



COMUNE DI MONTEPRANDONE PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

FINANZIAMENTO PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

COMPONENTE 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università
INVESTIMENTO 1.1: piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

FUTURA

 Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione
e del Merito

**LA SCUOLA
PER L'ITALIA DI DOMANI**



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

REALIZZAZIONE DEL NUOVO ASILO NIDO IN VIA SPIAGGE, FRAZIONE CENTOBUCHI

CUP: G55E25000130006

Progetto Esecutivo

ELABORATI GEOLOGICI

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO E RISPOSTA SISMICA LOCALE

LOCALIZZAZIONE Via Spiagge, fraz. Centobuchi

PROPONENTE Comune di Monteprandone

RUP Geom. Pino Cori

PROGETTISTI arch. Alessio Marini

team di progettazione:
arch. Luigi Cameli
ing. Caterina Manfrini

DATA: LUGLIO 2025

SCALA:

ELABORATO

| DISCIPLINA | TIPOL. | N. ELAB | REV |
|------------|--------|---------|-----|
|------------|--------|---------|-----|

S - R 01 _ 00

| revisione | Data | Descrizione | redatto | verificato | approvato |
|-----------|-------------|--------------|---------|------------|-----------|
| 00 | Luglio 2025 | 1° Emissione | CM | AC | AC |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



COMUNE DI MONTEPRANDONE

(Provincia di Ascoli Piceno)



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

REALIZZAZIONE DI NUOVO ASILO NIDO IN
VIA SPIAGGE, FRAZIONE CENTOBUCHI
CUP: G55E25000130006



STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it

Geologo:

Dott. Gianluca TESTAGUZZA

Porto San Giorgio, Luglio 2025



Committente : **Amministrazione Comunale**

INDICE

| | |
|---|---------|
| 1 - PREMESSA | Pag. 1 |
| 2 - METODOLOGIA D'INDAGINE | Pag. 1 |
| 3 - CARATTERI GENERALI | Pag. 2 |
| 3.1 - Georeferenziazione dell'area | Pag. 2 |
| 3.2 - Geologia ed aspetti litostratigrafici dell'area | Pag. 2 |
| 3.3 - Morfologia, geomorfologia ed interferenza con il P.A.I. | Pag. 4 |
| 3.4 - Idrogeologia ed idrografia superficiale | Pag. 5 |
| 4 - PROGETTAZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA | Pag. 6 |
| 5 - SCENARIO DEL SOTTOSUOLO | Pag. 7 |
| 5.1 - Apparato litostratigrafico | Pag. 7 |
| 5.2 - Situazione idrogeologica rilevata | Pag. 8 |
| 5.3 - Qualità fisico-meccanica dei sedimenti | Pag. 8 |
| 6 - SISMICITA' DELL'AREA | Pag. 10 |
| 6.1 - Pericolosità di base | Pag. 10 |
| 6.2 - Sismicità storica | Pag. 14 |
| 6.3 - Sismicità attuale | Pag. 16 |
| 6.4 - Definizione della sorgente sismogenetica pertinente | Pag. 17 |
| 6.5 - Approccio sito-dipendente | Pag. 21 |
| 6.6 - Classificazione sismica dell'area | Pag. 21 |
| 6.7 - Categoria del sottosuolo | Pag. 21 |
| 6.8 - Categoria topografica | Pag. 23 |
| 6.9 - Frequenza di risonanza del terreno | Pag. 23 |
| 6.10 - Parametri sismici di progetto | Pag. 24 |
| 6.11 - La microzonazione sismica di 2° livello | Pag. 26 |
| 6.12 - La Risposta Sismica Locale | Pag. 26 |
| 7 - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DINAMICA | Pag. 28 |
| 8 - CONCLUSIONI | Pag. 29 |

ALLEGATI

Corografia - Carta topografica

Inquadramento geologico - Carta Geologica delle Marche

Inquadramento idrogeologico - Stralcio schema idrogeologico delle Marche

Carta del rischio idrogeologico - Stralcio PAI

Carta catalogo frane IFFI - Stralcio Carta IFFI

R.D.L. 30/12/2023 n. 3267 - Carta del Vincolo Idrogeologico

Planimetria di Progetto - Ubicazione indagini

Colonna stratigrafica reperita Sr

Report indagini geognostiche eseguite (T1, T2 e T3)

Sezioni A/A e B/B - Sezioni litostratigrafiche

MS 2° Livello - Carta delle MOPS

MS 2° Livello - Carta MS 2° Livello per periodo 0,1-0,5 s

Report indagini sismiche eseguite (Masw e HVSR)

Parametri sismici e spettri modellazione semplificata NTC 2018

APPENDICE

Rapporto tecnico di analisi della Risposta Sismica Locale

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

REALIZZAZIONE DI NUOVO ASILO NIDO IN VIA SPIAGGE, FRAZIONE CENTOBUCHI CUP: G55E25000130006

1 - PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Monteprandone ha incaricato il sottoscritto, con determina del 2° Settore n. 135 del 23/06/2025, di redigere il Rapporto Geologico/Sismico e di eseguire e coordinare le indagini per il progetto del nuovo Asilo Nido in località Centobuchi.

La presente indagine avrà lo scopo di focalizzare gli aspetti geologici, morfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dell'area oggetto di studio al fine di dare indicazioni tecniche per la realizzazione della struttura scolastica in oggetto.

In particolare verranno fornite, sulla base di informazioni tecniche acquisite in sito mediante indagini, indicazioni circa la natura dei terreni di fondazione, il loro rapporto stratigrafico, le indicazioni sulle caratteristiche fisico meccaniche e il comportamento del sottosuolo alle sollecitazioni dinamiche con riferimento alla descrizione della sismica di base, alla definizione dell'approccio semplificato ed alla modellazione della Risposta Sismica Locale (RSL) secondo le NTC 2018.

Il presente Rapporto Geologico è stato redatto in conformità con quanto previsto da:

- **R.D. N°3267 del 30/12/1923**

Norma e perimetra le aree assoggettate al Vincolo Idrogeologico

- **Decreto Ministeriale 11.03.88**

Sancisce le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni di fondazione

- **D. M. 14.01.2008 aggiornato con D. M. 17.01.2018**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

- **P.A.I. Regione Marche approvato con D.C.R. n. 116 del 21/01/2004 ed aggiornato con DPCM del 14/03/2022**

Norme in materia di pericolosità e rischio idrogeologico del territorio;

- **Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/01/2014 in ottemperanza alla L.R. 23 novembre 2011, n. 22**

Norma in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico.

2 - METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio di analisi, è stato caratterizzato da una prima fase propedeutica consistente nella valutazione generale sull'aspetto del territorio nel quale è prevista l'opera; in particolare

è stata valutata l'eventuale interferenza con il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale delle Marche (PAI).

Sono stati effettuati controlli ed accertamenti visivi sui siti che hanno permesso di ricostruire l'inquadramento dello stato attuale delle aree investigate. In particolare si elencano gli studi consultati e parzialmente riportati negli allegati:

- **Cartografia geologica** estratta dalla “Carta Geologica della Regione Marche;
- **Cartografia idrogeologica** estratta dalla “Carta Idrogeologica della Regione Marche;
- **Cartografia catalogo frane IFFI** estratta dal sito ISPRA;
- **Cartografia dell'assetto idrogeologico (PAI)**. Si tratta di uno strumento territoriale che riguarda la prevenzione e pianificazione ambientale a scala locale; esprime, pertanto, una identificazione delle aree fragili, sospette o che meritano attenzione in riferimento al grado di vulnerabilità ambientale e quindi, sostanzialmente, di rischio idrogeologico; nello scenario ambientale, nel dettaglio, sono state selezionate, negli ambiti fluviali, le aree a rischio di esondazione, e, negli ambiti di versante, le aree a rischio di frana;
- **Studio di Microzonazione Sismica di II° Livello** eseguita dal dott. geol. Bellaveglia nel 2019 commissionato dall'Amministrazione Comunale di Montepandone.
- **Relazione Geologica** eseguita dal dott. Stefano Taffoni nel 2005 per il “Comparto Urbanistico 23.12 OLIMPO”.

Una volta constatato l'attuale stato di fatto, l'indagine è stata proiettata all'accertamento ed alla verifica delle componenti geologiche attraverso il seguente programma di lavoro:

- Georeferenziazione (inquadramento topografico);
- Aspetto morfologico e geomorfologico (valutazione qualitativa della stabilità dell'area);
- Caratteristiche Idrogeologiche (idrografia superficiale e contesto idrogeologico del sottosuolo);
- Geologia e Litologia (individuazione e classificazione dei terreni, assetto litostratigrafico del sottosuolo);
- Geotecnica dei terreni (parametrizzazione fisico-meccanica, stato di consistenza);
- Sismicità (determinazione dello scenario sismico secondo l'approccio semplificato e la RSL).

3 - CARATTERI GENERALI

3.1 Georeferenziazione dell'area

L'area studiata risiede in un paesaggio aperto, a prevalente sviluppo agricolo, situata alla base di un versante con inclinazione media di 5°-6° e quote topografiche del lotto che variano dai 28 ai 30 metri s.l.m.; essa ricade nel settore meridionale del territorio comunale di Montepandone, ai margini della frazione di Centobuchi, a monte della SS4.

Cartograficamente l'area in oggetto risulta così distinta:

- Foglio n° 133 Ascoli Piceno al 100.000;
- Quadrante I in scala 1:25.000 del Foglio 133;
- Sezione 327110 in scala 1:10.000 della CTR;
- Tavola PAI Tronto 10-17 in scala 1:10.000.

3.2 Geologia dell'area ed aspetti litostratigrafici dell'area

I sedimenti terrigeni affioranti nell'area appartengono al ciclo post-orogico di riempimento finale del Bacino Periadriatico Auctt., che è situato al margine della catena

appenninica in via di sollevamento. La sequenza litostratigrafica riscontrata in zona testimonia l'evoluzione tettonico-morfologica subita dall'estrema porzione orientale del Bacino Marchigiano Esterno, un tempo costituito da un'antica linea costiera successivamente emersa in tempi geologici recenti. Il bacino sedimentario è colmato da una successione terrigena a dominante pelitica, all'interno della quale si rinvencono intercalati, a varie altezze stratigrafiche, corpi clastici sabbiosi e più raramente ghiaiosi. La disposizione strutturale dei litotipi si inserisce nell'ampia "Monoclinale" regionale nel dominio del Bacino Marchigiano Esterno, la quale consiste in una successione di strati debolmente inclinati ($3^{\circ}\div 7^{\circ}$) ed immergenti verso E/N-E.

L'area investigata non è caratterizzata dalla presenza di macro-discontinuità tettoniche che dislocano la locale successione stratigrafica del sottosuolo e le dislocazioni minori non mostrano evidenze di attività recente e, pertanto, non compromettono la sicurezza dell'area in esame.

Il trend sedimentologico risulta essere caratterizzata nel suo complesso da successioni marine prevalentemente pelitiche, il cui ambiente deposizionale va da epibatiale a neritico; estesamente in tutta l'area indagata sono presenti, intercalati ed appoggiati al substrato Pelitico, corpi canalizzati Arenacei, Arenaceo-Pelitici e Pelitico-Arenacei; sono depositi torbiditici di ambiente di deposizione relativamente profondo originatisi per scivolamenti e frane sottomarine.

L'area esaminata in particolare risulta modellata su formazioni geologiche che variano dai depositi fluviali antichi costituiti da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie (unità di copertura), che affiorano nella porzione terminale del versante, ai depositi pelitici e pelitico-arenacei di origine marina, pliocenici, osservati in affioramento negli orli di scarpata che delimitano la fascia crinalica (unità di substrato). Depositi di origine continentale del tipo eluvio-colluviale e fluvio torrentizio, costituiti da mescolanze di argilla limo e sabbia con inclusioni ciottolose, si presentano estesamente lungo il versante con spessori che variano dai 2 ai 6 metri e con un contatto erosivo rispetto sia alle alluvioni antiche che al substrato pelitico (vedi carta geologica).

La messa in posto dei materiali alluvionali, ad opera dell'alveo fluviale in sinistra e destra idrografica, disegna una configurazione fisica della valle di tipo asimmetrico, prodotta e regolata da uno sviluppo del corso d'acqua rettilineo, con divagazioni significative nel tratto in esame. Questa configurazione asimmetrica della valle che individua una spianata alluvionale più delineata e marcata in sinistra idrografica, può essere ricollegata alla recente evoluzione della fascia collinare marchigiana, ed in particolare agli aspetti morfotettonici e morfostrutturali correlati con la dinamica fluviale.

Tale dinamica, più in generale, risulta essere legata alle caratteristiche litologiche e morfologiche del bacino di alimentazione, alla conseguente energia di rilievo e quindi all'evoluzione del profilo di fondo (curva di equilibrio) avuta dall'alveo nel corso delle epoche geologiche.

La sedimentazione di origine fluviale, risultato dell'erosione a monte di frammenti litoidi lavorati durante il trasporto a valle dal corso d'acqua e lasciati, nel momento in cui il carico perde energia, nelle zone a minore pendenza del letto, è legata essenzialmente agli eventi di piena e di magra. Questo meccanismo, strettamente dipendente dai cicli meteorologici, ha come risultato finale la presenza di barre di rotta ghiaiosa, lenti di argille limose, cunei di ghiaia e in generale marcate variazioni litologiche sia in senso orizzontale che verticale.

La distribuzione areale del sedime alluvionale, rispetto al letto fluviale, distingue generalmente un corpo ghiaioso principale, che occupa sostanzialmente il centro del canale e

che si sfrangia, in maniera correlabile agli eventi pulsanti delle piene e delle magre, nelle zone periferiche in cunei o tratti ghiaiosi localizzati, interposti a lenti limose.

Le unità litostratigrafiche riconosciute e presenti nell'area sono pertanto riferibili dall'alto verso il basso a sedimenti continentali di origine colluviale e alluvionali, soprastanti i depositi da neritici ad epibatiali di rilevante potenza.

Nelle righe seguenti si propone la caratterizzazione generale e schematica del sottosuolo attraverso la definizione dei rapporti stratigrafici esistenti tra i vari litotipi presenti in sito (dal basso verso l'alto), desunta da sondaggi reperiti nell'area.

DEPOSITI MARINI

- **Formazione Pelitico-Arenacea** (*Pliocene sup. - Pliocene inf. p.p.*)

Rappresenta il litotipo dominante nella successione ed è costituito da depositi da neritici ad epibatiali, ascrivibili ad argille siltoso-marnose di colore grigio-azzurro, stratificate ed a luoghi sottilmente laminate, sovraconsolidate. All'interno della formazione si rinvencono talora sottilissime spalmature di sabbie fini grigiastre. Lo spessore dell'unità non è stato determinato al termine della presente indagine.

DEPOSITI CONTINENTALI

- **Depositi alluvionali terrazzati** (*Pleistocene Superiore*)

Sono rappresentati nell'ambito dell'area esplorata da un materasso alluvionale di natura eterogenea a principale componente mista e tessitura fine e finissima (sabbie, limi e argille) e secondariamente a tessitura granulare medio-grossolana (sabbie e ghiaie).

Lo spessore complessivo delle alluvioni si aggira attorno ai 15,00-20,00 ml.

- **Depositi eluvio-colluviali** (*Olocene*)

Da un punto di vista litologico trattasi di limi sabbiosi-argillosi, senza distinta stratificazione. Lo spessore è pari a circa 2,00-6,00 ml.

3.3 Morfologia, geomorfologia ed interferenza con il P.A.I.

Il sito indagato si colloca in un panorama dominato a nord da rilievi collinari che terminano, nelle zone sommitali, con il centro abitato del comune di Montepandone mentre a valle, verso sud, si notano i lembi sub-pianeggianti terrazzati costruiti dal fiume Tronto nelle epoche geologiche.

L'aspetto morfologico che caratterizza a grande scala il sito in esame, si sviluppa su tratti topografici eterogenei distinti da quote altimetriche contrastanti; l'area in parola ricade in destra idrografica del fosso il Centobuchi ed in sinistra del fosso Nuovo, su una fascia in leggera pendenza che rappresenta il punto di raccordo tra le pendici, esposte verso nord e caratterizzate da gradienti significativi che si alternano a morfologie più morbide, e l'area alluvionale, che si apre a sud, segnata da diversi ripiani terrazzati a connotazione morfologica da pianeggiante a sub-pianeggiante.

Nell'area in esame non sono stati segnalati processi geomorfologici in atto o potenziali; la configurazione topografica dell'area, nel tratto interessato, individua un andamento del soprassuolo caratterizzato da leggeri gradienti, regolari e non disturbati da rotture o gradini di scoscendimento. Sono terreni in leggera pendenza che non minacciano instabilità o rotture di equilibrio limite e che non manifestano impronte di forme relitte originate per azione della gravità o che indicano movimenti lenti delle masse nel sottosuolo.

Nel presente rapporto si allegano lo stralcio della cartografia IFFI e quella del rischio

idrogeologico del PAI Tronto, che sotto il profilo geomorfologico riassumono le considerazioni espresse in precedenza, mentre da un punto di vista idraulico la planimetria PAI attesta l'assenza di rischio di esondazione dell'area in quanto la stessa si trova esternamente ad un'area classificata a rischio moderato e ad una quota maggiore di almeno 7,00 metri rispetto suo limite esterno.

3.4 Idrogeologia ed idrografia superficiale

La costituzione litologica sepolta risulta strettamente legata al bacino di deposizione e, più in generale, allo scenario geologico-morfologico circostante; il panorama ambientale è individuato da un sistema fluviale, peraltro inciso da una struttura di valle aperta e svasata, che rappresenta, localmente, una area depressa a sedimentazione alluvionale. Arelamente, in sinistra e destra idrografica, il paesaggio è costituito da rilievi collinari modellati da impalcature di sedimenti di deposizione continentale-marina.

In allegato viene proposta lo stralcio cartografico dello schema idrogeologico delle Marche nel quale le formazioni affioranti, descritte nei capitoli precedenti, rivestono diversa importanza e potenzialità sotto l'aspetto idrogeologico e quindi della disponibilità della risorsa idrica. Le formazioni sono state così classificate in base alla loro permeabilità, desunta principalmente da osservazioni geolitologiche, dal grado di tettonizzazione e da considerazioni strutturali.

Sono stati così distinti 4 complessi idrogeologici, ossia raggruppamenti di rocce e terreni litologicamente simili, che possono essere raggruppati in 3 classi caratterizzate dallo stesso tipo di permeabilità prevalente.

Classe di permeabilità da mediamente a molto Elevata

Complesso dei depositi di origine alluvionale

Il complesso dei depositi alluvionali è formato da alluvioni terrazzate antiche e recenti delle pianure alluvionali. Detti depositi sono costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso sabbiosi, e ghiaioso limosi, con intercalazioni di lenti di vario spessore ed estensione, argilloso limose e sabbioso limose. Queste ultime sono più frequenti nelle zone costiere ove detti depositi raggiungono il massimo spessore nell'ordine di oltre 35 m. Tali depositi ospitano delle estese falde acquifere di tipo freatico, monostrato. In prossimità della costa si rinvencono acquiferi multistrato con falde confinate o semiconfinate. Tali acquiferi sono alimentati dalle acque di deflusso superficiali e da quelle meteoriche. La permeabilità è variabile con valori tra $10^{-3}/10^{-4}$ m/sec per le ghiaie e $10^{-4}/10^{-5}$ per le porzioni limo sabbiose argillose. L'infiltrazione è generalmente superiore al ruscellamento.

Classe di permeabilità media

Complesso dei Depositi Detritici e terrazzati, eluvio-colluviali e depositi di frana

Sono costituiti da clasti carbonatici della Serie Umbro Marchigiana in matrice limoso argillosa e da depositi antichi ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi di probabile origine fluviale ed eluvio-colluviale. Tali depositi ospitano falde libere di modesto interesse, alimentate dalle acque meteoriche che originano sorgenti di modeste portate e con forte escursioni annue localizzate per lo più nel Bacino Marchigiano esterno.

Complesso dei Depositi Arenacei, Arenaceo Conglomeratici, Arenaceo Sabbiosi, intercalati alle Argille plio-pleistoceniche

Tale complesso presenta una notevole estensione, ma la presenza di falde acquifere è limitata ai litotipi arenaci scarsamente cementati, alle sabbie, ghiaie e conglomerati che alimentano numerose sorgenti. Gli acquiferi che si instaurano all'interno dei depositi porosi e permeabili intercalati ai sedimenti argillosi, presentano caratteristiche di salienza. L'alimentazione è dovuta prevalentemente alle acque meteoriche e subordinatamente alle acque superficiali. Le acque sotterranee presentano talvolta facies salmastre e salate che alimentano sorgenti salate e vulcanelli di fango. Presentano inoltre un minore contenuto salino e portate più elevate rispetto a quelle del complesso delle argille dovuto alle diluizioni con le acque vadose contenute nei corpi arenacei. Nei depositi pleistocenici costieri si rinvencono falde caratterizzate da una marcata stagionalità alimentate dalle piogge che alimentano piccole sorgenti lungo i versanti costieri. Il ruscellamento prevale sempre sull'infiltrazione efficace che è limitata ai corpi arenacei di una certa estensione.

Classe di permeabilità bassa

Complesso delle Argille

Il complesso delle argille è costituito da argille marnose con intercalazioni di corpi arenaceo sabbiosi ed unità pelitico arenacee ed arenaceo pelitiche. La circolazione sotterranea è praticamente inesistente e limitata ai corpi arenacei ed alle unità arenaceo pelitiche più estese. Le falde idriche ad essi associati, alimentano modeste sorgenti emergenti nei versanti (fonti) collinari. La permeabilità della frazione detritica è media; le falde sono alimentate prevalentemente dalle piogge. Nei corpi arenaceo sabbiosi e nelle unità arenaceo pelitiche profonde si rinvencono acque salmastre, salate e salamoie che risalendo lungo le fratture connesse con le lineazioni tettoniche, alimentano sorgenti salate (vulcanelli di fango) presenti in molte zone del Bacino Marchigiano esterno fino ad aumentare la conducibilità delle acque dei subalvei di pianura. Le argille costituiscono il substrato impermeabile (acquicludo) degli acquiferi freatici delle pianure alluvionali. L'aliquota del ruscellamento ed evapotraspirazione prevale nettamente sull'infiltrazione.

I fossi Nuovo e Centobuchi rappresentano i principali canali di deflusso naturale delle acque superficiali dell'area; le aste idrografiche dei corsi d'acqua, che sfociano in sinistra idrografica del fiume Tronto, sembrano soddisfare le esigenze idrauliche legate al deflusso delle acque naturali anche se, nel corso dei sopralluoghi, è stato osservato un certo stato di degrado in cui versano gli alvei di ambedue i fossi. Le parti di monte sono infestate da vegetazione viva e morta che, a luoghi ostruisce parzialmente il deflusso, riducendo la sezione idraulica.

4 – PROGETTAZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA

L'impostazione della campagna geognostica è stata guidata in seguito a successivi sopralluoghi, ricognizioni in sito che hanno, in prima analisi, focalizzato i lineamenti generali geologici, i principali punti d'acqua, i reticoli idrografici superficiali e l'assetto morfologico.

Il programma di indagine è stato organizzato come segue:

- Acquisizione dei dati cartografici esistenti

Sono state visionate le cartografie geologica/geomorfologica e quella riferita al Piano di

Assetto Idrogeologico. In particolare è stata posta in allegato:

- Stralcio carta Geologica Regionale in scala 1:10.000
- Stralcio carta Idrogeologica delle Marche in scala 1:100.000;
- Stralcio carta catalogo frane IFFI in scala 1:10.000
- Stralcio del PAI in scala 1:10.000
- Stralcio carta del Vincolo idrogeologico scala 1:25.000
- Stralcio carta delle MOPS dello studio MS2 in scala 1:10.000
- Stralcio carta MS2 per T = 0,1-0,5 s dello studio MS2 in scala 1:10.000

- Stratigrafia reperita Sr:

(ricostruzione complesso sedimentario in posto e apparato stratigrafico sepolto)

Si tratta di n. 1 stratigrafia reperita dalle varie indagini eseguite nelle aree limitrofe. Questa ha forato il pacco di strati caratterizzanti le alluvioni terrazzate del fiume Tronto, raggiungendo la profondità massima di 21,00 metri dal piano di trivellazione;

- Penetrometrie statiche e dinamiche in sito:

(caratterizzazione litologica e qualità fisico-meccaniche dei sedimenti)

Sono state eseguite n. 1 Cpt e n. 2 DPSH al fine di valutare puntualmente, per l'area in oggetto, le caratteristiche geologiche/geotecniche e fornire indicazioni utili alla fase progettuale;

- Indagini geofisiche eseguite (M e H/V)

(ricostruzione indiretta del complesso sedimentario in posto e apparato stratigrafico sepolto con definizione delle Vseq e della frequenza di risonanza del terreno)

Si tratta:

- a) di **N.1 indagine geofisica tramite metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW eseguite**. L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio Sh, le quali sono state utilizzate per il calcolo del valore del parametro Vseq, necessario per la definizione della categoria di sottosuolo di fondazione
- b) di **N.1 indagine sismica passiva HVSR** che ha permesso la misura diretta della frequenza caratteristica di risonanza del sito.

5 - SCENARIO DEL SOTTOUOLO

Allo scopo di identificare i terreni in profondità e controllare il complesso sedimentario sepolto, il sottosuolo dell'area è stato complessivamente esplorato attraverso un accurato rilievo geologico, il reperimento di n. 1 sondaggio geognostico e l'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche. Di seguito sono definiti gli scenari che individuano la costituzione litologica, idrogeologica e geotecnica in profondità.

5.1 Apparato litostratigrafico

La stratigrafia del sito, definita dalle indagini eseguite, ha mostrato un substrato Pelitico di base sormontato da uno spessore significativo di coltre alluvio-colluviale sia a monte che a valle dell'impronta del fabbricato da realizzare.

A titolo indicativo si riporta l'interpretazione della colonna stratigrafica della prova T2, lasciando la visione complessiva nelle allegate sezioni litostratigrafiche.

Prova Penetrometrica DPSH T2

- Litotipo “a” **Terreno vegetale:** 0,00–1,00 metri
(Depositi Antropici): Limo argilloso rimaneggiato, di colore marrone, essiccato;
- Litotipo “b” **Limo sabbioso deb. argilloso:** 1,00–2,00 metri
(Depositi colluviali): Limo sabbioso debolmente argilloso, di colore marrone, da mediamente consistente a plastico;
- Litotipo “c” **Limo argilloso sabbioso:** 2,00–7,60 metri
(Depositi alluvionali): Limo argilloso a luoghi debolmente sabbioso, di colore avana-nocciola con concrezioni carbonato-calciche, da mediamente consistente a leggermente plastico;
- Litotipo “d” **Limo sabbioso:** 7,60–9,20 metri
(Depositi alluvionali): Limo sabbioso, di colore avana giallognolo, da mediamente consistente a plastico;
- Litotipo “e” **Ghiaia e sabbia:** 9,20–9,60 metri
(Depositi alluvionali): Ghiaia di piccolo e medio taglio, a luoghi ciottolosa, in abbondante matrice di sabbia e limo di colore giallognolo; orizzonte estremamente addensato.

Le indagini geognostiche eseguite e reperite non hanno intercettato il substrato Pelitico; l'interpretazione congiunta delle prove geofisiche masw e HVSR sembrerebbe rilevare il tetto del substrato a circa -21,80 metri, eventualità confortata anche dalla conoscenza dei luoghi.

5.2 Situazione idrogeologica rilevata

I caratteri geologici affioranti nel sito hanno messo in evidenza un significato idrogeologico delle litologie di discreta valenza. I sedimenti incontrati mostrano, come organizzazione tessiturale e impalcatura dello scheletro solido, alternanze di aggregazioni lamellari, che impediscono passaggi idrici, e livelli sabbiosi ed in profondità ghiaiosi sciolti con possibili presenze della fase liquida.

La campagna geognostica eseguita e reperita non mostra, nel lotto in oggetto, la presenza della falda fino alla profondità investigata di -21,00 metri. La presenza di pozzi e la conoscenza di indagini in aree limitrofe lascia supporre che la falda sia più profonda ed in particolare al contatto con il substrato impermeabile delle Argille.

5.3 - Qualità fisico-meccanica dei sedimenti

Il profilo stratigrafico e di consistenza del sondaggio Sr e delle penetrometrie eseguite hanno evidenziato in sintesi quanto segue:

- I terreni superficiali sono di origine colluviale, normal-consolidata e con valori geomeccanici discreti;
- In sequenza stratigrafica i terreni di coltre alluvionale risultano prevalentemente misti da fini a grossolani in profondità; i caratteri geotecnici assumono valori ottimi nelle ghiaie profonde mentre i limi argillosi appaiono di media consistenza.

A) VALORI NOMINALI

Di seguito vengono riassunte le caratteristiche fisico - meccaniche degli orizzonti

attraversati con i rispettivi parametri geotecnici.

UNITA' DELLA COPERTURA

DEPOSITI COLLUVIALI

Sedimenti a media coesione a grana fine e finissima con tessitura costituita da limi e sabbie con spalmature argillose. (**Limo sabbioso deb. argilloso - litotipo b**)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|------------------------------|
| - Peso di volume naturale | γ | = | 1,80-1,90 g/cmc |
| - Angolo di attrito interno | φ | = | 20-22 gradi |
| - Coesione intercetta | c' | = | 0,01-0,03 Kg/cm ² |
| - Coesione non drenata | c_u | = | 0,60-1,00 Kg/cm ² |
| - Modulo edometrico | E_{ed} | = | 27-47 Kg/cm ² |

DEPOSITI ALLUVIONALI

Sedimenti a bassa coesione a grana fine e finissima con tessitura costituita da limi e argille con spalmature sabbiose. (**Limo argilloso – litotipo c**)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|------------------------------|
| - Peso di volume naturale | γ | = | 1,95-2,10 g/cmc |
| - Angolo di attrito interno | φ | = | 23-25 gradi |
| - Coesione intercetta | c' | = | 0,03-0,07 Kg/cm ² |
| - Coesione non drenata | c_u | = | 1,10-2,50 Kg/cm ² |
| - Modulo edometrico | E_{ed} | = | 67-121 Kg/cm ² |

Sedimenti a bassa coesione a grana fine e finissima con tessitura costituita da limi, sabbie e subordinatamente argille, plastico. (**Limo sabbioso - litotipo d**)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|------------------------------|
| - Peso di volume naturale | γ | = | 1,90-2,00 g/cmc |
| - Angolo di attrito interno | φ | = | 20-22 gradi |
| - Coesione intercetta | c' | = | 0,01-0,03 Kg/cm ² |
| - Coesione non drenata | c_u | = | 1,0-1,50 Kg/cm ² |
| - Modulo edometrico | E_{ed} | = | 47-60 Kg/cm ² |

Sedimenti sciolti a grana media costituiti da ghiaie di taglio medio in abbondante matrice sabbioso-limosa. (**Ghiaia e sabbia - litotipo e**)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|---|------------------------|
| - Peso di volume naturale | γ | = | 2,10-2,30 g/cmc |
| - Angolo di attrito interno | φ | > | 35 gradi |
| - Modulo di Young | E_y | > | 300 Kg/cm ² |

B) VALORI CARATTERISTICI

Per la presente tipologia d'intervento, i valori caratteristici dei parametri geotecnici, così come consigliato dalle "Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC 2018", visti i volumi di terreno coinvolti, possono essere assimilati:

1) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_{med}$

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Valori prossimi ai valori medi possono essere adottati nelle seguenti situazioni:

- **terreno di sedime di fondazioni superficiali**
- **pali per la portata laterale**
- **pendii (coltre di frana) e fronti di scavo**
- **opere di contenimento di notevole altezza**
- **struttura rigida**

2) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi $V_k = V_{min}$

Valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno (ad es. terreno di base di un palo, verifica a scorrimento di un muro), con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; (ad esempio, effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata). Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato.

Valori prossimi ai valori minimi possono essere adottati nelle seguenti situazioni:

- **terreno di base di un palo**
- **verifica a scorrimento di un muro**
- **plinti e travi non collegati**
- **fronti di scavo di modesta ampiezza e muri di H contenuta**
- **struttura con insufficiente rigidità**

C) VALORI DI PROGETTO

I valori di progetto (f_d) di c' e ϕ' da adottare nel calcolo si ottengono dividendo i valori caratteristici (f_k) per un coefficiente riduttivo parziale γ_m , secondo quanto indicato al punto 6.2.4.1.2 delle NTC 2018.

6 – SISMICITA' DELL'AREA

6.1 - Pericolosità di base

Le Marche sono da secoli interessate da una diffusa e frequente attività sismica, con massima intensità pari al X grado della scala MCS.

Nell'area marchigiana l'attività sismica è concentrata in fasce ben definite dal punto di vista geologico e fisiografico: una più interna corrispondente alla zona della catena appenninica, caratterizzata da terremoti frequenti e d'intensità pari al X grado della scala MCS, una fascia intermedia corrispondente alla zona pedeappenninica, caratterizzata da una blanda ma diffusa attività sismica e una fascia periadriatica caratterizzata da attività sismica generalmente moderata.

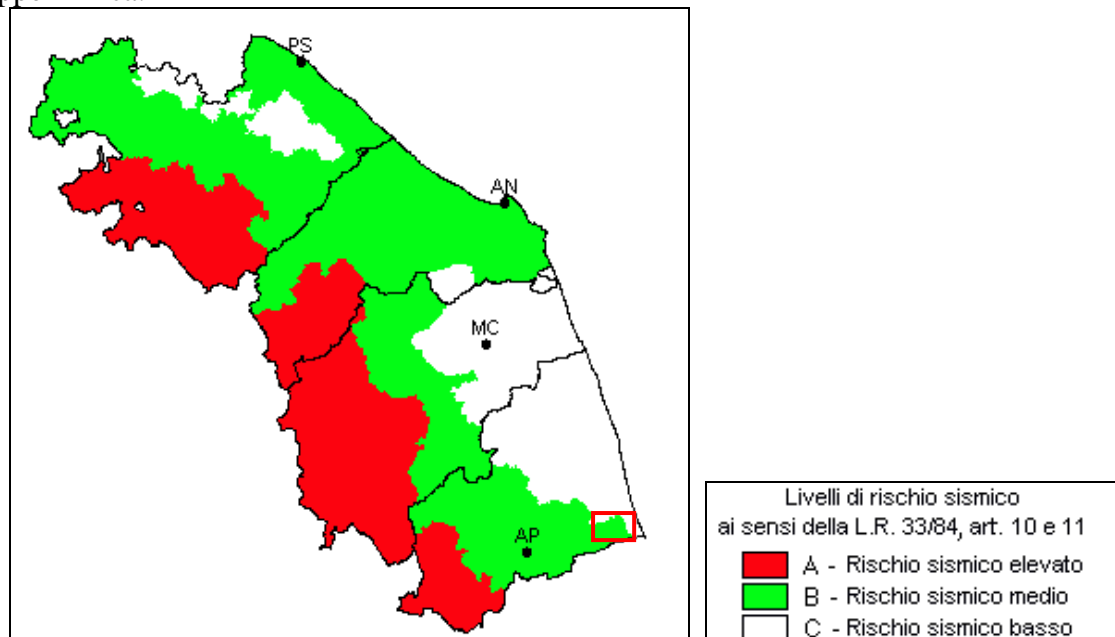
I terremoti che periodicamente colpiscono il territorio regionale sono espressione di un campo di sforzi tettonici ancora attivo. Meccanismi focali di tipo distensivo e asse di massima distensione in direzione SW-NE, caratterizzano l'area appenninica che presenta il più alto livello di sismicità e dove l'attività sismogenetica avviene entro i primi 12 Km di profondità. Meccanismi focali di tipo compressivo e trascorrente con asse di massima compressione in direzione SW-NE, sono tipici dell'area pedeappenninica e periadriatica e in particolare in

quest'ultima l'attività sismica è limitata ai primi 10 Km di profondità.

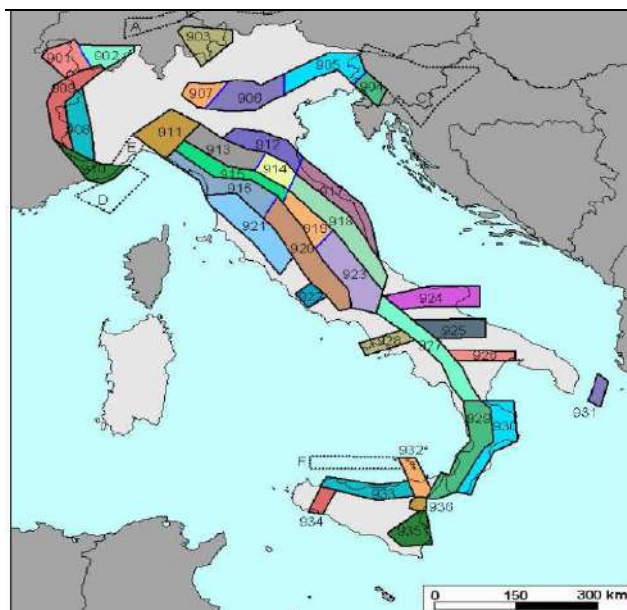
La mappa della “Massima Intensità Macrosismica Risentita in Italia” elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica sulla base dei massimi valori risentiti all'interno di apposite macrozone, che fornisce un quadro immediato del grado di sismicità, evidenzia come il territorio comunale di Montepandone sia inserito in ambiti caratterizzati da terremoti di intensità dell'VII grado della scala M.C.S.

Il territorio comunale di Montepandone faceva parte dei comuni classificati sismici di II categoria (con $S = 9$) ed incluso nel livello "B" (rischio sismico medio), rispettivamente dal D.M.LL.PP. del 10.02.1983 e dalla L.R. 33/84. Tale classificazione fu riconfermata nel 1998 in occasione della risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi con la quale fu dato mandato al Servizio Sismico Nazionale di costituire un Gruppo di Lavoro per la formulazione di una proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano.

A livello regionale si ricordano le Circolari nn.14 e 15 del 28 agosto 1990 (Indirizzi e criteri per l'effettuazione di indagini geologiche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPAR e alla legge regionale n.33/84 – Relazione tecnico-illustrativa Circolare ex L.33/84 art.10/11) contenenti la tipologia di indagini finalizzate alla riduzione del rischio, alla scala dello strumento generale di piano. Secondo quanto riportato nelle Circolari richiamate e riguardo alla pericolosità sismica regionale, il territorio di Montepandone è classificato a livello B (rischio sismico medio), ricadente nella fascia intermedia pedeappenninica.



Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM n.3274 del 20.03.2003, INGV) ha proposto una zonazione sismogenetica ZS9 che integra i livelli informativi precedenti con gli ultimi sviluppi degli studi nel settore geologico-strutturale e sismogenetico.



Zona sismogenetica ZS9 (da: “Zonazione sismogenetica ZS9-App.2 al Rapporto Conclusivo)

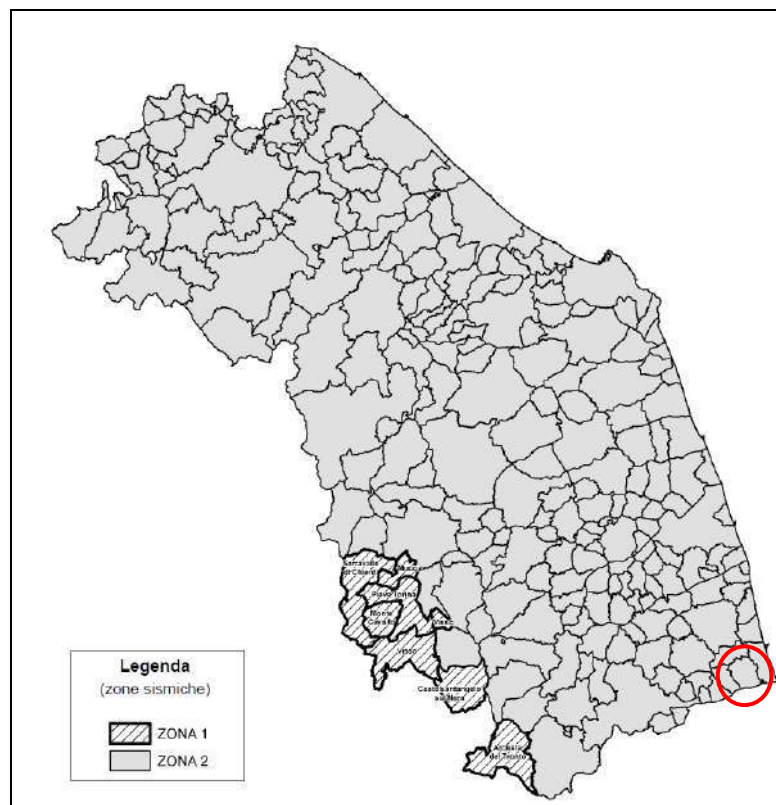
Per l’area marchigiana centrale, zona 917, in cui ricade il territorio comunale di Montepandone, il modello ZS9 individua un regime tettonico di transizione a carattere misto, ovvero in cui convivono meccanismi diversi, essenzialmente compressivi a NW e distensivi a SE. e una classe di profondità efficace compresa tra 12 e 20 Km, rappresentativa della maggior parte degli eventi sismici.

La tabella di seguito allegata (fonte D.P.C. Microzonazione Sismica Volume I punto 2.8.2) indica la magnitudo massima attesa per le diverse zone sismogenetiche M_{wmax} . Per la zona 917 la M_{wmax} è 6.14.

| Nome ZS | Numero ZS | M_{wmax} |
|--|---|------------|
| Colli Albani, Etna | 922, 936 | 5.45 |
| Ischia-Vesuvio | 928 | 5.91 |
| Altre zone | 901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934 | 6.14 |
| Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo | 918, 919, 910 | 6.37 |
| Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica | 905, 906, 915, 930 | 6.60 |
| Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto | 924, 925, 931 | 6.83 |
| Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata | 923, 927 | 7.06 |
| Calabria tirrenica, Iblei | 929, 935 | 7.29 |

Valori M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9.

L’ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica – G.U. n.105 dell’8.5.2003), e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n.1142 del 19.09.2022, riclassifica il comune di Montepandone nella Zona 2.

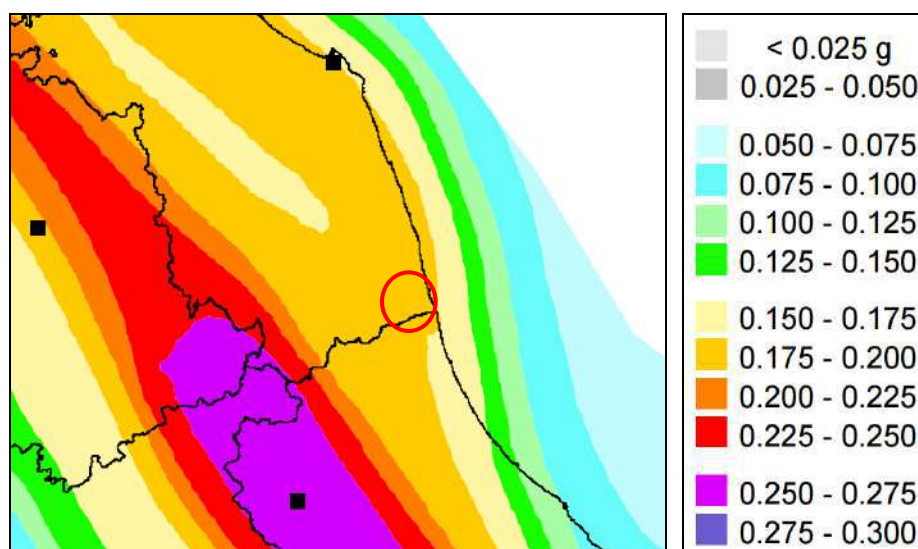


Elaborato grafico allegato alla D.G.R. n.1142 del 19.09.2022

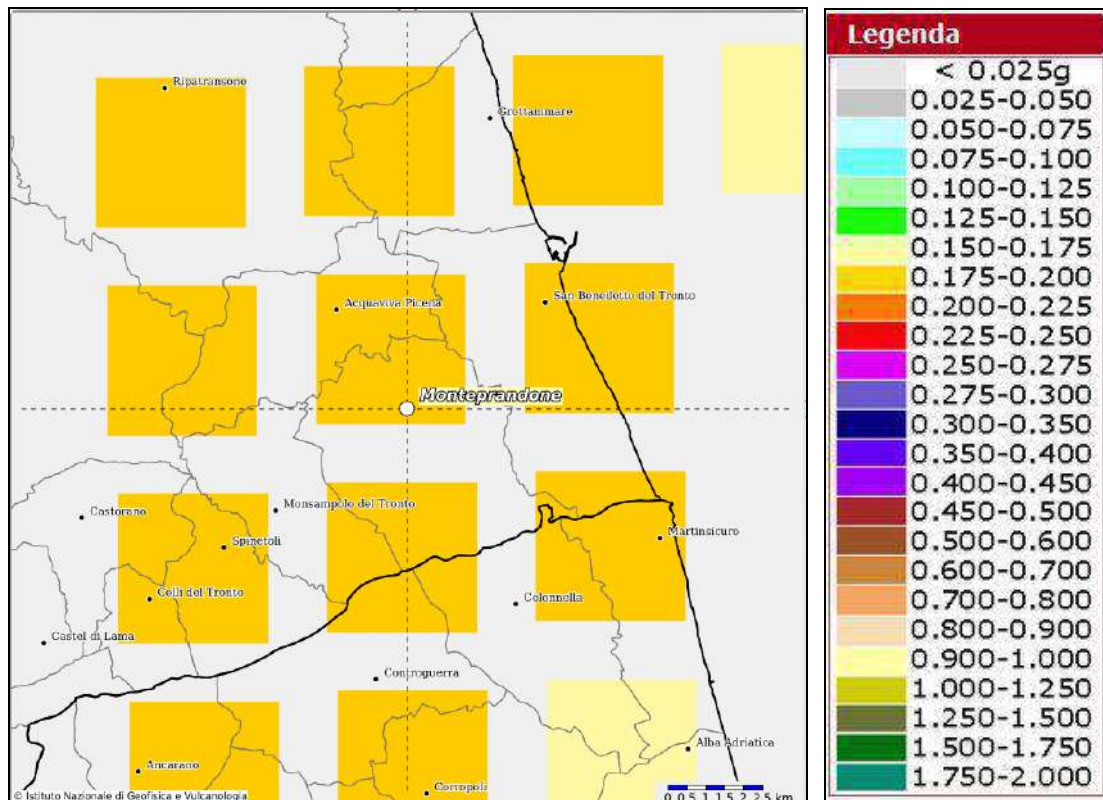
Tale zona è individuata da un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), compresa tra 0.15 e 0.25 g e accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g) di 0.25.

La successiva Ordinanza P.C.M. del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b, ha definito la pericolosità sismica del territorio nazionale, illustrata mediante la mappa successiva, che rappresenta graficamente la pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi e orizzontali ($V_s > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

In questo contesto, il territorio comunale è caratterizzato, in via generale, da un'accelerazione (ag) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra 0,175 e 0,200 g.



Mappa della pericolosità sismica del territorio regionale (INGV)





























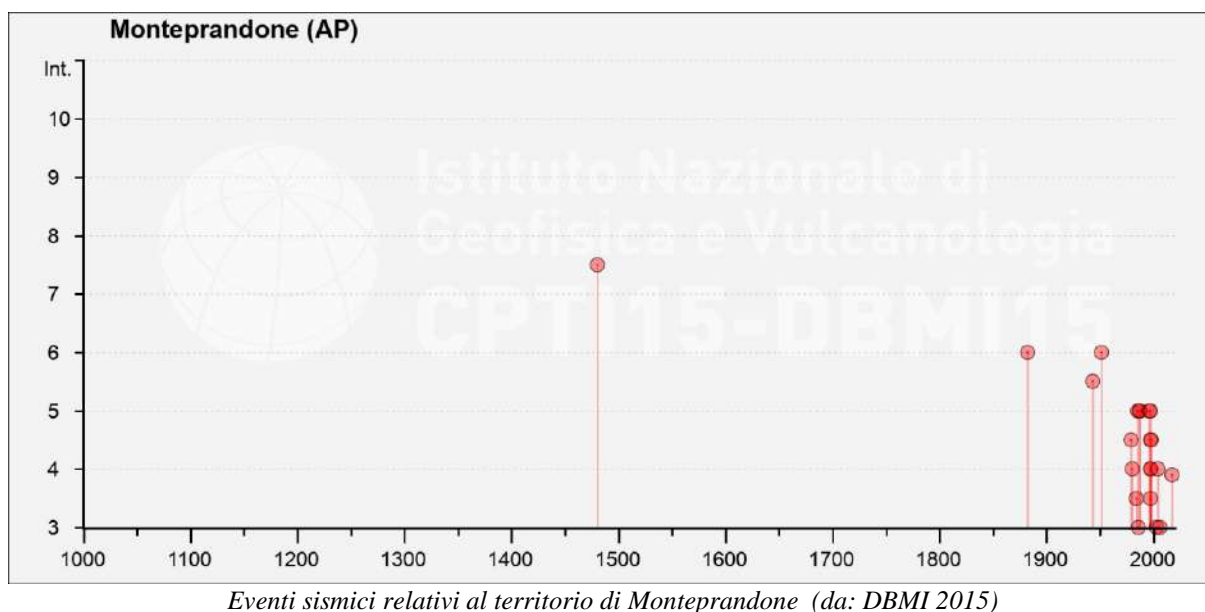
Mappa interattiva della pericolosità sismica del comune di Montepiccolo (progetto DPC-INGV – S1 / <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

6.2 - Sismicità storica

L'analisi sulla sismicità storica del territorio comunale ha preso in considerazione anche i dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano, ultima versione DBMI 2015 (<http://emidius.mi.ingv.it>), da cui sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio di Montepiccolo. Nel caso sono evidenziati 268 eventi di riferimento a partire dall'anno 1480 e relativa Magnitudo di Momento (M_w) dell'epicentro del sisma; nella lista risalta che la massima magnitudo registrata è pari a 5,97, riferita all'evento del 26 settembre del 1997 alle ore 09:40.

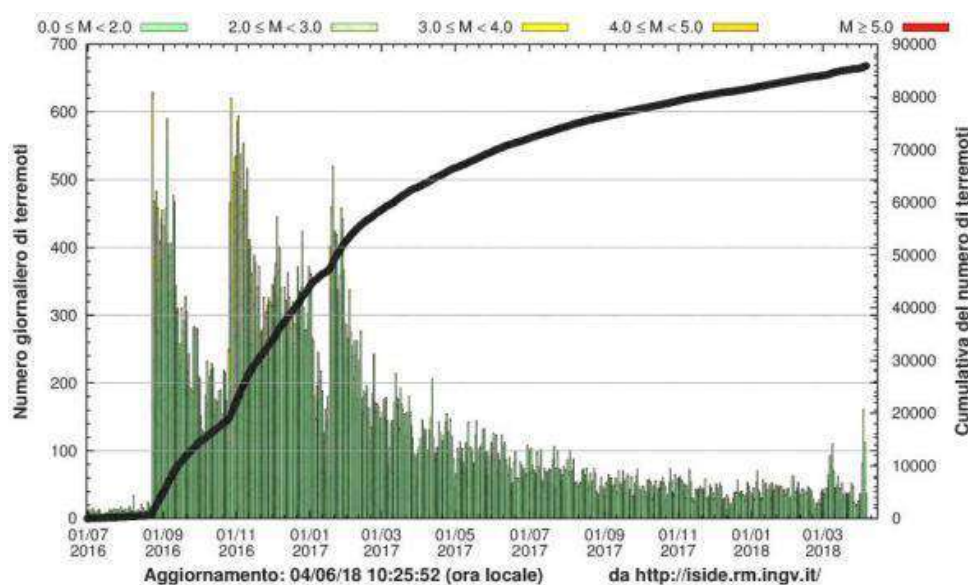
| | |
|-----------------------------|----------------|
| Seismic history of | Montepiccolo |
| PlaceID | IT_642 |
| Coordinates (lat, lon) | 42.919, 13.835 |
| Municipality (ISTAT 2015) | Montepiccolo |
| Province | Ascoli Piceno |
| Regione | Marche |
| No. of reported earthquakes | 26 |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|---|------|----|----|----|------|-----------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7-8 |  | 1480 | | | | | Ascolano | 4 | 6-7 | 4.86 |
| 6 |  | 1882 | 08 | 16 | | | Costa ascolana | 13 | 7 | 5.15 |
| 5-6 |  | 1943 | 10 | 03 | 08 | 28 2 | Ascolano | 170 | 8 | 5.67 |
| 6 |  | 1951 | 09 | 01 | | | Monti Sibillini | 80 | 7 | 5.25 |
| 4-5 |  | 1979 | 09 | 19 | 21 | 35 3 | Valnerina | 694 | 8-9 | 5.83 |
| 4 |  | 1980 | 11 | 23 | 18 | 34 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| 3-4 |  | 1984 | 05 | 07 | 17 | 50 | Monti della Meta | 911 | 8 | 5.86 |
| 5 |  | 1985 | 05 | 01 | 16 | 57 3 | Ascolano | 51 | 5 | 4.09 |
| 3 |  | 1986 | 10 | 13 | 05 | 10 0 | Monti Sibillini | 322 | 5-6 | 4.46 |
| 5 |  | 1987 | 07 | 03 | 10 | 21 5 | Costa Marchigiana | 359 | 7 | 5.06 |
| 5 |  | 1987 | 09 | 04 | 16 | 42 4 | Costa Marchigiana | 75 | 6 | 4.66 |
| NF |  | 1995 | 12 | 30 | 15 | 22 0 | Fermano | 106 | 5 | 4.19 |
| 2-3 |  | 1996 | 01 | 01 | 12 | 21 4 | Maceratese | 91 | 5-6 | 4.20 |
| NF |  | 1996 | 01 | 22 | 18 | 37 4 | Fermano | 76 | 5 | 3.96 |
| 5 |  | 1996 | 07 | 09 | 10 | 23 0 | Costa abruzzese-marchigiana | 45 | | 4.20 |
| 5 |  | 1997 | 09 | 26 | 00 | 33 1 | Appennino umbro-marchigiano | 760 | 7-8 | 5.66 |
| 4 |  | 1997 | 09 | 26 | 09 | 40 2 | Appennino umbro-marchigiano | 869 | 8-9 | 5.97 |
| 3-4 |  | 1997 | 10 | 03 | 08 | 55 2 | Appennino umbro-marchigiano | 490 | | 5.22 |
| 4 |  | 1997 | 10 | 06 | 23 | 24 5 | Appennino umbro-marchigiano | 437 | | 5.47 |
| 4-5 |  | 1997 | 10 | 14 | 15 | 23 1 | Valnerina | 786 | | 5.62 |
| 4-5 |  | 1998 | 04 | 05 | 15 | 52 2 | Appennino umbro-marchigiano | 395 | | 4.78 |
| 3 |  | 2003 | 03 | 29 | 17 | 42 1 | Adriatico centrale | 68 | | 5.43 |
| 4 |  | 2004 | 12 | 09 | 02 | 44 2 | Teramano | 213 | 5 | 4.09 |
| NF |  | 2005 | 04 | 12 | 00 | 31 5 | Maceratese | 131 | 4 | 3.74 |
| 3 |  | 2006 | 04 | 10 | 19 | 03 3 | Maceratese | 211 | 5 | 4.06 |
| F |  | 2017 | 01 | 18 | 10 | 14 0 | Aquilano | 280 | | 5.70 |



6.3 - Sismicità attuale

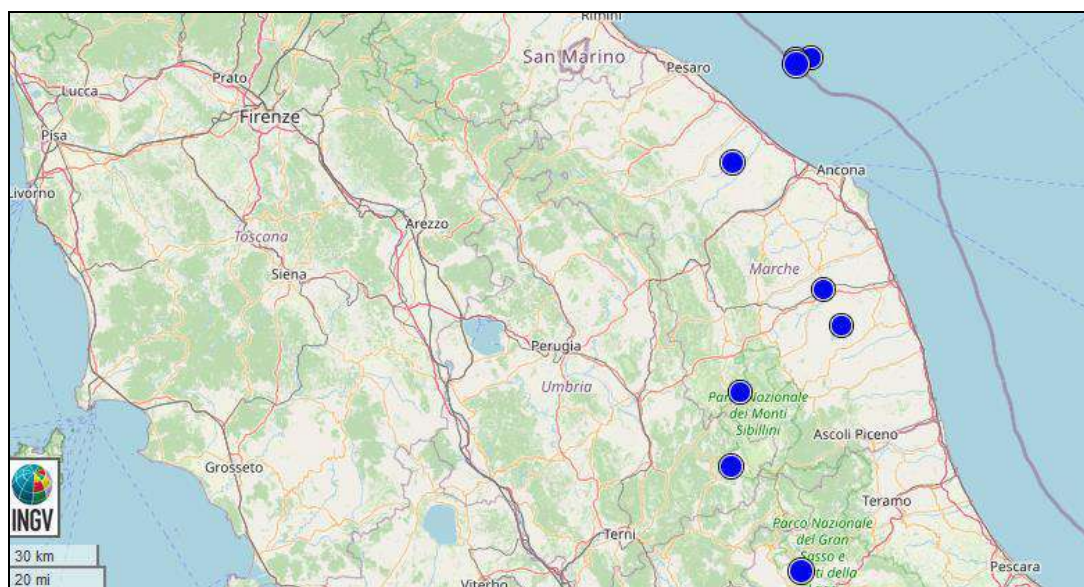
Precedente allo svolgimento e alla stesura del presente lavoro, si è attivata una importante serie sismica che ha colpito l'Appennino centrale a partire dal terremoto di Amatrice del 24 agosto 2016 di magnitudo M 6.0. Stando all'ultimo aggiornamento disponibile (novembre 2017) la sequenza sismica in Italia centrale ha superato le 85.500 scosse, interessando un'area molto estesa tra Lazio, Umbria, Marche e Abruzzo. Sono circa 62 i terremoti di magnitudo compresa tra 4.0 e 5.0; 5 quelli di magnitudo maggiore o uguale a 5.0 localizzati dalla Rete Sismica Nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). I più forti terremoti, oltre quello con cui la sequenza è iniziata, sono: quello di magnitudo M 5.4, avvenuto alle ore 04:33 del 24 agosto; quelli del 26 ottobre delle ore 19.10 e delle 21.18 italiane, rispettivamente di magnitudo 5.4 e 5.9; infine l'evento del 30 ottobre, alle 07:40 ora italiana di magnitudo M 6.5.



