

**SOGGETTO PROPONENTE:**



**SMARTENERGY2001 S.R.L.**

Via Statuto, 10  
20121 Milano

**COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)**

**LOC. MERCANTE**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

**COLLEGATO ALLA RTN A 150 kV DI TERNA S.p.A.**

**POTENZA DI PICCO 19.98 MWp**

**POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE: 16.000 kW**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Procedura di Autorizzazione Unica di cui all'art.12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MISE

di cui all'art. 31, c.6 del DL 77/21

Serie relazioni specialistiche

**Relazione geologica, idrogeologica e sismica**

**con allegati grafici e documentali - Parte 1 di 2**

**RS\_001**

**PROGETTAZIONE DELLE OPERE:**

firma / timbro progettista



**INGENIUM ENGINEERING SRL**

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)  
tel. 0763.530340 fax 0763.530344  
e mail: info@ingenium-engineering.com  
pec: info@pec.ingenium-engineering.com  
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015  
certificato da Bureau Veritas Italia SpA

cert. n° IT306096

**Ing. Roberto Lorenzotti (PM)**  
**Arch. Andrea Giuffrida**  
**Arch. Giovanna Corso**  
**Ing. Elena Crespi**

**Con:**



**Energy Cliet Service srl**

Uffici: Via Enrico Fermi, 52 - 24035 Curno (BG)  
Sede legale: Via Cà, 12B - 24060 Brusaporto (BG)  
Tel. 035.245313

**GEOLOGIA**

STUDIO GEOLOGICO TECNICO TEL./FAX 080-3511160  
DOTT. ROCCO MARCO CARLUCCI MOB. 347-1899131  
VIA P. D'ERCOLE, 5 70038 TERIZZI (BA) MAIL  
marco.carlucci@geossambiente.it



firma / timbro committente

02						COD. DOCUMENTO
01						IE_326_PD_RS_001
00	sett. 2021	prima emissione	A.G.	A.G.	R.L.	FOGLIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	1 DI 1

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

## SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	4
1.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	5
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	6
2.1	ELEMENTI DI GEOLOGIA REGIONALE .....	6
3.	MODELLO GEOLOGICO SITO DI PROGETTO .....	13
3.1	ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGIA.....	17
3.1.1.	Elementi geomorfologici del sito.....	17
3.1.2.	idrografia ed idrogeologia .....	19
4.	VERIFICA INTERVERENZE CON VINCOLI E PIANIFICAZIONI VIGENTI.....	21
4.1	CONFORMITÀ CON PIANO STRALCIO ADB BASILICATA .....	21
4.2	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA) .....	22
4.3	PIANO TUTELA ACQUE .....	24
5.	INDAGINI ESEGUITE .....	26
5.1	INDAGINI PERETROMETRICHE DINAMICHE .....	26
5.1.1.	risultati delle indagini e parametri geotecnici dei terreni.....	28
5.2	INDAGINI SISMICHE.....	28
6.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	29
6.1	PREMESSA .....	29
6.2	STORIA SISMICA DEL SITO .....	31
6.3	SORGENTI SIMOGENETICHE VICINE .....	32
6.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA SITO DI PROGETTO.....	34
6.3	RISPOSTA SIMICA LOCALE (RSL) .....	37
6.3.1	analisi generale da normativa.....	37

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL						
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)						
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 2	

6.3.2	calcolo fattori amplificazione sismica fa, fv .....	40
7.	CONCLUSIONI.....	44

## ELENCO TAVOLE

A.12.a.1.	<i>Corografia di inquadramento dell'area in scala 1:25.000</i>
A.12.a.3	<i>Corografia generale in scala 1:10.000</i>
A.12.a.4.	<i>Carta dei vincoli dell'area in scala 1:25.000</i>
A.12.a.4.1.	<i>Carta del vincolo idrogeologico dell'area in scala 1:10.000</i>
A.12.a.4.2.	<i>Sovrapposizione area impianto con aree con rischio idrogeologico in scala 1:2.000</i>
A.12.a.7.	<i>Planimetria ubicazione indagini geologiche in scala 1:5.000</i>
A.12.a.8.	<i>Carta geologica in scala 1:5.000</i>
A.12.a.9.	<i>Carta geomorfologica in scala 1:5.000</i>
A.12.a.10.	<i>Carta idrogeologica in scala 1:5.000</i>
A.12.a.11.	<i>Profili geologici in scala 1:1.000/500</i>

## ALLEGATI

1. INDAGINI PENETROMETRICHE
2. INDAGINI GEOFISICHE

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 3

## 1. PREMESSA

Il presente studio geologico è a corredo di un progetto per l'installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza di picco pari a 19.98 MWp e potenza di immissione in rete di 16.000KW da realizzare in agro del Comune di Genzano di Lucania (PZ) in Località *Mercante*, della Soc. proponente SMARTENERGY2001 S.R.L. - Milano, che ha fornito incarico dell'intero progetto a INGENIUN ENGINEERING S.r.L. e ENERGY CLINER SERVICE SRL, che si sono avvalse dello scrivente con regolare incarico professionale per la redazione dello studio in oggetto.

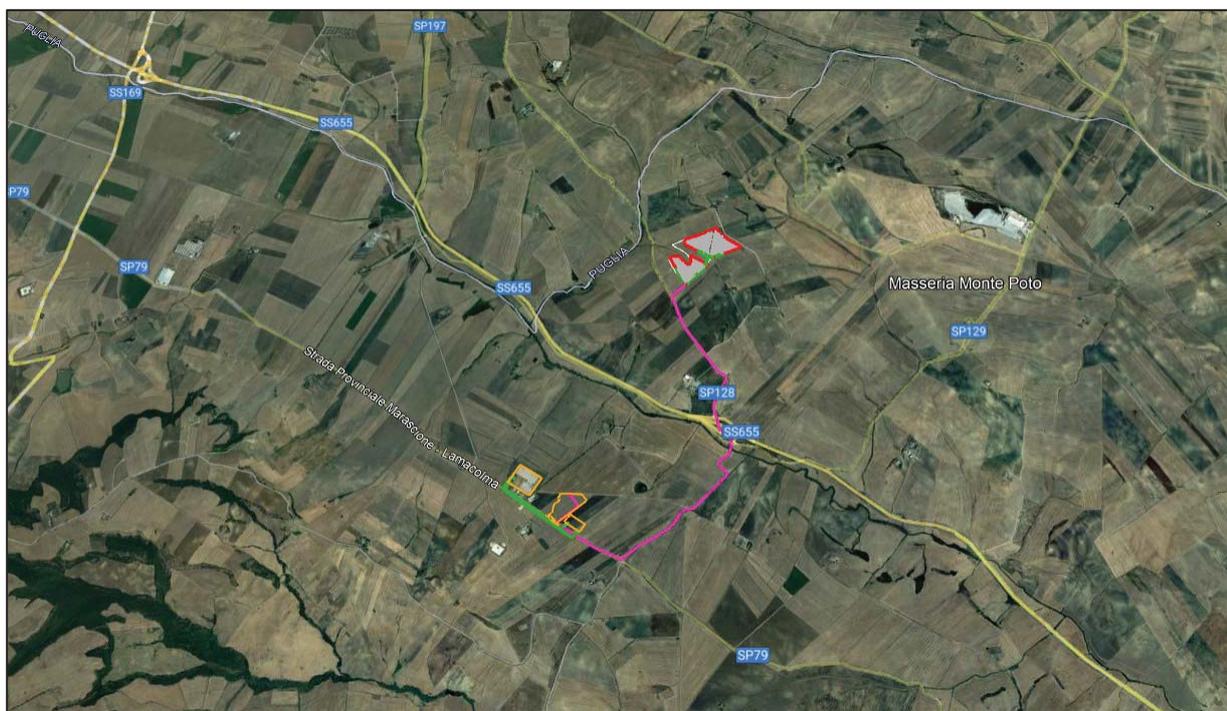


Figura 1 – Area impianto immagine da satellite Google Earth.

Il presente studio volto a definire il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, con lo scopo di valutare la compatibilità geologica del sito con quanto previsto in progetto, in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica vigente.

In seguito alla pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ed alla Deliberazione della Giunta Regionale di Basilicata n.731 del 19 novembre 2003, che ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale, il Comune di Genzano di Lucania viene classificato come zona 2 "Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti". Tale condizione determina la necessità caratterizzare sismicamente l'area.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 4

Le informazioni sui caratteri litologico-stratigrafici del sottosuolo e le principali caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche sono state acquisite mediante ricognizioni di superficie condotte nella zona interessata ed in quelle limitrofe, confrontando i dati acquisiti con quelli desunti dalla bibliografia, dalla cartografia ufficiale. Ai fini di una adeguata conoscenza dei terreni interessati, in questa fase di studio è stata condotta una campagna di indagini geognostiche (prove penetrometriche), ed è stata effettuata una campagna di indagini sismiche per classificare sismicamente il sito secondo la normativa vigente (N.T.C. 2018).

## 1.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### Normativa nazionale

- R.D. del 30.12.1923 n.3267 Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani;
- R.D. del 16.05.1926 n.1126 Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n.3267, concernente il riordino e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani;
- D.M. LL. PP. del 14.01.2008 - Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare del C.S. LL. PP. n.617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17/01/2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.7 del 21/01/2019, - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”».

### Normativa regionale

- L.R. n.38 del 06.08.1997 - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;
- L. R n.23 del 11/08/1999 - Legge Urbanistica Regionale;
- Delibera Regionale n°26 del 05/12/2001 dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata e succ. integr. e mod.;
- L.R. n.9 del 07/06/2011 Disposizioni Urgenti in Materia di Microzonazione Sismica;
- N.d.A. (Norme di Attuazione) - novembre 2014 (agg.2015) - Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico - Autorità di Bacino della Basilicata.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 5

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 2.1 ELEMENTI DI GEOLOGIA REGIONALE

Cartograficamente l'area di studio ricade nel settore sud-occidentale della Tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 IV SE "Spinazzola" del Foglio n. 188 "Gravina" della Carta d'Italia.

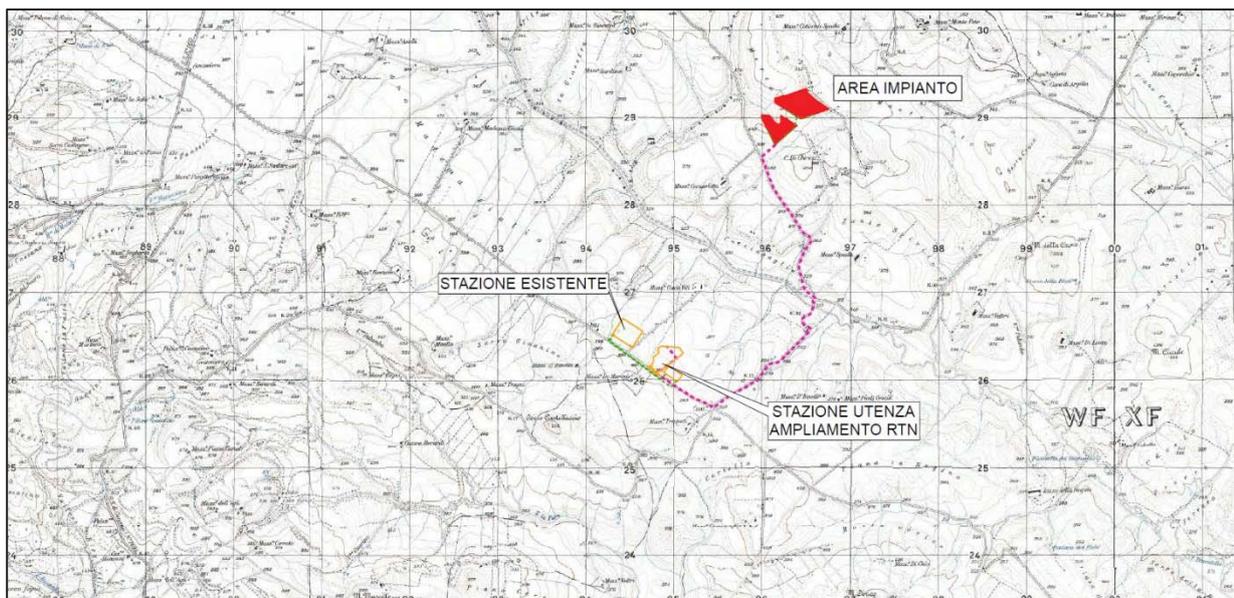


Figura 2 – Stralcio I.G.M. con ubicazione dell'area di progetto

Per conoscere le condizioni nelle quali si trovano i terreni in esame, si espongono alcuni cenni sui caratteri geologici della Fossa Bradanica in cui tale area ricade.

Nell'Italia meridionale, nel settore che comprende la Campania, la Basilicata e la Puglia, sono presenti tre unità strutturali: la catena sud-appenninica, l'avanfossa adriatica meridionale (Fossa Bradanica) e l'avampaese apulo (Fig.3).

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 6

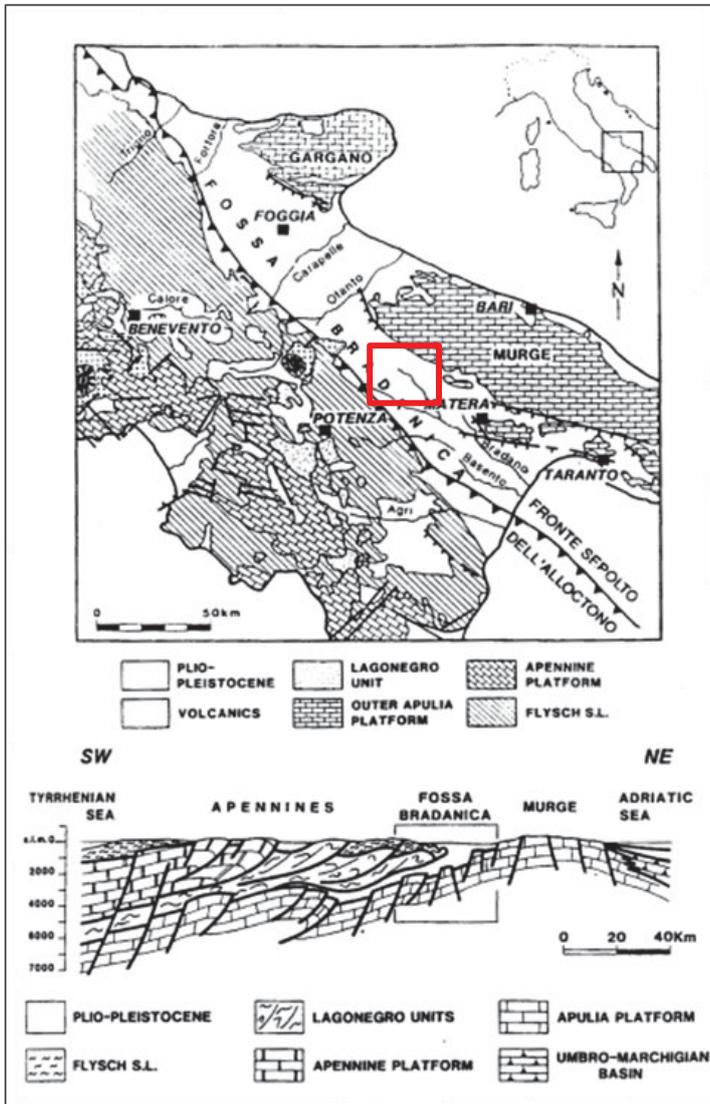


Figura 3 – Carta geologica schematica e sezione geologica attraverso l'Appennino meridionale e la Fossa Bradanica, da Sella et al. (1988) in Società Geologica Italiana (1994)

L'area in esame fa parte della porzione centro-meridionale della Fossa Bradanica nel retroterra ionico.

La Fossa Bradanica, definita per la prima volta da MIGLIORINI (1937) costituisce una vasta depressione, di età plio-pleistocenica, allungata da NO a SE, dal Fiume Fortore al Golfo di Taranto, compresa tra l'Appennino meridionale ad occidente e le Murge ad oriente; in questa zona affiorano estesamente depositi pliocenici e quaternari, in prevalenza argillosi, che mostrano struttura tabulare (RICCHETTI, 1981).

Il basamento dell'avanfossa è costituito da una potente successione di calcari mesozoici. Questi affiorano nell'intera area pugliese (Gargano, Murge e Salento) formando l'avampaese apulo. Le formazioni geologiche dell'avampaese sono riferibili al Gruppo dei calcari delle Murge cui appartiene il Calcare di Bari (Cenomaniano

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 7

– Turroniano) ed il Calcarea di Altamura (Coniaciano – Maastrichtiano sup.). La successione cretacea affiorante è costituita da calcari e dolomie, che nel complesso formano una monoclinale immersa a SSO, complicata da pieghe ad ampio raggio e interessata da importanti faglie a direzione OSO – ESE (CIARANFI et alii, 1979).

Il sottosuolo della Fossa è caratterizzato, in particolare sul margine appenninico, dalla presenza, sui calcari mesozoici, di depositi trasgressivi eo-oligocenici costituiti da calcareniti, di ambiente neritico-costiero, associate a lave e piroclastiti basiche con spessori a volte superiori a 200 metri (RICCHETTI, 1981).

In vaste aree dell'avanfossa, sia su depositi mesozoici che su quelli eo-oligocenici, giacciono in trasgressione sedimenti calcarenitici di età neogenica, costituiti da calcareniti organogene, calcareniti marnose, gessi, anidriti e dolomie. Lo spessore complessivo di tali sedimenti calcarenitici è di massimo 600 metri.

In trasgressione sui depositi miocenici e sui calcari di base sono presenti depositi terrigeni depositatisi nel Pliocene inferiore aventi spessore non superiore a 200 metri.

Tali sedimenti rappresentano il ciclo sedimentario più antico e sono costituiti in affioramento, da una sequenza di sabbie e di argille siltose azzurre con lenti di conglomerato sabbioso, parautoctone in quanto sono state trasportate verso est solidalmente con la coltre alloctona, e nel sottosuolo da marne ed argille sabbiose, autoctone in quanto poggianti direttamente sul basamento carbonatico dell'avampaese (CIARANFI et al., 1979) (Fig.4).

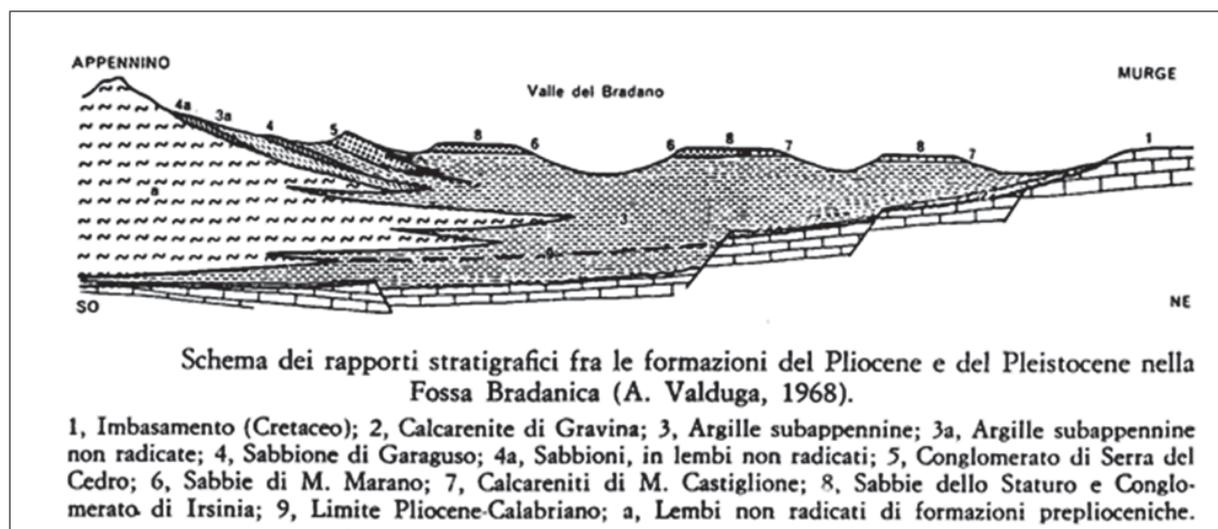


Figura 4 - Quadro stratigrafico della Fossa bradanica, ricavato a conclusione dei lavori per la II edizione della Carta Geologica d'Italia (Valduga, 1973) in Pieri et al. (1996).

