

REGIONE: MOLISE  
PROVINCIA: CAMPOBASSO  
COMUNE: ROTELLO

 **ridium**

Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare  
in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4"  
di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**IL TECNICO**

**GEOLOGO**

**Dottor Geologo**  
**Giancarlo Rocco Di Berardino**  
g.diberardino@proes.it


**RESPONSABILE TECNICO PROES SRL**

**Ingegnere**  
**Maurizio Elisio**  
m.elisio@proes.it


	Relazione geologica	Foglio 2 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## SOMMARIO

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
1.2	REGIME VINCOLISTICO.....	16
1.3	UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO.....	17
<b>2.0</b>	<b>ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	GEOLOGIA GENERALE E LOCALE.....	18
2.2	GEOMORFOLOGIA .....	20
2.3	IDROGEOLOGIA .....	22
<b>3.0</b>	<b>ANALISI GEOTECNICA .....</b>	<b>24</b>
3.1	NORME DI RIFERIMENTO .....	24
3.2	INDAGINI <i>IN SITU</i> .....	25
3.2.1	Prova penetrometrica DPSH .....	25
3.3	RISULTATI DELL' INDAGINE <i>IN SITU</i> .....	26
3.3.1	Prova penetrometrica .....	26
3.3.2	Dati pregressi.....	26
3.4	CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA.....	27
<b>4.0</b>	<b>ANALISI SISMICA.....</b>	<b>29</b>
4.1	INQUADRAMENTO MACROSISMICO .....	29
4.2	FAGLIE E TETTONICA .....	29
4.3	MICROZONAZIONE SISMICA .....	30
4.4	INDAGINI <i>IN SITU</i> .....	30
4.4.1	Caratterizzazione sismica originale dei terreni <i>in situ</i> .....	30
4.4.2	Dati pregressi.....	31
4.4.3	Liquefazione dei terreni .....	31
<b>5.0</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>
5.1	STATO DEI LUOGHI .....	34
5.1.1	<i>Geomorfologia</i> .....	34
5.1.2	<i>Faglie e tettonica</i> .....	34
5.2	CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.....	35
5.3	CONSIDERAZIONI FINALI.....	36
<b>6.0</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>37</b>
<b>7.0</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>39</b>

	Relazione geologica	Foglio 3 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco

## 1.0 INTRODUZIONE

La Società **GREEN VENTURE ROTELLO S.R.L.**, Roma (RM) Viale Giorgio Ribotta 21, CAP 00144, Eurosky Tower – interno 0B3, P. IVA 02324040688 (di seguito **Proponente**) ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico, nel territorio comunale di Rotello (CB), Regione Molise, denominato **Rotello 52.4**, della potenza complessiva di 52,43 MWp. Tale impianto sarà costituito da un parco fotovoltaico centrale (il maggiore in estensione), con aree moduli fotovoltaici n. 3, 4, 5, 6, 7 e 8, ed altri quattro minori: uno a Nord (aree moduli fotovoltaici n. 1 e n. 2) e tre a Sud rispetto al principale (aree moduli fotovoltaici n. 9, 10 e 11). In relazione a tale impianto, il **Proponente** ha in progetto la realizzazione di opere di collegamento alla RTN (di seguito **opere di connessione**):

- cavo interrato in media tensione, lungo circa 3,85 km, che collega direttamente il parco a Nord (aree n. 1 e 2) al punto di raccolta (di seguito **cavidotto MT B**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 2,84 km, che collega il parco centrale (aree n. 3, 4, 5, 6, 7 e 8) e i parchi meridionali allacciati ad esso (aree n. 9, 10 e 11) al punto di raccolta (di seguito **cavidotto MT A**);
- cavidotto in bassa tensione che allaccerà il parco con area moduli n. 11 alla cabina MT/BT 18 sistemata nel parco con area moduli n. 9 (di seguito **cavidotto BT**);
- cavidotti in media tensione che allacceranno i parchi con aree moduli n. 9 e 10 al parco centrale, rispettivamente attraverso il collegamento della cabina MT/BT 18 alla cabina MT/BT 10 sistemata nell'area moduli n. 6 e il collegamento della cabina MT/BT 17 alla cabina MT/BT 14 all'interno dell'area moduli n. 7 (di seguito **cavidotti MT di allaccio**);
- punto di raccolta condiviso da altri 4 produttori e denominato "Piana della Fontana" (di seguito **Punto di Raccolta**);
- stazione di trasformazione 30/150 kV (**stazione**), ubicata all'interno del **Punto di Raccolta**, dove si allacceranno **cavidotto MT A** e **cavidotto MT B**.

Infine, tutto sarà poi connesso alla SE Rotello esistente, della RTN, mediante un cavo AT interrato 87/150 kV (**cavo AT**), della lunghezza di circa 500 m, che sarà posato sotto strada. E' previsto inoltre un ampliamento (di seguito **Ampliamento**) della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Rotello", da realizzarsi per consentire la connessione di diversi produttori da FER sulla sbarra 150 kV, così come previsto nelle STMG di Terna. L'esistente Stazione Elettrica di Rotello, ubicata nel comune di Rotello, in provincia di Campobasso, si configura come una Stazione di Trasformazione in quanto connette due reti a differente livello di tensione. Nell'ambito del presente intervento, è prevista l'installazione del secondo ATR 380/150 kV della potenza di 250 MVA corredato dei relativi stalli primario e secondario, oltre che dello stallo 150 kV di connessione al punto di raccolta Piana della Fontana.

Titolo del progetto: "ROTELLO 52.4" (di seguito **Progetto**). L'iter procedurale per l'ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del **Proponente**, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l'acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi studi da esibire, vi è anche il presente elaborato "Relazione geologica" (di seguito **studio**).

	Relazione geologica	Foglio 4 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco

## 1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo **studio** è redatto al fine di caratterizzare, da un punto di vista fisico-meccanico, i terreni destinati ad accogliere i parchi che sostanziano **Rotello 52.4** (di seguito **parchi FV**) in predicato di realizzazione. Considerando le **opere di connessione**, non è stato necessario effettuare indagini ne' lungo i tracciati dei cavidotti ne' in corrispondenza della **stazione** all'interno del **Punto di Raccolta**: non sono previste opere che possano gravare sui terreni in maniera tale da necessitare una parametrizzazione fisico-meccanica dedicata e neppure lavori che implicino severe modificazioni morfologiche sui luoghi, i quali rimarranno sostanzialmente invariati. In ogni caso, qualora necessario, in corrispondenza dei terreni destinati ad accogliere la **stazione** sarà possibile effettuare una minima campagna di indagini in fase esecutiva, se richiesto dai progettisti o dalla Ditta realizzatrice i lavori. Inoltre, saranno portati all'attenzione anche gli aspetti sismici relativi all'area in cui si inserisce il **Progetto**. Lo **studio** procede attraverso informazioni bibliografiche ed investigazioni originali *in situ* oltre che un rilevamento geologico e geomorfologico di campagna. In più, sono stati utilizzati dati pregressi derivanti da studi condotti in zone contigue. Accennando alla tipologia operativa (per i cui dettagli si rimanda agli elaborati di progetto), si riporta in estrema sintesi quanto segue.

### **Parchi FV**

- I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto con pali in acciaio zincato infissi nel suolo (mediante battitura); come visibile nelle figure seguenti, nel progetto saranno contemplate due tipologie di struttura (monopalo e a due pali): a seconda della disponibilità dei fornitori e del prezzo, il **Proponente** potrà scegliere l'una o l'altra. Nel caso della soluzione monopalo, la profondità di infissione sarà almeno di circa 1,50 ÷ 2,50 m; con i due pali, almeno di circa 1,20 ÷ 2,00 m. Da un punto di vista geologico, le soluzioni sono del tutto equivalenti, parimente utilizzabili.
- Le cabine di trasformazione MT/BT, da realizzare nel numero di 18 (Cabina MT/BT 1 ÷ Cabina MT/BT 18), saranno posizionate ognuna su di una platea in calcestruzzo la quale poggerà, a sua volta, su di una base costituita da due strati di aggregato compattato del tipo 0/30 e 30/70, rispettivamente il più superficiale ed il più profondo, spessi circa 20 e 30 cm, posati in opera in scavi che raggiungeranno la quota circa - 80 cm dal piano campagna: non sarà necessario un ammorsamento maggiore in quanto il carico trasmesso è nei fatti del tutto trascurabile. Sarà inoltre presente una cabina di ricezione, sezionamento e controllo (Cabina Ricezione) posata in opera nelle medesime modalità, con scavo profondo circa 90 cm.

Di seguito, alcuni tipici progettuali.

	Relazione geologica	Foglio 5 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

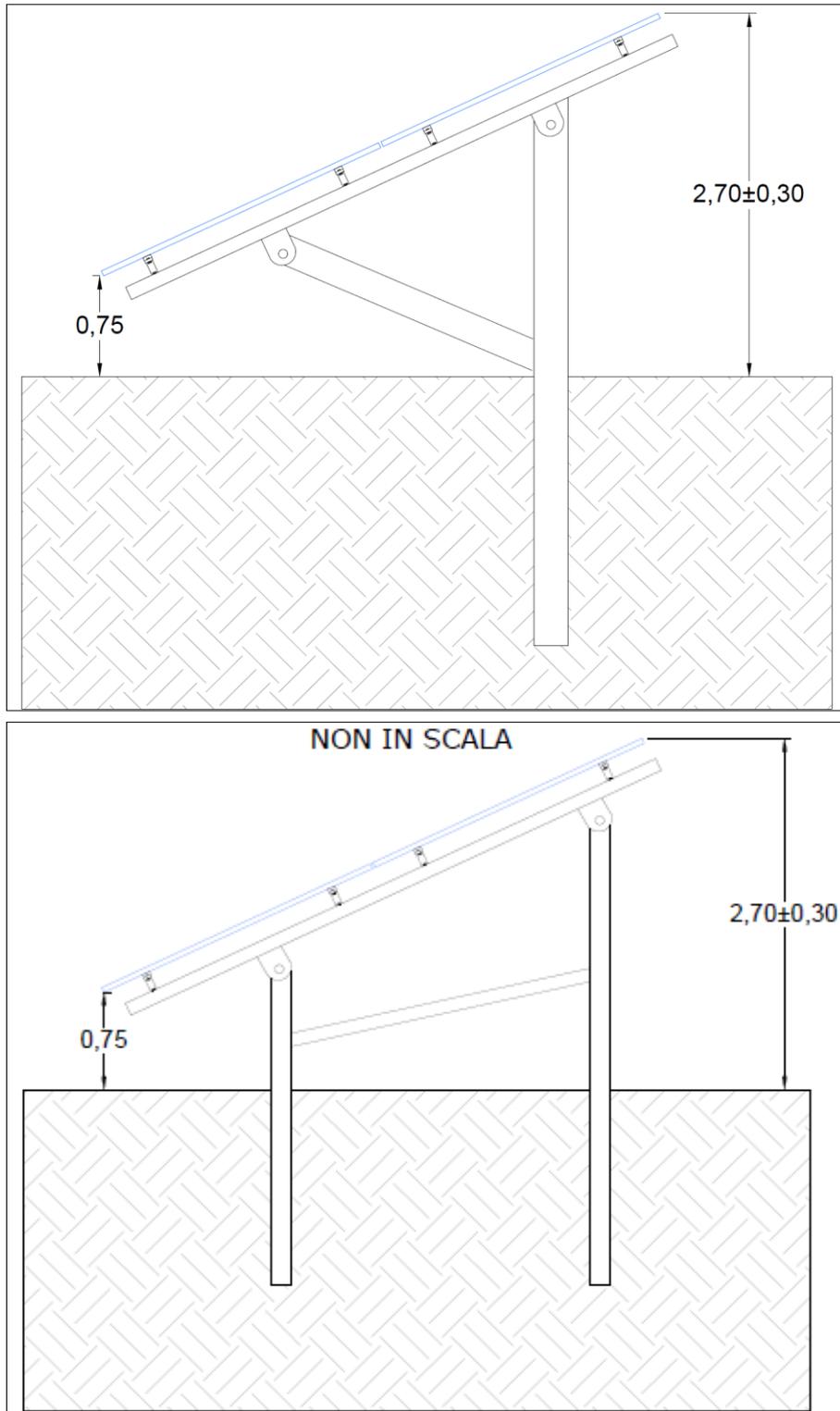


Figura 1-1: struttura di sostegno di tipo monopalo (sopra) e a due pali (sotto).

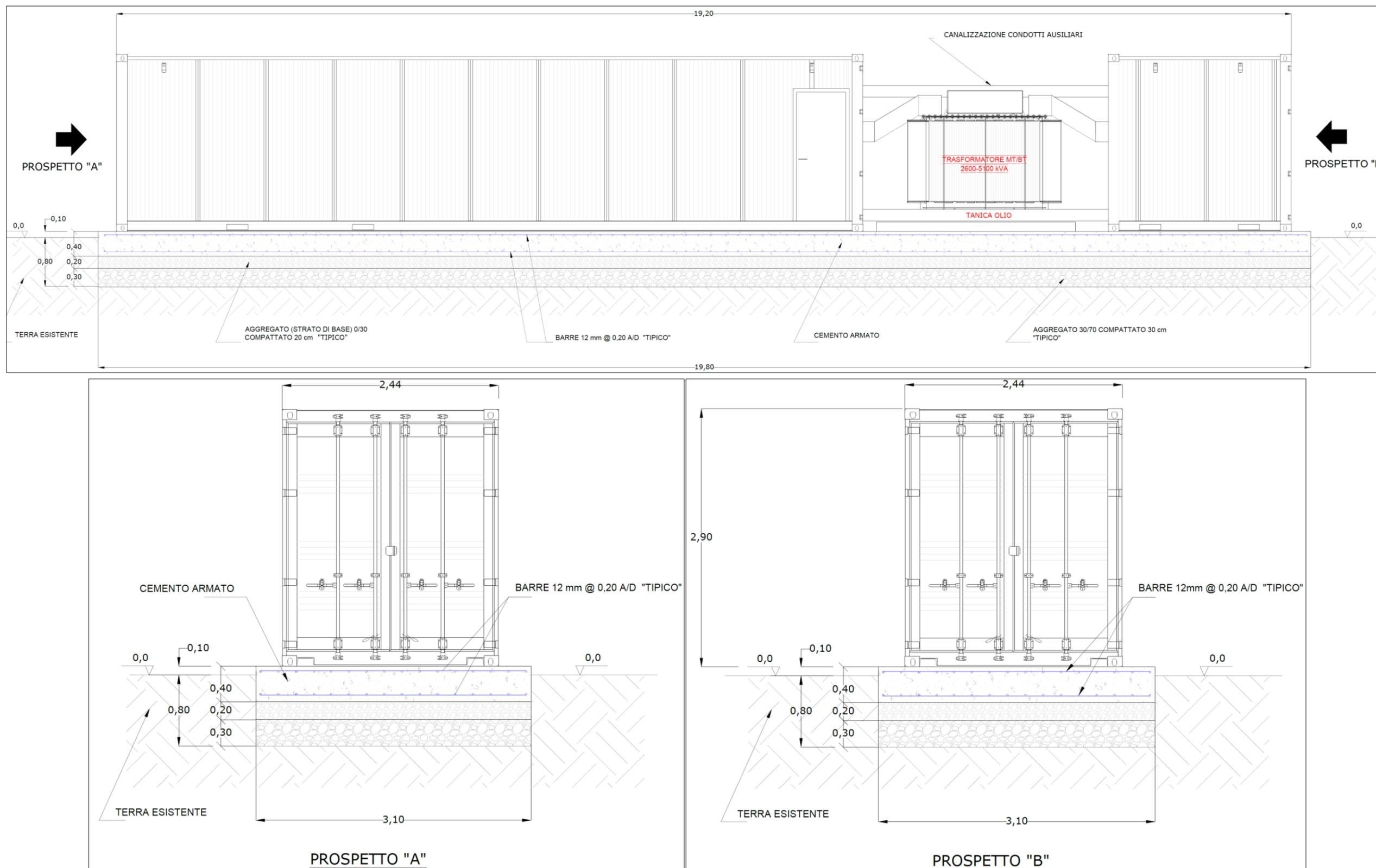


Figura 1-2: cabina di trasformazione MT/BT.