Sequenza sismica in atto nell'Italia centrale (INGV)

A seguito della crisi sismica il comune di Monteprandone ha riportato danneggiamenti molto limitati.

Altre scosse sismiche di minore intensità sono ad oggi ancora piuttosto frequenti e quelle registrate più vicine al territorio di Monteprandone nell'ultimo anno sono le seguenti:



| Data e Ora (Italia) IF | Magnitudo | Zona | Profondità | Latitudine | Longitudine |
|------------------------|-----------|--|------------|------------|-------------|
| 2024-11-15 18:20:48 | ML 2.8 | 3 km SW Macerata (MC) | 41 | 43.28 | 13.44 |
| 2024-11-15 14:08:10 | ML 2.7 | 4 km NW Ussita (MC) | 9 | 42.98 | 13.11 |
| 2024-10-29 17:48:24 | Mw 3.4 | Costa Marchigiana Anconetana (Ancona) | 9 | 43.93 | 13.33 |
| 2024-06-22 06:55:35 | ML 2.7 | Costa Marchigiana Pesarese (Pesaro Urbino) | 8 | 43.94 | 13.33 |
| 2024-06-22 02:31:41 | ML 2.8 | Costa Marchigiana Anconetana (Ancona) | 10 | 43.93 | 13.34 |
| 2024-05-26 12:22:30 | ML 2.8 | 3 km NE Pesorocchiano (RI) | 10 | 42.23 | 13.17 |
| 2024-05-04 22:38:37 | ML 2.7 | 3 km SE Mogliano (MC) | 42 | 43.17 | 13.51 |
| 2024-04-10 22:11:44 | ML 3.1 | 4 km NW Scurcola Marsicana (AQ) | 7 | 42.09 | 13.31 |
| 2024-03-25 16:44:42 | ML 3.2 | 6 km E Pizzoli (AQ) | 16 | 42.46 | 13.36 |
| 2024-03-02 15:53:32 | ML 2.7 | Costa Marchigiana Anconetana (Ancona) | 7 | 43.94 | 13.39 |
| 2024-01-11 09:26:07 | ML 3.0 | 3 km SW Norcia (PG) | 10 | 42.77 | 13.08 |
| 2024-01-04 03:22:42 | ML 3.0 | 3 km E Corinaldo (AN) | 16 | 43.65 | 13.08 |

Sequenza sismica registrata in Italia centrale nel fermano (INGV)

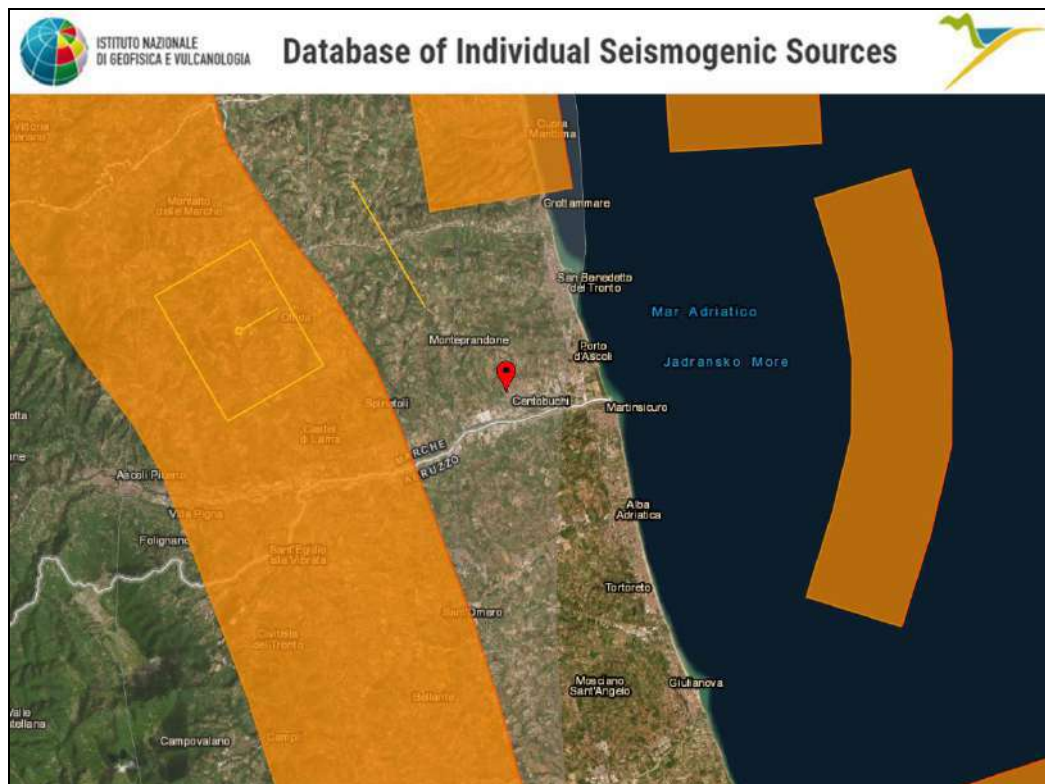
6.4 - Definizione della sorgente sismogenetica pertinente

L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia mette in rete, nell'ambito del Progetto DISS 3, le informazioni (<http://diss.rm.ingv.it>) riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale; esse mostrano quattro tipologie di sorgenti sismogenetiche.

- Sorgenti individuali (IS): per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.
- Sorgenti composite (CS): sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate non ancora conosciute singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.
- Sorgenti dibattute (DS): sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.
- Sorgenti di subduzione (SD): sono zone di contatto tra differenti placche continentali entrare nel database recentemente nella versione DISS 3.3.1.

La mappa del DISS non riporta alcun tipo di sorgente sismogenetica nella zona in esame ad esclusione della ITSD002 caratterizzante l'intera area orientale dell'Italia centro-

settentrionale, ma vista la modesta distanza con la sorgente sismogenetica composta classificata come ITIS070 Offida relativa alla macroarea ITCS020 Southern Marche, essa deve comunque essere considerata come possibile sorgente sismica per il Comune di Montepandone.



Localizzazione del sito in oggetto rispetto alla sorgente sismogenetica ITIS070 Offida collocata nella macroarea ITCS020 ed alla ITSD002 censite dal DISS 3.3.1

La Zona ITCS020 “Southern Marche”, sintetizzata nella tabella che segue, schematizzano un’area estesa contenente un numero non specificato di sorgenti minori allineate, che non sono ancora conosciute singolarmente e non sono associate ad uno specifico gruppo di terremoti storici.

| GENERAL INFORMATION | |
|---------------------|---|
| DISS-ID | ITCS020 |
| Name | Southern Marche |
| Compiler(s) | Kastelic V.(1), Livani M.(2), Maesano F.E.(1), Scrocca D.(3), D'Ambrogio C.(4), Basili R.(1) |
| Contributor(s) | Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1) |
| Affiliation(s) | 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Università di Roma La Sapienza; Dipartimento di Scienze della Terra; Roma, Italy 3) CNR; Istituto di Geologia Ambientale e GeoIngegneria; P.le Aldo Moro, 4, Roma, Italy 4) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy |
| Created | 08/01/2005 |
| Updated | 12/10/2020 |
| Display map | |
| Related sources | ITIS070 |

| PARAMETRIC INFORMATION | | | |
|--|---------------------|---------|---|
| Parameter | | Quality | Evidence |
| Min depth [km] | 3.5 | LD | Based on geological data from Bigi et al. (2013). |
| Max depth [km] | 11.0 | LD | Based on geological data from Bigi et al. (2013). |
| Strike [deg] min... max | 140...175 | LD | Based on geological data from Fantoni and Franciosi (2010). |
| Dip [deg] min... max | 25...35 | LD | Based on geological data from Bigi et al. (2013). |
| Rake [deg] min... max | 80...100 | EJ | Inferred from regional tectonic considerations. |
| Slip Rate [mm/y] min... max | 0.1500... 0.4000 | OD | Derived from restoration of base of Pleistocene horizon. |
| Max Magnitude [Mw] | 6.9 | ER | Estimated from Leonard's (2014) scaling relations. |
| LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement | | | |


Caratteristiche della struttura sismogenetica ITCS 020 censita dal DISS 3.3.1

La zona ITIS 070 “Offida” propone una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia ed esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.

| GENERAL INFORMATION | | | |
|----------------------------|--|---------|---|
| DISS-ID | ITIS070 | | |
| Name | Offida | | |
| Compiler(s) | Vannoli P.(1) | | |
| Contributor(s) | Vannoli P.(1), Mariano S.(1) | | |
| Affiliation(s) | 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy | | |
| Created | 31/05/2005 | | |
| Updated | 31/05/2005 | | |
| Display map |  | | |
| Related sources | ITCS020 | | |
| PARAMETRIC INFORMATION | | | |
| | Parameter | Quality | Evidence |
| Location [Lat/Lon] | 42.93 / 13.67 | LD | Primarily based on the location of the associated earthquake. |
| Length [km] | 7.9 | LD | Based on geological data from various authors. |
| Width [km] | 7.4 | LD | Based on structural geology and geological data from various authors. |
| Min depth [km] | 4.5 | LD | Based on structural geology and geological data from various authors. |
| Max depth [km] | 8.7 | LD | Based on structural geology and geological data from various authors. |
| Strike [deg] | 150 | LD | Based on geological data from various authors. |
| Dip [deg] | 35 | LD | Based on structural geology and geological data from various authors. |
| Rake [deg] | 90 | EJ | Inferred from geological data. |
| Slip Per Event [m] | 0.40 | ER | Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979). |
| Slip rate [mm/y] min...max | 0.1000... 0.5000 | EJ | Unknown, values assumed from geodynamic constraints. |
| Recurrence [y] min... max | 800... 4000 | EJ | Inferred from slip rate and average displacement. |
| Magnitude [Mw] | 5.9 | ER | Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994). |

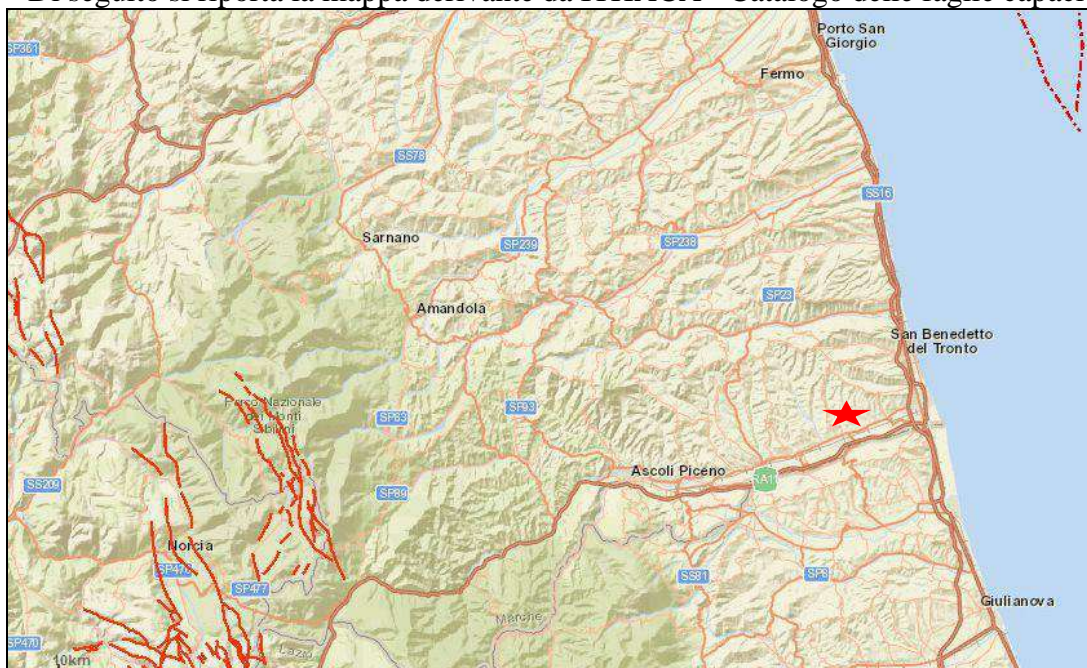
Caratteristiche della sorgente sismogenetica ITIS 070 censita dal DISS 3.1.1

Invece, la zona ITSD002 “Norther Apennines Arc” propone una rappresentazione tridimensionale semplificata della zona di subduzione che caratterizza Placca Adriatica.

| GENERAL INFORMATION | | | |
|---|--|---------|---|
| DISS-ID | ITSD002 | | |
| Name | Northern Apennines Arc | | |
| Compiler(s) | Maesano F.E.(1) | | |
| Contributor(s) | DISS W.G.(1) | | |
| Affiliation(s) | 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy | | |
| Created | 11/11/2019 | | |
| Updated | 02/12/2021 | | |
| Display map |  | | |
| PARAMETRIC INFORMATION | | | |
| | Parameter | Quality | Evidence |
| Min Seismogenic Depth [km] | 12.0 | LD | Based on various published geological profiles |
| Max Seismogenic Depth [km] | 20.0 | LD | Based on rheological profiles from Carafa et al (2015). |
| Dip direction | SW | LD | Based on geophysical and geological data from various authors |
| Convergence azimuth [deg CW from North] | 30...70 | LD | Based on geodetic data from various authors. |
| Convergence Rate [mm/yr] | 0.5...1.5 | LD | Based on geodetic data from various authors. |
| Max Magnitude [Mw] | 8.1 | ER | Estimated from the scaling relation by Allen & Hayes (2017) applied to the area of the largest rupture area that fits inside the seismic interface. |

Caratteristiche della sorgente di subduzione ITSD002 censita dal DISS 3.1.1

Di seguito si riporta la mappa derivante da ITHACA - Catalogo delle faglie capaci



Localizzazione del sito in oggetto rispetto alle faglie attive e capaci del Catalogo ITHAC

La figura sopra riportata evidenzia che il Comune di Montepandone non è interessato da faglie attive le quali sono riportate con linee rosse.

6.5 - Approccio Sito-Dipendente

L'approvazione della Legge n. 77 del 24 giugno 2009, di conversione del D.L. n. 39 del 28 aprile 2008, ha di fatto reso vigenti dal 31 luglio 2009 le norme del D.M. 14 gennaio 2008 per le costruzioni che sono state aggiornate con il nuovo D.M. 17 gennaio 2018 in vigore dal 23 marzo 2018.

In particolare con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, aggiornato con il D.M. 17 gennaio 2018, **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente"** e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base "del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale

6.6 - Classificazione sismica dell'area

Il territorio comunale di Monteprandone (AP) era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il Comune di Monteprandone, con DGR 1142 del 19 settembre 2022, rientra in **zona sismica 2**.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

| Zona sismica | Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g] | Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g] |
|--------------|--|---|
| 1 | > 0.25 | 0.35 |
| 2 | 0.15 – 0.25 | 0.25 |
| 3 | 0.05 – 0.15 | 0.15 |
| 4 | < 0.05 | 0.05 |

6.7 - Categoria del sottosuolo

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. Nel nostro caso per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$.

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

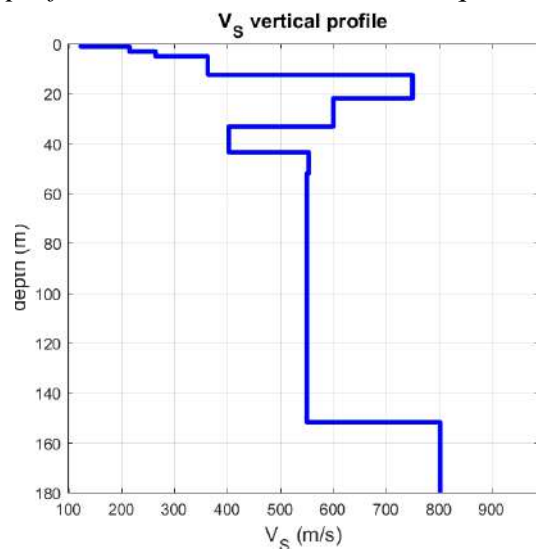
| Categoria | Descrizione |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a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

Nel caso specifico il valore di $V_{s,eq}$ è stato calcolato dal piano di campagna; quindi, per l'area in oggetto è stato determinato, attraverso l'esecuzione dell'indagine geofisica mediante tecnica Masw, un valore di $V_{s,eq}$ (0-30 metri) di **413 m/sec**.

Alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche della modellazione geologica esposta nei capitoli precedenti, il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 17/01/18):

Categoria di sottosuolo “B”

“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.”



| Sismostrato | Vs (m/s) | Spessore (m) | Profondità da p.c. (m) |
|-------------|----------|--------------|------------------------|
| 1 | 123 | 1.2 | 1.2 |
| 2 | 215 | 2.0 | 3.2 |
| 3 | 264 | 1.9 | 5.1 |
| 4 | 363 | 7.3 | 12.4 |
| 5 | 750 | 9.4 | 21.8 |
| 6 | 600 | 11.4 | 33.2 |
| 7 | 403 | 10.3 | 43.5 |
| 8 | 552 | 108.4 | 151.9 |
| 9 | 802 | - | - |

Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Il modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto, scaturito dalla curva di dispersione delle onde di Rayleigh, presenta diverse inversioni di velocità; questa

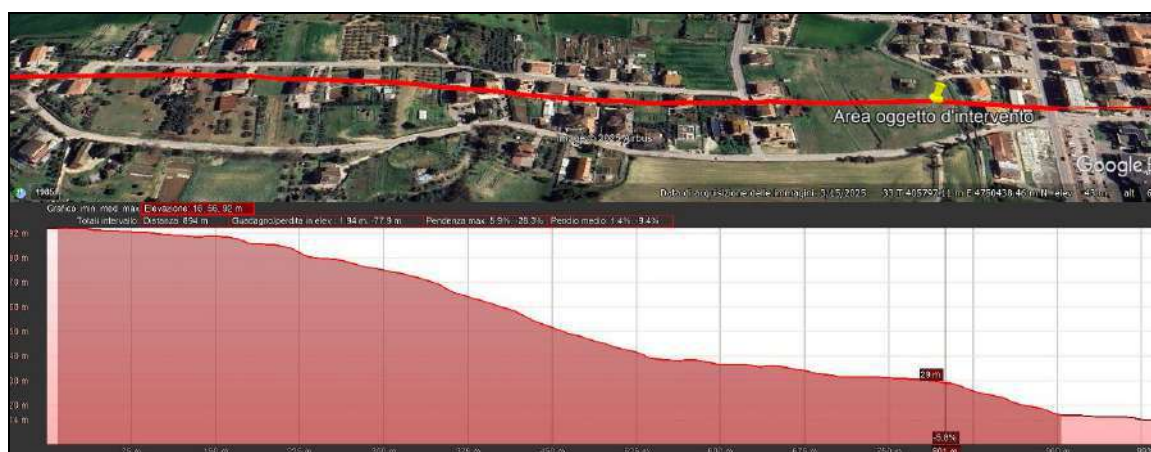
osservazione definisce, nelle NTC 2018, la modellazione semplificata poco attendibile, in quanto non è presente un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e suggerisce la definizione delle Risposta Sismica Locale.

6.8 - Categoria topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |



Modello topografico per il sito in oggetto

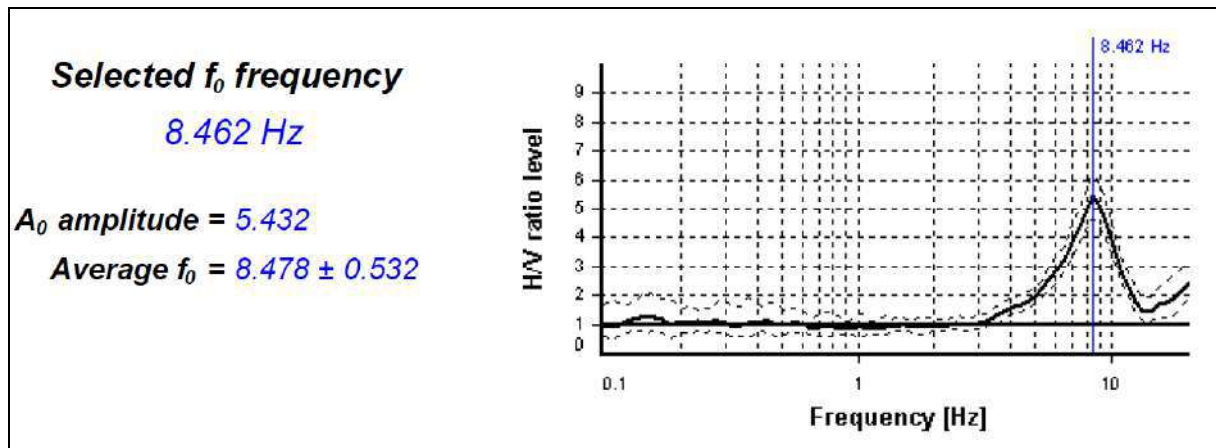
Vista la descrizione morfologica redatta nel capitolo 3.1 con versante che presenta inclinazioni medie 5° - 6° , il sito in esame può avere la seguente classificazione:

Categoria topografica T1

“Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$ ”

6.9 - Frequenza di risonanza del terreno

La frequenza caratteristica di risonanza del sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale, in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare manufatti aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi in caso di sisma.



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

Nella figura sovrastante è stata visualizzata la frequenza caratteristica del suolo in esame.

Nella valutazione della categoria di suolo e nell'approccio alla progettazione delle strutture in questione, non vanno comunque trascurate le informazioni acquisite con l'indagine sismica circa la frequenza di risonanza del sito.

Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica debolmente le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a 8,46 Hz; si evidenzia a tale proposito che l'ampiezza del picco e la sua frequenza fanno protendere per un significato ingegneristico di tale effetto amplificativo da non trascurare.

6.10 - Parametri sismici di progetto

Le *azioni sismiche di progetto* si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la *probabilità* è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- *accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido* (categoria A), *con superficie topografica orizzontale* (categoria T1);
- *ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.*

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

1. **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
2. **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
3. **T*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori ag , Fo e $T*C$ per nove distinti periodi di ritorno TR.

In allegato vengono riportati i parametri sismici riferiti alle NTC calcolati secondo normativa con programma libero della GEOSTRU. In particolare, tenendo conto della

tipologia di intervento in progetto, il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC nei confronti di tutti gli Stati Limite Ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV. In questo caso i parametri sismici e lo spettro elastico in accelerazione delle componenti orizzontali possono essere così definiti

Sito in esame

latitudine: **42,898478 [°]**
longitudine: **13,846151 [°]**
Classe: **III**
Vita nominale: **50**

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: **B**
Categoria topografica: **T1**
Periodo di riferimento: **75 anni**
Coefficiente cu: **1,5**

Salvaguardia della vita (SLV):

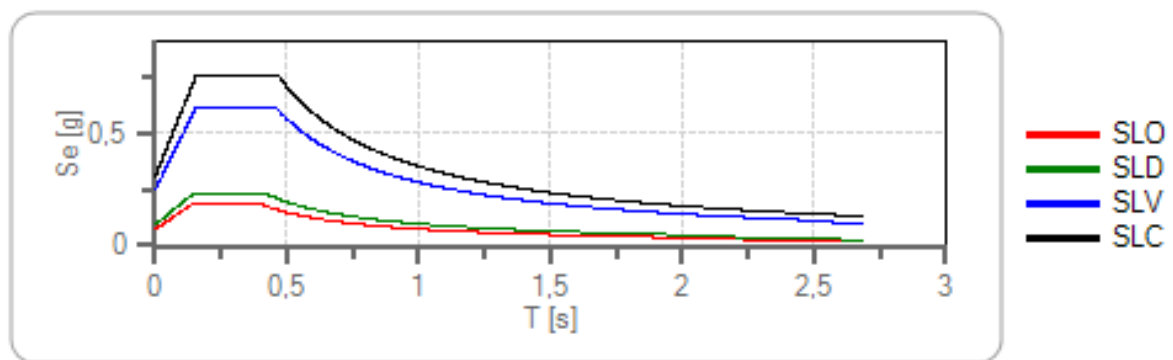
Probabilità di superamento: **10 %**
Tr: **712 [anni]**
ag: **0,209 g**
Fo: **2,453**
Tc*: **0,335 [s]**

Coefficienti Sismici

Salvaguardia della vita (SLV):

Ss: **1,200**
Cc: **1,370**
St: **1,000**
Kh: **0,070**
Kv: **0,035**
Amax: **2,454 m/s²**
Beta: **0,280**

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|-----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLO | 1,5 | 0,062 | 2,458 | 0,289 | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,136 | 0,407 | 1,846 |
| SLD | 1,5 | 0,078 | 2,442 | 0,304 | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,142 | 0,425 | 1,912 |
| SLV | 1,5 | 0,209 | 2,453 | 0,335 | 1,200 | 1,370 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,153 | 0,460 | 2,434 |
| SLC | 1,5 | 0,272 | 2,469 | 0,343 | 1,130 | 1,360 | 1,000 | 1,130 | 1,000 | 0,155 | 0,466 | 2,688 |

6.11 - La microzonazione sismica di 2° livello

Per completezza d'indagine e per una più ampia valutazione dello scenario sismico dell'area oggetto d'intervento, vengono proposti in allegato gli stralci degli elaborati della Microzonazione Sismica di II livello; in particolare viene riportato lo stralcio della carta delle MOPS e di MS2 riferita a tutti i periodi calcolati.

L'analisi delle cartografie definisce appropriata la MOPS di riferimento (zona 2007) rispetto allo scenario litostratigrafico emerso nelle indagini, con zona di attenzione per liquefazione. Per ciò che riguarda le carte di MS2 l'area definisce un fattore di amplificazione FA basso (1,5) per periodi bassi.

6.12 - La Risposta Sismica Locale

L'analisi di Risposta Sismica Locale monodimensionale è stata condotta con il software LSR 1D della STACEC, dove ciascuno dei 7 accelerogrammi per gli stati limite SLD SLV e SLC, derivanti dall'analisi di sismo compatibilità eseguita su RexelWeb, è stato applicato al substrato rigido ($V_s > 800$ m/sec e profondità -151,9 metri dal piano di campagna) e propagato attraverso il profilo di terreno caratterizzante il punto individuato.

Nella redazione della Risposta Sismica Locale, il cui rapporto completo è posto come appendice, si intende fornire gli accelerogrammi di output e i relativi spettri elastici di risposta in accelerazione nonché i parametri sito dipendenti (lo spettro di risposta in accelerazione costituisce lo strumento base per la verifica in campo dinamico dell'opera).

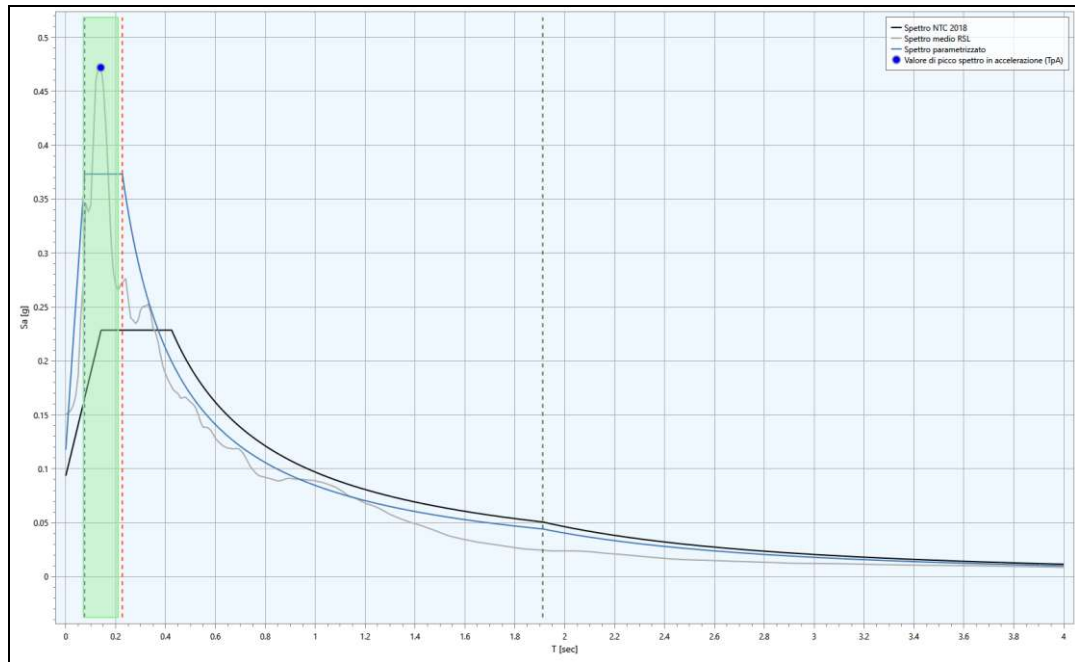
Di seguito vengono riportati i parametri dello spettro parametrizzato per l'area di studio per ogni stato limite preso in considerazione, tenendo conto che:

- A_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (stratigrafici e/o topografici);
- A_{max} : punto di ancoraggio a $T=0$ dello spettro di output;
- Se_{max} : accelerazione spettrale orizzontale massima a T_b e T_c ($A_{max} * F_0$);
- T_b : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_c : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- T_d : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

SLD

| Modellazione | A_g [g] | F_0 | S | A_{max} [g] | Se_{max} [g] | T_b [sec] | T_c [sec] | T_d [sec] |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.078 | 2.442 | 1.200 | 0.094 | 0.229 | 0.142 | 0.425 | 1.912 |

| Modellazione | A_g [g] | F_0 | S | A_{max} [g] | Se_{max} [g] | T_b [sec] | T_c [sec] | T_d [sec] |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.078 | 3.168 | 1.511 | 0.118 | 0.373 | 0.076 | 0.227 | 1.912 |

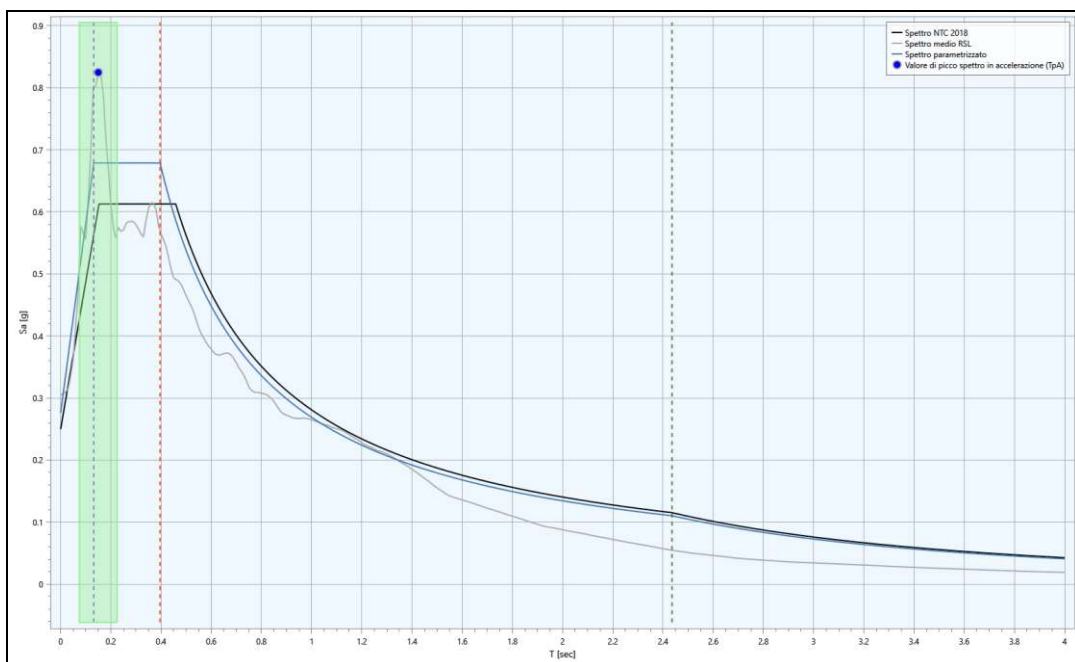


Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLD, classe III, VN50 anni, TR 75 anni.

SLV

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.209 | 2.453 | 1.200 | 0.251 | 0.615 | 0.153 | 0.460 | 2.434 |

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.209 | 2.460 | 1.320 | 0.276 | 0.679 | 0.132 | 0.396 | 2.436 |

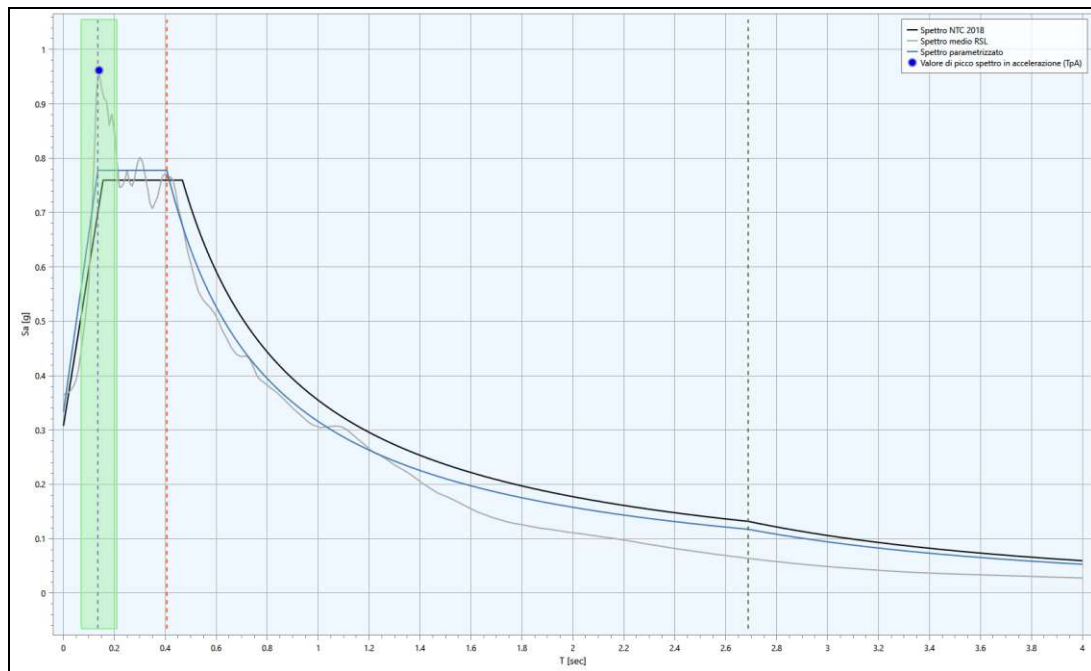


Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLV, classe III, VN50 anni, TR 712 anni.

SLC

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.272 | 2.468 | 1.130 | 0.307 | 0.759 | 0.155 | 0.466 | 2.688 |

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.272 | 2.333 | 1.226 | 0.333 | 0.778 | 0.135 | 0.406 | 2.688 |



Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLC, classe III, VN50 anni, TR 1462 anni.

Dal confronto degli spettri nelle figure sovrastanti, per gli stati limite esaminati (SLD SLV e SLC), quello medio di output, ricavato dall'analisi di RSL, risulta superiore a quello derivante da approccio semplificato fino a 0,35 s in SLD, 0,45 s in SLV e 0,40 s in SLC s e leggermente inferiore nel restante arco temporale.

7 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DINAMICA

Il D.M. 17 gennaio 2018 richiede che il sito dove è ubicato l'intervento in progetto deve avere requisiti di stabilità rispetto al fenomeno della **liquefazione**.

Tale verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti quattro circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace

verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (NTC).

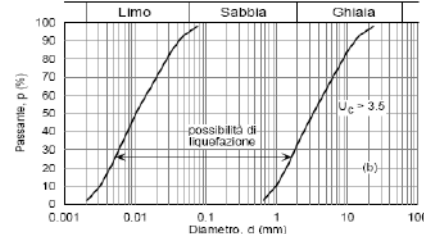
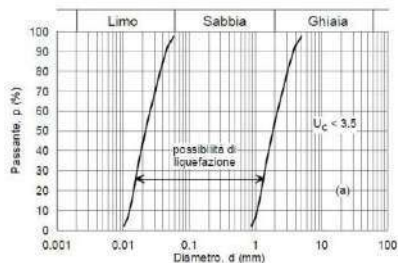


Figura 7.11.1 – Fasi granulometriche di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione F_s alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Vista l'assenza di terreni sabbiosi in falda, come da normativa, la verifica alla liquefazione dinamica può essere omessa.

8 - CONCLUSIONI

Il progetto del nuovo asilo prevede un edificio ad unico piano, posto a quota strada e dotato di copertura piana. Le volumetrie si articolano in tre corpi direttamente collegati tra loro mediante delle pensiline esterne: il volume centrale, che funge da cerniera del sistema, accoglie gli spazi destinati al personale, nonché gli spazi distributivi e di accoglienza, mentre i due volumi laterali che si sviluppano in lunghezza ospitano i servizi per i bambini (aule e servizi igienici) oltre che locali tecnici o di deposito.

Dai sopralluoghi e dalle indagini puntuali in sito sono emersi i seguenti aspetti tecnici:

- L'area di sedime dell'intervento risulta debolmente pendente verso SW e ricade nella porzione esterna di un terrazzo alluvionale del fiume Tronto in sinistra idrografica;
- L'intera area non ricade all'interno di perimetrazione PAI ne risulta sottoposta a vincolo da R.D. N°3267 del 30/12/1923 (Vincolo Idrogeologico);
- Le penetrometrie eseguite ed il sondaggio reperito hanno messo a giorno, fino alla profondità investigata, uno spessore medio di circa 2,00 metri di terreni colluviali a connotazione limo sabbiosa deb. argillosa ed in successione terreni alluvionali a gradazione fina (limi argillosi) e successivamente grossolana con banchi ghiaiosi molto addensati;
- Le indagini geognostiche eseguite e reperite non hanno intercettato il substrato Pelitico; l'interpretazione congiunta delle prove geofisiche masw e HVSR sembrerebbe rilevare il tetto del substrato a circa -21,80 metri, eventualità confortata anche dalla conoscenza dei luoghi;
- La campagna geognostica eseguita e reperita non mostra, nel lotto in oggetto, la presenza della falda fino alla profondità investigata di -21,00 metri. La presenza di pozzi e la conoscenza di indagini in aree limitrofe lascia supporre che la falda sia più profonda ed in particolare al contatto con il substrato impermeabile delle argille;
- La profondità del substrato sismico si attesta a circa -151,9 metri dal piano di campagna ed è stata valutata tramite l'analisi congiunta dei risultati ottenuti dall'esecuzione

dell'indagine sismica MASW-HVSR;

- Per il sito in oggetto è stato determinato, attraverso l'esecuzione dell'indagine geofisica ed il confronto con la stratigrafia delle indagini eseguite, un valore di $V_{seq}(0-30)$ di 413 m/sec; pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle indagini geognostiche, il sottosuolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento all'Approccio Semplificato della normativa vigente (DM 17/01/18), ad una Categoria B;
- Sulla base della morfologia pianeggiante si può adottare, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 17/01/18), una Categoria topografica T1;
- Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica debolmente le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a 8,46 Hz; si evidenzia a tale proposito che l'ampiezza del picco e la sua frequenza fanno protendere per un significato ingegneristico di tale effetto amplificativo da non trascurare;
- Il modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto, scaturito dalla curva di dispersione delle onde di Rayleigh, presenta diverse inversioni di velocità. Questa osservazione definisce, nelle NTC 2018, la modellazione semplificata poco attendibile, in quanto non è presente un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità; per tale motivo è stata eseguita la Risposta Sismica Locale;
- Ferme restando le prerogative del progettista in merito alle scelte per la caratterizzazione delle azioni sismiche, si può affermare che gli spettri di risposta normalizzati, dedotti dall'analisi di risposta sismica locale (RSL) risultano, in questo specifico caso e per gli stati limite esaminati (SLD SLV e SLC), superiori a quelli derivanti da approccio semplificato fino a 0,35 s in SLD, 0,45 s in SLV e 0,40 s in SLC s e leggermente inferiori nel restante arco temporale.

Sulla base dei dati acquisiti e delle indagini svolte, l'edificazione di tale area può ritenersi tecnicamente fattibile da un punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Per la fase definitiva/esecutiva vengono consigliate le seguenti indicazioni:

1. Valuti il progettista, sulla base dei carichi in arrivo, delle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni, la migliore interazione terreno/struttura. In particolare visti i carichi di progetto si consigliano:
 - adozione, in I^a ipotesi, di una tipologia di fondazione profonda su pali trivellati "sospesi", gettati in opera, armati per tutta la loro lunghezza e collegati in testa da cordoli di raccordo. In generale l'elemento verticale di fondazione deve essere incastrato in corrispondenza delle ghiaie addensate (depositi alluvionali terrazzati) per almeno tre diametri con una profondità stimata intorno ai 11/12 metri; in questo modo il palo lavora a pieno regime di punta garantendo buona portanza. E' opportuna una verifica al taglio dei pali di fondazione vista la configurazione morfologica dell'area e quindi i carichi trasversali a cui è sottoposto; inoltre è auspicabile intestare i pali di fondazione vicini alla stessa profondità in modo da evitare sovrapposizioni tensionali o cunei di spinta. Si verifichi, in fase di realizzazione delle fondazioni, la presenza della fase liquida e se necessario utilizzare opere di rivestimento delle pareti di perforazione (camice ecc.)
 - adozione, in II^a ipotesi, di una fondazione diretta rigida; la platea consigliata poggia, visti i dati di progetto, sui limi argillosi deb. sabbiosi discretamente portanti; in particolare sarebbe opportuno, per ottenere approfondimenti idonei di almeno -1,70/2,00 metri dal piano di sbancamento, l'utilizzo di una nervatura "rovesciata" della platea con il duplice scopo di

irrigidire ed approfondire l'apparato fondale. Per il terreno limo-argilloso di appoggio della nuova fondazione può essere adottato un coefficiente di sottofondo di Winkler di 1,50 Kg/cmc. Si consiglia a tale proposito di utilizzare tale scelta progettuale esclusivamente dopo attenta valutazione dei piani di sbancamento e dopo una efficace sistemazione idraulica del lotto.

2. Si consiglia la disposizione di un sistema generale di regimazione per le acque di infiltrazione diretta e di scorrimento superficiale dell'intero area di sedime dell'intervento; tutto venga redatto in ottemperanza dell'art. 10, comma 4 della L.R. 23 novembre 2011, n. 22 ed al titolo III della Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/01/2014 (Invarianza Idraulica).

Porto San Giorgio, 15 luglio 2025

Dott. Geol. Gianluca TESTAGUZZA



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi
- Comune di Monteprandone (AP)

- COROGRAFIA -

Elaborato: **CARTA TOPOGRAFICA**
Scala 1 : 25.000



STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

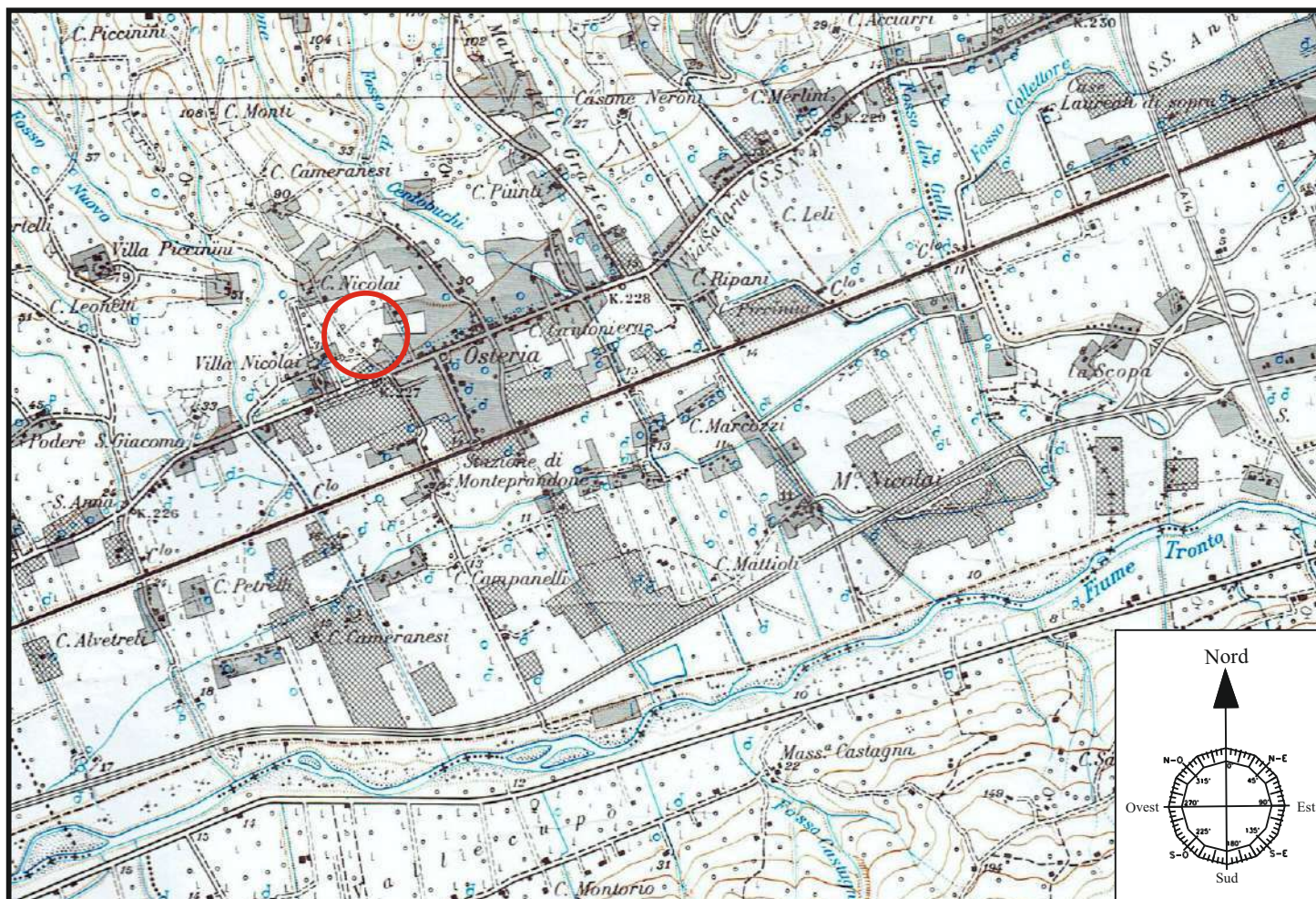
Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi
- Comune di Montepreandone (AP)

- INQUADRAMENTO GEOLOGICO -

Elaborato: **CARTA GEOLOGICA DELLE MARCHE**
Scala 1 : 10.000

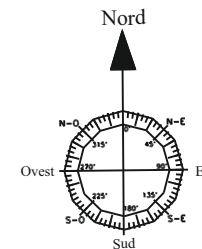


STUDIO GEOLOGICO

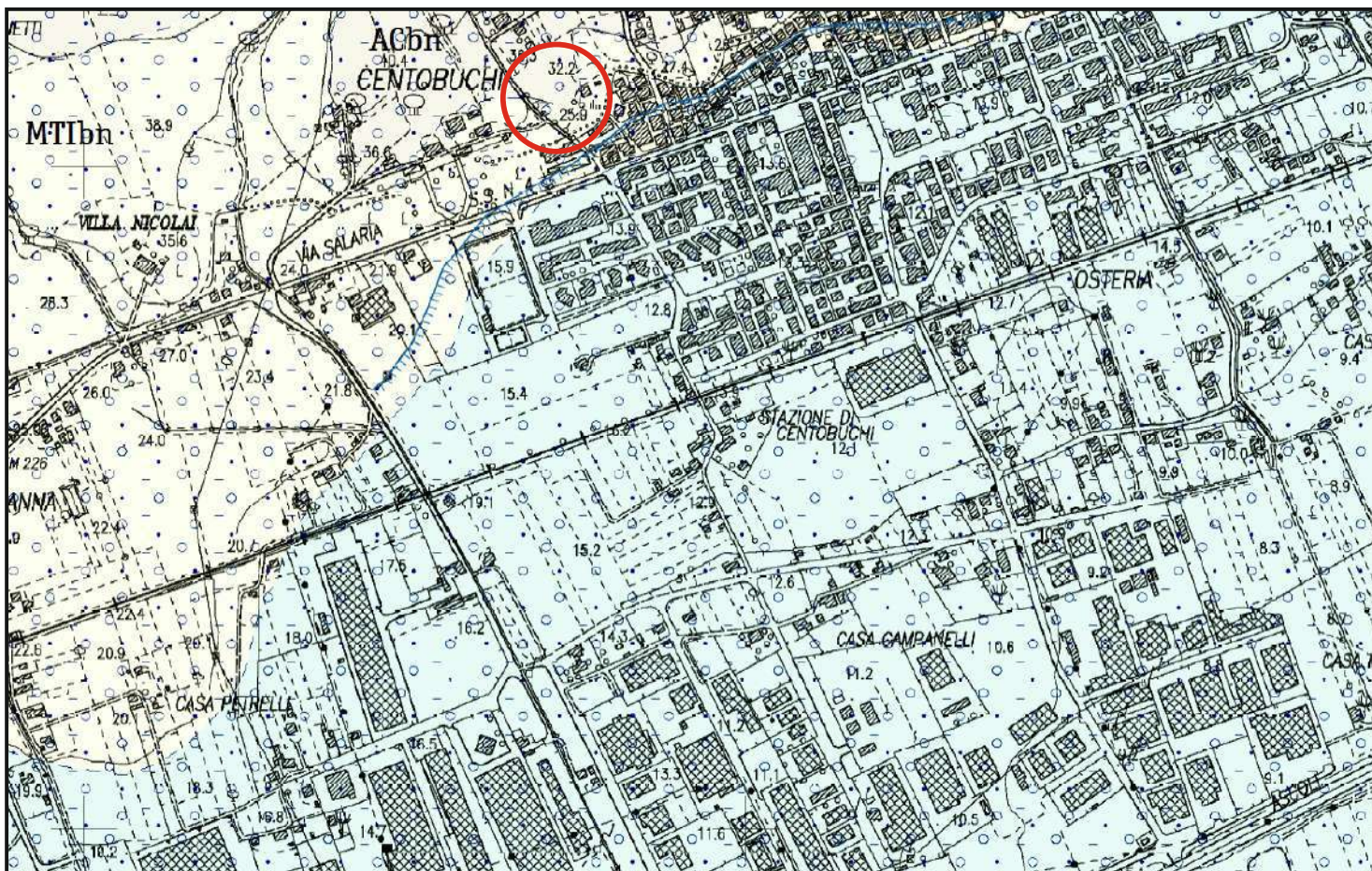
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali



MUSb Depositi alluvionali attuali
ghiaia, sabbia



MUSbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie sabbiose, sabbie limose



MUSg2a Depositi di spiaggia attuali
sabbie prevalenti

SINTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)



MTbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie limi e argille

SUPERSINTEMA COLLE ULIVO COLONIA MONTANI

(PLEISTOCENE MEDIO FINALE)



ACbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie



Contatto stratigrafico o litologico



Contatto stratigrafico o litologico incerto



Orlo di terrazzo fluviale

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi
- Comune di Monteprandone (AP) -

- INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO -
Elaborato: **STRALCIO SCHEMA IDROGEOLOGICO
DELLE MARCHE**

Scala 1 : 100.000 adattato



STUDIO GEOLOGICO

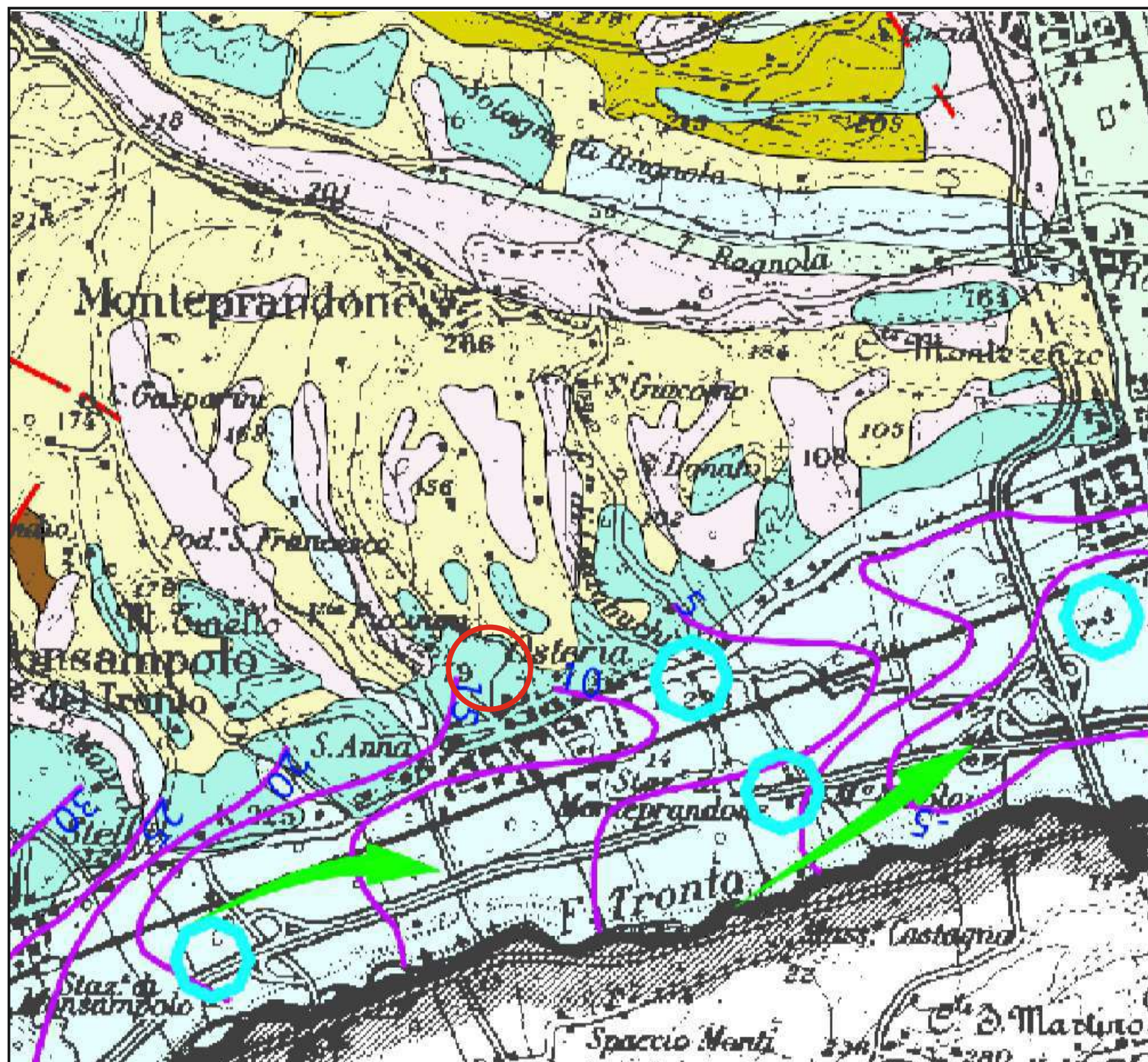
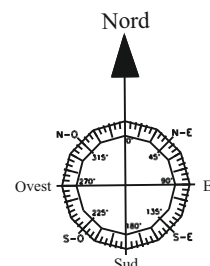
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE








1 - Complesso idrogeologico dei depositi eluvio-colluviali, detritici di versante e di spiaggia (Olocene-Pleistocene sup.). I depositi di fondovalle, costituiti da eluvio-colluvioni argilloso-limose ed argilloso-siltoso-sabbiose a bassa permeabilità (1a), sono caratterizzati da falde sostenute da argille e argille marnose del substrato messiniano e plio-pleistocenico. Le falde, con forte escursione stagionale della piezometrica, alimentano numerosi pozzi, il reticolo idrografico di fossi e torrenti e gli acquiferi delle pianure alluvionali. Le acque, generalmente inquinate da nitrati nelle zone pedo-appenniniche e collinari, hanno facies bicarbonato-calcica e tenore salino di circa 0.5 g/l. L'alimentazione è data essenzialmente dalle piogge e, in alcuni casi, dai corpi arenacei del substrato.

2 - Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali e dei depositi fluvio-lacustri e lacustri (Olocene-Pleistocene sup. e medio). Tale complesso è formato essenzialmente dai depositi alluvionali terrazzati recenti (2a) ed antichi (2b) delle pianure alluvionali, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose, frequenti in prossimità della costa. Nella parte medio-alta delle pianure gli acquiferi di subalveo sono caratterizzati da falde monostrato a superficie libera. In prossimità della costa possono essere presenti acquiferi multistrato con falde confinate e semiconfinite. Tali acquiferi sono di notevole importanza per l'approvvigionamento idrico e per uso civile, agricolo ed industriale.

3 - Complesso idrogeologico dei depositi arenacei, arenaceo-conglomeratici ed arenaceo-pelitici di chiusura della sequenza quaternaria (Pleistocene). In tali depositi sono localmente presenti falde che alimentano sorgenti a regime stagionale con portate massime di pochi l/min. L'alimentazione è prevalentemente connessa con le piogge. Il chimismo delle acque è bicarbonato-calcico con tenore salino inferiore a 0.4 g/l. La vulnerabilità di tali acquiferi è molto alta e il rischio potenziale di inquinamento è elevato a causa soprattutto degli insediamenti abitativi e dell'attività agricola.

4-5 - Complesso idrogeologico delle argille, argille marnose e marne argillose (Pleistocene-Pliocene-Messiniano). Tale complesso è costituito da argille, argille marnose e marne argillose pleistoceniche (4a), plioceniche (4b) e messiniane (4c), con intercalati a diversa altezza della sequenza corpi arenacei, arenaceo-conglomeratici, arenaceo-pelitici, arenaceo-organogeni e conglomeratici (5) sede di acquiferi. Le argille costituiscono di norma il substrato impermeabile degli acquiferi delle pianure alluvionali e delle eluvio-colluvioni di fondo-valle. Il ruscellamento e l'evapotraspirazione sono preponderanti rispetto all'infiltrazione.