Il secondo ciclo sedimentario di riempimento della Fossa Bradanica è separato dal primo da una lacuna stratigrafica. In tale ciclo, si è avuta una trasgressione di sedimenti terrigeni di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore. I depositi del secondo ciclo sono costituiti dalle Argille subappennine, rappresentate da argille marnose e siltose con intercalazioni di sabbie, aventi spessore variabile da decine di metri a circa 3000 metri passando dal margine murgiano a quello appenninico. In particolare sul margine

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 8

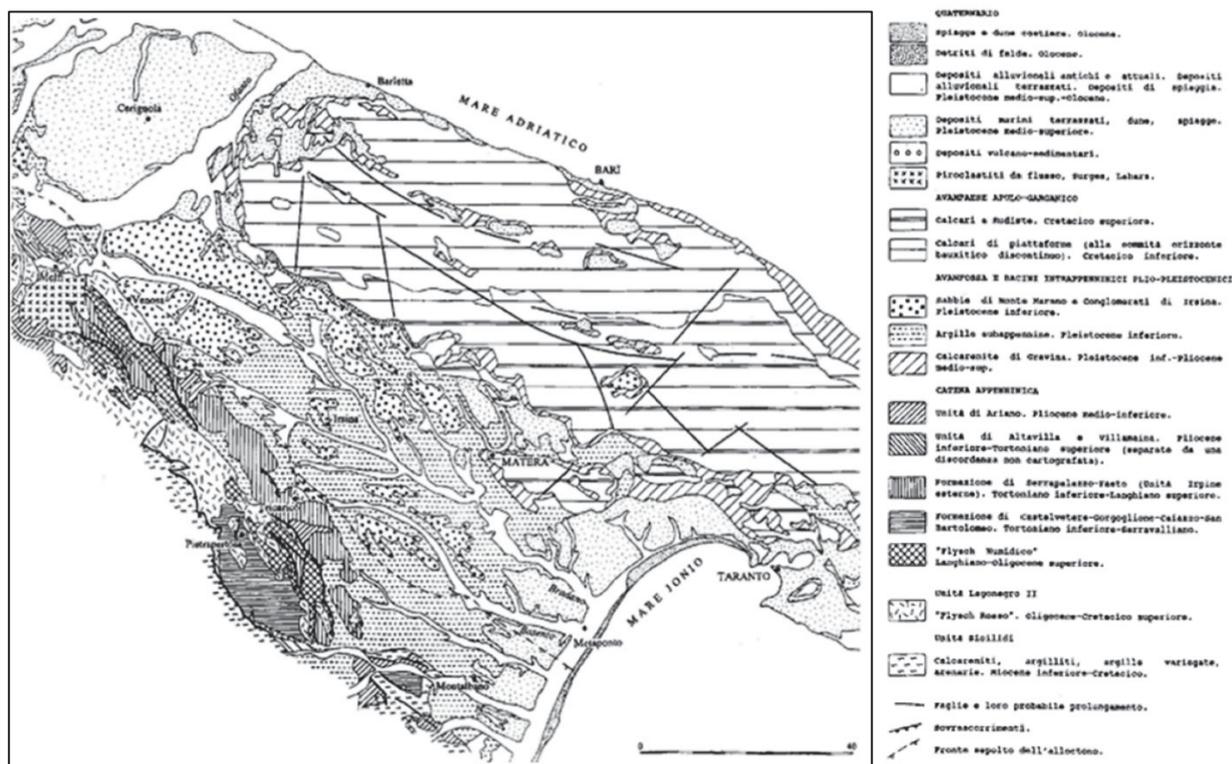
appenninico le argille passano lateralmente a sabbie a grana grossa contenenti conglomerati poligenici, Sabbioni di Garaguso, mentre sul lato murgiano a calcareniti organogene, Calcareniti di Gravina. In successione stratigrafica sulle argille marnose-siltose vi sono depositate sabbie e arenarie con intercalazioni di conglomerati poligenici (Sabbie di Monte Marano), affioranti nella parte appenninica e assiale della Fossa Bradanica e di spessore non superiore a 100 metri, in cui sono presenti, in prossimità della piattaforma apula, calcareniti grossolane con spessore di circa 30 metri (Calcareniti di Monte Castiglione).

A chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica affiorano, nelle parti più elevate topograficamente i conglomerati poligenici contenenti lenti di sabbie, aventi spessore massimo di 50 metri (Conglomerato di Irsina).

I depositi del secondo ciclo poggianti sulla coltre alloctona sono neoautoctoni; quelli sottostanti la coltre e quelli direttamente trasgressivi sul substrato carbonatico dell'avampaese sono autoctoni (CIARANFI et al., 1979). Intercalata con forma di cuneo nelle successioni terrigene medioplioceniche - infrapleistoceniche giace una coltre di terreni alloctoni di provenienza appenninica e di età prevalentemente miocenica. Lo spessore di tale coltre, determinata da dati di profondità derivanti da ricerche per idrocarburi (AGIP Mineraria), è dell'ordine di 3000 metri.

Nell'entroterra dell'arco ionico, infine, affiorano estesamente depositi terrazzati sabbioso-conglomeratici, trasgressivi sui depositi argillosi plio-pleistocenici, riferiti a sette brevi cicli sedimentari di età da siciliana a versiliana; tali depositi, che mostrano spessori esigui, poggiano su superfici di abrasione poste a quote progressivamente decrescenti verso il Mar Ionio (RICCHETTI, 1981). Questi terrazzi marini, come riportato nella Carta Geologica d'Italia, sono compresi tra 392 m a 28-15 m s.l.m., e si sono formati, dopo il colmamento dell'avanfossa, durante la fase di definitiva emersione dell'avanfossa stessa (Fig. 5).

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 9



**Figura 5 - Carta geologica schematica della Fossa bradanica (in Società Geologica d'Italia, 1994).**

Studi recenti sui depositi terrazzati indicano un numero variabile da otto (NEBOIT, 1975) ad undici (BRÜCKNER, 1980). Secondo quest'ultimo sono riconoscibili undici terrazzi morfologici costituiti in seguito a sette cicli sedimentari; inoltre lo stesso autore pone il terrazzo più antico e più elevato ad una quota di 492 m s.l.m. I terrazzi, inoltre, nel loro complesso risultano inclinati verso Est per effetto del sollevamento più marcato sul lato appenninico.

In generale i depositi terrazzati sono essenzialmente conglomeratici in prossimità dell'Appennino, sabbioso-ghiaiosi e subordinatamente limosi nella zona compresa tra il Fiume Sinni ed il Fiume Bradano, calcarenitici e localmente ghiaiosi nella zona a N-E del Fiume Bradano. La natura litologica di tali depositi dipende soprattutto dalla natura del substrato e dalla granulometria degli apporti fluviali (COTECCHIA et alii, 1967).

Sull'evoluzione neotettonica della Fossa Bradanica CIARANFI et alii (1979) asseriscono che all'inizio del Pliocene un abbassamento del substrato carbonatico provocò una ingressione marina e la formazione di un bacino subsidente con sedimentazione terrigena con apporti appenninici; l'abbassamento fu determinato da una serie di faglie ad andamento appenninico, prodottesi nel substrato calcareo. In tale periodo inizia la messa in posto della coltre alloctona. Nel Pliocene medio si è avuto un sollevamento con emersione di tutta l'area. Dal Pliocene medio al Pleistocene inferiore si è avuto un abbassamento del substrato carbonatico con

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 10

conseguente migrazione del bacino e della linea di costa verso NE; il bacino fu caratterizzato da notevole subsidenza con sedimentazione terrigena e dalla "colata" per gravità di masse alloctone di origine appenninica. Verso la fine del Pleistocene inferiore, a causa di un sollevamento a scala regionale, si è avuta una emersione dell'area; tale sollevamento è stato particolarmente intenso sul lato appenninico ed è stato accompagnato da riattivazioni di faglie e formazione di nuove dislocazioni.

Il sollevamento è avvenuto in più fasi ed ha determinato stasi nella generale regressione del mare. In particolare, a partire dal Pleistocene medio-superiore, si verifica la deposizione di sedimenti ghiaioso-sabbiosi di ambienti costieri progradanti verso SE, fino a formare i Depositi marini terrazzati.

Studi recenti (PIERI et alii, 1996) hanno determinato che la Fossa Bradanica, al passaggio tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore presentava oltre che una marcata asimmetria trasversale anche una spiccata asimmetria assiale. In senso assiale è possibile distinguere un settore settentrionale ed uno centromeridionale. Nel primo, in cui il fronte dell'alloctono converge con il gradino strutturale delle "faglie assiali" dell'avampaese murgiano, il bacino presentava profondità e ampiezza modeste e trasversalmente una diminuzione di profondità da ovest verso est.

Il secondo settore assume i caratteri di un solco allungato in senso appenninico, con asimmetria trasversale evidente passando dalla profonda area depocentrale verso il ripiano premurgiano (Fig. 6).

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 11

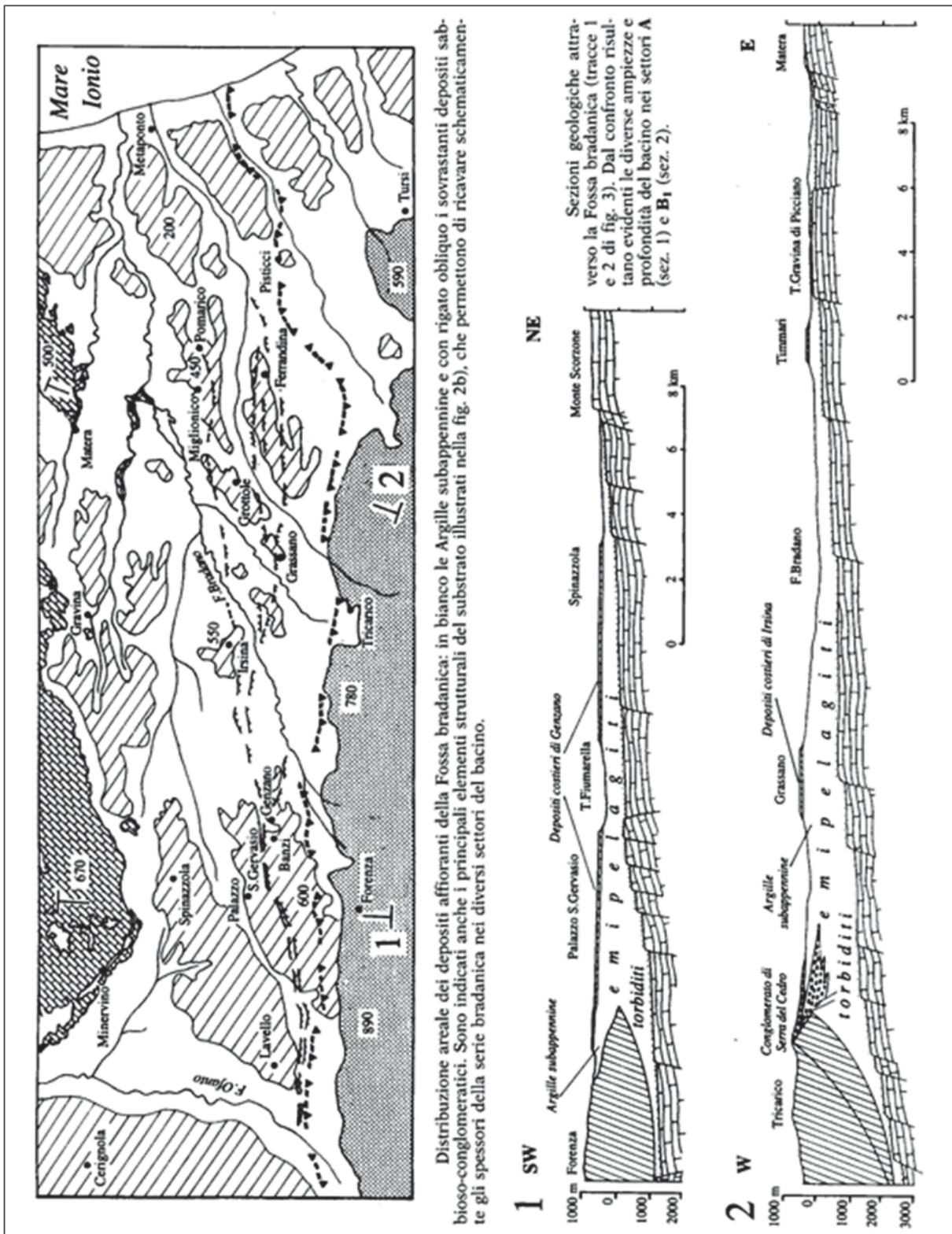


Figura 6 - Carta e sezioni geologiche della Fossa Bradanica (Pieri et al. 1996)

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 12

### 3. MODELLO GEOLOGICO SITO DI PROGETTO

Il sito oggetto del seguente lavoro è ubicato a circa 2,5 km a sud-est dall'abitato di Genzano di Lucania. Cartograficamente tale zona ricade nel settore occidentale della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio n. 188 "Gravina". della Carta d'Italia.

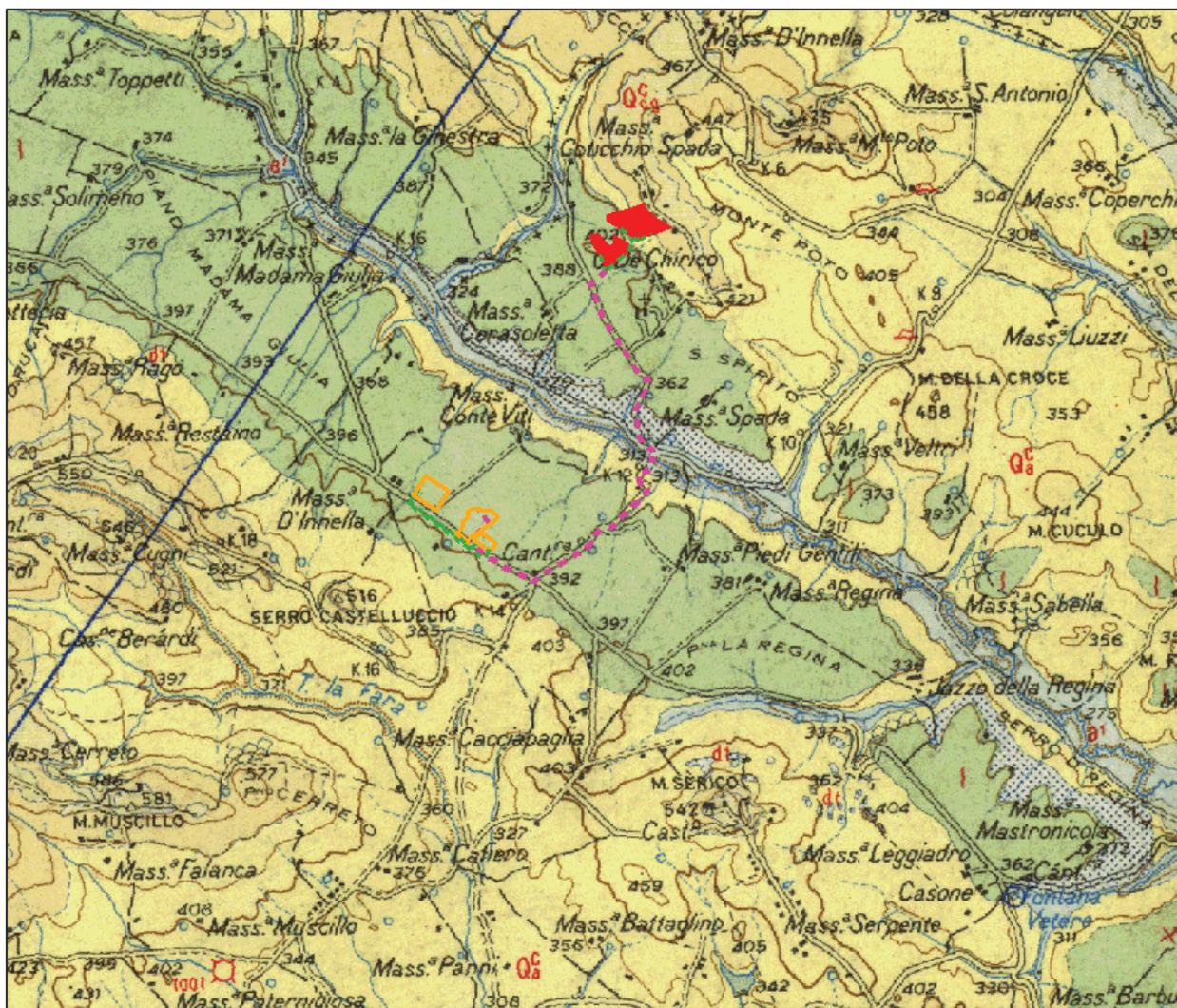


Figura 7 – Stralcio del Foglio n. 188 "Gravina" con ubicazione area progetto

L'area qui considerata è parte integrante della Fossa Bradanica: vi affiorano quasi ovunque le formazioni argillose, arenacee o conglomeratiche deposte nel Plio-Pleistocene fino al colamento della Fossa medesima.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 13

Inoltre vi affiorano depositi continentali e alluvionali. Queste formazioni della Fossa Bradanica mostrano una giacitura sub-orizzontale o leggermente inclinata a NE.

Dati geologici di profondità fanno comunque ritenere che durante la sedimentazione della serie plio-pleistocenica, masse scompagnate o caoticizzate di formazioni appenniniche siano colate verso l'interno della Fossa e che la stessa loro copertura pliocenica sia poi stata interessata da più limitati movimenti in tale direzione.

Dall'alto verso il basso si hanno:

#### Depositi Continentali del Quaternario

- Deposito alluvionale attuale e di golena: (Perno) – Costituiti da depositi alluvionali depositati dal F. Bradano nei periodi di piena su cui poggiano le alluvioni dei periodi di margra, con dislivelli che possono giungere anche fino a 2 m. Queste variazioni di quota si compensano durante eventi con portate eccezionali che innondano anche le zone destinate alla coltivazione.
- Deposito alluvionale terrazzato recente: limi sabbiosi o argillosi di origine limno-fluviale a cui si associano terre nere. Tali depositi si rinvencono all'interno delle depressioni dal fondo pianeggiante. L'età di tali sedimenti è ascrivibile al basso Olocene.
- Deposito alluvionale terrazzato medio: ciottoli poligenici, argille e sabbie, particolarmente sviluppati lungo le sponde delle maggiori aste fluviali. Costituiscono superfici pianeggianti, localmente inclinate, terrazzate in più ordini. Il seguente terrazzo, appartenente al medio, è a circa 80 metri sopra l'alveo attuale del F. Bradano.

#### Depositi della Fossa Bradanica

La successione che coinvolge l'area di indagine è costituita dal primo termine da depositi della Fossa Bradanica (Argille Subappennine) su cui poggiano le Sabbie di Monte Marano e il Conglomerato di Irsina.

#### Argille Subappennine

La formazione delle argille subappennine (Azzaroli *et alii*, 1968b), corrispondente alle Argille azzurre di cantelli (1960) e ricchetti (1965; 1967), e alle **Argille di Gravina** di azzaroli *et alii* (1968a; 1968b) è stata istituita alla fine degli anni '60, a seguito dei lavori di aggiornamento della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Valduga, 1973). Affiora per buona parte dell'area in oggetto, ed è ubicata nella zona centrale della Fossa Bradanica. Si tratta della parte affiorante (localmente spessa circa 400 metri) della porzione emipelagica post-torbiditica della successione di riempimento della Fossa bradanica che, in base a dati di profondità, raggiunge fino al substrato del bacino uno spessore di almeno 2.000 metri e possiede un'età compresa fra il Pliocene inferiore e l'Emiliano (Balduzzi *et alii*, 1982a; casnedi *et alii*, 1982).

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 14

La formazione è rappresentata da argille siltose, silt argillosi e, a luoghi, da silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, con intercalazioni sabbiose o, più raramente, conglomeratiche. L'assetto è sostanzialmente monoclinale con immersione prevalente degli strati verso NE e inclinazioni variabili da suborizzontali fino a un massimo di circa 10°-15°. Solo in corrispondenza di alcuni lineamenti tettonici si osserva un andamento differente, con immersioni a NO o verso i quadranti meridionali. La formazione si presenta in strati di spessore variabile da pochi centimetri a oltre un metro; a luoghi si osservano strati gradati normalmente, spesso caratterizzati dalla presenza di strutture quali lamine piano-parallele o *ripple*. Frequentemente una diffusa bioturbazione caratterizza i depositi argillosi. Localmente si rinvencono superfici erosive evidenziate da resti vegetali, detrito bioclastico o macrofossili interi, prevalentemente lamellibranchi e gasteropodi.

L'ambiente in cui si sedimentavano le argille subappennine è riferibile ad una rampa, cioè un pendio deposizionale (attualmente non più ampio di 15 chilometri) a debole inclinazione (attualmente di circa 1°) che collegava le aree a sedimentazione paralicca con le aree bacinali (Tropeano *et alii*, 2002).

### **Sabbie di Monte Marano**

La formazione delle Sabbie di M. Marano è costituita da depositi di natura calcareo-quarzosa sabbiosi e arenacei a grana medio-fine o sabbioso-conglomeratici di colore variabile dal grigio-giallastro al giallo ocreo che poggiano in contatto stratigrafico per alternanza sulle Argille Subappennine.

