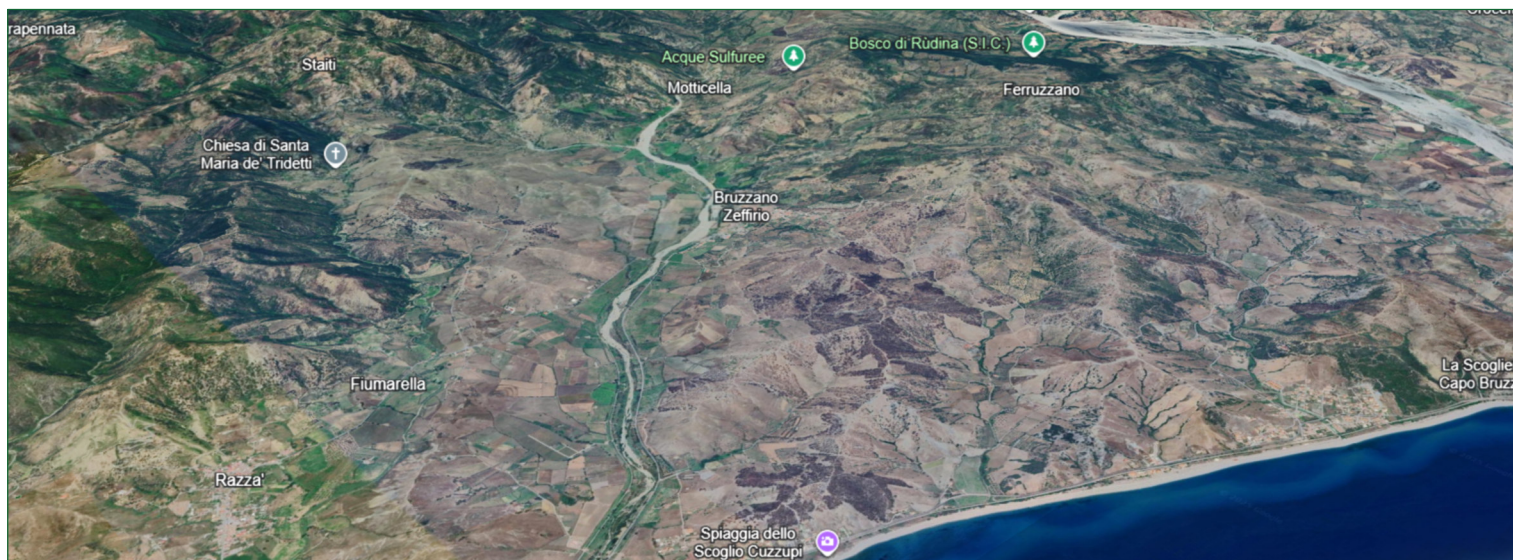




## AZIENDA CALABRIA VERDE

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PER L'AUMENTO DELLA RESILIENZA DELLE INFRASTRUTTURE NEI TERRITORI PIU' ESPOSTI A RISCHIO IDROGEOLOGICO, AREA PROGRAMMA A13/4. INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA - PAC 029 COMUNI DI AFRICO-STAITI-FERRUZZANO Prov. di REGGIO CALABRIA**



### IL GEOLOGO



GEOLOGY - GEOPHYSICS - GEOTECHNICAL  
GEORESOURCES - ENVIRONMENT  
HYDROGEOLOGY

Geologo **DOMENICO PUTRINO**

Via B. Buozzi, 192 - 89015 Palmi (RC) - Tel. +39096623896  
Mob. 3346439671 - p.e.: geostudio.putrino@gmail.com

### TIMBRO E FIRMA



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA

Identificazione elaborato

PAC 029 - 000 - GEO - 01 - REL 2 - A

Data: Dicembre 2025

Formato: A4

File: PAC029-0-0-0-GEO-01-REL2-A.DWG

|          |               |                     |                |            |    |
|----------|---------------|---------------------|----------------|------------|----|
|          |               |                     |                |            |    |
| A        | Dicembre 2025 | ELABORATI GEOLOGICI | Putrino/Gerace | Putrino    | -- |
| EM./REV. | DATA          | DESCRIZIONE         | REDATTO        | VERIFICATO |    |
|          |               |                     |                |            |    |
|          |               |                     |                |            |    |



GEOLOGY - GEOPHYSICS - GEOTECHNICAL  
GEORESOURCES - ENVIRONMENT  
HYDROGEOLOGY

Geologo **DOMENICO PUTRINO**

Via B. Buoizzi, 192 - 89015 Palmi (RC) - Tel. +39096623896  
mob. 3346439671 - p.e: geostudio.putrino@gmail.com

|                                                                                 |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| SOMMARIO .....                                                                  | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 1. PERICOLOSITA' SISMICA .....                                                  | 2                                            |
| 1.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....                                             | 2                                            |
| 1.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....                                          | 3                                            |
| 1.3 EFFETTI SISMICI LOCALI .....                                                | 3                                            |
| 1.3.1 Effetti di amplificazione topografica .....                               | 4                                            |
| 2. PARAMETRI SISMICI DI SITO .....                                              | 5                                            |
| 3. SITO DI INTERVENTO E PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ..... | 6                                            |
| LIQUEFAZIONE .....                                                              | 11                                           |
| STIMA DEL RISCHIO LIQUEFAZIONE NELL'AREA IN STUDIO .....                        | 12                                           |
| AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA ATTESA .....                                       | 14                                           |
| 4. CONCLUSIONI .....                                                            | 21                                           |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC D29 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data : Dicembre 2025                                      |

## 1. PERICOLOSITA' SISMICA

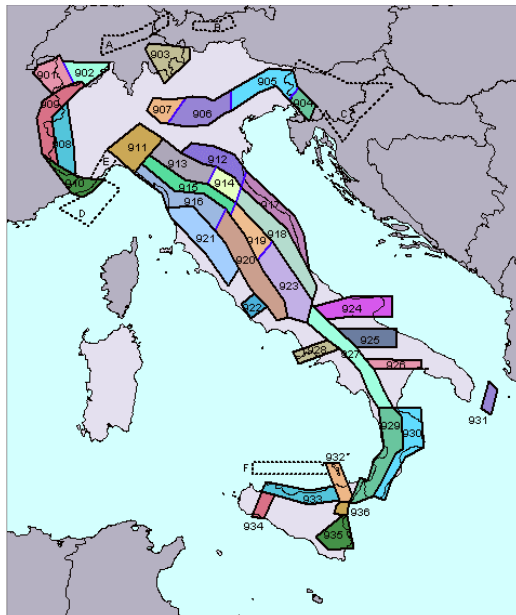
Lo studio che segue è redatto su incarico di "CALABRIA VERDE" ed interessa un'area posta nel Comune di Staiti(RC) dove si intende procedere *"Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008."*

### 1.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La pericolosità riferita ai terremoti è la combinazione imprescindibile delle due componenti: sismicità di base e pericolosità sismica locale. Le **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)** adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** nelle **NTC**); risultato di valutazioni relative alla pericolosità sismica che hanno avuto come riferimento una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata **ZS9**, che rappresenta un aggiornamento/integrazione della zonazione sismogenetica ZS4, utilizzata sino al 2002. Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" debbono derivare da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate. I dati utilizzati per le valutazioni devono essere resi pubblici, in modo che sia possibile la riproduzione dell'intero processo. La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata semplicemente *pericolosità sismica*, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; le sue attuali fonti di riferimento sono indicate nel seguito del presente paragrafo.