I corpi arenacei affiorano nei versanti ove hanno giacitura a reggipoggio e spesso costituiscono il substrato di fossi e torrenti. La loro geometria presenta notevoli variazioni di spessore ed essi tendono a chiudersi a lente nelle peliti, procedendo dall'area appenninica verso la costa adriatica, creando le condizioni per la formazione di acquiferi confinati. La presenza di acqua dolce in tali corpi, documentata anche da pozzi per ricerche di idrocarburi, dà luogo a numerose sorgenti a regime stagionale e perenne, le cui portate minime possono superare anche 1 l/s. Il regime delle sorgenti è tipico di bacini poco profondi con modesti volumi immagazzinati e circolazione veloce. L'alimentazione è dovuta principalmente alle piogge ed in alcuni casi alle acque superficiali dei fossi e dei torrenti che insistono sui corpi arenacei.

-  Sorgenti
-  Sorgenti mineralizzate
-  Siti più idonei per il monitoraggio
-  Linee piezometriche degli acquiferi delle pianure alluvionali
-  Principali linee di flusso delle acque sotterranee negli acquiferi delle pianure alluvionali

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: *Via Spiagge - Fraz. Centobuchi*
- *Comune di Montepreandone (AP)* -

- CARTA CATALOGO FRANE IFFI -

Elaborato: **STRALCIO CARTA IFFI**
Scala 1 : 10.000 adattata

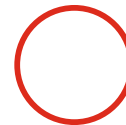
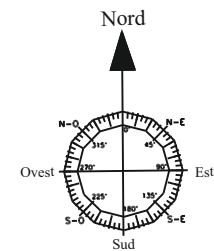


STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



Eventi franosi principali

Principali eventi franosi

Inventario frane IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)*

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Evento franoso

- Evento franoso

Tipologia di frana

- Frane lineari
- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree con sprofondamenti diffusi
- Aree con frane superficiali diffuse
- DGPV
- n.d.

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi
- Comune di Montepreandone (AP) -

- CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO -

Elaborato: **STRALCIO PAI TRONTO**
Scala 1 : 10.000



STUDIO GEOLOGICO

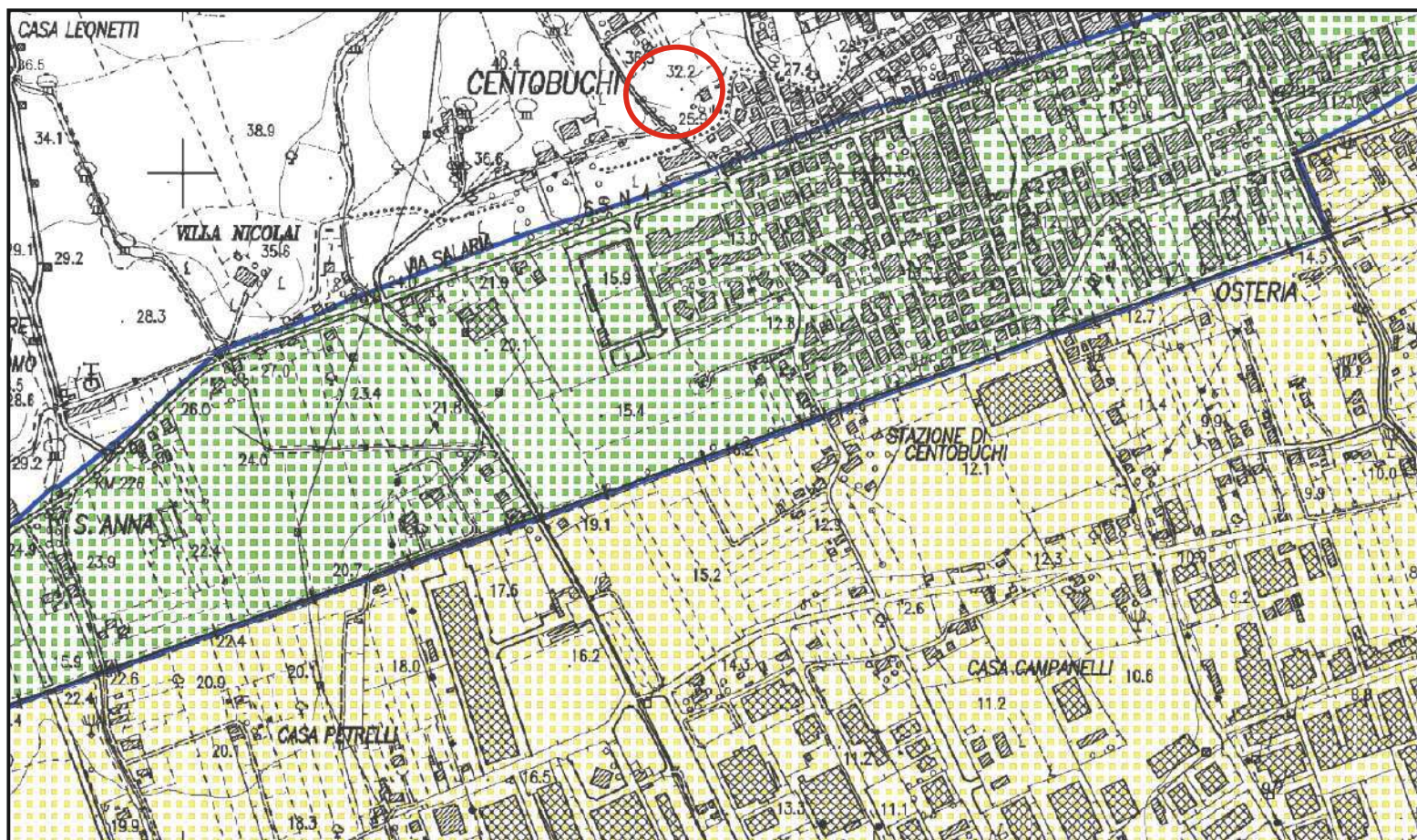
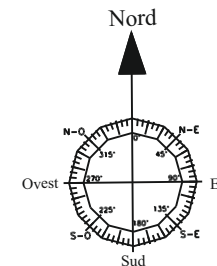
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



Area interessata dall'indagine



LEGENDA

AREE A RISCHIO FRANA

- AREE A RISCHIO MODERATO - R1
- AREE A RISCHIO MEDIO - R2
- AREE A RISCHIO ELEVATO - R3
- AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4

numero - Hn
eo: 1619 - H3
↑
Identificativo
frana
↑
Indice di
pericolosità*

* H4: Aree di Versante a Pericolosità molto elevata
H3: Aree di Versante a Pericolosità elevata
H2: Aree di Versante a Pericolosità media
H1: Aree di Versante a Pericolosità moderata
H0: Aree di Versante a Pericolosità molto bassa

AREE A RISCHIO ESONDAZIONE

- AREE A RISCHIO MODERATO - E1
- AREE A RISCHIO MEDIO - E2
- AREE A RISCHIO ELEVATO - E3
- AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - E4

LIMITE BACINO IDROGRAFICO

LIMITI AMMINISTRATIVI COMUNALI

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: *Via Spiagge - Fraz. Centobuchi*
- Comune di *Monteprandone (AP)* -

- REGIO DECRETO LEGISLATIVO 30 dicembre 1923, n. 3267 -

Elaborato: **CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO**
Scala 1 : 25.000



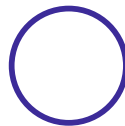
STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

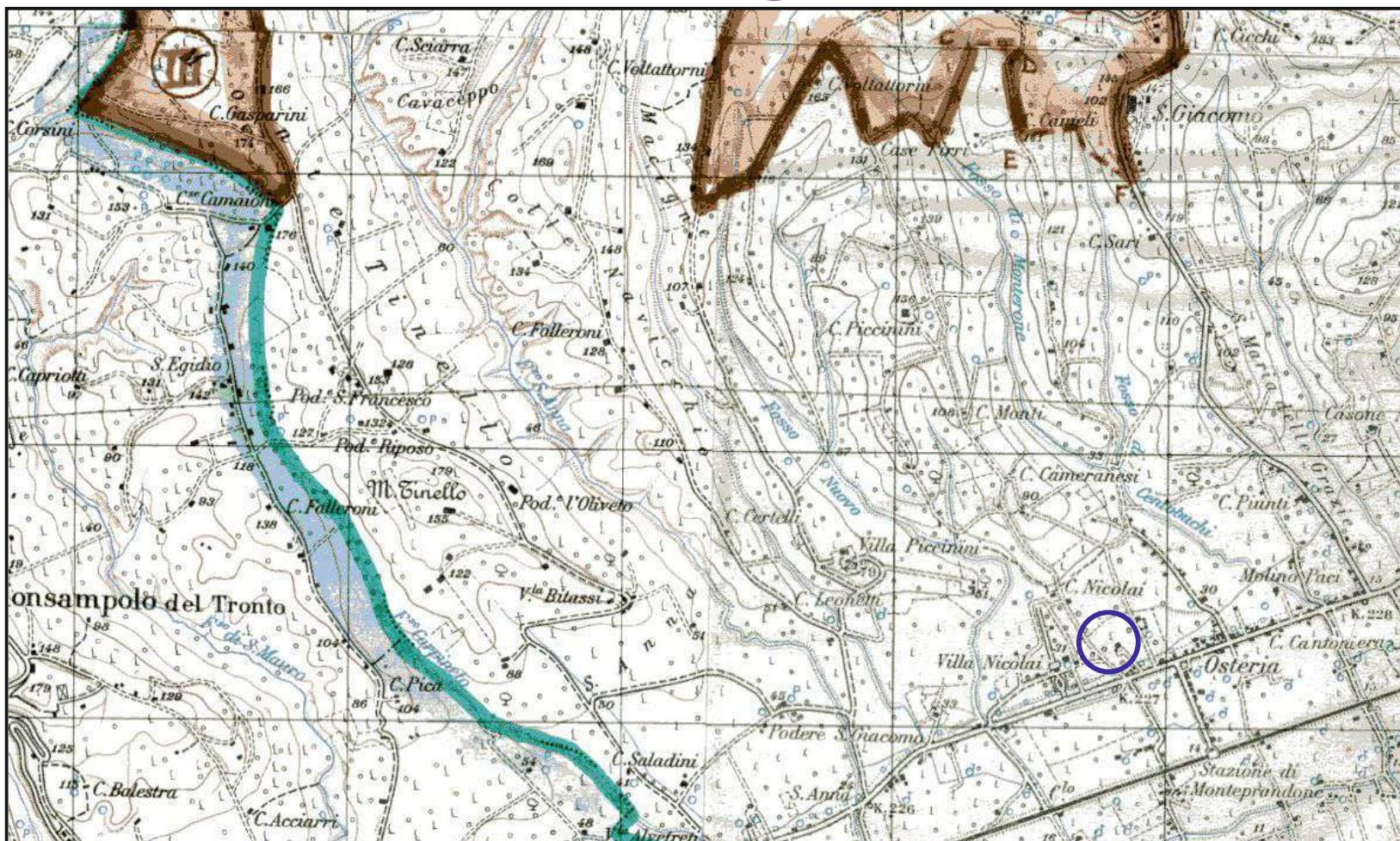
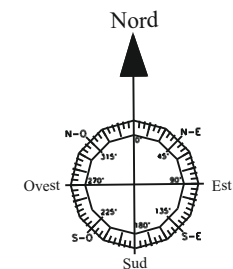
Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



| |
|--|
| <p>RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO</p> <p><i>Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi - Comune di Montepreandone (AP)</i></p> <p>- PLANIMETRIA DI PROGETTO -</p> <p>Elaborato: <i>UBICAZIONE INDAGINI</i> <i>Scala 1 : 500</i></p> |
|--|

- PLANIMETRIA DI PROGETTO -
 Elaborato: ***UBICAZIONE INDAGINI***
 Scala 1 : 500



Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it


LEGENDA

Sr  Sondaggio geognostico reperito


Tn  Penetrometria DPSH eseguita

Tn  Penetrometria Cpt eseguita

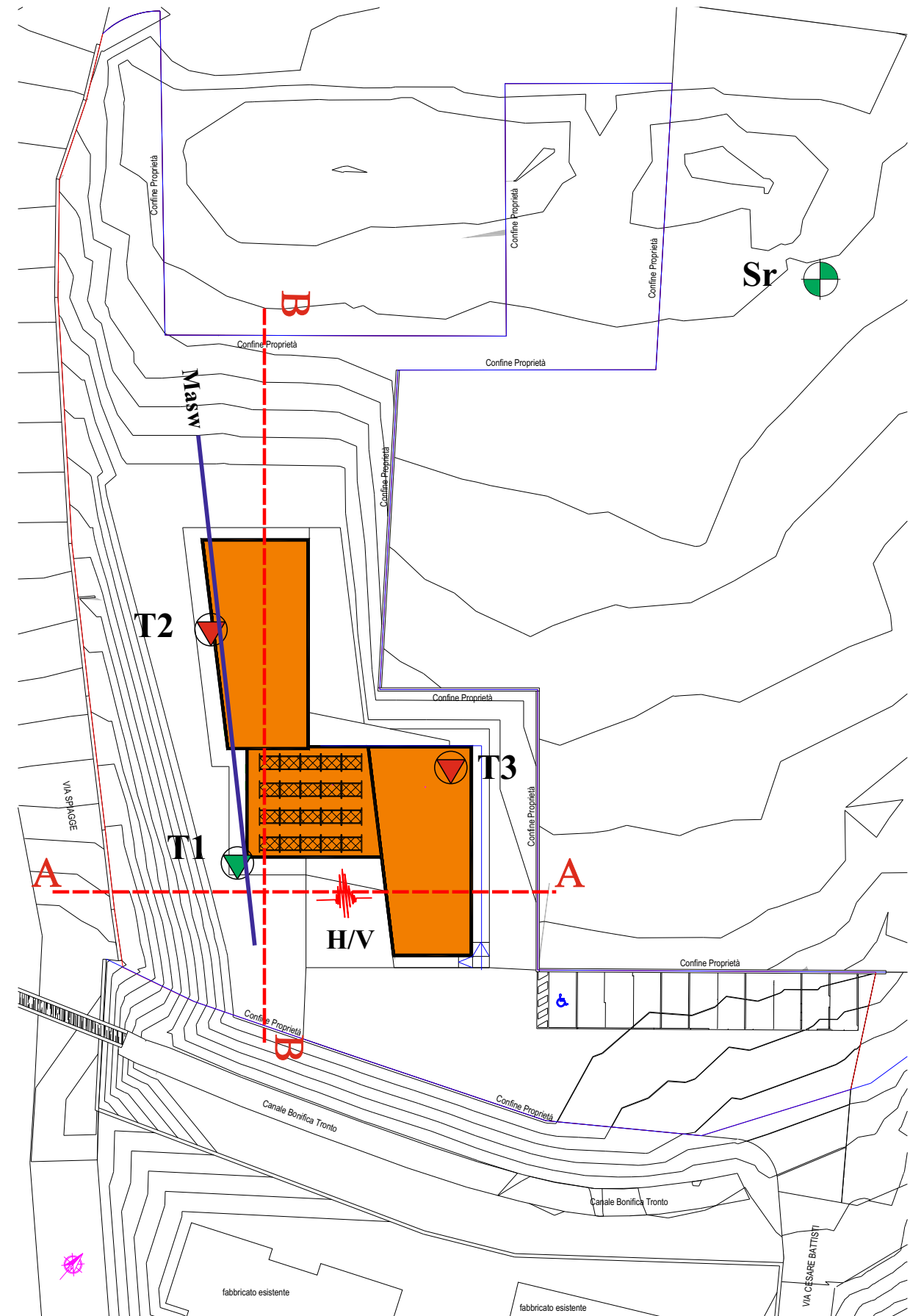
Masw Sismica Masw eseguita

H/V  Indagine sismica passiva HVSR eseguita

A A Traccia di sezione stratigrafica

 Aree oggetto di progettazione

 Sagoma edificio in oggetto



| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|----------------|
| Committente LOTTIZZAZIONE OLIMPO | Profondità massima 21 | Quota Ass. P.C. 32 m | Certificato n° 1 | Pagina 1 |
| Operatore | Indagine | Notes | Inizio/Fine Esplorazione 16-09-2005 | |
| Responsabile DR. STEFANO TAFFONI | Sondaggio S2 | Tipo Carotaggio CONTINUO | Tipo Sonda TRIVELSONDA | Coordinate X Y |

| Sonda (m) | Litologia | Descrizione | Quota | %Carotaggio R.Q.D. | S.P.T. (n° Colpi) | Peculiar Test log/10cm | Vane Test log/10cm | Campioni | Metodo Percussione | Metodo Stabilizzatore | Cassa Carotaggio | Pala | Altre prove | Altre prove | Riempi (P) e Inclinometro (I) |
|--------------|-----------|---|-------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|--------------------------|---------------------|------|-------------|-------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | HUMUS VEGETALE | 0.80 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | LIMO ARGILLOSO PLASTICO , COESIVO, COMPATTO, DI COLORE AVANA - NOCCIOLA | | | | 3 | 4 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | 4 | 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | 4 | 5 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | 11.20 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | SABBIA GIALLA MONOGRANULARE COMPATTA BEN ADDENSATA ASCIUTTA CON RARE GHIAIE SPARSE | 14.80 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | GHIAIE POLIGENICHE IN MATRICE SABBIOSA, TERRENO BEN ADDENSATO E COMPATTO | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | 21.00 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | |

Sr

Documentazione reperita



CPT1



DPSH2



DPSH3

**INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE
ESEGUITE IN LOCALITA' CENTOBUCHI NEL COMUNE
DI MONTEPRANDONE (AP)**

Oggetto: Prove penetrometriche
Committente: Dott. Geol. Gianluca Testaguzza
Commessa: 489-25
Data acquisizione: 30/06/2025



| Prova (n°) | Coordinate WGS84 punti di indagine |
|--------------|------------------------------------|
| CPT1 | Latitudine 42.897367° |
| | Longitudine 13.845312° |
| DPSH2 | Latitudine 42.897445° |
| | Longitudine 13.845118° |
| DPSH3 | Latitudine 42.897506° |
| | Longitudine 13.845393° |

Falconara M.ma, lì Luglio 2025

Il Responsabile GECO srl
Dott. Marco Gaggiotti

328-2040857
Marco Gaggiotti

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-200

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Rif. Norme | ASTM D3441-86 |
| Diametro Punta conica meccanica (mm) | 35,7 |
| Angolo di apertura punta (°) | 60 |
| Area punta | 10 |
| Superficie manicotto | 150 |
| Passo letture (cm) | 20 |
| Costante di trasformazione Ct | 10 |

Legenda parametri geotecnici CPT:

| | |
|----------------------|--|
| CPT: | Cone Penetration Test |
| Stratigrafia: | Robertson (1983) consigliato per CPT |
| Nr: | Progressiva numero strati |
| Prof: | Profondità strato (metri) |
| Tipo: | I: Incoerente C: Coesivo |
| Cu : | Coesione non drenata (kg/cm ²) – Baligh ed altri 1980 Nk=20 |
| Eu: | Modulo di deformazione non drenato (kg/cm ²) – Ladd (77) Nk=100 |
| Mo : | Modulo Edometrico (kg/cm ²) – Coesivi - Buisman Sanglerat |
| OCR: | Grado di sovra consolidazione – Stress-History |
| G: | Modulo di deformazione al taglio (kg/cm ²)- Imai & Tomauchi |
| Puv : | Peso unità di volume (t/m ³) - Meyerhof |
| PuvS : | Peso unità di volume saturo (t/m ³) - Meyerhof |
| Dr: | Densità relativa (%) Schmertmann |
| Φ : | Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer |
| Ey | Modulo di Young (kg/cm ²) – Incoerenti - Robertson e Campanella |
| K: | Permeabilità (cm/s) – |

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-(200Kn)

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 63,5 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0,75 m |
| Peso sistema di battuta | 0,63 Kg |
| Diametro punta conica | 51,00 mm |
| Area di base punta | 20,43 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 6,3 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0,40 m |
| Avanzamento punta | 0,20 m |
| Numero colpi per punta | N(20) |
| Coeff. Correlazione | 1,47 |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 90° |

Legenda parametri geotecnici DPSH:

| | |
|-------------------------|--|
| DPSH: | Dinamic Probing Super Heavy |
| Nr: | Progressiva numero strati |
| Prof: | Profondità strato (metri) |
| Tipo: | I: Incoerente C: Coesivo |
| Nspt: | Correlazione con n. colpi Nspt |
| Cu : | Coesione non drenata (kg/cm ²) – De Beer |
| Ey: | Modulo di Young (kg/cm ²) – Coesivi – D' Apollonia – Incoerenti - Schmertmann (1978) sabbie |
| Mo : | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) – Coesivi – Stroud e Butler (1975) – Incoerenti – Menzenbach e Malcev |
| Classificazione: | A.G.I. (1977) |
| Puv : | Peso unità di volume (t/m ³) – Coesivi - Meyerhof ed altri – Incoerenti - Meyerhof ed altri |
| PuvS : | Peso unità di volume saturo (t/m ³) – Coesivi - Meyerhof ed altri – Incoerenti - Terzaghi-Peck 1948-1967 |
| Dr: | Densità relativa (%) – Skempton (1986) |
| Φ : | Angolo di resistenza al taglio (°) Φ ₁ (*) – Meyerhof (1965) Φ ₂ (**) - Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Φ ₃ (***) - Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) |

(*) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

(**) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15 \text{ t/m}^2$.

(***) - Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose. Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15 \text{ t/m}^2$.

PROVA CPT1 – Loc. Centobuchi - Comune di Montepreandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova CPT - 8,40 m

Note: Falda a non rilevata

**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

| Prof. Strato (m) | Lettura Punta (kg/cm ²) | Lettura Laterale (kg/cm ²) | q _c (kg/cm ²) | f _s (kg/cm ²) | q _c /f _s Begemann (kg/cm ²) | f _s /q _c x100 (Schmertmann) |
|------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| 0.2 | - | - | - | - | - | - |
| 0.4 | 54 | 68 | 54.1 | 2.8 | 19.3 | 5.2 |
| 0.6 | 45 | 87 | 45.1 | 1.4 | 32.2 | 3.1 |
| 0.8 | 26 | 47 | 26.1 | 2.0 | 13.1 | 7.7 |
| 1.0 | 20 | 50 | 20.1 | 1.8 | 11.2 | 9.0 |
| 1.2 | 22 | 49 | 22.3 | 2.5 | 8.9 | 11.2 |
| 1.4 | 24 | 62 | 24.3 | 2.2 | 11.0 | 9.1 |
| 1.6 | 27 | 60 | 27.3 | 2.4 | 11.4 | 8.8 |
| 1.8 | 28 | 64 | 28.3 | 2.7 | 10.5 | 9.5 |
| 2.0 | 33 | 74 | 33.3 | 3.1 | 10.7 | 9.3 |
| 2.2 | 46 | 93 | 46.4 | 2.5 | 18.6 | 5.4 |
| 2.4 | 86 | 124 | 86.4 | 4.1 | 21.1 | 4.7 |
| 2.6 | 102 | 163 | 102.4 | 6.1 | 16.8 | 6.0 |
| 2.8 | 94 | 186 | 94.4 | 4.5 | 21.0 | 4.8 |
| 3.0 | 83 | 150 | 83.4 | 4.5 | 18.5 | 5.4 |
| 3.2 | 74 | 141 | 74.6 | 3.4 | 21.9 | 4.6 |
| 3.4 | 50 | 101 | 50.6 | 3.5 | 14.5 | 6.9 |
| 3.6 | 35 | 87 | 35.6 | 2.3 | 15.5 | 6.5 |
| 3.8 | 44 | 79 | 44.6 | 2.5 | 17.8 | 5.6 |
| 4.0 | 39 | 77 | 39.6 | 3.0 | 13.2 | 7.6 |
| 4.2 | 43 | 88 | 43.7 | 3.2 | 13.7 | 7.3 |
| 4.4 | 48 | 96 | 48.7 | 3.3 | 14.8 | 6.8 |
| 4.6 | 57 | 107 | 57.7 | 4.5 | 12.8 | 7.8 |
| 4.8 | 67 | 134 | 67.7 | 5.9 | 11.5 | 8.7 |
| 5.0 | 64 | 153 | 64.7 | 4.9 | 13.2 | 7.6 |
| 5.2 | 73 | 146 | 73.8 | 4.4 | 16.8 | 6.0 |
| 5.4 | 68 | 134 | 68.8 | 1.8 | 38.2 | 2.6 |
| 5.6 | 60 | 87 | 60.8 | 4.1 | 14.8 | 6.7 |
| 5.8 | 50 | 112 | 50.8 | 3.2 | 15.9 | 6.3 |
| 6.0 | 47 | 95 | 47.8 | 2.9 | 16.5 | 6.1 |
| 6.2 | 41 | 84 | 42.0 | 2.3 | 18.3 | 5.5 |
| 6.4 | 42 | 77 | 43.0 | 2.4 | 17.9 | 5.6 |
| 6.6 | 45 | 81 | 46.0 | 3.2 | 14.4 | 7.0 |
| 6.8 | 42 | 90 | 43.0 | 2.0 | 21.5 | 4.7 |
| 7.0 | 43 | 73 | 44.0 | 2.9 | 15.2 | 6.6 |
| 7.2 | 41 | 84 | 42.1 | 2.7 | 15.6 | 6.4 |
| 7.4 | 35 | 76 | 36.1 | 2.3 | 15.7 | 6.4 |
| 7.6 | 37 | 72 | 38.1 | 2.9 | 13.1 | 7.6 |
| 7.8 | 38 | 81 | 39.1 | 2.8 | 14.0 | 7.2 |
| 8.0 | 44 | 86 | 45.1 | 6.9 | 6.5 | 15.3 |
| 8.2 | 131 | 235 | 132.2 | 6.7 | 19.7 | 5.1 |
| 8.4 | 250 | 350 | 251.2 | - | - | - |

PROVA CPT1 – Loc. Centobuchi - Comune di Monteprandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova CPT - 8,40 m

Note: Falda a non rilevata

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**

| Strato | | | Cu | Mo | Eu | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Φ | Ey | K |
|--------|-------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|------------------|------------------|-----|------|--------------------|------|
| Nr. | Prof. | Tipo | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | - | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | Kg/cm ² | cm/s |
| 1 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 0.4 | I-C | 2.7 | 81.1 | 270.0 | 320.7 | - | 2.10 | 2.20 | 100 | 43.3 | 108.2 | - |
| 3 | 0.6 | I-C | 2.3 | 67.6 | 225.0 | 287.0 | - | 2.10 | 2.20 | 100 | 37.2 | 90.2 | - |
| 4 | 0.8 | C | 1.3 | 78.3 | 131.0 | 205.5 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 5 | 1.0 | C | 1.0 | 60.3 | 101.0 | 175.2 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 6 | 1.2 | C | 1.1 | 66.9 | 111.0 | 186.6 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 7 | 1.4 | C | 1.2 | 72.9 | 121.0 | 196.7 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 8 | 1.6 | C | 1.4 | 81.9 | 136.0 | 211.2 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 9 | 1.8 | C | 1.4 | 84.9 | 141.0 | 215.9 | - | 2.00 | 2.10 | - | - | - | - |
| 10 | 2.0 | C | 1.6 | 99.9 | 166.0 | 238.4 | - | 2.10 | 2.10 | - | - | - | - |
| 11 | 2.2 | C | 2.3 | 69.6 | 232.0 | 292.0 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 12 | 2.4 | I-C | 4.3 | 129.6 | 432.0 | 426.9 | - | 2.20 | 2.30 | 88 | 31.1 | 172.8 | - |
| 13 | 2.6 | C | 5.1 | 153.6 | 512.0 | 473.6 | - | 2.20 | 2.30 | - | - | - | - |
| 14 | 2.8 | I-C | 4.7 | 141.6 | 472.0 | 450.7 | - | 2.20 | 2.30 | 86 | 30.7 | 188.8 | - |
| 15 | 3.0 | I-C | 4.1 | 125.1 | 417.0 | 417.8 | - | 2.20 | 2.30 | 80 | 29.7 | 166.8 | - |
| 16 | 3.2 | I-C | 3.7 | 111.9 | 373.0 | 390.3 | - | 2.20 | 2.30 | 74 | 28.8 | 149.2 | - |
| 17 | 3.4 | C | 2.5 | 75.9 | 253.0 | 307.9 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 18 | 3.6 | C | 1.7 | 106.8 | 178.0 | 248.4 | - | 2.10 | 2.10 | - | - | - | - |
| 19 | 3.8 | C | 2.2 | 133.8 | 223.0 | 285.0 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 20 | 4.0 | C | 1.9 | 118.8 | 198.0 | 265.1 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 21 | 4.2 | C | 2.1 | 131.1 | 219.0 | 281.5 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 22 | 4.4 | C | 2.4 | 73.1 | 244.0 | 300.8 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 23 | 4.6 | C | 2.8 | 86.6 | 289.0 | 333.6 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 24 | 4.8 | C | 3.3 | 101.5 | 338.0 | 367.8 | - | 2.20 | 2.30 | - | - | - | - |
| 25 | 5.0 | C | 3.2 | 97.0 | 323.0 | 357.8 | - | 2.20 | 2.20 | - | - | - | - |
| 26 | 5.2 | C | 3.6 | 110.7 | 369.0 | 387.7 | - | 2.20 | 2.30 | - | - | - | - |
| 27 | 5.4 | I-C | 3.4 | 103.2 | 344.0 | 371.5 | - | 2.20 | 2.30 | 55 | 25.7 | 137.6 | - |
| 28 | 5.6 | C | 3.0 | 91.2 | 304.0 | 344.4 | - | 2.20 | 2.20 | - | - | - | - |
| 29 | 5.8 | C | 2.5 | 76.2 | 254.0 | 308.6 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 30 | 6.0 | C | 2.3 | 71.7 | 239.0 | 297.4 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 31 | 6.2 | C | 2.0 | 126.0 | 210.0 | 274.8 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 32 | 6.4 | C | 2.1 | 129.0 | 215.0 | 278.7 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 33 | 6.6 | C | 2.2 | 69.0 | 230.0 | 290.5 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 34 | 6.8 | I-C | 2.1 | 129.0 | 215.0 | 278.7 | - | 2.10 | 2.20 | 31 | 22.3 | 86.0 | - |
| 35 | 7.0 | C | 2.1 | 132.0 | 220.0 | 282.7 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 36 | 7.2 | C | 2.0 | 126.3 | 210.0 | 275.2 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 37 | 7.4 | C | 1.7 | 108.3 | 180.0 | 250.5 | - | 2.10 | 2.10 | - | - | - | - |
| 38 | 7.6 | C | 1.8 | 114.3 | 190.0 | 258.9 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 39 | 7.8 | C | 1.9 | 117.3 | 195.0 | 263.0 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 40 | 8.0 | C | 2.2 | 67.6 | 225.0 | 287.0 | - | 2.10 | 2.20 | - | - | - | - |
| 41 | 8.2 | I | - | 198.3 | 661.0 | 553.6 | - | 2.30 | 2.40 | 67 | 26.7 | 264.4 | - |
| 42 | 8.4 | I | - | 376.8 | 1256.0 | 819.5 | - | 2.40 | 2.50 | 90 | 29.6 | 502.4 | - |

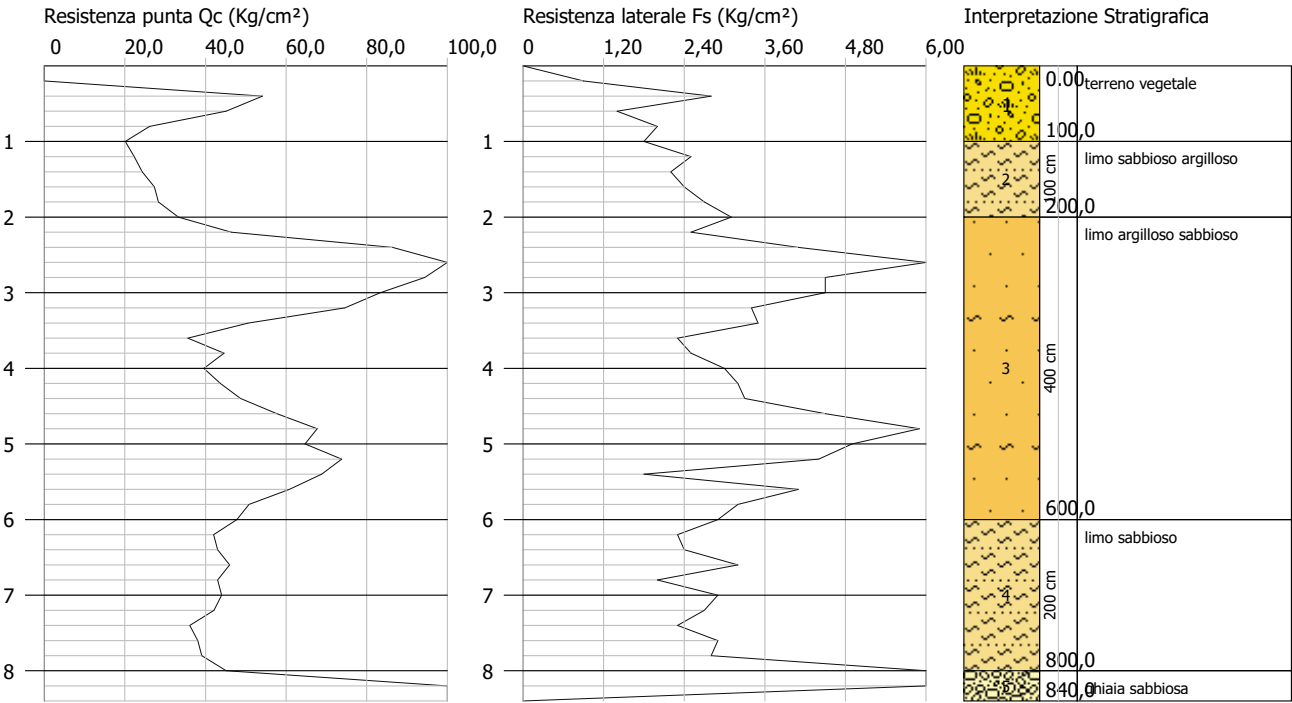
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

| Strato | | | Cu | Mo | Eu | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Φ | Ey | K |
|--------|-------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|------------------|------------------|-----|------|--------------------|------|
| Nr. | Prof. | Tipo | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | - | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | Kg/cm ² | cm/s |
| 1 | 1.00 | I-C | 1.83 | 71.8 | 181.8 | 247.1 | - | 2.05 | 2.15 | 100 | 40.3 | 99.2 | - |
| 2 | 2.00 | I-C | 1.34 | 81.3 | 135.0 | 209.8 | - | 2.02 | 2.10 | - | - | - | - |
| 3 | 6.00 | I-C | 3.06 | 105.5 | 310.7 | 345.4 | - | 2.15 | 2.24 | 77 | 29.2 | 163.0 | - |
| 4 | 8.00 | I-C | 2.01 | 111.9 | 209.0 | 274.0 | - | 2.10 | 2.19 | 31 | 22.3 | 86.0 | - |
| 5 | 8.40 | I | - | 287.6 | 958.5 | 686.6 | - | 2.35 | 2.45 | 79 | 28.2 | 383.4 | - |

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Cantiere: Monteprandone (AP)
Località: Centobuchi

Data: 08/07/2025
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA DPSH 2– Loc. Centobuchi - Comune di Monteprandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova DPSH -9,60 m

Note. Falda non rilevata

**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

| Prof. Strato (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. Dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|------------------|-----------|--|--|--|---|--|
| 0.2 | 2 | 0.855 | 17.96 | 21.01 | 0.90 | 1.05 |
| 0.4 | 9 | 0.851 | 80.45 | 94.57 | 4.02 | 4.73 |
| 0.6 | 14 | 0.797 | 107.60 | 135.01 | 5.38 | 6.75 |
| 0.8 | 15 | 0.793 | 114.76 | 144.65 | 5.74 | 7.23 |
| 1.0 | 10 | 0.840 | 80.98 | 96.43 | 4.05 | 4.82 |
| 1.2 | 7 | 0.836 | 56.45 | 67.50 | 2.82 | 3.38 |
| 1.4 | 7 | 0.833 | 56.22 | 67.50 | 2.81 | 3.38 |
| 1.6 | 5 | 0.830 | 36.96 | 44.55 | 1.85 | 2.23 |
| 1.8 | 4 | 0.826 | 29.45 | 35.64 | 1.47 | 1.78 |
| 2.0 | 4 | 0.823 | 29.34 | 35.64 | 1.47 | 1.78 |
| 2.2 | 7 | 0.820 | 51.16 | 62.38 | 2.56 | 3.12 |
| 2.4 | 10 | 0.817 | 72.81 | 89.11 | 3.64 | 4.46 |
| 2.6 | 11 | 0.814 | 74.18 | 91.10 | 3.71 | 4.55 |
| 2.8 | 20 | 0.761 | 126.12 | 165.63 | 6.31 | 8.28 |
| 3.0 | 24 | 0.709 | 140.86 | 198.76 | 7.04 | 9.94 |
| 3.2 | 24 | 0.706 | 140.33 | 198.76 | 7.02 | 9.94 |
| 3.4 | 19 | 0.753 | 118.55 | 157.35 | 5.93 | 7.87 |
| 3.6 | 11 | 0.801 | 68.15 | 85.09 | 3.41 | 4.25 |
| 3.8 | 6 | 0.798 | 37.06 | 46.41 | 1.85 | 2.32 |
| 4.0 | 9 | 0.796 | 55.42 | 69.62 | 2.77 | 3.48 |
| 4.2 | 10 | 0.794 | 61.40 | 77.36 | 3.07 | 3.87 |
| 4.4 | 11 | 0.791 | 67.34 | 85.09 | 3.37 | 4.25 |
| 4.6 | 14 | 0.739 | 75.10 | 101.60 | 3.76 | 5.08 |
| 4.8 | 13 | 0.737 | 69.54 | 94.34 | 3.48 | 4.72 |
| 5.0 | 15 | 0.735 | 80.01 | 108.85 | 4.00 | 5.44 |
| 5.2 | 12 | 0.783 | 68.19 | 87.08 | 3.41 | 4.35 |
| 5.4 | 9 | 0.781 | 51.01 | 65.31 | 2.55 | 3.27 |
| 5.6 | 10 | 0.779 | 53.25 | 68.34 | 2.66 | 3.42 |
| 5.8 | 9 | 0.777 | 47.81 | 61.51 | 2.39 | 3.08 |
| 6.0 | 11 | 0.775 | 58.30 | 75.18 | 2.91 | 3.76 |
| 6.2 | 12 | 0.774 | 63.45 | 82.01 | 3.17 | 4.10 |
| 6.4 | 18 | 0.722 | 88.82 | 123.01 | 4.44 | 6.15 |
| 6.6 | 21 | 0.670 | 90.91 | 135.61 | 4.55 | 6.78 |
| 6.8 | 12 | 0.769 | 59.57 | 77.49 | 2.98 | 3.87 |
| 7.0 | 20 | 0.717 | 92.63 | 129.16 | 4.63 | 6.46 |
| 7.2 | 15 | 0.716 | 69.32 | 96.87 | 3.47 | 4.84 |
| 7.4 | 12 | 0.764 | 59.22 | 77.49 | 2.96 | 3.87 |
| 7.6 | 10 | 0.763 | 46.68 | 61.21 | 2.33 | 3.06 |
| 7.8 | 7 | 0.761 | 32.62 | 42.85 | 1.63 | 2.14 |
| 8.0 | 8 | 0.760 | 37.21 | 48.97 | 1.86 | 2.45 |
| 8.2 | 9 | 0.759 | 41.79 | 55.09 | 2.09 | 2.75 |
| 8.4 | 8 | 0.757 | 37.08 | 48.97 | 1.85 | 2.45 |
| 8.6 | 9 | 0.756 | 39.58 | 52.36 | 1.98 | 2.62 |
| 8.8 | 6 | 0.755 | 26.34 | 34.90 | 1.32 | 1.75 |
| 9.0 | 8 | 0.753 | 35.07 | 46.54 | 1.75 | 2.33 |
| 9.2 | 8 | 0.752 | 35.01 | 46.54 | 1.75 | 2.33 |
| 9.4 | 24 | 0.651 | 90.90 | 139.62 | 4.55 | 6.98 |
| 9.6 | 50 | 0.550 | 152.40 | 277.12 | 7.62 | 13.86 |

PROVA DPSH 2– Loc. Centobuchi - Comune di Monteprandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova DPSH -9,60 m

Note. Falda non rilevata



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

| Strato | | | Nspt | Cu | Ey | Mo | Classificazione | Puv | PuvS | Dr | Φ ₁ | Φ ₂ | Φ ₃ |
|--------|-------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Nr. | Prof. | Tipo | - | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | (°) | (°) |
| 1 | 0.2 | I-C | 2.9 | 0.4 | 29.4 | 13.5 | POCO CONSISTENTE | 1.63 | 1.86 | 15 | 20.8 | 21.6 | 27.9 |
| 2 | 0.4 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 3 | 0.6 | I-C | 20.6 | 2.6 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.10 | 2.11 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 4 | 0.8 | I-C | 22.1 | 2.8 | 220.8 | 101.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.11 | 2.15 | 54 | 26.3 | 33.2 | 33.6 |
| 5 | 1.0 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.06 | 2.27 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 6 | 1.2 | I-C | 10.3 | 1.3 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 1.98 | 2.18 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 7 | 1.4 | I-C | 10.3 | 1.3 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 1.98 | 2.18 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 8 | 1.6 | I-C | 7.4 | 0.9 | 73.6 | 33.8 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.87 | 1.90 | 27 | 22.1 | 25.5 | 29.2 |
| 9 | 1.8 | I-C | 5.9 | 0.7 | 58.9 | 27.0 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.81 | 1.89 | 23 | 21.7 | 24.4 | 28.8 |
| 10 | 2.0 | I-C | 5.9 | 0.7 | 58.9 | 27.0 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.81 | 1.89 | 23 | 21.7 | 24.4 | 28.8 |
| 11 | 2.2 | I-C | 10.3 | 1.3 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 1.98 | 2.18 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 12 | 2.4 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.06 | 2.27 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 13 | 2.6 | I-C | 16.2 | 2.0 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.08 | 2.29 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 14 | 2.8 | I-C | 29.4 | 3.7 | 294.4 | 135.1 | MOLTO CONSISTENTE | 2.15 | 2.35 | 63 | 28.4 | 36.0 | 35.8 |
| 15 | 3.0 | I-C | 35.3 | 4.4 | 353.3 | 162.1 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.30 | 2.50 | 68 | 30.1 | 38.0 | 37.6 |
| 16 | 3.2 | I-C | 35.3 | 4.4 | 353.3 | 162.1 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.30 | 2.50 | 68 | 30.1 | 38.0 | 37.6 |
| 17 | 3.4 | I-C | 28.0 | 3.5 | 279.7 | 128.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.14 | 2.31 | 61 | 28.0 | 35.5 | 35.4 |
| 18 | 3.6 | I-C | 16.2 | 2.0 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.08 | 2.29 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 19 | 3.8 | I-C | 8.8 | 1.1 | 88.3 | 40.5 | CONSISTENTE | 1.93 | 2.12 | 30 | 22.5 | 26.5 | 29.7 |
| 20 | 4.0 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 21 | 4.2 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.06 | 2.27 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 22 | 4.4 | I-C | 16.2 | 2.0 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.08 | 2.29 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 23 | 4.6 | I-C | 20.6 | 2.6 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.10 | 2.11 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 24 | 4.8 | I-C | 19.1 | 2.4 | 191.4 | 87.8 | MOLTO CONSISTENTE | 2.10 | 2.31 | 50 | 25.5 | 31.9 | 32.7 |
| 25 | 5.0 | I-C | 22.1 | 2.8 | 220.8 | 101.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.11 | 2.15 | 54 | 26.3 | 33.2 | 33.6 |
| 26 | 5.2 | I-C | 17.7 | 2.2 | 176.6 | 81.0 | MOLTO CONSISTENTE | 2.09 | 2.30 | 48 | 25.1 | 31.3 | 32.3 |
| 27 | 5.4 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 28 | 5.6 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.06 | 2.27 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 29 | 5.8 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 30 | 6.0 | I-C | 16.2 | 2.0 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.08 | 2.29 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 31 | 6.2 | I-C | 17.7 | 2.2 | 176.6 | 81.0 | MOLTO CONSISTENTE | 2.09 | 2.30 | 48 | 25.1 | 31.3 | 32.3 |
| 32 | 6.4 | I-C | 26.5 | 3.3 | 265.0 | 121.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.13 | 2.27 | 60 | 27.6 | 34.9 | 35.0 |
| 33 | 6.6 | I-C | 30.9 | 3.9 | 309.1 | 141.8 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.18 | 2.40 | 64 | 28.8 | 36.5 | 36.3 |
| 34 | 6.8 | I-C | 17.7 | 2.2 | 176.6 | 81.0 | MOLTO CONSISTENTE | 2.09 | 2.30 | 48 | 25.1 | 31.3 | 32.3 |
| 35 | 7.0 | I-C | 29.4 | 3.7 | 294.4 | 135.1 | MOLTO CONSISTENTE | 2.15 | 2.35 | 63 | 28.4 | 36.0 | 35.8 |
| 36 | 7.2 | I-C | 22.1 | 2.8 | 220.8 | 101.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.11 | 2.15 | 54 | 26.3 | 33.2 | 33.6 |
| 37 | 7.4 | I-C | 17.7 | 2.2 | 176.6 | 81.0 | MOLTO CONSISTENTE | 2.09 | 2.30 | 48 | 25.1 | 31.3 | 32.3 |
| 38 | 7.6 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.06 | 2.27 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 39 | 7.8 | I-C | 10.3 | 1.3 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 1.98 | 2.18 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 40 | 8.0 | I-C | 11.8 | 1.5 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.01 | 2.21 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 41 | 8.2 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 42 | 8.4 | I-C | 11.8 | 1.5 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.01 | 2.21 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 43 | 8.6 | I-C | 13.3 | 1.7 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.04 | 2.24 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 44 | 8.8 | I-C | 8.8 | 1.1 | 88.3 | 40.5 | CONSISTENTE | 1.93 | 2.12 | 30 | 22.5 | 26.5 | 29.7 |
| 45 | 9.0 | I-C | 11.8 | 1.5 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.01 | 2.21 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 46 | 9.2 | I-C | 11.8 | 1.5 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.01 | 2.21 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 47 | 9.4 | I-C | 35.3 | 4.4 | 353.3 | 162.1 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.30 | 2.50 | 68 | 30.1 | 38.0 | 37.6 |
| 48 | 9.6 | I-C | 73.6 | >6 | 736.0 | 337.7 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.50 | 2.50 | 100 | 41.0 | 48.2 | 49.1 |

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

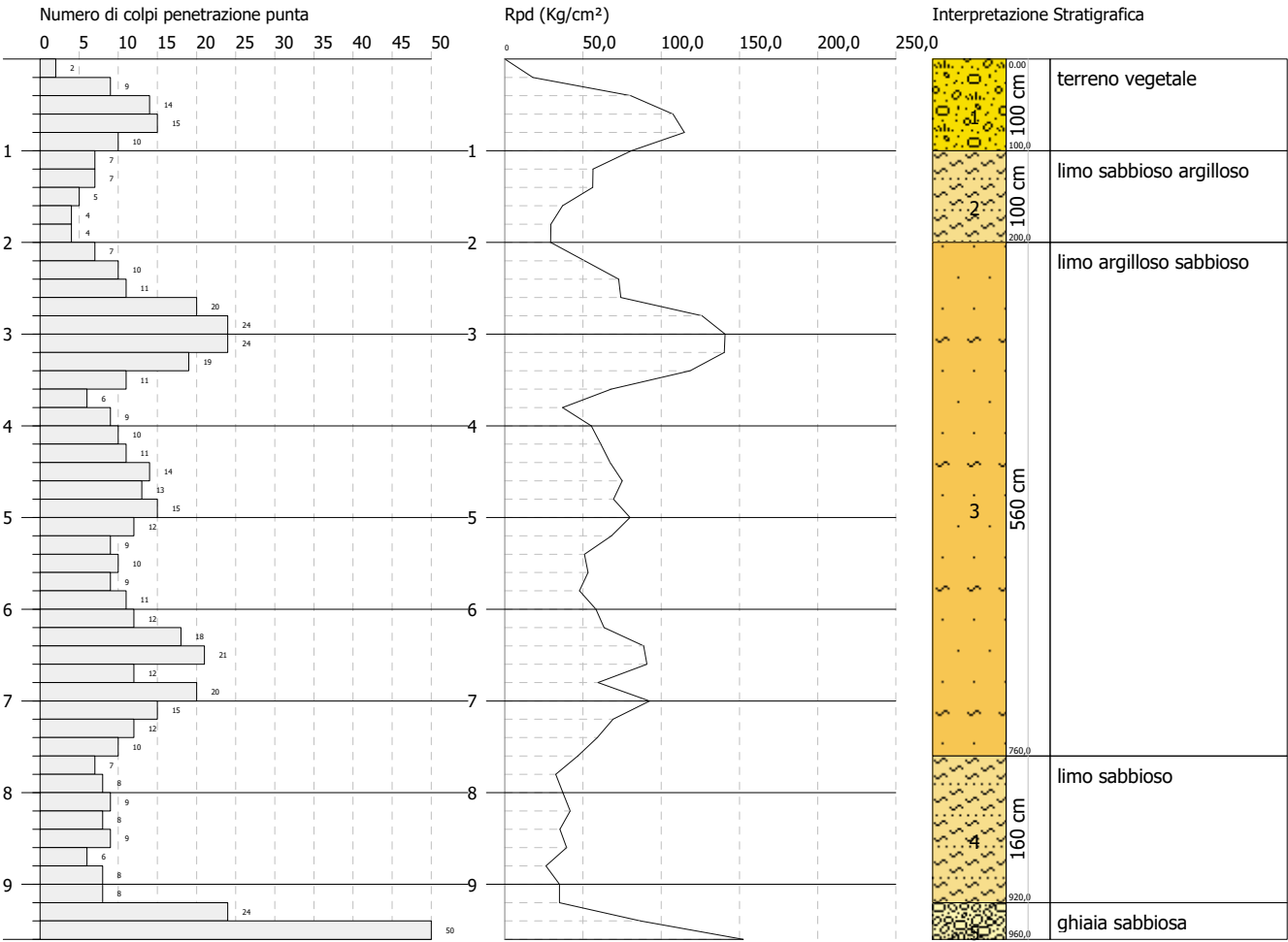
| Strato | | | Nspt | Cu | Ey | Mo | Classificazione | Puv | PuvS | Dr | Φ ₁ | Φ ₂ | Φ ₃ |
|--------|-------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|----|----------------|----------------|----------------|
| Nr. | Prof. | Tipo | - | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | (°) | (°) |
| 1 | 1.00 | I-C | 14.7 | 1.8 | 147.2 | 67.5 | TERRENO VEGETALE | 2.0 | 2.1 | 41 | 24.2 | 29.3 | 31.4 |
| 2 | 2.00 | I-C | 7.9 | 1.0 | 79.5 | 36.5 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.9 | 2.0 | 28 | 22.3 | 25.8 | 29.4 |
| 3 | 7.60 | I-C | 19.7 | 2.5 | 197.1 | 90.4 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 49 | 25.6 | 31.9 | 32.9 |
| 4 | 9.20 | I-C | 11.6 | 1.4 | 115.9 | 53.2 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 36 | 23.3 | 28.2 | 30.5 |
| 5 | 9.60 | I-C | 54.5 | >6 | 544.7 | 249.9 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.4 | 2.5 | 84 | 35.6 | 43.1 | 43.3 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Cantiere: Monteprandone (AP)
Località: Centobuchi

Data: 08/07/2025

Scala 1:80



PROVA DPSH 3– Loc. Centobuchi - Comune di Monteprandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova DPSH -10,40 m

Note. Falda non rilevata


TABELLA VALORI DI RESISTENZA

| Prof. Strato (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. Dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|------------------|-----------|--|--|--|---|--|
| 0.2 | 2 | 0.855 | 17.96 | 21.01 | 0.90 | 1.05 |
| 0.4 | 8 | 0.851 | 71.51 | 84.06 | 3.58 | 4.20 |
| 0.6 | 9 | 0.847 | 73.51 | 86.79 | 3.68 | 4.34 |
| 0.8 | 6 | 0.843 | 48.80 | 57.86 | 2.44 | 2.89 |
| 1.0 | 7 | 0.840 | 56.69 | 67.50 | 2.83 | 3.38 |
| 1.2 | 7 | 0.836 | 56.45 | 67.50 | 2.82 | 3.38 |
| 1.4 | 7 | 0.833 | 56.22 | 67.50 | 2.81 | 3.38 |
| 1.6 | 7 | 0.830 | 51.74 | 62.38 | 2.59 | 3.12 |
| 1.8 | 3 | 0.826 | 22.09 | 26.73 | 1.10 | 1.34 |
| 2.0 | 4 | 0.823 | 29.34 | 35.64 | 1.47 | 1.78 |
| 2.2 | 5 | 0.820 | 36.54 | 44.55 | 1.83 | 2.23 |
| 2.4 | 7 | 0.817 | 50.97 | 62.38 | 2.55 | 3.12 |
| 2.6 | 10 | 0.814 | 67.43 | 82.82 | 3.37 | 4.14 |
| 2.8 | 10 | 0.811 | 67.20 | 82.82 | 3.36 | 4.14 |
| 3.0 | 9 | 0.809 | 60.27 | 74.54 | 3.01 | 3.73 |
| 3.2 | 10 | 0.806 | 66.75 | 82.82 | 3.34 | 4.14 |
| 3.4 | 10 | 0.803 | 66.54 | 82.82 | 3.33 | 4.14 |
| 3.6 | 8 | 0.801 | 49.56 | 61.88 | 2.48 | 3.09 |
| 3.8 | 10 | 0.798 | 61.76 | 77.36 | 3.09 | 3.87 |
| 4.0 | 9 | 0.796 | 55.42 | 69.62 | 2.77 | 3.48 |
| 4.2 | 12 | 0.794 | 73.68 | 92.83 | 3.68 | 4.64 |
| 4.4 | 10 | 0.791 | 61.22 | 77.36 | 3.06 | 3.87 |
| 4.6 | 14 | 0.739 | 75.10 | 101.60 | 3.76 | 5.08 |
| 4.8 | 10 | 0.787 | 57.12 | 72.57 | 2.86 | 3.63 |
| 5.0 | 11 | 0.785 | 62.67 | 79.83 | 3.13 | 3.99 |
| 5.2 | 9 | 0.783 | 51.14 | 65.31 | 2.56 | 3.27 |
| 5.4 | 7 | 0.781 | 39.68 | 50.80 | 1.98 | 2.54 |
| 5.6 | 8 | 0.779 | 42.60 | 54.67 | 2.13 | 2.73 |
| 5.8 | 9 | 0.777 | 47.81 | 61.51 | 2.39 | 3.08 |
| 6.0 | 11 | 0.775 | 58.30 | 75.18 | 2.91 | 3.76 |
| 6.2 | 14 | 0.724 | 69.24 | 95.68 | 3.46 | 4.78 |
| 6.4 | 17 | 0.722 | 83.88 | 116.18 | 4.19 | 5.81 |
| 6.6 | 14 | 0.720 | 65.13 | 90.41 | 3.26 | 4.52 |
| 6.8 | 8 | 0.769 | 39.72 | 51.66 | 1.99 | 2.58 |
| 7.0 | 10 | 0.767 | 49.54 | 64.58 | 2.48 | 3.23 |
| 7.2 | 10 | 0.766 | 49.44 | 64.58 | 2.47 | 3.23 |
| 7.4 | 9 | 0.764 | 44.41 | 58.12 | 2.22 | 2.91 |
| 7.6 | 9 | 0.763 | 42.02 | 55.09 | 2.10 | 2.75 |
| 7.8 | 7 | 0.761 | 32.62 | 42.85 | 1.63 | 2.14 |
| 8.0 | 8 | 0.760 | 37.21 | 48.97 | 1.86 | 2.45 |
| 8.2 | 8 | 0.759 | 37.14 | 48.97 | 1.86 | 2.45 |
| 8.4 | 7 | 0.757 | 32.45 | 42.85 | 1.62 | 2.14 |
| 8.6 | 9 | 0.756 | 39.58 | 52.36 | 1.98 | 2.62 |
| 8.8 | 6 | 0.755 | 26.34 | 34.90 | 1.32 | 1.75 |
| 9.0 | 8 | 0.753 | 35.07 | 46.54 | 1.75 | 2.33 |
| 9.2 | 7 | 0.752 | 30.63 | 40.72 | 1.53 | 2.04 |
| 9.4 | 8 | 0.751 | 34.96 | 46.54 | 1.75 | 2.33 |
| 9.6 | 13 | 0.700 | 50.43 | 72.05 | 2.52 | 3.60 |
| 9.8 | 14 | 0.699 | 54.22 | 77.59 | 2.71 | 3.88 |
| 10.0 | 15 | 0.698 | 58.00 | 83.14 | 2.90 | 4.16 |
| 10.2 | 38 | 0.597 | 125.65 | 210.61 | 6.28 | 10.53 |
| 10.4 | 50 | 0.546 | 151.17 | 277.12 | 7.56 | 13.86 |

PROVA DPSH 3– Loc. Centobuchi - Comune di Monteprandone (AP)

