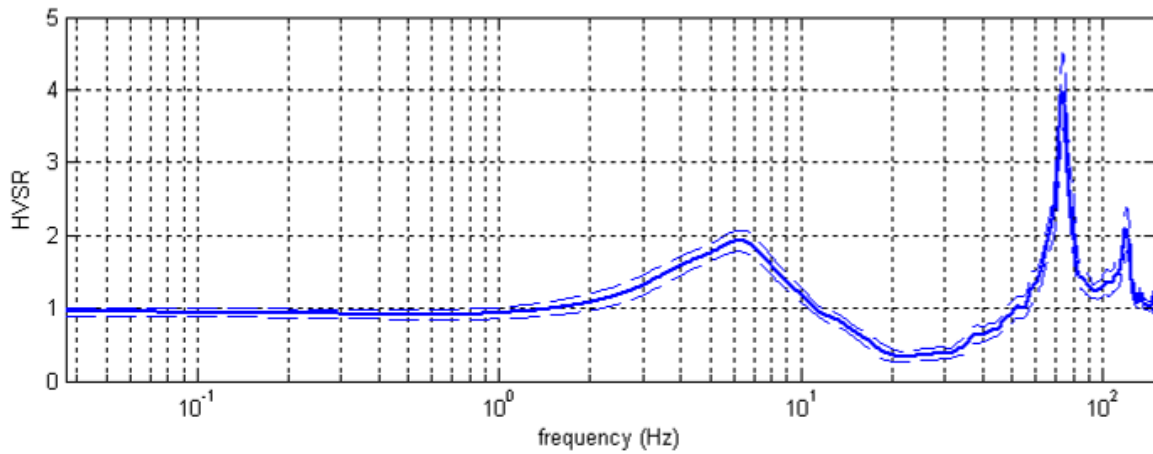
Lunghezza finestre: 20 secondi

Tipo di lisciamento: triangolare

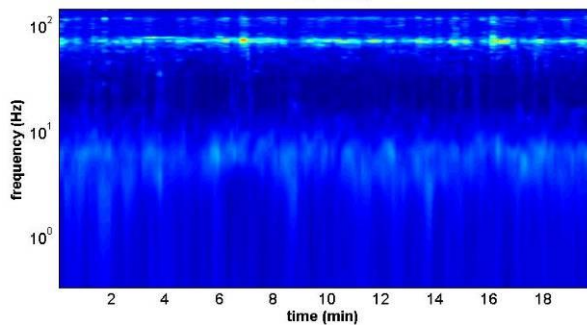
Lisciamento: 20%



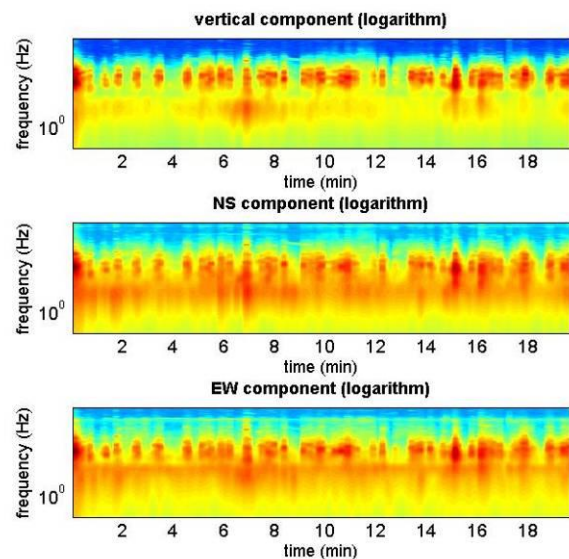
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



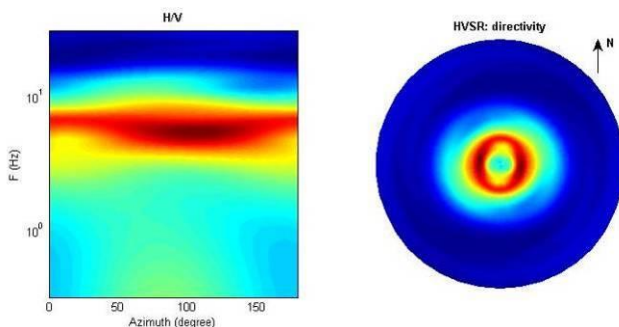
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

