PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Regione Emilia-Romagna

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

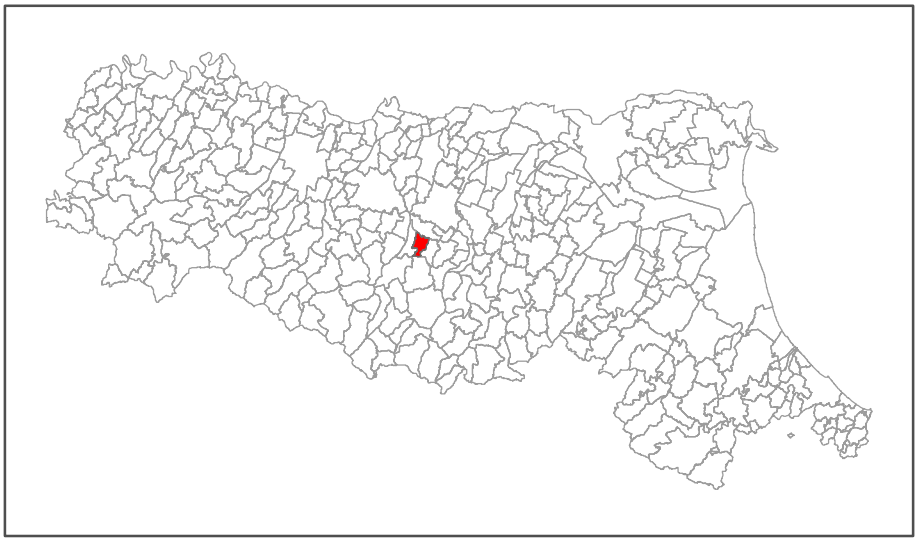
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna

Comune di Fiorano Modenese



Regione Emilia-Romagna	Soggetto realizzatore: Dott. Geol. Valeriano Franchi Collaboratori: Dott. Geol. Alessandro Ghinoi Dott. Geol. Stefano Capocchi Dott. ssa Lara Vandelli	Data: Dicembre 2023 (Revisione: Novembre 2025)

Responsabile
Arch. Cristina Scaravonati

Soggetto realizzatore
Dott. Geol. Valeriano Franchi

Gruppo di lavoro
Dott. Geol. Alessandro Ghinoi
Dott. Geol. Stefano Capocchi
Dott.ssa Lara Vandelli

INDICE CONTENUTI

1. Introduzione 4
2. Inquadramento territoriale e cartografico 6
3. Definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi sismici di riferimento 8
3.1. Caratteristiche sismotettoniche 8
3.2. Sismicità del territorio comunale 10
4. Aspetti geologici e geomorfologici 16
5. Dati geotecnici e geofisici 27
5.1. Indagini geofisiche di nuova realizzazione nell'area Ex Cisa-Cerdisa 27
5.2. Indagini geofisiche di nuova realizzazione nell'area del centro sportivo di Spezzano 30
6. Modello del sottosuolo 36
6.1. Indagini geofisiche di nuova realizzazione, a valle della traversa di La Veggia (Comune di Casalgrande, R.E.) 40
7. Interpretazioni e incertezze 43
8. Metodologie di elaborazione e risultati 44
8.1. Analisi di III livello 44
8.2. Perimetrazione della ZA_{FAC} (inversa) 48
8.3. Risultati 49
9. Elaborati cartografici 55
9.1. Carta delle indagini 56
9.2. Carta delle Vs 56
9.3. Carta delle frequenze 57
9.4. Carta delle MOPS 57
9.5. Carte di microzonazione sismica (MS_0203) 67
10. Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati 77
11. Bibliografia 77

1. INTRODUZIONE

Su incarico dell'Unione Comuni Distretto Ceramico (MO)[1], è stato condotto dallo scrivente il presente studio di **Microzonazione Sismica di III livello** il cui obiettivo principale è definire la presenza e l'andamento della presunta linea di faglia - nota in bibliografia col nome di "*Faglia–flessura di Sassuolo*"[2] - censita dal database nazionale delle faglie attive e capaci (ITHACA)[3], per il tratto che interseca il territorio comunale di Fiorano Modenese lungo il raccordo morfologico tra collina ed alta pianura.
La presenza della linea di faglia, che in base alla letteratura geologica si estenderebbe anche ai territori limitrofi di Sassuolo e Maranello, è stata in passato ipotizzata sulla base di evidenze geologiche e geomorfologiche e di dati di macro-sismicità storica, ma non esistono ad oggi osservazioni paleo-sismologiche che indichino l'effettiva presenza della faglia e della sua attività negli ultimi 40.000 anni[4] (e nemmeno negli ultimi 125.000 anni, periodo preso a riferimento da ITHACA per considerare una faglia capace come "attiva"). Lo stesso database ITHACA, nella sua più recente versione, considera la faglia in esame come "*quaternaria da indagare*", poiché ne ipotizza l'ultima attività nel periodo compreso tra 125.000 e 700.000 anni (ovvero nel Pleistocene Medio).

L'analisi delle evidenze pregresse ha permesso di selezionare due aree all'interno del territorio comunale di Fiorano Modenese in cui condurre, da parte dello scrivente, specifiche indagini geofisiche, i cui risultati sembrano ragionevolmente confermare la presenza di una faglia dalle caratteristiche geometriche e cinematiche simili a quelle ipotizzate per la Faglia-flessura di Sassuolo; le aree sono quelle della ex ceramica Cisa-Cerdisa e del centro sportivo di Spezzano.
I risultati delle indagini geofisiche hanno permesso di circoscrivere due punti di passaggio della faglia che possono essere assunti come punti di "ancoraggio" per il tracciamento della linea di faglia stessa attraverso il territorio fioranese, inevitabilmente interpretato sulla base delle evidenze morfologiche e litostratigrafiche disponibili. L'altissima densità abitativa della fascia pedecollinare di Fiorano Modenese non ha infatti permesso di individuare altre aree in cui eseguire indagini geofisiche, che avrebbero potuto aggiungere ulteriori punti di ancoraggio per un più dettagliato tracciamento della faglia. La stessa densità abitativa non consente, a maggior ragione, l'esecuzione di trincee paleo-sismologiche nelle due aree indagate in questo studio, e pertanto, ad oggi, non si possono ottenere dati di dettaglio maggiore rispetto a quelli raggiunti in questa sede.

Il tracciato della faglia ipotizzato a valle di questo studio ricalca a grandi linee quello indicato sul Foglio 219 "Sassuolo" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000[5], pur mostrando alcune differenze di dettaglio. Gli approfondimenti di III livello eseguiti in questa sede rappresentano quindi una conferma delle interpretazioni pregresse ed allo stesso tempo restringono in certa misura il campo di variabilità spaziale della faglia, consentendone una zonizzazione più accurata rispetto a quella presente nella microzonazione di II livello.
La zonizzazione è stata effettuata sulla base delle indicazioni contenute nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)" (Ver.1) del *Dipartimento di Protezione Civile* (DPC) nazionale (2015): in base alla ipotizzata tipologia cinematica della faglia ed al grado di conoscenza acquisita su di essa, è stata creata una fascia ("*buffer*") asimmetrica lungo la faglia stessa.

[1] Rep. 459 del 9.11.2020 – "Contratto per l'affidamento d'incarico di redazione dell'aggiornamento dei piani di emergenza comunali di protezione civile dei comuni di Fiorano Modenese, Formigine, Maranello e Sassuolo" – Tra: Unione Comuni Distretto Ceramico e Dott. Geol. Valeriano Franchi.
[2] Nel database dell'ISPRA "ITHACA" censita con codice **90587** e denominata "**Sassuolo**".
[3] https://sgi.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?FaultCode=90587
[4] Secondo le Linee Guida del DPC, una faglia è considerata "**attiva**" quando si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni ed è considerata "**capace**" quando raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno (con riferimento al piano di rottura principale, su cui avviene la maggiore dislocazione).
[5] Gasperi, G. & Preti, D. Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 219 'Sassuolo'. —- (2005).

In accordo con il *Servizio Geologico sismico e dei suoli* della Regione Emilia-Romagna, sono state effettuate **2 analisi** di risposta sismica locale bi-dimensionale allo scopo di calcolare i fattori di amplificazione litostratigrafica per **l'intero settore di alta pianura** del territorio comunale, con particolare attenzione alla fascia a cavallo della linea di faglia, dove la riconosciuta brusca variazione stratigrafica può determinare differenti fattori di amplificazione sismica. Di fatto si è in tal modo esteso lo studio di III livello oltre quanto previsto dal documento di affidamento d'incarico, principalmente per evitare discrepanze troppo alte tra fattori d'amplificazione calcolati con risposta sismica locale e fattori d'amplificazione ricavati dagli abachi regionali.
L'analisi, condotta su un profilo di lunghezza pari a 3800 m lungo il margine ovest e di lunghezza pari a 3200 m nel settore centrale, ha permesso di zonizzare il settore di alta pianura in aree omogenee per classe di fattori di amplificazione.

Per gli aspetti tecnici si è fatto riferimento anche al documento "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (ICMS) approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni[6].

L'assetto geologico, geomorfologico e sismico di base viene descritto per l'intero territorio comunale, con maggiore dettaglio per le aree oggetto di analisi di MS3. Le indagini geofisiche eseguite per questo studio di MS3 sono state limitate alle due aree identificate; le tipologie ed il numero di indagini sono state concordate con l'Ufficio Tecnico comunale e con il *Servizio Geologico sismico e dei suoli* della Regione Emilia-Romagna.
Tutte le attività sono state svolte nel rispetto delle specifiche di cui agli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" elaborati dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica (OPCM 3907/2010, art. 5, comma 7), versione 4.2 di dicembre 2020.

[6] Gruppo di lavoro MS, 2008. "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. Link breve: https://goo.gl/Od0XBo

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO

Il territorio comunale di Fiorano Modenese si colloca nel settore centrale della Provincia di Modena, al confine con i Comuni di Sassuolo, ad ovest, di Maranello, ad est, di Formigine, a nord, e di Serramazzoni, a sud (Figura 1). Il territorio è inoltre compreso tra le valli del Fiume Secchia, a ovest, e del Torrente Tiepido, a est, e attraversato dal Torrente Fossa di Spezzano (Figura 2).

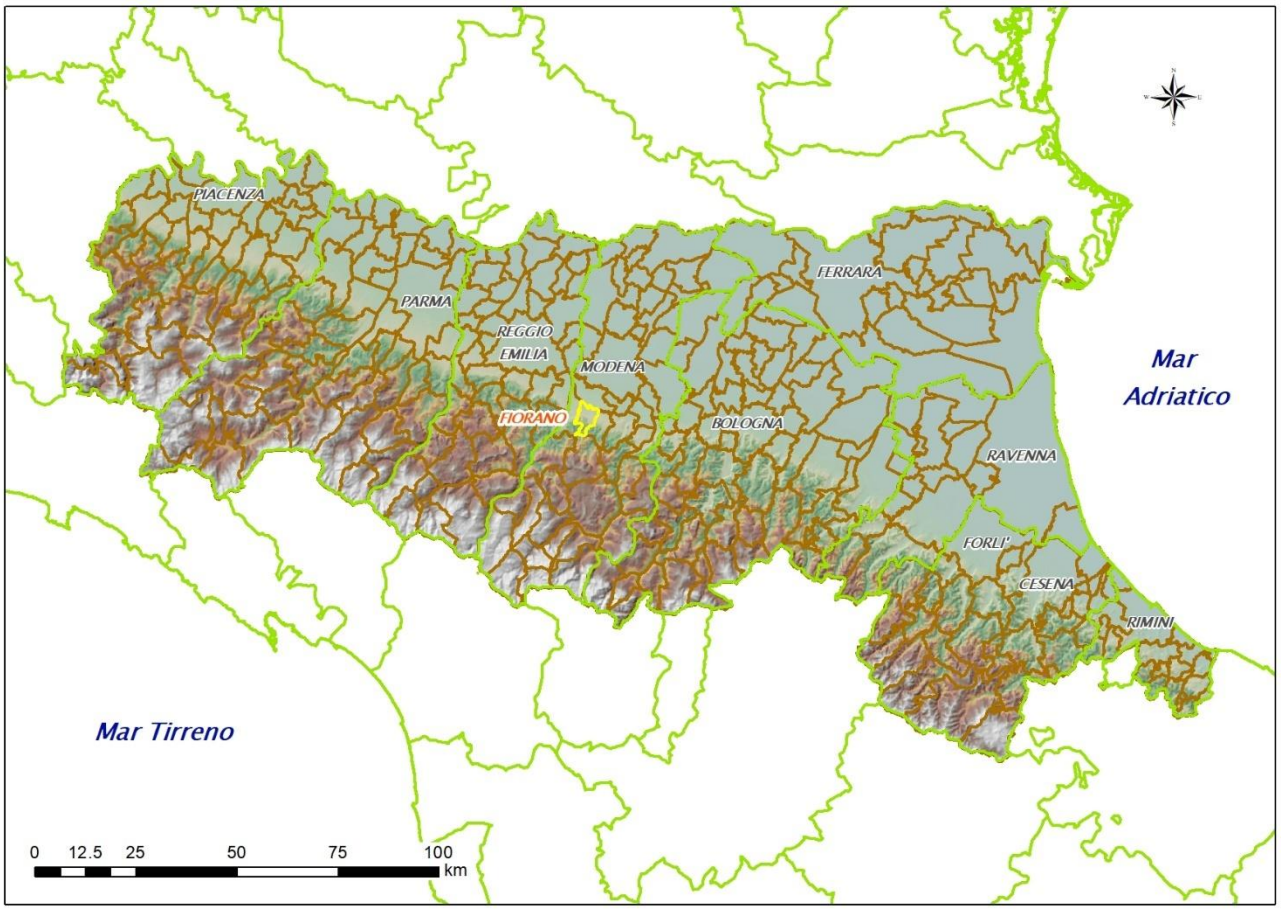


Figura 1 - Inquadramento amministrativo regionale del territorio comunale di Fiorano Modenese (in giallo in figura).

Il territorio comunale di Fiorano Modenese si sviluppa, con estensione simile, in parte in alta pianura (settore settentrionale) e in parte in collina (settore meridionale) (dati da modello digitale delle quote – si veda Figura 2), con quote che variano da un minimo di circa 95 m nella punta nord-occidentale del territorio comunale ai circa 400 m, in prossimità del Borgo di Nirano. Il clima è caratterizzato, nel periodo 1991-2015, da precipitazioni totali annue, in media, di 741 mm e temperature medie annue di 14,1°C, pari, rispettivamente, ad una variazione di +5 mm e +1,3°C rispetto al periodo 1961-1990[7].

[7] Atlante Idroclimatico dell'Emilia-Romagna (Ed. 2017) - https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3811&idlivello=1591



Figura 2 – Inquadramento geografico-fisico del territorio comunale di Fiorano. Il DEM (modello digitale delle quote) mostra le differenti fasce altimetriche: da quelle con valori relativamente più alti, in marrone, a quelle con i valori relativamente più bassi, in verde e azzurro.

Nella cartografia regionale, il territorio comunale di Fiorano Modenese è compreso nelle Tavole alla scala 1:25.000:

- nr. 219NO denominato "Sassuolo"
- nr. 219NE denominato "Formigine"
- nr. 219SO denominato "Serramazzoni"

nelle Sezioni alla scala 1:10.000:

- nr. 219020 denominato "Villalunga"
- nr. 219030 denominato "Formigine"
- nr. 219060 denominato "Sassuolo"
- nr. 219070 denominato "Maranello"
- nr. 219100 denominato "Montebaranzone"

negli Elementi alla scala 1:5.000:

- nr. 219022 denominato "Quattroponti"
- nr. 219033 denominato "Formigine"
- nr. 219061 denominato "Fiorano Modenese"
- nr. 219074 denominato "Maranello"
- nr. 219063 denominato "Montegibbio"
- nr. 219062 denominato "Nirano"
- nr. 219073 denominato "Fogliano"
- nr. 219101 denominato "Montagnana"
- nr. 219104 denominato "Montebaranzone"

3. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI SISMICI DI RIFERIMENTO

3.1. Caratteristiche sismotettoniche

Il territorio comunale di Fiorano Modenese, dal punto di vista geologico-strutturale, è parte dell'Appennino settentrionale, una catena a pieghe e sovrascorrimenti costituita dalla sovrapposizione di unità tettoniche NE-vergenti, la cui formazione è conseguenza della collisione, in epoca cenozoica, tra la Placca Europea e la Placca Adria (Africana). Attualmente, la convergenza tra le due placche ha velocità pari a circa 6-8 mm l'anno, con vergenza all'incirca NE, e si sviluppa lungo un margine di placca ampio e complesso, ove placche e blocchi crostali minori controllano la distribuzione e la cinematica delle deformazioni.
Tale convergenza determina una diffusa sismicità ed un quadro deformativo complesso, caratterizzato da un settore (quello tirrenico) con prevalenti campi tensionali distensivi, e da un settore (quello adriatico) ove prevalgono campi tensionali compressivi (Boccaletti et al., 2011)[8].
In modo più specifico, per quanto riguarda le strutture tettoniche quaternarie più recenti ed attive, il territorio comunale di Fiorano Modenese si colloca all'interno di un sistema di faglie pressoché continuo che si estende lungo il margine tra gli Appennini e la pianura del Po con direttrice NO-SE (rettangolo contrassegnato col numero 2a in Figura 3), coincidente approssimativamente con il fronte di *thrust* pedeappenninico (PTF o PAT, negli acronimi inglesi utilizzati nella più recente letteratura).
Il PTF (in parte affiorante) sembra avere un'attività estesa anche all'Olocene, suggerita dal fatto che la profondità maggiore della base dei sedimenti olocenici si ha proprio lungo il fronte appenninico sulla pianura.
A sud-ovest del PTF esiste una serie di *thust* ciechi ad esso sub-paralleli, che danno ragione della serie di anticlinali e sinclinali con assi a direzione appenninica che caratterizzano tutta la fascia collinare occupata dai territori comunali di Sassuolo, Fiorano Modenese, Maranello e Castelvetro di Modena (Figura 4).
La soluzione dei meccanismi focali ha mostrato, per questo segmento del margine Appennini-Pianura, la presenza di un campo deformativo a profondità generalmente inferiori a 15 km (Figura 3), caratterizzato da eventi sismici con meccanismi focali principalmente compressivi e, in maniera minore, trascorrenti ed estensionali.

[8] Boccaletti, M., Corti, G., Martelli, L., 2011. Recent and active tectonics of the external zone of the Northern Apennines (Italy). Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 100, 1331–1348.

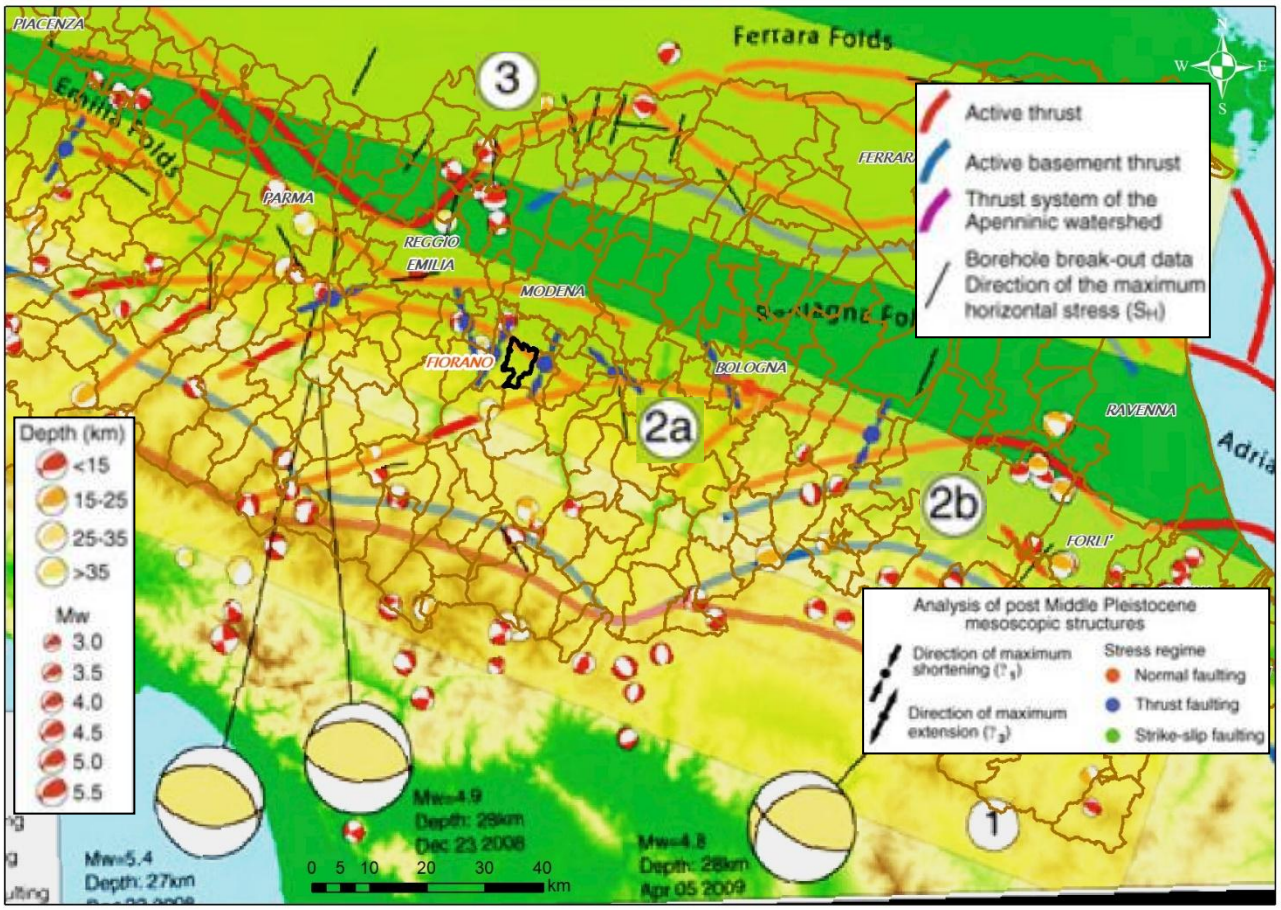


Figura 3 – Sintesi delle strutture recenti e attive del settore esterno degli Appennini settentrionali, con sovrapposte le soluzioni dei meccanismi focali (Boccaletti et al., 2004), i campi tensionali da analisi mesoscopiche (Ghiselli e Martelli, 1997) e i dati di *breakout* da pozzo (Mariucci e Muller, 2003). Tre meccanismi focali in dettaglio relativi agli eventi principali di sequenze sismiche che hanno interessato gli Appennini il 23 dicembre 2008 ed il 5 aprile 2009 (da dati INGV). I numeri nei cerchi indicano i principali sistemi di faglie: (1) Catena appenninica; (2a) Margine Appennini-Pianura (settore nord-occidentale); (2b) Margine Appennini-Pianura (settore sud-orientale); (3) Pieghe Emiliane e Ferraresi sepolte. (Fonte: Boccaletti et al., 2011). Il poligono con contorno nero individua in carta il territorio comunale di Fiorano.

Anche in corrispondenza del territorio comunale di Fiorano Modenese (Figura 3), i meccanismi focali rivelano la presenza di sismi superficiali (< 15 km), di Mw circa pari a 4/4.5, con campo di stress principalmente compressivo, confermato anche dalle analisi di strutture mesoscopiche successive al Pleistocene medio che evidenziano, in corrispondenza della linea del PTF lungo i confini occidentale ed orientale di Fiorano Modenese, una direzione di massimo raccorciamento SSO-NNE. Raccorciamento compressivo che trova a luoghi svincoli cinematici lungo faglie trascorrenti di direzione anti-appenninica, come nel caso evidenziato da Bonini (2008) in corrispondenza del tratto di valle del Torrente Fossa di Spezzano tra Nirano e lo sbocco sull'alta pianura (Figura 4).

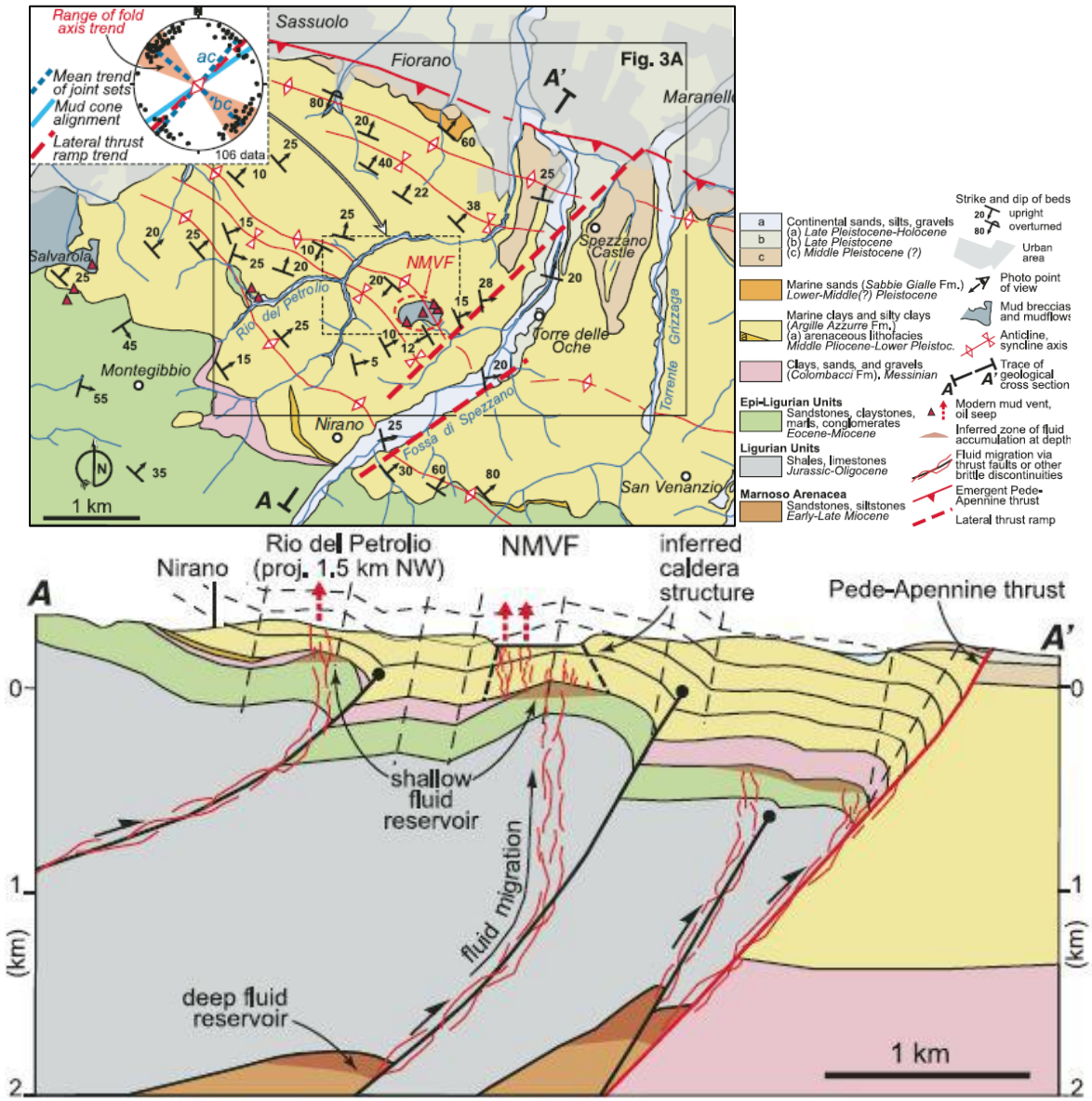


Figura 4 – Sezione geologica che interseca, con direzione SSO-NNE, la depressione delle Salse di Nirano, in prossimità del confine tra i Comuni di Fiorano Modenese e Maranello, esemplificativa delle strutture tettoniche che caratterizzano questo segmento del margine Appennini-Pianura (Fonte: Bonini, 2008).

3.2. Sismicità del territorio comunale

Dal punto di vista sismico, al comune di Fiorano Modenese è stata assegnata la **classe 2** in base alla DGR 146 del 6/02/2023, ovvero una media sismicità in base alla precedente classificazione conseguente l'Ordinanza del PCM n. 3274/2003 (Figura 5), con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresa tra un minimo di 0,15g e un massimo di 0,25g, espressi in termini di accelerazione massima su roccia. La classificazione sismica non interferisce con la determinazione dell'azione sismica, necessaria per la progettazione e la realizzazione degli interventi di prevenzione del rischio sismico. Essa costituisce, altresì, un riferimento tecnico-amministrativo per graduare l'attività di controllo dei progetti e la priorità delle azioni e misure di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

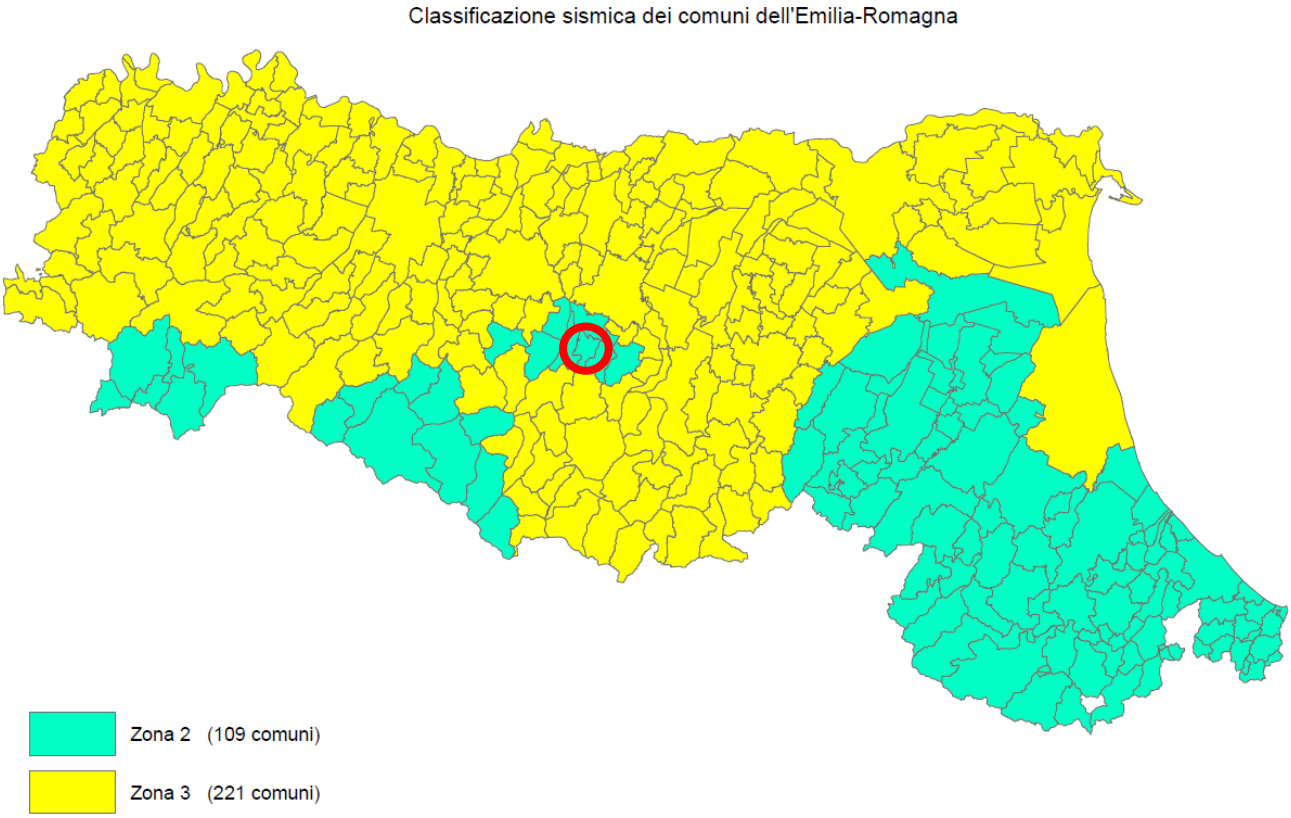


Figura 5 - Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna aggiornata al 2023, a seguito dell'introduzione di nuovi territori comunali e fusioni di Comuni pre-esistenti. Nel cerchio rosso il Comune di Fiorano Modenese.

Se si analizza la sequenza storica degli effetti macrosismici registrati nel territorio comunale dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani - Database Macrosismico Italiano DBMI15 dell'INGV (Locati et al., 2016)[9] - si nota come importanti effetti al sito si siano registrati anche in relazione ad epicentri lontani dal territorio comunale. Di seguito viene riportata la storia sismica del Capoluogo (Figura 6), limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4, così come estratti dal DBMI15 dell'INGV.

Legenda:
Int. - Intensità al sito (MCS); **Io** - Intensità epicentrale (MCS); **Mw** - Magnitudo momento (epicentrale); **NMDP** - Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto.

[9] Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15



Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1501	06	05	10			Modenese	17	9	6.05
6	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	1892	05	17	03	08	1	Carpineti	28	5	4.28
4	1957	08	27	11	54		Appennino modenese	58	5	4.73
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4	1995	12	31	21	29	4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
4	2002	06	18	22	23	3	Frignano	186	4	4.30
F	1904	06	10	11	15	2	Frignano	101	6	4.82
3-4	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
3-4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
3	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
3	2002	06	08	20	13	0	Frignano	115	4	4.23
2	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
2	2002	06	19	22	11	1	Frignano	52	3	4.03
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1992	04	17	11	59	0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
NF	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1996	10	26	04	56	5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
NF	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997	05	12	22	13	5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93

Figura 6 - Osservazioni macrosismiche per Fiorano (Locati et al., 2016).

Dai dati si evince come le massime intensità macrosismiche registrate al sito (in gradi MCS) corrispondano:

- al terremoto del 5 giugno 1501, intensità al sito tra 7 e 8 MCS, con area epicentrale nel **modenese**, intensità epicentrale pari a 9 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 6,05;
- al terremoto del 27 ottobre 1914, intensità al sito di 6 MCS, con area epicentrale nella **Lucchesia**, intensità epicentrale pari a 7 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 5,63;
- al terremoto del 15 ottobre 1996, intensità al sito di 5 MCS, con area epicentrale nella **pianura emiliana**, intensità epicentrale pari a 7 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 5,38;
- al terremoto del 17 maggio 1892, intensità al sito di 4 MCS, con area epicentrale nei pressi di **Carpineti** (R.E.), intensità epicentrale pari a 5 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 4,28;
- al terremoto del 27 agosto 1957, intensità al sito di 4 MCS, con area epicentrale nell'**Appennino modenese**, intensità epicentrale pari a 5 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 4,73;
- al terremoto del 9 novembre 1983, intensità al sito di 4 MCS, con area epicentrale nel **Parmense**, intensità epicentrale pari a 6-7 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 5,04;
- al terremoto del 31 dicembre 1995, intensità al sito di 4 MCS, con area epicentrale nell'**Appennino reggiano**, intensità epicentrale pari a 4-5 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 4,51;
- al terremoto del 18 giugno 2002, intensità al sito di 4 MCS, con area epicentrale nel **Frignano**, intensità epicentrale pari a 4 MCS e magnitudo momento epicentrale pari a 4,30.

In generale, le intensità macrosismiche al sito di maggior grado, sul territorio comunale, sono dovute a terremoti con epicentri localizzati nella pianura emiliana, in Lucchesia e nella fascia pedecollinare emiliana, registrati a partire dall'inizio del XV secolo ad oggi. Intensità al sito di grado pari a 4 sono invece dovute a terremoti con epicentri localizzati nell'Appennino modenese e reggiano.
Di particolare importanza è senza dubbio il terremoto del 1501, il primo per intensità macrosismica, che sembra essere avvenuto (pur con tutte le incertezze legate alla mancanza di registrazioni strumentali) intorno al confine che separa il territorio comunale di Fiorano Modenese da quello di Maranello. Il sisma è registrato nel "Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1997 e nell'area mediterranea dal 760 a.C. al 1500" (CFT^{5}_{MED}) dell'INGV[10]. Il catalogo sintetizza come l'area più colpita abbia compreso alcuni paesi del territorio di Modena: Castelvetro, Maranello, Sassuolo e Montegibbio, nei quali i danni furono gravi e diffusi e coinvolsero la maggior parte del patrimonio edilizio, con crolli e lesioni che resero inabitabili la maggior parte delle abitazioni. Alessandro Tassoni[11], per Modena, riporta che nell'anno "*1501 il giorno 5 di giugno, sabato, all'ora tredicesima e quattordicesima vi fu un gran terremoto in Modena tale che non vi fu casa che non soffrisse qualche danno e tutti i camini e i merli crollarono e uccisero otto persone nella città di Modena, cioè in piazza (Grande) e altrove; (e) centri fortificati della Diocesi Modenese e specialmente nella zona montana rovinarono quasi completamente, come Castelvetro, Maranello, e Montegibbio ed altri ancora, che non vidi di persona: queste cose (notabili) le ho sentite e viste io, Alessandro Tassoni: e il nove del detto mese la chiesa di San Biagio di Modena crollò completamente per la detta causa*".
In Maranello, lo stesso Tassoni riporta come il centro crollò quasi completamente ed il terremoto distrusse quasi dalle fondamenta il castello, di cui rimase indenne il solo torrione.

[10] http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/
[11] Tassoni Alessandro, Cronaca modenese, in Cronache modenesi di Alessandro Tassoni di Giovanni da Bazzano e di Bonifacio da Morano, "Monumenti di Storia Patria delle provincie modenesi", serie delle Cronache, tomo 15. Modena 1888.

Sovrapponendo gli epicentri dei sismi che hanno dato, storicamente, effetti macrosismici maggiori all'interno del territorio comunale di Fiorano Modenese, sulle sorgenti sismogenetiche dell'INGV (Figura 7), è possibile constatare come le maggiori intensità al sito (Int. in Figura 6) siano state determinate da sismi avvenuti all'interno delle sorgenti composite ITCS046 "Langhirano-Sassuolo", ITCS083 "Garfagnana", ITCS049 "Campegine-Correggio" e ITCS009 "Busseto-Cavriago".

Descrivendo nel dettaglio, quindi, le **sorgenti sismogenetiche**, che in maggior modo possono influire sulla sismicità locale, il territorio comunale di Fiorano Modenese ricade in buona parte all'interno della sorgente sismogenetica composita **ITCS046** "Langhirano-Sassuolo", ritenuta capace di produrre sismi con Mw massima pari a **6.8**, stima basata sulle relazioni di scala di Leonard (2014). La geometria è determinata principalmente sulla base delle osservazioni geologiche: lo *strike* varia da 95° a 120°; il *dip* varia da 20° a 40°; il *rake* è assunto corrispondente ad un sovrascorrimento puro (80°-100°); la *slip rate* varia da 0,1 a 0,5 mm/anno; le profondità minima e massima sono state individuate, rispettivamente, a -2 e -8 km. La sorgente appartiene al Fronte di Sovrascorrimento Pedeappenninico (PTF nell'acronimo inglese), un sistema di faglie NE-vergenti, in parte composto da piccoli archi, che scorre lungo le pendici collinari della catena appenninica settentrionale.

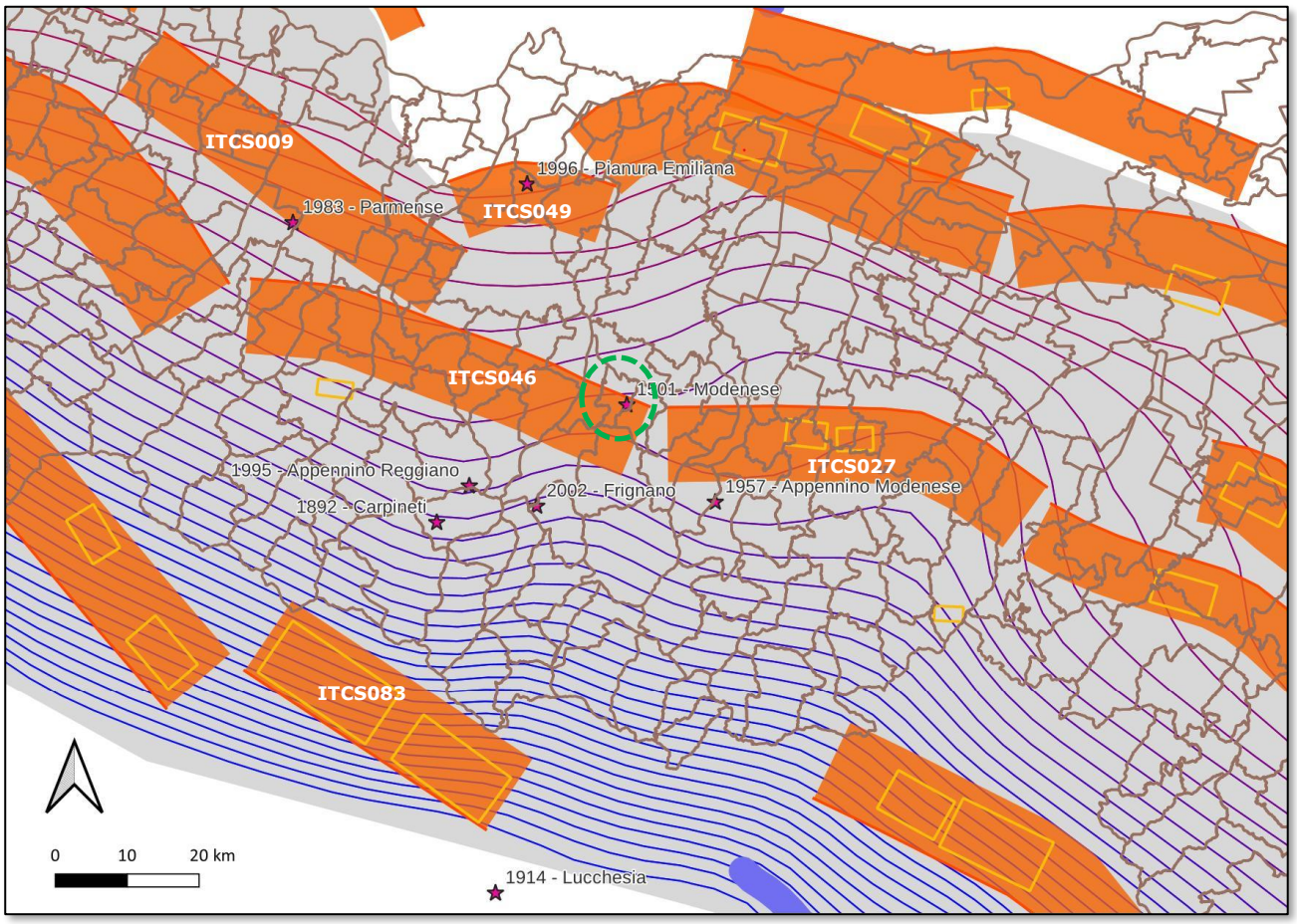
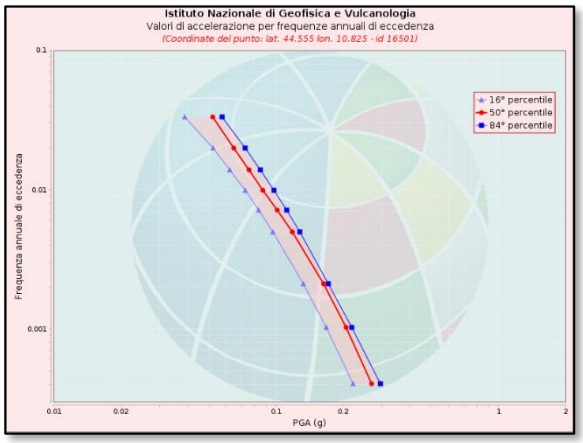


Figura 7 – Estratto dal database of Individual Seismogenic Sources (DISS, versione 3.3.0) dell'INGV: insieme di tutte le sorgenti sismogenetiche composite entro le quali ricadono gli epicentri degli eventi sismici (stelle fucsia) che hanno determinato i maggiori effetti macrosismici nel territorio di Fiorano. Il cerchio verde tratteggiato identifica il territorio comunale di Fiorano Modenese.

Circa 30 km a NNO del territorio comunale di Fiorano è presente la sorgente sismogenetica composita **ITCS049** "*Campegine-Correggio*", ritenuta capace di produrre sismi con Mw massima pari a **6.6,** stima basata sulle relazioni di scala di Leonard (2014). Questa sorgente appartiene al fronte di sovrascorrimento dell'Arco di Ferrara, un arco esterno NO-N-vergente posto all'estremità nord-orientale della catena appenninica settentrionale, al di sotto della pianura padana. La geometria è determinata principalmente sulla base delle osservazioni strutturali e sismologiche di vari autori: lo *strike* varia da 70° a 110°; il *dip* varia da 30° a 50°; il *rake* è assunto corrispondente ad un sovrascorrimento puro (80°-100°); la *slip rate* varia da 0,04 a 0,16 mm/anno; le profondità minima e massima sono state individuate, rispettivamente, a -3 e -10 km.

Infine, circa 30 km e NO di Fiorano è presente la sorgente sismogenetica composita **ITCS009** "*Busseto-Cavriago*", ritenuta capace di produrre sismi con Mw massima pari a **6,8**, stima basata sulle relazioni di scala di Leonard (2014). Appartiene al fronte di thrust esterno nord-Appenninico, un sistema di faglie NE-vergente posizionato al margine nord-occidentale della catena appenninica settentrionale, tra il margine collinare emiliano e la pianura del Po. La geometria è determinata principalmente sulla base di considerazioni geologiche a scala regionale: lo *strike* varia da 120° a 140°; il *dip* varia da 20° a 40°; il *rake* è assunto corrispondente ad un sovrascorrimento da puro a obliquo (90°-120°); la *slip rate* varia da 0,16 a 0,53 mm/anno; le profondità minima e massima sono state individuate, rispettivamente, a -2 e -8 km.

Sulla base dell'analisi di pericolosità effettuata dall'INGV[12], il valore di PGA atteso, con 10% di probabilità di superamento in 50 anni, è pari a 0,16g (50° percentile, pari ad una frequenza di superamento annuale di 0,0021) (Figura 8). La disaggregazione del valore di a_g con la medesima probabilità di eccedenza (Figura 9) mostra come il contributo percentualmente maggiore (30-40%) alla pericolosità sismica di base del territorio comunale sia determinato da sismi di magnitudo compresa tra 4.5 e 5, con epicentro nei primi 10 km di distanza dal territorio comunale, in grado di produrre PGA pari a 0,32g.

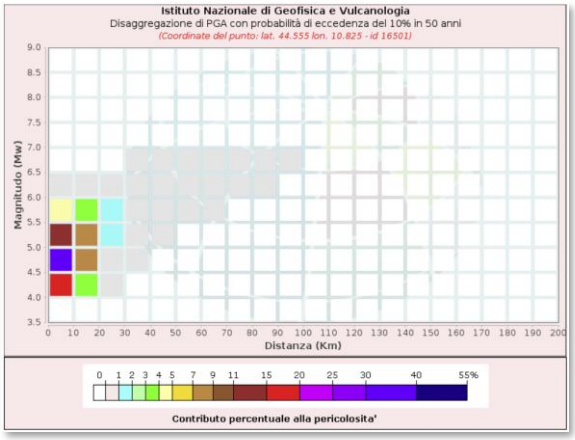


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 44.555 lon. 10.825 - id 16501)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2219	0.2690	0.2945
0.0010	0.1681	0.2065	0.2190
0.0021	0.1327	0.1636	0.1718
0.0050	0.0967	0.1184	0.1280
0.0071	0.0835	0.1012	0.1117
0.0099	0.0727	0.0872	0.0979
0.0139	0.0619	0.0756	0.0850
0.0199	0.0521	0.0646	0.0727
0.0332	0.0389	0.0519	0.0572

Figura 8 – Valore di PGA atteso per il territorio comunale di Fiorano con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni, calcolato dallo studio di pericolosità sismica dell'INGV.

Il contributo del 15-20% alla pericolosità sismica di base del territorio comunale è dato dalla coppia (Mw 4-4.5; epicentro 0-10 km), in grado di produrre PGA pari a 0,2g. Contributi percentuali minori alla pericolosità (11-15% e 7-9%) sono dati, rispettivamente, dalle coppie (Mw 5-5.5; epicentro 0-10 km) e (Mw 4.5-5.5; epicentro 10-20 km), in grado di produrre PGA pari a 0,14g e 0,07-0,09g. Solo il 4-5% di contributo alla pericolosità sismica di base è dato dalla coppia (Mw 5.5-6; epicentro 0-10 km), in grado di produrre PGA pari a 0,4g.

[12] http://esse1-gis.mi.ingv.it/



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 44.555 lon. 10.825 - id 16501)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw) 3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	19.8000	31.9000	14.5000	4.5000	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.3400	8.8200	7.3000	3.9100	0.1930	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0561	0.8920	1.8100	1.5900	0.1530	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0126	0.2910	0.5240	0.0741	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118	0.1210	0.0961	0.0191	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0132	0.0386	0.0126	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0076	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.88	8.44	0.916

Figura 9 – Disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per il territorio comunale di Maranello.

Da quanto emerge dall'analisi di disaggregazione della PGA, il contributo maggiore alla pericolosità sismica di base del territorio comunale è dato da eventi sismici che avvengono in un raggio di 10 km e di magnitudo compresa tra 4 e 5,5 e che, guardando agli effetti macrosismici storici, sono riconducibili agli eventi avvenuti nell'Appennino modenese e reggiano. Gli eventi storici con effetti macrosismici superiori sono sia più vicini (vedasi l'evento del 1501), sia più lontani, ma certamente meno frequenti.

4. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il territorio comunale di Fiorano Modenese ricade lungo il margine settentrionale dell'appennino modenese, con il territorio a nord del capoluogo nell'alta pianura, quello a sud collocato sulle prime colline e la punta meridionale nella bassa montagna.
La parte di alta pianura fa parte del settore meridionale della Pianura Padana che costituisce, dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente Plio-quaternario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quaternario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità; in particolare l'attuale strutturazione del bacino trae origine dalle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e l'antistante substrato padano, provocandone la deformazione secondo un modello generale a falde sovrapposte ed embrici NE vergenti (Pieri & Groppi, 1982).

La parte nord, coincidente con la zona di alta pianura, è caratterizzata da sedimenti di ambiente continentale (limi, argille, sabbie e ghiaie) riferiti ad un periodo che va dal Pleistocene all'attuale. La parte meridionale, coincidente con le aree collinari, mette in evidenza un substrato riconducibile in gran parte a sedimenti marini plio-pleistocenici prevalentemente argillosi (Formazione delle Argille Azzurre) e in minima parte marnosi relativi alla successione Epiligure (Marne di Monte Piano).

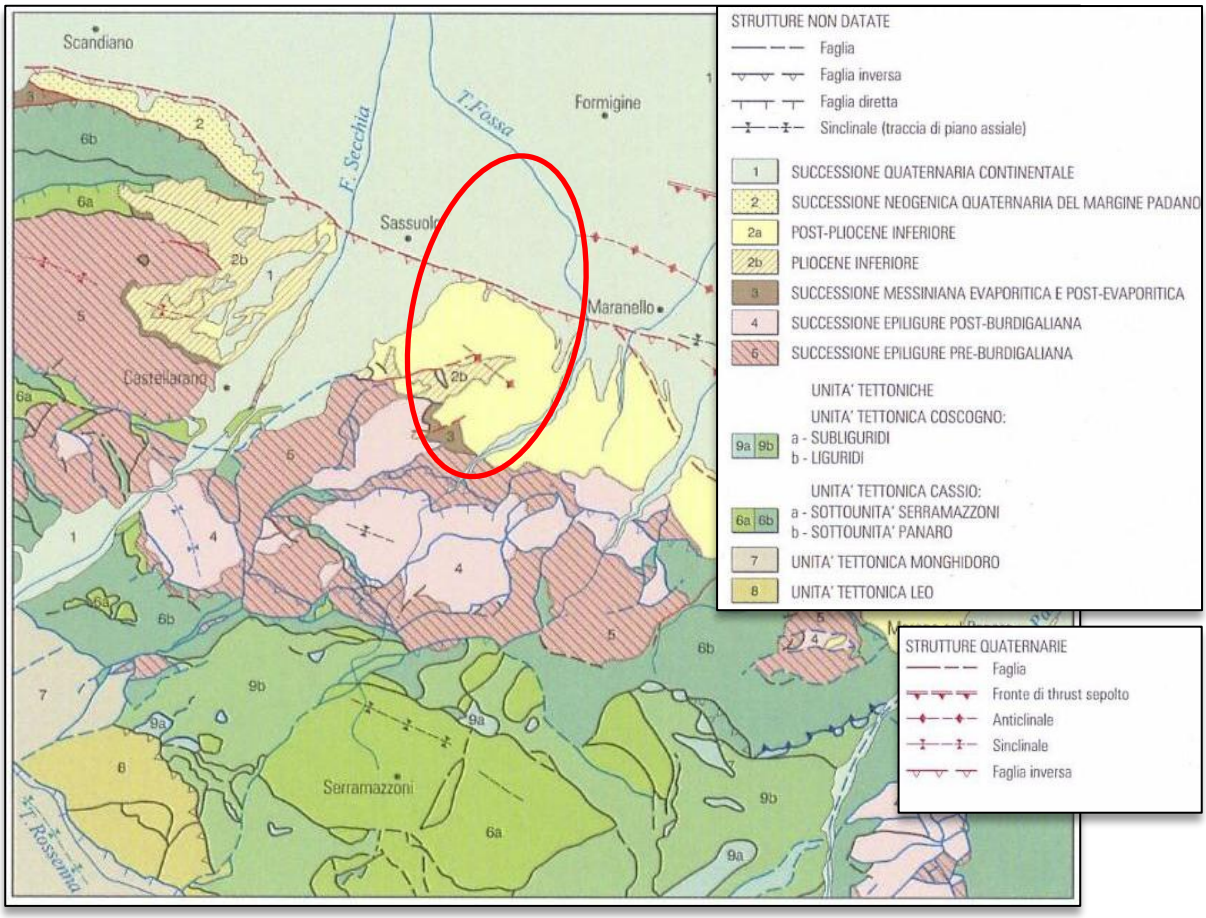


Figura 10 – Schema tettonico del foglio 219 "Sassuolo" del progetto CARG. L'ellisse rossa identifica il territorio di Fiorano Modenese.

Il passaggio tra i due settori geologici avviene in corrispondenza di una struttura tettonica denominata "Faglia-flessura di Sassuolo" da Gasperi et al. (1989) o "Fronte di Castelvetro" da Rossi et al. (2002), oggetto del presente approfondimento di III livello, per il tratto interno al comune di Fiorano Modenese. In Figura 10 è rappresentata dalla linea tratteggiata rossa che attraversa il territorio comunale in senso all'incirca O-E.
Si tratta di una faglia ipotizzata a cinematica inversa e ritenuta attiva, che in coincidenza del territorio comunale di Fiorano Modenese rimane sepolta al di sotto della coltre dei depositi alluvionali. Allo stato attuale, gli indizi che portano ad ipotizzarne il passaggio nel territorio comunale derivano da evidenze geologiche e geomorfologiche e da analisi di stratigrafie di pozzi e sondaggi. Quest'ultime indicano un repentino incremento degli spessori dei sedimenti continentali subito a valle del presunto lineamento tettonico, con un approfondimento del tetto del substrato marino plio-pleistocenico procedendo dal raccordo collina-pianura verso nord.
Non esistono comunque ad oggi evidenze chiare che possano garantire che si tatti di una faglia capace, attiva, sia *sensu* Gruppo di lavoro MS (2008), sia *sensu* ITHACA. Lo stesso database ITHACA, nella sua più recente versione, considera infatti la faglia in esame come "*quaternaria da indagare*", poiché ne ipotizza l'ultima attività nel periodo compreso tra 125.000 e 700.000 anni (ovvero nel Pleistocene Medio).

Esistono comunque alcune evidenze di deformazioni nel suo ipotetico prolungamento verso i territori adiacenti: ad esempio in corrispondenza della traversa sul Fiume Secchia in località "La Veggia" (R.E.), ed a valle della stessa, dove recenti stazioni strutturali hanno messo in evidenza

strutture mesoscopiche compressive nei sedimenti continentali, messi a luce dalla profonda erosione del torrente negli ultimi decenni[13].
Un contrasto morfologico tra l'area collinare e l'alta pianura risulta molto evidente lungo l'allineamento geografico che congiunge Braida e il T. Fossa di Spezzano, con un dislivello altimetrico massimo di circa un centinaio di metri, che si manifesta nello spazio di circa 400 m. Il dislivello morfologico diviene progressivamente meno marcato procedendo da ovest verso est, fino quasi a scomparire oltre Maranello.

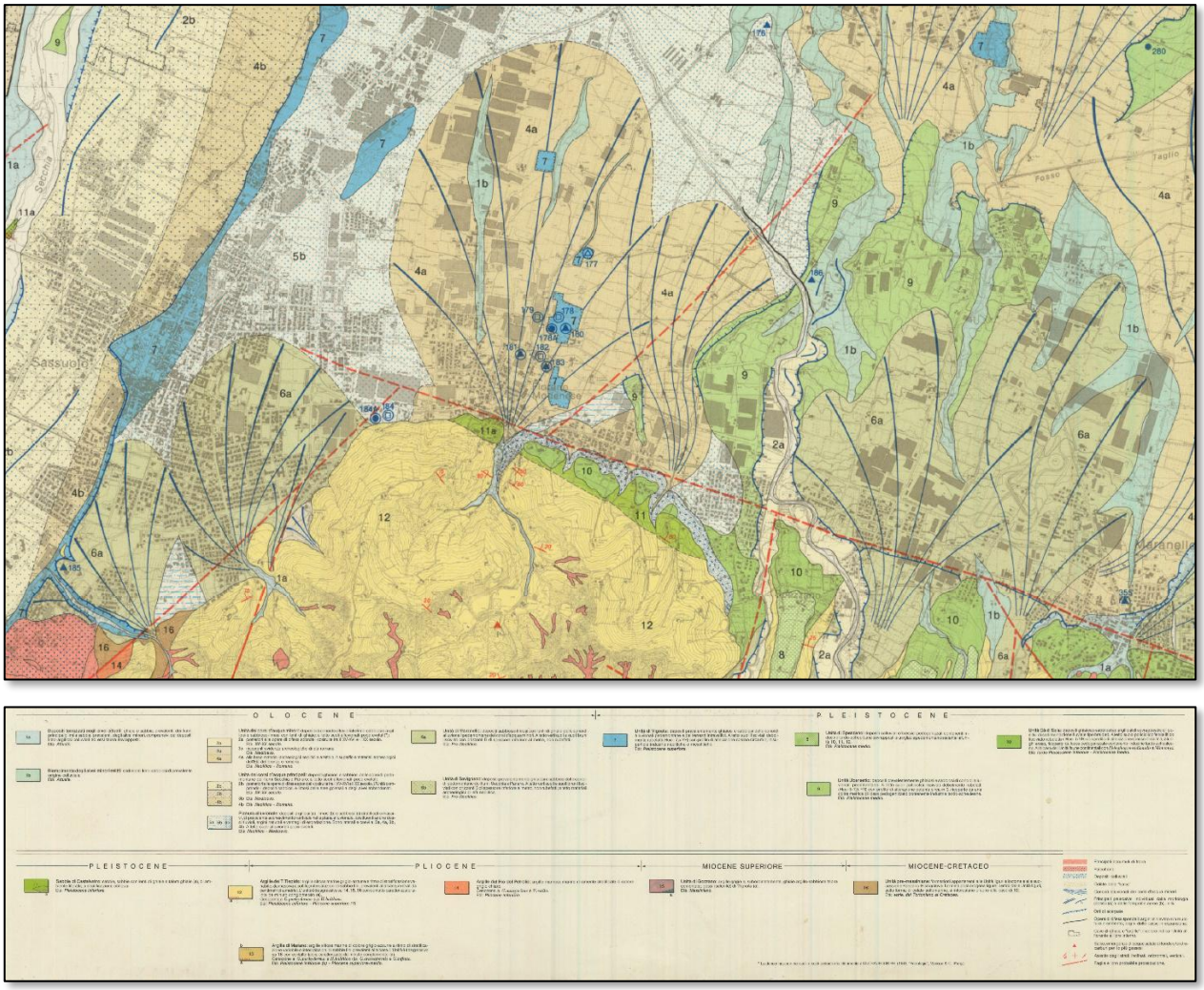


Figura 11 – Stralcio della "Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (Provincia di Modena)", di Gasperi (1987).

Questo salto morfologico costituisce un'ulteriore evidenza a giustifica della presenza del lineamento tettonico in esame (e forse anche di un sistema tettonico più complesso, formato da *splay faults*), che avrebbe portato ad un sollevamento differenziale del settore meridionale rispetto a quello settentrionale. La presenza di tale contrasto strutturale, si traduce in una differente evoluzione morfogenetica tra la fascia collinare a sud e l'alta pianura a nord, tanto che nel territorio comunale possono essere individuati due macro-settori a cui si associano caratteri geologici, morfologici ed evolutivi molto differenti.
Nel settore nord, di alta pianura, il movimento differenziale avrebbe favorito lo sviluppo dei conoidi alluvionali pedecollinari di Sassuolo, di Fiorano Modenese e di Maranello a valle del

[13] 1. Maestrelli, D. et al. The structural hinge of a chain-foreland basin: Quaternary activity of the Pede-Apennine Thrust front (Northern Italy). Tectonophysics 723, 117–135 (2018).

lineamento stesso, con spessori cumulati di ghiaie di diverse decine di metri (Figura 11). Ad ovest, gli spessori ghiaiosi trovano i loro massimi grazie alla prossimità del Fiume Secchia; procedendo verso est, gli spessori ghiaiosi diminuiscono progressivamente poiché i bacini di alimentazione dei corsi d'acqua minori sono meno estesi e caratterizzati da litotipi in larga parte di natura argillosa, argillitica e marnosa.

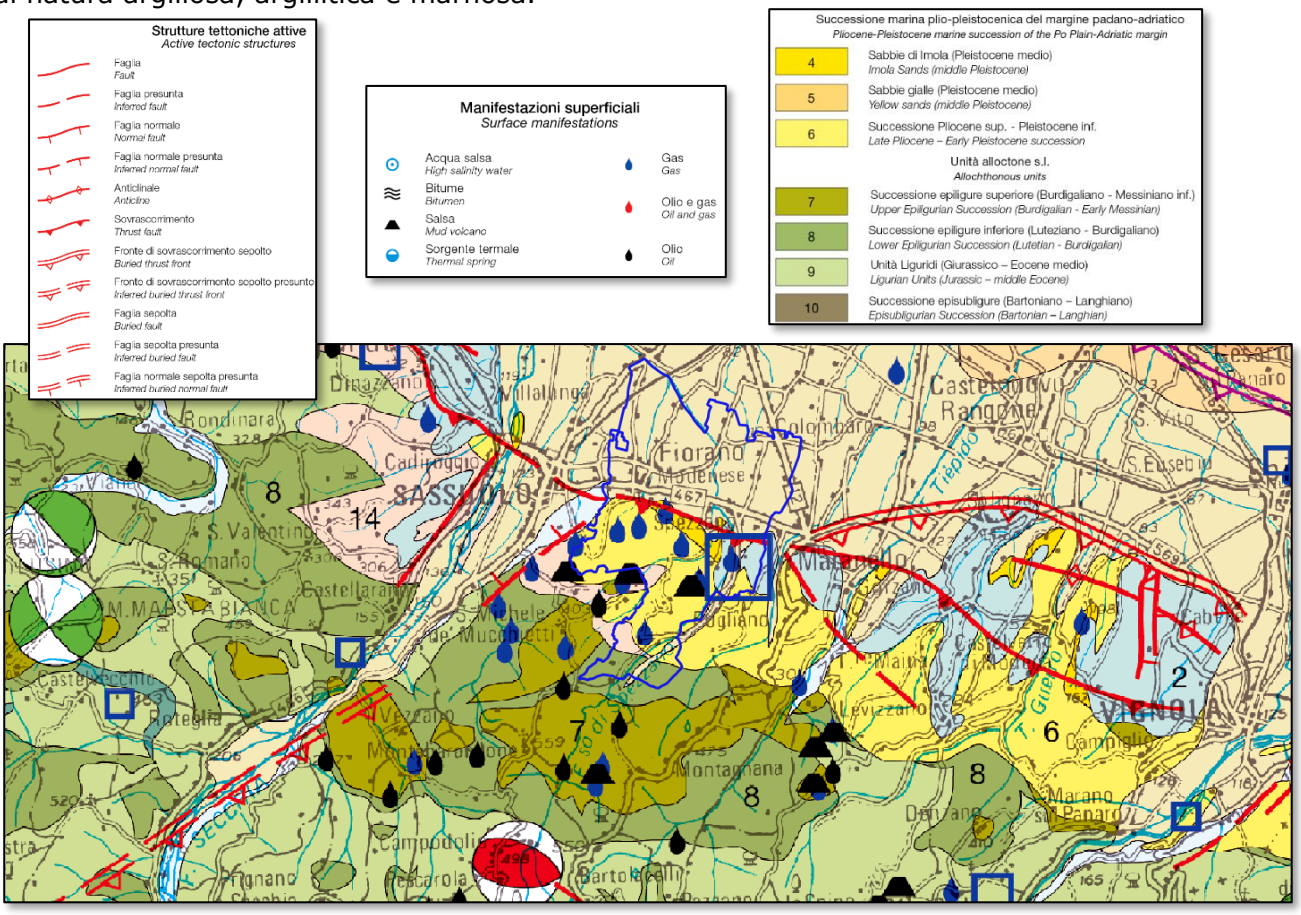


Figura 12 – Stralcio della carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna. Confine del territorio comunale di Fiorano in linea blu.

Nel settore meridionale, il sollevamento lungo la faglia-flessura ed altre superfici di thrust ad essa parallele, ha dato luogo allo sviluppo di rilievi collinari quasi interamente costituiti dalla Formazione delle Argille Azzurre, con sviluppo di anticlinali e sinclinali come dall'interpretazione di Figura 4. La stessa Figura 4 interpreta le superfici dei thrust ciechi quali vie preferenziali per la risalita in superficie di fluidi ricchi di gas, le cui manifestazioni più conosciute sono le Salse di Nirano e di Montegibbio (le prime ancor oggi sono le più spettacolari ed attive). Se però si esamina la carta Sismotettonica dell'Emilia-Romagna (Figura 12), si può facilmente notare come manifestazioni in superficie di gas e idrocarburi profondi trovino la massima concentrazione proprio sul territorio comunale di Fiorano Modenese (e subito a sud), a dimostrazione di come questa porzione della fascia collinare a monte del PTF possa ragionevolmente ritenersi relativamente più attiva rispetto ai settori adiacenti, ad est e ad ovest. Attività di sollevamento che ha un risvolto ben visibile anche nella maggiore acclività dei rilievi collinari e nello sviluppo di forme calanchive più giovani ed attive rispetto, ancora, ai settori adiacenti (a parità di litologia argillosa affiorante) (Figura 13).

Se si esamina ancora la carta in (Figura 4) a cura di Bonini (2008), si noterà la presenza di una faglia di direzione SO-NE in prossimità del Torrente Fossa di Spezzano, che l'autore interpreta come rampa laterale di thrust e che verosimilmente ha la sua controparte orientale nella faglia (della stessa direzione) indicata dalla carta sismotettonica al confine col territorio sassolese.

Entrambe le rampe laterali potrebbero aver favorito il sollevamento(e avanzamento?) relativo del settore collinare interno al territorio di Fiorano Modenese.

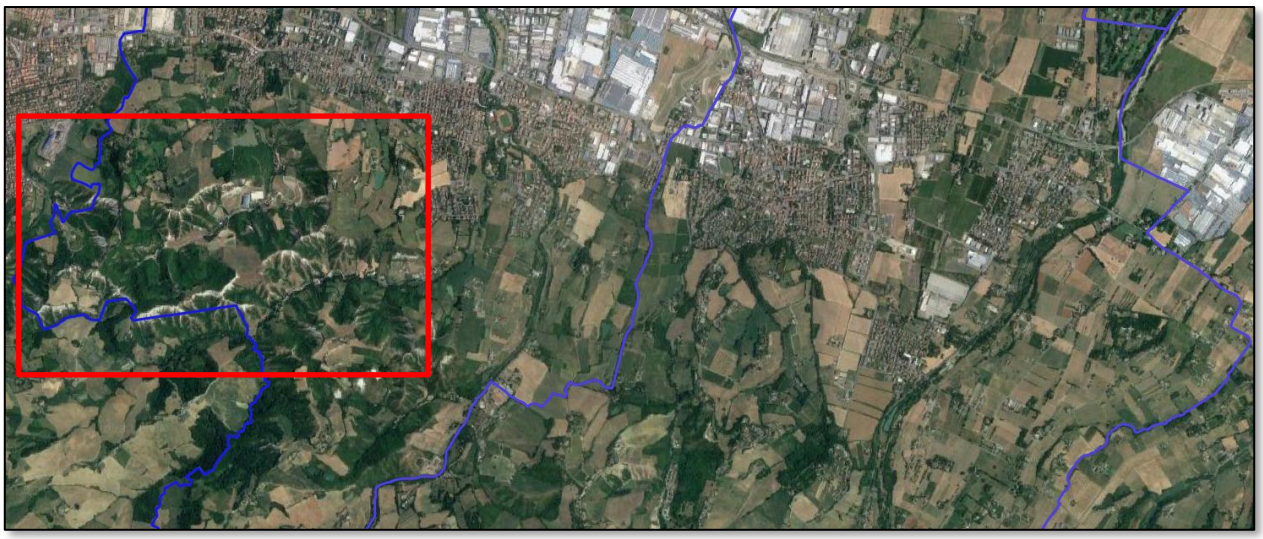


Figura 13 – All'interno della fascia collinare del Comune di Fiorano si concentra il maggior numero di rilievi calanchivi ben sviluppati (macchie bianche all'interno del rettangolo rosso) rispetto all'adiacente fascia collinare del Comune di Maranello, costituita anch'essa in larga parte da affioramenti di Argille Azzurre.

Ancora in Figura 4 appare chiaro come a sud della linea di thrust l'inclinazione media degli strati delle Argille Azzurre sia intorno a 20°/25°, con direzione d'immersione verso NE, ma in prossimità della linea di thrust assuma inclinazioni maggiori (60°) e rovesciate (80° immersione SO). E' proprio questa evidenza che ha indotto vari autori in passato a vedere in questo lineamento tettonico non solo una componente fragile (il/i piano/i di faglia), ma anche una componente duttile che ha determinato il piegamento degli strati della formazione plio-pleistocenica nel blocco di tetto. Da qui il nome di "faglia-flessura" ormai ampiamente diffuso nella letteratura geologica dell'area.
In realtà, nella carta geologica a scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna (Figura 14) gli assetti ad alto angolo e rovesciati, all'interno dell'area di studio, sono in tutto solo 4 e molto vicini fra loro (tra l'altro non più verificabili!), il ché non rende di facile interpretazione le cause che possono aver determinato una geometria locale così diversa da quella media dell'esteso affioramento di Argille Azzurre di cui sono parte.

Come prima anticipato, strati sub-verticali sono stati rilevati anche in corrispondenza dell'attuale traversa di La Veggia (Comune di Casalgrande, R.E.) (Figura 15), prima della sua ricostruzione e a seguito dell'erosione di quella precedente. Lo strike è del tutto simile a quello degli strati verticali e rovesciati nelle Argille Azzurre sopraccitati. Gli strati verticalizzati presso La Veggia appartengono al tetto della Formazione delle Argille Azzurre ed alla Formazione delle Sabbie Gialle, nei rapporti ben chiariti in Figura 16: il tetto delle FAA, verticalizzato, è a contatto a nord con un sottile livello conglomeratico (a sua volta verticalizzato). Al tetto del conglomerato tornano argille di mare meno profondo, cui seguono i conglomerati a minor angolo d'immersione della base del Quaternario continentale. Lo stesso affioramento è stato interpretato in modo analogo da Barbacini et al. (2002), che identificano le Sabbie Gialle con le Sabbie di Montericco, che fanno seguire da argille grigio-azzurre della successiva fase trasgressiva, precedente all'instaurazione della definitiva fase deposizionale continentale.

