

TITLE: Relazione geologica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 103.314,00 kW_p con sistema di accumulo di capacità pari a 20 MW e relative opere di connessione alla rete.

Da realizzarsi nei Comuni di Foggia, Manfredonia (FG) e Zapponeta (FG)



File: FOM.ENG.REL.010.00_Relazione Geologica.docx.doc

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	07/02/2023	Emissione Definitiva	C.Cerocchi	L.Spaccino A.Fata	A.Duca

CLIENT VALIDATION

Name	Discipline	PE
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

CLIENT CODE

IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV	
F	O	M	E	N	G	R	E	L	0	1	0	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

INDICE

1.0	INTRODUZIONE.....	3
1.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.0	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3.0	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
4.0	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	8
4.1.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
4.2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
5.0	INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITO	17
5.1.	CAROTAGGI E PROVE PENETROMETRICHE	17
5.2.	PROVE SISMICHE.....	29
6.0	INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	34
7.0	CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA' STORICA	40
8.0	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	46
8.1.	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	46
8.2.	PERICOLOSITÀ SISMICA	48
9.0	COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA.....	50
9.1.	FASE DI CANTIERE	50
9.1.1.	Accantieramento.....	50
9.1.2.	Preparazione dei suoli.....	50
9.1.3.	Consolidamento e piste di servizio	50
9.1.4.	Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna	51
9.1.5.	Opere di regimazione idraulica superficiale	51
9.1.6.	Esecuzione di opere di contenimento e di sostegno dei terreni	51
9.1.7.	Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi	52
9.1.8.	Installazione e posa in opera dell'impianto agrivoltaico	52
9.1.9.	Realizzazione e posizionamento delle opere civili	53
9.1.10.	Realizzazione dei cavidotti interrati	53
9.1.11.	Opere di demolizione.....	54
9.1.12.	Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica	58
9.1.13.	Dismissione del cantiere e ripristini dello stato dei luoghi	59
9.1.14.	Verifiche, collaudi e messa in esercizio	59
9.2.	FASE DI ESERCIZIO.....	60
9.3.	DISMISSIONE DELL'IMPIANTO A FINE VITA, OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO E RIPRISTINO AMBIENTALE	61
9.4.	Condizioni geologiche e morfologiche dei terreni d'imposta	61
9.4.1.	Strutture a supporto dei pannelli fotovoltaici	62
9.4.2.	Opere civili (cabine prefabbricate)	62
9.4.3.	Cavidotti interrati ed opere per la connessione alla rete nazionale	62
10.0	CONCLUSIONI.....	63

1.0 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica redatta a corredo del progetto, proposto da Foggia Solar S.r.l. nei comuni di Foggia, Manfredonia (FG) e Zapponeta (FG), con opere connesse che interessano anch'esse i medesimi comuni, relativo alla realizzazione di un impianto agrivoltaico.

La presente Relazione Geologica comprende l'analisi geologica, idrogeologica e geomorfologica dell'area di progetto, basata sull'esame accurato di dati bibliografici esistenti in letteratura e di studi geologici precedentemente eseguiti.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi e il presente studio geologico è redatto in conformità alla seguente normativa di riferimento:

- D.M. LL. PP. 11 marzo 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 e successive istruzioni riportate nel D.M. LL.PP.16.01.1996 (Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche);
- O.P.C.M. 3274 (2003) -O.P.C.M. 3431 (2005) Norme per edifici;
- Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) e Circolare sulle Istruzioni - C.S. LL.PP.

Le Norme tecniche per le costruzioni sono emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 80, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n.136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.. Esse raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali.

Esse definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità, forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- sicurezza antincendio: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;

- durabilità: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- robustezza: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

In fase di progettazione esecutiva saranno eseguite indagini geognostiche opportunamente localizzate in modo da rilevare la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) e, quindi, poter effettuare la microzonazione sismica e definire gli effetti locali sulla modalità di propagazione delle onde sismiche attribuendo la corretta categoria di sottosuolo.

Lo scopo del presente documento è dunque quello di fornire i seguenti elementi:

- inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico dell'area di progetto;
- assetto sismico dell'area di progetto;
- parere di fattibilità riguardo alle opere in progetto;
- indicazioni utili alle successive fasi di progettazione per l'esecuzione di un piano mirato di indagini geognostiche.

Per gli aspetti progettuali più dettagliati si farà riferimento agli elaborati specifici richiamando nel presente documento solo le caratteristiche utili alla valutazione complessiva di compatibilità delle opere nel contesto.

1.1 Documenti di riferimento

Nel presente studio si è fatto riferimento a documentazione bibliografica di letteratura e di pianificazione territoriale.

In particolare:

1. ISPRA: Pericolosità e rischio idrogeologico - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>;
2. Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996 e relativa legenda (fonte: http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html);
3. ISPRA – Progetto CARG: “Carta Geologica d'Italia”, scala 1:50.000;
4. PAI della UoM Regionale Puglia e Ofanto e della UoM Liri Garigliano Volturno.