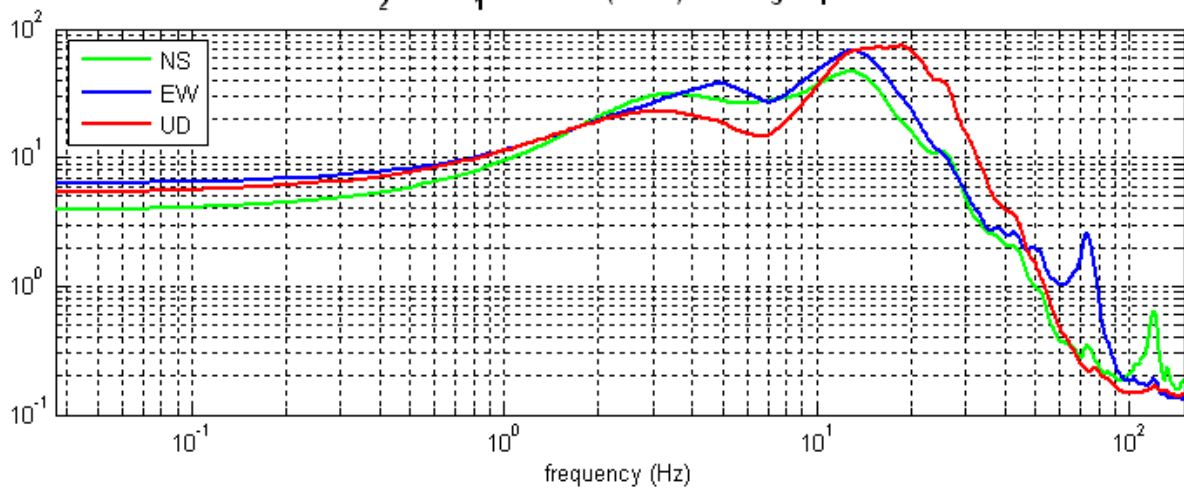


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130509_80238.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 6.3 (± 5.5)

Peak HVSR value: 1.9 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 6.3 > 0.66667 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 15019 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

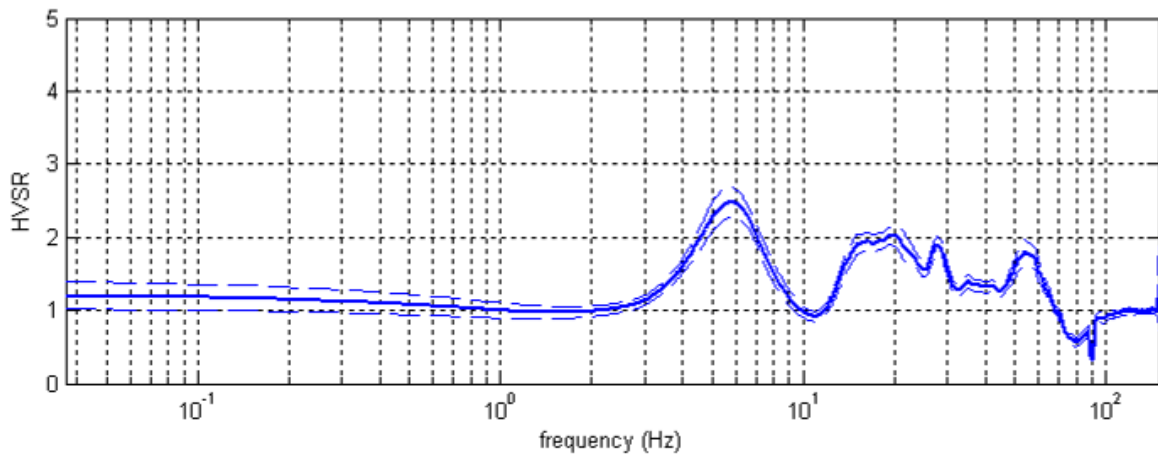
- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 11.5Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.9 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 5.491 > 0.317 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.153 < 1.58 (OK)

HV14

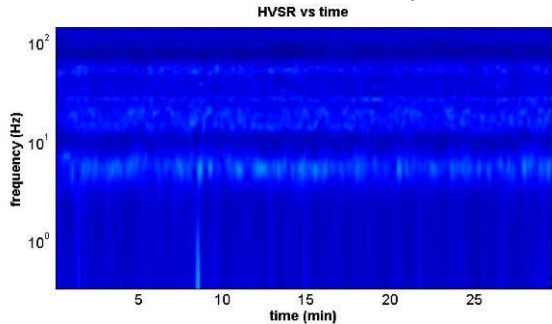
Località: Montà dell'Orto, Castelnuovo Fogliani
Data acquisizione: 29/11/2011

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 30 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%

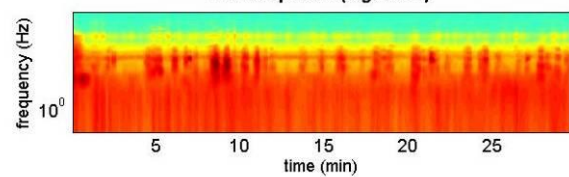
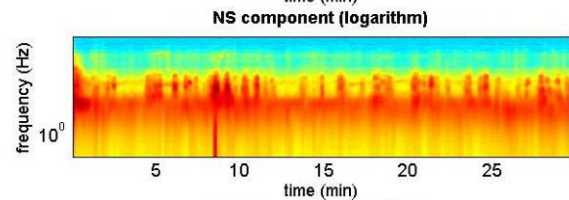
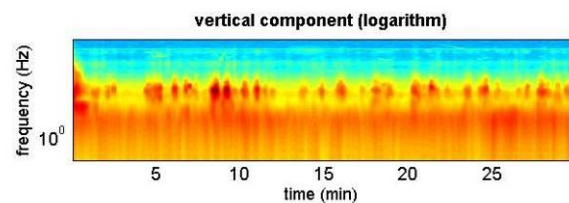
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