Tale formazione mostra caratteri di facies di mare sottile con evoluzione da ambiente di piattaforma-transizione a shoreface, in basso, verso ambienti di avanspiaggia ghiaiosa o sabbiosa in alto. All'interno della formazione, nella parte alta, si rinvencono corpi conglomeratici cuneiformi prevalentemente progradazionali e attribuibili a sistemi deltizi intercalati a facies prevalentemente sabbiose della stessa formazione. Essi si presentano spesso con base erosiva che a luoghi raggiunge le Argille Subappennine.

A luoghi si osserva la stratigrafia che viene evidenziata da sottili letti cementati con spessori nell'ordine del centimetro.

### **Conglomerato di Irsina**

Tale formazione è costituita da depositi conglomeratici poligenici generalmente litificati con ciottoli eterogenei sub – arrotondati e appiattiti ed elementi di rocce cristalline provenienti da formazioni appenniniche, immersi in matrice sabbioso – calcarea di colore giallastro. Presenta a luoghi lenti o orizzonti sabbioso - arenitici intercalati ai letti conglomeratici.

La formazione si presenta di modesti spessori, in genere sotto forma di ciottoli poligenici in matrice sabbiosa da non cementati poco cementati.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 15

La descrizione stratigrafica sopra descritta fa riferimento a quanto riportato negli studi per la redazione della carta geologica d'Italia (anni '60). I depositi grossolani affioranti nelle porzioni sommitali delle piatte colline della Fossa Bradanica venivano essenzialmente riferiti nei fogli geologici in scala 1:100.000 alla formazione delle Sabbie di Monte Marano passante verso l'alto alla formazione del Conglomerato di Irsina. Nell'ambito dei lavori per la realizzazione della carta geologica del CARG in scala 1:50.000, in particolare nell'area dell'abitato di Irsina (area tipo della formazione del Conglomerato di Irsina), è risultata inapplicabile la suddivisione formazionale proposta negli anni '60 nelle carte geologiche ufficiali relative all'area Bradanica (Sabato *et alii*, 2004). Nell'area tipo affiorano tre litosomi conglomeratici, geneticamente non correlabili, che sono disposti geometricamente come segue:

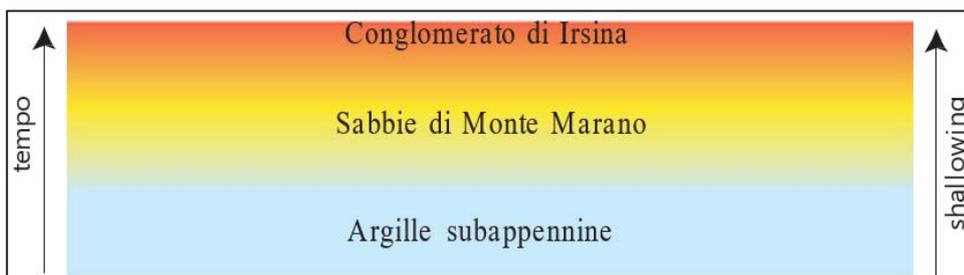


Figura 8 - Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari marini della Fossa Bradanica secondo Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

In particolare si è rilevato che l'intera successione Bradanica affiorante presenta più corpi conglomeratici cuneiformi (posti prevalentemente nella parte sommitale delle colline Bradaniche) che si intercalano a diverse altezze stratigrafiche, con rapporto basale erosivo o comunque brusco, a successioni prevalentemente sabbiose che verso l'alto possono passare a facies conglomeratiche di modesto spessore. A luoghi, in erosione su tutto, si ritrovano depositi conglomeratici e/o sabbiosi rossastri.

Da quanto esposto è necessario emendare la formazione del Conglomerato di Irsina (inapplicabile nella sua area-tipo nella forma istituita) e conseguentemente emendare anche la formazione delle Sabbie di Monte Marano. Quest'ultima proposta nasce dal fatto che tutti gli operatori sul territorio, esclusivamente in base ai dati della cartografia ufficiale, descrivono ovunque la successione Bradanica come la sovrapposizione geometrica di una unità tabulare conglomeratica su una unità tabulare sabbiosa, con proliferazione di errori grossolani in fase di pianificazione territoriale e di analisi idrogeologiche. Si propone quindi di adottare la formazione di Monte San Marco descrivibile come una successione sabbiosa nella quale si intercalano lenti conglomeratiche (geometricamente rappresentate da corpi cuneiformi) (Fig. 9).

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 16

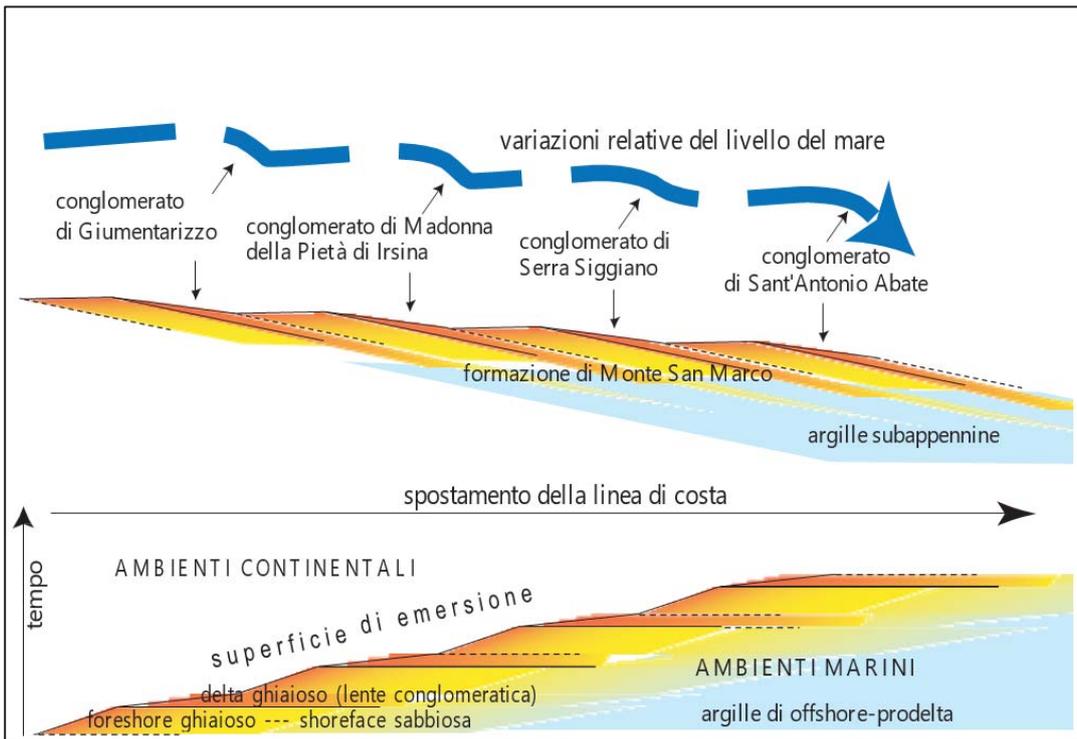


Figura 9 - Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari marini della Fossa Bradanica derivante dai rilevamenti del Foglio 471 "Irsina" (scala 1:50.000) (da Sabato et alii, 2004, mod.)

### 3.1 ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGIA

#### 3.1.1. Elementi geomorfologici del sito

La litologia prevalente influenza la morfologia dell'area; infatti il paesaggio è quello tipico delle colline interne della Fossa Bradanica: rilievi dolci con pendenze medie in cui si riconoscono nei fianchi dei versanti elementi di natura calanchiva, la cui genesi è legata a diversi fattori in particolare il ruscellamento delle acque.

Dal punto di vista morfologico l'areale studiato è caratterizzato da una serie di locali rilievi collinari appartenenti ai rilievi principali di Macchia a nord del sito (quota di circa 584.0 m s.l.m) e Monte Freddo a nord-ovest ove sorge l'abitato di Genzano di Lucania (quota di circa 589.0 m s.l.m). Lungo i versanti affiorano estesamente le Argille subappennine e sulle parti più elevate si notano i termini regressivi della locale successione stratigrafica, cioè le Sabbie di Monte Marano e il Conglomerato di Irsina (abitati di Genzano, Irsina). I versanti così si presentano come una superficie spezzata in tre segmenti con differenti inclinazioni in funzione delle caratteristiche meccaniche e strutturali dei litotipi su cui ciascun tratto è modellato. Infatti i rilievi più elevati hanno sommità pianeggiante, limitata da un gradino subverticale (affioramento di residue

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 17

placche del Conglomerato di Irsina); a questo gradino segue un tratto leggermente meno inclinato (affioramento delle Sabbie di Monte Marano in giacitura sub orizzontale) ed infine segue il tratto con pendenza più bassa (affioramento delle Argille Subappennine). Inoltre i versanti sono caratterizzati, anche, da processi denudativi in corso rappresentati su estese superfici da solchi di ruscellamento e da calanchi di forme a vario grado di evoluzione.

I versanti che scendono verso la valle del Fiume Bradano presentano solchi ed incisioni, tipiche forme calanchive dei terreni di natura argillosa, con pendenze non molto elevate. Nelle zone di versante e dove affiorano le argille sono presenti fenomeni di dissesto superficiale, rappresentati sia da creep e piccoli smottamenti e sia da veri e propri movimenti franosi. Si tratta di movimenti di massa, tipici delle aree argillose, che comunque sono di modesta entità e posti a distanza dall'area in esame.

L'area direttamente interessata dall'impianto fotovoltaico previsto si trova a quote medie di circa 410.0 m.s.l.m., ubicato su un morbido ubicata versante (del Monte Poto) che immerge in direzione sud-ovest con una acclività media  $< 10^\circ$ .

Per quanto riguarda la stabilità dei terreni direttamente interessati dall'opera in progetto, non si è rilevata la presenza di movimenti franosi che possano inficiare la stabilità dell'opera in progetto.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 18

### 3.1.2. idrografia ed idrogeologia

L'area in oggetto ricade nell'area nord-occidentale del bacino idrografico del Fiume Bradano.

Il bacino del Bradano ha una superficie di circa 3000 kmq ed è compreso tra il bacino del fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio a nord-est e ad est, ed il bacino del fiume Basento a sud.

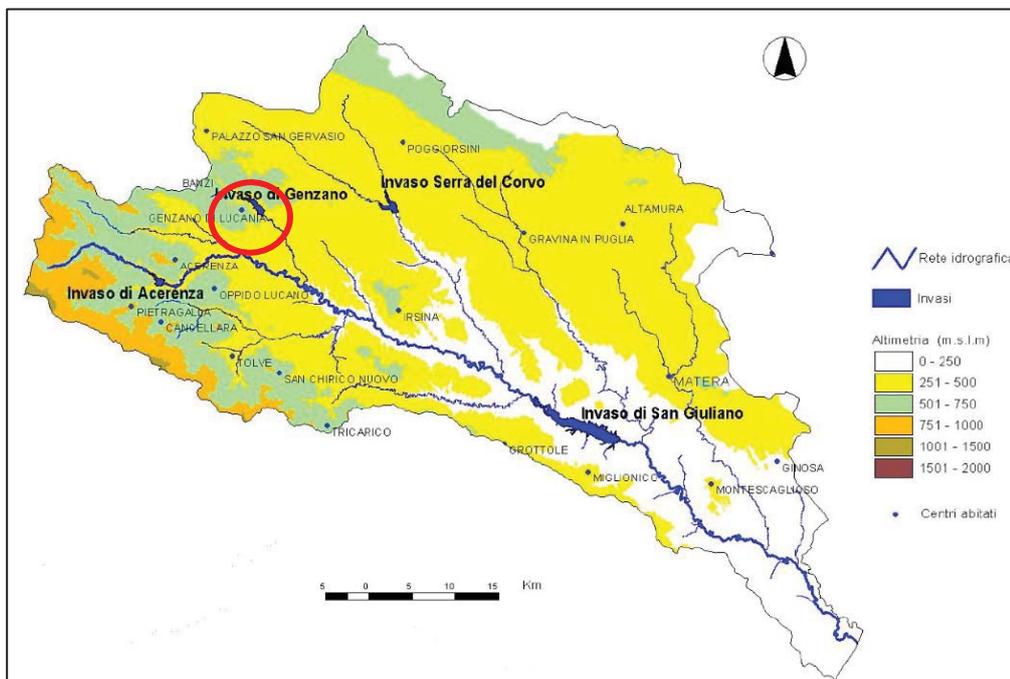


Figura 10 – Bacino idrografico Fiume Bradano (da A.d.B. Basilicata)

Il fiume Bradano si origina dalla confluenza di impluvi provenienti dalle propaggini nord-orientali di Monte Tontolo e di Madonna del Carmine, e dalle propaggini settentrionali di Monte S. Angelo.

Il corso d'acqua ha una lunghezza di 116 km e si sviluppa quasi del tutto in territorio lucano, tranne che per un modesto tratto, in prossimità della foce, che ricade in territorio pugliese.

Nel tratto montano riceve il contributo del torrente Bradanello in sinistra idrografica e, all'altezza dell'invaso di Aderenza, il Torrente Rosso in destra idrografica.

Nel tratto a valle della diga di Acerenza il fiume Bradano riceve dapprima le acque del torrente Fiumarella (il cui contributo è regolato dall'invaso di Acerenza) e della Fiumarella in sinistra idrografica, poi quello della Fiumara di Tolve in sinistra e quindi del torrente Percopo in destra.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 19

Poco a monte della Diga di San Giuliano il Bradano accoglie gli apporti del torrente Basentello (regolati dall'invaso di Serra del Corvo) in sinistra idrografica e del torrente Bilioso in destra.

A valle della Diga di San Giuliano il Bradano riceve il contributo del Torrente Gravina e quindi del Torrente Fiumicello in sinistra idrografica. Nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Fiumarella e l'invaso di San Giuliano il corso del Bradano in alcuni tratti assume l'aspetto di fiumara, in altri presenta un andamento meandriforme.

A valle della diga di San Giuliano il Bradano defluisce in una profonda fossa calcarea, (gravina), per poi riacquistare, all'altezza di Montescaglioso, le caratteristiche di un alveo sovralluvionato.

Con riferimento specifico al sito di progetto, il lotto si trova a cavallo di due sottobacini del Bradano. Le acque di ruscellamento del settore orientale dell'impianto confluiscono verso l'impluvio "La Fiumarella", il settore occidentale verso "Vallone Pericolo".

Per una visione di dettaglio dei sottobacini dell'areale studiato si rimanda all'allegato A.12.a.12 – *Corografia dei bacini in scala 1:5.000*.

#### Acque sotterranee:

Quasi del tutto inesistenti risultano nella zona le acque sotterranee. Le caratteristiche stratigrafico-strutturali e il bassissimo grado di permeabilità della successione costituita dalle argille grigio-azzurre presenti per uno spessore di alcune centinaia di metri, determinano infatti condizioni sfavorevoli all'esistenza di una falda idrica al suo interno. Tali argille costituiscono la formazione impermeabile di base delle piccole falde acquifere contenute nei terreni stratigraficamente sovrastanti, come le sabbie gialle "Sabbie di Monte Marano" o come il Conglomerato di Irsina. Piccoli ed effimeri livelli idrici possono instaurarsi nei depositi terrazzati presenti sui versanti, trattasi di falde sospese in cui i livelli sono strettamente connessi con l'andamento stagionale delle precipitazioni meteoriche. Una falda legata alla subalvea del Fiume Bradano è da segnalarsi nelle alluvioni recenti ed è profonda circa 3.00 - 6.00 mt dal p.c.

Le acque di precipitazione che raggiungono il suolo vengono ripartite in ordine alla permeabilità dei terreni affioranti. In merito al grado di permeabilità dei diversi litotipi presenti possono essere così suddivisi in base al grado e tipo di permeabilità:

- Terreni con grado di permeabilità da medio a medio-alto di tipo primaria per porosità:

a questo gruppo sono stati associati i depositi alluvionali recenti ed attuali;

- Terreni con medio grado di permeabilità di tipo primaria per porosità:

a questo gruppo appartengono i terreni attribuibili ai depositi sabbiosi e conglomeratici;

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 20

- Terreni praticamente impermeabili. Sono i terreni argillosi e limo argillosi appartenenti alla Formazione delle Argille Subappennine. Queste presentano una live permeabilità nella parte alta della formazione per porosità, ove risultano più alterate e con presenza di sottili livelli sabbiosi.

#### 4. VERIFICA INTERVERENZE CON VINCOLI E PIANIFICAZIONI VIGENTI

In questa sezione si riporta la verifica di interferenze o sovrapposizioni a perimetrazioni poste a tutela di un bene naturale o a prevenzione di un rischio.

In particolare la verifica è stata compiuta su:

- ✓ Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino)
- ✓ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PRGA)
- ✓ Piano Tutela Acque

##### 4.1 CONFORMITÀ CON PIANO STRALCIO ADB BASILICATA

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata (P.A.I.), ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio in cui ricade l'opera in oggetto. Nello specifico nel presente elaborato si fa riferimento a quanto riportato nel Titolo IV delle Norme Tecniche inerente alle aree di versante. Il Piano considera la pericolosità idrogeologica relativa alle aree instabili o che presentano un'elevata possibilità di essere direttamente coinvolte dall'evento calamitoso e dall'evoluzione dello stesso. Il rischio idrogeologico, correlato ai livelli di pericolosità registrati o stimati nelle singole porzioni di territorio, è la misura del danno arrecabile dagli eventi calamitosi in una determinata area. Il rischio totale è espresso dal prodotto della pericolosità (probabilità di accadimento) moltiplicato il valore degli elementi a rischio moltiplicato per la vulnerabilità.

L'area oggetto dell'intervento non presenta interferenze con il Piano stralcio dell'Autorità di Bacino ne con il Piano Rischio Alluvioni.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 21

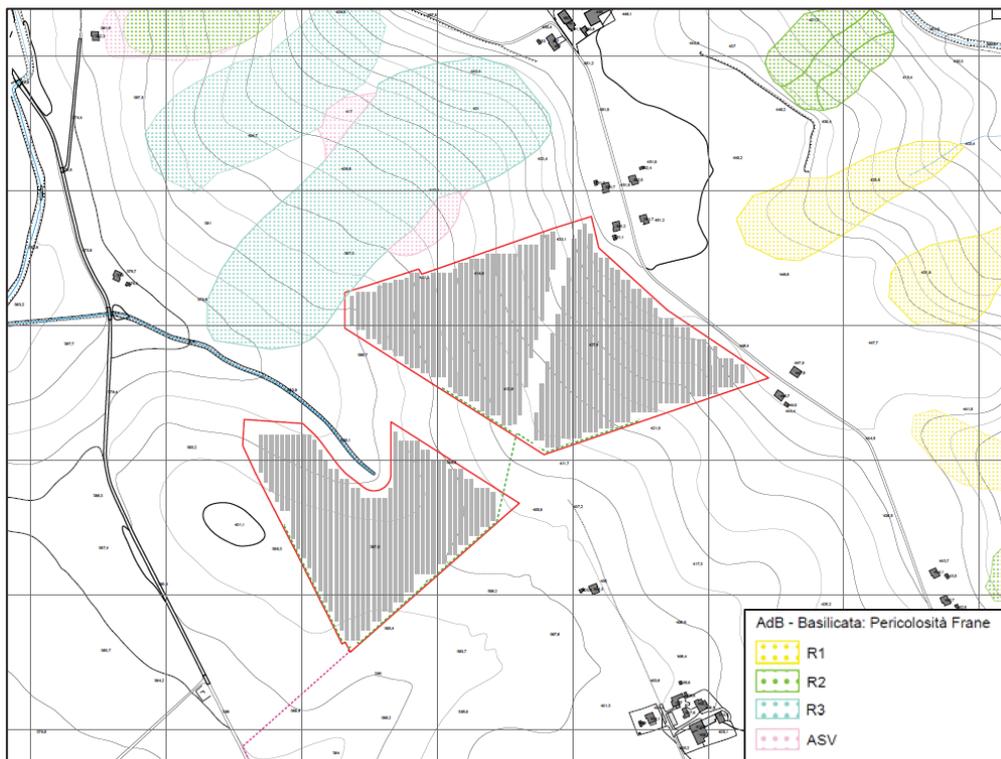


Figura 10 – Stralcio aree a rischio frana A.d.B. Basilicata (da RSDI Regione Basilicata)

#### 4.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)

La Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 individua il quadro dell'azione comunitaria per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e per la predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA). Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), a partire dalle caratteristiche del bacino idrografico interessato riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni. Il PGRA individua gli obiettivi di gestione del rischio di alluvioni ed il sistema di misure di tipo strutturale e non strutturale, in cui le azioni di mitigazioni dei rischi connessi alle esondazioni dei corsi d'acqua, alle mareggiate e più in generale al deflusso delle acque, si interfacciano con le forme di urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio, con le attività economiche, con l'insieme dei sistemi ambientali, paesaggistici e con il patrimonio storico-culturale. L'ambito territoriale di riferimento è quello dei Distretti Idrografici, individuati in Italia dal D.Lgs 152/2006 (art. 64); quello dell'AdB della Basilicata ricade nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Le Mappe della pericolosità da alluvioni individua le aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo tre scenari di pericolosità idraulica:

1. alluvioni rare di estrema intensità – tempi di ritorno degli eventi alluvionali fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità di accadimento - Livello di Pericolosità P1);

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 22

2. alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno degli eventi alluvionali fra 100 e 200 anni (media probabilità di accadimento - Livello di Pericolosità P2);
3. alluvioni frequenti: tempo di ritorno degli eventi alluvionali fra 20 e 50 anni (elevata probabilità di accadimento- Livello di Pericolosità P3).

