



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA  
REALIZZAZIONE STUDI DI APPOFONDIMENTO DI LIVELLO 3  
SULLE AREE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE – ANNUALITÀ 2021

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione Illustrativa

### Regione Marche

### Comune di Santa Maria Nuova



Regione



Soggetto realizzatore

Dott. Geol. Daniele Stronati

Collaboratore

Dott.ssa Geol. Margherita Rocchetti

Data

Gennaio 2023



*Margherita Rocchetti*

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	Finalità degli studi .....	3
1.2	Descrizione generale dell'area comunale.....	3
1.3	Definizione dei documenti di base utilizzati nello studio.....	4
1.4	Aree da sottoporre agli studi di MS.....	5
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3	ASSETTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	7
3.1	Inquadramento geologico e geomorfologico .....	7
4	APPROFONDIMENTO DI LIVELLO 3.....	8
4.1	Raccolta dati esistenti e nuove indagini eseguite.....	8
4.2	Rilievo geomorfologico di dettaglio.....	9
4.3	Caratterizzazione del sottosuolo.....	11
4.4	Modellazione 1D .....	17
4.5	Analisi della stabilità .....	19
4.6	Risultati finali, dubbi e incertezze .....	21
4.7	Descrizione degli elaborati cartografici con relativi aggiornamenti.....	21

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Finalità degli studi

La presente Relazione illustra i risultati degli Studi di approfondimento di Livello 3 sulle aree di attenzione per instabilità di versante, ai sensi dell'O.C.D.P.C. 780/2021, relativamente al territorio comunale di Santa Maria Nuova, affidati agli scriventi Dott. Geol. Daniele Stronati e Dott.ssa Margherita Rocchetti dall'Amministrazione Comunale con disciplinare di incarico professionale del 10/02/2022.

In particolare, le indagini di approfondimento sono state concentrate nell'area in frana di via Aldo Moro, scelta in accordo con l'Amministrazione comunale e con la Commissione Tecnica Regionale per gli studi di MZS (rappresentativa del Centro MS - CNR-IGAG) per la presenza di numerose abitazioni e lotti edificabili al suo interno.

Il presente lavoro ha tenuto conto delle analisi e degli studi di microzonazione di livello 1 e 2 già effettuati nel territorio comunale (a cura del Dr. Geol. Mirco Moreschi).

## 1.2 Descrizione generale dell'area comunale

Il territorio comunale di Santa Maria Nuova copre una superficie totale di circa 18,42 Km<sup>2</sup> e si colloca geograficamente tra il comune di Jesi a ovest e nord-ovest, Polverigi a nord-est, Osimo a est e Filottrano a sud.

Dal punto di vista cartografico il sito ricade nel Foglio 117 "Jesi" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e nelle sezioni n. 292080 "S. Maria del Piano", 293050 "Agugliano", 292120 "S. Maria Nuova" e 293090 "Montepolesco" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (Fig. 1).

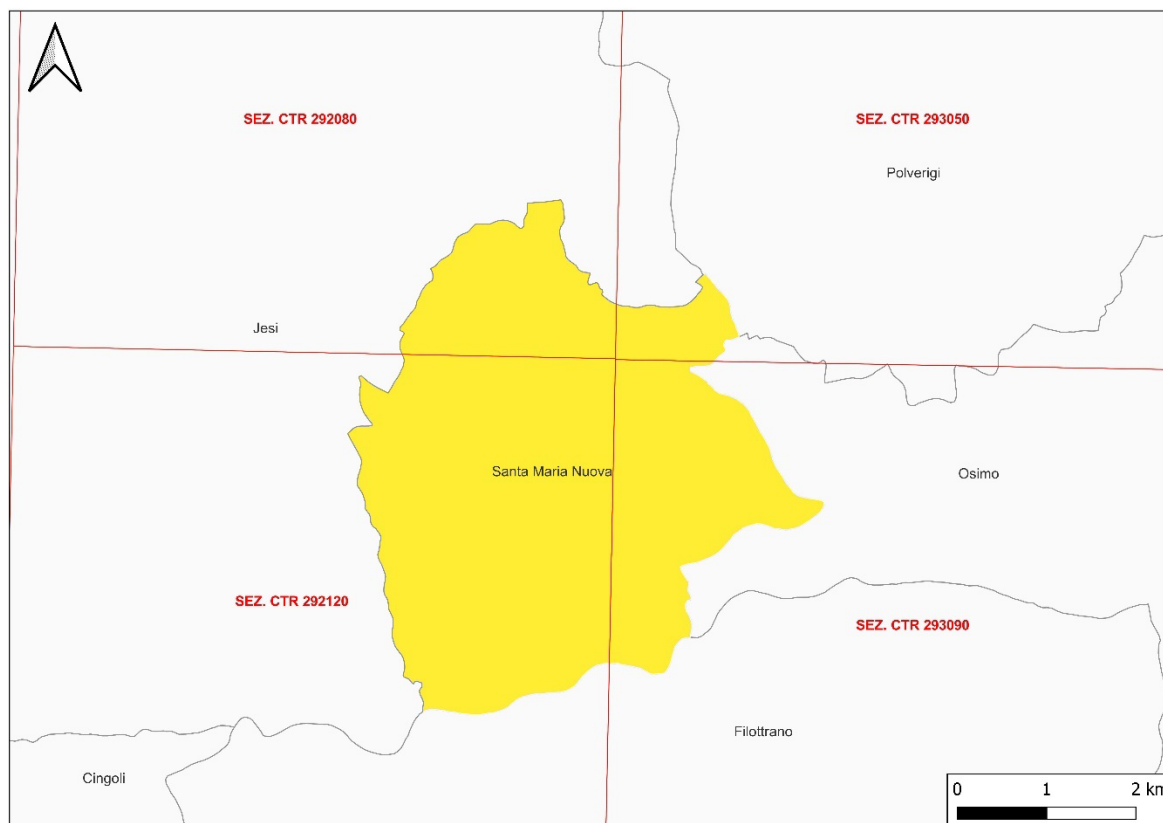


Figura 1 - Limiti amministrativi e sezioni CTR

Il territorio comunale di Santa Maria Nuova è compreso tra quote topografiche variabili tra 110 m s.l.m. della piana alluvionale e 175 m s.l.m. dell'area collinare.

### 1.3 Definizione dei documenti di base utilizzati nello studio

Lo studio è stato condotto seguendo le indicazioni riportate negli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica (SRAI) versione 4.2 del dicembre 2020 messi a punto dalla “*Commissione tecnica per la microzonazione sismica*” (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13/11/10, n. 3907) che ha elaborato, approvato e successivamente integrato detta “*guida*” a complemento degli “*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*” (ICMS, 2008), documento di riferimento.

In particolare, lo studio è stato così articolato:

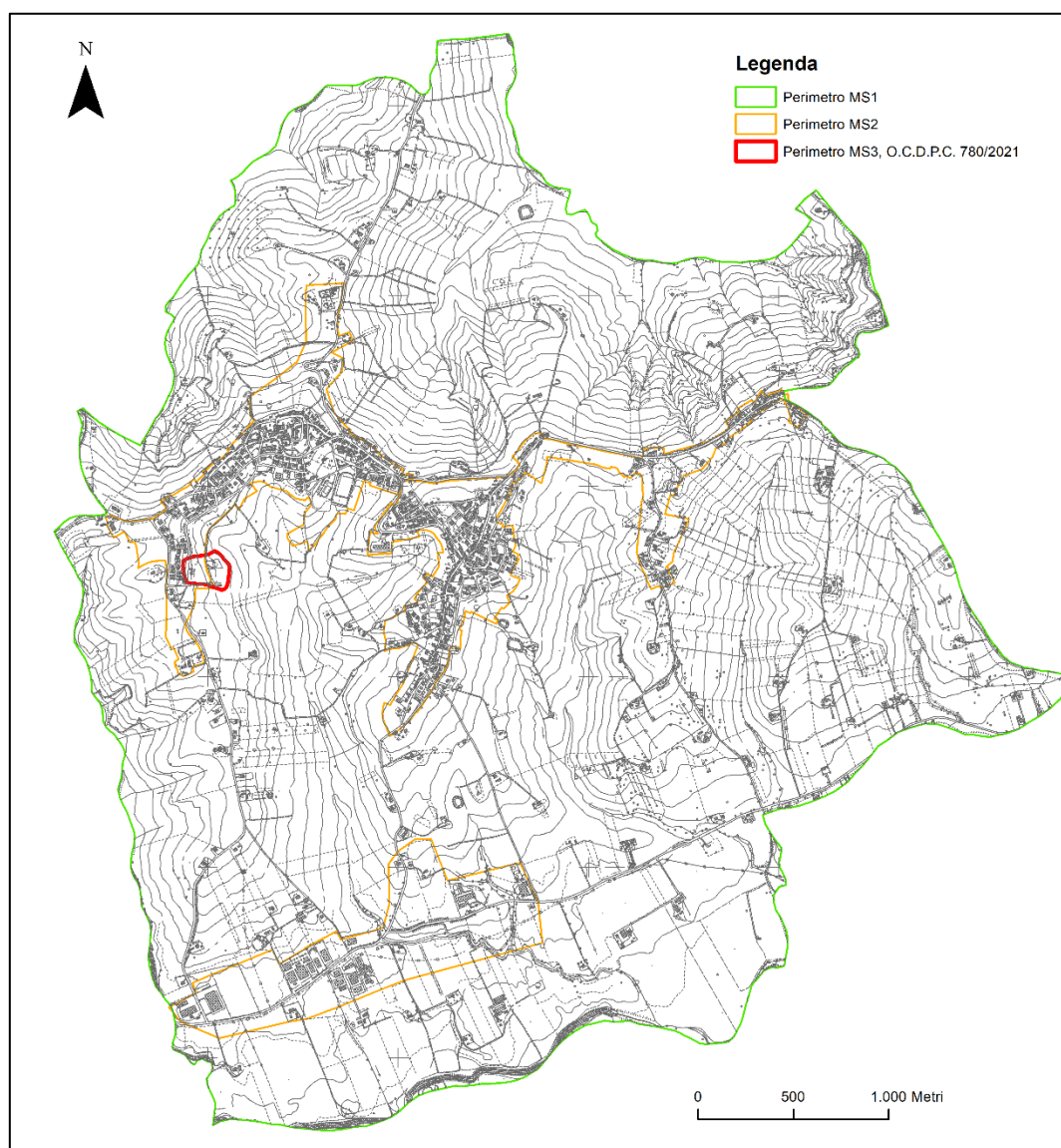
- ✓ reperimento della Struttura di Archiviazione, messa a disposizione dal Centro MS scaricabile attraverso link di concessione;
- ✓ reperimento della cartografia di base;
- ✓ reperimento Studi di Microzonazione Sismica di 1° e 2° livello del Comune di Santa Maria Nuova;
- ✓ consultazione della cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Regione Marche;
- ✓ reperimento ed analisi di tutti gli studi a carattere geologico-geomorfologico-idraulico e sismico, eseguiti sia nel territorio comunale che a più ampia scala;
- ✓ reperimento ed analisi delle indagini geologiche, geotecniche, geofisiche presenti negli archivi ed uffici comunali e funzionali al progetto di microzonazione;
- ✓ rilievo diretto in campagna, adeguato alla verifica delle cartografie geotematiche reperite e soprattutto funzionale all'individuazione dei potenziali elementi di carattere geologico, geomorfologico e strutturale, influenti sull'amplificazione del moto del suolo;
- ✓ ad integrazione delle indagini archiviate nel 2° livello di approfondimento si è proceduto all'esecuzione di nuove indagini concentrate all'interno dell'area in frana oggetto di studio;
- ✓ ricostruzione del modello geologico e verifica della stabilità dei versanti utilizzando parametri geotecnici sito-specifici derivanti dalle analisi di laboratorio dei campioni prelevati nei fori di sondaggio eseguiti;
- ✓ analisi di Risposta Sismica Locale 1D al baricentro del movimento franoso utilizzando gli accelerogrammi forniti dalla Commissione Tecnica finalizzata all'individuazione del Fattore di Amplificazione (FA) caratteristico;
- ✓ i dati relativi agli studi sito-specifici sono stati trasferiti alla Commissione Tecnica che ha elaborato modellazioni 2D per l'area di studio ottenendo il valore di massimo movimento della frana sismoinducibile (FRT).
- ✓ a chiusura delle fasi sopra esposte, si è popolato il data-base attraverso il programma SoftMs, secondo l'archiviazione prestabilita negli standard (SRAI ver.4.2 & ICMS) promossi dalla Commissione Tecnica, successivamente si è passati alla restituzione delle informazioni nel formato stampabile che hanno prodotto l'aggiornamento dei seguenti documenti: “Carta delle Indagini”, “Carta Geologico-Tecnica”, “Carta delle MOPS”, Carte di microzonazione Sismica FA0,1-0,5s, FA 0,4-0,8s, FA 0,7-1,1s”.



## 1.4 Aree da sottoporre agli studi di MS

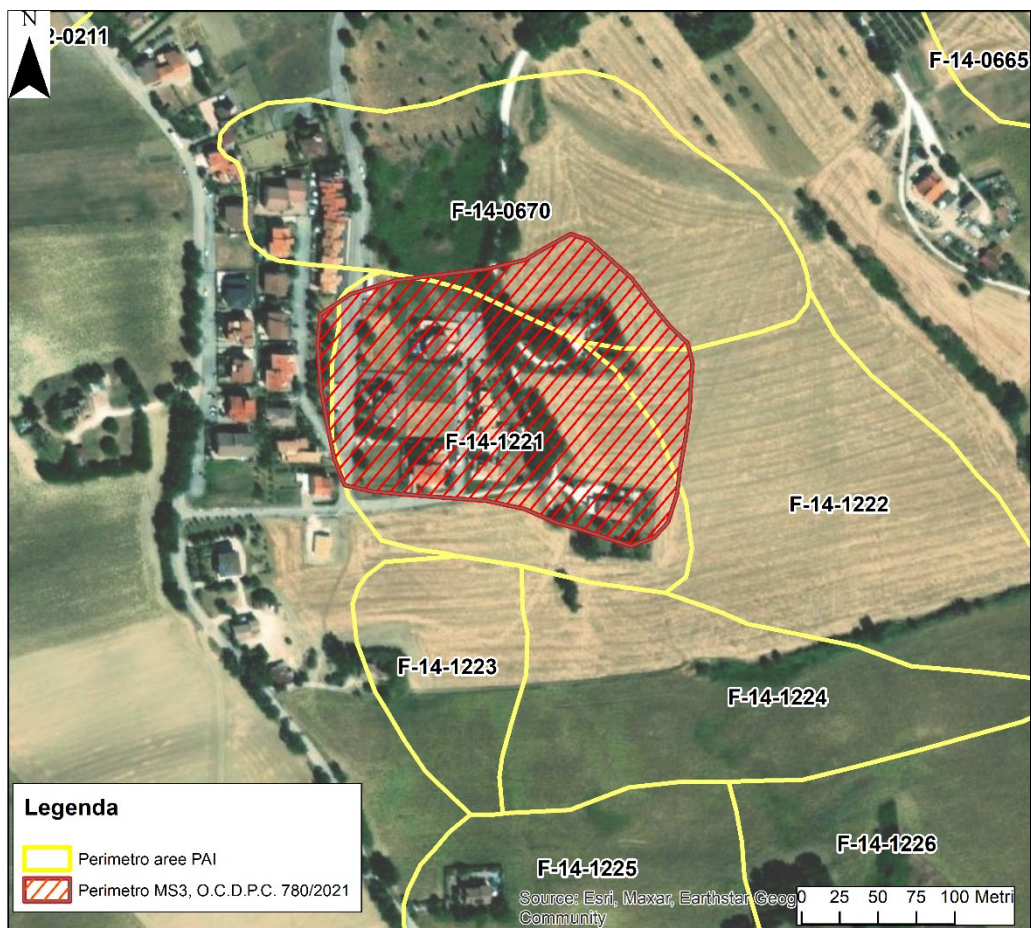
Il territorio comunale di Santa Maria Nuova è stato interessato nella sua intera superficie (18,42 kmq) dallo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 redatto nel Settembre 2015 mentre nel successivo livello 2 (redatto a Ottobre 2019) il perimetro di studio è stato ridotto a circa 2,38 kmq comprendendo la zona del Centro Storico, l'abitato di Collina e Monti e la zona industriale Pradellona.

Lo studio di approfondimento di 3 livello si è invece concentrato in un'area di attenzione per instabilità ubicata in via Aldo Moro, codificata dal PAI con la sigla F-14-1221 a pericolosità P2 e rischio R2, e scelta tra altre zone potenzialmente attivabili sismicamente proposte dalla Commissione Tecnica per il comune di Santa Maria Nuova (fig.2).



**Figura 2: Comune di Santa Maria Nuova – Perimetri di studio MS1-MS2 e MS3**

A seguito delle indagini geognostiche e geofisiche mirate e in accordo con la Commissione Tecnica è stato possibile ridefinire il perimetro dell'area di attenzione per instabilità di versante (della superficie di circa 3,6 ettari), che risulta leggermente modificato rispetto all'assetto del PAI (fig. 3).



**Figura 3: Perimetro di studio MS3 e perimetro aree PAI**

La morfologia della frana, che si interrompe a circa metà versante, potrebbe indurre dei dubbi sulla sua effettiva conformazione ma occorre specificare che l'approfondimento di livello 3 si basa sulla sismoinducibilità di frane a pericolosità P1 o P2 e pertanto non si è tenuto conto della porzione inferiore del versante interessata da una frana a pericolosità P3 (F-14-1222).

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

Per le notizie relative al presente capitolo si rimanda completamente allo studio di Microzonazione Sismica di livello 2 in quanto esaustivo di tutte le notizie inerenti alla pericolosità sismica di base e la sismicità storica per il comune di Santa Maria Nuova.

### **3 ASSETTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO DELL'AREA**

Essendo stato l'assetto geologico e geomorfologico generale del Comune di Santa Maria Nuova dettagliatamente esaminato e descritto nei precedenti livelli di approfondimento, in questo capitolo verranno affrontati tutti gli aspetti specifici relativi al perimetro di studio e ad un suo intorno significativo.

#### **3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico**

L'area studiata è ubicata Loc. Scarpara Alta (via Aldo Moro) e si sviluppa nella parte superiore di un versante esposto a est che da una dorsale secondaria scende verso il fosso della Scarpara. L'andamento topografico del terreno risulta variabile con pendenze medie comprese tra i 10°-12° e i 15° della parte più a monte. La zona è caratterizzata da una significativa urbanizzazione.