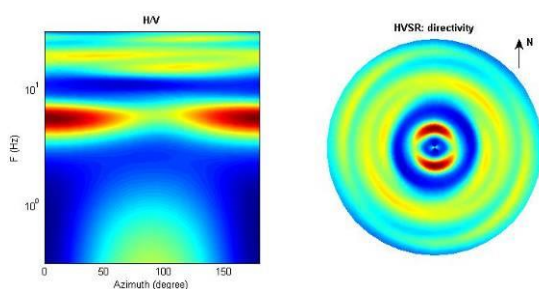
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

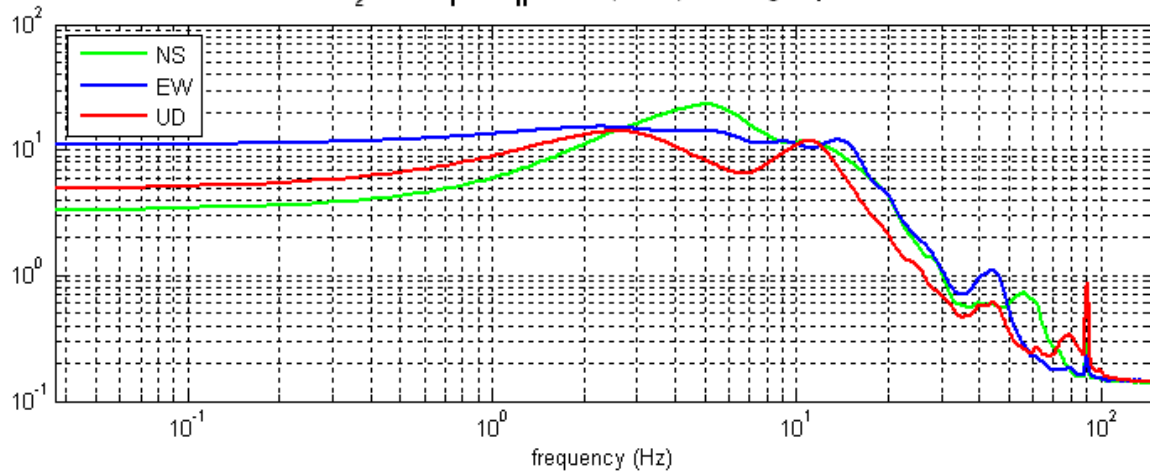


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0111129₁25500_hv2.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-50.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.8 (± 8.5)

Peak HVSR value: 2.5 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 5.8 > 0.66667 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 20792 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 3.3Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 8.8Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 2.5 > 2 (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: 8.518 > 0.291 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.231 < 1.58 (OK)