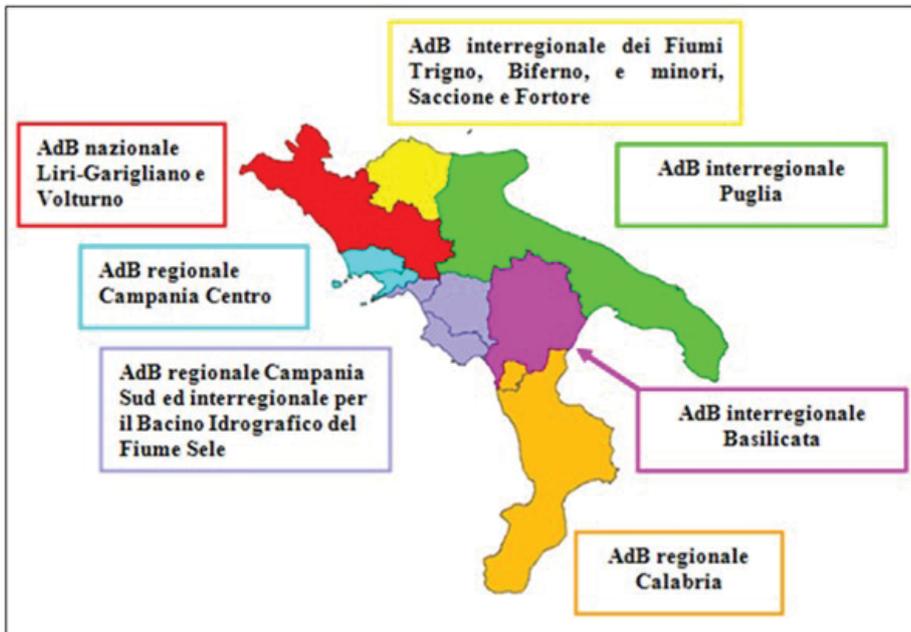


Figura 112 – Stralcio aree a rischio frana A.d.B. Basilicata (da RSDI Regione Basilicata)

L'area in oggetto non interferisce con il PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 23

#### 4.3 PIANO TUTELA ACQUE

In Basilicata, in conformità con la Direttiva Quadro sulle acque (Direttiva Europea 2000/60) e con il vigente D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., lo strumento tecnico cui far riferimento risulta essere il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Il Piano di tutela delle acque costituisce un adempimento della Regione per il perseguimento della tutela delle risorse idriche superficiali, profonde e marino-costiere. Il piano di tutela delle acque è un piano stralcio di settore del piano di bacino ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della legge 18 maggio 1989 n. 183.

La struttura geologica e le forme dei rilievi complesse ed articolate determinano acquiferi significativi ed una idrografia superficiale assai varia. Il sistema idrografico, interessato dalla catena appenninica interessa il versante ionico ad occidente con cinque fiumi (da est verso ovest Bradano, Basento, Cavone, Agri e Sinni), i cui bacini nel complesso si estendono su circa 70% del territorio regionale. La restante porzione della Basilicata è solcata dal fiume Ofanto, sfociante nel mar Adriatico, e dai Fiumi Sele, Noce e Lao, con foce nel Mar Tirreno. Il regime di tali corsi d'acqua è tipicamente torrentizio, caratterizzato da massime portate invernale e da un regime di magra durante la stagione estiva.

I bacini idrografici dei Fiumi Bradano, Sinni e Noce rivestono carattere interregionale ai sensi dell'art. 15 ex L. 183/89 e dell'art. 64 del D.Lgs 152/2006, in particolare: il bacino del fiume Bradano (sup. circa 3000 kmq) ricade per circa il 66% della sua estensione nella Regione Basilicata e per il restante 34% nella Regione Puglia; il bacino del Fiume Sinni (sup. circa 1360 kmq) è incluso per il 96% della sua estensione nella Regione Basilicata e per il restante 4% nella Regione Calabria; il bacino del Fiume Noce (sup. circa 380 kmq) ricade per il 78% nella Regione Basilicata e per il restante 22% nella Regione Calabria. I bacini dei Fiumi Basento (sup. circa 1535 kmq), Cavone (sup. circa 684 kmq) ed Agri (sup. circa 1723 kmq) sono inclusi totalmente nel territorio della Regione Basilicata.

Elemento peculiare è il riconoscimento da parte del PTA del criterio di "area sensibile" in relazione all'accadimento o al rischio potenziale di sviluppo di processi eutrofici nei corpi idrici che causano una degradazione qualitativa della risorsa. L'attuale carta delle aree sensibili sotto riportata, indica una delimitazione provvisoria di tali aree, delimitazione che diventerà definitiva nel momento in cui sarà portato ad attuazione il piano di monitoraggio attualmente in corso di espletamento.

Il sito di progetto pur rientrando in zona indicata come "*Bacini drenanti in aree sensibili*", data la sua tipologia di progetto non apporta interferenze con le acque.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico oggetto di tale studio non prevede alcuno scarico idrico, lo stesso risulta compatibile con il PRTA.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 24



Figura 13 - Bacini idrografici della Basilicata

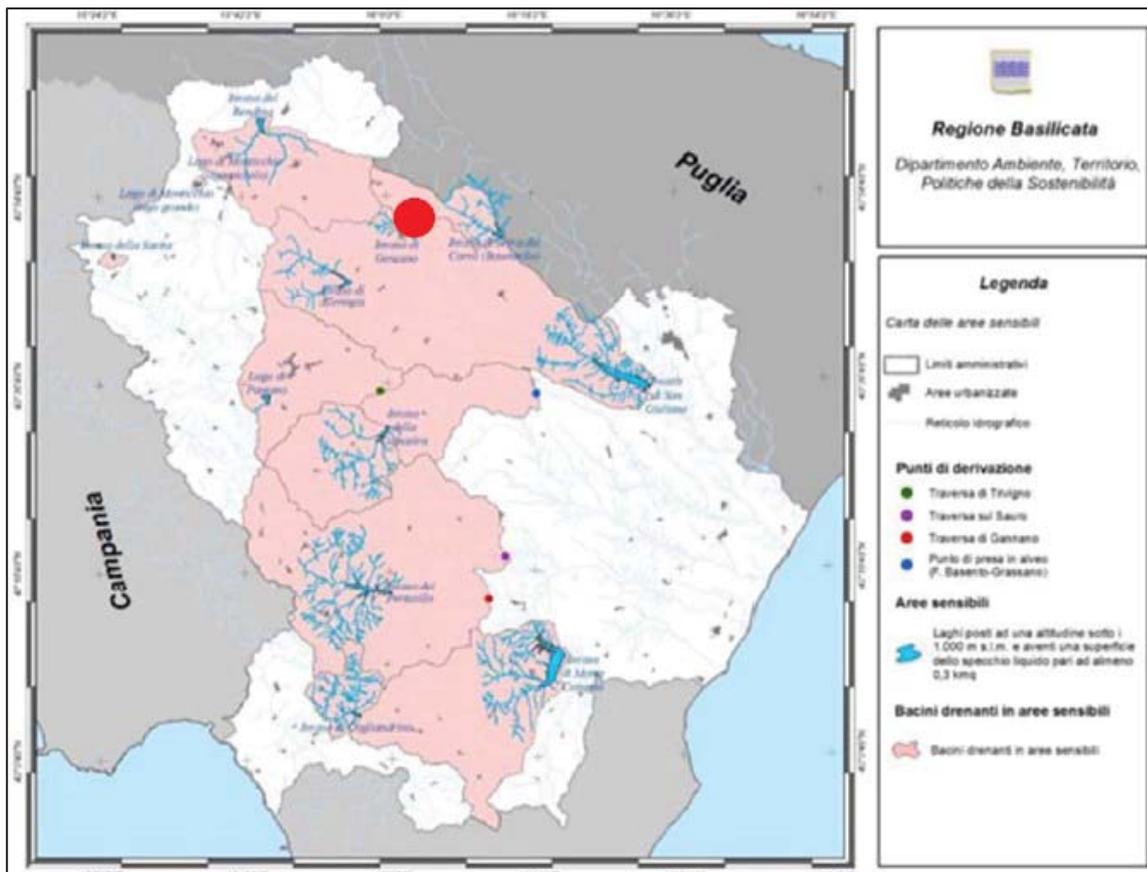


Figura 14 - Carta delle aree sensibili (Piano di Tutela delle Acque Regione Basilicata)

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 25

## 5. INDAGINI ESEGUITE

Al fine di definire puntualmente la stratigrafia del sito di progetto e di caratterizzare geotecnicamente e sismicamente i terreni di sedime, è stata condotta una campagna di indagini geognostica e geofisica con la realizzazione di:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche
- n. 1 indagine MASW
- n. 1 misura di microtremori a stazione singola HVSR

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella Tavola A.12.a.7

### 5.1 INDAGINI PERETROMETRICHE DINAMICHE

Le prove sono state eseguite con l'ausilio di un penetrometro dinamico TG30-20 prodotto e commercializzato dalla Pagani Geotechnical Equipment di Caldasco (PC), le cui caratteristiche tecniche principali sono riportate in Tabella 1.

Pagani TG 30-20			
Passo	10 cm	Lunghezza aste	1 m
Peso maglio	30 Kg	Peso aste	2,4 Kg
Volata	20 cm	Massa passiva	1,0 Kg
Area punta	10 cm <sup>2</sup>	Coeff. di correlaz. con N <sub>spt</sub>	0,766
Angolo apertura punta conica	60°	Energia specifica per colpo	6 Kg/cm <sup>2</sup>

Tab 1: caratteristiche del penetrometro

Le prove penetrometriche dinamiche sono largamente diffuse ed utilizzate sul territorio italiano da geologi e geotecnici, in quanto di semplice, economica e rapida esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo investigato, per mezzo di un'immagine in continuo, che permette di ottenere anche un raffronto circa le consistenze dei vari livelli attraversati. La sonda penetrometrica consente, inoltre, di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza, in generale, del terreno. L'esecuzione di ciascuna prova prevede l'infissione, con un sistema di battuta automatico, che assicura circa 20-30 colpi/minuto, di una punta conica, in questo caso a recupero; ogni 10 cm di avanzamento della punta viene misurato il numero di colpi: tale valore, opportunamente elaborato, viene utilizzato per determinare il valore di numerosi parametri geotecnici per mezzo di abachi.

L'indagine è stata condotta il giorno 25.11.2021 ed è consistita nella realizzazione di n. 4 prove denominate P1, P2, P3 e P4.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 26

Le prove hanno messo in evidenza la presenza di materiale coesivo variamente denso e compatto; trattasi di argille ed argille da limose a debolmente limose coesive e consistenti.

Le prove sono state interrotte a 5 m dal p. c.. Durante l'esecuzione delle prove e l'estrazione delle aste non è stata riscontrata la presenza di alcuna falda idrica superficiale (aste asciutte e sostanzialmente pulite).



Foto 1: esecuzione della Prova P2

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 27

### 5.1.1. risultati delle indagini e parametri geotecnici dei terreni

Di seguito si riportano i parametri geotecnici ed elastomeccanici desunti dall'esecuzione delle prove. La relazione completa delle indagini è riportata come allegato alla presente relazione.

ID	strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m <sup>3</sup> )	Gamma sat (KN/m <sup>3</sup> )	Fi	Cu (KPa)	Mod. Edometrico	Mod. Elastico	Mod. Poisson	Mod. Taglio G (Mpa)
P1	1	5	25	coesivo	20.79	21.77	-	243.2	25.18	24.52	-	-
P2	1	0.7	18	coesivo	20.5	22.56	-	174.46	18.18	17.65	-	-
	2	5	9	coesivo	19.02	20.89	-	86.49	9.18	8.83	-	-
P3	1	0.7	20	coesivo	20.59	22.65	-	194.07	20.18	19.61	-	-
	2	5	8	coesivo	18.63	18.73	-	76.79	8.18	7.85	-	-
P4	1	5	8	coesivo	18.63	18.73	-	76.79	8.18	7.85	-	-

Tab 2: parametrizzazione terreni investigati

## 5.2 INDAGINI SISMICHE

Il rapporto sulle indagini sismiche eseguite è riportato nell'allegato 2 al presente studio.

Una sintesi delle risultanze è riportata nel paragrafo 6.3

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL						
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)						
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 28	

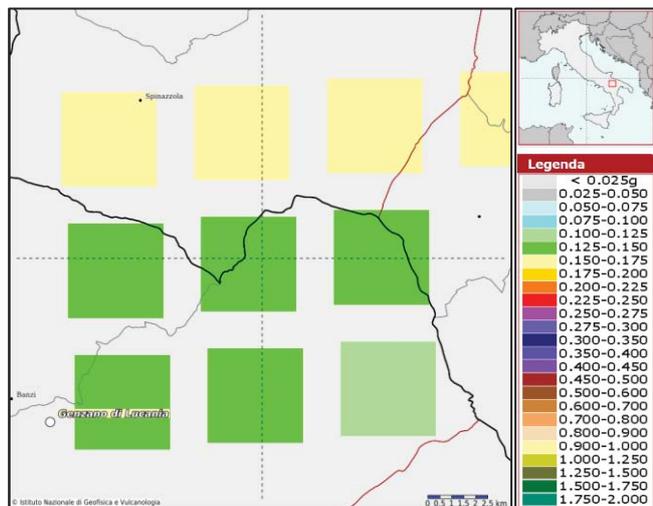
## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 6.1 PREMESSA

Sulla base della normativa sismica che fa riferimento alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.3.2003 ed in particolare le N.T.C.2018, di seguito sono esaminati i caratteri di sismicità della zona direttamente interessata dal progetto.

La Regione Basilicata con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 731 del 19.11.2003 in attuazione dell'OPCM 3274 del 2003, ha classificato sismicamente i comuni regionali, ponendo il Comune di Genzano di Lucania in zona sismica 2 (*Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti*).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Già con l'entrata in vigore delle NTC 2008, attualmente N.T.C. 2018 è stata realizzata una mappa della pericolosità sismica che copre l'intero territorio nazionale. Dall'analisi di tale mappa messa a disposizione dall'INGV si evince che l'area in studio rientrante nel Comune di Genzano di Lucania è caratterizzata da una accelerazione orizzontale al bedrock calcolata con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa tra 0,125  $a_g$ (g) e 0,150  $a_g$ (g).



**Figura 15 - Valori di pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s cat.). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.**

Tale discretizzazione sismica del territorio nazionale è stata recepita anche dalle NTC 2018. La normativa vigente prevede la verifica diretta della Risposta Sismica Locale con relativa identificazione dei parametri spettrali caratteristici del sito in studio, ovvero dà la possibilità di eseguire una analisi semplificata utilizzando spettri di risposta sismica sintetici legati a specifiche categorie di suolo elencate nella tabella 1, legati alle caratteristiche topografiche del sito secondo quanto inserito in tabella 2.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 29

Classe	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>Depositi 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>Depositi 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 30 m.

**Tabella 3 - Classi di suolo (TAB 3.2.II NTC 2018)**

Categorie topografiche	Categoria Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media <math>i &gt; 15</math></i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media <math>15^\circ \leq i \leq 30^\circ</math></i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media <math>i &gt; 30^\circ</math></i>

**Tabella 4 - Categorie topografiche (TAB 3.2.III NTC 2018)**

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 30

## 6.2 STORIA SISMICA DEL SITO

Il terremoto è uno dei fenomeni che possono contribuire a innescare episodi di dissesto nel tessuto urbano, risulta necessario un esame puntuale della storia sismica di sito, per verificare se in passato si sono avuti effetti di danneggiamento nell'areale di studio. L'agro del Comune di Genzano di Lucania appare interessato da alcuni eventi sismici. Attraverso la consultazione del Database Macrosismico Italiano DBMI15 messo a disposizione dall'INGV è stato possibile individuare gli eventi sismici che hanno interessato l'agro comunale a partire dall'anno 1000 fino al 2004. Dalla consultazione si osserva la presenza di un evento sismico significativo di MCS 7-8 avvenuto nel 1857 nell'area epicentrale denominata "Basilicata", eventi con MCS 7 riguardano quelli del: 1694 nell'area epicentrale "Irpinia-Basilicata", 1930 area epicentrale "Irpinia", 1963 area epicentrale "Potentino" e 1991 area epicentrale "Potentino". Meritano di essere citati eventi con MCS 6, quelli del 1851 area epicentrale "Vulture" e 1990 area epicentrale "Potentino".

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
7-8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
NF	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	1930	11	06	21	56		Alta Murgia	16	5	4.41
4	1931	05	10	10	48	55	Irpinia	43	5-6	4.64
3-4	1948	08	18	21	12	20	Gargano	58	7-8	5.55
4	1956	01	09	00	44		Materano	45	6	4.72
2	1957	05	03	03	29	34	Potentino	36	5	4.09
NF	1957	10	19	06	14		Potentino	16	4	3.70
5-6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
7	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7	5.19
4	1966	07	06	04	24		Alta Murgia	46	4	4.26
NF	1966	10	04	04	51	51	Potentino	15	5	4.16
F	1971	05	06	03	45	05	Irpinia	68	6	4.83
4	1973	08	08	14	36	26	Appennino campano-lucano	29	5-6	4.75
4-5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
5-6	1978	09	24	08	07	44	Materano	121	6	4.75
3	1982	03	21	09	44	0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
3-4	1983	02	02	08	14	16	Potentino	42	5	4.35
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
4-5	1987	01	28	05	33	2	Potentino	62	5	4.54
3-4	1988	01	08	13	05	4	Pollino	169	7	4.70
3-4	1989	05	29	11	19	1	Appennino lucano	77	5	4.34
6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4	1990	08	28	19	02	5	Potentino	84		4.21
7	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 31

4-5	1996 04 03 13 04 3	Irpinia	557	6	4.90
3-4	1998 04 07 21 36 0	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
3-4	1998 04 26 05 38 0	Potentino	67	4-5	3.76
3	2002 04 18 20 56 4	Appennino lucano	164	5	4.34
4	2004 09 03 00 04 1	Potentino	156	5	4.41

Figura 16 - Storia sismica abitato di Genzano di Lucania da INGV

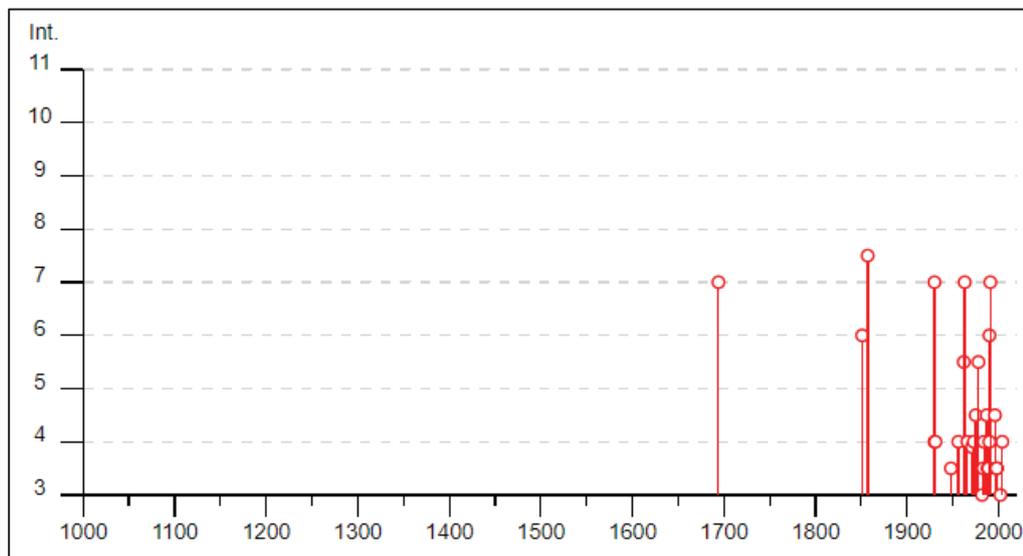


Figura 17 – Diagramma schematico storia sismica abitato di Genzano di Lucania da INGV

### 6.3 SORGENTI SISMOGENETICHE VICINE

La versione attuale (3.2.1) del “Database of Individual Seismogenic Sources – A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas” (DISS INGV, 2015. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>), contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l’informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Nel database non sono presenti sorgenti sismogenetiche per l’area in oggetto, le più vicine sono:

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 32

- la sorgente ITCS089 – Sorgente sismogena composta Rapolla - Spinazzola.
- La sorgente ITCS063 - Sorgente sismogena composta Andretta – Filano
- La sorgente ITCS005 - Sorgente sismogena composta Baragiano – Palagianello
- La zona di Subduzione ITSD001 – Arco Calabro