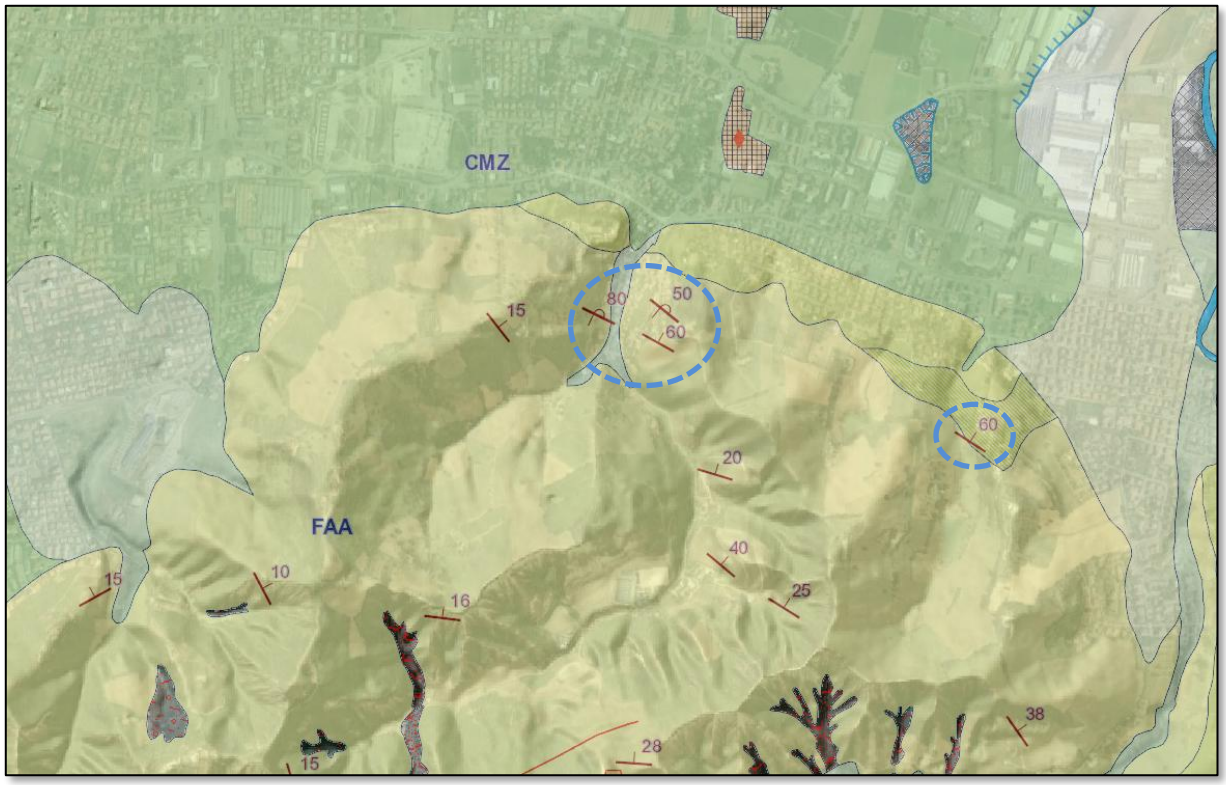


Figura 14 – Carta geologica a scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna sovrapposta in trasparenza su foto aeree satellitari e modello digitale del terreno. I cerchi blu evidenziano gli assetti ad alto angolo e rovesciati delle Argille Azzurre in prossimità della fagli-flessura di Sassuolo. Gli altri assetti della stessa formazione mostrano strike simile, ma inclinazioni di immersione molto più basse.

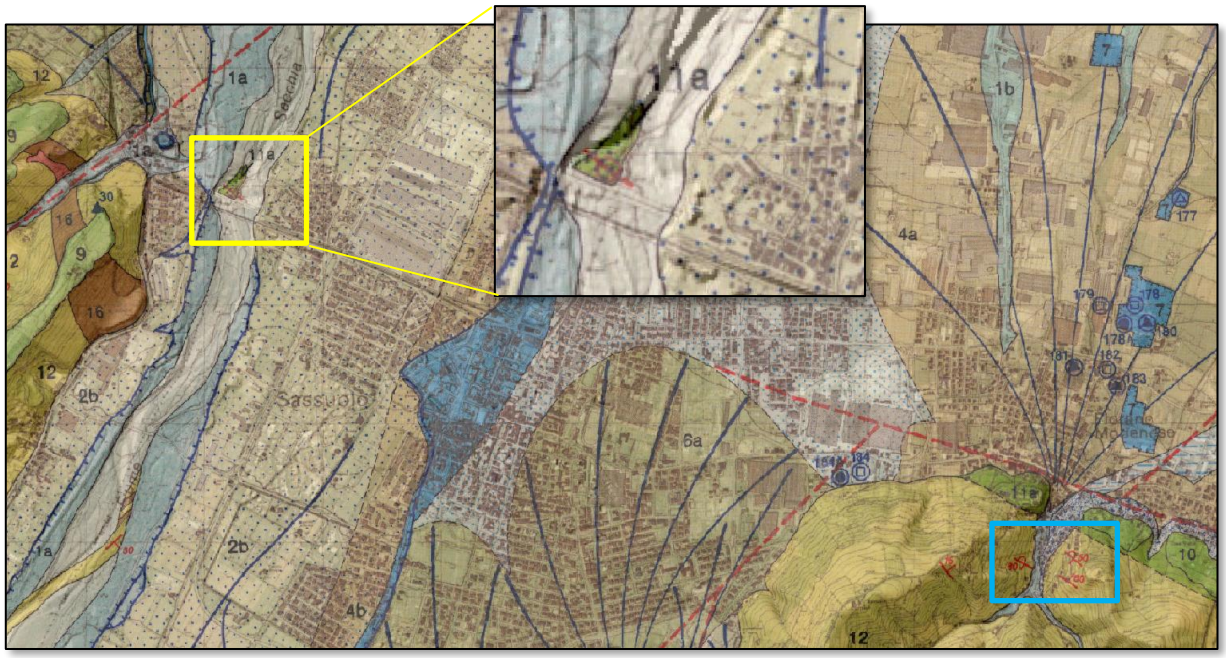


Figura 15 – Stralcio della "Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (Provincia di Modena)", di Gasperi (1987). Per la legenda si veda Figura 11. Nel riquadro giallo il particolare degli strati verticali identificati dall'autore prima della realizzazione della traversa che li ha obliterati. Gli strati misurati appartengono alle "Sabbie di Castelvetro": sabbie con lenti di ghiaia di ambiente litorale, nell'attuale classificazione stratigrafica identificabili con la Formazione delle Sabbie Gialle – FSG, secondo Gasperi et al., 2005). Nel riquadro azzurro gli strati rovesciati delle FAA descritti nel testo.

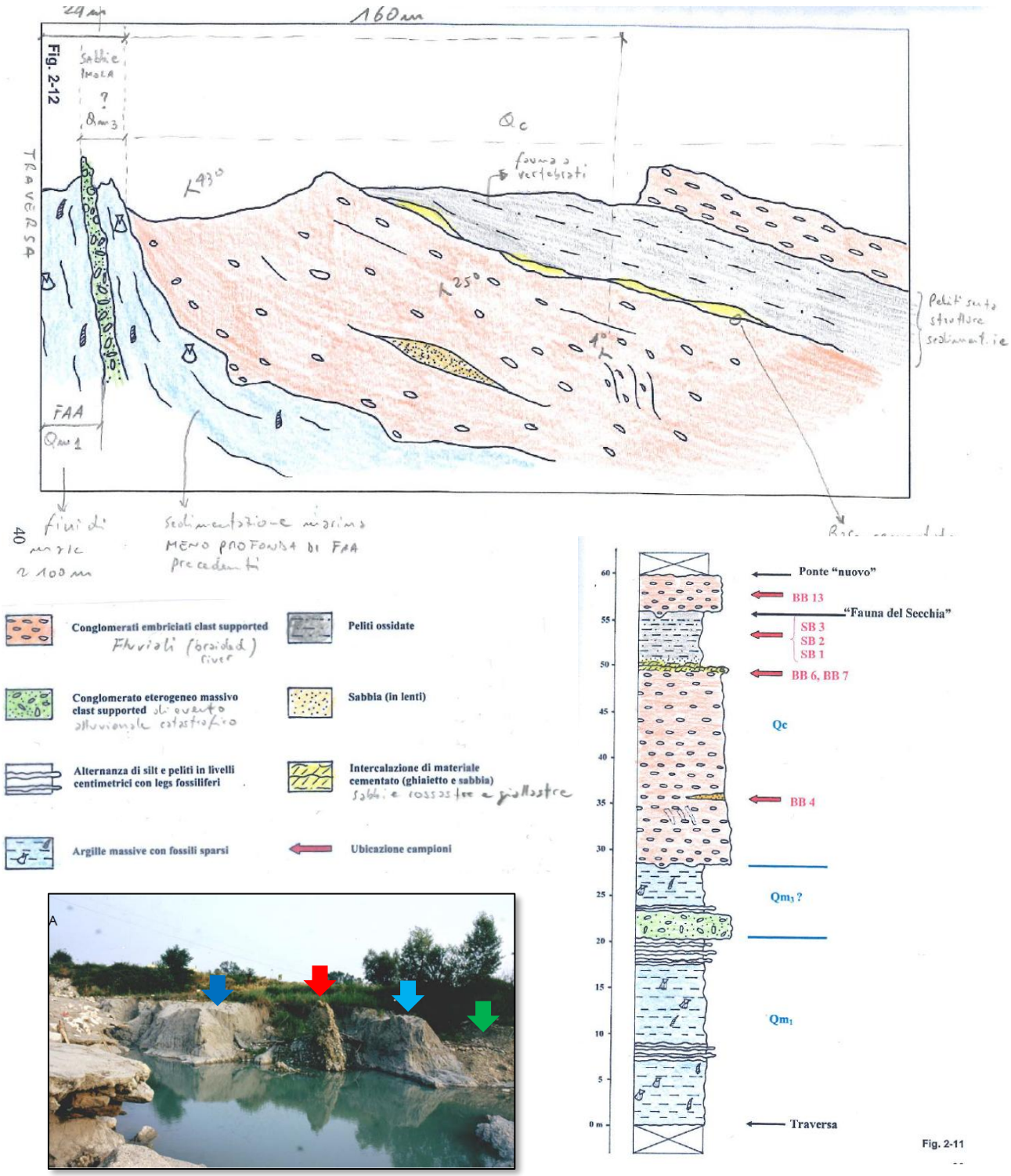


Figura 16 – Sezione stratigrafica (in alto) pochi metri a valle della traversa di La Veggia. Colonna stratigrafico (in basso) ricostruita a partire dalla traversa di La Veggia fino al ponte più recente in località "Villa Lunga". (modificata da Bonini, 2004. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia). La foto in basso è presente nella tesi di laurea di Remitti (2002)[14]: la freccia rossa indica il livello conglomeratico; la freccia blu le FAA di mare profondo; la freccia azzurra le argille di mare meno profondo; la freccia verde i conglomerati basali del Quaternario continentale.

[14] Remitti (2002) - "Esumazione ed evoluzione tettonica recente dell'Appennino Settentrionale". Tesi di laurea inedita, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Relatore: Prof. G. Bettelli.

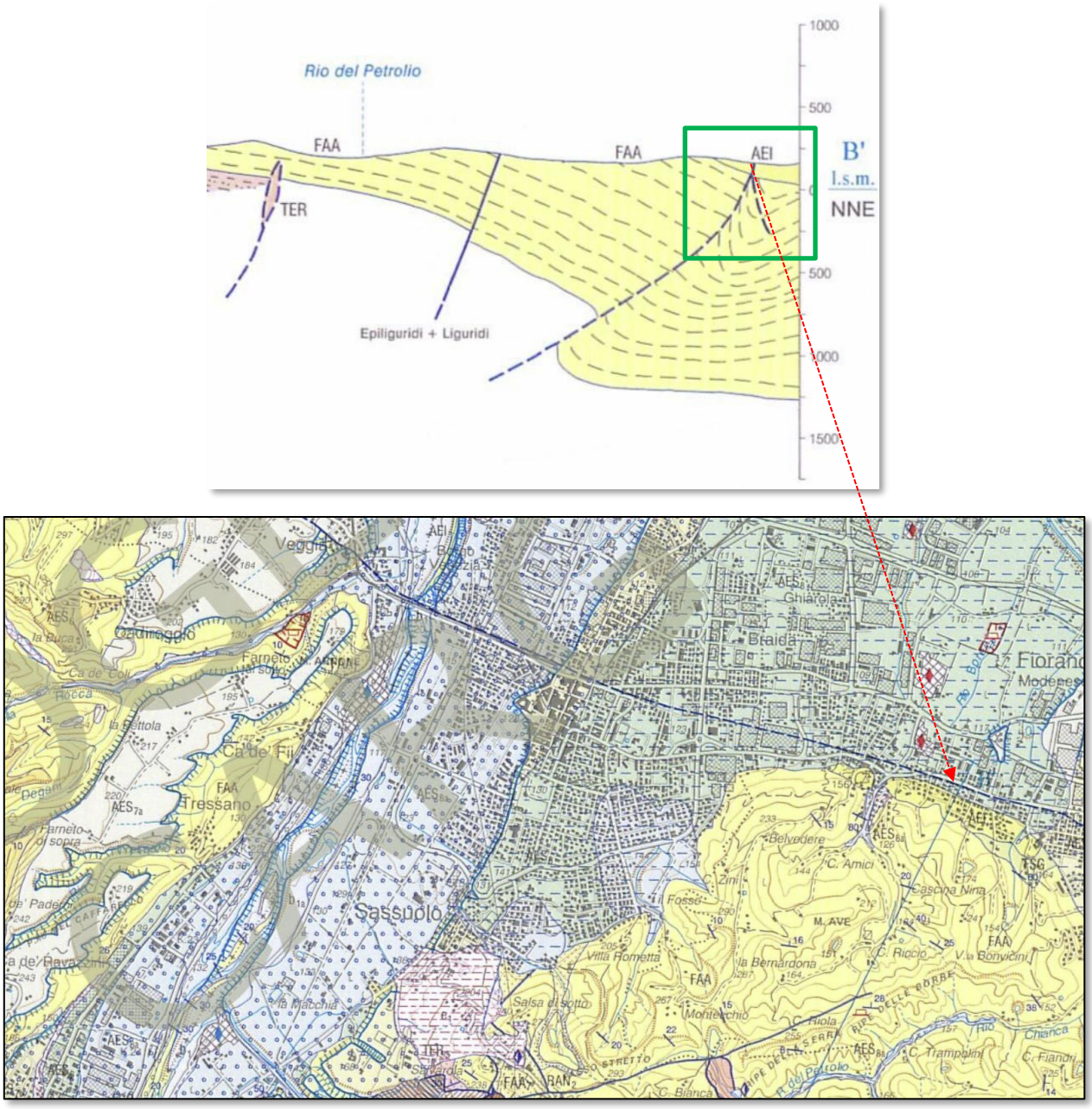


Figura 17 – Parte della sezione B-B' del Foglio 2019 "Sassuolo" della Carta geologica d'Italia a scala 1:50.000. Nel riquadro verde l'interpretazione geometrica data dagli autori del Foglio in corrispondenza della faglia-flessura di Sassuolo.

Il Fiume Secchia costituisce una evidente linea di separazione tra i due settori collinari in avanzamento lungo la fascia del PTF: quello di Casalgrande a ovest e quello di Fiorano Modenese ad est. Come le altre valli attuali dei torrenti principali appenninici, anche quella del Fiume Secchia ospita faglie a prevalente componente trascorrente a cui si deve il disallineamento, tra le due sponde della valle, tra le unità Liguri e anche tra le formazioni plioceniche (Gasperi et al., 1986[15]).
Si possono notare altre evidenti asimmetrie tra le due sponde della valle (Figura 18):

[15] Gasperi G., Gelati R. & Papani G. (1986) – Neogene evolution of the Northern Apennines on the Po Valley side. Giornale di Geologia, Serie 3ª, vol. 48 n.1/2, pp. 187-195, Bologna.

- La sponda sinistra mostra ampie superfici sub-orizzontali, debolmente digradanti verso NE, delimitate a SE da alte scarpate; la sponda destra mostra invece un blando incremento dell'inclinazione topografica che assume gradienti maggiori a partire dal raccordo con le colline, sulle quali però non si ha la presenza di nessuna superficie sub-orizzontale come sulla opposta sponda (il profilo di Figura 18 indica l'andamento topografico appena descritto).
- Sulla sponda sinistra, in pianta, il substrato ha un andamento rettilineo, mentre su quella destra ha un andamento arcuato, con progressiva, ampia apertura verso NE.
- Relativamente ai sedimenti quaternari, sull'altopiano in sinistra idrografica vengono preservati sedimenti del Pleistocene Medio (AES_6) e Superiore (AES_{7a}), mentre sui rilievi in sponda destra affiorano esclusivamente le Argille Azzurre (FAA).

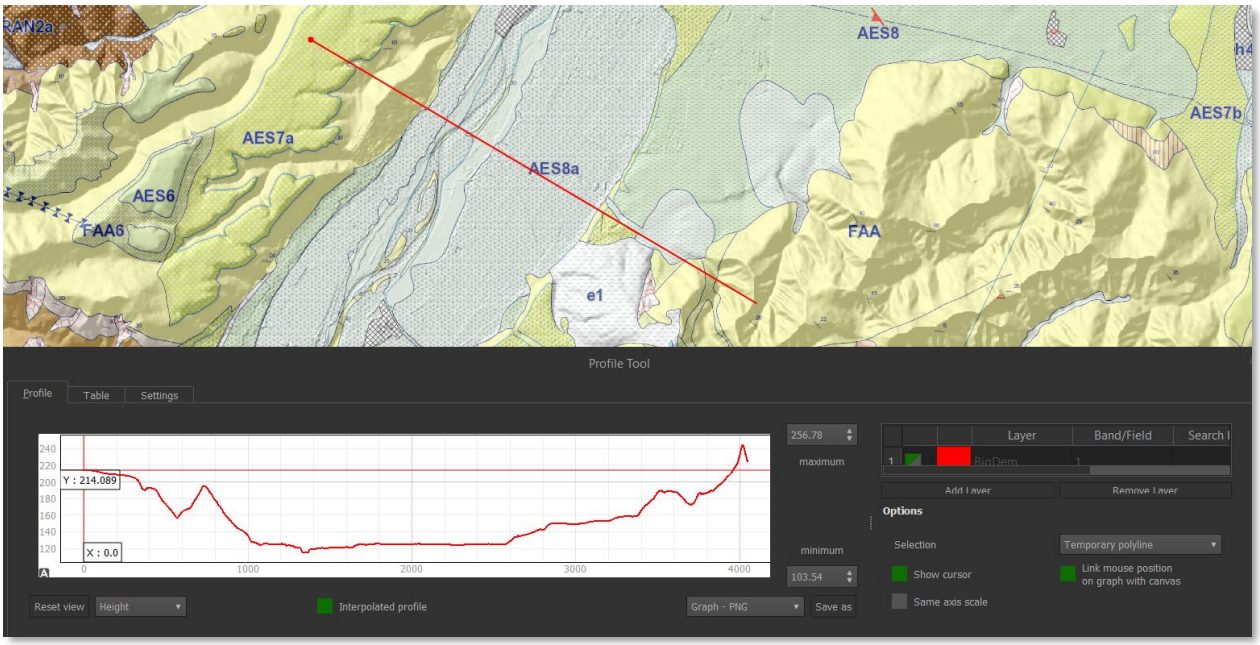


Figura 18 – Profilo topografico tracciato perpendicolarmente all'alveo attuale del Fiume Secchia all'altezza di Cà de Fii (NO) e di Sassuolo (quartiere Rometta-Tiro a Segno) a SE.

Successivamente alla deposizione di AES_6 e AES_{7a}, parrebbe che l'altopiano in sponda sinistra non abbia subito significative deformazioni, mentre l'opposta sponda potrebbe essere stata soggetta ad un progressivo innalzamento che ha favorito una maggior energia del rilievo e una conseguente capacità erosiva in grado di eliminare le tracce dei corrispettivi depositi di AES_6 e AES_{7a} in sponda destra (qualora ivi depositati).
Questo innalzamento differenziale darebbe ragione, da una parte, dell'ampia estensione di conoidi che Gasperi (1989) descrive nella carta di Figura 15 sulla sponda destra del Secchia, e della totale assenza degli stessi sulla sponda opposta, dove molto limitati sono anche i depositi di AES_8 rispetto al lato sassolese, segno di una maggiore erosione operata dal corso d'acqua lungo la sponda reggiana rispetto a quella modenese. Quest'ultima evidenza, unitamente alla presenza di una lunga e rettilinea scarpata ad alto angolo, consente di ipotizzare una dislocazione trascorrente locale con componente normale lungo la sponda sinistra del Secchia. Per contro, la sponda opposta potrebbe essere luogo di una dislocazione trascorrente, con componente di thrust ad alto angolo, ovvero di una rampa di thrus laterale.
Insieme a questa del Secchia, l'Istituto di Geologia dell'Università di Modena (1978)[16] individua altre valli asimmetriche (quelle del Torrente Tiepido e del Fiume Panaro), dove si ripete il relativo abbassamento del lato orientale per mezzo di faglie anti-appenniniche e migrazione dei corsi

[16] Istituto di Geologia dell'Università di Modena (1978) – Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi. Mem. Soc. Geol. It., 19, 551-562, 3 ff.

d'acqua verso est: questi basculamenti sono ritenuti dagli autori la causa della conservazione dei terrazzi solo sul lato sinistro delle valli dei fiumi maggiori; quelli della valle del Secchia sono comunque i terrazzi più estesi e meglio conservati della fascia pedecollinare tra Secchia e Panaro.

Questa ipotesi riprende tutto sommato quanto indicato dalla Carta Sismotettonica dell'Emilia-Romagna di Figura 12, pur con interpretazioni cinematiche differenti. Se così fosse, il Secchia costituirebbe una locale interruzione di continuità nel PTA, così come avviene anche per altri torrenti tra cui l'Enza, il Trebbia, il Tresinaro e il Panaro.

Più ad ovest, in località San Ruffino, in Comune di Casalgrande (R.E.), si trovano in affioramento, lungo il corso del Rio Riazzone, nuovamente strati rovesciati della Formazione delle Sabbie Gialle, ricollegabili pertanto gli assetti rovesciati di FAA a sud del Santuario di Fiorano ed a quelli verticali di FAA e FSG in località La Veggia. Questa ricorrenza di assetti simili nelle medesime formazioni, a pochi chilometri di distanza tra loro, induce ad ipotizzare una certa continuità in senso E-O del lineamento tettonico in esame (Figura 19), con un possibile elemento di discontinuità e di svincolo nella valle del Secchia.

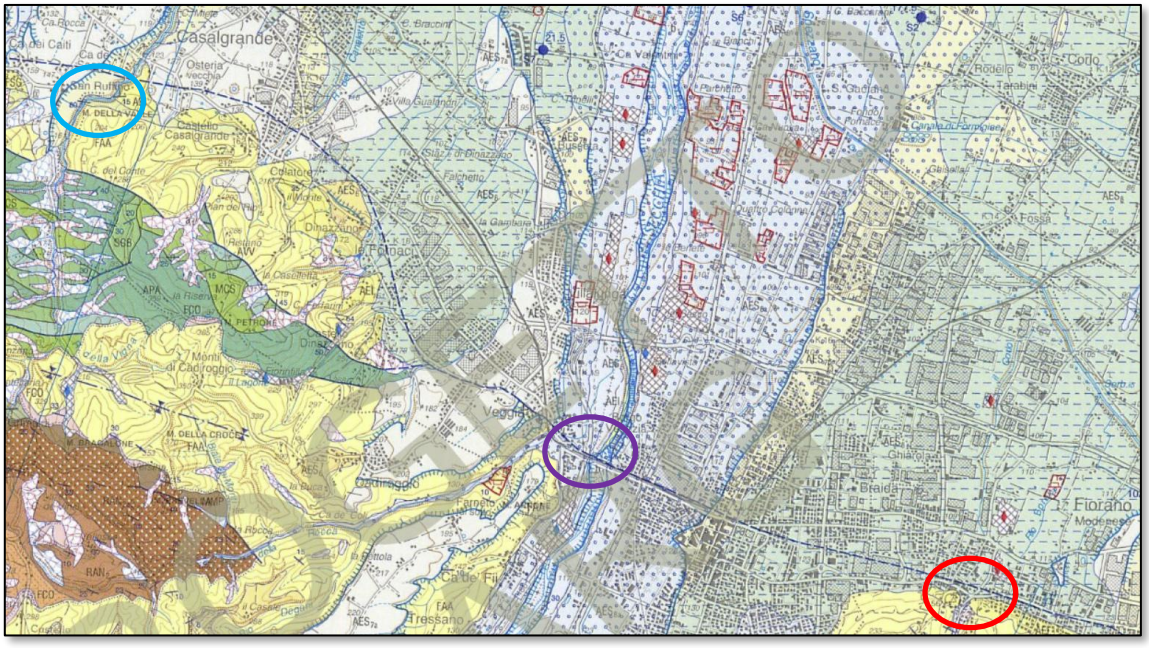


Figura 19 – Stralcio del Foglio 2019 "Sassuolo" della carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000. Il cerchio azzurro identifica l'area di San Ruffino; quello viola l'area di La Veggia e quello rosso l'area a sud del Santuario di Fiorano Modenese.

Dei tre affioramenti, solo quello di San Ruffino risulta ancora ben verificabile, come mostrano le fotografie in scattate dal Dott. Martelli del Servizio Geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna (Figura 20).



a



b



c

Figura 20 – Fotografie degli affioramenti di FSG in località San Ruffino (Casalgrande) (Dott. L. Martelli - RER); a) assetto rovesciato di FSG, b) alternanza di conglomerati/argille/conglomerati, simile a quella verticalizzata di La Veggia, sulla sponda destra del Rio Riazzone, c) contatto tra FSG e AEI lungo la sponda sinistra del Rio Riazzone.

5. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per questa analisi di III livello sono state eseguite nuove indagini geofisiche, mirate all'individuazione di geometrie sepolte riconducibili a dislocazioni indotte dalla faglia-flessura di Sassuolo. Come anticipato nelle premesse, l'altissima densità abitativa della fascia pedecollinare di Fiorano Modenese ha drasticamente ridotto gli areali utilizzabili per eseguire le indagini, permettendo di individuarne solamente due, ipoteticamente intersecanti la faglia:

1. L'area della ex ceramica Cisa-Cerdisa, attualmente liberata dagli edifici industriali e bonificata in prospettiva di prossima trasformazione urbanistica;
2. L'area del centro sportivo di Spezzano.

Sono entrambe aree libere, ancorché molto vicine ad abitazioni e infrastrutture, su cui è stato possibile eseguire soltanto indagini non invasive. Si è pertanto scelto di sfruttare tutte le indagini geognostiche esistenti al contorno (presenti nel database regionale e in quello di microzonazione sismica) per ricostruire la stratigrafia locale, su cui tarare i risultati delle indagini geofisiche eseguite appositamente per questo studio. Indagini la cui tipologia è di seguito elencata:

- Tomografie elettriche
- Tomografie a sismica a rifrazione
- Registrazioni del rumore ambientale e rapporti spettrali (H/V)

Tutte le indagini sono state rappresentate in formato digitale, georeferenziate, ed inserite in ambiente GIS. A tal proposito, sia i dati di base che i dati elaborati sono stati organizzati in formato vettoriale (*shapefile*) nel rispetto delle indicazioni per l'archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza, di cui all'OPCM 4007/2012 e al Decreto del 16.03.2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile.

5.1. Indagini geofisiche di nuova realizzazione nell'area Ex Cisa-Cerdisa

In Figura 21 sono riportate le indagini geofisiche eseguite appositamente per questo approfondimento di III livello relativo alla faglia-flessura di Sassuolo, nel settore occidentale del territorio comunale di Fiorano, lungo il confine con Sassuolo. Qui, l'ampia area in passato adibita ai capannoni industriali della ceramica è stata di recente oggetto di bonifica in previsione della sua trasformazione urbanistica. Questo ha fatto sì che nell'area siano state eseguite, nel tempo, numerose indagini geognostiche, gran parte delle quali eseguite dallo scrivente per altre committenze. I soli sondaggi a carotaggio continuo permettono in quest'area una corretta interpretazione della stratigrafia poiché le indagini penetrometriche si interrompono alla profondità del tetto del primo livello ghiaioso che, in questo settore del pedecollina, risulta sempre abbastanza superficiale. Le stratigrafie dei pozzi per acqua aggiungono elementi di confronto con le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio, ma non sono sempre di facile interpretazione e correlazione.
Ciò che emerge dalle stratigrafie è un chiaro e netto aumento dello spessore cumulato dei depositi ghiaiosi dalla fascia a sud di via Statale Ovest a quella subito a nord (Figura 21 e Figura 22), il ché ben si accorderebbe con l'innalzamento relativo del settore collinare rispetto all'alta pianura determinato dall'attività della faglia-flessura in esame.
Per queste evidenze si è deciso di posizionare gli stendimenti di geoelettrica e sismica nel modo indicato in Figura 21, con l'intento di intercettare il passaggio della faglia-flessura. Fondamentale, in tal prospettiva, è stato attraversare via Statale Ovest, in modo da inserire nelle tomografie entrambe le fasce a differente assetto stratigrafico.

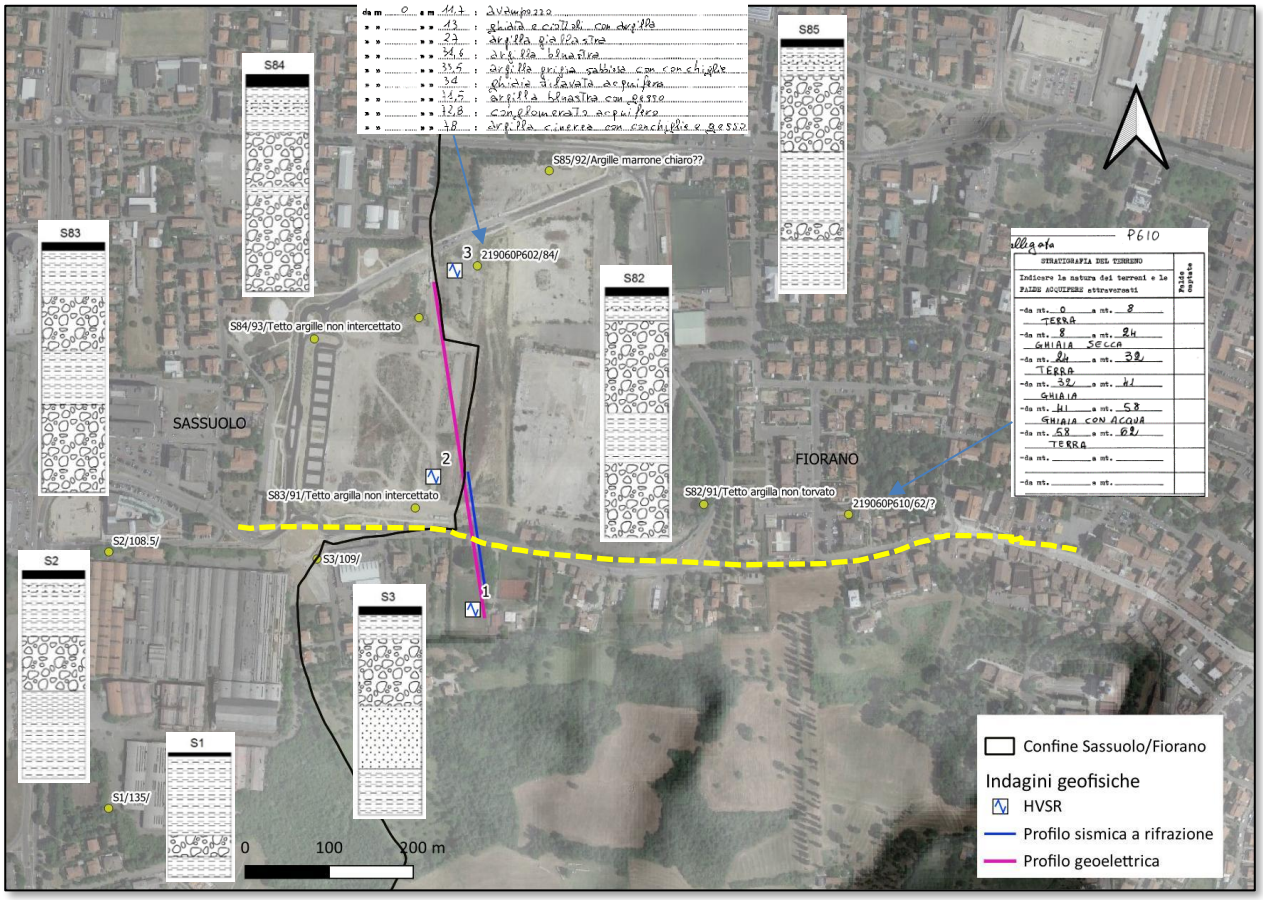


Figura 21 – Ubicazione delle nuove indagini geofisiche realizzate per questo studio. I cerchi gialli si riferiscono ai sondaggi eseguiti all'intorno (alcuni dallo scrivente per altre committenze, ed altri presenti nel database regionale); l'etichetta indica: *codice prova/profondità sul livello del mare del presunto tetto delle argille marine/eventuali note*. La linea gialla tratteggiata indica il limite tra la fascia a sud di via Statale Ovest, con ghiaie presenti solo nei metri superficiali, e la fascia nord, con ghiaie che si spingono a maggiori profondità.

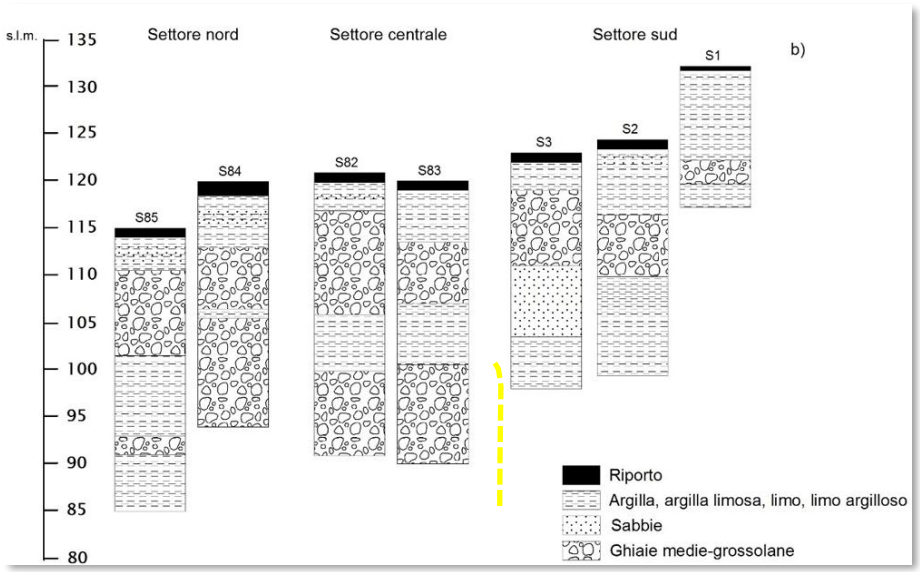


Figura 22 – Stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo di Figura 21 in base al profilo topografico. La linea gialla tratteggiata indica il passaggio di via Statale Ovest.

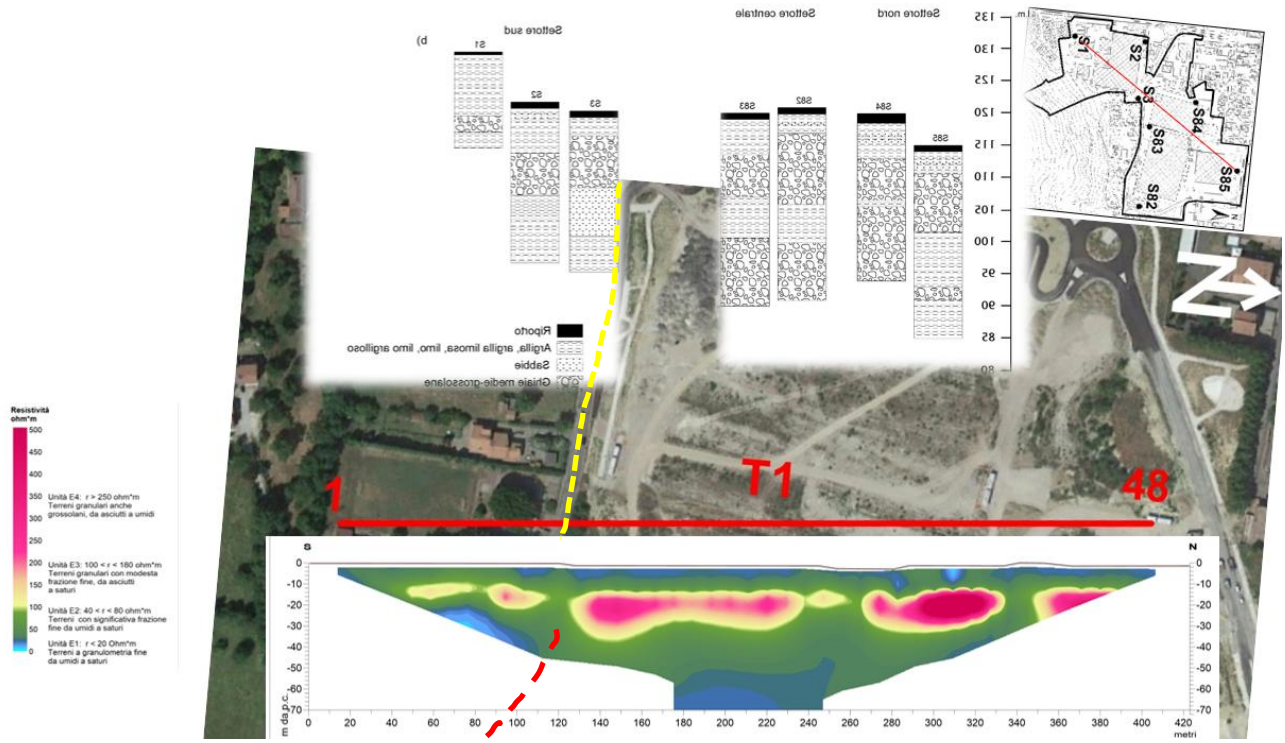


Figura 23 – Interpretazione litostratigrafica da tomografia elettrica eseguita perpendicolarmente a via Statale Ovest (linea tratteggiata gialla). La linea tratteggiata rossa ipotizza la faglia-flessura di Sassuolo.

I risultati della tomografia elettrica in Figura 23 sembrano confermare l'incremento da sud a nord dello spessore cumulato delle ghiaie (colori rosso-fucsia, in forma di lenti separate tra loro). Il substrato argilloso (Formazione delle Argille Azzurre) è verosimilmente identificato dai colori dell'azzurro presenti alla base della sezione: nella fascia sud il substrato risulta a circa 20 m dalla superficie topografica, mentre si approfondirebbe a circa 50/60 m nella fascia a nord. Terreni misti (limi, argille e sabbie) possono essere identificabili con i colori nelle tonalità del verde.

Parallelo ed adiacente allo stendimento di geoelettrica è stato eseguito uno stendimento di sismica a rifrazione, di lunghezza pari a 105 m ed anch'esso intersecante via Statale Ovest (Figura 24). Dalla figura si vede come, oltre i primi due strati con materiale gradualmente più addensato con la profondità, la velocità delle onde P aumenti sensibilmente in corrispondenza del tetto del primo livello ghiaioso, come visibile dalla sovrapposizione in semi-trasparenza della sezione sismica con quella geoelettrica. Si nota infine un leggerissimo approfondimento del tetto delle ghiaie procedendo verso nord, ma la scarsa lunghezza del profilo sismico non permette di estrapolare tale dato oltre il segmento indagato.

Misurazioni a stazione singola del rumore ambientale sono state eseguite ai due capi dello stendimento di geoelettrica ed al centro dello stesso (Figura 23). I rapporti spettrali (H/V) derivati dalle misurazioni vedono alte frequenze fondamentali (con chiari picchi di amplificazione) nei punti a sud e al centro e una frequenza relativamente più bassa nel punto a nord. E' verosimile che tali frequenze siano indicative di un contrasto d'impedenza superficiale, coincidente con il tetto del primo strato ghiaioso, che potrebbe vedere un leggero approfondimento da sud a nord, a parziale (ancorché locale) giustificazione di quanto rilevato anche dalla tomografia sismica.

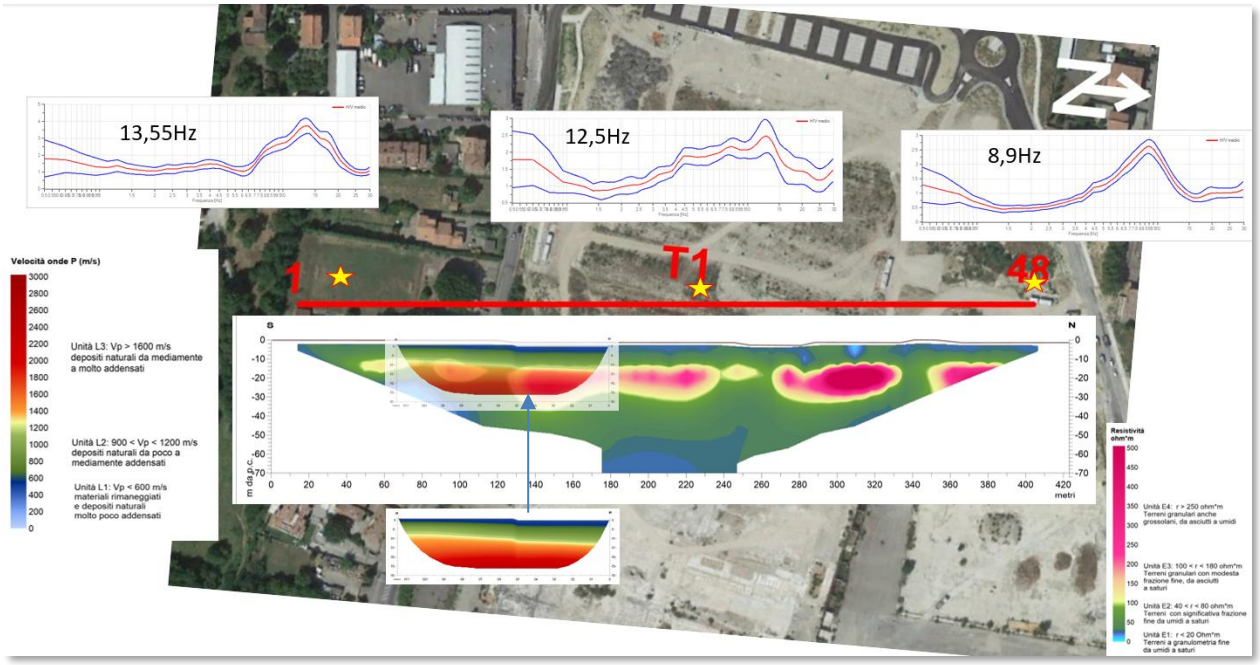


Figura 24 – Tomografia a sismica a rifrazione sovrapposta alla tomografia elettrica.

Per esaminare i certificati di prova delle indagini geofisiche eseguite per questo studio, si rimanda agli Allegati 1 e 2.

5.2. Indagini geofisiche di nuova realizzazione nell'area del centro sportivo di Spezzano

Analogamente a quanto fatto nell'area della ex ceramica Cisa-Cerdisa, anche in corrispondenza del centro sportivo di Spezzano sono stati realizzati uno stendimento di geoelettrica ed uno di simica a rifrazione, affiancati da due misurazioni di rumore ambientale. Per esaminare i certificati di prova delle indagini geofisiche eseguite per questo studio, si rimanda agli Allegati 1 e 3.
Rispetto all'area Ex Cisa-Cerdisa, qui risulta meno definita la linea di separazione tra la fascia di monte, povera in ghiaie, e quella di valle, dove gli spessori cumulati di ghiaie aumentano sensibilmente. Le indagini geognostiche d'archivio disponibili sono interamente costituite da pozzi per acqua, la cui descrizione stratigrafica non facilita interpretazioni utili per questo studio. Spesso i pozzi a monte della supposta linea di faglia raggiungono profondità esigue perché realizzati per l'irrigazione di orti e giardini: i livelli ghiaiosi sono di spessore esiguo e solo in prossimità degli alvei dei corsi d'acqua assumono potenze maggiori (Figura 25). A valle della linea di faglia le stratigrafie "affidabili" sono molto rare e lontane (la più vicina dista circa 700 m); solo nella conoide del torrente Fossa di Spezzano tornano a farsi più numerose: analizzando queste ultime risulta chiaro come lo spessore cumulato degli strati ghiaiosi aumenti sensibilmente, anche se esistono alcune stratigrafie, anche a monte della faglia, che presentano valori cumulati simili. Nell'esclusivo utilizzo di pozzi per acqua vi sono due problemi insormontabili:

1. Le descrizioni litologiche non utilizzano terminologie standardizzate e derivano dall'analisi del fluido di risalita da un carotaggio a distruzione, quindi non sono facilmente correlabili tra loro.
2. Le profondità raggiunte sono molto diverse: strati individuati dai pozzi più profondi potrebbero essere presenti anche in corrispondenza dei pozzi più superficiali, ma in quest'ultimi non vengono identificati semplicemente perché non raggiunti dalla perforazione.

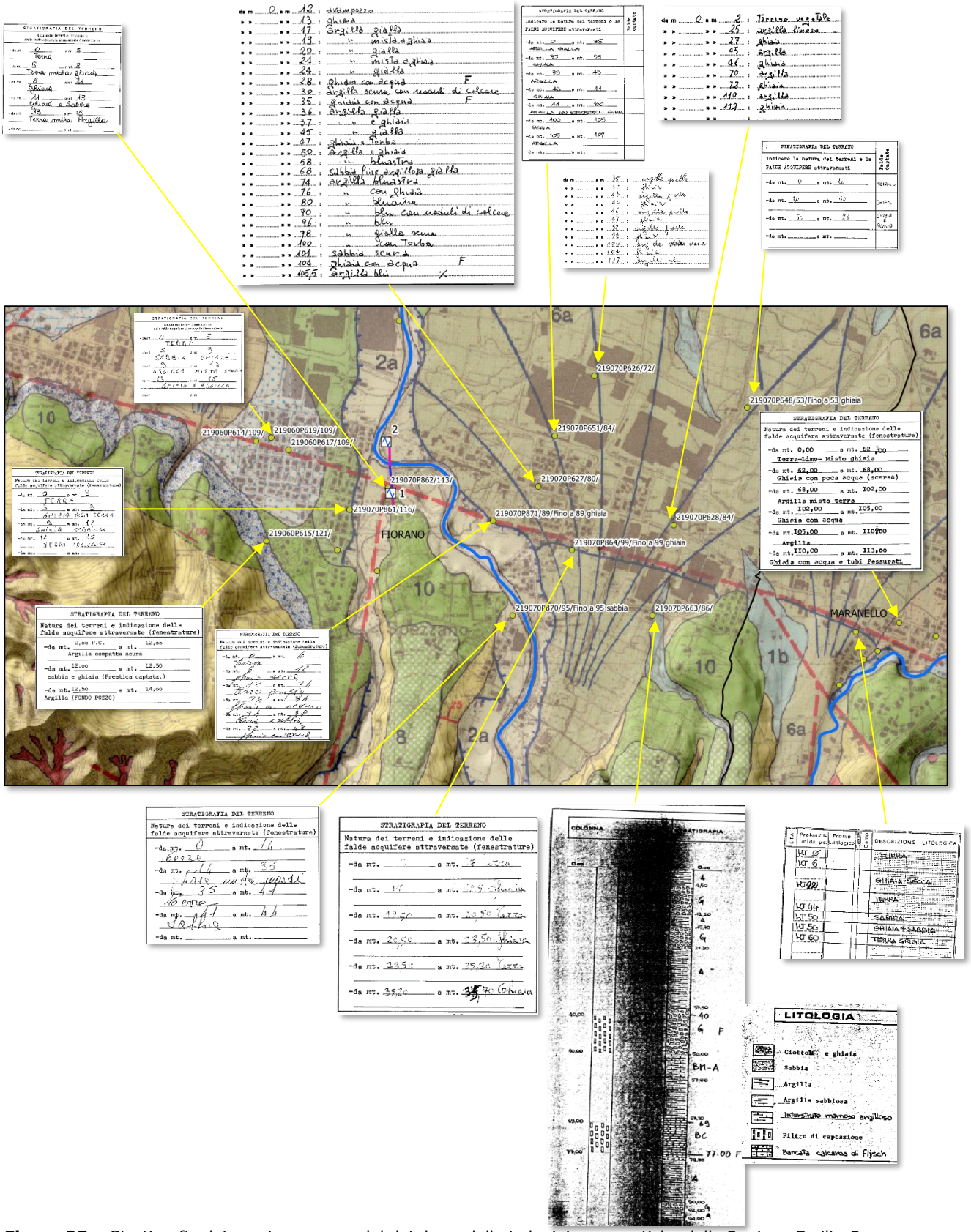


Figura 25 – Stratigrafie dei pozzi per acqua dal database delle indagini geognostiche della Regione Emilia-Romagna.

In questo caso, quindi, l'elemento che ha guidato la scelta del luogo dove eseguire le indagini geofisiche è quello geologico-geomorfologico. In Figura 26 viene evidenziata una linea di scarpata morfologica, pressoché rettilinea, che si estende dal confine con Sassuolo (presso l'area precedentemente indagata della ex ceramica Cisa-Cerdisa) fin quasi al confine tra Maranello e Castelvetro di Modena.

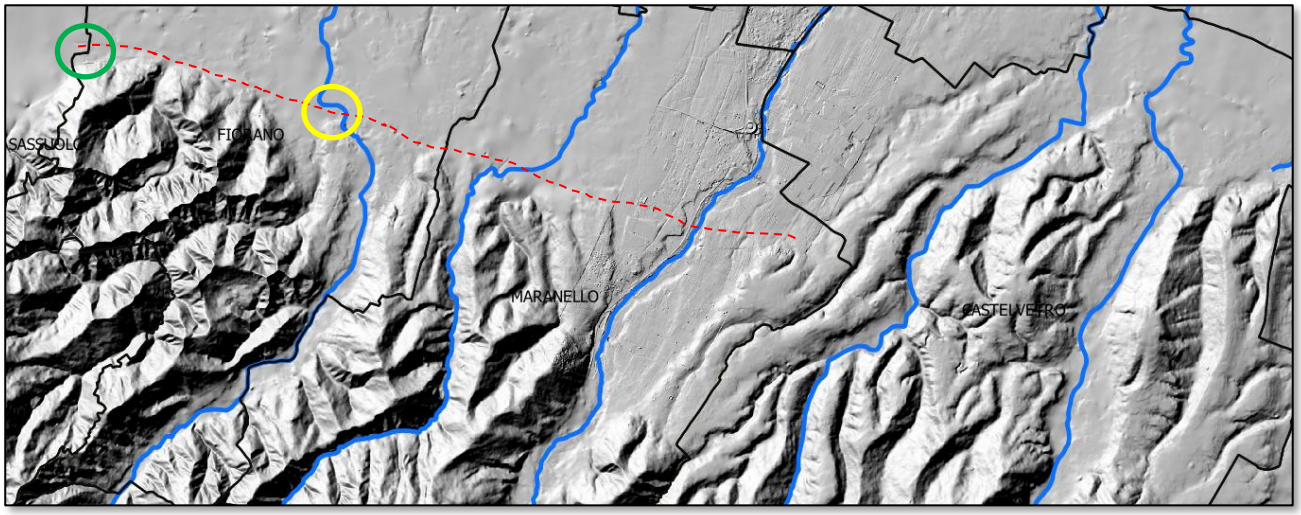


Figura 26 – Modello digitale del terreno con effetto ombreggiatura, che mette in evidenza la presenza di una linea di scarpata morfologica (indicata dalla linea tratteggiata rossa) che si estende in maniera quasi rettilinea tra il confine con Sassuolo e il confine orientale di Maranello, dove termina contro le colline allungate in direzione SO-NE del Fosso Freddo, affluente di sinistra del Torrente Nizzola. Il cerchio giallo identifica l'area scelta per l'esecuzione delle indagini geofisiche. Il cerchio verde identifica l'area dell'ex ceramica Cisa-Cerdisa.

Sono stati eseguiti dei transetti (di lunghezza simile), perpendicolarmente alla linea tratteggiata rossa di Figura 26, per verificare l'effettiva presenza di salti morfologici. Laddove individuati, sono stati rappresentati con punti verdi in Figura 27.

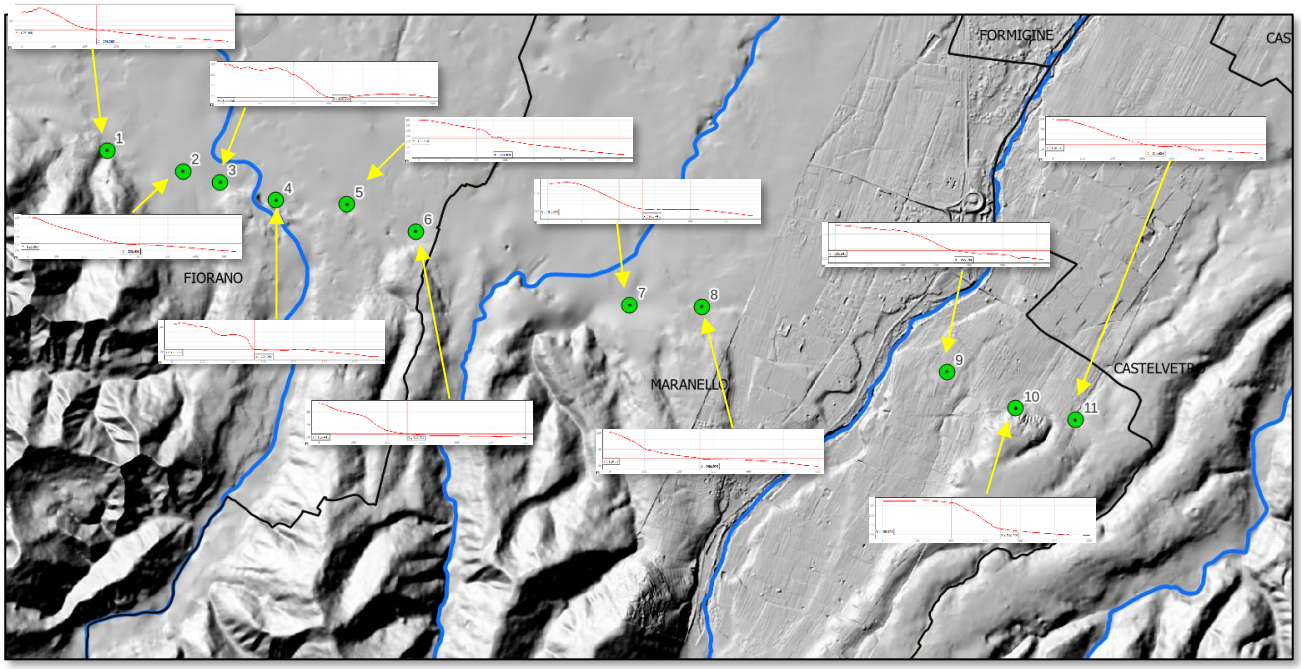


Figura 27 – Ubicazione profili topografici tracciati perpendicolarmente alla presunta linea di faglia. Ingrandimenti in Figura 28.

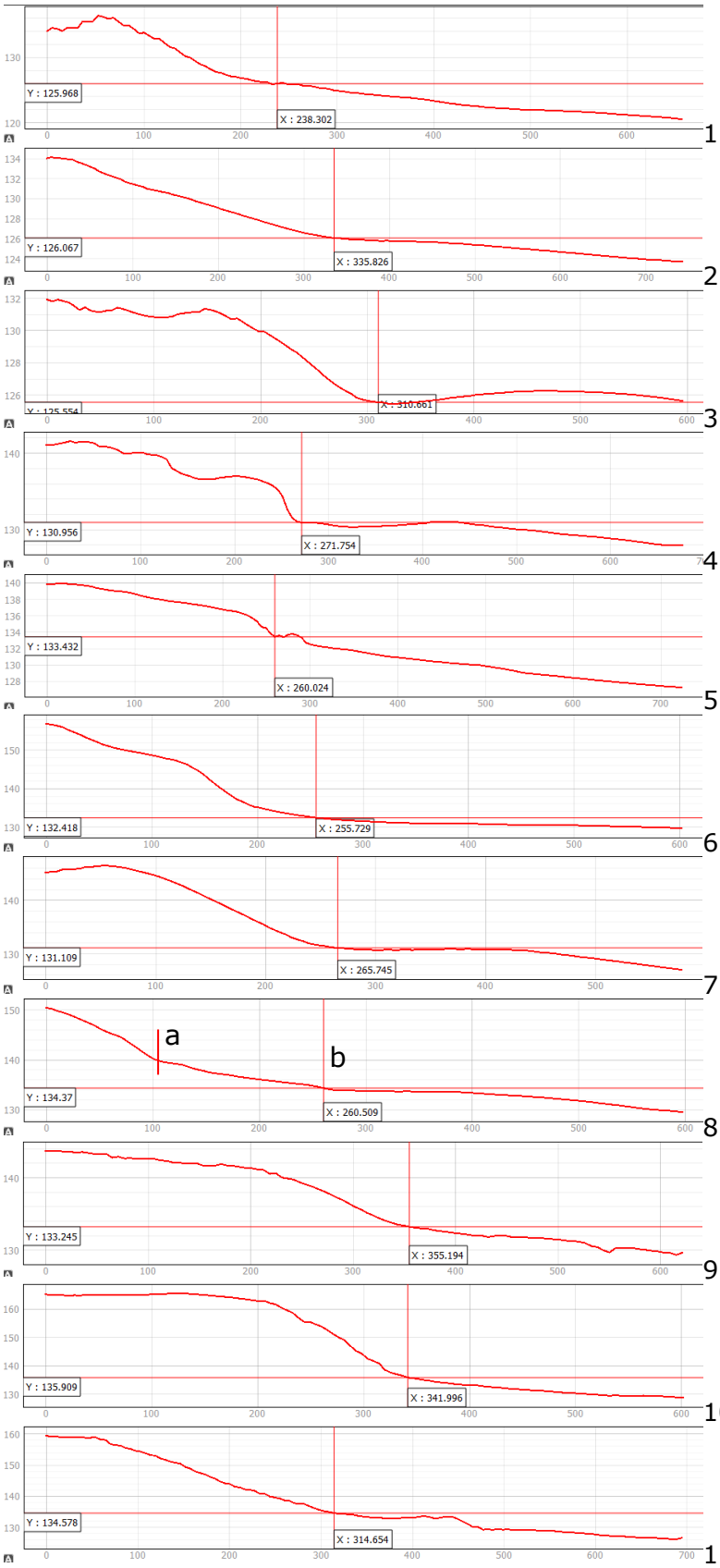


Figura 28 – Profili topografici perpendicolari alla presunta linea di faglia (ingrandimenti da Figura 27).

Dalle figure 27 e 28 risulta evidente come il salto morfologico sia effettivamente presente lungo l'intero allineamento, pur con variazioni nel cambio di pendenza (tra i settori a monte e quelli a valle), procedendo da ovest verso est: i cambi di pendenza più marcati sono quelli in corrispondenza delle dorsali collinari, mentre quelli più blandi sono in corrispondenza delle valli dei torrenti, probabilmente perché parzialmente obliterati dai depositi alluvionali.
Gli stendimenti di geoelettrica e sismica a rifrazione sono stati eseguiti in corrispondenza del cambio di pendenza nr. 3, miglior compromesso tra disponibilità di aree verdi e possibile intersezione con l'ipotetica linea di faglia (Figura 29 e Figura 30).

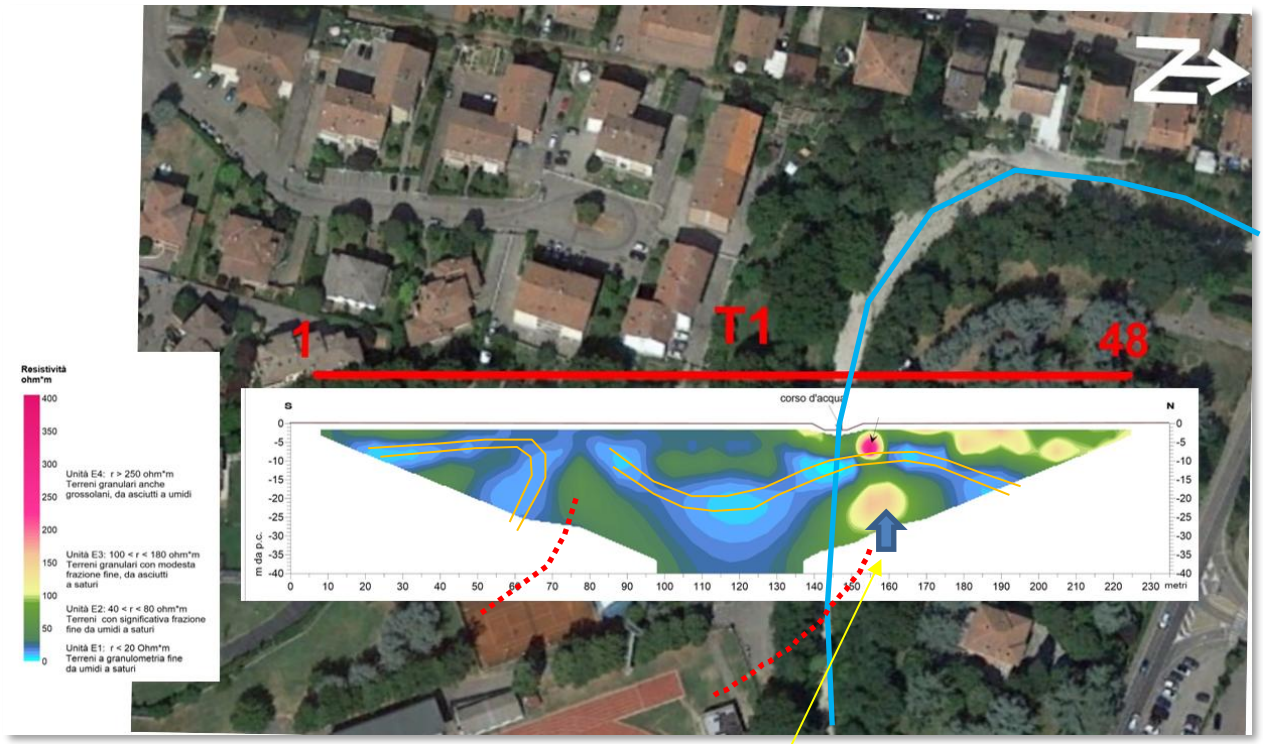


Figura 29 - Interpretazione litostratigrafica da tomografia elettrica eseguita perpendicolarmente al corso del Torrente Fossa di Spezzano (linea continua azzurra), nel tratto sinusoidale a valle del Centro Sportivo "Ciro Menotti" di Spezzano, in corrispondenza del punto nr. 3 di Figura 27. Le linee arancioni rappresentano gli strati del substrato; quelle rosse tratteggiate le strutture ipotizzate.



Figura 30 – Profilo topografico lungo l'intero stendimento di geoelettrica (linea fucsia) realizzato in corrispondenza del punto nr.3 (con esagerazione delle quote). La linea blu è lo stendimento di sismica a rifrazione mentre i riquadri bianchi con linea blu interna identificano le ubicazioni delle registrazioni di rumore ambientale. Il punto rosso sulla linea fucsia indica la posizione del punto di massima curvatura del profilo topografico.

La tomografia elettrica di Figura 29 mostra una configurazione del sottosuolo diversa da quella dell'area ex Cisa-Cerdisa di Figura 23: se si mantiene l'ipotesi fatta in precedenza che alle tonalità dell'azzurro corrispondano le Argille Azzurre del substrato, è possibile intuire come subito a nord del breve tratto del Torrente Fossa che devia di quasi 90° verso NO, sembra esservi una struttura arcuata, con convessità rivolta verso la superficie. Se si osserva il profilo topografico di Figura 30, che ricalca lo stendimento di geoelettrica con quote volutamente esagerate, si vede come esattamente in corrispondenza di questa struttura convessa anche il profilo assuma una lievissima forma arcuata. Il dislivello tra il punto di minimo del profilo e quello di massimo è di circa 90 cm. Se si tracciano profili paralleli ad ovest, la forma arcuata scompare, mentre si preserva procedendo verso est per almeno alcune centinaia di metri.
Questa configurazione particolare porta ad ipotizzare la presenza di una struttura anticlinale con asse orientato parallelamente al raccordo collina-alta pianura, che spiegherebbe la repentina deviazione del corso d'acqua a cui peraltro ne corrisponde una della stessa entità (ma orientata in direzione opposta, verso est) in corrispondenza del Torrente Grizzaga.
Struttura che potrebbe rappresentare la risposta di questo settore alla spinta compressiva che viene esercitata in corrispondenza della faglia-flessura di Sassuolo, e che differisce da quella descritta per l'area ex Cisa-Cerdisa: mentre in quest'ultima il piegamento interessa principalmente gli strati a monte, qui al Centro Sportivo si avrebbe piegamento degli strati sia a monte che a valle del lineamento tettonico (vedasi interpretazione in Figura 29).

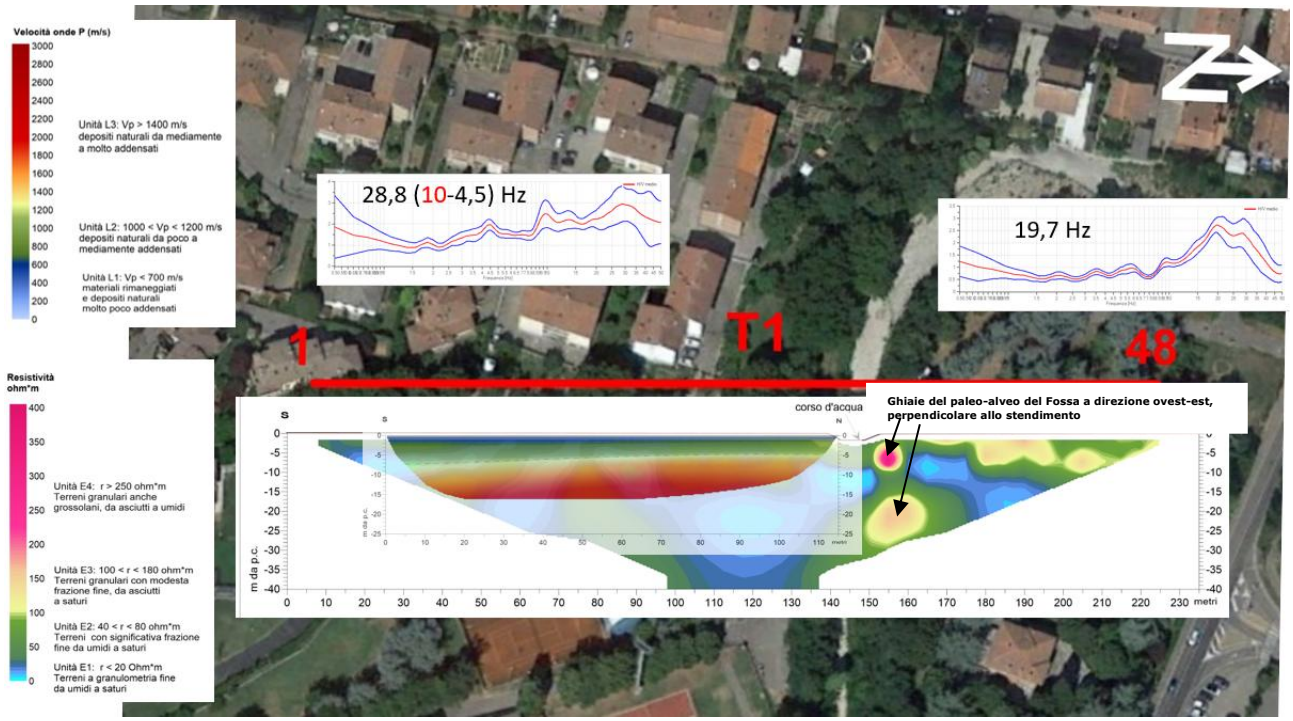


Figura 31 – Sovrapposizione della tomografia sismica e delle misurazioni di rumore ambientale sulla tomografia elettrica.

Le velocità delle onde P (Figura 31) mostrano un leggero avvicinamento alla superficie dei valori più alti procedendo verso nord, ovvero verso la supposta struttura anticlinale; parallelamente, le misurazioni di rumore ambientale vedono un sensibile innalzamento della superficie risonante da sud a nord, confermando l'interpretazione strutturale. Per l'HVSR nr.2 (a nord) l'unico picco evidente è quello a circa 20 Hz (sebbene con ampia deviazione standard). Nell'HVSR nr.1 il picco principale, a circa 30 Hz, ha una dispersione troppo alta, mentre i picchi a 10 e 4,5 Hz hanno un campo di variazione via, via meno ampio: tra i due, l'amplificazione maggiore è del picco a 10 Hz.

6. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Se si analizza Figura 32 (dove il nord è ruotato di 16° verso est per favorire una miglior interpretazione della sezione) si noterà una variabilità altimetrica lungo il transetto rosso A-A' che interseca i rilievi collinari in prossimità della congiunzione con l'alta pianura. Il blocco più elevato è quello costituito dalle colline di Fiorano Modenese tra il confine con Sassuolo e la valle del Rio Chianca, nel tratto in cui il suo corso subisce una deviazione di quasi 80° verso nord fino alla confluenza con il Torrente Fossa.
Questo repentino cambiamento di direzione del corso d'acqua si inserisce in un allineamento morfologico di cui fanno parte anche un gomito fluviale del Torrente Fossa, a nord, ed un allineamento di vallecole a sud che ha la sua continuazione con una faglia indicata da Gasperi (1989) in Figura 33: è quindi possibile che questi tre elementi morfologici indichino la presenza di una faglia a cinematica trascorrente e direzione anti-appenninica, parallela alla rampa laterale di thrust ipotizzata da Bonini (Figura 4) nella valle del T. Fossa.

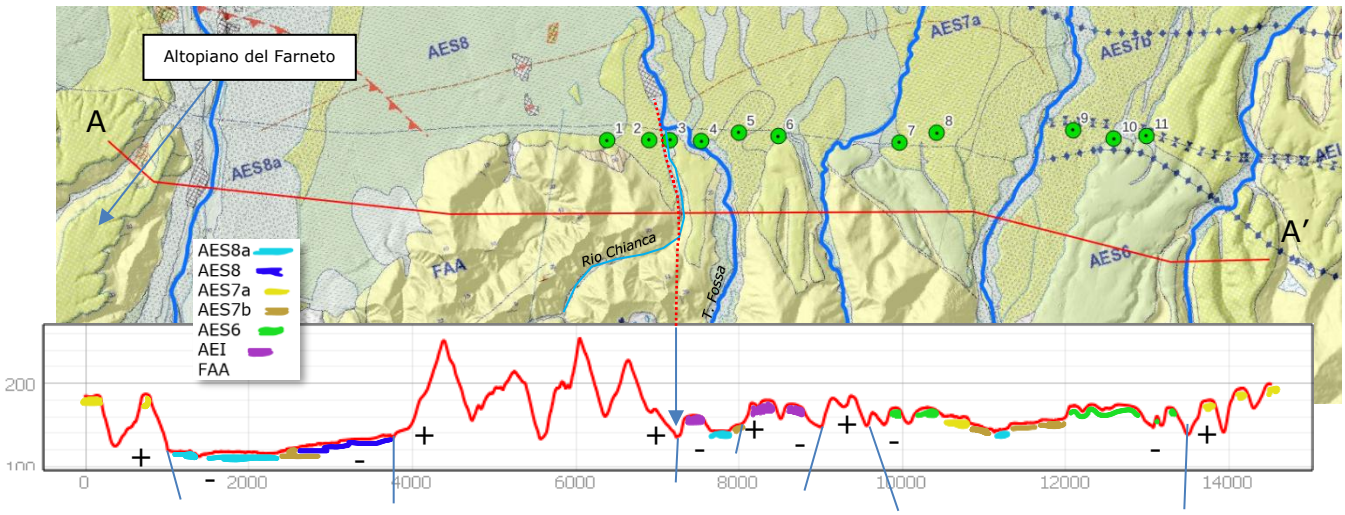


Figura 32 – Sezione O-E (con esagerazione delle quote). I colori identificano le unità quaternarie continentali, mentre lo sfondo bianco indica la Formazione delle Argille Azzurre, in base a quanto riportato nel Foglio 219 "Sassuolo" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50000 del Servizio Geologico d'Italia. Il Nord della carta è ruotato di 16° verso est. I segni +/- indicano spostamenti relativi in senso verticale tra i blocchi separati dalle faglie in colore blu.

Ad **ovest** della ipotetica linea di faglia del Rio Chianca, i rilievi collinari di Fiorano, oltre ad essere caratterizzati da quote altimetriche maggiori rispetto a tutte le aree adiacenti, non conservano traccia di depositi quaternari continentali; depositi di cui invece si conserva traccia verso **est** e le cui quote relative sembrano indicare un controllo tettonico: AEI si trova a luoghi alla stessa quota di AES6 ed entrambi a quota minore o uguale rispetto ad AES7a nell'estremità orientale.
Ad ovest, a partire dal piede del rilievo collinare di Fiorano Modenese fino all'altopiano del Farneto, in Comune di Casalgrande, si apprezza molto bene una differenza di quota molto ampia (circa 60 m) tra la copertura in AES7a dell'altopiano e il materasso ghiaioso in AES8a dell'alveo del Secchia, a cui non corrisponde nulla di simile sulla sponda opposta di Sassuolo. Inoltre, mentre la sponda sinistra risulta inclinata ad alto angolo, quella destra mostra un dolce raccordo tra il letto olocenico e il piede delle colline; raccordo che è costituito, in superficie, dalle conoidi alluvionali dei torrenti tributari di destra Secchia. Conoidi che invece risultano totalmente assenti sulla sponda sinistra, nonostante sia anch'essa intersecata da numerosi corsi d'acqua che drenano ampie vallate.