	Relazione geologica	Foglio 7 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

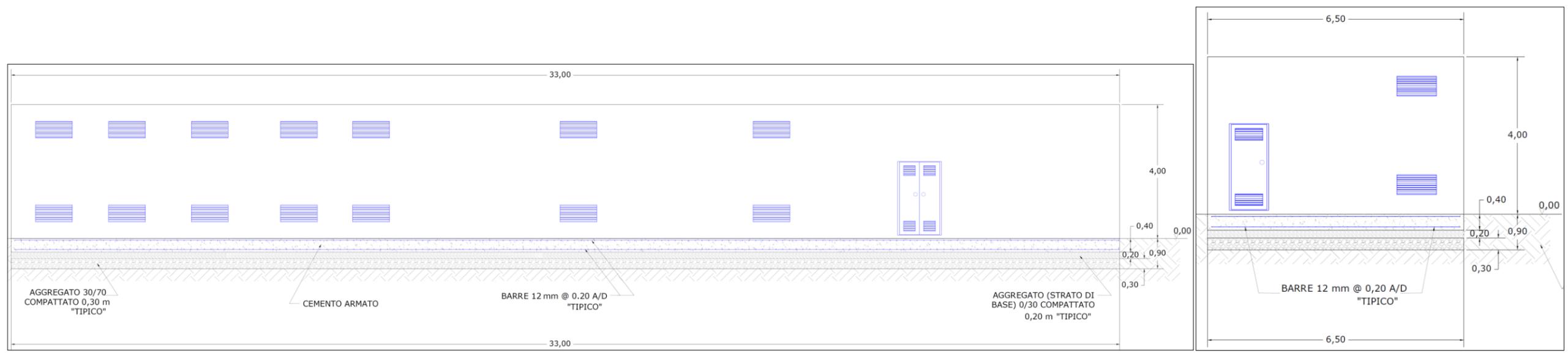
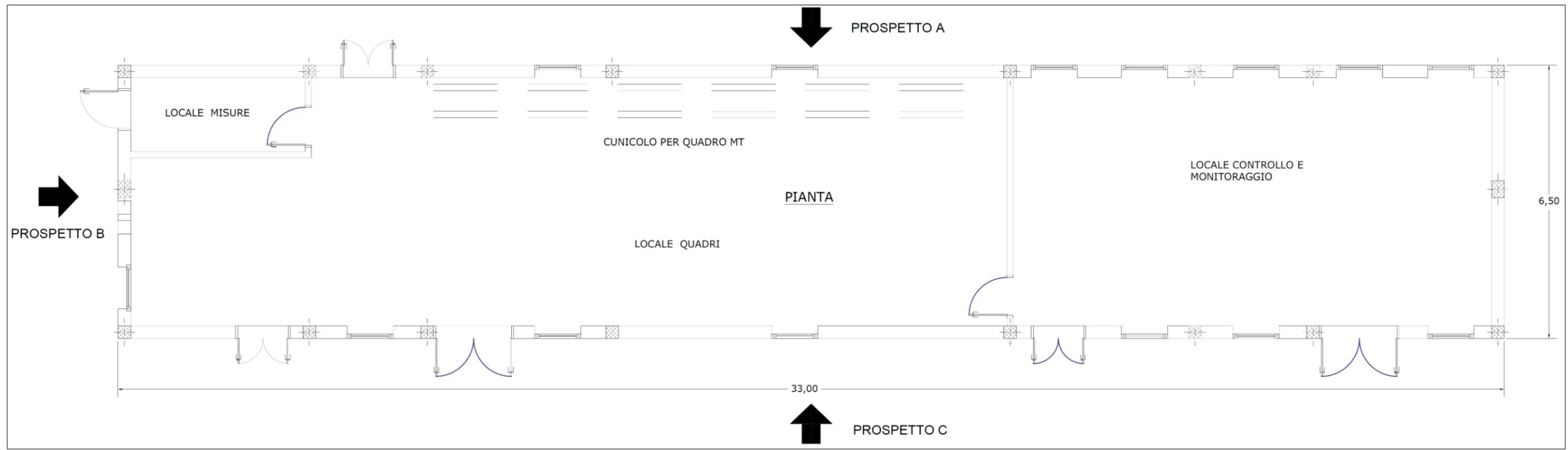


Figura 1-3: cabina di ricezione.

	Relazione geologica	Foglio 8 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco

Di seguito, le sezioni di posa in opera dei cavi di collegamento.

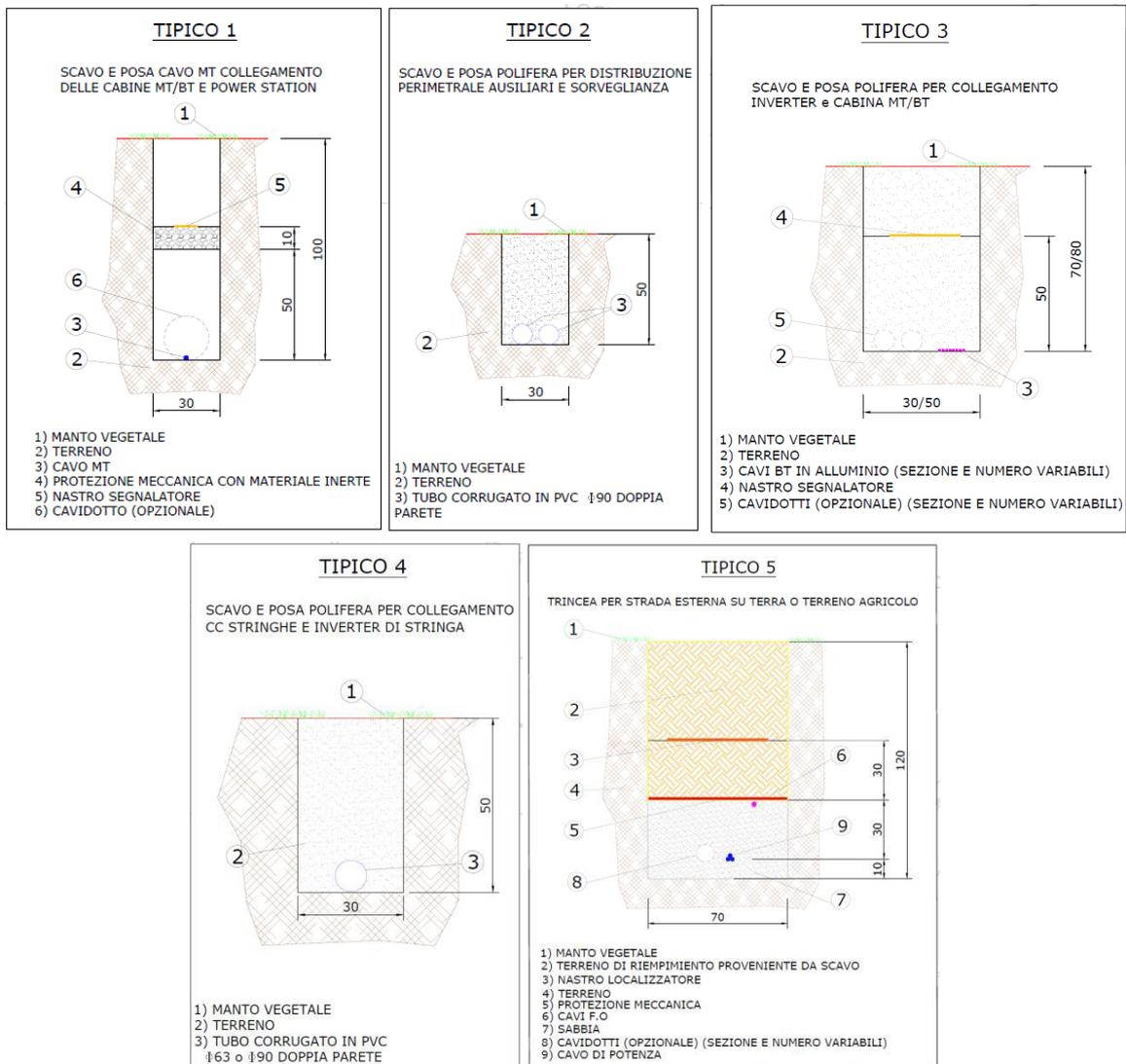


Figura 1-4: particolare dei cavi nelle aree dei *parchi FV*.

### Opere di connessione

- I cavidotti in media tensione e quello in bassa tensione (**cavidotto MT A**, **cavidotto MT B**, **cavidotti MT di allaccio** e **cavidotto BT**) verranno interrati ad una profondità minima di 1,2 metri e posati su un letto di sabbia vagliata. La distanza minima tra le coppie di terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 25 cm. In corrispondenza di ogni giunto verrà realizzato un pozzetto di ispezione, mentre si poseranno i cavi all'interno di tubi in caso di attraversamenti stradali, con lo scopo di limitare la presenza di scavi aperti in carreggiata. In questo caso, come da norma CEI 11-17 III ed., il diametro minimo interno del tubo deve essere 1,4 volte il diametro circoscritto del fascio di cavi. Nel medesimo scavo verrà posata la fibra ottica armata, al fine di garantire la comunicazione tra il parco fotovoltaico e la SE di trasformazione del produttore. Oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato del nastro monitor al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di

	Relazione geologica	Foglio 9 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

esecuzione di scavi. La larghezza dello scavo è di circa 1 m per le tratte con 3 terne di cavi, mentre si restringe a 40 cm alla base per il tratto ove il cavo è posato singolarmente. La quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,1 metri di profondità, quindi posati su circa 10 cm di sabbia o terra vagliata. Il riempimento tipico del pacchetto di scavo è visibile nel seguito, per le due tipologie di scavo, sotto strada asfaltata e sotto strada sterrata.

- L'area sulla quale insisterà la **stazione** è di circa 10.993 m<sup>2</sup>; al termine dei lavori di costruzione sarà interamente recintata un'area di 6.325 m<sup>2</sup>; nella stazione sono previsti sei diversi locali, uno per ciascuno dei produttori connessi al punto di raccolta ed uno dedicato al sistema di comando e controllo dello stallo arrivo linea 150 kV in cavo dalla SE 150 kV Rotello; i movimenti di terra per la realizzazione del punto di raccolta consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinari e apparecchiature, ecc.); l'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto; i lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un lieve sbancamento al fine di ottenere un piano a circa meno 50÷60 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione, ovvero in uno "scotico" superficiale di circa 30÷40 cm con scavi a sezione obbligata per le fondazioni; la quota di imposta del piano di stazione sarà stabilita in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto.
- Per il **cavo AT** si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a "trifoglio", che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto in calcestruzzo C12/15 con spessore di circa 10 cm; al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia e una tegola a protezione meccanica del cavo; il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitore all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo; l'attraversamento di tratti su strade avverrà nelle modalità prescritte dagli enti proprietari; in corrispondenza di attraversamenti stradali ovvero di interferenza con sottoservizi (gasdotti, cavidotti, fognature e scarichi etc.) si dovrà provvedere all'utilizzo di tubazioni PVC serie pesante, e i cavi dovranno essere posati all'interno di tubi inglobati in manufatti in cemento; nel caso le prescrizioni degli enti o la tipologia di tratta da scavare (dovuta eventualmente a particolari esigenze di servizio della stazione di Terna) non consenta la possibilità di operare con scavi a cielo aperto ovvero con chiusure parziali della strada, si dovrà prevedere l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata per la posa dei tubi all'interno dei quali alloggiare i cavi.
- L'**Ampliamento**: L'area sulla quale insisterà il Progetto è ricompresa nella particella 58 del foglio catastale 30 del Comune di Rotello. La particella, di proprietà di Terna SpA, ha una superficie di 76.470 m<sup>2</sup>. Al termine dei lavori di costruzione del Progetto non aumenterà né l'area recintata né l'area complessiva destinata alla Stazione Elettrica 380/150 kV RTN Rotello.

Di seguito, alcuni tipici progettuali.

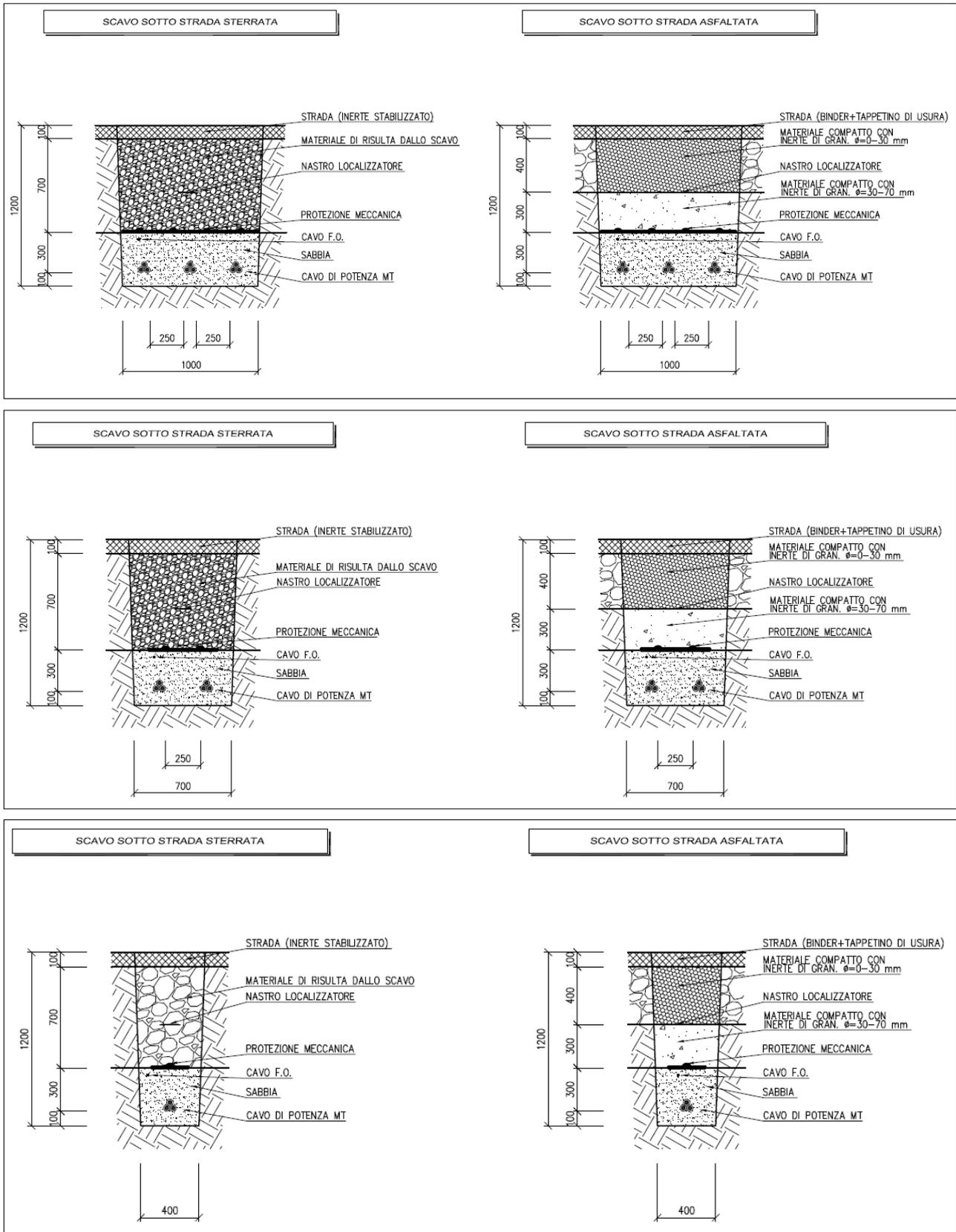
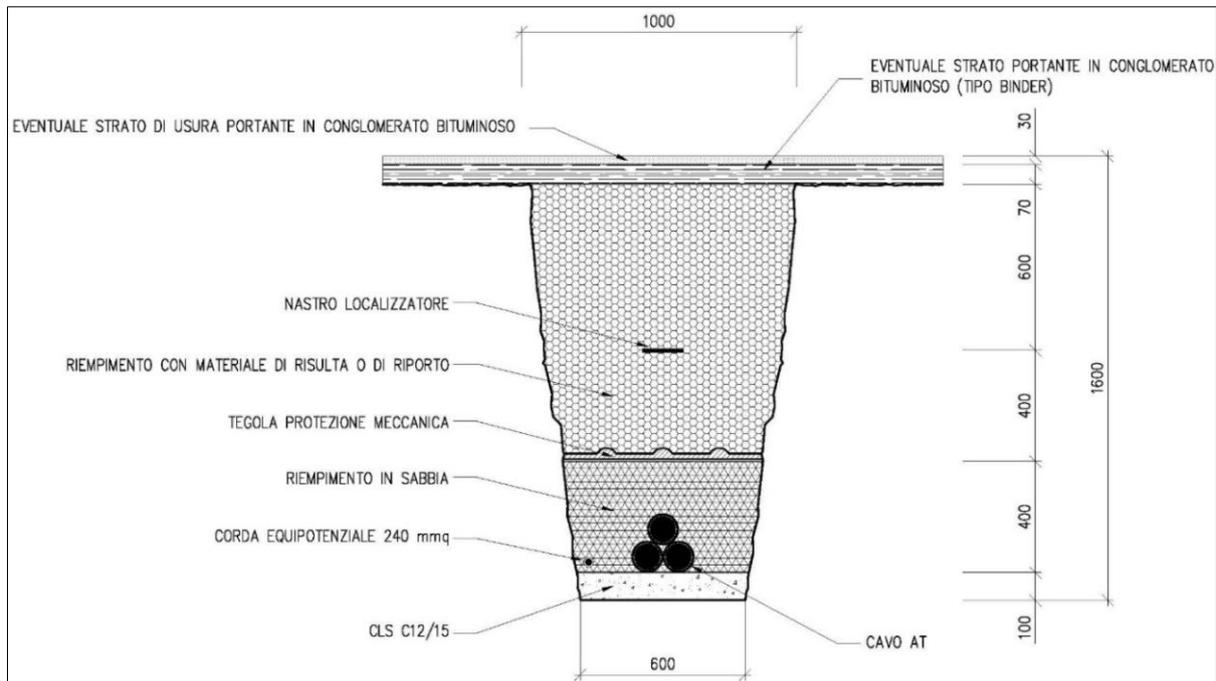


Figura 1-5: tipici di posa dei cavidotti MT e del cavidotto BT.