HV15

Località: Caselle

Data acquisizione: 11/06/2012

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz

Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional

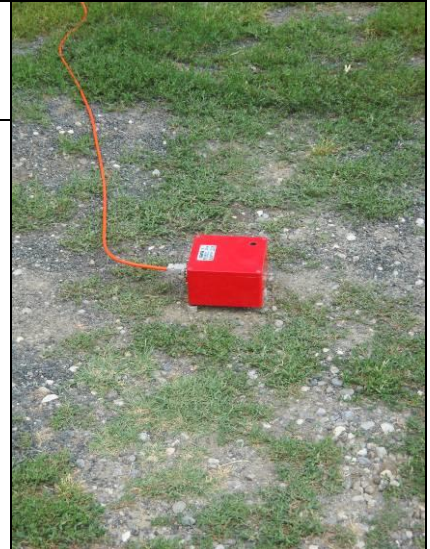
Durata registrazione: 20 minuti

Frequenza campionamento: 300 Hz

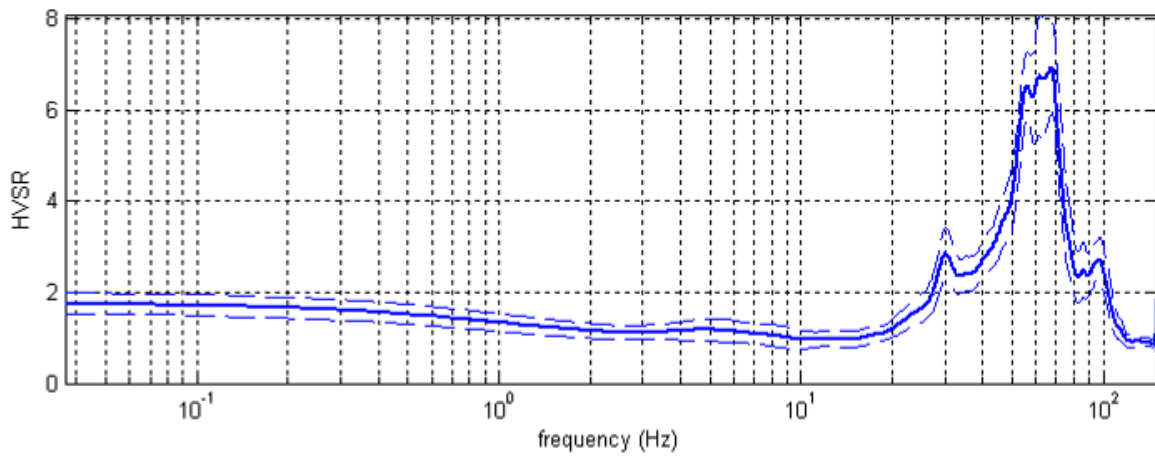
Lunghezza finestre: 20 secondi

Tipo di lisciamento: triangolare

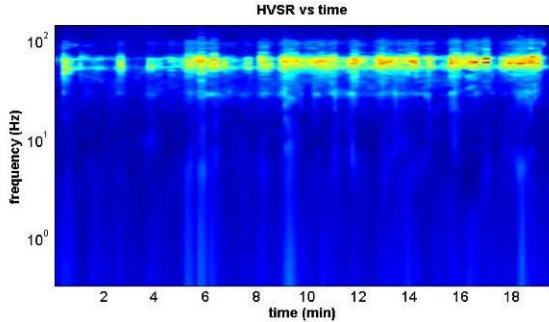
Lisciamento: 20%



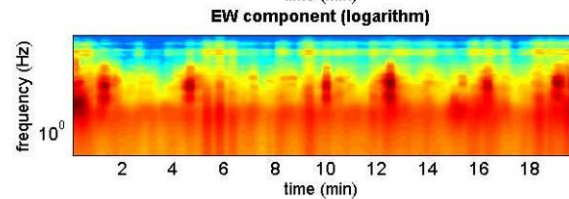
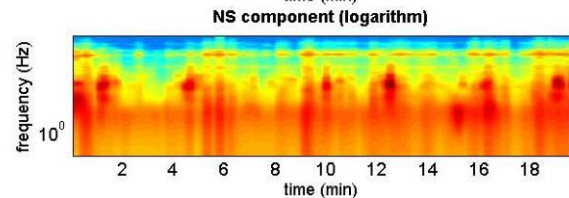
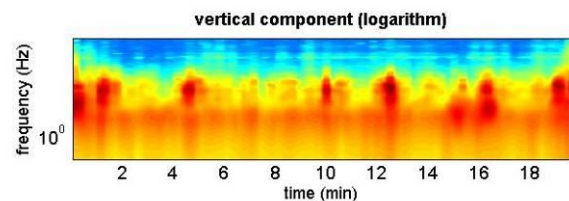
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



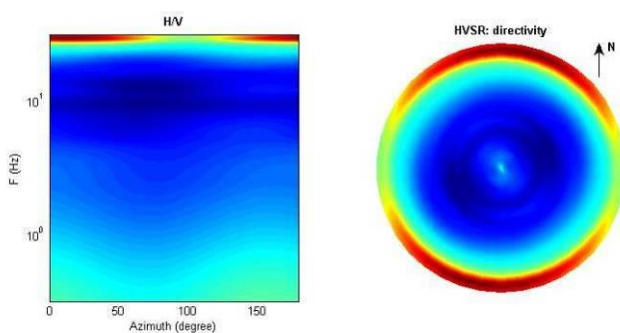
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

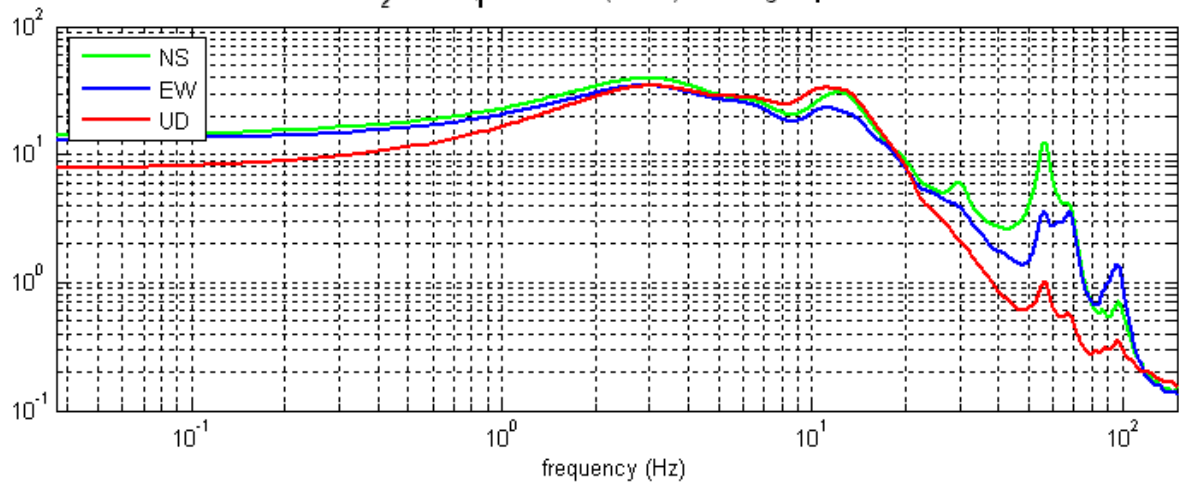


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0120611₁54029.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 2.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.8 (± 2.5)

Peak HVSR value: 1.2 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $4.8 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $11325 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: $1.2 < 2$ (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.542 > 0.240$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.241 < 1.58$ (OK)