2.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di impianto denominata "Foggia Manfredonia" è ubicata tra i comuni di Foggia, Manfredonia e Zapponeta, in provincia di Foggia.

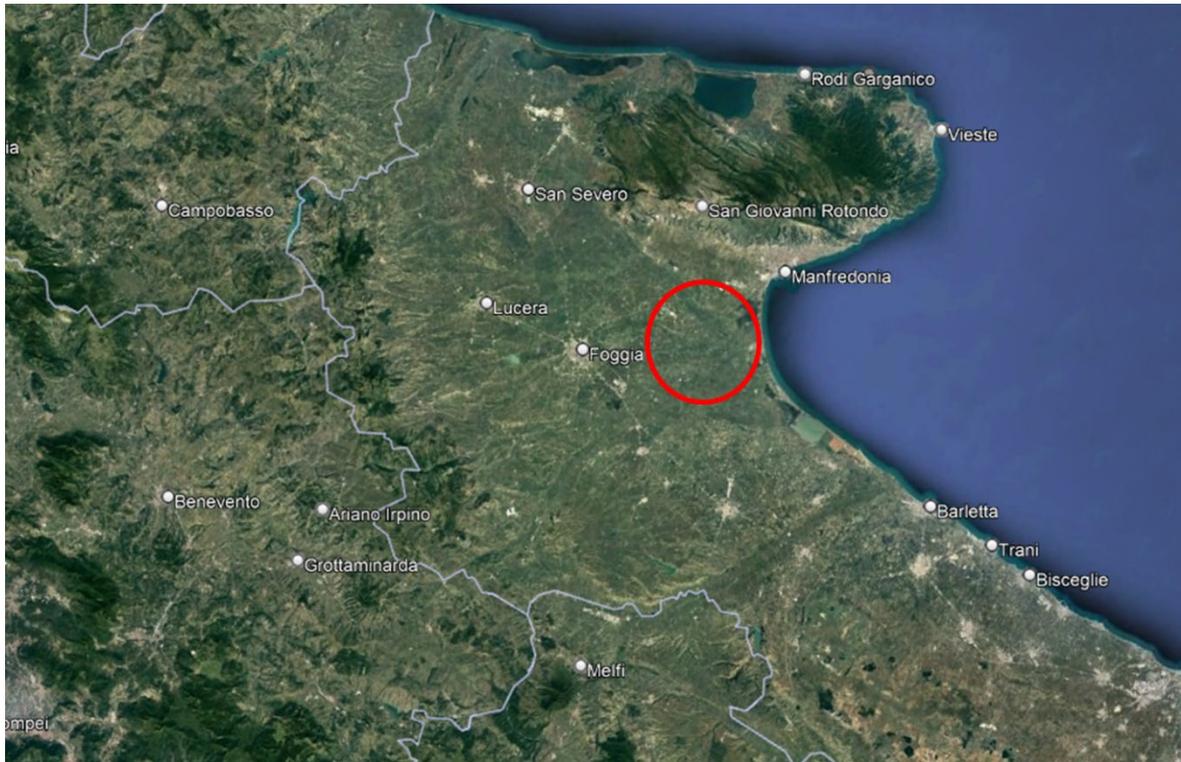


Figura 1 – Ubicazione dell'area di impianto (in rosso)



Figura 2 – Inquadramento su Google Earth dell'area di impianto (in rosso) con dettaglio dei Comuni interessati.

L'intera area di impianto risulta suddivisa in n. 6 Lotti, di seguito evidenziati:



Figura 3 – Suddivisione dell'area di impianto in lotti

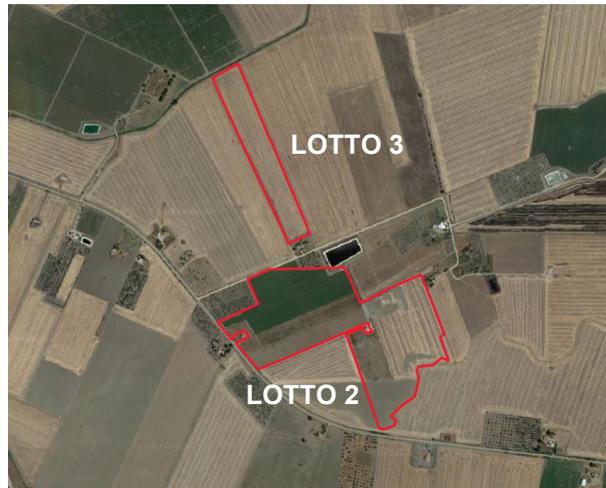


Figura 4 – Dettaglio su suddivisione dell'area di impianto in lotti

3.0 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente documento è parte integrante del progetto definitivo, che prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico con sistema di accumulo denominato "Foggia-Manfredonia", localizzato nei Comuni di Foggia, Manfredonia e Zapponeta in Provincia di Foggia.

L'impianto, installato a terra, con potenza di picco pari a 103.314,00 kW_p ed integrato da un sistema di accumulo da 20 MW, è destinato ad essere collegato in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN di Manfredonia, come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita dal distributore di rete.