Prova eseguita in data 30/06/2025

Profondità prova DPSH -10,40 m

Note. Falda non rilevata


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

| Strato | | | Nspt | Cu | Ey | Mo | Classificazione | Puv | PuvS | Dr | Φ ₁ | Φ ₂ | Φ ₃ |
|--------|-------|------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Nr. | Prof. | Tipo | - | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | (°) | (°) |
| 1 | 0.2 | I-C | 2.94 | 0.37 | 29.4 | 13.5 | POCO CONSISTENTE | 1.6 | 1.9 | 15 | 20.8 | 21.6 | 27.9 |
| 2 | 0.4 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 3 | 0.6 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 4 | 0.8 | I-C | 8.83 | 1.10 | 88.3 | 40.5 | CONSISTENTE | 1.9 | 2.1 | 30 | 22.5 | 26.5 | 29.7 |
| 5 | 1 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 6 | 1.2 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 7 | 1.4 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 8 | 1.6 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 9 | 1.8 | I-C | 4.42 | 0.55 | 44.2 | 20.3 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.7 | 1.9 | 19 | 21.3 | 23.1 | 28.3 |
| 10 | 2 | I-C | 5.89 | 0.74 | 58.9 | 27.0 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.8 | 1.9 | 23 | 21.7 | 24.4 | 28.8 |
| 11 | 2.2 | I-C | 7.36 | 0.92 | 73.6 | 33.8 | MODERAT. CONSISTENTE | 1.9 | 1.9 | 27 | 22.1 | 25.5 | 29.2 |
| 12 | 2.4 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 13 | 2.6 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 14 | 2.8 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 15 | 3 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 16 | 3.2 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 17 | 3.4 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 18 | 3.6 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 19 | 3.8 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 20 | 4 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 21 | 4.2 | I-C | 17.66 | 2.21 | 176.6 | 81.0 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 48 | 25.1 | 31.3 | 32.3 |
| 22 | 4.4 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 23 | 4.6 | I-C | 20.61 | 2.58 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.1 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 24 | 4.8 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 25 | 5 | I-C | 16.19 | 2.02 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 26 | 5.2 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 27 | 5.4 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 28 | 5.6 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 29 | 5.8 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 30 | 6 | I-C | 16.19 | 2.02 | 161.9 | 74.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 45 | 24.6 | 30.6 | 31.9 |
| 31 | 6.2 | I-C | 20.61 | 2.58 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.1 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 32 | 6.4 | I-C | 25.02 | 3.13 | 250.2 | 114.8 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.2 | 58 | 27.2 | 34.4 | 34.5 |
| 33 | 6.6 | I-C | 20.61 | 2.58 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.1 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 34 | 6.8 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 35 | 7 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 36 | 7.2 | I-C | 14.72 | 1.84 | 147.2 | 67.5 | CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 43 | 24.2 | 29.9 | 31.4 |
| 37 | 7.4 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 38 | 7.6 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 39 | 7.8 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 40 | 8 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 41 | 8.2 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 42 | 8.4 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 43 | 8.6 | I-C | 13.25 | 1.66 | 132.5 | 60.8 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 40 | 23.8 | 29.1 | 31.0 |
| 44 | 8.8 | I-C | 8.83 | 1.10 | 88.3 | 40.5 | CONSISTENTE | 1.9 | 2.1 | 30 | 22.5 | 26.5 | 29.7 |
| 45 | 9 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 46 | 9.2 | I-C | 10.30 | 1.29 | 103.0 | 47.3 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 34 | 22.9 | 27.4 | 30.1 |
| 47 | 9.4 | I-C | 11.78 | 1.47 | 117.8 | 54.1 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 37 | 23.4 | 28.3 | 30.5 |
| 48 | 9.6 | I-C | 19.14 | 2.39 | 191.4 | 87.8 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.3 | 50 | 25.5 | 31.9 | 32.7 |
| 49 | 9.8 | I-C | 20.61 | 2.58 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.1 | 52 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 50 | 10 | I-C | 22.08 | 2.76 | 220.8 | 101.3 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.2 | 54 | 26.3 | 33.2 | 33.6 |
| 51 | 10.2 | I-C | 55.94 | >6 | 559.4 | 256.7 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.5 | 2.5 | 86 | 36.0 | 44.0 | 43.8 |
| 52 | 10.4 | I-C | 73.60 | >6 | 736.0 | 337.7 | ESTREM. CONSISTENTE | 2.5 | 2.5 | 100 | 41.0 | 48.2 | 49.1 |

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

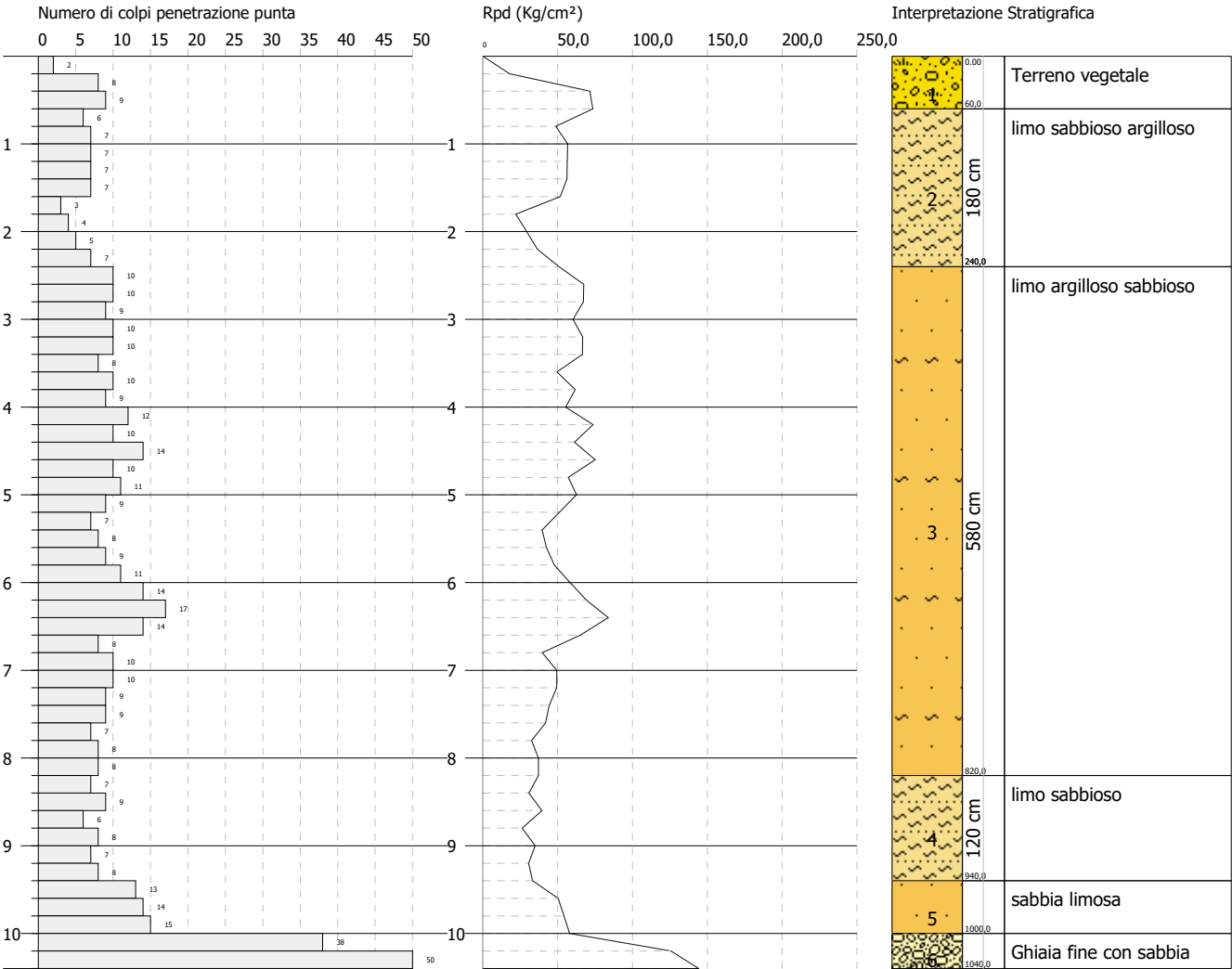
| Strato | | | Nspt | Cu | Ey | Mo | Classificazione | Puv | PuvS | Dr | Φ ₁ | Φ ₂ | Φ ₃ |
|--------|-------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------|----------------|----------------|----------------|
| Nr. | Prof. | Tipo | - | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | | t/m ³ | t/m ³ | % | (°) | (°) | (°) |
| 1 | 0.60 | I-C | 9.3 | 1.2 | 93.2 | 42.8 | TERRENO VEGETALE | 1.9 | 2.1 | 30.6 | 22.7 | 26.3 | 29.8 |
| 2 | 2.40 | I-C | 8.7 | 1.1 | 86.7 | 39.8 | CONSISTENTE | 1.9 | 2.1 | 29.8 | 22.5 | 26.3 | 29.6 |
| 3 | 8.20 | I-C | 14.8 | 1.8 | 147.7 | 67.8 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.2 | 42.2 | 24.2 | 29.8 | 31.4 |
| 4 | 9.40 | I-C | 11.0 | 1.4 | 110.4 | 50.7 | CONSISTENTE | 2.0 | 2.2 | 35.2 | 23.2 | 27.8 | 30.3 |
| 5 | 10.00 | I-C | 20.6 | 2.6 | 206.1 | 94.6 | MOLTO CONSISTENTE | 2.1 | 2.2 | 52.1 | 25.9 | 32.6 | 33.2 |
| 6 | 10.40 | I-C | 64.8 | >6 | 647.7 | 297.2 | ESTREM CONSISTENTE | 2.5 | 2.5 | 92.9 | 38.5 | 46.1 | 46.4 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Cantiere: Monteprandone (AP)
Località: Centobuchi

Data: 08/07/2025

Scala 1:80



LEGENDA

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: *Via Spiagge - Fraz. Centobuchi*
- Comune di **Monteprandone** (AP) -

- SEZIONE A/A -

Elaborato: **SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE**
Scala 1 :200

DEPOSITI ANTROPICI



Terreno vegetale e/o riporto

DEPOSITI DI COPERTURA COLLUVIALE



Limo sabbioso argilloso



Piano di campagna attuale



Piano di Progetto

DEPOSITI DI COPERTURA ALLUVIONALE



Limo argilloso sabbioso



Limo sabbioso



Sabbia limosa



Ghiaia e sabbia

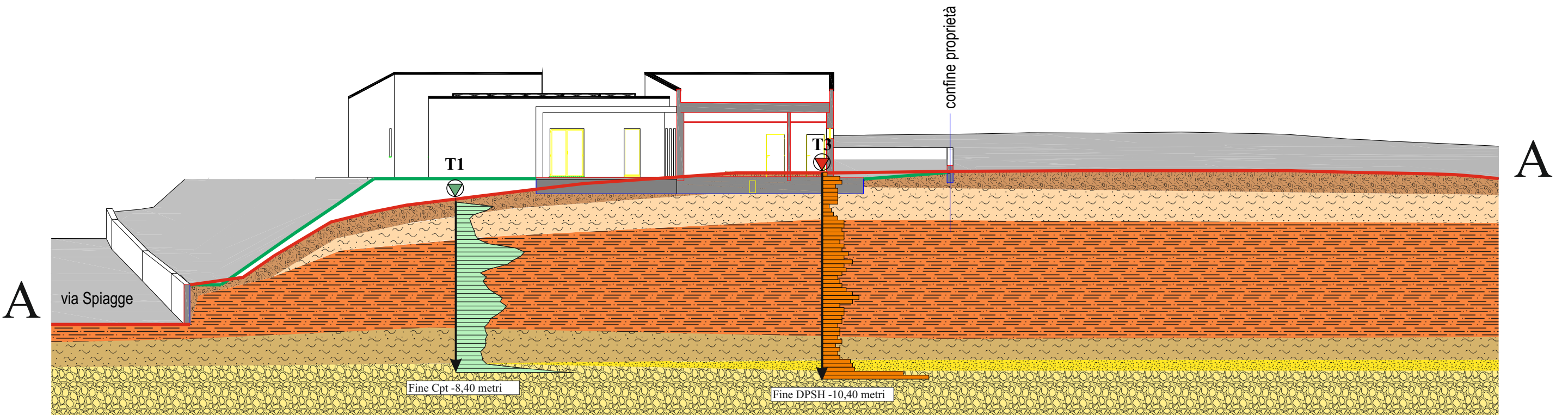


STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



LEGENDA

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: *Via Spiagge - Fraz. Centobuchi*
- Comune di **Monteprandone** (AP) -

- SEZIONE B/B -

Elaborato: **SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE**
Scala 1 :200

DEPOSITI ANTROPICI



Terreno vegetale e/o riporto

DEPOSITI DI COPERTURA COLLUVIALE



Limo sabbioso argilloso



- Piano di campagna attuale



■ Piano di Progetto

DEPOSITI DI COPERTURA ALLUVIONALE



Limo argilloso sabbioso



Limo sabbioso



Sabbia limosa



Ghiaia e sabbia

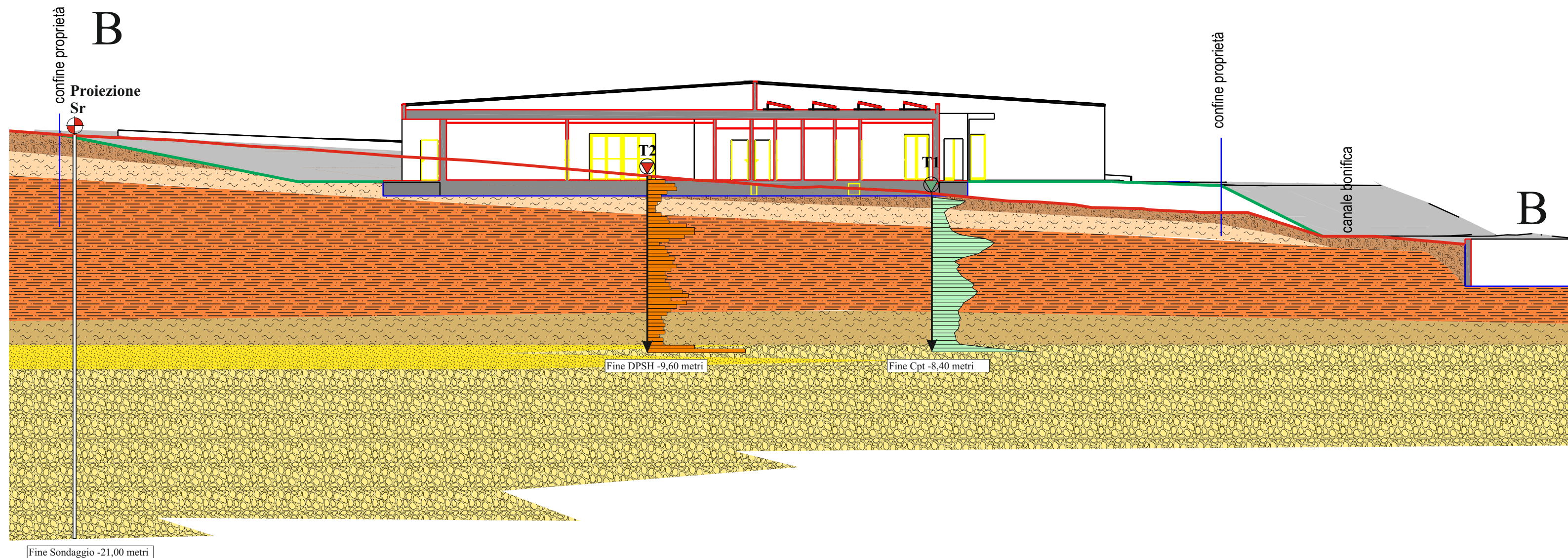


STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

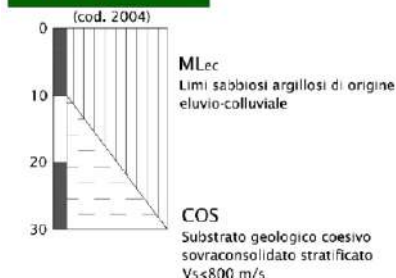
Loc.tà: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi
- Comune di Monteprandone (AP)

- MICROZONAZIONE SISMICA 2° LIVELLO -

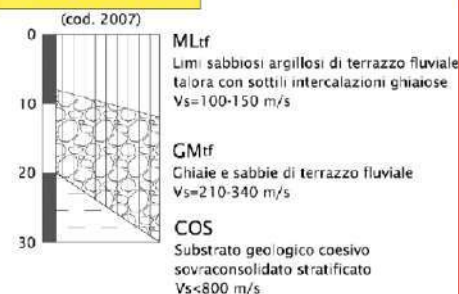
Elaborato: **CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE
IN PROSPETTIVA SISMICA**

Scala 1 : 10.000

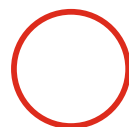
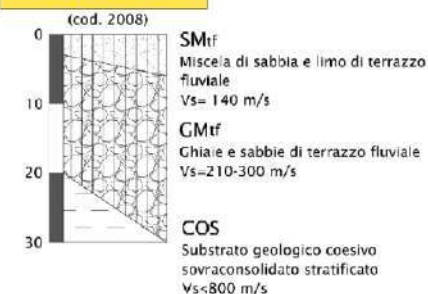
Zona 4



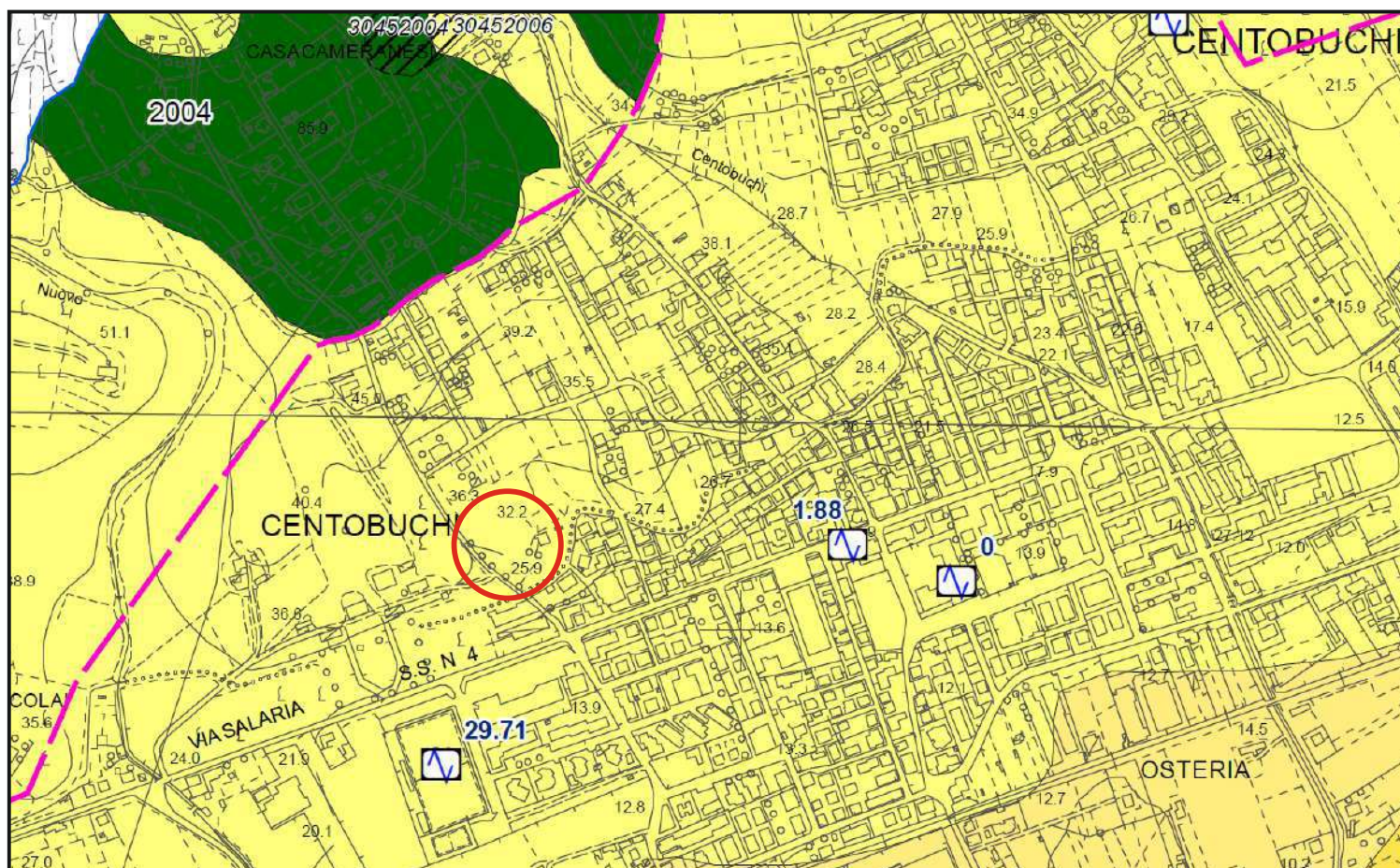
Zona 7



Zona 8



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE

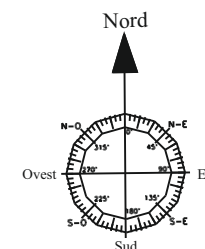


Legenda

Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

— CTR_32633

- ZONA 1 (2001)
- ZONA 2 (2002)
- ZONA 3 (2003)
- ZONA 4 (2004)
- ZONA 5 (2005)
- ZONA 6 (2006)
- ZONA 7 (2007)**
- ZONA 8 (2008)
- ZONA 9 (2009)



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: *Via Spiagge - Fraz. Centobuchi*
- Comune di *Monteprandone (AP)*

- MICROZONAZIONE SISMICA 2° LIVELLO -

Elaborato: **CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA
DI 2° LIVELLO - Intervallo periodo 0,1-0,5 s**
Scala 1 : 10.000



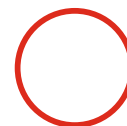
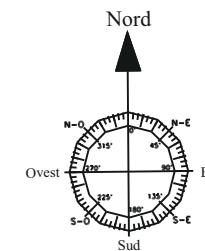
STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE

Legenda

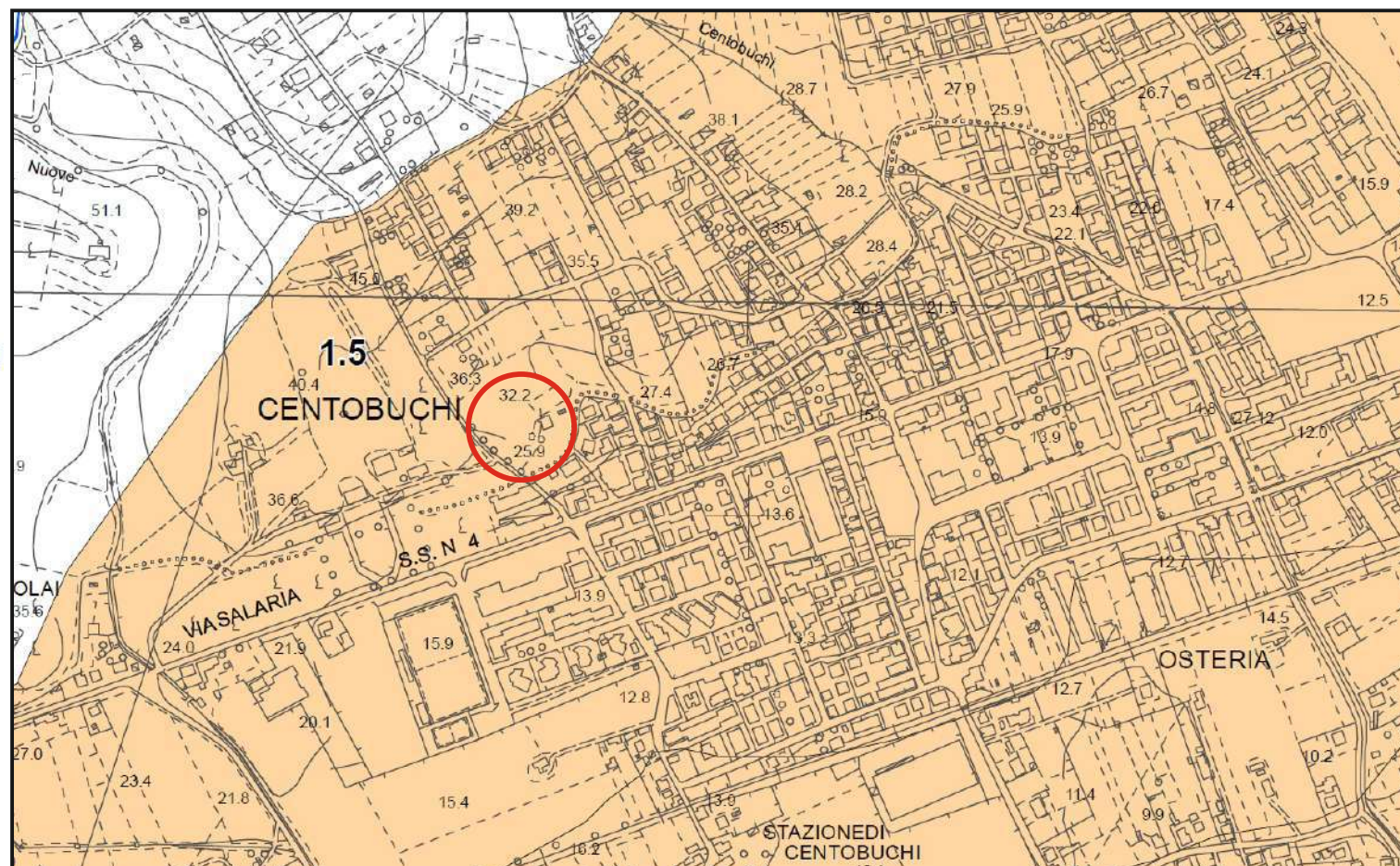
Zone di attenzione per instabilità

- ZAfr: Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.5-1.6
- ZAfr: Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.7-1.8

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- FA=1.5-1.6
- FA=1.7-1.8

- limite zone MS I° livello
- limite amministrativo





**RAPPORTO TECNICO RELATIVO ALL'ESECUZIONE DI INDAGINE
GEOFISICA MASW ESEGUITA IN LOCALITA' CENTOBUCHI NEL COMUNE
DI MONTEPRANDONE (AP)**

Oggetto: Indagine geofisica.

Committente: Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Commessa: 489-25

Falconara M.ma, lì Luglio 2025

Il Responsabile GECO srl
Dott. Marco Gaggiotti



328-2040857

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA | 3 |
| 2.1. <i>Strumentazione utilizzata</i> | 3 |
| 2.2. <i>Indagine MASW: metodologia ed acquisizione</i> | 3 |
| 3. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI SEGNALI ACQUISITI..... | 4 |
| 4. CONCLUSIONI | 6 |

Planimetria ubicazione indagine



| Coordinate UTM WGS 84 indagini geofisiche | | |
|---|-----------------|------------------|
| MASW (inizio) | Lat. 42.897593° | Long. 13.844811° |
| MASW (fine) | Lat. 42.897354° | Long. 13.845271° |

1. PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Gianluca Testaguzza, è stata eseguita in data 24 Giugno 2021, un'indagine geofisica mediante l'analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW, presso la località Centobuchi nel Comune di Montepreandone (AP). L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio S, le quali sono state utilizzate per il calcolo del valore del parametro V_{seq} , necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione (Aggiornamento Nuove NTC -D.M. 17 gennaio 2018).

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1. *Strumentazione utilizzata*

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione di onde superficiali e di volume;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali con frequenza di 4.5 Hz;
- sistema di acquisizione dati: Sismografo Ambrogeo (modello ECHO 2010) con memoria dinamica a 32 bit, dotato di hard disk, in grado di memorizzare i dati acquisiti in formato SEG2 e SEG-Y, n° 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno;
- un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica), in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

2.2. *Indagine MASW: metodologia ed acquisizione*

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

L'acquisizione è di tipo "attivo" **ZVF** (componente verticale delle onde di Rayleigh) e consiste nella registrazione simultanea di più ricevitori (geofoni verticali in questo caso), di una vibrazione prodotta da una sorgente sismica impulsiva, posta ad una data distanza dal primo ricevitore.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software *winMASW® Academy 2018*.

L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale: i) lunghezza stendimento ricevitori: 46 m; ii) n. geofoni:

24; iii) distanza intergeofonica: 2m; iv) n. punti di energizzazione: 6; v) offset sorgenti: 3m, 5m e 8m; vi) durata acquisizione: 2048ms; vii) intervallo di campionamento: 0.956 ms.

M.A.S.W.

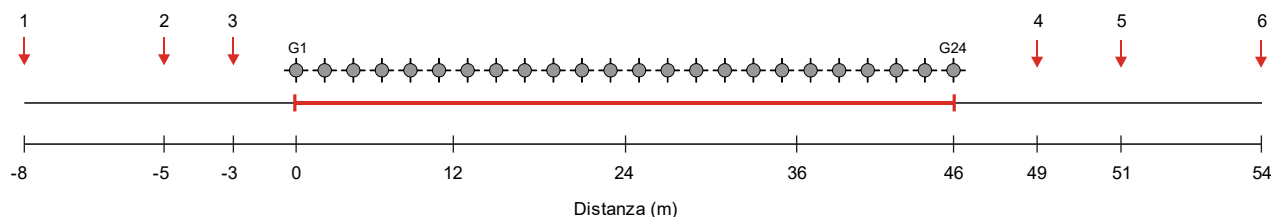


Fig.1: Geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

3. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI SEGNALE ACQUISITI

La stima dell'andamento in profondità delle velocità V_s , mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase. Viene impiegato lo spettro di velocità in quanto è il dominio che permette di comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto i sismogrammi più idonei, quelli con il miglior rapporto *segnale/rumore*, si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (Fig.2).

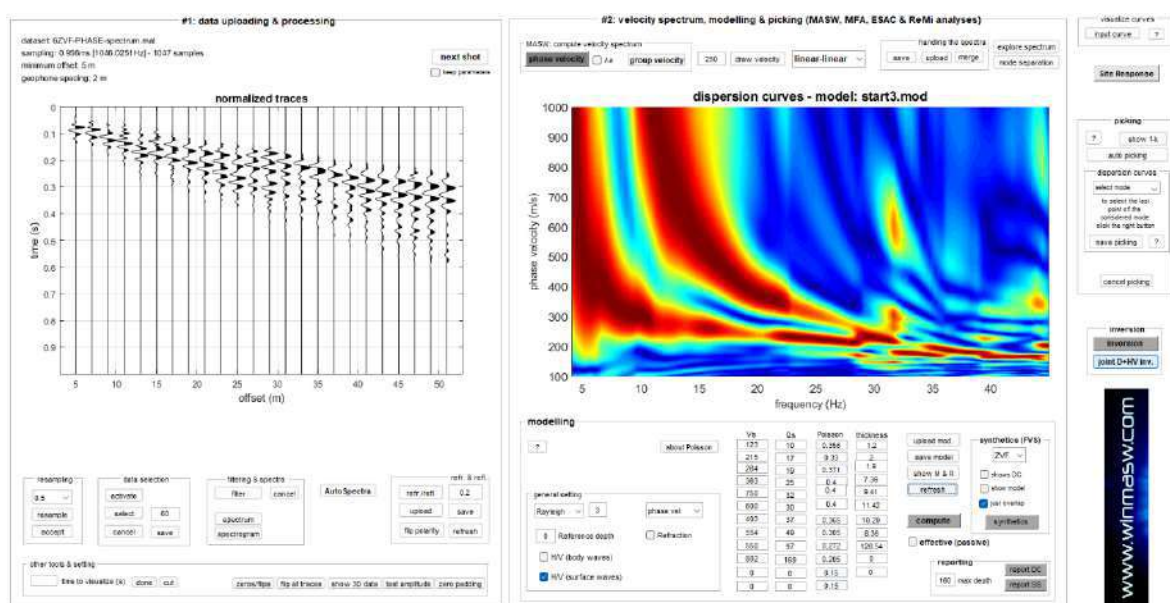


Fig.2: Sismogramma acquisito (sx) e relativo spettro di dispersione (dx) della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, è stato ricostruito il modello di distribuzione verticale delle V_s , ricavando il profilo del sottosuolo che ha determinato il dato di campagna (sismogramma). Gli spettri di velocità di fase sono stati interpretati identificando le curve modali e studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso (Fig.3).

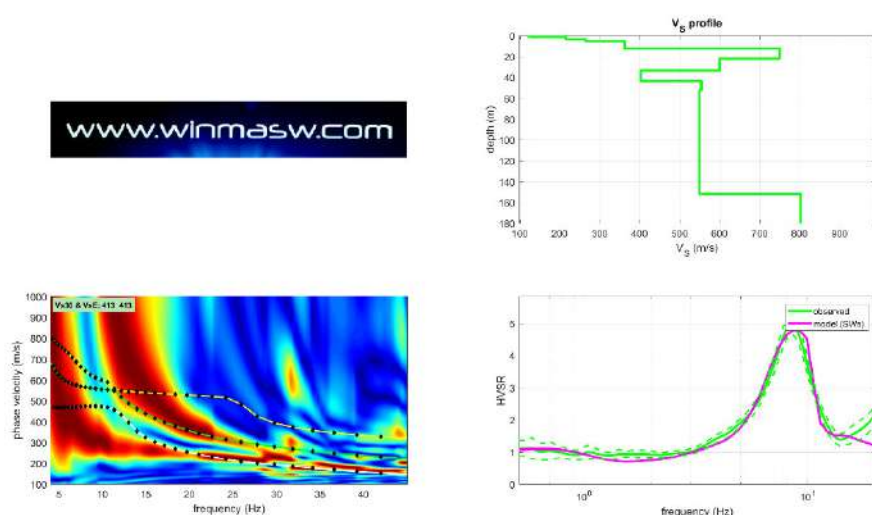


Fig.3: Analisi curve dispersione Rayleigh (FVS) figura riassuntiva: in alto a sx lo spettro osservato; a dx il profilo Vs con il best model ed il mean model; in basso a sx grafico “misfit-generazione” indica miglioramento modello al procedere delle generazioni.

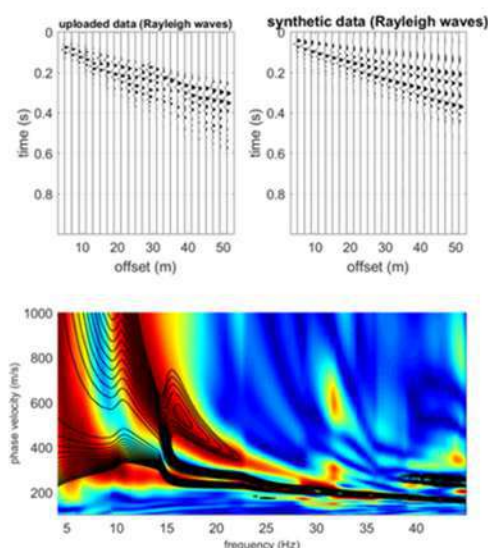


Fig.4 – Sismogrammi originali e sintetici: a sx i sismogrammi originali e sotto il relativo spettro di velocità; a dx il sismogramma sintetico e relativo spettro di velocità, mediante individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh, durante l’analisi spettrale della relativa MASW.

L’inversione viene effettuata grazie all’utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) il risultato è una soluzione più affidabile e una stima dell’attendibilità del modello ricavato (in termini di deviazioni standard). Alla fine dell’operazione di inversione congiunta si otterranno una serie di modelli, due dei quali presentati come soluzione: il “modello migliore” (in termini di minor misfit, cioè discrepanza tra curva osservata e calcolata) ed il “modello medio” calcolato secondo un’operazione statistica nota come MPPD (Marginal Posterior Probability Density, vedi l’articolo “Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation” – Dal Moro et al., 2006).

4. CONCLUSIONI

Nella seguente tabella vengono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un modello geofisico medio, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia MASW.

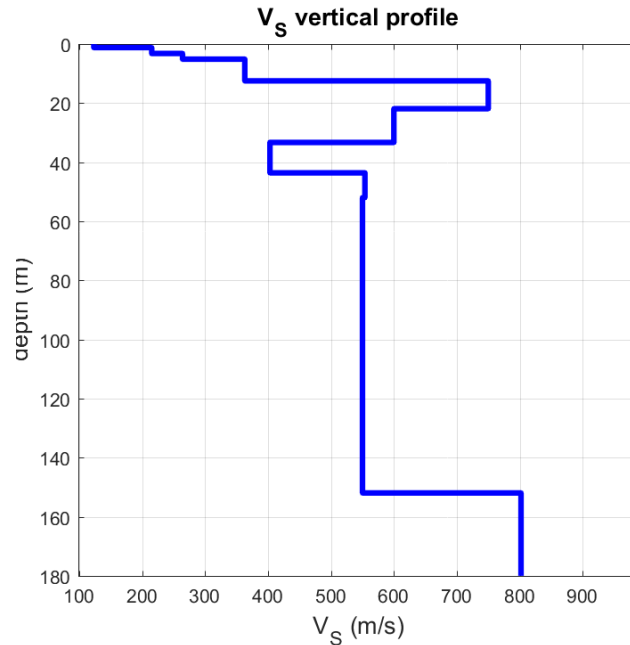


Fig.5: Andamento delle Vs fino alla profondità di 30 metri.

| Sismostrato | Vs (m/s) | Spessore (m) | Profondità da p.c. (m) |
|-------------|----------|--------------|------------------------|
| 1 | 123 | 1.2 | 1.2 |
| 2 | 215 | 2.0 | 3.2 |
| 3 | 264 | 1.9 | 5.1 |
| 4 | 363 | 7.3 | 12.4 |
| 5 | 750 | 9.4 | 21.8 |
| 6 | 600 | 11.4 | 33.2 |
| 7 | 403 | 10.3 | 43.5 |
| 8 | 552 | 108.4 | 151.9 |
| 9 | 802 | - | - |

Tab.1: Modello sismostratigrafico individuato in termini di Vs.

Tale indagine, ha permesso di calcolare la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, Vseq (in m/s) definita dall'espressione:

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

con:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

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

N = numero di strati

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

Nel caso in oggetto non avendo riscontrato il substrato sismico >800 m/sec nei primi 30 m dal p.c. il valore del V_{seq} è assimilabile al valore V_{s30} .

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| • Calcolo da piano campagna | $V_{Seq} = 413$ m/s |
| • Calcolo da -1m di profondità | $V_{Seq} = 453$ m/s |

La velocità delle onde " V_{seq} " è stata calcolata dall'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni.

Falconara M.ma, lì Luglio 2025

GECO srl
Il Responsabile
Dott. Geol. Marco Gaggiotti

GECO s.r.l.
Via Osoppo, 38 - Tel/Fax 071/3158126
60015 FALCONARA MARITTIMA (AN)
C.F. e P.IVA 02541330422

STATION INFORMATION

Station code: hv1

Model: SARA SR04

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Asilo Montepandone

Address: Via Spiagge - Fraz. Centobuchi comune di Montepandone

Latitude: 42.898478°

Longitude: 13.846151°

Coordinate system: ED50

Elevation: 29 m s.l.m.

Weather: Sereno con leggera ventilazione

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

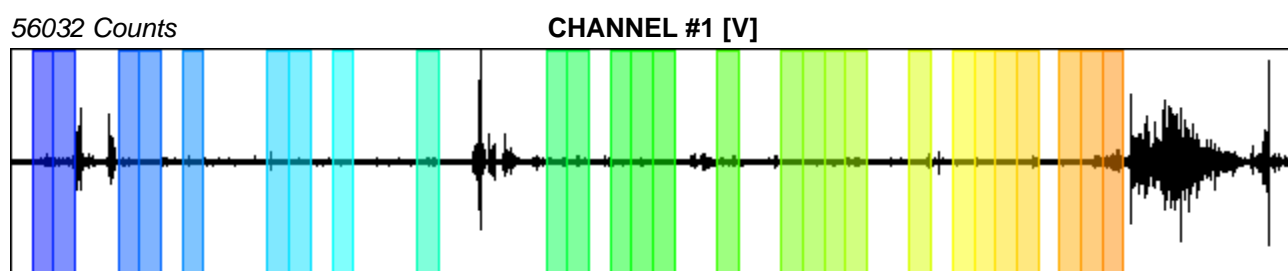
Recording start time: 2025/06/30 10:06:37

Recording length: 20 min

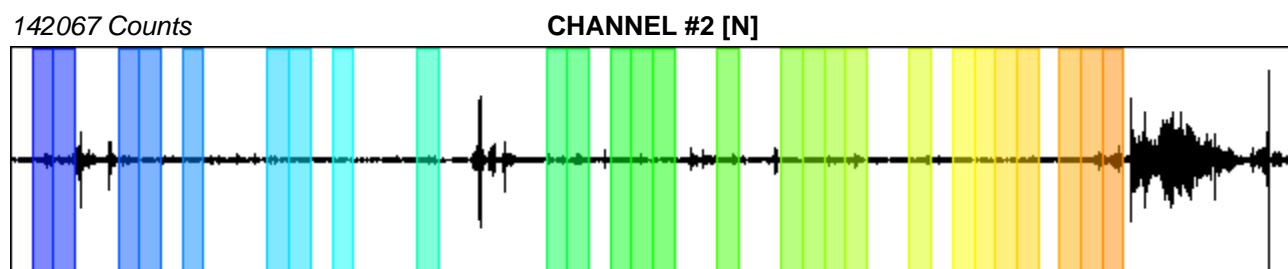
Windows count: 27

Average windows length: 20

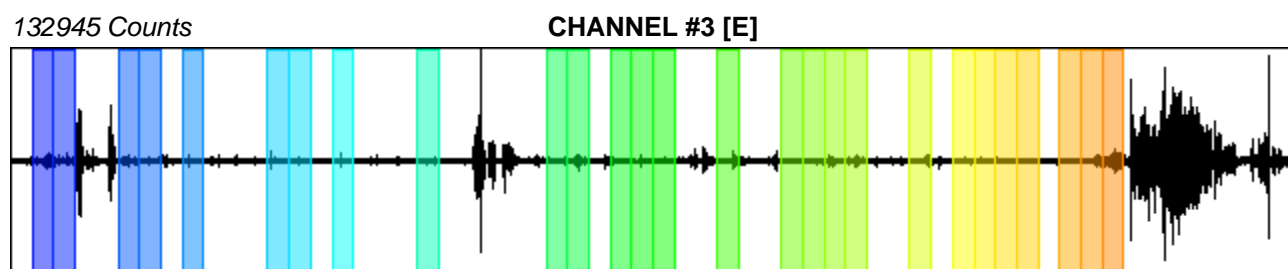
Signal coverage: 45%



-41957 Counts



-175516 Counts



-118778 Counts

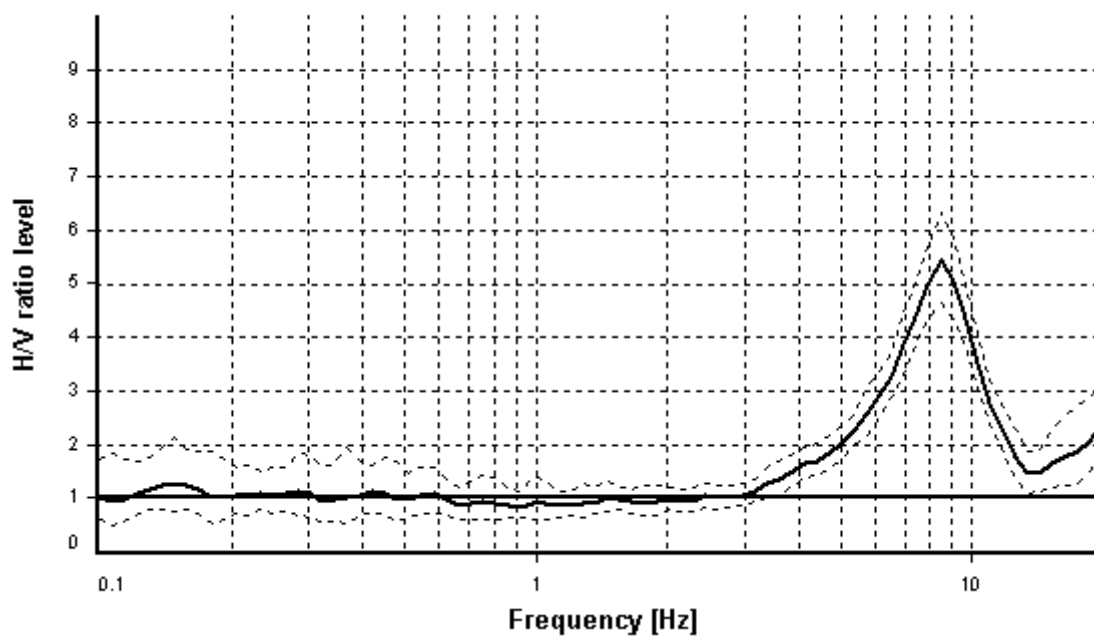
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

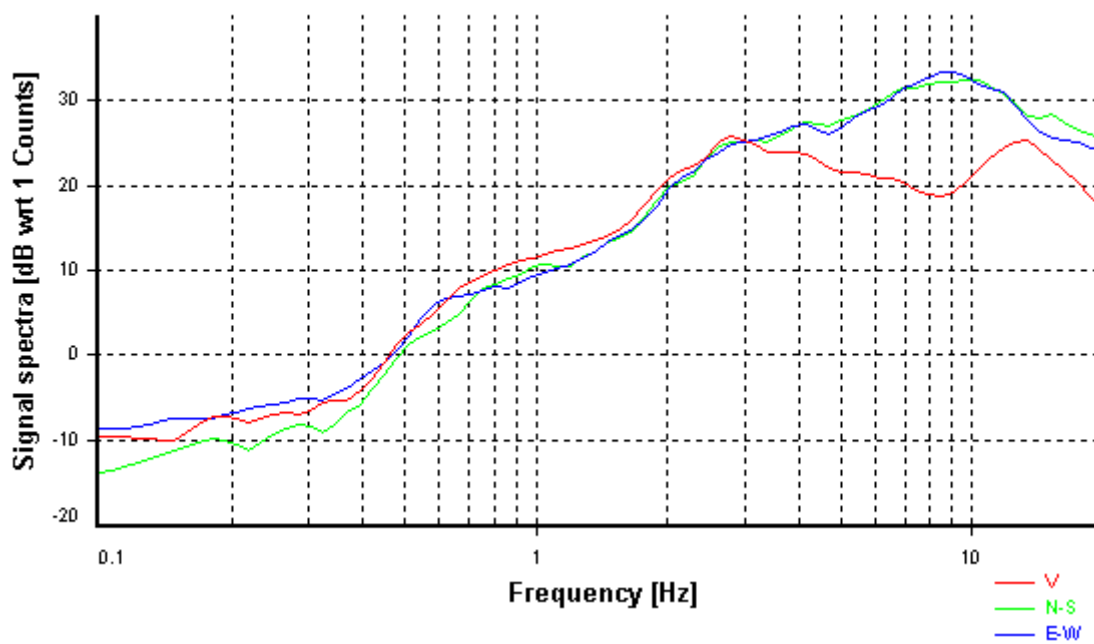
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

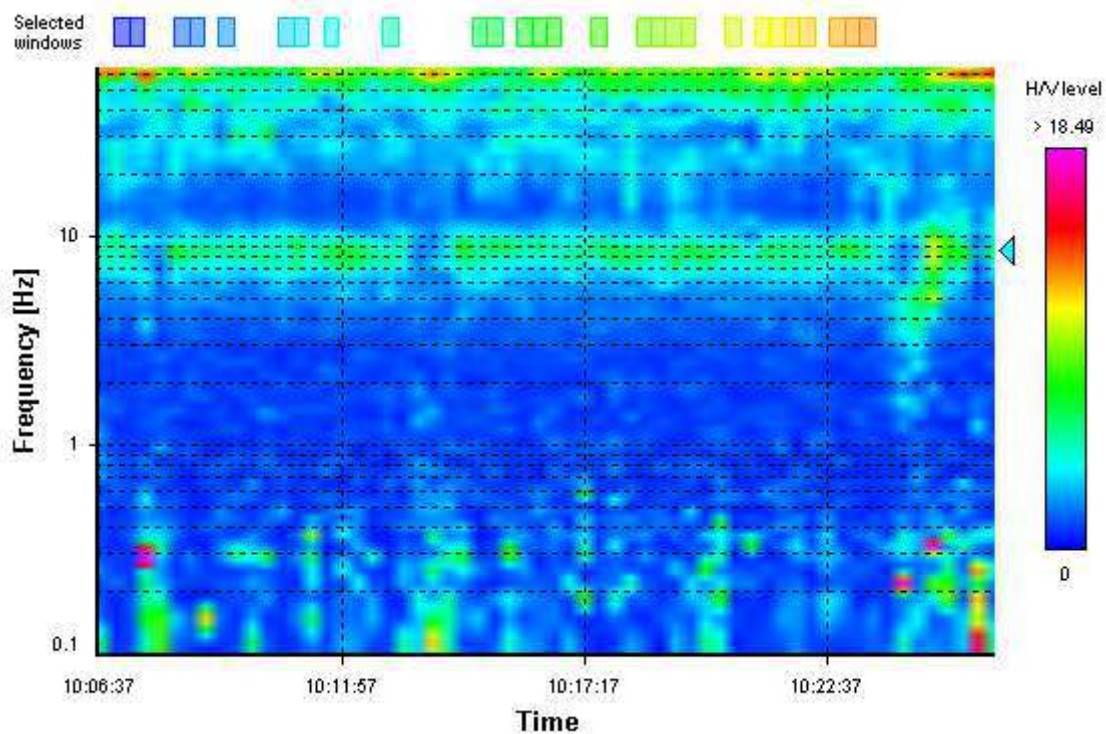
HVSR average



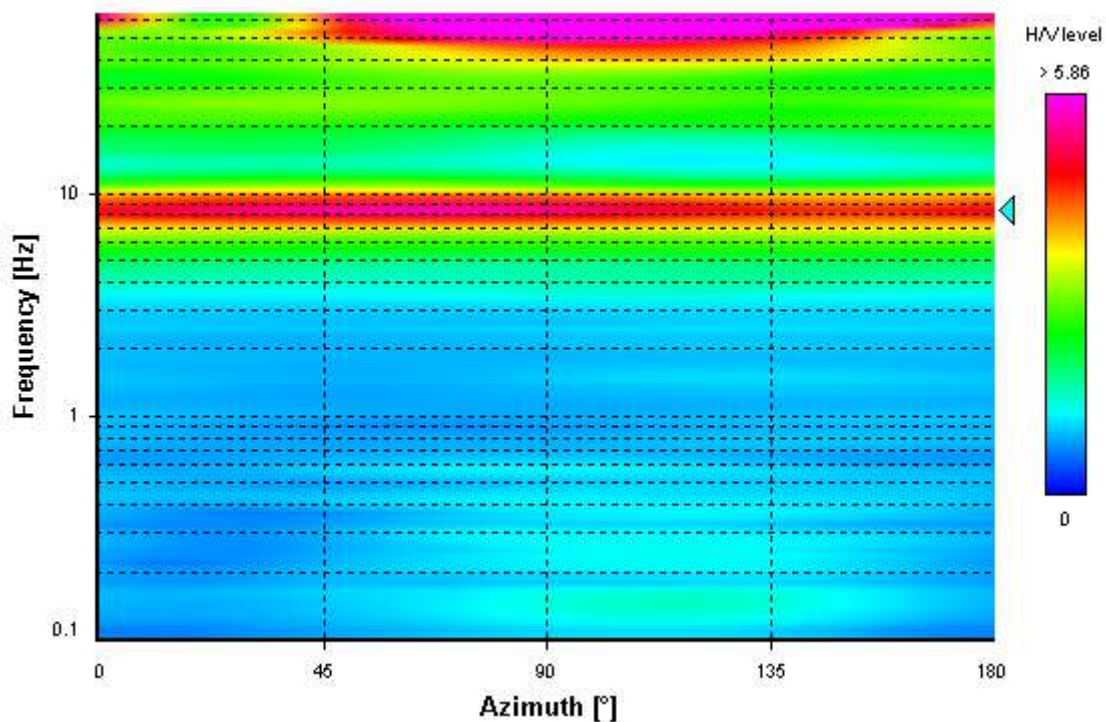
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (20 seconds windows)



HVSR directional analysis



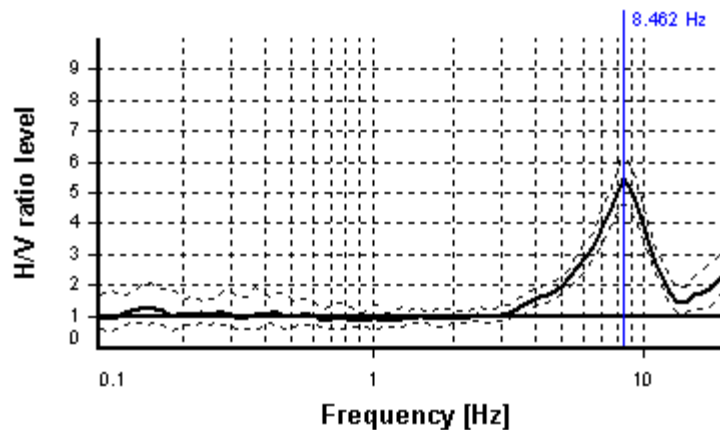
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

8.462 Hz

A_0 amplitude = 5.432

Average $f_0 = 8.478 \pm 0.532$



| HVSR curve reliability criteria | | |
|---|--|----|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 27 valid windows (length > 1.18 s) out of 27 | OK |
| $n_c(f_0) > 200$ | 4569.52 > 200 | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ | Exceeded 0 times in 21 | OK |
| HVSR peak clarity criteria | | |
| $\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 5.72013 Hz | OK |
| $\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ | 11.72745 Hz | OK |
| $A_0 > 2$ | 5.43 > 2 | OK |
| $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | 0% <= 5% | OK |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 0.53236 >= 0.4231 | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 1.1656 < 1.58 | OK |
| Overall criteria fulfillment | | OK |

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 42,898478 [°]

longitudine: 13,846151 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

| | ID | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|--------|-------|----------------|-----------------|--------------|
| Sito 1 | 24092 | 42,884480 | 13,831290 | 1971,9 |
| Sito 2 | 24093 | 42,884270 | 13,899510 | 4625,2 |
| Sito 3 | 23871 | 42,934270 | 13,899800 | 5909,8 |
| Sito 4 | 23870 | 42,934480 | 13,831560 | 4175,9 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Operatività (SLO) | 81 | 45 | 0,062 | 2,458 | 0,289 |
| Danno (SLD) | 63 | 75 | 0,078 | 2,442 | 0,304 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 712 | 0,209 | 2,453 | 0,335 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 1462 | 0,272 | 2,469 | 0,343 |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 0,015 | 0,007 | 0,725 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 0,019 | 0,009 | 0,918 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,370 | 1,000 | 0,070 | 0,035 | 2,454 | 0,280 |
| SLC | 1,130 | 1,360 | 1,000 | 0,086 | 0,043 | 3,013 | 0,280 |

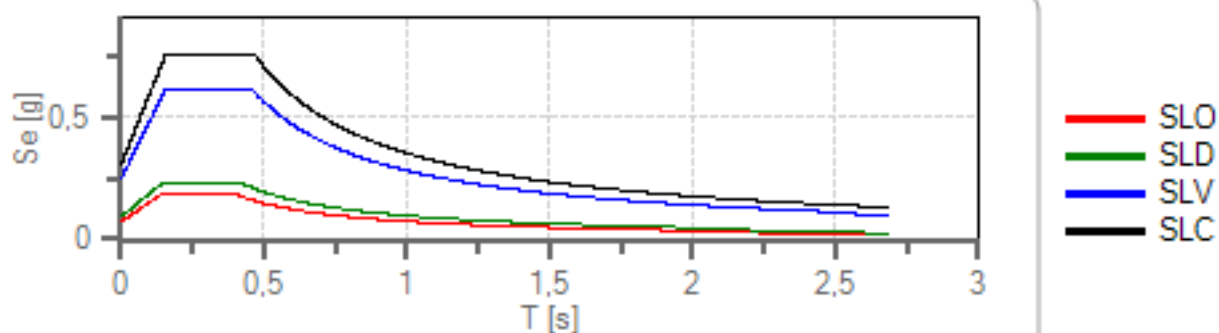
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

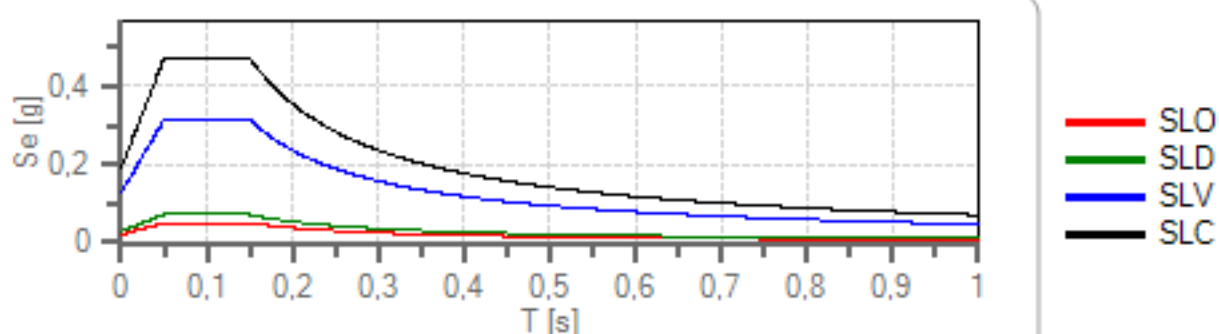
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|-----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 1,5 | 0,062 | 2,458 | 0,289 | 1,200 | 1,410 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,136 | 0,407 | 1,846 |
| SLD | 1,5 | 0,078 | 2,442 | 0,304 | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,142 | 0,425 | 1,912 |
| SLV | 1,5 | 0,209 | 2,453 | 0,335 | 1,200 | 1,370 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,153 | 0,460 | 2,434 |
| SLC | 1,5 | 0,272 | 2,469 | 0,343 | 1,130 | 1,360 | 1,000 | 1,130 | 1,000 | 0,155 | 0,466 | 2,688 |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|-----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 1,5 | 0,062 | 2,458 | 0,289 | 1,000 | 1,410 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLD | 1,5 | 0,078 | 2,442 | 0,304 | 1,000 | 1,400 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLV | 1,5 | 0,209 | 2,453 | 0,335 | 1,000 | 1,370 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLC | 1,5 | 0,272 | 2,469 | 0,343 | 1,000 | 1,360 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |



COMUNE DI MONTEPRANDONE (AP)

APPENDICE AL RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) eseguita per il

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

**REALIZZAZIONE DI NUOVO ASILO NIDO IN
VIA SPIAGGE, FRAZIONE CENTOBUCHI
CUP: G55E25000130006**

Oggetto: Risposta sismica locale

Committente: Amministrazione Comunale

Porto San Giorgio, lì 11 luglio 2025



STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.epap.it



Geologo

Dott. Gianluca TESTAGUZZA

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 1 |
| 2. <i>PROCEDURE DI CALCOLO</i> | 1 |
| 3. RISPOSTA SISMICA LOCALE..... | 2 |
| 3.1 <i>Definizione della pericolosità sismica del sito in esame</i> | 3 |
| 3.2 <i>Input</i> | 5 |
| 3.2.1 <i>Studio della disaggregazione della PGA</i> | 5 |
| 3.2.2 <i>Determinazione accelerogrammi e spettri di Input</i> | 12 |
| 3.2.3 <i>Stratigrafia e Caratteristiche meccaniche e sismiche dei singoli strati</i> | 36 |
| 3.2.4 <i>Curve di Decadimento dei Materiali</i> | 37 |
| 3.3 <i>Output</i> | 39 |
| 3.3.1 <i>Accelerogrammi e Spettri in Output</i> | 39 |
| 3.3.2 <i>Parametrizzazione dello spettro di risposta derivante dalla RSL</i> | 47 |
| 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE..... | 51 |

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Monteprandone, a seguito della campagna geognostica e geofisica eseguita, si è proceduto alla redazione di un'analisi sito specifica di risposta sismica locale sui terreni oggetto della realizzazione del nuovo Asilo Nido Comunale.