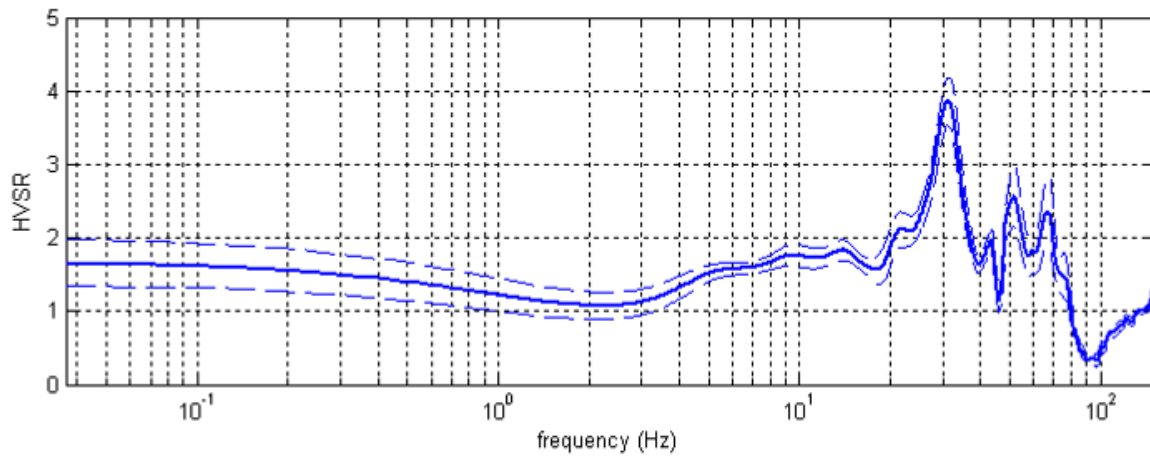
HV16

Località: Chiaravalle della Colomba
Data acquisizione: 13/03/2012

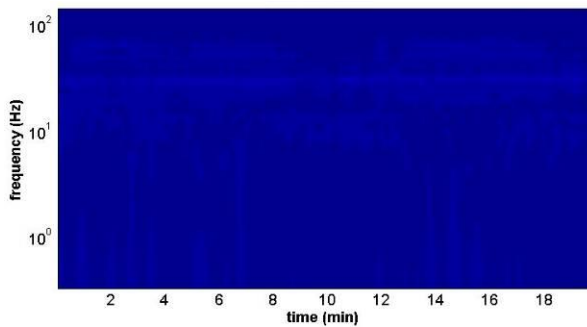
Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%



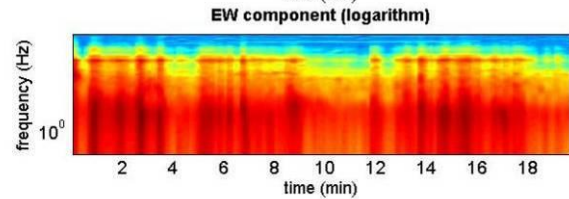
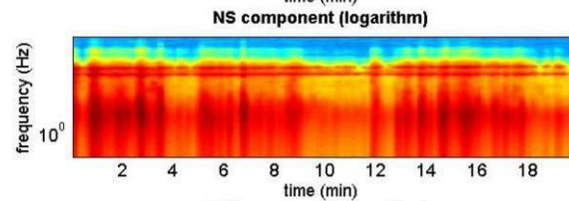
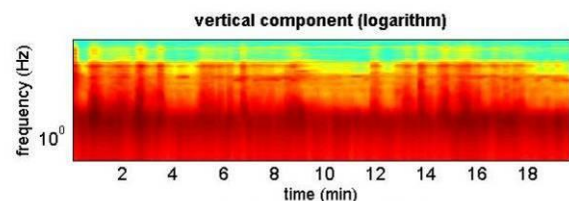
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



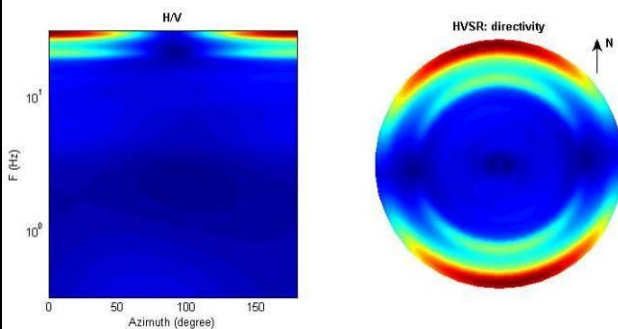
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