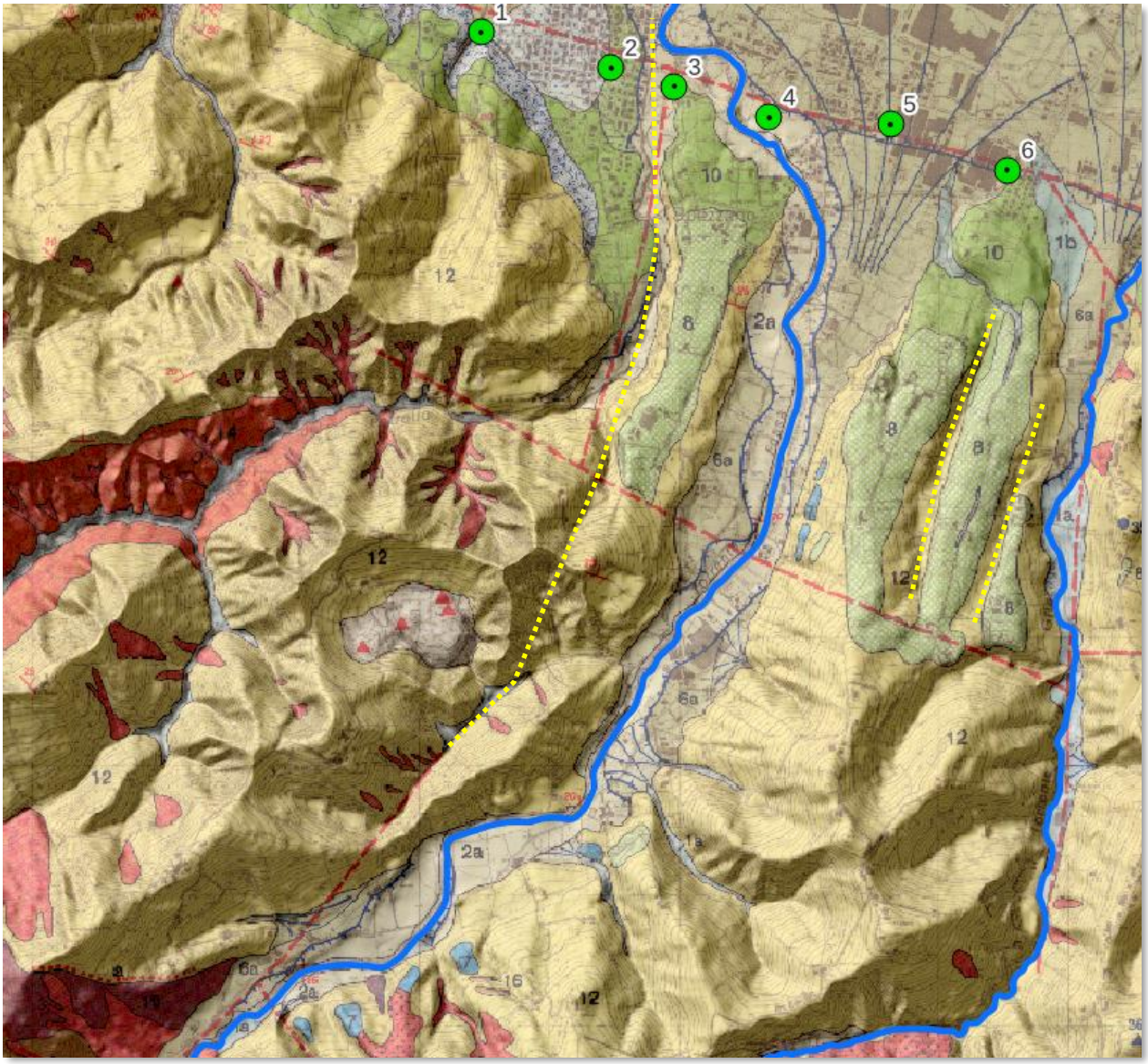


Figura 33 – Stralcio della "Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (Provincia di Modena)" a cura di Gasperi (1989). La linea gialla tratteggiata più occidentale indica la possibile congiunzione tra la linea di faglia ipotizzata dall'autore a sud-ovest e il segmento che passa per il punto nr.3, a formare la sopraccitata faglia del Rio Chianca; le altre linee gialle indicano depressioni lineari parallele a tale linea di faglia, che dissecano i rilievi collinari in senso longitudinale.

E' questa un'evidente asimmetria della valle del Secchia. La sponda sinistra potrebbe essere il risultato di un ribassamento notevole del blocco di tetto lungo una superficie di faglia normale, che pare avere continuità lineare procedendo verso SO fino a Castellarano. La sponda destra, al contrario, pare essere luogo di una rampa laterale di thrust che ha agevolato, di concerto con le sue parallele ad est delle Salse di Nirano e nella valle del Rio Chianca, il sollevamento preferenziale del blocco collinare di Fiorano Modenese così come mostrato in Figura 34.
La sponda sinistra del Secchia ha quindi sperimentato un prolungato stazionamento altimetrico che ha permesso lo sviluppo di un ampio alveo fluviale, successivamente abbandonato a seguito dell'abbassamento del blocco orientale, e apparentemente mai più oggetto di deformazioni. La sponda destra, al contrario, ha visto un progressivo innalzamento del blocco collinare con aumento dell'energia del rilievo, che ha prodotto la profonda incisione del blocco stesso e lo sviluppo di ampie conoidi, su cui parte dell'abitato di Sassuolo si è sviluppata.

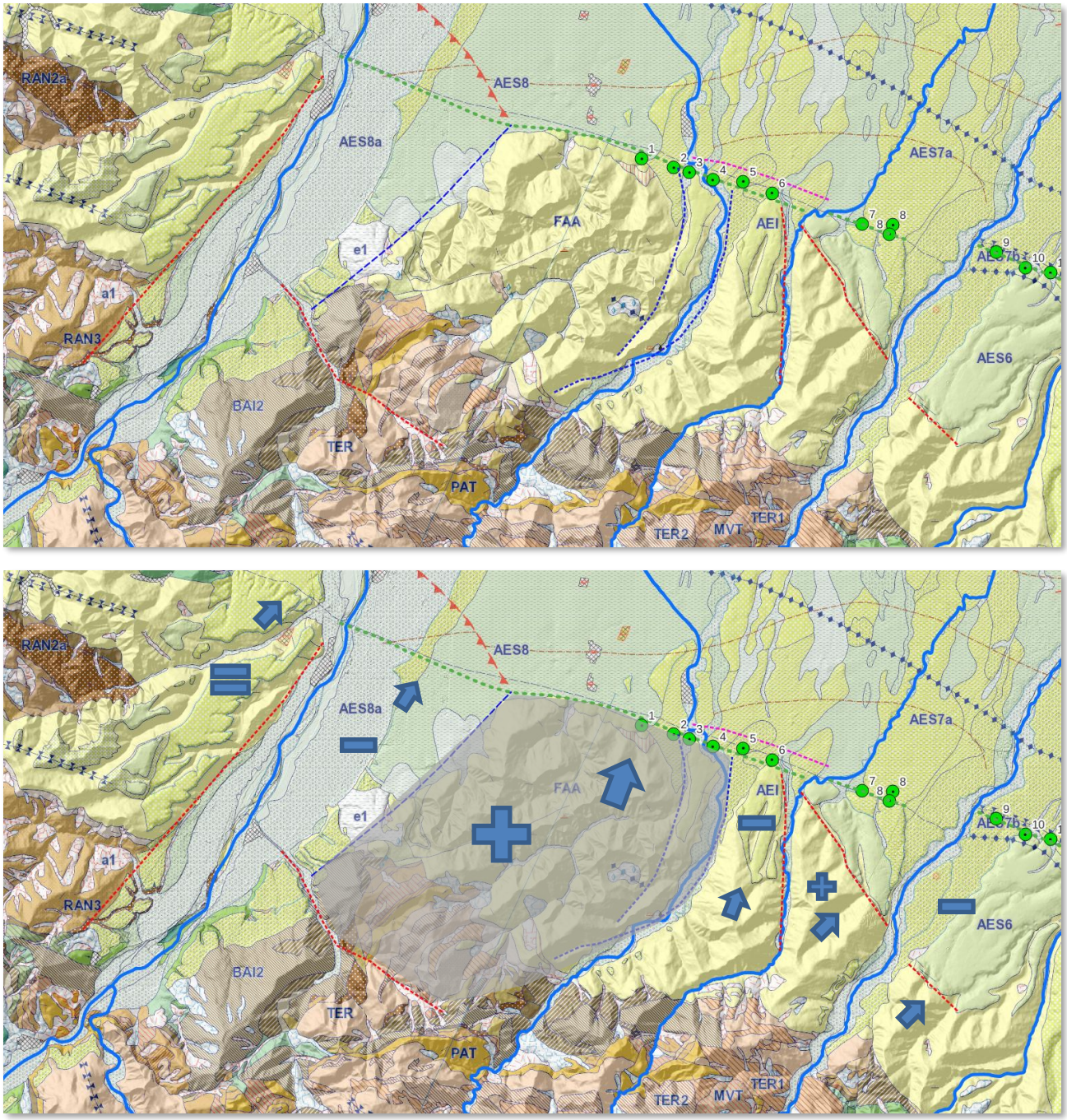


Figura 34 – Interpretazione dei movimenti relativi tra i vari blocchi che compongono la fascia pedecollinare tra Casalgrande e Maranello. Linee tratteggiate verdi: faglia-flessura di Sassuolo; linee tratteggiate rosse: faglie normali; linee tratteggiate blu: rampe laterali di thrust; linea tratteggiata fucsia: dorsale topografica; frecce blu: direzione di movimento dei blocchi; **+**: sollevamento relativo; **-**: abbassamento relativo; **=**: stazionamento prolungato. Lo sfumo grigio indica il blocco che ha subito il maggior innalzamento relativo nell'area.

Il maggiore innalzamento del blocco collinare di Fiorano Modenese può essere indicativo di una maggiore attività relativa di questo segmento della faglia-flessura di Sassuolo, attività che trova supporto anche nella peculiare densità di manifestazioni superficiali di fluidi e gas sotterranei (Figura 35) in esso comprese, tra cui le più spettacolari ed attive sono rappresentate dalle Salse di Nirano.

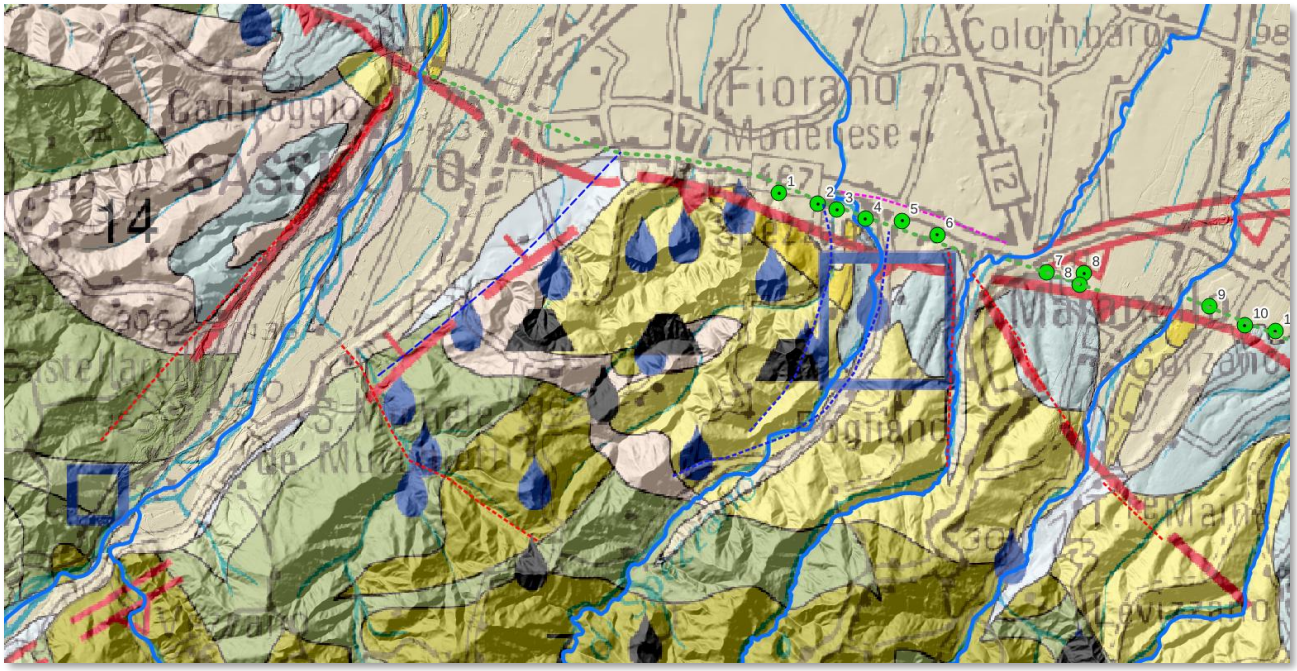


Figura 35 – Stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (edizione 2017) a cui sono stati sovrapposti i lineamenti tettonici ipotizzati in Figura 34, a cui si rimanda per la legenda.

Ad est del blocco collinare di Fiorano Modenese, le forze compressive sembrano aver originato, a nord della faglia-flessura, ad una struttura anticlinale molto blanda che ha inizio subito a valle del doppio gomito fluviale del T. Fossa e che potrebbe ragionevolmente terminare in corrispondenza del gomito fluviale del Torrente Grizzaga. Ulteriormente verso est la continuità della faglia-flessura non è chiara, ma sembra riprendere dal punto 9 al punto 11 terminando contro i rilievi collinari allungati in direzione SO-NE di Maranello. Quest'ultimo segmento risulta leggermente disallineato verso NE rispetto a quello occidentale, in ragione di un possibile svincolo trascorrente in corrispondenza della valle del Torrente Tiepido, come già indicato da Gasperi (1989).

Per quanto riguarda l'eventuale prosecuzione della faglia-flessura attraverso ed oltre la valle del Fiume Secchia (all'interno quindi dei territori comunali di Sassuolo e Casalgrande), non si hanno elementi stratigrafici d'archivio di grande affidabilità. L'evidenza più robusta che la faglia effettivamente abbia una prosecuzione verso ovest è comunque data dalla condizione sub-affiorante di FAA nell'alveo attuale del corso d'acqua subito a monte della traversa di La Veggia e dalla quasi totale assenza in affioramento di FAA a valle della traversa stessa, dove invece affiorano per diversi metri le alluvioni quaternarie. In realtà è presente un unico affioramento di FAA, come già ampiamente descritto al capitolo 4, subito a valle della traversa di La Veggia, dove gli strati di FAA stessa, di FSG e della base di AEI risultano verticalizzati. Questo affioramento (ad oggi obliterato dalla nuova traversa) risulta allineato ad est con il tratto della faglia-flessura ipotizzata alla base dei rilievi collinari di Fiorano Modenese e passante per i due punti d'indagine selezionati per questo studio. Lo stesso affioramento risulta inoltre allineato, verso ovest, alla scarpata rettilinea del rilievo di forma trapezoidale de "Il Poggio", una scarpata che ha ribassato di circa 30 m una superficie deposizionale di AES7a (più probabilmente AES6 secondo le Note Illustrative della Carte Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna, 2017). Tale scarpata potrebbe rappresentare il tratto più occidentale della "Linea dei Gessi" di Barbacini et al. (2002)[17], a cui si raccorda il tratto terminale del thrust presente lungo la linea di raccordo

[17] Barbacini G, Bernini M, Papani G, Rogledi S (2002) Le strutture embricate del margine appenninico emiliano tra il T. Enza ed il F. Secchia—Prov. di Reggio Emilia (con carta strutturale alla scala 1:50.000). In: Atti del III seminario sulla

collina-alta pianura, come nell'interpretazione di Maestrelli et al. (2018) riportata in Figura 36, in cui quindi tale thrust (indicato con la freccia blu) sarebbe una sorta di *splay-fault* della Linea dei Gessi/faglia-flessura di Sassuolo (sezione C-C').

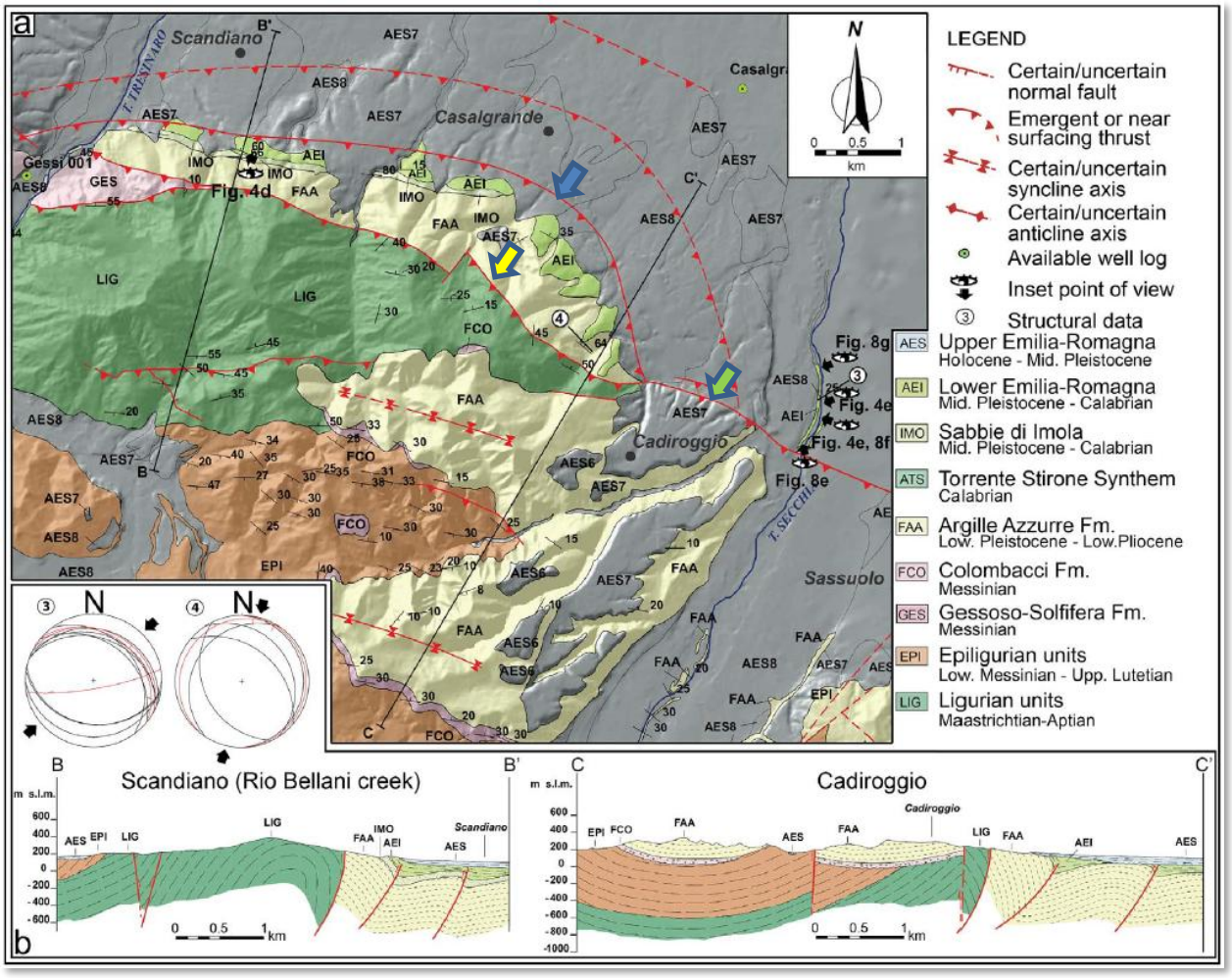


Figura 36 – Carta geologica dell'area di Casalgrande-Scandiano. Fonte: Maestrelli et al. (2018). Freccia blu: thrust presente al raccordo collina-alta pianura; freccia gialla: Linea dei Gessi; freccia verde: faglia-flessura di Sassuolo.

L'avanzamento del blocco collinare di Casalgrande-Scandiano potrebbe essere avvenuto in prima istanza lungo l'allineamento Linea dei Gessi/faglia-flessura di Sassuolo e, in un secondo momento, principalmente lungo la sua *spaly-fault* settentrionale, il cui movimento potrebbe non aver coinvolto il rilievo trapezoidale de "Il Poggio" e l'altopiano allungato del Farneto, spiegando quindi la loro morfologia a plateau non deformato, unica nella fascia pedecollinare emiliana, e possibile indicazione di un prolungato periodo di "stasi" tettonica.

6.1. Indagini geofisiche di nuova realizzazione, a valle della traversa di La Veggia (Comune di Casalgrande, R.E.)

Il sito di La Veggia, proprio perché unico luogo della fascia esaminata dove sono stati effettivamente riconosciuti strati verticalizzati al passaggio tra Quaternario Marino e Quaternario

cartografia geologica. Bologna 26–27 febbraio 2002. Serv. Geologico, Sismico e dei Suoli, Reg. Emilia-Romagna—CNR, Istituto di Geoscienze e Georisorse, pp 64–69.

Continentale, è stato scelto per l'esecuzione di ulteriori indagini geofisiche, grazie anche alla disponibilità di spazi facilmente raggiungibili e non particolarmente antropizzati.
I risultati delle indagini svolte (Allegato 4) sono riassunti in Figura 37 ed interpretati grazie alla sezione stratigrafica di Figura 16, di seguito riproposta in Figura 38 per agevolare il confronto.

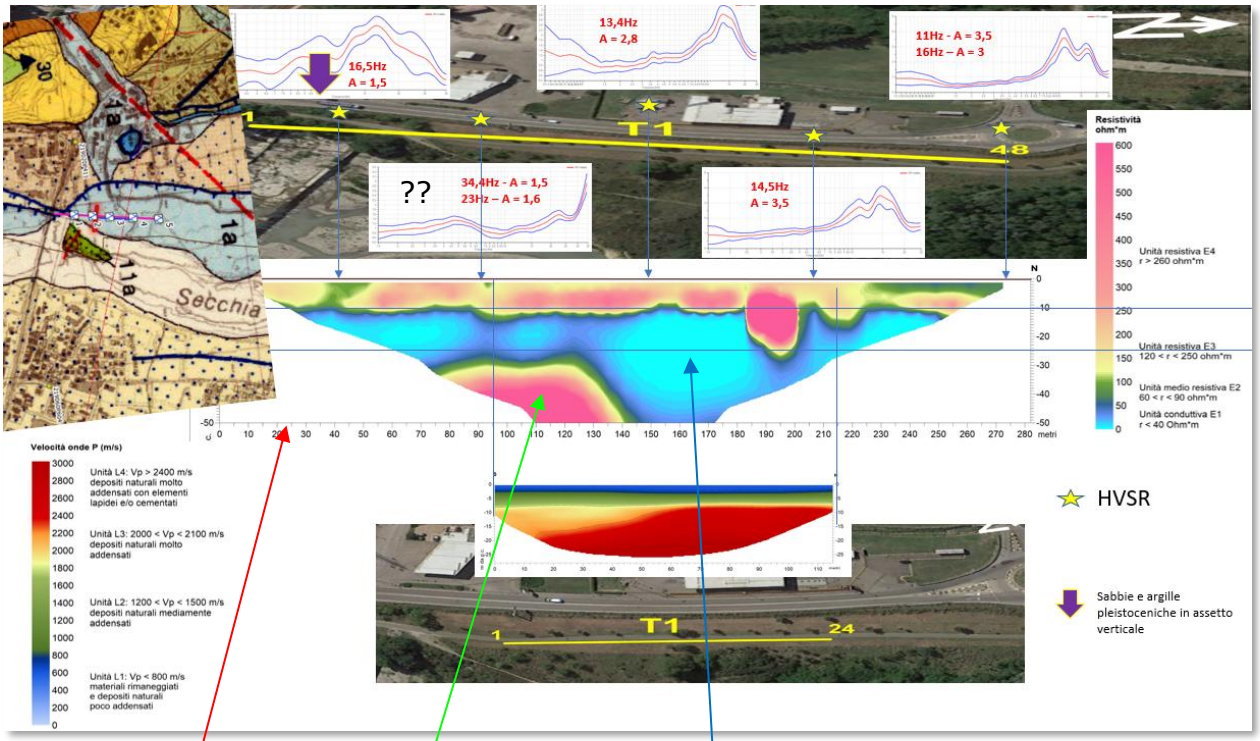


Figura 37 – Comparazione dei risultati ottenuti dalle indagini geofisiche eseguite in località La Veggia per questo studio.

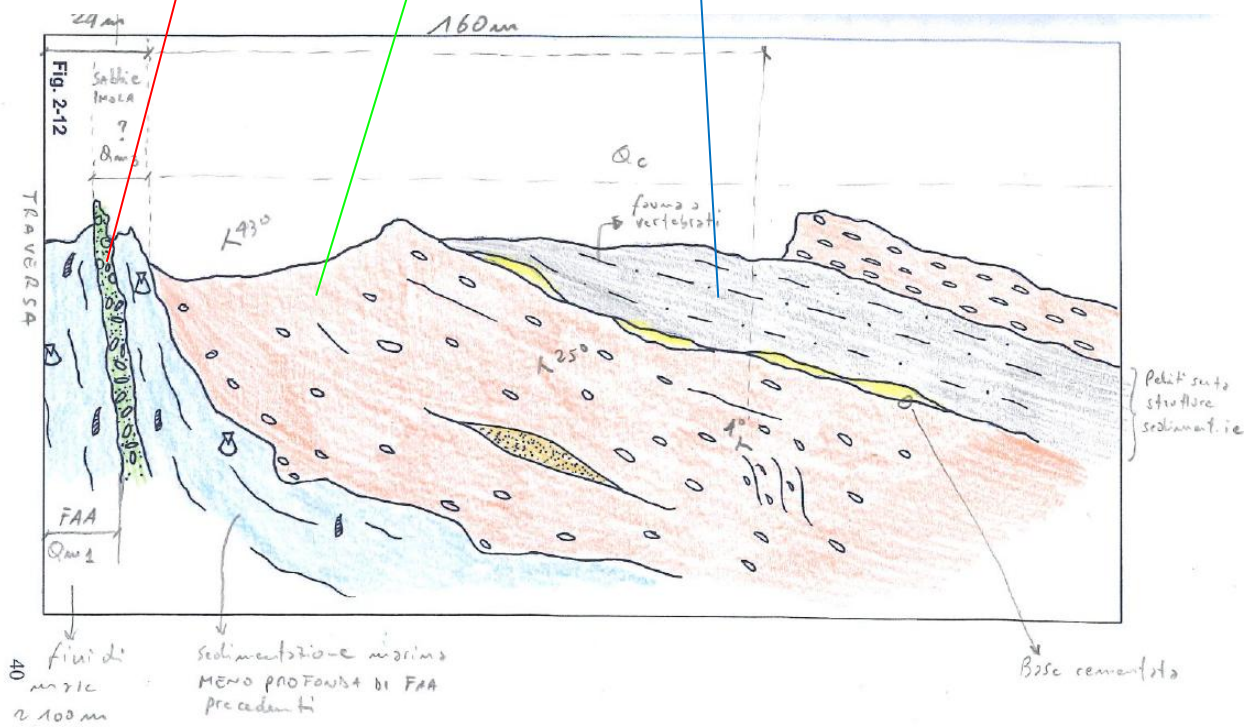


Figura 38 – Sezione stratigrafica da Figura 16, utilizzata per l'interpretazione dei risultati delle indagini geofisiche riportati in Figura 37.

Lo stendimento di geoelettrica è stato eseguito proprio a partire dalla traversa attuale, che in realtà sostituisce quella precedentemente erosa. Pertanto, i primi metri sotto la traversa sono quelli che ospitano gli strati verticalizzati, ora non più visibili (freccia rossa) e nella "zona d'ombra" meridionale della tomografia elettrica.
Il nucleo centrale della tomografia, in materiale ad alta resistività, potrebbe quindi coincidere con il primo strato conglomeratico della base di AEI (freccia verde), mentre il successivo materiale a bassa resistività potrebbe coincidere con lo strato di peliti ossidate (freccia blu). Rispetto all'inclinazione degli strati non vi è una corrispondenza evidente tra profilo stratigrafico e tomografia.
Il profilo di sismica a rifrazione raggiunge una profondità di 25 m e non arriva quindi ad intercettare lo strato conglomeratico individuato dalla tomografia elettrica presente tra 25 e 50 m. Nello strato compreso tra 10 e 25 m, la sismica indica un progressivo aumento delle velocità delle onde P procedendo da sud verso nord, anche se si tratta di una variazione piuttosto blanda e sfumata.
Il profilo di 4 HVSR mostra una sostanziale invarianza da sud a nord, con assenza di picchi significativi solo in corrispondenza del nucleo conglomeratico: qui è dove si ha anche un aumento più graduale delle velocità delle onde P e forse proprio per questo motivo i rapporti H/V non hanno evidenziato contrasti d'impedenza significativi.
Nonostante l'ampio spettro di interpretazioni plausibili che i dati geofisici consentono, sembra esistere una sufficiente correlazione tra l'evidenza stratigrafica messa in luce a seguito dell'erosione della briglia e quanto restituito dalla campagna d'indagini geofisiche eseguita presso La Veggia per questo studio.
Ne discende che il sito di indagine di La Veggia può essere utilizzato per ancorare il passaggio della faglia-flessura di Sassuolo anche in sponda sinistra del Fiume Secchia, e questo implica necessariamente l'intersezione della faglia stessa con l'intero letto del corso d'acqua con un andamento che può essere ipotizzato con approssimazione come da Figura 39.

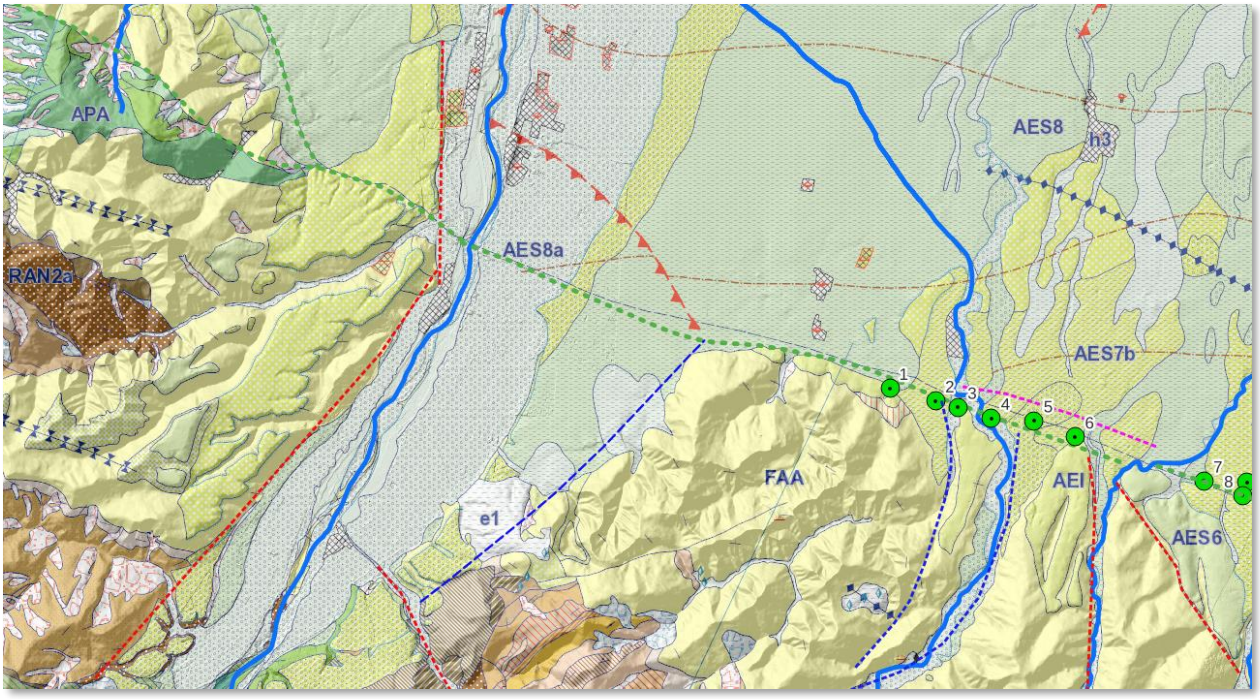


Figura 39 – Ipotesi dell'andamento della faglia-flessura di Sassuolo attraverso il letto del Fiume Secchia (linea verde tratteggiata).

7. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Le **tomografie elettriche** hanno restituito risultati tutto sommato sufficientemente confrontabili con le stratigrafie attese nei tre siti d'indagine, quest'ultime dedotte dai sondaggi geognostici disponibili nei database pubblici consultati e in quello d'archivio dello scrivente, nonché dai dati e dalla letteratura geologici per l'area. Il limite maggiore nella interpretazione delle tomografie elettriche deriva dal non aver potuto disporre di uno o più sondaggi a carotaggio in corrispondenza dei profili elettrici stessi, che avrebbero facilitato una più attendibile taratura dei dati.

Per quanto riguarda le indagini **HVSR**, al fine di determinare la qualità delle singole misure H/V effettuate e la loro relativa affidabilità, necessaria per una corretta fase interpretativa, si è provveduto alla classificazione delle prove valutando, in accordo con i più recenti studi in materia, le caratteristiche dei fondamentali principi su cui si basa la tecnica di indagine a sismica passiva utilizzata.
La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione.
Considerato che le indagini HVSR sono state eseguite in aree prossime a strade, non si possono escludere sorgenti di disturbo all'acquisizione.
L'indagine ha previsto una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione è stata effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata di 20 minuti.
Successivamente si è proceduto all'elaborazione utilizzando il software WINMASW della Eliosoft, dopo aver eseguito un'operazione detta di *windowing*, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Queste finestre vengono filtrate in base a criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.
Al termine dell'elaborazione, per ogni acquisizione è stato valutato l'andamento complessivo della curva H/V, prestando particolare attenzione, durante la fase di elaborazione, alla plausibilità fisica della curva stessa, verificabile attraverso l'individuazione di massimi caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale.

Per quanto riguarda gli stendimenti a **sismica a rifrazione** eseguiti per questo, non sono state incontrate particolari difficoltà d'esecuzione e d'interpretazione. In tutti è stato possibile distinguere chiaramente tre/quattro sismostrati, con aumento costante delle velocità delle onde sismiche con la profondità, correlabili sia con le tomografie elettriche che con i profili di HVSR.

Rimangono infine molto penalizzanti le incertezze derivanti dai **sondaggi geognostici disponibili nei database consultati**:

- quelli a carotaggio continuo sono in numero limitato, piuttosto dispersi arealmente e di profondità molto differenti fra loro;
- i pozzi per acqua sono più numerosi e meno dispersi arealmente, ma offrono stratigrafie non correlabili tra loro e approssimative.

Ciò di cui si avverte maggiormente la necessità, per studi di questa tipologia in aree così densamente antropizzate, è di sondaggi a carotaggio continuo eseguiti ad hoc, con analisi di dettaglio della stratigrafia e possibilmente analisi del contenuto fossilifero, in modo da stabilire correlazioni stratigrafiche affidabili. Laddove ve ne siano le condizioni, sarebbe utile datare al radiocarbonio gli eventuali livelli di materia organica.

8. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Oggetto del presente approfondimento di III livello è, come detto, la zonizzazione della faglia-flessura di Sassuolo, nel tratto che interseca il territorio comunale di Fiorano Modenese. Considerata la repentina variazione stratigrafica messa in luce dalle indagini presenti in località Ex Cisa-Cerdisa, d'accordo con il *Servizio Geologico sismico e dei suoli* della Regione Emilia-Romagna si è scelto di effettuare una risposta sismica locale bi-dimensionale, per tenere appunto in conto tale variazione ed il possibile effetto topografico in corrispondenza del raccordo morfologico collina-pianura.
Su suggerimento dello stesso Servizio Geologico, si è optato per estendere il profilo di ingresso del modello di risposta sismica locale fino al confine settentrionale del Comune: in tal modo è stato possibile modellare la variazione nello spazio dell'amplificazione sismica e quindi suddividere il settore d'alta pianura di Fiorano in settori a diversa classe di amplificazione sismica. Lo stesso approccio è stato adottato per alcune aree del cratere sismico dell'Italia centrale a seguito degli eventi sismici del 2016. Lo scopo principale di questa estensione d'analisi, che di fatto interessa circa metà del territorio comunale (ovvero il settore di alta pianura), è stato di uniformare i fattori di amplificazione ad un unico livello di approfondimento, per evitare eccessiva disparità tra i valori di amplificazione calcolati nell'intorno della faglia e i restanti fattori di amplificazione ricavati dall'utilizzo delle tabelle della Delibera regionale.
Infine, considerata la differenza stratigrafica tra il settore centro-occidentale (caratterizzato dalla presenza della conoide principale del Fiume secchia, ricca in ghiaie) e quello centro-orientale (caratterizzato dalla presenza dei conoidi dei corsi d'acqua minori, meno ricchi in ghiaie), è stato tracciato un secondo profilo su cui realizzare un'altra analisi 2D, passante per l'area d'indagine del centro sportivo di Spezzano, anche in questo caso esteso dal raccordo collina/alta pianura al confine settentrionale del Comune.

Nel presente capitolo verranno, pertanto, presentati la metodologia ed i risultati dell'analisi di microzonazione sismica di III livello eseguita lungo i due profili suddetti. I dati di ingresso sono stati già ampiamente descritti nei capitoli precedenti, derivati da analisi geofisiche eseguite appositamente per questo studio e da analisi di dati d'archivio di tipo geognostico e geologico-geomorfologico.
I dati del margine occidentale del territorio hanno senza dubbio una maggiore attendibilità, dal punto di vista stratigrafico, rispetto a quelli del secondo profilo. Per entrambi, il maggior dettaglio nella costruzione del modello è stato raggiunto a cavallo della linea di faglia, utilizzando i dati restituiti dalle prospezioni sismiche e geoelettriche eseguite per questo studio, opportunamente incrociati con i dati geognostici locali d'archivio.

8.1. Analisi di III livello

Le analisi hanno permesso di ricavare, per ogni profilo scelto:

- il profilo continuo, lungo l'intera linea di sezione, della PGA in superficie, da cui è possibile ricavare il profilo dei fattori di amplificazione della PGA dal rapporto tra la PGA stessa da RSL e l'accelerazione attesa al bedrock (0,163g per Tr=475 anni);
- la suddivisione della sezione in segmenti assegnabili alle classi di amplificazione della PGA previste dagli standard nazionali di rappresentazione;
- per ogni classe di amplificazione è stato individuato un punto rappresentativo dell'amplificazione media (per quella classe) su cui ricavare lo spettro di risposta in accelerazione in superficie e, a cascata, i restanti fattori di amplificazione e gli indici di pericolosità previsti dalle DGR 630/2019, 476/2021 e 564/2021, ovvero:
    - l'amplificazione relativa ai valori della pseudo-accelerazione FA nei periodi 0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s,
    - l'amplificazione relativa ai valori di Intensità di Housner in pseudo-velocità FH nei periodi 0.1-0.5s, 0.5-1s,

- indici di pericolosità H_{SM}, H_{0408}, H_{0711}, H_{0515} intesi come scuotimento in accelerazione (g) atteso al sito per gli intervalli di periodi rispettivamente di 0.1-0.5s, 0.4-0.8s, 0.7-1.1s e 0.5-1.5s.

I calcoli sono stati effettuati mediante il codice LSR-2D prodotto dalla ditta STACEC (http://www.stacec.com/, versione 5.9) che rappresenta un'implementazione evoluta della procedura lineare-equivalente inizialmente proposta da Hudson et al. (1994) nell'implementazione QUAD4M.

La modellazione ha riguardato due sezioni di direzione all'incirca SSO-NNE che iniziano al raccordo tra collina e alta pianura (quella **occidentale** in corrispondenza dell'area Ex Cisa-Cerdisa e quella **orientale** in via Torrente Dragone), e terminano sul confine settentrionale del territorio comunale, la prima in località "Ponte Fossa", la seconda in via Quattro Passi in Comune di Formigine (Figura 40).

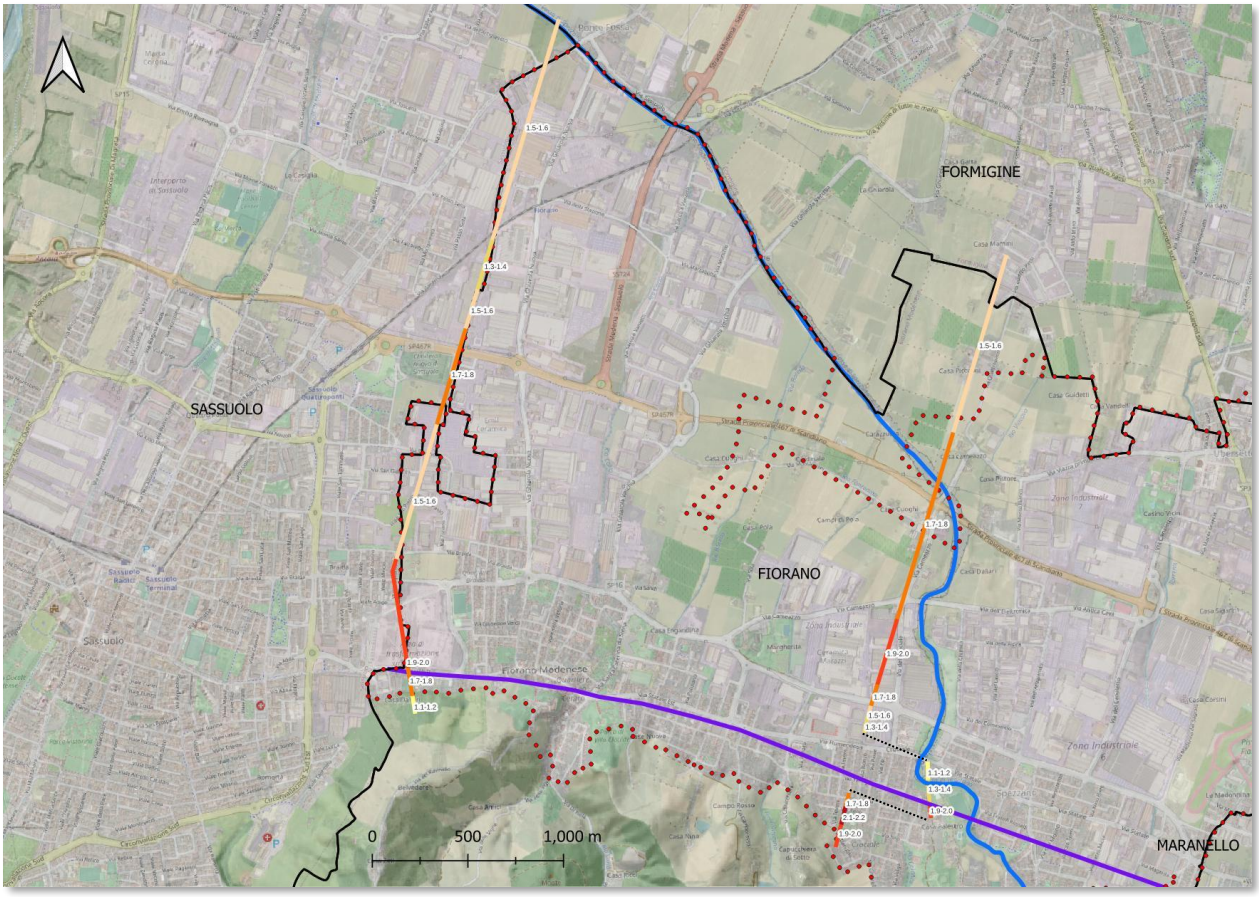


Figura 40 – Profili utilizzati per le analisi di risposta sismica bi-dimensionali; il primo (**occidentale**), nell'area della ex-ceramica Cisa-Cerdisa è di lunghezza pari a circa 3,7 km.; il secondo (**orientale**), nell'area del centro sportivo di Spezzano è di lunghezza pari a circa 3,3 km. Confini comunali in linea continua, nera. Perimetro del territorio oggetto di MZS in linea punteggiata, rossa. I profili sono rappresentati con tratti a diverso colore in base alla classe di amplificazione della PGA assegnata a valle dell'analisi di risposta sismica locale 2D. La linea viola è la traccia della faglia inversa attiva e capace (incerta). Le linee tratteggiate, nere, collegano il breve tratto oggetto di indagini geofisiche eseguite nel centro sportivo, con il tratto principale tracciato lungo il maggior numero di sondaggi d'archivio disponibili.

L'input sismico utilizzato è quello costituito da sette accelerogrammi per le due componenti orizzontali "x" e "y" del moto (selezionando quelle con fattore di scala minore), e da sette accelerogrammi per la componente verticale "z" del moto, tutti selezionati attraverso l'applicativo "REXEL".

Le geometrie e gli spessori dei diversi strati con cui si è discretizzato il terreno sono stati ricostruiti incrociando tutti i dati geognostici e geofisici acquisiti, fino alla massima profondità stimata per il bedrock sismico di circa 100-150 m. Per la sezione orientale è stata utilizzata anche la sezione geologica del database regionale nr. 056.

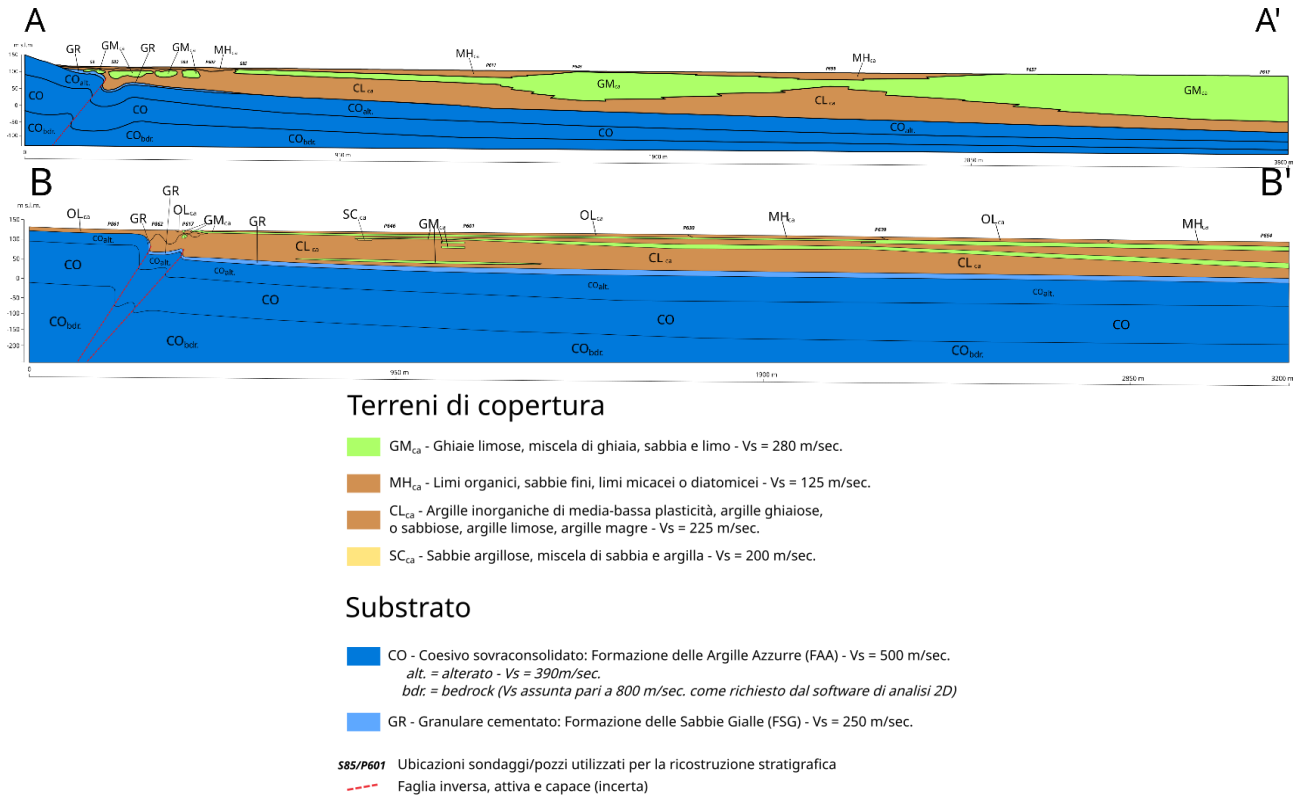
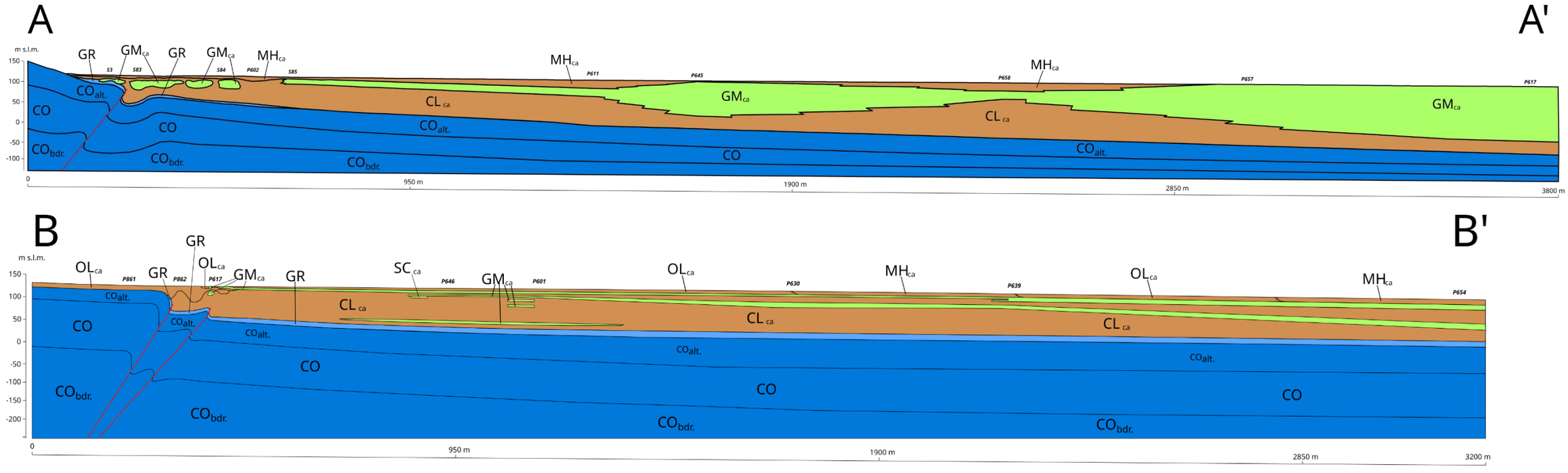


Figura 41 – **A-A'**: modello 2D utilizzato in corrispondenza del **profilo ovest**. **B-B'**: modello 2D utilizzato in corrispondenza del **profilo est**. I modelli hanno la stessa scala nelle direzioni verticale ed orizzontale. Il moto di riferimento (relativo alle componenti **orizzontale** e **verticale** del moto) è applicato al poligono indicato con "**$CO_{bdr.}$**", che per funzionalità di calcolo del software viene inserito come spessore caratterizzato da Vs=800 m/sec. e da smorzamento e modulo di taglio costanti = 1. **Per migliore leggibilità si rimanda agli ingrandimenti di Figura 42 e di** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..

La geometria dei modelli utilizzati per l'analisi 2D è mostrata in Figura 41, con ingrandimento per maggiore leggibilità in Figura 42. I profili stratigrafici sono stati disegnati col massimo dettaglio in corrispondenza della traccia dello stendimento di geoelettrica, traendo le geometrie dall'elaborazione tomografica e associandovi la litologia dai sondaggi vicini. Minor dettaglio spaziale caratterizza ovviamente i restanti segmenti dei profili, sia perché mancanti di tomografia elettrica, sia per la minore densità di sondaggi disponibili.
Per quanto riguarda l'attribuzione delle velocità delle onde di taglio ai vari sismostrati, sono stati utilizzati i dati restituiti dalle tomografie di sismica a rifrazione, incrociandoli con le eventuali MASW/Re.Mi. d'archivio presenti nelle vicinanze. Gli stessi valori sono stati attribuiti alle medesime litologie nel restante segmento del profilo. Relativamente alla sola Formazione delle Argille Azzurre, i valori di Vs e delle curve di decadimento sono stati assunti pari a quelli ricavati dallo scrivente con analisi di laboratorio dinamico e profilo Down-Hole nel sito di Torre delle Oche, pochi metri oltre il confine con Maranello, in occasione di una precedente analisi di risposta sismica bi-dimensionale realizzata per il III livello di approfondimento del Comune di Maranello. Per le restanti litologie (ghiaie, argille continentali e sabbie) sono state utilizzate le curve di decadimento di letteratura presenti nel database del software di RSL utilizzato.



Terreni di copertura

GM_{ca} - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (conoide alluvionale) - Vs = 280 m/sec.

MH_{ca} - Limi organici, sabbie fini, limi micacei o diatomicei (conoide alluvionale) - Vs = 125 m/sec.

CL_{ca} - Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose, o sabbiose, argille limose, argille magre (conoide alluvionale) - Vs = 225 m/sec.

SC_{ca} - Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla (conoide alluvionale) - Vs = 200 m/sec.

Substrato

CO - Coesivo sovraconsolidato: Formazione delle Argille Azzurre (FAA) - Vs = 500 m/sec.
alt. = alterato - Vs = 390m/sec.
bdr. = bedrock (Vs assunta pari a 800 m/sec.)

GR - Granulare cementato: Formazione delle Sabbie Gialle (FSG) - Vs = 250 m/sec.

S85 Ubicazioni pozzi/sondaggi utilizzati per la ricostruzione stratigrafica

Faglia inversa, attiva e capace (incerta)

Figura 42 – Ingrandimento di Figura 41: Sezioni A-A' e B-B' costruite per le analisi di risposta sismica locale bi-dimensionali: sono indicate le ubicazioni dei sondaggi/pozzi per acqua utilizzati (si veda l'Allagato 5 per le rispettive stratigrafie).

8.2. Perimetrazione della ZA_{FAC} (inversa)

L'ipotetica intersezione tra il piano della faglia inversa e la superficie topografica è stata tracciata sulla base delle risultanze dei sondaggi geofisici eseguiti in questa sede, integrati in modo critico con i dati bibliografici consultati e con considerazioni di tipo litostratigrafico-geomorfologico, come descritto in modo approfondito nei precedenti capitoli 4, 5 e 6 del presente studio.
Nonostante le indagini geofisiche abbiano permesso di ridurre l'incertezza nel tracciamento del lineamento rispetto agli studi precedenti, non sono comunque sufficienti per individuare con certezza il piano di rottura principale e per questo la faglia in esame deve essere considerata come "FAC_b", ovvero "*faglia attiva e capace, incerta*", secondo la classificazione delle **Linee guida** per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) del DPC.
Sulla base delle evidenze principalmente litostratigrafiche e geomorfologiche, per la faglia è stata ipotizzata una cinematica inversa, con piano immergente all'incirca verso sud, confermando sostanzialmente quanto già ipotizzato dagli Autori precedenti e dal database ITHACA delle faglie attive e capaci.
In conseguenza di tale interpretazione, la zona di attenzione (ZA) della faglia – all'interno della quale possono avere luogo fenomeni deformativi del terreno correlati al piano di rottura principale - è stata disegnata in modo asimmetrico già nella carta delle MOPS, con la striscia a sud del lineamento di ampiezza pari a 200 m e con quella a nord pari a 100 m, così come indicato dalle Linee guida.
L'impossibilità di definire con chiarezza la traccia principale della faglia e gli elementi secondari ad essa associati ha inevitabilmente portato ad assumere la medesima zonazione anche nel terzo livello di approfondimento, di fatto ottenendo una Zona di Suscettibilità (ZS) della faglia identica a quella di primo livello. Per lo stesso motivo si è ritenuto di non associare il parametro DISL (Dislocazione Massima Attesa in Superficie) alla Zona di Suscettibilità all'interno del database cartografico (ancorché richiesto dalle Linee guida non solo per le ZR, ma anche per le ZS), in linea con quanto proposto dalla Commissione paritetica INGV - Struttura Commissario Straordinario – INGV nel documento del 12 settembre 2022 sul tema fase 3 FAC.

E' stato in ogni caso calcolato (senza riportarlo in cartografia) il valore di **dislocazione media** in superficie utilizzando relazioni empiriche basate su dati a scala globale. In particolare sono state considerate le relazioni dei seguenti Autori:

- Wells & Coppersmith, 1994[18]
- Wesnousky, 2008[19]
- Leonard, 2014[20]

che tengono conto della lunghezza della rottura in superficie dell'intera faglia principale o della massima magnitudo attesa. Il valore di dislocazione media in superficie consente di avere una quantificazione sufficientemente cautelativa del parametro DISL (se inteso come dislocazione minima attesa).

Di seguito i risultati dell'applicazione dei tre metodi e la media dei tre valori per una massima magnitudo attesa di 6,1.

[18] Wells, D. L. and Coppersmith, K. J. (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement, B. Seismol. Soc. Am., 84, 974–1002.

[19] Wesnousky, S. G. (2008). Displacement and geometrical characteristics of earthquake surface ruptures: Issues and implications for seismic-hazard analysis and the process of earthquake rupture. Bulletin of the Seismological Society of America, 98(4), 1609-1632.

[20] Leonard, M. (2014). Self-consistent earthquake fault-scaling relations: Update and extension to stable continental strike-slip faults. Bulletin of the Seismological Society of America, 104(6), 2953-2965.

Metodo	Dislocazione Media (cm)
Wells & Coppersmith, 1994	56
Wesnousky, 2008	58
Leonard, 2014	43
Media	52

Si noti che Wells & Coppersmith (1994) e Wesnousky (2008) hanno ricavato coefficienti di regressione anche per le **faglie inverse** (utilizzati in questa sede), mentre Leonard (2014) ha ricavato coefficienti di regressione solo per le faglie trascorrenti e normali.

8.3. Risultati

Un primo risultato dell'analisi è la ricostruzione della PGA in superficie - e quindi dei fattori di amplificazione rispetto al bedrock - lungo l'intera lunghezza dei profili (Figura 43 e Figura 44). L'estrema lunghezza dei profili ha comportato un considerevole dispendio di memoria di calcolo, pertanto non è stato possibile effettuare un'unica analisi comprensiva di tutti gli accelerogrammi selezionati. Si è scelto quindi di eseguire 7 analisi distinte selezionando di volta in volta coppie differenti di accelerogrammi a componente orizzontale e verticale. Ogni analisi ha richiesto una durata di calcolo media di circa 24/28 ore, utilizzando un tower-PC con le seguenti specifiche tecniche:

- Processore: Intel® Core™ i7-10700 CPU 2.9 GHz
- RAM installata: 16 GB
- Sistema operativo: Windows 11 Pro, 64bit.

Ad analisi completate, sono stati calcolati i valori di accelerazione in superficie ottenuti lungo l'intero profilo, successivamente divisi per il valore di accelerazione attesa su suolo A (0,163g) al fine di ottenere i fattori di amplificazione.
Questo ha permesso di ottenere 7 profili continui di fattori di amplificazione (uno per ogni singola analisi), dai quali è stato ricavato il profilo medio (Figura 43 e Figura 44), successivamente discretizzato in intervalli omogenei su cui è stato selezionato il valore di amplificazione medio funzionale alla classificazione di ogni intervallo come da standard di rappresentazione nazionali. In corrispondenza del valor medio di ognuno degli intervalli individuati è stato collocato un "punto di controllo" in cui sono stati ricavati i valori numerici dello spettro di risposta.

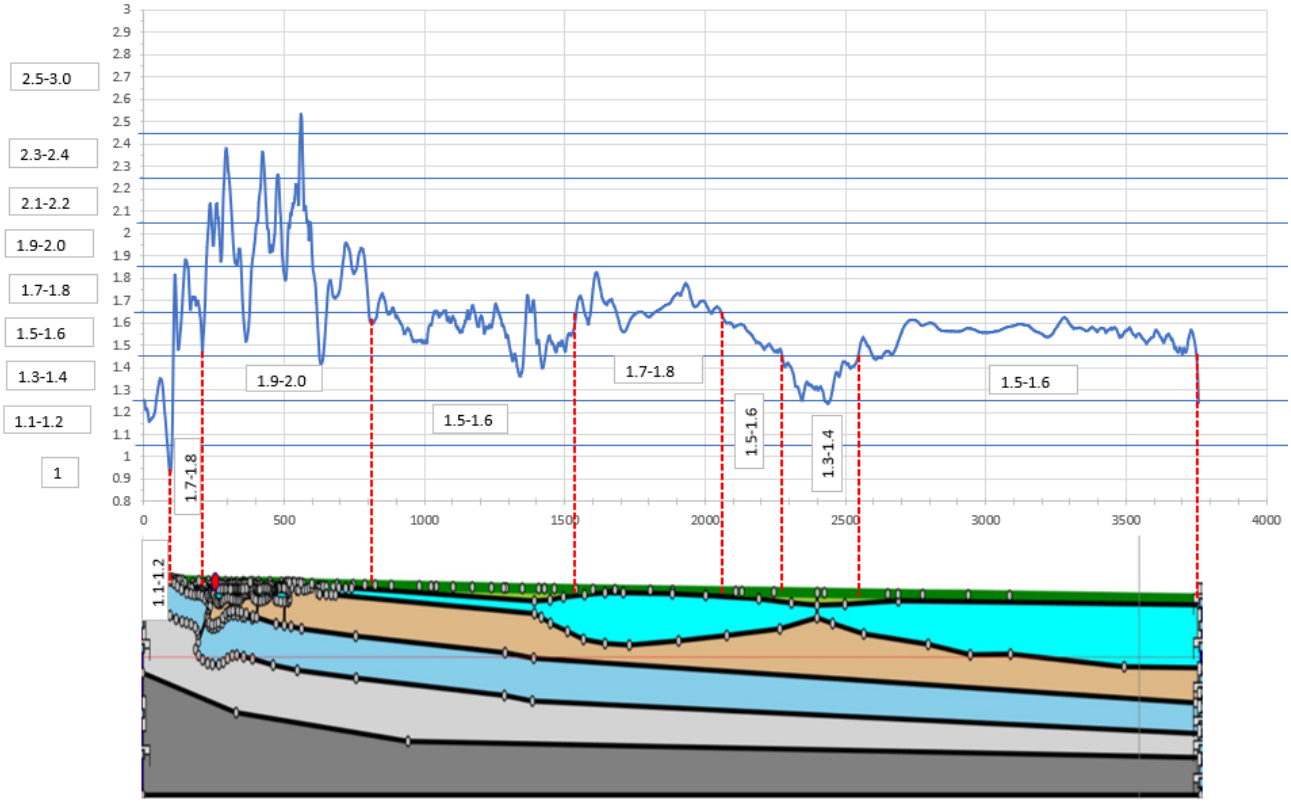


Figura 43 – Andamento dei fattori medi di amplificazione della PGA, in superficie, lungo l'intero profilo utilizzato per l'analisi di risposta sismica locale 2D nell'area dell'Ex Cisa-Cerdisa (**profilo ovest**).

Questo ha permesso di calcolare, per ogni intervallo individuato, i fattori d'amplificazione dell'accelerazione e della velocità negli intervalli previsti dagli Standard nazionali, nonché i valori dei parametri di pericolosità sismica richiesti dalle DGR regionali.

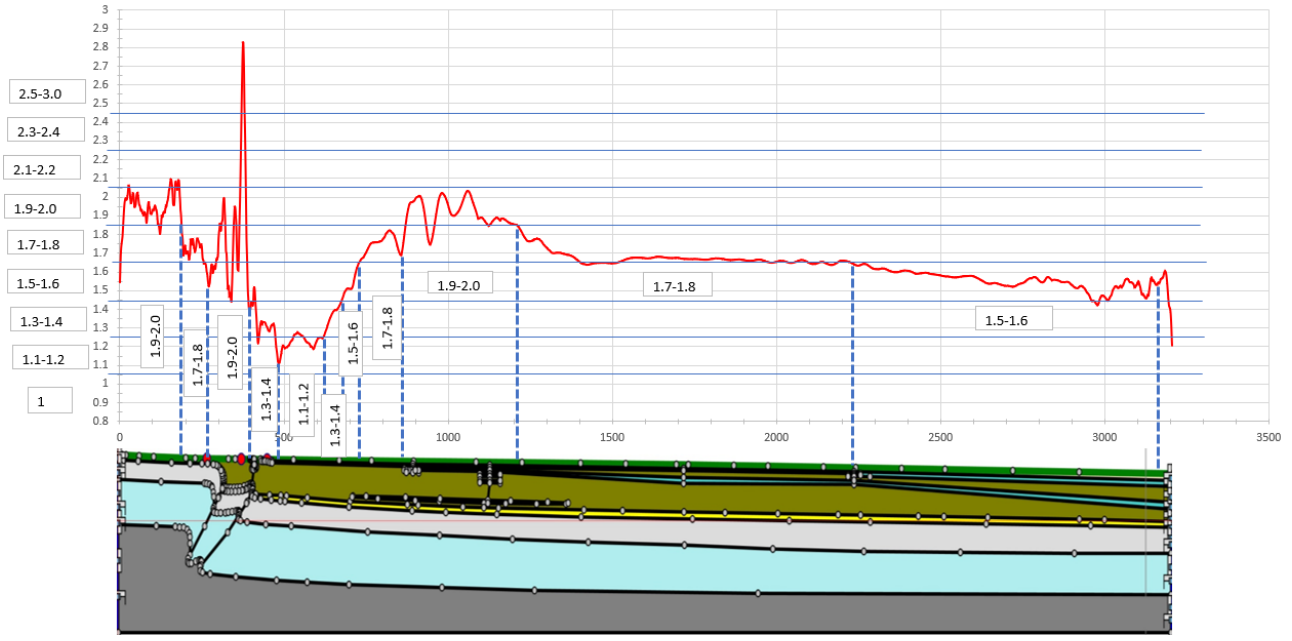


Figura 44 – Andamento dei fattori medi di amplificazione della PGA, in superficie, lungo l'intero profilo utilizzato per l'analisi di risposta sismica locale 2D nell'area del Centro Sportivo di Spezzano (**profilo est**).

L'esame di Figura 43 mostra valori minimi di amplificazione della PGA in corrispondenza del piede collinare, dove affiora il substrato alterato della Formazione delle Argille Azzurre e/o della Formazione delle Sabbie Gialle. L'amplificazione aumenta non appena lo spessore dei sedimenti continentali (fini e grossolani) diviene significativo fino a raggiungere i valori massimi subito a valle della linea di faglia presunta, pur con diversi picchi di massimo e minimo relativi dovuti alla discontinuità dei depositi ghiaiosi. Laddove i depositi ghiaiosi cominciano a mostrare continuità, le amplificazioni diminuiscono e raggiungono i minimi relativi laddove il tetto delle ghiaie si approfondisce rispetto al piano campagna a favore di un incremento di spessore dei limi sabbiosi superficiali.

Dall'esame di Figura 44 risulta evidente come lo spessore dei depositi ghiaiosi sia nettamente inferiore rispetto alla sezione ovest; nonostante questo, l'influenza degli spessori continui di ghiaie sull'amplificazione è molto simile nella fascia centro-settentrionale del territorio, mantenendosi in entrambe le sezioni tra le classi 1.7-1.8 e 1.5-1.6. Anche nella sezione est, subito a valle della presunta linea di faglia, il repentino incremento di spessore dei sedimenti continentali (in questo caso prevalentemente fini) determina un rapido incremento dell'amplificazione. Amplificazione che si abbassa subito, laddove le ghiaie si fanno affioranti in corrispondenza dell'alveo attuale del torrente Fossa di Spezzano. Procedendo verso nord, il tetto delle ghiaie diviene sub-affiorante, con un sottile spessore di sedimenti fini che lo ricopre: questa configurazione determina un locale incremento dell'amplificazione che, come detto, si stabilizza tra 1.5 e 1.7 con l'ulteriore approfondimento del tetto delle ghiaie ed il contemporaneo incremento dello spessore cumulato delle stesse.

L'estrapolazione delle amplificazioni della PGA (calcolate lungo i due profili) sull'intero settore di alta pianura di Fiorano è stata condotta tenendo come riferimento le isobate del tetto delle ghiaie, nelle aree di conoide, e le caratteristiche geomorfologiche e stratigrafiche nei rimanenti settori.
Come si vede in Figura 45, per il settore occidentale l'impronta dalla conoide del Fiume Secchia è rilevante, con le isobate del tetto delle ghiaie che disegnano una conoide asimmetrica, che dallo sbocco vallivo all'altezza della Ex Cisa-Cerdisa si apre verso NE, ricoperta in superficie dai depositi fini dei corsi d'acqua collinari (Rio Corlo in primis).
Una conoide minore è presente anche nel settore orientale, con apice in corrispondenza dello sbocco in alta pianura della valle del torrente Fossa di Spezzano e porzione distale che va ad incunearsi tra la conoide del Secchia e quella del torrente Grizzaga. Un contributo marginale alla costruzione della conoide minore del Fossa è dato dal Rio del Petrolio.

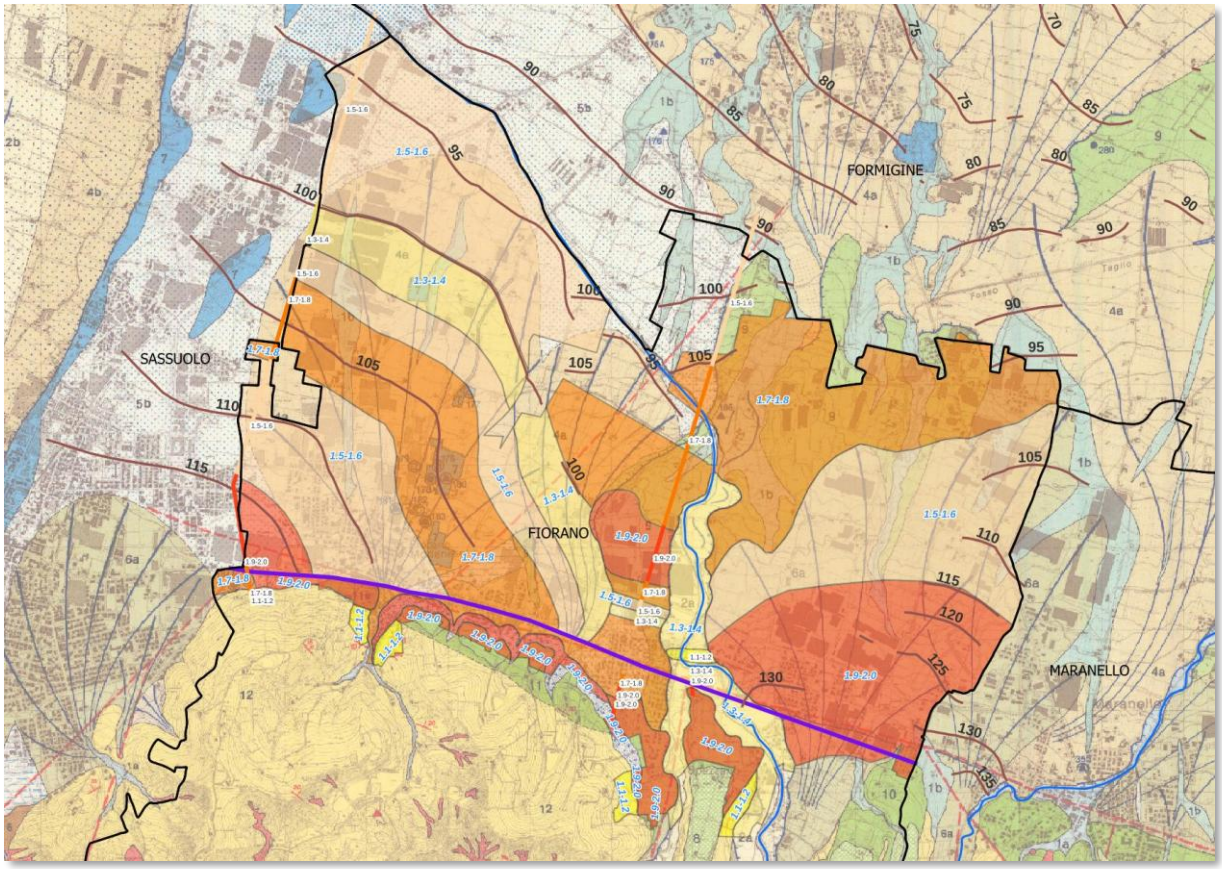


Figura 45 – Fattori di amplificazione (calcolati da RSL lungo i due profili) e loro estrapolazione all'intero settore di alta pianura del territorio comunale. Le linee marroni sono le isobate del tetto delle ghiaie; la linea viola la presunta faglia inversa; la base cartografica è la "Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro" di Gasperi (1987).

Per la conoide minore del Fossa non si hanno isobate del tetto delle ghiaie complete come per quella del Secchia, ma i segmenti disponibili danno il senso di una superficie del tetto delle ghiaie a forma convessa verso nord, che costituisce pertanto il nucleo della conoide stessa. Un nucleo sicuramente più ridotto rispetto a quello della conoide del Secchia, testimoniato dalla più scarsa frequenza dei livelli ghiaiosi nei sondaggi disponibili e dal loro minore spessore cumulato. Successivamente alla messa in posto della conoide, il torrente Fossa (con il contributo dell'affluente di sinistra Rio del Petrolio) ha inciso la conoide stessa creando un alveo ribassato di direzione all'incirca S-N, costituito da sedimenti prevalentemente grossolani (ghiaie e sabbie). Il settore intermedio tra la conoide del Secchia e quella del Fossa è verosimilmente costituito dalla coalescenza di sedimenti fini, di ambiente distale, dei due corpi sedimentari principali.

L'estrapolazione dei fattori di amplificazione nella ***conoide del Secchia*** è stata condotta tracciando linee sub-parallele alle isobate del tetto delle ghiaie a partire dai limiti delle fasce di amplificazione ricavate sul profilo ovest; nel far questo si è assunto che l'andamento spaziale delle fasce di amplificazione sia direttamente condizionato da quello delle isobate del tetto delle ghiaie, come sembrano dimostrare i profili di Figura 43 e Figura 44.
La stessa estrapolazione non è stata possibile per la ***conoide del Fossa*** poiché il profilo est non interseca alcuna isobata delle ghiaie. Pertanto si è deciso di replicare sulla conoide del Fossa la scansione di fasce di amplificazione del Secchia sulla base dei segmenti di isobate presenti lungo il margine orientale della conoide. Si è visto, infatti, come anche un minore spessore cumulato di ghiaie lungo il profilo est non determini sostanziali variazioni nei fattori d'amplificazione rispetto al profilo ovest (Figura 43 e Figura 44).