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato con moduli bifacciali provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli farà capo ad uno string inverter, a sua volta connesso a cabine di trasformazione necessarie per l'innalzamento dalla bassa tensione alla media tensione richiesta per la connessione alla rete di distribuzione. Ogni lotto d'impianto sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

L'impianto agrivoltaico sarà complessivamente costituito da n. 154.200 moduli bifacciali o equivalenti, la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a 103.314,00 kW_p.

Le strutture di supporto dei moduli, di tipo tracker monoassiale a 2 moduli-portrait, consentiranno di poggiare su di essa 2x30 o 2x15 moduli fotovoltaici di tipo bifacciale.

Viene prevista, ai fini della connessione sopra descritta, la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di Utenza per l'innalzamento della potenza da MT ad AT, nei pressi della SE di Manfredonia.

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato nei territori comunali di Foggia, Manfredonia e Zapponeta, in Provincia di Foggia, in Puglia.

In particolare:

- Comune di Foggia: Lotto 5, Lotto 4, Lotto 1;
- Comune di Manfredonia: Lotto 2, Lotto 3;
- Zapponeta: Lotto 6.

Nella porzione nord del Lotto 3 viene prevista la realizzazione di un impianto di energy storage BESS avente una potenza complessiva di 20 MW con capacità di scarica di 4 h.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati "FOM.ENG.TAV.025._LAYOUT GENERALE DI IMPIANTO QUOTATO" e "FOM.ENG.REL.003._RELAZIONE TECNICA".

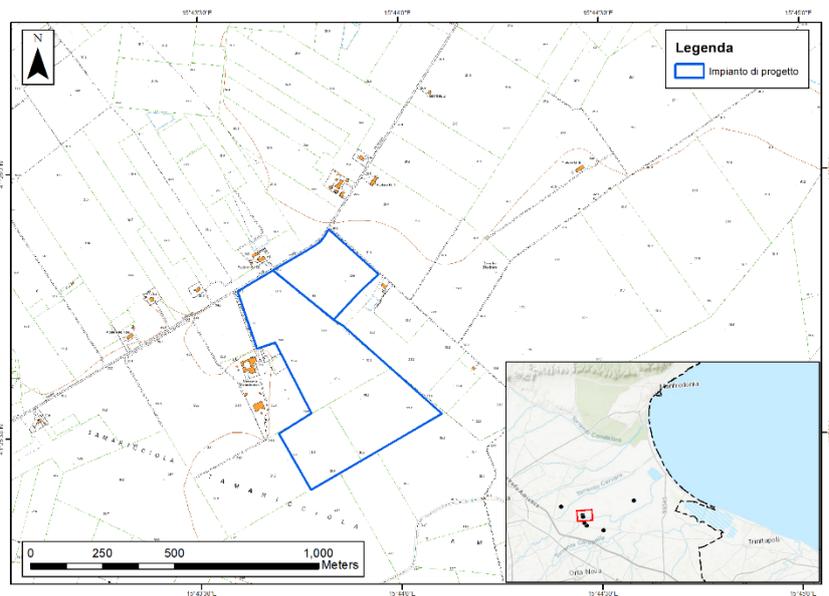
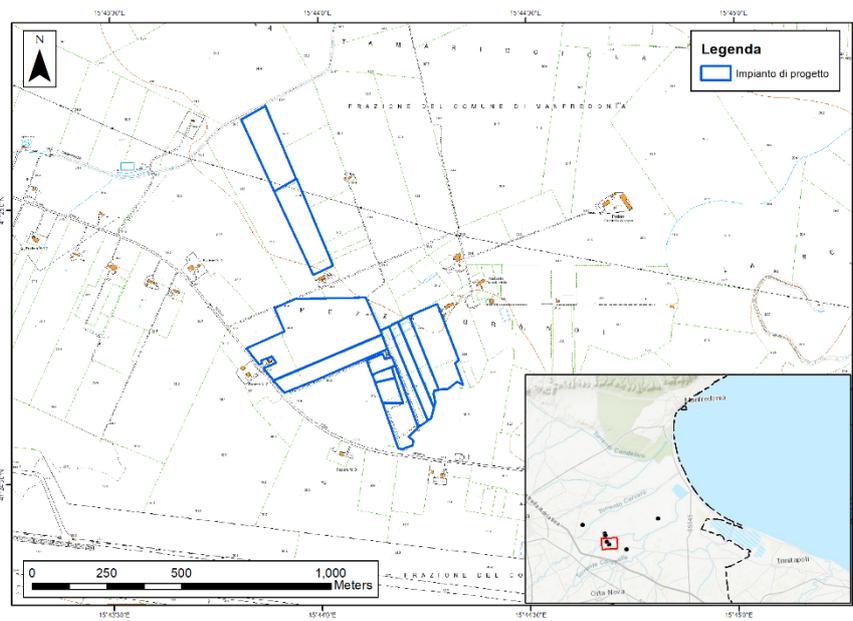
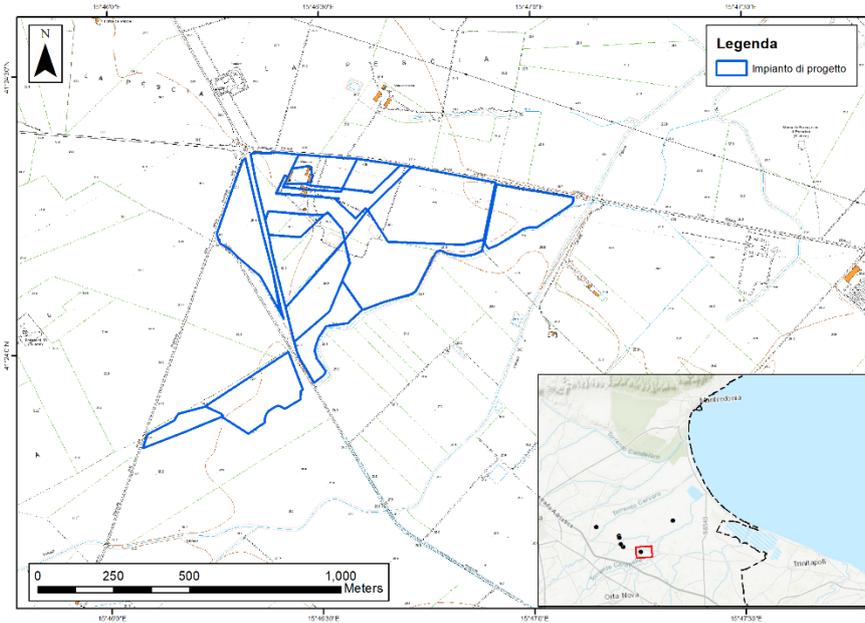
4.0 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