	Relazione geologica	Foglio 11 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022



**Figura 1-6: tipico di posa del cavo AT.**



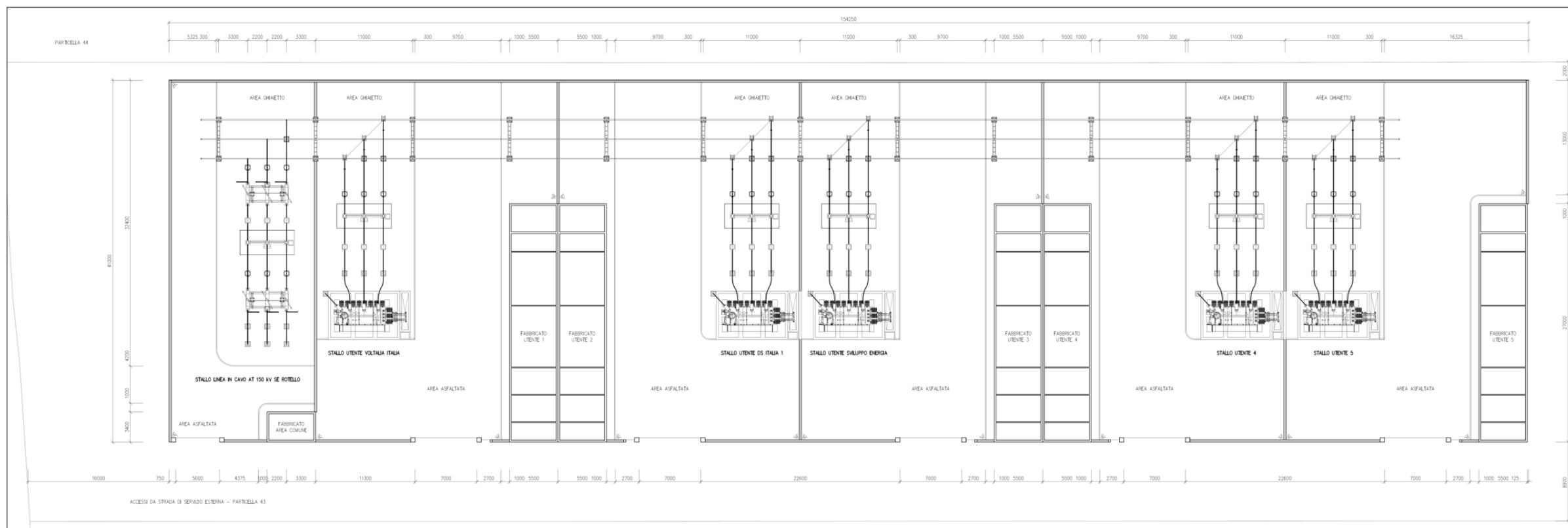
Relazione geologica

Foglio 12 di Fogli 51

Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp

Dottor Geologo  
Di Bernardino Giancarlo Rocco

02/2022



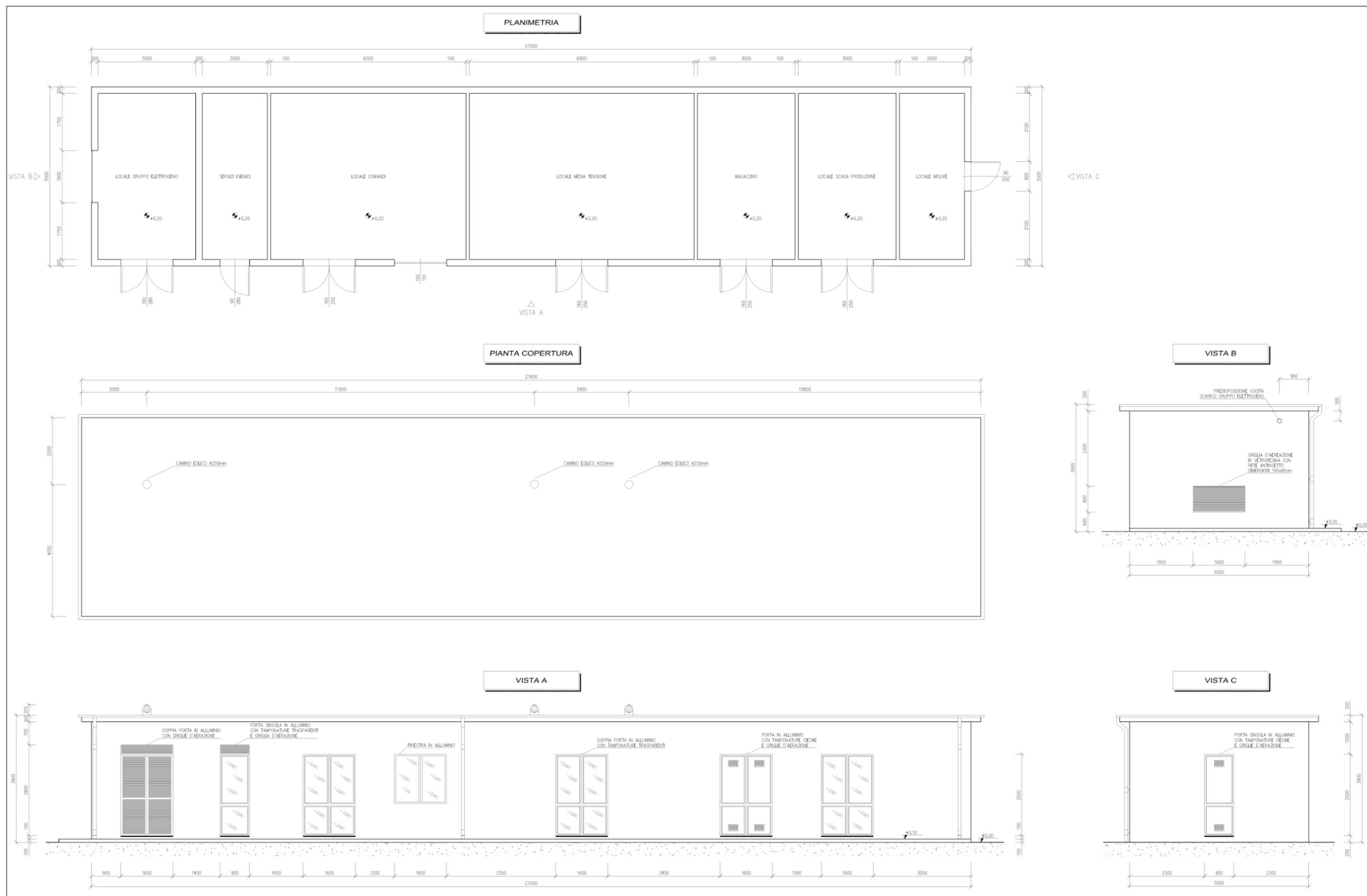
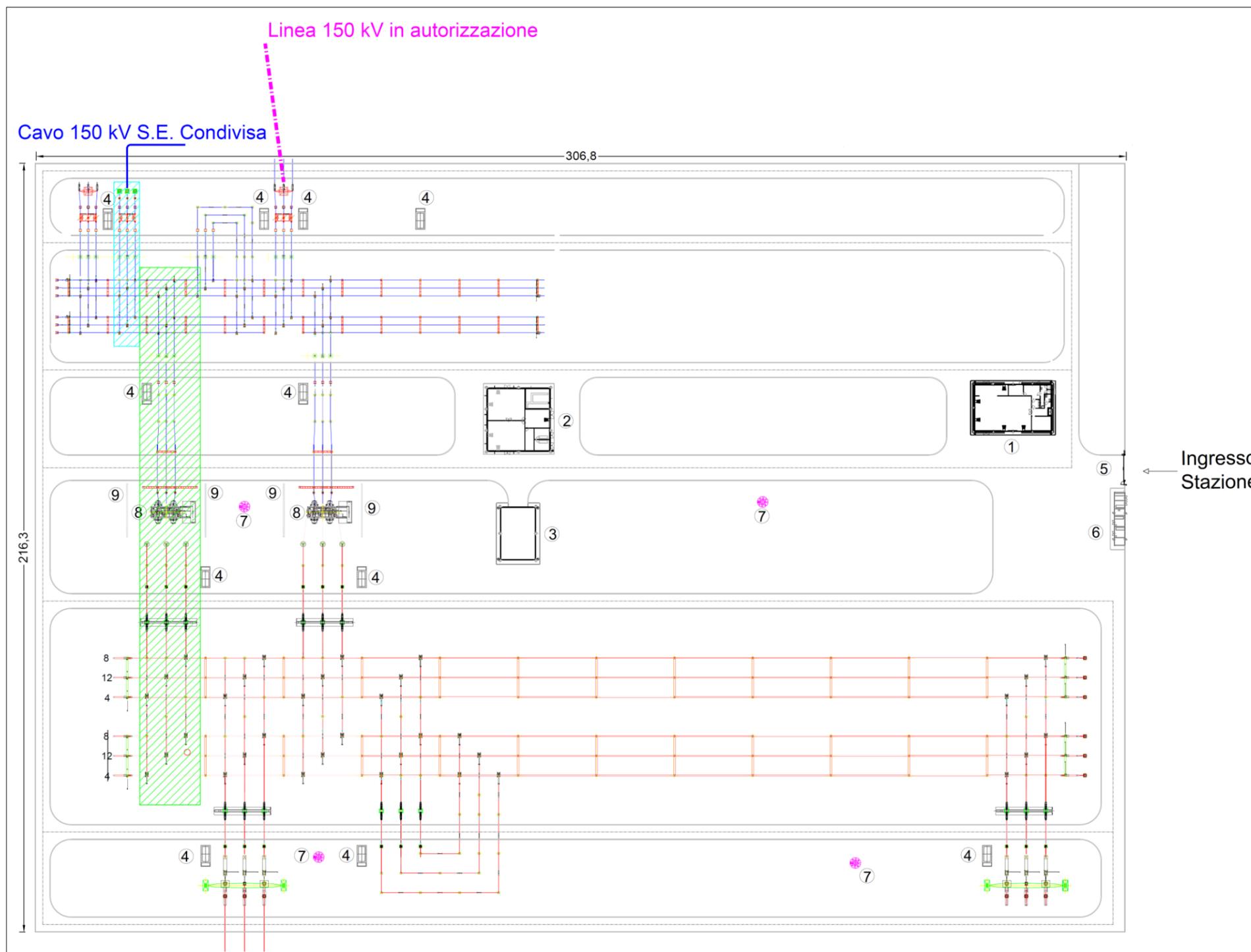
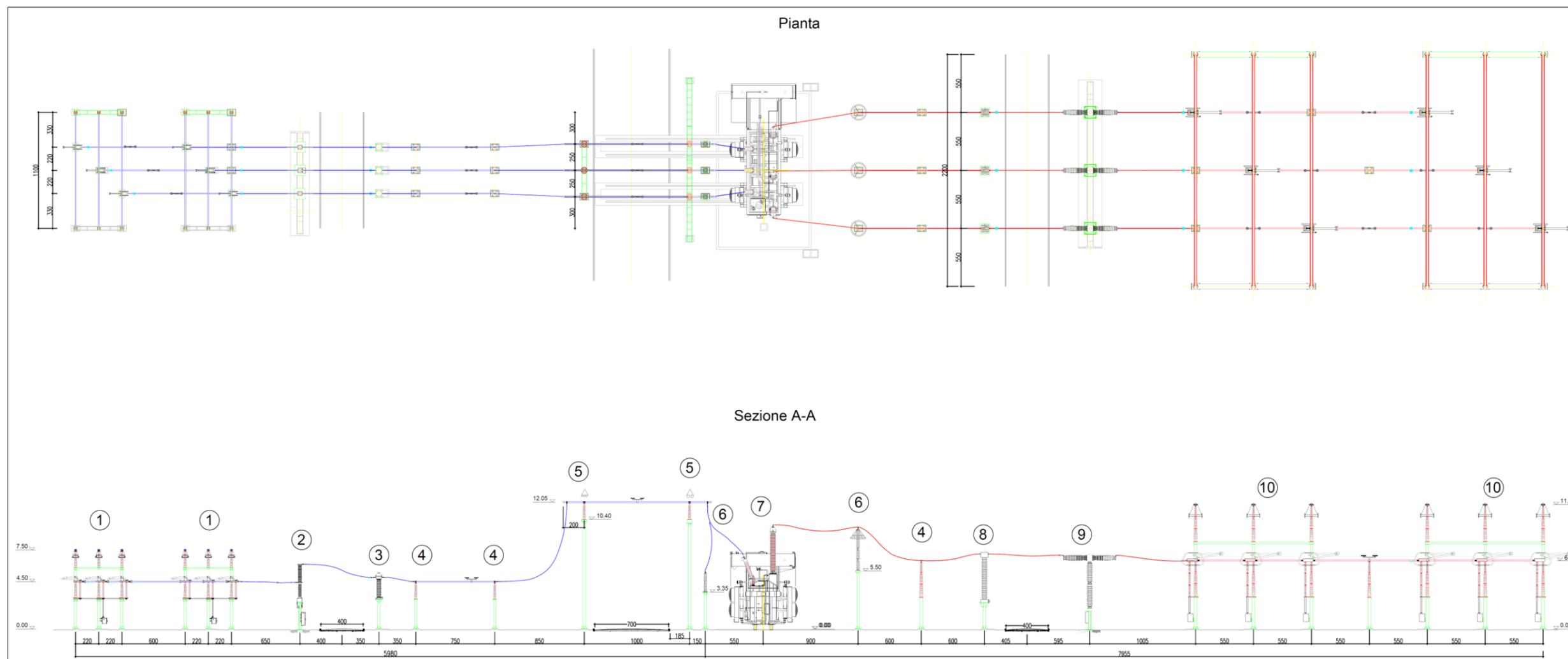


Figura 1-7: planimetria Punto di raccolta (sopra) e fabbricato utente (sotto); per la scala adeguata ai dettagli, si rimanda alle tavole di progetto.



- Legenda
- ① Edificio comandi e S.A. integrato
  - ② Edificio S.A.
  - ③ Magazzino
  - ④ Chioschi app. periferiche sistema di controllo
  - ⑤ Cancelli carraio apribile a due ante
  - ⑥ Locale MT
  - ⑦ Torre faro
  - ⑧ A.T.R. 380/150 kV
  - ⑨ Muri tagliafiamma
  - ▨ Stallo ATR in autorizzazione
  - ▨ Stallo linea in cavo in autorizzazione

Figura 1-8: piano tecnico delle opere per l'Ampliamento.



- Legenda**
- ① Sezionatore verticale 150 kV
  - ② Interruttore 150 kV
  - ③ Trasformatore di corrente 150 kV
  - ④ Colonnina
  - ⑤ Portale
  - ⑥ Scaricatore
  - ⑦ Atr
  - ⑧ Trasformatore di corrente 380 kV
  - ⑨ Interruttore 380 kV
  - ⑩ Sezionatore verticale 380 kV

**Figura 1-9: ancora piano tecnico delle opere per l'Ampliamento.**

	Relazione geologica	Foglio 16 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## 1.2 REGIME VINCOLISTICO

Circa il quadro vincolistico sovraordinato all'area di intervento, si riporta quanto segue (**Tabella 1-1**):

TIPOLOGIA VINCOLISTICA	P	A
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità estremamente elevata PF3		
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità elevata PF2		
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità moderata PF1		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità elevata PI3		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità moderata PI2		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità bassa PI1		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica elevata P3		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica media P2		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica bassa P1		
Vincolo Idrogeologico (RD3267/23)		
SIC		
ZPS		
IBA		
Beni Paesaggistici ex D.Lgs. 42/04		

**Tabella 1-1: P - vincolo presente; A - vincolo assente.**

L'Ente territoriale competente per quanto attiene ai principali vincoli di carattere idrogeologico e idraulico è la Struttura dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale afferente ai bacini idrografici dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (ex Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore), di seguito **AdB**. A questa si affianca il Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale istituito con D.Lgs. 152/06 che opera nella pianificazione distrettuale mediante la realizzazione del PGA e del PGRA con la pubblicazione delle mappe di pericolosità e rischio idraulico. Nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Il ciclo 2016-2021 (Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 152/2006, Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 49/2010, D.Lgs. 219/2010) sono disponibili le Mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni – riesame e aggiornamento ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 49/2010.

In base a quanto indicato dalla cartografia PAI (Piano di stralcio Assetto Idrogeologico) "Pericolosità da Frana e da Valanga" dell'**AdB**, il **Progetto** non interferisce con aree vincolate. *Idem* per quanto attiene alla pericolosità idraulica del PAI. In particolare, il **cavidotto MT B** lambisce ma non intercetta un'area indicata come PF3: a valle della Strada Comunale Campo della Fontana Cannuccia, tra l'area moduli n. 2 e l'Area Pozzo Torrente Tona 10, è segnalata una zona a pericolosità estremamente elevata alla quale non corrisponde alcun fenomeno franoso. Tale area non è intersecata dalla strada, vale a dire dal cavidotto, e non rappresenta alcuna criticità per la sua posa in opera.