Tale analisi costituisce uno studio di "riferimento" del sito in esame, i cui risultati sono stati conseguiti opportunamente nei confronti degli Stati limite di danno SLD, di salvaguardia della vita SLV e di collasso SLC, per l'edificio avente classe d'uso III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi), con coefficiente d'uso C_u pari a 1,5 e Periodo di riferimento T_R pari a 50 anni.

L'informazione di maggior interesse offerta dall'analisi di risposta sismica locale è lo spettro di risposta in accelerazione del moto del terreno (strumento dinamico più utilizzato per la progettazione di manufatti), che mette in evidenza gli effetti di sito.

L'analisi di risposta sismica locale condotta si basa su un profilo geotecnico e sismostratigrafico ricostruito in sito mediante l'esecuzione di n. 1 prova sismica attiva MASW, n. 1 prova sismica passiva HVSR, n. 3 prove penetrometriche e n. 1 sondaggio reperito.

Con la presente analisi è stato valutato il moto sismico cosiddetto "free field" (condizioni di "campo libero" ossia in assenza di manufatto). In sintesi, i paragrafi che seguono riportano l'articolazione delle analisi dinamiche atte a definire le modifiche che il segnale sismico subisce, a causa delle condizioni locali, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di tipo A).

2. PROCEDURE DI CALCOLO

Come noto lo scopo principale dell'analisi di risposta sismica locale è quello di prevedere come e quanto il movimento del suolo superficiale sia influenzato dal movimento del bedrock in profondità. Ricordando le ipotesi alla base, nel caso di analisi monodimensionale:

1. la stratigrafia del suolo sia orizzontale;
2. le onde sismiche si propagano dal basso verticalmente;
3. le deformazioni del suolo sono funzione delle proprietà dinamiche dei litotipi;

Per l'analisi è stato utilizzato il software Local Seismic Response 1D - Vers. 5.0.3 della STACEC, il cui funzionamento può essere sintetizzato come segue:

1. Legge il sismogramma al bedrock costituito da ognuno dei 7 accelerogrammi;
2. Con una Trasformata di Fourier (FFT) calcola lo Spettro di Fourier (FASbedrock) sempre al bedrock.

3. Calcola la Funzione di Trasferimento (TF) nel sito (quest'ultima è semplicemente pari al rapporto tra l'ampiezza dell'onda incidente sullo strato in direzione verticale verso l'alto "*upward*" e la sua riflessa in direzione verticale verso il basso "*downward*"). La Funzione di trasferimento dà immediatamente, grazie alla sua forma, informazioni importanti sul modo di vibrazione del suolo.
4. Calcola lo Spettro di Fourier (FAS suolo) stavolta in superficie, moltiplicando lo Spettro di Fourier al bedrock per la Funzione di Trasferimento con la formula:

$$FAS_{\text{suolo}} = FAS_{\text{bedrock}} \times TF$$

5. Tramite una Trasformata inversa di Fourier (IFFT), calcola l'accelerazione al suolo; questo è il risultato la cui utilità è l'immediata applicazione nelle soluzioni progettuali ingegneristiche.

Tale calcolo computazionale è un processo iterativo, infatti, dato che il comportamento dei suoli alle sollecitazioni dinamiche è di tipo "non - lineare", il che vuol dire che le proprietà dinamiche dei suoli quale il Modulo di Taglio G e il Dumping D variano con il variare delle deformazioni applicate allo stesso, LSR 1D riesegue lo stesso calcolo decine di volte, variando di volta in volta progressivamente solo le proprietà dinamiche, fino a una convergenza di progetto, raggiunta la quale il calcolo si interrompe: è una soluzione "equivalente" ad un calcolo "non lineare", e per questo motivo viene chiamata "Analisi Equivalente Lineare".

Particolare importanza hanno le proprietà non lineari dei materiali, in particolare il rapporto G/Gmax e D, rispettivamente modulo di taglio "normalizzato" e dumping.

3. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Come già detto in precedenza, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I passi da seguire nello studio del problema della risposta sismica locale sono:

1. Definizione input sismico;
2. Stima dell'accelerazione di base;
3. Dati di disaggregazione;
4. Estrazione, conversione e normalizzazione accelerogrammi di input;
5. Inserimento sismostratigrafia di input (derivata da indagine sismica MASW/HV);

6. Analisi di Risposta Sismica Locale;
7. Esecuzione dell'analisi e restituzione grafica.

Le analisi numeriche che consentono di valutare gli effetti del sito nell'amplificazione delle onde sismiche possono essere distinte in:

- Analisi numeriche monodimensionali;
- Analisi numeriche bidimensionali;
- Analisi numeriche tridimensionali.

Il primo approccio, quello eseguito in questa modellazione, consente di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali.

Questo approccio è ritenuto la via ufficiale delle NTC 2018 (Cap. 3.2.2) e consente, in determinati casi e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo, elementi di maggiore dettaglio nella individuazione della sollecitazione sismica di progetto.

3.1 Definizione della pericolosità sismica del sito in esame

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed attraverso le ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza, nel periodo di riferimento, come definito nel § 2.4. Tali forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento a partire dai seguenti parametri:

- accelerazione orizzontale massima al sito;
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori suddetti possono essere calcolati con riferimento a quattro diversi stati limite ai quali corrispondono le seguenti probabilità di superamento:

| | | |
|--|-----|-----------------------------|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | P_{VR} = 81% |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | P_{VR} = 63% |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | P_{VR} = 10% |
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | P_{VR} = 5% |

Tabella 1 - Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR.

Fissati **VR** e **PVR** associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica **TR**, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC18:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tale relazione tra **PVR** (probabilità) e **TR** (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è **VN** = 50 anni, il tempo di ritorno **TR** sarà:

| | | |
|--|-----|------------------|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | TR = 45 |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | TR = 75 |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | TR = 712 |
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | TR = 1462 |

Tabella 2 - Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR.

Per il sito in esame si ottiene:

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Latitudine (Datum ED50) [°] | 42°.8984 |
| Longitudine (Datum ED50) [°] | 13°.8462 |
| Altitudine [s.l.m.]: | 29.00 |
| Tipo di opera | Opere ordinarie |
| Classe d'uso | III |
| Vita nominale [anni] | 50 |
| Coefficiente d'uso | 1.5 |

Tabella 3 - Dati sito specifici

Sui quattro punti del reticolo di riferimento risulta:

| Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito | | |
|--|----------------|-----------------|
| Numero punto | Latitudine [°] | Longitudine [°] |
| 24092 | 42.8845 | 13.8313 |
| 23871 | 42.9343 | 13.8998 |
| 23870 | 42.9345 | 13.8316 |
| 24093 | 42.8843 | 13.8995 |

Tabella 4 - Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito.

Da cui, attraverso l'interpolazione per il sito in esame, si ottiene:

| | Parametri dello spettro di risposta orizzontale | | | |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|
| | SLV | SLC | SLD | SLO |
| Tempo di ritorno | 712 | 1462 | 75 | 45 |
| Accelerazione sismica | 0.209 | 0.272 | 0.078 | 0.062 |
| Coefficiente Fo | 2.453 | 2.469 | 2.442 | 2.458 |
| Periodo T _c * | 0.335 | 0.343 | 0.304 | 0.289 |

Tabella 5 - Parametri di pericolosità sismica per TR previsti nelle NTC18, per il sito in oggetto.

3.2 Input

Nei paragrafi successivi vengono riportate le informazioni relative ai dati di input utilizzati per lo studio della risposta sismica locale del deposito.

3.2.1 Studio della disaggregazione della PGA

La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che permette di valutare i contributi delle diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo delle sorgenti sismogenetiche poste a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M; in altre parole, la disaggregazione dei valori di PGA dei terremoti occorsi in magnitudo-distanza, fornisce statisticamente il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Per la scelta degli accelerogrammi si è proceduto all'analisi dei dati disaggregati di pericolosità sismica di base, così da definire le coppie di dati Magnitudo/Distanza epicentrale che maggiormente concorrono a definire la sismicità dell'area. Si procede ricorrendo alle Mappe interattive di pericolosità sismica (esse1-gis.mi.ingv.it) per ciascuno stato limite di progetto. Nella figura successiva viene riportata la *Pericolosità di base del sito di progetto per la verifica allo stato limite di danno (SLD), di salvaguardia della vita (SLV) e di collasso (SLC)* e sono mostrate le schermate del citato sito INGV per ciascuno di essi, insieme al relativo grafico dei dati disaggregati.

Stato Limite SLD

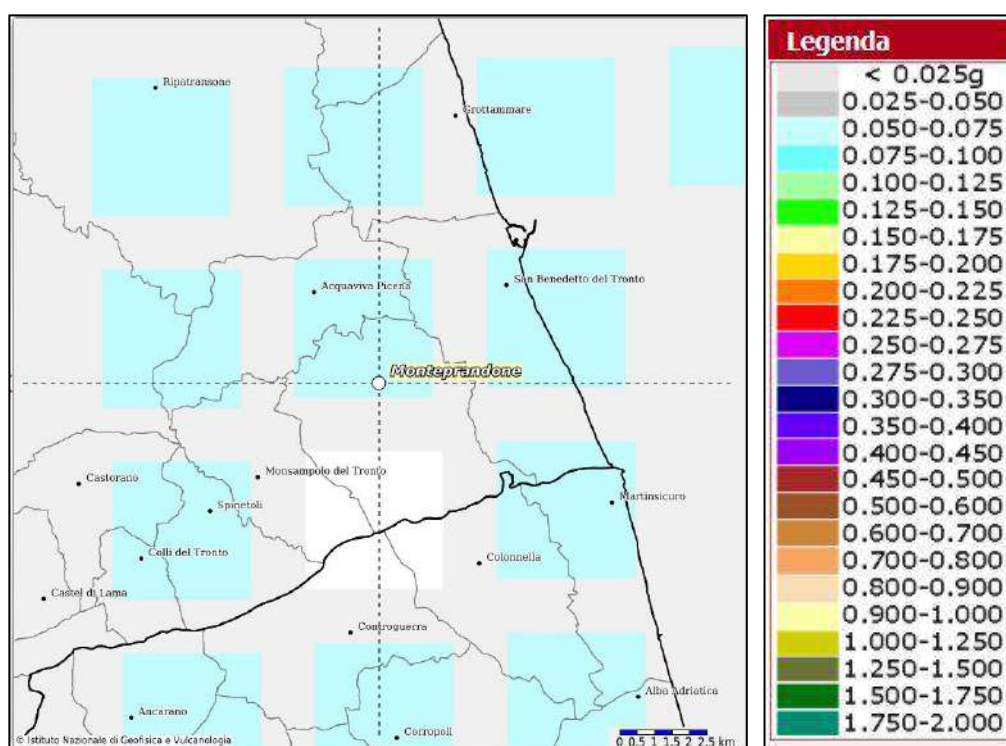


Figura 1 - Pericolosità di base del sito di progetto per la verifica allo SLD.

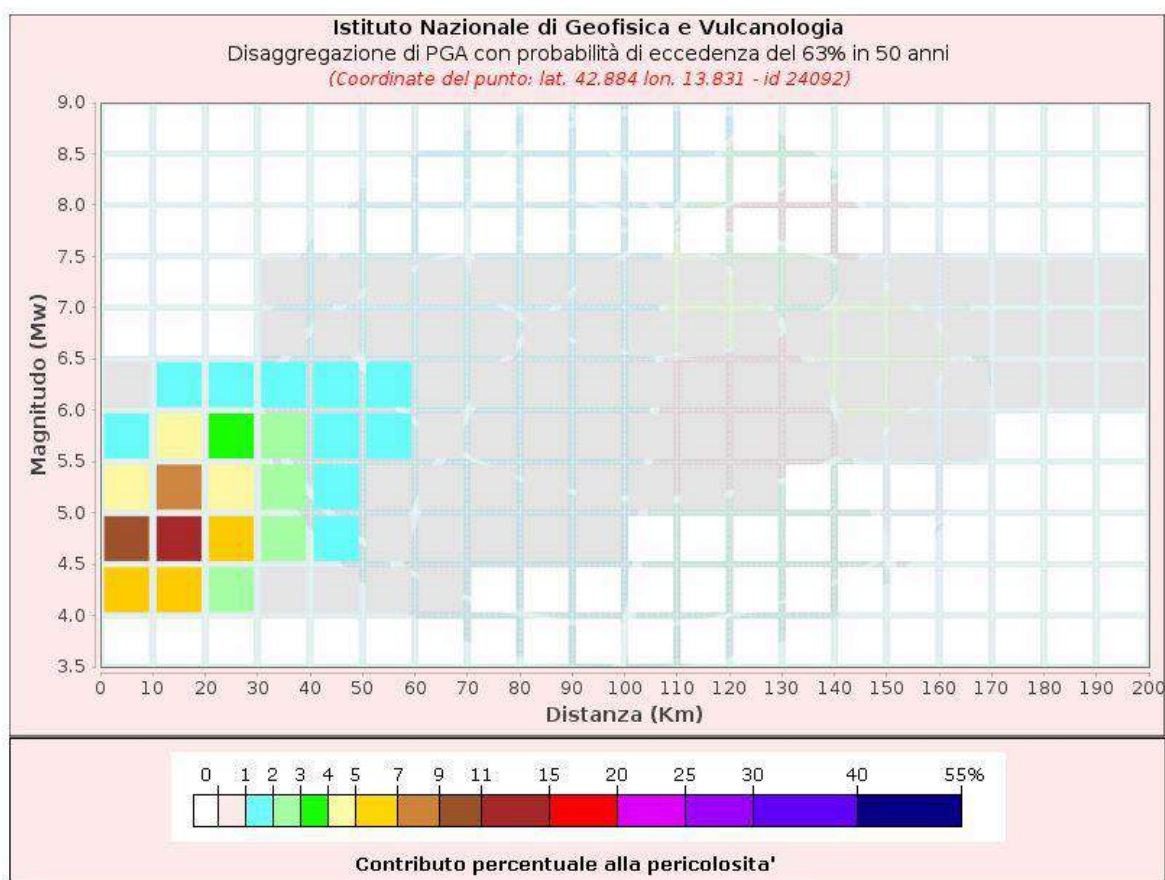


Figura 2 - Disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni per il sito in oggetto.

| Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.884 lon. 13.831 - id 24092) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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 | 6.1000 | 9.5000 | 4.3500 | 1.8400 | 0.4860 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 5.9000 | 11.9000 | 7.4800 | 4.0200 | 1.1200 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 2.1300 | 5.4400 | 4.6500 | 3.2300 | 1.1800 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.7030 | 2.2700 | 2.5600 | 2.2700 | 1.1500 | 0.1540 | 0.0684 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.2130 | 1.0900 | 1.7000 | 1.9200 | 1.4300 | 0.7190 | 0.3440 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0286 | 0.4000 | 0.9610 | 1.3400 | 1.2200 | 0.8130 | 0.4300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0018 | 0.1040 | 0.5030 | 0.8700 | 0.8990 | 0.6560 | 0.3790 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0187 | 0.2330 | 0.5550 | 0.6440 | 0.5010 | 0.3150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0026 | 0.0858 | 0.3300 | 0.4400 | 0.3630 | 0.2450 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0226 | 0.1430 | 0.2080 | 0.1580 | 0.1150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0058 | 0.0659 | 0.1160 | 0.0995 | 0.0771 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0015 | 0.0294 | 0.0676 | 0.0673 | 0.0556 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0129 | 0.0408 | 0.0472 | 0.0415 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0056 | 0.0283 | 0.0430 | 0.0393 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0023 | 0.0198 | 0.0414 | 0.0392 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0010 | 0.0114 | 0.0326 | 0.0331 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0054 | 0.0218 | 0.0240 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0023 | 0.0147 | 0.0177 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0007 | 0.0099 | 0.0135 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 190-200 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0066 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

| Valori Medi | | |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo | Distanza | Epsilon |
| 5.23 | 26.5 | 0.402 |

Figura 3 - Tabella valori di disaggregazione con sintesi dei valori medi.

| Stato Limite | Intervallo Magnitudo | Distanza (km) | Probabilità in 50 anni |
|--------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| SLD | 4.0-6.5 | 0.0-60.0 | 63% |

Stato Limite SLV

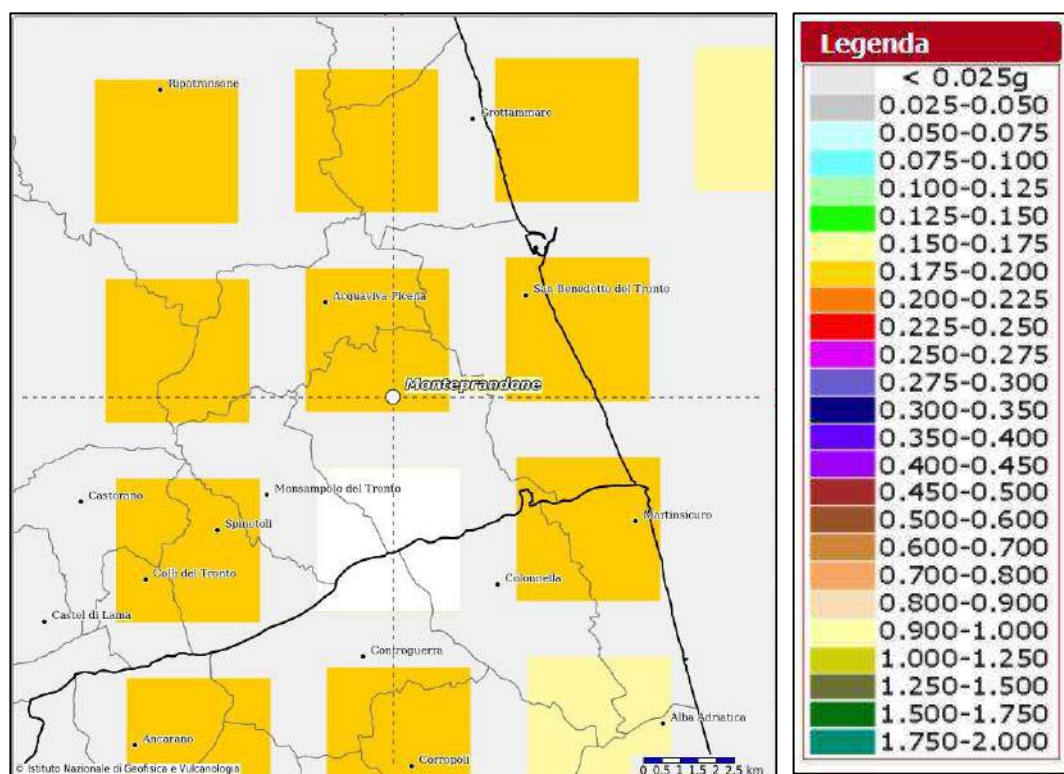


Figura 4 - Pericolosità di base del sito di progetto per la verifica allo SLV.

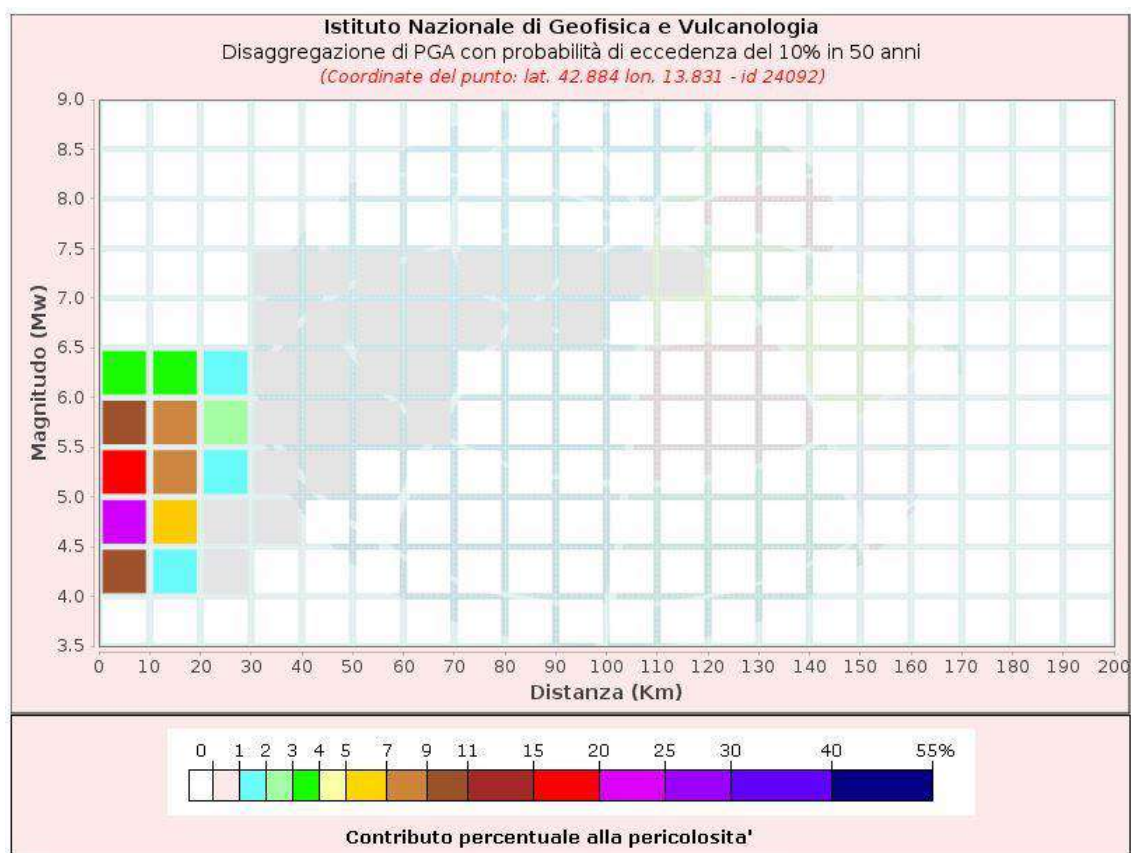


Figura 5 - Disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per il sito in oggetto.

| Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.884 lon. 13.831 - id 24092) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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 | 10.7000 | 23.2000 | 16.4000 | 9.9600 | 3.3400 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 1.7100 | 6.2800 | 7.9700 | 7.8200 | 3.2700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0139 | 0.4300 | 1.4500 | 2.3000 | 1.4100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0011 | 0.1360 | 0.5940 | 0.6040 | 0.1140 | 0.0927 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0020 | 0.1050 | 0.3170 | 0.3650 | 0.3340 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0076 | 0.0911 | 0.2440 | 0.2700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0096 | 0.1080 | 0.1590 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0346 | 0.0869 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0070 | 0.0431 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0108 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0027 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 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 |
| 5.21 | 10.1 | 0.814 |

Figura 6 - Tabella valori di disaggregazione con sintesi dei valori medi.

| Stato Limite | Intervallo Magnitudo | Distanza (km) | Probabilità in 50 anni |
|--------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| SLV | 4.0-6.5 | 0.0-30.0 | 10% |

Stato Limite SLC

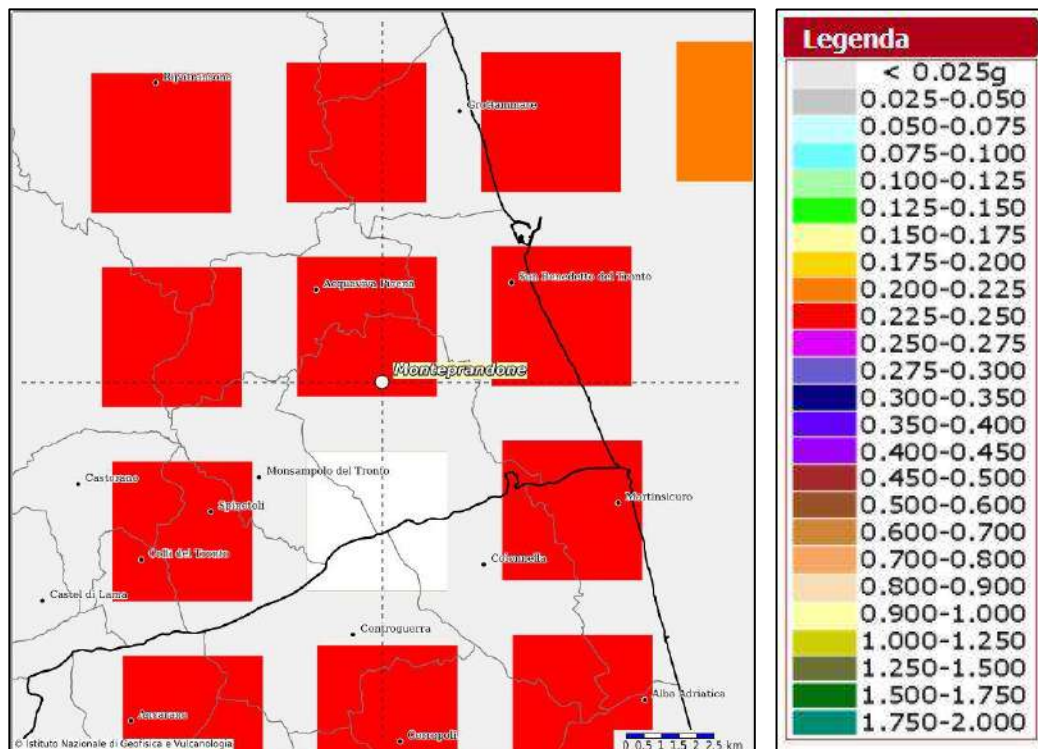


Figura 7 - Pericolosità di base del sito di progetto per la verifica allo SLC.

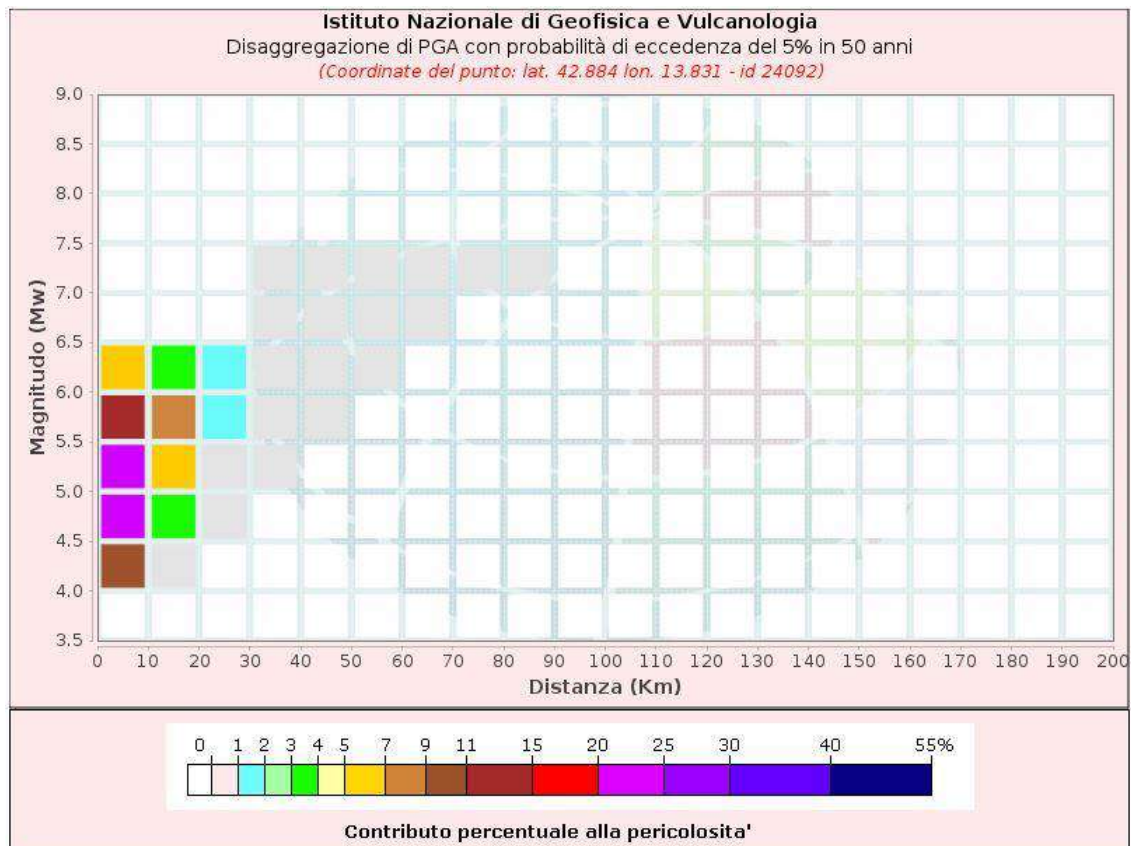


Figura 8 - Disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni per il sito in oggetto.

| Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.884 lon. 13.831 - id 24092) | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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 | 10.0000 | 24.6000 | 20.6000 | 14.5000 | 5.4600 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 0.5480 | 3.2300 | 5.9000 | 7.3300 | 3.5500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0191 | 0.4470 | 1.3900 | 1.0700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0020 | 0.1450 | 0.2960 | 0.0693 | 0.0729 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0029 | 0.0484 | 0.1740 | 0.2290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0004 | 0.0600 | 0.1490 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0064 | 0.0623 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0159 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 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 |
| 5.25 | 7.75 | 0.993 |

Figura 9 - Tabella valori di disaggregazione con sintesi dei valori medi.

| Stato Limite | Intervallo Magnitudo | Distanza (km) | Probabilità in 50 anni |
|--------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| SLC | 4.0-6.5 | 0.0-30.0 | 5% |

3.2.2 Determinazione accelerogrammi e spettri di Input

Gli accelerogrammi di input relativi a ciascuno stato limite in esame possono essere ottenuti tramite un'analisi con l'utilizzo dell'applicativo software REXELWeb, che permette la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spetti delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), dell'Eurocodice 8 (EC – CEN 2003), dell'ASCE/SEI 7-10 (ASCE, 2010). Il database utilizzato è Engineering Strong-Motion dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), scaricabile dal sito itaca.mi.ingv.it/.

Di seguito si riportano un estratto dei dati inseriti nel software REXELWeb e gli accelerogrammi di progetto riferiti ad una condizione detta di 'outcrop' per ciascuno dei due stati limite considerati (SLD, SLV, SLC).

Stato Limite SLD

Target
NTC18 - Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 2018)

Tipo di spettro
Alto livello di pericolosità

Latitudine [°]
42.897784

Longitudine [°]
13.845225

Accelerazione al suolo ag [g]
0.16

Categoria Sito
A

Topografia
T1

Vita nominale
50 anni - Costruzioni con livelli di prestazioni or

Importanza della struttura
III

Stato limite
SLD (65%)

Probabilità di Superamento
0.5 = 50% in 50 anni, periodo di ritorno 73 anni

Livello di Aggregazione
media

Componente
1 componente orizzontale

Limite
500

Classe di sito desunta
☒

Eventi late-trigger
☐

Tipo
Classe di sito

Categoria Sito
A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐

T1 [s]
0.100000

T2 [s]
1.200000

Tipo di strumento
Digitale

Meccanismo focale
Qualunque

CRITERIO
Magnitudo-Distanza

Periodo di ritorno
75

Tipo di magnitudo
Magnitudo momento o locale

Modo
Modo 1

Parametro
PGA

Ripristina

LABEL M_MIN ABDEL M_MAX ABDEL M
4 6.5 0.5

R minima [km]
0

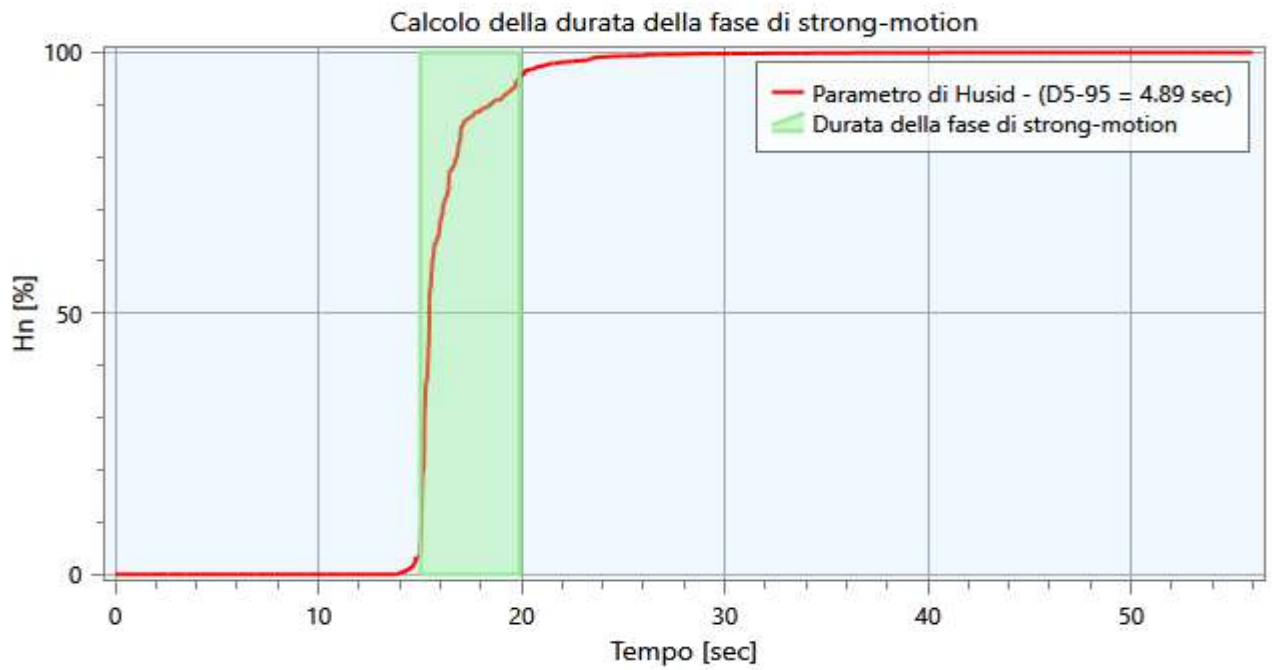
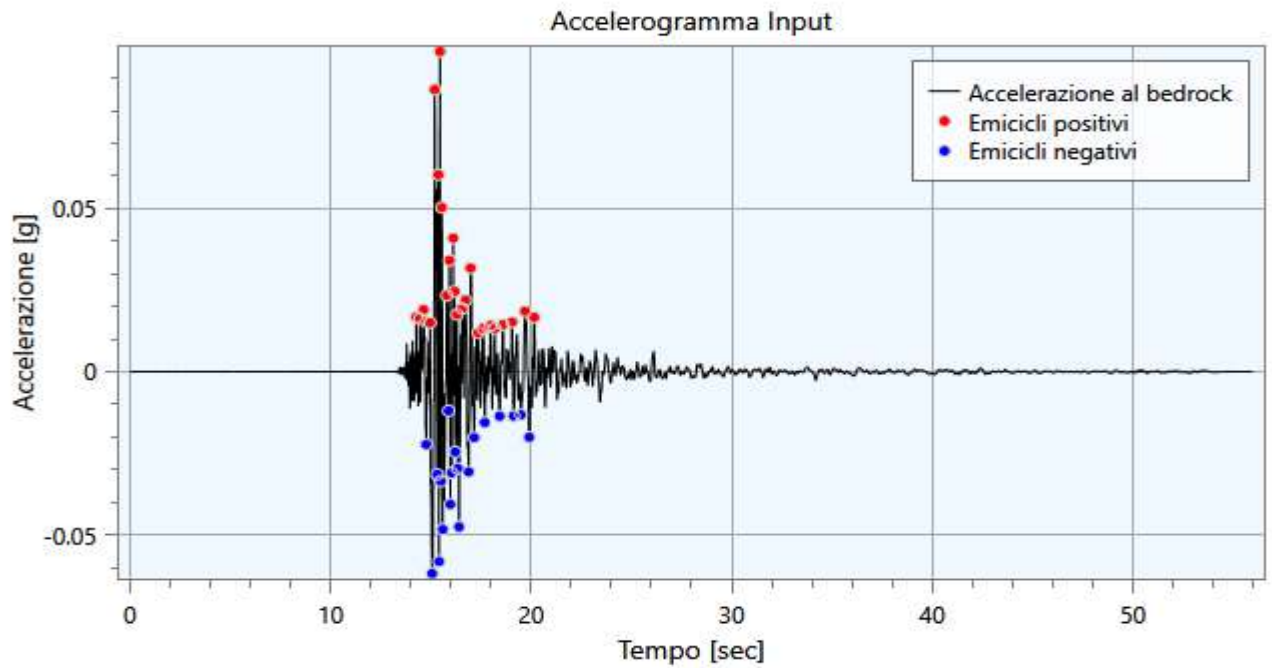
R massima [km]
60

Figura 10 – Estratto tabella dati di ricerca software REXEWeb per lo stato limite di danno (SLD).

| Combinazione c | ID registrazione | ID ITACA | Codice rete | Codice stazione | ID sensore | Strumento | Orientamento | ML | MW | Tipologia di faglia | Distanza epicentrale [km] | Classe ECB | Vs30 [m/s] | Punteggio | Fattore di scala |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|------------|-----------|--------------|-----|-----|---------------------|---------------------------|------------|------------|-----------|------------------|
| 1 | IT.LSS.HG.EMSC-20161030_0000029 | EMSC-20161030_0000029 | IT | LSS | | HG | N | 5.5 | 6.6 | Normal faulting | 33.6 | A | 1091 | N: 0.253 | N: 1.000 |
| 1 | IT.AQP.HN.IT-2009-0121 | IT-2009-0121 | IT | AQP | | HN | N | 5.1 | 5.4 | Normal faulting | 11.8 | A | 836 | N: 0.227 | N: 1.000 |
| 1 | IT.OLAL.HG.IT-2012-0061 | IT-2012-0061 | IT | OLAL | | HG | E | | 5.3 | Normal faulting | 9.4 | A | | E: 0.240 | E: 1.000 |
| 1 | IV.RM13.HN.IT-2009-0102 | IT-2009-0102 | IV | RM13 | | HN | N | 5.4 | 5.5 | Normal faulting | 15.6 | A | | N: 0.251 | N: 1.000 |
| 1 | IT.ACC.HG.EMSC-20170118_0000027 | EMSC-20170118_0000027 | IT | ACC | | HG | N | 5.4 | 5.1 | Normal faulting | 15.2 | A | | N: 0.293 | N: 1.000 |
| 1 | IV.T1211.HN.EMSC-20161030_0000029 | EMSC-20161030_0000029 | IV | T1211 | | HN | N | 5.5 | 6.6 | Normal faulting | 40.4 | A | | N: 0.182 | N: 1.000 |
| 1 | IV.FEMA.HN.EMSC-20160824_0000006 | EMSC-20160824_0000006 | IV | FEMA | | HN | N | 6.0 | 6.0 | Normal faulting | 32.9 | A | | N: 0.755 | N: 1.000 |

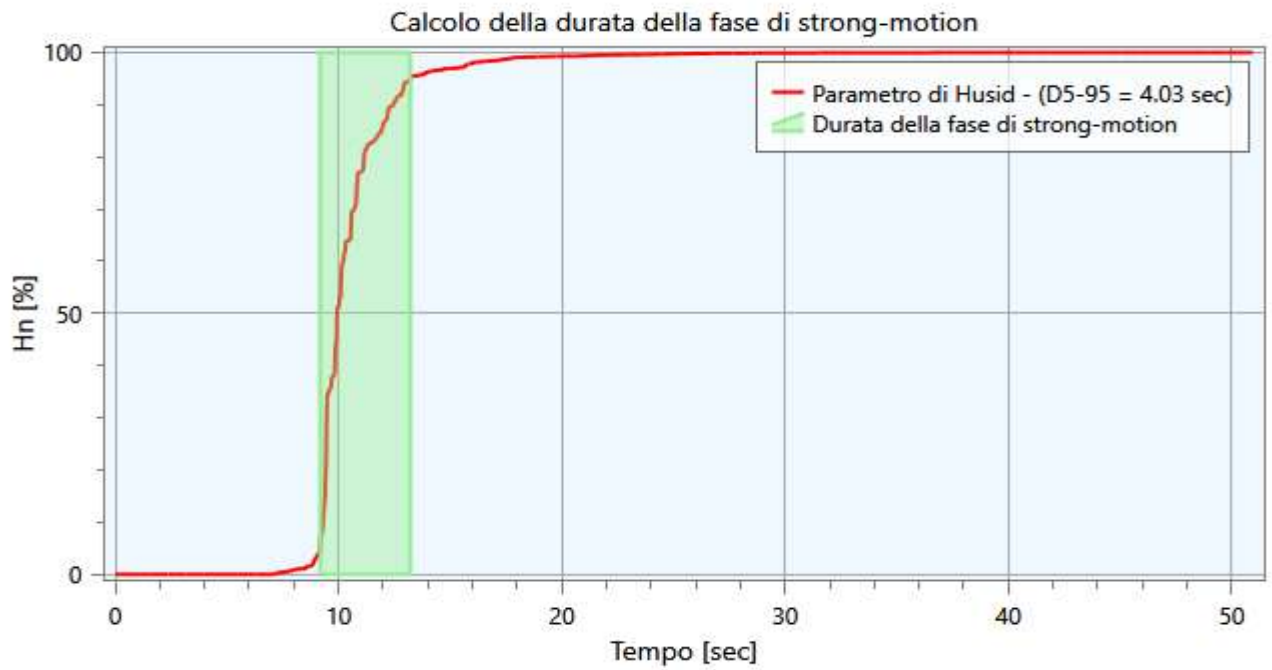
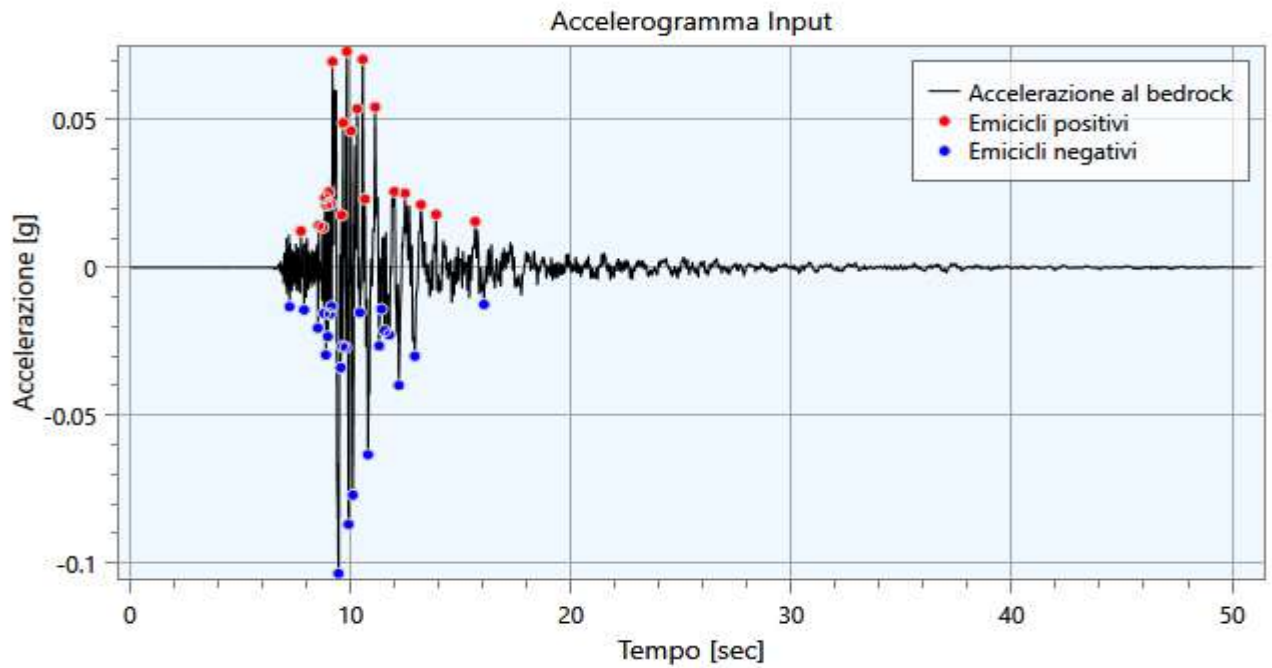
Figura 11 – Estratto tabella accelerogrammi spettro-compattibili (Stato Limite SLD).

Nome: SLD (1)



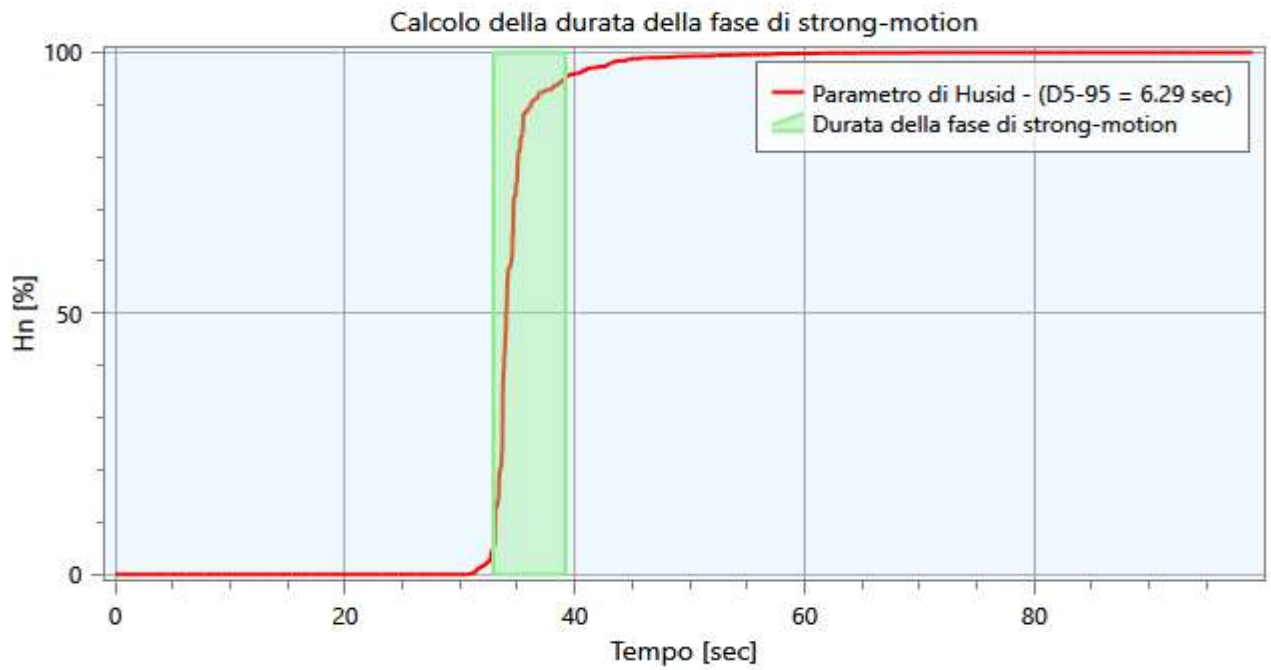
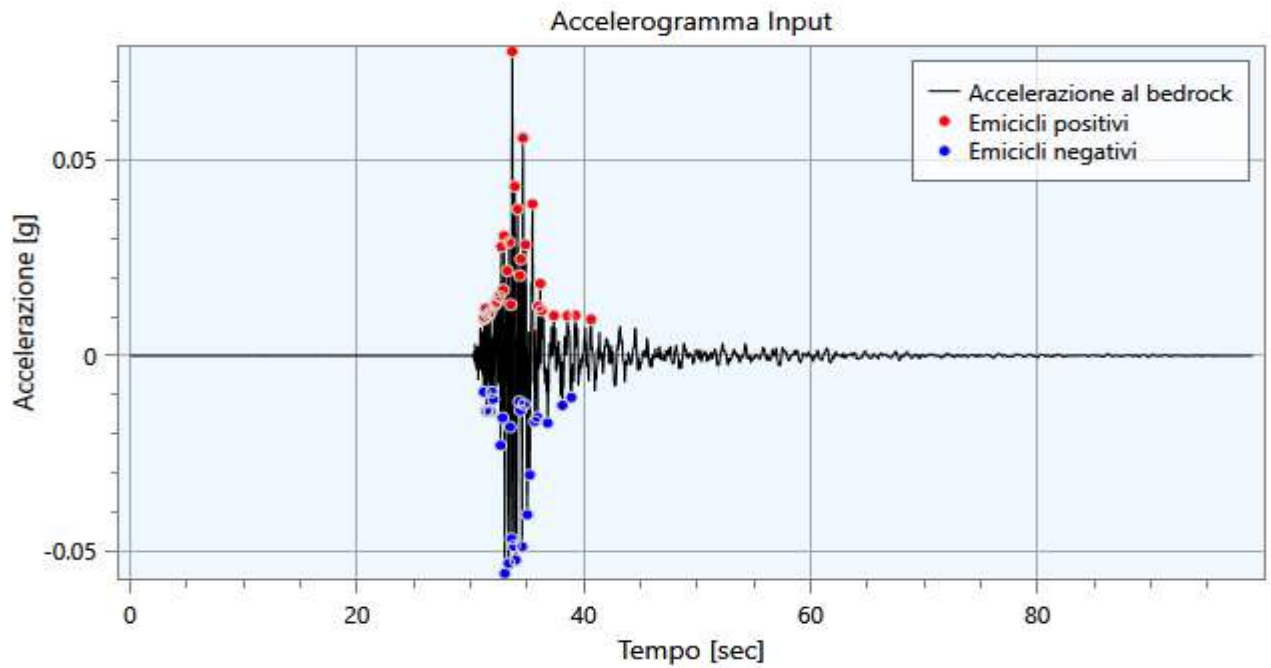
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.10 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 3.2 | Id evento | IT-2012-0061 |
| t_5 [s] | 15.02 | Data | 25/10/2012 |
| t_{95} [s] | 19.91 | M_w | 5.3 |
| D_{5-95} [s] | 4.89 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 13.1 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 6.0 | Nome stazione | LAINO TEMPORANEA |
| | | R_{ep} [km] | 9.4 |

Nome: SLD (2)



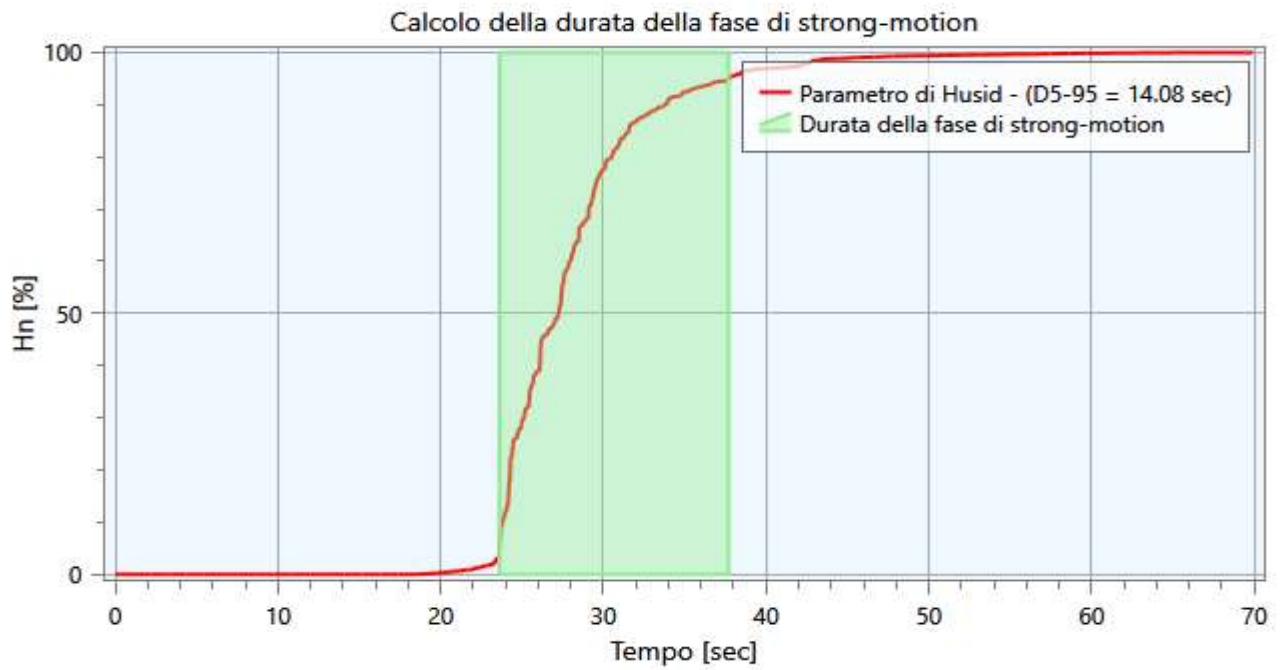
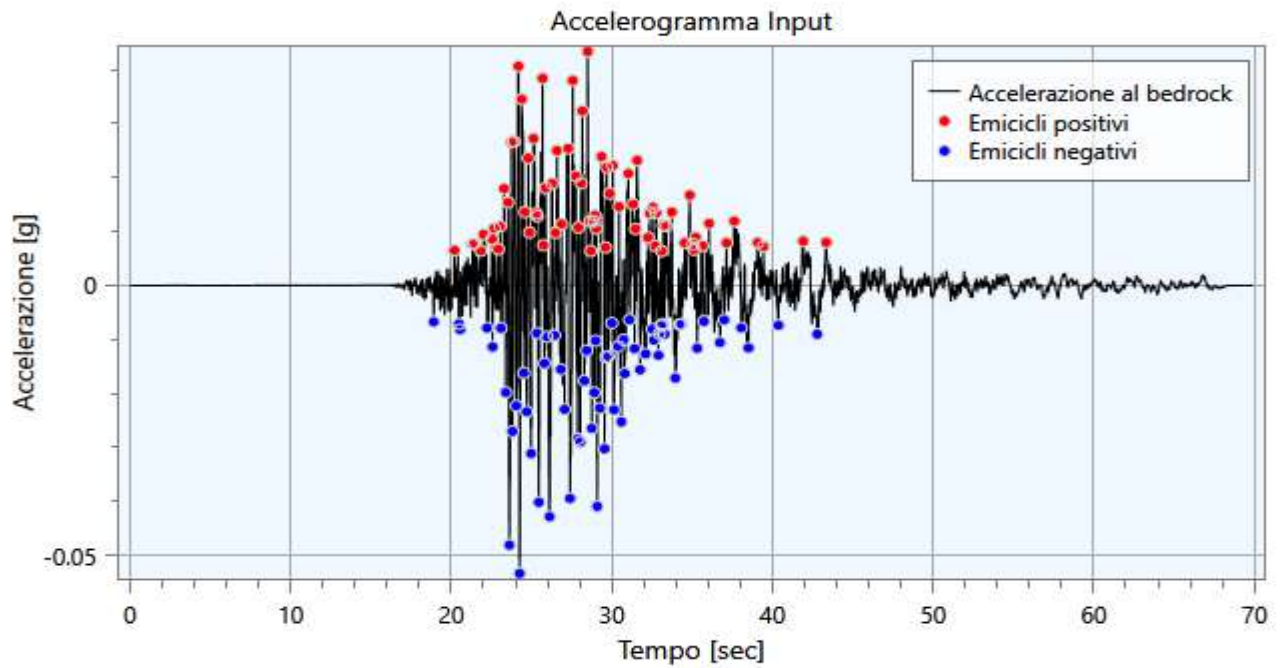
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.10 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 5.8 | Id evento | EMSC-20170118_0000027 |
| t_5 [s] | 9.19 | Data | 18/01/2017 |
| t_{95} [s] | 13.21 | M_w | 5.1 |
| D_{5-95} [s] | 4.03 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 9.7 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 7.3 | Nome stazione | ACCUMOLI |
| | | R_{ep} [km] | 15.2 |

Nome: SLD (3)



