



Comune di Centola

Provincia di Salerno

Oggetto:

Progetto di realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione.

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente:

Consac gestioni idriche S.P.A.

Luogo:

Depuratore di Centola,

(coordinate geografiche WGS84 del sito 40.063790° N - 15.290020° E)

Luogo e data:

Castellabate, Ottobre 2023

REV. 0

Timbro e firma

Dott. Geol. Luca Lo Schiavo

Ordine dei Geologi Regione Campania N. 2713

INDICE

PREMESSA	3
MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE	5
Descrizione delle caratteristiche geologico - strutturali generali dell'area.....	5
Descrizione dei caratteri sismici generali dell'area	11
Rischio idrogeologico.....	16
INDAGINI IN SITU	21
Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH.....	21
Correlazione con Nspt	22
Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd.....	23
Metodologia di Elaborazione.....	23
Prospezioni sismiche MASW	24
MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO.....	25
Caratterizzazione geotecnica e sismica del sito	26
LIQUEFAZIONE.....	28
CONCLUSIONI.....	30
ALLEGATI	32

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Lo Schiavo Luca, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con il N°2713, è stato incaricato dalla Società Consac gestioni idriche S.P.A. di redigere la seguente relazione geologica inerente al progetto di realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione nello specifico il progetto prevede di realizzare tre platee in calcestruzzo per il posizionamento di cassoni scarrabili ed apparecchiature tecnologiche, nel territorio comunale di Centola (Sa).

(coordinate geografiche WGS84 del sito 40.063790° N - 15.290020° E),

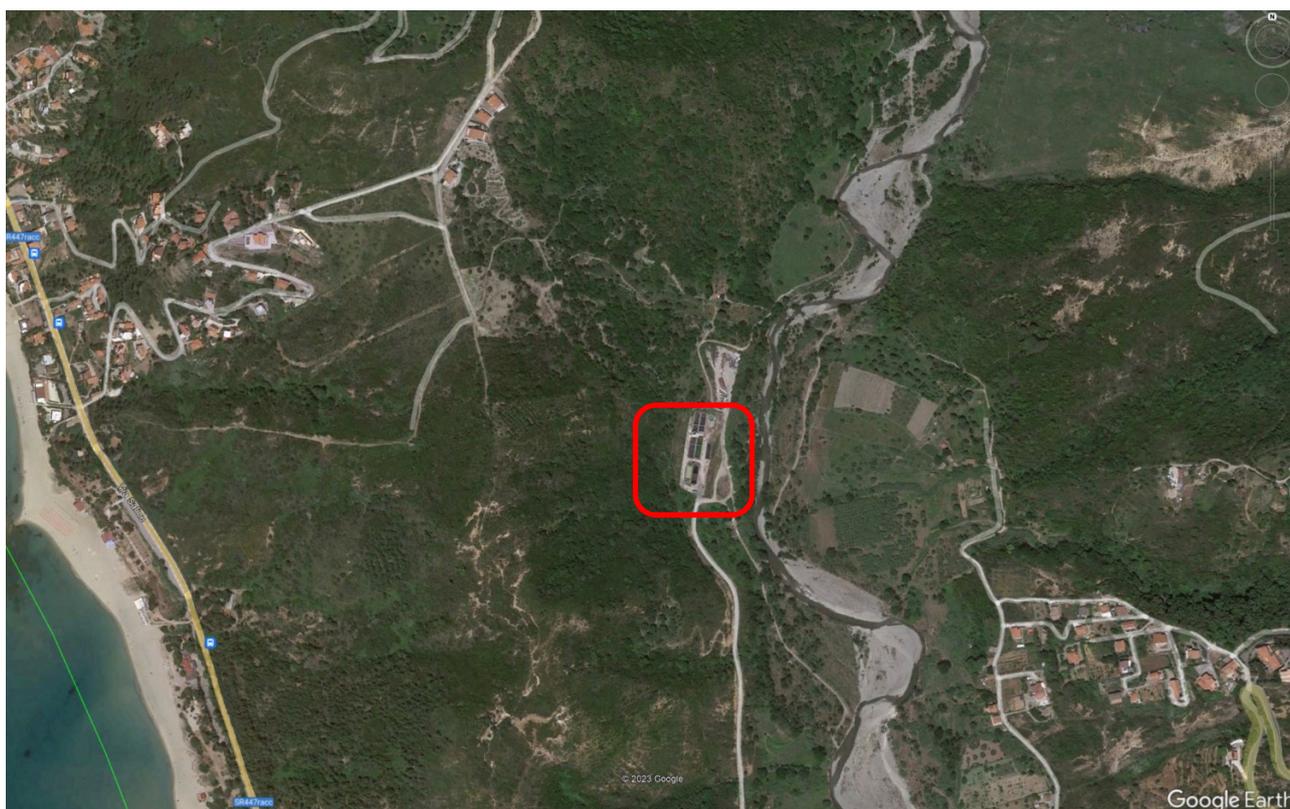


Figura 1: Immagine Satellitare area d'interesse (Google Earth).

La relazione è stata redatta ai sensi delle seguenti normative:

- Delibera di Giunta Regionale n.5447 del 07.11.2002, che ha riclassificato il territorio comunale di Centola (SA), definendolo di III categoria sismica;
- Normativa sismica regionale (L.R. 9/83);
- Norme tecniche per le costruzioni (NTC 17 gennaio 2018);
- Normativa difesa del suolo regionale (Norme Attuazione PSAI Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale già Autorità di Bacino Campania Sud già Autorità di

Bacino Sinistra Sele – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato con Delibera di Comitato Istituzionale n. 11 del 16/04/12).

Il progetto prevede la realizzazione

- La realizzazione di un locale prefabbricato di disidratazione meccanica di dimensioni platea locale: 9.50x9.50 m dove vengono alloggiate
- La realizzazione di una platea esterna in prossimità del locale per l'alloggiamento di N. 2 cassoni di raccolta fanghi disidratati caricati tramite apposito sistema di coclee di circa 6.50m x 7.00m.;
- L'installazione di un sistema di trattamento di deodorizzazione a servizio del locale disidratazione meccanica, costituito da uno scrubber ad umido, dimensioni platea 1,50x1,50 m.

La presente relazione geologica è stata redatta eseguendo diverse fasi operative; la prima è consistita in una serie di sopralluoghi ed in un accorto rilevamento geologico e geomorfologico, il quale ha permesso di rilevare le litologie affioranti e le caratteristiche morfologiche nei dintorni del sito e inoltre di verificare la possibilità di realizzare una campagna di indagini geognostiche e geofisiche in situ.

I dati acquisiti durante le operazioni di campagna sono stati poi confrontati anche con dati bibliografici ottenuti per la redazione di relazioni geologiche effettuate nelle vicinanze del sito per conto di soggetti privati e pubblici e con i dati geologici relativi all'allegato geologico del PRG comunale vigente.

A seguito dei sopralluoghi effettuati, è stata progettata e realizzata una campagna di indagini geognostiche per verificare le condizioni di sito con l'esecuzione di:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche DPSH effettuate dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);
- Le caratteristiche sismiche di sito sono state desunte utilizzando le risultanze di una prospezione sismica MASW effettuata dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001); in prossimità del sito di interesse progettuale ed ampiamente descritte nell'elaborato relativo alla relazione sulla modellazione sismica di sito allegata al presente studio.

MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

Descrizione delle caratteristiche geomorfologiche generali dell'area

Il territorio comunale di Centola (SA) si colloca nell'estremità nord - ovest del Golfo di Policastro, all'interno del Parco del Cilento. Esso confina con i territori comunali di: Camerota, Celle di Bulgheria Montano Antilia, Pisciotta e San Mauro La Bruca. Inoltre, il territorio comunale affaccia per buona parte nel settore sud sul Mar Tirreno.

La penisola del Cilento si estende per oltre 1721 km² e rientra (per circa il 95% del suo territorio) nelle aree tutelate dal Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. Si estende da Punta Tresino al Golfo di Policastro, in direzione NW - SE e rappresenta un sistema geologico ben definito che comprende gran parte della costa cilentana e gran parte dei massicci del Monte Sacro e del Monte Cervati, verso l'interno.

I lineamenti fisiografici dell'area sono tracciati da: una linea di costa in cui si alternano tratti bassi e tratti alti; una concatenazione di massicci montuosi al di sopra dei mille metri di quota e zone collinari in cui si aprono le vallate segnate dai corsi di acqua principali. I rilievi che raggiungono quote fino ai 1800 m s.l.m. si trovano principalmente nella porzione orientale dell'area. In quest'area, i rilievi presenti sono caratterizzati da litotipi argilloso - marnosi e calcarei. La distribuzione spaziale dei complessi litologici pre - quaternari condiziona fortemente la morfologia dei luoghi.

L'idrografia dell'area è tutta tributaria del mar Tirreno. L'articolazione del suo reticolato va messa in relazione con la facile erodibilità delle formazioni rocciose, le quali sono scarsamente permeabili trattandosi in prevalenza di formazioni di tipo flyshoidi (con calcari marnosi, marne, arenarie, scisti argillosi, conglomerati) di età mesozoica e cenozoica.

Un ulteriore aspetto tipico dell'area è il carsismo, legato ai terreni di natura calcarea. Esso si manifesta con la presenza di doline, inghiottitoi, grotte e sorgenti. Molte di queste cavità sono presenti principalmente alla base di ripe a falesia (osservabili lungo la strada che va da Capo Palinuro a Marina di Camerota).

Descrizione delle caratteristiche geologico - strutturali generali dell'area

Il territorio del Cilento si estende per circa 2.859 kmq nell'area meridionale della provincia di Salerno (Figura 2).

Si tratta di una regione prevalentemente montuosa delimitata morfologicamente a nord dalla Piana del Sele, ad est dal Vallo di Diano, a sud e ad ovest dal mar Tirreno. I rilievi affioranti nella parte orientale sono di natura calcarea (Monti Alburni, gruppo del Monte

Cervati) e arenacea nella parte occidentale (Monte Stella, Monte Sacro, Monte Centaurino), mentre continua la serie calcarea nel margine sud occidentale (Monte Bulgheria).

Le serie affioranti in questi tre principali gruppi di rilievi rappresentano le unità stratigrafico strutturali che caratterizzano la geologia di questa parte del Cilento ossia l'Unità Alburno - Cervati, il Gruppo del Cilento e l'Unità Monte Bulgheria; a queste sono da aggiungere l'Unità del Frido, le Unità Nord - Calabresi ed i terreni pliocenici e quaternari. L'assetto strutturale attuale di queste Unità è stato acquisito a seguito di diverse fasi orogeniche mesozoiche, paleogeniche e neogeniche; in particolare, le fasi compressive e traslative avvenute tra il Tortoniano Superiore ed il Pleistocene Inferiore, hanno impostato uno stile tettonico di tipo "duplex" in cui le falde di origine interna risultano accavallate sul margine esterno dell'avampaese apulo - garganico. I terreni prequaternari affioranti nel Cilento possono, in sintesi, essere ricondotti a due grandi insiemi: le Unità terrigene note come "Internidi" (Cammarosano et al., 2004) e l'Unità dei M.ti Alburno - Cervati - Pollino (Sgrosso, 1986, 1998; Mostardini & Merlini, 1986; Bonardi et al., 1988a, 1988c).

Le Unità "Internidi" sono così definite per la loro posizione paleogeografica interna del bacino di sedimentazione rispetto alla più occidentale delle piattaforme carbonatiche dell'Appennino Meridionale. Esse sono costituite da torbiditi bacinali argilloso - calcaree e pelitico - arenacee e da sedimenti pelagici profondi di età mesozoico - paleogenica, in parte depositi su substrato di tipo oceanico (formazioni delle Crete Nere e del Saraceno; terreni ad affinità sicilide; sicilidi), su cui sono depositate in discordanza torbiditi sintettoniche di età miocenica (Gruppo del Cilento Auct.). Attualmente, nell'area del Cilento, queste successioni sono strutturate in almeno tre unità tettoniche. Per la loro posizione strutturale, una parziale convergenza di facies e la posizione paleogeografica del bacino, questi terreni sono stati correlati da precedenti Autori con le Liguridi dell'Appennino Settentrionale (Ogniben, 1969).

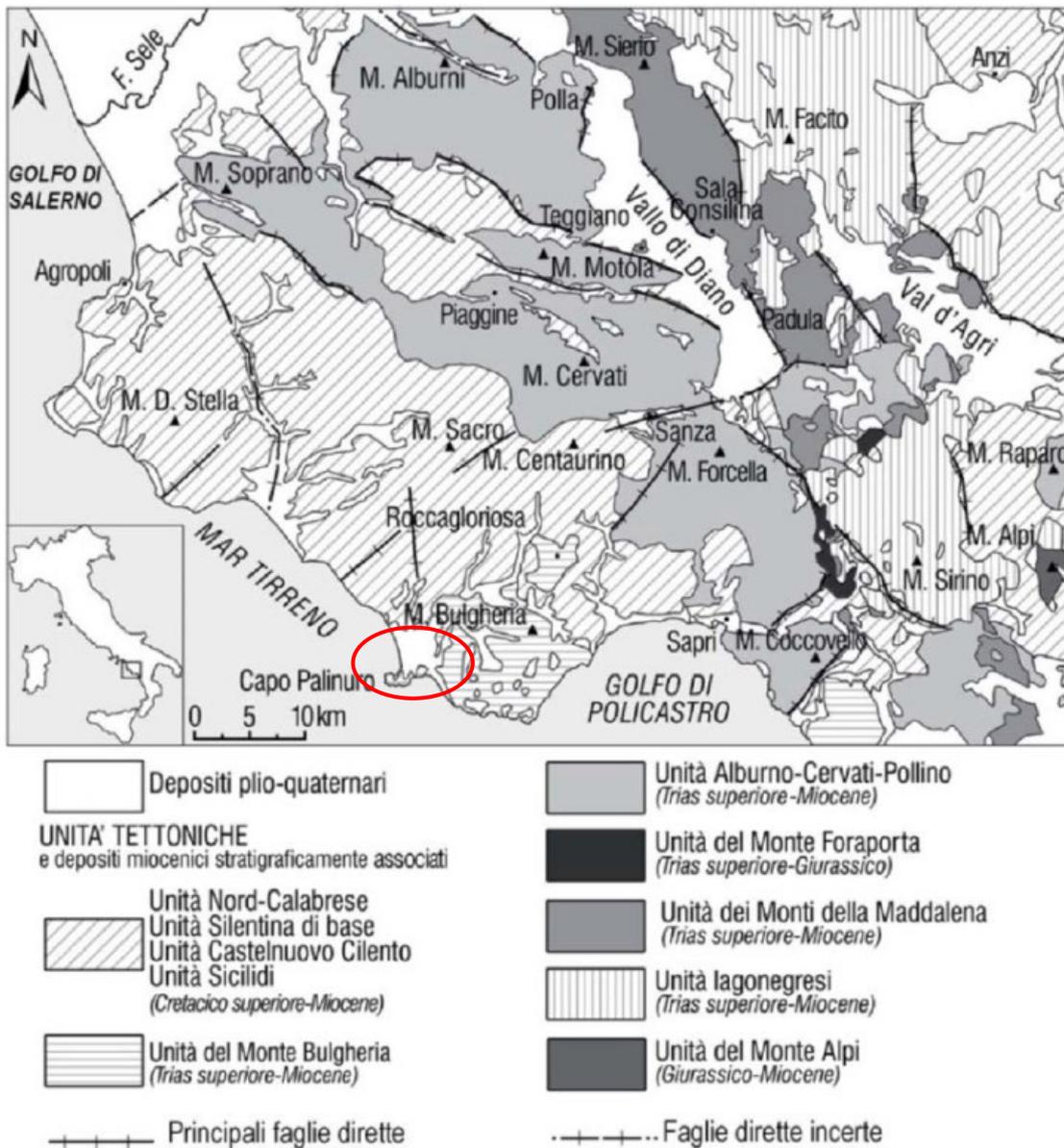


Figura 2: Schema geologico del Cilento (Putignano e Schiattarella, 2008). Nel cerchio rosso l'area di studio.

Di seguito, sono riportate le Unità affioranti nell'area di studio:

- **Unità Monte Bulgheria.** I terreni riferibili a quest'unità affiorano nella morfostuttura carbonatica del Monte Bulgheria che è costituita da una successione stratigrafica che va del Trias Sup. al Miocene Inf. (Scandone et al., 1964), ricoperta da depositi continentali, transizionali e marini di età Pliocenica - Quaternaria (Esposito et al., 2003). Le analisi paleoambientali hanno attribuito tale successione all'evoluzione tettono - sedimentaria del margine interno della Piattaforma Campana.