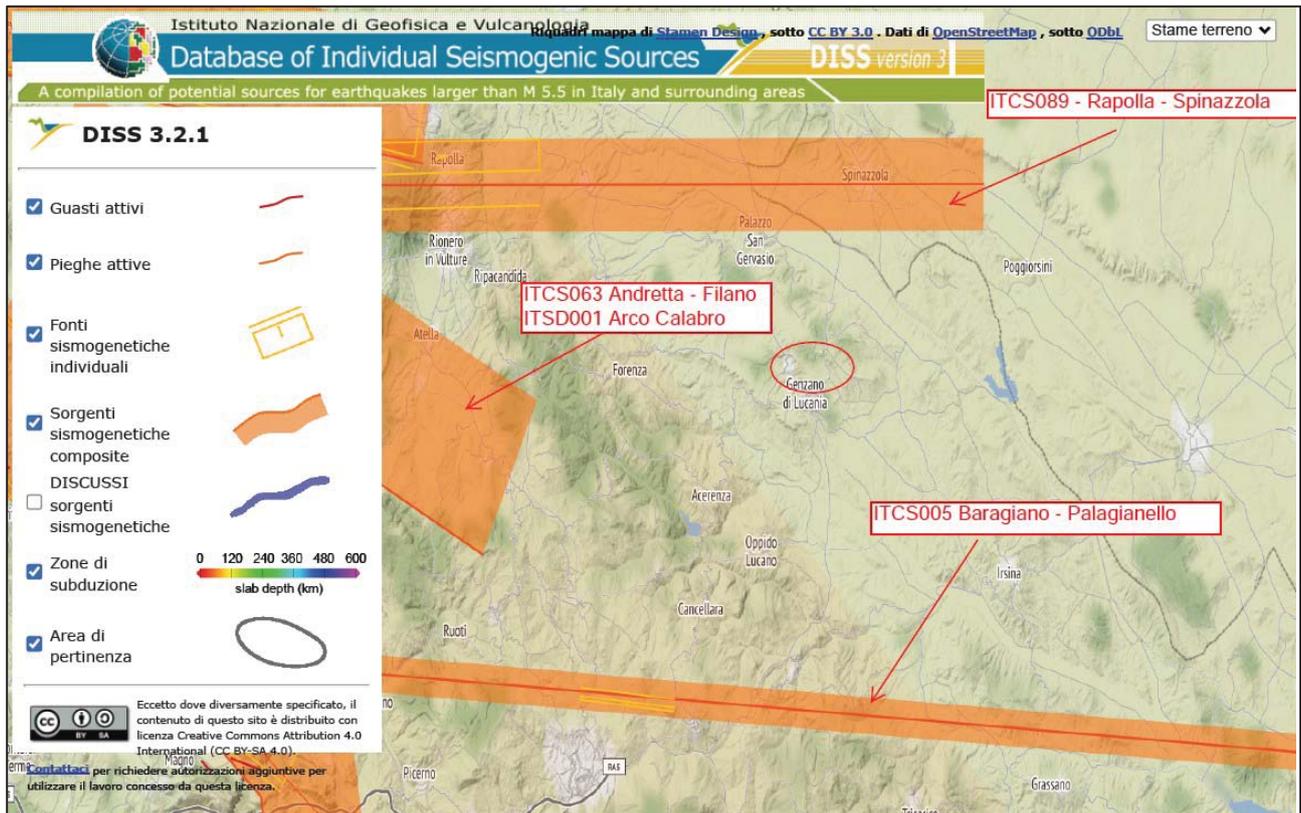


Figura 18 – Sorgenti vicine all’area di studio

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 33

## 6.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA SITO DI PROGETTO

Per la caratterizzazione di un sito, il D.M. 14/01/2008 prevedeva la determinazione della Vs30, dall'entrata in vigore delle nuove N.T.C./2018 (D.M. 17 gennaio 2018), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo di fondazione, la classificazione può effettuarsi in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni.

La velocità equivalente delle onde di taglio è definita dalla seguente espressione:

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

Dove:

- $h_i$ : spessore (in metri) dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{s,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- N: numero di strati;
- H: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite riportate in tabella.

Classe	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	<i>Depositi 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.
<b>D</b>	<i>Depositi 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.
<b>E</b>	<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 30 m.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 34

Nel caso in esame, al fine di ottenere il dato della  $V_{s,eq}$  è stata eseguita in sito n.1 indagine sismica con metodologia MASW. Questa tipologia di indagine permette di stimare la velocità equivalente delle onde S relativamente al volume di suolo sotteso dallo stendimento realizzato, analizzando la velocità delle onde di Rayleigh.

L'indagine MASW è stata eseguita utilizzando 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza pari a 46,0 m ed una distanza di scoppio dal primo geofono pari a 10,0 m. L'analisi dei dati ha consentito di stimare un valore medio di circa **275.0 m/s**, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di **categoria C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*)

**MASW**

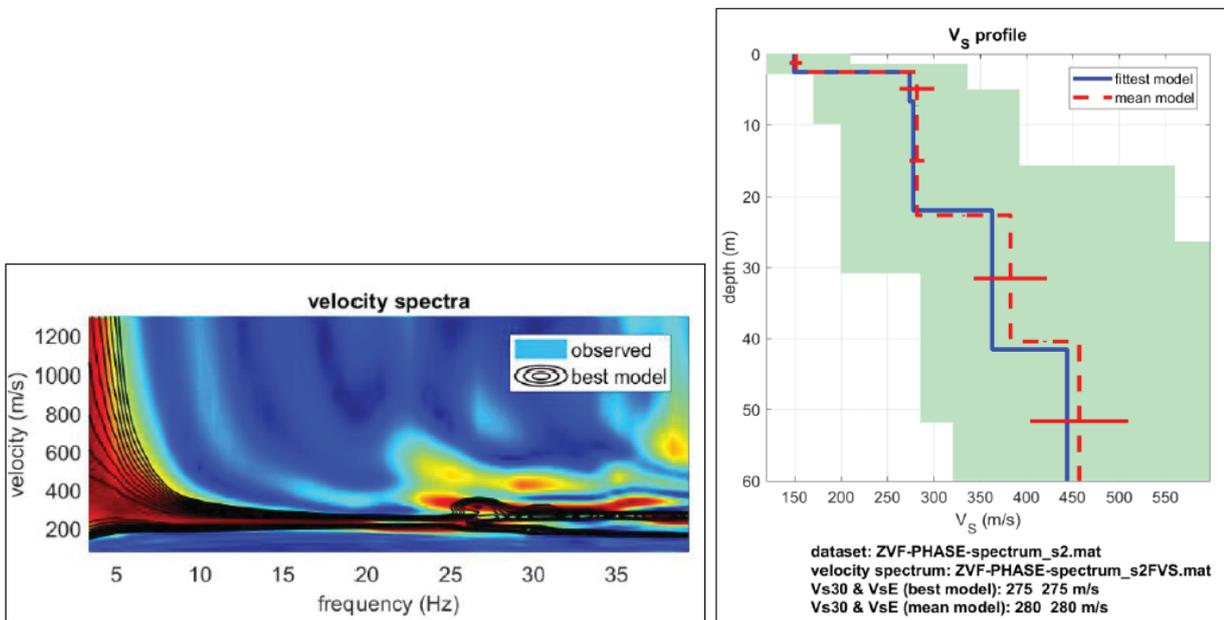


Figura 19: Spettro di velocità e curva di dispersione individuata MASW Profilo delle velocità delle onde S MASW

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 35



Foto 2: ubicazione indagine sismica MASW

Profondità dal piano campagna (m)	Spessore del sismostrato (m)	Velocità onde S (m/s)
2,5	2,5	150
6,6	4,1	274
21,9	15,3	278
41,4	19,5	363
60,0	18,6	444

Tabella 5 – Velocità onde S

L'analisi dei dati ha consentito di stimare un valore di  $V_{seq}$ , per i primi 30 m dal piano campagna, pari a **275 m/s**.

A completezza dei dati sismici, sono stata eseguita n.1 misura dei microtremori in campo libero (HVSr), che evidenzia un picco a una frequenza di vibrazione fondamentale del sito di circa 24,69 HZ.

In conformità alla normativa vigente, di seguito, si riporta l'azione sismica di riferimento del sito in oggetto.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 36

### 6.3 RISPOSTA SIMICA LOCALE (RSL)

Lo studio di risposta sismica locale consiste nel descrivere il comportamento di un sito in condizioni dinamiche e nel valutare se e in quale misura un sito è suscettibile di amplificazione sismica. L'amplificazione sismica di un sito dipende da molteplici fattori legati essenzialmente alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche di un sito e alla capacità dello stesso di smorzare l'energia sismica o di intrappolarla e dunque amplificarla. L'effetto di amplificazione sismica si ottiene quando un terreno soffice con bassa velocità di propagazione delle onde sismiche è posto al di sopra di un terreno rigido (bedrock), caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche maggiore di 800 m/s (NTC 2018). Ovviamente vanno considerate a corredo anche gli spessori dei terreni e le loro caratteristiche geotecniche.

Per la redazione della R.S.L. per il sito in oggetto, a seguito di quanto emerso dallo studio geologico, si può asserire che le condizioni di sito consentono un approccio semplificato dell'analisi.

#### 6.3.1 analisi generale da normativa

L'area di progetto è stata individuata attraverso le seguenti coordinate ED50: latitudine: 40,906153; longitudine: 16,143324. Di seguito si riportano i parametri caratteristici del sito:

Zona sismica	Zona 3	<p>Maglia nodi</p>
Vita nominale della struttura	50 anni	
Classe d'uso	I – Presenza occasionale di persone, edifici agricoli.	
Coefficiente $C_u$	0,7	
Periodo di riferimento per l'azione sismica – $V_R = V_N * C_u$	50 anni	
Categoria suolo di fondazione	<b>C</b> ( $V_{Seq} = 275$ m/s)	
Categoria topografica	T1 (pianeggianti e subpianeggianti)	

Tabella 6 - Parametri caratteristici del sito di progetto

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 37

Il D.Lgs. 11/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" prevede la verifica della sicurezza e delle prestazioni di tutte le strutture agli Stati Limite durante la propria Vita Nominale.

Gli Stati Limite da valutare sono:

- ✓ SLU Stato Limite Ultimo – che ha un carattere irreversibile
- ✓ SLE Stato Limite di Esercizio – che può avere carattere sia reversibile che irreversibile.

In presenza di una azione sismica gli Stati Limite da considerare sono:

per lo Stato Limite Ultimo SLU

- ✓ SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita
- ✓ SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso

per lo Stato Limite di Esercizio SLE

- ✓ SLO – Stato Limite di Operatività
- ✓ SLD - Stato Limite del Danno

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tabella sottostante.

Stati Limite	PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Tabella 7 - Stati limite e probabilità di superamento**

Di seguito sono forniti i dati e i grafici inerenti la Pericolosità Sismica del Sito nonché i parametri sismici normativi:

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 38

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,040	2,543	0,276
50	0,051	2,556	0,300
72	0,059	2,602	0,333
101	0,071	2,541	0,346
140	0,081	2,586	0,358
201	0,095	2,532	0,412
475	0,141	2,572	0,428
975	0,191	2,539	0,436
2475	0,284	2,456	0,443

**Tabella 8 - Individuazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  per differenti periodi di ritorno ( $T_R$ )**

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 39

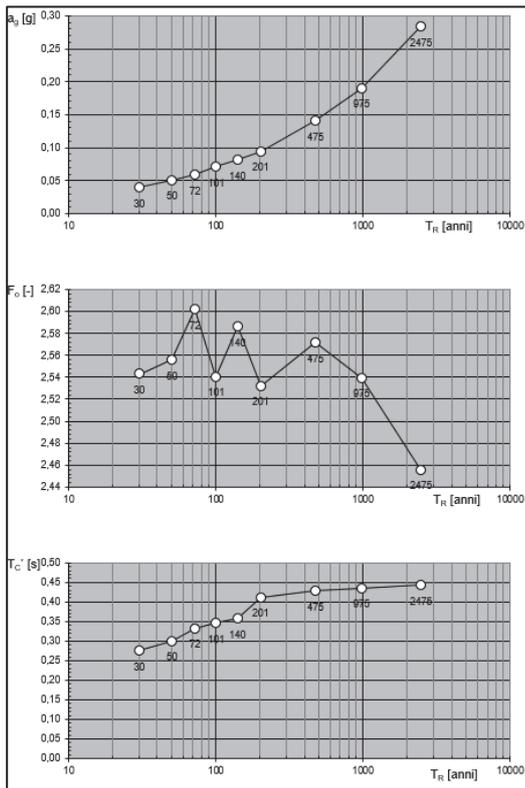


Figura 20 - Distribuzione dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  per differenti periodi di ritorno ( $T_R$ ) elaborati mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3).

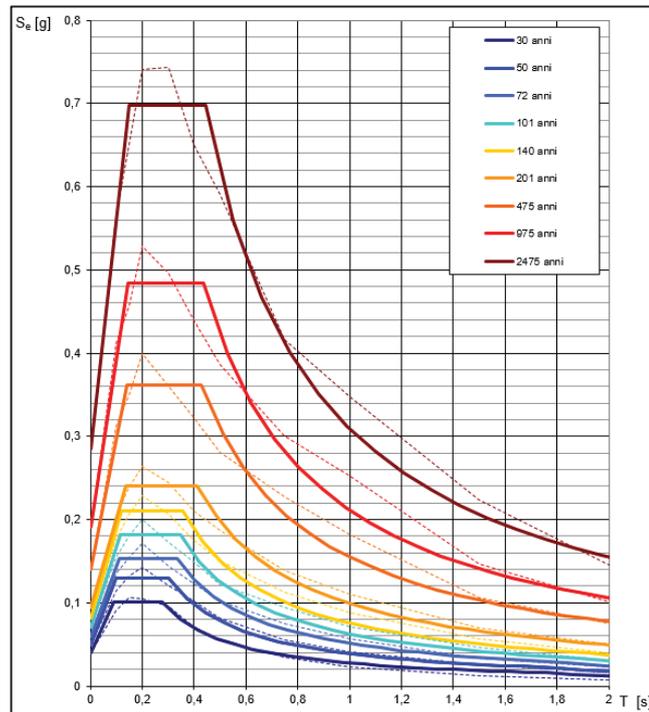


Figura 21 - Spettri di risposta elastici per differenti periodi di ritorno ( $T_R$ ) elaborati mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3). Si evidenzia che con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto SI-INGV da cui sono derivati.

### 6.3.2 calcolo fattori amplificazione sismica $f_a$ , $f_v$

Lo studio di Risposta Sismica Locale consiste nel descrivere il comportamento di un sito in condizioni dinamiche e nel valutare se e in quale misura un sito è suscettibile di amplificazione sismica. L'amplificazione sismica di un sito dipende da molteplici fattori legati essenzialmente alle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche di un sito e alla capacità dello stesso di smorzare l'energia sismica o di intrappolarla e dunque amplificarla. L'effetto di amplificazione sismica si ottiene quando un terreno soffice con bassa velocità di propagazione delle onde sismiche è posto al di sopra di un terreno rigido (bedrock), caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche maggiore di 800 m/s (NTC 2018). Ovviamente vanno considerate a corredo anche gli spessori dei terreni e le loro caratteristiche geotecniche.

Per il sito in studio è stata seguita una analisi di II Livello attraverso l'utilizzo degli abachi, utilizzando la procedura indicata da "indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (Parte III, Par. 3.2.4)". In riferimento alla L.R. n.9 del 7 giugno 2011, nella quale si stabiliscono i parametri di accelerazione di picco e la coppia magnitudo distanza relativa ai singoli Comuni della regione Basilicata (All.1 L.R. 9 7/5/2011), per il Comune

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 40

di Genzano sono stati definiti i seguenti parametri: Zona sismica 3; PGA 0,141g; Magnitudo 6,01; distanza 23,0 Km.

La procedura di calcolo dei fattori di amplificazione sismica FA (fattore di amplificazione in termine di accelerazione del moto sismico) ed FV (fattore di amplificazione in termine di velocità del moto sismico) è stato effettuato attraverso l'utilizzo degli abachi. La scelta del giusto abaco è stata effettuata considerando i seguenti parametri di input:

- 1) Il modello sismostratigrafico è stato ricostruito attraverso l'esecuzione di una indagine geofisica MASW. La sismostratigrafia ottenuta dalle indagini MASW ha permesso di stimare la sismostratigrafia fino a 30 m dal P.C. definendo un valore di  $V_{s30}$  pari a 275 m/s. Considerando la regolarità con cui la velocità delle onde S aumenta con la profondità, è stato possibile stimare la profondità del bedrock ( $V_s = 800$  m/s) mantenendo costante la linea di tendenza ottenuta interpolando i valori dei punti di ginocchio riscontrati nell'indagine MASW.

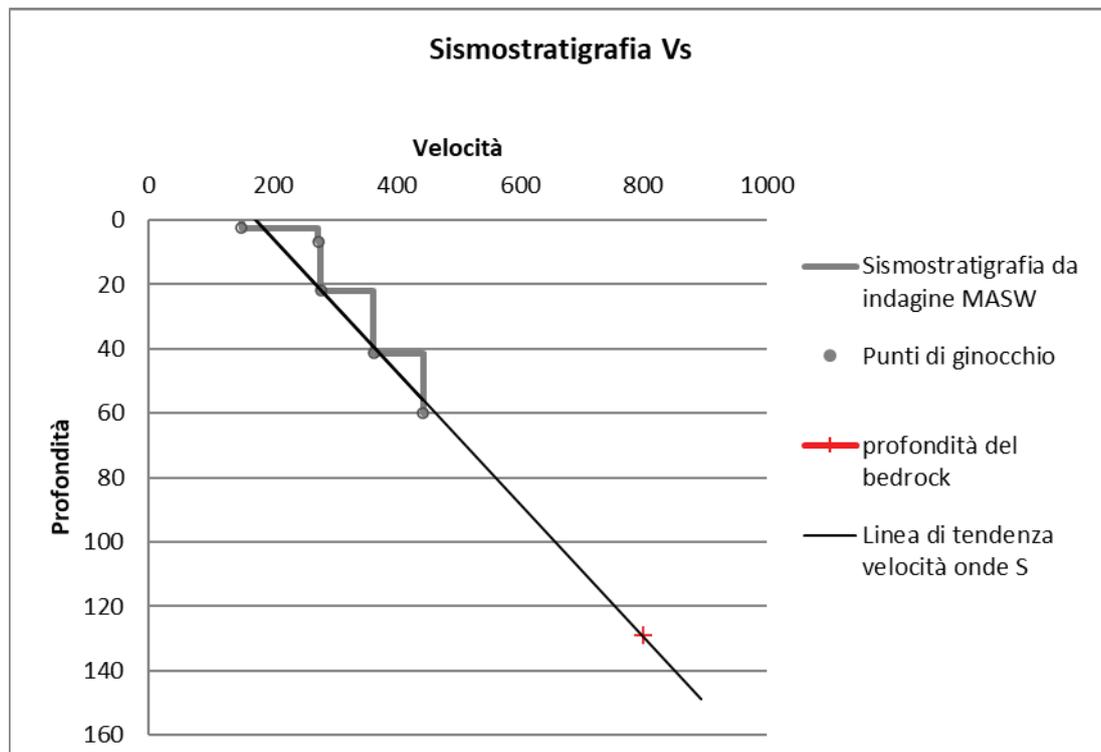


Figura 22- Rappresentazione grafica della stima della profondità del bedrock

L'analisi dei dati, così eseguita ha determinato un valore della profondità del bedrock pari a 129 m dal P.C.

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 41

Considerando la sismostratigrafia ottenuta con la ricostruzione sopra indicata si ottiene una  $V_{S129}$  stimata fino al bedrock è pari a 480,40 m/s.

- 2) Dall'analisi stratigrafica diretta e dalla classificazione granulometrica i depositi di copertura possono essere considerati come **argille**.
- 3) Considerando che la PGA di riferimento secondo quanto indicato dall'All 1 della L.R. 9 del 7 giugno 2011 è pari a 0,141 (g), si considererà l'abaco con valori di  $a_g$  pari a **0,18** (g).
- 4) Considerando la sismostratigrafia ottenuta dall'indagine MASW si considererà un profilo di  $V_s$  lineare con pendenza intermedia.

Nella tabella seguente si riassumono i dati di input

Litologia	( $A_g$ )g di riferimento	Profilo di velocità	$V_s$ media	Spessore al tetto del bedrock
Argilla	0,18	lineare con pendenza intermedia	500 m/s	130 metri

Tabella 9 - Parametri di input

Considerando i dati di input descritti gli abachi di riferimento riportati in Fig. 23 e 24.