Per quanto riguarda il PGRA, il **cavidotto MT A** interferisce con una sottile striscia a pericolosità media P2 circa 200 m ad Est dell'Area Pozzo Torrente Tona n. 24: non è necessario predisporre alcuno studio di compatibilità idraulica dedicato in quanto le considerazioni fatte nel successivo paragrafo 2.2 dello **studio** (sulla geomorfologia) sono sufficienti a dare conto della compatibilità fra il **cavidotto MT A** e la sottile striscia P2 del PGRA. Il **cavidotto MT B** intercetta la medesima fascia P2 del PGRA più a valle del medesimo fosso (che prende poi il nome di Torrente Mannara), subito ad Est dell'Area Pozzo Torrente Tona n. 8: in relazione a ciò, viene predisposto specifico studio di compatibilità idraulica.

	Relazione geologica	Foglio 17 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

### 1.3 UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

I **parchi FV** in predicato di realizzazione si inseriscono all'interno di una superficie catastale complessiva (**Superficie Disponibile**) di circa 62,8 ettari. Di questa superficie totale a disposizione del **Proponente**, una parte sarà recintata, per un totale di circa 55,5 ettari, e occupata effettivamente dai **parchi FV (Superficie Occupata)**, vale a dire vele fotovoltaiche e strutture di supporto, cabine e strumentazione che costituiscono concretamente l'opera, per complessivi 26,8 ettari, la restante parte manterrà lo *status quo ante*. I siti che accolgono i **parchi FV** si trovano nel territorio comunale di **Rotello (CB)**, nel settore centro-orientale della regione Molise. Tutte le **opere di connessione** rientrano nello stesso territorio comunale di Rotello. L'intera area si inquadra nel settore centro-orientale della regione Molise. E' raggiungibile percorrendo l'autostrada A14 Adriatica Bologna - Taranto fino all'uscita Termoli; si prosegue sulla SS87 verso Campobasso – Larino, quindi sulla SP167 per Rotello, si continua sulle SP148, SP73 ed SP40 fino a Rotello. Le tavolette in scala 1:5.000 (CARTA TECNICA REGIONALE – REGIONE MOLISE) di riferimento sono le 395012, 395013, 395051 e 395054. Di seguito, un estratto fuori scala dall'originale 1:5.000 da CTR regionale (**Figura 1-10**). Per la topografia di dettaglio si rimanda alla cartografia allegata allo **studio**.

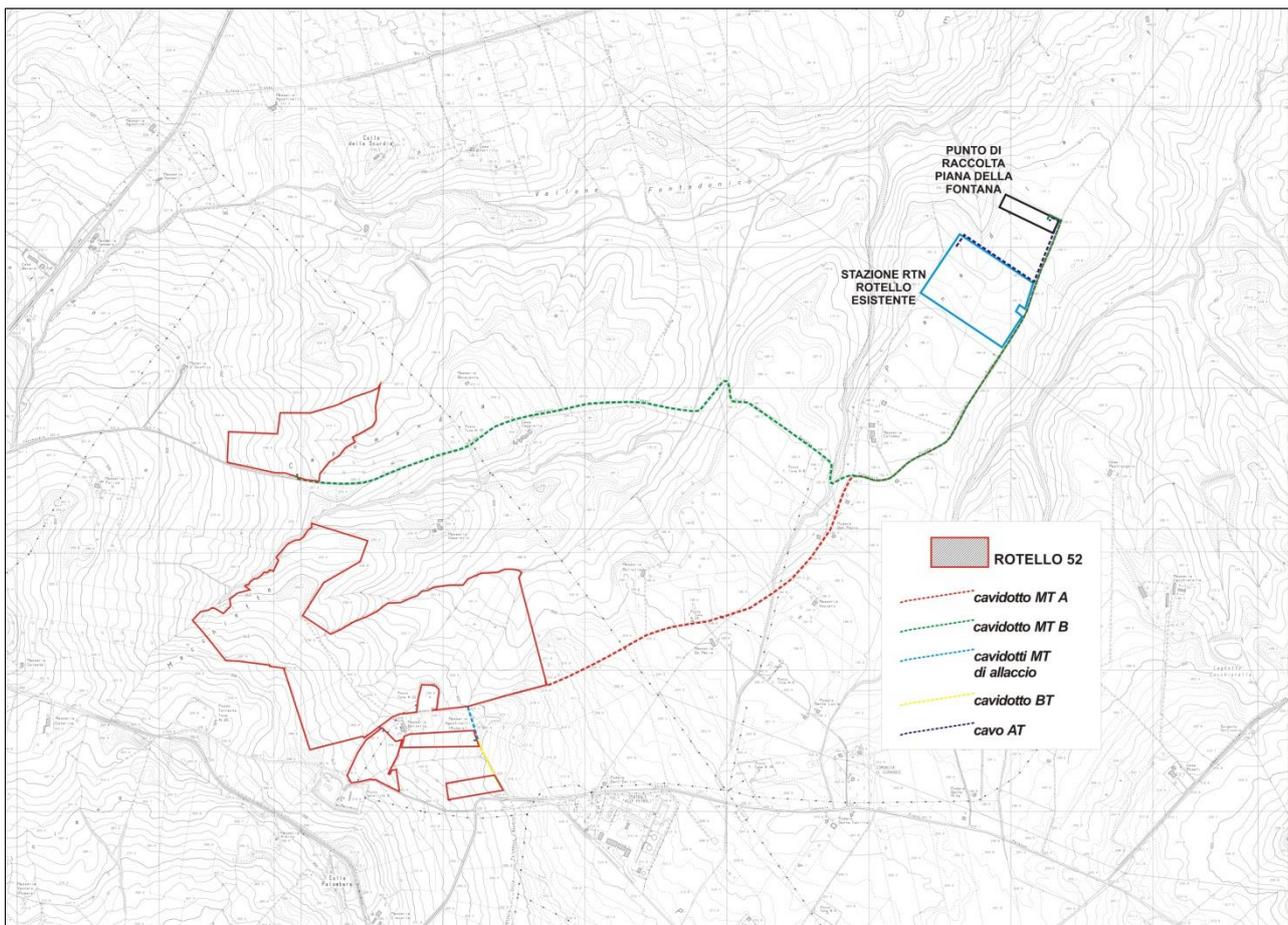


Figura 1-10: l'intero Progetto, fuori scala da originale su CTR 1:5.000.

	Relazione geologica	Foglio 18 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## 2.0 ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

### 2.1 GEOLOGIA GENERALE E LOCALE

In una visione di ampio respiro, i siti d'interesse ricadono nella pressochè totalità all'interno del dominio tettono-sedimentario dei depositi dei *Complessi postorogeni (Successioni continentali)* e dell'*Avanfossa pliocenica e pleistocenica (Successione del Pleistocene inferiore pp. e del Pliocene superiore)* di FESTA, GHISSETTI & VEZZANI (2004). Tali successioni, nell'area di studio, si trovano immediatamente al fronte di un sistema a pieghe e sovrascorrimenti che propone all'*hanging-wall* le *Unità Molisane*, nella fattispecie l'*Unità dei Monti della Daunia* (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). Le *Unità Molisane* costituiscono un sistema di strutture tettoniche Est-vergenti sviluppate lungo una fascia orientata NO-SE ed estese dai M. Frentani in Molise ai M. della Daunia in Puglia, alla dorsale dei Flysch esterni in Basilicata (CELLO *ET ALII*, 1987; BUTLER *ET ALII*, 2004); lungo questo fascio di strutture affiora essenzialmente la porzione terziaria di una successione originariamente ubicata ad Est della piattaforma carbonatica Campano-Lucana ed interpretata da OGNIBEN (1969) come il tetto stratigrafico della successione calcareo silico-marnosa del Bacino Lagonegrese (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). L' *Unità dei Monti della Daunia* è quella molisana più esterna che affiora in posizione basale lungo il fronte esterno della Catena appenninica, dove è spesso associata al *Mélange tettonico dei M. Frentani*; anche questa unità è scollata a livello dell'alternanza delle argille policrome e di calcareniti torbiditiche di età Miocene inferiore-Oligocene (*Flysch rosso*) (CIPOLLARI & COSENTINO, 1995; BUTLER *ET ALII*, *IBIDEM*). Questa formazione basale dell'Unità dei Monti della Daunia, costituita da un'alternanza in livelli centimetrici di argille marnose, marne argillose da rosso violacee a verdi, e radiolariti passa stratigraficamente verso l'alto (Casacalenda, Dogliola) alle quarzareniti gialle del *Flysch Numidico*, di età Langhiano-Burdigaliano, a sua volta seguito dalla *Formazione Faeto* (CROSTELLA & VEZZANI, 1964). La successione dell'Unità dei M. della Daunia passa verso l'alto alla *Formazione di Vallone Ferrato*, costituita da marne argillose grigie con intercalazioni di arenarie, di età Messiniano-Tortoniano. Nella zona di Tavenna, Dogliola e Montemitro questa successione marnosa si chiude verso l'alto con un'alternanza torbiditica argilloso-arenacea, di età Messiniano (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). Tutto ciò è il risultato di una vivace tettonica di età neogenico-quadernaria che ha interessato l'area molisana con cinematismi di raccorciamento che giustappongono alcune tra le principali unità tettono-stratigrafiche dell'orogeno (DI BUCCI *ET ALII*, 1999).

**Localmente**, il **Progetto** insisterebbe al di sopra di un sottosuolo costituito dai depositi della molassa pelitica delle *Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI (1971), localmente coperto dai terreni quadernari alluvionali terrazzati (1t) in copertra sul substrato marino. Marginalmente sarebbe interessata la Formazione Faeto (zona occidentale destinata ai **parchi FV**). **A valle delle indagini originali condotte, di quanto osservato direttamente in campagna e in funzione dei dati pregressi, è possibile confermare che il sottosuolo è rappresentato dalle peliti grigio-azzurre plio-pleistoceniche a luoghi ricoperte dai terreni alluvionali**, come rappresentato nella Carta Geologica originale in calce allo **studio**; non è intercettata la Formazione Faeto la quale si trova poco ad Ovest del limite occidentale del parco fotovoltaico più esteso. **Si aggiunge che un certo spessore di coltri eluvio-colluviali è presente nella pressochè totalità del paesaggio**. Per i dettagli, si vedano i paragrafi successivi dello **studio**, redatti a seguito dei risultati ottenuti dalle indagini *in situ* e in base ai dati pregressi.

	Relazione geologica	Foglio 19 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

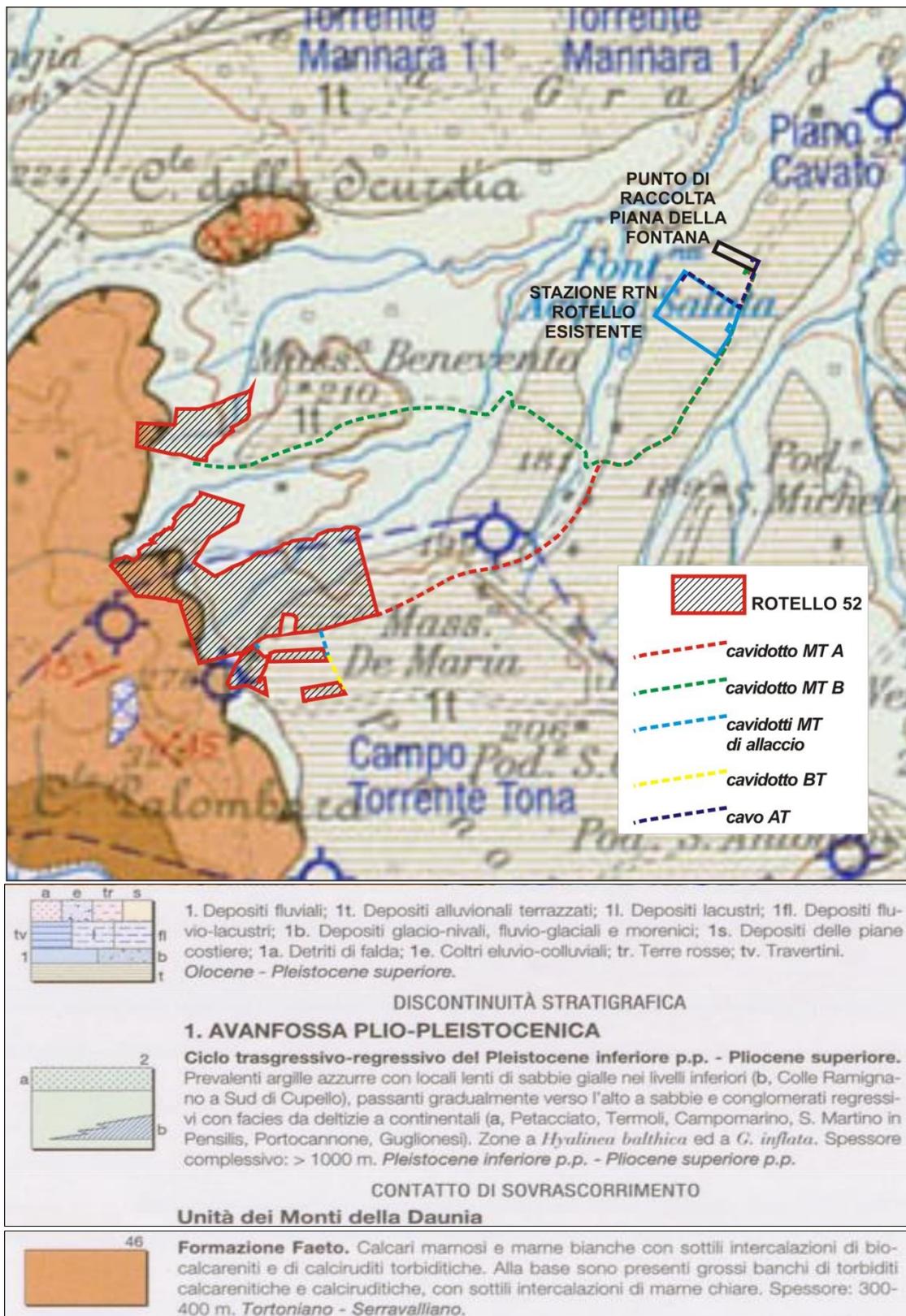


Figura 2-1: stralcio fuori scala dall'1:100.000 originale di FESTA, GHISSETTI & VEZZANI (2004). L'intero progetto sul contesto geologico da bibliografia.

	Relazione geologica	Foglio 20 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## 2.2 GEOMORFOLOGIA

In linea generale, i territori in cui si inseriscono i **parchi FV** e le **opere di connessione** sono caratterizzati da pendenze molto blande dirette verso i quadranti orientali: ciò è desumibile da una analisi delle mappe topografiche. Nel documento "*Caratterizzazione geologico-ambientale del territorio molisano e delle unità territoriali (macro-aree) individuate*" (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE, 2014), l'area in cui ricade l'area del **Progetto** viene definita *Basso Molise* ed è interessata da processi fluvio-denudazionali associabili a fenomeni di instabilità, sia lenti che rapidi, come scorrimenti e scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi, e da fenomeni di erosione superficiale spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata; è inoltre caratterizzata dalla diffusa presenza di lembi di superfici fluvio-denudazionali che si rinvergono in posizione sommitale o lungo i versanti, dove i processi morfogenetici dominanti sono legati all'azione delle acque incanalate e non e alla forza di gravità che, visto le pendenze, gioca un ruolo piuttosto limitato, favorendo comunque lo sviluppo di fenomeni superficiali quali il *creep* e il soliflusso, nonché di limitati movimenti in massa superficiali e lenti; questi processi si rinvergono anche dove affiorano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso - ghiaioso conglomeratica, al limite con l'area "Fascia costiera". Di seguito, i contesti geomorfologici **in dettaglio** (si veda la cartografia in calce allo **studio**).