Geologicamente la dorsale è costituita dal substrato geologico plio-pleistocenico riferibile alla Formazione delle Argille Marnose Azzurre (COS) costituito da argille marnose intercalate da sottili livelli sabbiosi che fungono da superficie di stratificazione. Il substrato si rinviene nella parte più superficiale generalmente alterato e fratturato.

Dalle indagini reperite effettuate nel sito si evince un particolare assetto del substrato che risulta ricoperto da spessori non omogenei di terreni di copertura procedendo da nord verso sud. In particolare, le argille marnose sono sub-affioranti nella parte più meridionale dell'area mentre nel settore settentrionale il substrato si approfondisce notevolmente risultando ricoperto da uno spessore consistente di coltre colluviale costituita da sedimenti limo argillosi e limo sabbiosi.

L'origine delle colluvioni è dovuta alle acque dilavanti che esportano a monte le fini particelle sabbiose-argillose e le sedimentino a valle lungo i versanti sotto forma di depositi lenticolari.

Tale disposizione del substrato risulta probabilmente legata a fattori di carattere geomorfologico e/o a fattori geologico strutturali; nel passato la zona potrebbe essere stata oggetto di intensi fenomeni erosivi che portarono alla formazione di una scarpata nel substrato. Dalla paleo-scarpata potevano originarsi scivolamenti di materiali colluviali ad opera delle acque dilavanti e con il prevalere dei processi gravitazionali di accumulo dei sedimenti colluviali, nel tempo la scarpata è stata gradualmente attenuata sino alla completa copertura dell'antica morfologia. Questo dà ragione della presenza nella porzione nord dell'area di un notevole spessore di sedimenti colluviali rispetto alla parte più meridionale della zona.

La morfologia del sito risulta comunque abbastanza regolare ed allo stato attuale non si notano indizi di dissesti gravitativi. Solo più a valle nella parte finale del versante e a ridosso del Fosso della Scarpara si possono notare delle lievi ondulazioni del terreno riconducibili a deformazioni plastiche che interessano gli spessori più superficiali della coltre colluviale.

## 4 APPROFONDIMENTO DI LIVELLO 3

### 4.1 Raccolta dati esistenti e nuove indagini eseguite

#### 4.1.1 Dati esistenti

Il reperimento e l'analisi dei dati geotecnico-geofisici condotto per la realizzazione degli studi di Microzonazione di livello 1 e 2 è stato effettuato consultando il materiale disponibile nell'archivio comunale di Santa Maria Nuova, proveniente da diverse pratiche progettuali, assistite da diversi professionisti specializzati per un intervallo temporale di circa trent'anni, implementate nello stesso lavoro (2019) con nuove indagini di sismica passiva e attiva eseguite funzionalmente allo scopo.

Le indagini archiviate fino al 2° livello sono state complessivamente n. 297, divise tra n. 270 puntuali e 27 lineari. Nella tabella seguente viene sintetizzato un elenco delle principali indagini utilizzate nello studio di 2° livello.

INDAGINI PUNTUALI	Sigla	N. indagini
Prova penetrometrica statica	CPT	40
Prova penetrometrica dinamica leggera	DL	27
Prova penetrometrica dinamica media	DN	2
Prova penetrometrica dinamica super pesante	DS	7
Sondaggio a distruzione di nucleo che non intercetta il substrato	SD	2
Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato	SDS	7
Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	SS	129
Pozzi per acqua	PA	10
Indagine sismica passiva a stazione singola	HVSR	35
Trincee o pozzetti esplorativi	T	3
Stratigrafia media teorica	SMS	8
TOTALE		270
INDAGINI LINEARI	Sigla	N. indagini
MASW	MASW	5
FTAN	FTAN	22
TOTALE		27

Tabella 1 - Indagini puntuali e lineari inserite nel database di 2 livello

#### 4.1.2 Dati acquisiti ex novo

Funzionalmente allo studio di microzonazione di 3° livello, nel mese di giugno 2022, oltre ad un dettagliato rilievo geologico e geomorfologico di superficie dell'area oggetto di approfondimento, sono state effettuate le seguenti indagini:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo dai quali sono stati prelevati complessivamente n. 5 campioni indisturbati di terreno sottoposti poi ad analisi di laboratorio consistite in: determinazione delle caratteristiche fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometriche, prove di taglio di picco e residue. I due fori di sondaggio sono stati inoltre attrezzati a piezometri per l'individuazione della quota piezometrica locale;

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH;
- n. 4 indagini sismiche attive con tecnica MASW;
- n. 4 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR.

Tali indagini sono state ubicate opportunamente e strategicamente per ricavare informazioni funzionali alla ricostruzione del locale modello geotecnico e geofisico del sottosuolo.

La seguente tabella riassume le indagini effettuate ex-novo per lo studio di Microzonazione di 3° livello.

INDAGINI EFFETTUATE	Sigla	N. indagini
Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	SS	2
Prova penetrometrica dinamica super pesante	DP	3
Indagine sismica attiva con tecnica MASW	MASW	4
Indagine sismica passiva a stazione singola	HVSR	4
<b>TOTALE</b>		<b>13</b>

**Tabella 2 - Indagini ex-novo effettuate**

In particolare, le indagini sismiche con tecnica MASW, effettuate per determinare la velocità di propagazione delle onde S (Vs) nei terreni esaminati, sono state realizzate in fitting congiunto alle misure HVSR.

Il substrato sismico nell'area non è stato però intercettato dalle indagini geofisiche; per tale motivo le analisi di modellazione 1D per la Risposta Sismica Locale sono state effettuate con parametri variabili non conoscendo la reale profondità del bedrock sismico.

I risultati delle indagini geofisiche vengono riportati nel successivo paragrafo relativo alla carta delle MOPS.

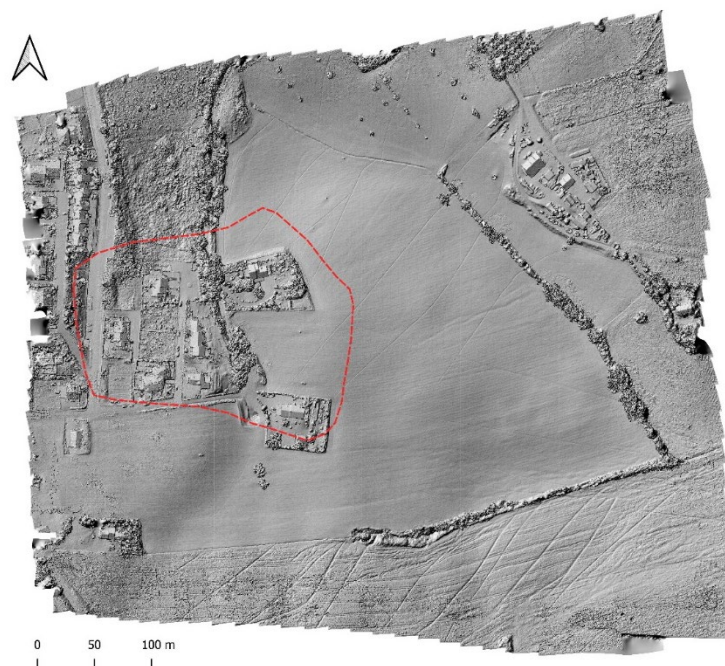
## **4.2 Rilievo geomorfologico di dettaglio**

Nelle fasi preliminari dello studio è stato eseguito un rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio dell'area in frana e delle zone limitrofe implementato da un rilievo aerofotogrammetrico da drone che ha permesso di elaborare un'ortofotocarta e un modello digitale del terreno ad alta definizione (fig.4-5). Tali elaborati sono stati utilizzati per mappare morfostrutture particolari quali zone di scarpata, zone di accumulo, zone soggette a soliflussi altrimenti non visibili da terra a causa di barriere naturali e antropiche. Tali elementi sono stati riportati nella carta geologica-geomorfologica preliminare.





**Figura 4 - Ortofotocarta area di studio da rilievo aerofotogrammetrico da drone**



**Figura 5 – Modello Digitale del Terreno area di studio da rilievo aerofotogrammetrico da drone**

#### **4.2.1 Carta geologica-geomorfologica**

L'elaborato, realizzato sulla base dei rilievi effettuati precedentemente descritti, e con i dati desunti dalle indagini geognostiche è stato oggetto di confronto con la Commissione Tecnica insieme alla quale è stato definito il perimetro definitivo dell'area in frana sulla quale concentrare gli studi di 3° livello.

In generale, la zona risulta interessata un cospicuo spessore di coltre di alterazione eluvio-colluviale (MUSb2) particolarmente visibile nella parte inferiore del perimetro di frana e cartografato come zona di accumulo in carta. Nell'elaborato vengono individuate delle scarpate di origine antropica, una zona di soliflussione e degli

scoli di ruscellamenti concentrati oltre a n. 5 tracce di sezioni geolitologiche rappresentative che verranno descritte nel successivo paragrafo.

### **4.3 Caratterizzazione del sottosuolo**

La definizione del modello geologico è scaturita dal reperimento delle indagini già disponibili per l'area di studio e da quelle effettuate specificamente per il livello 3 di approfondimento.

In generale, nell'area in frana la successione stratigrafica risulta la seguente:

#### Terreni di riporto

Tale litotipo è costituito da materiali eterogenei, le cui caratteristiche geotecniche sono mal valutabili; nel complesso, comunque, presenta scadenti parametri di resistenza geomeccanica.

È presente solo nelle zone a ridosso di strade o abitazioni ed è costituito da limi, argille, inclusi ghiaiosi e frammenti di laterizi.

#### Depositi di copertura eluvio-colluviali

Sono costituiti da limi argillosi e limi sabbiosi di color marrone-grigiastri con patine e macule sabbiose color marrone/ocra (MUSb2). Sono presenti a luoghi concrezioni carbonatiche a tratti abbondanti. All'interno del litotipo possono essere presenti orizzonti a maggior componente organica che presentano colorazione marrone scuro.

Sono caratterizzati da plasticità medio-alta e in generale, da una moderata resistenza geomeccanica.

#### Substrato geologico

Il substrato dell'area è riferibile alla Formazione delle Argille Marnose Azzurre (FAA) costituito da argille marnose intercalate da sottili livelli sabbiosi che fungono da superficie di stratificazione. Il substrato si rinviene nella parte più superficiale generalmente alterato e fratturato. Nel complesso ha buone caratteristiche geomeccaniche ad esclusione dei livelli che presentano alterazione/fratturazione dove i parametri geotecnici subiscono un decadimento.

Come già accennato al paragrafo 3.1, il substrato presenta una particolare morfologia procedendo trasversalmente alla pendenza del versante come si evince dalle sezioni geolitologiche riportate successivamente. Infatti, osservando le sezioni trasversali C-C' e D-D' (Fig.9-10), si nota che a circa metà tracciato le argille marnose sono sub-affioranti mentre lateralmente (soprattutto procedendo verso l'inizio delle sezioni) esse si approfondiscono notevolmente e lo spessore delle coperture diventa consistente.

Tale disposizione del substrato risulta probabilmente legata a fattori di carattere geomorfologico e/o a fattori geologico strutturali poiché in passato la zona potrebbe essere stata oggetto di intensi fenomeni erosivi che portarono alla formazione di una paleo-scarpata nel substrato. Dalla paleo-scarpata potevano originarsi scivolamenti di materiali colluviali ad opera delle acque dilavanti e con il prevalere dei processi gravitazionali di accumulo dei sedimenti colluviali, nel tempo la scarpata è stata gradualmente attenuata sino alla completa copertura dell'antica morfologia.

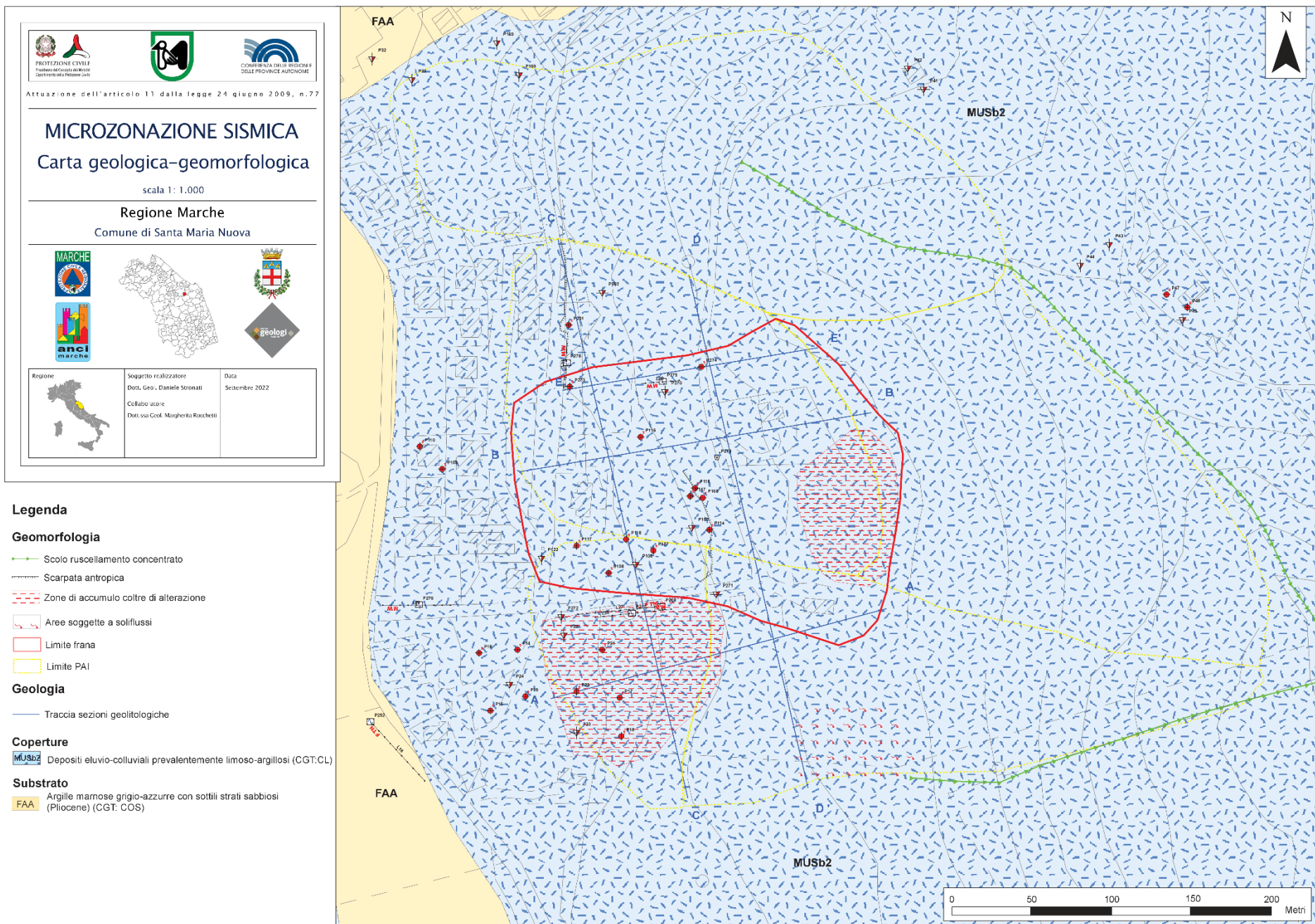
Guardando le sezioni longitudinali A-A', B-B' e E-E' (fig. 7-8-11), la coltre di alterazione risulta abbastanza costante procedendo verso le quote più basse senza significative variazioni di spessore.

Si precisa che la sezione E-E' (Fig. 11) è quella che passa lungo i nuovi sondaggi effettuati (P273 e P274) e una nuova CPT (P270) pertanto, rispetto alle altre tracce, è stata raffigurata in modo più dettagliato includendo

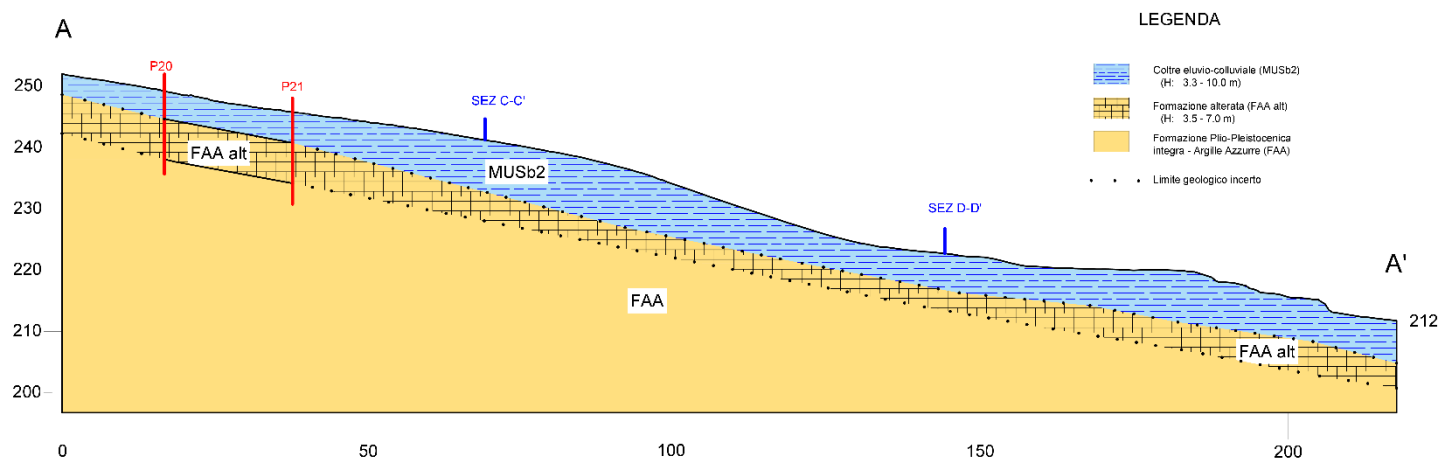
tutte le notizie acquisite con le nuove indagini come le lenti a maggior componente organica, i campioni prelevati e la quota piezometrica.

Per quanto riguarda le indagini geofisiche, per la modellazione del sottosuolo, sono state prese principalmente in considerazione quelle che hanno ottenuto maggiore grado di qualità della misura e quelle che risultano coerenti con i dati desunti dalle indagini geotecniche o confermative degli spessori presunti per le coperture. In generale, non sono emerse rilevanti incongruenze tra le indagini geofisiche reperite e quelle effettuate ex-novo. In definitiva, il modello del sottosuolo è stato ricostruito utilizzando tutte le misure ritenute di qualità soddisfacente.