La *pericolosità sismica* in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le **NTC** e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle **NTC**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;



|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                       |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br><br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica di sito. La disponibilità di informazioni così puntuali e dettagliate, in particolare il riferimento a più probabilità di superamento, consente ad un tempo di:

- adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo così significative economie e soluzioni più agevoli del problema progettuale, specie nel caso delle costruzioni esistenti;
- trattare le problematiche di carattere tecnico-amministrativo connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.

## 1.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità di base è definita dall'INGV a livello Regionale. Per molti anni e fino al 2002 la zonazione sismogenetica ZS4 ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana. Gli sviluppi recenti in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello di zonazione. Per superare questo stato di cose si è convenuto disegnare una nuova zonazione, denominata ZS9 la quale soddisfa i seguenti requisiti:

- è basata prevalentemente sul background informativo e sull'impianto generale di ZS4 che deriva dall'approccio cinematico all'elaborazione del modello sismotettonico
- recepisce le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane
- considera le indicazioni che derivano dai terremoti verificatisi successivamente alla formulazione della zonazione ZS4
- viene superato il problema delle ridotte dimensioni delle zone-sorgente (zone che si possono considerare omogenee dal punto di vista geologico strutturale e soprattutto cinematico) e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse;
- fornisce una stima di profondità efficace, definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale.

Il nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, è la cosiddetta zonazione ZS9 per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F).

Nella zonazione sismogenetica ZS9 la Calabria rientra nell'area sismogenetica denominata "Arco Calabro" nelle due zone 929 e 930 rispettivamente riferite al settore tirrenico ed a quello ionico. L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina. Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6 e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi.

## 1.3 EFFETTI SISIMICI LOCALI

In occasione di eventi sismici, le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona possono

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

produrre effetti diversi, che devono essere presi in considerazione nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti (spesso definiti effetti locali) possono essere distinti in due situazioni differenti, di seguito esplicitate. Sono rappresentati dall'interazione delle onde sismiche con particolari condizioni locali che possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie rispetto allo scuotimento che si avrebbe sul substrato sottostante (bedrock). Le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali (topografia) e sepolte e da particolari caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni, che possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno e fenomeni di risonanza fra modi di vibrazione del terreno e delle strutture eventualmente presenti.

Nel caso di materiali omogenei ed isotropi (tali possono essere considerate in prima approssimazione il substrato presente in profondità), le modificazioni nella forma ed ampiezza del segnale sismico dipendono soltanto dalle caratteristiche della sorgente sismica (energia liberata, meccanismo di rottura, ecc.) e dalla distanza di propagazione tra sorgente e sito (attenuazione anelastica). Nel caso di terreni eterogenei, in condizioni geologiche e geologico-tecniche molto variabili (come spesso accade per i terreni superficiali) le modificazioni del moto sismico sono dovute a fenomeni di riflessioni multiple, rifrazioni e trasformazione delle onde di volume in onde superficiali.

### 1.3.1 Effetti di amplificazione topografica

Le condizioni topografiche di contorno sono tra gli elementi che possono influenzare la risposta sismica locale per cui le NTC chiedono espressamente di tenerne conto in fase di progettazione. In particolare per condizioni topografiche complesse le norme richiedono la predisposizione di specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata in tabella.

| <i>Categoria</i> | <i>Caratteristiche della superficie topografica</i>                                                             |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4               | Rilievi con lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$                  |

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data : Dicembre 2025                                      |

## 2. PARAMETRI SISMICI DI SITO

La pericolosità sismica di "base", adottata nella presente progettazione strutturale è quella definita al sito specifico, nel § 3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) di cui al D.M. 17.01.2008 attraverso i seguenti parametri di scuotimento:

- accelerazione orizzontale di picco attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria A);
- parametri  $F_0$  e  $T_c^*$  dello spettro di risposta elastico in accelerazione (componente orizzontale) su suolo rigido (categoria A) e superficie topografica orizzontale.

I parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  sono definiti (Allegato B, NTC) in termini probabilistici con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (PVR) nella vita di riferimento (VR) del manufatto su tutto il territorio nazionale attraverso lo stesso reticolo di riferimento dello studio INGV (passo 0,05°).

Oltre al valore di  $a_g$ , è importante conoscere per il sito in esame altri parametri sismologici, come in particolare i dati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza), desumibili dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano (<http://essel-gis.mi.ingv.it/>).

5

I parametri posti alla base della progettazione, per come indicato dal progettista sono i seguenti:

- tipo di costruzione: strategica; VN = 50 anni (vita nominale della costruzione);
- classe d'uso: II CU = I;

$VR = VN * CU = 50 * 1.0 = 50$  anni (periodo di riferimento per il calcolo dell'azione sismica)

VN = vita nominale

CU = coefficiente d'uso, definito in base alla classe d'uso

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|



### 3. SITO DI INTERVENTO E PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Il sito di intervento è quello riportato nella figura 1 estrapolato dagli elaborati grafici allegati al progetto.