Lo ***stretto margine di conoide ad ovest dell'alveo del Fossa*** è invece intersecato dal profilo est, pertanto le fasce di amplificazione su di esso risultano dall'estensione diretta dei limiti delle fasce di amplificazione ricavate sul profilo stesso.
All'***alveo attuale del Fossa*** è stata assegnata la fascia di amplificazione 1.3-1.4, ricavata lungo il profilo di geoelettrica eseguito per questo studio, con un sottile intervallo intermedio di 1.1-1.2 laddove il profilo ha intercettato ghiaie affioranti.
Lungo il margine collina-alta pianura, laddove il ***substrato pliocenico di FAA è affiorante*** è stata assegnata la classe di amplificazione ricavata all'estremità sud del profilo ovest, pari a 1.1-1.2.
L'intersezione del profilo est con la fascia caratterizzata da ***substrato pliocenico ricoperto da depositi ghiaioso-sabbiosi e argillosi di sovrapposti cicli di sedimentazione fluviale a canali anastomizzati*** ha permesso di assegnare alla fascia stessa valori di amplificazione di 1.9-2.0.
Infine, l'intersezione del profilo est con la fascia costituita da ***depositi colluviali su substrato della Formazione delle Sabbie Gialle e/o della Formazione delle Argille Azzurre*** ha permesso di assegnare alla fascia stessa valori di amplificazione di 1.9-2.0.

Per ogni intervallo di amplificazione della PGA individuato dalle RSL è stato selezionato il punto di misura corrispondente al valor medio dell'amplificazione. Per ognuno di questi punti è stato ricavato lo spettro di risposta in accelerazione da cui è stato possibile ricavare tutti i restanti fattori di amplificazione.

Nella Tabella 1 vengono riportati tutti i fattori di amplificazione medi (sui 7 accelerogrammi) della PGA, dell'Intensità di Housner e scuotimenti attesi calcolati in corrispondenza dei punti di misura.

FA	**Classi di amplificazione (FA e FH) e valori di scuotimento (H) per i diversi intervalli di periodi**				
	1.1-1.2	***1.3-1.4***	***1.5-1.6***	***1.7-1.8***	***1.9-2.0***
PGA	1.18	1.33	1.55	1.65	1.94 / 2.03
FA1	1.29	1.43	1.44	2.17	1.93
FA2	1.43	2.39	3.46	3.02	2.43
FA3	1.43	3.37	2.43	2.22	2.29
FH1	1.32	1.52	1.71	2.59	2.1
FH2	1.47	3.09	2.92	2.45	2.35
H_{SM}	0.49g	0.54g	0.53g	0.77g	0.84g
H_{0408}	0.23g	0.38g	0.52g	0.38g	0.94g
H_{0711}	0.12g	0.29g	0.26g	0.2g	0.32g
H_{0515}	0.11g	0.22g	0.25g	0.18g	0.37g

Tabella 1 - Fattori di amplificazione medi (sui 7 accelerogrammi) in accelerazione (PGA e FA) e in velocità (FH, Intensità di Housner), e scuotimenti attesi H_{SM} e H calcolati, per diversi intervalli di periodi, in corrispondenza dei punti di misura selezionati a valle delle RSL.

Grazie ai fattori d'amplificazione calcolati in ogni punto di misura si sono quindi potute creare le singole cartografie rappresentanti la distribuzione dei fattori d'amplificazione stessi sul territorio indagato, che verranno brevemente presentate nel successivo capitolo.

Per quanto riguarda il settore collinare del territorio, non indagato da questo approfondimento di III livello, sono stati comunque adeguati i fattori di amplificazione del vigente II livello, rivedendo i profili di Vs delle indagini pregresse ed utilizzando le tabelle di Ambito "Appennino (coperture su substrato non rigido)". Per la porzione di collina in cui il substrato è costituito dalla Formazione delle Argille Azzurre, si è trovato un valore di amplificazione medio tra Vs_H e Vs_{30} (dove i primi prevalgono numericamente sui secondi), risultato pari a 2. Per il settore di collina dove affiorano le formazioni epiliguri, non essendo presenti misurazioni di Vs pregresse, sono state utilizzate quelle eseguite nell'adiacente territorio di Sassuolo su litologie similari, consultabili nel relativo studio di III livello: utilizzando le stesse tabelle di Ambito "Appennino

(coperture su substrato non rigido)", è stato calcolato un fattore di amplificazione medio pari a 1,8. Per i depositi di copertura su substrato (conoidi di deiezione e depositi di AES_{7b}) e per le frane, si è deciso di assegnare una classe di amplificazione superiore rispetto a quella del substrato sottostante, per tener conto della maggiore amplificazione determinata dalle basse resistenze geomeccaniche che solitamente caratterizzano tali depositi. Ai depositi alluvionali delle aste dei torrenti collinari sono stati assegnati gli stessi fattori di amplificazione derivati da RSL nei loro tratti al passaggio collina-pianura. Ai due conoidi di deiezione sovrimposti ai depositi alluvionali delle aste torrentizie sono stati assegnati gli stessi fattori d'amplificazione derivati da RSL per il deposito di conoide più ampio generato dal torrente Fossa di Spezzano.

9. ELABORATI CARTOGRAFICI

Di seguito verranno descritti brevemente i contenuti delle cartografie prodotte per questo terzo livello di approfondimento della microzonazione sismica di Fiorano Modenese.

- **La carta delle indagini**: in essa vengono rappresentate le ubicazioni e le tipologie delle indagini di nuova esecuzione, realizzate appositamente per condurre gli studi di terzo livello sulla faglia attiva e capace, insieme alle indagini pregresse, sia precedenti la microzonazione di secondo livello, sia eseguite in occasione della stessa.
- **La carta delle Vs**: in essa vengono rappresentati i valori di Vs (Vs_H e/o Vs_{30}) derivati dalle indagini geofisiche pregresse, giacché in questa sede le nuove indagini hanno avuto come obiettivo la tomografia elettrica e delle onde P e il calcolo della frequenza fondamentale di vibrazione naturale del terreno a cavallo della linea di faglia.
- **La carta delle frequenze**: in essa vengono rappresentati i valori della frequenza fondamentale di vibrazione del terreno derivati dalle nuove indagini geofisiche eseguite per questo studio, integrati con i valori dello stesso parametro già presenti nel precedente livello di microzonazione.
- **La carta delle MOPS**: in base ai risultati delle indagini ed analisi del presente terzo livello di approfondimento, è stata modificata la carta delle MOPS del secondo livello nel settore di alta pianura che interseca il territorio urbanizzato ed un suo più ampio intorno; per le restanti aree la nuova carta delle MOPS aggiorna la precedente in base ai nuovi standard di rappresentazione (versione 4.2).
- **La carte di microzonazione sismica (MS_0203)**: cartografie ibride in cui il III livello interessa il solo settore di alta pianura che interseca il territorio urbanizzato ed un suo più ampio intorno; qui le carte identificano le aree instabili (la fascia di suscettibilità della faglia attiva e capace e le zone soggette a cedimenti differenziali); indentificano inoltre le aree stabili suscettibili di amplificazioni locali, con fattori di amplificazione e parametri di pericolosità sismica calcolati a valle delle due analisi di risposta sismica locale bi-dimensionale, estrapolati all'intero settore d'interesse nel modo descritto nel precedente capitolo. Per il resto del territorio collinare vengono riveduti i fattori di amplificazione del II livello vigente in base alle ultime direttive.
- La **carta geologico-tecnica** è il risultato di una modifica di quella di secondo livello che ha riguardato in particolar modo il settore di alta pianura oggetto di approfondimenti di terzo livello; per il settore collinare sono state conservate le perimetrazioni ed interpretazioni della carta geologico-tecnica del secondo livello d'approfondimento. Sono state aggiunte informazioni, non presenti nella cartografia precedente perché non richieste, quali gli assetti degli strati, i pozzi/sondaggi che hanno raggiunto o meno la profondità del substrato ed alcuni elementi strutturali lineari. Sono state infine aggiunte le due tracce delle sezioni geologiche dell'alta pianura utilizzate per le analisi di risposta sismica locale di III livello.

9.1. Carta delle indagini

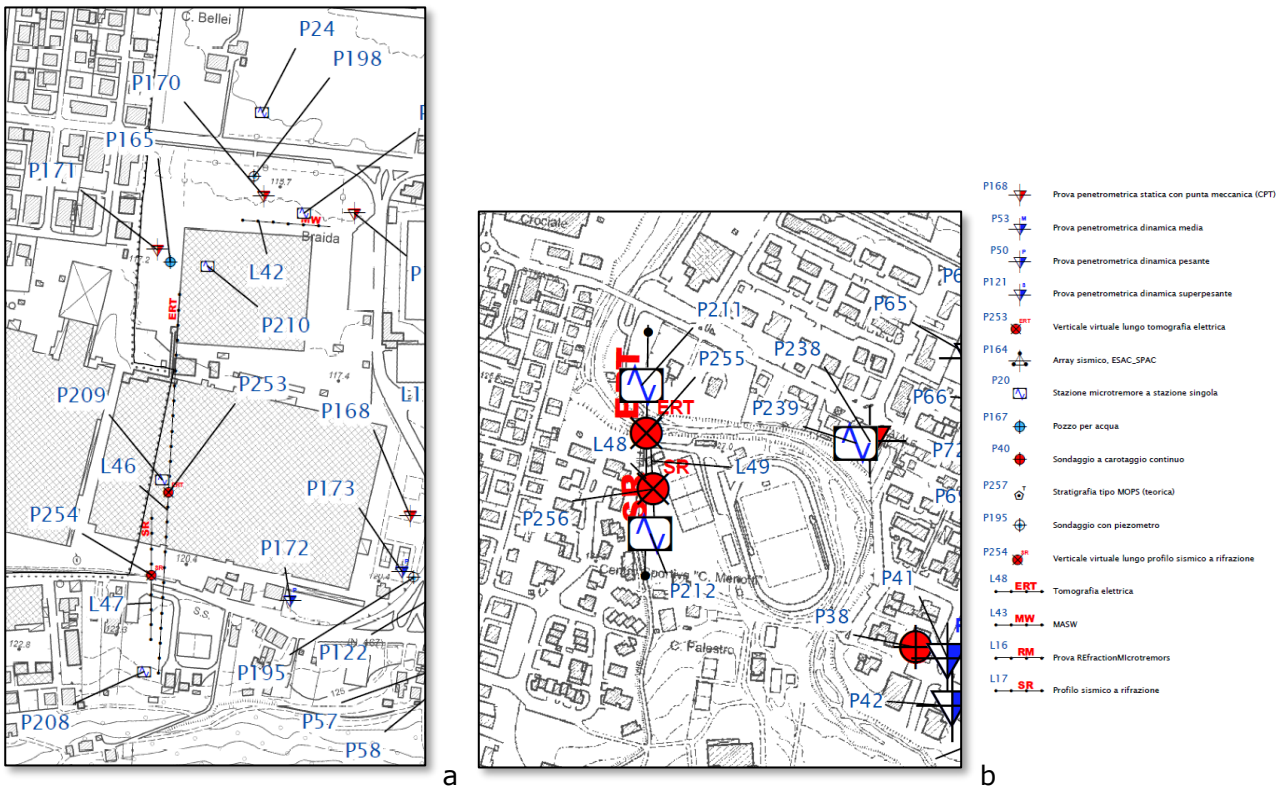


Figura 46 – Stralcio della Tavola di MS23 "Carta delle indagini" in cui sono rappresentate le aree d'indagine per le analisi di MS3 condotte in questo studio, insieme alle indagini geognostiche e geofisiche d'archivio e di nuova esecuzione. A sinistra: l'area dell'ex "Cisa-Cerdisa"; a destra: l'area del centro Sportivo di Spezzano.

La carta delle indagini mostra la distribuzione spaziale di tutte le indagini geognostiche e geofisiche d'archivio e di nuova esecuzione per questo approfondimento di MS3. In sostanza vengono riprese tutte le indagini contenute nell'omonima carta di MS2 aggiungendovi, per le sole aree di approfondimento MS3 (Figura 46), le nuove indagini eseguite.

9.2. Carta delle Vs

Come detto, la carta delle Vs mostra la distribuzione spaziale di tutti i valori di Vs_H e Vs_{30} ricavati dalle indagini d'archivio (già contenute nella carta di microzonazione MS2). Non presenta quindi sostanziali variazioni rispetto alla carta del livello di approfondimento precedente, se non in alcune differenti interpretazioni dei profili sismici di Vs che, nella maggior parte dei casi, hanno portato a rivedere i valori di Vs_{30} in valori di Vs_H.

9.3. Carta delle frequenze



Frequenza picco significativo (Hz)	Ampiezza picco significativo	
	≤ 3	> 3
Assenza di fenomeni di risonanza significativi		
$f_0 \leq 0,6$		
$0,6 < f_0 \leq 1$		
$1 < f_0 \leq 2$		
$2 < f_0 \leq 8$		
$f_0 > 8$		

A lato del simbolo sono riportate le seguenti indicazioni:

5.3 frequenza del primo picco significativo

P79 numero del sito di indagine

Figura 47 - Stralcio della Tavola di MS23 "Carta delle frequenze" in cui sono rappresentate le ubicazioni delle indagini d'archivio e di nuova esecuzione con i relativi valori di picco d'amplificazione (solo se < 20 Hz).

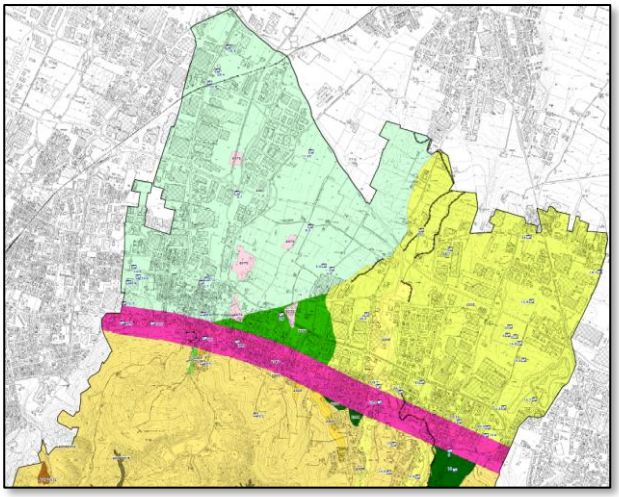
La carta delle frequenze mostra la distribuzione spaziale di tutti i valori della frequenza fondamentale di vibrazione del terreno, ricavati sia dalle indagini d'archivio (già contenute nella carta di microzonazione MS2) che da quelle di nuova esecuzione per questo approfondimento di MS3. In sostanza vengono riprese tutte le frequenze contenute nell'omonima carta di MS2 aggiungendovi, per le sole aree di approfondimento MS3 (Figura 47) le nuove frequenze ricavate dalle nuove indagini eseguite. Come si può vedere, i valori di frequenza variano all'interno di sole 2 classi, a loro volta suddivise in base all'ampiezza del picco di risonanza: <= 3 o >3.

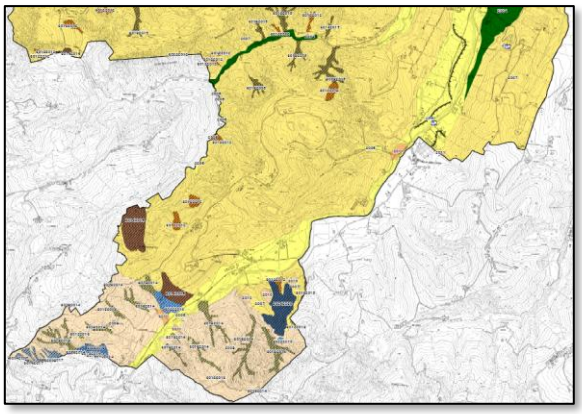
9.4. Carta delle MOPS

La principale modifica introdotta alla carta delle MOPS rispetto all'approfondimento di II livello è stata la ridefinizione delle litozone omogenee all'intero del settore di alta pianura a partire dal

raccordo con la collina e la riperimetrazione della zona di attenzione per faglia attiva e capace (ZA_{FAC}). La costruzione dei due profili stratigrafici utilizzati per le analisi di risposta sismica bi-dimensionale ha infatti permesso di raggiungere una maggiore risoluzione stratigrafica lungo i profili stessi rispetto al livello di approfondimento precedente. I dati geomorfologici analizzati nella carta di Gasperi (1987), unitamente alle isobate del tetto delle ghiaie del Foglio 219 "Sassuolo" CARG, recentemente riviste dal Servizio Geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, hanno poi consentito di rivedere alcune perimetrazioni del precedente livello di approfondimento, reinterpretandole.
Il modello geologico rappresentativo del sottosuolo geologico del settore specificatamente indagato dal III livello di analisi è descritto nel capitolo 5 a cui si rimanda.
Per il restante settore collinare del territorio comunale non sono state apportate modifiche sostanziali rispetto al precedente livello di approfondimento.

A seguire, vengono descritti tutti i modelli litostratigrafici che caratterizzano le microzone omogenee dell'intero territorio comunale, composte da 11 zone stabili, suscettibili di amplificazioni locali, da una fascia di attenzione per faglie attive e capaci, da zone di attenzione per cedimenti differenziali e da 9 zone di attenzione per instabilità di versante.
Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (da 2001 a 2011) hanno colori differenti in base al modello litostratigrafico che le caratterizza. Le microzone di attenzione per instabilità di versante sono contrassegnate in carta da un retinato obliquo su sfondo del colore relativo alla zona stabile in cui ricadono, mentre le zone di attenzione per faglia e cedimenti hanno colori specifici.





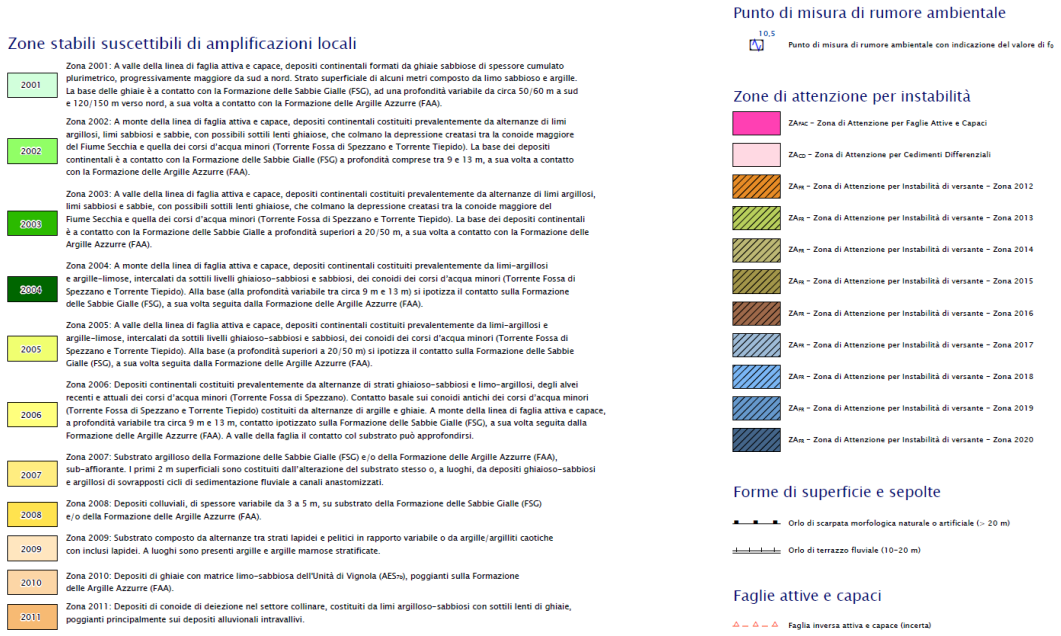
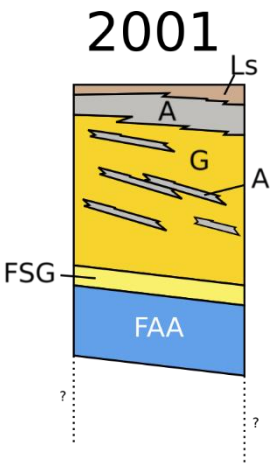


Figura 48 - Tavola di MS1 "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" (MOPS). La carta è stata rielaborata sulla base dei più recenti standard di rappresentazione (4.2) e a valle dei risultati delle analisi di MS3 condotte per questo studio. A sinistra: settore di alta pianura; a destra: settore collinare.

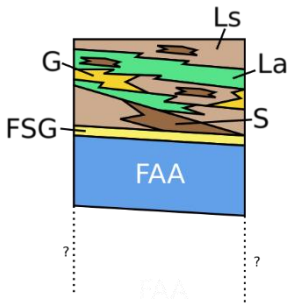
Zona 2001: A valle della linea di faglia attiva e capace, depositi continentali formati da ghiaie sabbiose di spessore cumulato plurimetrico, progressivamente maggiore da sud a nord. Strato superficiale di alcuni metri composto da limo sabbioso e argille. La base delle ghiaie è a contatto con la Formazione delle Sabbie Gialle (FSG), ad una profondità variabile da circa 50/60 m a sud e 120/150 m verso nord, a sua volta a contatto con la Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



Legenda – **Ls**: limi sabbiosi (continentali), **A**: argille (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2002: A monte della linea di faglia attiva e capace, depositi continentali costituiti prevalentemente da alternanze di limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie, con possibili sottili lenti ghiaiose, che colmano la depressione creatasi tra la conoide maggiore del Fiume Secchia e quella dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano e Torrente Tiepido). La base dei depositi continentali è a contatto con la Formazione delle Sabbie Gialle (FSG) a profondità comprese tra 9 e 13 m, a sua volta a contatto con la Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

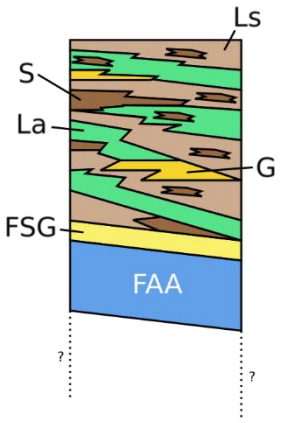
2002



Legenda – **Ls**: limi sabbiosi (continentali), **La**: limi argillosi (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **S**: sabbie (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2003: A valle della linea di faglia attiva e capace, depositi continentali costituiti prevalentemente da alternanze di limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie, con possibili sottili lenti ghiaiose, che colmano la depressione creatasi tra la conoide maggiore del Fiume Secchia e quella dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano e Torrente Tiepido). La base dei depositi continentali è a contatto con la Formazione delle Sabbie Gialle a profondità superiori a 20/50 m, a sua volta a contatto con la Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

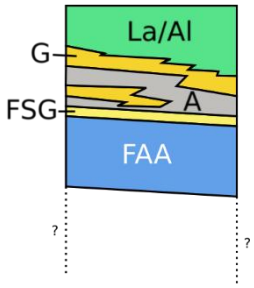
2003



Legenda – **Ls**: limi sabbiosi (continentali), **La**: limi argillosi (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **S**: sabbie (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2004: A monte della linea di faglia attiva e capace, depositi continentali costituiti prevalentemente da limi-argillosi e argille-limose, intercalati da sottili livelli ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi, dei conoidi dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano e Torrente Tiepido). Alla base (alla profondità variabile tra circa 9 m e 13 m) si ipotizza il contatto sulla Formazione delle Sabbie Gialle (FSG), a sua volta seguita dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

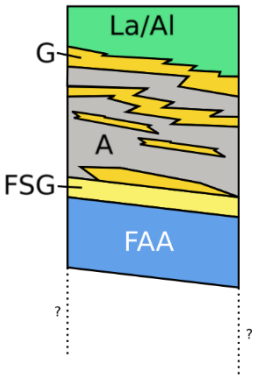
2004



Legenda – **Al**: argille limose (continentali), **La**: limi argillosi (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **A**: argille (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2005: A valle della linea di faglia attiva e capace, depositi continentali costituiti prevalentemente da limi-argillosi e argille-limose, intercalati da sottili livelli ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi, dei conoidi dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano e Torrente Tiepido). Alla base (a profondità superiori a 20/50 m) si ipotizza il contatto sulla Formazione delle Sabbie Gialle (FSG), a sua volta seguita dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

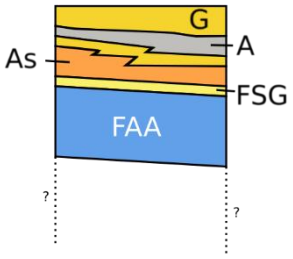
2005



Legenda – **Al**: argille limose (continentali), **La**: limi argillosi (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **A**: argille (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2006: Depositi continentali costituiti prevalentemente da alternanze di strati ghiaioso-sabbiosi e limo-argillosi, degli alvei recenti e attuali dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano). Contatto basale sui conoidi antichi dei corsi d'acqua minori (Torrente Fossa di Spezzano e Torrente Tiepido) costituiti da alternanze di argille e ghiaie. A monte della linea di faglia attiva e capace, a profondità variabile tra circa 9 m e 13 m, contatto ipotizzato sulla Formazione delle Sabbie Gialle (FSG), a sua volta seguita dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA). A valle della faglia il contatto col substrato può approfondirsi.

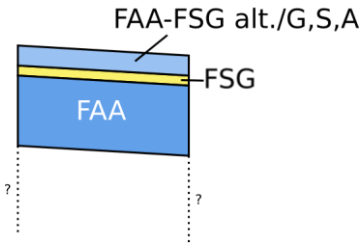
2006



Legenda – **As**: argille sabbiose (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **A**: argille (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 2007: Substrato della Formazione delle Sabbie Gialle (FSG) e/o della Formazione delle Argille Azzurre (FAA), sub-affiorante. I primi 3/4 m superficiali sono costituiti dall'alterazione del substrato stesso o, a luoghi, da depositi ghiaioso-sabbiosi e argillosi di sovrapposti cicli di sedimentazione fluviale a canali anastomizzati.

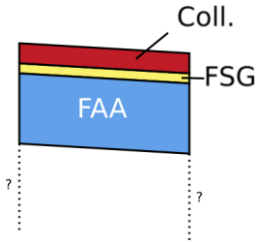
2007



Legenda – **S**: sabbie (continentali), **G**: ghiaie (continentali), **A**: argille (continentali), **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

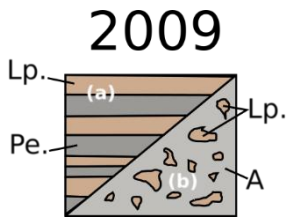
Zona 2008: Depositi colluviali, di spessore variabile da 3 a 5 m, su substrato della Formazione delle Sabbie Gialle (FSG) e/o della Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

2008



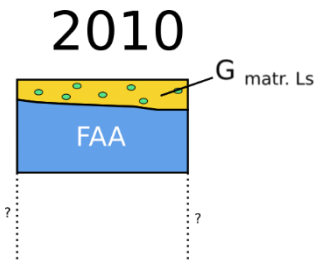
Legenda – **Coll**: depositi colluviali, **FSG**: Formazione delle Sabbie Gialle, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 9: Substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**). A luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate. I primi 3 m superficiali sono costituiti dall'alterazione del substrato stesso.



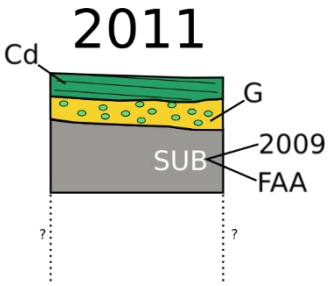
Legenda – **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

Zona 2010: Depositi di ghiaie con matrice limo-sabbiosa dell'Unità di Vignola (AES_{7b}) di spessore variabile, poggianti sulla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



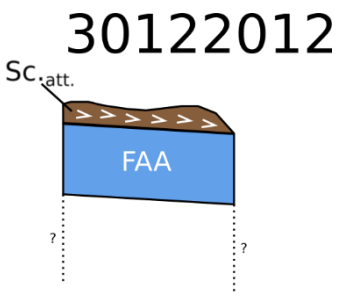
Legenda – **G**: ghiaie (continentali), **matr. Ls**: matrice limo-sabbiosa, **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

Zona 2011: Depositi di conoide di deiezione nel settore collinare, di spessore variabile, costituiti da limi argilloso-sabbiosi con sottili lenti di ghiaie, poggianti principalmente sui depositi alluvionali intravallivi.



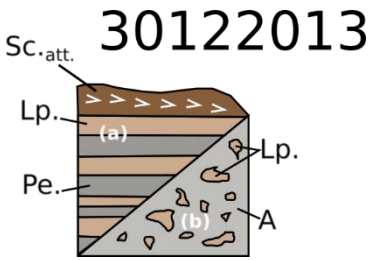
Legenda – **G**: ghiaie (continentali), **Cd**: conoide di deiezione composta da limi argilloso-sabbiosi con sottili lenti di ghiaie, **SUB**: substrato marino composto da FAA o dalle litologie descritte nella zona 2009.

ZA_{FR} - Zona 30122012: Deposito di frana (scorrimento attivo) su substrato argilloso della Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



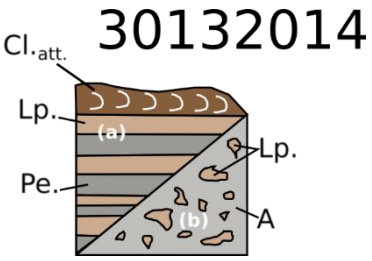
Legenda – **$Sc._{att.}$**: deposito di frana (scorrimento attivo), **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

ZA$_{FR}$ - Zona 30122013: Deposito di frana (scorrimento attivo) su substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**); luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate.



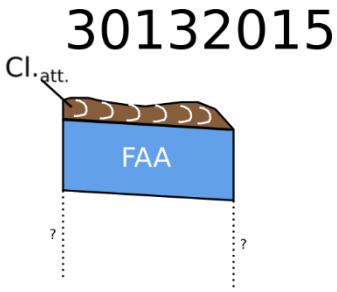
Legenda – **Sc.$_{att.}$**: deposito di frana (scorrimento attivo), **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

ZA$_{FR}$ - Zona 30132014: Deposito di frana (colata attiva) su substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**); luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate.



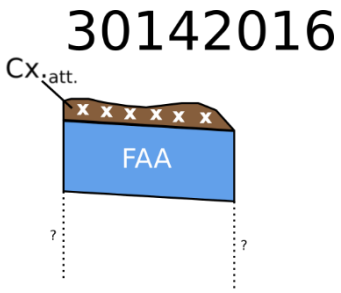
Legenda – **Cl.$_{att.}$**: deposito di frana (colata attiva), **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

ZA$_{FR}$ - Zona 30132015: Deposito di frana (colata attiva) su substrato argilloso della Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



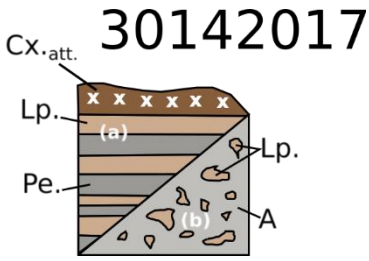
Legenda – **Cl.$_{att.}$**: deposito di frana (colata attiva), **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

ZA$_{FR}$ - Zona 30142016: Deposito di frana (complessa attiva) su substrato argilloso della Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



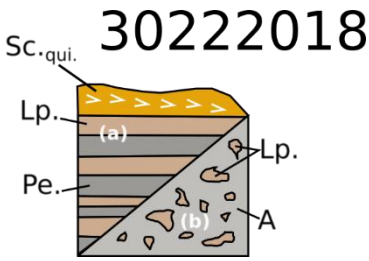
Legenda – **Cx.att.**: deposito di frana (complessa attiva), **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

ZAFR - Zona 30142017: Deposito di frana (complessa attiva) su substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**); luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate.



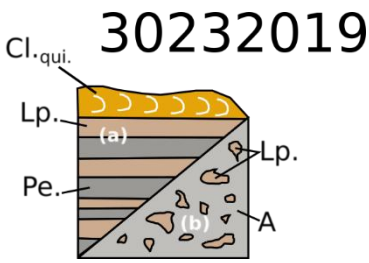
Legenda – **Cx.att.**: deposito di frana (complessa attiva), **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

ZAFR - Zona 30222018: Deposito di frana (scorrimento quiescente) su substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**); luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate.



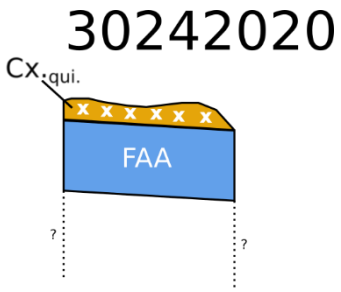
Legenda – **Sc.qui.**: deposito di frana (scorrimento quiescente), **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

ZAFR - Zona 30232019: Deposito di frana (colata quiescente) su substrato composto da alternanze tra strati lapidei e pelitici in rapporto variabile (**a**) o da argille/argilliti caotiche con inclusi lapidei (**b**); luoghi sono presenti argille e argille marnose stratificate.



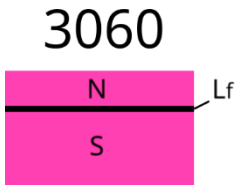
Legenda – **Cl.qui.**: deposito di frana (colata quiescente), **Lp**: strati lapidei, **Pe**: strati pelitici, **A**: argille/argilliti.

ZA$_{FR}$ - Zona 30242020: Deposito di frana (complessa quiescente) su substrato argilloso della Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



Legenda – **Cx.$_{qui.}$**: deposito di frana (complessa quiescente), **FAA**: Formazione delle Argille Azzurre.

ZA$_{FAC}$ - Zona 3060: Zona di attenzione per faglie attive e capaci.



Legenda – **Lf**: linea di faglia, **N**: settore nord, di ampiezza pari a 100 m; **S**: settore sud, di ampiezza pari a 200 m (il blocco raffigura un tratto esemplificativo della fascia di zonizzazione, da un punto di vista ortogonale alla superficie topografica).

9.5. Carte di microzonazione sismica (MS_0203)

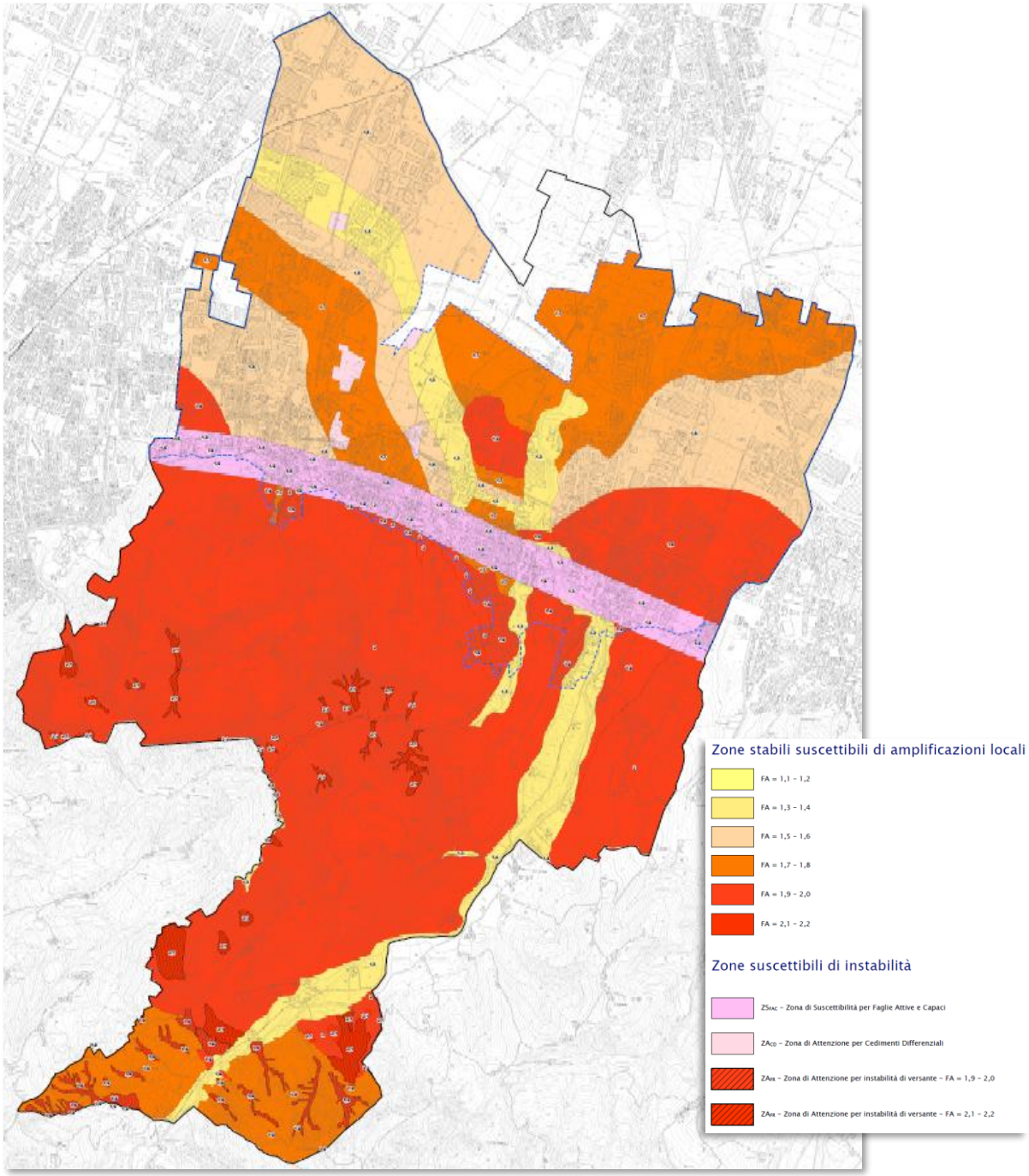


Figura 49 - Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione della **PGA**, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

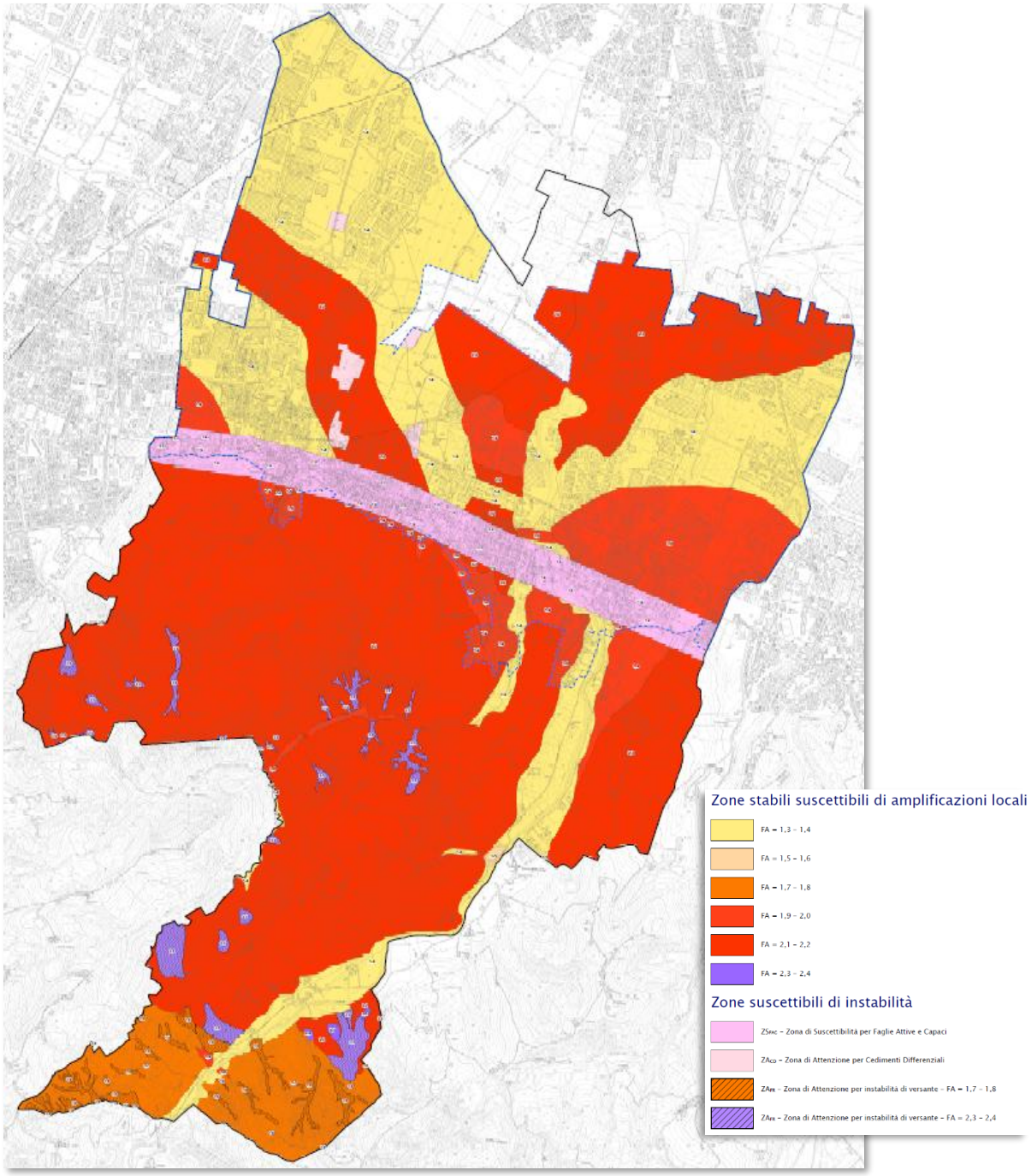


Figura 50 - Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione **FA0105** nell'intervallo d'integrazione compreso tra i periodi 0,1-0,5 s, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

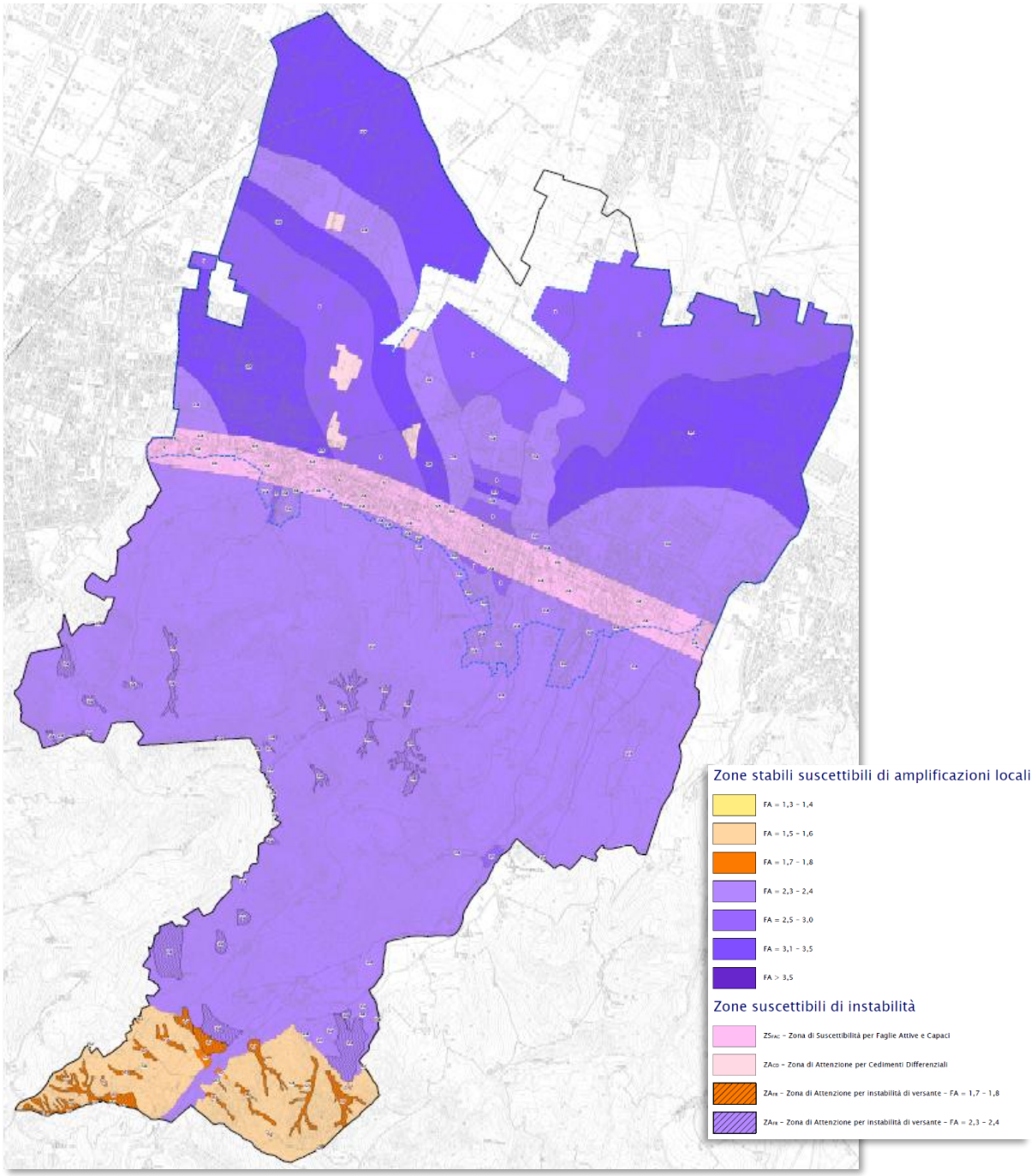


Figura 51 - Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione **FA0408** nell'intervallo d'integrazione compreso tra i periodi 0,4-0,8 s, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

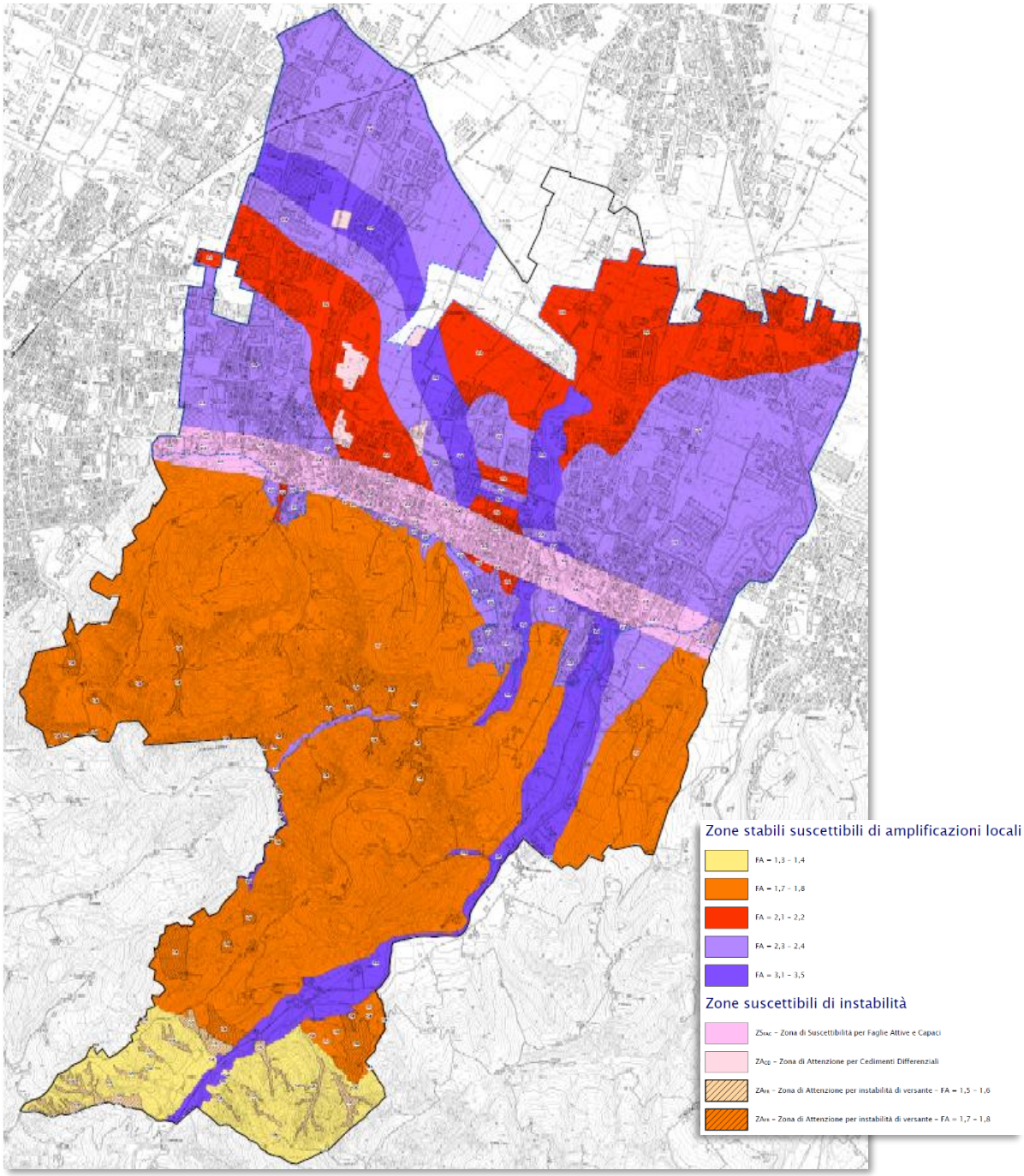


Figura 52 – Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione **FA0711** nell'intervallo d'integrazione compreso tra i periodi 0,7-1,1 s, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

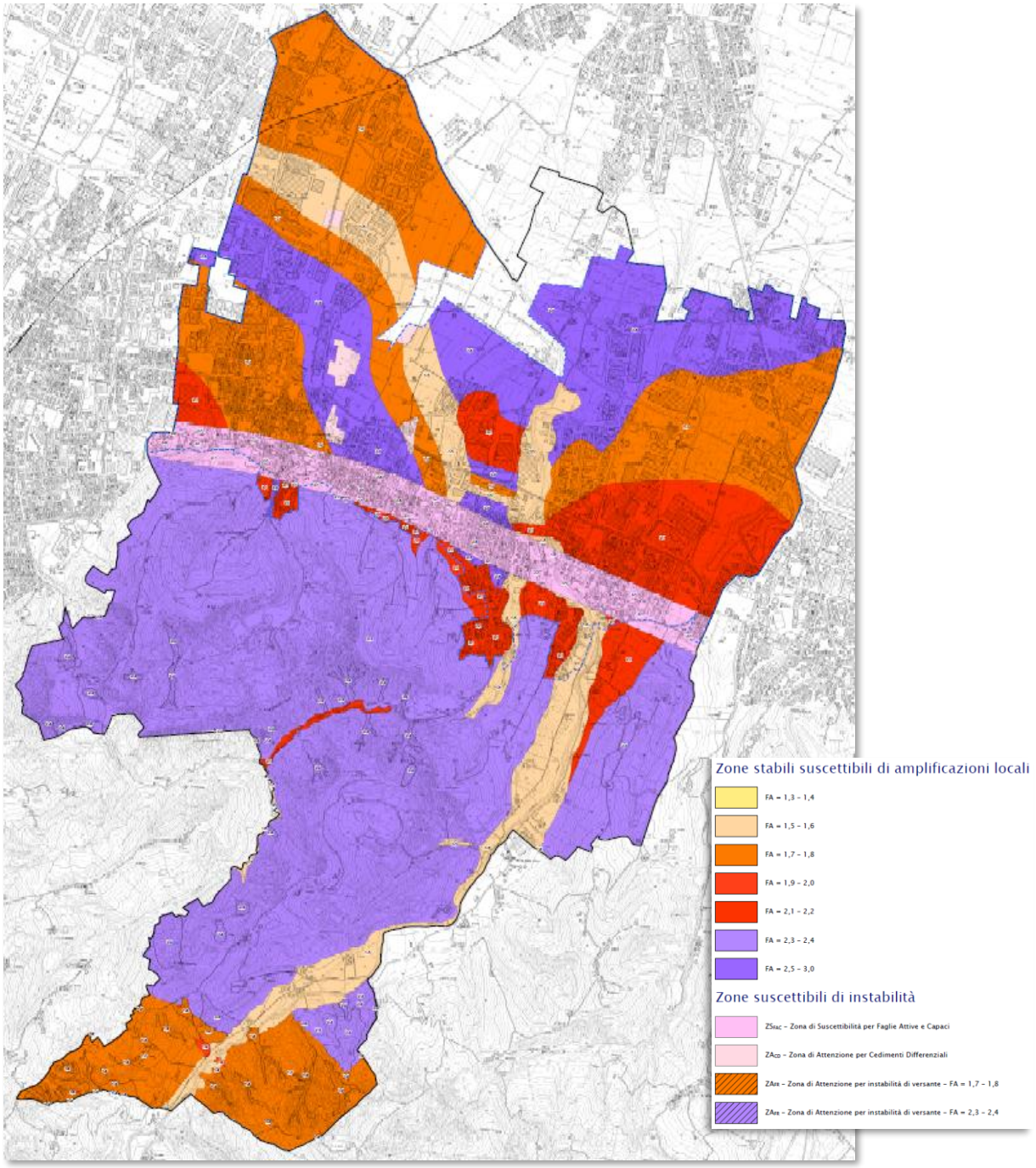


Figura 53 - Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione **FH0105** nell'intervallo d'integrazione compreso tra i periodi 0,1-0,5 s, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

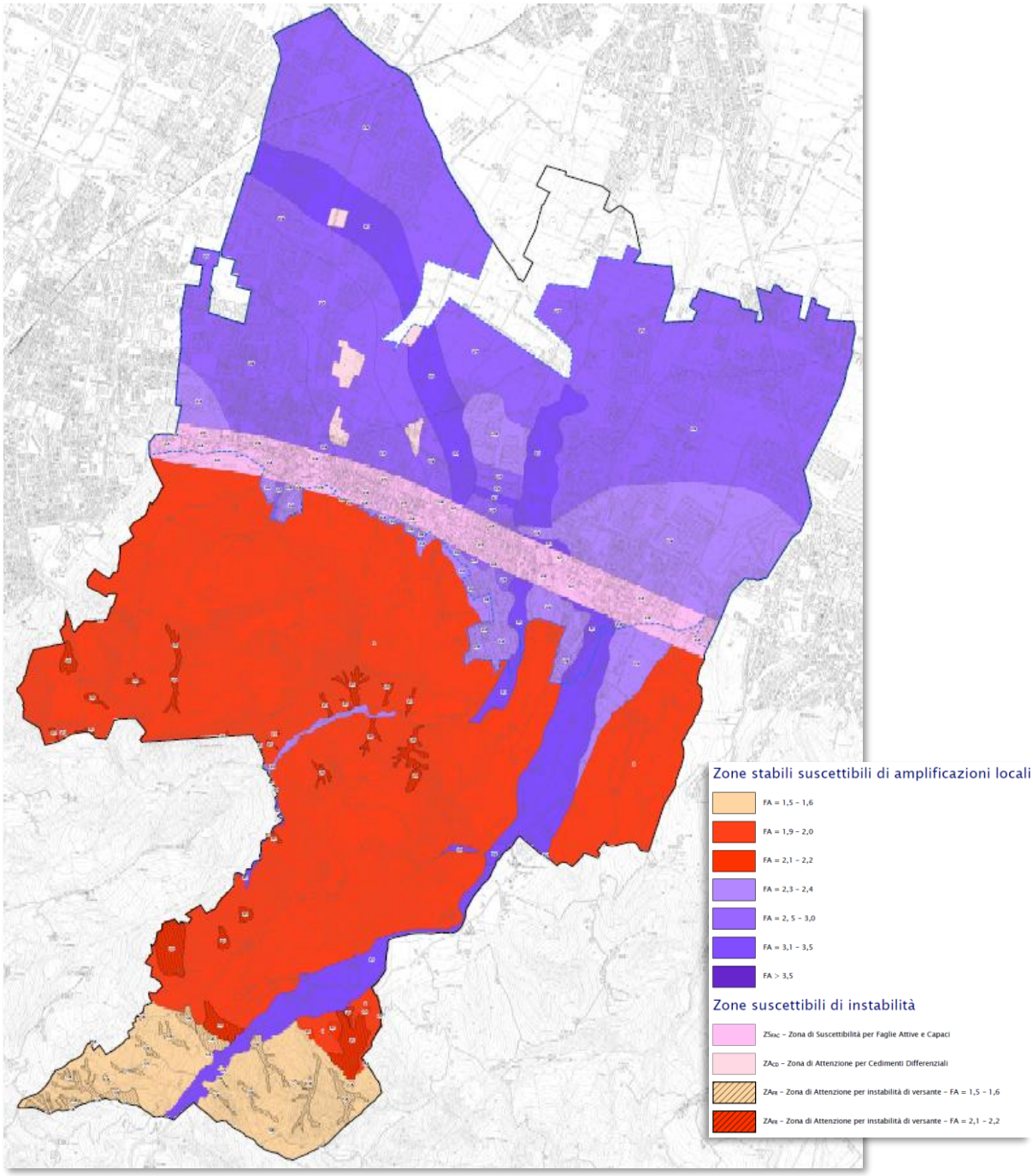


Figura 54 – Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – fattori di amplificazione **FH0510** nell'intervallo d'integrazione compreso tra i periodi 0,5-1,0 s, con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

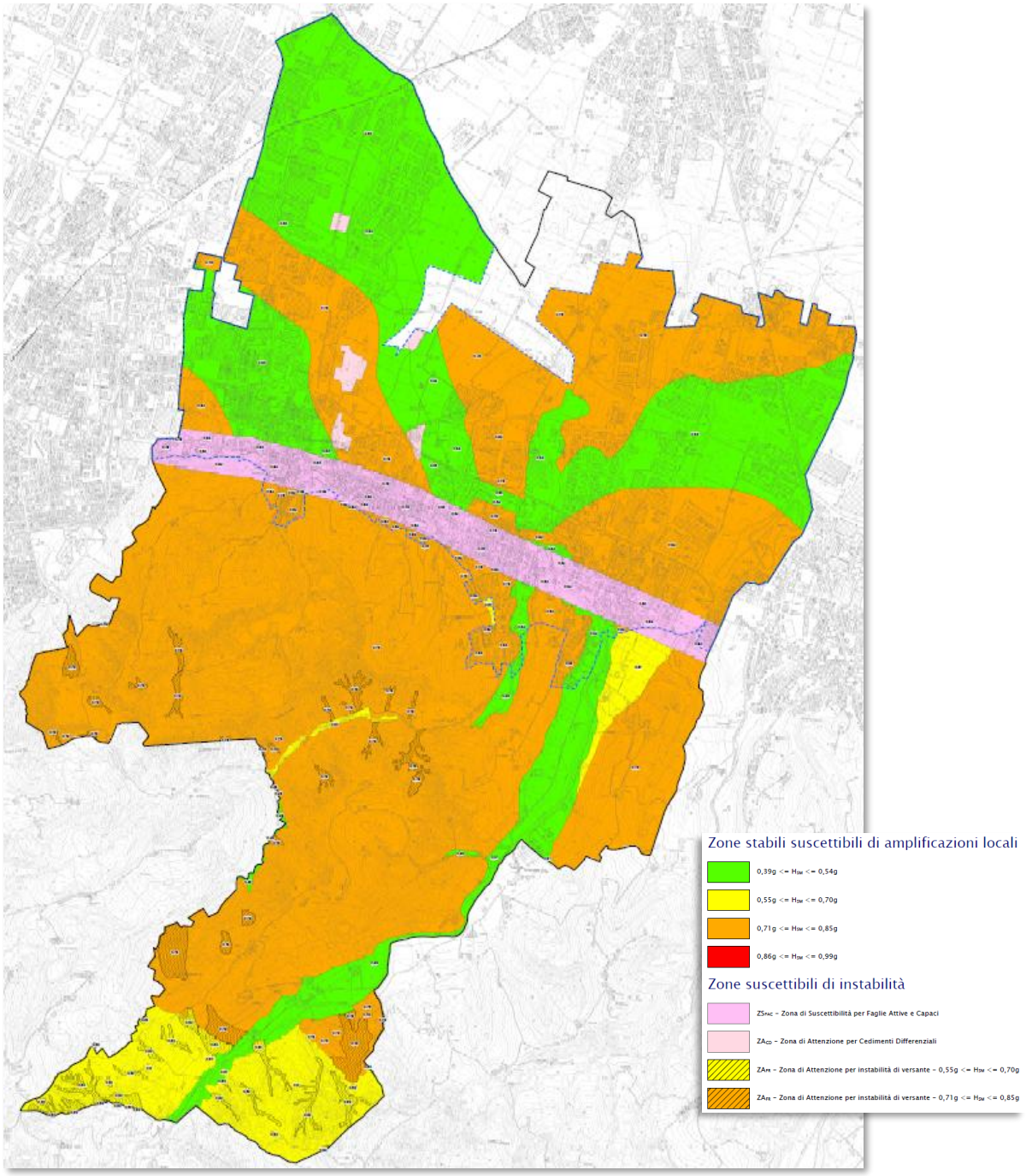


Figura 55 – Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – scuotimento atteso al sito in frazione dell'accelerazione di gravità **H_{SM}** con approfondimenti di III livello per il settore d'alta pianura e di II livello per il settore collinare.

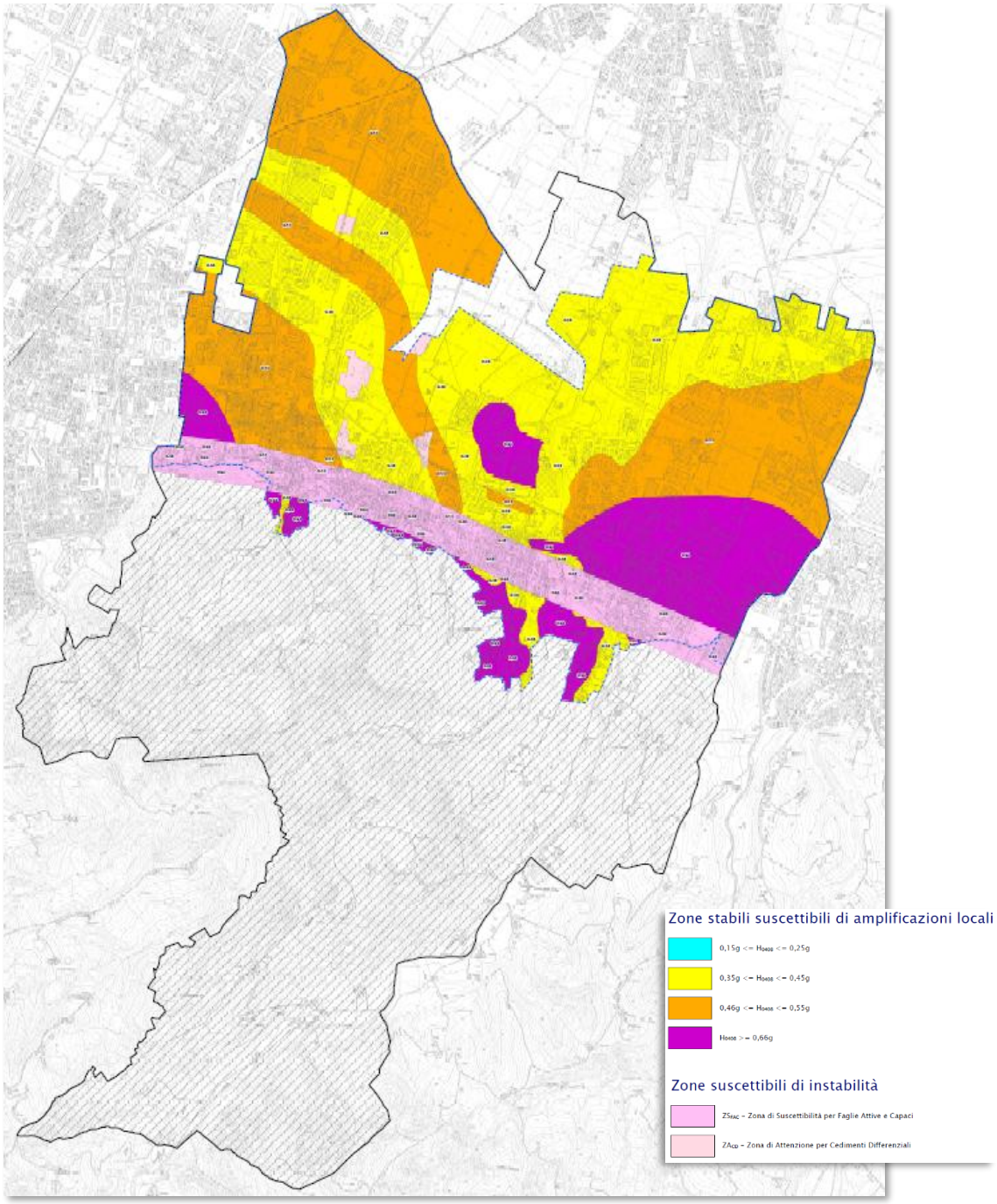


Figura 56 - Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – scuotimento atteso al sito in frazione dell'accelerazione di gravità per l'intervallo di periodi 0,4s≤T≤0,8s (**H0408**) per il settore d'alta pianura oggetto di approfondimenti di III livello.

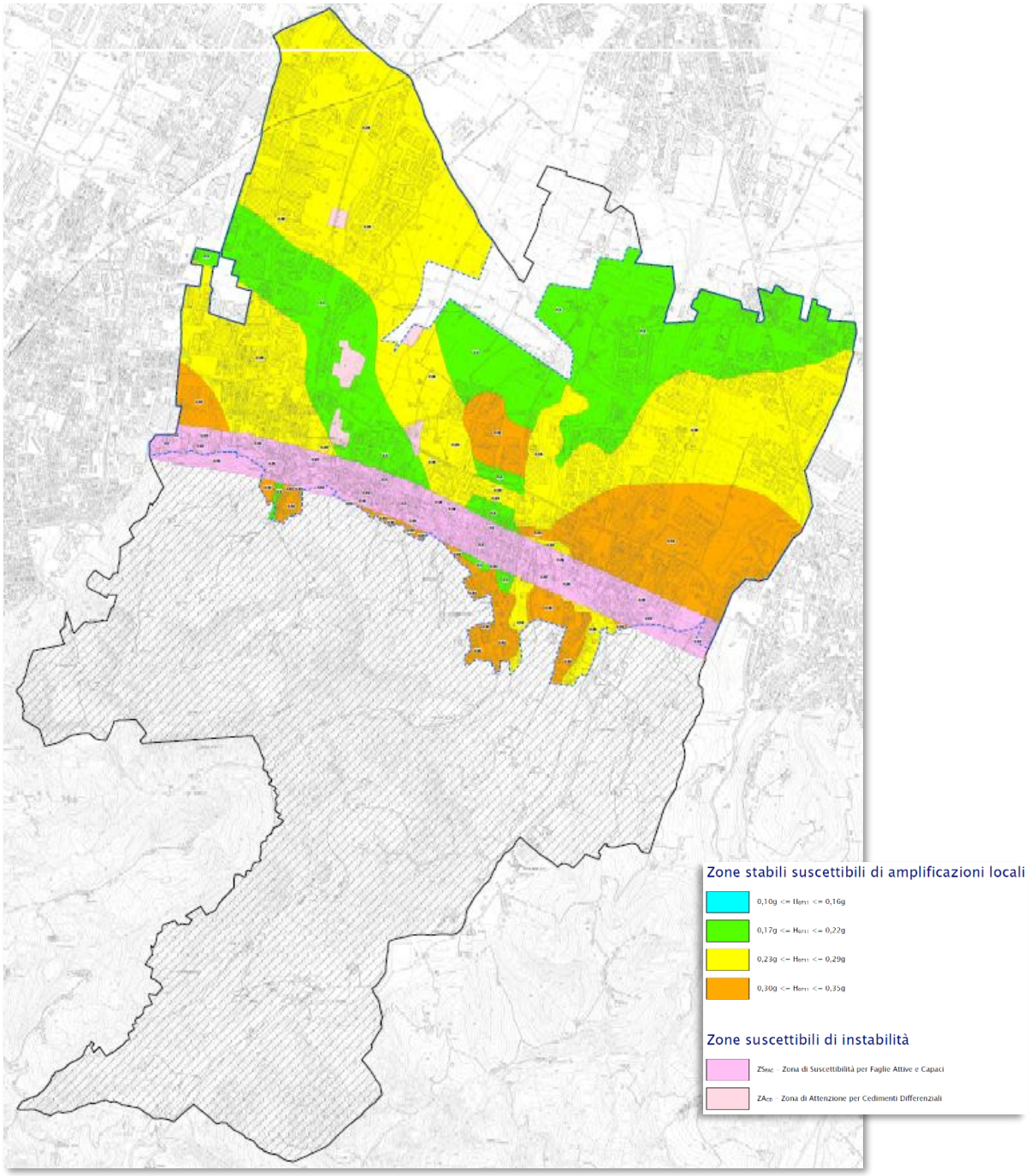


Figura 57 – Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – scuotimento atteso al sito in frazione dell'accelerazione di gravità per l'intervallo di periodi 0,7s≤T≤1,1s (**H0711**) per il settore d'alta pianura oggetto di approfondimenti di III livello.

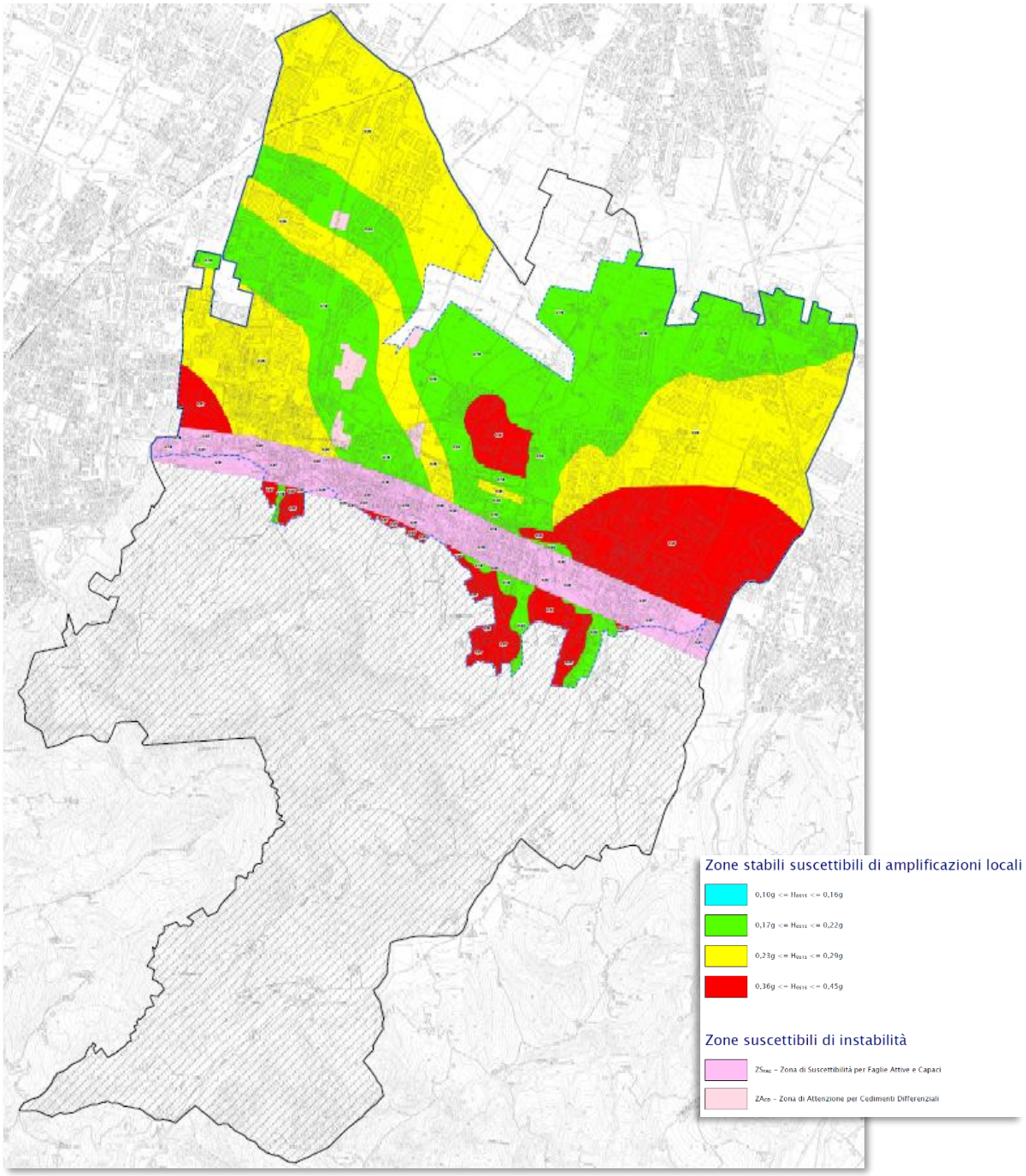


Figura 58 – Stralcio della Tavola di MS_0203 "Carta di microzonazione sismica" – scuotimento atteso al sito in frazione dell'accelerazione di gravità per l'intervallo di periodi 0,5s≤T≤1,5s (**H0515**) per il settore d'alta pianura oggetto di approfondimenti di III livello.

I fattori di amplificazione delle zone stabili suscettibili di amplificazione sono stati ricavati nelle aree indagate col III livello tramite analisi di risposta sismica locale 2D, estrapolando i risultati ottenuti lungo i profili di analisi ad una più ampia area, caratterizzata da condizioni morfologiche e litostratigrafiche simili a quelle individuate lungo i profili stessi, nel modo già dettagliato nel capitolo 8.

La zona di suscettibilità per faglie attive e capaci è stata tracciata nel modo dettagliato nei capitoli 6 ed 8. Nonostante non sia richiesto di indicare i valori di amplificazione e di scuotimento assoluto, nella tabella di attributi dello shapefile "Instab" tali valori sono presenti, ottenuti a valle delle due risposte sismiche locali ed estrapolati all'intero territorio indagato. Per questo la zona di suscettibilità per faglia appare in carta suddivisa in diversi poligoni che risultano in continuità con i poligoni adiacenti dello shapefile "Stab". La scelta deriva dalla convinzione che per la pianificazione sia importante mantenere tali valori come riferimento, proprio in ragione della prossimità ad un elemento tettonico che determina una risposta sismica differente a monte e a valle dello stesso.