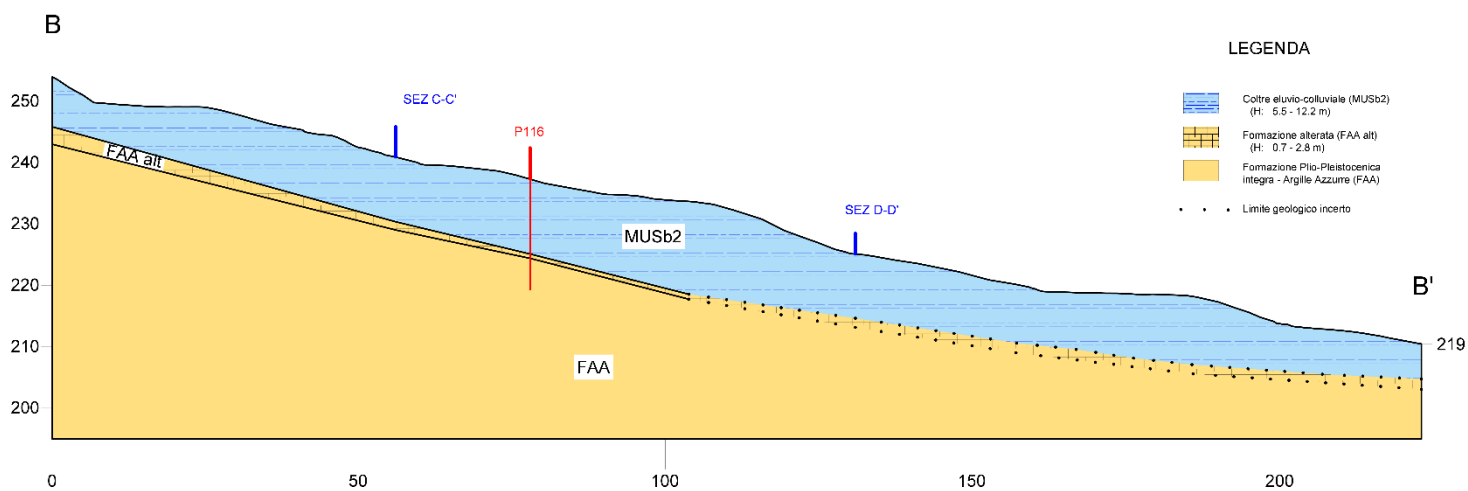




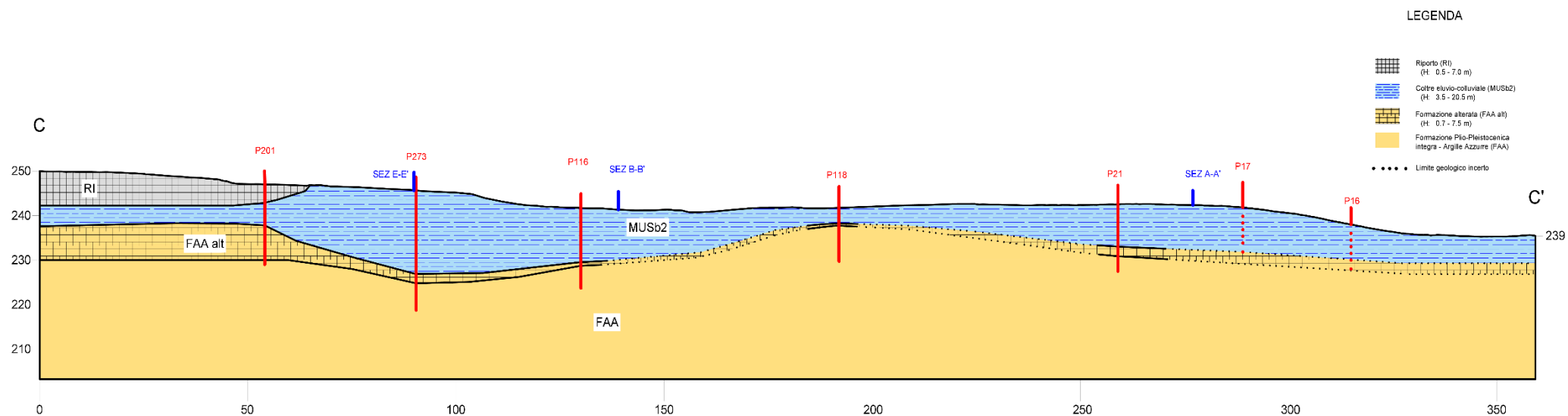
**Figura 6 - Carta geologico e geomorfologica area in frana (ridotta, non in scala) con inserite le indagini eseguite e reperite**



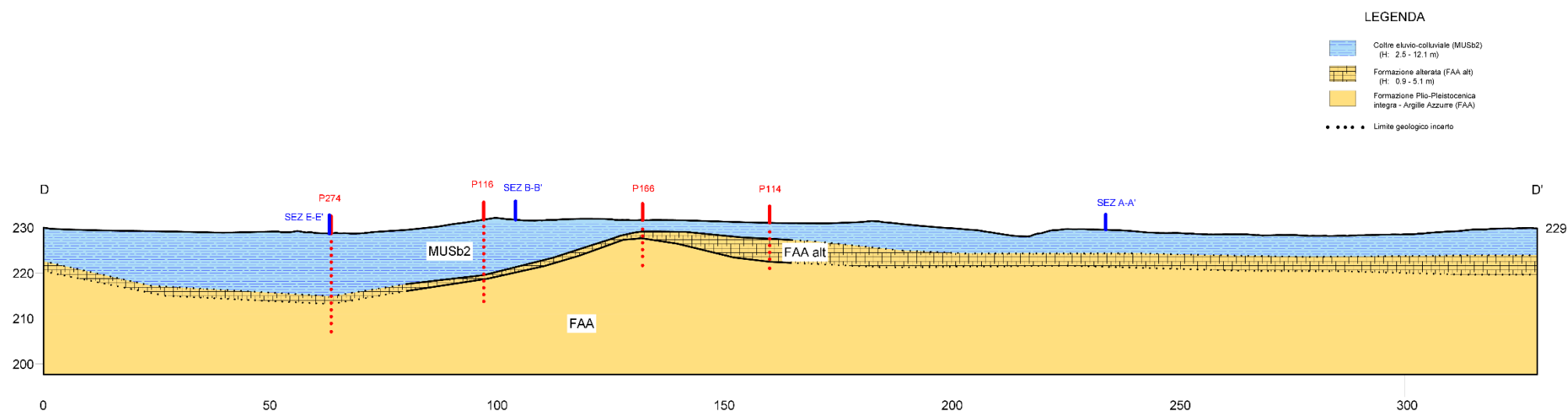
**Figura 7 - Sezione geolitologica A-A'**



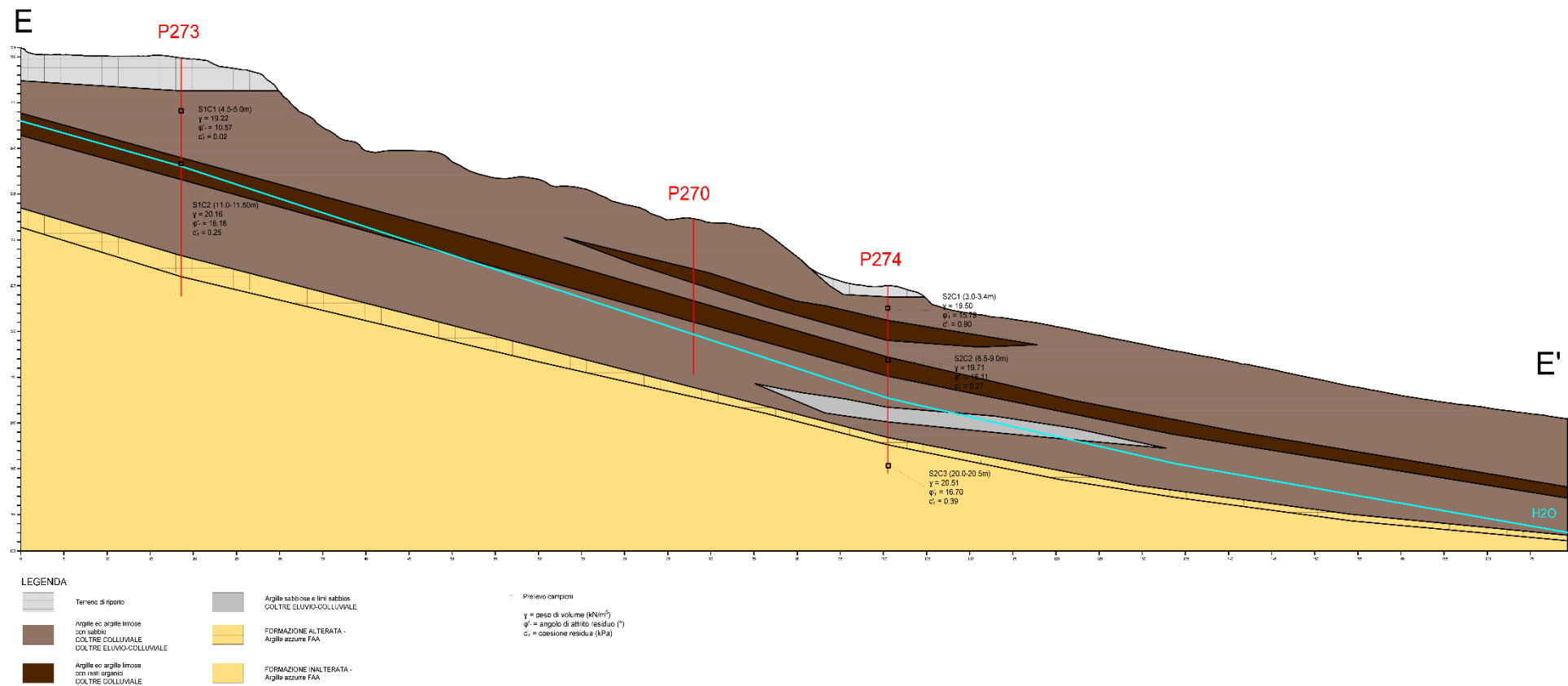
**Figura 8 - - Sezione geolitologica B-B'**



**Figura 9 - Sezione geolitologica C-C'**



**Figura 10 - Sezione geolitologica D-D'**



**Figura 11 - Sezione geolitologica E-E';** tale sezione è stata utilizzata per la modellazione 1D e per l'analisi della stabilità di versante in quanto quella che collega le nuove indagini realizzate per lo studio MS3

#### 4.4 Modellazione 1D

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 *STRATA* che lavora nel dominio delle frequenze utilizzando l'analisi equivalente lineare, seguendo le indicazioni delle "note esplicative per le elaborazioni numeriche" redatte dalla Commissione Tecnica per l'approfondimento di 3° livello di MS che consistono in:

- inserimento delle caratteristiche del modello geotecnico e del modello sismico della colonna di terreno situata in prossimità del baricentro della frana, dedotta dalle indagini geotecniche e geofisiche eseguite;

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)	Minimum (m/s)	Maximum (m/s)	Varied
1	0.00	6.10	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	160.00	✓ 140.00	✓ 180.00	✓
2	6.10	3.40	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	200.00	✓ 180.00	✓ 220.00	✓
3	9.50	5.50	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	230.00	✓ 200.00	✓ 250.00	✓
4	15.00	35.00	Substrato geologico > 50 m	320.00	✓ 300.00	✓ 350.00	✓
5	50.00	20.00	Substrato geologico > 50 m	400.00	✓ 380.00	✓ 420.00	✓
6	70.00	20.00	Substrato geologico > 50 m	500.00	✓ 480.00	✓ 520.00	✓
7	90.00	20.00	Substrato geologico > 50 m	600.00	✓ 580.00	✓ 620.00	✓
8	110.00	20.00	Substrato geologico > 50 m	700.00	✓ 680.00	✓ 750.00	✓
9	130.00	Half-Space	Bedrock	801.00	✓ 800.00	✓ 900.00	✓

Figura 12 - modello geotecnico e sismostratigrafia inseriti in STRATA

- utilizzo delle curve di decadimento indicate dalla Commissione Tecnica per i terreni della Regione Marche;

	Name	Unit Weight (kN/m³)	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)
1	Ghiaie (Rollins et al., 1998)	20.00	G_Marche (Ghiaie)	G_Marche (Ghiaie)	0,5
2	Substrato geologico coesivo stratificato Marche	20.00	BEDgeol_Marche	BEDgeol_Marche	0,5
3	Substrato geologico > 50 m	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 250-500 ft	0,5
4	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Offida)	19.50	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Offida)	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Offida)	0,5
5	Sabbie (Seed & Idriss, 1970)	19.50	Seed & Idriss (1970)	Seed & Idriss (1970)	0,5
6	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Senigallia)	19.50	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Senigallia)	Depositi alluvionali limoso-argillosi (Senigallia)	0,5
7	Substrato calcareo alterato e/o fratturato (Marche)	21.00	Sub calc alterato e/o fratturato (Marche)	Sub calc alterato e/o fratturato (Marche)	0,5
8	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	18.00	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	Depositi eluvio-colluviali (Marche)	0,5

Figura 13 – Curve di decadimento fornite dalla Commissione Tecnica, in arancio i litotipi utilizzati nell'analisi di RSL

Depositi eluvio-colluviali Marche				EPRI (93), 250-500 ft			
Strain (%)	G/Gmax	Strain (%)	Damping (%)	Strain (%)	G/Gmax	Strain (%)	Damping (%)
5.00E-05	1	5.00E-05	2.885	1.00E-04	1	1.00E-04	0.786
1.00E-04	1	1.00E-04	2.886	1.78E-04	1	1.78E-04	0.792
5.00E-04	0.999	5.00E-04	2.892	3.16E-04	1	3.16E-04	0.799
1.00E-03	0.997	1.00E-03	2.902	5.62E-04	0.999	5.62E-04	0.811
2.00E-03	0.993	2.00E-03	2.926	1.00E-03	0.999	1.00E-03	0.867
5.00E-03	0.977	5.00E-03	3.02	1.78E-03	0.999	1.78E-03	0.95
1.00E-02	0.946	1.00E-02	3.219	3.16E-03	0.986	3.16E-03	1.081
2.00E-02	0.877	2.00E-02	3.705	5.62E-03	0.968	5.62E-03	1.344
3.00E-02	0.808	3.00E-02	4.265	1.00E-02	0.934	1.00E-02	1.774
4.00E-02	0.743	4.00E-02	4.866	1.78E-02	0.879	1.78E-02	2.515
5.00E-02	0.684	5.00E-02	5.489	3.16E-02	0.799	3.16E-02	3.52
7.50E-02	0.561	7.50E-02	7.054	5.62E-02	0.696	5.62E-02	5.077
1.00E-01	0.468	1.00E-01	8.529	1.00E-01	0.575	1.00E-01	7.206
2.00E-01	0.263	2.00E-01	12.943	1.78E-01	0.449	1.78E-01	9.853
5.00E-01	0.098	5.00E-01	18.116	3.16E-01	0.332	3.16E-01	12.839
7.50E-01	0.06	7.50E-01	19.558	5.62E-01	0.23	5.62E-01	15.972
1.00E+00	0.042	1.00E+00	20.286	1.00E+00	0.148	1.00E+00	19.072
2.00E+00	0.017	2.00E+00	21.325				
5.00E+00	0.005	5.00E+00	21.857				

Figura 14 – Curve di decadimento utilizzate per l'analisi di RSL

- inserimento dei dati relativi all'input sismico (n.8 accelerogrammi forniti dalla Commissione Tecnica rappresentativi della pericolosità di base del sito con periodo di ritorno TR=475 anni);

	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M1.csv		Outcrop (2A)	0.23	6.42	1.00
2	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M2.csv		Outcrop (2A)	0.29	13.50	1.00
3	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M3.csv		Outcrop (2A)	0.25	7.07	1.00
4	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M4.csv		Outcrop (2A)	0.25	6.40	1.00
5	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M5.csv		Outcrop (2A)	0.25	10.25	1.00
6	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M6.csv		Outcrop (2A)	0.23	8.02	1.00
7	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M7.csv		Outcrop (2A)	0.28	13.16	1.00
8	<input checked="" type="checkbox"/> Bed_geol\bg_160.00 m (Outcrop)-accelTs-corrected-M8.csv		Outcrop (2A)	0.27	21.66	1.00

Figura 15 - Accelerogrammi forniti dalla Commissione Tecnica e utilizzati per l'analisi RSL

- esecuzione di 100 simulazioni per ciascuno degli 8 accelerogrammi in input; per ciascun accelerogramma è stato definito lo spettro di risposta corrispondente alla mediana dei risultati cui è stata aggiunta la deviazione standard ( $M \cdot e^\sigma$ );
- per ciascun accelerogramma di input sono stati scelti 100 valori di Arias, un valore mediano e una deviazione standard (in logaritmo) riferiti alla profondità del baricentro della massa in condizioni di equilibrio limite (nel caso di studio profondità -10,00m dal p.c.).
- sono stati selezionati 8 accelerogrammi in modo che la rispettiva intensità di Arias (alla profondità del baricentro della massa in condizioni di equilibrio limite) sia la più prossima a  $M \cdot e^\sigma$  (M è il valore della mediana e  $\sigma$  è la deviazione standard logaritmica fornita da STRATA).

ACC1	ACC2	ACC3	ACC4	ACC5	ACC6	ACC7	ACC8
67	84	90	75	68	90	55	82

Tabella 3 - accelerogrammi di output selezionati

Dalla modellazione numerica 1D è stato inoltre possibile estrapolare il valore del Fattore di Amplificazione (FA) sito-specifico per i tre intervalli temporali previsti dagli ICMS.

Confrontando i valori di FA con quelli definiti secondo gli abachi nello studio di livello 2 per la MOPS 2002 (in cui ricadeva la frana) è risultato un incremento del fattore di amplificazione tale da istituire una specifica MOPS (2008) attribuita al poligono della frana che verrà descritta nei successivi paragrafi dedicati.

Vengono di seguito riportati i valori di FA per l'area in frana (MOPS 2008).