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Argilla	$a_g$ (g) 0,18g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			$V_{gs}$ (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5			2.37	1.86	1.72	1.48	1.28	1.15	1.09	1.05	1.02	1.01
10			2.62	2.40	2.07	1.75	1.52	1.36	1.25	1.17	1.07	1.02
15			2.25	2.35	2.21	1.96	1.75	1.55	1.40	1.28	1.13	1.04
20			1.86	2.12	2.15	1.98	1.80	1.62	1.48	1.36	1.18	1.06
25			1.86	1.88	1.98	1.94	1.80	1.63	1.51	1.39	1.21	1.08
30			-	1.86	1.87	1.80	1.75	1.62	1.50	1.39	1.22	1.08
35			-	1.83	1.83	1.71	1.63	1.58	1.48	1.39	1.21	1.08
40			-	1.79	1.80	1.71	1.56	1.52	1.45	1.36	1.21	1.08
50			-	1.61	1.74	1.67	1.56	1.45	1.36	1.30	1.18	1.06
60			-	1.53	1.66	1.62	1.54	1.43	1.34	1.27	1.15	1.05
70			-	1.43	1.56	1.59	1.49	1.41	1.32	1.25	1.13	1.03
80			-	1.41	1.53	1.49	1.47	1.37	1.31	1.23	1.12	1.02
90			-	1.33	1.46	1.47	1.42	1.36	1.28	1.22	1.10	1.01
100			-	1.22	1.40	1.42	1.39	1.33	1.27	1.20	1.09	1.00
110			-	1.16	1.36	1.38	1.34	1.29	1.24	1.19	1.08	0.99
120			-	1.17	1.27	1.34	1.32	1.27	1.21	1.17	1.07	0.98
130			-	1.11	1.21	1.31	1.28	1.26	1.19	1.15	1.06	0.98
140			-	1.04	1.19	1.27	1.25	1.22	1.18	1.13	1.05	0.96
150			-	1.00	1.17	1.21	1.22	1.19	1.16	1.11	1.03	0.96

Figura 23 - abaco utilizzato per la determinazione di FA

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 42

Fattore di amplificazione FV	Tipo di terreno Argilla	$a_g (g)$ 0.18g										Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia
		$V_{ps} (m/s)$										
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
5		1.18	1.09	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	
10		2.32	1.54	1.18	1.11	1.08	1.05	1.03	1.02	1.01	1.00	
15		2.99	2.13	1.61	1.29	1.16	1.11	1.07	1.05	1.02	1.01	
20		3.15	2.56	1.93	1.56	1.32	1.18	1.13	1.09	1.04	1.01	
25		3.05	2.76	2.23	1.78	1.49	1.30	1.19	1.13	1.06	1.02	
30		-	2.75	2.38	1.97	1.64	1.42	1.28	1.18	1.08	1.03	
35		-	2.70	2.49	2.06	1.74	1.52	1.35	1.23	1.10	1.03	
40		-	2.65	2.45	2.15	1.82	1.59	1.41	1.27	1.12	1.04	
50		-	2.45	2.39	2.17	1.94	1.71	1.52	1.37	1.17	1.05	
60		-	2.41	2.29	2.12	1.91	1.74	1.58	1.43	1.20	1.06	
70		-	2.20	2.16	2.06	1.89	1.72	1.56	1.43	1.21	1.08	
80		-	2.07	2.14	1.97	1.85	1.69	1.56	1.44	1.22	1.09	
90		-	2.06	2.01	1.92	1.77	1.66	1.54	1.43	1.23	1.09	
100		-	2.03	1.93	1.89	1.73	1.61	1.51	1.41	1.23	1.09	
110		-	1.98	1.92	1.82	1.70	1.58	1.48	1.38	1.22	1.09	
120		-	1.97	1.91	1.75	1.67	1.55	1.45	1.37	1.21	1.08	
130		-	1.94	1.87	1.73	1.63	1.53	1.43	1.34	1.19	1.06	
140		-	1.88	1.83	1.74	1.59	1.50	1.40	1.32	1.18	1.05	
150		-	1.83	1.80	1.72	1.54	1.46	1.39	1.30	1.17	1.04	

Figura 24 - abaco utilizzato per la determinazione di FV

In conclusione i valori di amplificazione sismica per l'area in oggetto sono:

- FA = 1,15
- FV = 1,34

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 43

## 7. CONCLUSIONI

L'oggetto del presente studio è stato quello di fornire un quadro completo delle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche a corredo dalla progettazione per l'installazione di un impianto di produzione di energia da fonte solare di potenza di picco pari a 19.98 MWp e potenza di immissione in rete di 16.000KW da realizzare in agro del Comune di Genzano di Lucania (PZ) in Località *Mercante*.

Dalle risultanze ottenute, sulla base degli elementi a disposizione, considerando quanto scaturito dal rilevamento geologico di superficie e dall'analisi geotecnica e sismica condotta, si ritiene l'area geologicamente idonea e compatibile con quanto previsto in progetto.

Con riferimento alle aree a rischio individuate dall'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata l'area di Progetto non presenta interferenze con aree a Pericolosità Idraulica né Geomorfologica; non vi sono manifestazioni di dissesto in atto o potenziali.

I terreni sono in gran parte ascrivibili ad argille da limose a debolmente limose coesive. I principali parametri geotecnici sono stati desunti dall'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche le cui risultanze sono sintetizzate nel paragrafo 5.1. Il rapporto completo delle indagini penetrometriche è riportato come Allegato 1.

Nel sito direttamente interessato dalla progettazione, non si segnalano livelli piezometrici prossimi al piano campagna che possono interferire con l'opera.

Il sito studiato ricade nel territorio del Comune di Genzano di Lucania, che risulta classificato come zona a rischio sismico 2. Il Capitolo 6 riporta l'analisi sismica e la risposta sismica locale.

Con riferimento a quanto già descritto in precedenza, il valore di  $V_{s,eq}$  da considerare è di **275.0 m/s**, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di categoria C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*)

Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica è riportato nel paragrafo 6.4.2 e restituisce per l'area in oggetto pari a:

– **FA = 1,15**

– **FV = 1,34**

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 44

STUDIO GEOLOGICO TECNICO  
DOTT. ROCCO MARCO CARLUCCI  
VIA P. D'ERCOLE, 5 70038 TERIZZI (BA)  
P.IVA 07856410720

TEL./FAX 080-3511160  
MOB. 347-1899131  
MAIL [marco.carlucci@geossambiente.it](mailto:marco.carlucci@geossambiente.it)  
pec. [roccomarco.carlucci@epap.sicurezzapostale.it](mailto:roccomarco.carlucci@epap.sicurezzapostale.it)

Si prescrive una attenta e corretta progettazione e realizzazione e successiva manutenzione di sistemi di regimazione delle acque meteoriche.

Terlizzi Dicembre 2021

Il geologo

Geol. Rocco Marco Carlucci

Il tecnico: Geol. Rocco Marco Carlucci	Proponente:	SMARTENERGY2001SRL					
	Titolo:	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO POTENZA DI 19.98 MWP IN LOCALITÀ MERCADANTE IN AGRO DEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)					
	Data:	Dicembre 2021	Elaborato	RS_001	Rev.	0.0	Pag. 45

# Regione Basilicata

## Comune di Genzano

### Relazione sulle indagini penetrometriche

**Realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra connesso alla rete elettrica di distribuzione ubicato nel territorio comunale di Genzano di Lucania (PZ) - loc. Mercante - potenza nominale circa 19.983,60 KWdc**

#### **Il Committente**

Dott. geol. Carlucci Rocco Marco  
via A. Favale,12  
70038 Terlizzi (BA)

Gioia del Colle, novembre 2021

#### **Il Tecnico**

Dott. geol. Marco Costa  
Ordine dei Geologi di Puglia n. 574  
Via Dante Alighieri, 66  
70023 Gioia del Colle (BA)

Tel. 340/9009011

## *Sommario*

<i>1. Introduzione.....</i>	<i>3</i>
<i>2. Descrizione della strumentazione utilizzata .....</i>	<i>3</i>
<i>3. Descrizione delle indagini .....</i>	<i>3</i>
<i>Allegato 1 – Report fotografico .....</i>	<i>10</i>
<i>Allegato 2 – Tabelle di dettaglio delle elaborazioni eseguite.....</i>	<i>12</i>

## 1. Introduzione

Lo scrivente, dott. geol. Marco Costa, con studio professionale in Gioia del Colle (BA) al n. 66 di via Dante Alighieri, iscritto all'Ordine dei Geologi di Puglia al n. 574, in relazione al progetto di “*Realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra connesso alla rete elettrica di distribuzione ubicato nel territorio comunale di Genzano di Lucania (PZ) - loc. Mercante - potenza nominale circa 19.983,60 kWd*”, ha ricevuto l’incarico, da parte del dott. geol. Carlucci Rocco Marco, con sede legale in Terlizzi (BA) al n. 12 di via A. Favale, di eseguire n. 4 prove dirette e puntuali con tecnica penetrometrica dinamica; tali prove sono state eseguite con lo scopo di determinare le caratteristiche geotecniche salienti del substrato indagato.

## 2. Descrizione della strumentazione utilizzata

Le prove sono state eseguite con l’ausilio di un penetrometro dinamico TG30-20 prodotto e commercializzato dalla Pagani Geotechnical Equipment di Calendasco (PC), le cui caratteristiche tecniche principali sono riportate in Tabella 1.

Pagani TG 30-20			
Passo	10 cm	Lunghezza aste	1 m
Peso maglio	30 Kg	Peso aste	2,4 Kg
Volata	20 cm	Massa passiva	1,0 Kg
Area punta	10 cm <sup>2</sup>	Coeff. di correlaz. con Nspt	0,766
Angolo apertura punta conica	60°	Energia specifica per colpo	6 Kg/cm <sup>2</sup>

Tabella 1: dati tecnici del penetrometro Pagani TG30-20.

Le prove penetrometriche dinamiche sono largamente diffuse ed utilizzate sul territorio italiano da geologi e geotecnici, in quanto di semplice, economica e rapida esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo investigato, per mezzo di un’immagine in continuo, che permette di ottenere anche un raffronto circa le consistenze dei vari livelli attraversati. La sonda penetrometrica consente, inoltre, di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza, in generale, del terreno. L’esecuzione di ciascuna prova prevede l’infissione, con un sistema di battuta automatico, che assicura circa 20-30 colpi/minuto, di una punta conica, in questo caso a recupero; ogni 10 cm di avanzamento della punta viene misurato il numero di colpi: tale valore, opportunamente elaborato, viene utilizzato per determinare il valore di numerosi parametri geotecnici per mezzo di abachi.

## 3. Descrizione delle indagini

L’indagine, eseguita in data 25/11/2021, è consistita nella realizzazione di quattro prove (Allegato 1) denominate P1, P2, P3 e P4 entro l’area d’interesse progettuale (Figura 1), in corrispondenza delle coordinate riportate in Tabella 2 (DATUM UTM WGS84 – Fuso 33).

ID indagine	Coordinata X	Coordinata Y
P1	596.936	4.528.936
P2	596.179	4.528.674
P3	596.344	4.528.845
P4	596.266	4.529.021

Tabella 2: ubicazione planimetrica delle indagini penetrometriche eseguite.

La disamina delle Figure 2, 3, 4 e 5 (che riportano il n. di colpi misurato sul campo ogni 10 cm di avanzamento della punta) mette in evidenza la presenza di materiale coesivo (il comportamento meccanico del materiale indagato è stato desunto dalla disamina dei dati geologici di letteratura opportunamente verificati in campo) variamente denso e compatto; le prove sono state interrotte a 5 m dal p. c.. Durante l’esecuzione delle prove e l’estrazione delle aste non è stata riscontrata la presenza di alcuna falda idrica superficiale (aste asciutte e sostanzialmente pulite).

Nelle Tabelle 3, 4, 5 e 6 è riportata una sintesi dei parametri geotecnici ricavati per il materiale indagato in corrispondenza di ciascuna penetrometria, mentre in Allegato 2.

In allegato 1 è riportata la documentazione fotografica relativa alla indagine diretta eseguita, mentre in Allegato 2 sono riportati i risultati di dettaglio delle elaborazioni condotte sulla scorta dei dati acquisiti sul campo e della natura geotecnica ipotizzata per lo stesso materiale; l’interpretazione è stata effettuata mediante l’utilizzo di abachi

ritenuti più appropriati alla situazione litostratigrafica ipotizzata a mezzo del software Dynamic Probing (versione 2017.25.5.699), in possesso dello scrivente, prodotto e commercializzato dalla Geostru Software. Si fa presente che dalla elaborazione dei dati acquisiti in campo sono stati esclusi quei valori ritenuti anomali (valori troppo elevati o troppo bassi) rispetto alla all'andamento generale del numero di colpi misurato.

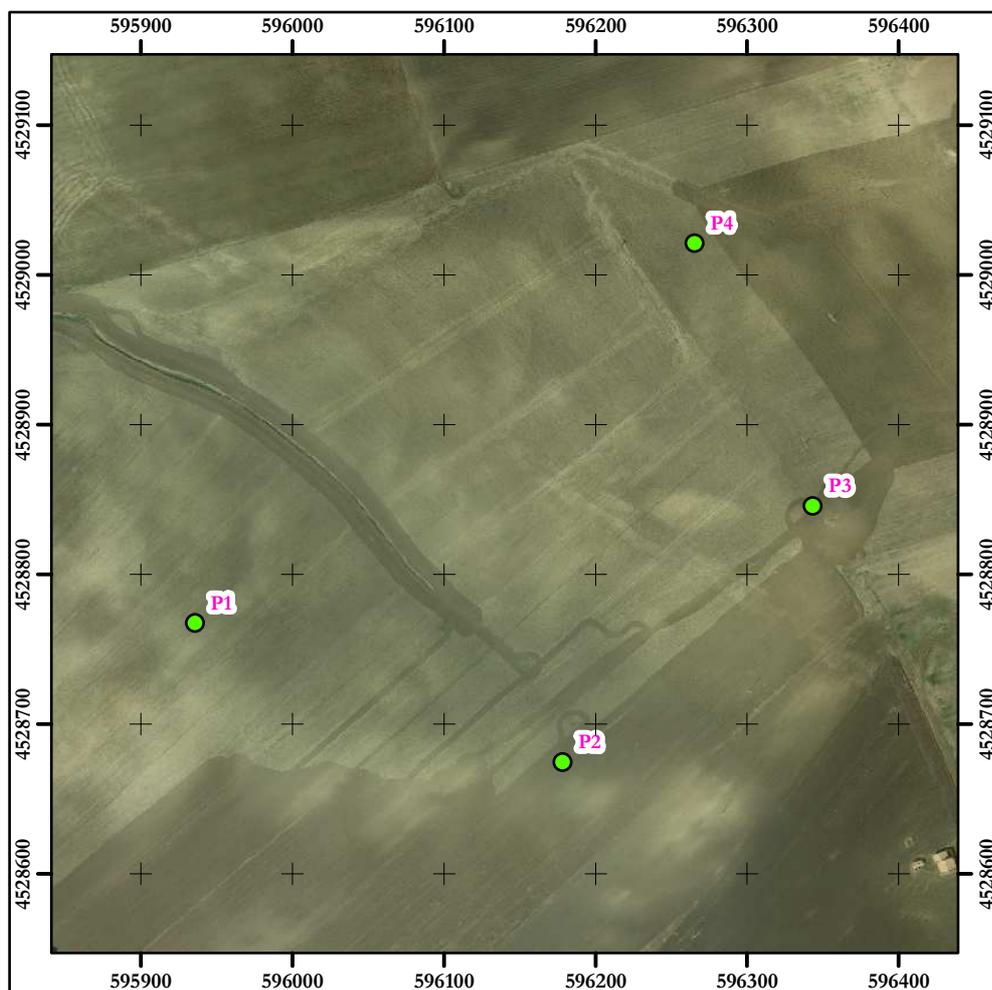


Figura 1: stralcio ortofotografico con ubicazione delle indagini penetrometriche (scala 1:5.000).

P1	ID strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m3)	Gamma sat (KN/m3)	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo edometrico (MPa)	Modulo elastico (MPa)	Modulo Poisson (--)	Modulo di taglio G (MPa)
	1	5	25	Coesivo	20.79	21.77	---	243.2	25.18	24.52	---	---

Tabella 3: sintesi dei parametri geotecnici per la penetrometria P1.

P2	ID strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m3)	Gamma sat (KN/m3)	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo edometrico (MPa)	Modulo elastico (MPa)	Modulo Poisson (--)	Modulo di taglio G (MPa)
	1	0.7	18	Coesivo	20.5	22.56	---	174.46	18.18	17.65	---	---
	2	5	9	Coesivo	19.02	20.89	---	86.49	9.18	8.83	---	---

Tabella 4: sintesi dei parametri geotecnici per la penetrometria P2.

P3	ID strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m3)	Gamma sat (KN/m3)	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo edometrico (MPa)	Modulo elastico (MPa)	Modulo Poisson (--)	Modulo di taglio G (MPa)
	1	0.7	20	Coesivo	20.59	22.65	---	194.07	20.18	19.61	---	---
	2	5	8	Coesivo	18.63	18.73	---	76.79	8.18	7.85	---	---

Tabella 5: sintesi dei parametri geotecnici per la penetrometria P3.

P4	ID strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m3)	Gamma sat (KN/m3)	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo edometrico (MPa)	Modulo elastico (MPa)	Modulo Poisson (--)	Modulo di taglio G (MPa)
	1	5	8	Coesivo	18.63	18.73	---	76.79	8.18	7.85	---	---

Tabella 6: sintesi dei parametri geotecnici per la penetrometria P4.

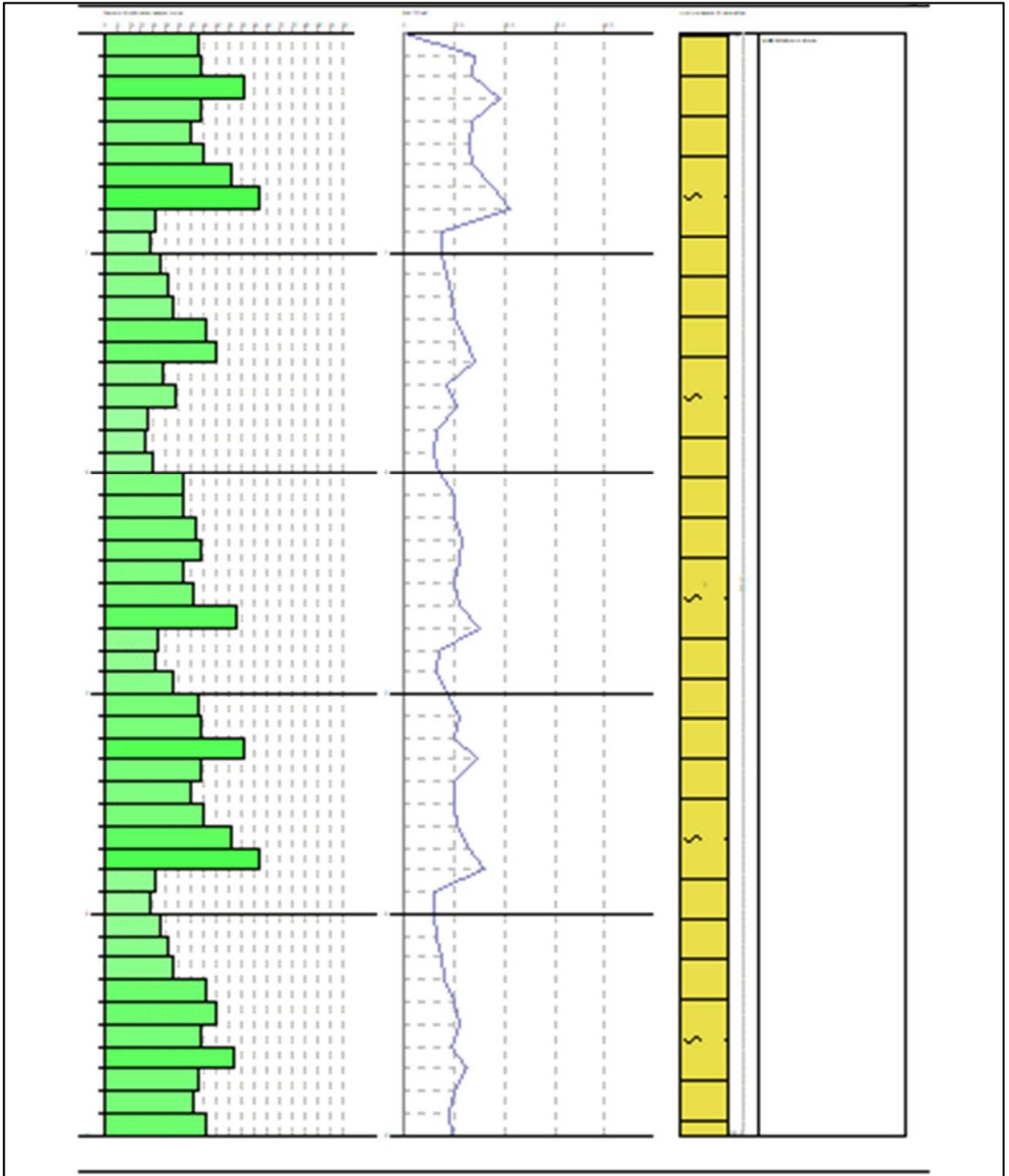


Figura 2: elaborazione indagine penetrometrica P1.