Fig.1 Foto aerea sito in studio estratto da google maps f.s

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |



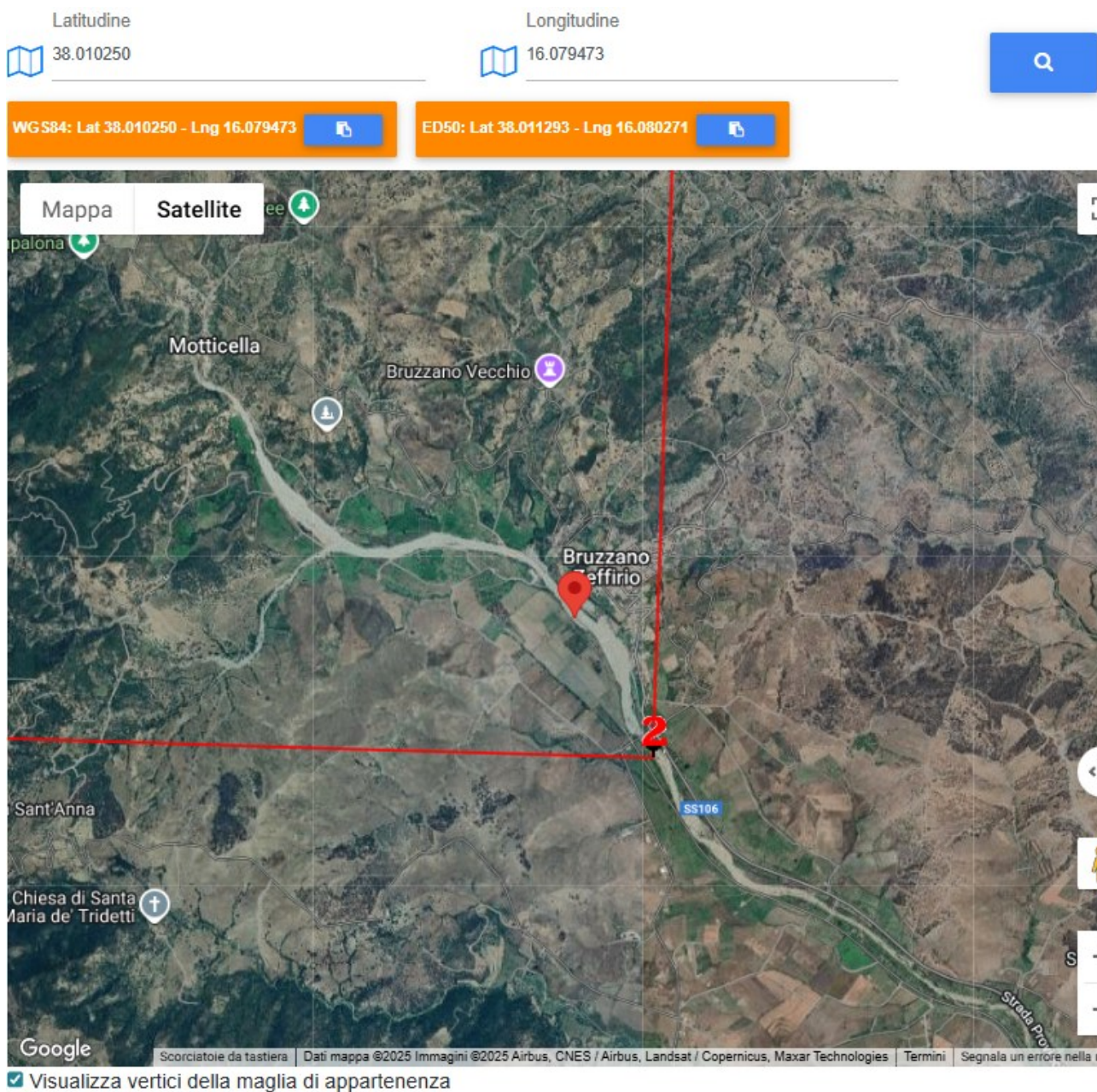


GEOLOGY - GEOPHYSICS - GEOTECHNICAL  
GEORESOURCES - ENVIRONMENT  
HYDROGEOLOGY

Geologo **DOMENICO PUTRINO**

Via B. Buoizzi, 192 - 89015 Palmi (RC) - Tel. +39096623896  
mob. 3346439671 - p.e.: geostudio.putrino@gmail.com

L'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. 2018) espone i nuovi dati di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale che permettono di definire l'azione sismica. Di seguito si illustrano i parametri di calcolo determinati con GeoStru PS:



|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Committente<br>CALABRIA VERDE | Progetto: <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma AI3/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | Titolo elaborato<br>Relazione pericolosità sismica |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                               |





Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 38,011293 [°]

longitudine: 16,080271 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 anni

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento

|        | ID    | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|--------|-------|----------------|-----------------|--------------|
| Sito 1 | 45661 | 38,005440      | 16,022270       | 5123,1       |
| Sito 2 | 45662 | 38,003940      | 16,085510       | 937,6        |
| Sito 3 | 45440 | 38,053910      | 16,087470       | 4780,6       |
| Sito 4 | 45439 | 38,055420      | 16,024140       | 6945,8       |

8

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

|                                      | Prob.<br>superamento<br>[%] | Tr<br>[anni] | ag<br>[g] | Fo<br>[-] | Tc*<br>[s] |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Operatività<br>(SLO)                 | 81                          | 30           | 0,049     | 2,345     | 0,277      |
| Danno (SLD)                          | 63                          | 50           | 0,065     | 2,343     | 0,299      |
| Salvaguardia<br>della vita (SLV)     | 10                          | 475          | 0,196     | 2,386     | 0,364      |
| Prevenzione<br>dal collasso<br>(SLC) | 5                           | 975          | 0,265     | 2,399     | 0,384      |

|     | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s <sup>2</sup> ] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500  | 1,600  | 1,000  | 0,015  | 0,007  | 0,724                    | 0,200    |
| SLD | 1,500  | 1,560  | 1,000  | 0,019  | 0,010  | 0,950                    | 0,200    |
| SLV | 1,420  | 1,470  | 1,000  | 0,067  | 0,033  | 2,724                    | 0,240    |
| SLC | 1,320  | 1,440  | 1,000  | 0,098  | 0,049  | 3,429                    | 0,280    |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma AI3/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data : Dicembre 2025                                      |

## 4.0 EFFETTI TOPOGRAFICI

Le opere in progetto ricadono in un contesto morfologico caratterizzato da pendenze modeste, con inclinazione media del versante inferiore a  $15^\circ$ . La struttura verrà pertanto realizzata in un'area sostanzialmente pianeggiante, priva di elementi morfologici significativi quali creste, dorsali o scarpate acclivi. In base a quanto previsto dalle NTC 2018, gli effetti topografici devono essere presi in considerazione esclusivamente in presenza di configurazioni geometriche bidimensionali riconducibili a creste o rilievi isolati con altezza significativa, generalmente superiore a 30 m, e con pendenze marcate. Tali condizioni non risultano soddisfatte nel caso in esame. Alla luce di quanto sopra, il sito non rientra nelle casistiche per le quali è prevista l'amplificazione topografica dell'azione sismica; pertanto il fattore di amplificazione topografica può essere assunto pari a  $St = 1,0$ .