### **Parchi FV**

I lotti di terreno, su cui insisteranno i diversi parchi fotovoltaici che costituiranno **Rotello 52.4**, si trovano a quote comprese tra i 185 e i 290 m circa sul livello del mare, rispettivamente muovendosi dalla zona centro-occidentale del progetto a quella centro-orientale. L'intera area di progetto mostra complessivamente una più o meno blanda pendenza verso i quadranti orientali, pendenza che si accentua verso Ovest in prossimità dell'Area Pozzo Torrente Tona 20, con diversi impluvi che drenano verso il Torrente Saccione a Nord. **Circa i processi legati alla gravità**, nessuno dei lotti di terreno è interessato da processi franosi o deformativi lenti di superficie (soliflussi); ciò è in accordo con il PAI, in base al quale non sono segnalate zone pericolose interferenti con i siti destinati ai **parchi FV**. Neppure la cartografia IFFI dell'ISPRA (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) segnala la presenza di frane interferenti con i siti. **Circa i processi legati alle acque di scorrimento superficiali**, l'elemento morfologico principale è il Torrente Mannara, al quale si raccordano diversi fossi, che rappresenta il livello di base locale prima di confluire a Nord nel Torrente Saccione. Il limite orientale dell'area che accoglierà il parco fotovoltaico più a Nord corre lungo un piccolo impluvio, dove nasce il fosso, che poco a Nord termina in un bacino artificiale, di dimensioni piuttosto modeste, utilizzato a scopi irrigui; non sono presenti processi erosivi che possano costituire alcun tipo di criticità nei confronti del limite del lotto, dove i lavori si limiteranno alla posa in opera di recinzione perimetrale e fascia di mitigazione le quali non interferiranno con il piccolo fosso, parallelo alla recinzione esternamente ad essa: sebbene sulle mappe possa sembrare che ci sia interferenza, attraversamento in qualche punto del fosso da parte dell'area di intervento, nella realtà, in fase esecutiva, le operazioni di cantiere non si sovrapporranno al fosso suddetto (e questo varrà per tutti gli altri fossi al limitare delle aree di intervento: si manterranno all'esterno delle recinzioni perimetrali e non verranno toccati). Anche in località Macchiette e poco ad Est, oltre una piccola dorsale spartiacque, il perimetro del parco fotovoltaico centrale, di maggiore estensione, corre in prossimità di modesti fossi: valgono le medesime considerazioni fatte poco sopra. Unica eccezione è rappresentata da una zona in erosione attiva (si veda la carta geomorfologica originale in calce allo **studio** per i dettagli), lunga appena 30 m, posta a 450 m in direzione da Masseria Cappiello; tale processo non costituisce alcuna problematica ostativa: in prossimità della piccola scarpata erosiva, il progetto prevede

	Relazione geologica	Foglio 21 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco

unicamente la posa in opera di rete perimetrale e fascia di mitigazione. In particolare, la fascia di mitigazione sarà un elemento positivo giacché preserverà il versante a monte dal progredire del fenomeno, grazie alla piantumazione di essenze vegetali. In ogni caso, data l'estrema modestia del processo, sarà sempre possibile (anche in fase esecutiva) inserire ulteriori essenze vegetali ed una geostuoia (semplici interventi di ingegneria naturalistica), qualora ritenuto opportuno dai progettisti e/o Ditta esecutrice, senza alcun tipo di rischio; si aggiunge che l'interferenza visibile nella cartografia in calce è dovuta, anche in questo caso, a questioni legate alla scala di rappresentazione ed ai differenti sistemi di proiezione per progettuale (su catastale) e CTR: nella realtà, la piccola zona in erosione si manterrà prossima al perimetro del lotto ma esterna ad esso. Tutte le zone sono soggette al normale dilavamento diffuso superficiale. In via collaterale, i **processi legati all'uomo** sono relativamente ridotti: strade, masserie ed alcune aree pozzo, nonché la Centrale Agip Petroli, introducono una rottura con il contesto naturale. Anche l'attività agricola modifica il contesto primigenio attraverso le operazioni di aratura della coltre di suolo.

### **Opere di connessione**

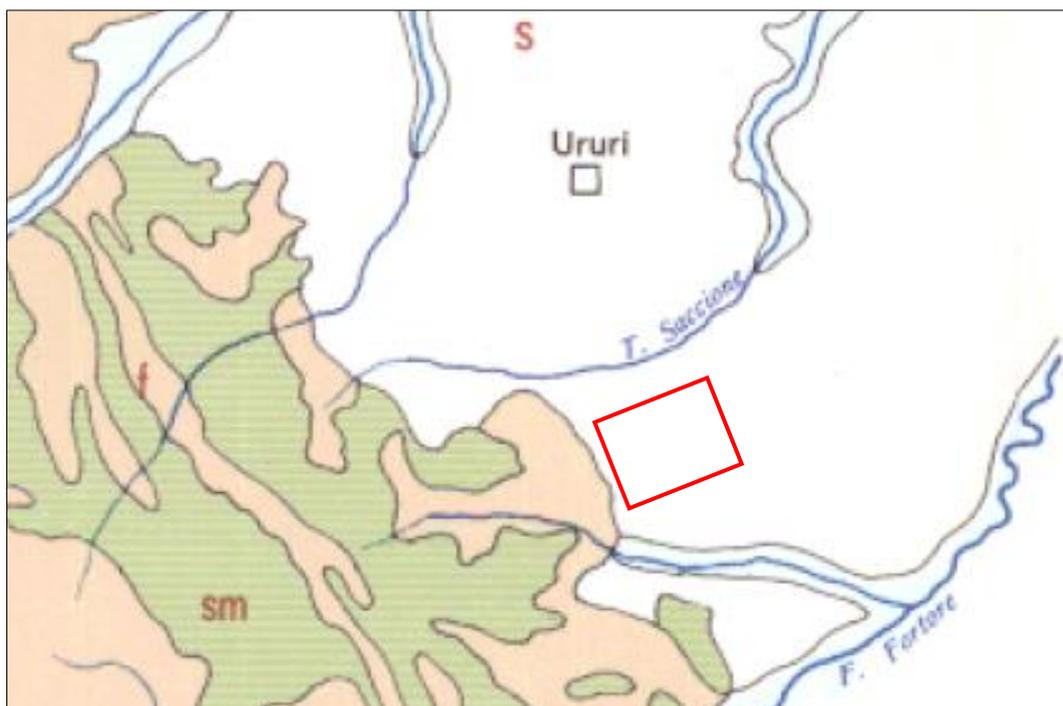
I tracciati dei cavidotti si snodano all'interno del paesaggio descritto in premessa del presente paragrafo. Circa i **processi gravitativi**, nessuna opera interferirà (in accordo a quanto mostrato dalle carte del PAI) con forme e/o processi franosi e neppure con deformazioni superficiali lente. Come anticipato nel quadro vincolistico, il **cavidotto MT B** corre su di un tratto stradale lambito, non intercettato, da una zona segnalata come pericolosa dal PAI: a tale area, caratterizzata da un versante a pendenza piuttosto blanda che degrada in maniera complessivamente uniforme verso il fosso sottostante, non coincide alcun fenomeno franoso o de formativo lento di superficie e non è presente, in ultima analisi, alcuna criticità associabile al passaggio del cavidotto. Per quanto attiene ai **processi e forme legati alle acque di scorrimento superficiali**, una sottile striscia a pericolosità P2 del PGRA è interferita, circa 220 m ad Est dell'Area Pozzo Torrente Tona n. 24, dal tracciato del **cavidotto MT A**. Considerando la natura estremamente modesta del fosso segnalato come pericoloso (che a valle assume tratti più naturali, più strutturati, e prende il nome di Torrente Mannara), sia in termini di bacino sotteso, sia in termini di pendenze e tenendo presente che la posa in opera del cavidotto avverrà tramite staffatura su ponticello in calcestruzzo lungo la strada esistente, preservando in tal modo il cavidotto da qualsiasi interferenza con le dinamiche idrauliche e morfoevolutive del suddetto fosso, il passaggio dell'opera nella stretta striscia P2 sarà compatibile con il livello di pericolosità dichiarato il quale non aumenterà. Più a valle, in prossimità dell'Area Pozzo Torrente Tona n.8, la viabilità (e quindi il tracciato in progetto del **cavidotto MT B**) attraversa il Torrente Mannara (ove presente, lo si rammenta, il vincolo PGRA); in corrispondenza di questo attraversamento, l'incisione è poco profonda, con sponde protette da vegetazione ripariale infestante, molto fitta, e non rappresenta un elemento critico nei confronti della posa in opera del cavidotto: come riportato nello Studio di Compatibilità Idraulica dedicato (al quale si rimanda per i dettagli), sarà sufficiente effettuare uno scavo più profondo rispetto al resto del tracciato, in modo tale da evitare qualsiasi problematica legata al piccolo corso d'acqua. A valle dell'attraversamento, oltre la strada, si osserva una scarpata di erosione la quale, in ogni caso, ha importanza piuttosto modesta e soprattutto è inattiva. Nessun'altra porzione delle opere da realizzare si trova ad attraversare zone interessate da fasce vincolate e ancor più da fenomeni erosivi reali che possano costituire alcun tipo di criticità, trovandosi in corrispondenza di una viabilità che non mostra segni di danneggiamento dovuti alle acque di scorrimento. Su tutto il territorio agisce il normale dilavamento diffuso superficiale dovuto alle acque selvagge di pioggia. Circa i **processi e forme antropici**, il passaggio dei cavidotti avverrà in corrispondenza di strade esistenti, le quali non mostrano segni di danneggiamento dovuto a fenomeni naturali, mentre una parte dei cavidotti A e B ed il **Punto di Raccolta** con la **stazione** al

	Relazione geologica	Foglio 22 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

suo interno saranno vicino alla stazione Rotello RTN che già costituisce un elemento antropico all'interno del territorio. Inoltre, la pratica agricola costituisce uno degli elementi antropici più caratteristici del paesaggio assieme alla sporadica presenza di masserie e case coloniche datate nel tempo e spesso lasciate all'abbandono. Anche le aree pozzo, legate ad attività mineraria, sono un elemento presente nell'area ad ampio raggio.

### 2.3 IDROGEOLOGIA

**A grande scala**, l'intera area di progetto appartiene a ciò che CELICO *ET ALII* (1978) e CELICO (1983) definiscono *Complesso argilloso – sabbioso – conglomeratico*. Si tratta sostanzialmente delle argille e sabbie marine periadriatiche plio-pleistoceniche (i *Depositi pelitici di avanfossa del Plio-Pleistocene* di DESIDERIO & RUSI, 2004) e dei conglomerati fluviali quaternari: possiedono una permeabilità per porosità variabile, da bassa a media, in relazione alla granulometria dei depositi. I domini idrogeologici delle aree collinare e di piana alluvionale della regione molisana sono rispettivamente costituiti da marne argillose, arenarie, conglomerati e argille delle unità plio-pleistoceniche e da sabbie, ghiaie ed argille continentali, delle alluvioni terrazzate delle pianure alluvionali; nella zona collinare si individuano sorgenti a regime perenne ricaricati essenzialmente dalle acque meteoriche (NANNI & VIVALDA, 1986); le pianure alluvionali, in tutto il settore Adriatico centrale, dalle Marche al Molise, sono generalmente impostate su linee tettoniche trasversali che ne hanno fortemente condizionato l'evoluzione pleistocenica (NANNI & VIVALDA, 1987; BIGI *ET ALII*, 1997); sono costituite da corpi lenticolari ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e da lenti variamente estese di depositi fini limo-sabbiosi e limoso-argillosi il cui spessore varia sensibilmente nelle diverse pianure e nell'Abruzzo meridionale e nel Molise, a sud della linea Aventino-Sangro (Majella), l'aquicluda plio-pleistocenico è sostituito o si inframmezza alle argille e marne della colata gravitativa (DESIDERIO & RUSI, *IBIDEM*).



	Relazione geologica	Foglio 23 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

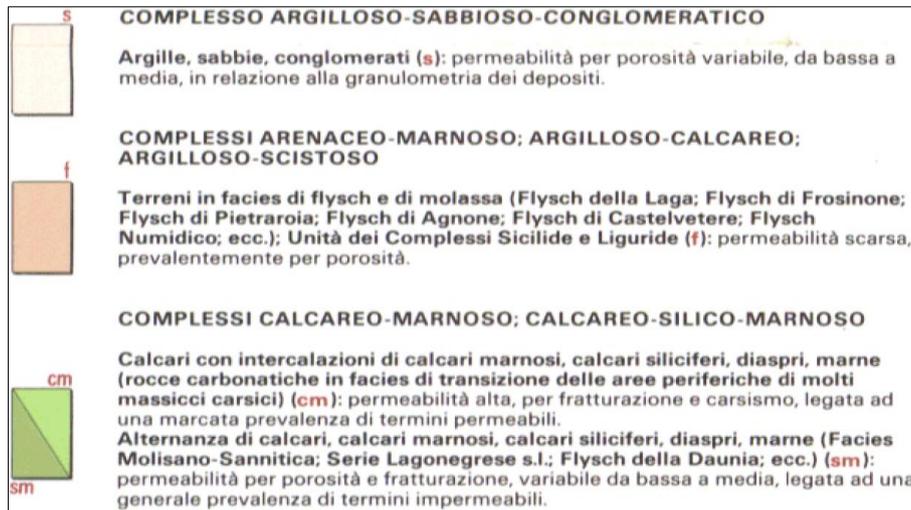


Figura 2-2: in rosso, l'area in cui ricade il Progetto; l'immagine è uno stralcio fuori scala dalla scala originale 1:400.000 (CELICO, 1983).

**In dettaglio**, in base ai risultati delle indagini originali e ai dati pregressi, in corrispondenza dei terreni destinati ai **parchi FV** non è presente falda in sottosuolo fino alle profondità investigate e neppure a quote inferiori ove verificata la presenza del substrato marino impermeabile. Per quanto riguarda i depositi alluvionali terrazzati all'interno dei quali si sono concluse, con rifiuto strumentale, alcune penetrometrie (dati pregressi), in questo settore della fascia periadriatica si tratta di terreni da scarsamente/per nulla a mediamente permeabili: la permeabilità può variare da nulla per gli intervalli fini a media per quelli grossolani; tuttavia, considerando che gli intervalli grossolani sono contenuti come corpi lenticolari, più o meno discontinui, all'interno della *facies* fine o al tetto presentano livelli di coltre, è poco probabile la presenza di acqua e ancor più di falda continua. E' verosimile che vi sia presenza discontinua di spot contenenti un'elevata umidità o talora acqua gravifica, ma ben localizzata, puntuale; e in ogni caso, considerando le profondità di posa in opera interessate dal **Progetto** e le quote fino alle quali non è stata rinvenuta falda durante le indagini (originali e pregresse), i lavori non intercetteranno alcuna falda. Per quanto riguarda le **opere di connessione**, sostanzialmente ricadono all'interno di un territorio le cui condizioni idrogeologiche sono tratteggiate dalla descrizione fornita per le aree relative ai **parchi FV**. Come già definito in precedenza, nel caso venisse richiesto in fase esecutiva da parte dei progettisti o della Ditta realizzatrice, sarà possibile effettuare ulteriori indagini in corrispondenza dei terreni che accoglieranno il **Punto di Raccolta** e la **stazione** collocata nel suo perimetro per approfondire la conoscenza della situazione idrologica del sottosuolo.

Inoltre, in base alla tavola "T3 – Caratterizzazione corpi idrici sotterranei" del Piano Tutela delle Acque (PTA), non è presente alcun corpo idrico in corrispondenza del Mannara; ciò è in sostanziale accordo con quanto concluso nello **studio**.

	Relazione geologica	Foglio 24 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

### 3.0 ANALISI GEOTECNICA

#### 3.1 NORME DI RIFERIMENTO

I regolamenti cui fare riferimento per la redazione dello **studio**, con particolare attenzione rivolta alla scelta dei *valori caratteristici dei parametri geotecnici*, sono i seguenti:

- *D.M. LL.PP. del 11/03/1988 - Circolare Ministero LL.PP. n.30483 del 24/09/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- *D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- *Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.3.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- *D.M. 14 settembre 2005 - Norme Tecniche per le costruzioni".*
- *Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 – Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.*
- *D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le costruzioni" (di seguito **norme**).*
- *Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 02.02.2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008 (di seguito **circolare**).*
- *D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" (di seguito **nuove norme**).*
- *Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019, n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (di seguito **nuova circolare**).*

**Nel C 6.2.2 "Indagini, Caratterizzazione e modellazione geotecnica" della circolare si legge "... Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Il volume significativo ha forma ed estensione diverse a seconda del problema in esame e deve essere individuato caso per caso, in base alle caratteristiche dell'opera e alla natura e caratteristiche dei terreni ...".**

Ciò premesso, **stante il progetto**, sottolineando come l'opera in predicato di realizzazione trasmetta sui terreni carichi di fatto trascurabili (pressochè nulli) in corrispondenza dei **parchi FV** e non elevati in corrispondenza della **stazione**, e **stante l'assetto morfologico privo di particolari criticità**, è stata eseguita una campagna di indagini per la modellazione del volume significativo di terreno. La profondità prevista delle indagini penetrometriche (di seguito) è di 10 m da piano campagna: in considerazione del progetto, è più che adeguata a descrivere i terreni in sottosuolo. Inoltre, si rammenta l'utilizzo di dati pregressi.

Ancora, **nel C 6.2.2 della circolare (idem in nuova circolare)**, al punto *Valori caratteristici dei parametri geotecnici*, **si legge** "Nelle valutazioni ... dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano

	Relazione geologica	Foglio 25 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

*coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.*"

Nella fattispecie, **appare ragionevole considerare una elevata cubatura di terreno** come volume significativo in sottosuolo (*sensu* AGI, 1977) riferibile a tutte le opere all'interno dei **parchi FV** ed alla **stazione e Punto di Raccolta**. **Dunque, i valori caratteristici equivalgono ai valori medi desunti dalle varie indagini.**

L'Eurocodice 7 (2005) introduce il concetto del **valore caratteristico** dei parametri fisico-meccanici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite di progetto, deve essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica. Tale concetto è stato ripreso dalle **norme e nuove norme**. Inoltre, la **circolare** "... *chiarisce alcuni dettagli relativi alla determinazione dei valori caratteristici, ma non offre metodi operativi per la loro determinazione*" (CARBONE & TUCCI, 2010) e invece l'Eurocodice 7 pone in evidenza come l'unica metodologia delineata per tale determinazione sia di **natura statistica**. Tale approccio **non è obbligatorio**, tanto che la **circolare** suggerisce, come ricordato sopra, di utilizzare valori *medi* o *minimi* in funzione dei volumi di terreno coinvolti; **nello specifico**, un **criterio statistico** per la definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, nonostante si abbia a disposizione un modesto numero di famiglie di dati (vedi paragrafo subito sotto), è utilizzato. Inoltre, si procede attraverso una semplice media aritmetica per completezza di informazione.