- **Unità Lucana** (D'Argenio et al., 1966). Essa è costituita, nella zona inferiore, da dolomie cristalline nere stratificate con *Gervilleia exilis*, *Worthenia solitaria*, *Megalodon*. Seguono, procedendo verso l'alto, calcari dolomitici e calcari massicci con alghe e coralli che passano lateralmente e superiormente a calciruditi; calcareniti e calcilutiti scure stratificate con selce; marne e marne argillose giallastre, calcareniti e calcari marnosi con ammoniti quali *Lytoceras dorcadi*, *Hildoceras bifrons*, *Harpoceras falciferum* (Barbera, 1963). Negli strati ad ammoniti sono presenti strati a bioclasti derivanti dallo smantellamento di zone marginali della piattaforma carbonatica. Gli affioramenti sono localizzati tra i comuni di Marina di Camerota e S. Giovanni a Piro. Continua, superiormente, con calcari a coralli e *Ellipsactinie*, calcareniti con selce a crinoidi ed echinoidi, calcari oolitici, calcari neri con *Calpionelle*; calciruditi, calcareniti e calcilutiti con selce a *Tintinnidi*: queste serie affiorano tra i comuni di S. Severino e S. Giovanni a Piro. In concordanza su questi terreni, si rinvengono calciruditi e calcareniti gradate con *Orbitoline* e rudiste e calcilutiti con *Globotruncane*; calcilutiti con *Globorotalie* e *Globigerine* (scaglia); calcareniti gradate con *Miogypsina*; flysch marnoso-arenaceo della Formazione di Bifurto (Selli, 1957). La successione del Monte Bulgheria nella parte sommitale è troncata dalle Unità del Frido e dalle Unità "Internidi". L'assetto strutturale principale è dato da una piega asimmetrica coricata che, verso nord, si sovrappone, mediante una superficie d'accavallamento, ai sedimenti terrigeni mentre, verso sud, in maniera progressiva, la struttura s'immerge verso il Mar Tirreno per opera di una gradinata di faglie dirette (Guida et al., 1989).

- **Terreni pliocenici e quaternari.** I terreni pliocenici e quaternari presenti nell'area di studio sono rappresentati dalla Formazione di Centola, i depositi pleistocenici della fascia costiera e i depositi olocenici. I depositi della Formazione di Centola sono costituiti da conglomerati stratoidi con clasti arenacei provenienti dai sedimenti dell'unità "Internidi". I depositi pliocenici presenti sul tratto costiero compreso tra la parte più settentrionale dell'area di studio (area di S. Maria di Castellabate) e Marina di Camerota, sono formati da calcareniti bioclastiche a *Spondylus gaederopus*, talvolta sostituite da conglomerati, interessati da una superficie d'erosione marina disposta a circa 8 metri rispetto all'attuale livello del mare (Brancaccio e Sinno, 1969). Seguono,

sopra questi depositi, complessi dunari e sublitorali formati da sabbie a laminazione incrociata, rinvenuti presso Palinuro e S. Marco di Castellabate. In discordanza, al tetto sono presenti due livelli di sabbie rosse di cui il primo è presente nella zona di Marina di Camerota mentre, il secondo, si estende per tutto il Cilento e precisamente da Punta Licosa a Capo Palinuro. In questo livello è stato rinvenuto uno strato di piroclastiti, presumibilmente legato all'attività di un vulcano presente in area tirrenica (Lirer, Pescatore e Scandone, 1967). Nella zona di Camerota affiorano argille e argille sabbiose che rappresentano la trasgressione della successione pleistocenica sul substrato mesozoico, in cui è presente una ricca fauna di *Hyalinea Baltica*, ospite freddo, associata a forme ad affinità pliocenica e con *Hopkinsina bononiensis*.

Descrizione delle caratteristiche idrogeologiche generali dell'area

Il territorio di Centola nell'area d'interesse fa parte del complesso idrogeologico Ghiaioso sabbioso con permeabilità per porosità da medio-alta ad alta. (Figura 3).

La permeabilità varia in funzione delle caratteristiche granulometriche della matrice risultando maggiore in presenza di matrice sabbioso ghiaiosa e riducendosi con l'aumentare della frazione pelitica.

Le caratteristiche idrogeologiche sopra descritte fanno sì che in occasione di piogge di ridotta intensità di precipitazioni la quantità di acqua di infiltrazione diretta è di gran lunga superiore a quella di ruscellamento superficiale, mentre con l'aumentare dell'intensità delle precipitazioni si avrà una inversione dei rapporti tra infiltrazione e ruscellamento. La circolazione superficiale si esplica secondo direttrici preferenziali ad andamento sub-rettilineo, fossi ed incisioni vallive, che dalla linea di spartiacque raggiungono l'alveo del Fiume Lambro, venendo anche intercettate dalle opere antropiche presenti sul versante quali canalizzazioni a servizio di strade e di proprietà private.

Il basso grado di cementazione dei conglomerati li rende particolarmente esposti all'azione di erosione lineare che si esplica lungo le linee naturali di deflusso concentrato. Inoltre, la natura essenzialmente sabbiosa e siltosa della matrice, sottoposta all'azione erosiva degli agenti esogeni (acqua, vento, temperatura, ecc) determina, nelle zone di maggiore approfondimento dei solchi, l'insorgere sulle pareti di fenomeni di crollo dei clasti litoidi. Ove questo accade si verifica un allargamento delle incisioni con una progressiva riduzione degli angoli naturali di scarpa.

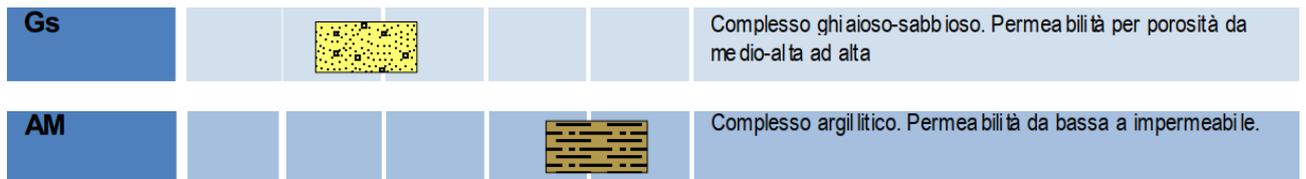
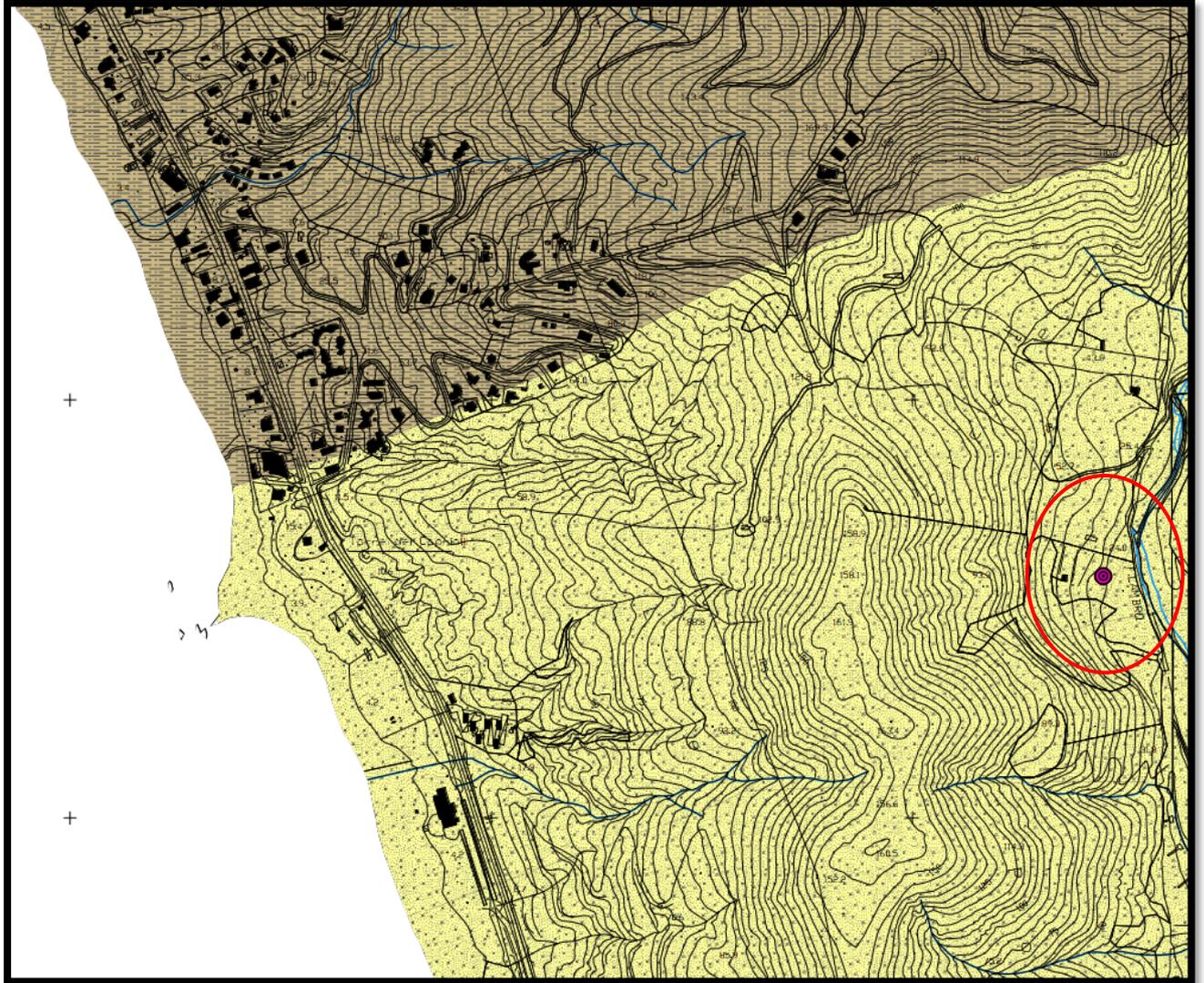


Figura 3: Carta idrogeologica autorità di bacino sinistra Sele. Elemento N. 519123

Descrizione dei caratteri sismici generali dell'area

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata, inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi. Solamente a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato ad estrarre da queste cronache le informazioni riguardanti i terremoti, nel tentativo di “scrivere” una storia sismica italiana.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. La nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI (Gdl, CPTI, 1999), detta CTPI2, aggiornata al 2002, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi.

Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali e la superficie topografica sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez-Garcia et alii, 1996).

Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell'azione sismica nell'ambito della difesa dai terremoti e, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie, definendo le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.

L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.

Anche la nuova normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n° 3274/2003; OPCM n° 3519 del 28/04/2006 e D.M. 17 gennaio 2018), sottolineano l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

L'area del Parco del Cilento, nella quale si trova il territorio comunale di Camerota, non rientra in nessuna delle zone sismogenetiche che caratterizzano l'Appennino meridionale e l'Avanpaese Apulo. Tuttavia, risulta prossima alla zona 927, così come evidenzia la

Figura 4 (zone sismogenetiche definite dalla Zonazione Sismogenetica ZS9, a cura di Meletti e Valensise, marzo 2004).

La zona 927 comprende l'area che si sviluppa tra il Sannio, l'Irpinia e la Basilicata, caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0,7 milioni d'anni, sta interessando l'Appennino Meridionale (Patacca et al., 1990). Questa zona comprende le aree localizzate lungo l'asse della catena fino al massiccio del Pollino. La profondità efficace, vale a dire quella profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, per la zona 927 è di 10 Km. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona, dove per meccanismo prevalente si intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi, è di tipo diretto e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

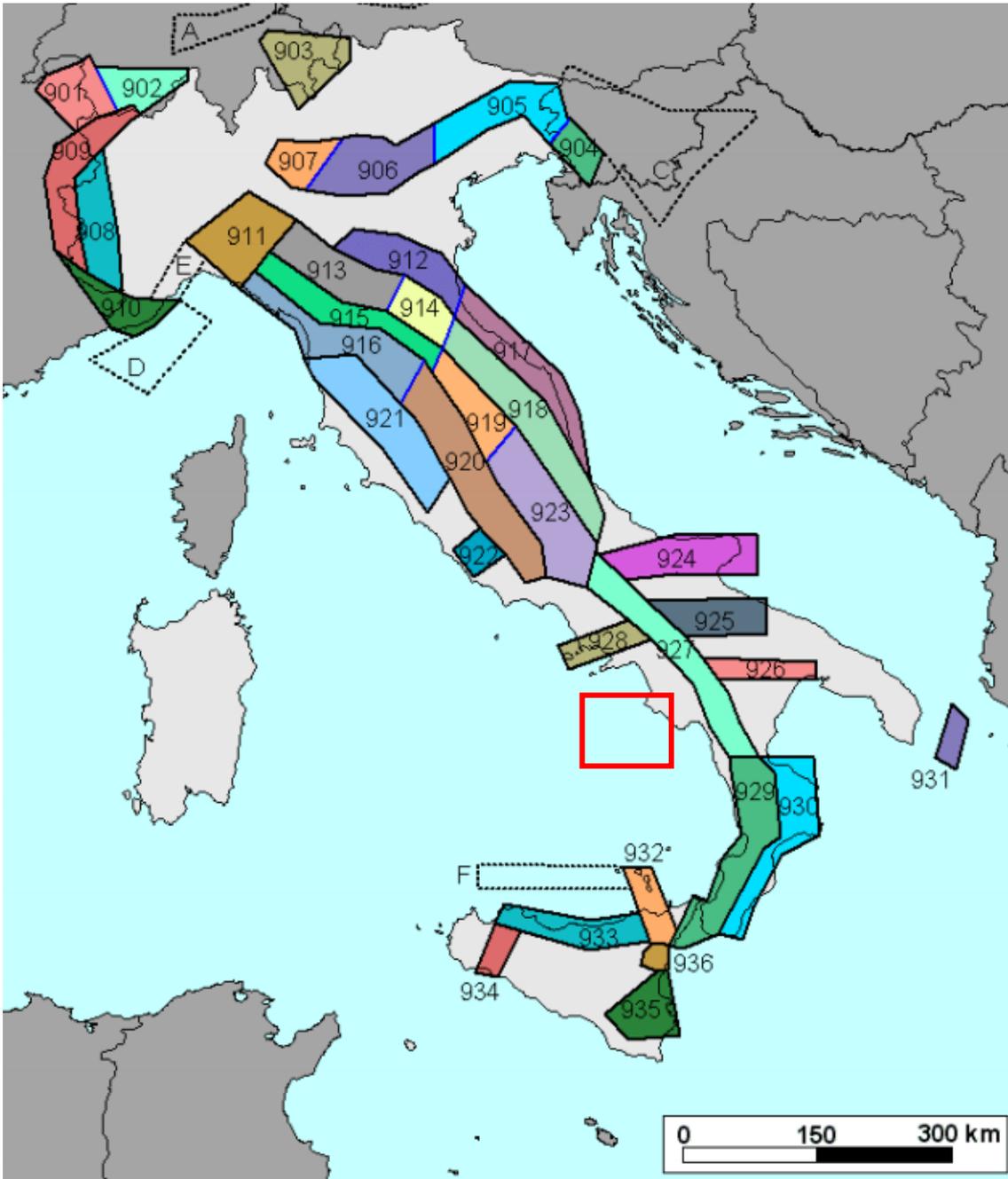


Figura 4: Zonazione Sismogenetica ZS9. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area di interesse.