9

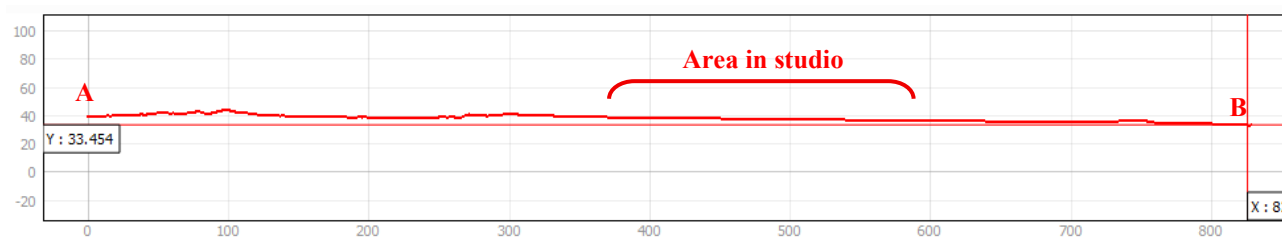


Figura 2: acclività media area in studio

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

## 5.0 EFFETTI DI INSTABILITÀ DOVUTI A FENOMENI COSISMICI

Sono rappresentati in genere da fenomeni di instabilità, dovuti al raggiungimento della resistenza al taglio disponibile del terreno, consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse, incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità si esplicano con fenomenologie differenti a seconda delle condizioni presenti nel sito.

- Nel caso di versanti in equilibrio precario (in terre o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per i quali il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento, sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo che indirettamente a causa della repentina modifica delle pressioni interstiziali.
- Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie (quali ad esempio contatti stratigrafici o tettonici rappresentati da faglie sismogenetiche), si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.
- Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, si possono verificare fenomeni di rottura con deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili rifluimenti parziali o generalizzati, a causa dei fenomeni di liquefazione.
- Nel caso di siti interessati da carsismo ipogeo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo, si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati, in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

La presenza degli effetti sopra elencati dimostra che una corretta progettazione strutturale antisismica da sola non è sufficiente a garantire condizioni di sicurezza adeguate e che strutture e infrastrutture, dimensionate per resistere ad azioni sismiche anche molto violente, possono perdere la loro efficienza per problemi dipendenti dalla risposta del terreno di fondazione.

✚ Nel caso specifico è da evidenziare quanto segue:

- L'area si snoda all'interno di un ambito non interessato da fenomeni di dissesto in atto o potenziali; gli studi effettuati consentono di escludere la presenza di paleofrane o di situazioni che possono riattivare fenomeni franosi in caso di sisma o ancora che possono dare origine a variazioni delle pressioni interstiziali con conseguente attivazione di movimenti;*
- l'area in studio si colloca all'interno di contesto non interessato da faglie sismogenetiche o da altre importanti discontinuità; se presenti le stesse non sono state individuate o non sono cartografabili;*
- è da escludere la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione, così come si avrà modo di dire nel paragrafo che segue;*
- nelle unità litotecniche presenti nel substrato dell'area in studio non sono possibili fenomeni di carsismo e si esclude possano verificarsi fenomeni di subsidenza.*

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|



## LIQUEFAZIONE

La liquefazione è tra i fenomeni che possono indurre a modifiche sostanziali della morfologia per cui la normativa sismica recente ancor più delle precedenti Norme Tecniche, chiedono espressamente di tenerne conto in fase di progettazione.

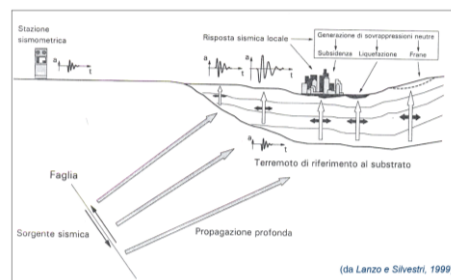
Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

In realtà con il termine 'liquefazione' si indicano vari fenomeni fisici, ovvero:

- ≡ liquefazione ciclica (si riferisce a condizioni di campo libero "free field");
- ≡ mobilità ciclica;
- ≡ fluidificazione

che hanno come elemento comune il fatto che, per effetto dell'instaurarsi di condizioni non drenate, si ha un incremento e un accumulo delle pressioni interstiziali che può provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno. Il primo (liquefazione ciclica) si riferisce a condizioni di campo libero "free field", quindi in assenza di sovraccarichi, mentre gli altri due a condizioni di sottosuolo sottoposto a sforzi di taglio preesistenti (es. costruzioni). Secondo una classifica internazionale le manifestazioni della liquefazione sono:

- ≡ crateri, vulcanelli, fuoriuscite di acqua e sabbia,
- ≡ grandi oscillazioni e rotture del terreno,
- ≡ abbassamenti e sollevamenti del terreno,
- ≡ movimenti orizzontali del terreno (lateral spreading),
- ≡ movimento di masse fluide / collasso in pendii naturali e artificiali,
- ≡ perdita di capacità portante delle fondazioni,
- ≡ galleggiamento di opere sotterranee,
- ≡ collasso di opere di sostegno e banchine portuali.



Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Di conseguenza, maggiore è la durata di un terremoto (maggior numero di cicli), più alta è la possibilità che si arrivi alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende da una serie di fattori:

- ≡ addensamento
- ≡ distribuzione granulometrica, forma e grado di uniformità;
- ≡ condizioni di drenaggio
- ≡ storia delle sollecitazioni sismiche
- ≡ età del deposito.

### Addensamento

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

### Granulometria e drenaggio

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

### Storia delle sollecitazioni sismiche

Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche, si può affermare che precedenti deformazioni moderate influiscano positivamente sulla resistenza del deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di liquefazione.