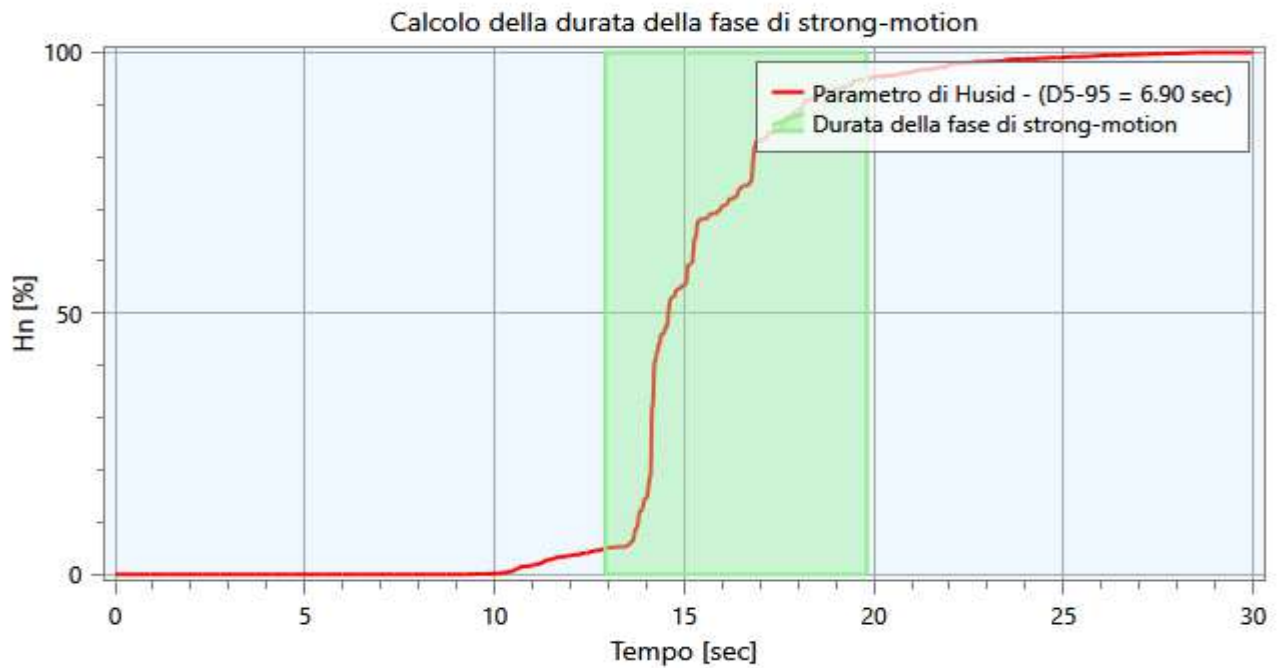
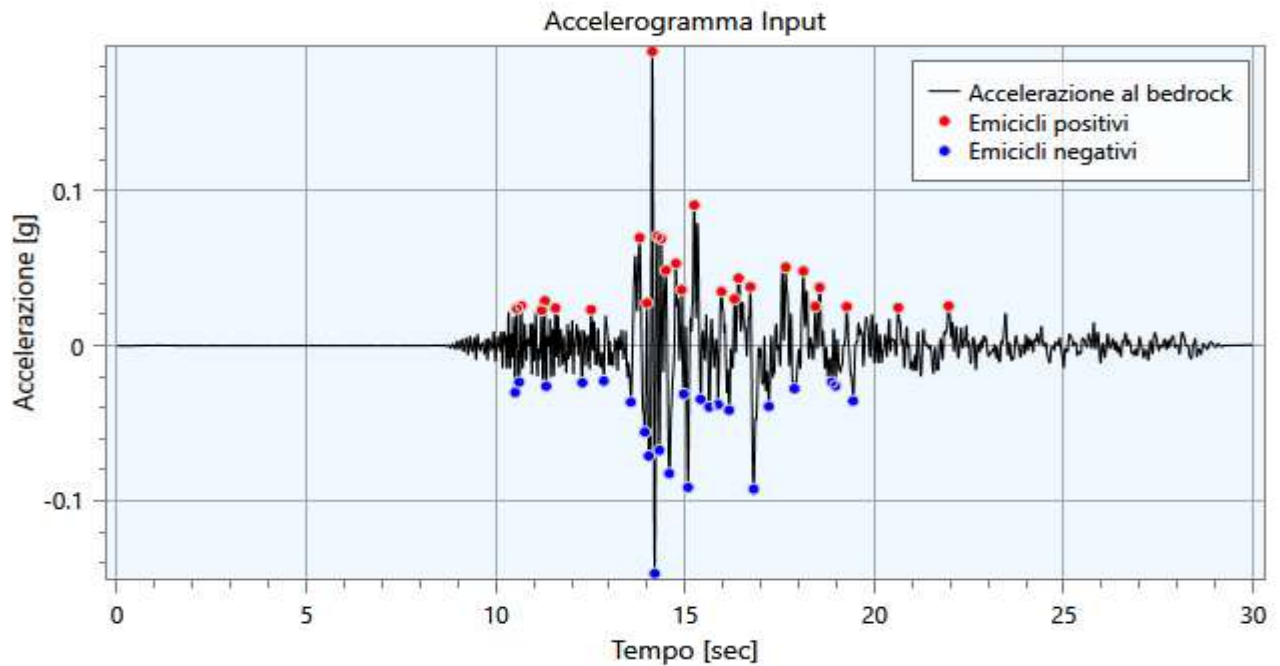
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|------------------------|
| a_{max} [g] | 0.08 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 3.5 | Id evento | IT-2009-0121 |
| t_5 [s] | 32.90 | Data | 09/04/2009 |
| t_{95} [s] | 39.19 | M_w | 5.4 |
| D_{5-95} [s] | 6.29 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 8.2 | Sito EC8 | A |
| N_{eq} [—] | 7.6 | Nome stazione | L AQUILA MONTE PETTINO |
| | | R_{ep} [km] | 11.8 |

Nome: SLD (4)



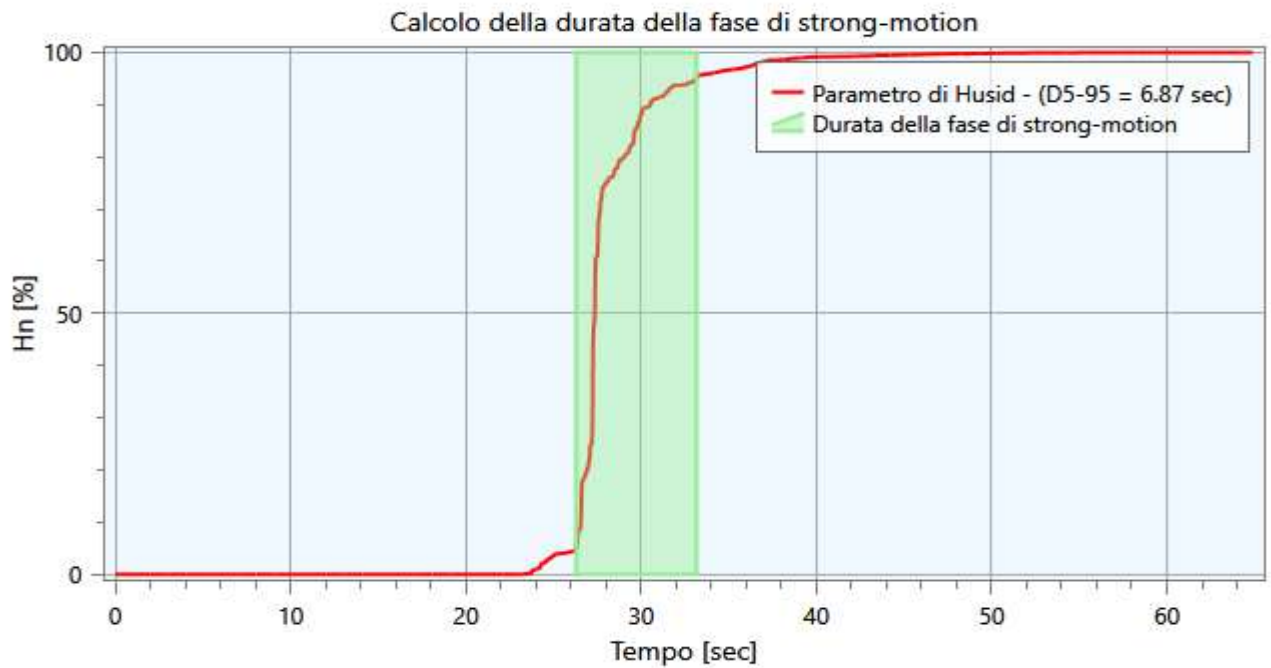
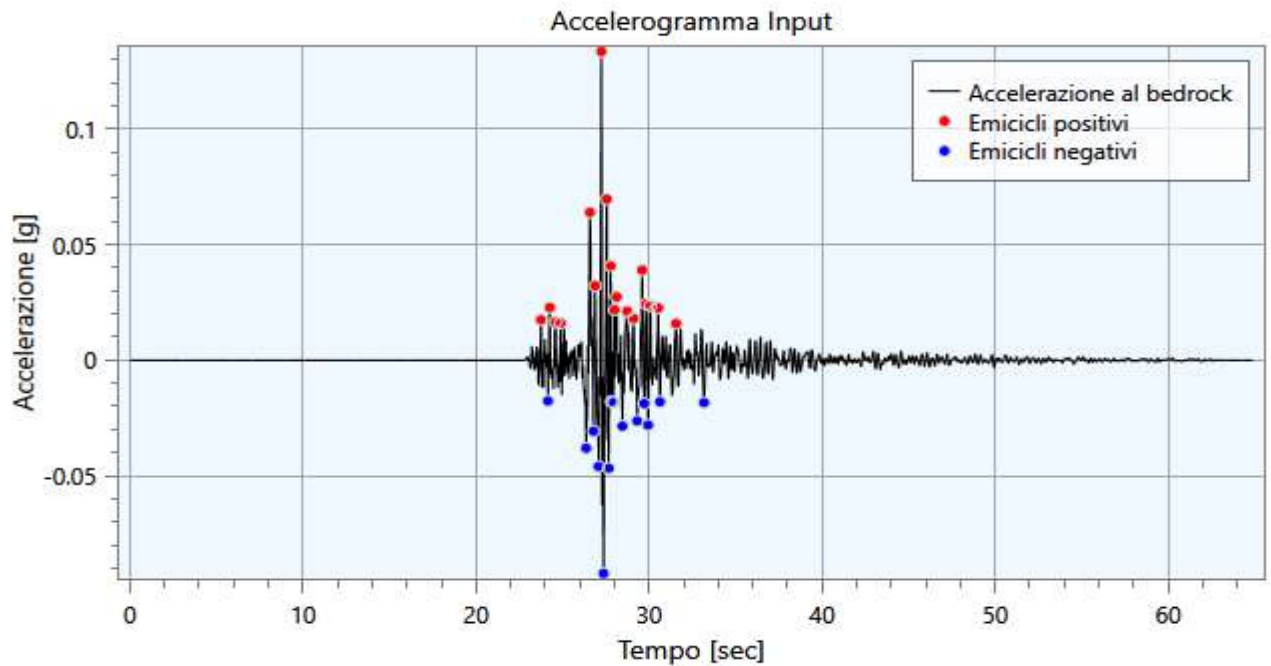
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|-----------------------|
| a_{max} [g] | 0.05 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 3.9 | Id evento | EMSC-20161030_0000029 |
| t_5 [s] | 23.61 | Data | 30/10/2016 |
| t_{95} [s] | 37.69 | M_w | 6.6 |
| D_{5-95} [s] | 14.08 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 12.7 | Sito EC8 | A |
| N_{eq} [-] | 17.6 | Nome stazione | LEONESSA |
| | | R_{ep} [km] | 33.6 |

Nome: SLD (5)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.19 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 12.3 | Id evento | EMSC-20160824_0000006 |
| t_5 [s] | 12.92 | Data | 24/08/2016 |
| t_{95} [s] | 19.82 | M_w | 6.0 |
| D_{5-95} [s] | 6.90 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 11.9 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [-] | 4.4 | Nome stazione | MONTE FEMA |
| | | R_{ep} [km] | 32.9 |

Nome: SLD (6)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|-----------------------------|
| a_{max} [g] | 0.13 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 4.6 | Id evento | IT-2009-0102 |
| t_5 [s] | 26.29 | Data | 07/04/2009 |
| t_{95} [s] | 33.16 | M_w | 5.5 |
| D_{5-95} [s] | 6.87 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 9.4 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 3.4 | Nome stazione | ROVERE ROCCA DI MEZZO AQ |
| | | R_{ep} [km] | 15.6 |

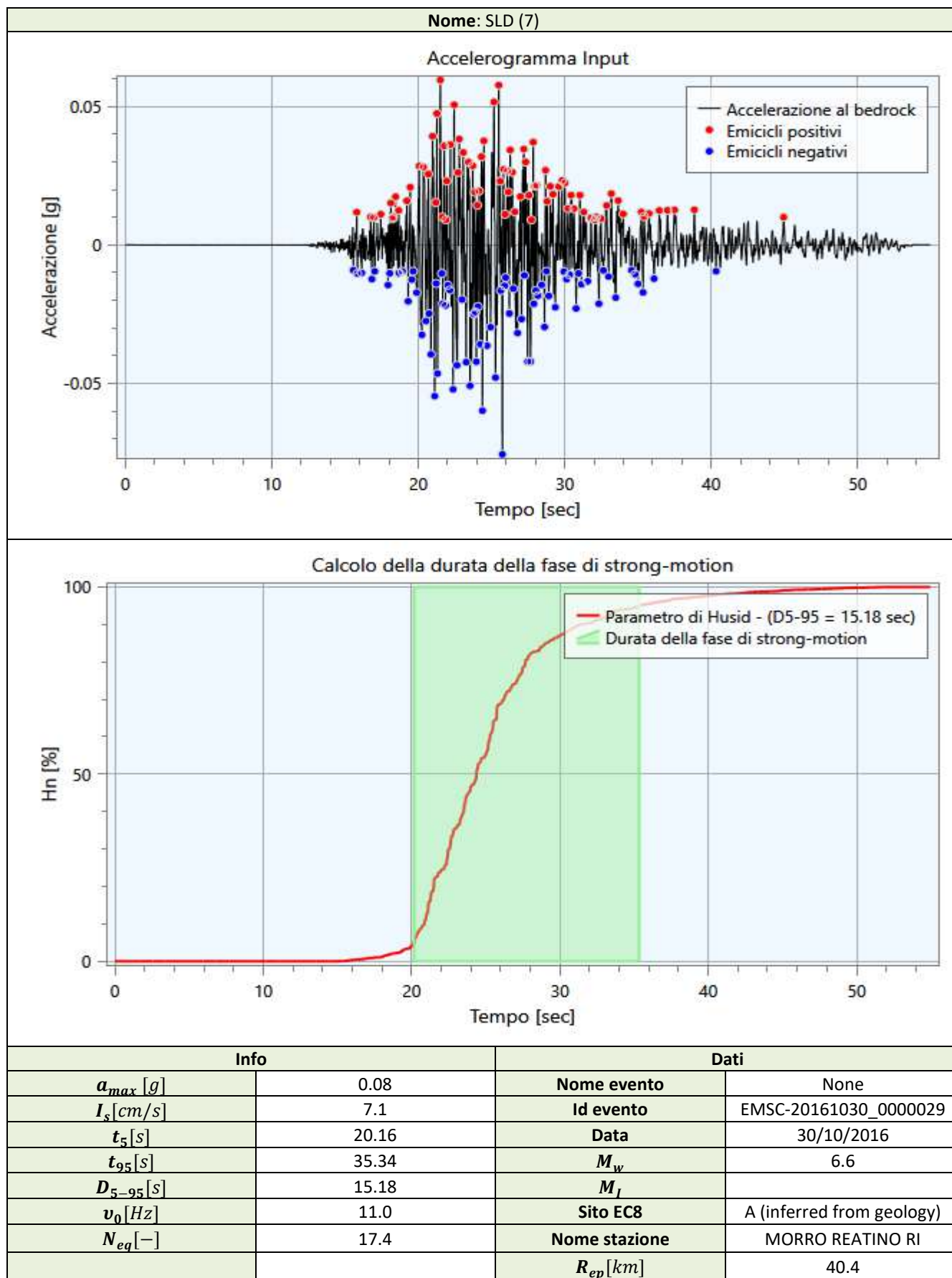


Figura 12 - Accelerogrammi input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLD.

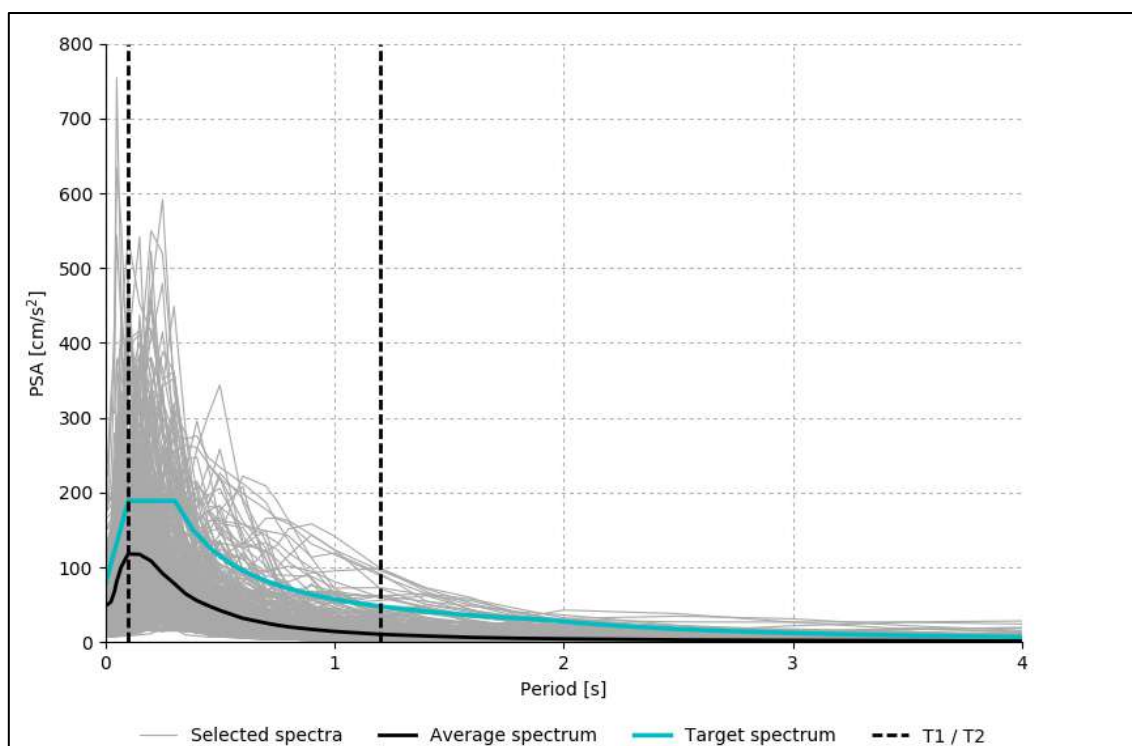


Figura 13 - Forme spettrali degli input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLD.

Stato Limite SLV

Target

NTC18 - Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 2018)

Tipo di spettro: Alto livello di pericolosità

Latitudine [°]: 42.897784

Longitudine [°]: 13.845225

Accelerazione al suolo a_g [g]: 0.16

Categoria Sito: A

Topografia: T1

Vita nominale: 50 anni - Costruzioni con livelli di prestazioni or

Importanza della struttura: III

Stato limite: SLV (10%)

Probabilità di Superamento: 0.5 = 50% In 50 anni, periodo di ritorno 73 anni

Livello di Aggregazione: media

Componente: 1 componente orizzontale

Limite: 500

Classe di sito desunta: ☒

Eventi late-trigger: ☐

Tipo: Classe di sito

Categoria Sito: A ☒ B ☒ C ☐ D ☐ E ☐

T1 [s]: 0.100000

T2 [s]: 1.200000

Tipo di strumento: Digitale

Meccanismo focale: Qualunque

CRITERIO: Magnitudo-Distanza

Periodo di ritorno: 712

Tipo di magnitudo: Magnitudo momento o locale

Modo: Modo 1

Parametro: PGA

Ripristina

LABEL_M_MIN: 4

LABEL_M_MAX: 6.5

R minima [km]: 0

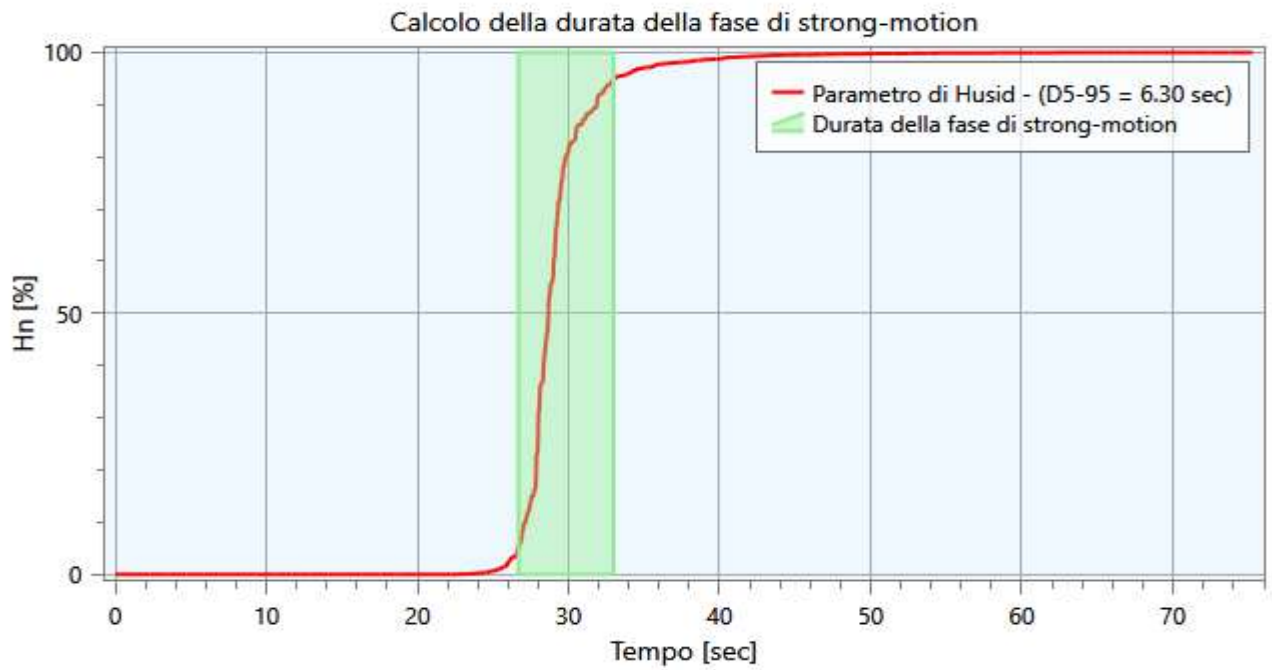
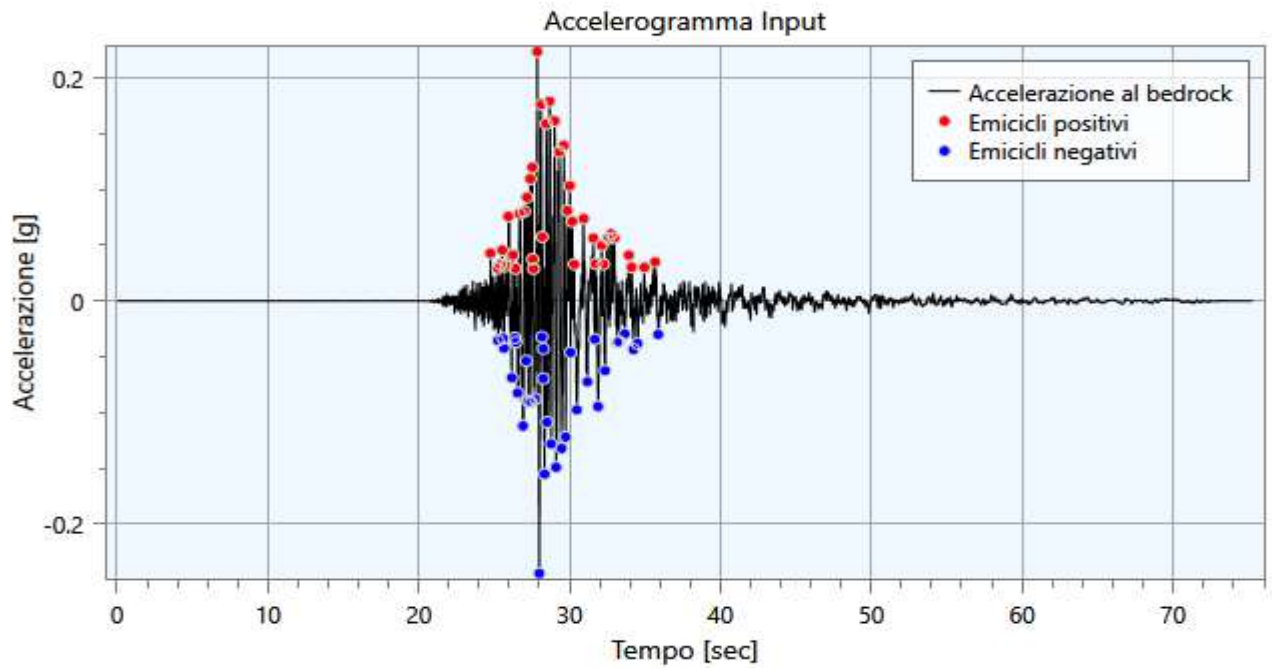
R massima [km]: 30

Figura 14 – Estratto tabella dati di ricerca software REXELWeb per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

| Combinazione | ID registrazione | ID (TACA) | Codice rete | Codice stazione | ID sensore | Strumento | Orientamento | ML | MW | Tipologie di faglia | Distanza epicentrale [km] | Classe EC8 | V_{s30} [m/s] | Punteggio | Fattore di scala |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|------------|-----------|--------------|-----|-----|---------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------|------------------|
| 1 | IT.NRC.HG.EMSC-20161026_0000095 | EMSC-20161026_0000095 | IT | NRC | | HG | E | 5.6 | 5.9 | Normal faulting | 13.6 | B | 498 | E: 0.214 | E: 1.000 |
| 1 | IT.MMO.HG.EMSC-20161026_0000095 | EMSC-20161026_0000095 | IT | MMO | | HG | N | 5.6 | 5.9 | Normal faulting | 13.3 | B | | N: 0.251 | N: 1.000 |
| 1 | 3A.MZ63.HN.EMSC-20161030_0000029 | EMSC-20161030_0000029 | 3A | MZ63 | | HN | E | 5.5 | 6.6 | Normal faulting | 28.3 | B | 562 | E: 0.290 | E: 1.000 |
| 1 | IT.NRC.HG.EMSC-20161026_0000077 | EMSC-20161026_0000077 | IT | NRC | | HG | N | 5.2 | 5.5 | Normal faulting | 11.2 | B | 498 | N: 0.229 | N: 1.000 |
| 1 | IT.AQK.HN.IT-2009-0009 | IT-2009-0009 | IT | AQK | | HN | N | | 6.1 | Normal faulting | 1.8 | B | 705 | N: 0.780 | N: 1.000 |
| 1 | IT.MSCT.HG.EMSC-20170118_0000034 | EMSC-20170118_0000034 | IT | MSCT | | HG | E | 5.4 | 5.5 | Normal faulting | 6.1 | B | 652 | E: 0.262 | E: 1.000 |
| 1 | IV.T1216.HN.EMSC-20161026_0000095 | EMSC-20161026_0000095 | IV | T1216 | | HN | E | 5.6 | 5.9 | Normal faulting | 10.2 | B | | E: 0.203 | E: 1.000 |

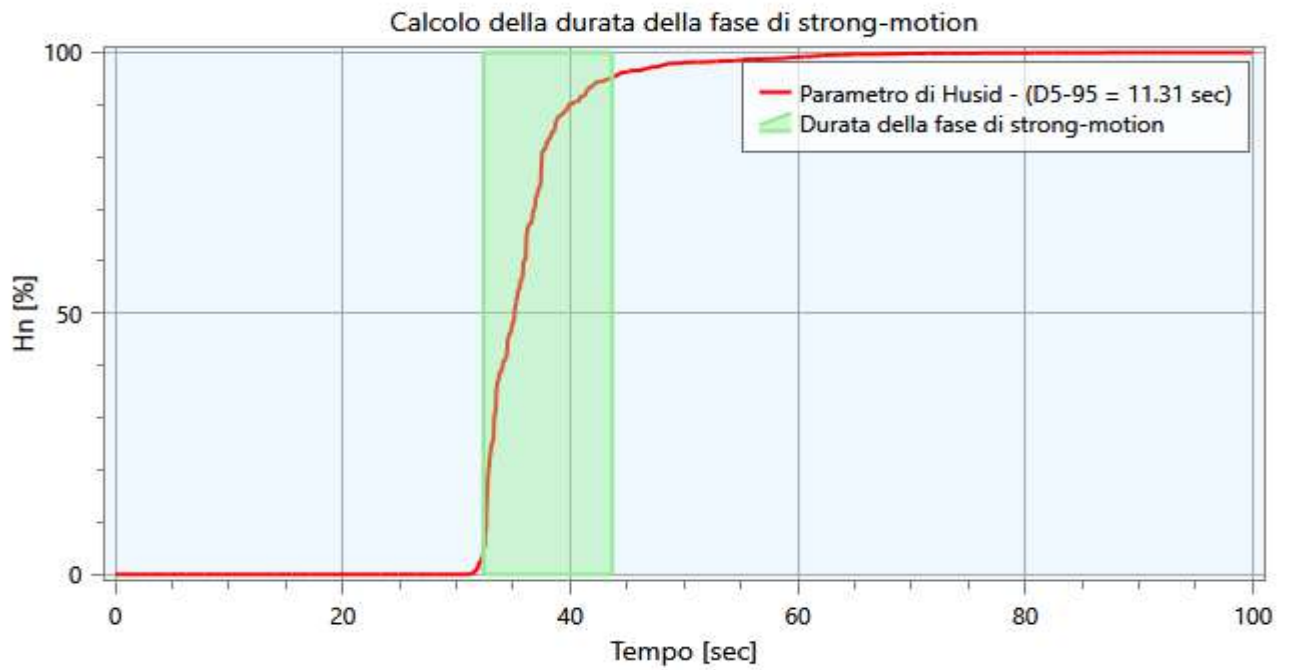
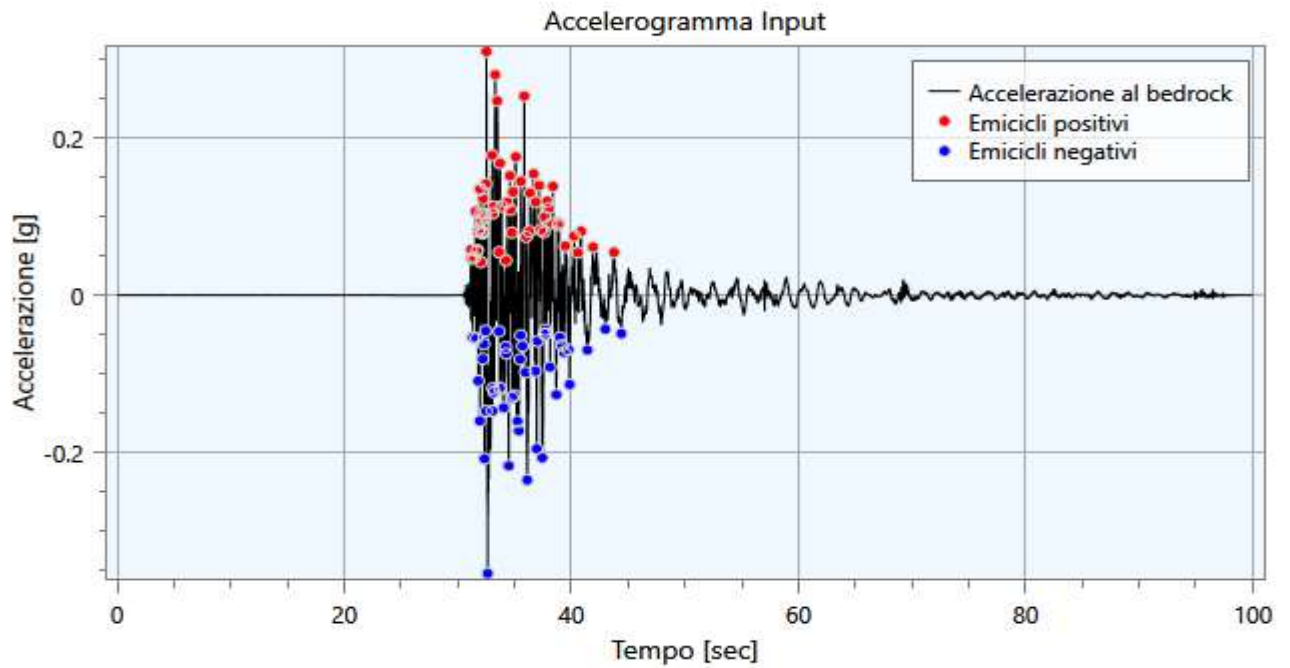
Figura 15 – Estratto tabella accelerogrammi spettro-compattibili (Stato Limite SLV).

Nome: SLV (1)



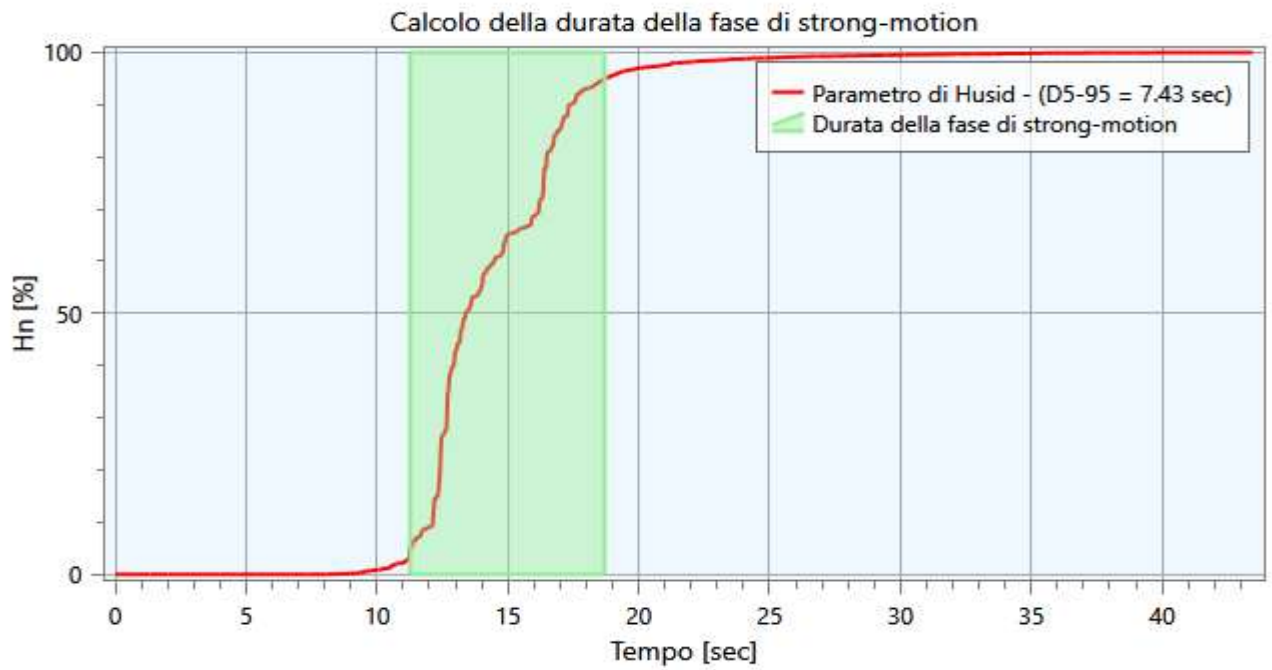
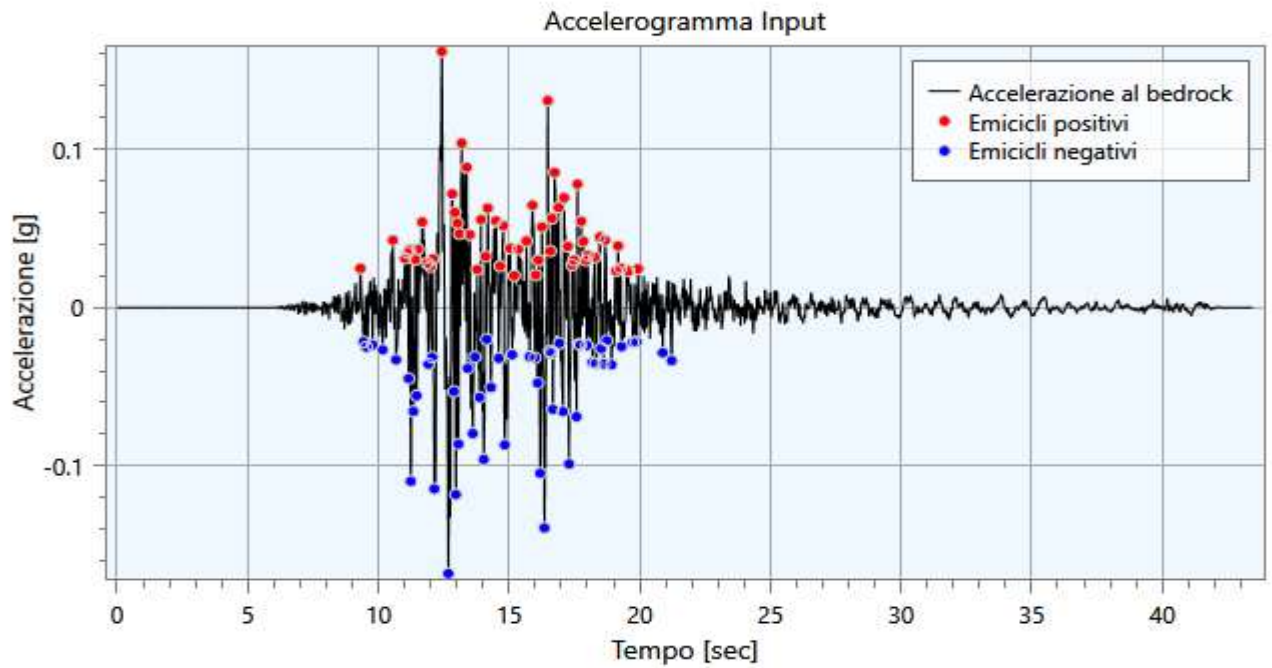
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|----------------------------------|
| a_{max} [g] | 0.24 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 49.3 | Id evento | EMSC-20161030_0000029 |
| t_5 [s] | 26.68 | Data | 30/10/2016 |
| t_{95} [s] | 32.98 | M_w | 6.6 |
| D_{5-95} [s] | 6.30 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 10.8 | Sito EC8 | B |
| N_{eq} [—] | 10.5 | Nome stazione | COLLECTRETA IDPA CNR IMAA CNR |
| | | R_{ep} [km] | 28.3 |

Nome: SLV (2)



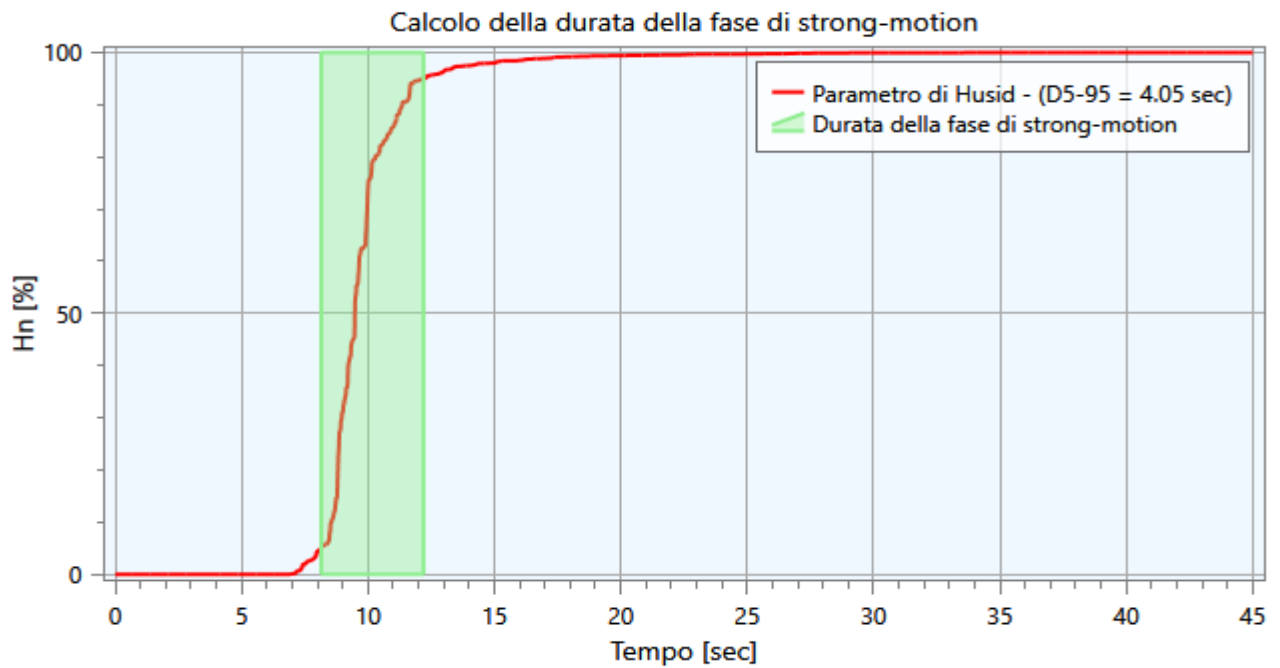
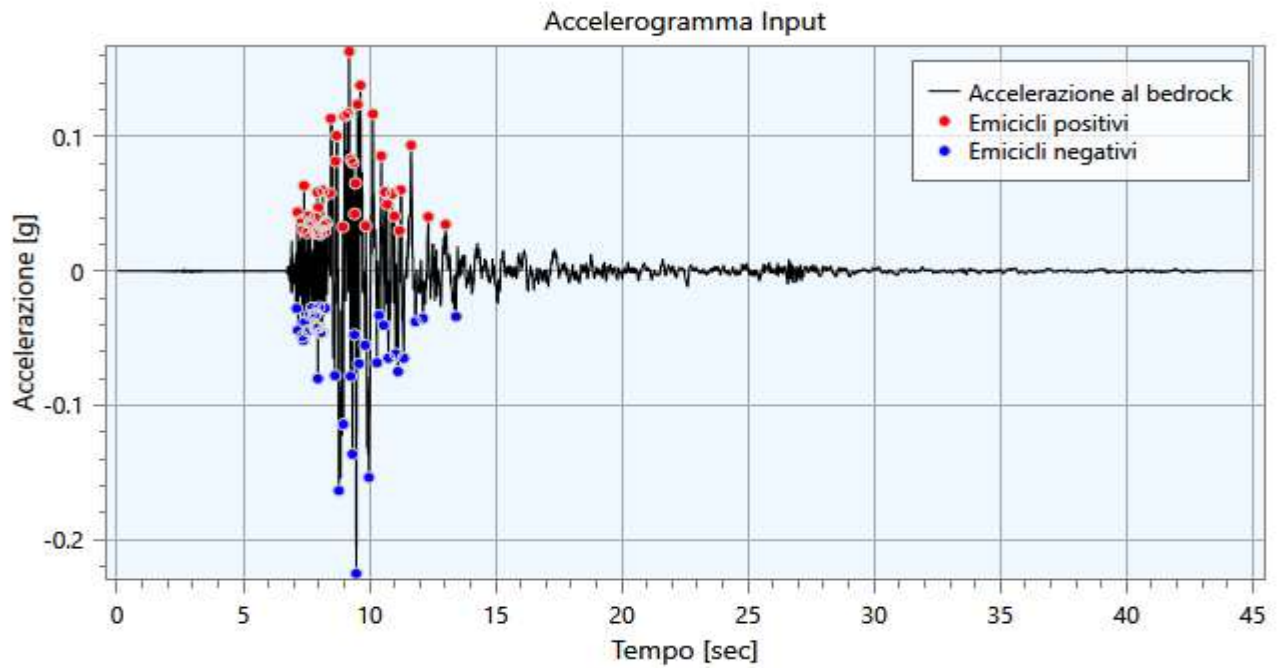
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| a_{max} [g] | 0.35 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 121.8 | Id evento | IT-2009-0009 |
| t_5 [s] | 32.38 | Data | 06/04/2009 |
| t_{95} [s] | 43.69 | M_w | 6.1 |
| D_{5-95} [s] | 11.31 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 10.5 | Sito EC8 | B |
| N_{eq} [—] | 12.7 | Nome stazione | L AQUILA V. ATERNO AQUIL PARK ING. |
| | | R_{ep} [km] | 1.8 |

Nome: SLV (3)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.17 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 25.8 | Id evento | EMSC-20161026_0000095 |
| t_5 [s] | 11.26 | Data | 26/10/2016 |
| t_{95} [s] | 18.69 | M_w | 5.9 |
| D_{5-95} [s] | 7.43 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 15.2 | Sito EC8 | B (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 13.1 | Nome stazione | MONTEMONACO |
| | | R_{ep} [km] | 15.3 |

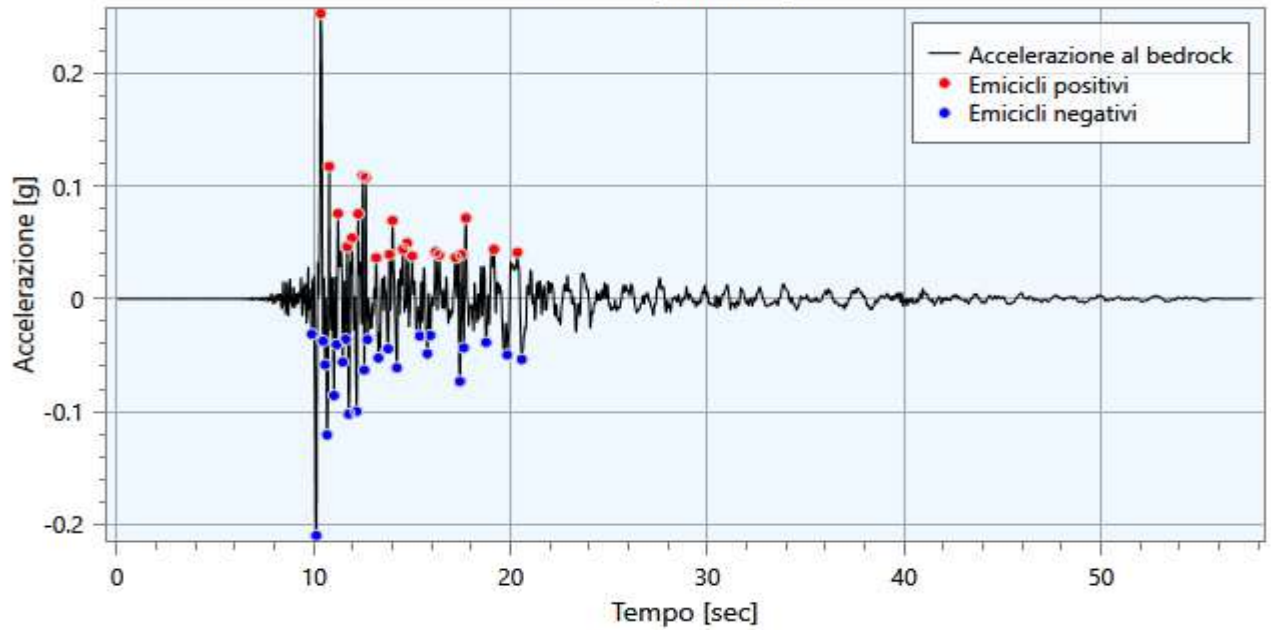
Nome: SLV (4)



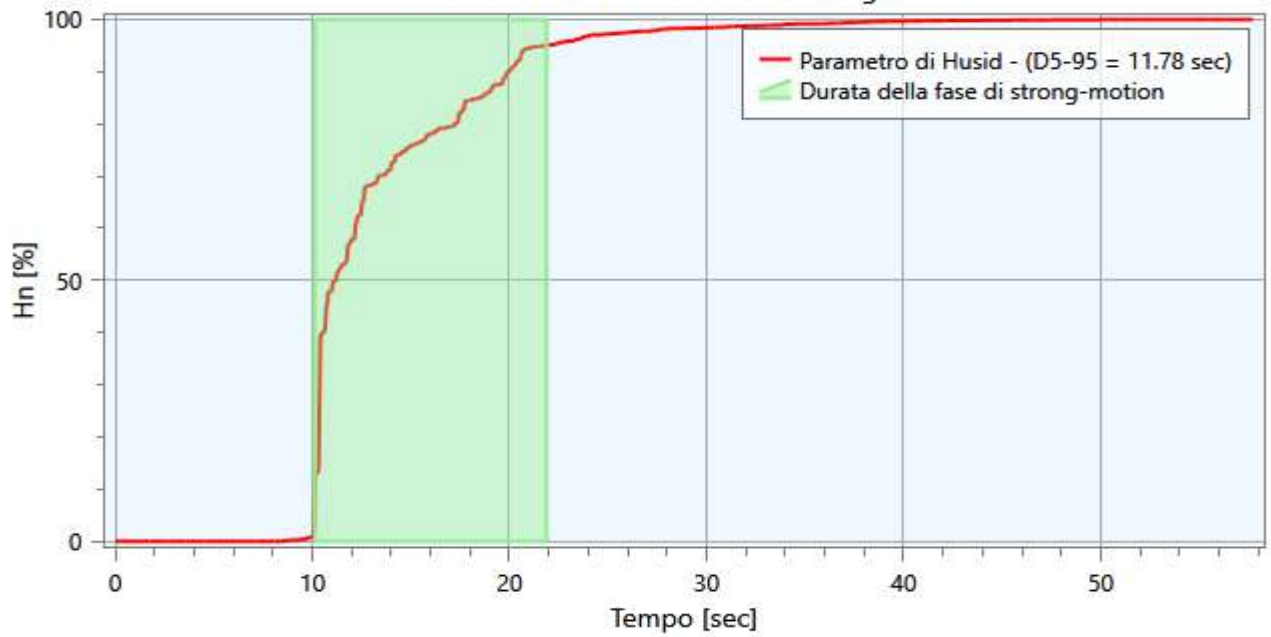
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.23 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 21.3 | Id evento | EMSC-20170118_0000034 |
| t_5 [s] | 8.15 | Data | 18/01/2017 |
| t_{95} [s] | 12.20 | M_w | 5.5 |
| D_{5-95} [s] | 4.05 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 17.2 | Sito EC8 | B |
| N_{eq} [—] | 8.4 | Nome stazione | MASCONI (CAMPOTOSTO) 2 |
| | | R_{ep} [km] | 6.1 |

Nome: SLV (5)

Accelerogramma Input

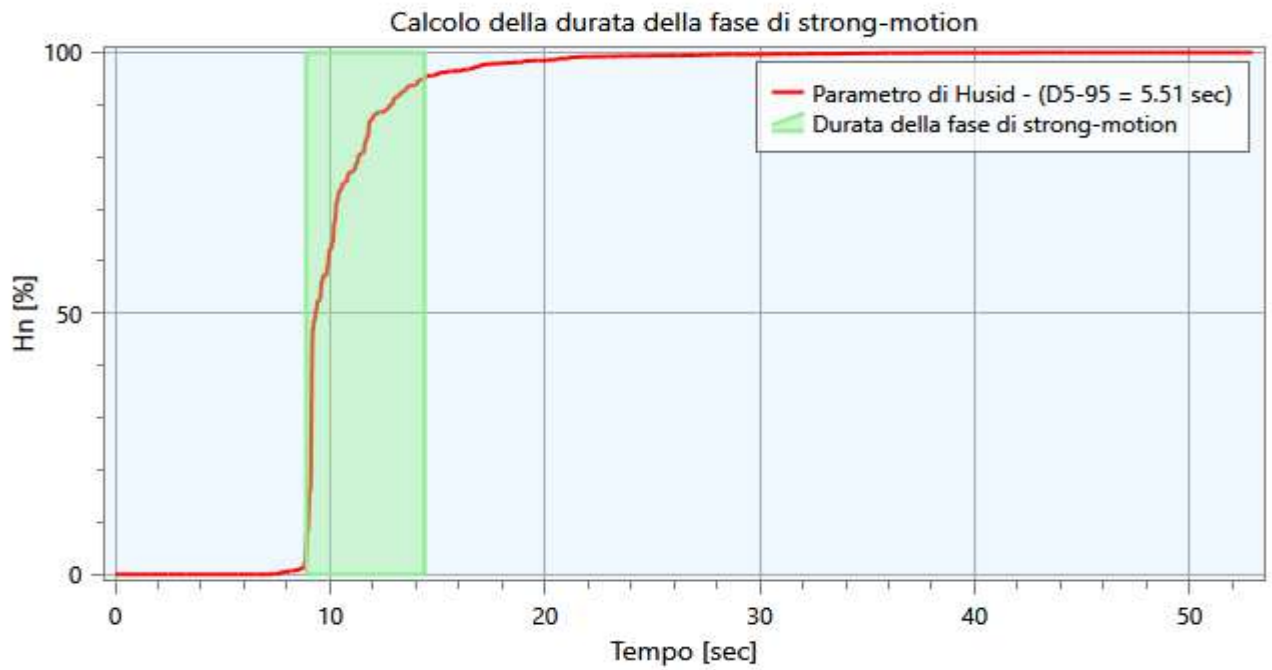
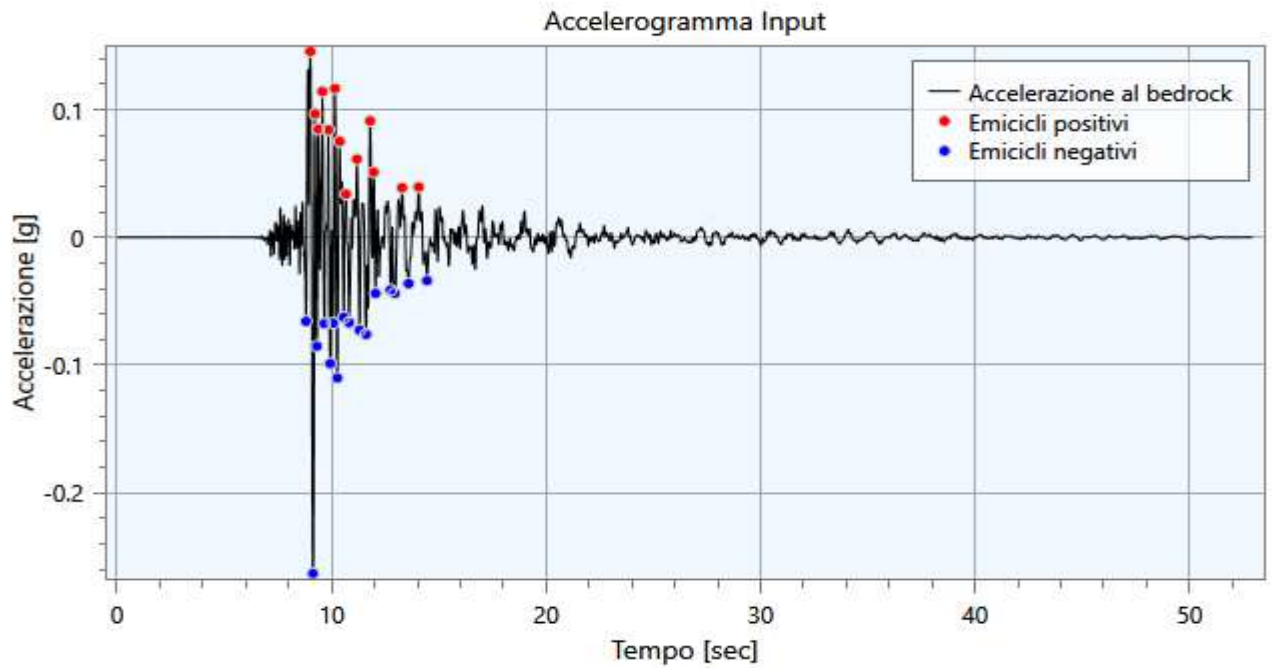


Calcolo della durata della fase di strong-motion



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|-----------------------|
| a_{max} [g] | 0.25 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 30.5 | Id evento | EMSC-20161026_0000095 |
| t_5 [s] | 10.11 | Data | 26/10/2016 |
| t_{95} [s] | 21.89 | M_w | 5.9 |
| D_{5-95} [s] | 11.78 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 7.9 | Sito EC8 | B |
| N_{eq} [-] | 4.4 | Nome stazione | NORCIA |
| | | R_{ep} [km] | 13.6 |

Nome: SLV (6)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|-----------------------|
| a_{max} [g] | 0.26 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 24.9 | Id evento | EMSC-20161026_0000077 |
| t_5 [s] | 8.89 | Data | 26/10/2016 |
| t_{95} [s] | 14.40 | M_w | 5.5 |
| D_{5-95} [s] | 5.51 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 6.8 | Sito EC8 | B |
| N_{eq} [-] | 3.4 | Nome stazione | NORCIA |
| | | R_{ep} [km] | 11.2 |

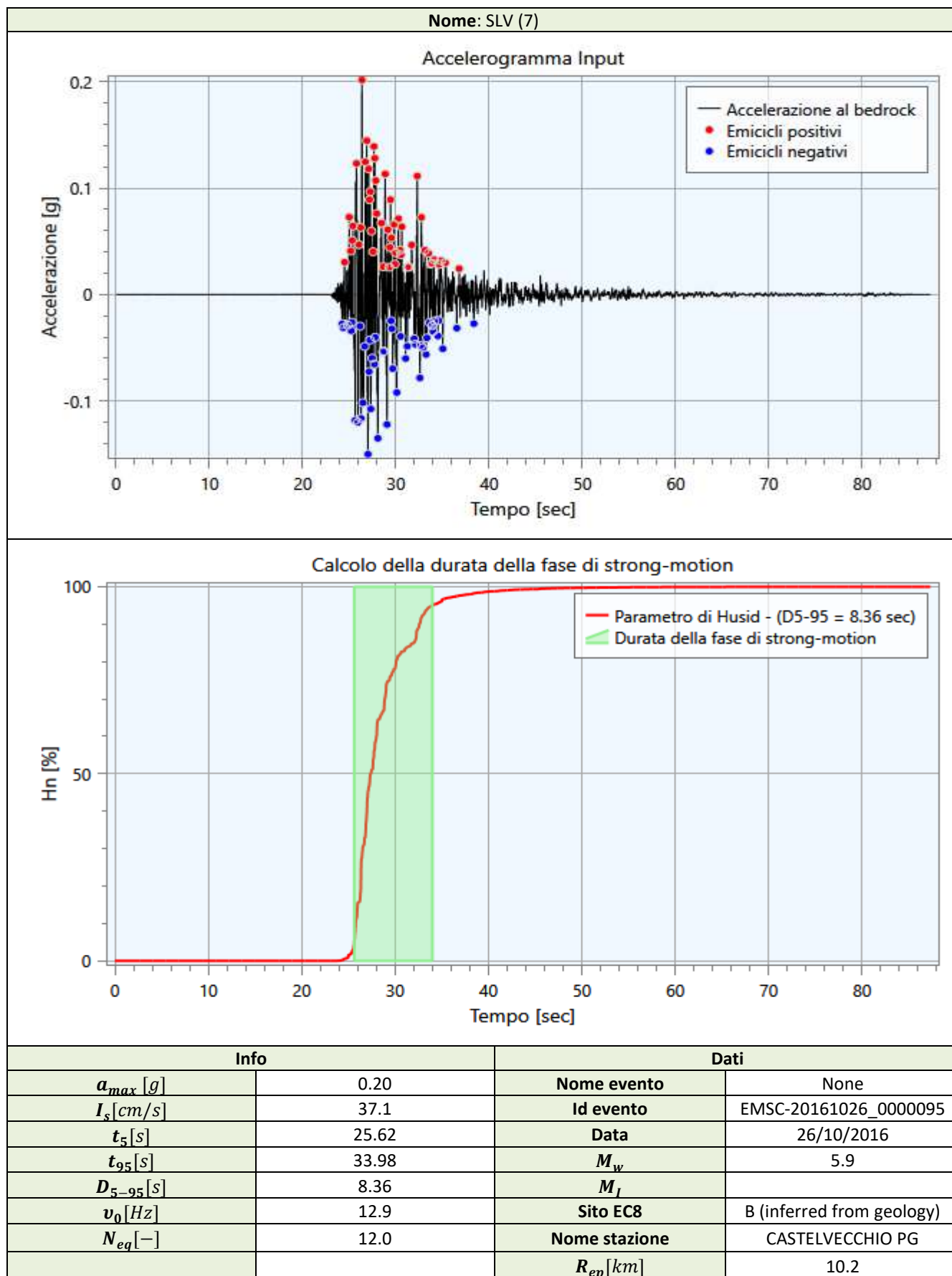


Figura 16 - Accelerogrammi input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLV.