Dal Catalogo degli eventi sismici messo a disposizione dall'INGV, è possibile risalire agli eventi sismici di maggiore rilievo succedutisi nel territorio comunale di Centola. I dati illustrati nella tabella e nel grafico di figura 5, estratti dalla suddetta banca dati dell'INGV.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4-5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4-5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
NF	1969	05	21	09	03	5	Cilento	37	5	4.19
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4-5	1982	03	21	09	44	0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3	1994	10	12	04	59	1	Tirreno meridionale	32		4.57
4-5	2004	03	03	02	13	2	Tirreno meridionale	104	5	4.55

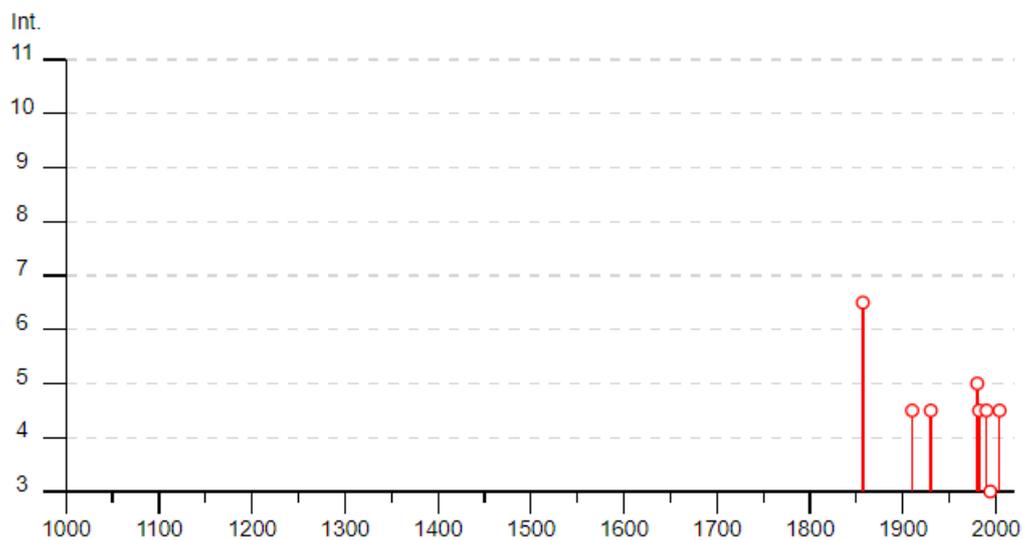


Figura 5: Storia sismica del Comune di Centola (fonte INGV).

Individuazione della vincolistica geologica gravante sul sito

Rischio sismico

In base alla delibera di Giunta Regionale n° 5447 del 07.11.2002, il Comune di Centola (SA) è stato classificato in zona sismica 3 - bassa sismicità (Figura 7).

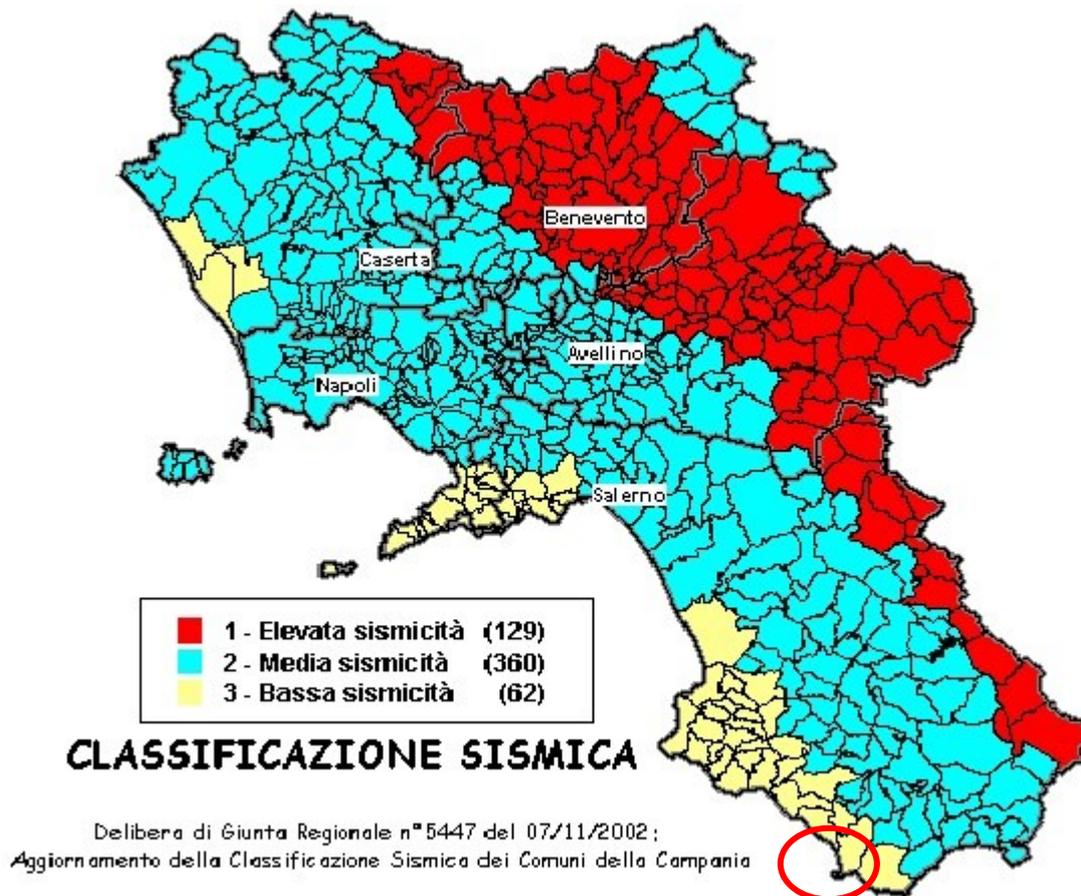


Figura 7: Classificazione sismica dei comuni della Campania.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Figura 8), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Camerota rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.075 e 0.100 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

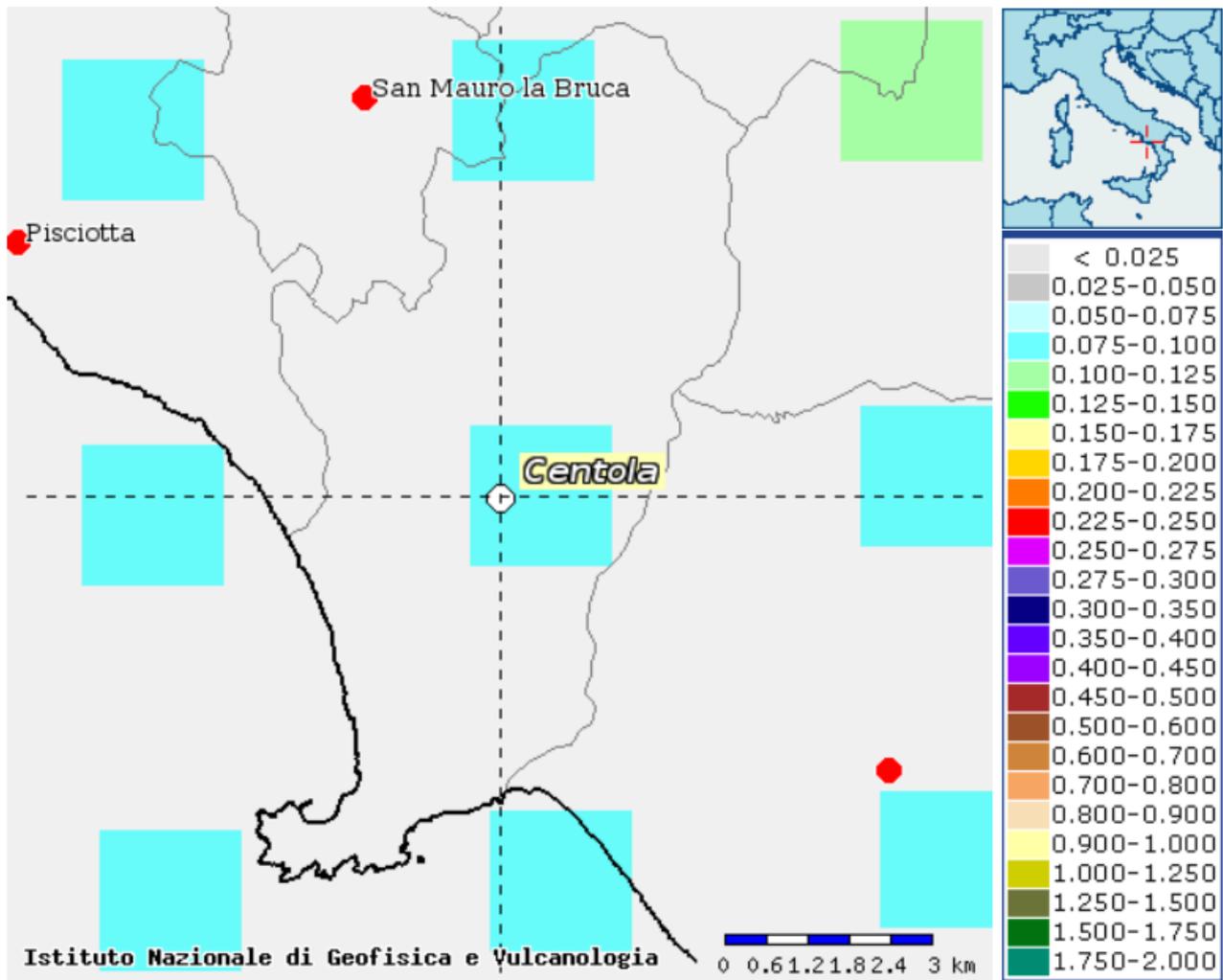


Fig. 8 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2018) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

Rischio idrogeologico

Per la valutazione del rischio idraulico ed idrogeologico del sito oggetto di intervento si fa riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio (adottato con Delibera di Comitato Istituzionale n. 11 del 16/04/12), redatto dall'Autorità di Bacino Campania Sud - ex Autorità di Bacino Sinistra Sele.

All'interno del suddetto Piano per quel che riguarda il Rischio Idraulico, l'area rientra nelle Tavole 52-53 in scala 1:25000 e non risulta perimetrata in fascia fluviale né in area a rischio idraulico (Figg. 9 - 10).

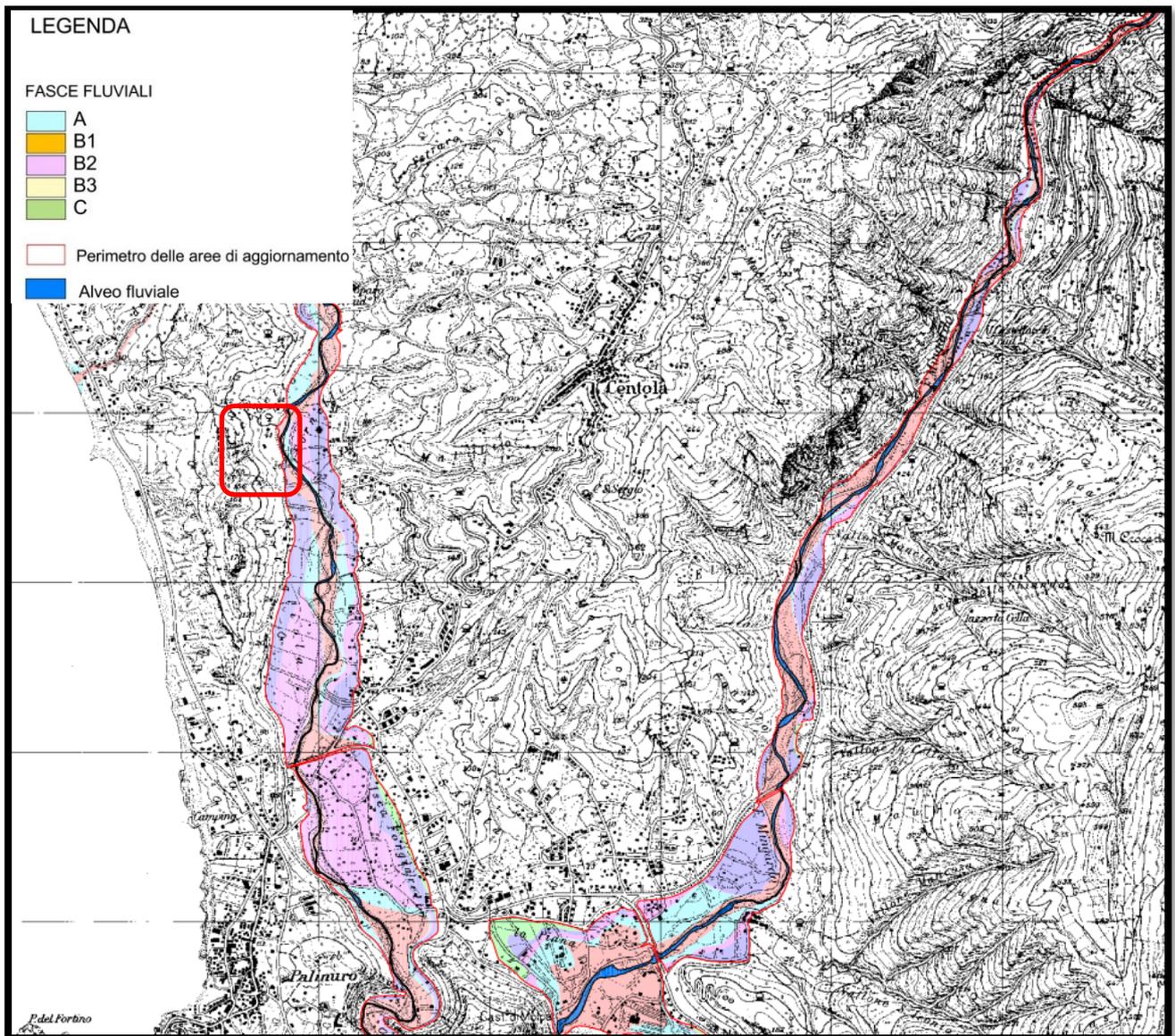


Fig. 9 - Stralcio della Carta delle fasce fluviali tratto dal PSAI Campania Sud ex AdB Sinistra Sele – Tav. 52-53. Nel riquadro rosso rientra l'area in studio.

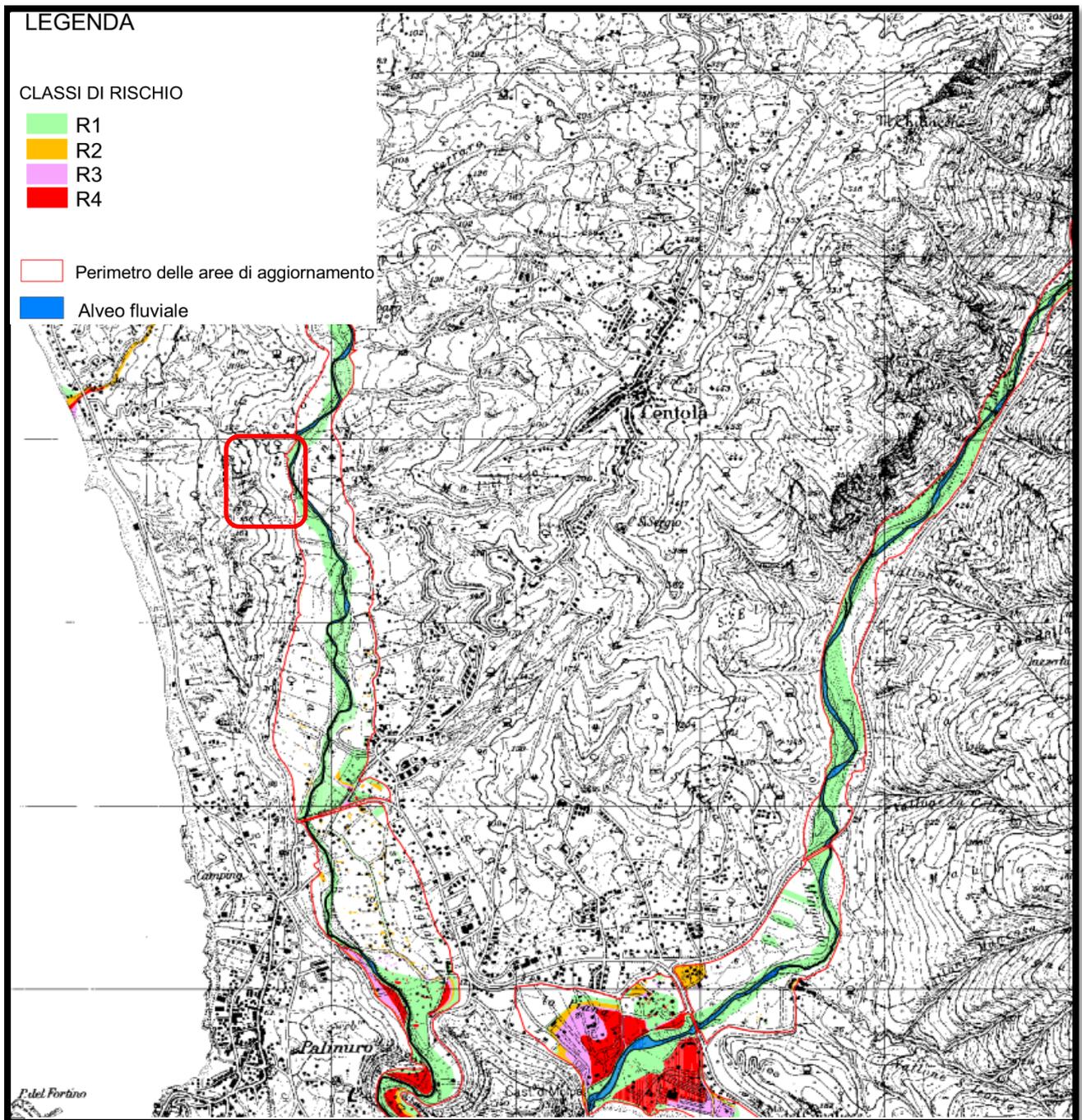


Fig. 10 - Stralcio della Carta del rischio idraulico tratto dal PSAI Campania Sud ex AdB Sinistra Sele – Tav. 52-53. Nel riquadro rosso rientra l'area in studio.