### Età del deposito.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre, la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile e omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

12

## STIMA DEL RISCHIO LIQUEFAZIONE NELL'AREA IN STUDIO

Le NTC/2018 fissano i casi in cui è possibile omettere la verifica a liquefazione. E' sufficiente che si verifichi almeno una delle quattro condizioni indicate nel paragrafo 7.11.3.4.2 affinché si possa omettere l'esecuzione di tale verifica. Se la condizione relativa alla severità della azione sismica non è soddisfatta (cioè se le accelerazioni massima attese al piano campagna in campo libero sono superiori a 0.1 g) le NTC prescrivono degli approfondimenti delle indagini geotecniche finalizzati a verificare il manifestarsi delle altre tre condizioni:

- ≡ profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- ≡ depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N)_{60} > 30$  oppure  $qc_{IN} > 180$  dove  $(N)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{IN}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- ≡ distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

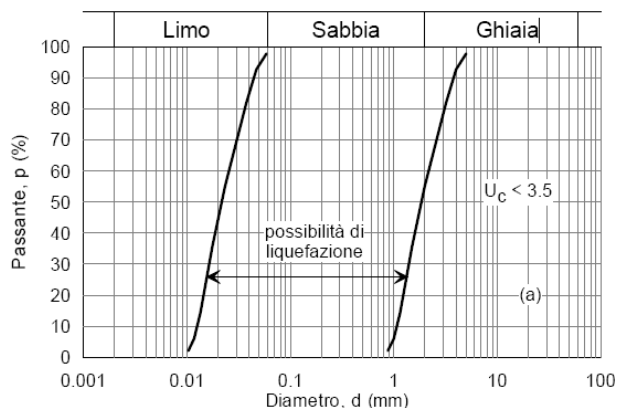


Figura a

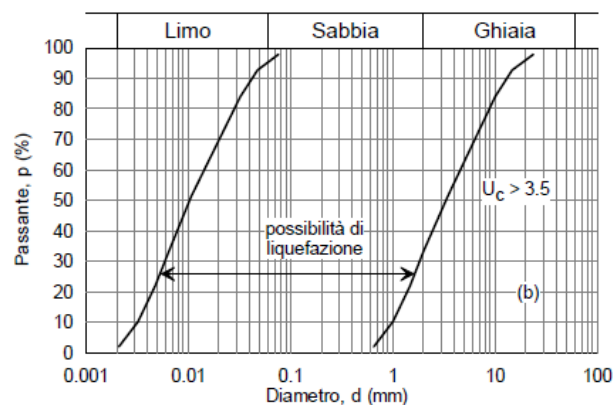


Figura b

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma AI3/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

Come riportato in precedenza il rischio di liquefazione deve essere accertato in base alla possibilità di concomitanza di fattori scatenanti (caratteristiche dei terremoti attesi) e predisponenti (susceptibilità dei terreni). Dovrà anche essere determinata con appropriate rilevazioni l'entità delle fluttuazioni dei livelli di falda e nelle analisi dovrà considerarsi la condizione meno cautelativa.

Quando **nessuna delle condizioni** previste dalle **NTC/18** 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 alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

Per accertare se è necessario provvedere alla verifica a liquefazione dei terreni si analizzano ora le condizioni su esposte, partendo dalla 1 e 2 (accelerazione massima attesa e presenza di falda idrica superficiale) per poi passare, se non soddisfatte, alle successive.

**Condizione 1** - accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g. L'accelerazione massima attesa è superiore a quanto previsto dalla condizione 1.

**Condizione 2** - profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.

**Condizione 3** - depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $qc_1N > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

**Condizione 4** - distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nell'area in studio sono state valutate le condizioni da 1 a 4 precedentemente elencate e richiamate nel paragrafo 7.11.3.4.2. Nel caso in esame, l'area di intervento, localizzata lungo il tratto mediale della Fiumara di Bruzzano nel Comune di Staiti, è caratterizzata da depositi alluvionali quaternari a granulometria prevalentemente grossolana, costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici con matrice sabbioso-limoso subordinata. Tali materiali, per composizione granulometrica, grado di addensamento e caratteristiche di permeabilità, non rientrano nelle tipologie di terreni comunemente riconosciute come suscettibili a fenomeni di liquefazione sismica. Inoltre, l'assetto stratigrafico non mostra la presenza di livelli sabbiosi fini, uniformi e saturi, né di orizzonti limosi a comportamento potenzialmente instabile sotto sollecitazione ciclica. Nel caso in esame **è da escludere l'insorgere di un fenomeno di liquefazione**. Per tali motivazioni, nel rispetto di quanto previsto nella tabella di cui al paragrafo 7.11.3.4.2 delle Norme Tecniche 17.01.2018 è possibile **omettere la verifica**.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica<br>Data : Dicembre 2025 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

## AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA ATTESA

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T^*C$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV delle NTC/18, nelle quali  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione di gravità e  $T^*C$  è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV - Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

| Categoria sottosuolo | $S_s$                                                           | $C_c$                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| A                    | 1,00                                                            | 1,00                        |
| B                    | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T^*C)^{-0,20}$ |
| C                    | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T^*C)^{-0,33}$ |
| D                    | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T^*C)^{-0,50}$ |
| E                    | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T^*C)^{-0,40}$ |

14

Nella logica prestazionale adottata dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08 - D.M. 14/01/2008) si impone al progettista di affrontare e risolvere problematiche specialistiche, tra cui assume una particolare rilevanza la valutazione della stabilità geotecnico-sismica del sito di costruzione e del suolo di fondazione, con l'obiettivo ultimo di definire il rischio geotecnico nell'eventualità di un terremoto. Un ruolo chiave nella caratterizzazione geotecnico-sismica occupano le indagini geofisiche di tipo sismico, che rappresentano il metodo di elezione per una misura della velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi del parametro **Vs-eq**, normativamente idoneo all'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, necessarie alla definizione dell'azione sismica di progetto mediante l'approccio semplificato richiesto dalle NTC08. Per la classificazione dell'area in studio è stato effettuato uno stendimento sismico del tipo Masw, descritto successivamente, i cui risultati sono riportati nei grafici/tabelle che seguono. L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS. Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

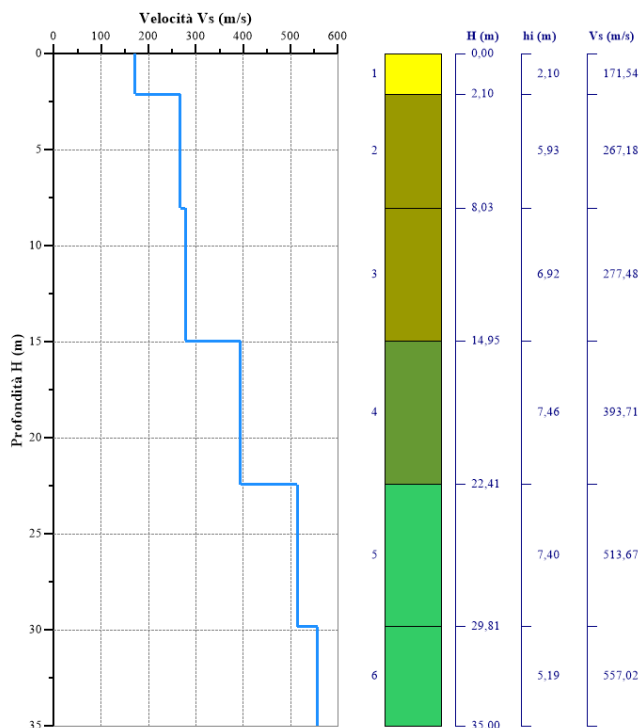
1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni che viene spostato lungo la linea dello stendimento stesso dopo ogni acquisizione;
2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione)
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle VS dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero uno spostamento lungo la linea dello stendimento)