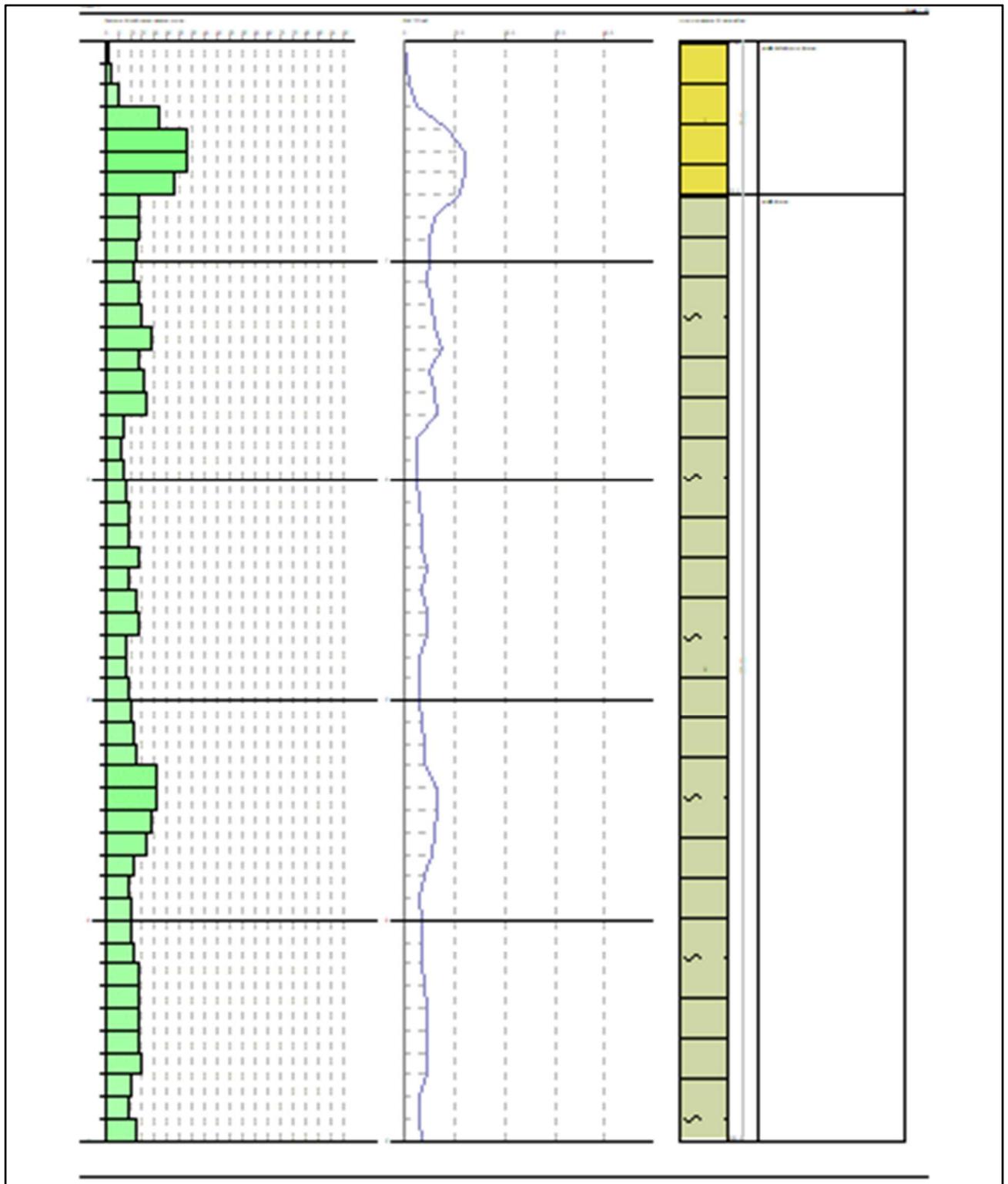


Figura 3: elaborazione indagine penetrometrica P2.

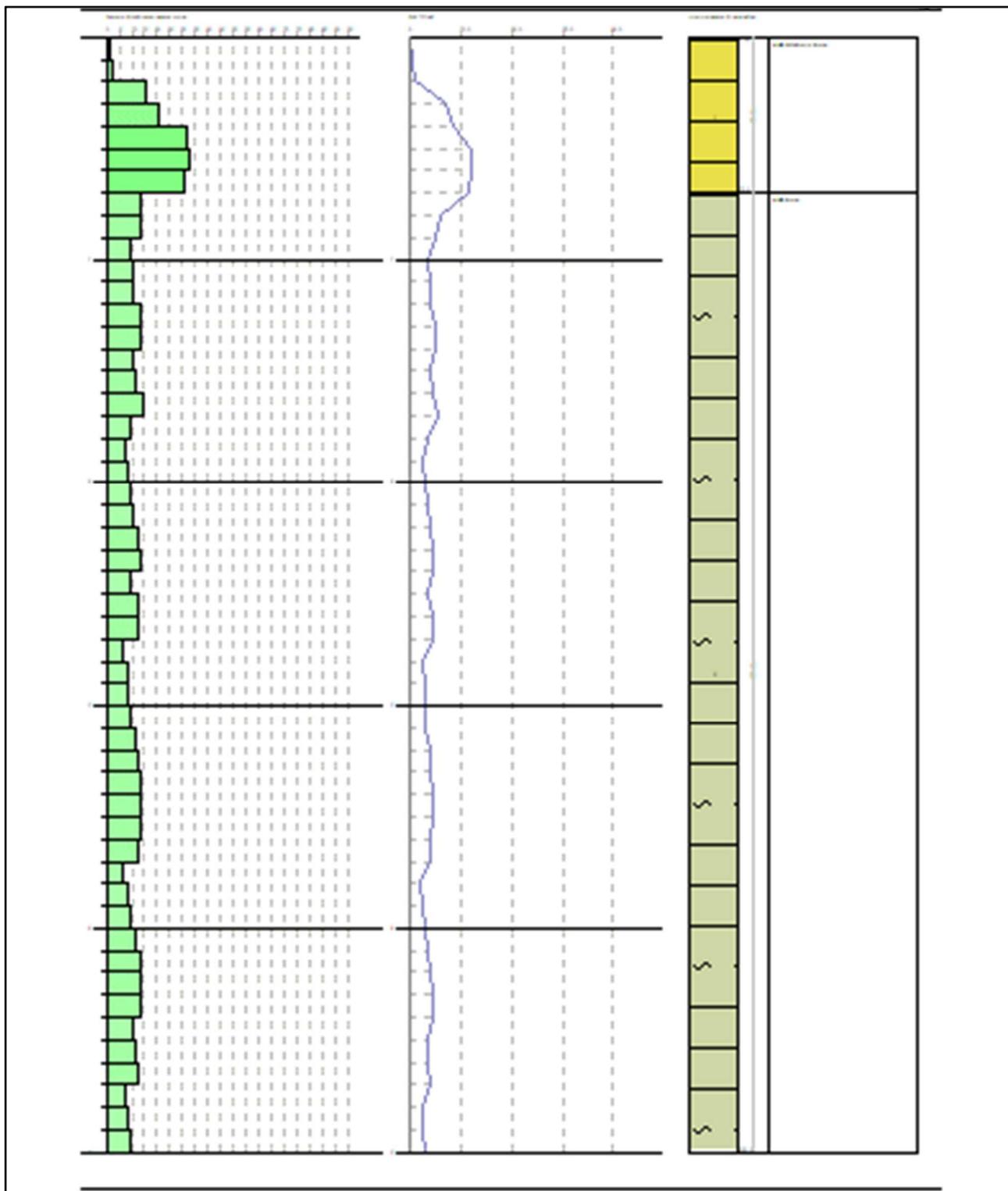


Figura 4: elaborazione indagine penetrometrica P3.

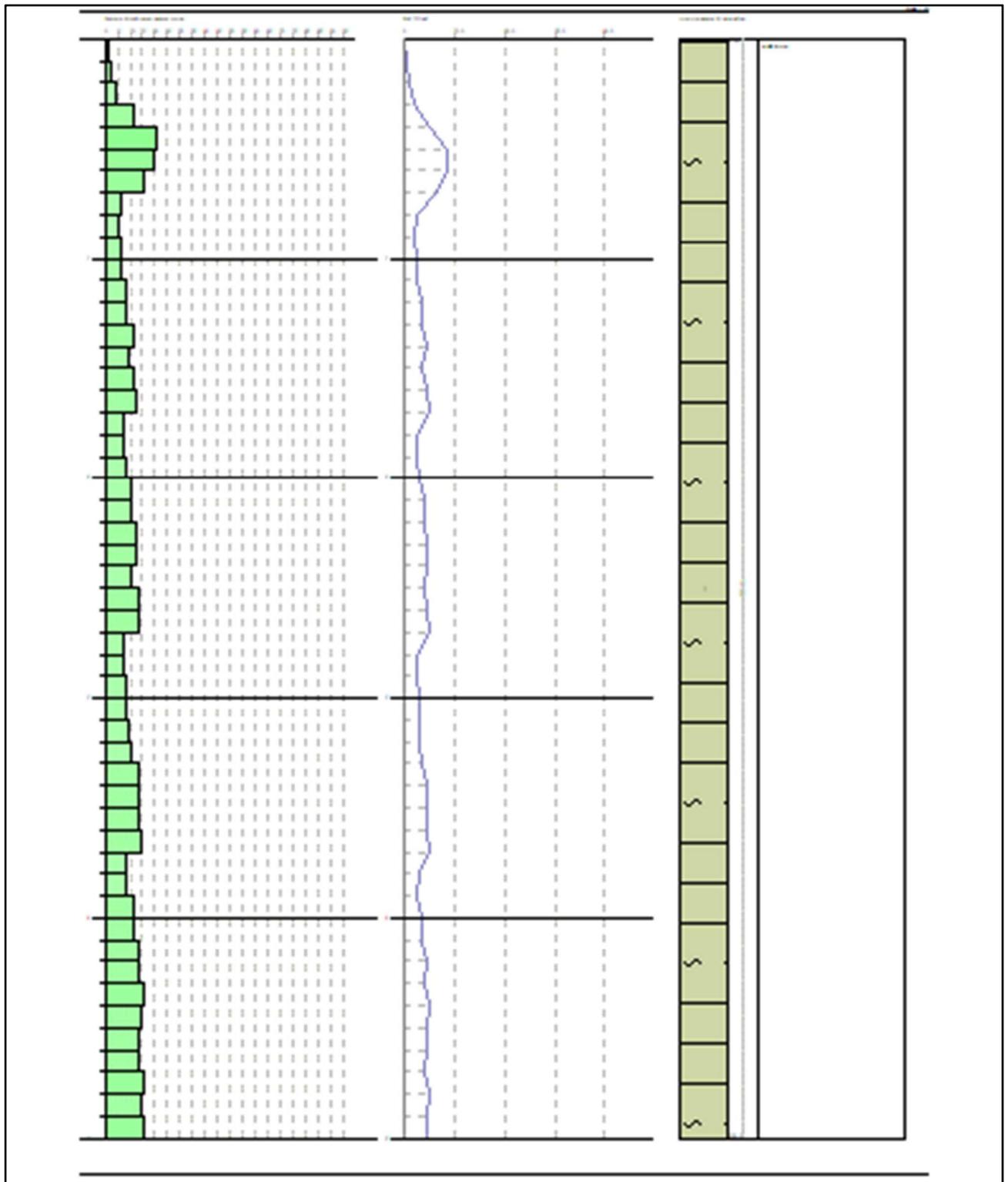


Figura 5: elaborazione indagine penetrometrica P4.

Gioia del Colle, novembre 2021.

Dott. Geol. Marco Costa

## Allegato 1 – Report fotografico



Foto 1: postazione penetrometria nelle vicinanze del punto di indagine P1.



Foto 2: postazione penetrometria P2.



Foto 3: postazione penetrometria P3.



**Foto 4: postazione penetrometria P4.**

## Allegato 2 – Tabelle di dettaglio delle elaborazioni eseguite

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Schmertmann 1975	243.20

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Robertson (1983)	4.90

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	25.18

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Apollonia	24.52

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Meyerhof	20.79

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) argilla debolmente limosa	25	0.00-5.00	Meyerhof	21.77

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Schmertmann 1975	174.46
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Schmertmann 1975	86.49

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Robertson (1983)	3.53
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Robertson (1983)	1.77

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	18.18
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9.18

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	E <sub>y</sub> (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Apollonia	17.65
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Apollonia	8.83

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Meyerhof	20.50
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Meyerhof	19.02

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla debolmente limosa	18	0.00-0.70	Meyerhof	22.56
Strato (2) argilla limosa	9	0.70-5.00	Meyerhof	20.89

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	C <sub>u</sub> (KPa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Schmertmann 1975	194.07
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Schmertmann 1975	76.79

#### Q<sub>c</sub> (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Q <sub>c</sub> (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Robertson (1983)	3.92
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Robertson (1983)	1.57

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	E <sub>ed</sub> (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	20.18
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8.18

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	E <sub>y</sub> (Mpa)
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Apollonia	19.61
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Apollonia	7.85

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---

Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Meyerhof	20.59
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Meyerhof	18.63

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla debolmente limosa	20	0.00-0.70	Meyerhof	22.65
Strato (2) argilla limosa	8	0.70-5.00	Meyerhof	18.73

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P4

#### Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Schmertmann 1975	76.79

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Robertson (1983)	1.57

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8.18

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Apollonia	7.85

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Meyerhof	18.63

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla limosa	8	0.00-5.00	Meyerhof	18.73



REGIONE BASILICATA  
COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA



PROVINCIA DI POTENZA

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE CON POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 KW DC



ELABORATO

RELAZIONE DI FINE CAMPAGNA  
INDAGINI GEOFISICHE

COMMITTENTE:

Geol. Marco Carlucci  
Terlizzi (BA)

IL TECNICO:

Geol. Vincenzo DOTTORINI

DATA:

NOVEMBRE 2021



Via San Francesco - Parco Valentino C/3  
74011 - Castellaneta (TA)  
P.IVA 03031400736  
Tel. 328/4710530 - 3203372247  
m-mail: geosolutionsrl@gmail.com  
PEC: geosolutionsrl@pec.it

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	2
2	PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA CON METODOLOGIA MASW .....	4
2.1	METODOLOGIA DI INDAGINE.....	4
2.2	INTERPRETAZIONE DEI DATI ACQUISITI .....	7
3	MISURA DI MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA - HVSR.....	11

## 1 PREMESSA

Le indagini geofisiche eseguite nel presente lavoro sono state commissionate dal Geol. Marco Carlucci residente nel comune di Terlizzi nell'ambito dei lavori per la "Realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra connesso alla rete elettrica di distribuzione ubicato nel territorio comunale di Genzano di Lucania (PZ) Loc. Mercante con potenza nominale circa 19.983,60 kw dc".

La campagna d'indagini, eseguita in data 24/11/2021, secondo quanto commissionato ha visto la realizzazione di:

- n° 1 indagine MASW;
- n° 1 misura di microtremori a stazione singola HVSR;

Di seguito si riportano le foto aeree con l'ubicazione delle indagini sia panoramica che in particolare.



Fig. 1 Ubicazione indagini MASW e HVSR (panoramica).

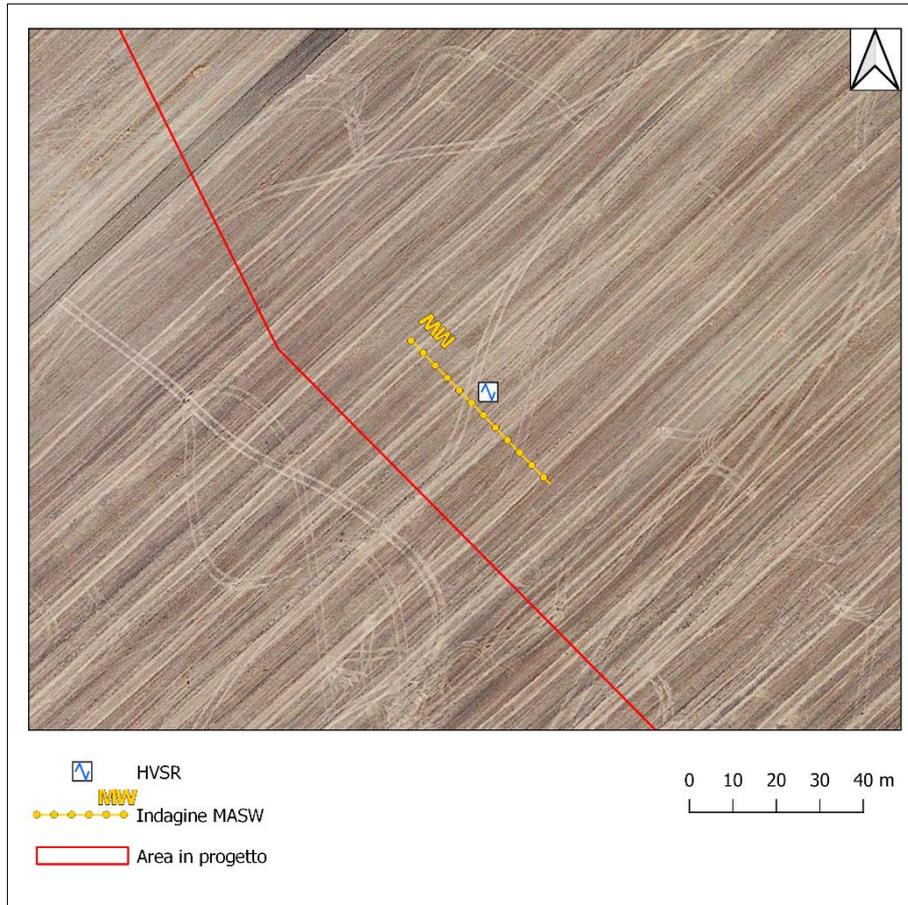


Fig. 2 Ubicazione indagini MASW e HVSR (Particolare).

## 2 PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA CON METODOLOGIA MASW

### 2.1 METODOLOGIA DI INDAGINE

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo di fondazione, la classificazione può effettuarsi in base ai valori della velocità equivalente ( $V_{s,eq}$ ) di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni (DM 18/01/2018 *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*).

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dall'espressione:

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

dove:

- $h_i$  spessore (in metri) dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- $N$  numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

In base ai valori che si ottengono si individuano 5 classi di terreno, **A**, **B**, **C**, **D** e **E** ad ognuna delle quali è associato un determinato spettro di risposta elastico (Tab. 1a.i.1.a.Tab.1).

Classe	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	<i>Depositi 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.
<b>D</b>	<i>Depositi 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.
<b>E</b>	<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 30 m.

Tab.1 Classi di suolo

L'indagine sismica MASW permette, di stimare la velocità equivalente delle onde S relativamente al volume di suolo sotteso dallo stendimento realizzato, analizzando la velocità delle onde di Rayleigh.

Infatti le onde superficiali di Rayleigh si trasmettono sulla superficie della crosta terrestre con una velocità leggermente inferiore a quella delle onde S con rapporto  $V_R/V_S$  pari a circa 0,92.

Esse si trasmettono sulla superficie della crosta terrestre e sono il risultato dell'interferenza tra le onde di pressione (P) e le onde di taglio (S).

La natura dispersiva di queste onde fa sì che le onde ad alta frequenza si propaghino negli strati più superficiali, mentre quelle a bassa frequenza si propaghino negli strati più profondi.

Il metodo MASW è un metodo attivo e per la sua esecuzione è necessario eseguire uno o più scoppi ad uno dei vertici di uno stendimento lineare di geofoni, in modo da produrre un'onda che si propagerà nel suolo con una sua velocità di fase in un range di frequenze comprese tra 2 Hz e 70 Hz.

L'elaborazione dei dati sperimentali in un'indagine MASW si sviluppa in due momenti: in un primo momento, partendo dallo spettro di velocità si effettua il calcolo della curva di dispersione sperimentale, successivamente si effettua un processo di inversione, ossia si calcola la velocità di fase numerica che fitta (approssima) meglio quella sperimentale (Fig. 3).