Nelle zone di III livello, i fattori di amplificazione comprendono già la componente di amplificazione legata alla topografia (ft), pertanto negli shapefile si è deciso di porre il valore dell'amplificazione topografica pari ad 1 mentre quello del fattore di amplificazione della PGA è stato posto uguale al valore restituito dall'analisi di risposta sismica locale 2D, ovvero già comprendente la componente topografica.

Oltre alle carte dei fattori di amplificazione, in questo approfondimento di III livello sono state introdotte quattro nuove carte che mostrano i valori calcolati di scuotimento in accelerazione (in frazione dell'accelerazione di gravità "g") atteso al sito per gli intervalli di periodi: 0,1s-0,5s (H_{SM}); 0,4s-0,8s (H_{0408}); 0,7s-1,1s (H_{0711}) e 0,5s-1,5s (H_{0515}).
Per il settore collinare rimane l'approfondimento di II livello, dove i fattori di amplificazione sono stati ricalcolati in base ai più recenti indirizzi regionali.

10. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Non si hanno dati relativi a danni sul territorio comunale provocati da eventi sismici avvenuti in passato.

11. BIBLIOGRAFIA

Albarello D., Cesi C., Eulilli V., Guerrini F., Lunedei E., Paolucci E., Pileggi D., Puzzilli L.M., 2011. The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 l'Aquila (Italy) earthquake, Boll.Geofis.Teor.Appl., 52, 3, 513-538, DOI 10.4430/bgta0013

Boccaletti, M., Corti, G., Martelli, L., 2011. Recent and active tectonics of the external zone of the Northern Apennines (Italy). Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 100, 1331–1348.

Bonini, M., 2007. Interrelations of mud volcanism, fluid venting, and thrust-anticline folding: Examples from the external northern Apennines (Emilia-Romagna, Italy). J. Geophys. Res. Solid Earth 112, DOI: 10.1029/2006JB004859.

Bonini, M. 2008. Elliptical mud volcano caldera as stress indicator in an active compressional setting (Nirano, Pede-Apennine margin, northern Italy). Geology 36, 2, 131-134.

Bonini, M., Tanini, C., 2009. Tectonics and quaternary evolution of the Northern Apennines

watershed area (upper course of Arno and Tiber rivers, Italy). Geol. J. 44, 2–29.

Yang, J., Yan, X.R., 2009. Site response to multi-directional earthquake loading: A practical procedure. Soil Dyn. Earthq. Eng. 29, 710–721.

Il Tecnico incaricato

Dott. Geol. Valeriano Franchi

Allegato 1

Tomografie elettriche e sismiche di nuova esecuzione nelle aree in Comune di Fiorano Modenese (ex ceramica Cisa-Cerdisa e Centro Sportivo di Spezzano)

2 stendimenti di geoelettrica, 2 stendimenti di sismica a rifrazione

PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI FIORANO MODENESE

INDAGINI GEOFISICHE CON METODO GEOELETTRICO E METODO SISMICO TOMOGRAFICO

RAPPORTO TECNICO

GEO-V SRL
STRADA CAVEDOLE 12/
C 41126 PORTILE - MO

NOVEMBRE 2021

INDICE

INTRODUZIONE 3
INDAGINE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 4
METODO DI INDAGINE 4
STRUMENTAZIONE 6
ELABORAZIONE 7
RISULTATI 8
INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 11
METODO DI INDAGINE 11
STRUMENTAZIONE 12
ELABORAZIONE 12
RISULTATI 14
CONCLUSIONI .....

ALLEGATI

- Sezioni geoelettriche tomografiche con ubicazione delle stese
- Sezioni sismiche tomografiche con ubicazione delle stese

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

INTRODUZIONE

Il giorno 29 novembre 2021 è stata eseguita una campagna geofisica con metodo geoelettrico e con metodo sismico a rifrazione, entrambi con elaborazione tomografica, nel Comune di Fiorano Modenese. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di definire le caratteristiche geofisiche dei terreni.

A tal scopo sono state realizzate 2 stendimenti geoelettrici e 2 stendimenti sismici a rifrazione.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

INDAGINE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

METODO DI INDAGINE

La prospezione geoelettrica è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di conducibilità elettrica nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati, permettendo la definizione di unità elettrostratigrafiche e l'individuazione di strutture sepolte.

L'indagine è realizzata disponendo secondo geometrie predefinite (linee rette, loop, linee incrociate ecc.) una serie di picchetti di acciaio collegati tra loro da cavi multicanale, tramite i quali è immessa corrente nel terreno, generando quindi un campo elettrico; simultaneamente sono registrare le variazioni di potenziali indotte. La successiva elaborazione tomografica consente di stimare la distribuzione della resistività (grandezza inversa della conducibilità elettrica) nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

Nella presente campagna sono stati eseguiti 2 stendimenti con 48 elettrodi e spaziatura interelettrodica di 9,0 m (stendimento Fiorano) e di 5,0 m (stendimento Spezzano), per lunghezza delle linee rispettivamente di 405,0 m e 225,0 m. Tali interdistanze sono state scelte per soddisfare le condizioni principali del lavoro:

- ottenere una risoluzione sufficiente a definire caratteristiche geoelettriche e rapporti geometrici tra i terreni indagati.
- Raggiungere la profondità significativa per lo scopo dell'indagine.

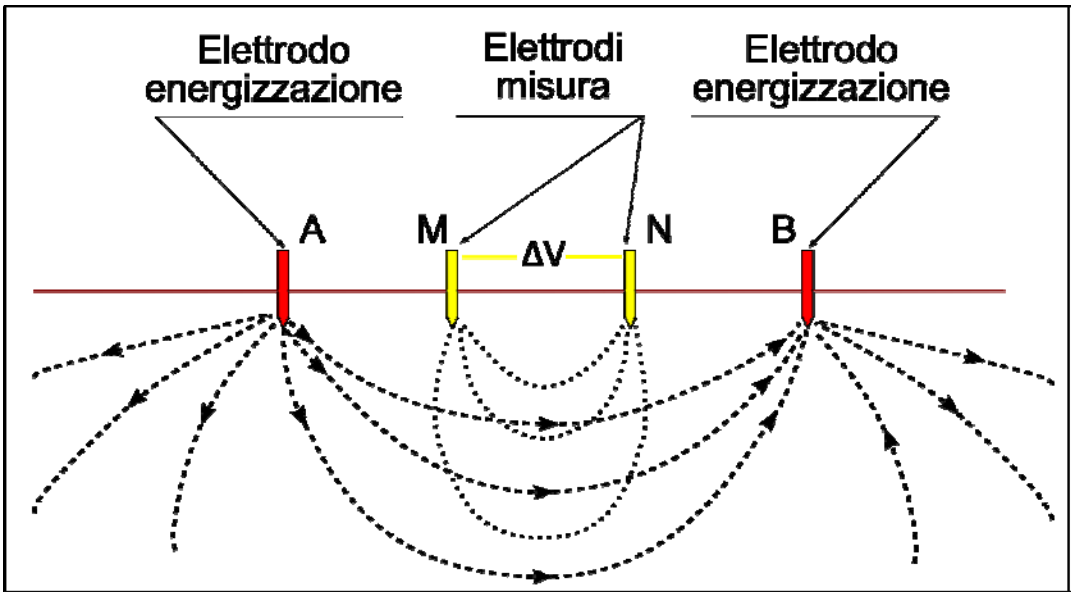
Gli stendimenti sono stati ubicati compatibilmente con gli spazi disponibili e la logistica del sito. Per un più efficace accoppiamento tra elettrodi e terreno è stata utilizzata una soluzione salina di acqua e cloruro di sodio.

Il metodo di prospezione utilizzato nella presente indagine è il "Wenner-Schlumberger". Esso prevede l'uso di due dipoli distinti: uno per energizzare il terreno con corrente continua e l'altro per misurare la differenza di potenziale indotta.

Il principio fisico del metodo è così schematizzabile: una corrente elettrica è inviata nel mezzo da indagare tramite una coppia di elettrodi (elettrodi energizzanti), la risultante distribuzione di potenziale elettrico indotto è determinata tramite una seconda coppia di elettrodi (elettrodi di

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

misura). Un voltmetro collegato agli elettrodi di misura consente la determinazione della differenza di potenziale agli elettrodi. Viene così rilevata ogni disomogeneità (corpi a diversa capacità di conduzione elettrica) presente nel mezzo investigato, poiché esso deflette le linee di corrente e distorce pertanto la normale distribuzione di potenziale elettrico. Misurando la caduta di potenziale su due punti si è in grado di determinare la resistività elettrica del mezzo moltiplicando il rapporto di caduta di potenziale/corrente per un coefficiente geometrico dipendente dalla posizione degli elettrodi sul terreno. Variando la posizione del dispositivo elettrodico sull'area da investigare si determina la distribuzione di resistività nel volume interessato dalla circolazione di corrente elettrica.



- Schema geoelettrico quadripolare Wenner-Schlumberger -

Nel metodo "Wenner-Schlumberger" i picchetti energizzanti (denominati A e B) sono disposti esternamente ai picchetti di misura (M-N). L'energizzazione viene eseguita su una coppia di picchetti mantenendo fissa la coppia di misura (M-N) ed allargando progressivamente la copia di energizzazione, raggiunti gli estremi dello stendimento, viene aumentata la spaziatura della copia di misura (M-N) e ripetuta la sequenza di energizzazione. Questa proceduta viene realizzata con distanza progressivamente crescenti degli elettrodi M-N per aumentare il numero delle misure e quindi migliorare la definizione dell'elaborazione.

Al termine dell'acquisizione sono ottenuti una serie di valori di resistività distribuiti con regolarità lungo linee orizzontali parallele disposte a profondità crescente a formare un trapezio con la base maggiore coincidente con la linea dello stendimento. La profondità di indagine è proporzionale

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

alla tipologia e lunghezza dello stendimento oltre che alle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati; il grado di definizione è funzione dell'interdistanza elettrodica e delle caratteristiche dei materiali.

STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati tomografici è stato utilizzato un georesistivimetro multicanale M.A.E. X612 EM, dotato di elettrodi di tipo passivo.



- Georesistivimetro M.A.E. "X612 EM" -

Lo strumento è in grado di gestire la sequenza di misure e il cambiamento continuo degli elettrodi energizzanti e potenziometrici; può inoltre acquisire contemporaneamente i valori di potenziale su più coppie di misura così da aumentare significativamente la velocità di indagine. Lo strumento è equipaggiato con software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione della geometria e metodologia di indagine;
- verifica delle condizioni di accoppiamento picchetti/terreno;

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

- immissione di corrente nel terreno con intensità, periodo, durata e sequenza opportune;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della deviazione standard;
- visualizzazione grafica della pseudosezione e della deviazione standard delle singole misure;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione;
- individuazione e memorizzazione della posizione dello strumento tramite GPS integrato.

Il georesistivimetro gestisce contemporaneamente tutti gli elettrodi tramite cavi multicanale, in modo che ogni elettrodo possa essere utilizzato sia per immettere corrente nel terreno sia per misurare i valori di potenziale indotto.

ELABORAZIONE

L'elaborazione tomografica è stata sviluppata con software dedicato (Res2Dinv) che permette di convertire le pseudosezioni, costruite sulla base dei valori di resistività apparente misurati, in sezioni riportanti i valori di resistività reale dei diversi materiali presenti nel sottosuolo. Per la restituzione grafica è stato utilizzato il software Surfer 9.

L'elaborazione è sviluppata partendo dalla valutazione statistica della congruenza delle singole misure tramite verifica dello scostamento medio rispetto alle misure più prossime. Il software permette di evidenziare ed eliminare le misure ritenute fuori media che potrebbero alterare l'elaborazione finale. Nell'indagine in oggetto tale procedura ha riguardato una percentuale esigua di valori incongrui, pertanto rimossi, dando indicazione di buona qualità dei dati acquisiti.

Nella fase successiva l'elaborazione ha richiesto l'applicazione di equazioni, parametri di inversione, ottimizzazione e smoothing. Il modello è stato quindi affinato con cicli di elaborazione successivi, tenendo conto anche di parametri derivanti da valutazioni ed informazioni geologiche/geofisiche specifiche del sito oggetto di studio, tra cui la ricostruzione stratigrafiche ricavate da stratigrafie di pozzi distribuiti nell'intorno dell'area di studio.

In conclusione sono state realizzate le sezioni tomografiche rappresentanti la distribuzione della resistività nel terreno per intervalli di valori. Nelle sezioni sono stati evidenziati, con appropriata

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

scala cromatica, i principali cambiamenti di resistività reale ai quali sono riconducibili variazioni fisiche nei terreni investigati.

Il livello di definizione dei risultati è soggetto ad un margine di errore intrinseco, funzione della spaziatura degli elettrodi e delle caratteristiche geometriche ed elettriche dei terreni e degli algoritmi di calcolo. Inoltre anche pochi dati anomali ubicati in posizioni periferiche della sezione possono portare alla generazione, in quello specifico settore dell'elaborazione, di artefatti o di accentuazione di anomalie che tuttavia non inficiano in alcun modo la validità complessiva del modello geofisico.

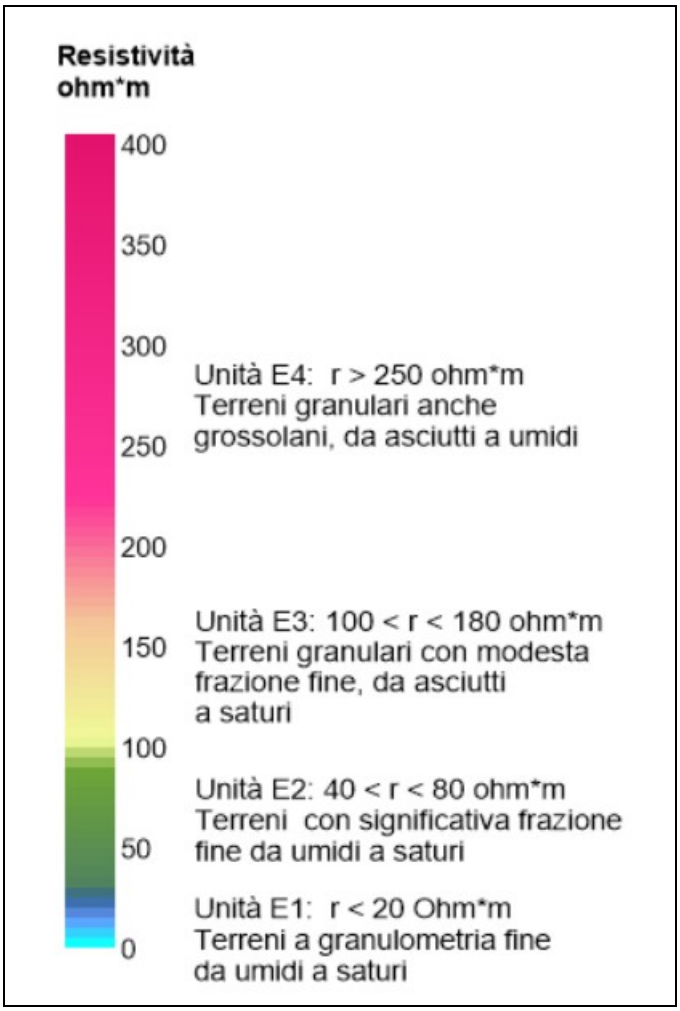
Va ricordato che le sezioni interpretative mostrano una suddivisione elettrostratigrafica ricostruita sul differente comportamento elettrico dei terreni investigati. È quindi possibile che il passaggio da una unità elettrostratigrafica all'altra non corrisponda necessariamente ad un passaggio litologico netto.

RISULTATI

Lo studio della distribuzione della resistività nel volume di terreno indagato ha consentito di individuare 4 unità geoelettriche fino ad una profondità massima di circa 40 metri da piano campagna nella sezione di Fiorano:

- **Unità geoelettrica L1**, ha valori di resistività inferiori a 20 Ohm·m circa. Essa è correlabile con depositi naturali e materiali rimaneggiati a granulometria fine, da umidi a saturi.
- **Unità geoelettrica L2**, ha valori compresi tra 40 e 80 Ohm·m ed è associabile a depositi naturali e materiali rimaneggiati con significativa frazione fine, da umidi a saturi.
- **Unità geoelettrica L3**, ha valori compresi tra 100 e 180 Ohm·m ed è associabili a depositi granulari e materiali rimaneggiati con frazione fine in diminuzione all'aumentare dei valori di resistività, da asciutti a saturi.
- **Unità geoelettrica L4**, ha valori superiori 250 Ohm·m ed è associabile a depositi granulari e materiali rimaneggiati, anche grossolani, da asciutti a umidi.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com



- Scala cromatica adottata -

Sezione Fiorano (ex ceramica Cisa-Cerdisa)

(lunghezza 405,0 m)

La sezione presenta un livello superficiale correlabile all'unità geoelettrica E2 che si spinge fino a 10 m circa di profondità. In prossimità della superficie topografica, e con sviluppo discontinuo, si osserva il passaggio graduale a valori di resistività più bassi, da associare all'unità geoelettrica E1. A partire da 10-12 m di profondità sono presenti terreni più resistivi, correlabili alle unità E3 ed E4. Questo livello resistivo mantiene uno spessore medio di circa 20 m, tuttavia all'interno si notano variazioni di resistività sia in senso verticale che orizzontale. In particolare si rileva una riduzione di spessore del livello resistivo in prossimità dell'estremità sud della sezione, con un concomitante avvicinamento alla superficie topografica del livello resistivo (unità E3). Sempre nel settore sud si ha la risalita dell'unità conduttiva E1 fino a circa -20 m da piano campagna, con una contestuale

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

netta riduzione di spessore dell'unità E2. Alla base del livello resistivo (unità E3 e E4) si ha il passaggio, abbastanza ben definito, a terreni associabili all'unità E2 che passano, attorno a -50 m da piano campagna, a materiali più conduttivi (unità E1); la transizione appare graduale, essendo la variazione del gradiente delle curve di isoresistività poco accentuata. Tale passaggio risulta meglio definito all'estremità sud della sezione, come sopra indicato.

Sezione Spezzano (centro sportivo)

(lunghezza 225,0 m)

La distribuzione dei valori della resistività nella sezione presenta una marcata differenza tra il settore nord e il settore centro-sud. Nel settore nord sono presenti terreni correlabili con l'unità geoelettrica E3 e, localmente, con l'unità E4; tali unità, invece, risultano assenti nel settore centro-sud, dove predominano materiali associabili all'unità E1, con passaggi graduali all'unità E2. La distribuzione delle curve di isoresistività nel settore centro-sud non evidenzia una chiara suddivisione elettrostratigrafica, mentre verso nord si evidenzia un livello resistivo (unità E3 e E4) che aumenta di spessore dal corso d'acqua verso l'estremità della sezione. Al di sotto si ha un livello conduttivo (unità E1), probabilmente da correlare con materiali saturi e/o con maggior frazione granulometrica fine. In posizione stratigraficamente sottoposta torna a essere presente l'unità geoelettrica resistiva E3.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

METODO DI INDAGINE

La sismica a rifrazione è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di velocità delle onde sismiche nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati e la conseguente determinazione di unità sismostratigrafiche.

Tale metodo consiste nel disporre, lungo una linea, una serie di geofoni che registrino le perturbazioni (onde sismiche) indotte nel terreno da una sorgente energizzante artificiale ubicata in posizione nota. Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si costruiscono i diagrammi delle dromocrone, i quali permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati al di sotto dello stendimento di geofoni.

La successiva elaborazione tomografica prevede di stimare la distribuzione delle velocità delle onde sismiche nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo che tendono a minimizzare le differenze tra il modello elaborato e i dati di partenza (misure dei primi arrivi). La tomografia sismica consente di raggiungere una migliore definizione della distribuzione delle velocità e risulta indicata in aree ad elevata acclività o con morfologie sepolte irregolari o allo scopo di raggiungere una maggior definizione dell'andamento dei rifrattori.

Nella presente campagna sono stati realizzati 2 stendimenti sismici con 24 geofoni, entrambi con spaziatura intergeofonica di 5,0 e lunghezza pari a 115,0 m. Tale distanza intergeofonica ha consentito di ottenere una buona risoluzione sia orizzontale che verticale.

Gli stendimenti sono stati ubicati in base alle indicazioni della committenza, all'obiettivo dell'indagine, all'accessibilità e agli spazi disponibili.

Lungo ogni linea sismica il terreno è stato energizzato in punti ben precisi allo scopo di acquisire un numero di registrazioni tali da consentire un'analisi tomografica ottimale.

In particolare sono state eseguite energizzazioni (tiri) in 7 punti, disposti come segue:

- 2 tiri simmetrici (end-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 1,0 metri dai geofoni n. 1 e n. 24;
- 5 tiri interni allo stendimento con spaziatura regolare.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

In fase di acquisizione non sono stati individuati “disturbi” sismici di origine naturale o antropica in grado di interferire significativamente con il segnale acquisito. Per migliorare la qualità dei dati sono stati realizzati più tiri per ogni punto di energizzazione e quindi sommati (operazione di somma).

STRUMENTAZIONE

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo multicanale PASI 16S24-U, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 125 microsec a 256 millisec su 24+1 canali e lunghezza registrazione estesa fino a 1600 campioni. I geofoni verticali utilizzati, PASI, hanno una frequenza propria di 10 Hz e sono collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati. Per visualizzazione, gestione e registrazione dei segnali è utilizzato un laptop dotato di software proprietario.

Lo strumento è in grado di gestire l’acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare sul canale n. 25 l’instante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell’amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione dei filtraggi per le frequenze indesiderate;
- visualizzazione accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione.

Sistema di energizzazione è composto da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 8 kg – mod SIS-020-000), agente a percussione su una piastra quadrata di alluminio (dimensioni 20x20x5 cm).

ELABORAZIONE

L’elaborazione dei record sismici è stata effettuata con un software specialistici (Front End, DW Tomo e Surfer 9) che hanno consentito di effettuare l’analisi ed il filtraggio del segnale sismico, il

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

picking dei primi arrivi, la costruzione delle dromocrone, l'elaborazione tomografica e, infine, la restituzione grafica.

Per tutti i record sismici acquisiti è stata eseguita l'analisi del segnale nel dominio del tempo e delle frequenze, seguita da filtraggi per eliminare, ove possibile, le frequenze non associabili ad impulsi sismici utili. I records così processati sono stati utilizzati per effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P. La visualizzazione simultanea di tutte le dromocrone e della loro media ha consentito di definire velocità e spessori del modello iniziale monodimensionale, utilizzato per di eseguire una prima inversione tomografica. Il metodo di elaborazione, applica algoritmi di inversione basati sulla teoria del volume di Fresnel la quale adotta un approccio fondato sull'analisi della propagazione volumetrica dell'impulso sismico piuttosto che sulla definizione della propagazione dei singoli raggi.

In funzione della geometria dello stendimento, del percorso degli impulsi sismici e della morfologia superficiale è stata definita la griglia dell'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, rappresentato il percorso dei raggi sismici nel sottosuolo e quindi realizzato un primo modello tomografico bidimensionale. Tale modello è stato affinato con cicli di elaborazione successivi, tenendo conto anche di parametri derivanti da valutazioni ed informazioni geologiche/geofisiche specifiche del sito oggetto di studio.

Per ogni sezione sismica sono stati elaborati diversi modelli, verificando per ognuno la congruità geologica/geofisica e la distribuzione statistica dei valori di velocità che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i tempi misurati ed i tempi calcolati per tutti i raggi.

Il modello finale, valido per entrambe le stese, e scelto per descrivere la sismostratigrafia del sito, è quello ritenuto maggiormente significativo da un punto di vista geofisico e geologico e che meglio si approssima alla risposta sismica reale del sottosuolo evidenziata dai record sismici acquisiti.

In conclusione sono state restituite sezioni sismostratigrafiche rappresentanti la distribuzione per intervalli delle velocità sismiche e le relative geometrie dei sismostrati.

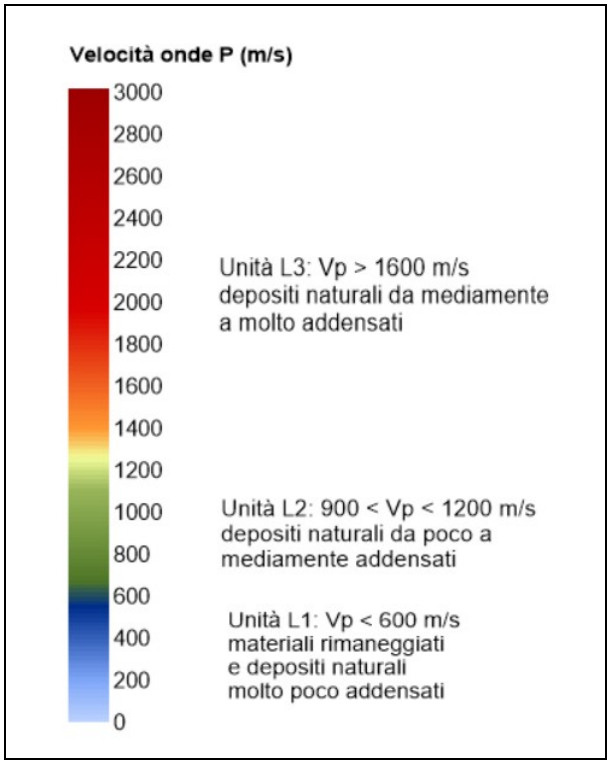
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

RISULTATI

Dall'analisi dei segnali sismici è stata riscontrata una sufficiente risposta dei terreni investigati; la qualità dei record sismici ottenuti ha così permesso di definire le caratteristiche sismostratigrafiche lungo la sezione investigata.

L'elaborazione tomografica ha consentito di individuare 3 unità sismostratigrafiche a partire da piano campagna:

- **Unità L1**, presenta velocità inferiori a circa 600 m/s. Essa è correlabile depositi naturali e materiali rimaneggiati molto poco addensati. Il passaggio all'unità sottostante (L2) risulta ben definito.
- **Unità L2**, è caratterizzata da velocità comprese tra 900 m/s e 1200 m/s. L'unità è associabile a depositi naturali e materiali rimaneggiati da poco a mediamente addensati.
- **Unità L3**, è caratterizzata da velocità superiori ai 1600 m/s. Si tratta dell'unità più profonda individuata nella presente indagine ed è correlabile con depositi naturali da mediamente a molto addensati all'aumentare della velocità sismica.



- Scala cromatica adottata -

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

È importante ricordare che il passaggio da una unità sismica all'altra ha un significato principalmente geofisico, essendo il passaggio stesso una superficie separante zone caratterizzate da diverse velocità di propagazione dell'impulso sismico.

Sezione Fiorano (ex ceramica Cisa-Cerdisa)

(Lunghezza 115,0 m)

La sezione tomografica evidenzia un primo livello a bassa velocità (unità sismica L1) il cui spessore passa gradualmente dai circa 2 m a sud, ai 3 m all'estremità nord della sezione. La sottostante unità sismica L2 ha spessore compreso tra 6 e 9 m, sempre con un incremento graduale verso nord. La sottostante unità sismica L3 raggiunge la massima profondità indagata nel presente studio (circa -25 m da piano campagna).

L'interfaccia sismica L1/L2 ha andamento regolare con debole immersione verso nord; anche l'interfaccia sottostante, L2/L2, presenta un'immersione verso nord, leggermente più marcata di quella dell'interfaccia soprastante. Entrambe hanno un andamento regolare privo di variazioni di quota significative.

Sezione Spezzano (centro sportivo)

(Lunghezza 115,0 m)

Il sismostrato superficiale (L1), a bassa velocità sismica, mantiene uno spessore medio di circa 2 m, sostanzialmente costante lungo tutta la sezione. Al di sotto si ha un livello (L2) che presenta un graduale aumento di spessore da nord verso sud, passando da 4 a circa 6 m. Il passaggio al sismostrato più profondo (L3) risulta meglio definito nel settore nord della sezione dove il gradiente delle curve di isovelocità è più elevato, mentre nel settore sud la transizione appare meno definita.

L'interfaccia sismica L1/L2 ha andamento sub-orizzontale senza variazioni di quota significative; l'interfaccia sottostante L2/L3 presenta una blanda immersione verso sud, e un andamento regolare, sebbene nel tratto sud della sezione sia più difficoltoso definirla con precisione a causa del gradiente meno accentuato delle curve di isovelocità.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

SEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE CON UBICAZIONE DELLE STESSE

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

PROVINCIA DI MODENA

COMUNE DI FIORANO

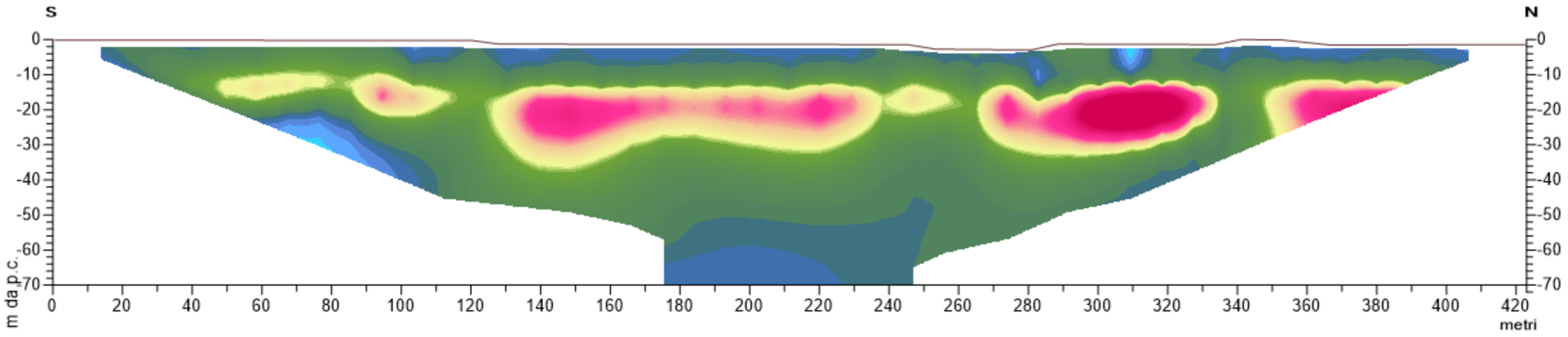
INDAGINE GEOELETTRICA - ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

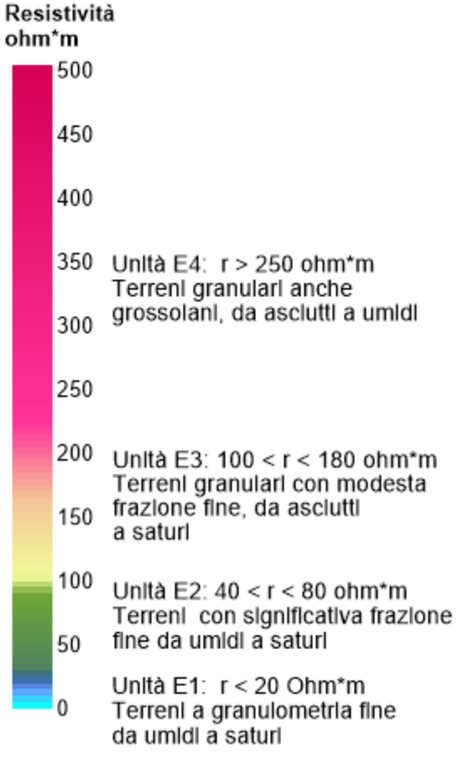


- Ubicazione stesa -

SEZIONE T1

ex ceramica Cisa-Cerdisa





PROVINCIA DI MODENA

COMUNE DI FIORANO

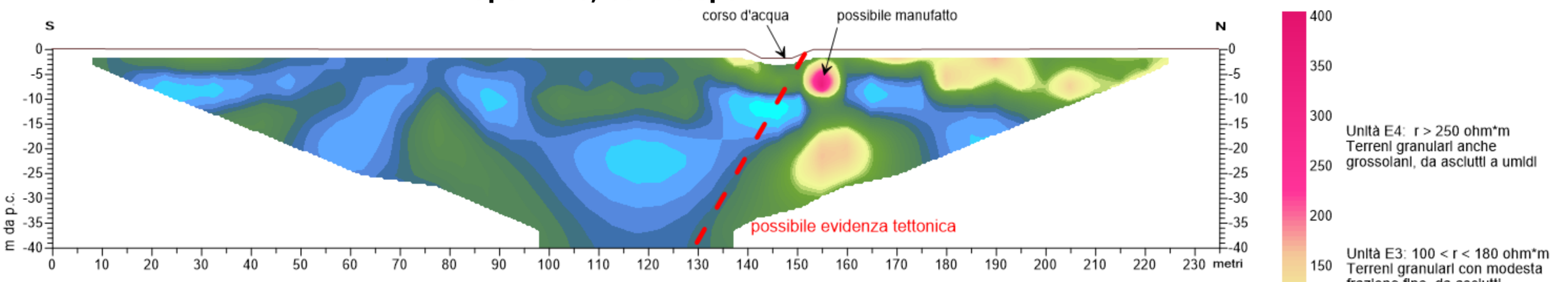
INDAGINE GEOELETTRICA - ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



- Ubicazione stesa -

SEZIONE T1

Spezzano, centro sportivo



SEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE CON UBICAZIONE DELLE STESSE

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

PROVINCIA DI MODENA

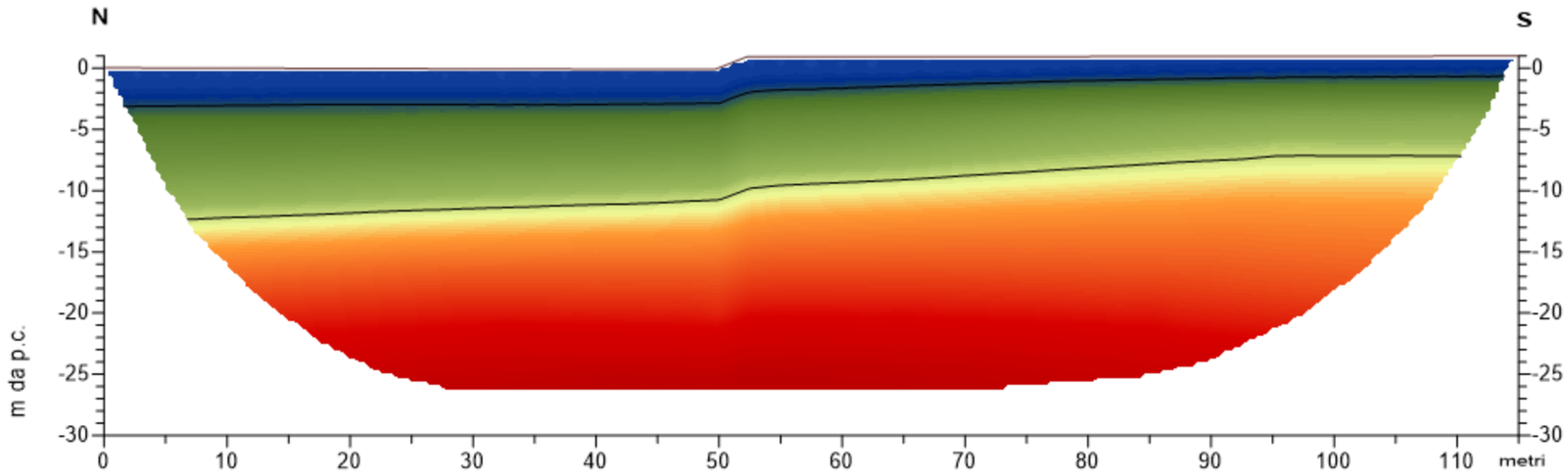
COMUNE DI FIORANO

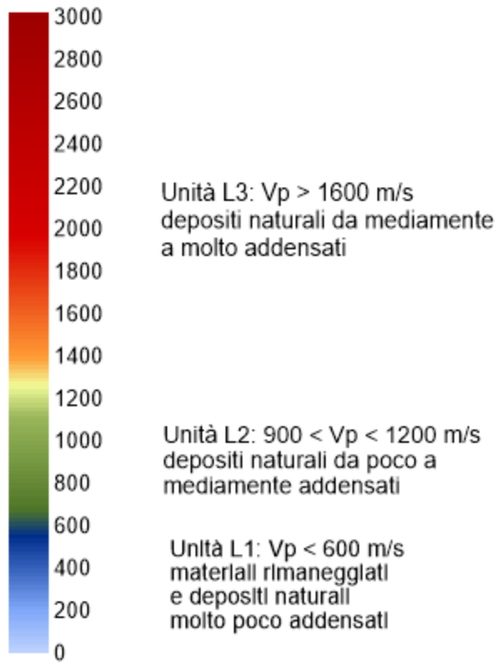
INDAGINE SISMICA
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



- Ubicazione stendimento -

SEZIONE SIS1
ex ceramica Cisa-Cerdisa





PROVINCIA DI MODENA

COMUNE DI FIORANO

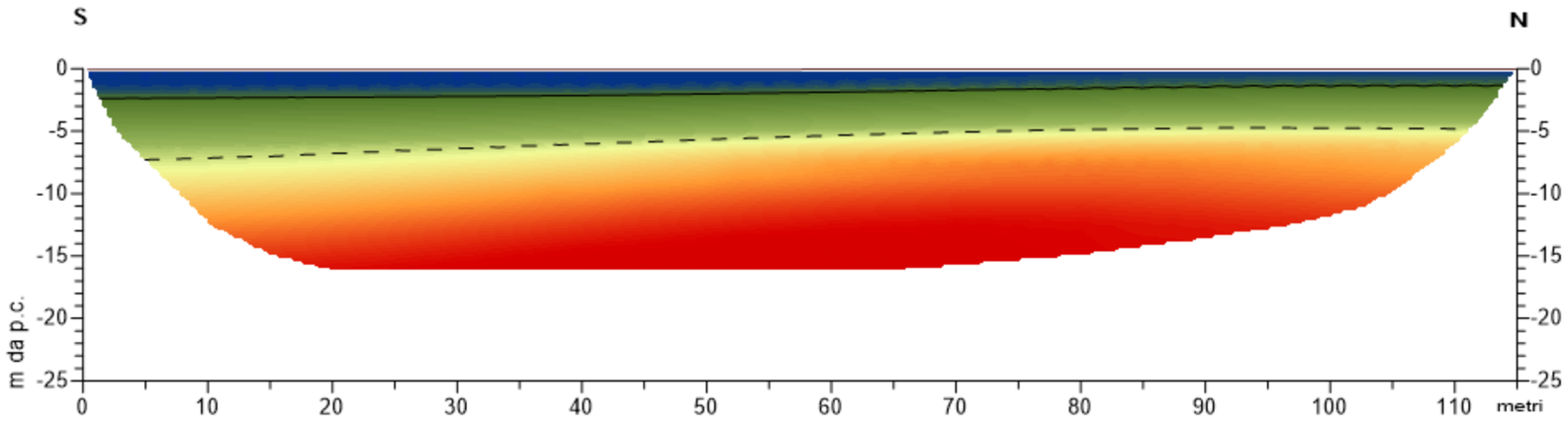
INDAGINE SISMICA
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

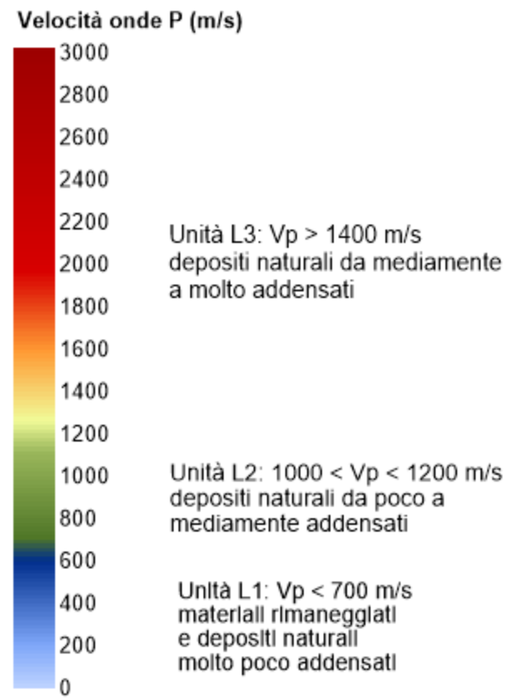


- Ubicazione stendimento -

SEZIONE SIS1

Spezzano, centro sportivo





Allegato 2
Indagini geofisiche di nuova esecuzione per la misura del rumore ambientale
(ex ceramica Cisa-Cerdisa)

(3 HVSR)

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA MODENA

COMUNE DI FIORANO

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA HVSR

RELAZIONE TECNICA

GEO-V SRL
STRADA CAVEDOLE 12/C
41126 PORTILE - MO

NOVEMBRE 2021

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vseq attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

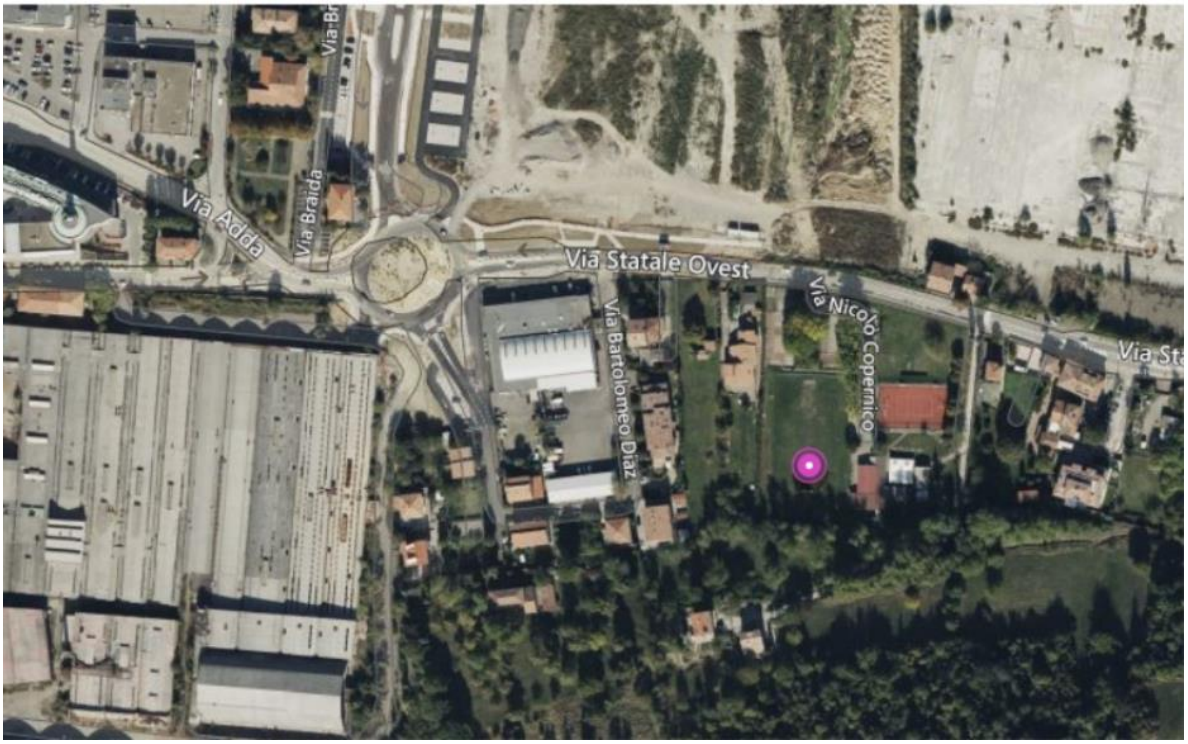
Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vseq.

Dati generali

Nome progetto:	**HVSR SUD**
Cantiere:	Fiorano
Località:	Fiorano
Data:	21/11/2021
Operatore:	Dott. Geol. Capocchi Stefano
Data:	21/11/2021
Latitudine:	44.53850415
Longitudine:	10.802744716

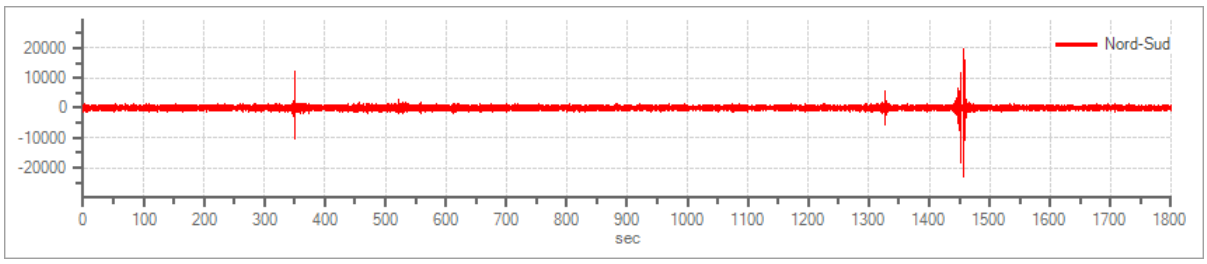


Tracce in input

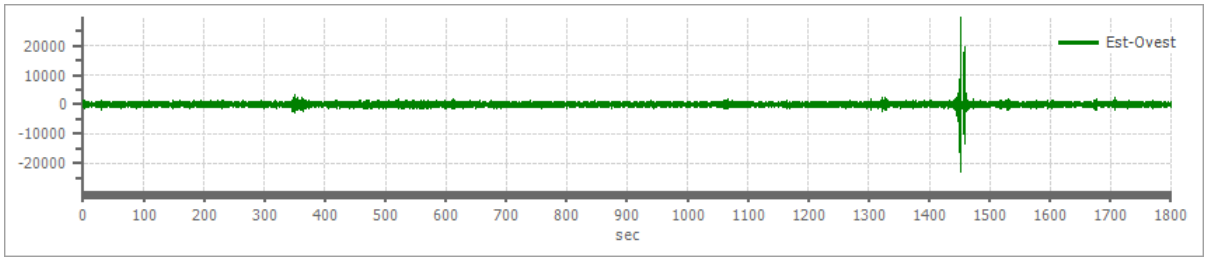
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	300.00 Hz
Numero campioni:	540000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

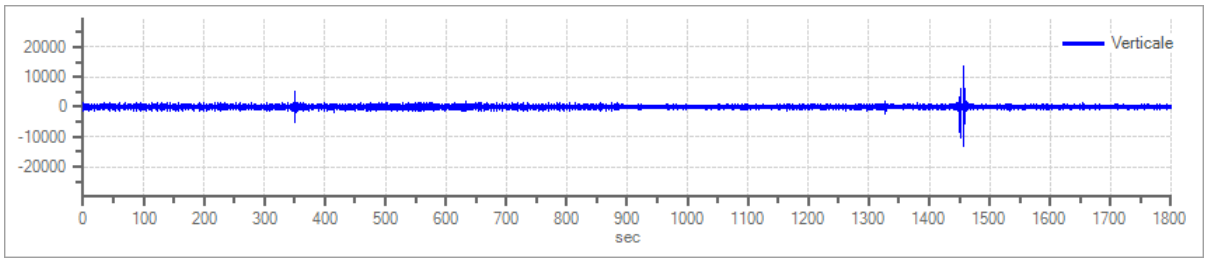
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 84
Numero finestre incluse nel calcolo: 84
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

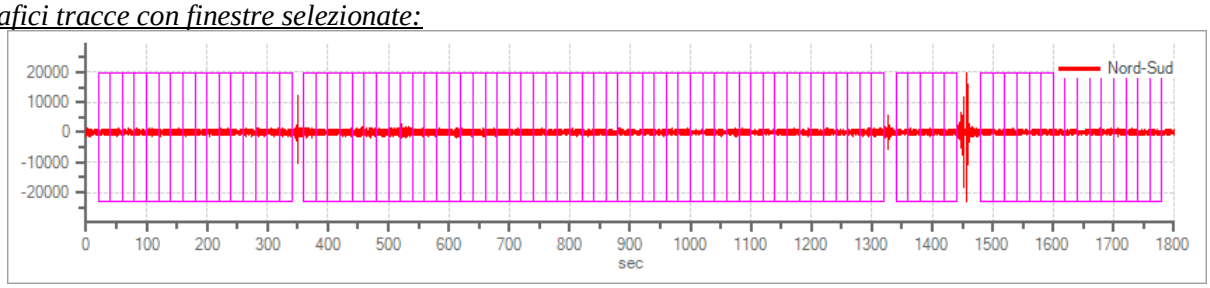
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	60	80	Inclusa
4	80	100	Inclusa
5	100	120	Inclusa
6	120	140	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	220	240	Inclusa
12	240	260	Inclusa
13	260	280	Inclusa
14	280	300	Inclusa
15	300	320	Inclusa
16	320	340	Inclusa
17	360	380	Inclusa
18	380	400	Inclusa
19	400	420	Inclusa
20	420	440	Inclusa
21	440	460	Inclusa
22	460	480	Inclusa
23	480	500	Inclusa

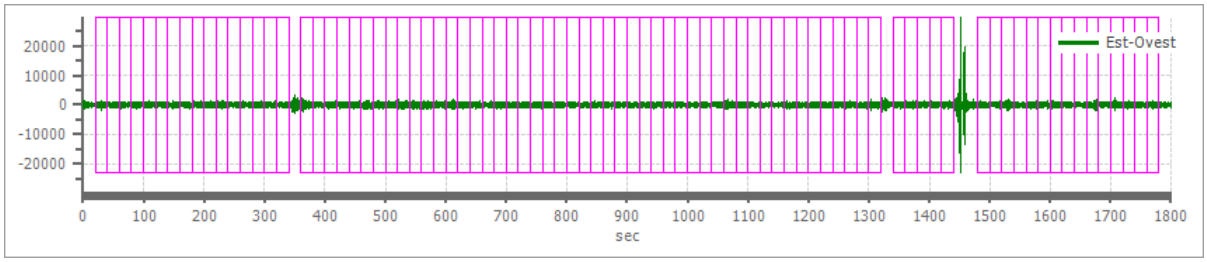
24	500	520	Inclusa
25	520	540	Inclusa
26	540	560	Inclusa
27	560	580	Inclusa
28	580	600	Inclusa
29	600	620	Inclusa
30	620	640	Inclusa
31	640	660	Inclusa
32	660	680	Inclusa
33	680	700	Inclusa
34	700	720	Inclusa
35	720	740	Inclusa
36	740	760	Inclusa
37	760	780	Inclusa
38	780	800	Inclusa
39	800	820	Inclusa
40	820	840	Inclusa
41	840	860	Inclusa
42	860	880	Inclusa
43	880	900	Inclusa
44	900	920	Inclusa
45	920	940	Inclusa
46	940	960	Inclusa
47	960	980	Inclusa
48	980	1000	Inclusa
49	1000	1020	Inclusa
50	1020	1040	Inclusa
51	1040	1060	Inclusa
52	1060	1080	Inclusa
53	1080	1100	Inclusa
54	1100	1120	Inclusa
55	1120	1140	Inclusa
56	1140	1160	Inclusa
57	1160	1180	Inclusa
58	1180	1200	Inclusa
59	1200	1220	Inclusa
60	1220	1240	Inclusa
61	1240	1260	Inclusa
62	1260	1280	Inclusa
63	1280	1300	Inclusa
64	1300	1320	Inclusa
65	1340	1360	Inclusa
66	1360	1380	Inclusa
67	1380	1400	Inclusa
68	1400	1420	Inclusa
69	1420	1440	Inclusa
70	1480	1500	Inclusa
71	1500	1520	Inclusa
72	1520	1540	Inclusa
73	1540	1560	Inclusa
74	1560	1580	Inclusa
75	1580	1600	Inclusa
76	1600	1620	Inclusa
77	1620	1640	Inclusa
78	1640	1660	Inclusa
79	1660	1680	Inclusa

80	1680	1700	Inclusa
81	1700	1720	Inclusa
82	1720	1740	Inclusa
83	1740	1760	Inclusa
84	1760	1780	Inclusa

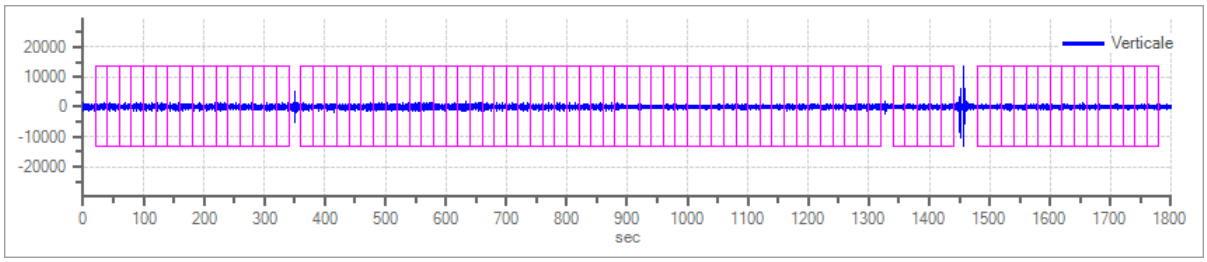
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

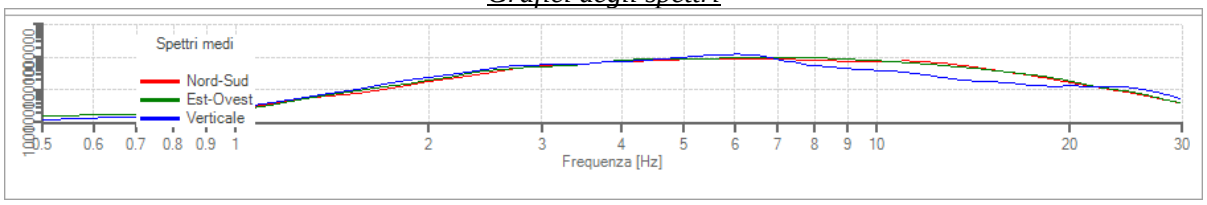


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

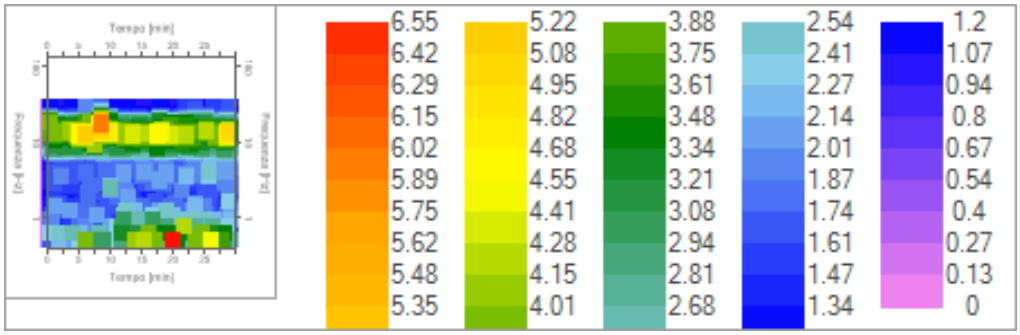


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

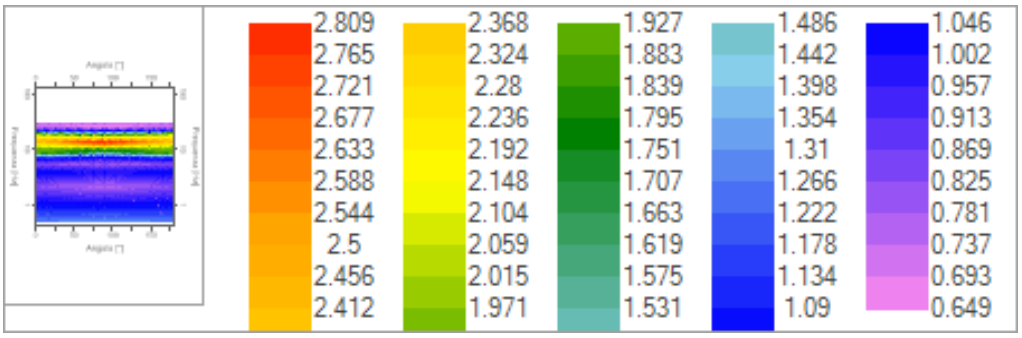
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

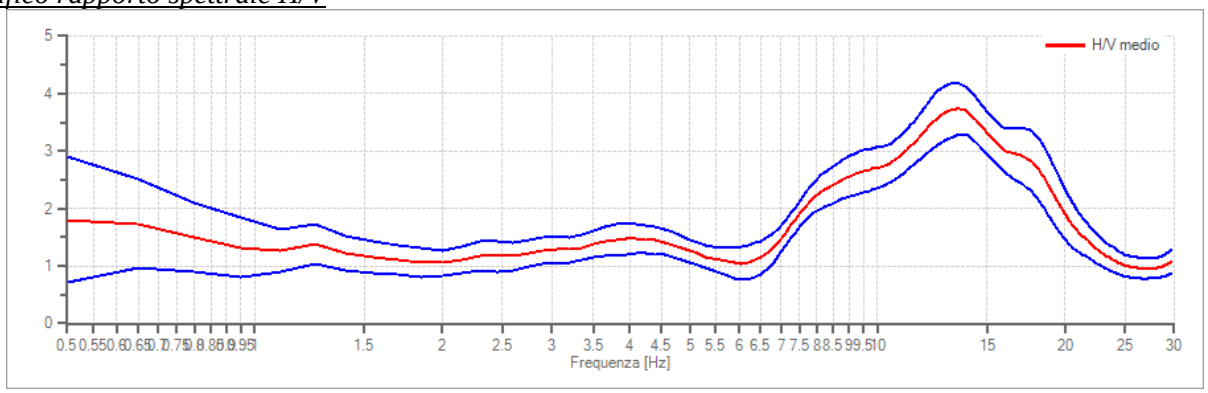
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.55 Hz ±0.12 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

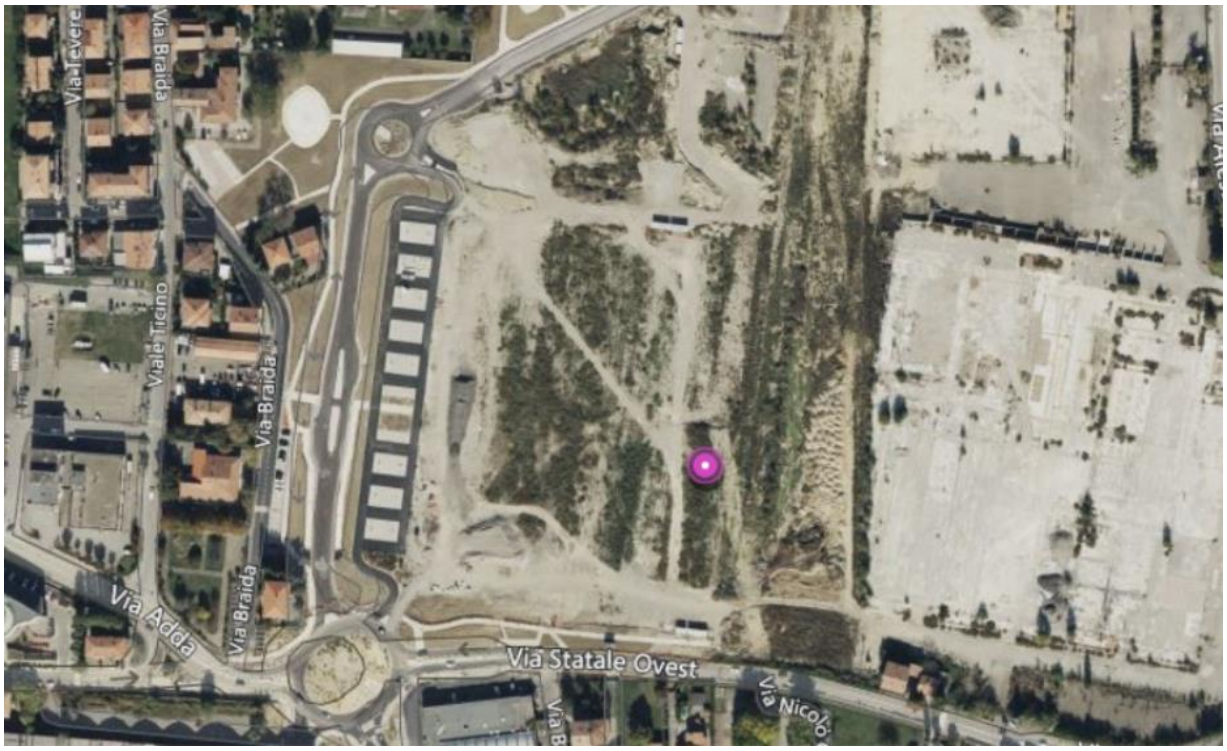
Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
	Ok

$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ Ok

Dati generali

Nome progetto:	**HVSR CENTRO**
Cantiere:	Fiorano
Località:	Fiorano
Data:	21/11/2021
Operatore:	Dott. Geol. Capocchi Stefano
Data:	21/11/2021
Latitudine:	44.540198006
Longitudine:	10.8025127827

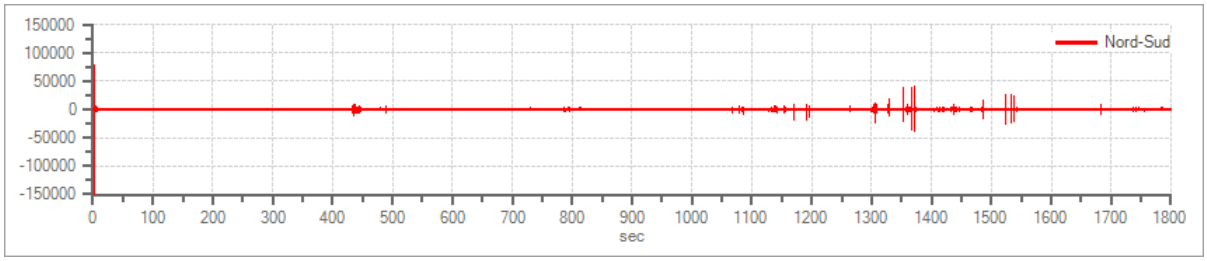


Tracce in input

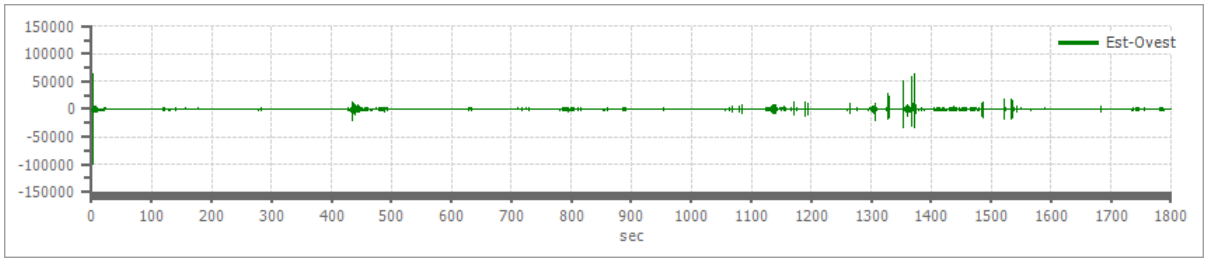
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

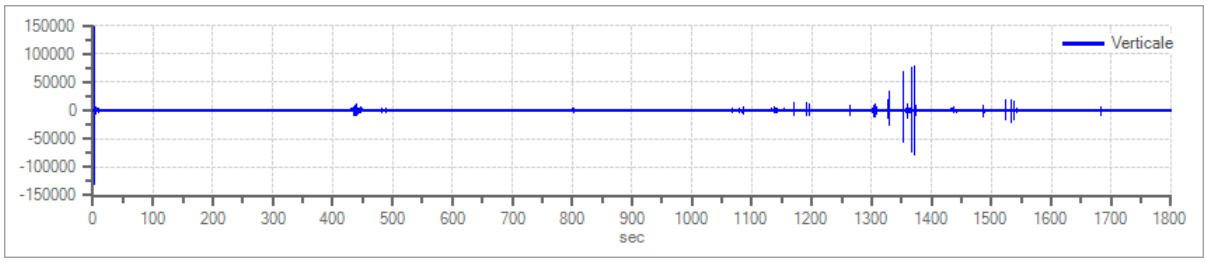
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

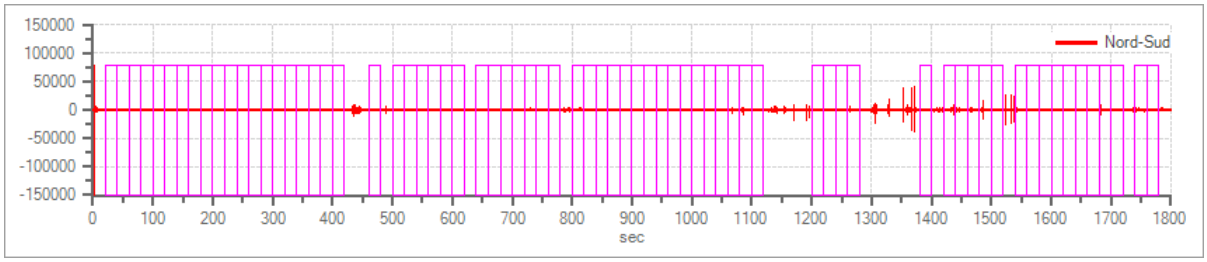
Numero totale finestre selezionate: 71
Numero finestre incluse nel calcolo: 71
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

Tabella finestre:

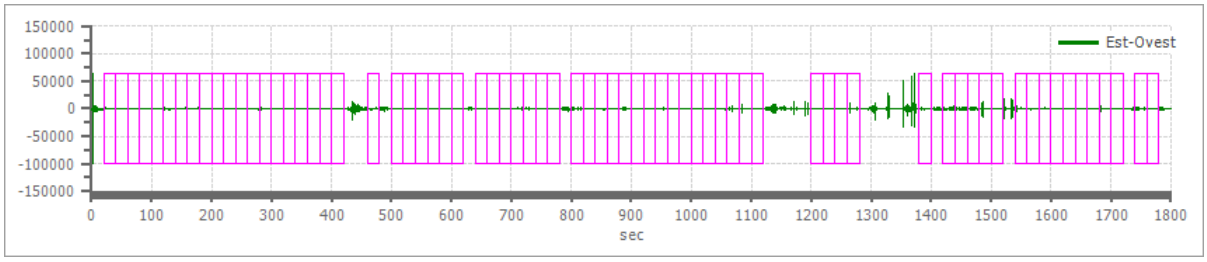
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	60	80	Inclusa
4	80	100	Inclusa
5	100	120	Inclusa
6	120	140	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	220	240	Inclusa
12	240	260	Inclusa
13	260	280	Inclusa
14	280	300	Inclusa
15	300	320	Inclusa
16	320	340	Inclusa
17	340	360	Inclusa
18	360	380	Inclusa
19	380	400	Inclusa
20	400	420	Inclusa
21	460	480	Inclusa
22	500	520	Inclusa
23	520	540	Inclusa
24	540	560	Inclusa
25	560	580	Inclusa

26	580	600	Inclusa
27	600	620	Inclusa
28	640	660	Inclusa
29	660	680	Inclusa
30	680	700	Inclusa
31	700	720	Inclusa
32	720	740	Inclusa
33	740	760	Inclusa
34	760	780	Inclusa
35	800	820	Inclusa
36	820	840	Inclusa
37	840	860	Inclusa
38	860	880	Inclusa
39	880	900	Inclusa
40	900	920	Inclusa
41	920	940	Inclusa
42	940	960	Inclusa
43	960	980	Inclusa
44	980	1000	Inclusa
45	1000	1020	Inclusa
46	1020	1040	Inclusa
47	1040	1060	Inclusa
48	1060	1080	Inclusa
49	1080	1100	Inclusa
50	1100	1120	Inclusa
51	1200	1220	Inclusa
52	1220	1240	Inclusa
53	1240	1260	Inclusa
54	1260	1280	Inclusa
55	1380	1400	Inclusa
56	1420	1440	Inclusa
57	1440	1460	Inclusa
58	1460	1480	Inclusa
59	1480	1500	Inclusa
60	1500	1520	Inclusa
61	1540	1560	Inclusa
62	1560	1580	Inclusa
63	1580	1600	Inclusa
64	1600	1620	Inclusa
65	1620	1640	Inclusa
66	1640	1660	Inclusa
67	1660	1680	Inclusa
68	1680	1700	Inclusa
69	1700	1720	Inclusa
70	1740	1760	Inclusa
71	1760	1780	Inclusa

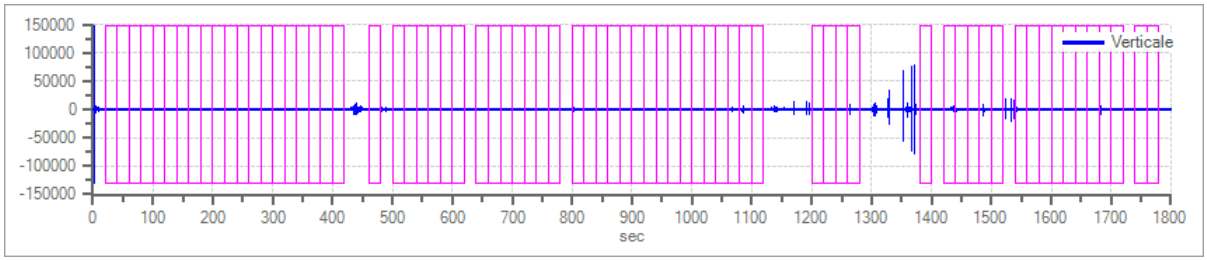
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

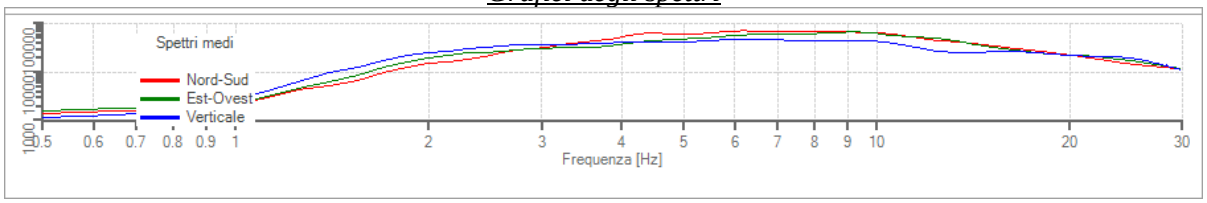


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

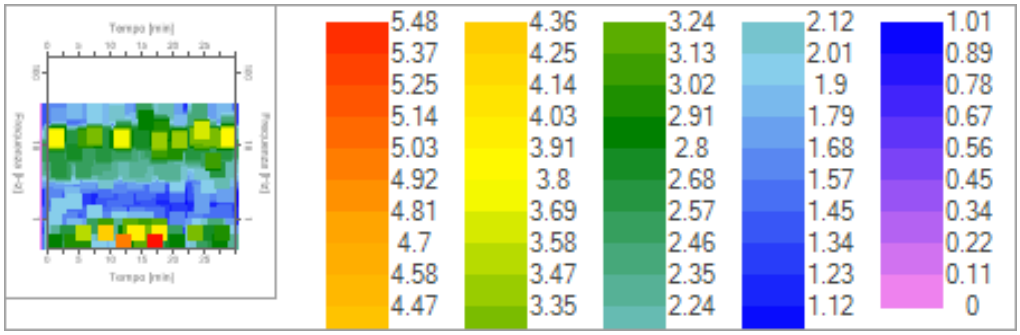


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

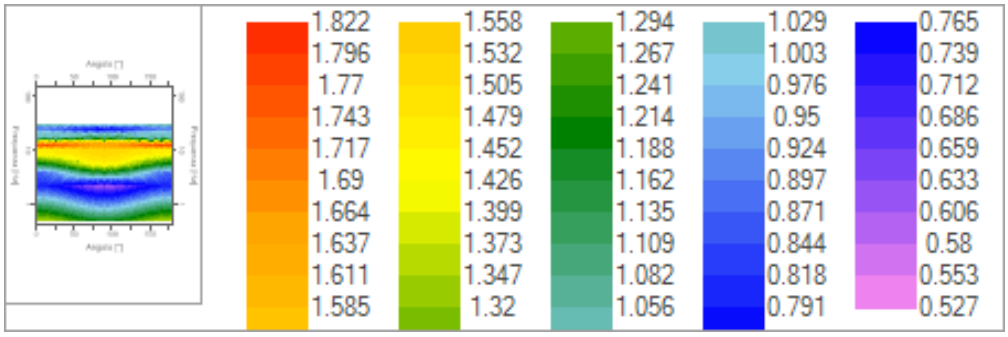
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

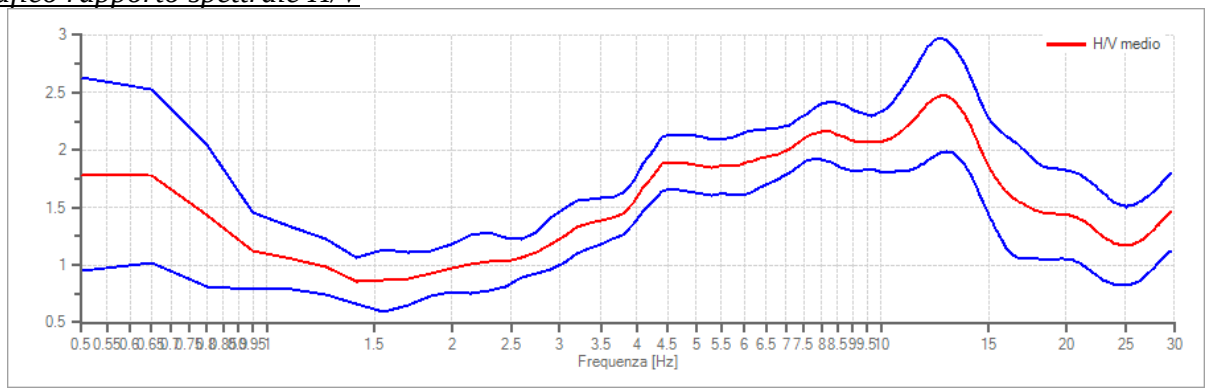
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.50 Hz ±0.20 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