L'indagine può ritenersi soddisfacente. Nei grafici che seguono sono riportati i risultati delle indagini e la curva di inversione che ha consentito poi di risalire al valore delle Vs eq. I dati emersi dalla prova in situ sono schematizzati nei grafici e nelle tabelle che seguono.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data : Dicembre 2025                                      |



### MASW-1



| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1   | 2,10           | 2,10         | 171,54   | 2,10      | 2,10        | 0,012242  | 55     |
| 2   | 8,03           | 5,93         | 267,18   | 8,03      | 5,93        | 0,022195  | 56     |
| 3   | 14,95          | 6,92         | 277,48   | 14,95     | 6,92        | 0,024939  | 56     |
| 4   | 22,41          | 7,46         | 393,71   | 22,41     | 7,46        | 0,018948  | 57     |
| 5   | 29,81          | 7,40         | 513,67   | 29,81     | 7,40        | 0,014406  | 58     |
| 6   | 35,00          | 5,19         | 557,02   | 30,00     | 0,19        | 0,000341  | 58     |

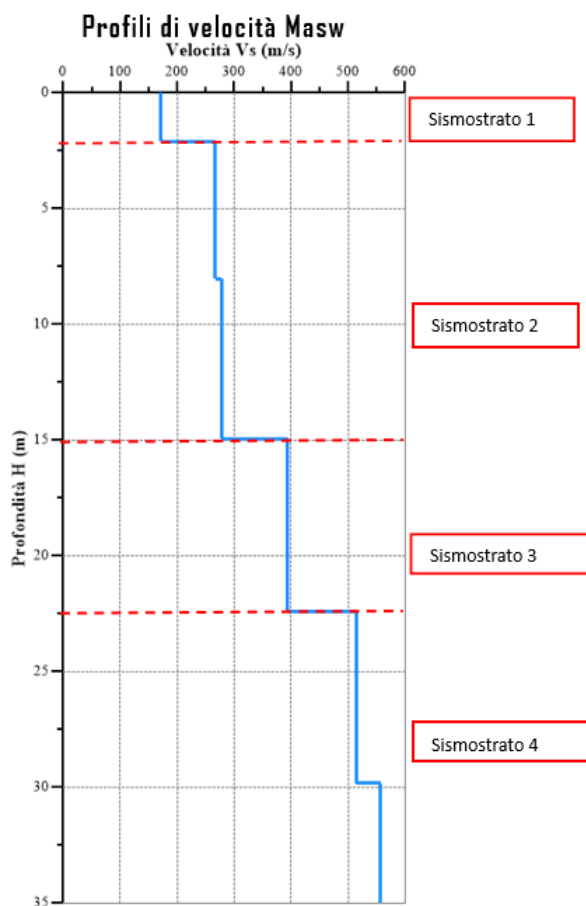
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): **C** Vs,30: **322,34** m/s

*Grafico profilo e calcolo delle velocità Vs eq*

Come si evince dalle velocità dei singoli sismostrati non è stato individuato un intervallo con velocità riconducibili a bedrock sismico entro i primi 35 metri dal piano di prova. I risultati delle indagini consentono una schematizzazione in 4 sismostrati come da tabella che segue:

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma AI3/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |

| N° | SPESSORI dal<br>P.C. (mt) | DESCRIZIONE                                                                                                                                           |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 0,00 - 2,10               | Primo sismostrato di spessore pari a 2,10 mt e velocità delle Vs di 172 m/s, riferibile alla presenza di terreni scarsamente consistenti / addensati; |
| 2  | 2,10 - 14,95              | Secondo sismostrato di spessore pari a 12,85 mt e Vs comprese tra 267-277 m/s, riferibile alla presenza di terreni poco consistenti / addensati;      |
| 3  | 14,95 - 22,41             | Terzo sismostrato di spessore pari a 7,46 mt e Vs di 394 m/s, riferibile alla presenza di terreni mediamente consistenti / addensati;                 |
| 4  | > 22,41                   | Quarto sismostrato di spessore indefinito caratterizzato da Vs comprese tra 514-557 m/s riconducibile alla presenza di terreni consistenti            |



#### Profili di velocità Masw

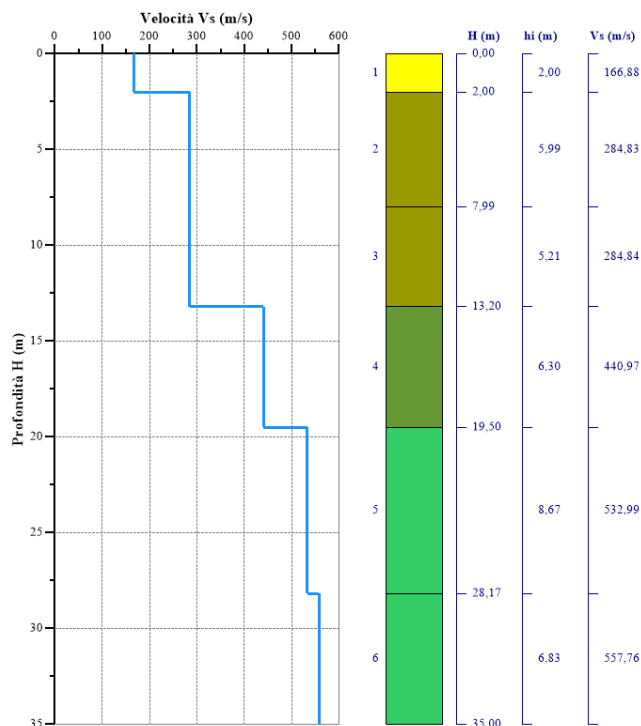
La velocità delle onde di taglio equivalente e  $V_{seq} = 322,34 \text{ m/s}$ , con aumento graduale della velocità con la profondità. Ciò consente di classificare il terreno come Categoria **C**. L'esatta definizione della Cat. C di cui alla Tab 3.2.11 delle NTC 2018 è riportata di seguito:

"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..".