Per quel che riguarda il rischio da frana, l'area di interesse rientra nella Tavola n. 519123 in scala 1:5000.

Dalla carta (Fig. 11 – 12) è possibile notare come nella zona non vengano evidenziate classi legate alla pericolosità da frana e da rischio da frana.

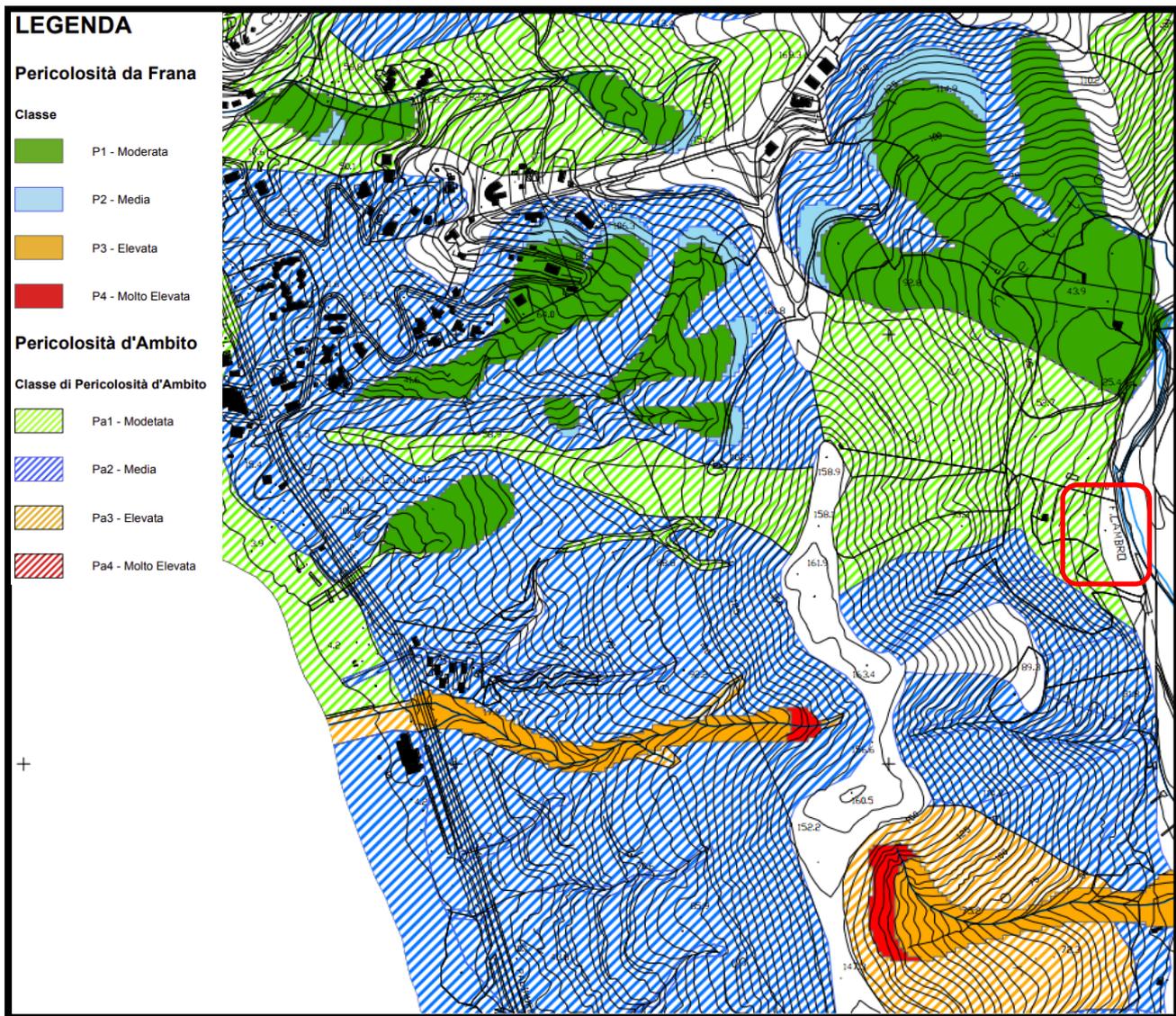


Fig. 11 - Stralcio della Carta di pericolosità da frana tratto dal PSAI già Campania Sud ex AdB Sinistra Sele – Tav. 519123. Nel riquadro rosso rientra l'area in studio.

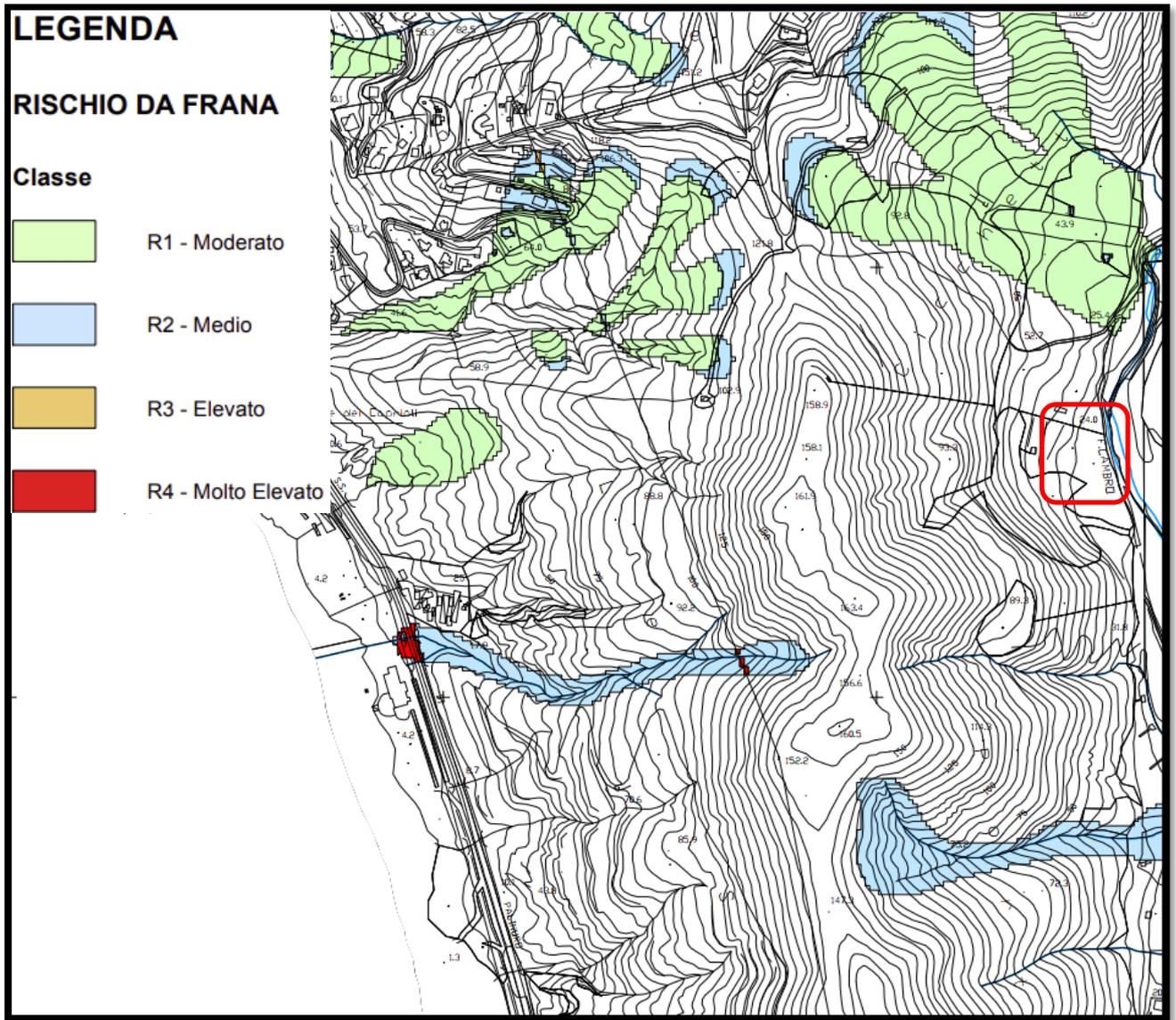


Fig. 12 - Stralcio della Carta del rischio da frana tratto dal PSAI già Campania Sud ex AdB Sinistra Sele – Tav. 502124. Nel riquadro rosso rientra l'area in studio.

INDAGINI IN SITU

Per la definizione delle caratteristiche geologiche di situ, è stata realizzata una campagna d'indagini geognostiche con l'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH effettuate dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001);
- Le caratteristiche sismiche di sito sono state desunte utilizzando le risultanze di una prospezione sismica MASW effettuata dalla GEOSEVI S.A.S. con sede legale in via del Centenario n. 142 - Fisciano (SA) con Concessione Ministeriale n. 5030 del 24/05/2011 (art. 59 D.P.R. n.380/2001); in prossimità del sito di interesse progettuale ed ampiamente descritte nell'elaborato relativo alla relazione sulla modellazione sismica di sito allegata al presente studio.

Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ di lunghezza pari a 20 cm) misurando il numero di colpi N necessari all'infissione della punta stessa.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può anche essere condotta, tramite alcuni accorgimenti, a partire dal fondo di fori di sondaggio.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati.

Gli elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ .

Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo, perché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Nel caso in esame sono state effettuate n° 2 prove DPSH, con penetrometro pesante semovente TG63-200KN della Pagani geotechnical equipment. Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata sono le seguenti:

✓ Peso Massa battente	63,5 kg
✓ Altezza di caduta libera	0,75 m
✓ Peso sistema di battuta	30 kg
✓ Diametro punta conica	50,50 mm
✓ Area di base punta	20,00 cm ²
✓ Lunghezza delle aste	1 m
✓ Peso aste a metro	8,00 kg/m
✓ Profondità giunzione prima asta	0,80 m
✓ Avanzamento punta	0,20 m
✓ Numero colpi per avanzamento	N(20)
✓ Coeff. Correlazione	1,521
✓ Rivestimento/fanghi	No
✓ Angolo di apertura punta	60°

Le prove sono interpretabili in base alle esperienze locali (Associazione Geotecnica Italiana 1977), e forniscono valutazioni qualitative e quantitative del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati, potendo essere correlati il numero di colpi con le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni sul sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova penetrometrica dinamica con il numero di colpi di una prova penetrometrica standard (N_{spt}). Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini, 1983 – Meyerhof, 1956 – Desai, 1968 - Borowczyk-Frankowsky, 1981.

Il programma permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

La vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permette spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale degli intervalli stratigrafici;
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche;
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

La seguente tabella (Tab. 1) fornisce un prospetto riepilogativo delle prove effettuate, mentre i certificati rilasciati dalla ditta esecutrice e l'ubicazione su CTR sono riportati in allegato.

Prova	Profondità (m)	Note
P1	4.2	Raggiunti valori di rifiuto strumentale
P2	7.0	Raggiunti valori di rifiuto strumentale

Tab. 1: Prospetto della prova DPSH effettuata.

Prospezioni sismiche MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un'efficiente ed accreditata metodologia sismica che serve alla determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni posizionati 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. Tali tecniche sono simili a quelle utilizzate dalla tecnica SASW, le quali si basano su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

Nello specifico, al fine di caratterizzare sismicamente il suolo nell'intera area oggetto di indagine, è stata utilizzata n.1 prospezione sismica MASW, con le seguenti caratteristiche:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>39.0</i>	<i>3.0</i>	<i>6.0</i>

Tab. 2 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

Le modalità di realizzazione della prova, i risultati della prospezione effettuata e la relativa ubicazione sono riportati in allegato.

MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO

Caratterizzazione morfologica, geologica, idrogeologica locale del sito oggetto di intervento

Il sito di interesse rientra nel Foglio 209 Il SO – Capo Palinuro, in scala 1:25000 della Carta Topografica d'Italia.

. Morfologicamente il sito risulta con pendenze inferiori ai 5° pertanto l'area in cui è ubicato il sito di interesse viene collocata in categoria topografica T1 (Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

La quota del sito sul livello del mare è pari a circa 40 metri, Il sito non presenta particolari complessità morfologiche.

Dalla carta geolitologica allegata, in scala 1:5.000, Elemento 519123, si evince che l'area in studio poggia su una successione di terreni ascrivibili al sintema del torrente Faraone e caratterizzati da una successione ghiaie grossolane a blocchi, in matrice sabbiosa grossolana con orizzonti sabbioso ghiaiosi. L'area oggetto di suddetto studio inoltre si ubica all'interno del complesso idrogeologico Ghiaioso sabbioso (Fig.3) con permeabilità per porosità da medio-alta ad alta.

Caratterizzazione geotecnica e sismica del sito

Per caratterizzare geotecnicamente il sito di imposta del fabbricato sono state utilizzate due prove penetrometriche dinamiche, i dati acquisiti sono stati confrontati con valori bibliografici di riferimento.

La successione così ottenuta è stata riepilogata nella successiva tabella 3.

I valori riportati nella suddetta tabella sono da considerare come valori “minimi” pertanto utilizzabili come valori “caratteristici” nella relazione geotecnica.

Complesso prova 1	C ₁	C ₂	C ₃	
Profondità(m)	0.0-0.80	0.80-2.80	2.80-4.20	
Descrizione litologica	Riporto e/o Sabbia	Ghiaia fine con sabbia	Ciottoli e sabbia medio grossa	
N _{spt}	15	14	58	
Dr(%)	42	41	88	
Φ(°)	30	30	35	
E _d (Kg/cm ²)	105	98	348	
Y(t/m ³)	1.86	1.86	2.05	
c(kg/cm ²)	0	0	0	
Complesso prova 2	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Profondità(m)	0.0-0.80	0.80-2.40	2.40-6.20	6.20-7.0
Descrizione litologica	Riporto e/o Sabbia	Ghiaia media e sabbia fine	Ghiaia fine con sabbia	Ciottoli e sabbia medio grossa
N _{spt}	9	30	11	70
Dr(%)	31	65	36	92
Φ(°)	29	32	30	36
E _d (Kg/cm ²)	78	180	88	420
Y(t/m ³)	1.82	1.94	1.84	2.10
c(kg/cm ²)	0	0	0	0

Tab. 3: Successione geotecnica di sito. N_{spt} = Numero di colpi medio dello strato; Dr = densità relativa (correlazione di Skempton – 1986); Φ = Angolo di attrito (correlazione di Mitchell e Katti - 1981); E_d = modulo edometrico (correlazione di Farrent - 1963); Y = peso di volume secco del terreno (correlazione di Meyerhof et alii); c = coesione (correlazione di Terzaghi-Peck).

La successione precedentemente riportata risulta caratterizzata da una presenza di terreni sostanzialmente omogenei. Nella successione geotecnica di interesse progettuale non si riscontra la presenza di falda acquifera.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW utilizzata permettono di definire la categoria di suolo del sito, che risulta posto in categoria di suoli **B**, con valori di V_{Seq} calcolati pari a:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-11.2}$ (m/s)</i>	<i>Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)</i>
MASW n. 1	[507]	B

Tab. 4 – Valori di V_{S30} calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW utilizzata.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW utilizzata (Tab. 5).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 3.1	342
S2	3.1 – 5.2	483
S3	5.2 – 7.8	637
S4	7.8 – 11.2	742
S5	11.2 – 15.3	817
S6	15.3 – 34.8	915

Tab. 5 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Pertanto, i dati che emergono dallo studio sismico di evidenziano terreni che rientrano in categoria di suolo B definita come:

Categoria di suolo di fondazione B = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 *m/s* e 800 *m/s*.