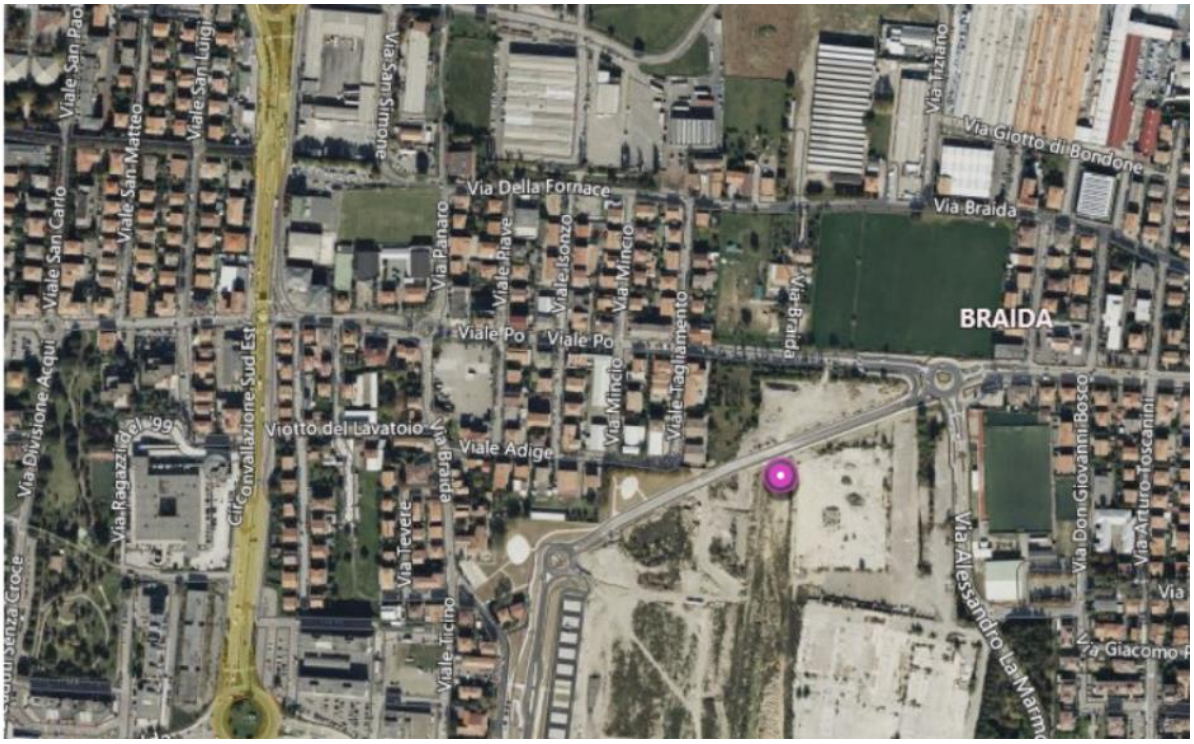
Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato

$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}\left[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)\right] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Dati generali

Nome progetto:	**HVSR NORD**
Cantiere:	Fiorano
Località:	Fiorano
Data:	21/11/2021
Operatore:	Dott. Geol. Capocchi Stefano
Data:	21/11/2021
Latitudine:	44.5423881
Longitudine:	10.80338308

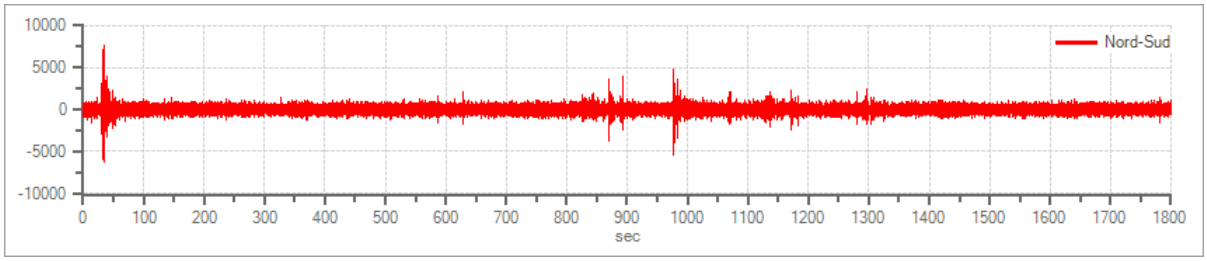


Tracce in input

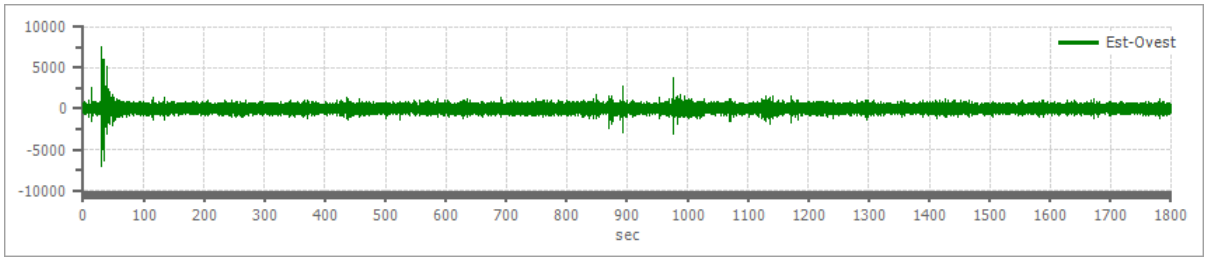
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

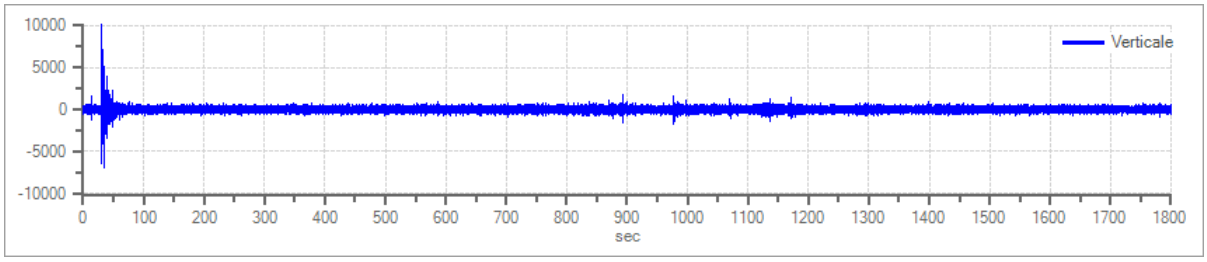
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 84
Numero finestre incluse nel calcolo: 84
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

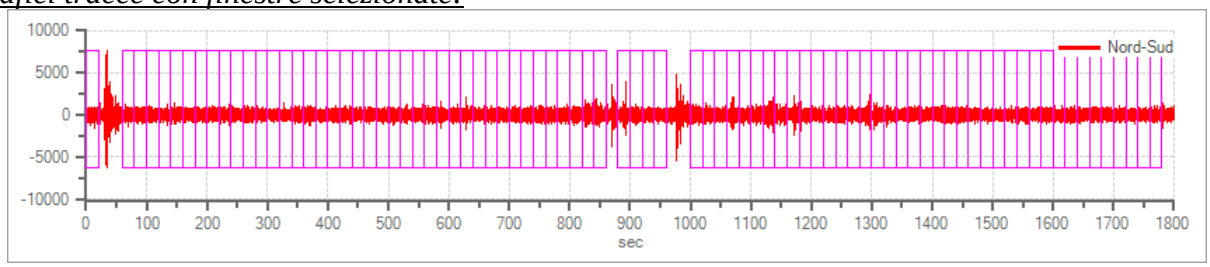
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	60	80	Inclusa
3	80	100	Inclusa
4	100	120	Inclusa
5	120	140	Inclusa
6	140	160	Inclusa
7	160	180	Inclusa
8	180	200	Inclusa
9	200	220	Inclusa
10	220	240	Inclusa
11	240	260	Inclusa
12	260	280	Inclusa
13	280	300	Inclusa
14	300	320	Inclusa
15	320	340	Inclusa
16	340	360	Inclusa
17	360	380	Inclusa
18	380	400	Inclusa
19	400	420	Inclusa
20	420	440	Inclusa
21	440	460	Inclusa

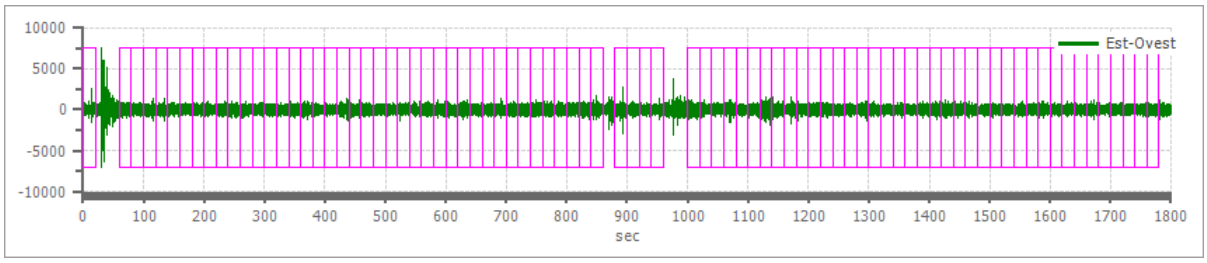
22	460	480	Inclusa
23	480	500	Inclusa
24	500	520	Inclusa
25	520	540	Inclusa
26	540	560	Inclusa
27	560	580	Inclusa
28	580	600	Inclusa
29	600	620	Inclusa
30	620	640	Inclusa
31	640	660	Inclusa
32	660	680	Inclusa
33	680	700	Inclusa
34	700	720	Inclusa
35	720	740	Inclusa
36	740	760	Inclusa
37	760	780	Inclusa
38	780	800	Inclusa
39	800	820	Inclusa
40	820	840	Inclusa
41	840	860	Inclusa
42	880	900	Inclusa
43	900	920	Inclusa
44	920	940	Inclusa
45	940	960	Inclusa
46	1000	1020	Inclusa
47	1020	1040	Inclusa
48	1040	1060	Inclusa
49	1060	1080	Inclusa
50	1080	1100	Inclusa
51	1100	1120	Inclusa
52	1120	1140	Inclusa
53	1140	1160	Inclusa
54	1160	1180	Inclusa
55	1180	1200	Inclusa
56	1200	1220	Inclusa
57	1220	1240	Inclusa
58	1240	1260	Inclusa
59	1260	1280	Inclusa
60	1280	1300	Inclusa
61	1300	1320	Inclusa
62	1320	1340	Inclusa
63	1340	1360	Inclusa
64	1360	1380	Inclusa
65	1380	1400	Inclusa
66	1400	1420	Inclusa
67	1420	1440	Inclusa
68	1440	1460	Inclusa
69	1460	1480	Inclusa
70	1480	1500	Inclusa
71	1500	1520	Inclusa
72	1520	1540	Inclusa
73	1540	1560	Inclusa
74	1560	1580	Inclusa

75	1580	1600	Inclusa
76	1600	1620	Inclusa
77	1620	1640	Inclusa
78	1640	1660	Inclusa
79	1660	1680	Inclusa
80	1680	1700	Inclusa
81	1700	1720	Inclusa
82	1720	1740	Inclusa
83	1740	1760	Inclusa
84	1760	1780	Inclusa

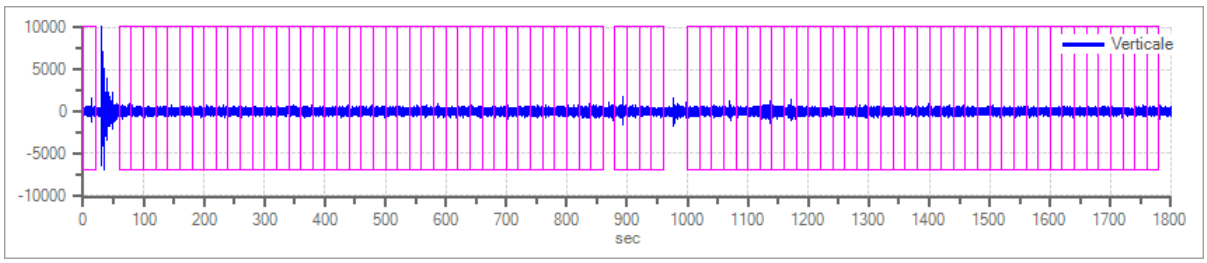
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

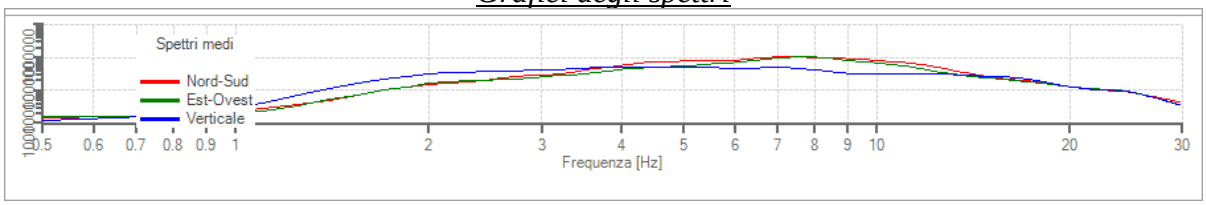


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

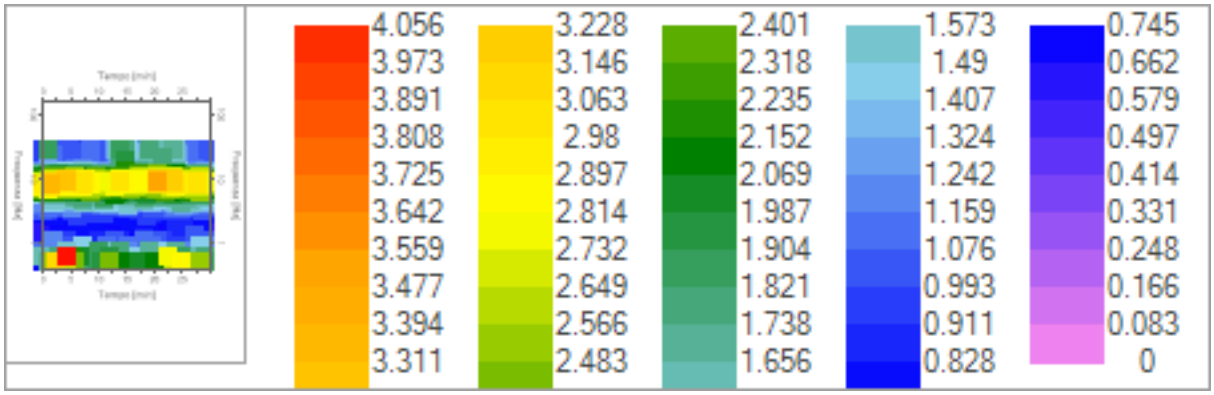


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

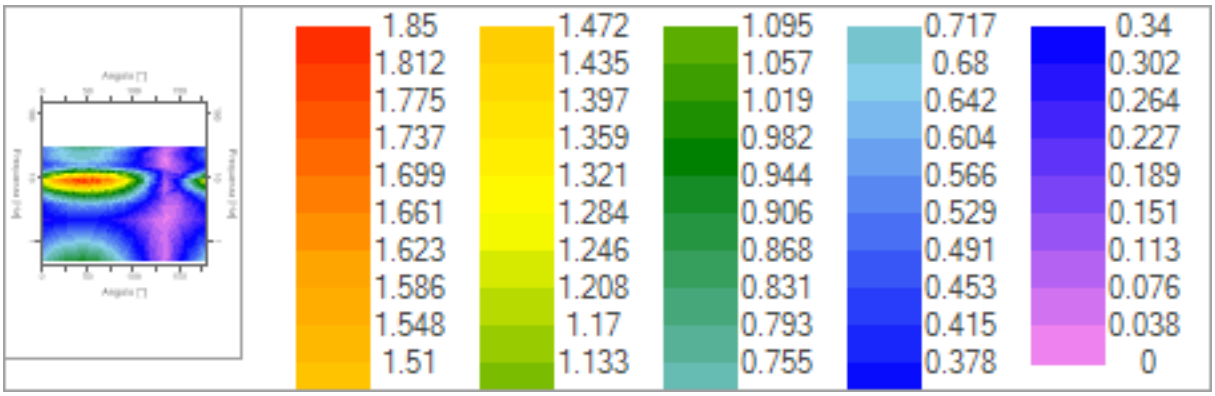
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

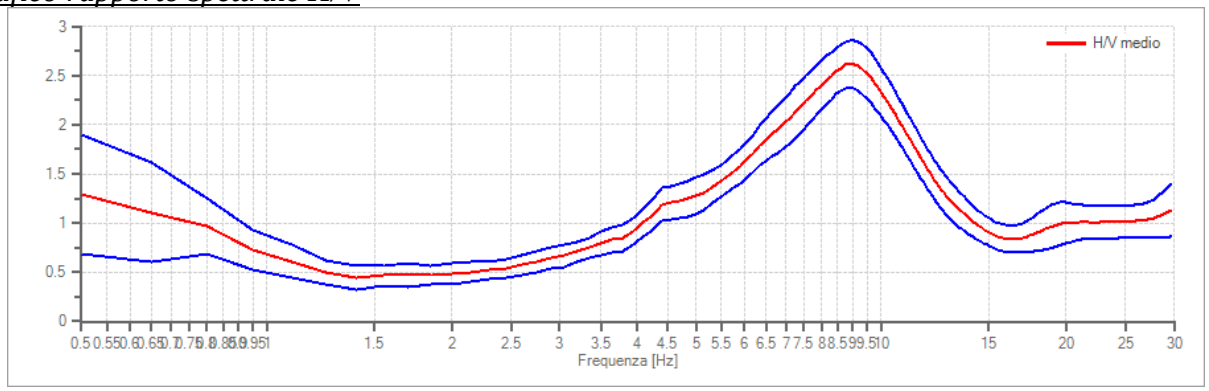
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 8.90 Hz ±0.09 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



GEO-VSRL
Strada Cavidole 12/c 41126 Portile - Modena – Tel-059 3971911 Cell 347 4935672 e-mail: geovsrl@gmail.com

Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}\lfloor A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) \rfloor = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Allegato 3
Indagini geofisiche di nuova esecuzione per la misura del rumore ambientale
(Spezzano, Centro Sportivo)

(3 HVSR)

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA MODENA

COMUNE DI FIORANO

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA HVSR

RELAZIONE TECNICA

GEO-V SRL
STRADA CAVEDOLE 12/C
41126 PORTILE - MO

NOVEMBRE 2021

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vseq attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vseq.

Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	**FIORANO CAMPO DA CALCIO SUD**
Località:	FIORANO
Data:	21/11/2021
Operatore:	Dott. Capocchi Stefano
Latitudine:	44.532423793
Longitudine:	10.8370798218

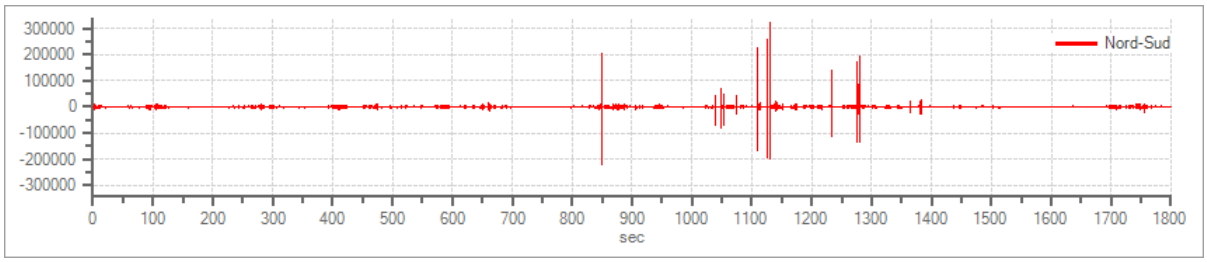


Tracce in input

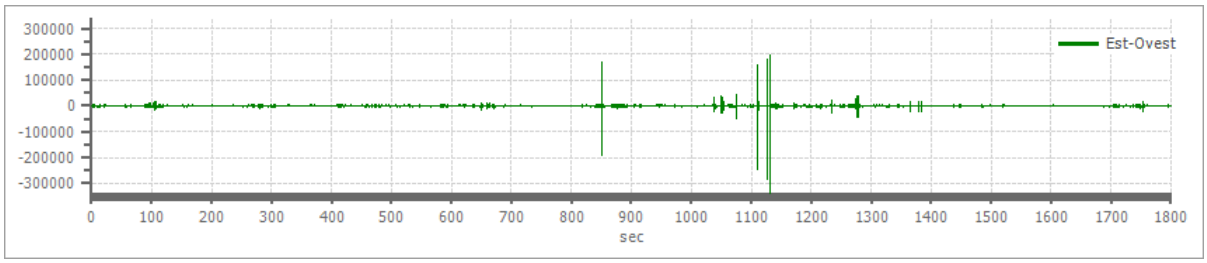
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	300.00 Hz
Numero campioni:	540000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

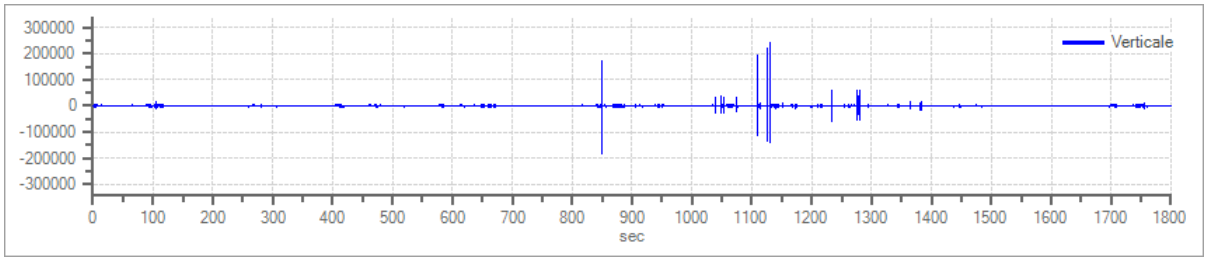
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 77
Numero finestre incluse nel calcolo: 74
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

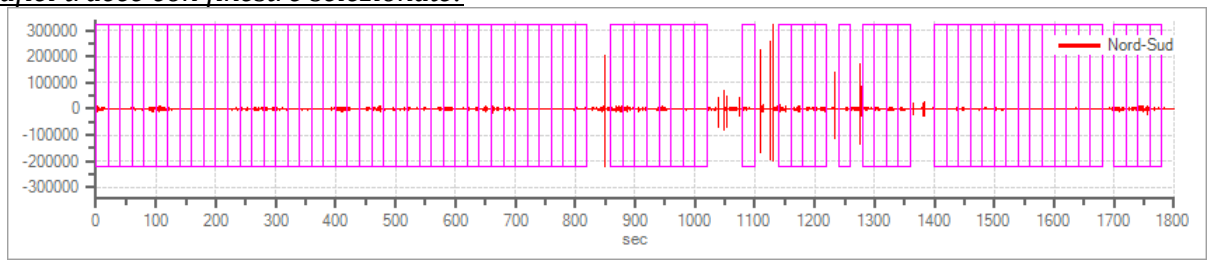
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa

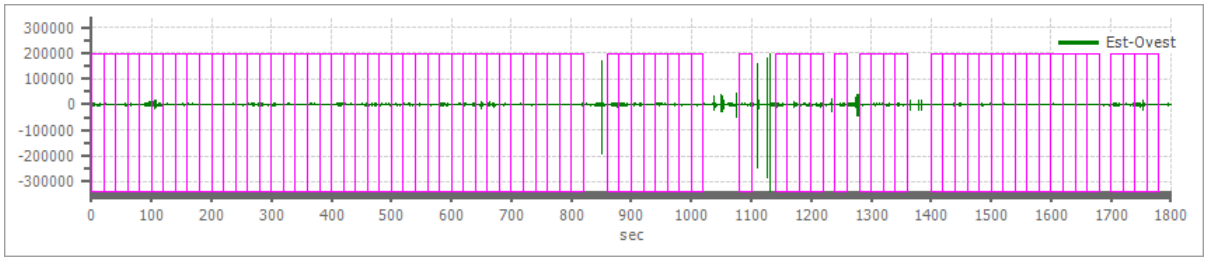
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Esclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Esclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	860	880	Inclusa
43	880	900	Inclusa
44	900	920	Inclusa
45	920	940	Inclusa
46	940	960	Inclusa
47	960	980	Inclusa
48	980	1000	Inclusa
49	1000	1020	Inclusa
50	1080	1100	Inclusa
51	1140	1160	Inclusa
52	1160	1180	Inclusa
53	1180	1200	Inclusa
54	1200	1220	Inclusa
55	1240	1260	Inclusa
56	1280	1300	Inclusa
57	1300	1320	Inclusa
58	1320	1340	Inclusa
59	1340	1360	Inclusa
60	1400	1420	Inclusa
61	1420	1440	Esclusa
62	1440	1460	Inclusa

63	1460	1480	Inclusa
64	1480	1500	Inclusa
65	1500	1520	Inclusa
66	1520	1540	Inclusa
67	1540	1560	Inclusa
68	1560	1580	Inclusa
69	1580	1600	Inclusa
70	1600	1620	Inclusa
71	1620	1640	Inclusa
72	1640	1660	Inclusa
73	1660	1680	Inclusa
74	1700	1720	Inclusa
75	1720	1740	Inclusa
76	1740	1760	Inclusa
77	1760	1780	Inclusa

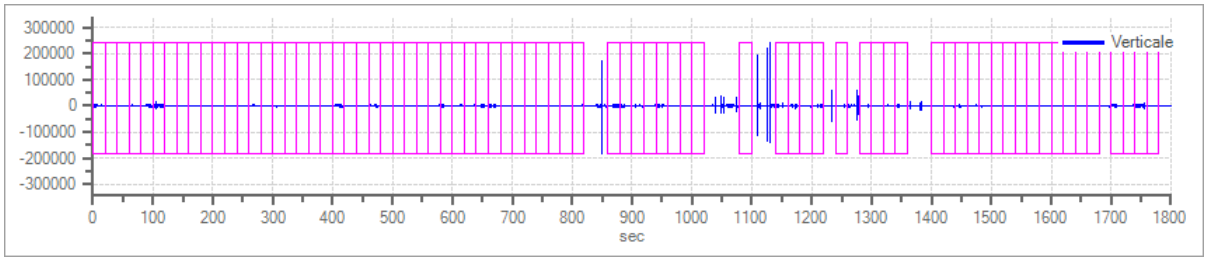
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

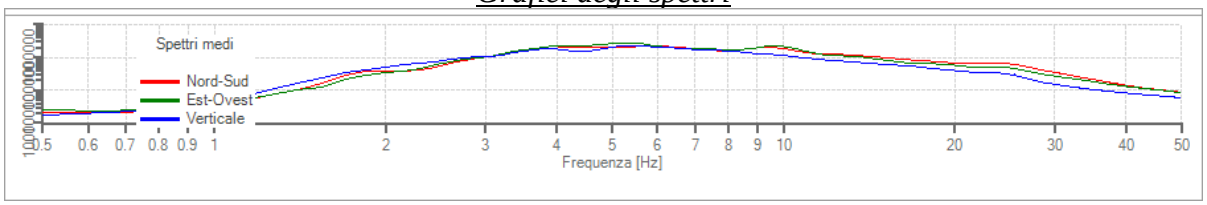


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

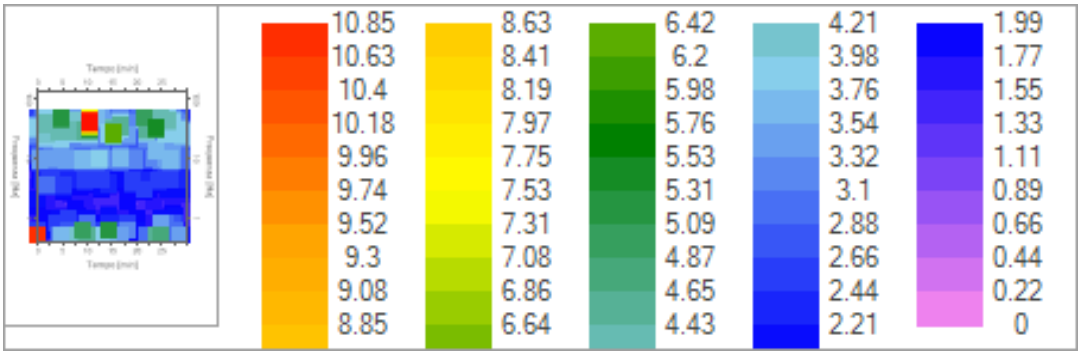


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

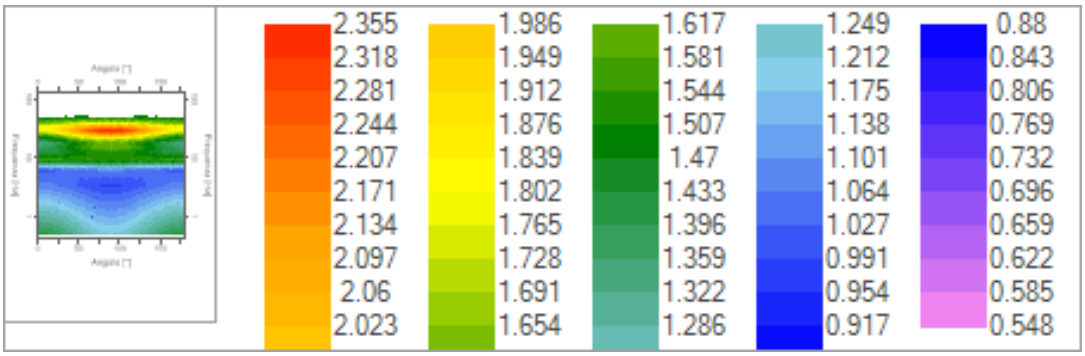
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

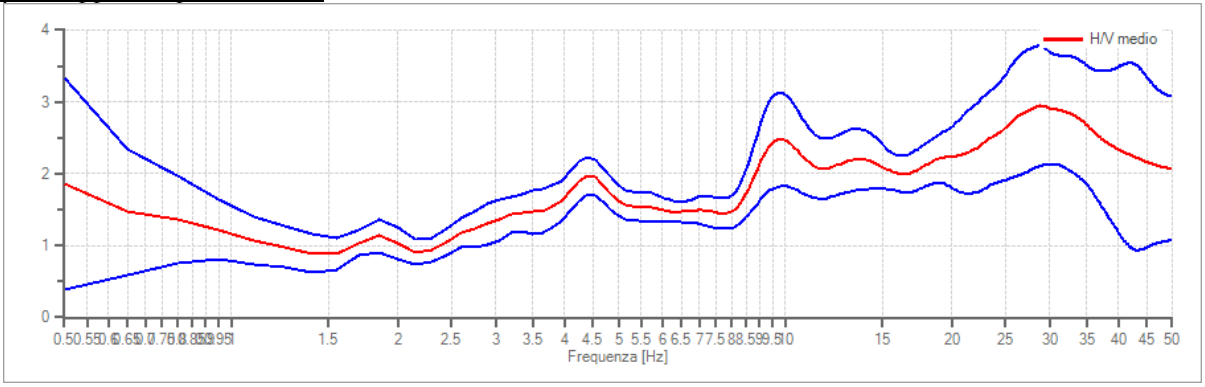
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	50.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 28.85 Hz ±0.29 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	**FIORANO CAMPO DA CALCIO NORD**
Località:	FIORANO
Data:	21/11/2021
Operatore:	Dott. Capocchi Stefano
Latitudine:	44.5341837241
Longitudine:	10.8369176315

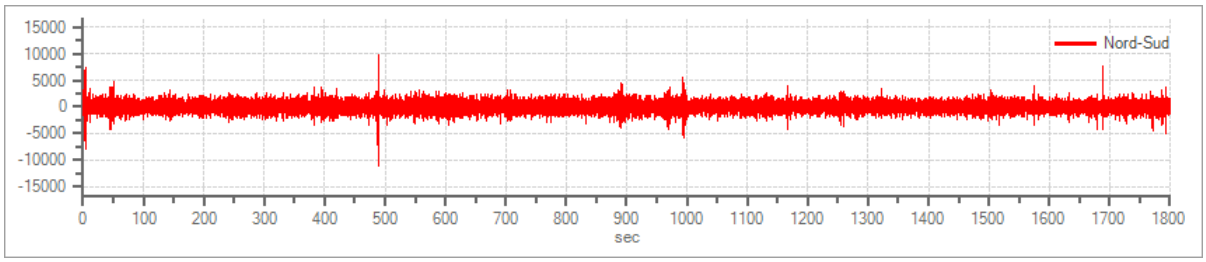
Tracce in input

Dati riepilogativi:

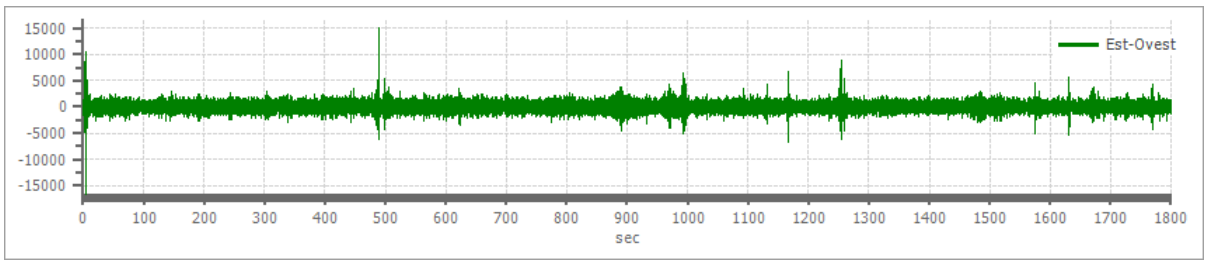
Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	



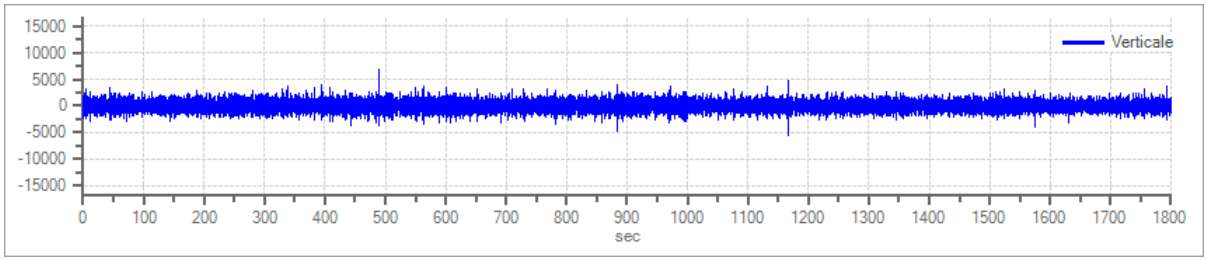
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

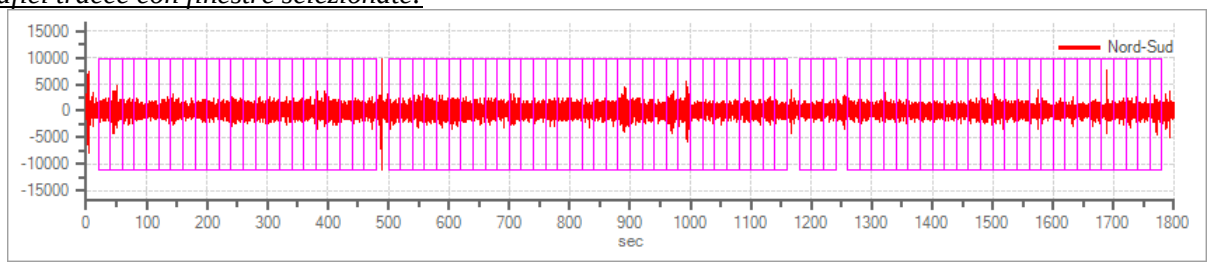
Numero totale finestre selezionate: 85
Numero finestre incluse nel calcolo: 85
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

Tabella finestre:

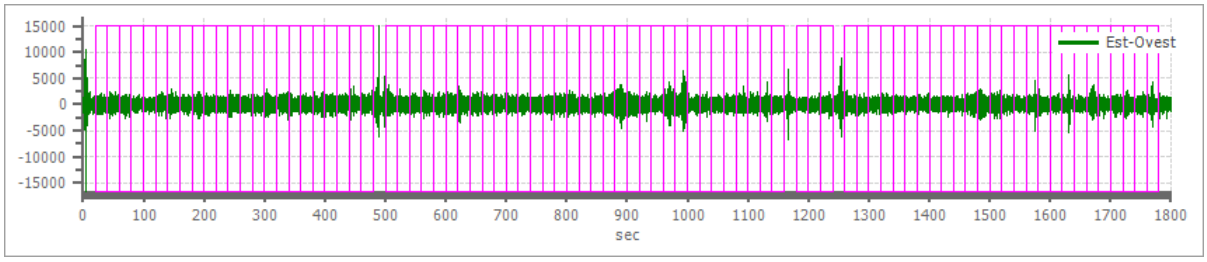
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	60	80	Inclusa
4	80	100	Inclusa
5	100	120	Inclusa
6	120	140	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	220	240	Inclusa
12	240	260	Inclusa
13	260	280	Inclusa
14	280	300	Inclusa
15	300	320	Inclusa
16	320	340	Inclusa
17	340	360	Inclusa
18	360	380	Inclusa
19	380	400	Inclusa
20	400	420	Inclusa
21	420	440	Inclusa
22	440	460	Inclusa
23	460	480	Inclusa
24	500	520	Inclusa
25	520	540	Inclusa
26	540	560	Inclusa
27	560	580	Inclusa
28	580	600	Inclusa
29	600	620	Inclusa
30	620	640	Inclusa
31	640	660	Inclusa
32	660	680	Inclusa
33	680	700	Inclusa
34	700	720	Inclusa
35	720	740	Inclusa
36	740	760	Inclusa
37	760	780	Inclusa
38	780	800	Inclusa
39	800	820	Inclusa
40	820	840	Inclusa
41	840	860	Inclusa

42	860	880	Inclusa
43	880	900	Inclusa
44	900	920	Inclusa
45	920	940	Inclusa
46	940	960	Inclusa
47	960	980	Inclusa
48	980	1000	Inclusa
49	1000	1020	Inclusa
50	1020	1040	Inclusa
51	1040	1060	Inclusa
52	1060	1080	Inclusa
53	1080	1100	Inclusa
54	1100	1120	Inclusa
55	1120	1140	Inclusa
56	1140	1160	Inclusa
57	1180	1200	Inclusa
58	1200	1220	Inclusa
59	1220	1240	Inclusa
60	1260	1280	Inclusa
61	1280	1300	Inclusa
62	1300	1320	Inclusa
63	1320	1340	Inclusa
64	1340	1360	Inclusa
65	1360	1380	Inclusa
66	1380	1400	Inclusa
67	1400	1420	Inclusa
68	1420	1440	Inclusa
69	1440	1460	Inclusa
70	1460	1480	Inclusa
71	1480	1500	Inclusa
72	1500	1520	Inclusa
73	1520	1540	Inclusa
74	1540	1560	Inclusa
75	1560	1580	Inclusa
76	1580	1600	Inclusa
77	1600	1620	Inclusa
78	1620	1640	Inclusa
79	1640	1660	Inclusa
80	1660	1680	Inclusa
81	1680	1700	Inclusa
82	1700	1720	Inclusa
83	1720	1740	Inclusa
84	1740	1760	Inclusa
85	1760	1780	Inclusa

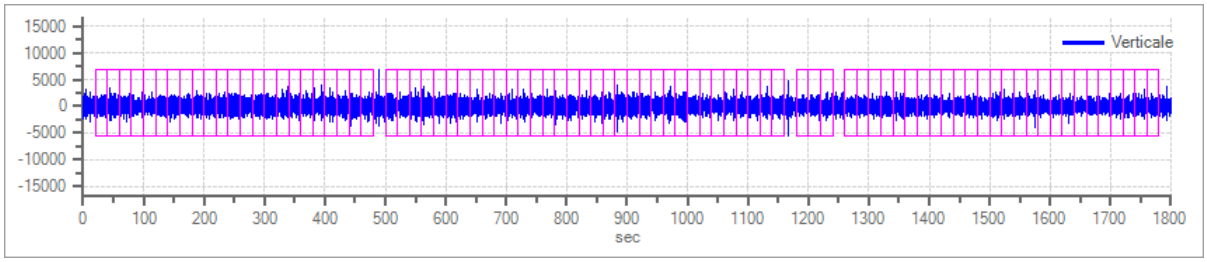
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

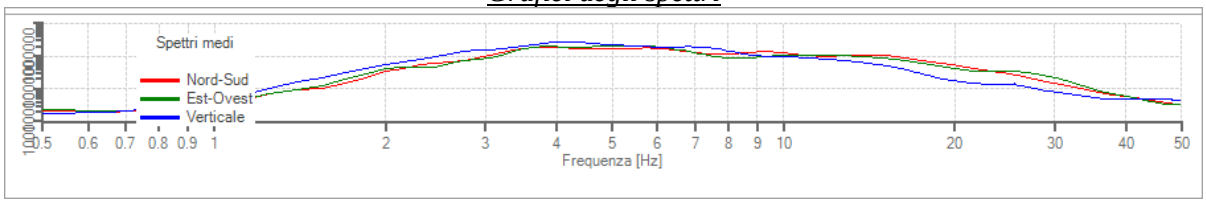


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

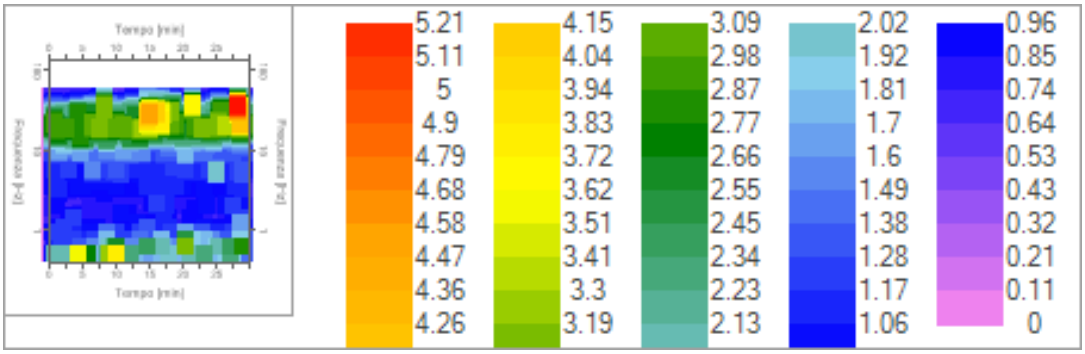


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

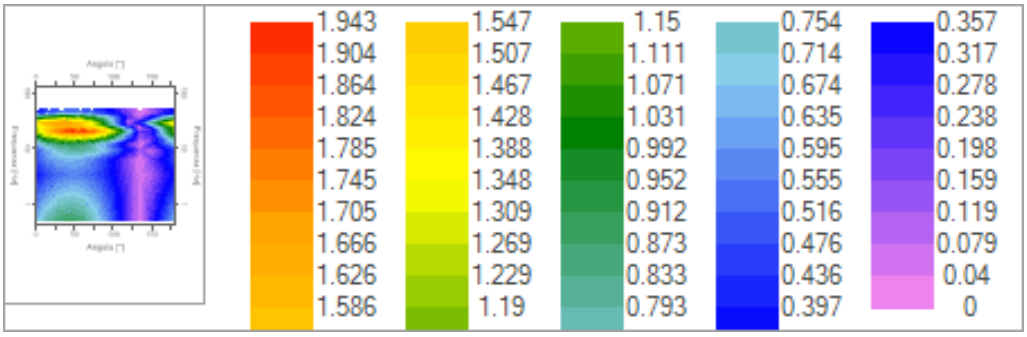
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

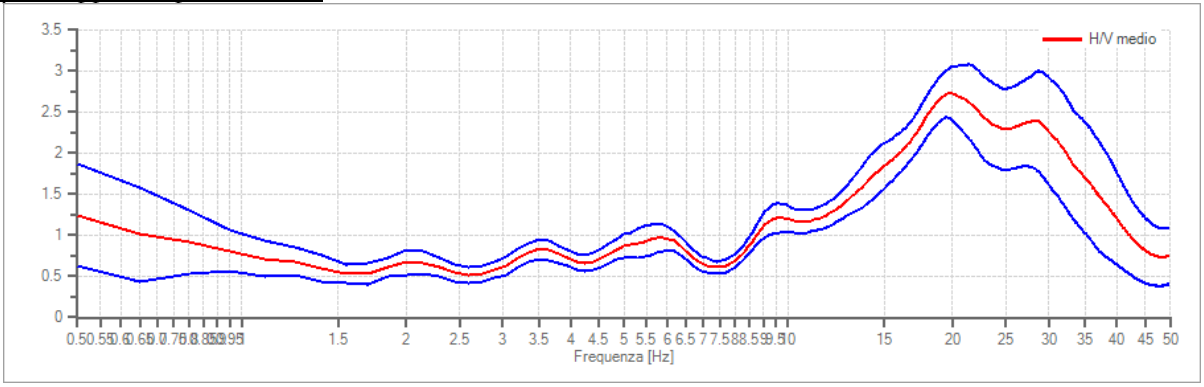
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	50.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 19.70 Hz ±0.11 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Allegato 4

Indagini geofisiche di nuova esecuzione nell'area della traversa di La Veggia

(1 stendimento di geoelettrica, 1 stendimento di sismica a rifrazione e nr. 4 misure del rumore ambientale)

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI CASALGRANDE

Località “La Veggia”

INDAGINE GEOFISICA CON METODO GEOELETTRICO TOMOGRAFICO

RAPPORTO TECNICO

APRILE 2021

INDICE

INTRODUZIONE 3
INDAGINE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 4
METODO DI INDAGINE 4
TRUMENTAZIONE 6
ELABORAZIONE 7
RISULTATI 8
CONCLUSIONI 9

ALLEGATI

- Sezione geoelettrica tomografica con ubicazione dello stendimento

INTRODUZIONE

Il giorno 19 aprile 2021 è stata eseguita una campagna geofisica con metodo geoelettrico tomografico nel territorio comunale di Casalgrande (loc. "La Veggia").

L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare le caratteristiche geoelettriche dei terreni lungo una sezione prossima al Fiume Secchia.

A tale scopo è stato realizzato uno stendimento della lunghezza di 282,0 m.



- Ubicazione area di indagine -

INDAGINE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

METODO DI INDAGINE

La prospezione geoelettrica è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di conducibilità elettrica nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati, permettendo la definizione di unità elettrostratigrafiche e l'individuazione di strutture sepolte.

L'indagine è realizzata disponendo secondo geometrie predefinite (linee rette, loop, linee incrociate ecc.) una serie di picchetti di acciaio collegati tra loro da cavi multicanale, tramite i quali è immessa corrente nel terreno, generando quindi un campo elettrico; simultaneamente sono registrare le variazioni di potenziali indotte. La successiva elaborazione tomografica consente di stimare la distribuzione della resistività (grandezza inversa della conducibilità elettrica) nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

Nella campagna di indagine in oggetto è stato eseguito uno stendimento utilizzando 48 elettrodi distanti tra loro 6,0 m. Tale interdistanza è stata scelta per soddisfare le due condizioni principali del lavoro:

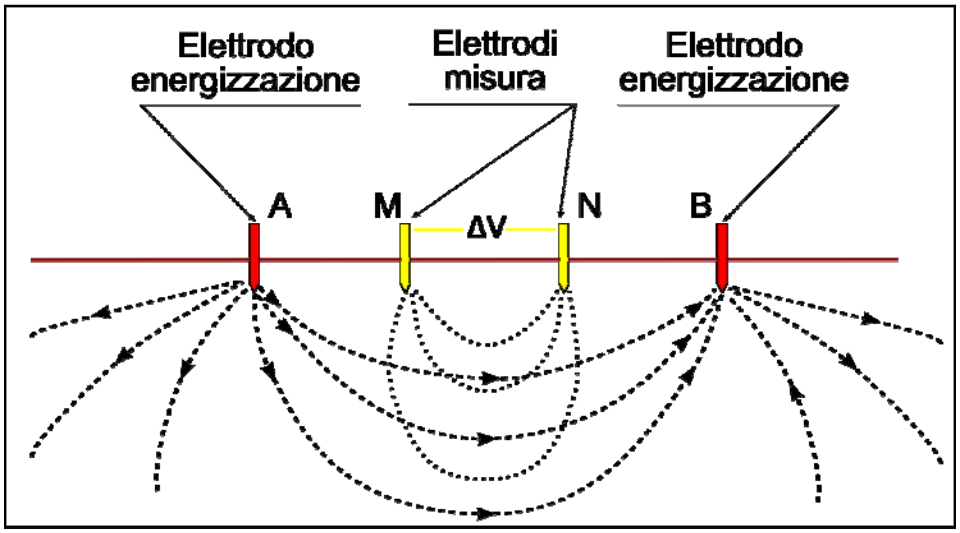
- ottenere una risoluzione sufficiente a definire caratteristiche geoelettriche e rapporti geometrici tra i terreni indagati, con particolare attenzione nell'evidenziare zone sature o con potenziale circolazione idrica.
- Raggiungere, la profondità di circa 50 m da p.c..

Lo stendimento è stato ubicato compatibilmente con gli spazi disponibili e la logistica del sito.

Il metodo di prospezione utilizzato nella presente indagine è il "Wenner-Schlumberger". Esso prevede l'uso di due dipoli distinti: uno per energizzare il terreno con corrente continua e l'altro per misurare la differenza di potenziale indotta.

Il principio fisico del metodo è così schematizzabile: una corrente elettrica è inviata nel mezzo da indagare tramite una coppia di elettrodi (elettrodi energizzanti), la risultante distribuzione di potenziale elettrico indotto è determinata tramite una seconda coppia di elettrodi (elettrodi di misura). Un voltmetro collegato agli elettrodi di misura consente la determinazione della differenza di potenziale agli elettrodi. Viene così rilevata ogni disomogeneità (corpi a diversa capacità di conduzione elettrica) presente nel mezzo investigato, poiché esso deflette le linee di

corrente e distorce pertanto la normale distribuzione di potenziale elettrico. Misurando la caduta di potenziale su due punti si è in grado di determinare la resistività elettrica del mezzo moltiplicando il rapporto di caduta di potenziale/corrente per un coefficiente geometrico dipendente dalla posizione degli elettrodi sul terreno. Variando la posizione del dispositivo elettrodico sull'area da investigare si determina la distribuzione di resistività nel volume interessato dalla circolazione di corrente elettrica.



- Schema geoelettrico quadripolare Wenner-Schlumberger -

Nel metodo "Wenner-Schlumberger" i picchetti energizzanti (denominati A e B) sono disposti esternamente ai picchetti di misura (M-N). L'energizzazione viene eseguita su una coppia di picchetti mantenendo fissa la coppia di misura (M-N) ed allargando progressivamente la copia di energizzazione, raggiunti gli estremi dello stendimento, viene aumentata la spaziatura della copia di misura (M-N) e ripetuta la sequenza di energizzazione. Questa proceduta viene realizzata con distanza progressivamente crescenti degli elettrodi M-N per aumentare il numero delle misure e quindi migliorare la definizione dell'elaborazione.

Al termine dell'acquisizione sono ottenuti una serie di valori di resistività distribuiti con regolarità lungo linee orizzontali parallele disposte a profondità crescente a formare un trapezio con la base maggiore coincidente con la linea dello stendimento. La profondità di indagine è proporzionale alla tipologia e lunghezza dello stendimento oltre che alle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati; il grado di definizione è funzione dell'interdistanza elettrodica e delle caratteristiche dei materiali.

TRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati tomografici è stato utilizzato un georesistivimetro multicanale M.A.E. X612 EM, dotato di elettrodi di tipo passivo.

Lo strumento è in grado di gestire la sequenza di misure e il cambiamento continuo degli elettrodi energizzanti e potenziometrici; può inoltre acquisire contemporaneamente i valori di potenziale su più coppie di misura così da aumentare significativamente la velocità di indagine. Lo strumento è equipaggiato con software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione della geometria e metodologia di indagine;
- verifica delle condizioni di accoppiamento picchetti/terreno;
- immissione di corrente nel terreno con intensità, periodo, durata e sequenza opportune;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della deviazione standard;
- visualizzazione grafica della pseudosezione e della deviazione standard delle singole misure;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione;
- individuazione e memorizzazione della posizione dello strumento tramite GPS integrato.



- Georesistivimetro M.A.E. "X612 EM" -

Lo strumento gestisce contemporaneamente tutti i picchetti tramite cavi multicanale, in modo che ogni elettrodo può essere utilizzato sia per immettere corrente nel terreno sia per misurare i valori di potenziale indotto.

ELABORAZIONE

L'elaborazione tomografica è stata effettuata con un software dedicato (*Res2dinv*) che permette di convertire le pseudosezioni, costruite sulla base dei valori di resistività apparente misurati, in sezioni riportanti i valori di resistività reale dei diversi materiali presenti nel sottosuolo. Per l'ottimizzazione dell'interpolazione dei risultati e la restituzione grafica delle sezioni è stato utilizzato il programma *Surfer 8.*

L'elaborazione si sviluppa partendo dalla valutazione statistica della congruenza delle singole misure tramite verifica dello scostamento medio rispetto alle misure più prossime. Il software permette di evidenziare ed eliminare le misure ritenute fuori media che invaliderebbero l'elaborazione finale. Nell'indagine in oggetto questa procedura ha riguardato un numero limitato di dati incongrui, pertanto rimossi, dando indicazione di buona qualità dei dati acquisiti.

Nella fase successiva l'elaborazione ha richiesto l'applicazione di equazioni, parametri di inversione, ottimizzazione e smoothing specifici per la situazione geofisica/geologica riscontrata.

La modellizzazione geofisica ha tenuto conto delle informazioni litologiche e stratigrafiche disponibili e di altri dati bibliografici ritenuti utili.

In conclusione è stata ottenuta una sezione tomografica rappresentante la distribuzione della resistività reale nel terreno per intervalli di valori. Con una appropriata scala cromatica, sono stati evidenziati i principali cambiamenti di resistività reale.

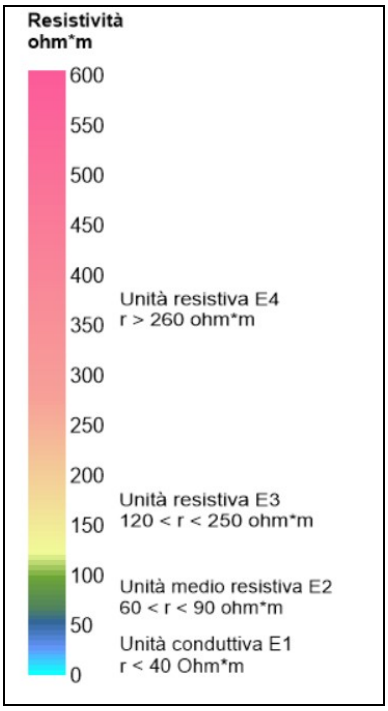
Va ricordato che le sezioni interpretative mostrano una suddivisione elettrostratigrafica ricostruita sul differente comportamento elettrico dei materiali investigati. È quindi possibile che il passaggio da una unità elettrostratigrafica all'altra non corrisponda necessariamente ad un passaggio litologico netto.

RISULTATI

Nella campagna geofisica è stato realizzato uno stendimento della lunghezza di 282,0 m in un'area pianeggiante prossima al Fiume Secchia.

Lo studio della distribuzione della resistività nel terreno ha consentito di individuare 4 unità geoelettriche ed eseguire correlazioni litologiche con i terreni indagati fino ad una profondità massima di circa 50 metri da piano campagna:

- **Unità geoelettrica E1**, ha valori di resistività inferiori a 40 Ohm·m circa. Essa è correlabile con materiali naturali a granulometria fine, da umidi a saturi.
- **Unità geoelettrica E2**, ha valori compresi tra 60 e 90 Ohm·m circa ed è associabile a materiali rimaneggiati e terreni naturali con frazione granulare progressivamente crescente all'aumentare della resistività, da umidi a saturi.
- **Unità geoelettrica E3**, ha valori compresi tra 120 e 250 Ohm·m circa, ed è associabile a materiali rimaneggiati e terreni naturali granulari con percentuale di frazione fine decrescente all'aumentare della resistività.
- **Unità geoelettrica E4**, ha valori maggiori di 260 Ohm·m circa ed è da correlare con materiali rimaneggiati e terreni naturali granulari anche grossolani, con modesta percentuale di frazione fine.



- Scala cromatica -

SEZIONE TOMOGRAFICA

A partire da piano campagna si osserva un livello da medio ad alto resistivo correlabile con l'unità geoelettrica E3, tuttavia sono anche presenti variazioni di resistività verso valori associabili all'unità più resistiva E4; lo spessore di tale livello si mantiene sostanzialmente costante con un evidente ma localizzato approfondimento di alcuni metri a circa 180 m da inizio sezione. Sempre nel settore nord della sezione si evidenzia una diminuzione della resistività che definisce un sottile livello correlabile con l'unità E2, il quale da piano campagna raggiunge una profondità massima di 5-6 m. A partire da 10-12 m di profondità circa si ha il passaggio a terreni più conduttivi (unità geoelettrica E1). È ben evidente nella parte centrale della sezione un brusco approfondimento dell'unità conduttiva (E1) che verso nord raggiunge la massima profondità di indagine, mentre verso sud è delimitata alla base da materiali più resistivi principalmente riconducibili all'unità geoelettrica E4.

CONCLUSIONI

L'indagine geofisica, eseguita con il metodo geoelettrico, ha permesso la definizione delle caratteristiche geoelettriche nel sito di indagine.

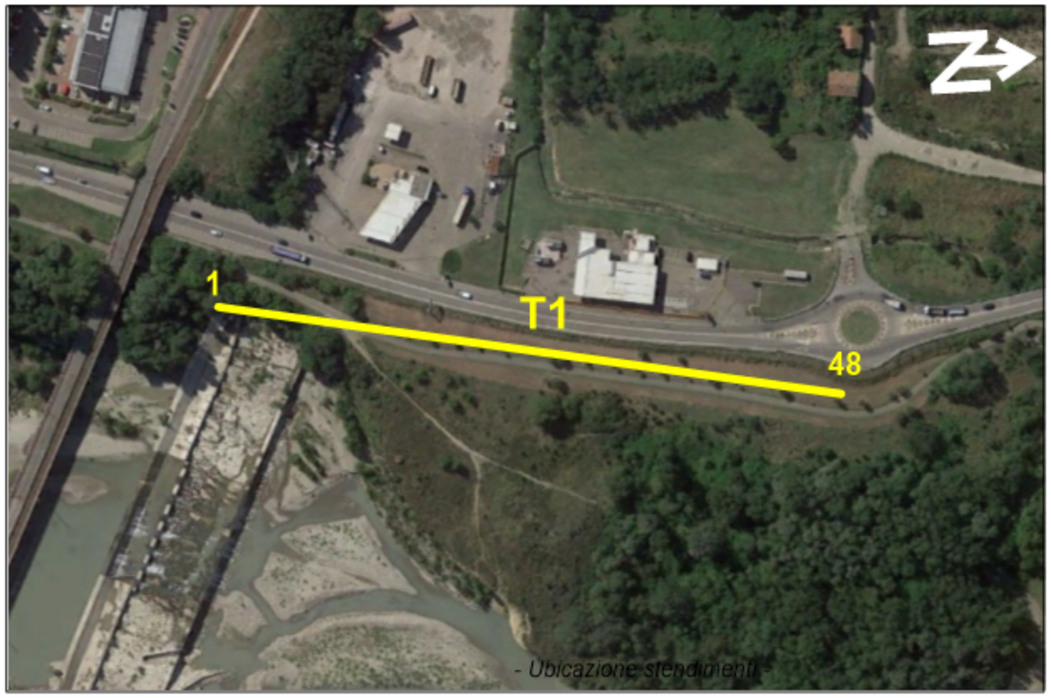
La sezione geoelettrica tomografica, spinta fino a circa 50 m di profondità da piano campagna, evidenzia tre livelli ad andamento chiaramente definito. In particolare è presente una prima unità resistiva (r > 120 Ohm·m), associabile a materiali rimaneggiati e terreni naturali granulari asciutti con modesta percentuale di matrice fine, la quale da piano campagna raggiunge i 10-12 m di profondità ad eccezione di un tratto della lunghezza di 20 m circa e di maggior spessore, localizzato a circa 180 m da inizio sezione. Al di sotto si ha un'unità conduttiva (r < 40 Ohm·m), associabile con materiali a granulometria fine con modesta o assente frazione granulare, da umidi a saturi. A partire da 28-30 m di profondità si osserva un livello resistivo (r > 260 Ohm·m), correlabile con materiali granulari anche grossolani; tale livello, in corrispondenza del tratto centrale della sezione si approfondisce bruscamente verso nord fino alla massima profondità indagata, passando lateralmente all'unità conduttiva E1.

ALLEGATI

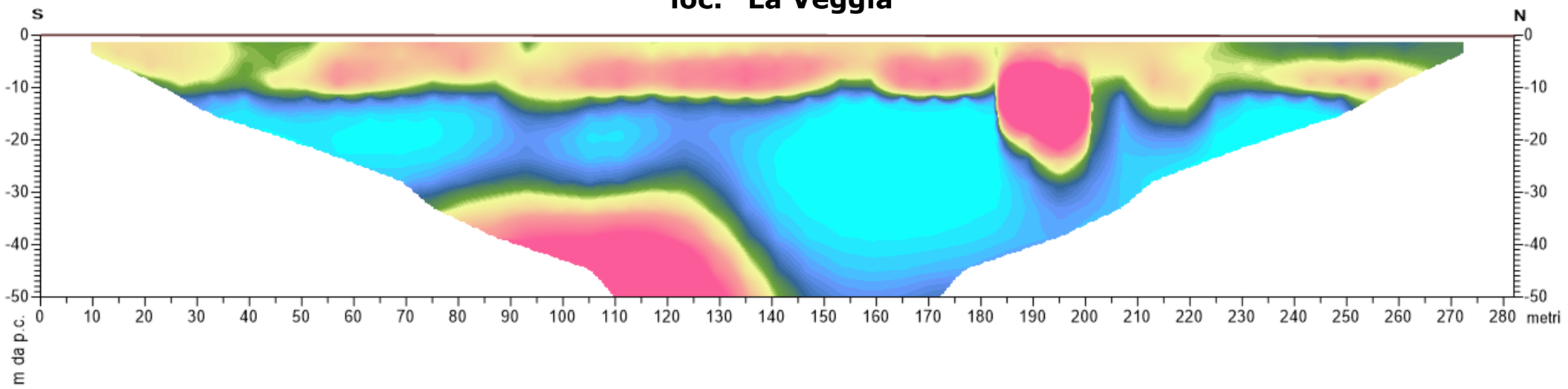
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

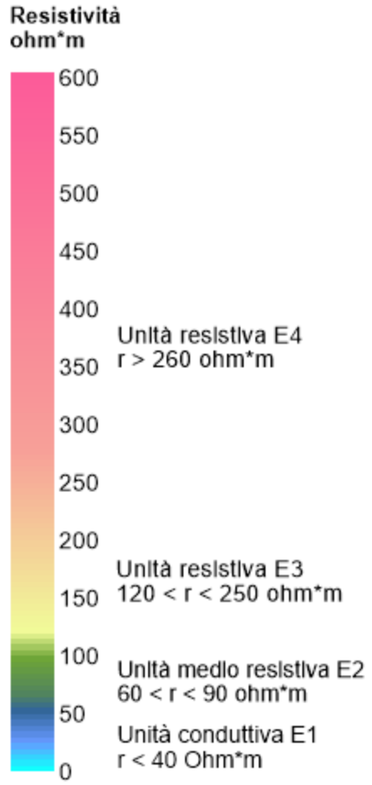
COMUNE DI CASALGRANDE

INDAGINE GEOELETTRICA
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



SEZIONE TOMOGRAFICA T1
loc. "La Veggia"





PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI CASALGRANDE
LOCALITA' LA VEGGIA

INDAGINI GEOFISICHE CON METODO SISMICO TOMOGRAFICO

RAPPORTO TECNICO

GEO-V SRL
STRADA CAVEDOLE 12/C
41126 PORTILE - MO

MAGGIO 2021

INDICE

INTRODUZIONE 3
INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 4
METODO DI INDAGINE 4
STRUMENTAZIONE 5
ELABORAZIONE 6
RISULTATI 7

ALLEGATI

- Sezioni sismiche tomografiche con ubicazione delle stese

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

INTRODUZIONE

Il giorno 13 maggio 2021 è stata eseguita una campagna geofisica con metodo sismico a rifrazione, ed elaborazione tomografica, nel Comune di Casalgrande, località La Veggia.

L'indagine e è stata svolta con l'obiettivo di definire le caratteristiche geofisiche dei terreni.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

METODO DI INDAGINE

La sismica a rifrazione è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di velocità delle onde sismiche nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati e la conseguente determinazione di unità sismostratigrafiche.

Tale metodo consiste nel disporre, lungo una linea, una serie di geofoni che registrino le perturbazioni (onde sismiche) indotte nel terreno da una sorgente energizzante artificiale ubicata in posizione nota. Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si costruiscono i diagrammi delle dromocrone, i quali permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati al di sotto dello stendimento di geofoni.

La successiva elaborazione tomografica prevede di stimare la distribuzione delle velocità delle onde sismiche nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo che tendono a minimizzare le differenze tra il modello elaborato e i dati di partenza (misure dei primi arrivi). La tomografia sismica consente di raggiungere una migliore definizione della distribuzione delle velocità e risulta indicata in aree ad elevata acclività o con morfologie sepolte irregolari o allo scopo di raggiungere una maggior definizione dell'andamento dei rifrattori.

Nella presente campagna è stato realizzato uno stendimento sismico con 24 geofoni, con spaziatura intergeofonica di 5,0 e lunghezza pari a 115,0 m. Tale distanza intergeofonica ha consentito di ottenere una buona risoluzione sia orizzontale che verticale.

Lo stendimento è stato ubicato in base alle indicazioni della committenza, all'obiettivo dell'indagine, all'accessibilità e agli spazi disponibili.

Lungo ogni linea sismica il terreno è stato energizzato in punti ben precisi allo scopo di acquisire un numero di registrazioni tali da consentire un'analisi tomografica ottimale.

In particolare sono state eseguite energizzazioni (tiri) in 8 punti, disposti come segue:

- 1 tiro simmetrici (end-shots) esterno allo stendimento ad una distanza di 10,0 metri dal geofono n. 24;
- 2 tiri simmetrici (end-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 1,0 metri dai geofoni n. 1 e n. 24;

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

- 5 tiri interni allo stendimento con spaziatura regolare.

In fase di acquisizione non sono stati individuati “disturbi” sismici di origine naturale o antropica in grado di interferire significativamente con il segnale acquisito. Per migliorare la qualità dei dati sono stati realizzati più tiri per ogni punto di energizzazione e quindi sommati (operazione di somma).

STRUMENTAZIONE

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo multicanale PASI 16S24-U, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 125 microsec a 256 millisec su 24+1 canali e lunghezza registrazione estesa fino a 1600 campioni. I geofoni verticali utilizzati, PASI, hanno una frequenza propria di 10 Hz e sono collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati. Per visualizzazione, gestione e registrazione dei segnali è utilizzato un laptop dotato di software proprietario.

Lo strumento è in grado di gestire l’acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare sul canale n. 25 l’instante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell’amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione dei filtraggi per le frequenze indesiderate;
- visualizzazione accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione.

Sistema di energizzazione è composto da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 8 kg – mod SIS-020-000), agente a percussione su una piastra quadrata di alluminio (dimensioni 20x20x5 cm).

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

ELABORAZIONE

L'elaborazione dei record sismici è stata effettuata con un software specialistici (Front End, DW Tomo e Surfer 9) che hanno consentito di effettuare l'analisi ed il filtraggio del segnale sismico, il picking dei primi arrivi, la costruzione delle dromocrone, l'elaborazione tomografica e, infine, la restituzione grafica.

Per tutti i record sismici acquisiti è stata eseguita l'analisi del segnale nel dominio del tempo e delle frequenze, seguita da filtraggi per eliminare, ove possibile, le frequenze non associabili ad impulsi sismici utili. I records così processati sono stati utilizzati per effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P. La visualizzazione simultanea di tutte le dromocrone e della loro media ha consentito di definire velocità e spessori del modello iniziale monodimensionale, utilizzato per di eseguire una prima inversione tomografica. Il metodo di elaborazione, applica algoritmi di inversione basati sulla teoria del volume di Fresnel la quale adotta un approccio fondato sull'analisi della propagazione volumetrica dell'impulso sismico piuttosto che sulla definizione della propagazione dei singoli raggi.

In funzione della geometria dello stendimento, del percorso degli impulsi sismici e della morfologia superficiale è stata definita la griglia dell'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, rappresentato il percorso dei raggi sismici nel sottosuolo e quindi realizzato un primo modello tomografico bidimensionale. Tale modello è stato affinato con cicli di elaborazione successivi, tenendo conto anche di parametri derivanti da valutazioni ed informazioni geologiche/geofisiche specifiche del sito oggetto di studio.

Per ogni sezione sismica sono stati elaborati diversi modelli, verificando per ognuno la congruità geologica/geofisica e la distribuzione statistica dei valori di velocità che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i tempi misurati ed i tempi calcolati per tutti i raggi.

Il modello finale, valido per entrambe le stese, e scelto per descrivere la sismostratigrafia del sito, è quello ritenuto maggiormente significativo da un punto di vista geofisico e geologico e che meglio si approssima alla risposta sismica reale del sottosuolo evidenziata dai record sismici acquisiti.

In conclusione sono state restituite sezioni sismostratigrafiche rappresentanti la distribuzione per intervalli delle velocità sismiche e le relative geometrie dei sismostrati.

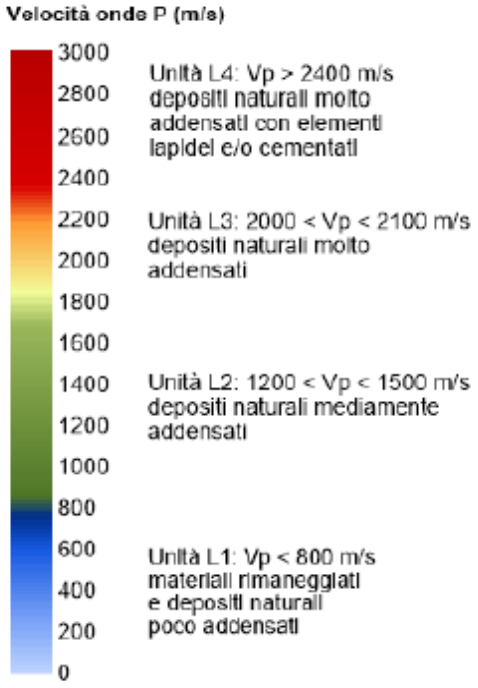
GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

RISULTATI

Dall'analisi dei segnali sismici è stata riscontrata una sufficiente risposta dei terreni investigati; la qualità dei record sismici ottenuti ha così permesso di definire le caratteristiche sismostratigrafiche lungo la sezione investigata.

L'elaborazione tomografica ha consentito di individuare 3 unità sismostratigrafiche a partire da piano campagna:

- **Unità L1**, presenta velocità inferiori a 800 m/s. Essa è correlabile depositi naturali e materiali rimaneggiati molto poco addensati.
- **Unità L2**, è caratterizzata da velocità comprese tra 1200 m/s e 1500 m/s. L'unità è associabile a depositi naturali mediamente addensati.
- **Unità L3**, è caratterizzata da velocità comprese tra 2000 m/s e 2100 m/s. L'unità è associabile a depositi naturali molto addensati.
- **Unità L4**, è caratterizzata da velocità superiori ai 2400 m/s. Si tratta dell'unità più profonda individuata nella presente indagine ed è correlabile con depositi naturali molto addensati con elementi lapidei e/o cementati



- Scala cromatica adottata -

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

È importante ricordare che il passaggio da una unità sismica all'altra ha un significato principalmente geofisico, essendo il passaggio stesso una superficie separante zone caratterizzate da diverse velocità di propagazione dell'impulso sismico.