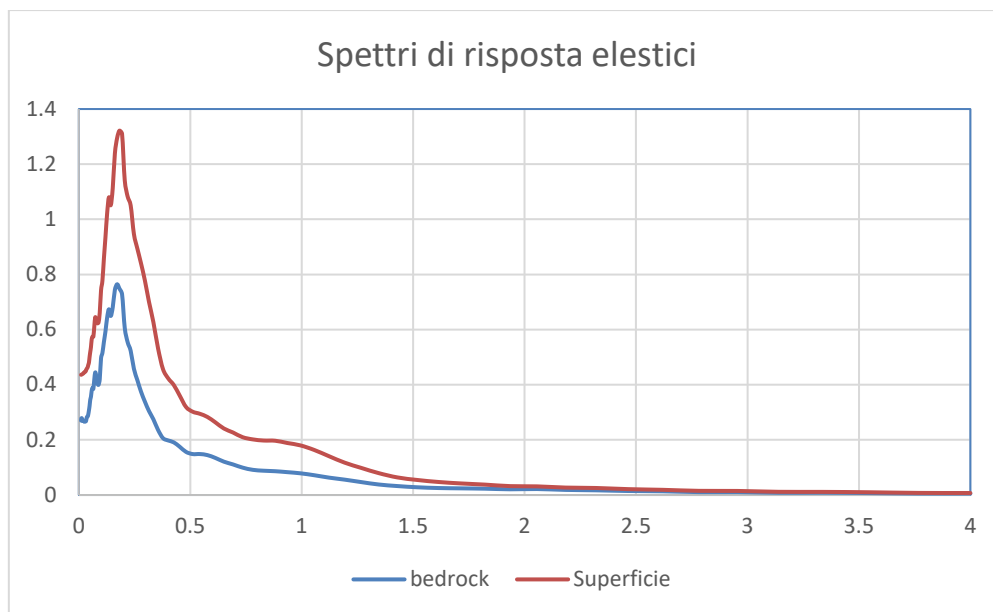


Figura 16 - Grafico degli spettri di risposta elastici risultati dalla RSL riferibili al bedrock e in superficie

AREA IN FRANA		
MOPS 2008 (LIVELLO 3)		
FA 0.1-0.5s	FA 0.4-0.8s	FA 0.7-1.1s
1.91	2.06	2.20

Tabella 4 – Fattori di Amplificazione specifici dell'area in frana, corrispondente alla nuova MOPS 2008

#### 4.5 Analisi della stabilità

L'analisi della stabilità del versante è stata svolta dagli scriventi in condizioni statiche lungo la sezione geolitologica E-E', corrispondente alla linea di raccordo tra i due nuovi sondaggi effettuati.

Nel baricentro della frana si è assunta la seguente stratigrafia:

Unità litotecnica	Litologia	Profondità
1	COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE Argille e argille limose con sabbia	0÷20 m
2	SUBSTRATO GEOLOGICO Formazione delle Argille Azzurre – membro pelitico-arenaceo	20÷130 m
3	SUBSTRATO SISMICO Formazione delle Argille Azzurre – membro pelitico-arenaceo	>130 m

Tabella 5 – Stratigrafia baricentro della frana



Nei calcoli sono stati utilizzati i seguenti valori caratteristici dei terreni, ottenuti dall'analisi delle prove di laboratorio e sismiche pregresse ed ex-novo mediante "media ragionata", ovvero stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite.

Unità litotecnica	Phi' (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Gamma kN/m³	GammaSat kN/m³
1	17.18	5.00	0	19.65	20.26
2	25.00	20.00	0	20.51	20.75

**Tabella 6 - Parametri geotecnici utilizzati per l'analisi di stabilità del versante**

I calcoli delle verifiche di stabilità sono stati eseguiti su 10000 superfici di scivolamento di forma complessa, distribuite sulla porzione di versante indicata durante le riunioni con la Commissione Tecnica, mediante l'algoritmo di Morgenstern & Price (1965) utilizzato dal programma freeware “SSAP vers. 5.1. (2022)” del dott. Geol. L. Borselli, che prevede l'analisi e la ricerca automatica di superfici di scivolamento, di forma complessa con il minor fattore di sicurezza.

All'interno del modello del pendio è stata inserita la quota del livello piezometrico misurato nei due fori di sondaggio attrezzati a piezometro che è risultata pari a circa -11,00—12,00 m dal p.c.

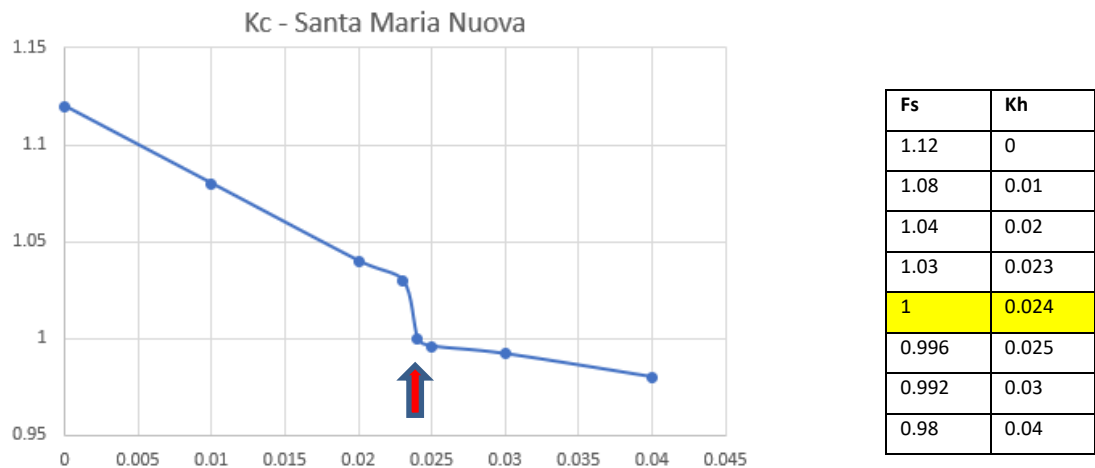
Rinviando ai singoli report generati dal programma di calcolo, si riportano i risultati della verifica di stabilità.

**FS<sub>min</sub> 1.12 (in condizioni statiche)**

Il pendio, alle attuali condizioni e in assenza di azioni sismiche, risulta stabile ai sensi delle NTC2018.

E' stato inoltre determinato il coefficiente sismico critico Kc (coeff. sismico pseudo-statico corrispondente alle condizioni limite) variando il valore di Kh (coefficiente sismico orizzontale) fino ad ottenere un valore di Fs =1 come da seguente grafico.

**Kc 0.024**



**Figura 17 - Grafico determinazione del Kc con relativa tabella**



## 4.6 Risultati finali, dubbi e incertezze

I dati e i risultati della modellazione 1D e delle analisi della stabilità in condizioni statiche sono stati condivisi con la Commissione Tecnica che ha provveduto a comunicare agli scriventi il valore dello spostamento medio del blocco di Newmark che equivale a **FRT = 15.71 cm**.

Pertanto, **le analisi di livello 3 confermano che la frana risulta sismicamente attivabile** in quanto il valore di FRT è maggiore di 1cm e pertanto lo spostamento non può essere ritenuto trascurabile.

Conseguentemente l'area oggetto di approfondimento viene classificata come ZONA SUSCETTIBILE DI INSTABILITA' e viene rappresentata sulla carta di MS con la simbologia derivante dai valori di FRT e FA ricavata dalle analisi specifiche.

Eventuali dubbi riguardano l'incertezza di aver interrotto lo studio della frana a circa metà del versante in quanto la zona inferiore, come detto, è classificata dal PAI come area a pericolosità P3. Infatti, è geomorfologicamente improbabile che il versante possa essere suddiviso in due distinti dissesti autonomi.

Inoltre permane il dubbio della effettiva estensione laterale della frana in quanto la zona è caratterizzata da una particolare situazione geomorfologica.

## 4.7 Descrizione degli elaborati cartografici con relativi aggiornamenti

La base cartografica utilizzata è stata fornita dall'ufficio tecnico comunale, i files in formato "dwg" sono relativi alla Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Marche (WGS84 – 33N) in scala 1:5000.

Per visionare sia l'intero territorio comunale che la zona sede di approfondimento di III livello, ogni carta presenta 4 layout suddivisi in "Territorio comunale" in scala 1: 10.000, "Centro Storico, Collina e Monti" e "Pradellona" in scala 1:5000 e "Zona Frana oggetto di MS3" in scala 1:1000.

### 4.7.1 Carta delle indagini

In tale documento cartografico vengono riportate tutte le informazioni relative ad indagini puntuali e lineari, reperite ed eseguite ex novo sull'intero territorio comunale, archiviate mediante il software Soft MS vers. 4.2 (Software distribuito dal Dipartimento della Protezione Civile per l'archiviazione dei dati della carta delle indagini per la Microzonazione Sismica) come previsto dagli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica contenuti nel documento vers.4.2.

Sono stati archiviati 279 "siti puntuali" e 31 "lineari" includendo le 13 nuove indagini eseguite a supporto dell'approfondimento di III livello.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva di tutte le indagini (reperite ed ex novo) utilizzate per popolare la carta delle indagini.

<b>INDAGINI PUNTUALI</b>	<b>Sigla</b>	<b>N. indagini</b>
Prova penetrometrica statica	CPT	40
Prova penetrometrica dinamica leggera	DL	27
Prova penetrometrica dinamica media	DN	2
Prova penetrometrica super pesante	DS	10
Sondaggio a distruzione di nucleo che non intercetta il substrato	SD	2
Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato	SDS	7
Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	SS	131
Pozzi per acqua	PA	10
Indagine sismica passiva a stazione singola	HVSR	39
Trincee o pozzetti esplorativi	T	3
Stratigrafia media teorica	SMS	8
<b>TOTALE</b>		<b>279</b>
<b>INDAGINI LINEARI</b>	<b>Sigla</b>	<b>N. indagini</b>
MASW	MASW	9
FTAN	FTAN	22
<b>TOTALE</b>		<b>31</b>

**Tabella 7 - Indagini puntuali e lineari inserite nello Studio di MS3**

La procedura di rappresentazione in ambiente GIS e la relativa simbologia utilizzata per le diverse tipologie di indagine è quella contenuta negli strumenti software del DPC e validati negli SRAI ver. 4.2 – dicembre 2020, di cui si visualizza lo stralcio relativo all'area in frana e la legenda (Figura 18).

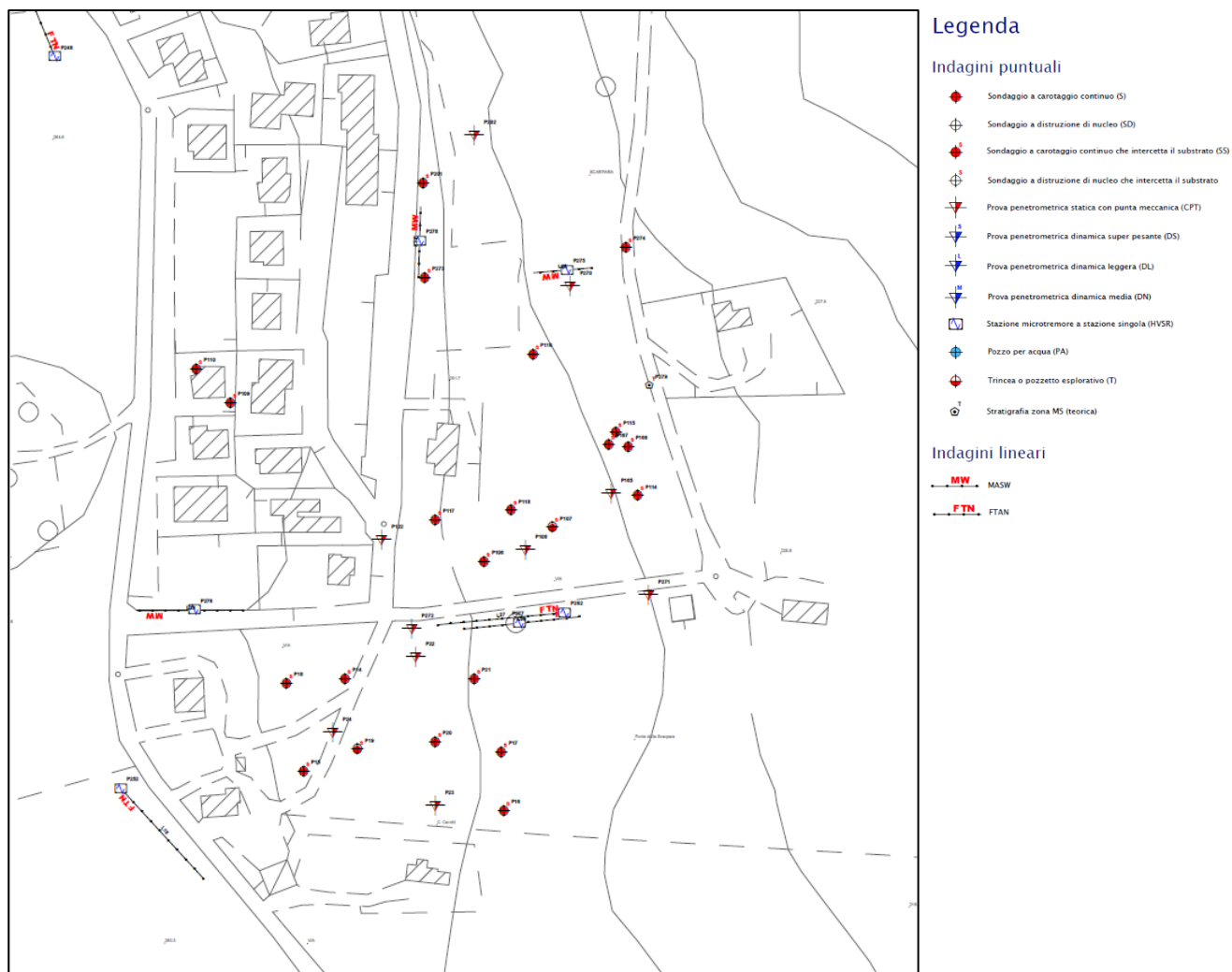


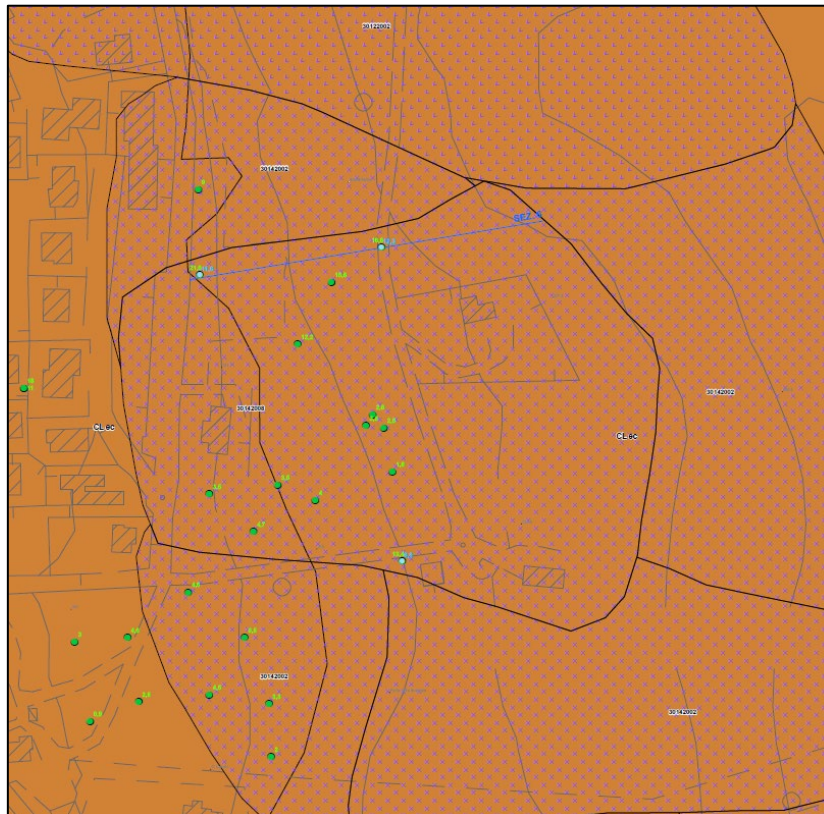
Figura 18 - Stralcio Carta delle Indagini MS3 – Santa Maria Nuova

#### 4.7.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

Nella “Carta Geologico-Tecnica” (CGT\_MS) sono state del tutto confermate le unità litotecniche definite nel livello 2, inserite nello shapefile “Geotec” e rappresentate come da successiva legenda.





Nello shapefile “instab”, relativo alle instabilità di versante, è stato aggiunto il nuovo perimetro della frana derivante dalla MS3 e sono stati ridimensionati i perimetri delle due frane attigue come da indicazione della Commissione Tecnica.

Lo shapefile “Geoidr” è stato popolato con le informazioni derivanti dai nuovi sondaggi effettuati nell’area in frana oggetto di studio approfondito.





#### Legenda



##### Elementi geologici e idrogeologici

-  Presenza della falda in aree con sabbie e/o ghiaie con indicazione della profondità (m) del tetto della falda
-  Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico con indicazione della profondità (m) raggiunta
-  Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico con indicazione della profondità (m) del tetto del substrato
-  Traccia di sezione geologico-tecnica significativa e rappresentativa del modello del sottosuolo







##### Forme di superficie e sepolte

-  Cavità isolata
-  Area con cavità sepolte

##### Instabilità di versante

-  Scorrimento - attiva
-  Colata - attiva
-  Complessa - attiva
-  Colata - inattiva

##### Terreni di copertura

-  **Rizz** Terreni contenenti resti di attività antropica
-  **CLec** Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di eluvi-colluvi
-  **CLtf** Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di terrazzo fluviale
-  **MLec** Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di eluvi-colluvi
-  **MLtf** Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di terrazzo fluviale
-  **GMtf** Chiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di terrazzo fluviale

##### Substrato


-  **COS** Coesivo sovraconsolidato stratificato

Figura 19 – Stralcio Carta Geologico-Tecnica con relativa legenda

#### 4.7.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 3)

Nella carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) il perimetro urbanizzato del territorio comunale, in linea con le indicazioni riportate nella “SRAI versione 4.2 dicembre 2020” e nelle “Linee guida per gli studi di microzonazione sismica” (ICMS), viene interamente inglobato nelle macrozone “Zone stabili suscettibili di amplificazione locale” e vengono definite alcune aree come “Zone di attenzione per Instabilità di versante”, sovrapposte alle precedenti.

Nell’elaborato cartografico sono state delimitate otto “zone stabili suscettibili di amplificazione” in funzione della tipologia del substrato geologico, delle coperture sedimentarie e dei diversi spessori: ogni zona ha una corrispondenza univoca con una successione litologica riportata in legenda.

Rispetto al livello 2 di MS si è ritenuto necessario inserire una nuova MOPS (zona 2008) coincidente con il poligono della frana, in quanto gli studi di RSL in quell’area hanno evidenziato un aumento dei valori di FA rispetto a quelli definiti dagli abachi per la MOPS 2002 (in cui ricadeva il perimetro di studio nel precedente livello).