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tab. 6), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.045]	[0.099]	[0.135]	[0.316]

Tab. 6 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1,5$.

LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine l'insieme di quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

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 con interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

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

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0,1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla Relazione: $(N_1)_{60} = N_{SPT} \cdot C_N$, in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione:

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^{0.5}$$

essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 13 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 13 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3,5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.

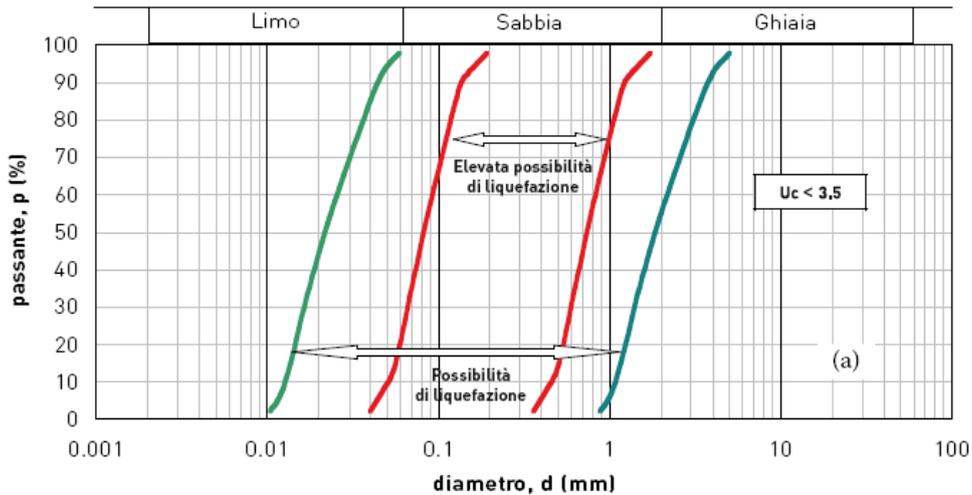


Fig. 13a: Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U < 3,5$

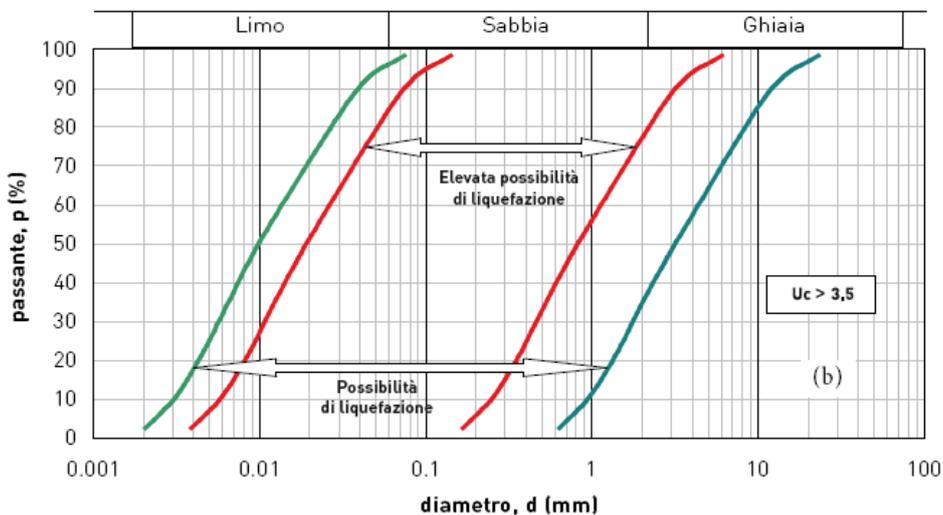


Fig. 13b: Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U > 3,5$

Per quanto riguarda il sito in esame, per il punto 2 è possibile escludere il verificarsi del fenomeno della liquefazione.

CONCLUSIONI

Il sottoscritto Dott. Geol. Lo Schiavo Luca, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con il N°2713, è stato incaricato dalla Società Consac gestioni idriche S.P.A. di redigere la seguente relazione geologica inerente al progetto di realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione nello specifico il progetto prevede di realizzare tre platee in calcestruzzo per il posizionamento di cassoni scarrabili ed apparecchiature tecnologiche, nel territorio comunale di Centola.

Per la definizione dell'assetto geologico stratigrafico e sismico del sito, oltre a un

accurato rilevamento geologico e geomorfologico dell'area e un'attenta analisi bibliografica comprensiva di revisione dei dati relativi a una serie di indagini condotte in aree limitrofe, è stata realizzata una campagna d'indagini geognostiche con la realizzazione di n.2 prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH e le caratteristiche sismiche di sito sono state desunte utilizzando le risultanze di una prospezione sismica MASW, sul sito di interesse progettuale ed allegata al presente studio.

Morfologicamente il sito si ubica in una zona con pendenze blande, per ciò che concerne la successione stratigrafica, questa fa parte del sistema del torrente Faraone e caratterizzati da una successione ghiaie grossolane a blocchi, in matrice sabbiosa grossolana con orizzonti sabbioso ghiaiosi.

Per quanto riguarda la struttura, si evidenzia come le caratteristiche geotecniche dei terreni in esame risultano buone e dunque non costituiscono motivo ostativo considerando la tipologia dell'intervento a farsi.

Morfologicamente l'area risulta stabile nei confronti dei dissesti di versante, dei fenomeni di liquefazione ed addensamento e di sink-hole né si individuano nelle vicinanze cavità naturali ed antropiche; pertanto la stessa risulta sostanzialmente stabile.

La valutazione della verifica a liquefazione può essere omessa.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW utilizzata permettono di definire la categoria di suolo del sito, che risulta posto in categoria B.

In definitiva si può asserire che l'intervento a farsi risulti fattibile in funzione delle condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche di sito.

Per quanto attiene i calcoli geotecnici inerenti il complesso "terreno - struttura fondale" e per ciò che concerne le varie verifiche di stabilità, si rimanda al progettista strutturale, restando comunque a disposizione per chiarimenti su quanto esposto.

Castellabate, Ottobre 2023

Il tecnico

Dr. Geol. Luca Lo Schiavo



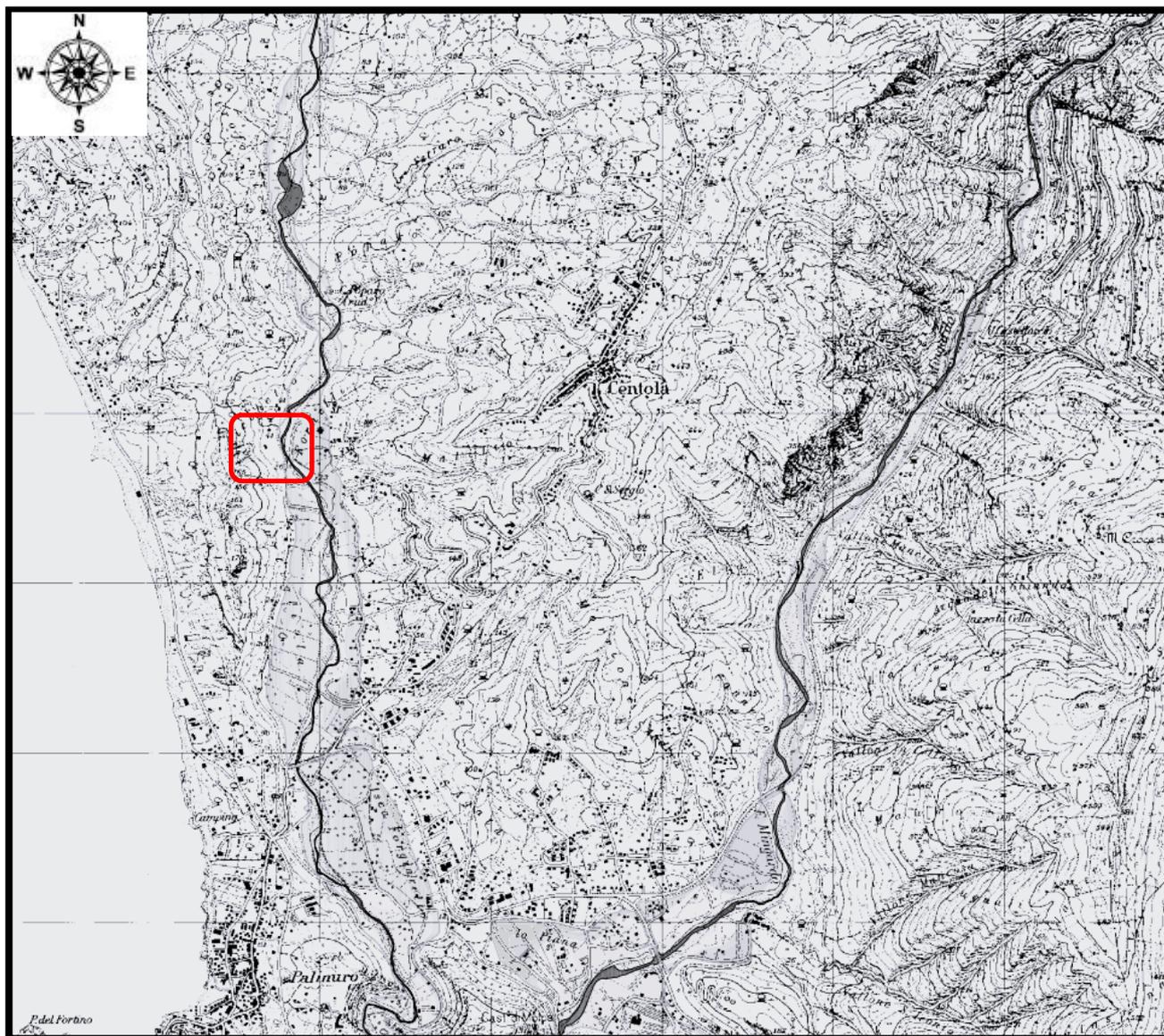
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luca Lo Schiavo".

ALLEGATI

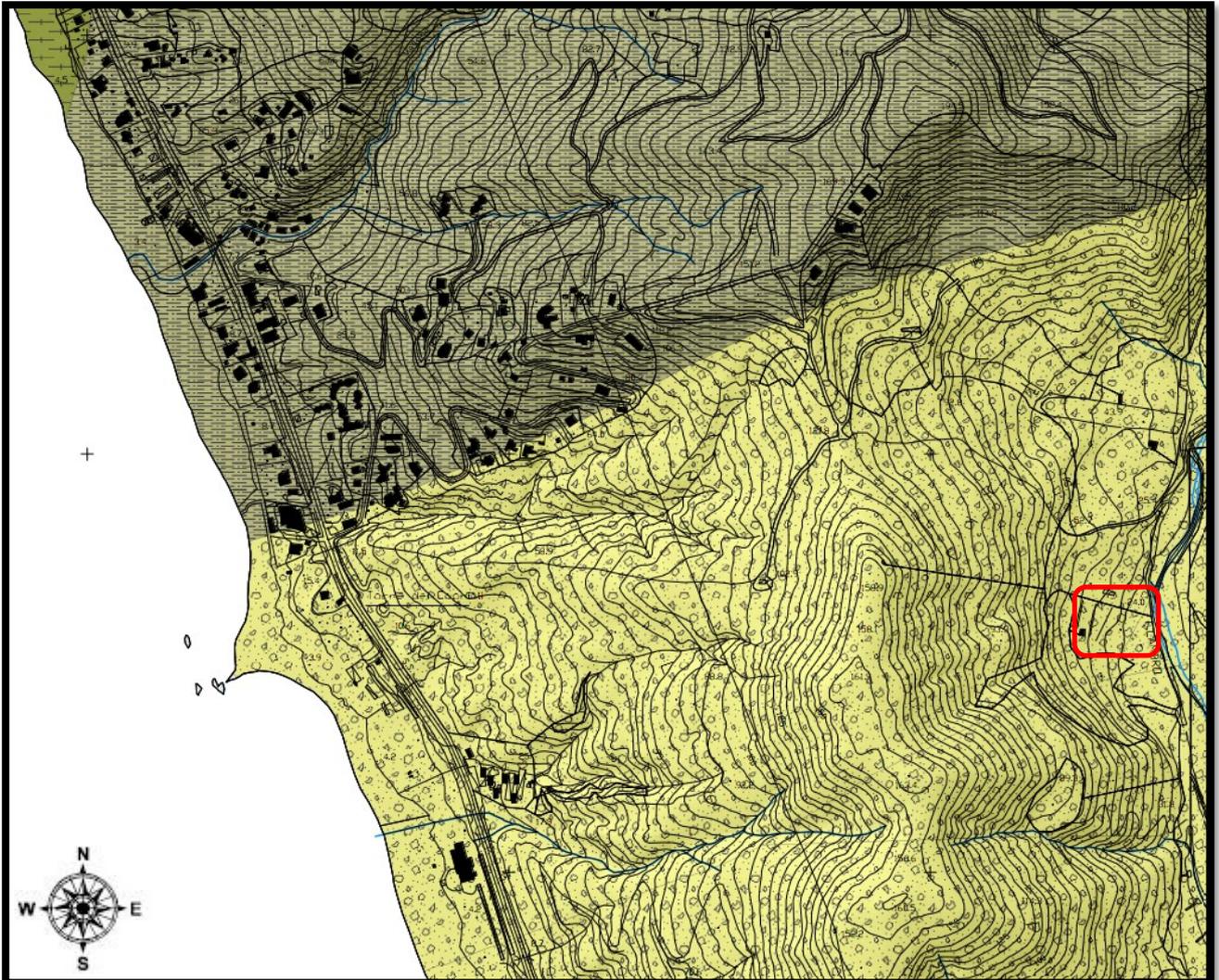
In allegato alla presente sono riportati i seguenti elaborati:

- ✓ Tav. 01 – Stralcio Corografia scala 1:25000;
- ✓ Tav. 02 – Stralcio Carta Geolitologica scala 1:5000;
- ✓ Tav. 03 – Aereofotogrammetria con ubicazione delle indagini scala 1:500;
- ✓ Relazione sulla modellazione sismica di sito.
- ✓ Report della ditta certificata responsabile delle prove in situ;
- ✓ Report della ditta certificata responsabile delle prove di laboratorio;

TAV.1 CARTA COROGRAFICA.



TAV.2 CARTA GEOLITOLOGICA.



Sintema di Lentiscosa	LNT	Ghiaie		Gs	Ghiaie con matrice sabbioso-limosa
Sintema del Torrente Faraone	TFN	Conglomerati ghiaie alterati, con blocchi		Gs	Ghiaie grossolane a blocchi, in matrice sabbiosa grossolana con orizzonti sabbioso-ghiaiosi.
Litofacies	GSO	Argilliti marne siltiti arenarie calcilutiti		AMS_B2	Successione di argilliti, marne, siltiti e rare arenarie.
argilloso mamoso	GSO _a	Argille marne calcilutiti		AMS_B2	Successione di argilliti, marne, siltiti e rare arenarie.

TAV. 03 – AEREOFOTOGRAMMETRIA CON UBICAZIONE DELLE
INDAGINI.