4.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le aree interessate dal presente progetto ricadono all'interno dei comuni di Foggia, Manfredonia e Zapponeta, ubicati nella Puglia settentrionale, al confine con Molise e Campania.

Il paesaggio di questa porzione della regione presenta gli aspetti di un modellamento fluviale avvenuto in più cicli successivi, caratterizzato da superfici pianeggianti variamente estese intagliate da analoghe forme più recenti.

Di seguito si riporta l'inquadramento delle aree di impianto sulla Carta Tecnica Regionale del 2008 in scala 1: 10.000.



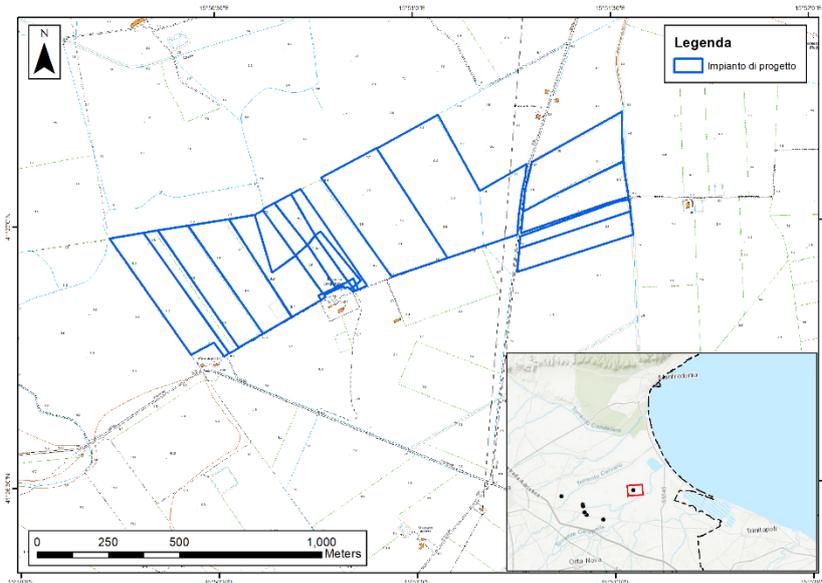


Figura 5 – Inquadramento delle aree di impianto su CTR in scala 1:10.000 (Fonte: SIT Regione Puglia <http://webapps.sit.puglia.it/arcgis/services/Background/CTR2008/MapServer/WMS/Server>)

L'orografia del territorio presenta dal punto di vista altimetrico un'elevata variabilità dovuta al singolare assetto geologico-strutturale che contraddistingue l'Italia centro-meridionale. L'area di impianto ricade all'interno di una zona pianeggiante, definita il "Tavoliere di Puglia", che costituisce la più estesa pianura dell'Italia meridionale. Il Tavoliere di Puglia si sviluppa in direzione Nord Ovest – Sud Est ed è compreso tra il F. Fortore a Nord, i Monti della Daunia ad Ovest, il Gargano e il Mare Adriatico ad Est e il F. Ofanto a Sud. È caratterizzato da una rete idrografica ben definita, costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio che incidono i depositi quaternari presenti.

Di seguito si riporta un estratto del Modello Digitale del Terreno, fornito dal SIT della Regione Puglia, da cui è possibile evincere l'assetto pianeggiante dell'area in cui ricade l'impianto. In particolare, la scala cromatica varia dal celeste al rosso in funzione dell'incremento di quota espressa in m s.l.m..