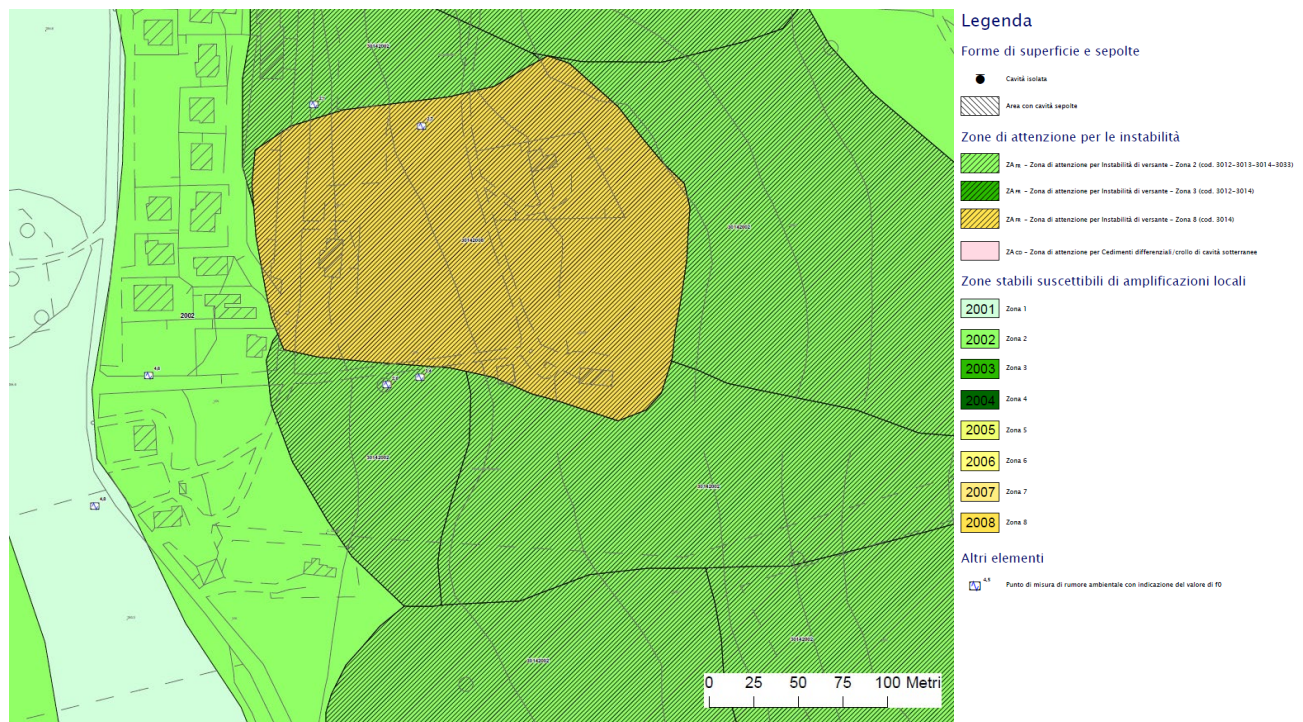
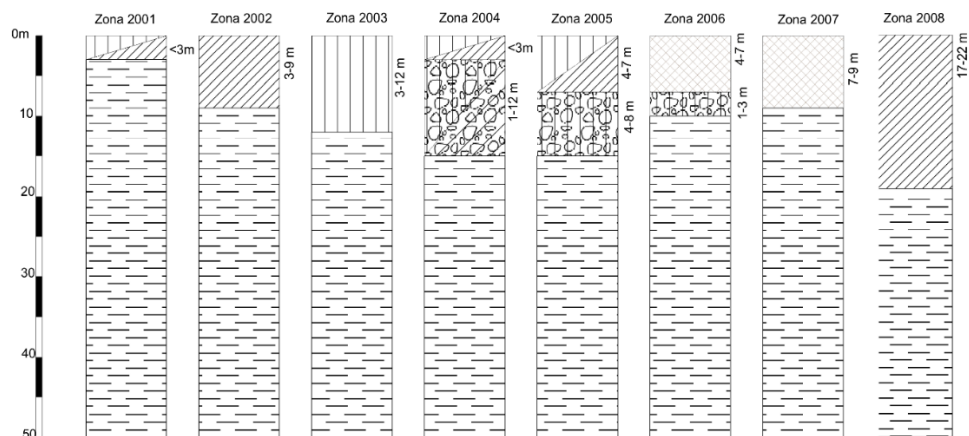








Figura 20 - Stralcio Carta delle MOPS aggiornamento 3 livello con relativa legenda

La stratigrafia della MOPS 2008 differisce da quella della 2002 per lo spessore delle coperture (CL) come si evince dalle colonnine sotto riportate.





## Legenda

-  RI - terreni contenenti resti di attività antropica
-  CL - Argille inorganiche di media bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
-  ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
-  GC - Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
-  GM - ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo
-  COS - substrato coesivo sovraconsolidato stratificato

**Figura 21: Colonnine litostratigrafiche relative alle zone delineate per la Carta M.O.P.S. aggiornata**

Per quanto riguarda la geofisica si riportano i risultati delle indagini eseguite nell'area in frana.

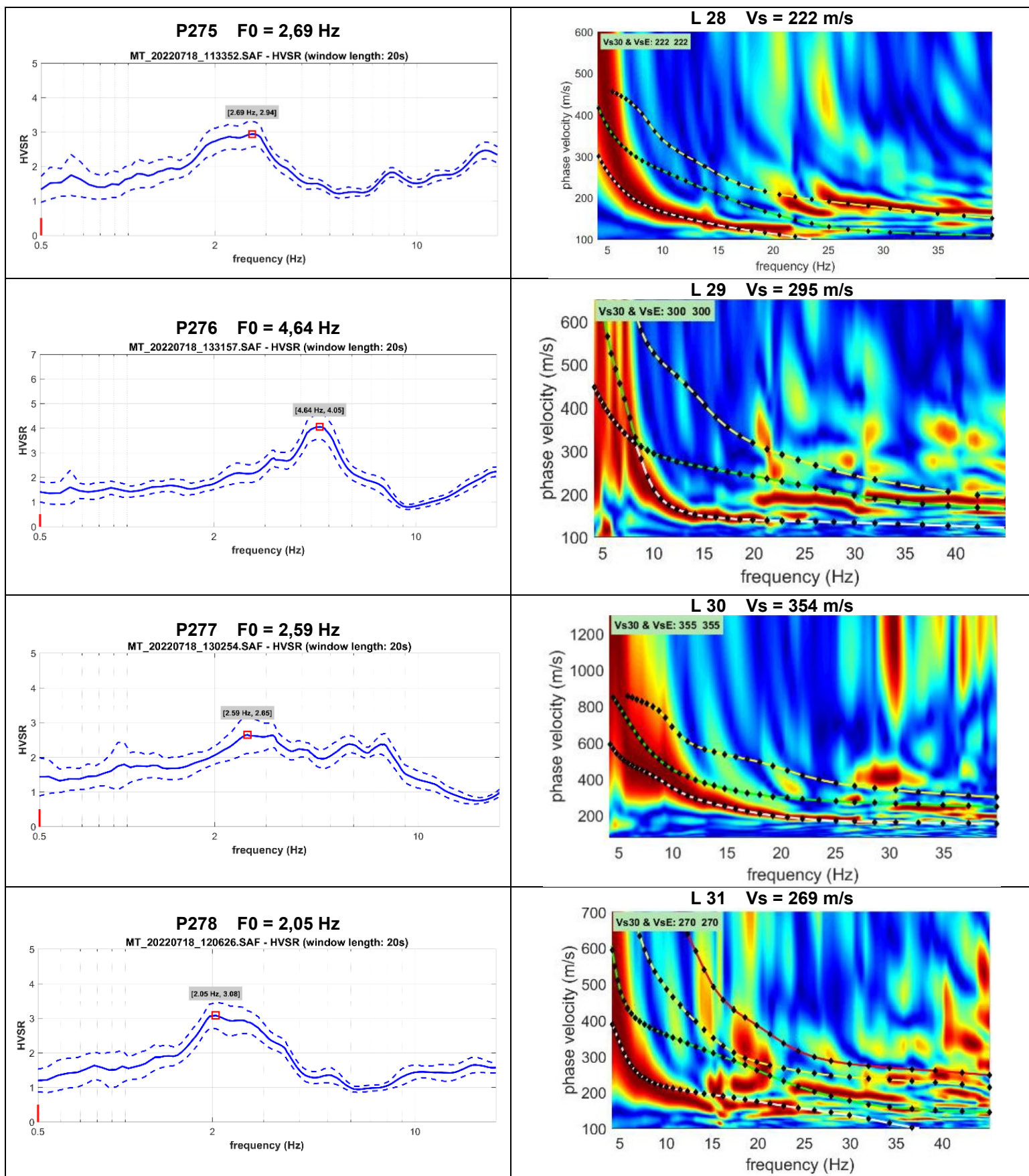


Figura 22 - Risultati indagini geofisiche MS3

Le nuove registrazioni HVSR presentano frequenze di risonanza tra i 2 e i 2,7 Hz ad eccezione dell'HVSR P276 effettuato al di fuori del perimetro di frana in una zona in cui la coltre colluviale risulta scarsa.

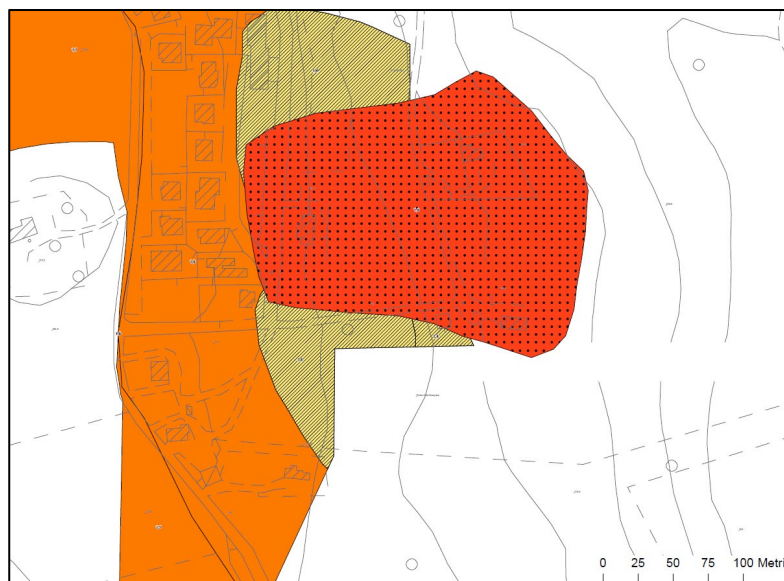
Le MASW effettuate mostrano valori di VS compresi tra i 220 e i 350 m/s; l'intervallo di variabilità VS di circa 100 m/s potrebbe essere dovuto alla variazione nello spessore delle coperture in quanto, come spiegato dettagliatamente, la zona presenta una conformazione del substrato geologico particolare.

#### **4.7.4 Carte di Microzonazione Sismica (livello 3)**

Le carte di microzonazione sismica di livello III, riportano i Fattori di Amplificazione (FA) derivanti dalle analisi sito-specifiche all'interno del perimetro della frana mentre restano invariati rispetto al II livello quelli di tutti gli altri poligoni.

Il poligono di frana risulta inoltre classificabile come **Zona Suscettibile di Instabilità** e per tale motivo viene rappresentato con la simbologia derivante dai fattori di FRT e FA ricavati dall'analisi di livello 3. Si segnala che il poligono nello shapefile Instab MS23 è stato allargato di un buffer del valore di  $FRT = 15,71$  cm come da indicazioni della Commissione Tecnica.





**CARTA MS T 0,1-0,5 s**

### Legenda

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

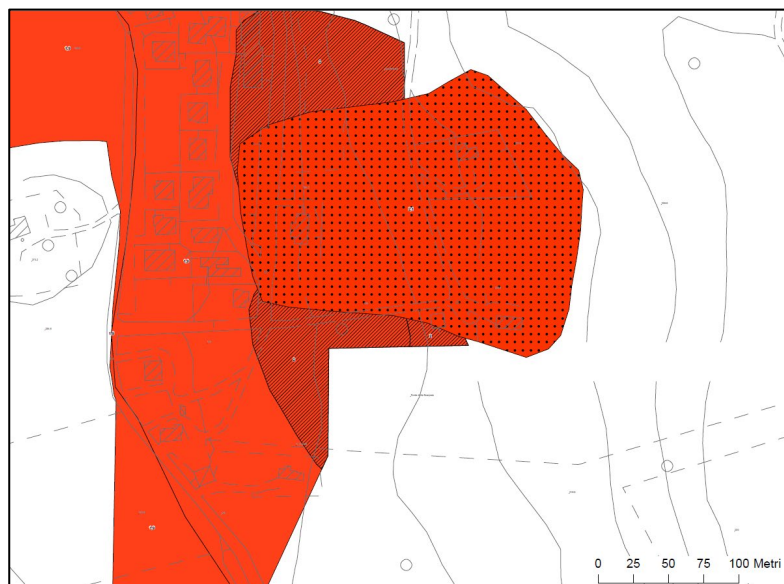
- FA = 1.5 - 1.6
- FA = 1.7 - 1.8

#### Zone di attenzione per instabilità (Livello 2)

- ZArx - Zona di attenzione per Instabilità di versante - FA 1.3 - 1.4
- ZArx - Zona di attenzione per Instabilità di versante - FA 1.7 - 1.8
- ZAcco - Zona di attenzione per Cedimenti differenziali/crollo di cavità sotterranee

#### Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)

- ZSrx - Zona di suscettibilità per Instabilità di versante - FA 1.9 - 2.0; FRT = 15.71 cm



**CARTA MS T 0,4-0,8 s**

### Legenda

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

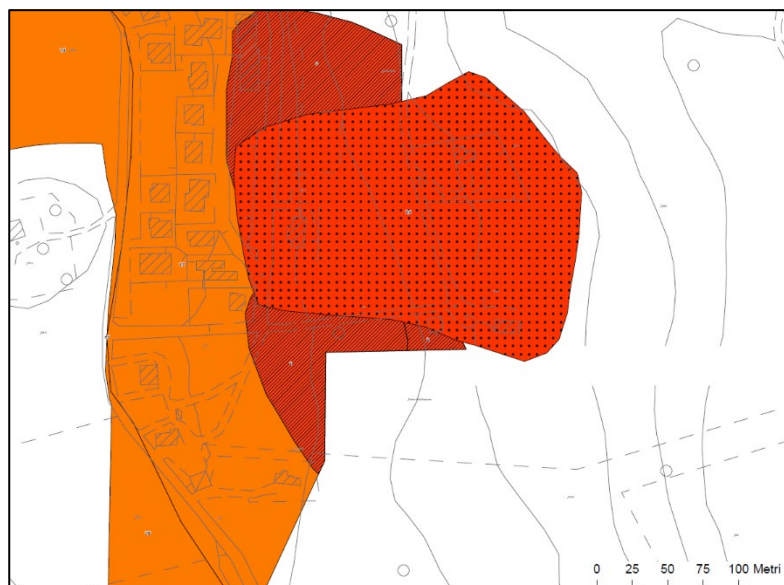
- FA = 1.9 - 2.0

#### Zone di attenzione per instabilità (Livello 2)

- ZArx - Zona di attenzione per Instabilità di versante - FA 1.9 - 2.0
- ZAcco - Zona di attenzione per Cedimenti differenziali/crollo di cavità sotterranee

#### Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)

- ZSrx - Zona di suscettibilità per Instabilità di versante - FA 2.1 - 2.2; FRT = 15.71 cm



**CARTA MS T 0,7-1,1 s**

### Legenda

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- FA = 1.7 - 1.8
- FA = 1.9 - 2.0

#### Zone di attenzione per instabilità (Livello 2)

- ZArx - Zona di attenzione per Instabilità di versante - FA 1.7 - 1.8
- ZArx - Zona di attenzione per Instabilità di versante - FA 1.9 - 2.0
- ZAcco - Zona di attenzione per Cedimenti differenziali/crollo di cavità sotterranee

#### Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)

- ZSrx - Zona di suscettibilità per Instabilità di versante - FA 2.1 - 2.2; FRT = 15.71 cm

**Figura 23 – Stralcio Carte di MS III livello**

Jesi, li 20 gennaio 2023

I soggetti realizzatori

Dott. Geol. Daniele Stronati

Dott.ssa Geol. Margherita Rocchetti



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA  
REALIZZAZIONE STUDI DI APPOFONDIMENTO DI LIVELLO 3  
SULLE AREE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE – ANNUALITÀ 2021

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Allegati alla Relazione Illustrativa

### Regione Marche Comune di Santa Maria Nuova



Regione



Soggetto realizzatore

Dott. Geol. Daniele Stronati

Collaboratore

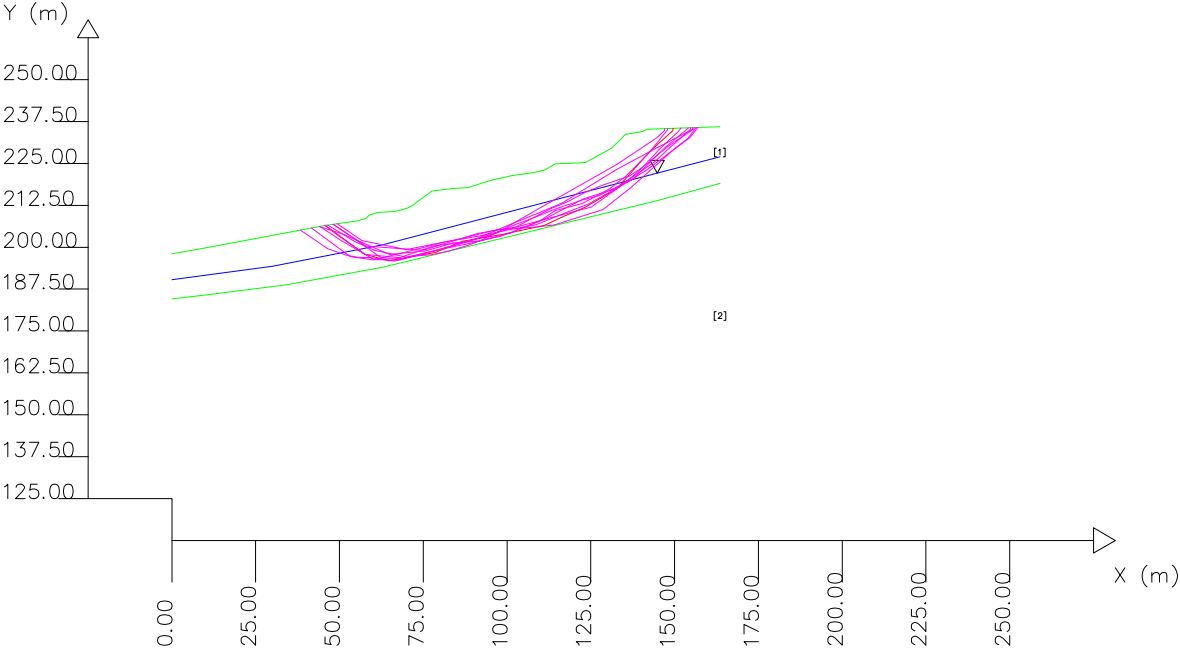
Dott.ssa Geol. Margherita Rocchetti

Data

Gennaio 2023

SSAP 5.1 (2022) – Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli – [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.1 (2022)