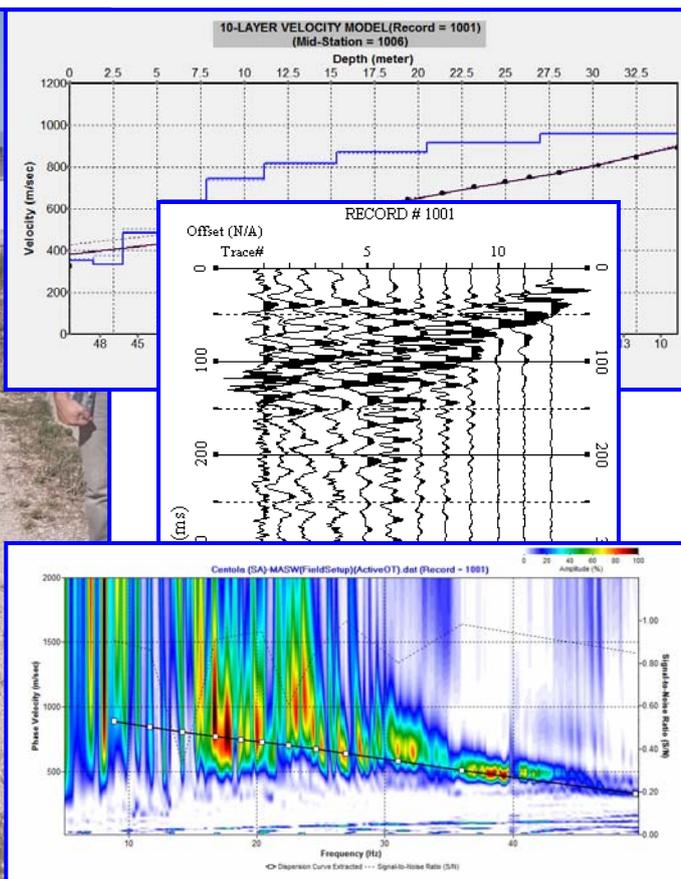
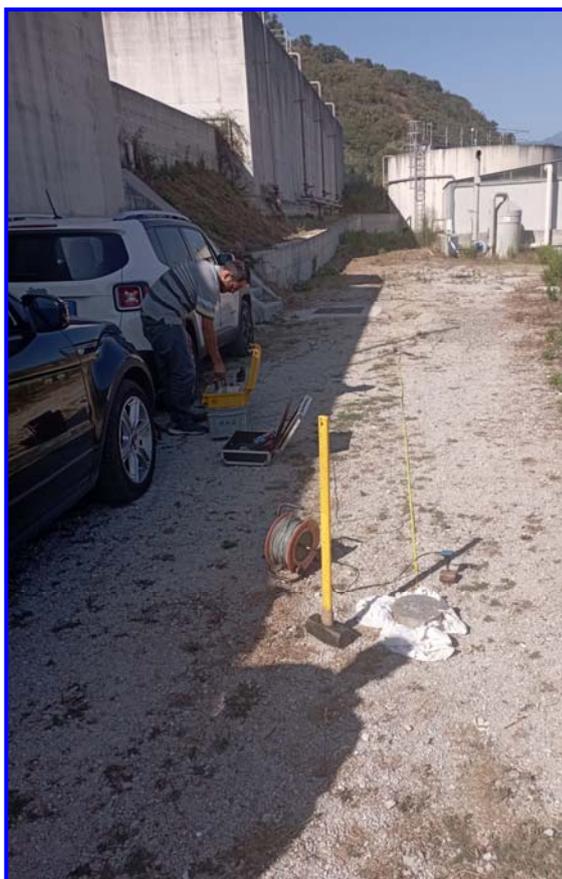
Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



COMUNE DI CENTOLA

PROVINCIA DI SALERNO



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE.

<p><i>Il Committente</i></p> <p>CONSAC Gestioni idriche SpA</p>	<p><i>Geosevi s.a.s.</i></p> <p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dr. Geol. Domenico Sessa</p>
<p><i>Fisciano, ottobre 2023</i></p>	<p>REV. 0</p>



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



INDICE

1 – PREMESSA	3
2 - INDAGINE ESEGUITA.....	5
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	7
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	10
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	12
6 – CONCLUSIONI	21



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



1 – PREMESSA

Su incarico di CONSAC Gestioni idriche SpA, è stata effettuata n°1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione (coordinate geografiche WSG84 del sito 40.063790° N - 15.290020° E), nel territorio comunale di Sapri (SA) (*Figura 1 - Figura 2*), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Figura 1 - Prospezione sismica MASW effettuata in area progettuale.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Figura 2 - Ubicazione dello stendimento messo in opera su foto aerea.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosvisas1@gmail.com



2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita una prospezione sismica MASW (*Figura 1*), con le seguenti caratteristiche (*Tabella 1*):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>39.0</i>	<i>3.0</i>	<i>6.0</i>

Tabella 1 - Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (*Figura 3*) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



La sorgente è stata posizionata all'inizio dello stendimento geofonico, con offset pari a 6.0m. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing pari a 3.0m (Figura 1; Tabella 1). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 34.8m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Figura 3 - Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey.

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (*Figura 4 - Figura 6*).



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas1@gmail.com



RECORD # 1001

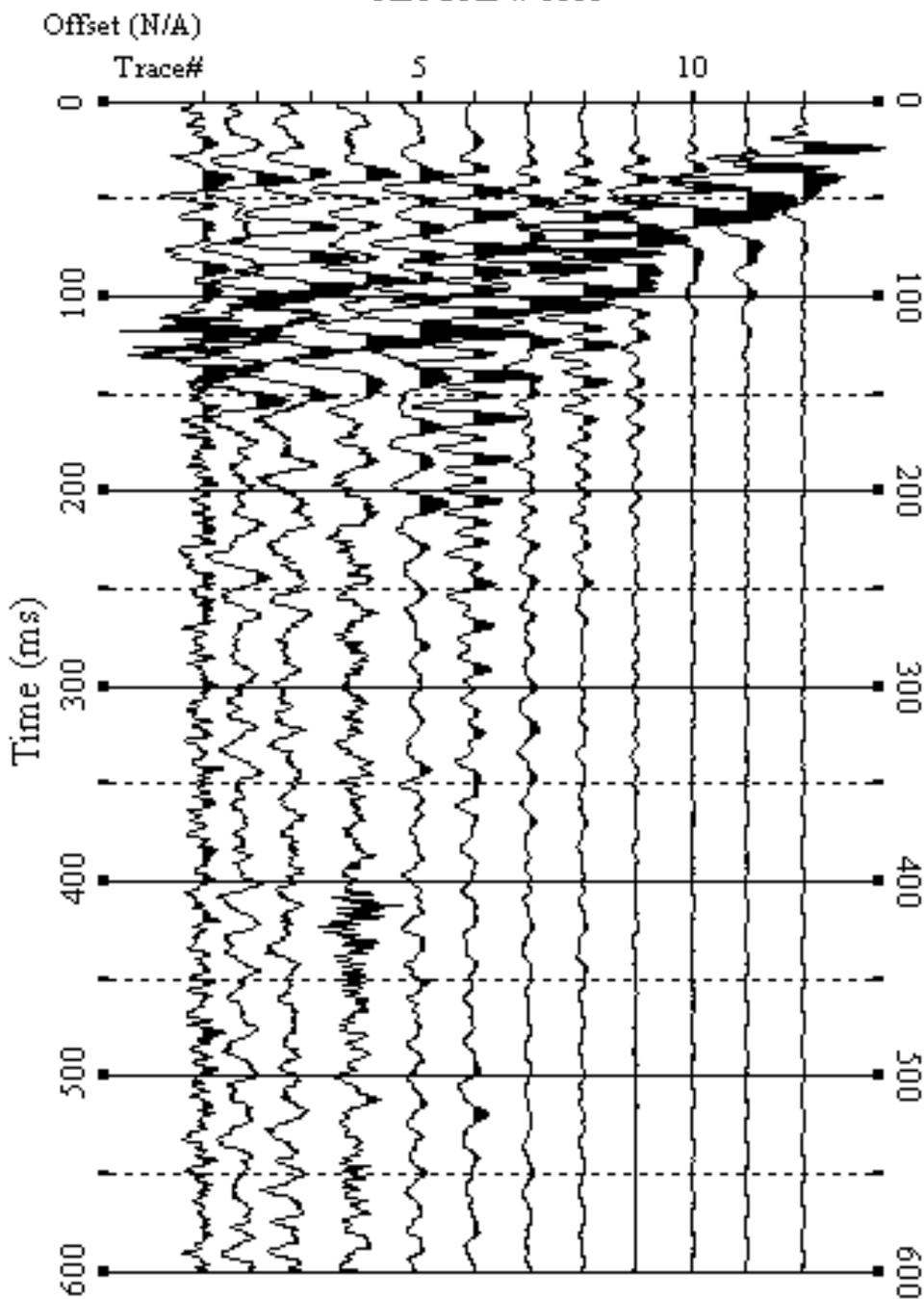


Figura 4 - Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1. Finestra temporale [0-600]ms.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

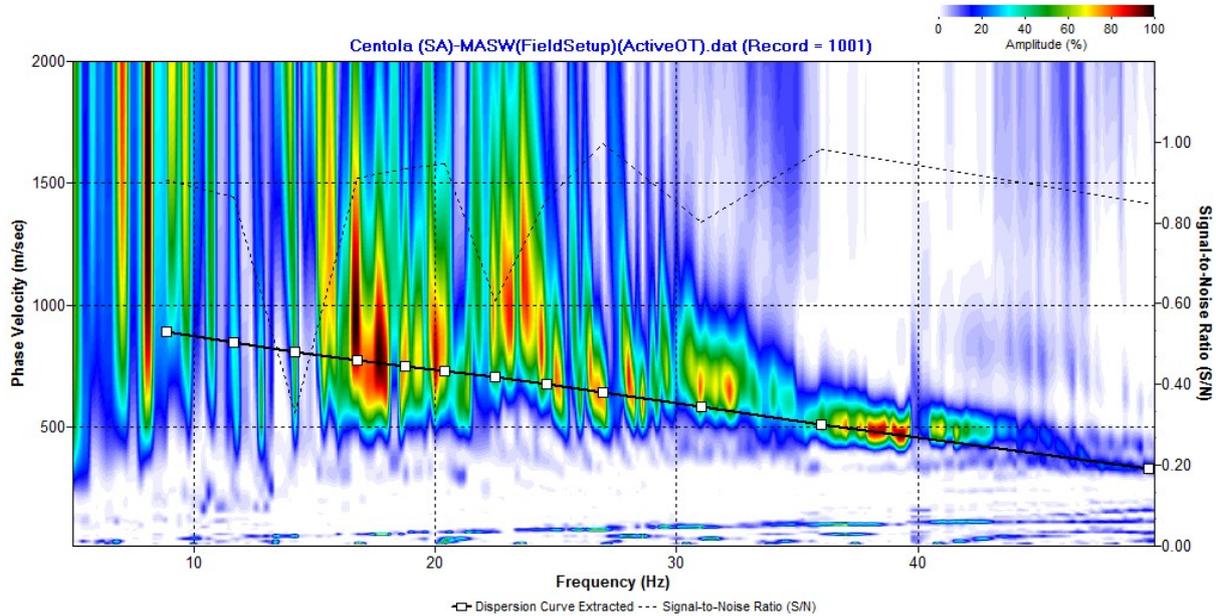


Figura 5 - Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1.

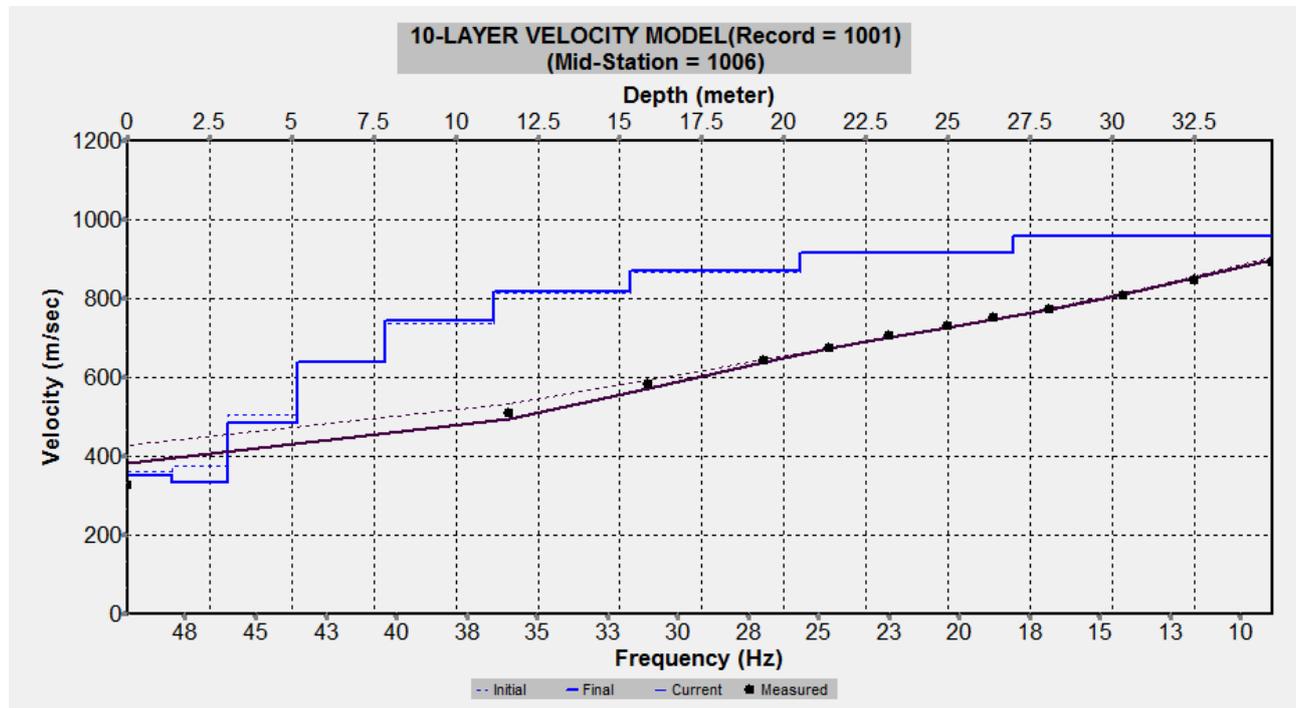


Figura 6 - Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 11.2m (0m-11.2m) dal p.c., in quanto è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 11.2 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabella 2 - Tabella 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

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

Tabella 2 - Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



<i>Prospezione sismica</i>	<i>V_{S0-11.2} (m/s)</i>	<i>Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)</i>
<i>MASW n. 1</i>	<i>[507]</i>	<i>B</i>

Tabella 3 - Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

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

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 4 - Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tabella 5; Figura 7).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ - Classe d'uso della costruzione III) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabella 6 - Tabella 9; Figura 8 - Figura 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.290020- LAT. 40.063790 (IN GRADI DECIMALI)**

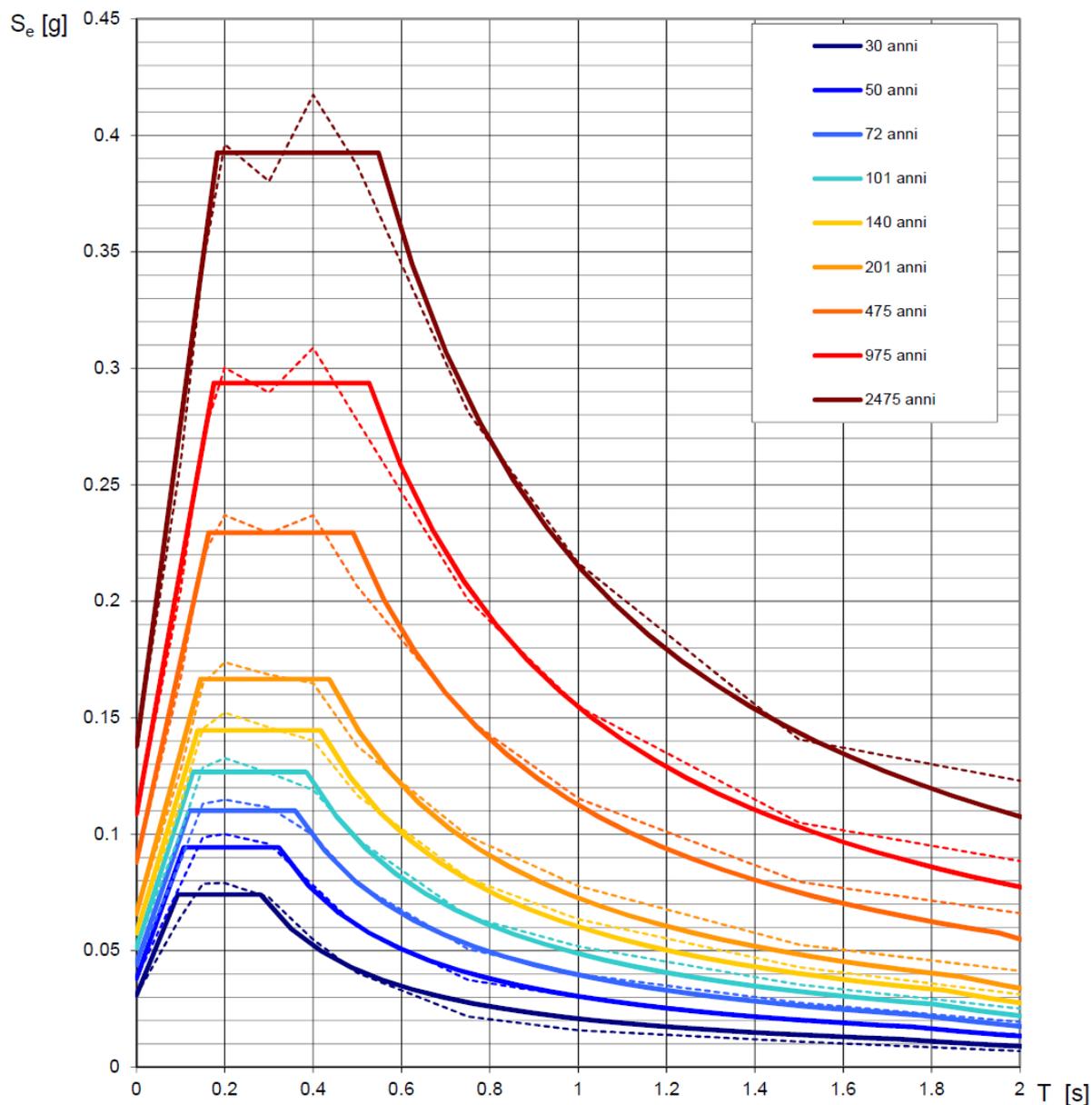
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.031	2.391	0.281
50	0.038	2.480	0.322
72	0.044	2.482	0.359
101	0.051	2.481	0.384
140	0.058	2.512	0.417
201	0.066	2.529	0.436
475	0.088	2.608	0.490
975	0.109	2.702	0.527
2475	0.138	2.849	0.548