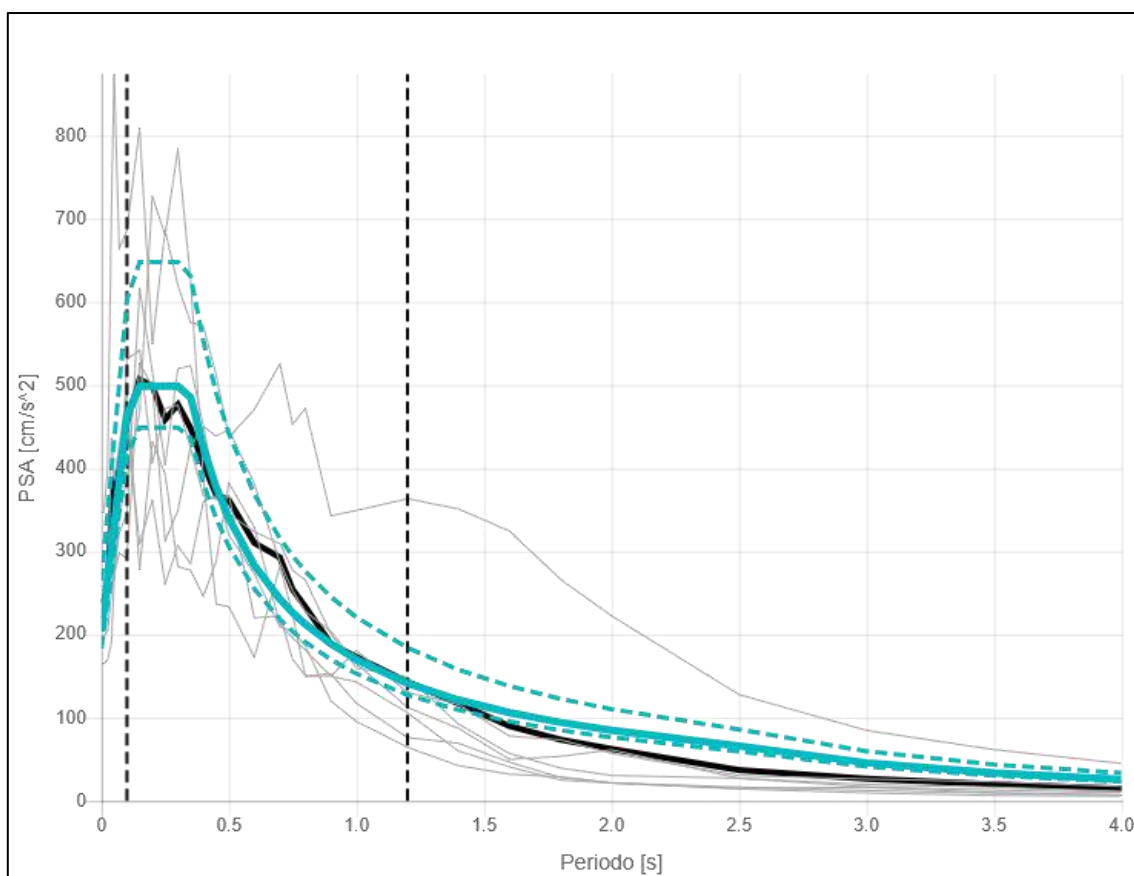


Figura 17 - Forme spettrali degli input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLV.

Stato Limite SLC

Target
NTC18 - Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 2018)

Tipo di spettro: Alto livello di pericolosità
Latitudine [°]: 42.897784
Longitudine [°]: 13.845225

Accelerazione al suolo ag [g]: 0.16

Categoria Sito: A
Topografia: T1

Vita nominale: 50 anni - Costruzioni con livelli di prestazioni or
Importanza della struttura: III
Stato limite: SLC (5%)

Probabilità di Superamento: 0.5 = 50% in 50 anni, periodo di ritorno 73 anni
Livello di Aggregazione: media

Componente: 1 componente orizzontale
Limite: 500
Classe di sito desunta: ☒
Eventi late-trigger: ☐

Tipo: Classe di sito
Categoria Sito: A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E

T1 [s]: 0.100000
T2 [s]: 1.200000
Tipo di strumento: Digitale
Meccanismo focale: Qualunque

CRITERIO: Magnitudo-Distanza
Periodo di ritorno: 1462

Tipo di magnitudo: Magnitudo momento o locale
Modo: Modo 1
Parametro: PGA

LABEL_M_MIN_ABS: 4
LABEL_M_MAX_ABS: 6.5
R minima [km]: 0
R massima [km]: 30

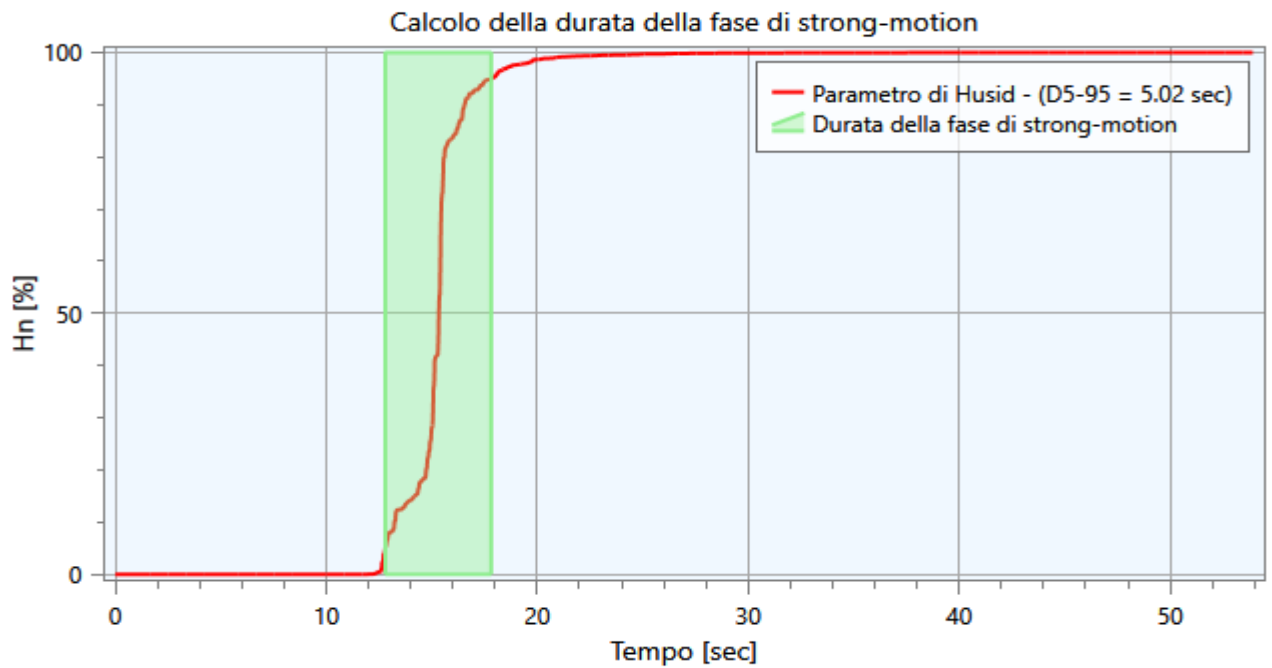
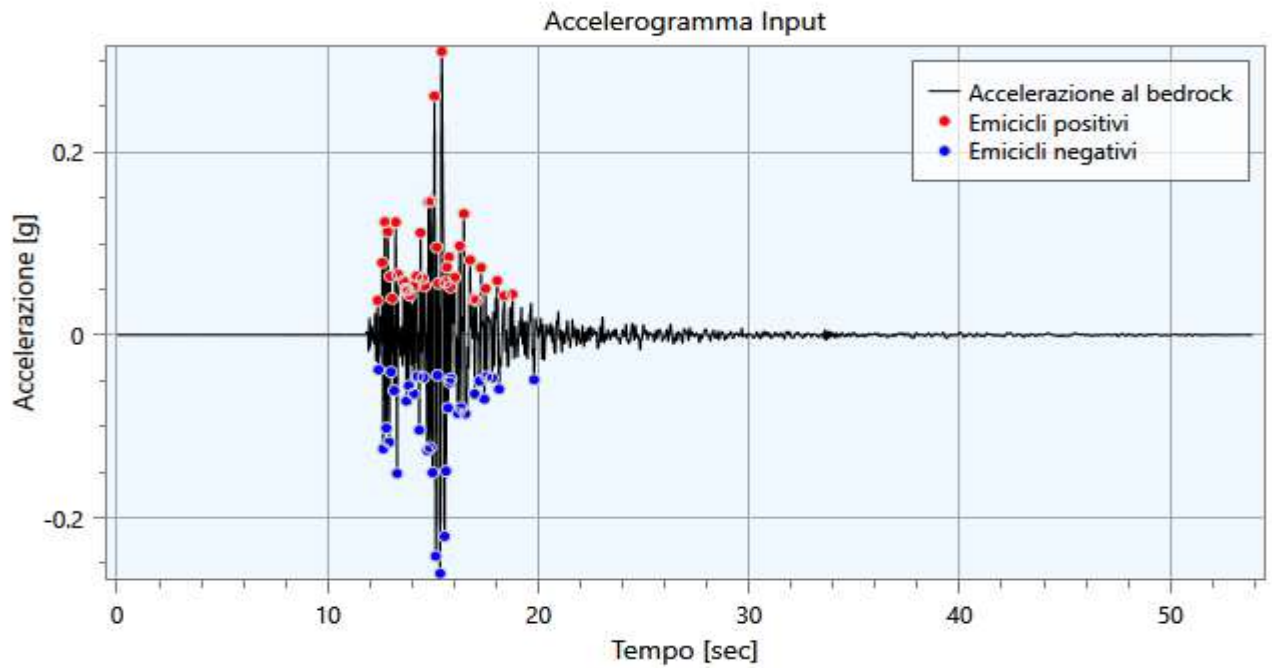
Ripristina

Figura 18 – Estratto tabella dati di ricerca software REXELWeb per lo stato limite di collasso (SLC).

| Combinazione e | ID registrazione | ID ITACA | Codice rete | Codice stazione | ID sensore | Strumento | Orientam ento | ML | MW | Tipologia di faglia | Distanza epicentrale [km] | Classe EC8 | Vs30 [m/s] | Punteggio | Fattore di scala |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|------------|-----------|------------------|-----|-----|----------------------|---------------------------------|---------------|------------|-----------|---------------------|
| 1 | IV.ILLI.00.HN.IT-2010-8032 | IT-2010-8032 | IV | ILLI | 00 | HN | E | 4.8 | 4.7 | Strike-slip faulting | 11.4 | A | | E: 0.348 | E: 1.000 |
| 1 | IV.EVRN.JH.NEMSC-20181226_0000014 | EMSC-20181226_0000014 | IV | EVRN | | HN | E | 4.8 | 5.0 | Strike-slip faulting | 5.3 | A | | E: 0.278 | E: 1.000 |
| 1 | 4A.MI05.HN.IT-2009-0102 | IT-2009-0102 | 4A | MI05 | | HN | N | 5.4 | 5.5 | Normal faulting | 3.6 | A | | N: 6.580 | N: 1.000 |
| 1 | IV.T1256.HN.NEMSC-20161030_0000029 | EMSC-20161030_0000029 | IV | T1256 | | HN | E | 5.9 | 6.6 | Normal faulting | 20.5 | A | | E: 0.515 | E: 1.000 |
| 1 | IV.T1212.HN.NEMSC-20161030_0000029 | EMSC-20161030_0000029 | IV | T1212 | | HN | N | 5.9 | 6.6 | Normal faulting | 11.6 | A | | N: 6.277 | N: 1.000 |
| 1 | IT.SVN.JHG.EMSC-20181226_0000014 | EMSC-20181226_0000014 | IT | SVN | | HG | E | 4.8 | 5.0 | Strike-slip faulting | 4.5 | A | | E: 0.562 | E: 1.000 |
| 1 | IT.ACC.JHG.EMSC-20181030_0000029 | EMSC-20181030_0000029 | IT | ACC | | HG | E | 5.5 | 6.6 | Normal faulting | 18.5 | A | | E: 0.738 | E: 1.000 |

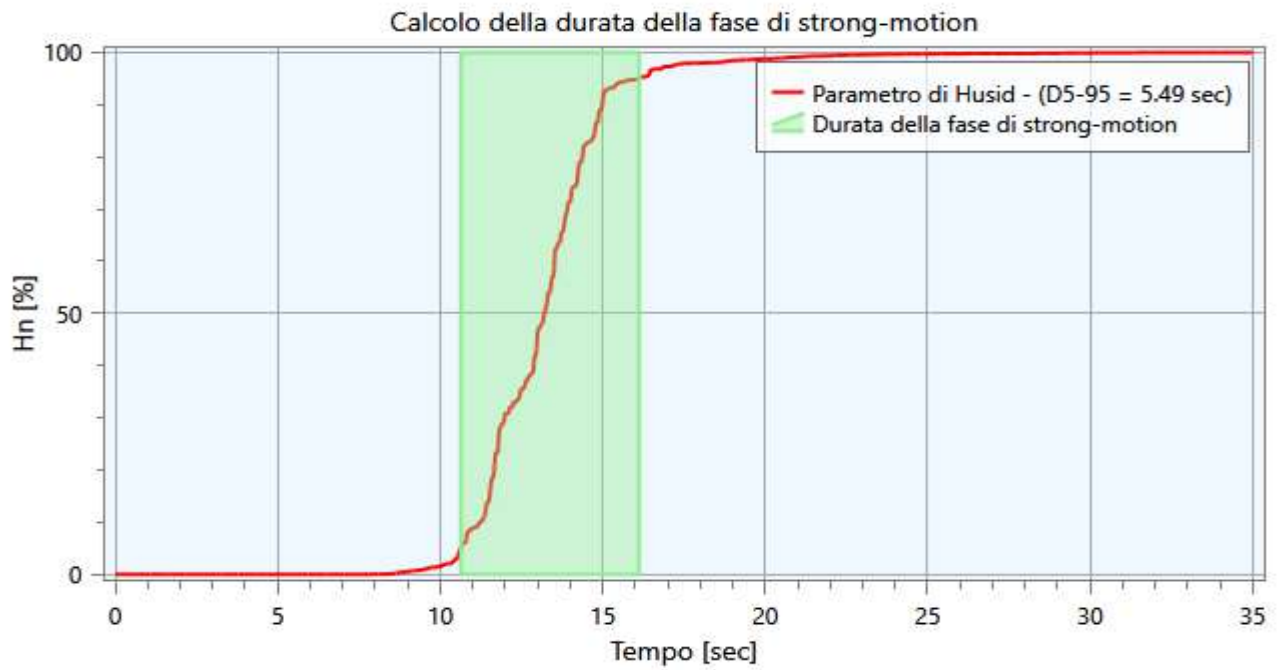
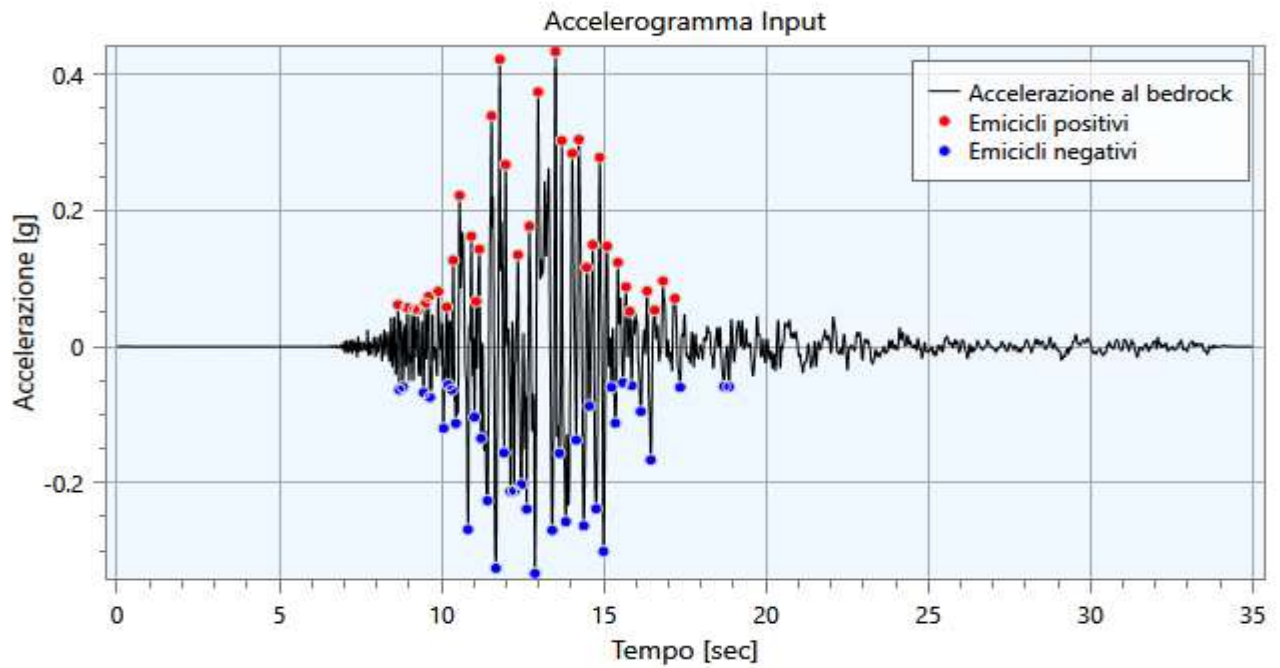
Figura 19 – Estratto tabella accelerogrammi spettro-compattibili (Stato Limite SLC).

Nome: SLC (1)



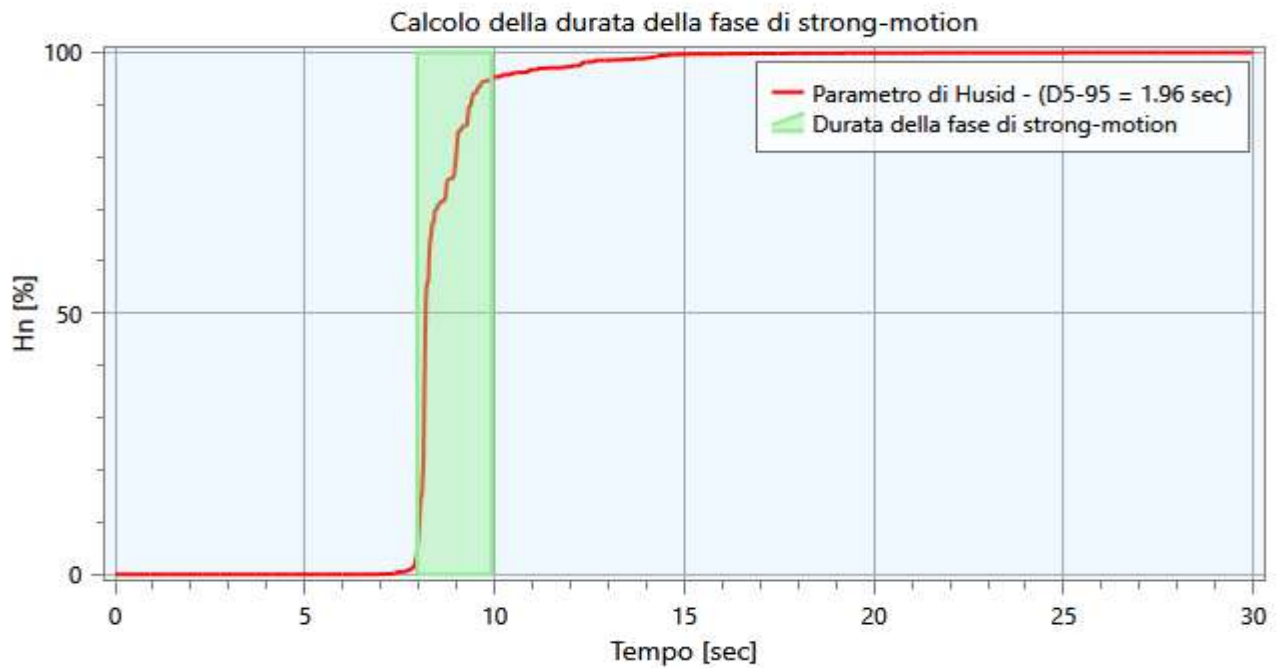
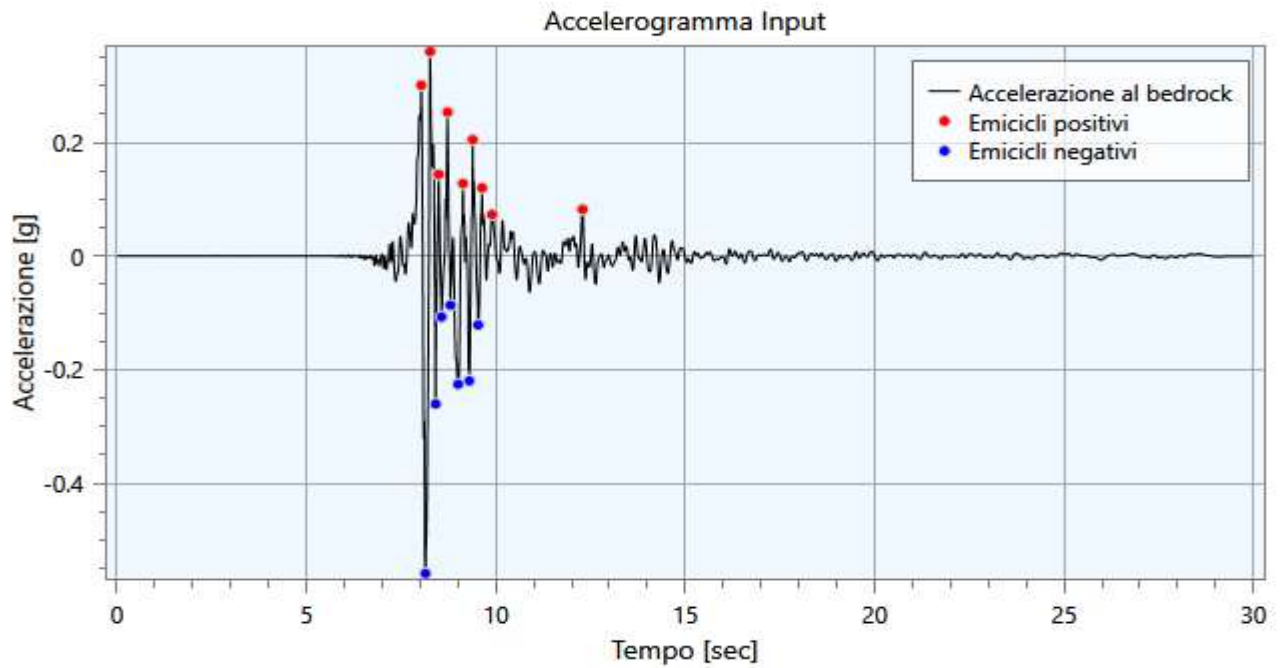
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|-------------------------------|
| a_{max} [g] | 0.31 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 49.8 | Id evento | IT-2009-0102 |
| t_5 [s] | 12.80 | Data | 07/04/2009 |
| t_{95} [s] | 17.81 | M_w | 5.5 |
| D_{5-95} [s] | 5.02 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 15.5 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 8.6 | Nome stazione | S. EUSANIO FORCONESE ITALY |
| | | R_{ep} [km] | 3.6 |

Nome: SLC (2)



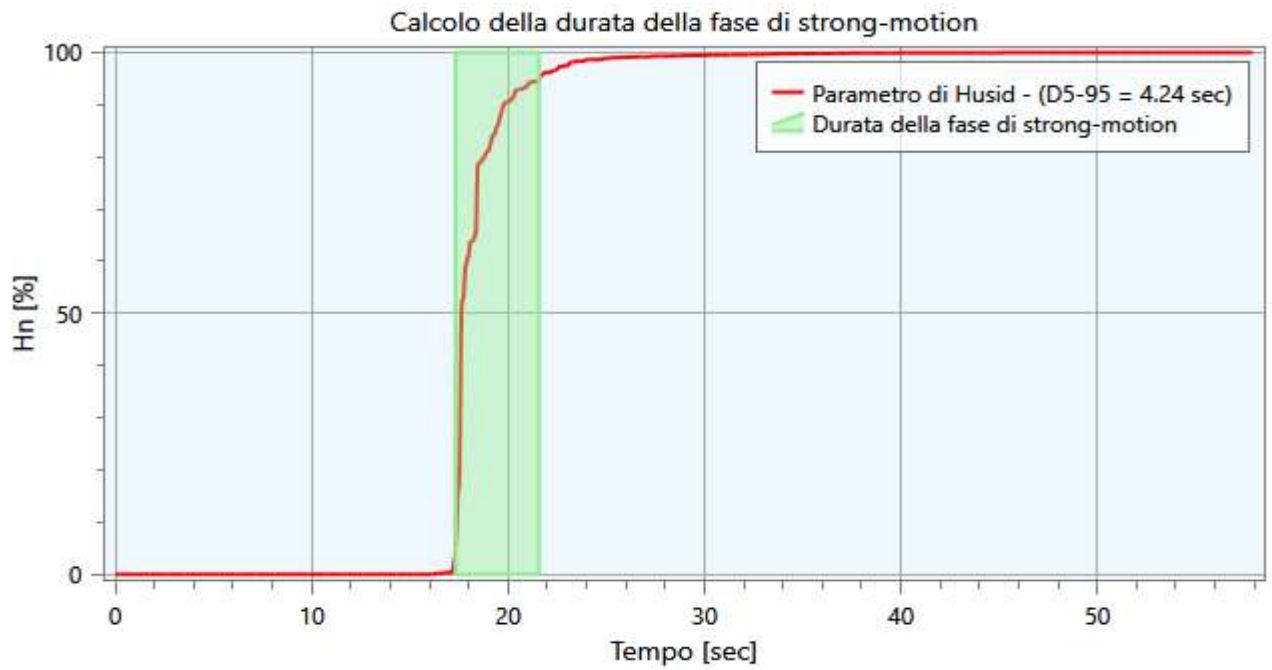
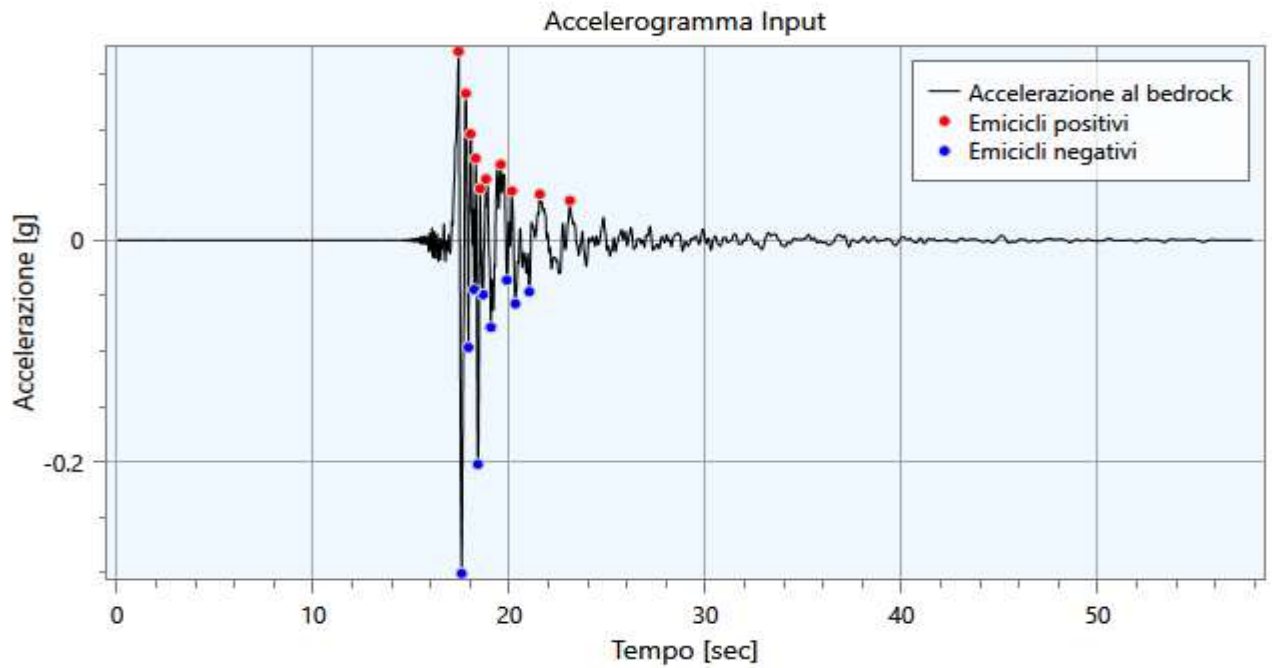
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.43 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 201.2 | Id evento | EMSC-20161030_0000029 |
| t_5 [s] | 10.64 | Data | 30/10/2016 |
| t_{95} [s] | 16.12 | M_w | 6.6 |
| D_{5-95} [s] | 5.49 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 10.0 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 15.0 | Nome stazione | ACCUMOLI |
| | | R_{ep} [km] | 18.5 |

Nome: SLC (3)



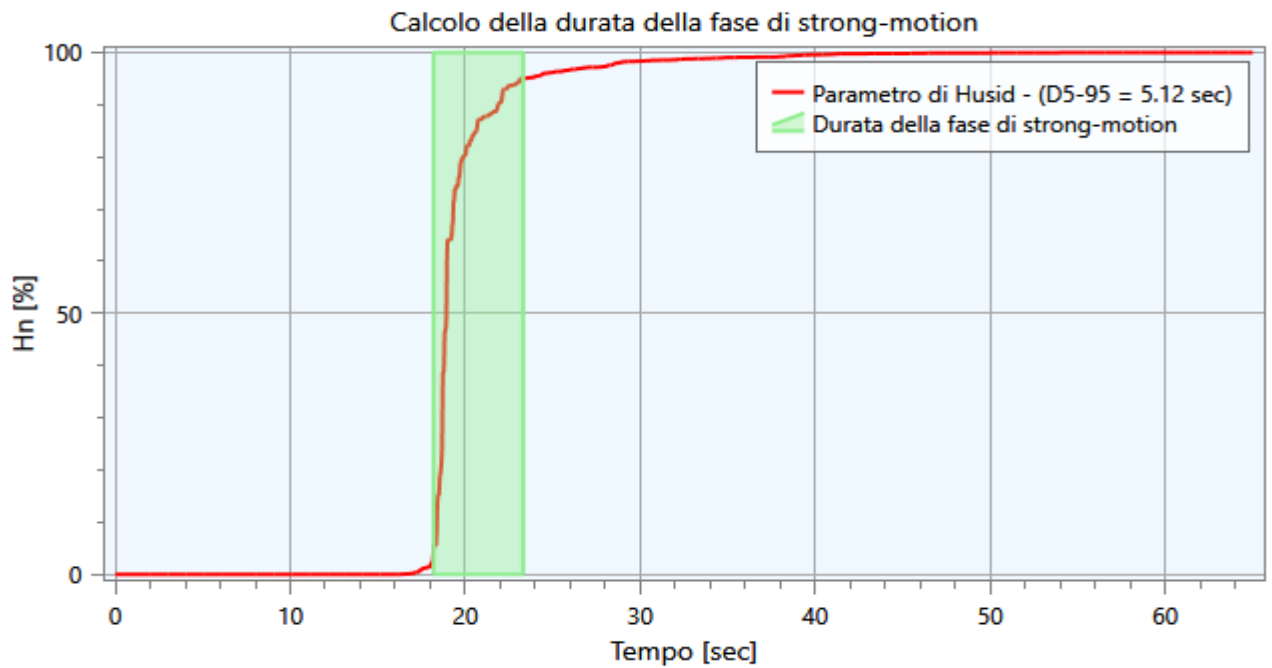
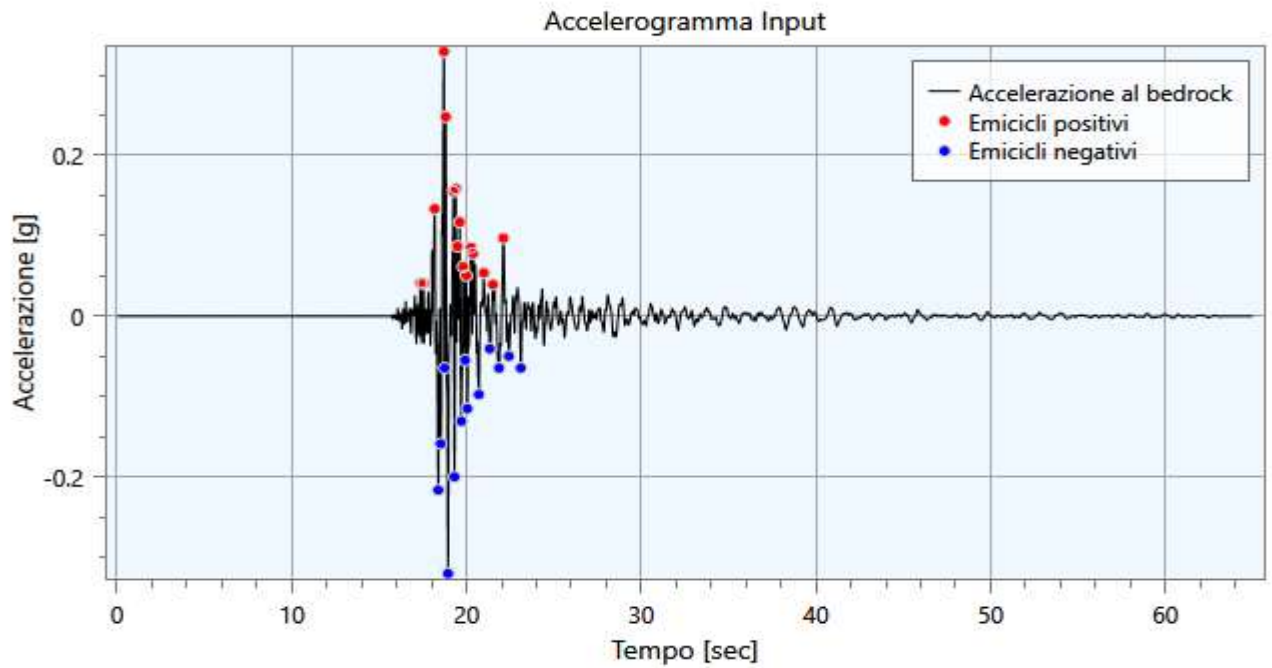
| Info | | Dati | |
|----------------|------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.56 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 86.8 | Id evento | EMSC-20181226_0000014 |
| t_5 [s] | 7.96 | Data | 26/12/2018 |
| t_{95} [s] | 9.92 | M_w | 5.0 |
| D_{5-95} [s] | 1.96 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 9.3 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 3.3 | Nome stazione | SANTA VENERINA |
| | | R_{ep} [km] | 4.5 |

Nome: SLC (4)



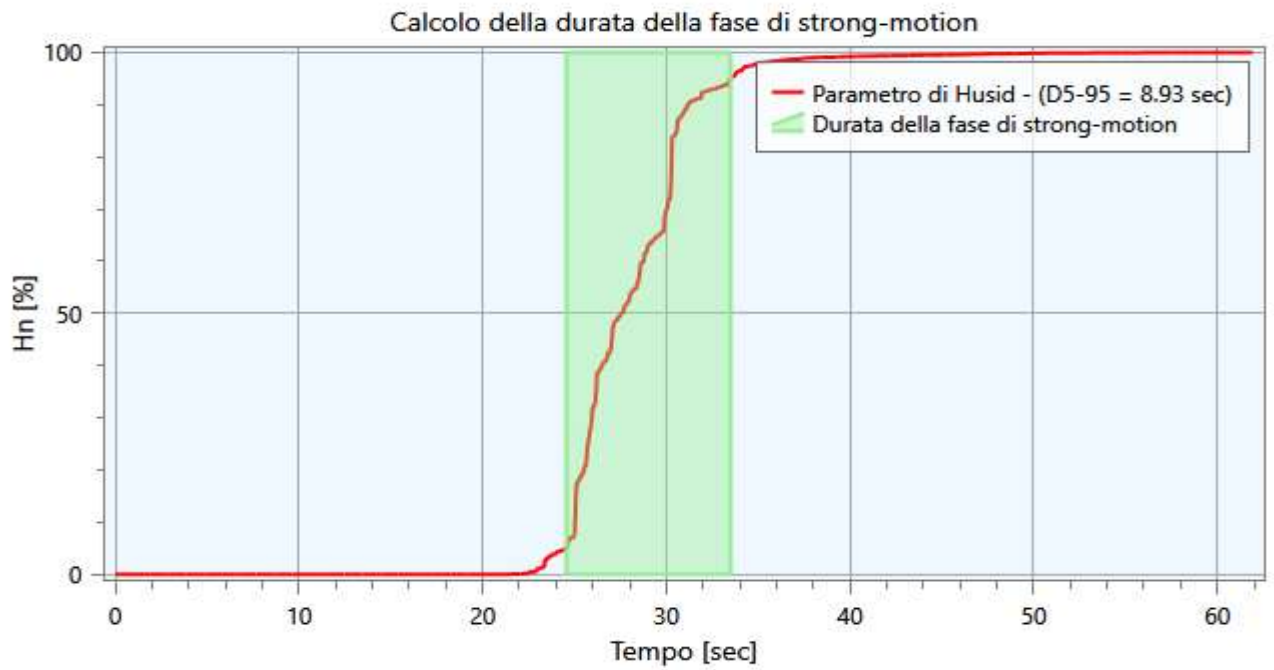
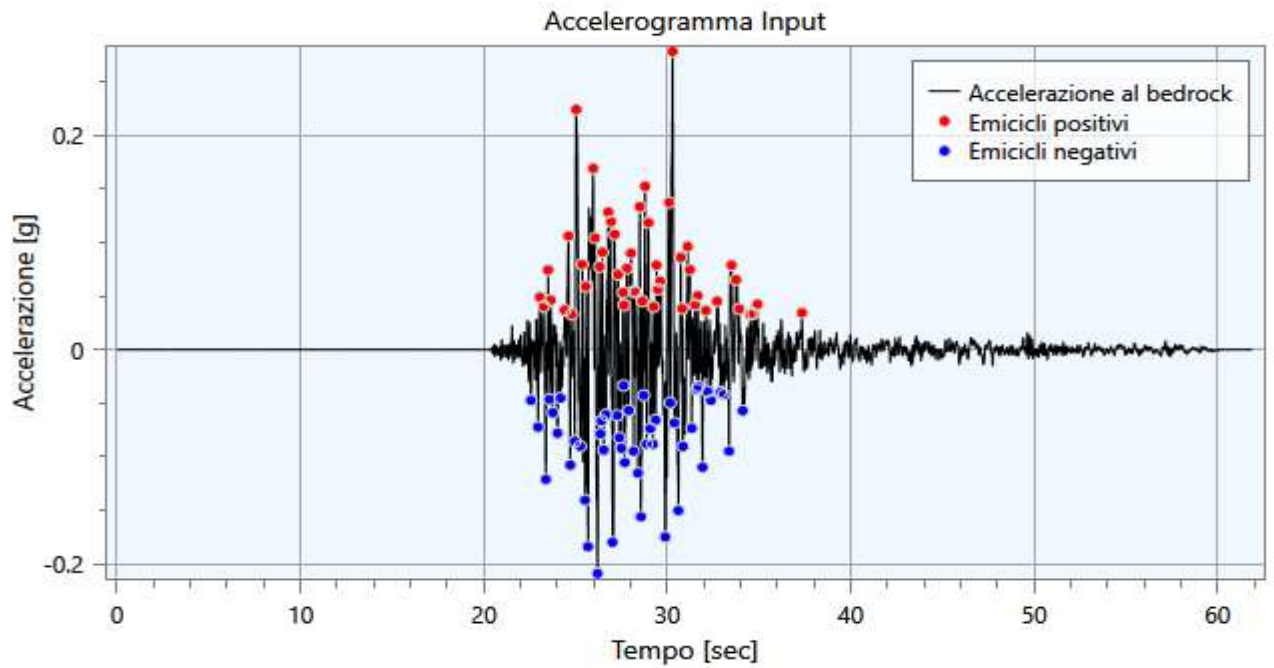
| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.30 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 35.4 | Id evento | EMSC-20181226_0000014 |
| t_5 [s] | 17.33 | Data | 26/12/2018 |
| t_{95} [s] | 21.57 | M_w | 5.0 |
| D_{5-95} [s] | 4.24 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 4.9 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 3.0 | Nome stazione | SANTA VENERINA |
| | | R_{ep} [km] | 5.3 |

Nome: SLC (5)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.33 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 50.7 | Id evento | IT-2010-0032 |
| t_5 [s] | 18.19 | Data | 16/08/2010 |
| t_{95} [s] | 23.31 | M_w | 4.7 |
| D_{5-95} [s] | 5.12 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 8.6 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 6.3 | Nome stazione | LIPARI |
| | | R_{ep} [km] | 11.4 |

Nome: SLC (6)



| Info | | Dati | |
|----------------|-------|---------------|---------------------------|
| a_{max} [g] | 0.28 | Nome evento | None |
| I_s [cm/s] | 70.8 | Id evento | EMSC-20161030_0000029 |
| t_5 [s] | 24.56 | Data | 30/10/2016 |
| t_{95} [s] | 33.49 | M_w | 6.6 |
| D_{5-95} [s] | 8.93 | M_I | |
| v_0 [Hz] | 13.9 | Sito EC8 | A (inferred from geology) |
| N_{eq} [—] | 10.7 | Nome stazione | AVENDITA PG |
| | | R_{ep} [km] | 11.6 |

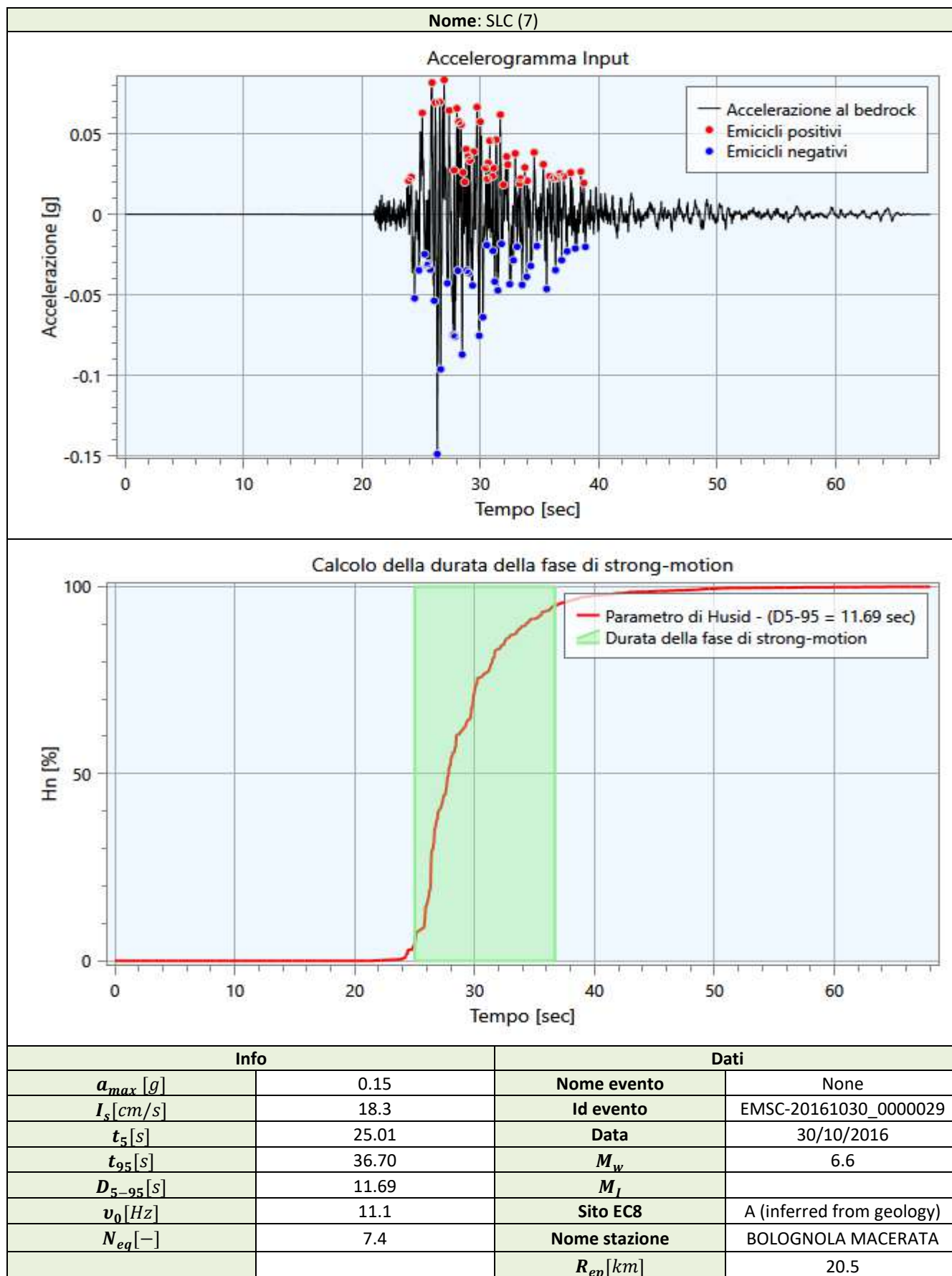


Figura 20 - Accelerogrammi input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLC.

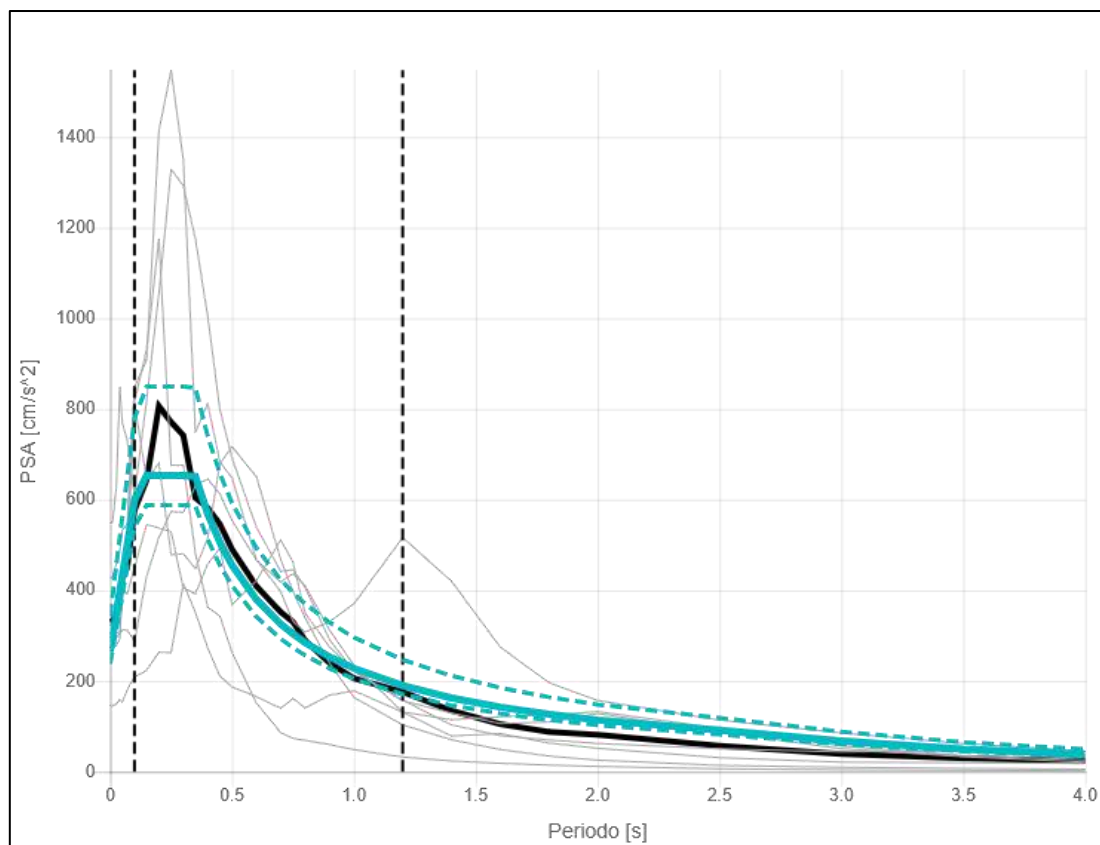


Figura 21 - Forme spettrali degli input sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLC.

3.2.3 Stratigrafia e Caratteristiche meccaniche e sismiche dei singoli strati

Sulla base del cosiddetto volume significativo di terreno interessato dal problema in esame, viene definita una stratigrafia di progetto che rappresenta l'andamento delle singole lenti di terreno in una sezione verticale. Tale stratigrafia viene rappresentata nel piano verticale X-Z mediante una serie di spezzate ognuna delle quali identifica l'andamento del singolo strato.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica della stratigrafia di progetto.

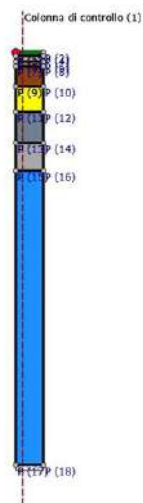


Figura 22. Stratigrafia di progetto.

Di seguito si riporta la tabella contenente le caratteristiche meccaniche dei singoli strati:

| Strato | Descrizione | S [m] | ρ [Kg/m ³] | Vs [m/s] | γ | Curva decadimento |
|--------|--|----------|--------------------------------|-------------|----------|-------------------------|
| 1 | Terreno Vegetale | 1.20 | 1800.00 | 123.00 | 0.35 | ML |
| 2 | Limo sabbioso argilloso | 2.00 | 1900.00 | 215.00 | 0.35 | ML |
| 3 | Limo argilloso sabbioso legg. plastico | 1.90 | 1900.00 | 264.00 | 0.30 | ML tf |
| 4 | Limo argilloso consistente | 7.30 | 2000.00 | 363.00 | 0.30 | ML tf |
| 5 | Ghiaia e sabbia | 9.40 | 2200.00 | 750.00 | 0.30 | GMtf ROLLING ET AL 1998 |
| 6 | Argilla limosa stratificata a sabbia | 11.40 | 2200.00 | 600.00 | 0.30 | ALS/COS |
| 7 | Argilla limosa | 10.30 | 2200.00 | 403.00 | 0.30 | ALS/COS |
| 8 | Argilla limosa consistente | 108.40 | 2200.00 | 552.00 | 0.30 | ALS/COS |

Tabella 6. Caratteristiche meccaniche strati.

dove:

- S = spessore del singolo strato;
- ρ = densità di massa del singolo strato;
- V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio del singolo strato;
- γ = coefficiente di contrazione trasversale (di Poisson) del singolo strato.

La profondità del substrato sismico, pari a circa -151,9 metri dal piano di campagna, è stata valutata tramite l'analisi congiunta dei risultati ottenuti dall'esecuzione dell'indagine sismica MASW-HVSR.

3.2.4 Curve di Decadimento dei Materiali

All'aumentare del livello di deformazione angolare raggiunta dal terreno si ha una diminuzione del modulo di taglio G ed un aumento del rapporto di smorzamento D . Per ogni tipo di materiale presente nella stratigrafia, tale comportamento può essere descritto da due curve di decadimento, una relativa a G ed una a D . Di seguito si riportano le curve di riferimento utilizzate nell'analisi:

ML – limo sabbioso argilloso

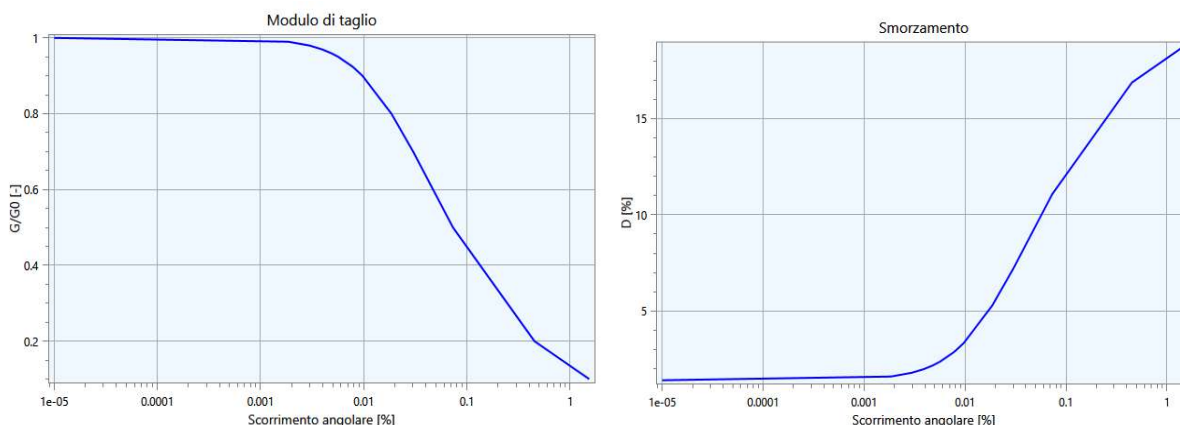


Figura 23 – Curve di decadimento ML.

MLtf – limo argilloso sabbioso

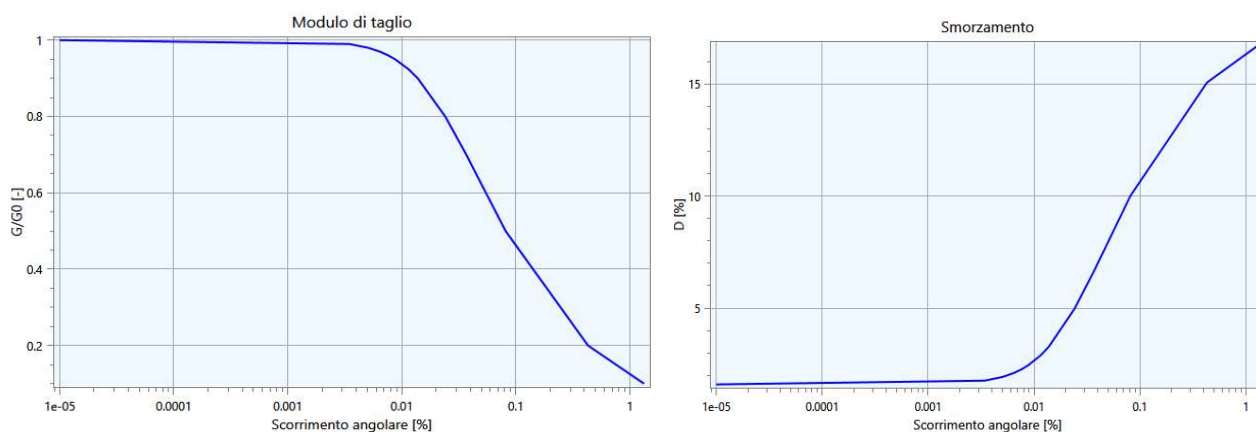


Figura 24 – Curve di decadimento ML ft.

GMtf ROLLING ET AL 1998 – Ghiaia e sabbia

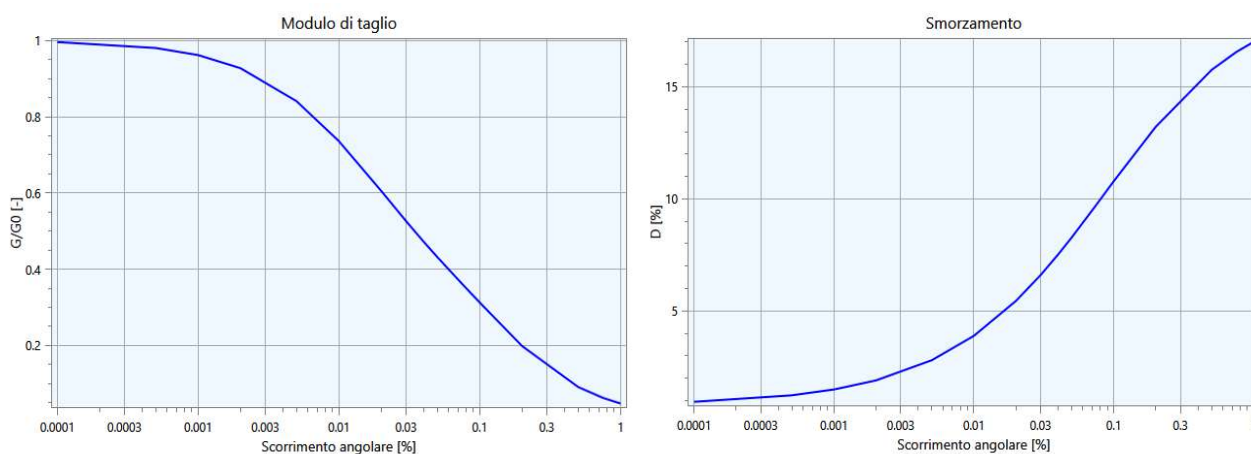


Figura 25 – Curve di decadimento EPRI (93), 50-120 ft.