Data : 21/11/2022  
Localita' : SANTA MARIA NUOVA (AN)  
Descrizione : SEZIONE E-E' – ANALISI DELLA STABILITA'  
[n] = N. strato o lente



#	Parametri Geotecnici degli strati					#
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	
1	17.18	5.00	0	19.65	20.26	
2	25.00	20.00	0	20.51	20.75	

Modello di calcolo : Morgenstern – Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1249  
Range Fs : 1.1249 – 1.1579  
Differenza % Range Fs : 2.85  
Coefficiente Sismico orizzontale – Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale – Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici – N.: 15000  
Lunghezza media segmenti (m) : 6.5  
Range X inizio generazione : 3.3 – 50.0  
Range X termine generazione : 135.0 – 160.2  
Livello Y minimo considerato : 138.4

# # Report elaborazioni

SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022)

WWW.SSAP.EU  
Build No. 12804

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI  
UASLP, San Luis Potosi, Mexico  
e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU  
Ricercatore Associato CNR-IRPI

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 4 giugno 2022

File report: C:\SSAP2010\Lavori\MS3SantaMariaNuova\9.txt

Data: 21/11/2022

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: mod4\_media\_v2.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) \_\_\_

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	198.00	0.00	184.61	-	-	-	-
11.42	200.02	9.11	185.59	-	-	-	-
45.45	206.49	34.17	188.78	-	-	-	-
55.39	207.88	62.89	193.99	-	-	-	-
57.81	208.57	144.79	213.86	-	-	-	-
58.59	209.34	163.50	219.06	-	-	-	-
59.23	209.73	-	-	-	-	-	-
60.23	210.03	-	-	-	-	-	-
61.32	210.35	-	-	-	-	-	-
66.37	210.64	-	-	-	-	-	-
70.14	211.64	-	-	-	-	-	-
72.00	212.54	-	-	-	-	-	-
72.89	213.37	-	-	-	-	-	-
77.61	216.75	-	-	-	-	-	-
84.01	217.55	-	-	-	-	-	-
88.46	217.78	-	-	-	-	-	-
94.99	219.88	-	-	-	-	-	-
101.39	221.39	-	-	-	-	-	-
108.18	222.30	-	-	-	-	-	-
111.27	223.08	-	-	-	-	-	-
114.36	224.87	-	-	-	-	-	-
122.01	225.16	-	-	-	-	-	-
123.53	225.38	-	-	-	-	-	-
131.13	229.60	-	-	-	-	-	-
133.56	231.89	-	-	-	-	-	-
135.23	233.65	-	-	-	-	-	-
140.47	234.56	-	-	-	-	-	-
141.77	235.17	-	-	-	-	-	-
163.50	236.00	-	-	-	-	-	-

SUP FALDA	
X	Y
0.00	190.27
30.02	194.37
62.89	200.69
144.79	222.16
163.50	226.99

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero e effetto pressione dei pori:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.  
La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0  
Coefficiente K 0.000800  
Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01  
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00  
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA  
STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI  
CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
0.986	1	17.18	0.00	5.00	0.00	19.65	20.26
2.221	2	25.00	0.00	20.00	0.00	20.51	20.75

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)  
C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in kPa)  
Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in kPa)  
Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<sup>3</sup>)  
Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)  
STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF  
SEARCH) (adimensionale)  
---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri  
Criterio di Rottura di Hoek (2002)-  
sigci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta  
(in MPa)  
GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 -  
DISATTIVATO (solo per ROCCE)  
Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare -  
Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI  
MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)  
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO  
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 6.5 (+/-) 50%  
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 3.27  
50.00  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 138.36  
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax):  
135.00 160.23  
TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000  
\*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene cosiderata  
nel caso  
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A  
(rapido)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000  
COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste

uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

-----  
----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----  
-----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs #  
-----

(FS)=	X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo	#Fattore di sicurezza
1.1249	#Lambda= 0.3199			
45.653		206.518		
57.545		197.941		
64.550		195.972		
78.582		198.408		
86.676		201.767		
98.404		203.816		
111.222		206.589		
117.129		209.345		
123.261		211.910		
128.451		214.934		
132.861		217.591		
142.524		228.543		
149.476		234.811		
149.476		235.464		

#Lambda=	X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(FS)=
0.3078				1.1257
41.538		205.746		
53.249		197.176		
60.072		196.225		
69.694		198.562		
81.415		201.566		
91.429		203.304		
99.094		204.948		
108.679		206.723		
117.910		210.420		
124.227		212.879		
137.636		220.353		
142.938		225.645		
147.413		229.962		
154.104		235.559		
154.104		235.641		

#Lambda=	X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3	#Fattore di sicurezza(FS)=
0.2998				1.1419
48.078		206.857		
57.875		200.374		
74.899		199.131		
91.435		204.122		
102.862		206.085		
116.501		209.688		
125.152		212.019		
134.241		218.497		
141.284		222.746		
146.880		226.970		
154.003		232.543		
156.424		235.717		
156.424		235.730		

#Lambda=	X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4	#Fattore di sicurezza(FS)=
0.3179				1.1455
45.564		206.506		
49.622		203.517		
57.621		197.888		

78.227	200.430
86.967	201.524
94.627	203.609
102.887	206.161
113.005	211.480
118.359	213.679
123.123	216.271
128.348	218.445
136.470	221.246
140.157	223.646
147.603	229.770
155.830	235.443
155.830	235.707

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.1467
#Lambda= 0.3005		
43.942	206.203	
50.601	204.113	
64.887	197.842	
75.694	198.932	
83.964	201.322	
91.076	201.746	
101.175	204.277	
111.582	208.620	
122.850	214.430	
132.150	217.353	
138.452	221.680	
143.855	225.384	
148.943	230.015	
154.731	235.237	
154.731	235.665	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.1508
#Lambda= 0.3629		
48.185	206.872	
53.562	203.138	
62.477	196.787	
68.667	196.660	
83.161	200.107	
96.725	204.174	
109.937	211.835	
120.266	217.593	
132.874	224.834	
144.603	232.625	
147.028	234.829	
147.028	235.371	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.1533
#Lambda= 0.3039		
44.087	206.231	
50.514	201.934	
60.291	196.373	
67.752	196.110	
77.305	198.598	
91.023	202.638	
101.241	206.891	
107.905	209.635	
116.321	213.095	
120.663	215.819	
132.817	223.252	
144.329	229.452	
152.865	233.842	
155.367	235.183	
155.367	235.689	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.1535
#Lambda= 0.3192		
46.424	206.626	
54.589	201.644	
60.413	199.083	



78.808	199.081
88.225	200.999
98.211	203.320
103.087	205.196
109.610	207.687
114.395	210.910
122.498	213.077
130.591	217.459
135.289	221.067
142.031	227.872
147.835	235.059
147.835	235.402

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 9	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.1579
#Lambda= 0.2882			
49.314	207.030		
56.740	201.939		
69.973	199.294		
86.295	202.522		
96.891	205.199		
108.050	205.969		
114.019	206.660		
128.608	211.238		
137.013	217.799		
149.241	228.724		
154.641	232.853		
156.952	235.750		

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.1579
#Lambda= 0.3084			
38.368	205.144		
43.687	201.451		
46.492	199.547		
52.283	197.552		
55.519	197.017		
59.542	196.867		
66.466	195.890		
71.046	197.252		
77.479	197.767		
82.822	198.891		
88.537	200.592		
92.474	202.147		
98.309	205.138		
102.401	206.746		
107.566	208.646		
113.458	211.073		
117.240	212.359		
122.755	214.155		
127.217	215.314		
129.845	216.629		
133.534	218.261		
137.044	220.823		
140.462	223.831		
145.772	229.615		
151.108	234.560		
151.898	235.557		

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.125	7678.7	6825.8	-512.3	Deficit
2	1.126	7910.0	7026.6	-522.0	Deficit
3	1.142	7640.6	6691.3	-389.0	Deficit
4	1.146	7412.2	6470.4	-352.3	Deficit
5	1.147	7666.3	6685.5	-356.3	Deficit
6	1.151	6342.4	5511.1	-270.9	Deficit
7	1.153	7138.7	6189.9	-289.1	Deficit
8	1.153	7353.1	6374.8	-296.6	Deficit

10      1.158      8095.7      6991.6      -294.3      Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -522.0

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

phi ' (°)	X (m)	(c',Cu) (kPa)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)
17.18	45.653	5.00	0.781	-35.80	5.16	0.00	0.00
17.18	46.434	5.00	0.781	-35.80	15.48	0.00	0.00
17.18	47.215	5.00	0.781	-35.80	25.80	0.00	0.00
17.18	47.996	5.00	0.781	-35.80	36.12	0.00	0.00
17.18	48.777	5.00	0.781	-35.80	46.44	0.00	0.00
17.18	49.558	5.00	0.781	-35.80	56.76	0.00	0.00
17.18	50.339	5.00	0.781	-35.80	67.08	0.00	0.00
17.18	51.120	5.00	0.781	-35.80	77.39	0.00	0.00
17.18	51.900	5.00	0.781	-35.80	87.71	0.00	0.00
17.18	52.681	5.00	0.781	-35.80	98.03	0.00	0.00
17.18	53.462	5.00	0.781	-35.80	108.35	0.00	0.00
17.18	54.243	5.00	0.781	-35.80	118.67	0.00	0.00
17.18	55.024	5.00	0.366	-35.80	59.15	0.00	0.00
17.18	55.390	5.00	0.271	-35.80	45.32	0.00	0.00
17.18	55.661	5.00	0.781	-35.80	139.05	0.04	9.16
17.18	56.442	5.00	0.781	-35.80	151.45	0.05	11.96
17.18	57.222	5.00	0.323	-35.80	66.25	0.07	15.12
17.18	57.545	5.00	0.265	-15.70	55.55	0.07	16.45
17.18	57.810	5.00	0.780	-15.70	172.61	0.08	17.58
17.18	58.590	5.00	0.640	-15.70	151.56	0.09	21.08
17.18	59.230	5.00	0.781	-15.70	192.95	0.10	24.08
17.18	60.011	5.00	0.219	-15.70	55.41	0.11	27.70
17.18	60.230	5.00	0.781	-15.70	202.05	0.12	28.75
17.18	61.011	5.00	0.309	-15.70	81.92	0.13	32.39
17.18	61.320	5.00	0.781	-15.70	210.49	0.13	33.83

17.18	62.101	5.00	0.781	-15.70	214.73	0.14	36.96
17.18	62.882	5.00	0.008	-15.70	2.27	0.15	39.77
17.18	62.890	5.00	0.781	-15.70	219.02	0.15	39.80
17.18	63.671	5.00	0.781	-15.70	223.28	0.16	42.42
17.18	64.452	5.00	0.098	-15.70	28.34	0.16	44.57
17.18	64.550	5.00	0.781	9.85	225.26	0.16	44.81
17.18	65.331	5.00	0.781	9.85	223.90	0.17	46.67
17.18	66.112	5.00	0.258	9.85	73.75	0.18	48.39
17.18	66.370	5.00	0.781	9.85	223.34	0.18	48.94
17.18	67.151	5.00	0.781	9.85	224.47	0.18	50.41
17.18	67.932	5.00	0.781	9.85	225.60	0.18	51.70
17.18	68.713	5.00	0.781	9.85	226.73	0.18	52.89
17.18	69.494	5.00	0.646	9.85	188.50	0.18	53.94
17.18	70.140	5.00	0.781	9.85	230.10	0.18	54.72
17.18	70.921	5.00	0.781	9.85	233.85	0.18	55.63
17.18	71.702	5.00	0.298	9.85	90.28	0.18	56.50
17.18	72.000	5.00	0.781	9.85	241.73	0.18	56.84
17.18	72.781	5.00	0.109	9.85	34.49	0.18	57.73
17.18	72.890	5.00	0.781	9.85	250.83	0.18	57.84
17.18	73.671	5.00	0.781	9.85	257.36	0.18	58.64
17.18	74.452	5.00	0.781	9.85	263.90	0.18	59.36
17.18	75.233	5.00	0.781	9.85	270.43	0.18	59.98
17.18	76.014	5.00	0.781	9.85	276.96	0.17	60.47
17.18	76.795	5.00	0.781	9.85	283.50	0.17	60.78
17.18	77.576	5.00	0.034	9.85	12.66	0.17	60.91
17.18	77.610	5.00	0.781	9.85	286.78	0.17	60.91
17.18	78.391	5.00	0.191	9.85	69.94	0.17	60.77
17.18	78.582	5.00	0.781	22.54	284.60	0.17	60.70
17.18	79.363	5.00	0.781	22.54	281.07	0.17	60.25
17.18	80.143	5.00	0.781	22.54	277.54	0.17	59.62
17.18	80.924	5.00	0.781	22.54	274.01	0.17	58.79
17.18	81.705	5.00	0.781	22.54	270.48	0.17	57.86
17.18	82.486	5.00	0.781	22.54	266.94	0.17	56.84
17.18	83.267	5.00	0.743	22.54	250.66	0.16	55.81
17.18	84.010	5.00	0.781	22.54	259.61	0.16	54.89
17.18	84.791	5.00	0.781	22.54	255.20	0.16	54.13
17.18	85.572	5.00	0.781	22.54	250.79	0.16	53.59

17.18		5.00					
	86.676		0.781	9.91	246.04	0.16	53.14
17.18		5.00					
	87.457		0.781	9.91	244.60	0.17	53.03
17.18		5.00					
	88.238		0.222	9.91	69.31	0.17	53.08
17.18		5.00					
	88.460		0.781	9.91	244.37	0.17	53.12
17.18		5.00					
	89.241		0.781	9.91	246.16	0.17	53.43
17.18		5.00					
	90.022		0.781	9.91	247.95	0.17	53.88
17.18		5.00					
	90.803		0.781	9.91	249.75	0.17	54.43
17.18		5.00					
	91.584		0.781	9.91	251.54	0.17	55.07
17.18		5.00					
	92.365		0.781	9.91	253.33	0.17	55.78
17.18		5.00					
	93.146		0.781	9.91	255.12	0.17	56.52
17.18		5.00					
	93.926		0.781	9.91	256.92	0.17	57.23
17.18		5.00					
	94.707		0.283	9.91	93.42	0.18	57.91
17.18		5.00					
	94.990		0.781	9.91	258.85	0.18	58.12
17.18		5.00					
	95.771		0.781	9.91	259.61	0.18	58.71
17.18		5.00					
	96.552		0.781	9.91	260.38	0.18	59.26
17.18		5.00					
	97.333		0.781	9.91	261.15	0.18	59.78
17.18		5.00					
	98.114		0.290	9.91	97.29	0.18	60.28
17.18		5.00					
	98.404		0.781	12.21	261.94	0.18	60.45
17.18		5.00					
	99.185		0.781	12.21	262.19	0.18	60.91
17.18		5.00					
	99.966		0.781	12.21	262.45	0.18	61.35
17.18		5.00					
	100.747		0.643	12.21	216.35	0.18	61.79
17.18		5.00					
	101.390		0.781	12.21	262.29	0.19	62.12
17.18		5.00					
	102.171		0.781	12.21	261.32	0.19	62.49
17.18		5.00					
	102.952		0.781	12.21	260.35	0.19	62.84
17.18		5.00					
	103.733		0.781	12.21	259.38	0.19	63.16
17.18		5.00					
	104.514		0.781	12.21	258.42	0.19	63.46
17.18		5.00					
	105.295		0.781	12.21	257.45	0.19	63.69
17.18		5.00					
	106.076		0.781	12.21	256.48	0.20	63.87
17.18		5.00					
	106.856		0.781	12.21	255.51	0.20	64.00
17.18		5.00					
	107.637		0.543	12.21	176.97	0.20	64.07
17.18		5.00					
	108.180		0.781	12.21	254.57	0.20	64.08
17.18		5.00					
	108.961		0.781	12.21	255.02	0.20	64.02
17.18		5.00					
	109.742		0.781	12.21	255.47	0.20	63.86
17.18		5.00					
	110.523		0.699	12.21	229.20	0.20	63.58
17.18		5.00					
	111.222		0.048	25.02	15.67	0.19	63.18
17.18		5.00					
	111.270		0.781	25.02	256.57	0.19	63.15
17.18		5.00					
	112.051		0.781	25.02	257.85	0.19	62.55