### 3.2 INDAGINI IN SITU

L'indagine originale DPSH01 (la cui ubicazione è visibile in TAVOLA 2 in calce allo **studio**) è stata condotta in data 03.09.2021.

Si tratta di una prova penetrometrica dinamica DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*).

#### 3.2.1 Prova penetrometrica DPSH

La prova penetrometrica dinamica con penetrometro superpesante (DPSH) consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi  $N$  necessari (CASADIO & ELMI, 1995). Un numero di colpi superiore a 100 per affondamento di 30cm, della punta o dei rivestimenti testimonierà l'impossibilità di proseguire alla prova (rifiuto). L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica di tale prova consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette 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'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

	Relazione geologica	Foglio 26 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

Per il penetrometro superpesante (come quello utilizzato nella campagna di indagini relativa allo studio) si elencano le caratteristiche di seguito: massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta =20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>.

### 3.3 RISULTATI DELL' INDAGINE IN SITU

#### 3.3.1 Prova penetrometrica

##### DPSH01

La prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 10 m da piano campagna. Fino a circa 3,4 m è presente una coltre eluvio-colluviale terrosa (argille, limi e sabbie, variamente miscelati, con rari trovanti immersi nella *facies* fine di colore piuttosto scuro); al di sotto è presente il substrato marino dell'avanfossa plio-pleistocenica: argille, marne e argille marnose, con variabile tenore in limo e sabbia (*Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI). Di seguito, la sintesi dei risultati (**Tabella 3-1**). I valori dei pesi di volume e dei moduli edometrici derivano da una semplice media tra l'aliquota coesiva e quella incoerente. Non è stata rinvenuta falda.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO - MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,61	1,84	39,39	0,32	22,97
ORIZZONTE 2	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	3,4 – 10,0	2,07	2,19	202,72	1,50	33,24

Tabella 3-1: risultati della CPT01.

#### 3.3.2 Dati pregressi

Di seguito, i valori dei parametri fisico-meccanici derivanti da dati pregressi per la zona dei **parchi FV**.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO - MECCANICI					
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Coesione drenata	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,78	1,93	64,53	1,00	0,05	26,58
ORIZZONTE 2	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	3,4 – 6,6	1,96	2,10	124,01	3,10	--	26,36

Tabella 3-2: valori pregressi.

	Relazione geologica	Foglio 27 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

### 3.4 CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA

In

PARAMETRO		ORIZZONTE	VALORI PARAMETRI GEOTECNICI		
			CARATTERISTICI (STATISTICI)	MEDI	MINIMI
Y [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume	1	1,761	1,838	1,610
		2	1,816	1,907	1,610
		3	1,993	2,085	1,860
		4	1,987	2,046	1,790
Y <sub>sat</sub> [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturo	1	1,920	1,984	1,840
		2	1,978	2,061	1,790
		3	2,085	2,170	1,940
		4	2,131	2,178	1,930
C <sub>u</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione totale	1	0,875	1,443	0,320
		2	1,410	2,388	0,420
		3	--	--	--
		4	2,697	3,619	1,500
c' [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione drenata	1	--	0,050	--
		2	--	--	--
		3	--	--	--
		4	--	--	--
φ' [°]	Angolo di attrito interno	1	25,851	28,332	22,970
		2	26,300	27,543	25,090
		3	44,035	44,748	42,700
		4	26,803	28,810	24,660
E <sub>ed</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo edometrico	1	62,031	73,862	39,390
		2	77,801	98,842	54,320
		3	360,090	454,768	190,950
		4	133,810	156,075	95,040

Tabella 3-3 si riportano sia i valori statistici, sia i valori medi aritmetici, sia i valori minimi dei parametri fisico-meccanici. E' poi "... responsabilità del progettista ... la caratterizzazione geotecnica corrispondente alle diverse fasi del progetto ..." (**norme**, punto 6.2.2). Per quelli statistici si veda la metodologia spiegata subito sotto.

L'applicazione del metodo statistico è delineato nell'Eurocodice 7 (*IBIDEM*), punto 2.4.5.2, dove si legge: "If statistical method are used, the characteristic value should be derived such that the calculated probability of a worse value governing the occurrence of the limit state under consideration is not greater than 5%."

(Se si utilizzano metodi statistici, la derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore più sfavorevole che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%). Ovvero si deve trovare un valore tale per cui si abbia una bassa probabilità (inferiore al 5%) di averne uno peggiore.

L'uso della statistica è possibile anche con una popolazione di dati limitata e la ricerca del valore caratteristico assume la seguente forma:

$$\chi = \chi_m \pm 1,645 \left( \sigma / \sqrt{n} \right) \quad (\text{eq.ne 3.4.1}),$$

ove:

χ = valore caratteristico desiderato;

χ<sub>m</sub> = valore medio della popolazione;

-1,645 = valore della variabile che dipende dalla probabilità di non superamento del 5% per una distribuzione di tipo gaussiana;

σ = deviazione standard della popolazione;

n = numerosità del campione.

	Relazione geologica	Foglio 28 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

E' utile esprimere la variabilità del dato in termini di *Coefficiente di Variazione* (COV), espresso dalla seguente equazione:

$$COV = \sigma / \mu \quad (\text{eq.ne 3.4.2}),$$

ove:

$\mu$  = media della popolazione.

L' eq.ne 3.4.1 può essere semplificata come riportato da SCHNEIDER H.R (1997):

$$\chi = \chi_m * [1 - (COV/2)] \quad (\text{eq.ne 3.4.3}),$$

sostituendo di volta in volta fino alla forma della 3.4.3 ed inserendo i dati della tabella 3-1 ed i valori pregressi delle altre singole indagini penetrometriche (dei quali la tabella 3-2 rappresenta il riepilogo), si sono ottenuti i **valori statistici** o **caratteristici** (oltre a quelli minimi e medi aritmetici) dei parametri geotecnici (

PARAMETRO		ORIZZONTE	VALORI PARAMETRI GEOTECNICI		
			CARATTERISTICI (STATISTICI)	MEDI	MINIMI
$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume	1	1,761	1,838	1,610
		2	1,816	1,907	1,610
		3	1,993	2,085	1,860
		4	1,987	2,046	1,790
$\gamma_{\text{sat}}$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturo	1	1,920	1,984	1,840
		2	1,978	2,061	1,790
		3	2,085	2,170	1,940
		4	2,131	2,178	1,930
$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione totale	1	0,875	1,443	0,320
		2	1,410	2,388	0,420
		3	--	--	--
		4	2,697	3,619	1,500
$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione drenata	1	--	0,050	--
		2	--	--	--
		3	--	--	--
		4	--	--	--
$\varphi'$ [°]	Angolo di attrito interno	1	25,851	28,332	22,970
		2	26,300	27,543	25,090
		3	44,035	44,748	42,700
		4	26,803	28,810	24,660
$E_{\text{ed}}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo edometrico	1	62,031	73,862	39,390
		2	77,801	98,842	54,320
		3	360,090	454,768	190,950
		4	133,810	156,075	95,040

Tabella 3-3) per l'intera area di progetto.

Pe il sottosuolo sul quale insistono le aree destinate ad accogliere i **parchi FV**, si individuano in buona sostanza uno strato più superficiale costituito dalle coltri eluvio-colluviali (ORIZZONTE 1), spesso nel punto massimo (morfologicamente depresso, ove effettuata la DPSH01) oltre 3 m, e il substrato marino terrigeno plio-pleistocenico più o meno degradato o in *facies sana i.e. Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI (ORIZZONTE 4), spesso nell'ordine delle centinaia di metri. Tutta l'area (dove si inquadrano anche le **opere di connessione**) vede la presenza di terreni alluvionali fini e terreni alluvionali grossolani che largamente ricoprono il substrato marino; nella tabella sottostante sono definiti, rispettivamente, come ORIZZONTE 2 e ORIZZONTE 3; per spessori e descrizioni si rimanda al successivo paragrafo 5.2 dello **studio**.

PARAMETRO	ORIZZONTE	VALORI PARAMETRI GEOTECNICI
-----------	-----------	-----------------------------

	Relazione geologica	Foglio 29 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

			CARATTERISTICI (STATISTICI)	MEDI	MINIMI
$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume	1	<b>1,761</b>	1,838	1,610
		2	<b>1,816</b>	1,907	1,610
		3	<b>1,993</b>	2,085	1,860
		4	<b>1,987</b>	2,046	1,790
$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturo	1	<b>1,920</b>	1,984	1,840
		2	<b>1,978</b>	2,061	1,790
		3	<b>2,085</b>	2,170	1,940
		4	<b>2,131</b>	2,178	1,930
$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione totale	1	<b>0,875</b>	1,443	0,320
		2	<b>1,410</b>	2,388	0,420
		3	--	--	--
		4	<b>2,697</b>	3,619	1,500
$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione drenata	1	--	<b>0,050</b>	--
		2	--	--	--
		3	--	--	--
		4	--	--	--
$\phi'$ [°]	Angolo di attrito interno	1	<b>25,851</b>	28,332	22,970
		2	<b>26,300</b>	27,543	25,090
		3	<b>44,035</b>	44,748	42,700
		4	<b>26,803</b>	28,810	24,660
$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo edometrico	1	<b>62,031</b>	73,862	39,390
		2	<b>77,801</b>	98,842	54,320
		3	<b>360,090</b>	454,768	190,950
		4	<b>133,810</b>	156,075	95,040

Tabella 3-3: valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici del sottosuolo.

## 4.0 ANALISI SISMICA

	Relazione geologica	Foglio 30 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

#### 4.1 INQUADRAMENTO MACROSISMICO

In relazione a quanto contenuto nelle **norme** (poi ripreso in sostanza dalle **nuove norme**), in particolare "ALLEGATO A ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI: PERICOLOSITÀ SISMICA", in cui si riporta: [Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.], si è provveduto all'utilizzo della griglia in rete dell'INGV (Progetto DPC – INGV – S1), all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Dunque, sul reticolo di riferimento, sintetizzato dalla *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Figura 4-1)*, per l'area in cui ricade l'intero progetto si ha un valore di pericolosità di base ( $a_g$ ) all'interno dell'intervallo  $0,2 \text{ g} \leq a_g \leq 0,225 \text{ g}$ , al 50° percentile, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ovvero allo 0.0021 come frequenza annuale di superamento ed al corrispondente periodo di ritorno di 475 anni; tali condizioni al contorno rispettano la Zonazione MPS04 dell'INGV.

In base alla *mappa della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Uff. prevenzione, valutazione e mitigazione del Rischio Sismico, Classificazione Sismica al 2010*, il territorio comunale di **Rotello** è classificato come **zona 2** e rientra, per l'OPCM n.3519 del 28\_04\_06, nel *range di accelerazione attesa di  $0,15 < a_g \leq 0,25$* . Ai fini della caratterizzazione, per cautela, il sito rientra nel *range di pericolosità sismica di base di  $0,2 \text{ g} \leq a_g \leq 0,25 \text{ g}$* .

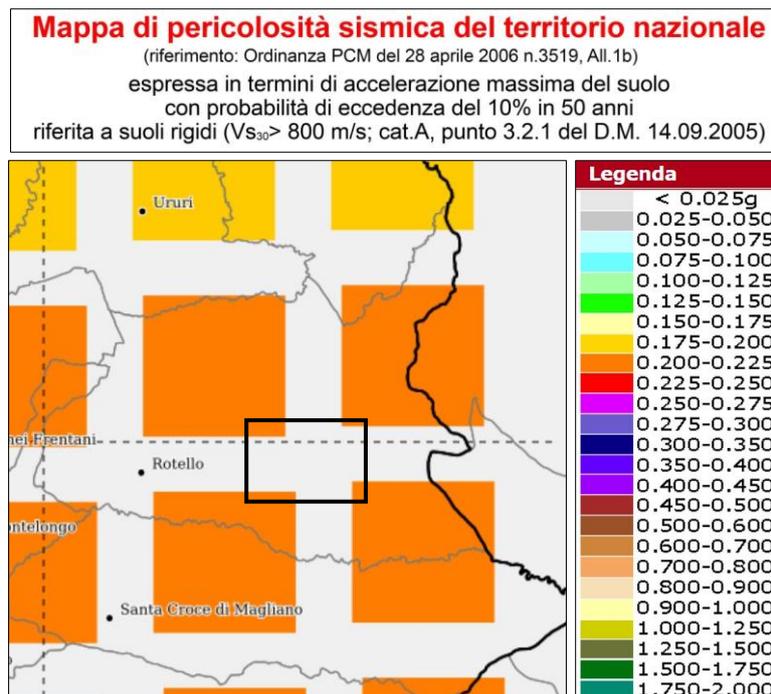


Figura 4-1: nel riquadro in nero ricade l'area di intervento, per la quale si ha una pericolosità di base  $0,2 \text{ g} \leq a_g \leq 0,225 \text{ g}$ .

#### 4.2 FAGLIE E TETTONICA

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, **non risultano faglie attive prossime all'area di progetto**: il lineamento attivo più vicino ad essa è quello denominato *San Marco in Lamis 5*, a circa 40 km verso Est. E' presente a Sud la sorgente sismogenetica composita denominata *Ripabottoni – San Severo*. Questa sorgente

	Relazione geologica	Foglio 31 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

composita si trova a cavallo della regione tra la fascia collinare molisana e la piana di Capitanata, attraverso l'alta valle del Fiume Fortore, e appartiene allo *strike-slip system* (sistema di faglie trascorrenti) da obliquo a laterale destrorso che interessa l'Avampaese adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è una faglia subverticale, con immersione circa verso Nord, ad est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

### 4.3 MICROZONAZIONE SISMICA

L'area dell'intero progetto non rientra all'interno della carta delle M.O.P.S. (Microzonee Omogenee in Prospettiva Sismica) del Comune di Rotello. In base al quadro geolitologico ricostruito, seguendo le indicazioni contenute all'interno del documento GRUPPO DI LAVORO MS (2008), che rappresenta gli indirizzi e criteri in materia di microzonazione sismica, è possibile definire le zone in cui ricade il **Progetto** come *stabili suscettibili di amplificazioni locali* per ragioni litostratigrafiche.

### 4.4 INDAGINI IN SITU

Ai sensi di quanto indicato dalla *normativa sismica (norme - § 7.11.3.5.2 e § 3.2.2 e nuove norme)*, è stata realizzata n.1 stesa sismica di tipo MASW (MSW01) in corrispondenza di DPSH01, in data 03.09.2021.

Per l'ubicazione si rimanda alla TAVOLA 2 in calce allo **studio**. Non sono state effettuate ulteriori indagini data la presenza significativa di acquisizioni pregresse effettuate in aree limitrofe.

#### 4.4.1 Caratterizzazione sismica originale dei terreni *in situ*

La *caratterizzazione sismica* dei terreni si è resa necessaria a fronte di quanto riportato nelle **norme e nuove norme**. Per tale *caratterizzazione* è stato impiegato l'*approccio semplificato*. La categoria di sottosuolo si desume dal valore del parametro Vs30 (valore della velocità media delle onde SH nei primi trenta metri di profondità). Il parametro di normativa Vs30 si ottiene dalla seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo,  $N$  il numero di strati presenti nei primi trenta metri di profondità (**norme**, § 3.2.2). In estrema sintesi, i risultati possono essere esposti come di seguito (

Sigla indagine	Vs30		Categoria di suolo
	Quota riferimento (m da p.c.)	Velocità (m/s)	
MASW01	0	313	C
	-1	321	
	-2	330	

Tabella 4-1):

Sigla indagine	Vs30		Categoria di suolo
	Quota riferimento (m da p.c.)	Velocità (m/s)	

	Relazione geologica	Foglio 32 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

MASW01	0	313	C
	-1	321	
	-2	330	

Tabella 4-1: risultanze dalla stesa sismica; le categorie fanno riferimento alle nuove norme.

#### 4.4.2 Dati pregressi

In base ai dati disponibili, la categoria di sottosuolo per l'intera area del **Progetto** è di tipo **C**. Ciò è in accordo con quanto rilevato dalla stesa sismica originale effettuata in corrispondenza della DPSH01.

#### 4.4.3 Liquefazione dei terreni

Di seguito si riportano le valutazioni in merito alla possibilità di liquefazione per i terreni in corrispondenza delle aree che ospiteranno il **Progetto**.

##### 4.4.3.1 Casi in cui si può escludere che si verifichino fenomeni di liquefazione

Il § 2.7.1.1 del volume GRUPPO DI LAVORO MS (*IBIDEM*) (di seguito **indirizzi**) recita:

[La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5 (capitolo 2.8).
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g.
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - frazione di fine45,  $FC$ , superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ;
  - $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$ ;
  - $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$ ;

dove  $(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione:  $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$ , in cui il coefficiente  $C_N$  è ricavabile dall'espressione  $C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5}$  essendo  $p_a$  la pressione atmosferica e  $\sigma'_v$  la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7-1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  ed in Figura 2.7-1 (b) per coefficienti di uniformità  $U_c > 3.5$ .