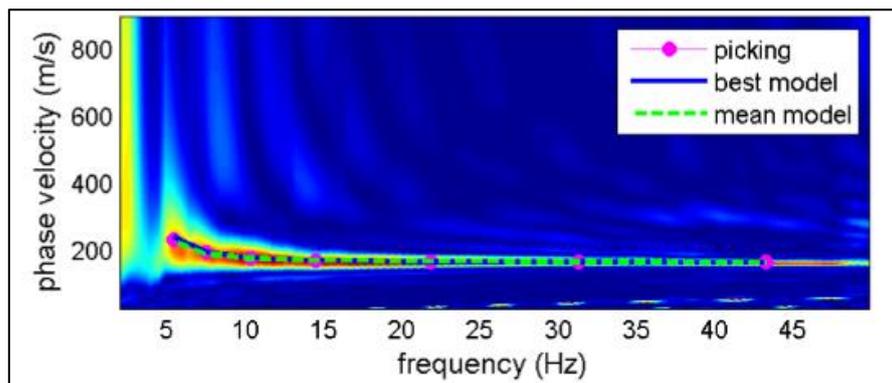


Fig. 3 Spettro delle velocità e curva di dispersione

Questo processo si esegue attraverso un sistema di prove *trial and error* nel quale, modificando opportunamente i parametri a contorno, si minimizza l'errore e dunque si ottiene la migliore sovrapposizione tra le due curve a confronto (Fig. 3) avvicinandosi il più possibile al valore reale.

In definitiva l'indagine, permette di ricavare il profilo delle velocità delle onde S (Fig. 4).

La registrazione in campagna è stata eseguita con un sismografo M.A.E. Mod. Sysmatrack con risoluzione a 24 bit, come sensori di misura si è utilizzato un set di 24 geofoni da 4.5 Hz, il tempo di acquisizione è stato di 2 secondi con intervallo di campionamento di 1 millisecondo per un totale di 2000 campioni acquisiti.

Per una più corretta analisi dei dati sono stati effettuati 4 scoppi per lato dello stendimento e dei rispettivi quartetti si è effettuato uno stack, ossia una media punto per punto di tutte le acquisizioni, in modo da rendere più robusto il dataset da elaborare.

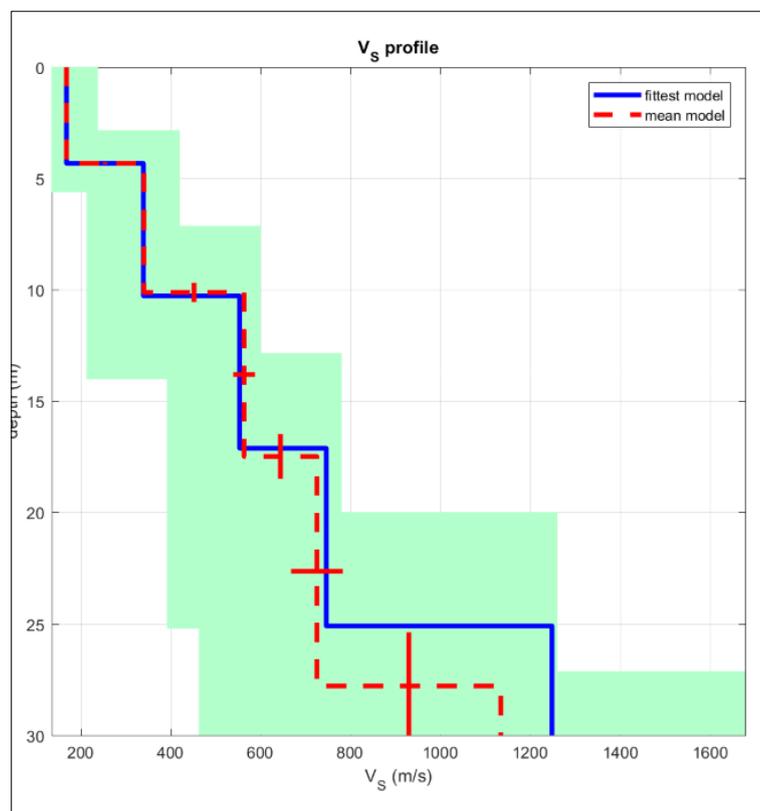


Fig. 4 Esempio di profilo verticale della velocità delle onde S

L'analisi dei dati registrati in campagna, è stata eseguita con il software di inversione WinMASW (Ver. 2018 Academy) della Eliosoft.

## 2.2 INTERPRETAZIONE DEI DATI ACQUISITI

L'indagine MASW è stata realizzata utilizzando 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza pari a 46,0 m ed una distanza di scoppio dal primo geofono pari a 10,0 m.

In fase di elaborazione sono stati considerati 24 geofoni, ed un tempo di acquisizione di 0,6 secondi (Fig. 5), esclusivamente per snellire la fase di calcolo senza alterare in nessuna maniera il calcolo dello spettro di velocità (*Dal Moro – 2014 – Surface Wave Analysis for near surface application*).

Lo spettro è stato analizzato tra 3 Hz e 40 Hz.

Di seguito si riportano le risultanze dell'indagine eseguita:

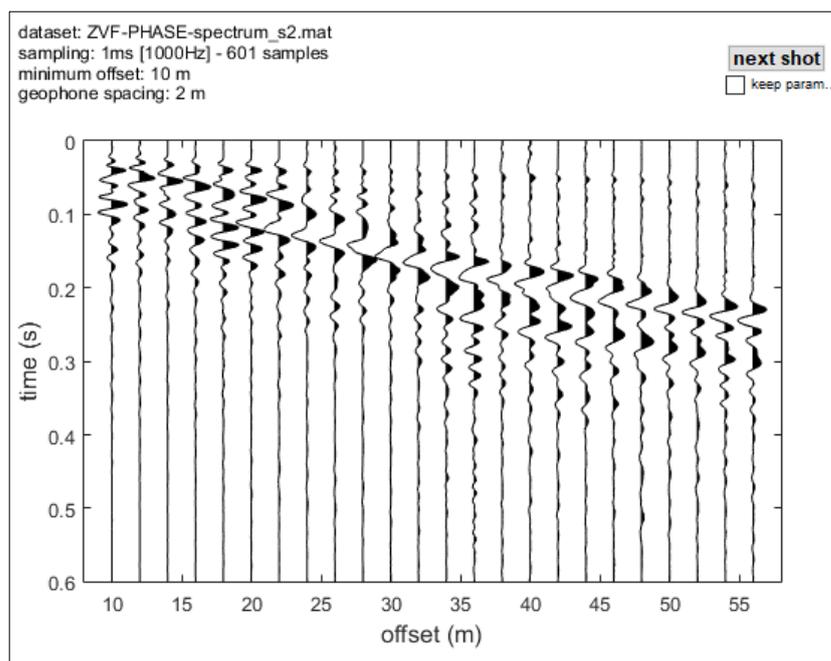


Fig. 5 Dataset di acquisizione

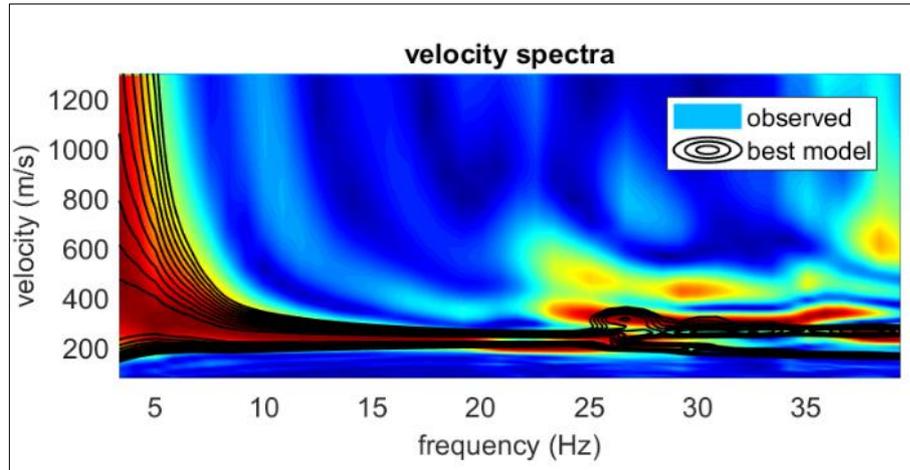


Fig. 6 Sovrapposizione tra spettro di velocità e curva di dispersione.

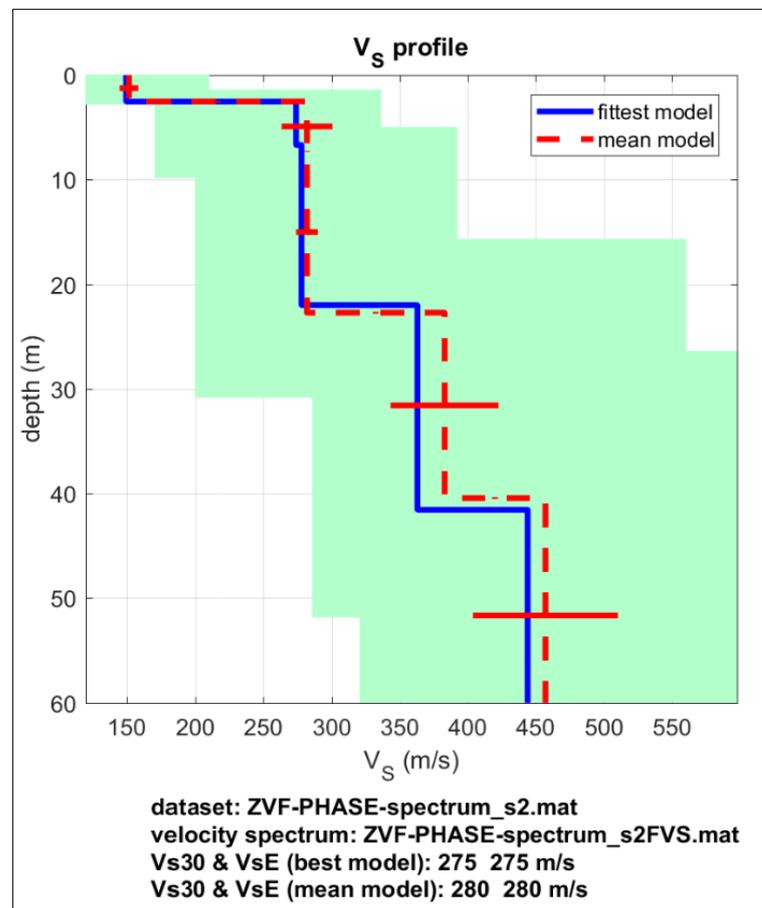


Fig. 7 Profilo delle velocità delle onde S

La curva di dispersione individuata (Fig. 6) ha trovato un best fitting nel modello sismostratigrafico riportato in Fig. 7 - linea blu.

Di seguito si riporta il dettaglio del profilo di velocità delle onde S.

Profondità dal piano campagna (m)	Spessore del sismostrato (m)	Velocità onde S (m/s)
2,5	2,5	150
6,6	4,1	274
21,9	15,3	278
41,4	19,5	363
60,0	18,6	444

Tab.2 Sismostratigrafia delle onde S

L'analisi dei dati è stata spinta fino alla profondità di -60 m dal P.C. per poter stimare la profondità del bedrock, che sicuramente è posto ad una profondità molto elevata rispetto al p.c.

Il calcolo del valore di  $V_{seq}$  è stato eseguito considerando i primi 30 m dal piano campagna ed è risultato pari a **275 m/s**. Considerando il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto, il suolo di fondazione è inserito nella categoria **C**.



Fig. 8 Esecuzione indagine MASW (scoppio lato Nord-Ovest)



Fig. 9 Esecuzione indagine MASW (strumentazione per acquisizione dati).

### **3 MISURA DI MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA - HVSR**

Sul sito in studio è stata eseguita una misura di microtremori a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Tale misura rappresenta una metodologia geofisica passiva, non invasiva e speditiva, che permette di verificare la presenza di effetti di amplificazione sismica locale e di definire la frequenza fondamentale di vibrazione del suolo oggetto di studio, attraverso l'analisi del rapporto spettrale fra la componente orizzontale e quella verticale delle vibrazioni ambientali.

La misura è stata effettuata con un Tromometro (TROMINO), che dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri disposti secondo tre direzioni ortogonali: NS, EW ed Alto-Basso.

Le vibrazioni ambientali, sono state amplificate e convertite in forma digitale per poi essere successivamente elaborate con il programma Grilla della MoHo S.r.l., secondo le direttive dal progetto di ricerca europeo SESAME.

Le misure sono state eseguite con una frequenza di campionamento di 128 Hz.

Lo strumento è stato posizionato con il lato lungo rivolto in direzione Nord-Sud.

In fase di elaborazione è stata utilizzata una finestra di campionamento di 20 secondi, che è risultata la migliore in relazione al tempo totale di acquisizione.

Di tutte le finestre analizzate, sono state eliminate quelle che sono risultate rumorose a causa della presenza di transienti esterni; in questo modo l'analisi è stata eseguita esclusivamente sulle finestre temporali che presentano un segnale non disturbato.

La misura è stata realizzata nel seguente punto riferito al SR-WGS 84 UTM 33 N:  
Long. 596013.0000, Lat. 4528648.9999.

Di seguito sono riportati i rapporti di prova e le relative interpretazioni grafiche.

## GENZANO DI LUCANIA, MISURA HVSR

Instrument: TEN-0003/01-06

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 24/11/21 10:48:56 End recording: 24/11/21 11:08:57

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 98% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

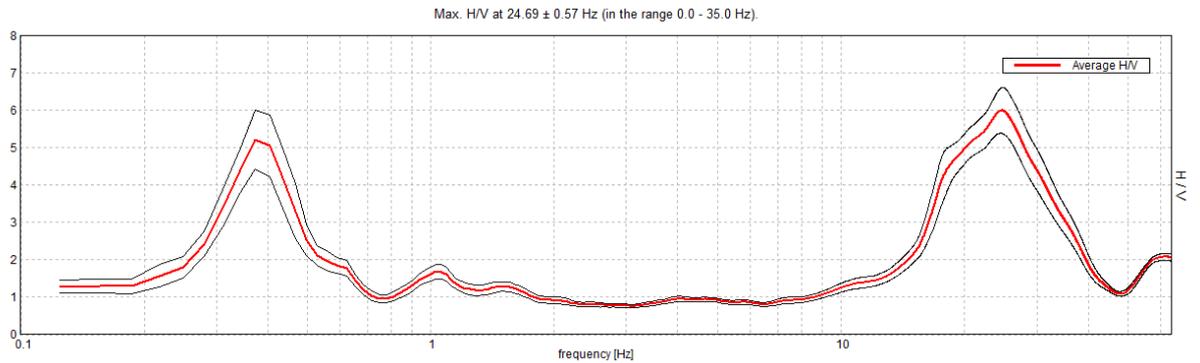


Fig. 10 Rapporto spettrale H/V

### H/V TIME HISTORY

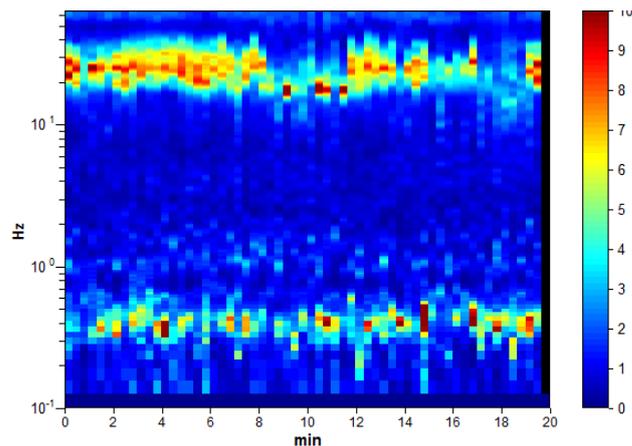


Fig. 11 Storia Temporale

## SINGLE COMPONENT SPECTRA

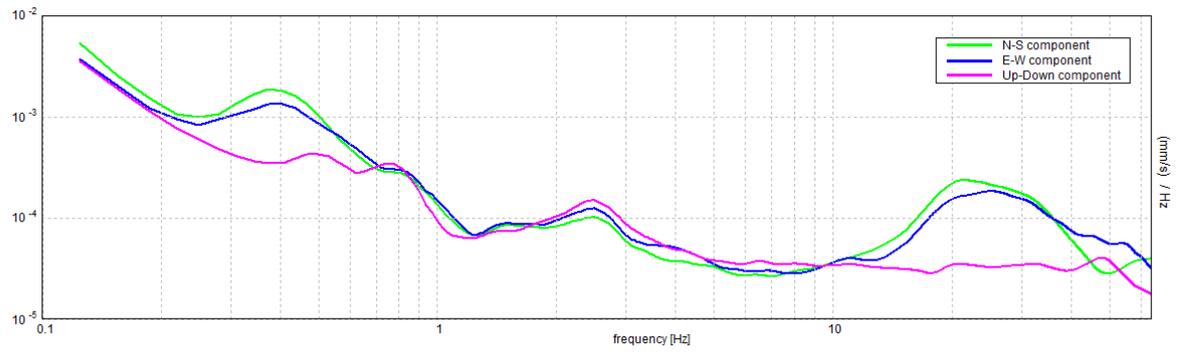


Fig. 12 Singole componenti dello spettro



Fig. 13 Esecuzione misura di microtremori

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

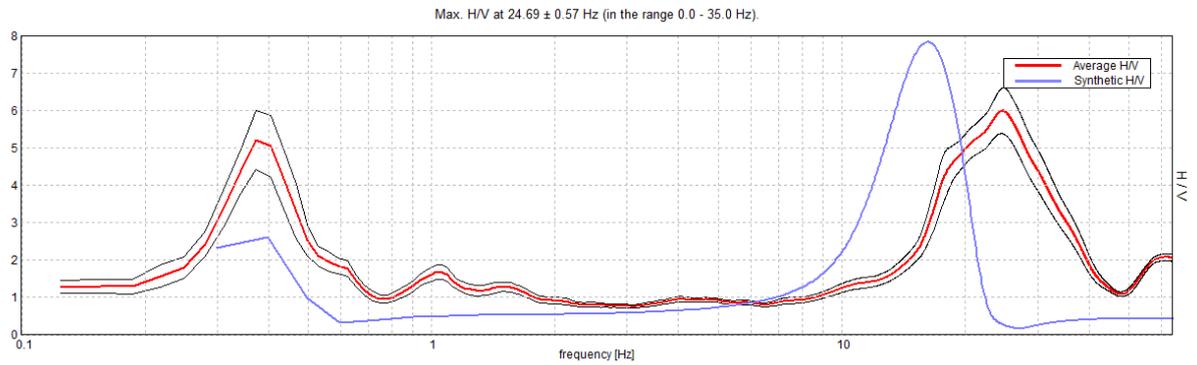


Fig. 14 Sovrapposizione tra curva H/V sperimentale e sintetica

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	150	0.48
252.50	250.00	361	0.38
inf.	inf.	800	0.33

Tab.3 Sismostratigrafia stimata

**Max. H/V at  $24.69 \pm 0.57$  Hz (in the range 0.0 - 35.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$24.69 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$29131.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1186 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	16.344 Hz	<b>OK</b>	
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	35.406 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$5.99 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.02292  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.5659 < 1.23438$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.6112 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Analizzando il grafico H/V di Fig. 10 si osserva la presenza di due picchi: uno con frequenza di 0,38 Hz e l'altro con frequenza di 24,69 Hz.

Dei due picchi, il primo rappresenta la frequenza fondamentale di vibrazione, ossia la frequenza per la quale, in caso di sisma, possono verificarsi effetti di doppia risonanza suolo struttura.

L'amplificazione sismica di un sito è generalmente legata alla impedenza acustica tra due sismostrati a contatto e ad altri importanti fattori come la direzione da cui proviene il sisma e il coefficiente di Poisson che è direttamente legato all'umidità del terreno.

In generale, la frequenza di ogni picco H/V varia al variare dello spessore dello strato superficiale (meno rigido di quello sottostante) secondo la seguente relazione:

$$F = \frac{V_s}{4H} \quad (1)$$

con

F=frequenza di vibrazione;

V<sub>s</sub>= velocità delle onde S dello strato;

H= spessore dello strato;

pertanto è ovvio che a parità di velocità delle onde S, la frequenza (F) risulta inversamente proporzionale allo spessore (H).

L'ampiezza del picco è spesso legata alla impedenza acustica tra i due sismo-strati a contatto ed indica una maggiore propensione ad effetti di amplificazione sismica, anche se come detto in precedenza, gli effetti di amplificazione di un sito sono legati anche ad altri fattori.

Per il sito in studio, partendo dalla formula (1) e prendendo in considerazione la sismostratigrafia ottenuta dall'indagine MASW, è stato calcolato il valore di V<sub>seq</sub> da -2,5 m a -60 m di profondità dal p.c. che ha fornito un valore di V<sub>s60</sub> pari a 361 m/s, è stata costruita una curva sintetica che ha permesso di stimare la profondità del bedrock ad una profondità di circa 250 m dal p.c. Fig. 14.

Nello stesso grafico si osserva come l'impedenza acustica presente tra il primo ed il secondo sismostrato ha prodotto un picco nella curva sintetica avente una frequenza confrontabile con quello ottenuto sperimentalmente dalla misura HVSR (picco a 24,69 Hz).

Novembre 2021

IL TECNICO

Geol. Vincenzo Dottorini  
(firmato digitalmente)