112.832	0.781	25.02	259.12	0.19	61.78
17.18 113.613	5.00 0.747	25.02	249.14	0.19	60.84
114.360	0.781	25.02	258.37	0.18	59.77
17.18 115.141	5.00 0.781	25.02	253.16	0.18	58.51
115.922	0.781	25.02	247.94	0.18	57.09
17.18 116.703	5.00 0.427	25.02	133.25	0.18	55.50
117.129	0.781	22.70	240.18	0.18	54.59
17.18 117.910	5.00 0.781	22.70	235.56	0.18	52.84
118.691	0.781	22.70	230.95	0.17	51.18
17.18 119.472	5.00 0.781	22.70	226.33	0.17	49.55
120.253	0.781	22.70	221.71	0.17	47.97
17.18 121.034	5.00 0.781	22.70	217.10	0.17	46.43
121.815	0.195	22.70	53.51	0.17	44.91
17.18 122.010	5.00 0.781	22.70	211.97	0.17	44.53
122.791	0.471	22.70	126.11	0.16	42.80
17.18 123.261	5.00 0.269	30.22	71.31	0.16	41.74
123.530	0.781	30.22	206.22	0.16	41.15
17.18 124.311	5.00 0.781	30.22	205.78	0.15	39.31
125.092	0.781	30.22	205.33	0.14	37.24
17.18 125.873	5.00 0.781	30.22	204.88	0.14	34.94
126.654	0.781	30.22	204.44	0.13	32.49
17.18 127.435	5.00 0.781	30.22	203.99	0.12	29.71
128.216	0.236	30.22	61.47	0.11	26.88
17.18 128.451	5.00 0.781	31.07	203.29	0.10	26.00
129.232	0.781	31.07	202.59	0.09	23.01
17.18 130.013	5.00 0.781	31.07	201.90	0.08	20.20
130.794	0.336	31.07	86.67	0.07	17.58
17.18 131.130	5.00 0.781	31.07	203.23	0.07	16.50
131.911	0.781	31.07	207.17	0.05	14.04
17.18 132.692	5.00 0.169	31.07	45.45	0.04	11.70
132.861	0.699	48.58	186.88	0.04	11.20
17.18 133.560	5.00 0.781	48.58	207.03	0.03	9.23
134.341	0.175	48.58	46.32	0.03	7.09
17.18 134.516	5.00 0.714	48.58	187.96	0.00	0.00
135.230	0.781	48.58	199.48	0.00	0.00
17.18 136.011	5.00 0.781	48.58	187.98	0.00	0.00
136.792	0.781	48.58	176.48	0.00	0.00
17.18	5.00				

17.18	5.00					
138.354	0.781	48.58	153.48	0.00	0.00	
17.18	5.00					
139.135	0.781	48.58	141.98	0.00	0.00	
17.18	5.00					
139.916	0.554	48.58	93.82	0.00	0.00	
17.18	5.00					
140.470	0.781	48.58	124.08	0.00	0.00	
17.18	5.00					
141.251	0.519	48.58	78.07	0.00	0.00	
17.18	5.00					
141.770	0.754	48.58	104.72	0.00	0.00	
17.18	5.00					
142.524	0.781	42.04	96.97	0.00	0.00	
17.18	5.00					
143.305	0.781	42.04	86.62	0.00	0.00	
17.18	5.00					
144.086	0.704	42.04	69.24	0.00	0.00	
17.18	5.00					
144.790	0.781	42.04	66.94	0.00	0.00	
17.18	5.00					
145.571	0.781	42.04	56.59	0.00	0.00	
17.18	5.00					
146.352	0.781	42.04	46.24	0.00	0.00	
17.18	5.00					
147.133	0.781	42.04	35.89	0.00	0.00	
17.18	5.00					
147.914	0.781	42.04	25.55	0.00	0.00	
17.18	5.00					
148.695	0.781	42.04	15.20	0.00	0.00	
17.18	5.00					

#### LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 dx(m) : Larghezza concio  
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
 w(kN/m) : Forza peso concio  
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
 phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio  
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

#### TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

T(x)	X (m)	ht E' (m) (kN)	yt rho(x) (m) (--)	yt' FS_qFEM (--) (--)	E(x) FS_srmFEM (kN/m) (--)
	45.653	0.000	206.518	-0.437	0.0000000000E+000
0.0000000000E+000		1.1965694834E+001		0.037	3.118
	46.434	0.222	206.177	-0.437	8.1760038078E+000
2.6321307327E-002		8.9736688917E+000		0.037	3.118
	47.215	0.444	205.836	-0.437	1.4015469045E+001
9.0685154346E-002		9.3316793658E+000		0.037	1.747
	47.996	0.666	205.494	-0.437	2.2750629289E+001
2.7556733065E-001		1.3359735820E+001		0.040	1.376
	48.777	0.888	205.153	-0.437	3.4881289490E+001
8.1438134708E-001		1.7859867074E+001		0.051	1.450
	49.558	1.110	204.812	-0.437	5.0644951794E+001
2.5208090963E+000		2.4800245689E+001		0.068	1.730
	50.339	1.332	204.470	-0.482	7.3615399245E+001
6.1406421677E+000		5.6318963389E+001		0.088	2.111
	51.120	1.483	204.059	-0.518	1.3860637510E+002
1.4606462803E+001		1.0431383953E+002		0.112	2.618
	51.900	1.650	203.662	-0.484	2.3653732187E+002
2.7002712775E+001		1.2001232309E+002		0.138	3.024



3.8625351070E+001	1.2140498095E+002	0.180	3.247	2.320
53.462	2.091 202.976	-0.400	4.2615293762E+002	
5.2108317731E+001	1.3743932730E+002	0.236	3.387	2.335
54.243	2.357 202.679	-0.358	5.4070563685E+002	
6.8327952188E+001	1.5222396636E+002	0.304	3.425	2.315
55.024	2.658 202.417	-0.325	6.6390299438E+002	
8.6855243376E+001	1.6719828361E+002	0.370	3.359	2.263
55.390	2.811 202.307	-0.296	7.2669695495E+002	
9.7117354342E+001	1.7110168823E+002	0.391	3.281	2.225
55.661	2.929 202.229	-0.267	7.7290004120E+002	
1.0474037059E+002	1.7197169412E+002	0.405	3.218	2.196
56.442	3.289 202.025	-0.246	9.1002238823E+002	
1.2857186090E+002	1.8174436055E+002	0.437	3.003	2.104
57.222	3.671 201.844	-0.223	1.0567563423E+003	
1.5668555286E+002	1.8629620283E+002	0.464	2.761	2.002
57.545	3.839 201.779	-0.191	1.1167017893E+003	
1.6891586475E+002	1.8367846590E+002	0.475	2.660	1.961
57.810	3.866 201.732	-0.167	1.1648778336E+003	
1.7927281130E+002	1.8354294996E+002	0.483	2.585	1.927
58.590	3.957 201.604	-0.157	1.3114134304E+003	
2.1263408032E+002	1.8953749478E+002	0.508	2.388	1.830
59.230	4.042 201.509	-0.139	1.4335950975E+003	
2.4226590134E+002	1.8819499071E+002	0.530	2.243	1.753
60.011	4.159 201.407	-0.129	1.5779747174E+003	
2.7944685887E+002	1.8715976705E+002	0.558	2.088	1.667
60.230	4.194 201.380	-0.117	1.6191172194E+003	
2.9072207802E+002	1.8669306439E+002	0.566	2.045	1.643
61.011	4.324 201.290	-0.113	1.7618332394E+003	
3.3130293107E+002	1.8334834902E+002	0.595	1.904	1.561
61.320	4.377 201.256	-0.093	1.8185749964E+003	
3.4803036436E+002	1.7691416121E+002	0.607	1.851	1.530
62.101	4.529 201.189	-0.075	1.9435711847E+003	
3.8734932200E+002	1.5129850426E+002	0.636	1.737	1.461
62.882	4.699 201.139	-0.063	2.0548796259E+003	
4.2507969125E+002	1.3042785193E+002	0.663	1.636	1.399
62.890	4.701 201.139	-0.044	2.0559423914E+003	
4.2545466545E+002	1.3032647399E+002	0.664	1.635	1.398
63.671	4.886 201.104	-0.031	2.1595916441E+003	
4.6309390879E+002	1.2162446882E+002	0.692	1.536	1.339
64.452	5.091 201.090	-0.017	2.2459008129E+003	
4.9744961177E+002	9.8281443651E+001	0.717	1.442	1.287
64.550	5.118 201.090	0.019	2.2553874850E+003	
5.0146894321E+002	9.6037081997E+001	0.720	1.430	1.281
65.331	4.999 201.106	0.043	2.3259860862E+003	
5.3422792481E+002	8.5492837714E+001	0.746	1.339	1.233
66.112	4.914 201.156	0.069	2.3889139428E+003	
5.6740413314E+002	7.6563899519E+001	0.773	1.253	1.187
66.370	4.891 201.178	0.123	2.4083436973E+003	
5.7829486769E+002	7.1676695151E+001	0.782	1.227	1.173
67.151	4.861 201.285	0.156	2.4559143900E+003	
6.0949176744E+002	5.4885074841E+001	0.810	1.154	1.134
67.932	4.863 201.422	0.192	2.4940656107E+003	
6.3850522190E+002	4.4287746924E+001	0.837	1.093	1.101
68.713	4.890 201.584	0.221	2.5250849326E+003	
6.6543194756E+002	3.5614260063E+001	0.863	1.041	1.073
69.494	4.937 201.767	0.242	2.5496895216E+003	
6.8960874058E+002	2.7470300284E+001	0.888	1.002	1.052
70.140	4.988 201.930	0.261	2.5652846065E+003	
7.0685170391E+002	2.3121940928E+001	0.905	0.979	1.040
70.921	5.062 202.140	0.275	2.5823904985E+003	
7.2572598158E+002	2.1294498531E+001	0.925	0.960	1.029
71.702	5.147 202.360	0.285	2.5985432868E+003	
7.4130508279E+002	2.0496401474E+001	0.940	0.949	1.023
72.000	5.182 202.447	0.315	2.6046330315E+003	
7.4665945652E+002	2.0882016123E+001	0.945	0.946	1.022
72.781	5.299 202.700	0.321	2.6218756784E+003	
7.6019629076E+002	2.0146312252E+001	0.957	0.940	1.020
72.890	5.313 202.733	0.315	2.6240437406E+003	
7.6170971271E+002	1.9923154987E+001	0.958	0.939	1.020
73.671	5.425 202.981	0.319	2.6398644809E+003	
7.7227051918E+002	1.9440562658E+001	0.965	0.937	1.020
74.452	5.541 203.232	0.322	2.6544068627E+003	
7.8130332054E+002	1.7317781735E+001	0.972	0.936	1.020
75.233	5.657 203.483	0.322	2.6669121508E+003	

76.014	5.772	203.734	0.317	2.6766210137E+003	
7.9440761335E+002	9.9852156563E+000		0.980	0.936	1.020
76.795	5.880	203.978	0.309	2.6825074979E+003	
7.9816809833E+002	4.7680807307E+000		0.983	0.937	1.020
77.576	5.983	204.216	0.305	2.6840680110E+003	
8.0015882748E+002	-8.3020973436E-001		0.985	0.937	1.019
77.610	5.987	204.226	0.297	2.6840350915E+003	
8.0020676414E+002	-1.1905357240E+000		0.985	0.937	1.018
78.391	6.083	204.458	0.292	2.6789391208E+003	
7.9993475640E+002	-1.1507558274E+001		0.987	0.937	1.017
78.582	6.102	204.510	0.284	2.6765130564E+003	
7.9948692860E+002	-1.4068857650E+001		0.988	0.936	1.017
79.363	6.002	204.735	0.283	2.6612248108E+003	
7.9638220895E+002	-2.3918083975E+001		0.990	0.936	1.015
80.143	5.897	204.953	0.295	2.6391567454E+003	
7.9132797471E+002	-3.3518084784E+001		0.992	0.936	1.013
80.924	5.815	205.196	0.314	2.6088747981E+003	
7.8422816168E+002	-4.1558917690E+001		0.994	0.937	1.011
81.705	5.740	205.444	0.327	2.5742482079E+003	
7.7599770649E+002	-4.6837404529E+001		0.997	0.937	1.009
82.486	5.677	205.706	0.339	2.5357220887E+003	
7.6669832742E+002	-5.0361322275E+001		0.999	0.937	1.008
83.267	5.621	205.973	0.339	2.4955916893E+003	
7.5688092735E+002	-5.0328858672E+001		1.002	0.936	1.006
84.010	5.561	206.222	0.316	2.4589523351E+003	
7.4783213249E+002	-4.5498489981E+001		1.004	0.935	1.004
84.791	5.471	206.456	0.277	2.4265593960E+003	
7.3971912766E+002	-3.5908232382E+001		1.006	0.932	1.002
85.572	5.346	206.655	0.245	2.4028692853E+003	
7.3348575986E+002	-2.6446485439E+001		1.008	0.929	1.000
86.353	5.205	206.838	0.228	2.3852541169E+003	
7.2858591609E+002	-1.7513314958E+001		1.008	0.924	0.998
86.676	5.140	206.907	0.211	2.3802675578E+003	
7.2705333683E+002	-1.3784775573E+001		1.009	0.921	0.998
87.457	5.167	207.071	0.206	2.3725979218E+003	
7.2419298920E+002	-6.3483803781E+000		1.009	0.916	0.997
88.238	5.188	207.228	0.199	2.3703523793E+003	
7.2262351359E+002	1.7075242273E-001		1.009	0.911	0.996
88.460	5.191	207.270	0.209	2.3705827700E+003	
7.2241388272E+002	2.2387393677E+000		1.009	0.910	0.996
89.241	5.222	207.438	0.215	2.3756298197E+003	
7.2279272659E+002	8.9148924048E+000		1.008	0.906	0.996
90.022	5.255	207.606	0.217	2.3845064394E+003	
7.2426035009E+002	1.3419840614E+001		1.007	0.904	0.996
90.803	5.288	207.776	0.219	2.3965895144E+003	
7.2667710333E+002	1.7032070091E+001		1.006	0.902	0.997
91.584	5.324	207.948	0.226	2.4111078723E+003	
7.2984915094E+002	2.0030776873E+001		1.004	0.902	0.998
92.365	5.368	208.129	0.233	2.4278744589E+003	
7.3373595947E+002	2.1958674455E+001		1.003	0.903	0.999
93.146	5.415	208.312	0.229	2.4454038917E+003	
7.3803706409E+002	2.1865980723E+001		1.002	0.904	1.001
93.926	5.453	208.487	0.222	2.4620257051E+003	
7.4235092438E+002	2.0910568918E+001		1.001	0.906	1.002
94.707	5.488	208.658	0.213	2.4780629339E+003	
7.4660193116E+002	1.8381005618E+001		1.000	0.908	1.004
94.990	5.493	208.713	0.198	2.4830374100E+003	
7.4793520906E+002	1.7679482282E+001		0.999	0.908	1.004
95.771	5.513	208.869	0.199	2.4970130788E+003	
7.5166356571E+002	1.7395035867E+001		0.999	0.909	1.005
96.552	5.531	209.023	0.197	2.5102057388E+003	
7.5516957669E+002	1.6292170016E+001		0.998	0.910	1.006
97.333	5.548	209.176	0.195	2.5224589034E+003	
7.5840899354E+002	1.4991175863E+001		0.998	0.910	1.006
98.114	5.563	209.328	0.194	2.5336196138E+003	
7.6135436103E+002	1.3418724506E+001		0.998	0.910	1.006
98.404	5.569	209.385	0.197	2.5374214410E+003	
7.6236730522E+002	1.2806229469E+001		0.998	0.910	1.006
99.185	5.554	209.539	0.200	2.5468173616E+003	
7.6491879823E+002	1.1480366762E+001		0.998	0.909	1.006
99.966	5.543	209.697	0.205	2.5553519806E+003	
7.6726668199E+002	1.0445048852E+001		0.998	0.908	1.006
100.747	5.537	209.859	0.207	2.5631308963E+003	
7.6942376335E+002	9.3250741979E+000		0.998	0.907	1.006

7.7099896227E+002	8.2752994036E+000	0.998	0.906	1.005
102.171	5.522 210.152	0.207	2.5747555982E+003	
7.7263080713E+002	7.2950269146E+000	0.998	0.905	1.004
102.952	5.514 210.314	0.208	2.5801854910E+003	
7.7405567829E+002	6.7045443131E+000	0.998	0.904	1.004
103.733	5.509 210.477	0.210	2.5852270491E+003	
7.7527037165E+002	6.3052368616E+000	0.998	0.903	1.003
104.514	5.505 210.643	0.210	2.5900332860E+003	
7.7625398370E+002	5.9653300408E+000	0.997	0.903	1.003
105.295	5.499 210.806	0.214	2.5945439628E+003	
7.7677374826E+002	5.5482034464E+000	0.997	0.904	1.002
106.076	5.501 210.976	0.219	2.5986987131E+003	
7.7684384627E+002	4.4112033503E+000	0.996	0.907	1.003
106.856	5.503 211.147	0.222	2.6014335733E+003	
7.7644501685E+002	2.1301586059E+000	0.995	0.912	1.003
107.637	5.509 211.322	0.224	2.6020256881E+003	
7.7548195095E+002	-1.0073803284E+000	0.994	0.918	1.003
108.180	5.512 211.443	0.234	2.6008133480E+003	
7.7443485763E+002	-3.8173625401E+000	0.994	0.923	1.004
108.961	5.533 211.633	0.250	2.5960530354E+003	
7.7223036042E+002	-8.6077334410E+000	0.993	0.932	1.004
109.742	5.565 211.834	0.265	2.5873694129E+003	
7.6917105353E+002	-1.4014343337E+001	0.993	0.944	1.005
110.523	5.609 212.047	0.288	2.5741648203E+003	
7.6516332197E+002	-2.1524304676E+001	0.992	0.957	1.006
111.222	5.672 212.261	0.306	2.5562183142E+003	
7.6027566870E+002	-2.9723469775E+001	0.992	0.971	1.007
111.270	5.665 212.276	0.334	2.5547846584E+003	
7.5990848740E+002	-3.0320786119E+001	0.992	0.972	1.007
112.051	5.562 212.538	0.347	2.5270282418E+003	
7.5310737047E+002	-3.9122347030E+001	0.992	0.986	1.008
112.832	5.477 212.817	0.366	2.4936816636E+003	
7.4500185446E+002	-4.5747822674E+001	0.992	0.999	1.009
113.613	5.405 213.110	0.379	2.4555772890E+003	
7.3557260186E+002	-5.1286588652E+001	0.992	1.011	1.010
114.360	5.343 213.396	0.378	2.4154720550E+003	
7.2530971315E+002	-5.4922978778E+001	0.992	1.023	1.011
115.141	5.270 213.688	0.377	2.3715601831E+003	
7.1357144934E+002	-5.8024540345E+001	0.991	1.034	1.012
115.922	5.203 213.985	0.385	2.3248467869E+003	
7.0028921156E+002	-6.1258582687E+001	0.990	1.044	1.013
116.703	5.142 214.289	0.387	2.2758838461E+003	
6.8533929572E+002	-6.2432147240E+001	0.987	1.055	1.014
117.129	5.107 214.453	0.379	2.2493100480E+003	
6.7666569501E+002	-6.1732871704E+001	0.985	1.060	1.015
117.910	5.075 214.747	0.356	2.2018927338E+003	
6.5970698027E+002	-5.7152566973E+001	0.980	1.079	1.018
118.691	5.010 215.009	0.330	2.1600466661E+003	
6.4337153226E+002	-5.2050684515E+001	0.974	1.104	1.021
119.472	4.937 215.262	0.321	2.1205976954E+003	
6.2707266582E+002	-4.9365354294E+001	0.967	1.134	1.025
120.253	4.859 215.511	0.319	2.0829456940E+003	
6.1083035262E+002	-4.7287903636E+001	0.960	1.171	1.030
121.034	4.782 215.760	0.322	2.0467413767E+003	
5.9470992704E+002	-4.5892503796E+001	0.951	1.213	1.037
121.815	4.709 216.015	0.327	2.0112687719E+003	
5.7859067442E+002	-4.5364449356E+001	0.941	1.261	1.046
122.010	4.693 216.080	0.373	2.0024226943E+003	
5.7454147596E+002	-4.6371263343E+001	0.939	1.274	1.048
122.791	4.665 216.379	0.391	1.9630161932E+003	
5.5641668117E+002	-5.1359159364E+001	0.925	1.332	1.062
123.261	4.658 216.568	0.401	1.9385946364E+003	
5.4520256131E+002	-5.1084000849E+001	0.917	1.371	1.072
123.530	4.609 216.675	0.422	1.9250021895E+003	
5.3901661730E+002	-5.1414436878E+001	0.912	1.389	1.078
124.311	4.490 217.012	0.458	1.8830434957E+003	
5.2000462599E+002	-5.6519386480E+001	0.896	1.435	1.097
125.092	4.414 217.391	0.508	1.8367277366E+003	
4.9889798546E+002	-6.1458314763E+001	0.876	1.467	1.121
125.873	4.374 217.805	0.548	1.7870552083E+003	
4.7603912259E+002	-6.4996734157E+001	0.854	1.480	1.147
126.654	4.360 218.246	0.600	1.7352129909E+003	
4.5187845900E+002	-6.9712495608E+001	0.829	1.475	1.175
127.435	4.401 218.742	0.643	1.6781751799E+003	