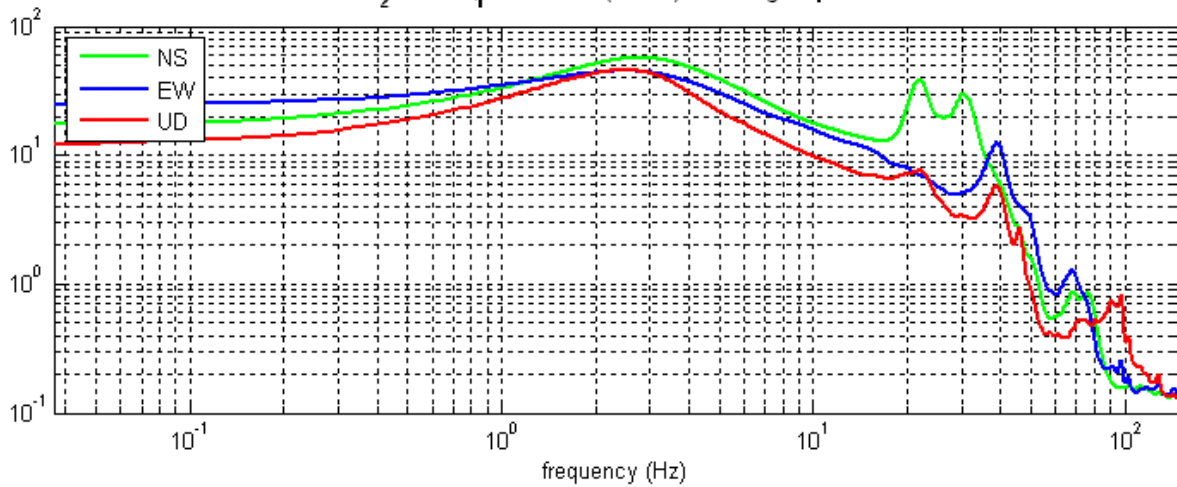


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0120313₁61159.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 0.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 9.6 (± 4.6)

Peak HVSR value: 1.8 (± 0.2)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 9.6 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 22736 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.8 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: 4.560 > 0.482 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.150 < 1.58 (OK)

HV21

Località: Saliceto

Data acquisizione: 03/05/2013

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz

Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional

Durata registrazione: 20 minuti

Frequenza campionamento: 300 Hz

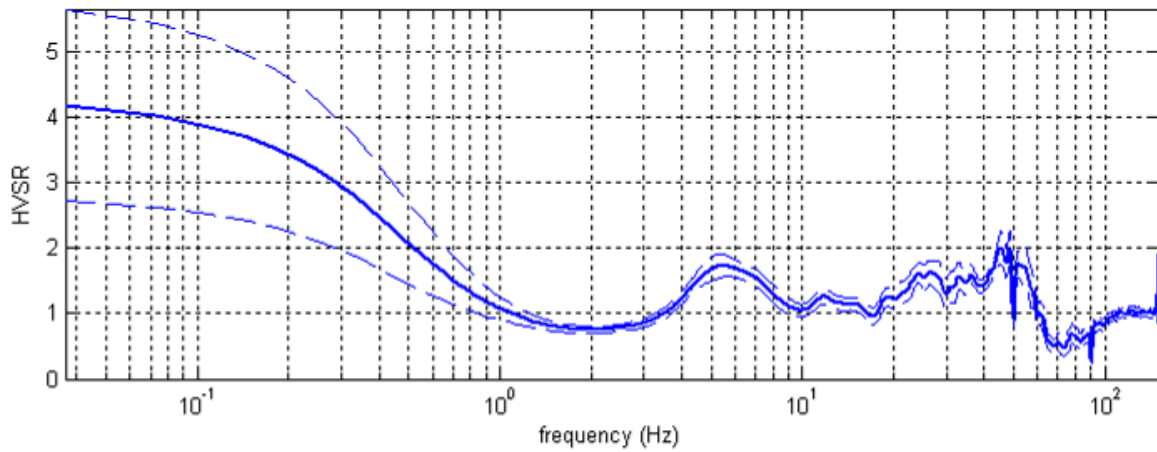
Lunghezza finestre: 20 secondi

Tipo di lisciamento: triangolare

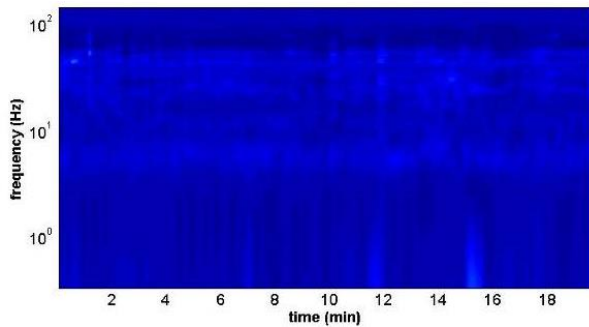
Lisciamento: 20%



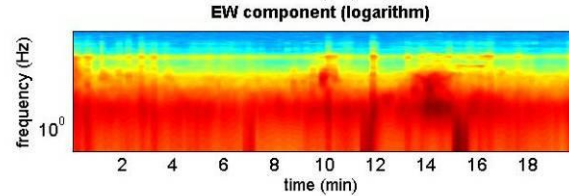
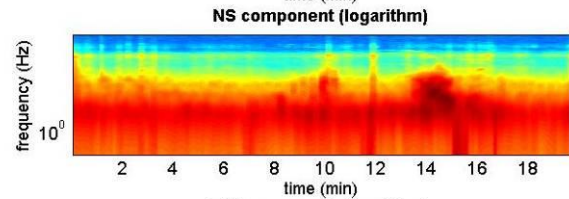
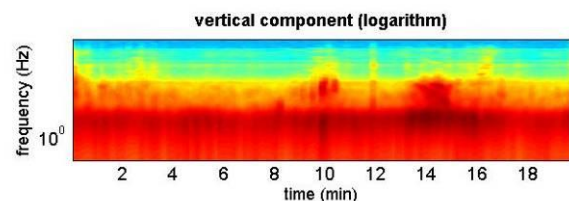
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