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

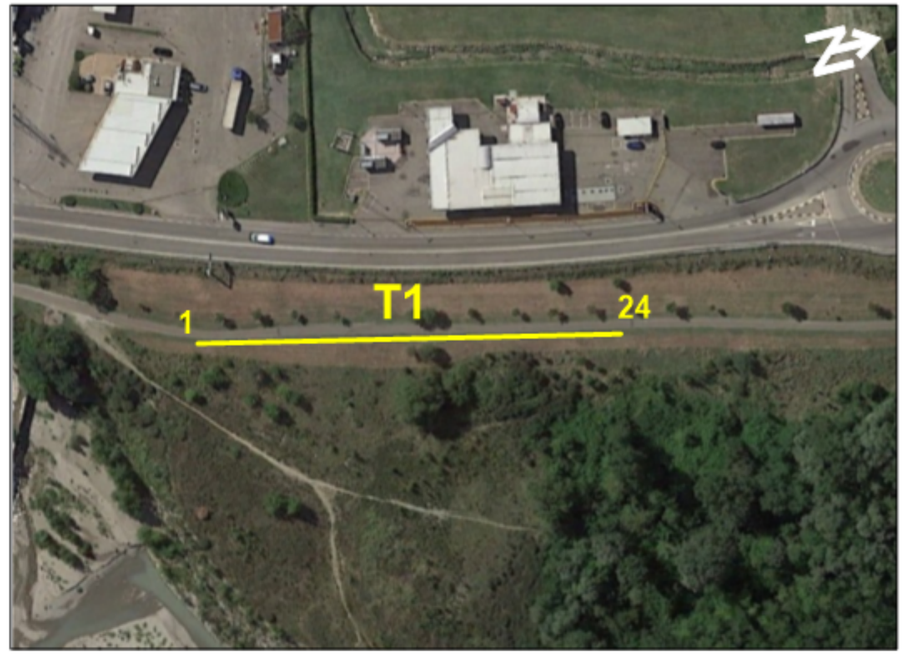
SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA CON UBICAZIONE DELLA STESSA

GEO-V srl
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile Modena
Tel. 059 353059 Cell. +39 3474935672
e-mail: geovsrl@gmail.com

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

COMUNE DI CASALGRANDE

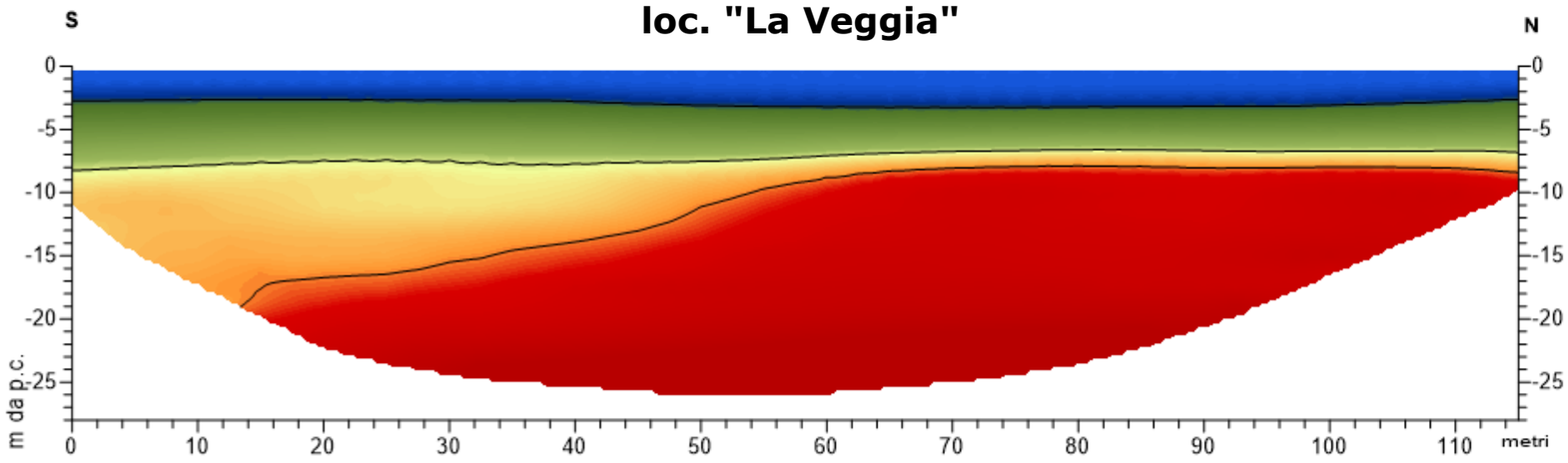
INDAGINE SISMICA
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

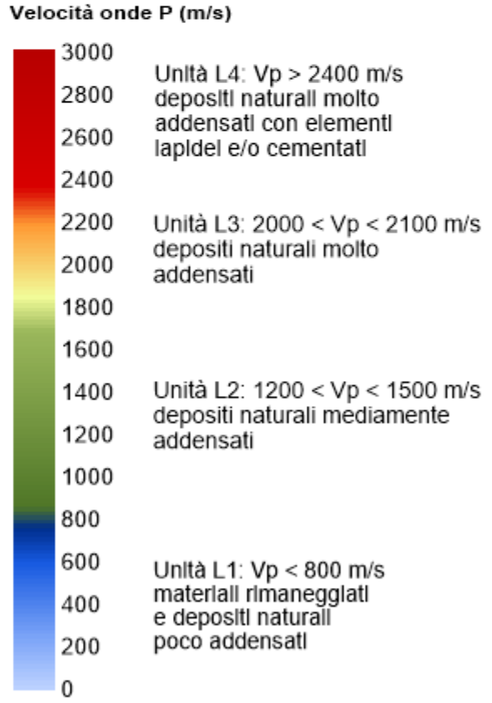


- Ubicazione stendimento -

SEZIONE T1

loc. "La Veggia"





REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA REGGIO EMILIA

COMUNE DI CASALGRANDE

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA HVSR

RELAZIONE TECNICA

GEO-V SRL
STRADA CAVEDOLE 12/C
41126 PORTILE - MO

MAGGIO 2021

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vseq attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vseq.

HVSR 1

Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	**HVSR1**
Cantiere:	Briglia
Località:	La Veggia, Roteglia (RE)
Operatore:	Dott. Ferri Saverio
Data:	12/05/2021
Zona:	Briglia
Latitudine:	44.549937
Longitudine:	10.768998

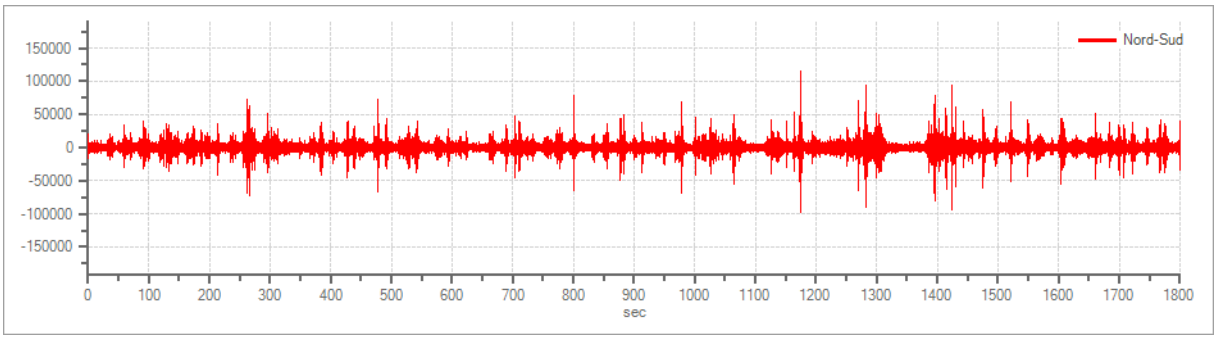


Tracce in input

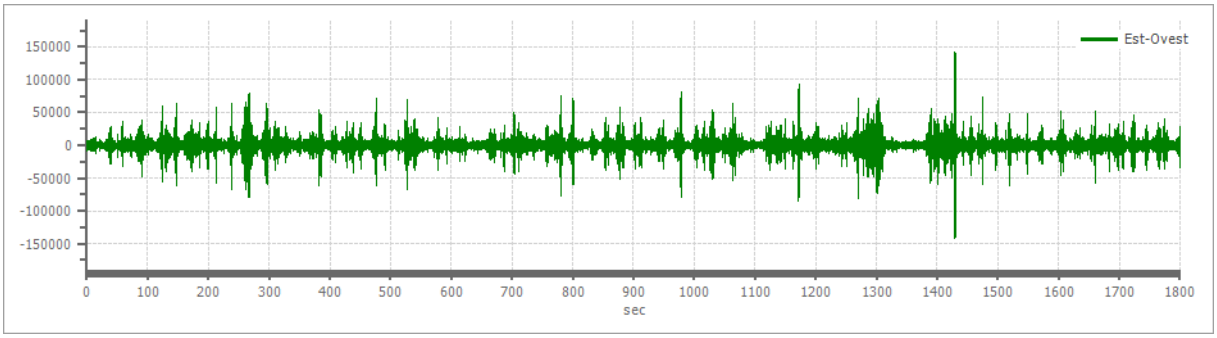
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	300.00 Hz
Numero campioni:	540000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

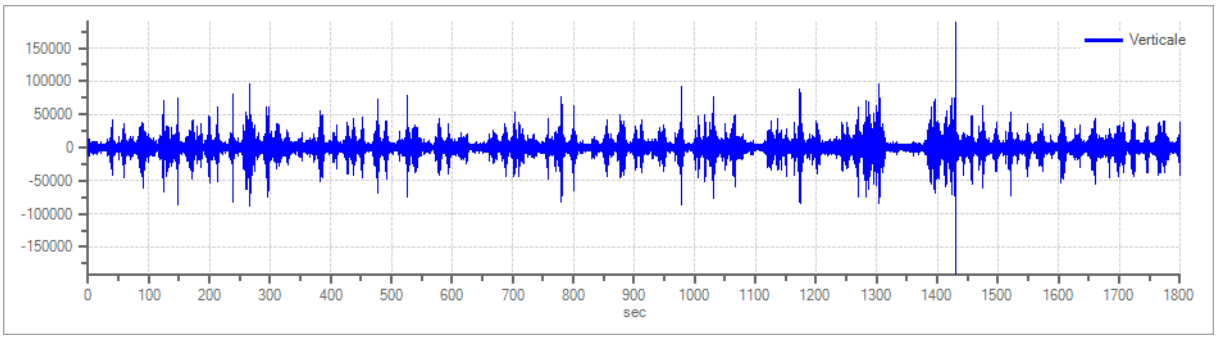
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

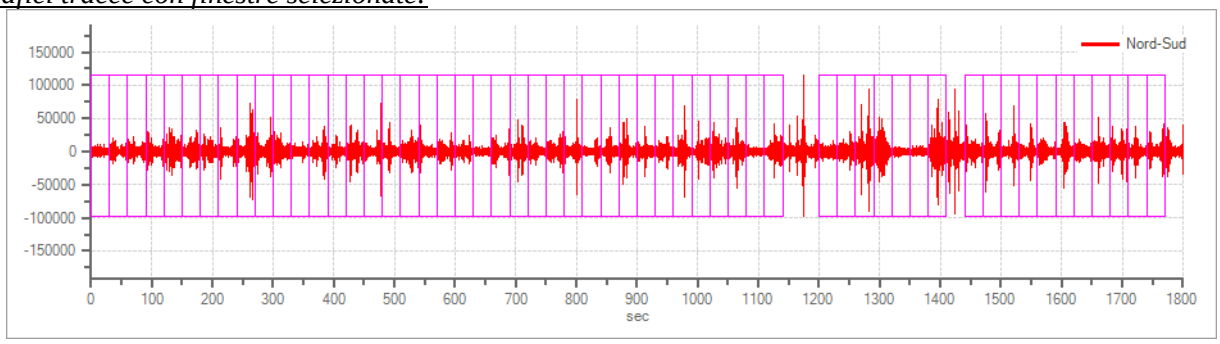
Numero totale finestre selezionate: 56
Numero finestre incluse nel calcolo: 56
Dimensione temporale finestre: 30.000 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 15.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Tabella finestre:

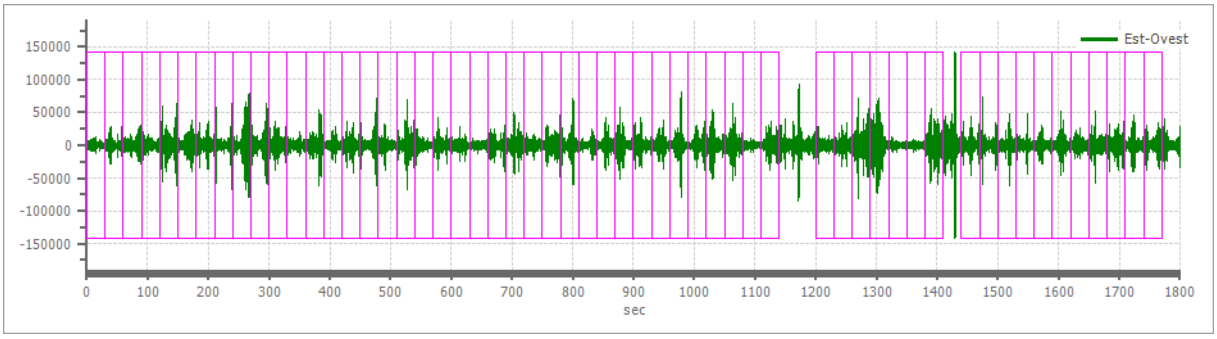
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	30	Inclusa
2	30	60	Inclusa
3	60	90	Inclusa
4	90	120	Inclusa
5	120	150	Inclusa
6	150	180	Inclusa
7	180	210	Inclusa
8	210	240	Inclusa
9	240	270	Inclusa
10	270	300	Inclusa
11	300	330	Inclusa
12	330	360	Inclusa
13	360	390	Inclusa
14	390	420	Inclusa
15	420	450	Inclusa
16	450	480	Inclusa
17	480	510	Inclusa
18	510	540	Inclusa
19	540	570	Inclusa
20	570	600	Inclusa
21	600	630	Inclusa
22	630	660	Inclusa
23	660	690	Inclusa
24	690	720	Inclusa
25	720	750	Inclusa
26	750	780	Inclusa
27	780	810	Inclusa
28	810	840	Inclusa
29	840	870	Inclusa
30	870	900	Inclusa
31	900	930	Inclusa
32	930	960	Inclusa
33	960	990	Inclusa
34	990	1020	Inclusa
35	1020	1050	Inclusa
36	1050	1080	Inclusa
37	1080	1110	Inclusa
38	1110	1140	Inclusa
39	1200	1230	Inclusa
40	1230	1260	Inclusa
41	1260	1290	Inclusa
42	1290	1320	Inclusa
43	1320	1350	Inclusa

44	1350	1380	Inclusa
45	1380	1410	Inclusa
46	1440	1470	Inclusa
47	1470	1500	Inclusa
48	1500	1530	Inclusa
49	1530	1560	Inclusa
50	1560	1590	Inclusa
51	1590	1620	Inclusa
52	1620	1650	Inclusa
53	1650	1680	Inclusa
54	1680	1710	Inclusa
55	1710	1740	Inclusa
56	1740	1770	Inclusa

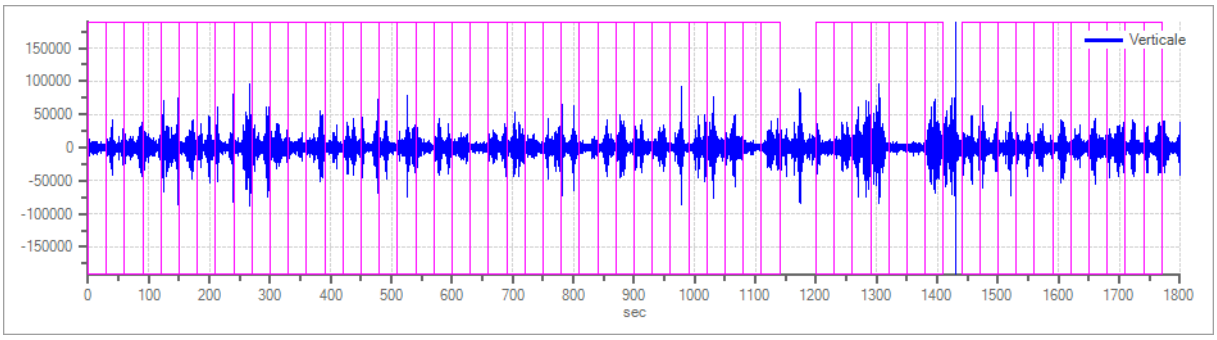
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

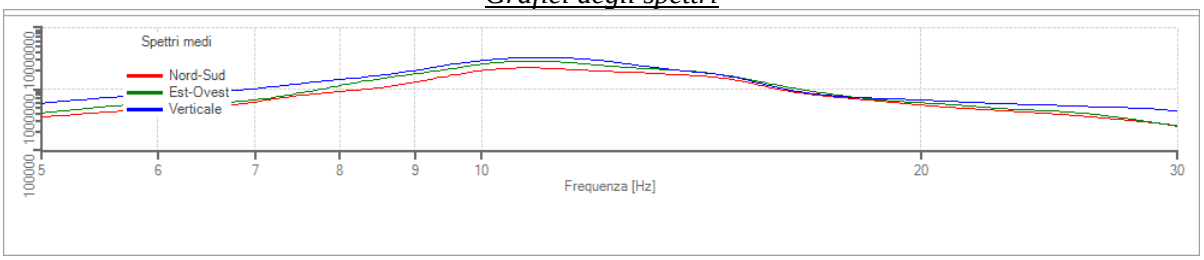


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

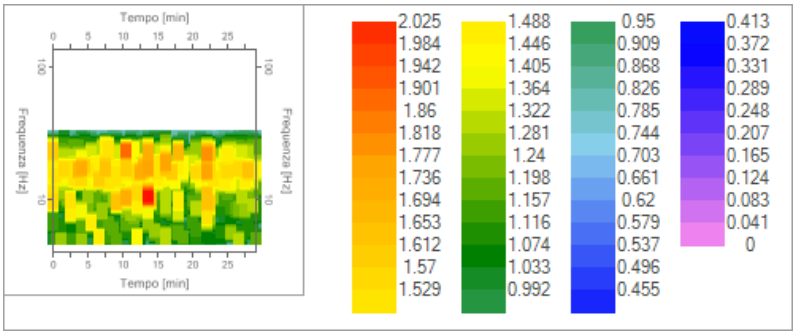


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

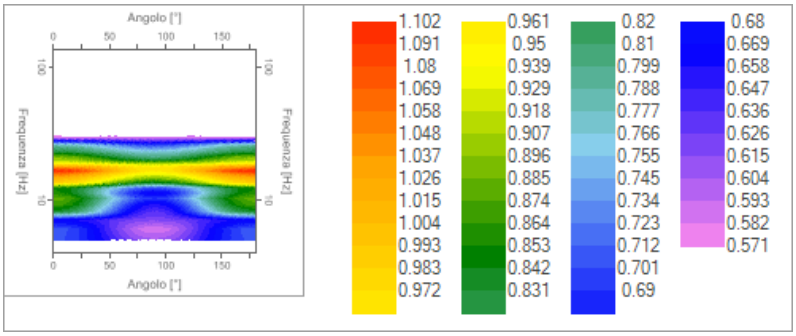
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

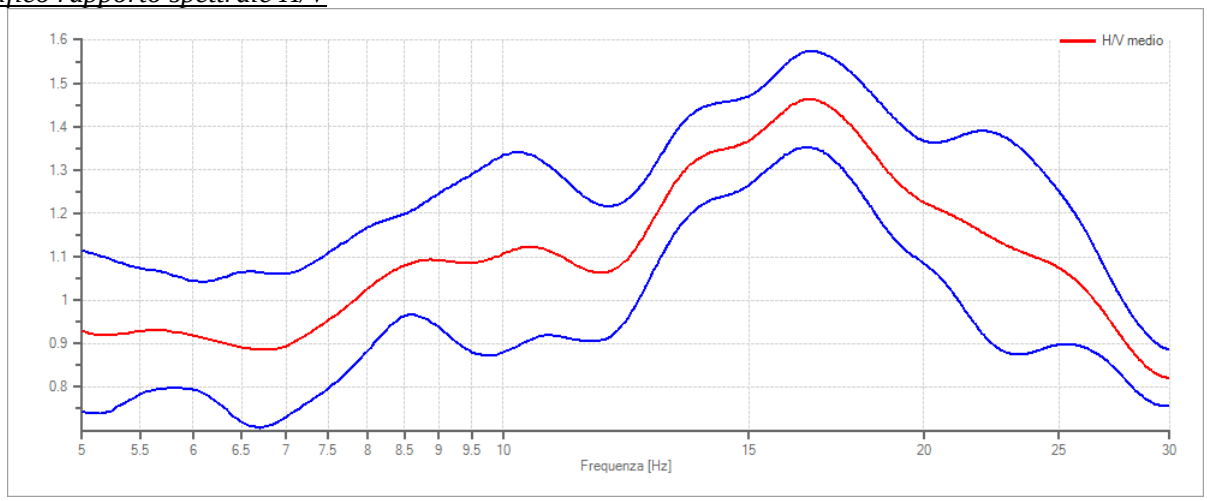
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	5.00 Hz
Passo frequenze:	0.05 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	15.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 16.55 Hz ±0.08 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

HVSR 2

Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	**HVSR2**
Cantiere:	Distributore Eni
Località:	La Veggia, Roteglia (RE)
Operatore:	Dott. Ferri Saverio
Data:	12/05/2021
Zona:	Distributore Eni
Latitudine:	44.550406
Longitudine:	10.769119

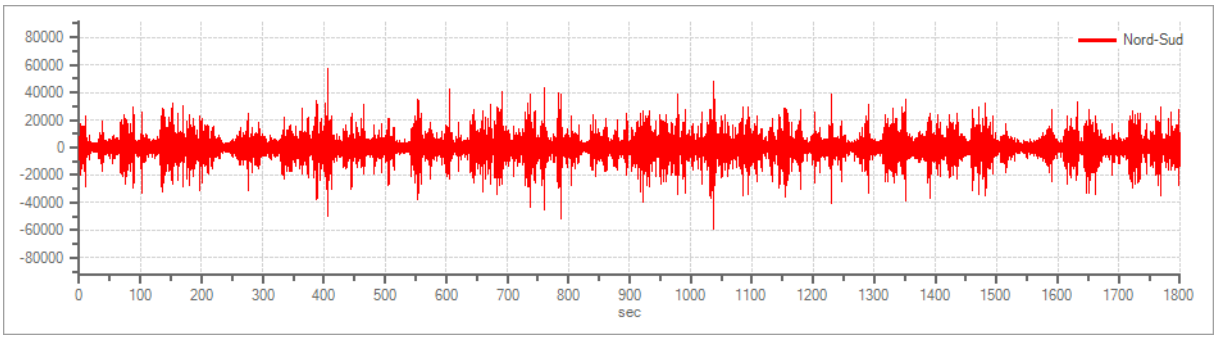


Tracce in input

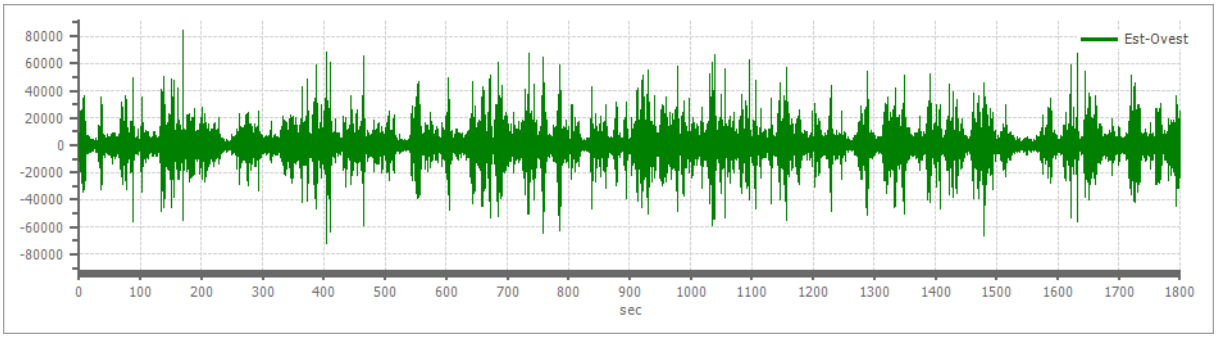
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

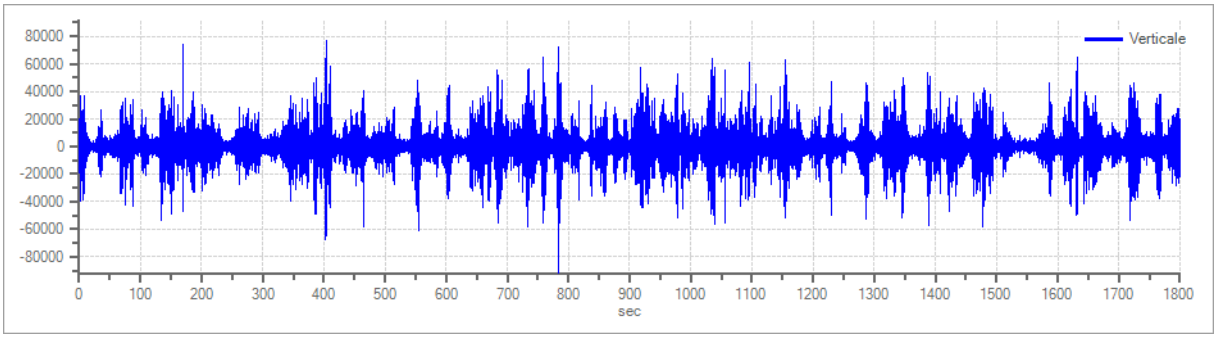
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

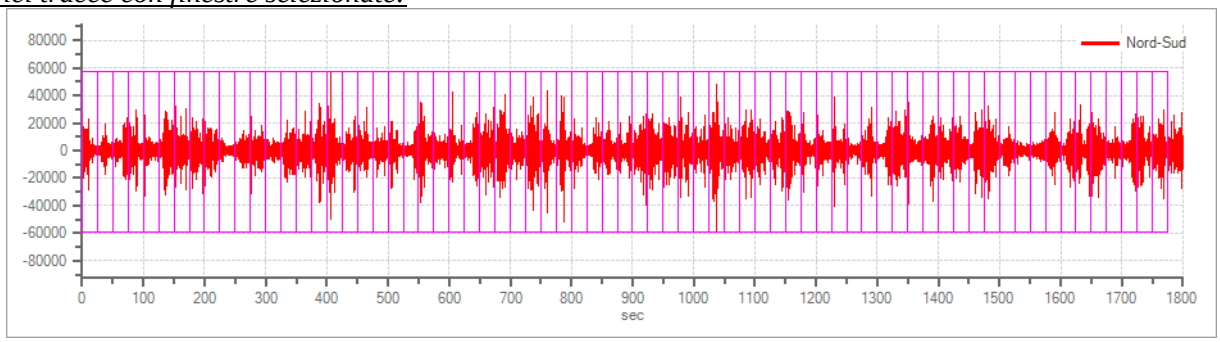
Numero totale finestre selezionate: 71
Numero finestre incluse nel calcolo: 71
Dimensione temporale finestre: 25.000 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Coefficiente di banda: 10.00

Tabella finestre:

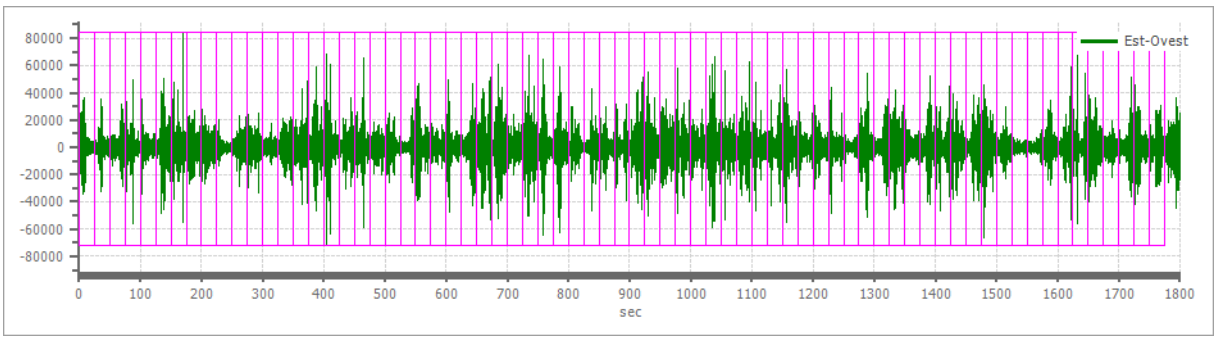
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	25	Inclusa
2	25	50	Inclusa
3	50	75	Inclusa
4	75	100	Inclusa
5	100	125	Inclusa
6	125	150	Inclusa
7	150	175	Inclusa
8	175	200	Inclusa
9	200	225	Inclusa
10	225	250	Inclusa
11	250	275	Inclusa
12	275	300	Inclusa
13	300	325	Inclusa
14	325	350	Inclusa
15	350	375	Inclusa
16	375	400	Inclusa
17	400	425	Inclusa
18	425	450	Inclusa
19	450	475	Inclusa
20	475	500	Inclusa
21	500	525	Inclusa
22	525	550	Inclusa
23	550	575	Inclusa
24	575	600	Inclusa
25	600	625	Inclusa
26	625	650	Inclusa
27	650	675	Inclusa
28	675	700	Inclusa
29	700	725	Inclusa
30	725	750	Inclusa
31	750	775	Inclusa
32	775	800	Inclusa
33	800	825	Inclusa
34	825	850	Inclusa
35	850	875	Inclusa
36	875	900	Inclusa
37	900	925	Inclusa
38	925	950	Inclusa
39	950	975	Inclusa
40	975	1000	Inclusa
41	1000	1025	Inclusa
42	1025	1050	Inclusa
43	1050	1075	Inclusa

44	1075	1100	Inclusa
45	1100	1125	Inclusa
46	1125	1150	Inclusa
47	1150	1175	Inclusa
48	1175	1200	Inclusa
49	1200	1225	Inclusa
50	1225	1250	Inclusa
51	1250	1275	Inclusa
52	1275	1300	Inclusa
53	1300	1325	Inclusa
54	1325	1350	Inclusa
55	1350	1375	Inclusa
56	1375	1400	Inclusa
57	1400	1425	Inclusa
58	1425	1450	Inclusa
59	1450	1475	Inclusa
60	1475	1500	Inclusa
61	1500	1525	Inclusa
62	1525	1550	Inclusa
63	1550	1575	Inclusa
64	1575	1600	Inclusa
65	1600	1625	Inclusa
66	1625	1650	Inclusa
67	1650	1675	Inclusa
68	1675	1700	Inclusa
69	1700	1725	Inclusa
70	1725	1750	Inclusa
71	1750	1775	Inclusa

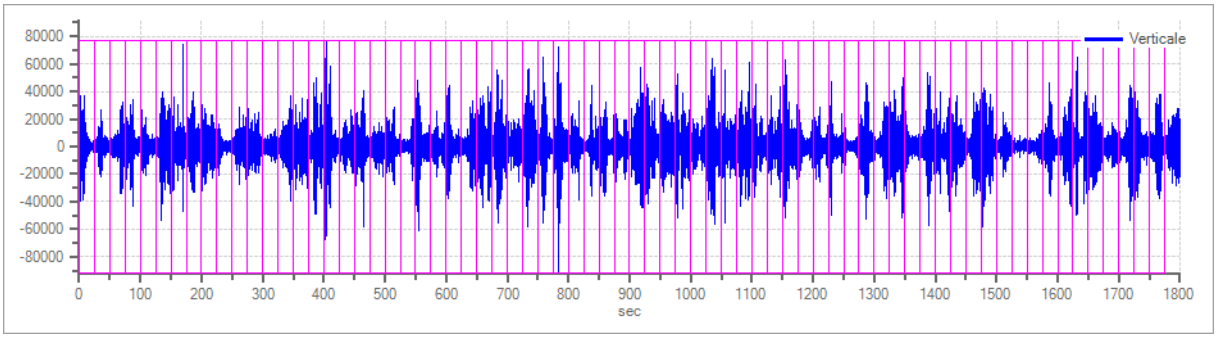
rafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

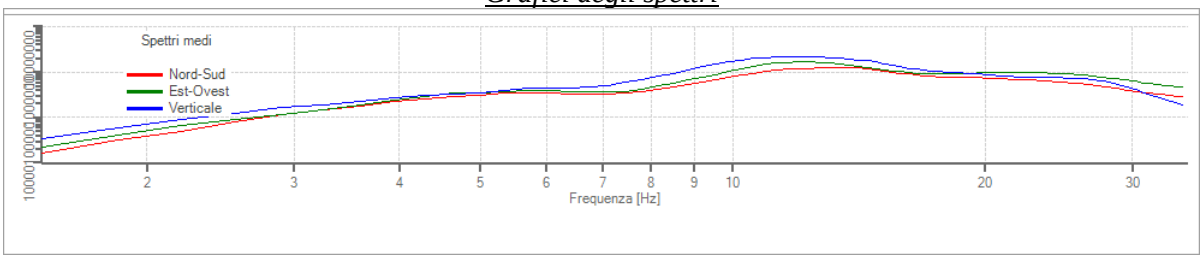


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

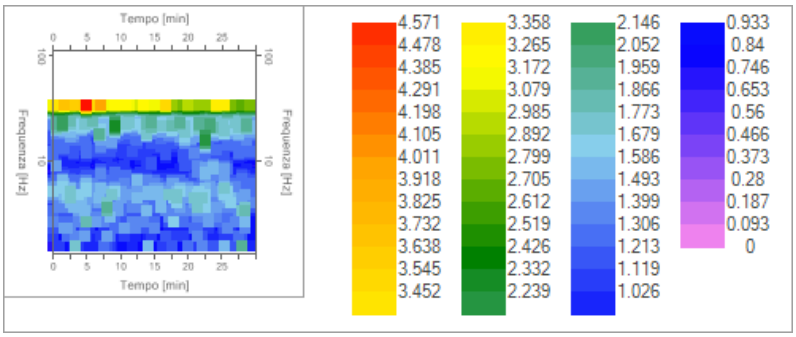


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

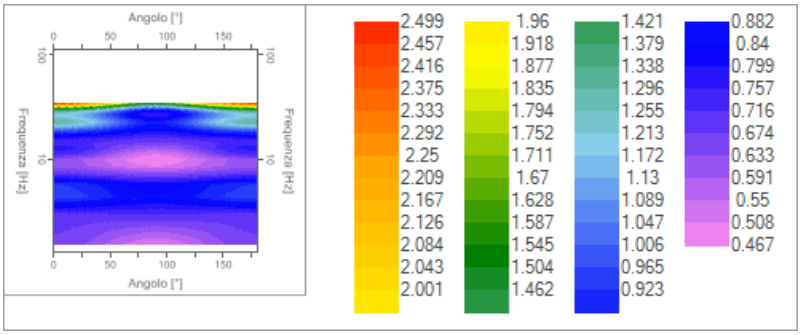
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

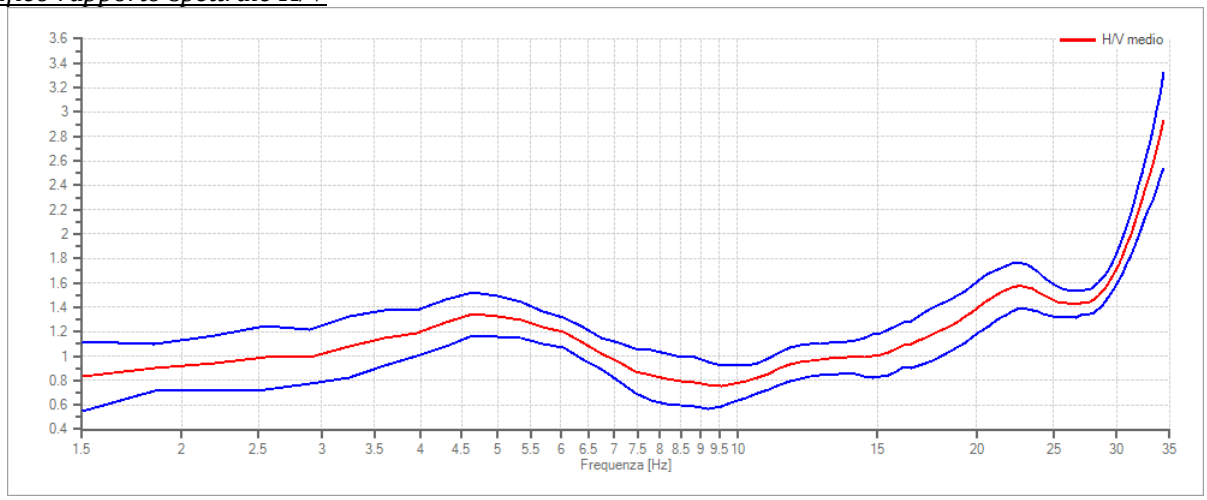
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	35.00 Hz
Frequenza minima:	1.50 Hz
Passo frequenze:	0.35 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 34.40 Hz ±0.13 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

HVSR 3
Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	**HVSR3**
Cantiere:	Eurogsas
Località:	La Veggia
Operatore:	Dott. Ferri
Data:	12/05/2021
Zona:	Eurogas SUD
Latitudine:	44.550957
Longitudine:	10.769299

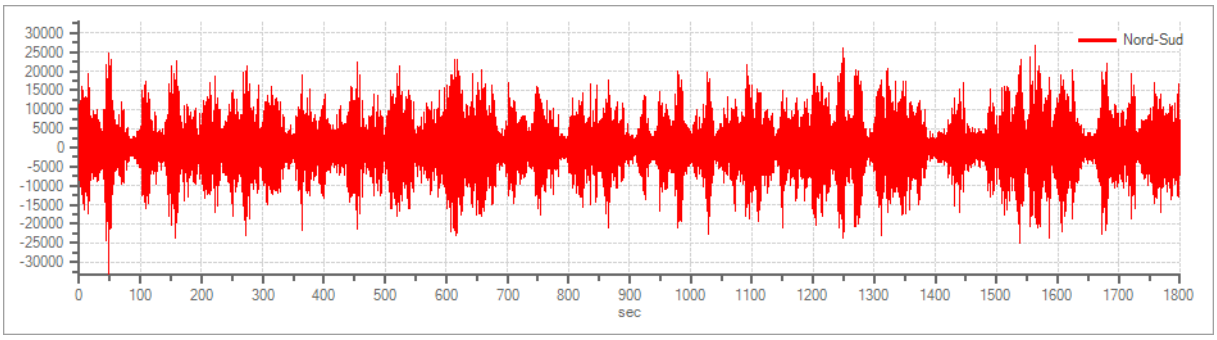


Tracce in input

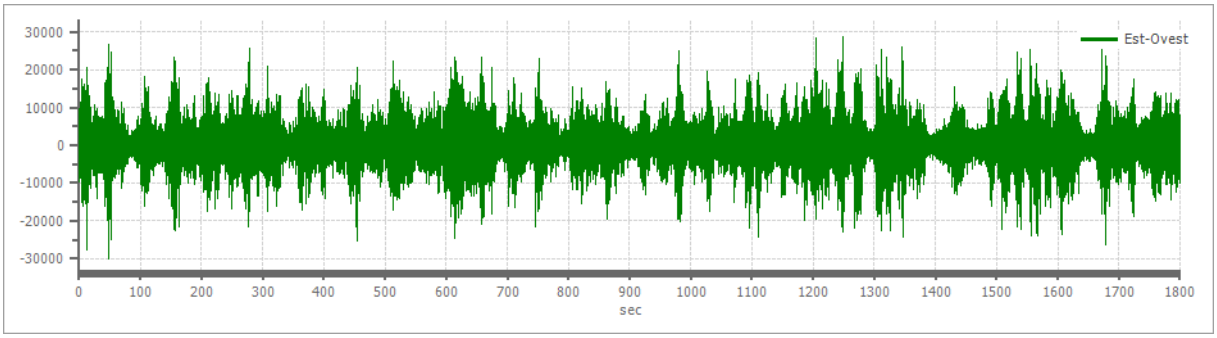
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

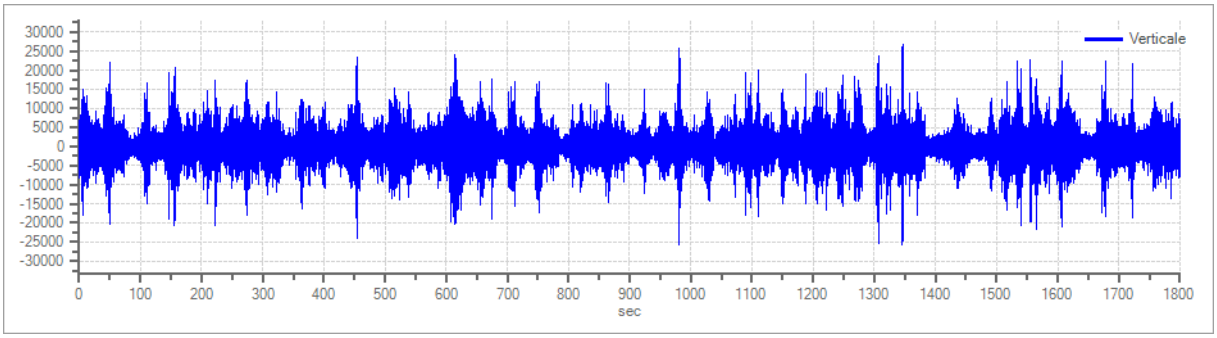
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

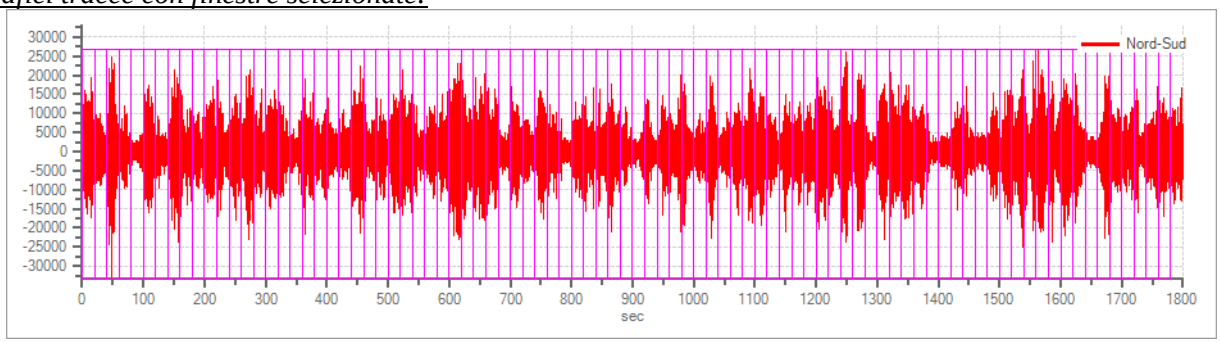
Numero totale finestre selezionate: 89
Numero finestre incluse nel calcolo: 89
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Tabella finestre:

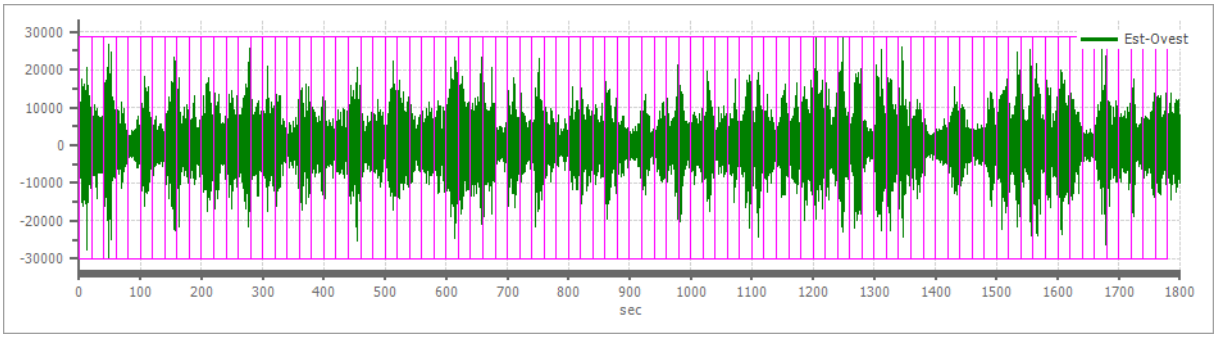
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa

43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa
69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa
75	1480	1500	Inclusa
76	1500	1520	Inclusa
77	1520	1540	Inclusa
78	1540	1560	Inclusa
79	1560	1580	Inclusa
80	1580	1600	Inclusa
81	1600	1620	Inclusa
82	1620	1640	Inclusa
83	1640	1660	Inclusa
84	1660	1680	Inclusa
85	1680	1700	Inclusa
86	1700	1720	Inclusa
87	1720	1740	Inclusa
88	1740	1760	Inclusa
89	1760	1780	Inclusa

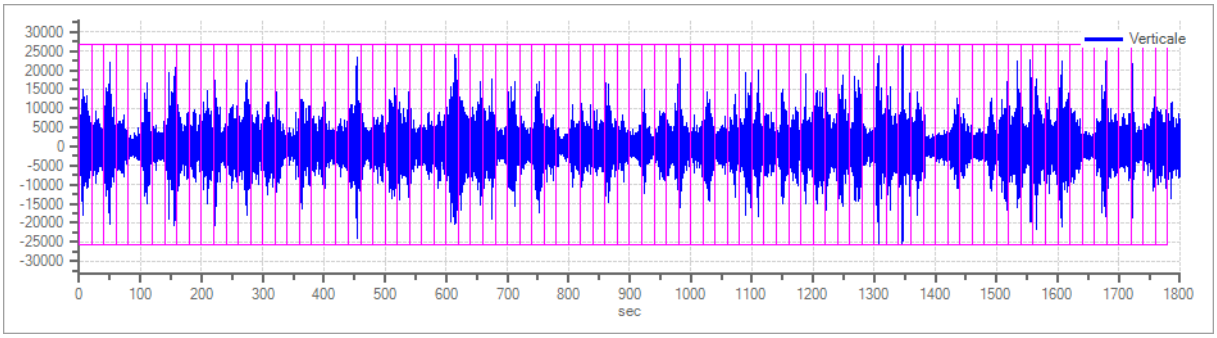
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

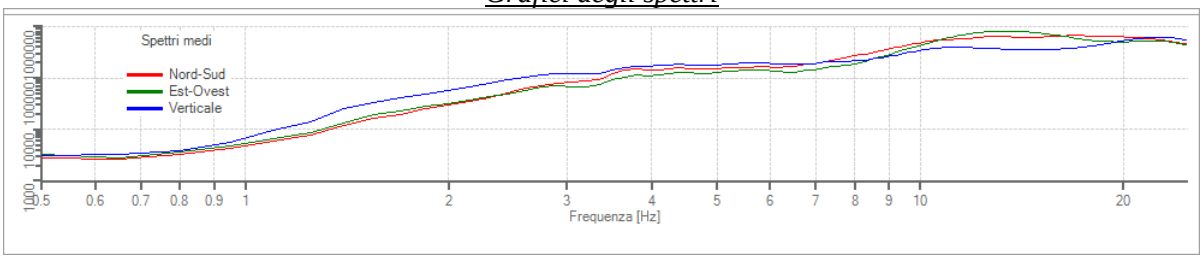


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

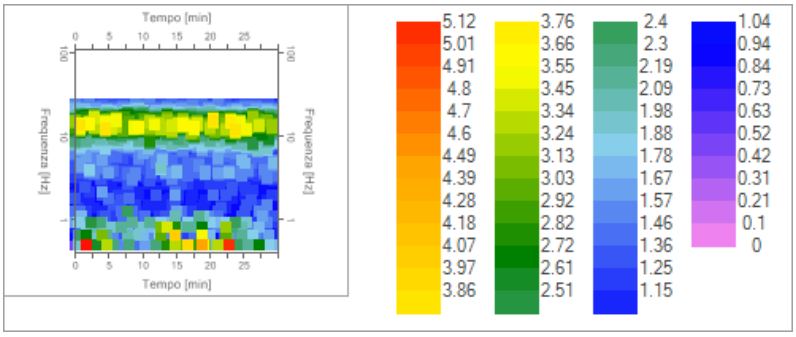


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

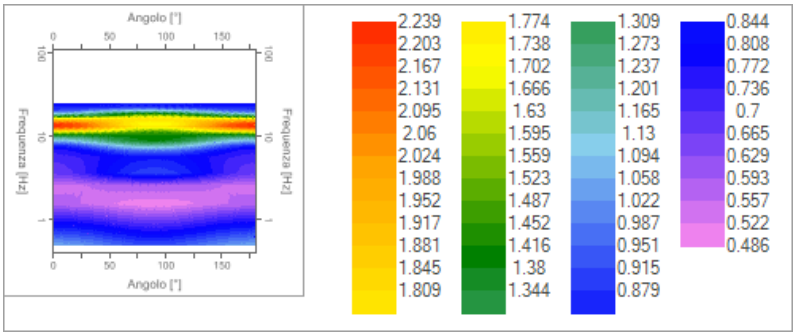
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

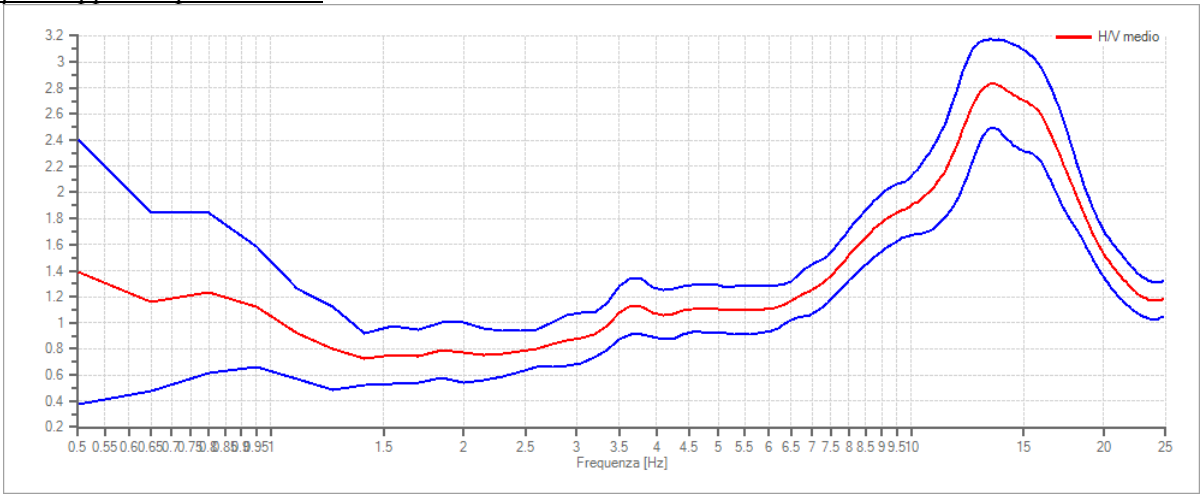
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	25.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.40 Hz ±0.12 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

HVSR4

Dati generali

Nome progetto:	**HVSR4**
Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Cantiere:	Eurogas Nord
Località:	La Veggia
Operatore:	Dott. Ferri
Data:	12/05/2021 00:00:00
Latitudine:	44.551512
Longitudine:	10.769299°

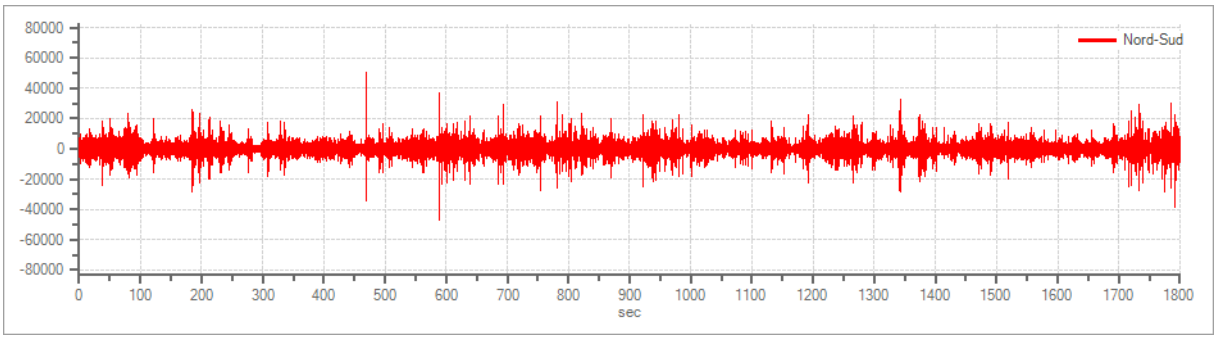


Tracce in input

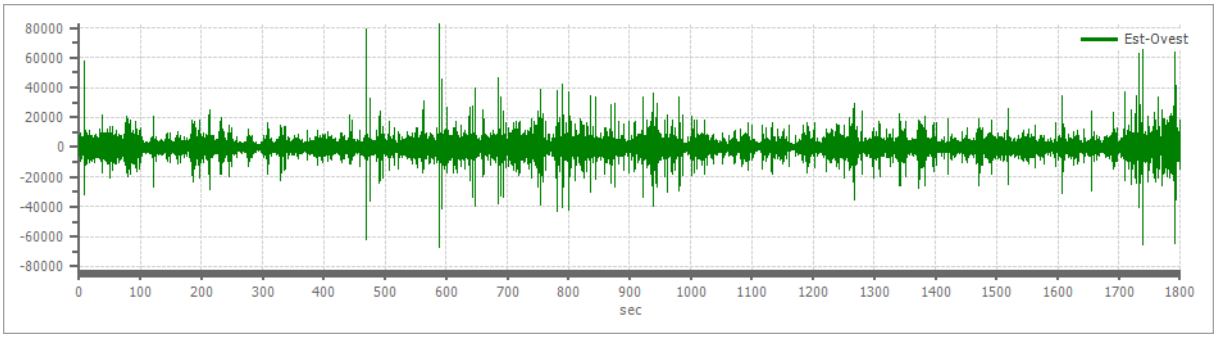
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

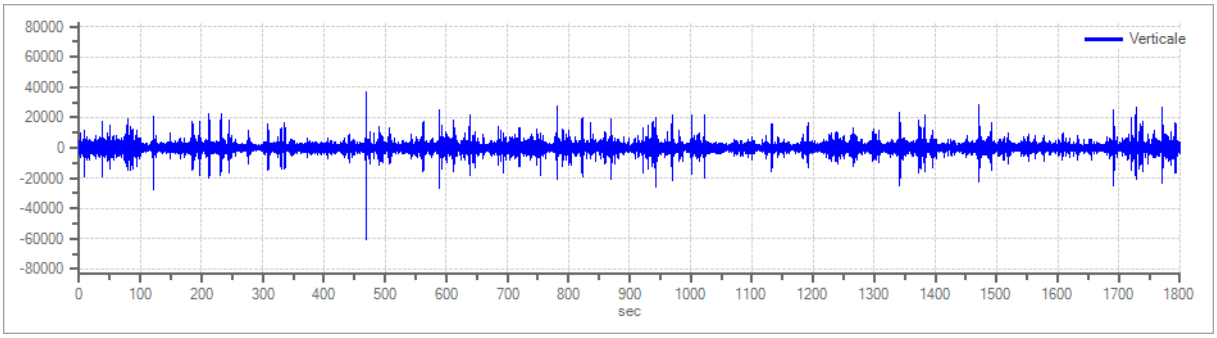
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

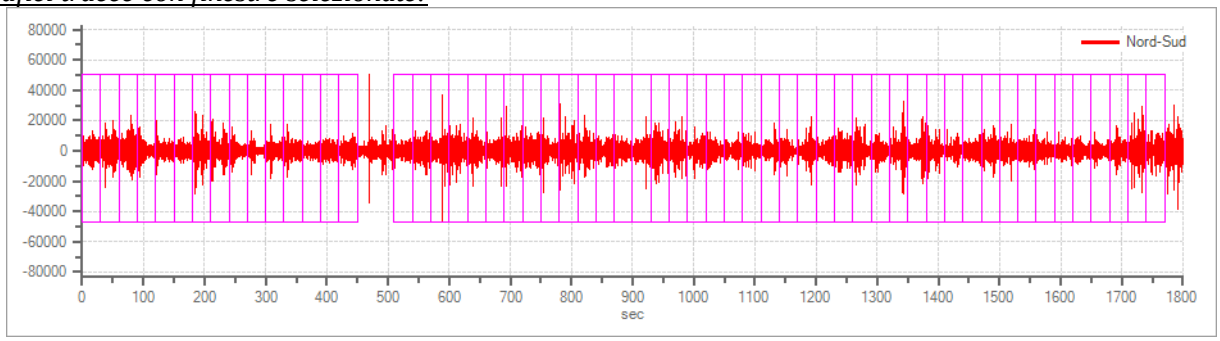
Numero totale finestre selezionate: 57
Numero finestre incluse nel calcolo: 57
Dimensione temporale finestre: 30.000 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Coefficiente di banda: 40.00

Tabella finestre:

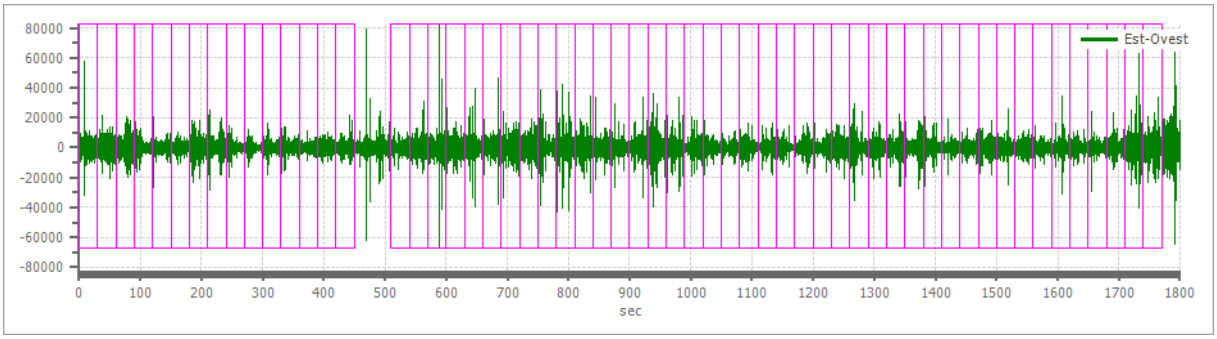
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	30	Inclusa
2	30	60	Inclusa
3	60	90	Inclusa
4	90	120	Inclusa
5	120	150	Inclusa
6	150	180	Inclusa
7	180	210	Inclusa
8	210	240	Inclusa
9	240	270	Inclusa
10	270	300	Inclusa
11	300	330	Inclusa
12	330	360	Inclusa
13	360	390	Inclusa
14	390	420	Inclusa
15	420	450	Inclusa
16	510	540	Inclusa
17	540	570	Inclusa
18	570	600	Inclusa
19	600	630	Inclusa
20	630	660	Inclusa
21	660	690	Inclusa
22	690	720	Inclusa
23	720	750	Inclusa
24	750	780	Inclusa
25	780	810	Inclusa
26	810	840	Inclusa
27	840	870	Inclusa
28	870	900	Inclusa
29	900	930	Inclusa
30	930	960	Inclusa
31	960	990	Inclusa
32	990	1020	Inclusa
33	1020	1050	Inclusa
34	1050	1080	Inclusa
35	1080	1110	Inclusa
36	1110	1140	Inclusa
37	1140	1170	Inclusa
38	1170	1200	Inclusa
39	1200	1230	Inclusa
40	1230	1260	Inclusa
41	1260	1290	Inclusa
42	1290	1320	Inclusa
43	1320	1350	Inclusa

44	1350	1380	Inclusa
45	1380	1410	Inclusa
46	1410	1440	Inclusa
47	1440	1470	Inclusa
48	1470	1500	Inclusa
49	1500	1530	Inclusa
50	1530	1560	Inclusa
51	1560	1590	Inclusa
52	1590	1620	Inclusa
53	1620	1650	Inclusa
54	1650	1680	Inclusa
55	1680	1710	Inclusa
56	1710	1740	Inclusa
57	1740	1770	Inclusa

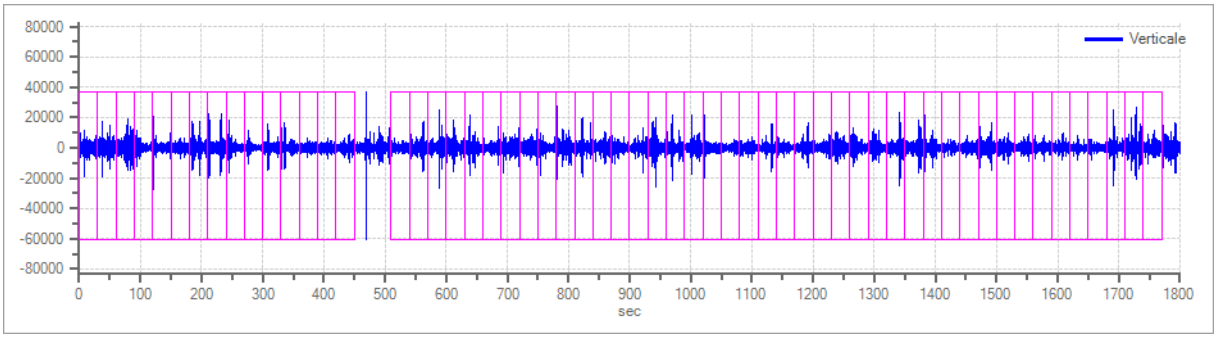
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

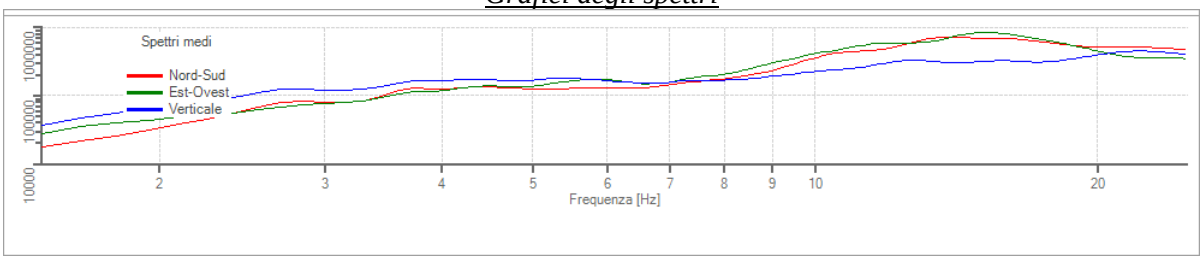


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

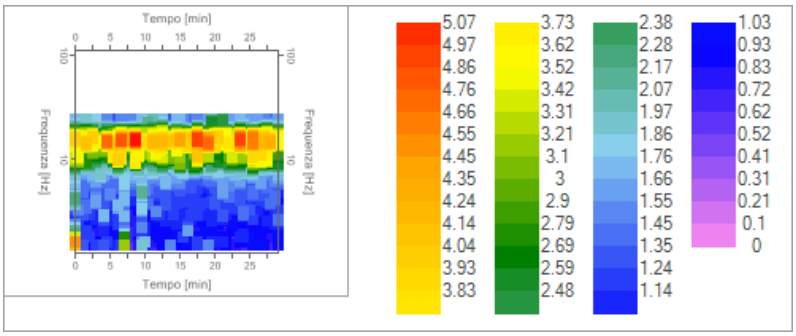


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

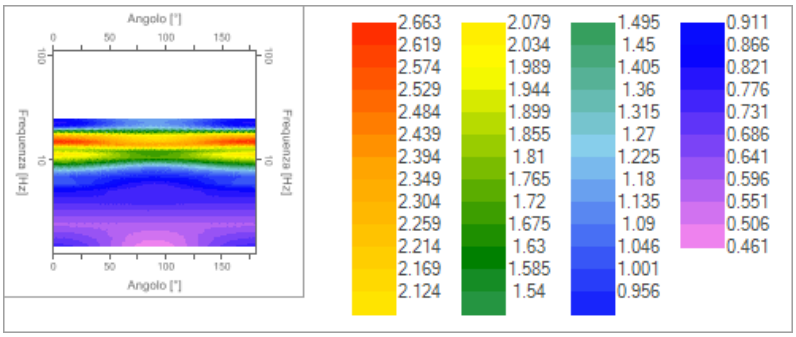
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

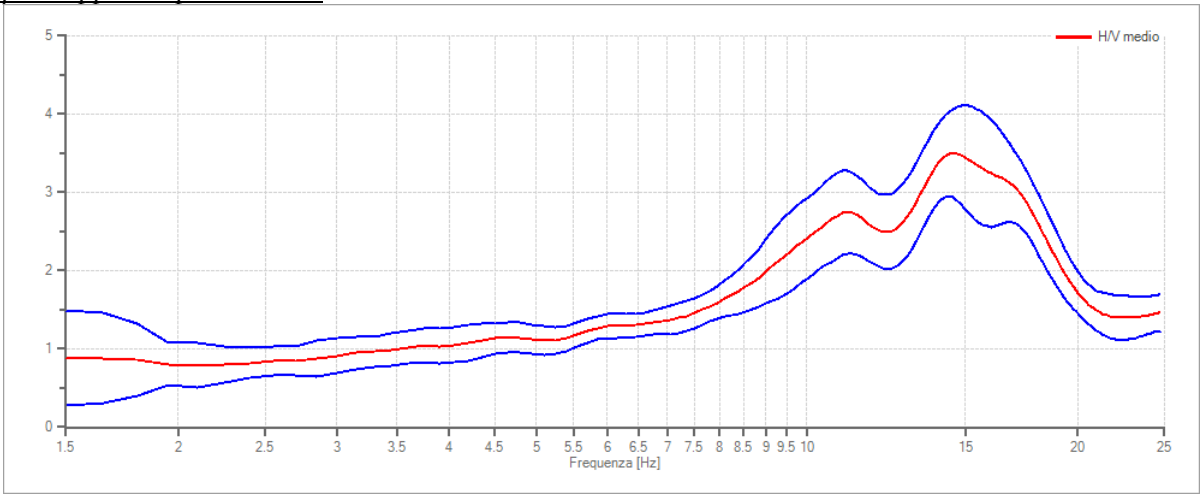
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	25.00 Hz
Frequenza minima:	1.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 14.55 Hz ±0.16 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}\left[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)\right] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

HVSR 5

Dati generali

Committente:	Dott.Geol. Franchi Valeriano
Nome progetto:	HVSR5
Cantiere:	La Veggia
Località:	Rotonda
Responsabile:	Dott. Ferri
Data:	08/06/2021
Latitudine:	44.552263
Longitudine:	10.769442

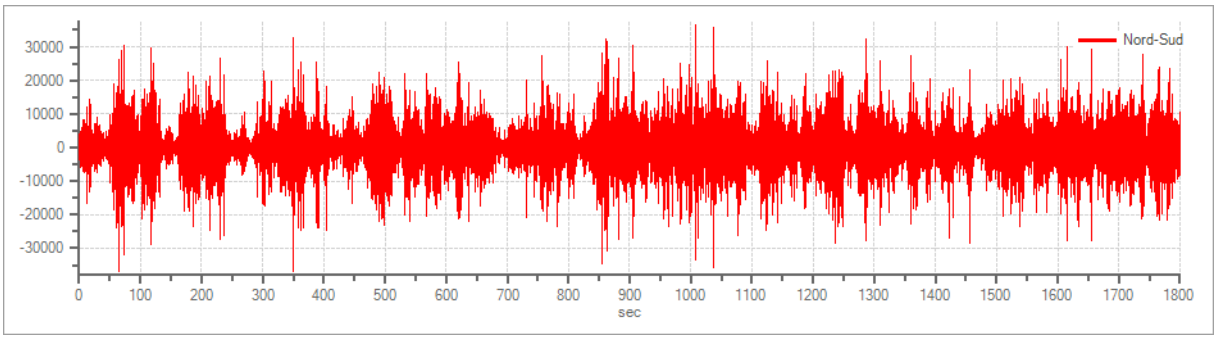


Tracce in input

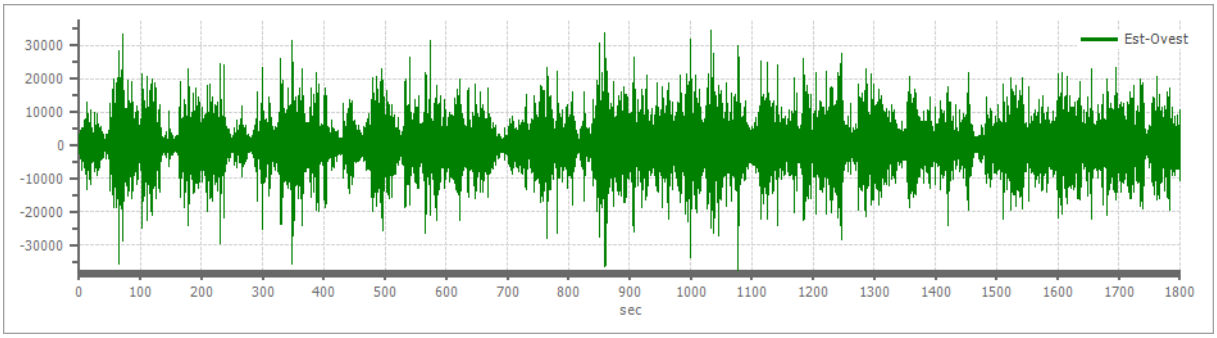
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1800	s
Frequenza di campionamento:	300.00	Hz
Numero campioni:	540000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

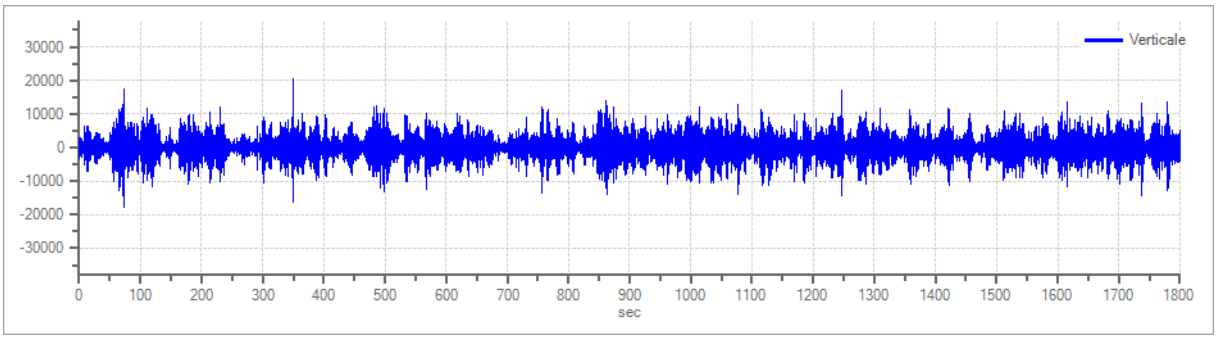
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

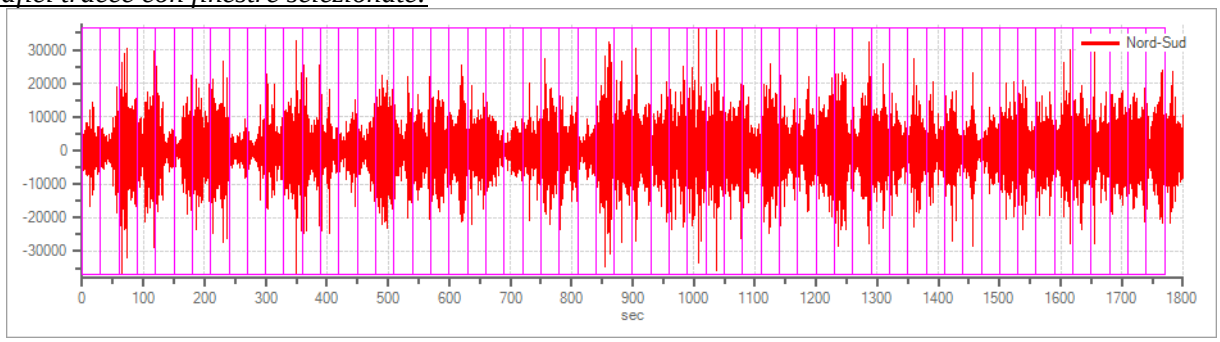
Dati riepilogativi:
Numero totale finestre selezionate: 59
Numero finestre incluse nel calcolo: 59
Dimensione temporale finestre: 30.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

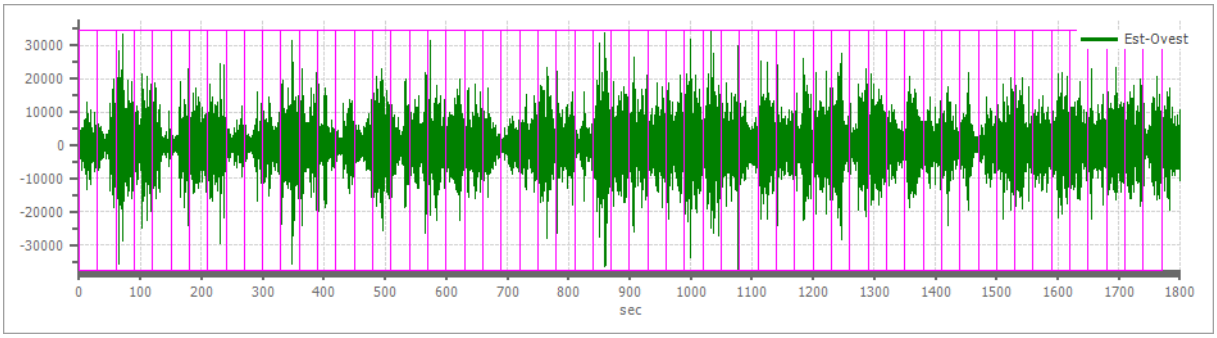
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	30	Inclusa
2	30	60	Inclusa
3	60	90	Inclusa
4	90	120	Inclusa
5	120	150	Inclusa
6	150	180	Inclusa
7	180	210	Inclusa
8	210	240	Inclusa
9	240	270	Inclusa
10	270	300	Inclusa
11	300	330	Inclusa
12	330	360	Inclusa
13	360	390	Inclusa
14	390	420	Inclusa
15	420	450	Inclusa
16	450	480	Inclusa
17	480	510	Inclusa
18	510	540	Inclusa
19	540	570	Inclusa
20	570	600	Inclusa
21	600	630	Inclusa
22	630	660	Inclusa
23	660	690	Inclusa
24	690	720	Inclusa
25	720	750	Inclusa
26	750	780	Inclusa
27	780	810	Inclusa
28	810	840	Inclusa
29	840	870	Inclusa
30	870	900	Inclusa
31	900	930	Inclusa
32	930	960	Inclusa
33	960	990	Inclusa
34	990	1020	Inclusa
35	1020	1050	Inclusa
36	1050	1080	Inclusa
37	1080	1110	Inclusa
38	1110	1140	Inclusa
39	1140	1170	Inclusa
40	1170	1200	Inclusa
41	1200	1230	Inclusa
42	1230	1260	Inclusa
43	1260	1290	Inclusa
44	1290	1320	Inclusa

45	1320	1350	Inclusa
46	1350	1380	Inclusa
47	1380	1410	Inclusa
48	1410	1440	Inclusa
49	1440	1470	Inclusa
50	1470	1500	Inclusa
51	1500	1530	Inclusa
52	1530	1560	Inclusa
53	1560	1590	Inclusa
54	1590	1620	Inclusa
55	1620	1650	Inclusa
56	1650	1680	Inclusa
57	1680	1710	Inclusa
58	1710	1740	Inclusa
59	1740	1770	Inclusa

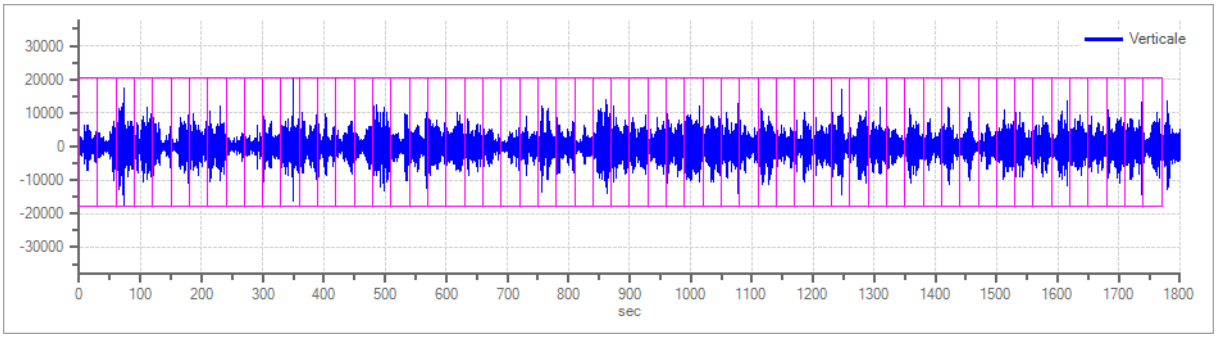
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

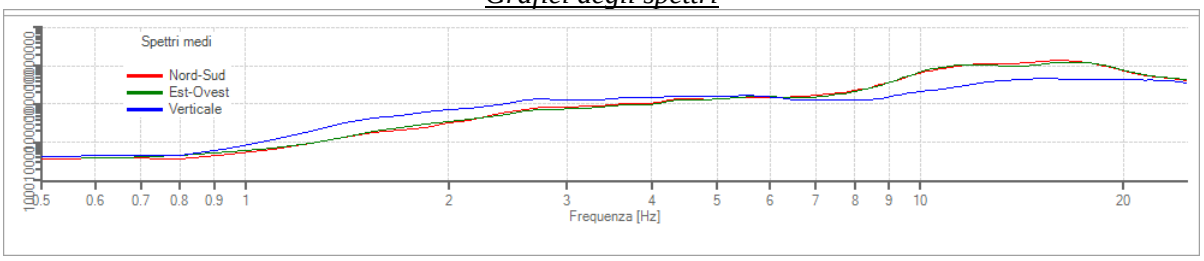


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

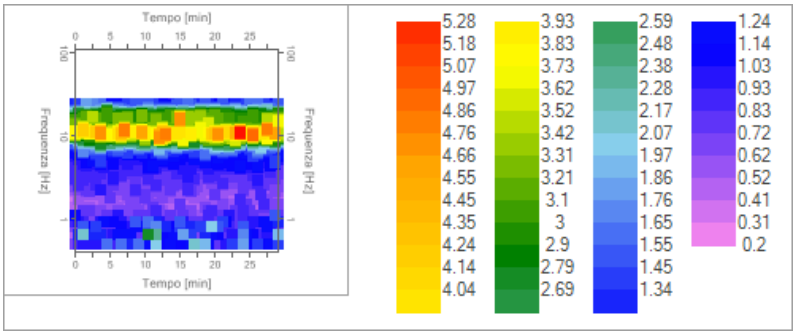


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

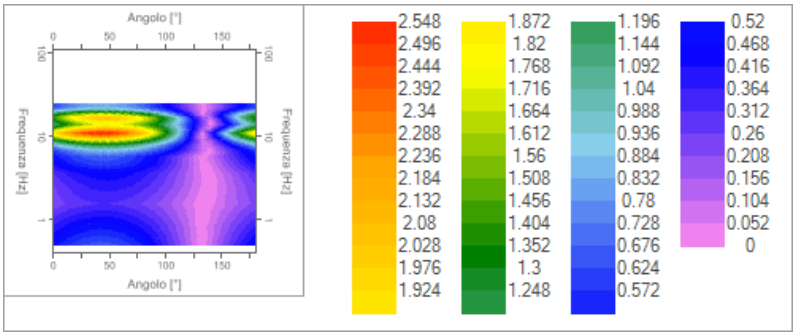
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

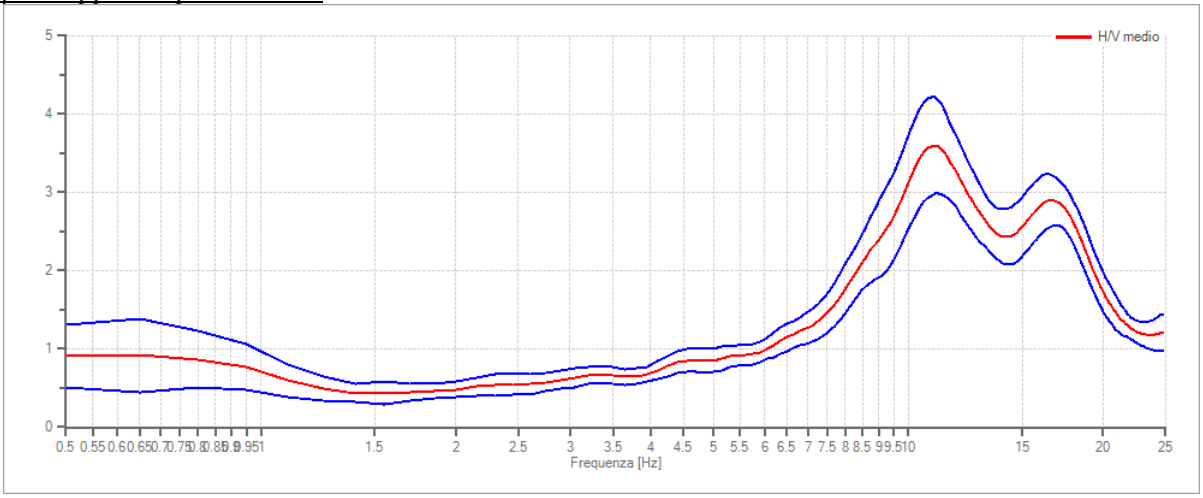
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	25.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.00 Hz ±0.17 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Allegato 5

Indagini geognostiche utilizzate per costruire il profilo stratigrafico ovest, passante per l'area dell'ex ceramica Cisa-Cerdisa

(sondaggi a carotaggio e pozzi per acqua)

UNIVERSITÀ DI MODENA
ISTITUTO DI GEOLOGIA

Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 230.394
41100 MODENA

219 BP617

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. 233
105 MO

Comune Fiorano Località Ponte della Fossa

F°. 86 Tav. I.G.M. 86 Sassuolo I S.O.