Figura 6 – Inquadramento delle aree di impianto su DTM Regione Puglia (Fonte: SIT Regione Puglia)

<http://webapps.sit.puglia.it/arcgis/services/BaseMaps/DTMColori/ImageServer/WMSServer>)

La morfologia prevalentemente pianeggiante delle aree individuate per la realizzazione dell'impianto FV è visibile, inoltre, dalla carta delle pendenze fornita dal SIT della Regione Puglia.

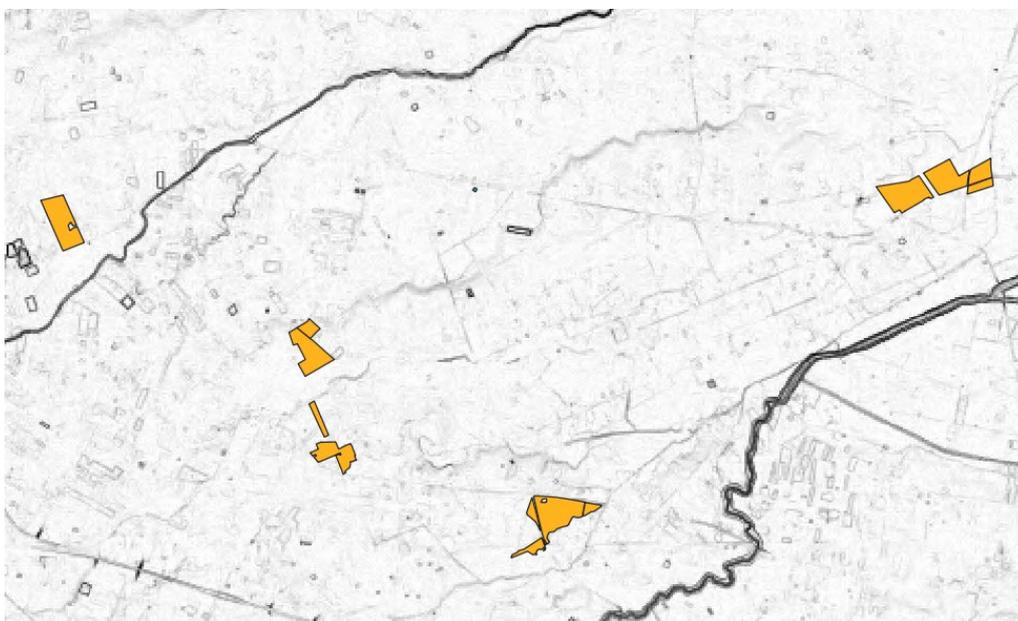


Figura 7 – Inquadramento delle aree di impianto su Carta delle Pendenza Regione Puglia (Fonte: SIT Regione Puglia <http://webapps.sit.puglia.it/arcgis/services/BaseMaps/DTMColori/ImageServer/WMSServer>).

Il Tavoliere di Puglia morfologicamente è una pianura lievemente ondulata caratterizzata da vaste spianate che digradano debolmente verso mare a partire dalle quote più alte del margine appenninico.

Da ovest verso Est è possibile distinguere cinque differenti distretti morfologici (Bonzi, 1983):

- un'area collinare, posta ai margini orientali dell'appennino, caratterizzata da quote comprese tra 300 e 400 m di quota;
- una zona a ripiani, che derivano dai terrazzi marini e digradano verso l'Adriatico. Sono delimitati localmente verso est da scarpate poco elevate, corrispondenti a ripe di abrasione;
- la piana alluvionale che si estende con continuità dalla zona dei terrazzi più antichi fino alla piana costiera;
- la piana costiera che corrisponde, per gran parte, ad antiche aree lagunari (Lago di Salpi e Lago Salso) successivamente colmate per fatti naturali e antropici;
- una zona litorale.

L'intera area è interessata da processi fluvio-denudazionale 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. 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.

Da un punto di vista litologico, l'area di interesse ricade all'interno delle seguenti unità:

- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa;

- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica.

Di seguito si riporta un dettaglio della carta litologica con indicazione, in rosso, delle aree di impianto.



Figura 8 – Inquadramento delle aree di impianto (in rosso) su Carta Litologica.

4.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La storia geologica della Regione Puglia si inquadra all'interno del contesto dei complessi e differenziati processi geologici che, secondo la teoria della tettonica a zolle, hanno contraddistinto l'evoluzione dell'area mediterranea riguardo la genesi della Penisola italiana. In tale contesto evolutivo, il territorio pugliese costituiva in origine una propaggine del margine settentrionale del Paleocontinente africano.

Durante il Triassico, a seguito della frammentazione della Pangea e della apertura dell'Oceano ligure-piemontese, questo settore crostale subì una progressiva sommersione controllata da una tettonica estensionale. Per tutto il Trias superiore, la sedimentazione terrigena fu sostituita da depositi evaporitici, anidritico gessosi e carbonatici di ambiente epicontinentale.