	Relazione geologica	Foglio 33 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

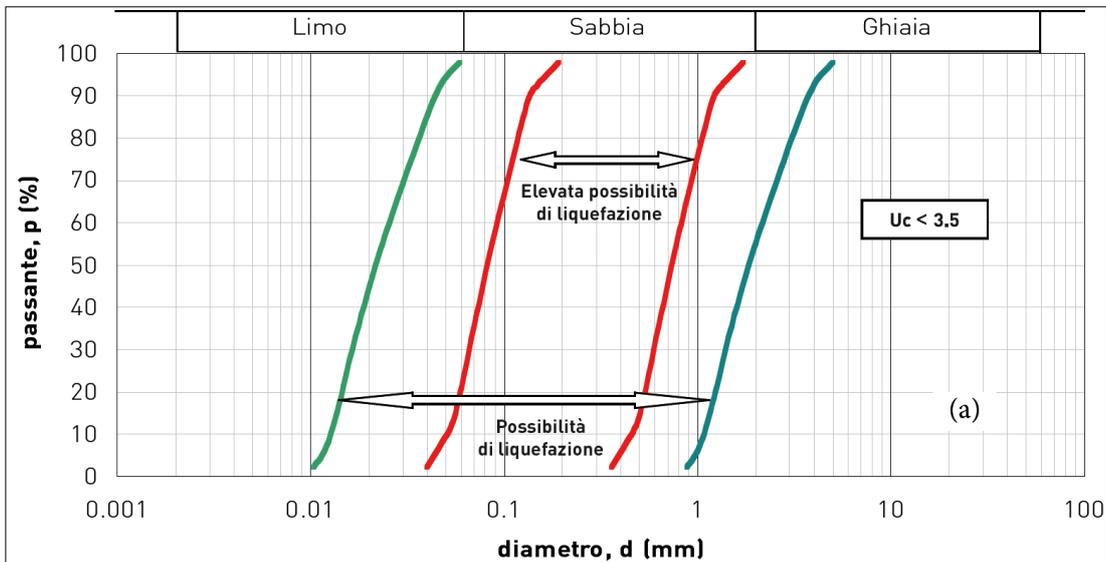


fig.2.7 – 1(a)

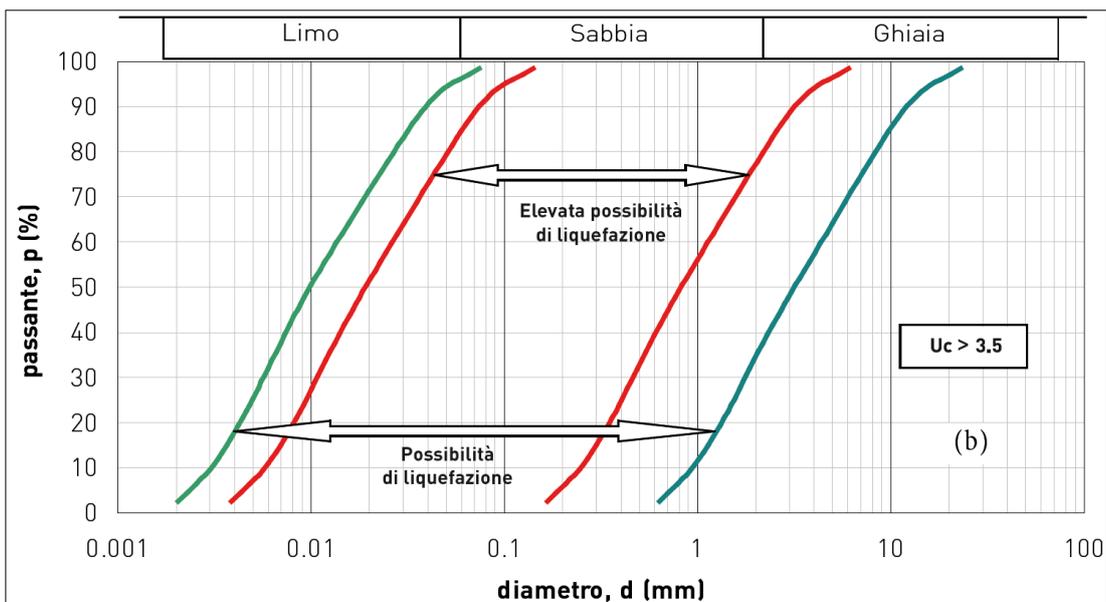


fig.2.7 – 1(b)

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna<sup>46</sup>.

46 L'indicatore è valido solo nel caso di piano campagna orizzontale, in presenza di edifici con fondazioni superficiali.].

#### 4.4.3.2 Check list per il sito di interesse

Andando a verificare i singoli punti, per valutare la necessità o meno di effettuare un'analisi numerica sul *potenziale di liquefazione*, risulta quanto segue:

1. Il sito di interesse ricade, a meno di errori derivanti dalla scala grafica di rappresentazione, all'interno della *zona 924* della zonazione Z9 di MELETTI & VALENSISE (2004); per tale motivo, ai sensi di quanto riportato nella tabella 2.8-1 degli *indirizzi*, la magnitudo da considerare è  $M_{w\max} = 6,83$  ( $6,83 > 5$ ).
2.  $0,15\text{ g} < a_g < 0,25\text{ g}$  ( $a_g > 0,1\text{ g}$ ).
3.  $0,15\text{ g} < a_g < 0,25\text{ g}$  ( $a_g > 0,15\text{ g}$ , per cui non servono ulteriori valutazioni circa  $(N_1)_{60}$ ).

	Relazione geologica	Foglio 34 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

4. Nello specifico, non sono state condotte analisi granulometriche che possano indicare in quale settore delle figure 2.7 ricadano i terreni di interesse; tuttavia, almeno in corrispondenza delle formazioni a frazione pelitica prevalente riconosciute in sottosuolo, la parte argillosa esclude il range di possibile liquefazione. Ciò non vale per gli intervalli più grossolani (nei quali, in ogni caso, non è stata rinvenuta acqua); per tale ragione, a scopo cautelativo, il punto si considera non verificato.

5. Non è presente falda in sottosuolo.

Riassumendo in **Tabella 4-2**:

Punto della check list	Verificato	Non verificato
1		
2		
3		
4		
5		

Tabella 4-2: si può escludere il fenomeno della liquefazione per ragioni idrogeologiche.

Dunque, in base agli **indirizzi**, non è necessario valutare la suscettibilità a liquefazione dei terreni in sottosuolo in termini di fattore di sicurezza  $F_s$ .

	Relazione geologica	Foglio 35 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## 5.0 CONCLUSIONI

### 5.1 STATO DEI LUOGHI

#### 5.1.1 Geomorfologia

##### **Parchi FV**

In merito ai fenomeni di versante, in estrema sintesi, non esistono forme o processi geomorfologici da attenzionare in corrispondenza dei **parchi FV**. Le condizioni geomorfologiche delle **aree** destinate ai **parchi FV** sono del tutto favorevoli alla realizzazione delle opere. Anche nei confronti dei processi e forme legati alle acque superficiali, la realizzazione dei **parchi FV** non rappresenta, nella pressochè totalità dei casi, una criticità e, specularmente, non esistono fenomeni e processi legati alle acque superficiali (sostanzialmente erosione, denudazione, impaludamento) che rappresentino elementi di pericolo nei confronti delle opere in progetto. Unicamente nei pressi di una piccola zona in erosione legata ad un modesto fosso, la quale in fase esecutiva non sarà interferita dai lavori di posa in opera, qualora ritenuto opportuno sarà possibile aumentare la piantumazione di essenze vegetali nella fascia di mitigazione ed inserire, eventualmente, dei geotessuti.

##### **Opere di connessione**

Non esistono processi di versante agenti lungo il tracciato dei cavidotti e neppure in corrispondenza dell'area destinata alla **stazione e Punto di Raccolta** che la accoglierà. Per il **cavidotto MT A**, sarebbe formalmente presente pericolosità, secondo il PGRA, legata al piccolo fosso che verso Nord assume il nome di Torrente Mannara tuttavia, nella realtà, non esiste tale criticità. Dato l'assetto morfologico e idraulico del piccolo fosso (regimato antropicamente ed utilizzato a scopi irrigui) e considerando le modalità di posa in opera del cavidotto, vi è totale compatibilità fra il progetto e i luoghi: non aumenterà il livello di pericolosità pregresso e il cavidotto non sarà messo a rischio nel contesto di inserimento. Per quanto riguarda invece l'attraversamento del **cavidotto MT B** sul Torrente Mannara, in corrispondenza ancora di una fascia P2 (pericolosità media) del PGRA, verrà redatto apposito Studio di Compatibilità Idraulica, per via della condizione morfologica del fosso che qui mostra connotati più formati, più maturi; a valle dello Studio di

	Relazione geologica	Foglio 36 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

Compatibilità Idraulica (cui si rimanda per i dettagli), si conclude che il **cavidotto MT A** è compatibile con l'assetto idraulico dei luoghi: in estrema sintesi, non sarà aumentato il livello di pericolosità pregresso e parimente il progetto non correrà rischi legati al Mannara, dal momento che la posa in opera della linea garantirà che questa non interferisca in alcun modo con le normali dinamiche idraulico-morfoevolutive del modesto corso d'acqua.

### 5.1.2 Faglie e tettonica

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, **non risultano faglie attive prossime all'area di progetto**: il lineamento attivo più vicino ad essa è quello denominato *San Marco in Lamis 5*, a circa 40 km verso Est. E' presente a Sud la sorgente sismogenetica composita denominata *Ripabottoni – San Severo*. Questa sorgente composita si trova a cavallo della regione tra la fascia collinare molisana e la piana di Capitanata, attraverso l'alta valle del Fiume Fortore, e appartiene allo *strike-slip system* (sistema di faglie trascorrenti) da obliquo a laterale destrorso che interessa l'Avampaese adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è una faglia subverticale, con immersione circa verso Nord, ad est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

## 5.2 CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

Rammentando quanto riferito nel precedente paragrafo 3.4 dello **studio**, si riporta la colonnina litotecnica di sintesi per i terreni interessati complessivamente dal **Progetto (Figura 5-1)**:

- **ORIZZONTE 1: coltri eluvio-colluviali**, rappresentate da terreni sostanzialmente limosi, sabbiosi e argillosi, con rari trovanti centimetrici (fino ad una trentina di centimetri di dimensione) immersi nella matrice e visibili sul piano campagna; il loro spessore, interpretato dalle indagini, è differente da punto a punto, con un valore medio di circa 1,8 m;
- **ORIZZONTE 2: depositi alluvionali fini**, fatto sostanzialmente di argille e limi fluviali prevalenti, con frazione grossolana dispersa all'interno della *facies fine* (spessore medio rinvenuto di circa 3 m).
- **ORIZZONTE 3: depositi alluvionali grossolani**, costituiti da ghiaie molto addensate con matrice fine subordinata; nella zona investigata, il loro spessore medio è di circa 90 cm (in corrispondenza delle DPSH01, DPSH02 e DPSH06 la prova ne ha attraversato 1 m circa prima di andare a rifiuto, per cui potrebbe avere uno spessore ancora maggiore).
- **ORIZZONTE 4: substrato marino plio-pleistocenico** (*Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI), fatto sostanzialmente di argille, limi, argille marnose, marne, con una certa frazione sabbiosa, di colore nel complesso grigio – grigio/azzurro, il quale possiede uno spessore totale nell'ordine delle centinaia di metri per le zone in esame (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*).

Si puntualizza che nella *Carta geologica originale* (TAVOLA 3) le coltri eluvio-colluviali sono state disegnate soltanto dove i loro spessori sono più o meno consistenti (nelle aree al piede dei versanti, dove i fossi le accumulano e nelle aree morfologicamente più "depressi"). La categoria sismica del terreno risulta di tipo **C** sostanzialmente nell'intera area destinata al **Progetto**. Non è presente falda in sottosuolo.

Spessore	Orizzonte litologico	Valori caratteristici	Falda
----------	----------------------	-----------------------	-------

	Relazione geologica	Foglio 37 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

Circa 1,8 m	Coltri eluvio-colluviali <b>ORIZZONTE 1</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,76 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 1,92 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 0,875 $c'$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 0,05 $\Phi'$ (°) = 25,85 $E_{ed}$ (kg/cmq) = 60,03	ASSENTE
Circa 3 m	Depositi alluvionali fini <b>ORIZZONTE 2</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,82 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 1,98 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 1,41 $\Phi'$ (°) = 26,30 $E_{ed}$ (kg/cmq) = 77,80	
Circa 0,9 m	Depositi alluvionali grossolani <b>ORIZZONTE 3</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,99 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 2,09 $\Phi'$ (°) = 44,03 $E_{ed}$ (kg/cmq) = 360,09	
Ordine delle centinaia di metri	Substrato marino <b>ORIZZONTE 4</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,98 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 2,13 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 2,69 $\Phi'$ (°) = 26,80 $E_{ed}$ (kg/cmq) = 133,81	

Figura 5-1: colonnina litotecnica di sintesi.

### 5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

- La **caratterizzazione fisico-meccanica** del terreno è portata all'attenzione in **Figura 5-1**; per completezza, è possibile fare riferimento anche alla

PARAMETRO		ORIZZONTE	VALORI PARAMETRI GEOTECNICI		
			CARATTERISTICHI (STATISTICI)	MEDI	MINIMI
$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume	1	1,761	1,838	1,610
		2	1,816	1,907	1,610
		3	1,993	2,085	1,860
		4	1,987	2,046	1,790
$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturo	1	1,920	1,984	1,840
		2	1,978	2,061	1,790
		3	2,085	2,170	1,940
		4	2,131	2,178	1,930
$c_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coazione totale	1	0,875	1,443	0,320
		2	1,410	2,388	0,420
		3	--	--	--
		4	2,697	3,619	1,500
$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coazione drenata	1	--	0,050	--
		2	--	--	--
		3	--	--	--
		4	--	--	--
$\Phi'$ [°]	Angolo di attrito interno	1	25,851	28,332	22,970
		2	26,300	27,543	25,090
		3	44,035	44,748	42,700
		4	26,803	28,810	24,660
$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo edometrico	1	62,031	73,862	39,390
		2	77,801	98,842	54,320
		3	360,090	454,768	190,950
		4	133,810	156,075	95,040

	Relazione geologica	Foglio 38 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022

- **Tabella 3-3 e ai dati grezzi della penetrometrica (APPENDICE I in calce allo *studio*).**
- La **caratterizzazione sismica** effettuata appare **adeguata a definire i parametri sismici dei luoghi**; per ulteriori azioni sul territorio, qualora dovessero rappresentare un aggravio del carico sui terreni e comportare la realizzazione di nuove strutture da dimensionare in chiave dell'azione sismica, si potrà valutare se effettuare nuove indagini o meno.
- Per ragioni legate all'assenza di falda, i terreni che accoglieranno l'intervento non sono suscettibili a liquefazione.
- **In via collaterale, si rammenta come il vento potrebbe rappresentare la sola problematica reale per la tenuta di opere come i *parchi FV* in progetto.**

Pianella, lì 02/2022

Il tecnico  
Dottor Gelogo Di Berardino Giancarlo Rocco

## 6.0 BIBLIOGRAFIA

*In ordine di citazione*

- FESTA A., VEZZANI L. & GHISSETTI F. (2004) - Carta Geologica del Molise. S.E.L.C.A., Firenze, 2004.
- CELLO G., PALTRINIERI W. & TORTORICI I. (1987) – Caratterizzazione strutturale delle zone esterne dell'Appennino molisano. Mem. Soc. Geol. It., 38 (1987), 155-161, 2 ff.