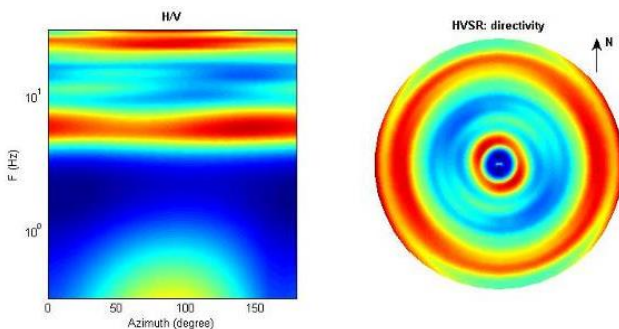
SERIE TEMPORALE H/V



SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI

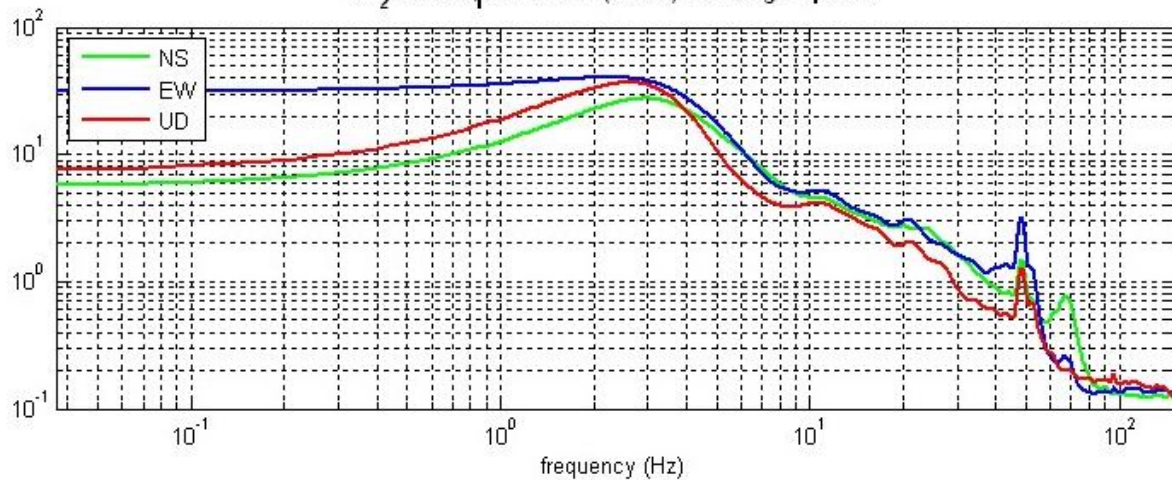


DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

MT₂0130606₁74854.SAF (300Hz) - Average Spectra



In the following the results considering the data in the 1.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 6.0 (± 1.2)

Peak HVSR value: 1.7 (± 0.2)

=== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: 6.0 > 0.66667 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 14151 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$, $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.9Hz (OK)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: 1.7 < 2 (NO)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: 1.224 > 0.299 (NO)

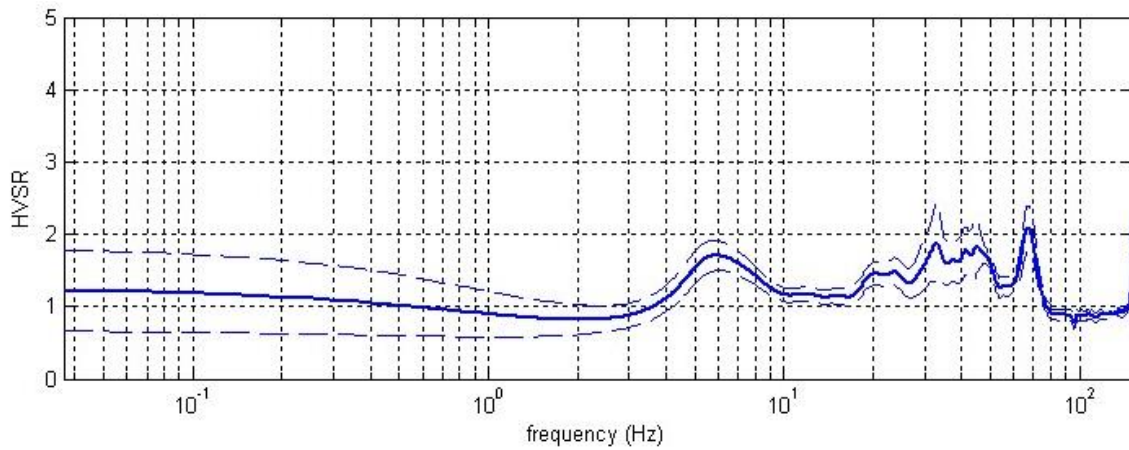
#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.208 < 1.58 (OK)

HV22

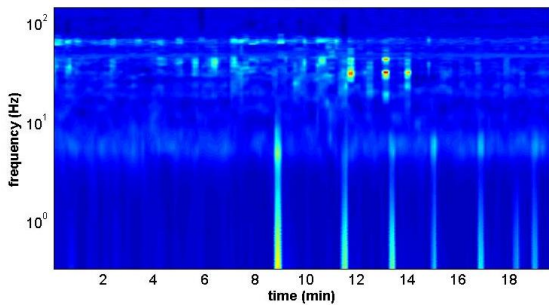
Località: Torlitore, Castelnuovo Fogliani
Data acquisizione: 06/06/2013