Successivamente, durante il Giurassico e il Cretacico, il margine settentrionale della zolla africana si scompose in più frammenti probabilmente a seguito di una tettonica disgiuntiva, attivata da differenti tipi di faglie. Sui diversi frammenti, di cui uno costituì il promontorio africano, si impiantarono estese piattaforme carbonatiche con interposti bacini pelagici, caratterizzati da attiva sedimentazione.

Nel territorio pugliese, le successioni carbonatiche sia di piattaforma (Piattaforma carbonatica apula) sia di bacino marginale (Bacino est - garganico) del Giura superiore e del Cretaceo sono ben esposte nel massiccio del Gargano. Le successioni affioranti nell'altopiano murgiano e nelle Serre salentine, invece, hanno età cretacea e presentano essenzialmente facies di piattaforma interna. L'area del Tavoliere, in cui ricade l'area di impianto, è costituita da unità plio-pleistoceniche della Fossa Bradanica e dell'avampaese.

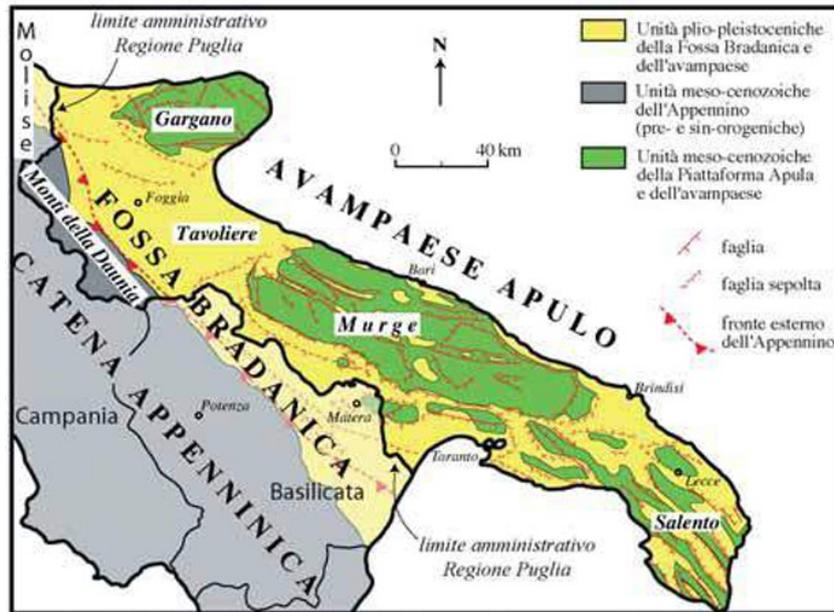


Figura 9 – Carta geologica schematica della Regione Puglia.

Successivamente, la zolla africana entrò in collisione con il Paleocontinente europeo portando la piattaforma carbonatica apula ad evolvere progressivamente in una vasta terra emersa, bordata da estese piattaforme continentali, interessate da ripetute trasgressioni del mare durante il Paleogene.

Durante il Neogene, nelle aree poste più ad occidente della piattaforma apula, si produsse un progressivo sovrascorrimento di corpi sedimentari, sia preesistenti che di neoformazione, che dette origine ad un sistema orogenico che portò alla formazione della catena appenninica.

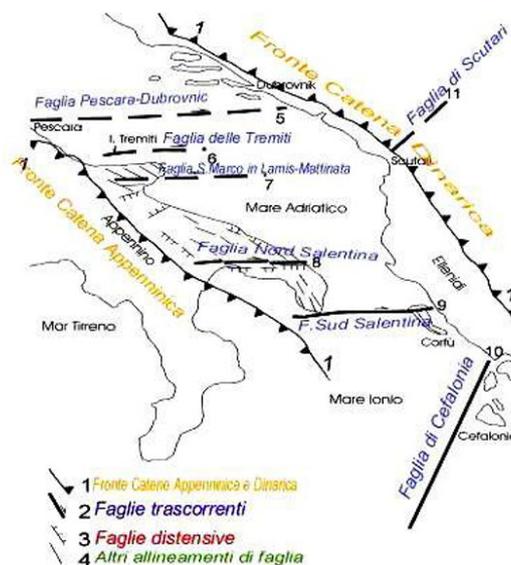




Figura 10 – Indicazione schematica del sistema di faglie che ha interessato la Regione Puglia.

Attualmente, il sistema dell'Italia meridionale si configura come una struttura a falde che, realizzatasi per successive fasi deformative, presenta in sovrapposizione tettonica più unità stratigrafico – strutturali che in precedenza componevano un quadro paleogeografico molto articolato e molto difficile da ricostruire. In particolare, è possibile distinguere in successione geometrica dal basso:

- **Unità dell'avampaese apulo:** riconducibile all'inizio del Miocene, al suo interno, dal basso verso l'alto, sono distinguibili i seguenti elementi stratigrafici: un basamento cristallino precambrico, una copertura permio – triassica di origine fluviodeltizia, una successione evaporitico – carbonatica mesozoico – paleogenica di piattaforma carbonatica, coperture a dominante carbonatica;
- **Unità della Fossa bradanica:** deriva da un graduale sollevamento a partire dal Siciliano dovuto ad aggiustamenti isostatici e agli effetti smorzati dell'orogenesi appenninica;
- **Unità della catena appenninica:** rappresenta una struttura a falde costituita da unità tettoniche adriatico – vergenti che, in cui, nel settore meridionale, il fronte risulta sovrapposto a successioni terrigene plio-pleistoceniche della Fossa bradanica.