Coordinate 4458 - 3672

Committente: Ceramiche PI-SA

Ditta perforatrice: Brighenti Data 1965

Quota p. c. m 95 profondità raggiunta m 91

Livello statico m -12 Livello dinamico m -25 portata l" 10

Falde [redacted] Tagli: 34-37; 46-49; 58-64; 71-73; 76-80

da m	0	a m	32	: argilla gialla con ghiaia addensata
» »		» »	38	: ghiaia con acqua
» »		» »	44	: argilla gialla
» »		» »	51,5	: ghiaia con acqua
» »		» »	54,5	: argilla gialla
» »		» »	65	: ghiaia con acqua
» »		» »	71	: argilla verde
» »		» »	74,5	: ghiaia con acqua
» »		» »	76	: argilla gialla
» »		» »	80	: ghiaia con acqua
» »		» »	91	: ghiaia con sabbia
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:
» »		» »		:

UNIVERSITÀ DI MODENA
ISTITUTO DI GEOLOGIA

Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 230.394
41100 MODENA

219 BP 645

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. ~~8~~ 345

Comune Sassuolo **Località** quattro ponti

F°. 86 **Tav. I.G.M.** I SO SASSUOLO

Coordinate 4316 - 3502

Committente: Soc. Lav. Acquedotti

Ditta perforatrice: E. T. S. **Data** 1968

Quota p. c. m ..... **profondità raggiunta m** 94

Livello statico m ..... **Livello dinamico m** ..... **portata l"** .....

Falde 54 ÷ 58,5 ; 75 ÷ 78 **Tubi** Ø 12" (305 × 290) ; 12" = 305 ∅

da m	0	a m 2 :	argilla
» »	2	» » 18 :	ghiaia secca
» »	18	» » 24 :	argilla
» »	24	» » 34 :	ghiaia senza acqua
» »	34	» » 37 :	argilla
» »	37	» » 45 :	ghiaia con argilla
» »	45	» » 50 :	argila
» »	50	» » 52 :	ghiaia con argilla
» »	52	» » 60 :	" ghiaia con acqua
» »	60	» » 75 :	argilla
» »	75	» » 78 :	ghiaia verde con acqua
» »	78	» » 81 :	" con argilla senza acqua
» »	81	» » 86 :	" verde con molta acqua
» »	86	» » 90 :	argila
» »	90	» » 94 :	limo con odore di H_2S con qualche ciottolino
» »	94	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	
» »	.....	» » ..... :	

pozzo n. 1 219020

Regione Emilia-Romagna → Scheda da ritornare al Genio Civile

Pratica N° 2525 52

COMPRENSORIO 12

COMUNE-Istat 413

-Ditta SIRI S.p.A. ora IRIS CERAMICA S.p.A. - STABILIMENTO DI FIORANO -

residente a Fiorano Modenese in Via Ghiarola Nuova

-Pozzo ad uso Industriale e Civile in Comune di Fiorano Modenese

Frazione _____ Località FIORANO Mapp.N° 29/30 /Fg. 2

-Data di ultimazione della perforazione: _____

-Ditta perforatrice: Ferri Ottavio

P657

CARATTERISTICHE DEL POZZO N° 1

*avanpozzo (si o no) si

*diametro interno tubi mm. 320

*profondità mt. 97

EQUIPAGGIAMENTO

*tipo della pompa ROTOS tipo STPF 142/14

*potenza Cv 25 / kW

*prevalenza mt. 135,5/75

*portata lt/sec. 420/900 ?

-Livello statico mt. 40,

-Portata pozzo: lt/sec. 12

-Superficie irrigata:

ha. _____ are _____ ca. _____

-Consumo giornaliero (24 ore):

metri cubi 210 (per i giorni lavorativi)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati	Falde captate
-da mt. 0 a mt. 30 Ghiaia senza acqua	
-da mt. 30 a mt. 60 Filtri da ghiaia con	acqua
-da mt. 70 a mt. 82	terra
-da mt. 82 a mt. 92	Filtri di ghiaia con acqua
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	

Localizzazione del pozzo

Long. 288 Lat. 128 Ha. 13

Quota piano campagna: m.s.l.m.

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 30-3-1978

Firma Ceramica S.I.R.I. S.p.A.
Società Industria Rivestimenti Italiani
Via Ghiarola Nuova, 121/123
41042 FIORANO MODENESE (MO)

ANNOTAZIONI: Il pozzo trovasi nell'area cortiliva dello stabilimento.

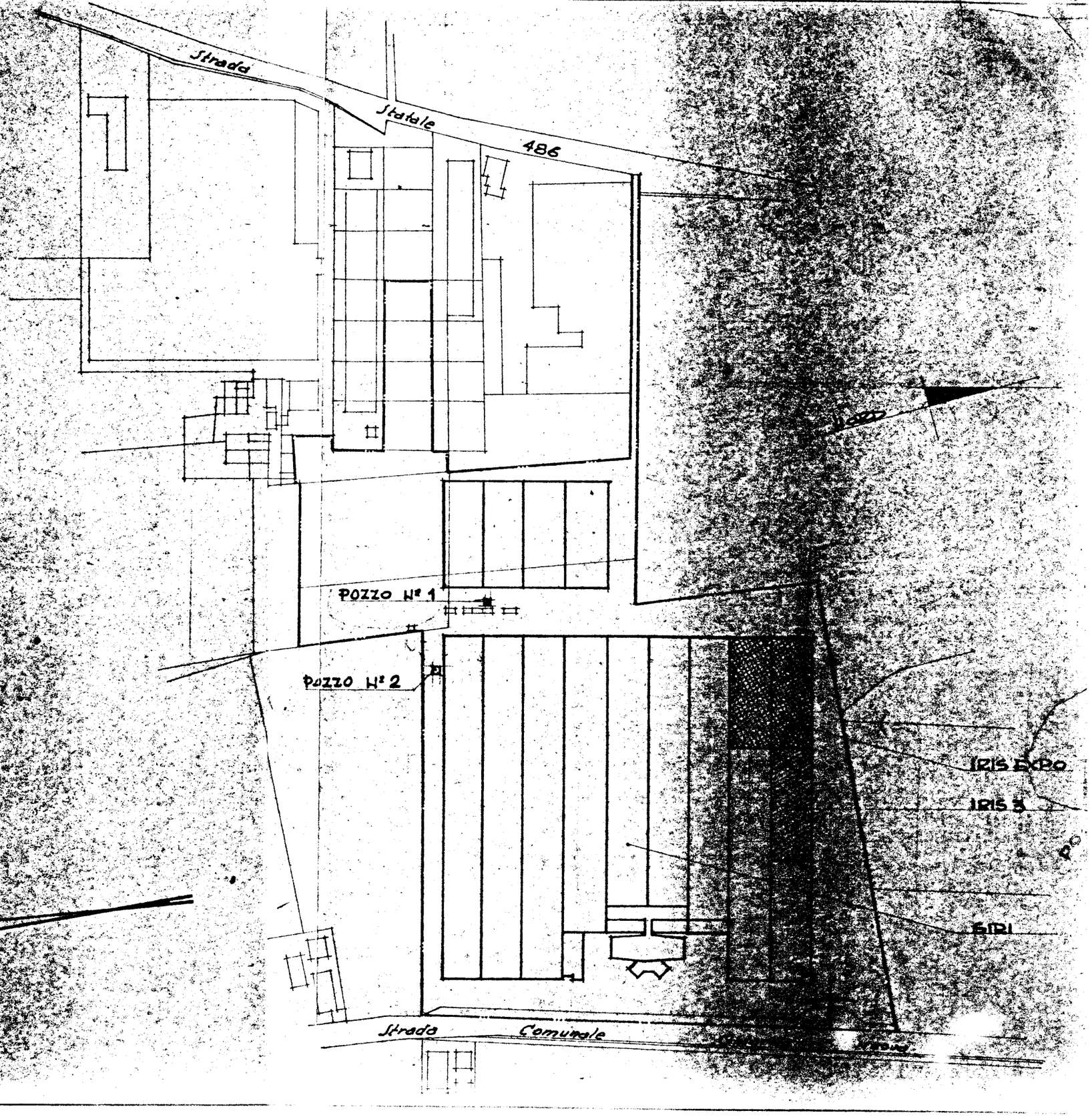
N.B. - Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, [illegible] da laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

CERAMICA SIBI S.p.A

PLANIMETRIA CATASTALE FABBRICATI

AGGIORNATA AL 31 AGOSTO 1973

DISEGNO SCALA 1:2000



Ceramica S.I.R.I. S.p.A.
Società Rivestimenti Italiani
Via Nuova, 121/123
41042 FIORANO MODENESE (MO)

SUOLO

7° 6° 5° 4° 3°

Le coordinate geografiche sono riferite all'Ellissoide di Bessel.
Le coordinate del reticolato sono riferite all'Ellissoide Internazionale.

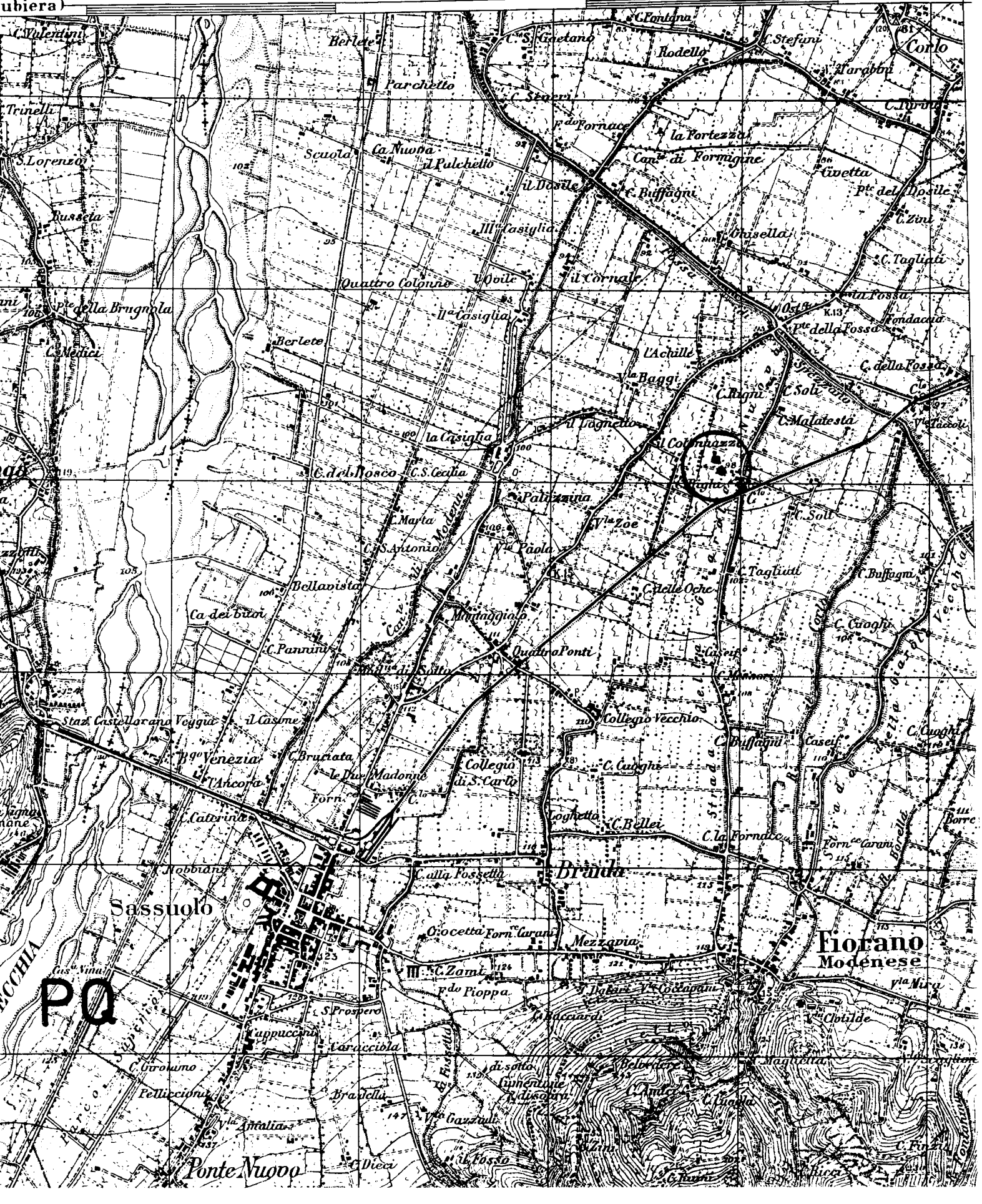
I S.0.

Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich = 12°27'08",40

ridiano di Roma (Monte Mario)

ubiera)

41 42 43 44 45



PQ

Regione Emilia-Romagna

Pratica N° 2406 - 36 COMPRENSORIO COMUNE-Istat 219020

Codice fiscale 01000400364

-Ditta RIWAL CERAMICHE srl

residente a FIORANO MODENESE in Via GHIAROLA NUOVA 101

-Pozzo ad uso INDUSTRIALE in Comune di FIORANO MODENESE

Frazione _____ Località 14/7/77 Mapp.N° 10 /Fg. 2

-Data di ultimazione della perforazione: _____

-Ditta perforatrice: FERRI ITALO - Castelfranco Emilia (MO) P658

CARATTERISTICHE DEL POZZO

*avanpozzo (si o no) NO

*diametro interno tubi mm. 270

*profondità mt. 110

EQUIPAGGIAMENTO

* tipo della pompa PALMA 140 ~~28 Y8~~

* tubo pompa Ø mm. 90

*potenza Cv 7,5 / kW

*prevalenza mt. 90

*portata lt/sec. 25

- Livello dinamico mt. _____

-Livello statico mt. 40

-Portata pozzo: lt/sec. 3

-Superficie irrigata:

ha. _____ are _____ ca. _____

-Consumo giornaliero (24 ore):

metri cubi 80 max

STRATIGRAFIA DEL TERRENO Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati	Falde captate
-da mt. 0 a mt. 20 ARGILLA	
-da mt. 20 a mt. 40 GHIAIA SECCA	
-da mt. 40 a mt. 94 ARGILLA	
-da mt. 94 a mt. 104 GHIAIA (FILTRO)	X
-da mt. 104 a mt. 110 ARGILLA	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 18 DIC. 1990

Firma _____

RIWAL CERAMICHE SRL

ANNOTAZIONI: _____

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

SCALA 1:10.000



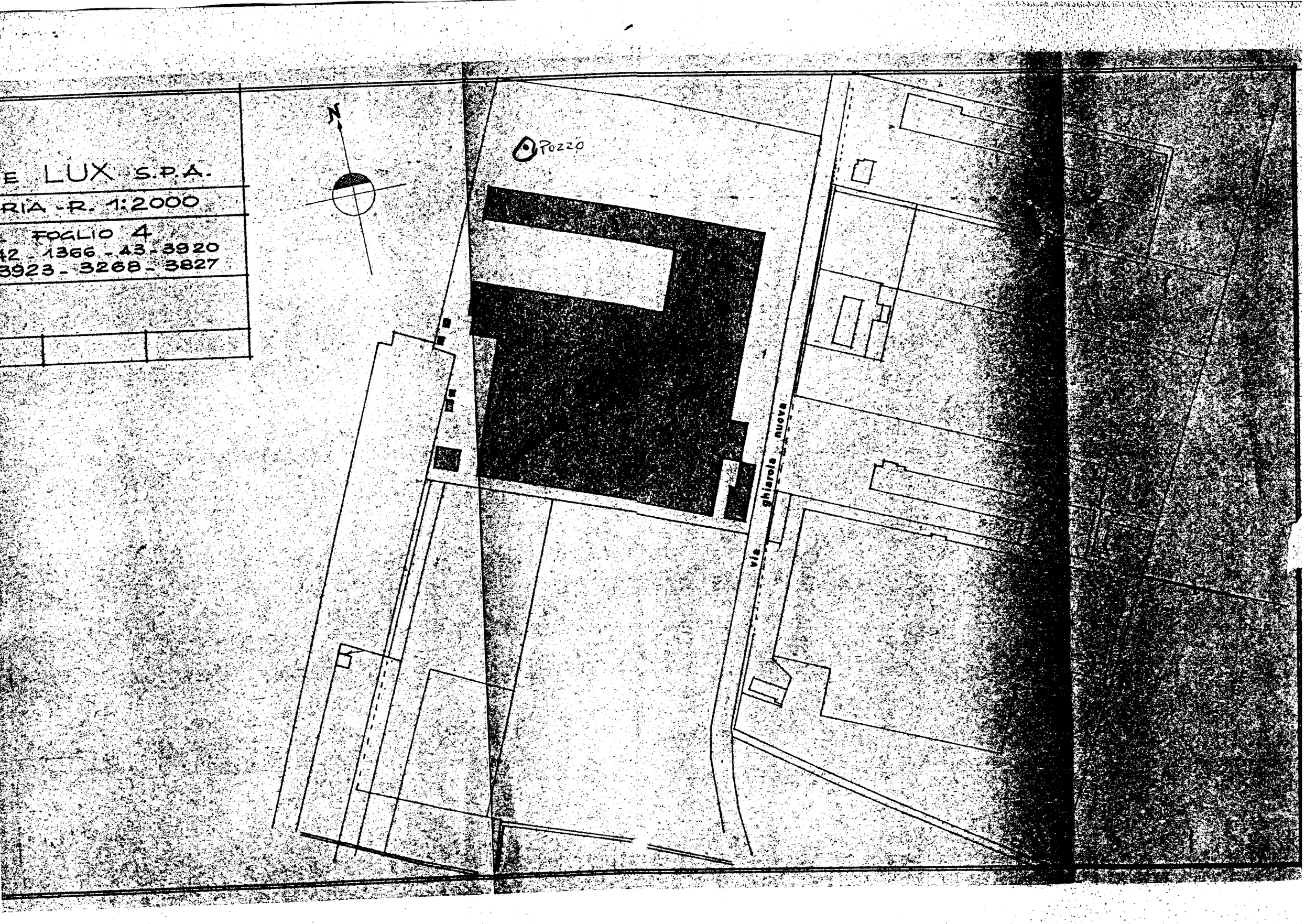
E LUX S.P.A.

RIA - R. 1:2000

FOGLIO 4

42 - 1366 - 43 - 3920

3923 - 3268 - 3827



219060

219CP602

UNIVERSITÀ DI MODENA
ISTITUTO DI GEOLOGIA

Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 230.394
41100 MODENA

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. 21 S
103 MO

Comune SASSUOLO **Località** Collegio Vecchio-Braida

F°. 86 **Tav. I.G.M.** 86 Sassuolo I S O

Coordinate 4326-3392

Committente: Consorzio Braida

Ditta perforatrice: MASSARENTI **Data**

Quota p. c. m 117 **profondità raggiunta m** 78

Livello statico m −11.5 **Livello dinamico m** **portata l"**

Falde **Tubi**

da m	0	a m 11.7	: avanpozzo
» »		» » 13	: ghiaia e ciottoli con argilla
» »		» » 27	: argilla giallastra
» »		» » 31.6	: argilla bluastra
» »		» » 33.5	: argilla grigia sabbiosa con conchiglie
» »		» » 34	: ghiaia silavata acquifera
» »		» » 11.5	: argilla bluastra con gesso
» »		» » 12.8	: conglomerato acquifero
» »		» » 18	: argilla cinerea con conchiglie e gesso
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:
» »		» »	:

219060

Regione Emilia-Romagna

→ Scheda da ritornare al Genio Civile

Pratica N° 2165 41

COMPRENSORIO 12

COMUNE-Istat 413

-Ditta Ceramica CERNOVA S.p.a.

residente a Fiorano Modenese in Via Ghiarola Nuova n. 7

-Pozzo ad uso Industriale in Comune di Fiorano Modenese

Frazione _____ Località Fiorano Modenese Mapp.N° _____ /Fg. ___

-Data di ultimazione della perforazione: 20/2/1977

-Ditta perforatrice: FERRI ITALO - Castelfranco Emilia -MO

P611

CARATTERISTICHE DEL POZZO

*avanpozzo (si ~~x~~ no) ____

*diametro interno tubi mm. 270

*profondità mt. 118

EQUIPAGGIAMENTO

*tipo della pompa
Palma tipo 140 Y 9

*potenza ~~Cv~~ KW 7,5

*prevalenza mt. 90 Mt.

*portata lt/sec. 2,5

-Livello statico mt. 40Mt.

-Portata pozzo:lt/sec. 3

-Superficie irrigata:
ha. ____ are ____ ca. ____

-Consumo giornaliero (24 ore):
metri cubi 100 (Min.)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati	Falde captate
-da mt. 0 a mt. 20 Argilla	
-da mt. 20 a mt. 40 Ghiaia secca	
-da mt. 40 a mt. 104 Argilla	
-da mt. 104 a mt. 114 Ghiaia (Filtro)	X
-da mt. 114 a mt. 118 Argilla	
-da mt. ____ a mt. ____	
-da mt. ____ a mt. ____	
-da mt. ____ a mt. ____	

Localizzazione del pozzo

Long. 288 Lat. 131 Ha. 23

Quota piano campagna:m.s.l.m. ____ ____ ____ ,

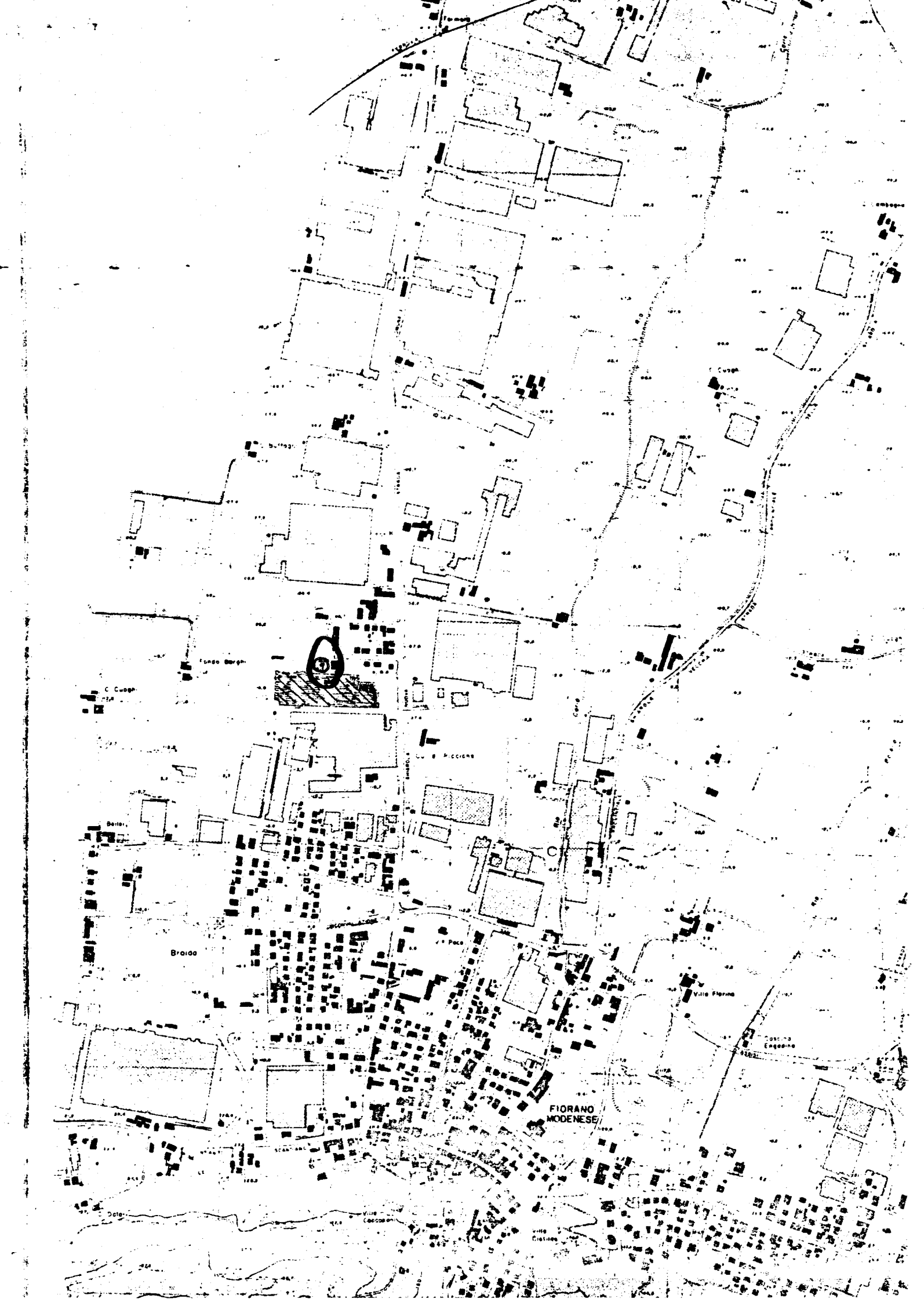
La Ditta sottoscritta afferma,sotto la propria responsabilità,che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 30/3/1978

Firma Cavedoni Rag. Giovanni

in qualità di Legale Rappresentante

ANNOTAZIONI: _____


Broida
FIORANO
MODENESE

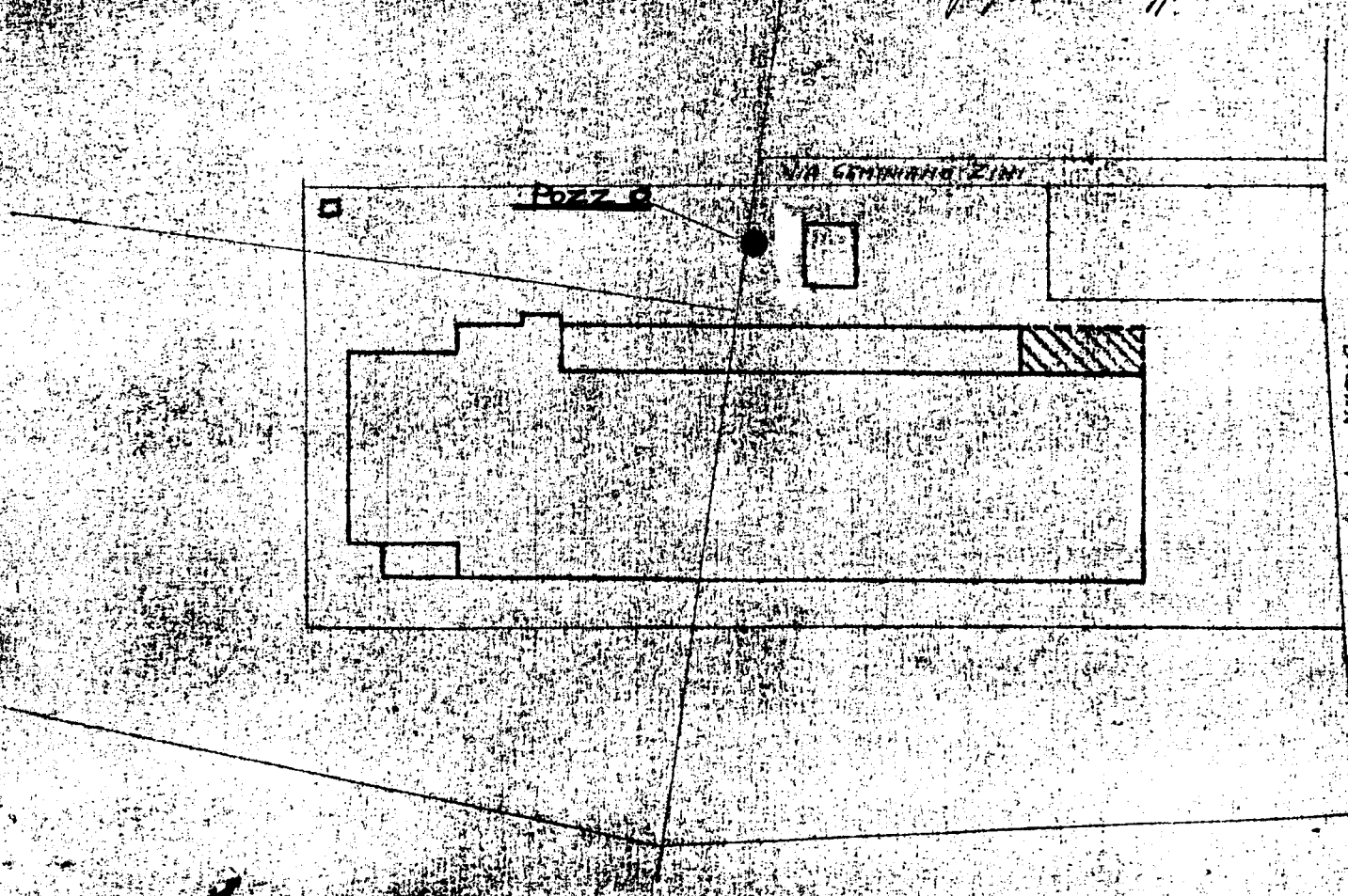
Comune di Sassuolo

foglio 25 - mappali 560b - 561b

Comune di Fiorano

foglio 9 - mappali 3295-3296 vecchia numerazione catastale

foglio 4 - mappali 27-28 nuova numerazione catastale



scala 1:2000

SOGEO S.R.L.
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

	COMMITTENTE: C.I.S.F. S.p.A.	SOND.N°: S.3 PROF.(m): 25.00
	CANTIERE: Ex CISA-CERDISA - Fiorano Modenese (MO) , Via Statale Ovest	QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR	LATITUDINE (°):
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo ambientale e distruzione di nucleo (*1)	LONGITUDINE (°):
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 07/10/2015-07/10/2015
PIEZOMETRO: Installato piezometro Norton Ø 3" a -25.00 m dal p.d.c. (fessurato da -13.0 a -25.0 m)		SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: A036-15	CERTIFICATO N°: ---------- RAPPORTO N°: R15-090-3a DATA DI EMISSIONE: 30/10/2015	PAGINA N°: 1 di 1

Profondita'	Descrizione
0.10	Bitume
0.70	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa limosa di colore nocciola
1.00	Argilla limosa di colore grigio, con rari ciottoli e frammenti lateritici
	Limo argilloso, talora debolmente sabbioso, di colore nocciola, passante, da -2.40 m, ad argilla limosa di colore nocciola con striature nerastre
3.00	Argilla limosa di colore marrone - rossastro
3.50	Argilla limosa di colore marrone, con clasti a spigoli vivi, ghiaia e ciottoli sub-arrotondati
4.10	Perforazione a distruzione di nucleo. Litologia desunta: ghaiia e ciottoli in matrice limo sabbiosa. Da -10.80 a -11.50 m limo sabbioso
12.00	Perforazione a distruzione di nucleo. Litologia desunta: sabbia
19.50	Perforazione a distruzione di nucleo. Litologia desunta: argilla
25.00	

Pz.Norton: 25.00

Note:
(*1) Da 0.00 a -4.10 m perforazione a carotaggio continuo ambientale.
Da -4.10 a -25.00 perforazione a distruzione di nucleo

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SOGEO S.R.L.
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

	COMMITTENTE: C.I.S.F. S.p.A.		SOND.N°: S.83 PROF.(m): 30.00
	CANTIERE: Ex CISA-CERDISA - Fiorano Modenese (MO) , Via Statale Ovest		QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1		LATITUDINE (°):
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo ambientale		LONGITUDINE (°):
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 28/10/2015-28/10/2015
PIEZOMETRO: Installato piezometro Norton Ø 3" a -30.00 m dal p.d.c. (fessurato da -24.00 a -30.00 m)			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: A036-15	CERTIFICATO N°: ----------	RAPPORTO N°: R15-090-83a	DATA DI EMISSIONE: 30/10/2015	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tubo Down Hole
1			0.10		Bitume							
			1.20		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa di colore marrone chiaro							
2	2.0	1.30			Argilla debolmente limosa di colore marrone chiaro - giallastro, con puntinature nerastre, passante a marrone chiaro da -3.0 m, con calcinelli							
	3.3											
3	4.0	2.00										
	4.9	1.80										
4	2.6	1.20										
	3.6	0.80	4.00									
5	4.4				Limo debolmente argilloso di colore marrone chiaro							
			5.20									
6	2.1	1.20			Argilla di colore marrone - giallastro, con puntinature nere e con calcinelli							
	3.8	1.70										
7	4.2		6.50									
	3.0				Ghiaia media - grossolana, arrotondata, raramente a spigoli vivi, in matrice sabbiosa di colore marrone chiaro							
8												
9			8.70									
10												
11					Ghiaia media - fine in matrice limo sabbiosa, talora argillosa, di colore marrone chiaro							
12												
13												
14	4.9	1.60	13.50									
	3.8	1.90			Argilla di colore marrone chiaro - giallastro, con puntinature nerastre							
15	> 6		14.50		Argilla, talora argilla limosa sabbiosa, di colore grigio - verdastro, con calcinelli							
	> 6											
16	> 6		15.50									
	3.1											
17	> 6				Argilla di colore marrone chiaro - giallastro, con puntinature e striature nerastre							
	4.6	2.00										
18	5.1											
	5.6											
19	2.1		18.40		Argilla limosa di colore marrone scuro, con puntinature nerastre, poco consistente fino a -19.0 m, poi molto consistente							
	> 6		19.50									
20												
21					Ghiaia media - grossolana in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore marrone chiaro							
22												
23												
24												
25												
			25.50									
26					Ghiaia media - grossolana in matrice limo argillosa di colore marrone - giallastro							
27												
28			28.00									
29					Ghiaia media - grossolana in matrice sabbiosa, debolmente limosa, di colore marrone chiaro							
30			30.00							30.00		

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SOGEO S.R.L.
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

	COMMITTENTE: C.I.S.F. S.p.A.		SOND.N°: S.84 PROF.(m): 26.00
	CANTIERE: Ex CISA-CERDISA - Fiorano Modenese (MO) , Via Statale Ovest		QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1		LATITUDINE (°):
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo		LONGITUDINE (°):
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 28/10/2015-29/10/2015
PIEZOMETRO: Installato piezometro Norton Ø 3" a -26.00 m dal p.d.c. (fessurato da -18.0 a -26.0 m)			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: A036-15	CERTIFICATO N°: ----------	RAPPORTO N°: R15-090-84a	DATA DI EMISSIONE: 30/10/2015	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tubo Down Hole
			0.10		Bitume							
			1.60		Ghiaia media - grossolana in matrice limo sabbiosa di colore marrone chiaro, con frammenti di laterizi							
	3.7	1.00	2.60		Argilla limosa di colore grigio - verdastro							
	> 6				Argilla debolmente limosa di colore marrone chiaro - grigio, con puntinature nere e con calcinelli							
	5.6											
	4.5		4.20									
	2.4	0.60			Argilla di colore marrone chiaro - giallastro, con puntinature nere e con calcinelli							
	5.3	2.00	5.50									
	> 6				Argilla di colore marrone scuro - bruno passante a marrone chiaro, con puntinature nere e con calcinelli							
	> 6											
	5.6	2.20	7.30									
					Ghiaia media - grossolana, sia arrotondata che spigolosa, in matrice sabbiosa, talora limosa e argillo limosa, di colore marrone							
			14.00		Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore marrone, con inclusi clasti arenacei							
			14.50									
					Ghiaia media - grossolana, sia arrotondata che spigolosa, in matrice sabbiosa, talora limosa e argillo limosa, di colore marrone							
			26.00							26.00		

Note:

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SOGEO S.R.L.
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

COMMITTENTE: C.I.S.F. S.p.A.			SOND.N°: S.85 PROF.(m): 30.00
CANTIERE: Ex CISA-CERDISA - Fiorano Modenese (MO) , Via Statale Ovest			QUOTA (m): p.d.c.
PERFORATRICE: CMV MK900 D1			LATITUDINE (°):
METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo			LONGITUDINE (°):
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 29/10/2015-29/10/2015
PIEZOMETRO: Installato piezometro Norton Ø 3" a -30.00 m dal p.d.c. (fessurato da -21.0 a -27.0 m)			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: A036-15	CERTIFICATO N°: ----------	RAPPORTO N°: R15-090-85a	DATA DI EMISSIONE: 30/10/2015	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tubo Down Hole
1			0.80		Ghiaia media in matrice sabbiosa limosa di colore marrone							
2	4.1	1.60			Argilla, talora debolmente limosa, di colore marrone, con inclusi clasti millimetrici e centimetrici							
3	3.9	2.10										
	4.7	1.60										
	4.8	2.10										
4	3.9		3.40		Argilla di colore marrone, con calcinelli							
	4.5											
5	5.1		4.50		Ghiaia media - grossolana in matrice argillosa, talora debolmente limosa, di colore marrone chiaro							
6												
7												
8												
9												
10			9.50		Ghiaia grossolana in matrice limo sabbiosa di colore marrone chiaro - marrone scuro							
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17			16.40		Ghiaia da fine a grossolona in matrice sabbioso limosa di colore marrone chiaro - giallastro							
			16.70									
18	3.1	1.50			Argilla limosa alternata ad argilla , di colore marrone chiaro - giallastro, con calcinelli e lenti sabbiose giallastre							
19	2.7	1.40										
	2.8	1.80										
20	2.2	1.40										
		1.20										
21	2.8	1.70										
	3.1	1.40										
22	3.4	2.00										
	1.7											
23	3.1	1.60	22.50		Ghiaia media - grossolana in matrice argillosa di colore marrone chiaro							
24												
			24.30									
25	3.1	1.10			Argilla di colore marrone chiaro - giallastro, con puntinature nerastre e striature giallastre, con calcinelli							
	4.6	2.10										
26	5.2	1.80										
	> 6											
27												
28												
29												
30	3.0		30.00									

30.00

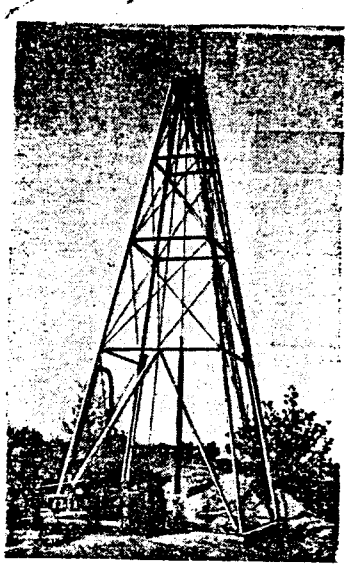
Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

Allegato 6

Indagini geognostiche (e sezione geologica del database regionale) utilizzate per costruire il profilo stratigrafico est, passante per l'area del centro sportivo di Spezzano

(sondaggi a carotaggio e pozzi per acqua)



ITALO FERRI

Perforazione Pozzi Artesiani

CASTELFRANCO EMILIA
41010 GAGGIO DI PIANO (Modena)
Via A. Volta, 2 (angolo Via Emilia)
Tel. 059 / 92 43 55

Cod. Fiscale FRR TLI 30 E 24 C 107 L

Spett/le
EUROFORM - EUROFRIGO

STRATIGRAFIA POZZO

Da mt. 0.00 a mt. 8.00 = Terra
" " 8.00 a mt. 12.00 = Ghiaia
" " 12.00 " " 15.00 = Terra
" " 15.00 " " 18.00 = Ghiaia mista terra
" " 18.00 " " 26.00 = Terra
" " 26.00 " " 34.00 = Ghiaia mista terra
" " 34.00 " " 41.50 = Terra
" " 41.50 " " 43.00 = Ghiaia mista terra
" " 43.00 " " 47.00 = Terra
" " 47.00 " " 48.00 = Ghiaia
" " 48.00 " " 53.00 = Terra
" " 53.00 " " 54.00 = Ghiaia
" " 54.00 " " 94.50 = Terra
" " 94.50 " " 101.50 =Ghiaia
" " 101.50 " " 103.00 = Terra

FONDO POZZO

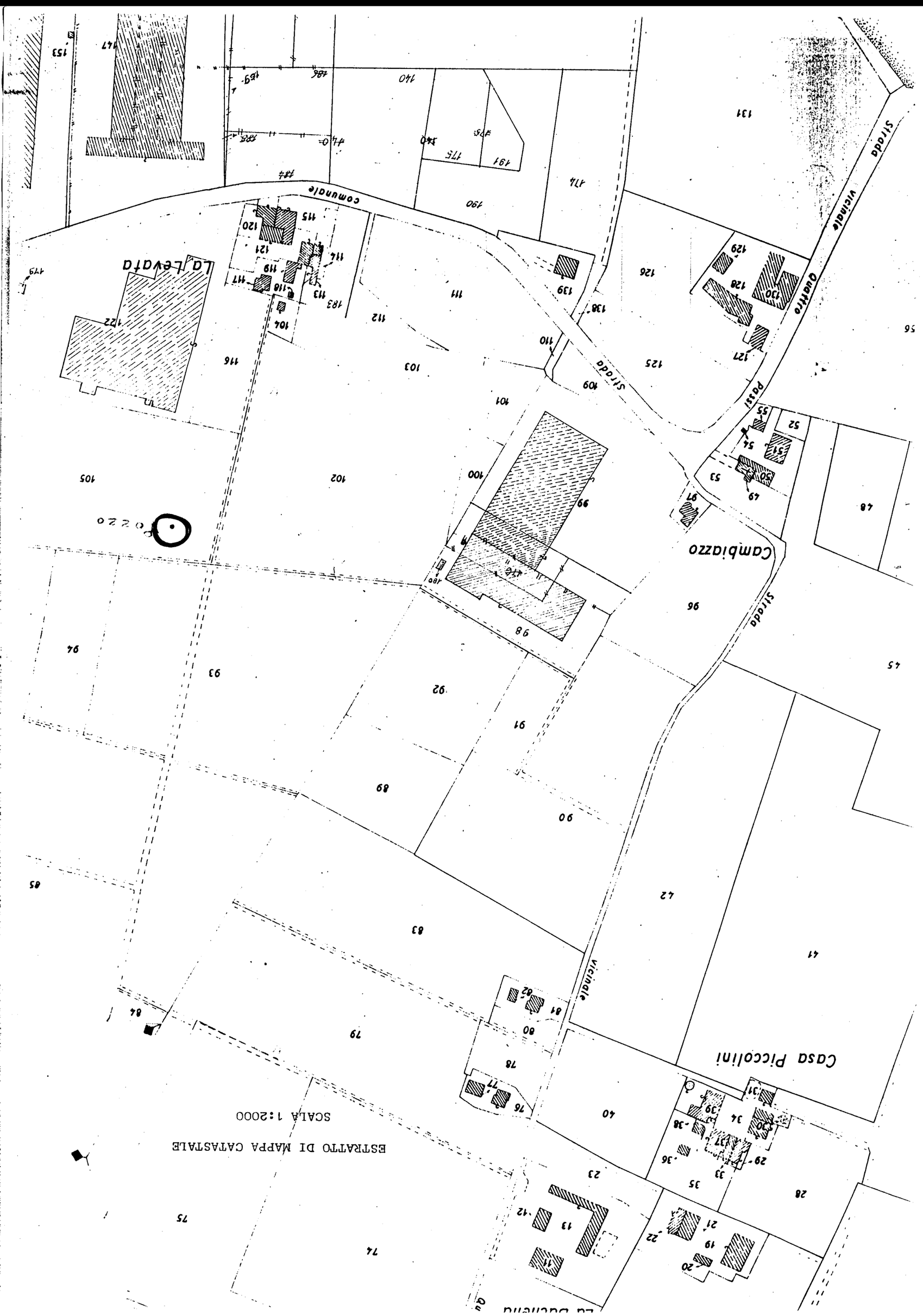
Tubo Ø 323X5 mm.

EUROFRIGO S.p.A.
Via Viazza - ☎ 0536/843709
41042 - FIORANO (MO)
Cod. Fisc. 01265330361

639

ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE

SCALA 1:2000



219030 P654

Regione Emilia-Romagna

POZZO AD USO DOMESTICO

scheda di denuncia

COMUNE DI FORMIGINE
8 APR. 1978
Prot. N.° 4095
Cat. 10 Classe 4 Fasc. 8

COMPRENSORIO | | | COMUNE | | | | NUMERO PROGRESSIVO | | | | |

-Ditta titolare del pozzo: GAMMA di Gambarelli G. e Malagoli F. s.n.c.

residente a Formigine -MO- in Via laterale 4 Passi

-Pozzo in Frazione: Formigine, Località Formigine, Mapp.N° 75 /Fg. 45

-Data perforazione: 1977 ; -Ditta perforatrice: ZAGNI ADALGISO

● Parte riservata alla Ditta

-Caratteristiche del pozzo:

avanpozzo (si o no): no

ø dei tubi: mm. 114,3

profondità mt. 70

Usi cui è destinata l'acqua

-familiare [ ]

-abbeveraggio bestiame [ ]

-inaffiamento orto [X]

-inaffiamento giardino [X]

-Portata: lt./sec. 0,8

-Consumo giornaliero: mc. 1 / ql.

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: 30/3/78

firma: [signature]

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

Localizzazione del pozzo

Longit. | | | | Latit. | | | | Ha. | | | |

Quota piano campagna: m.s.l.m. | | | , |

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrature)

-da mt. 0 a mt. 12
TERRA

-da mt. 12 a mt. 24
MISTO TERRA E GHIAIA

-da mt. 24 a mt. 56
TERRA

-da mt. 56 a mt. 70
GHIAIA

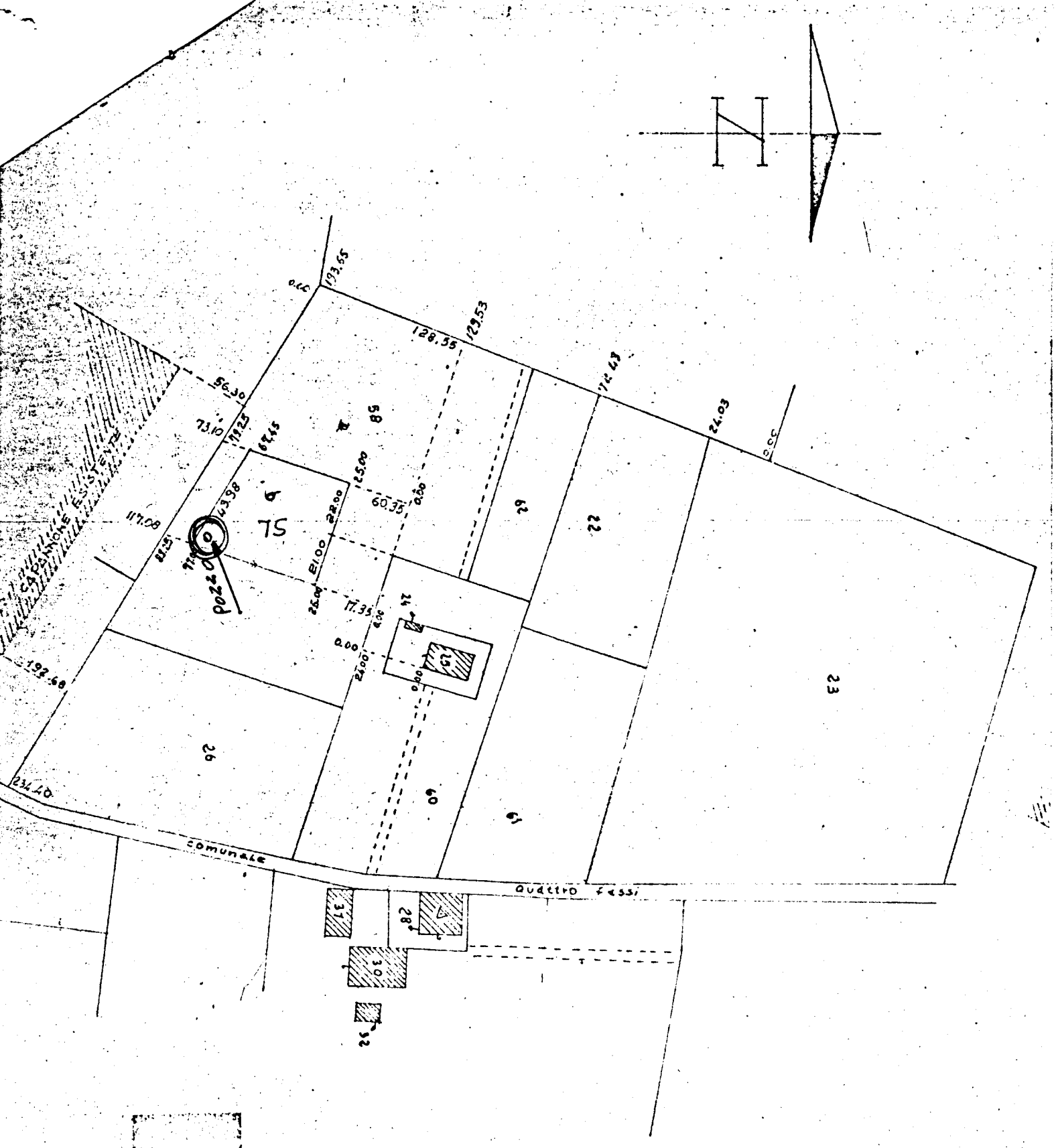
-da mt. ____ a mt. ____

-da mt. ____ a mt. ____

Livello statico : mt. 30 ca.

Il Tecnico Comunale

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da laboratori o Gabinetti è invitata ad allegarne copia.



PARTICOLARE

FOGLIO 45 R. 1:2000

219060

219CP601

UNIVERSITÀ DI MODENA
ISTITUTO DI GEOLOGIA

Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 230.394
41100 MODENA

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. 85F

Comune ~~Maranello~~ Fiorano **Località** Spezzano Strada Base

F°. 86 **Tav. I.G.M.** 86 I SE

Coordinate 4562 - 3396

Committente: Ceramica P.M.

Ditta perforatrice: Simonini - Castelnuovo R. **Data**

Quota p. c. m **profondità raggiunta m** 117

Livello statico m **Livello dinamico m** **portata l"**

Falde **Tubi** ϕ 220

da m 0	a m 6	: argilla
» » 6	» » 11	: ghiaia e acqua
» » 11	» » 15	: argilla
» » 15	» » 18	: ghiaia
» » 18	» » 23	: argilla
» » 23	» » 28	: ghiaia e acqua
» » 28	» » 35	: argilla
» » 35	» » 40	: ghiaia e/acqua
» » 40	» » 79	: argilla compatta
» » 79	» » 80	: ghiaia e acqua
» » 80	» » 92	: argilla
» » 92	» » 95	: ghiaia mista
» » 95	» » 108	: argilla
» » 108	» » 109	: ghiaia e acqua
» » 109	» » 117	: argilla
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:
» »	» »	:

Regione Emilia-Romagna

Prot. 634/91

FIOR. 219080

Arrivo 18 DIC 615

Prot. 20431

Ord.

POZZO AD USO DOMESTICO

scheda di denuncia

COMPRENSORIO 12 COMUNE 113 NUMERO PROGRESSIVO 233

-Ditta titolare del pozzo: MANDRIOLI VASCO

residente a Spezzano di Fiorano Mod. in Via Danubio,30

-Pozzo in Frazione: _____, Località _____, Mapp.N° 222 /Fg. 20

-Data perforazione: 19 91 ; -Ditta perforatrice: Fratelli DEBBI snc Castelnuovo R.(MO)

● Parte riservata alla Ditta

-Caratteristiche del pozzo:

avanpozzo (si o no): SI'
isolato e cementato, sporg. 50cm dal P.C.

ø dei tubi: mm. 125

profondità mt. 014.

Usi cui è destinata l'acqua

-familiare ☐

-abbeveraggio bestiame ☐

-inaffiamento orto XX

-inaffiamento giardino XX

-Portata: lt./sec. 0,50

-Consumo giornaliero: mc. 0,5o / ql.

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: 05 DIC. 1991

firma: Mandrioli Vasco

Impresa esecutrice

FRATELLI DEBBI S.N.C.

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

Localizzazione del pozzo			
Longit.		Latit.	Ha.
Quota piano campagna: m.s.l.m.			

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrature)

-da mt. 0,oo P.C. a mt. 12,oo
Argilla compatta scura

-da mt. 12,oo a mt. 12,50
sabbia e ghiaia (Freatica captata.)

-da mt. 12,5o a mt. 14,oo
Argilla (FONDO POZZO)

-da mt. _____ a mt. _____

-da mt. _____ a mt. _____

-da mt. _____ a mt. _____

Livello statico : mt. 10,oo
Livello dinamico : mt 12,oo

Il Tecnico Comunale

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

219060

P617

Regione Emilia-Romagna

POZZO AD USO DOMESTICO

Scheda di denuncia

FIC... ...ESE
Arrivo 23 SET. 1991
Prot. N. 15251
Cat.___ Classe___ Fasc.___

COMPRENSORIO 12 COMUNE 413 NUMERO PROGRESSIVO 225

- Ditta titolare del pozzo: Moretti Giovavante

residente a Sferrano di Giorano in Via Teglamento n.17

- Pozzo in Frazione: Sferrano , Località Giorano (Mo) , Mapp. N. ___ / Fg.___

- Data perforazione: 19 91 ; - Ditta perforatrice: Flli Soli snc - Savignano (Mo)

✻ Parte riservata alla Ditta

- Caratteristiche del pozzo:

avanpozzo (sì o no): ___

Ø dei tubi: mm. 100 Ø

profondità mt. 15

USI CUI È DESTINATA L'ACQUA

- familiare ..... ☐
- abbeveraggio bestiame..... ☐
- innaffiamento orto ..... ☐
- innaffiamento giardino..... ☒

- Portata: lt./sec. ___

- Consumo giornaliero: mc. ___ / ql. ___

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: 05-09-91

Firma: ___

F.LLI SOLI s.n.c.
Via Mi..he a..g.lo, 401
41056 SAVIGNANO s.P. (MO)
C. Fisc. e Part. IVA 01537730366
Tel. 059/730093 - Fax 059/731617

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

LOCALIZZAZIONE DEL POZZO			
Longit.		Latit.	Ha.
Quota piano campagna: m.s.l.m.			

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (finestrature)

- da mt. 0 a mt. 5 — TERRA
- da mt. 5 a mt. 9 — SABBIA GHIAIA
- da mt. 9 a mt. 13 — ARGILLA MISTA SABBIA
- da mt. 13 a mt. 15 — GHIAIA & ARGILLA
- da mt. ___ a mt. ___
- da mt. ___ a mt. ___

Livello statico: mt. ___

Il Tecnico Comunale

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo.

Graliche TOSCHI - Modena

219070

UNIVERSITÀ DI MODENA
ISTITUTO DI GEOLOGIA

Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 230.394
41100 MODENA

219 HP630

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. 17 F 60 MO

Comune Fiorano Località Canedzzo

F°. 86 Tav. I.G.M. 86 Formigine I S E

Coordinate 4600 - 3430

Committente: acquedotto di Fiorano Mod.se

Ditta perforatrice: Barbieri Data

Quota p. c. m 101 profondità raggiunta m 116

Livello statico m Livello dinamico m portata l"

Falde da m 26 ÷ 38
77,5 ÷ 82
97,5 + 102

Tagli: 97,5 ÷ 102.

da m	0	a m	3	Terreno vegetale ed argilla giallo
» »		» »	8	argilla giallo
» »		» »	12	ghiaia senza acqua
» »		» »	26	argilla giallo
» »		» »	38	ghiaia con acqua VF
» »		» »	57,5	argilla grigia
» »		» »	77,5	" bluastra
» »		» »	82	ghiaia grigia con acqua VF
» »		» »	97,5	argilla grigia
» »		» »	102	ghiaia gialla con acqua VF, F
» »		» »	116	sabbia grigia

Regione Emilia-Romagna

→ Scheda da ritornare al Genio Civile ❁

Pratica N° 3033 55

COMPRENSORIO

COMUNE-Istat

219070

-Ditta CERAMICA PIEMME S.p.a

residente a ~~FIORANO~~ Maranello Via HIRANO

-Pozzo ad uso Industriale in Comune di FIORANO

Frazione SPEZZANO Località VIA CROCIALE Mapp.N° /Fg.

-Data di ultimazione della perforazione: 28/10/74

-Ditta perforatrice: SIMONINI ENZO R.C. CASTELNUOVO R. P646

CARATTERISTICHE DEL POZZO

*avanpozzo (si o no) —

*diametro interno tubi mm. 200

*profondità mt. 117

EQUIPAGGIAMENTO

*tipo della pompa SOMMERSA "ROTOS"

*potenza $\frac{Cv}{kW}$ 11 HP

PROFONDITÀ mt. 73

*prevalenza mt.

*portata lt/sec. 3

-Livello statico mt. 3

-Portata pozzo: lt/sec. 6,60

-Superficie irrigata:

ha. — are — ca. —

-Consumo giornaliero (24 ore):

metri cubi

STRATIGRAFIA NON RIPORTATA NELLA SCHEDA ELETT.

STRATIGRAFIA DEL TERRENO Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati	Falde captate
-da mt. 0 a mt. 6 TERRA DI RIPORTO	
-da mt. 6 a mt. 11 GHIAIA e ACQUA	
-da mt. 11 a mt. 15 TERRA DI RIPORTO	
-da mt. 15 a mt. 18 GHIAIA e ACQUA	
-da mt. 18 a mt. 23 TERRA e SABBIA	
-da mt. 23 a mt. — TERRA ACQUA e STRATI ARGILLOSI	
FALDE CAPTATE: -da mt. 83,2 a mt. 87 ghiaia con acqua	X
-da mt. 98 a mt. 109 ghiaia con acqua	X

Localizzazione del pozzo

Long.	2	9	3	Lat.	1	3	5	Ha.	0	1	
Quota piano campagna: m.s.l.m.											

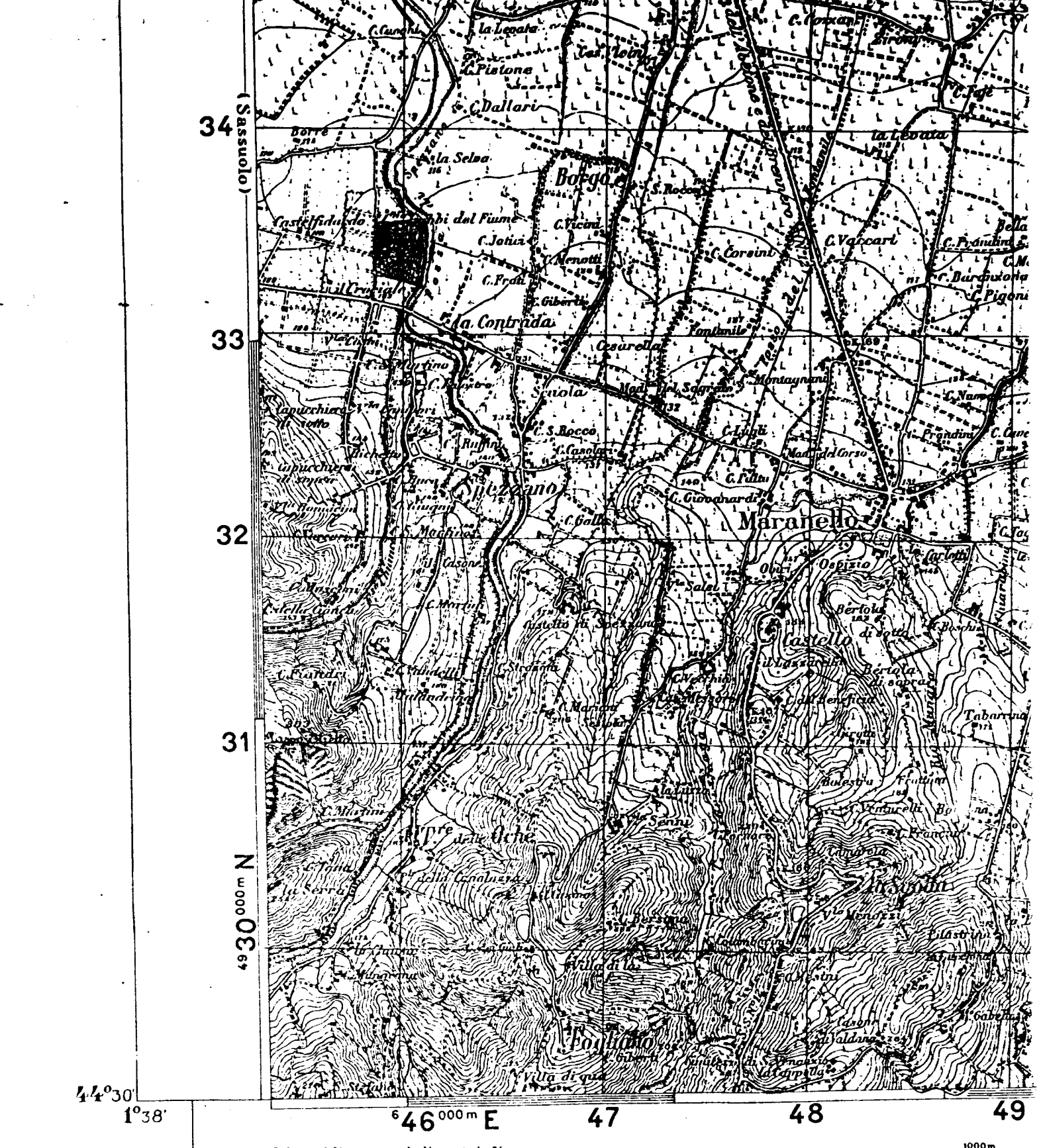
La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 14/5/79

Firma

ANNOTAZIONI: COMPILATA D'UFFICIO

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo,



L'equidistanza è di metri 5

1000m

Istituto geografico militare

Aggiornamenti:

Ricog.ni aerofotografiche 1935

1°Cap.no Stefini

Rilievo del 1881

a	b
c d	e

Operatori

a Aiut.e Top.fo di 2a Cl.se Marchisio
b " " " Vozzi
c " " 1a Cl.se Bardone
d Asp.te Aiut.e Top.fo Armandi
e " " " Gatt

Capo sezione
Tenente Simonetti

Segni Convenzionali (Norme 1934)

Stazione Galleria Fermata — Ferrovia ad un binario
Cavalcavia Sottopassaggio — id. a due binari
Passaggio a livello — id. a scartamento
in sede stradale — id. elettrico in s
Teleferica stabile per pas
Strade ordinarie a fondo artificiale, con ma
Pendenze — con muri
dal 7 al 12% sup.r al 12% — Gallerie Strozzature — Strada a doppi da 6 ad 8 m
Allargamento o strozzature in m — Strada a semp da 3 a 6 m
Autostrada
Strada ro



UFFICIO TECNICO ERARIALE

MODENA

Comune di Fiorano

Sez. C Foglio 15

Scala 1: 000

Estratto autentico della mappa che si rilascia a norma dell'art.45 del Regolamento 8.12.1938 n°2153 per la conservazione del N.C.T. relativamente alla particella 88

Prot. Mod.d/BC n° 6885

URGENTE / NORMALE

Tributi Speciali L. 25

Imposta di bollo L. SC

TOTALE L. 25

MODENA, 2 GIU. 1988

p. IL DIRIGENTE
(R. Fabrini)
IL CAPO DELLA 2ª SEZIONE
(Geom. L. Natillo)

Impo... è assolta in modo ...ior. Intond. Finan... n. 15225 dal 1

219070

Regione Emilia-Romagna

POZZO AD USO DOMESTICO P 861

scheda di denuncia

COMPRENSORIO 12 COMUNE 413 NUMERO PROGRESSIVO 1228

-Ditta titolare del pozzo: TASSI ROBERTO

residente a SPEZZANO in Via ARNO N 88

-Pozzo in Frazione: SPEZZANO, Località FIORANO Mapp.N° ____ /Fg. ____

-Data perforazione: 19 91 ; -Ditta perforatrice: ____

AUTOTRASPORTI
F.lli SOLI s.n.c. di Soli Gino & C.
Via Michelangelo, 401
Tel. 059/730003 - Tel. ab. 059/730205
41056 SAVIGNANO s/P. (MO)
Cod. Fisc. e P. IVA 01537730366

● Parte riservata alla Ditta

-Caratteristiche del pozzo:

avanpozzo (si o no): Si

ø dei tubi: mm. 100 ø

profondità mt. 15

Usi cui è destinata l'acqua

-familiare ☐

-abbeveraggio bestiame ☐

-inaffiamento orto ☐

-inaffiamento giardino ☒

-Portata: lt./sec. ____

-Consumo giornaliero: mc./ql. ____

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: ____

firma: ____

AUTOTRASPORTI
F.lli SOLI s.n.c. di Soli Gino & C.
Via Michelangelo, 401
Tel. 059/730003 - Tel. ab. 059/730205
41056 SAVIGNANO s/P. (MO)
Cod. Fisc. e P. IVA 01537730366

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

Localizzazione del pozzo			
Longit.		Latit.	Ha.
Quota piano campagna: m.s.l.m.			

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrature)

-da mt. 0 a mt. 3
TERRA

-da mt. 3 a mt. 9
GHIAIA MISTA TERRA

-da mt. 9 a mt. 12
GHIAIA SABBIOSA

-da mt. 12 a mt. 15
TERRA ARGILLOSA

-da mt. ____ a mt. ____

-da mt. ____ a mt. ____

Livello statico : mt. ____

Il Tecnico Comunale

____

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

Regione Emilia-Romagna

219070

P 862

POZZO AD USO DOMESTICO

Scheda di denuncia

COMPRENSORIO 12 COMUNE 413 NUMERO PROGRESSIVO 2227

- Ditta titolare del pozzo: Tassi Aurelio

residente a Sperrano di Fiorano (Mo) in Via Roolano n 18

- Pozzo in Frazione: Sperrano ; Località Via Roolano 18 , Mapp. N. ____ / Fg. ____

- Data perforazione: 19 91 ; - Ditta perforatrice: Flli Soli di Soli Gino e C. snc

✻ Parte riservata alla Ditta

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

- Caratteristiche del pozzo:

avanpozzo (si o no): SI

Ø dei tubi: mm. 100 Ø

profondità mt. 15

USI CUI È DESTINATA L'ACQUA

- familiare ..... ☐
- abbeveraggio bestiame..... ☐
- innaffiamento orto ..... ☐
- innaffiamento giardino..... ☒

- Portata: lt./sec. ____

- Consumo giornaliero: mc. / ql. ____

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: ____

Firma: ____

F.LLI SOLI s.n.c.
Via [illegible] 401
41053 SAVIGNANO s.P. (MO)
C. Fisc. e Part. IVA 01537730366
Tel. 059/730003 - Fax 059/731617

LOCALIZZAZIONE DEL POZZO								
Longit.				Latit.			Ha.			
Quota piano campagna: m.s.l.m.								

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (finestrature)

- da mt. 0 a mt. 5 — Terra
- da mt. 5 a mt. 8 — Terra mista ghiaia
- da mt. 8 a mt. 11 — ghiaia
- da mt. 11 a mt. 13 — ghiaia e Sabbia
- da mt. 13 a mt. 15 — Terra mista Argilla
- da mt. ____ a mt. ____

Livello statico: mt. ____

Il Tecnico Comunale

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo. ____

Grafiche TOSCHI - Modena