Tabella 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 7 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.290020 – LAT. 40.063790 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.045 g
F_o	2.482
T_C	0.363 s
S_S	1.200
C_C	1.347
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	1.781 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.054
$T_B \leftarrow$	0.163	0.135
$T_C \leftarrow$	0.489	0.135
	0.550	0.120
	0.612	0.108
	0.673	0.098
	0.735	0.090
	0.796	0.083
	0.858	0.077
	0.919	0.072
	0.981	0.067
	1.042	0.063
	1.104	0.060
	1.166	0.056
	1.227	0.054
	1.289	0.051
	1.350	0.049
	1.412	0.047
	1.473	0.045
	1.535	0.043
	1.596	0.041
	1.658	0.040
	1.719	0.038
$T_D \leftarrow$	1.781	0.037
	1.887	0.033
	1.992	0.030
	2.098	0.027
	2.204	0.024
	2.309	0.022
	2.415	0.020
	2.521	0.018
	2.626	0.017
	2.732	0.016
	2.838	0.015
	2.943	0.014
	3.049	0.013
	3.155	0.012
	3.260	0.011
	3.366	0.010
	3.472	0.010
	3.577	0.009
	3.683	0.009
	3.789	0.008
	3.894	0.008
	4.000	0.007

Tabella 6 - Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.013 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.713
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{lg}}{g} \right)^{0.5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.013
$T_B \leftarrow$	0.050	0.021
$T_C \leftarrow$	0.150	0.021
	0.235	0.014
	0.320	0.010
	0.405	0.008
	0.490	0.007
	0.575	0.006
	0.660	0.005
	0.745	0.004
	0.830	0.004
	0.915	0.004
$T_D \leftarrow$	1.000	0.003
	1.094	0.003
	1.188	0.002
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.001
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.000
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tabella 7 - Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

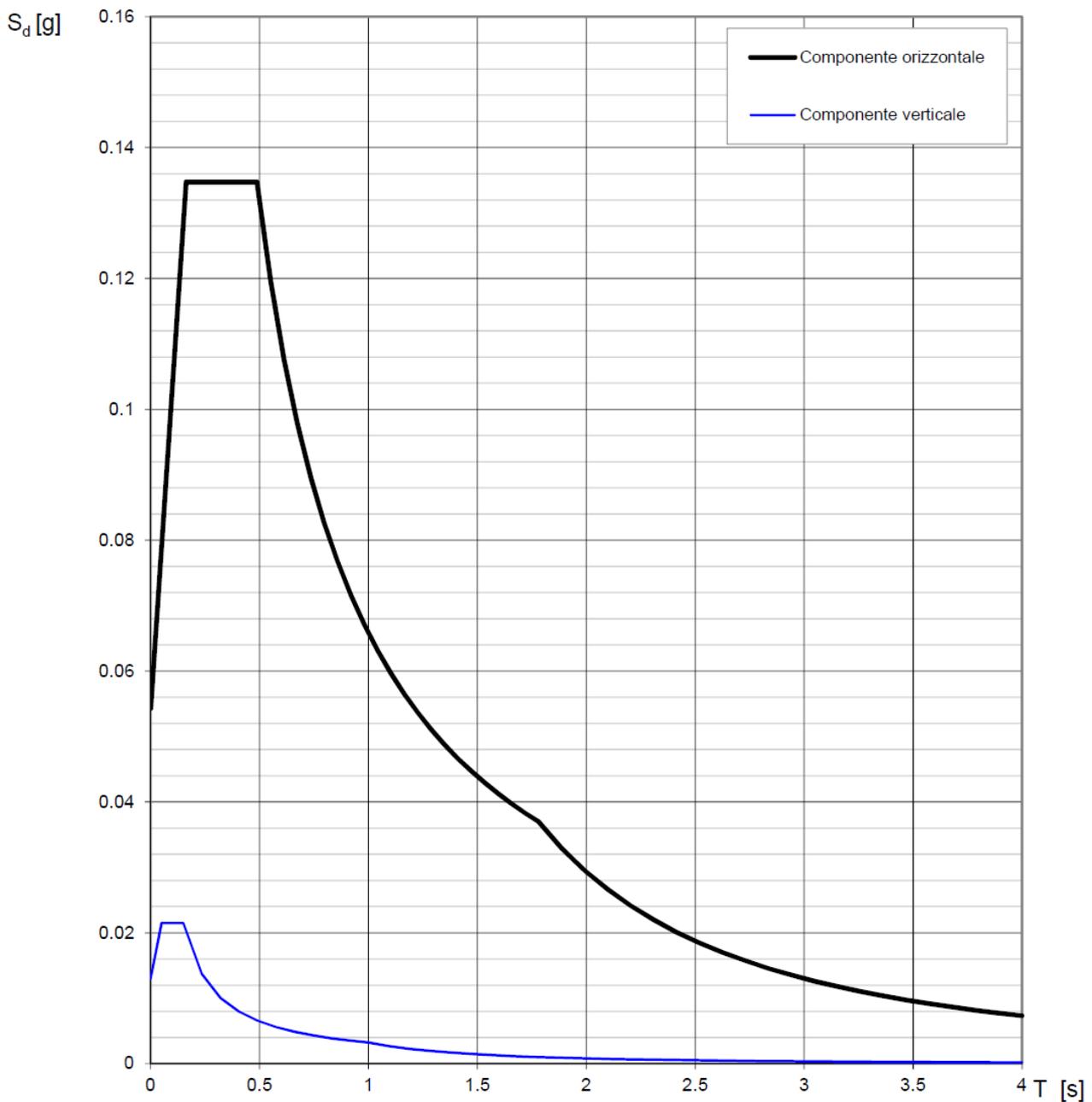


Figura 8 - Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.099 g
F_o	2.660
T_C^*	0.510 s
S_S	1.200
C_C	1.258
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.214 s
T_C	0.642 s
T_D	1.996 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.119
T_B ←	0.214	0.316
T_C ←	0.642	0.316
	0.707	0.287
	0.771	0.263
	0.836	0.243
	0.900	0.226
	0.965	0.211
	1.029	0.197
	1.094	0.186
	1.158	0.175
	1.223	0.166
	1.287	0.158
	1.351	0.150
	1.416	0.143
	1.480	0.137
	1.545	0.131
	1.609	0.126
	1.674	0.121
	1.738	0.117
	1.803	0.113
	1.867	0.109
	1.932	0.105
T_D ←	1.996	0.102
	2.092	0.093
	2.187	0.085
	2.283	0.078
	2.378	0.072
	2.473	0.066
	2.569	0.061
	2.664	0.057
	2.760	0.053
	2.855	0.050
	2.950	0.047
	3.046	0.044
	3.141	0.041
	3.237	0.039
	3.332	0.037
	3.428	0.035
	3.523	0.033
	3.618	0.031
	3.714	0.029
	3.809	0.028
	3.905	0.027
	4.000	0.025

Tabella 8 - Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.042 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.130
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.042
$T_B \leftarrow$	0.050	0.075
$T_C \leftarrow$	0.150	0.075
	0.235	0.048
	0.320	0.035
	0.405	0.028
	0.490	0.023
	0.575	0.019
	0.660	0.017
	0.745	0.015
	0.830	0.013
	0.915	0.012
$T_D \leftarrow$	1.000	0.011
	1.094	0.009
	1.188	0.008
	1.281	0.007
	1.375	0.006
	1.469	0.005
	1.563	0.005
	1.656	0.004
	1.750	0.004
	1.844	0.003
	1.938	0.003
	2.031	0.003
	2.125	0.002
	2.219	0.002
	2.313	0.002
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tabella 9 - Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

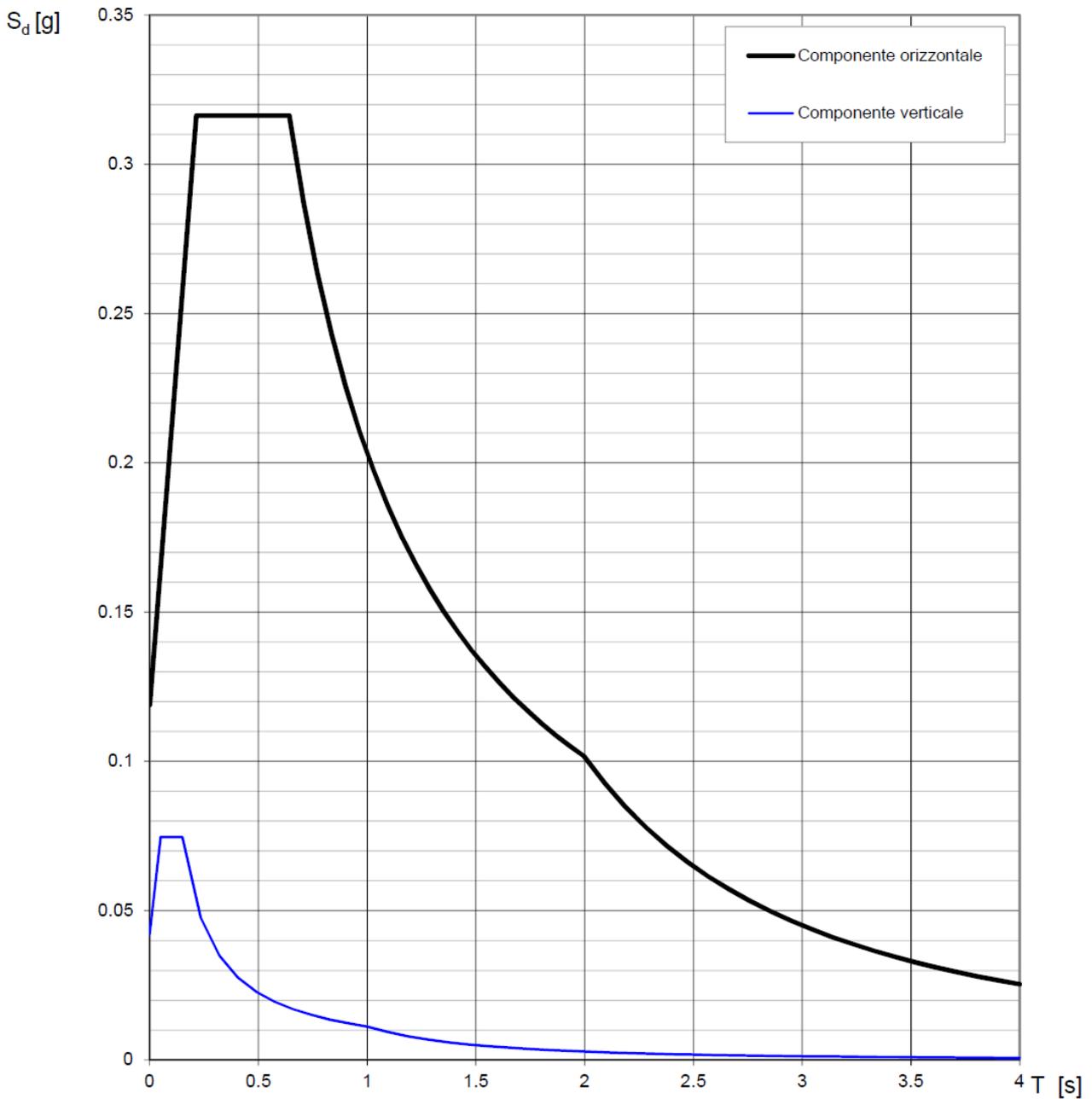


Figura 9 - Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



6 – CONCLUSIONI

Il territorio comunale di Centola (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in III categoria - $S=6$ - $a_g=0.15g$ (Figura 10).

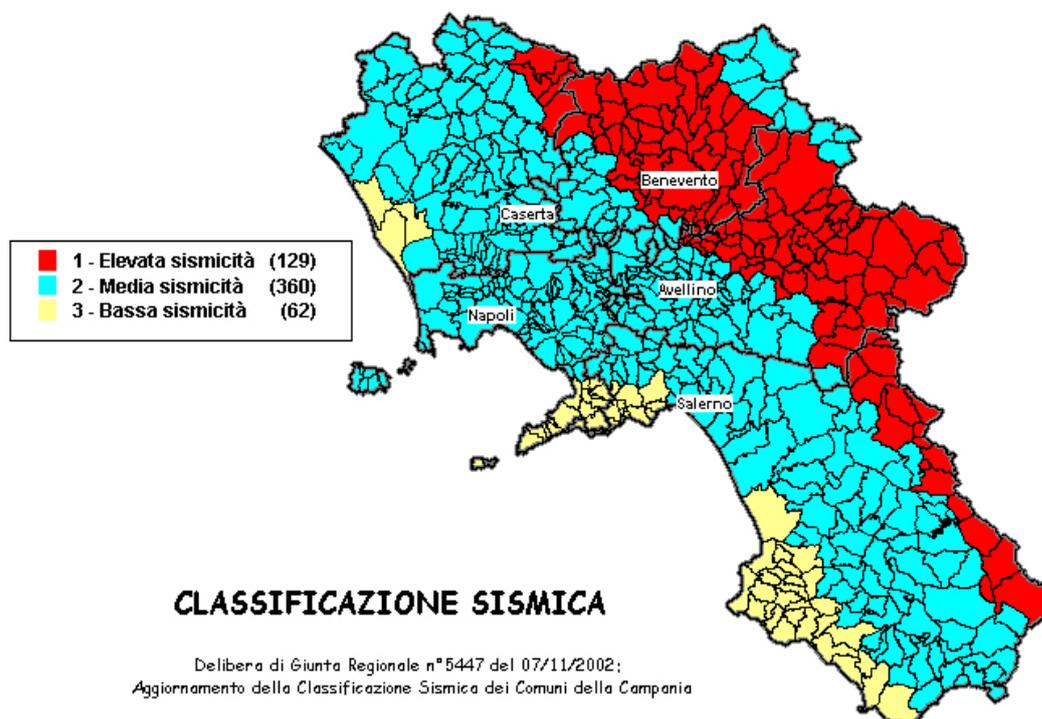


Figura 10 - Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Figura 11), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Centola (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.075 e 0.100 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