	Relazione geologica	Foglio 39 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

- BUTLER R. W. H., MAZZOLI S., CORRADO S., DE DONATIS M., DI BUCCI D., GAMBINI R., NASO G., NICOLAI C., SCROCCA D., SHINER P., ZUCCONI V. (2004) - Applying Thick-skinned Tectonic Models to the Apennine Thrust Belt of Italy—Limitations and Implications. K. R. McClay, ed., Thrust tectonics and hydrocarbon systems: AAPG Memoir82, p. 647-667.
- OGNIBEN L. (1969) Schema Introduttivo Alla Geologia Del Confine Calabro-Lucano. Mem. Soc. Geol. It., 8 (1969), 453-763.
- CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1995) – Miocene unconformities in the Central Apennines: geodynamic significance and sedimentary basin evolution. Tectonophysics, 252, 375-389.
- CROSTELLA A. & VEZZANI L. (1964) – La geologia dell'Appennino foggiano. Boll. Soc. Geol. It., 83 (1), 121-141.
- DI BUCCI D., CORRADO S., NASO G., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1999) - Evoluzione tettonica neogenico-quadernaria dell'area molisana. Boll. Soc. Geol. It., 118 (1999), 13-30, 12 ff.
- CRESCENTI U. (1971) - Osservazioni sul Pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio e superiore. Boll. Soc. Geol. It., 90 (1971), 3-21, 3 ff.
- UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE (2014) - Caratterizzazione geologico-ambientale del territorio molisano e delle unità territoriali (macro-aree) individuate.
- CELICO F., STANGANELLI V. & DEL FALCO F. M. (1978) - SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO DEL P.S. 29. 1978. Cassa per il mezzogiorno, Progetto speciale n.29, Utilizzazione delle acque degli schemi idrici intersettoriali del Lazio Meridionale, Tronto, Abruzzo, Molise e Campania. Litografia Artistica Cartografica - Firenze, 1978.
- CELICO F. (1983) - CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE-MARCHE E LAZIO MERIDIONALI, ABRUZZO, MOLISE E CAMPANIA. Cassa per il mezzogiorno, Progetto speciale n.29, Schemi idrici dell'Appennino centro-meridionale. Grafiche Magliana, Roma, 1983.
- DESIDERIO G. & RUSI S. (2004) - Idrogeologia e idrogeochimica delle acque mineralizzate dell'Avanfossa Abruzzese Molisana. Boll. Soc. Geol. It., 123 (2004), 373-389, 14 ff., 4 tabb.
- NANNI T. & VIVALDA P. (1986) - Caratteri idrogeologici schematici della successione plio-pleistocenica e delle pianure alluvionali delle Marche. Mem. Soc. Geol. It., 35, 957-978.
- NANNI T. & VIVALDA P. (1987) - Influenza della tettonica trasversale sulla morfogenesi delle pianure alluvionali marchigiane. Geogr. Fis. Din. Quat., 10, 180-192.
- BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) - Elementi di tettonica quadernaria nell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese. Il Quaternario, 10 (2), 359-362.
- AGI (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977.
- NSAI STANDARDS (2005) - "Eurocode 7: Geotechnical design-Part 1: General rules".
- CARBONE R. & TUCCI C. M. (2010) – D.M. 14 gennaio 2008, Eurocodice 7: una metodologia per la scelta dei parametri geotecnici caratteristici. Geologia Territorio Ambiente – N.15 – 2010.
- CASADIO M. & ELMI C. (1995) - Il manuale del geologo. Pitagora Editrice Bologna, 1995.
- SCHNEIDER H.R (1997) - *Definition and determination of characteristic soil properties- Proceedings of 14th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering-Hamburg, 1997.*
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008) - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- MELETTI C. & VALENSISE G. (2004) – Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo. INGV.

	Relazione geologica	Foglio 40 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## 7.0 ALLEGATI

ALLEGATO	TITOLO	SCALA
APPENDICE I	INDAGINI IN SITU	
	Elaborazione e risultanze prova penetrometrica	

	Relazione geologica	Foglio 41 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022

	Report indagine sismica	
APPENDICE II	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
TAVOLA 1 fuori testo	Inquadramento territoriale	Varie
TAVOLA 2 fuori testo	Ortofotocarta con ubicazione indagini	1:15.000
TAVOLA 3 fuori testo	Carta geologica originale	1:10.000
TAVOLA 4 fuori testo	Carta geomorfologica originale	1:10.000

## APPENDICE I

Elaborazione e risultanze prova penetrometrica

	Relazione geologica	Foglio 42 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

**PROVA DPSH01**

Strumento utilizzato: DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data: 03/09/2021

Profondità prova: 10.00 mt

Località: Rotello (CB)

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	6	0.855	53.88	63.04	2.69	3.15

	Relazione geologica	Foglio 43 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15				
0.60	5	0.847	40.84	48.22	2.04	2.41				
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45				
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93				
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45				
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96				
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34				
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89				
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89				
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89				
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45				
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83				
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83				
3.00	2	0.809	13.39	16.56	0.67	0.83				
3.20	2	0.806	13.35	16.56	0.67	0.83				
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83				
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16				
3.80	3	0.798	18.53	23.21	0.93	1.16				
4.00	3	0.796	18.47	23.21	0.92	1.16				
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93				
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71				
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27				
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99				
5.00	13	0.735	69.34	94.34	3.47	4.72				
5.20	12	0.783	68.19	87.08	3.41	4.35				
5.40	13	0.731	68.97	94.34	3.45	4.72				
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44				
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44				
6.00	13	0.725	64.45	88.84	3.22	4.44				
6.20	14	0.724	69.24	95.68	3.46	4.78				
6.40	15	0.722	74.02	102.51	3.70	5.13				
6.60	17	0.720	79.08	109.78	3.95	5.49				
6.80	15	0.719	69.62	96.87	3.48	4.84				
7.00	15	0.717	69.47	96.87	3.47	4.84				
7.20	16	0.716	73.94	103.33	3.70	5.17				
7.40	16	0.714	73.79	103.33	3.69	5.17				
7.60	17	0.713	74.16	104.05	3.71	5.20				
7.80	17	0.711	74.01	104.05	3.70	5.20				
8.00	18	0.710	78.21	110.18	3.91	5.51				
8.20	18	0.709	78.07	110.18	3.90	5.51				
8.40	19	0.707	82.25	116.30	4.11	5.81				
8.60	19	0.706	78.03	110.53	3.90	5.53				
8.80	20	0.705	81.99	116.35	4.10	5.82				
9.00	21	0.653	79.83	122.16	3.99	6.11				
9.20	23	0.652	87.27	133.80	4.36	6.69				
9.40	23	0.651	87.12	133.80	4.36	6.69				
9.60	25	0.650	90.06	138.56	4.50	6.93				
9.80	26	0.649	93.50	144.10	4.67	7.21				
10.00	26	0.648	93.34	144.10	4.67	7.21				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3.4	2.88	27.17	Incoerente - coesivo	0	1.79	1.88	0.3	1.47	4.23	Strato
10	15.09	95.35	Incoerente - coesivo	0	1.85	1.89	1.22	1.47	22.18	Strato

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

##### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	Begemann	0.32
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	Terzaghi-Peck	1.5

##### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Correlazione	Eed
-------------	------	--------------	--------------	-----

	Relazione geologica	Foglio 44 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

		(m)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	44.94
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	228.01

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	Meyerhof	1.71
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	Meyerhof	2.11

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	Meyerhof	1.87
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	Meyerhof	2.15

**TERRENI INCOERENTI**

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	4.23	Shioi-Fukuni (1982)	22.97
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	22.18	Shioi-Fukuni (1982)	33.24

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	4.23	Schmertmann (1978) Limi	24.82
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	22.18	Schmertmann (1978) Limi	137.86

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	4.23	Buisman-Sanglerat	33.84
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	22.18	Buisman-Sanglerat	177.44

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	4.23	Meyerhof ed altri	1.51
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	22.18	Meyerhof ed altri	2.03

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	4.23	0.00-3.40	4.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.82
Strato (2) Strato	22.18	3.40-10.00	22.18	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.23

	Relazione geologica	Foglio 45 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		02/2022

## APPENDICE I

### Report indagine sismica

	Relazione geologica	Foglio 46 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco

#### CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto da:

- sismografo;
- sorgente energizzante;
- trigger;
- apparecchiatura di ricezione.

##### **Sismografo**

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un sismografo GEOMETRICS modello GEODE, avente le seguenti caratteristiche:

- A/D conversion: fino a 24 bit reali
- Bandwidth: 1.75 Hz÷20 KHz (estensibile sino a 0 Hz)
- Sample interval: 0.02÷16 ms
- Dynamic Range: 144 db (110 db misurato a 2 ms)
- Record length: 16000 campioni per traccia (opzione a 64000)
- Distortion: 0.0005%
- Common Mode Rejection: >-100 db at<=100 Hz, 36db
- Crosstalk: -125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms
- Noise Floor: 0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz
- Stacking Trigger Accuracy: 1/32 of sample interval.
- Maximum Input Signal: 2.8 VPP
- Input Impedance: 20 KOhm, 0.02 uf
- Anti-alias Filter: -3 db all'83% della frequenza di Nyquist, al di sotto di 90 db
- Pre-trigger Data: fino a 4096 campioni
- Delay: da 0 a 9999 ms in passi di 1ms
- Acquisition and Display Filters: Low-Cut, Notch, High-Cut
- Data Formats: SEG-2 standard with SGOS. SEG-D and SEG-Y available 2.

##### **Sistema energizzante**

Come sorgente energizzante è stata utilizzata una mazzetta da 8 kg battente su una piastra di alluminio. È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della piastra con il terreno: è stato disposto un "allettamento" di materiale a granulometria fine per assicurare in ogni caso il coupling tra terreno e sistema energizzante al fine di ottenere registrazioni di buona qualità.

##### **Trigger**

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un apparecchio starter (geofono starter, starter a lamelle, piezoelettrico od altro) nell'istante in cui il sistema energizzante (maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso della durata di qualche secondo che viene inviato al sensore collegato al sistema di acquisizione dati.

##### **Apparecchiatura di ricezione**

Per la ricezione delle onde P e delle onde superficiali di Rayleigh sono stati utilizzati 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz.

##### **Schema di acquisizione**

E' stata eseguita n.1 indagine sismica MASW (MASW03) con lunghezza dello stendimento di 65,5 m, a mezzo di basi da 24 canali e 2 energizzazioni su piastra di alluminio. La prospezione sismica è stata organizzata secondo una direttiva, ubicata all'interno dell'area di interesse ed in base agli spazi ed accessi a disposizione.

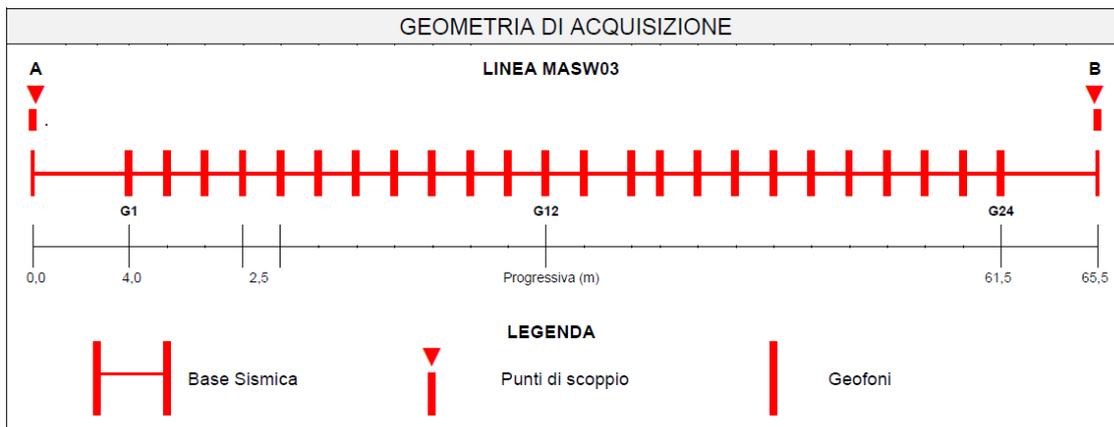
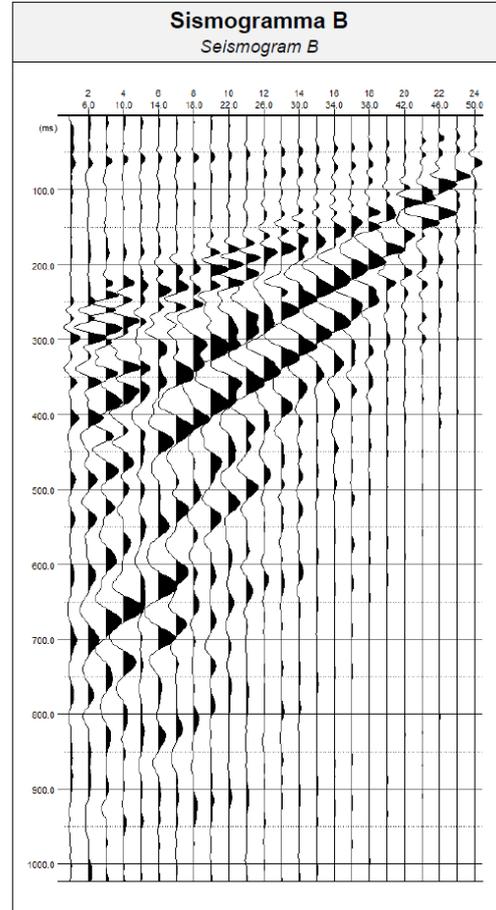
	Relazione geologica	Foglio 47 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

**PROSPEZIONE MASW01 (MASW03 sui certificati; in ragione della numerazione del piano indagini complessivo che prevede altri interventi)**

**PROSPEZIONE MASW03 CERTIFICATO N. 926/2021**

Committente	PROES S.r.l.
Cantiere	MASW03 - Rotello 55
Località	Rotello (CB)
ID Linea	MASW03
Coordinate WGS84	Lat. 41.746063°
	Long. 15.043084°

Resp. di Sito	Dott. Geol. Lorenzo Pizzi
Data di Acquisizione Date	03/09/2021
N. Geofoni Channel receiver	24
Tipo Geofono Geophone Type	4,5 Hz Verticali
Distanza intergeofonica Receiver interval	2,5 m
Sorgente energizzante Source type	Mazza battente 8 kg 8 kg hammer
N. Scoppi Number of shots	2
Offset	4 m
Frequenza di campionamento Sampling rate	1 ms
Tempo di acquisizione Trace length	1024 ms
Formato Dati Recording format	SEG2





Relazione geologica

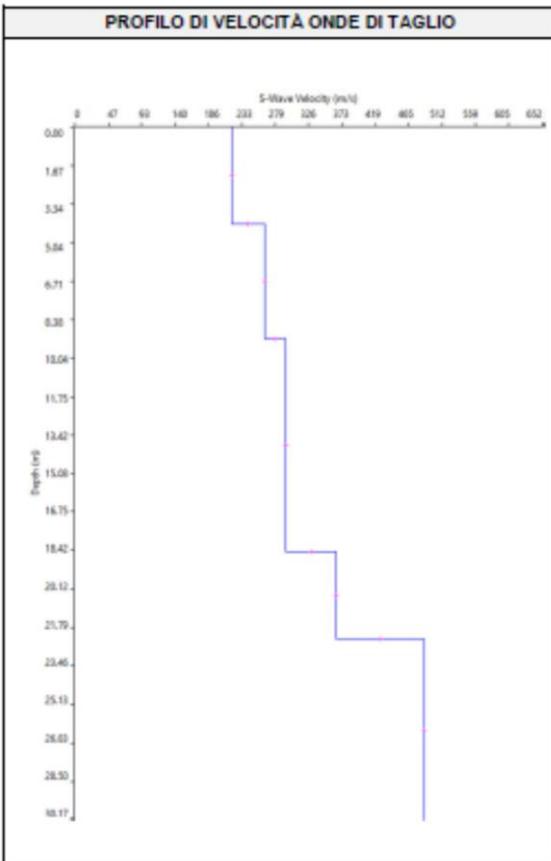
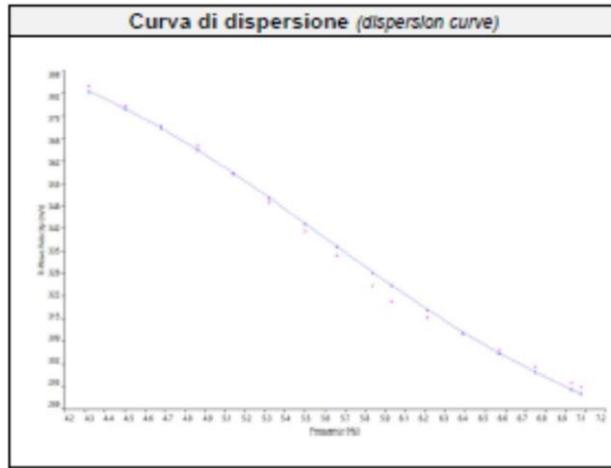
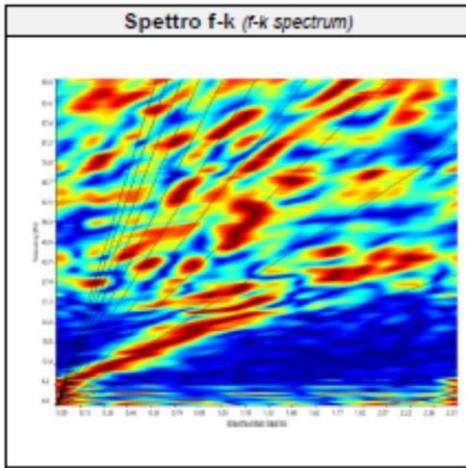
Foglio 48 di Fogli 51

Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp

Dottor Geologo  
Di Bernardino Giancarlo Rocco

02/2022

**PROSPEZIONE MASW03 CERTIFICATO N. 926/2021**



SISMOSTRATI	MASW03	
	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	4.2	219
2	5.0	265
3	9.3	294
4	3.8	365
5	---	488

SISMOSTRATI	M1		V <sub>seq</sub> E CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE		
	Spessori (m)	Vs (m/s)	V <sub>seq</sub> (m/s) RIFERITO AL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -1,0 m. DAL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -2,0 m. DAL P.C.
1	4.2	219	V <sub>seq</sub> = 313 C	V <sub>seq</sub> = 321 C	V <sub>seq</sub> = 330 C
2	5.0	265			
3	9.3	294			
4	3.8	365			
5	---	488			

	Relazione geologica	Foglio 49 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco

## APPENDICE II

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

	Relazione geologica	Foglio 50 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

DPSH01



	Relazione geologica	Foglio 51 di Fogli 51
	Progetto di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominato "Rotello 52.4" di potenza nominale pari a 52.430,40 kWp	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		02/2022

**MASW01 (MASW03 sulle foto dei certificati)**



Foto postazione MASW03 da G1 a G12



Foto postazione MASW03 da G13 a G24