Le caratteristiche geologiche dell'area della Provincia di Foggia, oltre ai fenomeni sopra descritti, sono correlate al contesto geodinamico che comprende i Monti della Daunia e il Gargano. Il modello strutturale di quest'area, procedendo da ovest verso est, vede una sequenza di domini costituita da Catena, Avanfossa e Avampaese. I tre settori rappresentano distinti domini stratigrafico-strutturali.

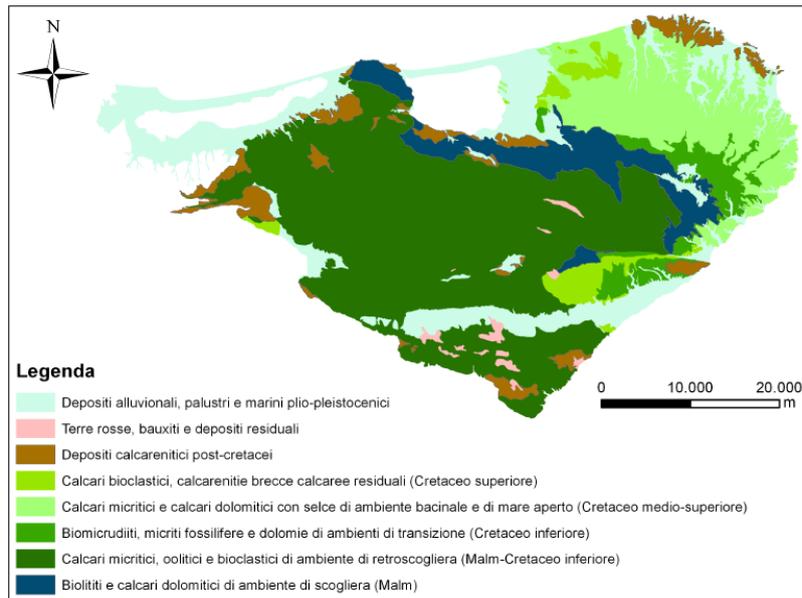
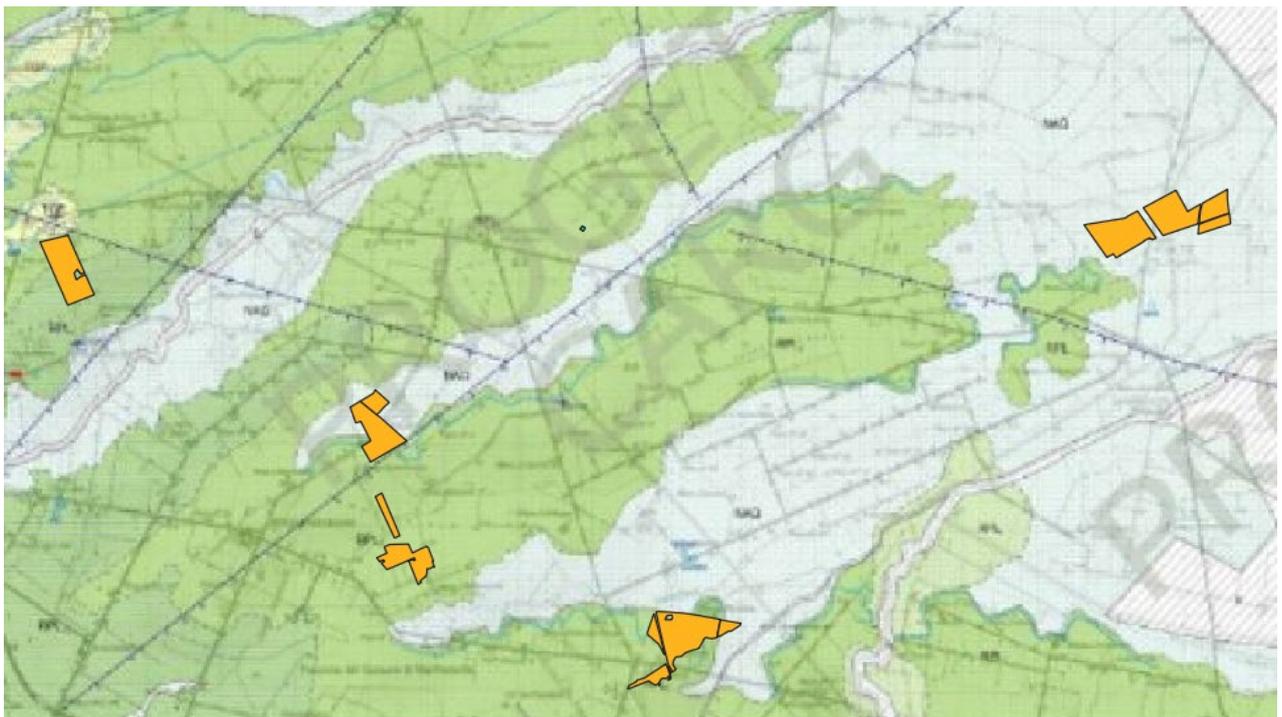


Figura 11 – Lineamenti geolitologici del Gargano.