ALS – argilla limosa stratificata

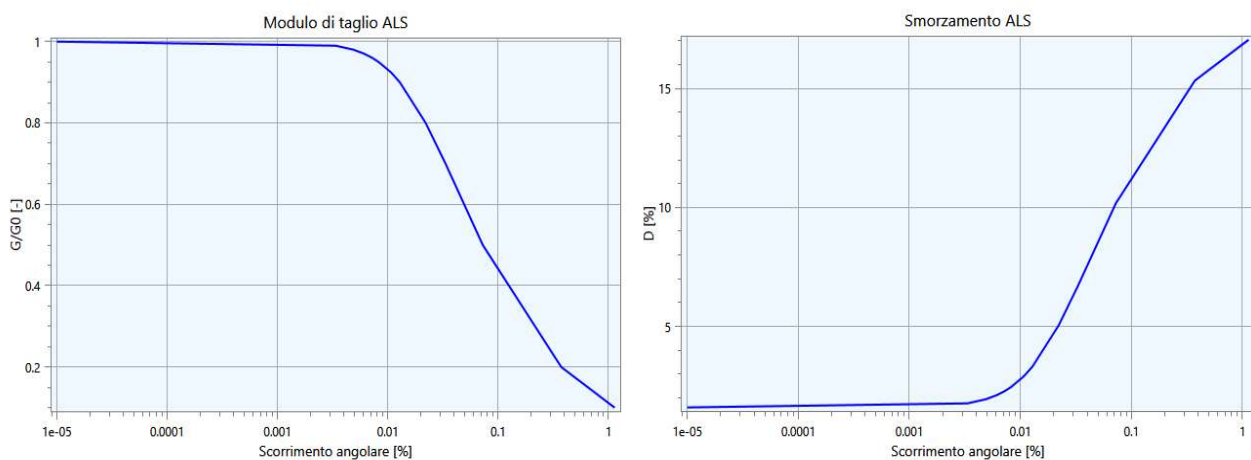


Figura 26 – Curve di decadimento ALS.

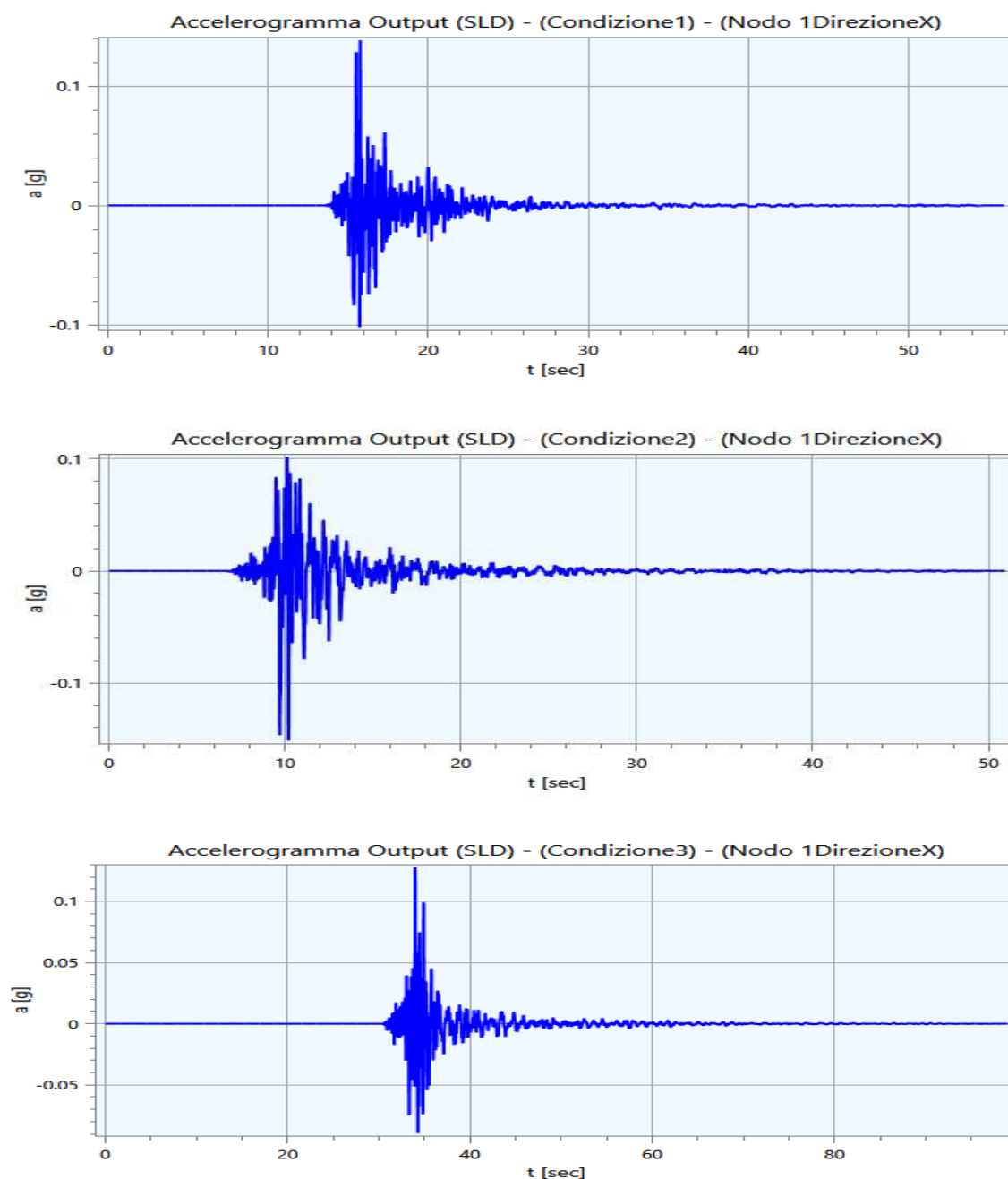
3.3 Output

Nei paragrafi successivi vengono riportate le informazioni relative ai risultati del calcolo.

3.3.1 Accelerogrammi e Spettri in Output

Di seguito si riportano gli accelerogrammi relativi all'analisi effettuata ed alle condizioni di carico per i cinematismi di controllo, per ciascuno stato limite considerato (SLD, SLV e SLC):

Stato Limite SLD



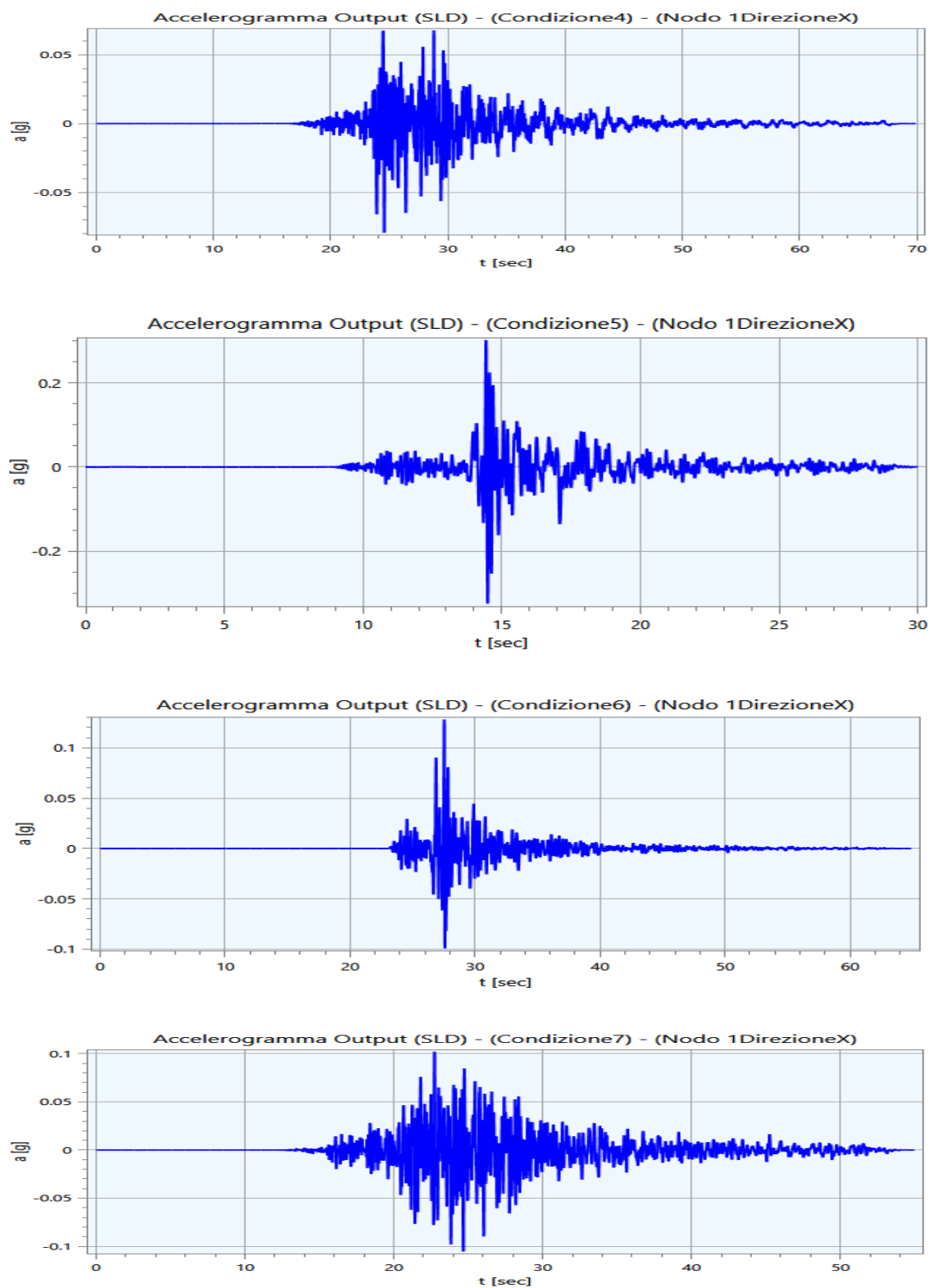
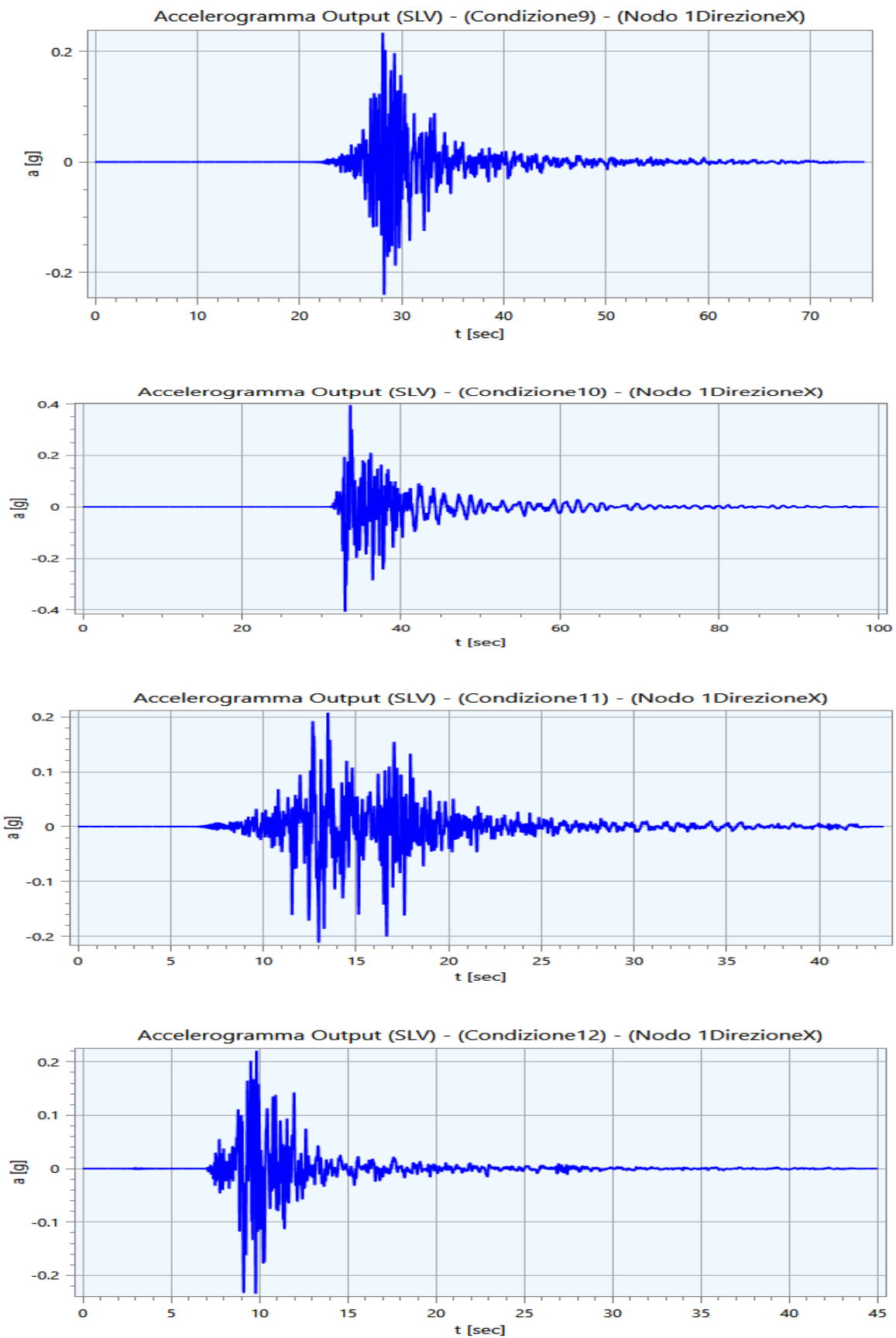


Figura 27 - Accelerogrammi Output sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLD.

Stato Limite SLV



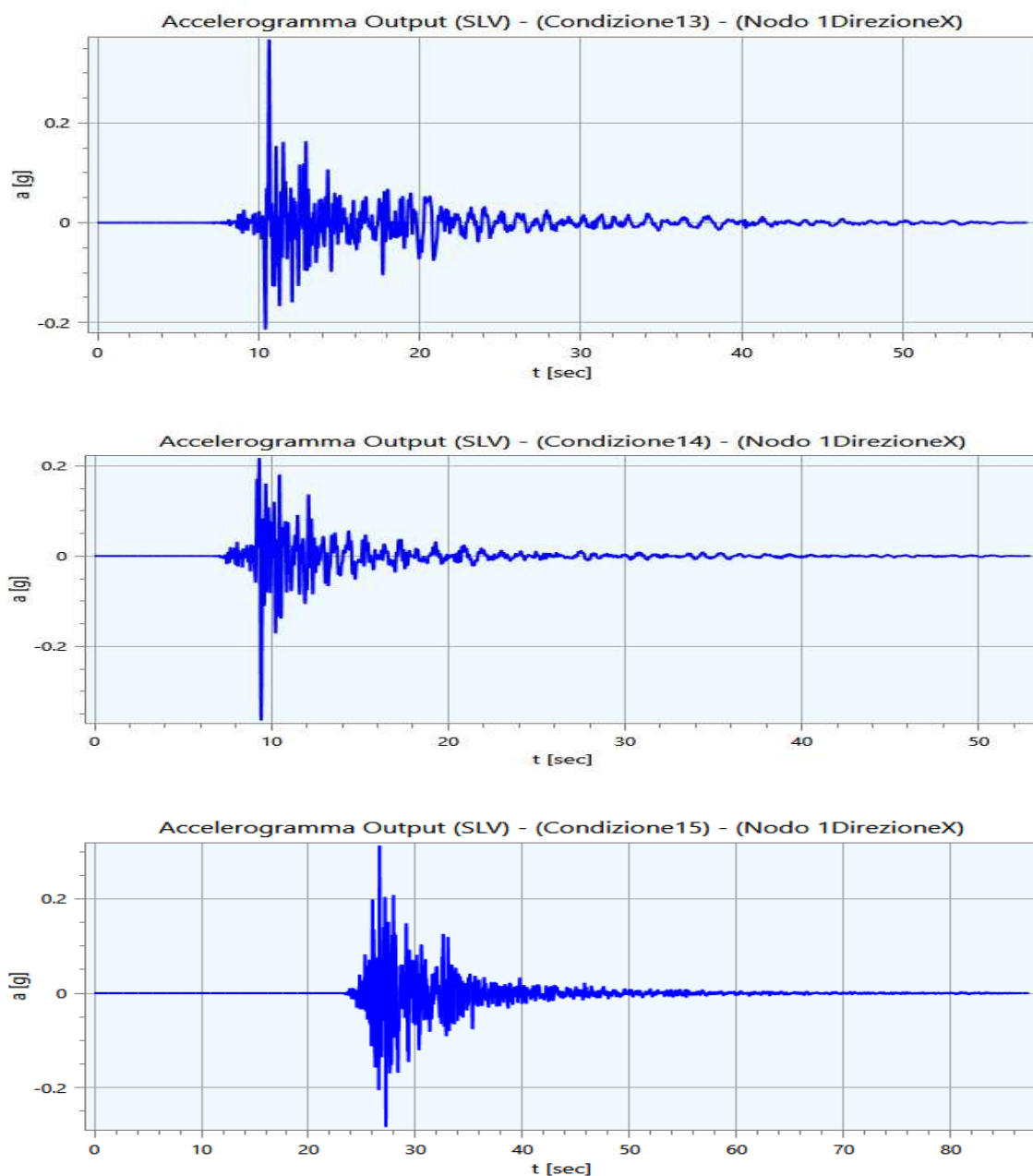
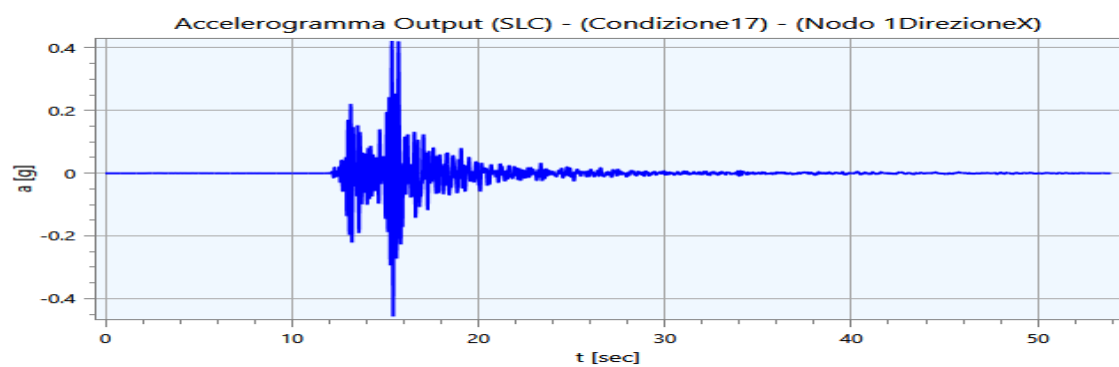
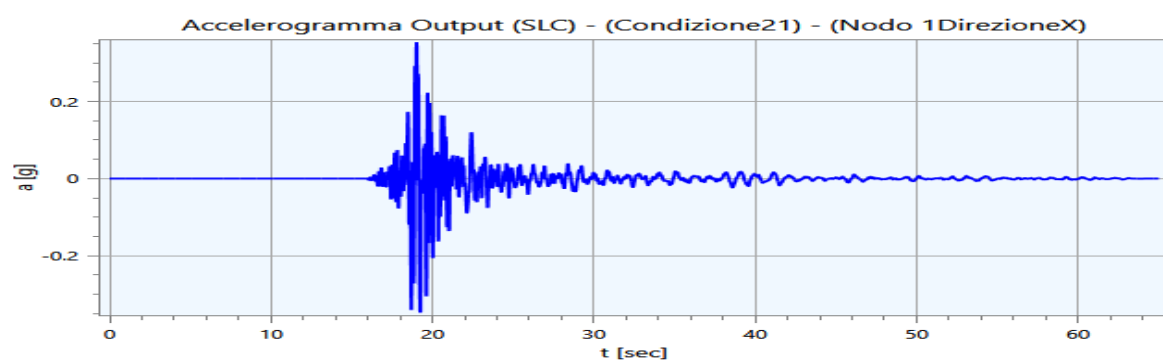
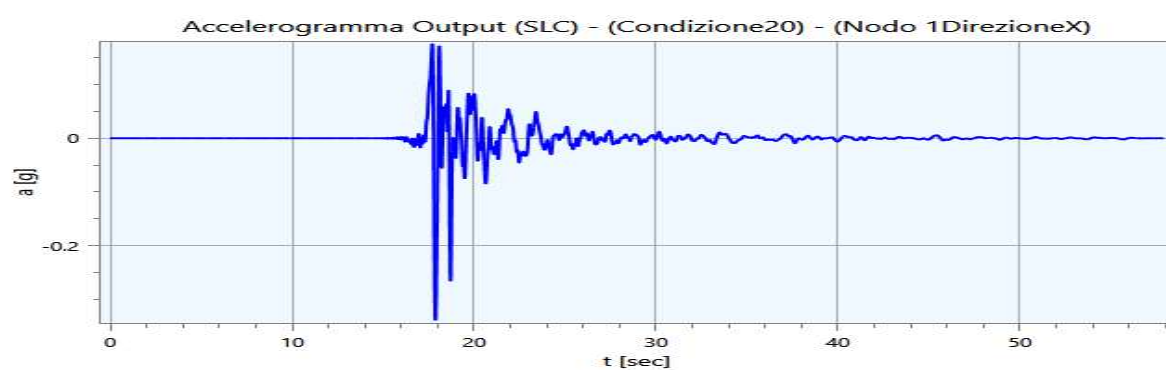
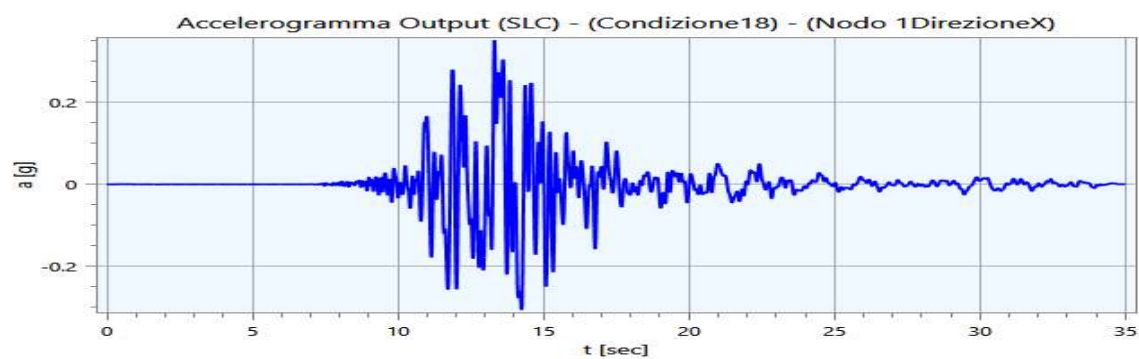


Figura 28 - Accelerogrammi Output sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLV.

Stato Limite SLC





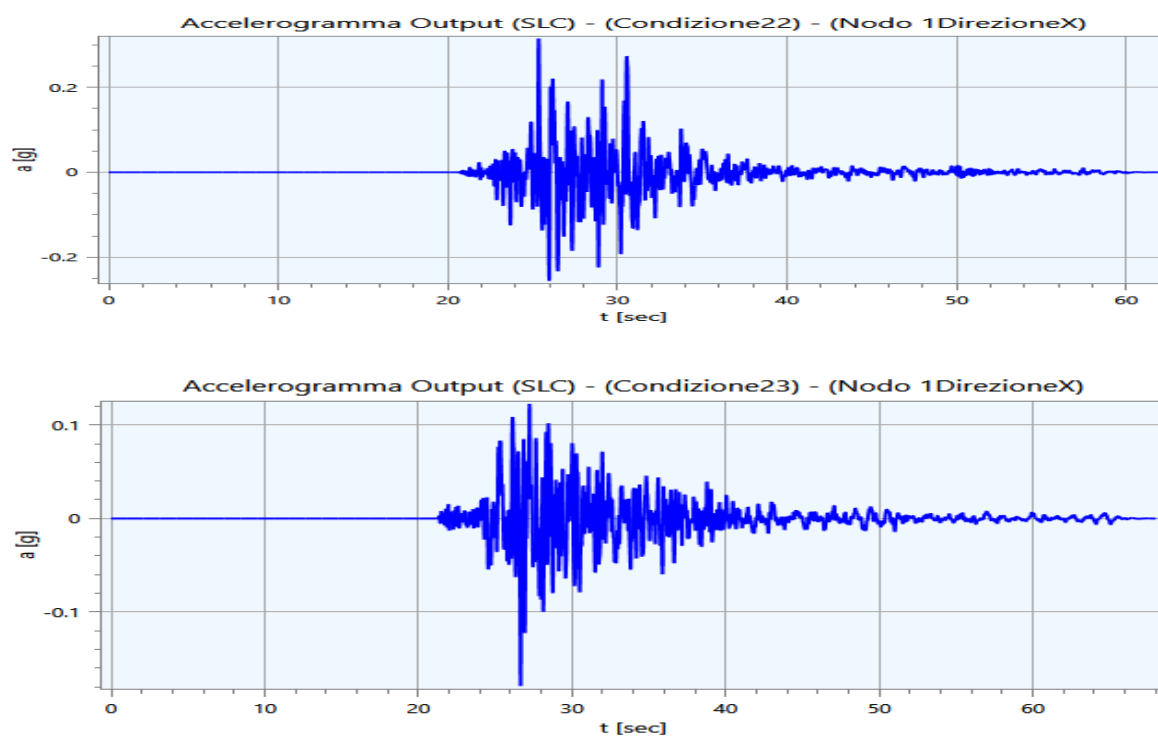


Figura 29 - Accelerogrammi Output sismici utilizzati nelle modellazioni numeriche per le verifiche SLC.

Di seguito vengono riportati gli spettri elastici relativi all'analisi effettuata ed alle condizioni di carico per i cinematismi di controllo, per ciascuno stato limite considerato:

Accelerazione spettrale media Output (SLD)

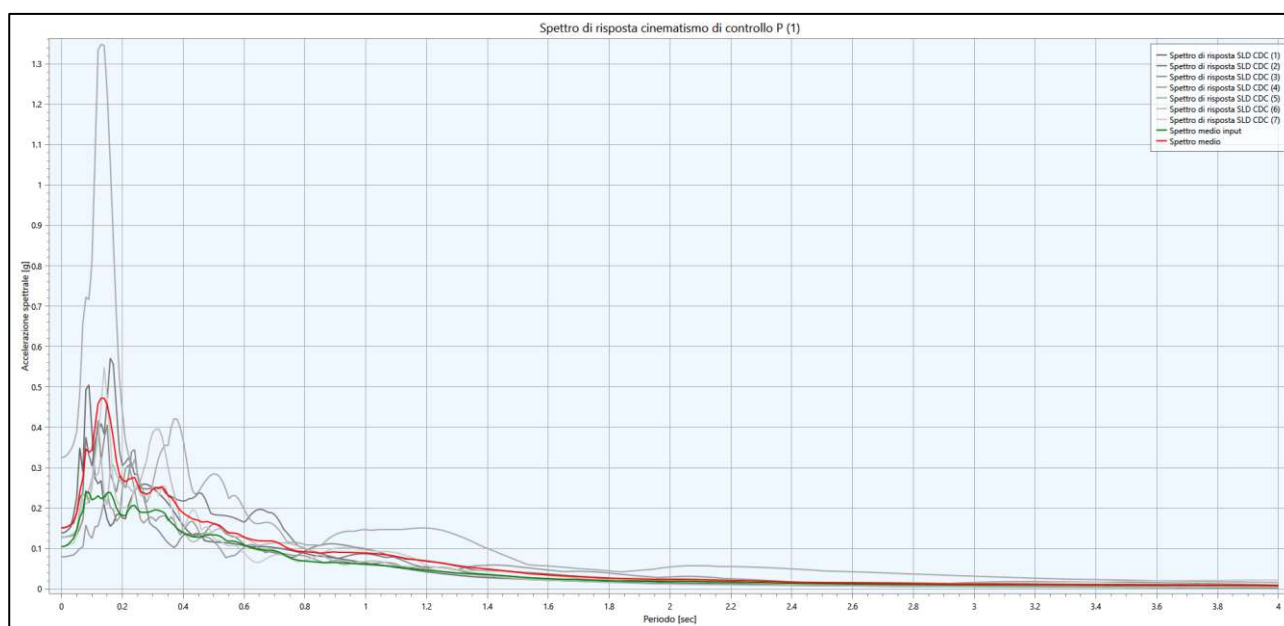


Figura 30 - Spettro elastico di sito ottenuto dalla modellazione con software LSR dove si evidenzia lo spettro elastico ottenuto in termini di valori medi e di intervallo di confidenza superiore ed inferiore per SLD, classe III, VN50 anni TR 75 anni.

Accelerazione spettrale media Output (SLV)

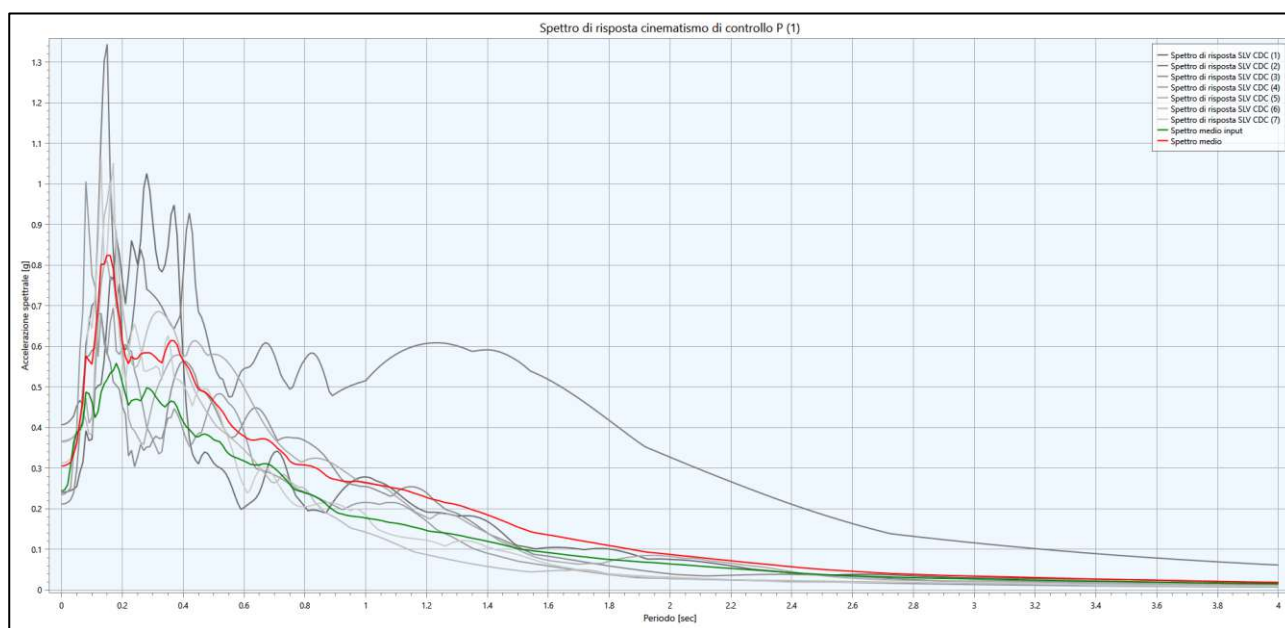


Figura 31 - Spettro elastico di sito ottenuto dalla modellazione con software LSR dove si evidenzia lo spettro elastico ottenuto in termini di valori medi e di intervallo di confidenza superiore ed inferiore per SLV, classe III, VN50 anni TR 712 anni.

Accelerazione spettrale media Output (SLC)

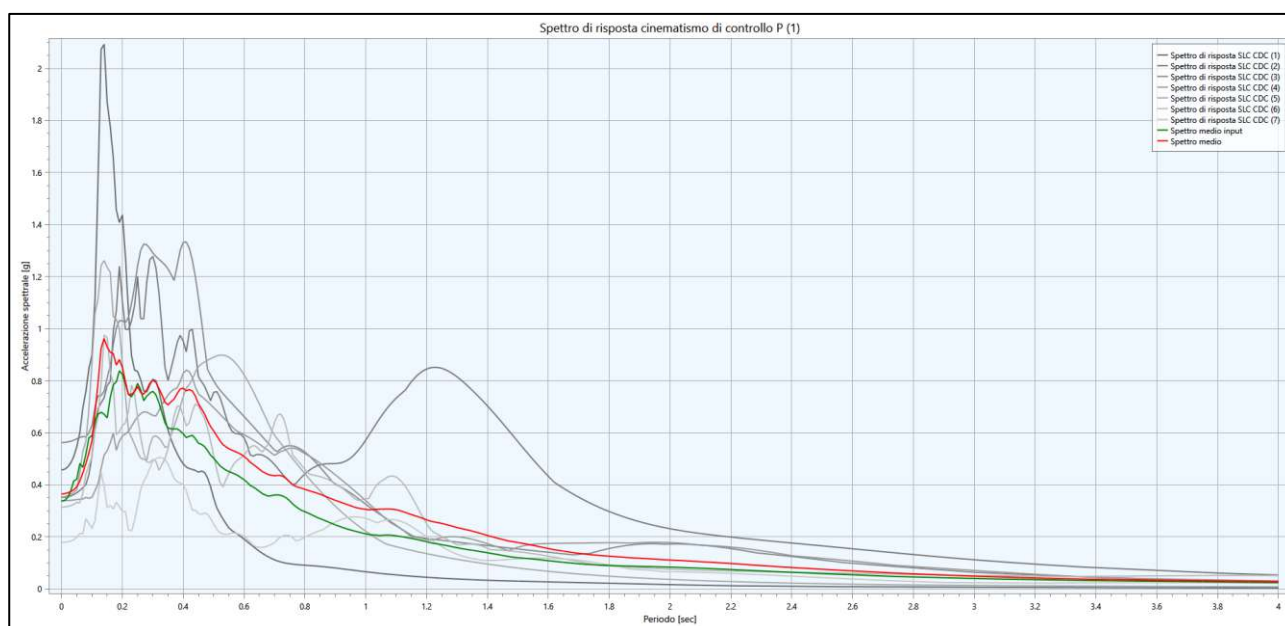


Figura 32 - Spettro elastico di sito ottenuto dalla modellazione con software LSR dove si evidenzia lo spettro elastico ottenuto in termini di valori medi e di intervallo di confidenza superiore ed inferiore per SLC, classe III, VN50 anni TR 1462 anni.

Di seguito viene riportata la funzione di trasferimento per lo stato limite di Salvaguardia della Vita SLV e il suo confronto con la misurazione HVSR eseguita in sito:

Funzione di trasferimento (SLV)

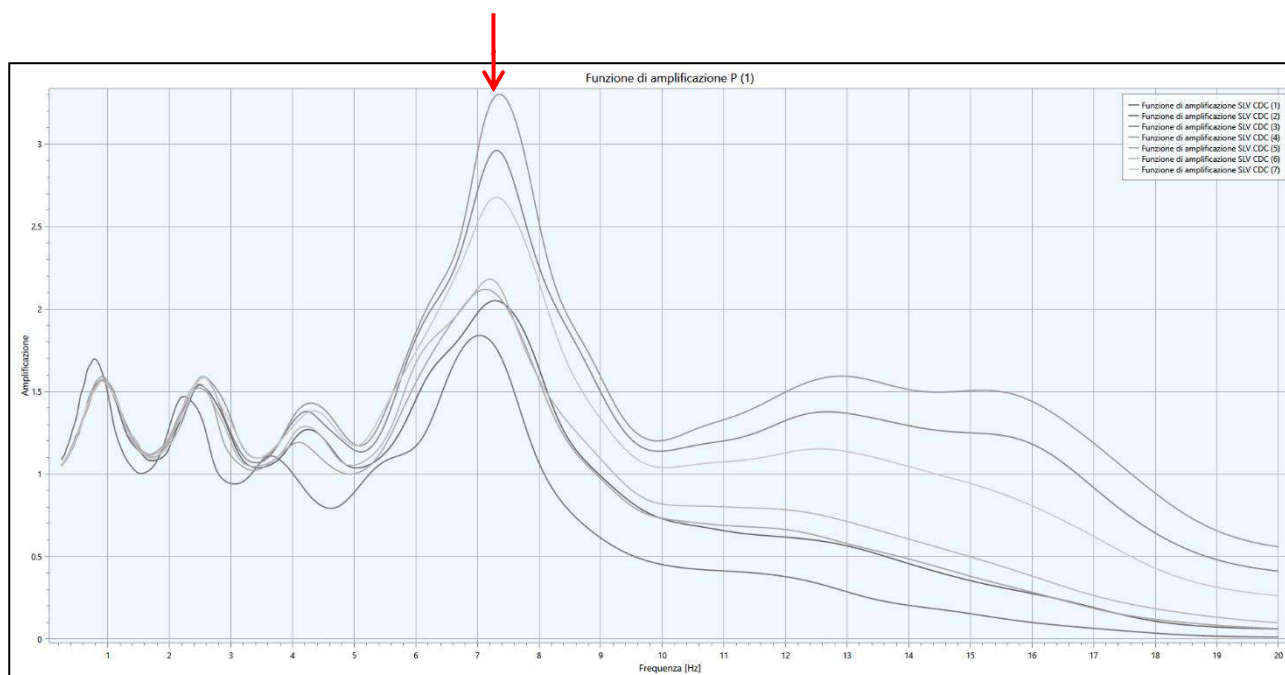


Figura 33 - Funzioni di trasferimento da suolo rigido a superficie in SLV.

Funzione HVSR

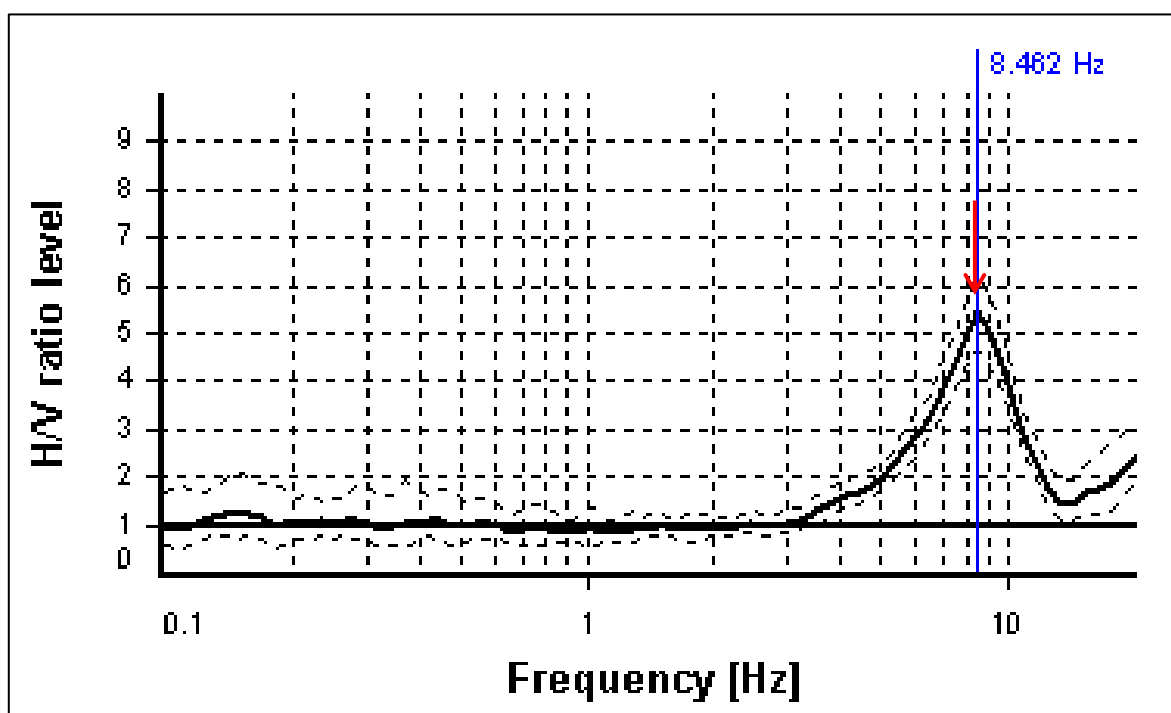


Figura 34 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

Un metodo empirico ma efficace che consente di apprezzare qualitativamente la bontà delle modellazioni eseguite è quello di confrontare le curve HVSR del microtremore ambientale (delle onde superficiali) misurato in sito con la funzione di trasferimento (delle onde di taglio), calcolata con il modello numerico di RS con metodo lineare elastico. Premesso

che la curva di HVSR non è la funzione di trasferimento del moto sismico al suolo e con questa non va mai confusa, è comunque vero che la funzione di trasferimento non dovrebbe neanche differire di molto come frequenze proprie e come forma dalle curve HVSR misurate sul posto.

È noto che i grafici HVSR rendono conto del comportamento del sottosuolo in condizioni perfettamente elastiche, ossia in assenza di deformazioni, mentre le modellazioni sono effettuate in condizioni lineari equivalenti (EQL), ossia in presenza di condizioni di deformazione tali da produrre effetti dissipativi; in quest'ultima condizione si ha lo spostamento della risonanza verso periodi più alti (frequenze più basse) rispetto alle condizioni elastiche. È pertanto normale osservare una discrepanza tra HVSR e RSL, con quest'ultima in genere piccata verso frequenze minori dell'HVSR. Nel caso in esame, la funzione di trasferimento in SLV mostra picchi medi di 7,4 Hz circa, mentre la curva dei rapporti spettrali HVSR evidenzia valori di frequenza più significativi di 8,4 Hz.

In sintesi, pertanto, possiamo affermare che i grafici HVSR forniscono un'oggettiva validazione dei risultati dello studio di Risposta Sismica Locale eseguito.

3.3.2 Parametrizzazione dello spettro di risposta derivante dalla RSL

La parametrizzazione degli spettri di risposta ottenuti nei vari punti di controllo viene condotta mediante la procedura suggerita dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (*GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92*) ed ultimamente dall'*Ordinanza 55 del Commissario Straordinario sisma 2016*. Partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi, tale procedura prevede:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione (TA);
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione (SA) nell'intorno tra $0.5 TA - 1.5 TA$;
- Si determina lo spettro di pseudovelocità (SV) a partire da quello di accelerazione, moltiplicando le ordinate spettrali di quest'ultimo per l'inverso della corrispondente frequenza circolare $\omega = 2\pi/T$;
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità (SV) nell'intorno tra $0.8 TV - 1.2 TV$;
- il calcolo del valore di $T_c = 2\pi \frac{SV}{SA}$;
- il calcolo del valore di $T_b = 1/3 T_c$;
- il calcolo del valore $T_d = 4 a_g + 1.6$ con a_g uguale al valore di accelerazione a T uguale a zero;
- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra T_0, T_b, T_c, T_d, T_4 .

Di seguito vengono riportati i parametri dello spettro parametrizzato per l'area di studio per ogni stato limite preso in considerazione, tenendo conto che:

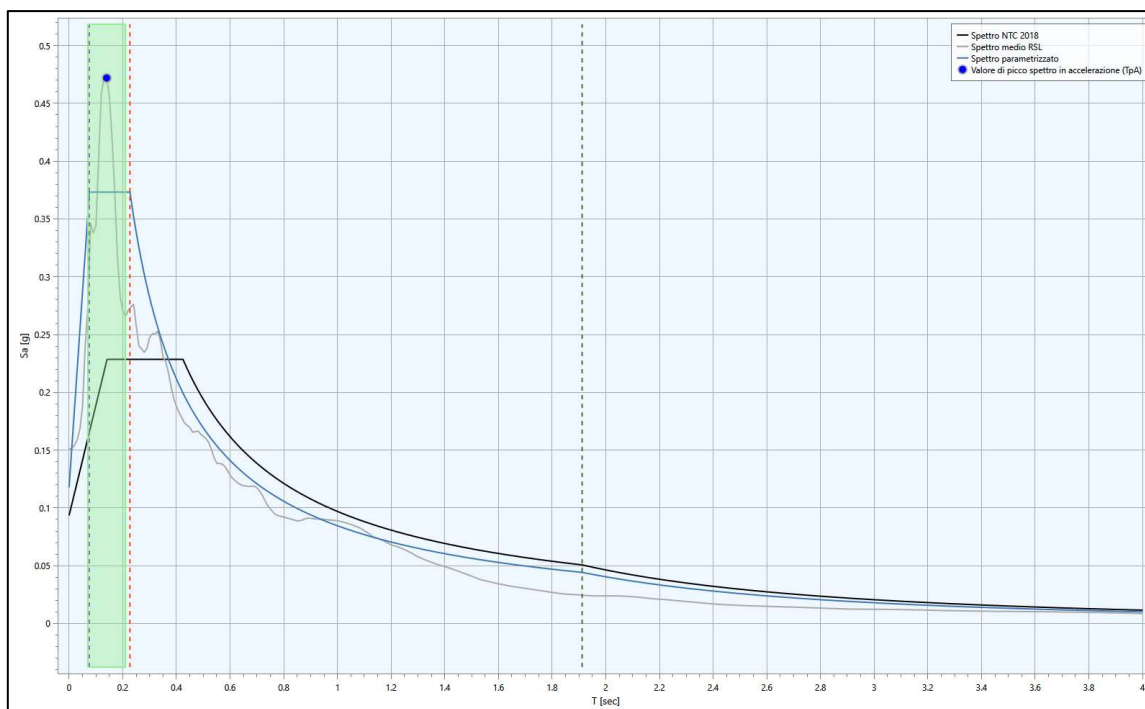
- A_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

- F_0 : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (stratigrafici e/o topografici);
- A_{max} : punto di ancoraggio a $T=0$ dello spettro di output;
- Se_{max} : accelerazione spettrale orizzontale massima a T_b e T_c ($A_{max} * F_0$);
- T_b : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_c : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- T_d : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

SLD

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.078 | 2.442 | 1.200 | 0.094 | 0.229 | 0.142 | 0.425 | 1.912 |

| Modellazione | $A_g [g]$ | F_0 | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.078 | 3.168 | 1.511 | 0.118 | 0.373 | 0.076 | 0.227 | 1.912 |



Approccio semplificato NTC 2018

| | |
|-------------------------|-------|
| $A_g [g]$ | 0.078 |
| $F0$ | 2.442 |
| T_c^* | 0.304 |
| Categoria stratigrafica | B |
| Categoria topografica | T1 |

Parametrizzazione RSL

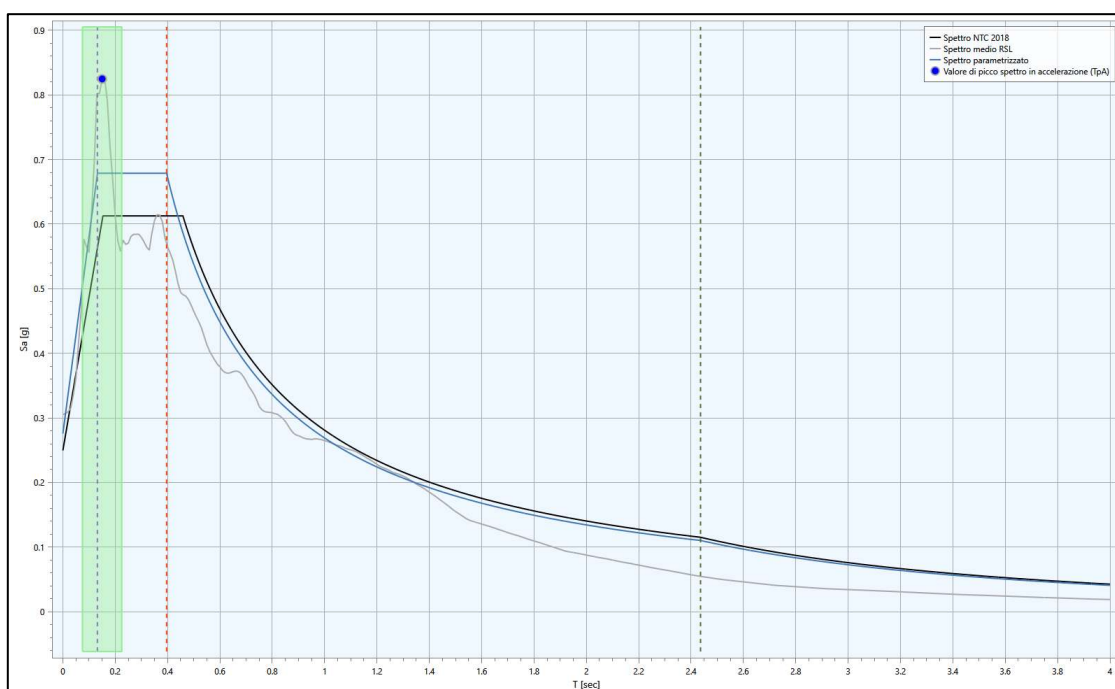
| | |
|------------------------------|--------------|
| $TpA [sec]$ | 0.140 |
| $0.5 TpA [sec]$ | 0.070 |
| $1.5 TpA [sec]$ | 0.210 |
| $Sa, medio [g]$ | 0.373 |
| $TpV [sec]$ | 1.050 |
| $0.8 TpV [sec]$ | 0.840 |
| $1.2 TpV [sec]$ | 1.260 |
| $Sv, medio [g*s]$ | 0.013 |
| $amax$ | 0.118 |
| $F0$ | 3.168 |
| S | 1.511 |
| $Tb [sec]$ | 0.076 |
| $Tc [sec]$ | 0.227 |
| $Td [sec]$ | 1.912 |

Figura 35 - Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC 18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLD, classe III, VN50 anni, TR 75 anni.

SLV

| Modellazione | $A_g [g]$ | $F0$ | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.209 | 2.453 | 1.200 | 0.251 | 0.615 | 0.153 | 0.460 | 2.434 |

| Modellazione | $A_g [g]$ | $F0$ | S | $A_{max} [g]$ | $Se_{max} [g]$ | $T_b [sec]$ | $T_c [sec]$ | $T_d [sec]$ |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.209 | 2.460 | 1.320 | 0.276 | 0.679 | 0.132 | 0.396 | 2.436 |



Approccio semplificato NTC 2018

| | |
|-------------------------|-------|
| A_g [g] | 0.209 |
| F_0 | 2.453 |
| T_c^* | 0.335 |
| Categoria stratigrafica | B |
| Categoria topografica | T1 |

Parametrizzazione RSL

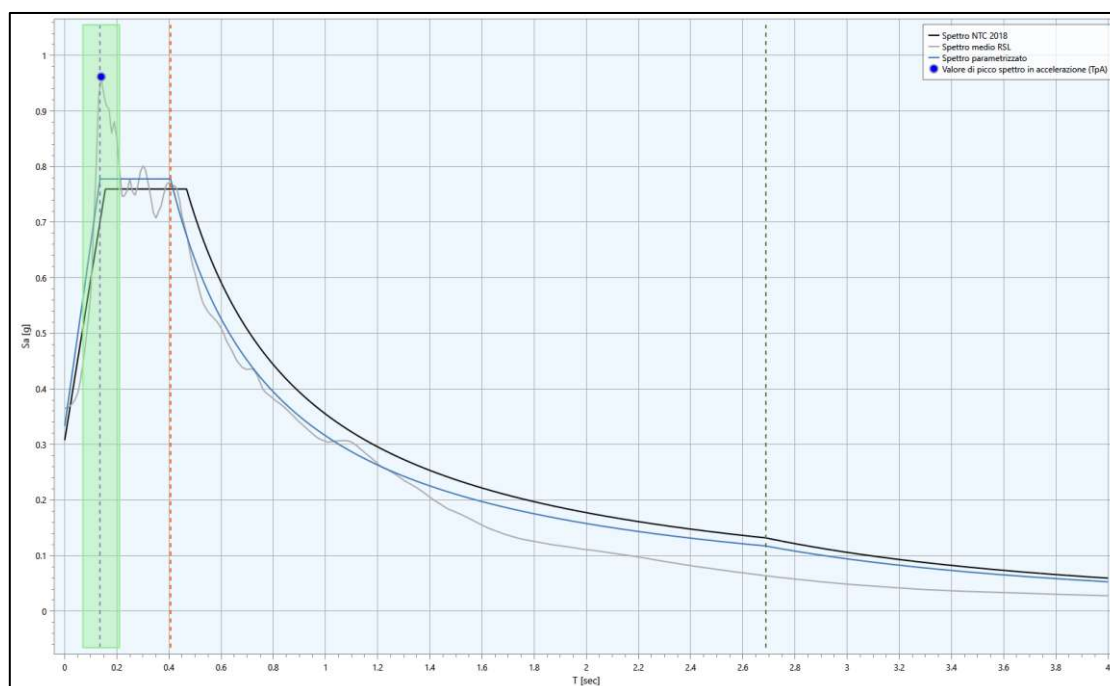
| | |
|-------------------------------|--------------|
| T_{pA} [sec] | 0.150 |
| 0.5 T_{pA} [sec] | 0.075 |
| 1.5 T_{pA} [sec] | 0.225 |
| $S_{a,medio}$ [g] | 0.679 |
| T_{pV} [sec] | 1.130 |
| 0.8 T_{pV} [sec] | 0.904 |
| 1.2 T_{pV} [sec] | 1.356 |
| $S_{v,medio}$ [g*s] | 0.043 |
| a_{max} | 0.276 |
| F_0 | 2.460 |
| S | 1.320 |
| T_b [sec] | 0.132 |
| T_c [sec] | 0.396 |
| T_d [sec] | 2.436 |

Figura 36 - Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC 18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLV, classe III, VN50 anni, TR 712 anni.

SLC

| Modellazione | A_g [g] | F_0 | S | A_{max} [g] | $S_{e,max}$ [g] | T_b [sec] | T_c [sec] | T_d [sec] |
|---------------|-----------|-------|-------|---------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| A.S. NTC 2018 | 0.272 | 2.468 | 1.130 | 0.307 | 0.759 | 0.155 | 0.466 | 2.688 |

| Modellazione | A_g [g] | F_0 | S | A_{max} [g] | $S_{e,max}$ [g] | T_b [sec] | T_c [sec] | T_d [sec] |
|--------------|-----------|-------|-------|---------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| RSL | 0.272 | 2.333 | 1.226 | 0.333 | 0.778 | 0.135 | 0.406 | 2.688 |



| Approccio semplificato NTC 2018 | |
|---------------------------------|-------|
| <i>Ag [g]</i> | 0.272 |
| <i>F0</i> | 2.468 |
| <i>Tc*</i> | 0.343 |
| Categoria stratigrafica | B |
| Categoria topografica | T1 |

| Parametrizzazione RSL | |
|------------------------|-------|
| <i>TpA [sec]</i> | 0.140 |
| <i>0.5 TpA [sec]</i> | 0.070 |
| <i>1.5 TpA [sec]</i> | 0.210 |
| <i>Sa,medio [g]</i> | 0.778 |
| <i>TpV [sec]</i> | 1.100 |
| <i>0.8 TpV [sec]</i> | 0.880 |
| <i>1.2 TpV [sec]</i> | 1.320 |
| <i>Sv,medio [g*s]</i> | 0.050 |
| <i>amax</i> | 0.333 |
| <i>F0</i> | 2.333 |
| <i>S</i> | 1.226 |
| <i>Tb [sec]</i> | 0.135 |
| <i>Tc [sec]</i> | 0.406 |
| <i>Td [sec]</i> | 2.688 |

Figura 37 - Confronto fra spettri elastici di sito da RSL e di normativa NTC18, per suolo di tipo B e Categoria Topografica T1, per SLC, classe III, VN50 anni, TR 1462 anni.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi di Risposta Sismica Locale monodimensionale è stata condotta con il software LSR di STACEC, dove ciascuno dei 7 accelerogrammi è stato applicato al substrato rigido ($V_s > 800$ m/sec) e propagato attraverso il profilo di terreno caratterizzante il punto individuato.

Nel presente lavoro di risposta sismica locale si intende fornire gli accelerogrammi di output e i relativi spettri elastici di risposta in accelerazione, nonché i parametri sito dipendenti (lo spettro di risposta in accelerazione costituisce lo strumento base per la verifica in campo dinamico dell'opera).

Il primo importante risultato è costituito dalla ricostruzione degli eccelerogrammi ricavati in cui è possibile notare l'effetto del filtraggio ad opera dei terreni costituenti il sottosuolo nei confronti del segnale di input derivante dal bedrock (il bedrock sismico considerato è riferibile a velocità di onde di taglio di 800 m/sec ipotizzato ad una profondità di circa -151,9 m dal p.c.).

Dal confronto degli spettri nelle figg. 35-36-37, per gli stati limite esaminati (SLD SLV e SLC), quello medio di output, ricavato dall'analisi di RSL, risulta superiore a quello derivante da approccio semplificato fino a 0,35 s in SLD, 0,45 s in SLV e 0,40 s in SLC s e leggermente inferiore nel restante arco temporale.

Inoltre, la funzione di trasferimento in SLV, riportata nelle fig. 33, mostra picchi medi nel range di frequenza di 7,4 Hz circa, mentre la curva dei rapporti spettrali HVSR riportata in fig. 34 evidenzia valori di frequenza più significativi di 8,4 Hz.

Sulla base dei periodi vibrazionali dell'edificio in progetto, il progettista valuti la soluzione più opportuna in merito alle scelte per la caratterizzazione delle azioni sismiche.

Porto San Giorgio, 11 luglio 2025

Dott. Geol. Testaguzza Gianluca