Strumento: sismografo SR04-GEOBOX Sensore 2.0 Hz
Software elaborazione: WINMASW 5.2 Professional
Durata registrazione: 20 minuti
Frequenza campionamento: 300 Hz
Lunghezza finestre: 20 secondi
Tipo di lisciamento: triangolare
Lisciamento: 20%

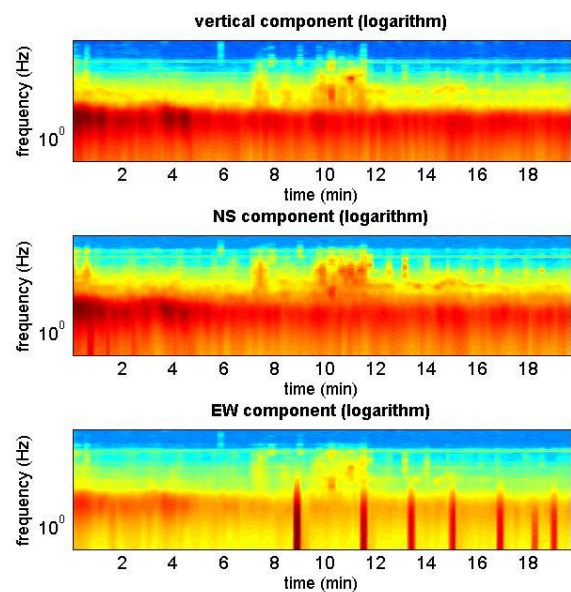
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



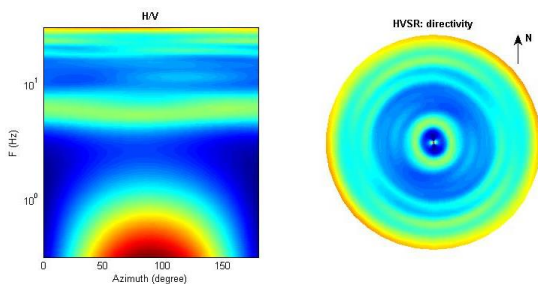
SERIE TEMPORALE H/V

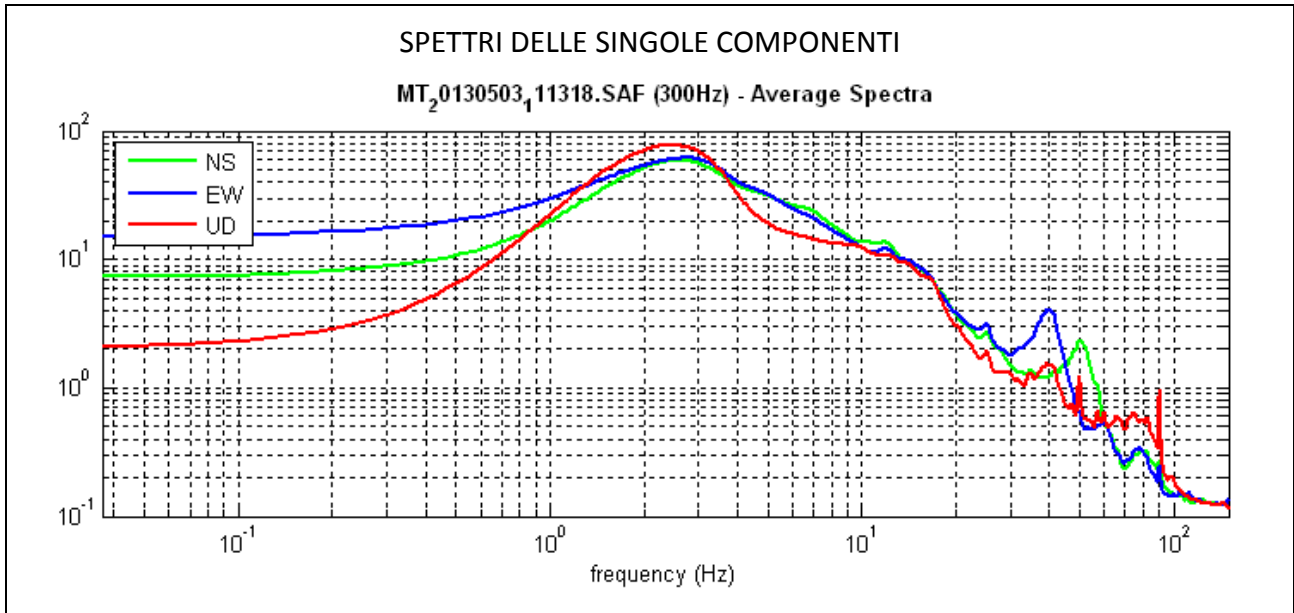


SERIE TEMPORALE SINGOLE COMPONENTI



DIREZIONALITÀ H/V





In the following the results considering the data in the 1.0-10.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.9 (± 0.8)

Peak HVSR value: 1.6 (± 0.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: 5.9 > 0.5 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 13918 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f^-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.3Hz (OK)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f^+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: 1.6 < 2 (NO)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 0.845 > 0.295 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.113 < 1.58 (OK)