128.216	4.455	219.251	0.660	1.6202162788E+003
3.9754571150E+002	-7.7616770463E+001	0.772	1.429	1.229
128.451	4.480	219.414	0.695	1.6016840849E+003
3.8905710986E+002	-7.8746159847E+001	0.762	1.418	1.235
129.232	4.553	219.957	0.682	1.5399204949E+003
3.6105588616E+002	-7.7666657343E+001	0.731	1.380	1.252
130.013	4.605	220.480	0.658	1.4803808984E+003
3.3491895903E+002	-7.5469200949E+001	0.702	1.344	1.262
130.794	4.639	220.985	0.646	1.4220493920E+003
3.1050659538E+002	-7.5059595307E+001	0.675	1.316	1.266
131.130	4.653	221.201	0.664	1.3967729189E+003
3.0035541863E+002	-7.6641178545E+001	0.663	1.306	1.266
131.911	4.708	221.726	0.684	1.3343361860E+003
2.7655660232E+002	-8.2455820064E+001	0.636	1.288	1.263
132.692	4.780	222.269	0.696	1.2679898083E+003
2.5304133643E+002	-8.6585649499E+001	0.609	1.277	1.257
132.861	4.796	222.387	0.736	1.2532674191E+003
2.4802863691E+002	-8.8589925172E+001	0.603	1.275	1.256
133.560	4.525	222.908	0.776	1.1865969661E+003
2.2701526033E+002	-1.0009729021E+002	0.578	1.268	1.251
134.341	4.268	223.536	0.816	1.1043341430E+003
2.0277349361E+002	-1.1330591437E+002	0.547	1.259	1.244
134.516	4.222	223.689	0.819	1.0841476739E+003
1.9703190140E+002	-1.1384232518E+002	0.539	1.257	1.243
135.230	3.988	224.264	0.844	1.0065372345E+003
1.7626663042E+002	-1.1391145628E+002	0.509	1.249	1.239
136.011	3.790	224.951	0.900	9.1316709246E+002
1.5264870057E+002	-1.2230798718E+002	0.472	1.241	1.236
136.792	3.624	225.670	0.929	8.1551126410E+002
1.2914875760E+002	-1.2547201415E+002	0.434	1.232	1.234
137.573	3.471	226.402	0.929	7.1719940616E+002
1.0670182578E+002	-1.2371053050E+002	0.394	1.223	1.235
138.354	3.305	227.121	0.930	6.2229474011E+002
8.6309533515E+001	-1.2086387964E+002	0.355	1.212	1.238
139.135	3.153	227.855	0.890	5.2842890614E+002
6.7173414618E+001	-1.1107954527E+002	0.312	1.201	1.242
139.916	2.925	228.511	0.834	4.4880584197E+002
5.2079872444E+001	-9.8043865463E+001	0.269	1.192	1.247
140.470	2.754	228.969	0.788	3.9598544407E+002
4.2682514078E+001	-8.9850520063E+001	0.235	1.186	1.250
141.251	2.464	229.563	0.740	3.3177229251E+002
3.2222015741E+001	-7.5692036863E+001	0.190	1.180	1.254
141.770	2.243	229.931	0.704	2.9473710357E+002
2.6754703008E+001	-6.9075660017E+001	0.165	1.177	1.255
142.524	1.917	230.460	0.694	2.4514943916E+002
2.0099403867E+001	-6.2802620828E+001	0.133	1.172	1.254
143.305	1.749	230.996	0.699	1.9851020660E+002
1.4422739005E+001	-6.0814950121E+001	0.108	1.169	1.256
144.086	1.600	231.551	0.719	1.5016598689E+002
8.8924743829E+000	-5.9102768103E+001	0.091	1.164	1.253
144.790	1.477	232.063	0.707	1.1032294141E+002
5.1864197915E+000	-5.1770457650E+001	0.076	1.156	1.241
145.571	1.310	232.601	0.653	7.4053923674E+001
2.4846139210E+000	-3.9950784400E+001	0.060	1.134	1.210
146.352	1.089	233.083	0.628	4.7926056833E+001
1.0652923232E+000	-3.			

## LEGENDA SIMBOLI

interconco zhu et al.(2003)

FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in x) by qFEM  
 FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in x) by SRM  
 Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

TauStrength (kPa)	x (m)	TauS (kN/m)	dx (m)	dI (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)
6.368	45.653	6.132	0.781	0.963	-35.803	-3.135	-3.018
9.092	46.434	8.754	0.781	0.963	-35.803	-9.404	-9.055
11.893	47.215	11.451	0.781	0.963	-35.803	-15.674	-15.092
14.914	47.996	14.360	0.781	0.963	-35.803	-21.943	-21.128
18.704	48.777	18.009	0.781	0.963	-35.803	-28.213	-27.165
23.197	49.558	22.336	0.781	0.963	-35.803	-34.482	-33.202
30.459	50.339	29.328	0.781	0.963	-35.803	-40.752	-39.239
36.856	51.120	35.487	0.781	0.963	-35.803	-47.021	-45.275
38.813	51.900	37.372	0.781	0.963	-35.803	-53.291	-51.312
43.256	52.681	41.650	0.781	0.963	-35.803	-59.560	-57.349
48.527	53.462	46.725	0.781	0.963	-35.803	-65.830	-63.385
53.392	54.243	51.410	0.781	0.963	-35.803	-72.099	-69.422
58.552	55.024	56.415	0.366	0.451	-35.803	-76.703	-34.603
59.813	55.390	19.960	0.271	0.334	-35.803	-79.441	-26.509
60.873	55.661	58.613	0.781	0.963	-35.803	-84.478	-81.341
67.279	56.442	64.781	0.781	0.963	-35.803	-92.011	-88.595
69.966	57.222	27.858	0.323	0.398	-35.803	-97.336	-38.755
82.758	57.545	22.746	0.265	0.275	-15.700	-54.693	-15.032
87.760	57.810	71.105	0.780	0.810	-15.700	-57.648	-46.708
93.171	58.590	61.941	0.640	0.665	-15.700	-61.692	-41.013
95.945	59.230	77.830	0.781	0.811	-15.700	-64.366	-52.213
98.737	60.011	22.469	0.219	0.228	-15.700	-65.891	-14.995
100.367	60.230	81.416	0.781	0.811	-15.700	-67.403	-54.676
102.298	61.011	32.844	0.309	0.321	-15.700	-69.047	-22.168
100.957	61.320	81.895	0.781	0.811	-15.700	-70.219	-56.961
100.362	62.101	81.413	0.781	0.811	-15.700	-71.631	-58.106
98.922	62.882	0.838	0.008	0.008	-15.700	-72.345	-0.613
100.992	62.890	81.923	0.781	0.811	-15.700	-73.062	-59.267
99.306	63.671	80.556	0.781	0.811	-15.700	-74.483	-60.420

97.780	9.960					
64.550	0.781	0.793	9.851	48.622	38.538	
82.351	65.272					
65.331	0.781	0.793	9.851	48.328	38.305	
81.314	64.450					
66.112	0.258	0.262	9.851	48.133	12.617	
80.397	21.074					
66.370	0.781	0.793	9.851	48.207	38.209	
80.114	63.499					
67.151	0.781	0.793	9.851	48.451	38.402	
79.786	63.239					
67.932	0.781	0.793	9.851	48.695	38.596	
79.525	63.032					
68.713	0.781	0.793	9.851	48.939	38.789	
79.204	62.778					
69.494	0.646	0.656	9.851	49.162	32.249	
78.802	51.693					
70.140	0.781	0.793	9.851	49.668	39.367	
79.184	62.762					
70.921	0.781	0.793	9.851	50.477	40.009	
79.878	63.312					
71.702	0.298	0.303	9.851	51.036	15.445	
80.386	24.326					
72.000	0.781	0.793	9.851	52.176	41.355	
82.242	65.186					
72.781	0.109	0.111	9.851	53.299	5.901	
83.582	9.253					
72.890	0.781	0.793	9.851	54.141	42.913	
85.008	67.378					
73.671	0.781	0.793	9.851	55.552	44.031	
87.056	69.001					
74.452	0.781	0.793	9.851	56.962	45.148	
89.115	70.634					
75.233	0.781	0.793	9.851	58.372	46.266	
91.191	72.279					
76.014	0.781	0.793	9.851	59.782	47.384	
93.279	73.934					
76.795	0.781	0.793	9.851	61.193	48.502	
95.443	75.649					
77.576	0.034	0.035	9.851	61.929	2.167	
96.587	3.379					
77.610	0.781	0.793	9.851	61.901	49.063	
96.344	76.363					
78.391	0.191	0.194	9.851	61.827	11.965	
96.035	18.585					
78.582	0.781	0.845	22.538	129.020	109.085	
82.892	70.084					
79.363	0.781	0.845	22.538	127.418	107.731	
82.172	69.476					
80.143	0.781	0.845	22.538	125.817	106.378	
81.528	68.931					
80.924	0.781	0.845	22.538	124.216	105.024	
80.787	68.305					
81.705	0.781	0.845	22.538	122.615	103.670	
80.065	67.695					
82.486	0.781	0.845	22.538	121.014	102.317	
79.274	67.026					
83.267	0.743	0.804	22.538	119.452	96.076	
78.379	63.040					
84.010	0.781	0.845	22.538	117.691	99.507	
77.108	65.194					
84.791	0.781	0.845	22.538	115.691	97.816	
75.532	63.862					
85.572	0.781	0.845	22.538	113.692	96.126	
73.977	62.547					
86.353	0.323	0.350	22.538	112.279	39.297	
72.831	25.491					
86.676	0.781	0.793	9.908	53.402	42.334	
82.695	65.556					
87.457	0.781	0.793	9.908	53.089	42.086	
82.357	65.288					
88.238	0.222	0.225	9.908	52.888	11.925	
82.102	18.513					
88.460	0.781	0.793	9.908	53.038	42.046	



89.241	0.781	0.793	9.908	53.427	42.354
83.256 66.001					
90.022	0.781	0.793	9.908	53.816	42.663
83.940 66.543					
90.803	0.781	0.793	9.908	54.206	42.971
84.563 67.037					
91.584	0.781	0.793	9.908	54.595	43.280
85.156 67.507					
92.365	0.781	0.793	9.908	54.984	43.588
85.683 67.924					
93.146	0.781	0.793	9.908	55.373	43.897
86.144 68.290					
93.926	0.781	0.793	9.908	55.762	44.205
86.604 68.655					
94.707	0.283	0.287	9.908	56.027	16.074
86.783 24.898					
94.990	0.781	0.793	9.908	56.181	44.537
86.997 68.966					
95.771	0.781	0.793	9.908	56.348	44.669
87.080 69.032					
96.552	0.781	0.793	9.908	56.514	44.801
87.166 69.100					
97.333	0.781	0.793	9.908	56.680	44.933
87.257 69.173					
98.114	0.290	0.295	9.908	56.795	16.740
87.276 25.724					
98.404	0.781	0.799	12.208	69.326	55.391
85.582 68.379					
99.185	0.781	0.799	12.208	69.392	55.444
85.519 68.329					
99.966	0.781	0.799	12.208	69.459	55.497
85.461 68.283					
100.747	0.643	0.658	12.208	69.520	45.750
85.394 56.197					
101.390	0.781	0.799	12.208	69.419	55.465
85.126 68.015					
102.171	0.781	0.799	12.208	69.162	55.260
84.628 67.617					
102.952	0.781	0.799	12.208	68.906	55.055
84.137 67.224					
103.733	0.781	0.799	12.208	68.649	54.850
83.651 66.837					
104.514	0.781	0.799	12.208	68.392	54.645
83.156 66.440					
105.295	0.781	0.799	12.208	68.136	54.440
82.680 66.061					
106.076	0.781	0.799	12.208	67.879	54.235
82.219 65.692					
106.856	0.781	0.799	12.208	67.623	54.030
81.768 65.332					
107.637	0.543	0.555	12.208	67.405	37.422
81.392 45.187					
108.180	0.781	0.799	12.208	67.375	53.832
81.292 64.951					
108.961	0.781	0.799	12.208	67.494	53.927
81.411 65.047					
109.742	0.781	0.799	12.208	67.613	54.022
81.554 65.161					
110.523	0.699	0.716	12.208	67.726	48.467
81.683 58.455					
111.222	0.048	0.053	25.016	125.629	6.625
70.060 3.695					
111.270	0.781	0.862	25.016	125.902	108.498
70.432 60.696					
112.051	0.781	0.862	25.016	126.527	109.037
71.330 61.470					
112.832	0.781	0.862	25.016	127.152	109.575
72.282 62.290					
113.613	0.747	0.825	25.016	127.764	105.353
73.271 60.419					
114.360	0.781	0.862	25.016	126.783	109.258
73.182 63.066					
115.141	0.781	0.862	25.016	124.225	107.053
72.226 62.242					

71.349	61.486					
116.703	0.427	0.471	25.016	119.688	56.350	
70.741	33.305					
117.129	0.781	0.846	22.698	109.486	92.678	
72.034	60.975					
117.910	0.781	0.846	22.698	107.382	90.897	
70.911	60.024					
118.691	0.781	0.846	22.698	105.278	89.115	
69.863	59.137					
119.472	0.781	0.846	22.698	103.174	87.334	
68.799	58.237					
120.253	0.781	0.846	22.698	101.069	85.553	
67.712	57.317					
121.034	0.781	0.846	22.698	98.965	83.772	
66.633	56.403					
121.815	0.195	0.211	22.698	97.650	20.647	
66.148	13.986					
122.010	0.781	0.846	22.698	96.627	81.793	
65.845	55.736					
122.791	0.471	0.510	22.698	95.409	48.663	
65.563	33.441					
123.261	0.269	0.311	30.224	115.498	35.894	
59.346	18.443					
123.530	0.781	0.904	30.224	114.860	103.808	
59.529	53.800					
124.311	0.781	0.904	30.224	114.612	103.583	
60.659	54.822					
125.092	0.781	0.904	30.224	114.363	103.358	
61.747	55.805					
125.873	0.781	0.904	30.224	114.114	103.133	
62.757	56.718					
126.654	0.781	0.904	30.224	113.866	102.909	
64.319	58.130					
127.435	0.781	0.904	30.224	113.617	102.684	
65.160	58.890					
128.216	0.236	0.273	30.224	113.455	30.942	
66.212	18.058					
128.451	0.781	0.912	31.071	115.073	104.915	
65.705	59.905					
129.232	0.781	0.912	31.071	114.681	104.557	
65.784	59.977					
130.013	0.781	0.912	31.071	114.289	104.200	
65.854	60.040					
130.794	0.336	0.392	31.071	114.008	44.730	
66.234	25.986					
131.130	0.781	0.912	31.071	115.040	104.885	
67.171	61.242					
131.911	0.781	0.912	31.071	117.274	106.922	
68.978	62.889					
132.692	0.169	0.198	31.071	118.633	23.455	
70.260	13.891					
132.861	0.699	1.056	48.578	132.669	140.131	
50.439	53.276					
133.560	0.781	1.180	48.578	131.520	155.240	
51.148	60.373					
134.341	0.175	0.265	48.578	131.024	34.734	
52.390	13.889					
134.516	0.714	1.079	48.578	130.656	140.942	
52.942	57.110					
135.230	0.781	1.180	48.578	126.726	149.582	
52.356	61.798					
136.011	0.781	1.180	48.578	119.420	140.958	
50.299	59.370					
136.792	0.781	1.180	48.578	112.114	132.334	
47.736	56.345					
137.573	0.781	1.180	48.578	104.808	123.710	
44.630	52.679					
138.354	0.781	1.180	48.578	97.501	115.086	
41.957	49.524					
139.135	0.781	1.180	48.578	90.195	106.462	
37.775	44.588					
139.916	0.554	0.838	48.578	83.948	70.355	
35.065	29.387					
140.470	0.781	1.180	48.578	78.826	93.043	

141.251	0.519	0.785	48.578	74.618	58.544
29.808 23.386					
141.770	0.754	1.139	48.578	68.913	78.526
27.531 31.371					
142.524	0.781	1.052	42.042	61.754	64.937
29.001 30.495					
143.305	0.781	1.052	42.042	55.164	58.007
26.668 28.043					
144.086	0.704	0.948	42.042	48.897	46.370
23.812 22.581					
144.790	0.781	1.052	42.042	42.630	44.827
20.962 22.042					
145.571	0.781	1.052	42.042	36.040	37.897
18.064 18.995					
146.352	0.781	1.052	42.042	29.450	30.967
15.455 16.251					
147.133	0.781	1.052	42.042	22.859	24.037
12.968 13.636					
147.914	0.781	1.052	42.042	16.269	17.108
10.616 11.163					
148.695	0.781	1.052	42.042	9.679	10.178
8.323 8.751					

-----  
 -----  
 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 dx(m) : Larghezza concio  
 dl(m) : lunghezza base concio  
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
 TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio  
 TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio  
 TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio  
 TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

-----  
 -----