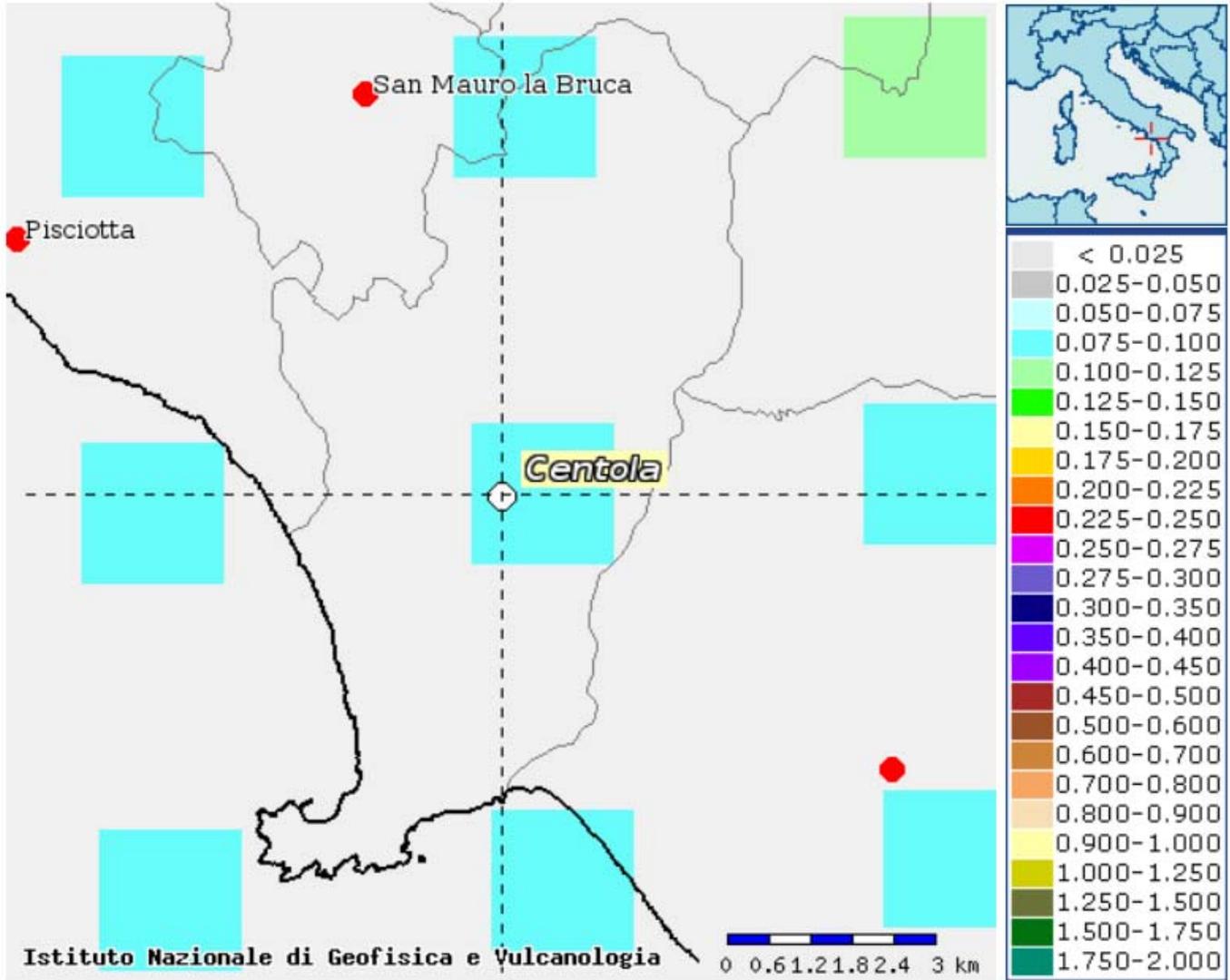


Figura 11 - Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{s,eq}$ calcolati pari a (Tabella 10):

Prospezione sismica	$V_{S0-11.2}$ (m/s)
MASW n. 1	[507]

Tabella 10 - Valori di $V_{s,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW effettuata.



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabella 6; Tabella 8; Tabella 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.045]	[0.099]	[0.135]	[0.316]

Tabella 11 - Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tabella 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)
S1	0.0 – 3.1	342
S2	3.1 – 5.2	483
S3	5.2 – 7.8	637
S4	7.8 – 11.2	742
S5	11.2 – 15.3	817
S6	15.3 – 34.8	915

Tabella 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Fisciano, ottobre 2023

Geosevi s.a.s.

Il tecnico

Dr. Geol. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9405
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA n.1

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 4.20 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Centola (SA)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	coordinate: Lat. 40.063790°N - Long. 15.290020°E



Fig.1

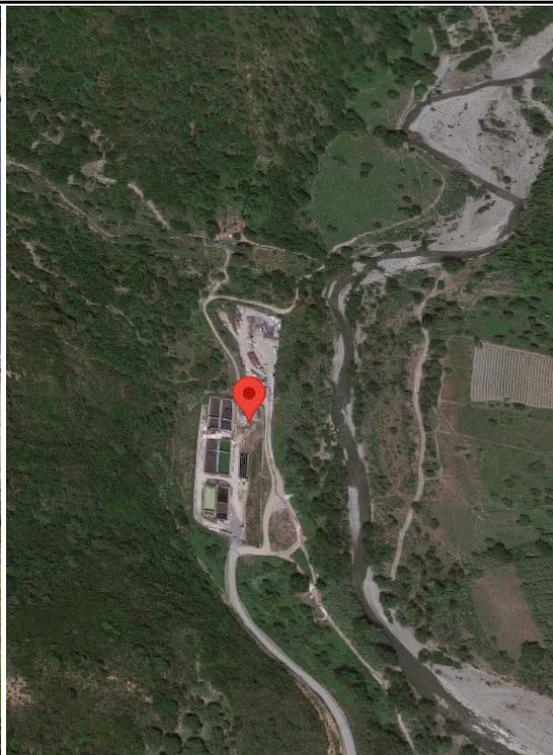


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9405
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA TEREDO TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ / N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9405
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA n.1

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	10	74,5	1	2,20 - 2,40	7	45,0	3
0,20 - 0,40	12	89,4	1	2,40 - 2,60	5	32,2	3
0,40 - 0,60	9	67,0	1	2,60 - 2,80	9	57,9	3
0,60 - 0,80	10	74,5	1	2,80 - 3,00	20	120,5	4
0,80 - 1,00	16	110,5	2	3,00 - 3,20	23	138,6	4
1,00 - 1,20	14	96,7	2	3,20 - 3,40	27	162,7	4
1,20 - 1,40	10	69,0	2	3,40 - 3,60	24	144,6	4
1,40 - 1,60	9	62,1	2	3,60 - 3,80	43	259,0	4
1,60 - 1,80	7	48,3	2	3,80 - 4,00	56	317,1	5
1,80 - 2,00	6	38,6	3	4,00 - 4,20	70	396,4	5
2,00 - 2,20	7	45,0	3				

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9405
PAGINA	4/4

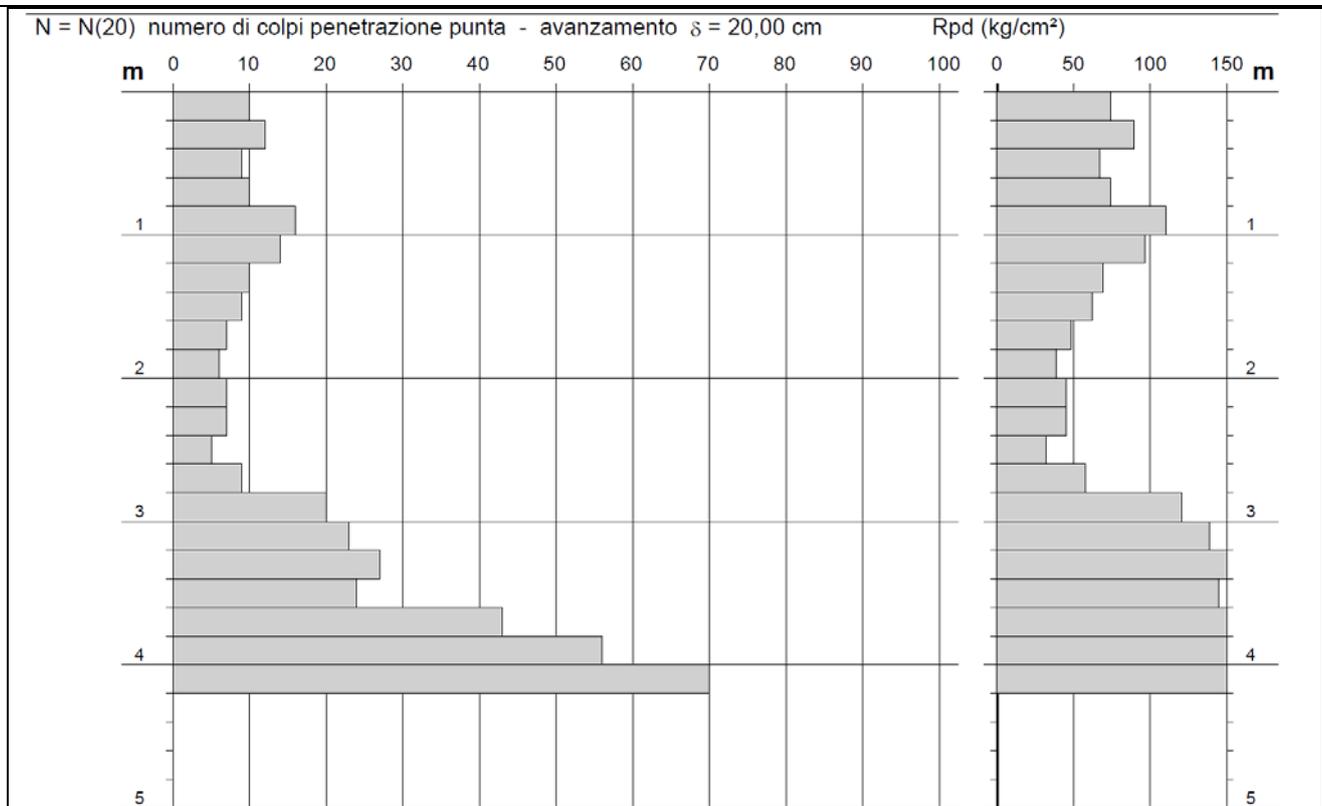
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile
GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9406
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA n.2

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 7.00 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Centola (SA)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	coordinate: Lat. 40.063510°N - Long. 15.290090°E



Fig.1

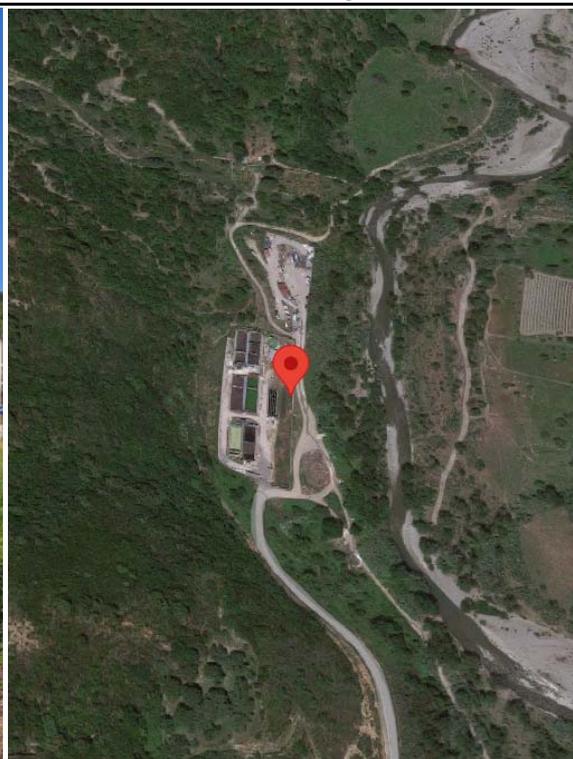


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9406
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA TEREDO TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\theta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \theta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ / N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9406
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA n.2

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	3,60 - 3,80	3	18,1	4
0,20 - 0,40	5	37,2	1	3,80 - 4,00	4	22,7	5
0,40 - 0,60	8	59,6	1	4,00 - 4,20	7	39,6	5
0,60 - 0,80	10	74,5	1	4,20 - 4,40	7	39,6	5
0,80 - 1,00	22	151,9	2	4,40 - 4,60	7	39,6	5
1,00 - 1,20	26	179,5	2	4,60 - 4,80	5	28,3	5
1,20 - 1,40	29	200,2	2	4,80 - 5,00	7	37,4	6
1,40 - 1,60	31	214,0	2	5,00 - 5,20	8	42,7	6
1,60 - 1,80	22	151,9	2	5,20 - 5,40	8	42,7	6
1,80 - 2,00	13	83,6	3	5,40 - 5,60	9	48,1	6
2,00 - 2,20	9	57,9	3	5,60 - 5,80	9	48,1	6
2,20 - 2,40	8	51,5	3	5,80 - 6,00	10	50,6	7
2,40 - 2,60	10	64,3	3	6,00 - 6,20	15	75,9	7
2,60 - 2,80	3	19,3	3	6,20 - 6,40	21	106,2	7
2,80 - 3,00	3	18,1	4	6,40 - 6,60	39	197,2	7
3,00 - 3,20	4	24,1	4	6,60 - 6,80	56	283,2	7
3,20 - 3,40	4	24,1	4	6,80 - 7,00	70	336,0	8
3,40 - 3,60	3	18,1	4				

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.

Il Direttore Responsabile

Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	347/4980
CERTIFICATO N.	9406
PAGINA	4/4

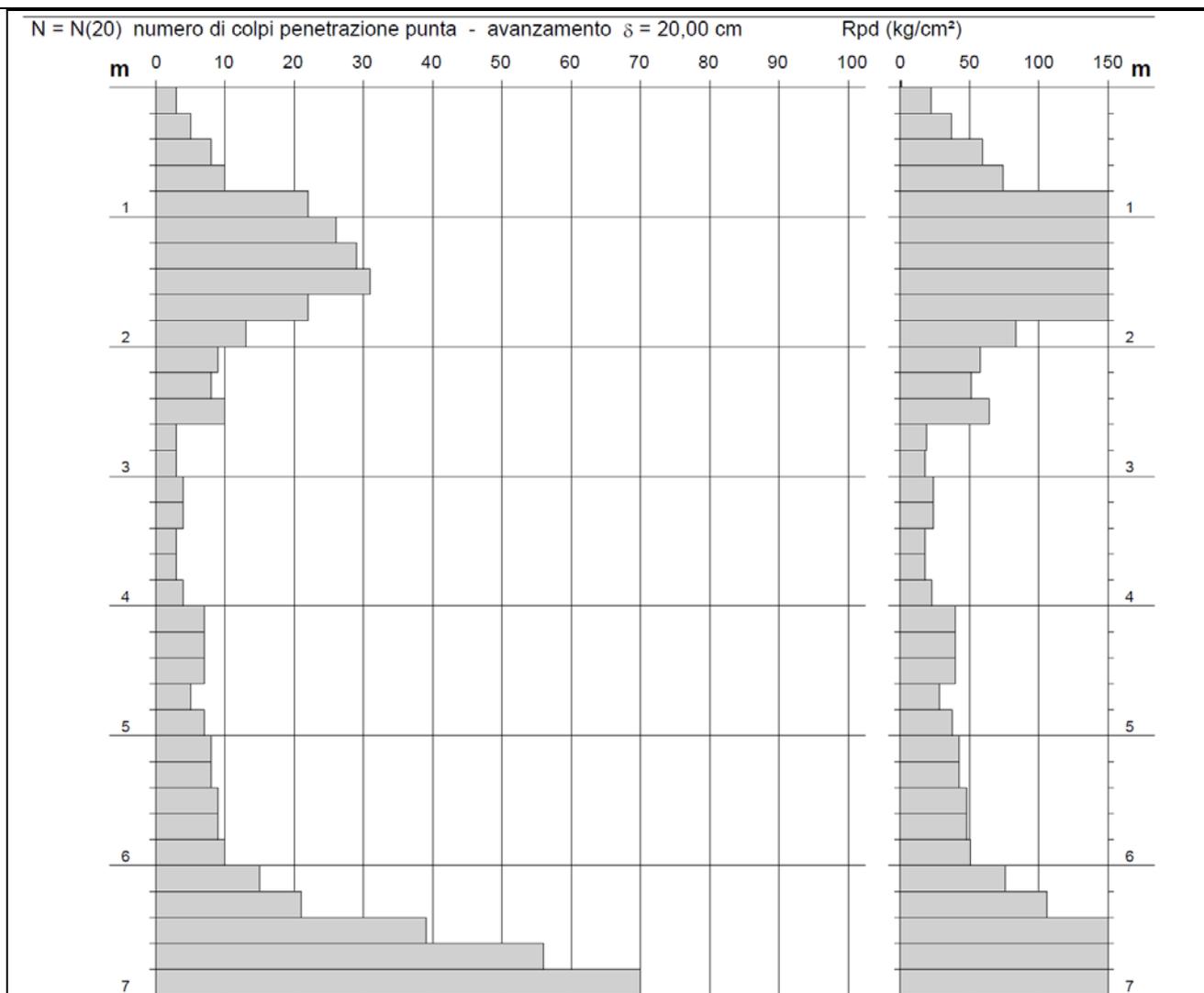
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: CONSAC Gestioni idriche SpA

Lavoro: Realizzazione di un essiccatore fanghi di depurazione

Località: Centola(SA)

Data di esecuzione: 27.09.2023 - Data di emissione: 28.09.2023



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile
GEOSEVI s.a.s.

Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