Figura 3: Tabella sismostrati da profilo sismico tipo Masw

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                    |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Committente<br>CALABRIA VERDE | Progetto: Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | Titolo elaborato<br>Relazione pericolosità sismica |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Data : Dicembre 2025                               |

## MASW-2



| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1   | 2,00           | 2,00         | 166,88   | 2,00      | 2,00        | 0,011985  | 55     |
| 2   | 7,99           | 5,99         | 284,83   | 7,99      | 5,99        | 0,021030  | 56     |
| 3   | 13,20          | 5,21         | 284,84   | 13,20     | 5,21        | 0,018291  | 56     |
| 4   | 19,50          | 6,30         | 440,97   | 19,50     | 6,30        | 0,014287  | 57     |
| 5   | 28,17          | 8,67         | 532,99   | 28,17     | 8,67        | 0,016267  | 58     |
| 6   | 35,00          | 6,83         | 557,76   | 30,00     | 1,83        | 0,003281  | 58     |

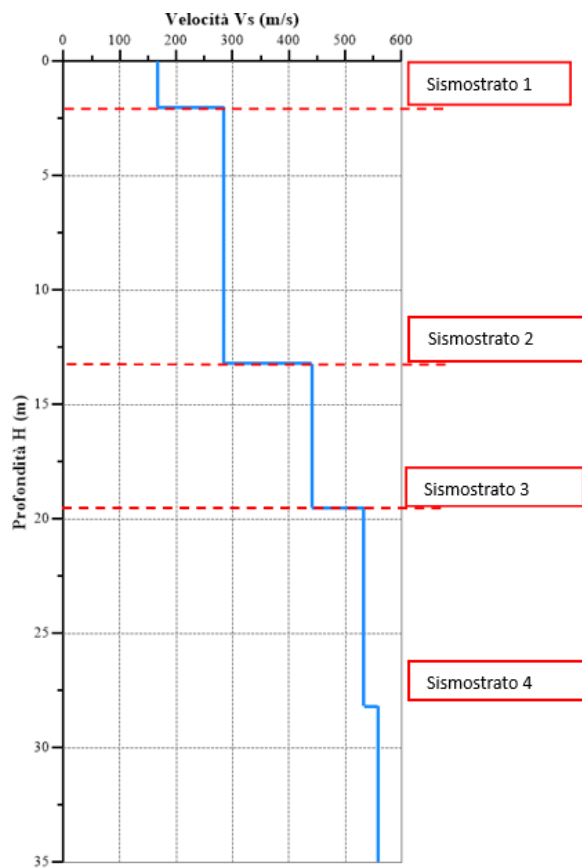
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): **C** Vs,30: **352,36** m/s

*Grafico profilo e calcolo delle velocità Vs eq*

Come si evince dalle velocità dei singoli sismostrati non è stato individuato un intervallo con velocità riconducibili a bedrock sismico entro i primi 35 metri dal piano di prova. I risultati delle indagini consentono una schematizzazione in 4 sismostrati come da tabella che segue:

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |

| N° | SPESSORI dal<br>P.C. (mt) | DESCRIZIONE                                                                                                                                           |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 0,00 - 2,00               | Primo sismostrato di spessore pari a 2,00 mt e velocità delle Vs di 167 m/s, riferibile alla presenza di terreni scarsamente consistenti / addensati; |
| 2  | 2,00 - 13,20              | Secondo sismostrato di spessore pari a 11,20 mt e Vs di 285 m/s, riferibile alla presenza di terreni poco consistenti / addensati;                    |
| 3  | 13,20 - 19,50             | Terzo sismostrato di spessore pari a 6,30 mt e Vs di 441 m/s, riferibile alla presenza di terreni mediamente consistenti / addensati;                 |
| 4  | >19,50                    | Quarto sismostrato di spessore indefinito caratterizzato da Vs comprese tra 533-558 m/s riconducibile alla presenza di terreni consistenti            |



**Profili di velocità Masw**

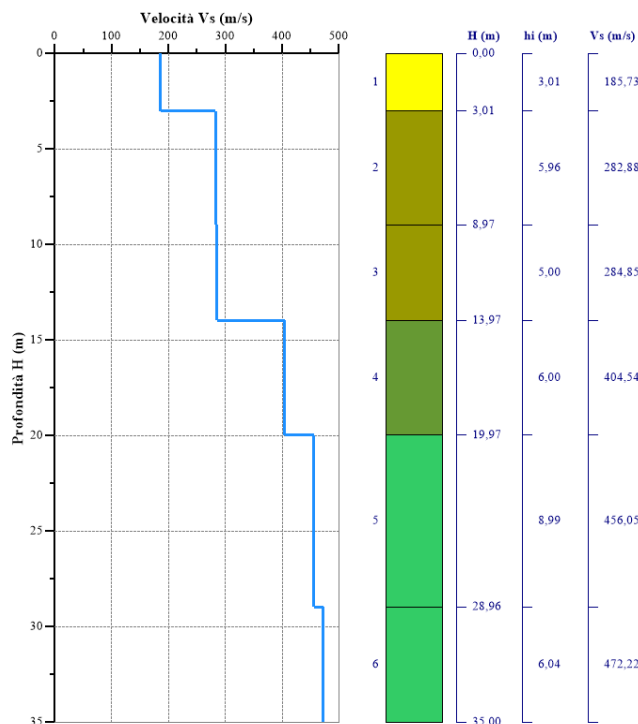
La velocità delle onde di taglio equivalente è  $V_{seq}=352,36 \text{ m/s}$ , con aumento graduale della velocità con la profondità. Ciò consente di classificare il terreno come Categoria **C**. L'esatta definizione della Cat. C di cui alla Tab 3.2.11 delle NTC 2018 è riportata di seguito:  
"Depositi 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.".

*Figura 4: Tabella sismostrati da profilo sismico tipo Masw*

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma AI3/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |



### MASW-3



| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1   | 3,01           | 3,01         | 185,73   | 3,01      | 3,01        | 0,016206  | 55     |
| 2   | 8,97           | 5,96         | 282,88   | 8,97      | 5,96        | 0,021069  | 56     |
| 3   | 13,97          | 5,00         | 284,85   | 13,97     | 5,00        | 0,017553  | 56     |
| 4   | 19,97          | 6,00         | 404,54   | 19,97     | 6,00        | 0,014832  | 57     |
| 5   | 28,96          | 8,99         | 456,05   | 28,96     | 8,99        | 0,019713  | 58     |
| 6   | 35,00          | 6,04         | 472,22   | 30,00     | 1,04        | 0,002202  | 58     |

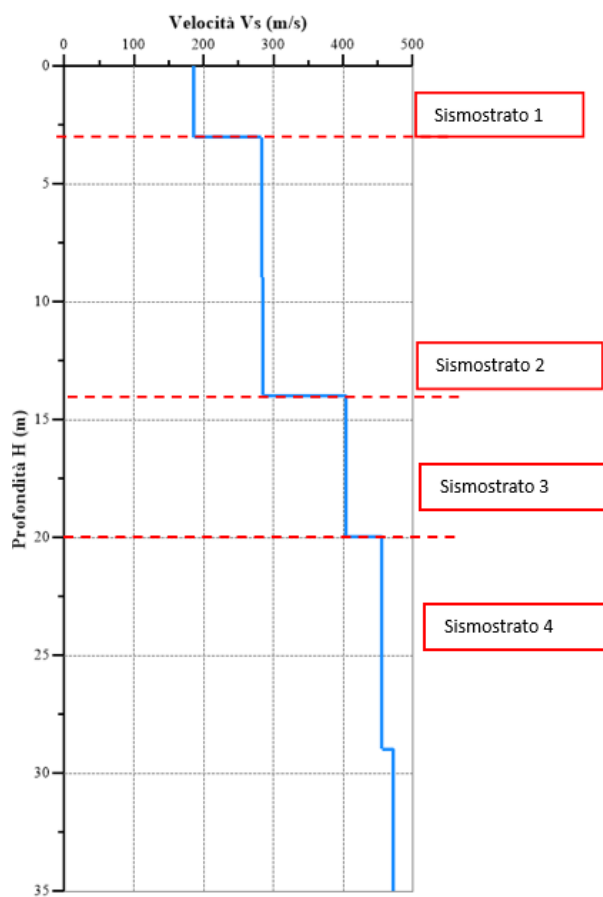
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): **C** Vs,30: **327,60** m/s

*Grafico profilo e calcolo delle velocità Vs eq*

Come si evince dalle velocità dei singoli sismostrati non è stato individuato un intervallo con velocità riconducibili a bedrock sismico entro i primi 35 metri dal piano di prova. I risultati delle indagini consentono una schematizzazione in 4 sismostrati come da tabella che segue:

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |

| N° | SPESSORI dal<br>P.C. (mt) | DESCRIZIONE                                                                                                                                           |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 0,00 - 3,01               | Primo sismostrato di spessore pari a 3,01 mt e velocità delle Vs di 186 m/s, riferibile alla presenza di terreni scarsamente consistenti / addensati; |
| 2  | 3,01 - 13.97              | Secondo sismostrato di spessore pari a 10.96 mt e Vs comprese tra 283-285 m/s, riferibile alla presenza di terreni poco consistenti / addensati;      |
| 3  | 13.97 - 19.97             | Terzo sismostrato di spessore pari a 6.00 mt e Vs di 405 m/s, riferibile alla presenza di terreni mediamente consistenti / addensati;                 |
| 4  | >19.97                    | Quarto sismostrato di spessore indefinito caratterizzato da Vs comprese tra 456-472 m/s riconducibile alla presenza di terreni consistenti            |



**Profili di velocità Masw**

La velocità delle onde di taglio equivalente è  $V_{seq}=327,60 \text{ m/s}$ , con aumento graduale della velocità con la profondità. Ciò consente di classificare il terreno come Categoria **C**. L'esatta definizione della Cat. C di cui alla Tab 3.2.11 delle NTC 2018 è riportata di seguito:

"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..".

*Figura 5: Tabella sismostrati da profilo sismico tipo Masw*

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008. | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data : Dicembre 2025                                      |

## 4. CONCLUSIONI

**RISPOSTA SISMICA LOCALE:** dall'analisi delle condizioni locali è emerso quanto segue: le condizioni topografiche di contorno non sono tra gli elementi che possono influenzare la risposta sismica locale per cui le NTC chiedono espressamente di tenerne conto in fase di progettazione.

Nel caso in studio la collocazione dell'area di interesse non può indurre a fenomeni di amplificazione sismica per effetto della topografia, considerato che l'area si sviluppa all'interno di un'area caratterizzata da una pendenza media inferiore a 15°. Il fattore di amplificazione topografico  $S_t$  da utilizzare è pari a 1,0 (Categoria topografica TI).

Relativamente alla possibilità che si verifichino effetti di instabilità legati a fenomeni cosismici è da evidenziare quanto segue:

- L'area si snoda all'interno di un ambito non interessato da fenomeni di dissesto in atto o potenziali; gli studi effettuati consentono di escludere la presenza di paleofrane o di situazioni che possono riattivare fenomeni franosi in caso di sisma o ancora che possono dare origine a variazioni delle pressioni interstiziali con conseguente attivazione di movimenti;*
- l'area in studio si colloca all'interno di contesto non interessato da faglie sismogenetiche o da altre importanti discontinuità; se presenti le stesse non sono state individuate o non sono cartografabili;*
- è da escludere la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione*
- nelle unità litotecniche presenti nel substrato dell'area in studio non sono possibili fenomeni di carsismo e si esclude possano verificarsi fenomeni di subsidenza.*

Relativamente agli effetti derivanti da possibili amplificazioni stratigrafiche si evince quanto segue: per valutare gli effetti di eventuali amplificazioni dovute alla presenza di litologie con differenti velocità è stata effettuata una MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) la quale è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS eq. Come si evince dalle velocità dei singoli sismostrati non è stato individuato un intervallo con velocità riconducibili a bedrock sismico entro i primi 30 metri dal piano di prova **per le Masw effettuate**. Valutando nell'insieme il profilo delle velocità, considerato che la velocità aumenta gradualmente con la profondità, risulta una Vs nei primi 30 c è possibile includere l'area in CATEGORIA "C".

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C</b> | <i>"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."</i> |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Palmi, li Dicembre 2025

Il Tecnico  
Dott. Domenico Putrino  
*Documento in Pdf-A*  
*Firmato digitalmente*

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Committente</b><br>CALABRIA VERDE | <b>Progetto:</b> <i>Interventi di messa in sicurezza per l'aumento della resilienza delle infrastrutture nei territori più esposti a rischio idrogeologico - Area programma A13/4 Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria - APAC 029 Comuni di Africo-Ferruzzano Staiti - Provincia di Reggio Calabria CUP J48H19000670008.</i> | <b>Titolo elaborato</b><br>Relazione pericolosità sismica |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data : Dicembre 2025                                      |