Con particolare riferimento all'area di impianto, questa ricade nel dominio dell'Avanfossa, in cui il substrato pre-pleiocenico risulta ribassato verso l'avanfossa appenninica da faglie appartenenti al sistema orientato Nord – Ovest Sud – Es. L'avanfossa è un bacino sedimentario che, dal punto di vista strutturale, costituisce una depressione tettonica colmata da una successione clastica formante un completo ciclo sedimentario di età plio-pleistocenica. In quest'area il plio-pleistocene è costituito da una potente successione di argille, argille marnose e sabbie.

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 predisposta di ISPRA nell'ambito del Progetto CARG.



**SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE
DI PUGLIA (TP)**

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi fra il fiume Fortore ed il fiume Ofanto, nonché depositi marini terrazzati affioranti nella stessa area.

SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA

Sistema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare (cfr. unità b del Foglio 408 Foggia). E' costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, tra cui: *Carmuella virgata* (DA COSTA) e *C. cisalpina* (ROSSMÄSSNER). I depositi di spiaggia sono costituiti da sabbie marine grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle sabbie fini ben calcitate e delle sabbie argillose di mare calmo (PERES, 1967), sormontate da sabbie di spiaggia emersa e duna costiera. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il tetto di RPL, TPF, a, b; il limite superiore coincide con la base di h o di e, o con la superficie topografica. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. Datalazioni effettuate col metodo ¹⁴C hanno fornito età comprese tra 7.150±40 e 2.100±30 anni BP.



NAQ

SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO (RPL)

Depositi alluvionali dei torrenti Carapelle e Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura alluvionale attuale ed olocenica, costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbioso-limosi. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie di discordanza che coincide con il tetto di MLM, TGF, STQ, o IOT. Il limite superiore è costituito da una superficie di discordanza che coincide con la base di NAQ, di h o con la superficie topografica. Il sistema del Torrente Carapelle risulta suddiviso, nell'area del Foglio Zapponea, in due subsistemi.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

Subsistema delle Marane la Pidocchiosa-Castello

Depositi prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondata, indicanti ambiente di pianura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile attorno i 10 metri. Indicazioni cronologiche relative al subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da datazioni assolute e da tetrastratigrafia effettuate nel vicino Foglio 422 "Cangrota". Entrambe forniscono un'età olocenica: 4150 ± 40 anni BP e circa 3500-3600 anni BP per la presenza delle pomice di Avellino.

OLOCENE



RPL

Subsistema dell'Incoronata

Unità costituente un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell'angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l'unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte marina, non affiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o silose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una bioerma a *Cladocora caespitosa* (LANNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri.

Datalazioni con il metodo della racemizzazione degli aminoacidi su ostracodi e con il metodo ¹⁴C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un'età compresa tra 134±56 e 16±4 ka BP (MIS 5-3).

PLEISTOCENE SUPERIORE



RPL

SINTEMA DI MASSERIA FINAMONDO

Sabbie fini da grigio a giallastre alternate a peliti, sottilmente laminate e/o argille bruno scuro. L'ambiente di sedimentazione è di pianura alluvionale a bassa energia. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il tetto di MLM, e TGF. Il limite superiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con la base di NAQ, a, b. Lo spessore massimo è di circa 20 metri.

PLEISTOCENE SUPERIORE



TPF

Figura 12 – Inquadramento dell'area di impianto sulla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, foglio 409 Progetto CARG.

Le aree di impianto ricadono all'interno del Supersintema del Tavoliere di Puglia ed, più nel dettaglio, nei seguenti sintemi:

- **Sintema di masseria inacquata:** sistema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi;
- **Subsistema dell'Incoronata:** unità costituente un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare a infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria.

5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITO

5.1. CAROTAGGI E PROVE PENETROMETRICHE

Al fine di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni, all'interno delle aree di impianto sono state individuate n.3 macroaree da investigare mediante l'esecuzione di:

- n.1 sondaggio geognostico spinto fino alla profondità di 20 m da p.c.;
- prelievo di n.2 campioni indisturbati di terreno, successivamente sottoposti a prove geotecniche in laboratorio;
- n.3 prove SPT in foto.

Nella seguente planimetria si riporta l'ubicazione dei punti di indagine in relazione alle aree di impianto (in rosso).



Figura 13 - Ubicazione dei punti di indagine

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalle prove eseguite in campo suddivisi per macroarea.

MACROAREA DI INTERVENTO 1



Figura 14 - Dettaglio ubicazione punto di indagine S1

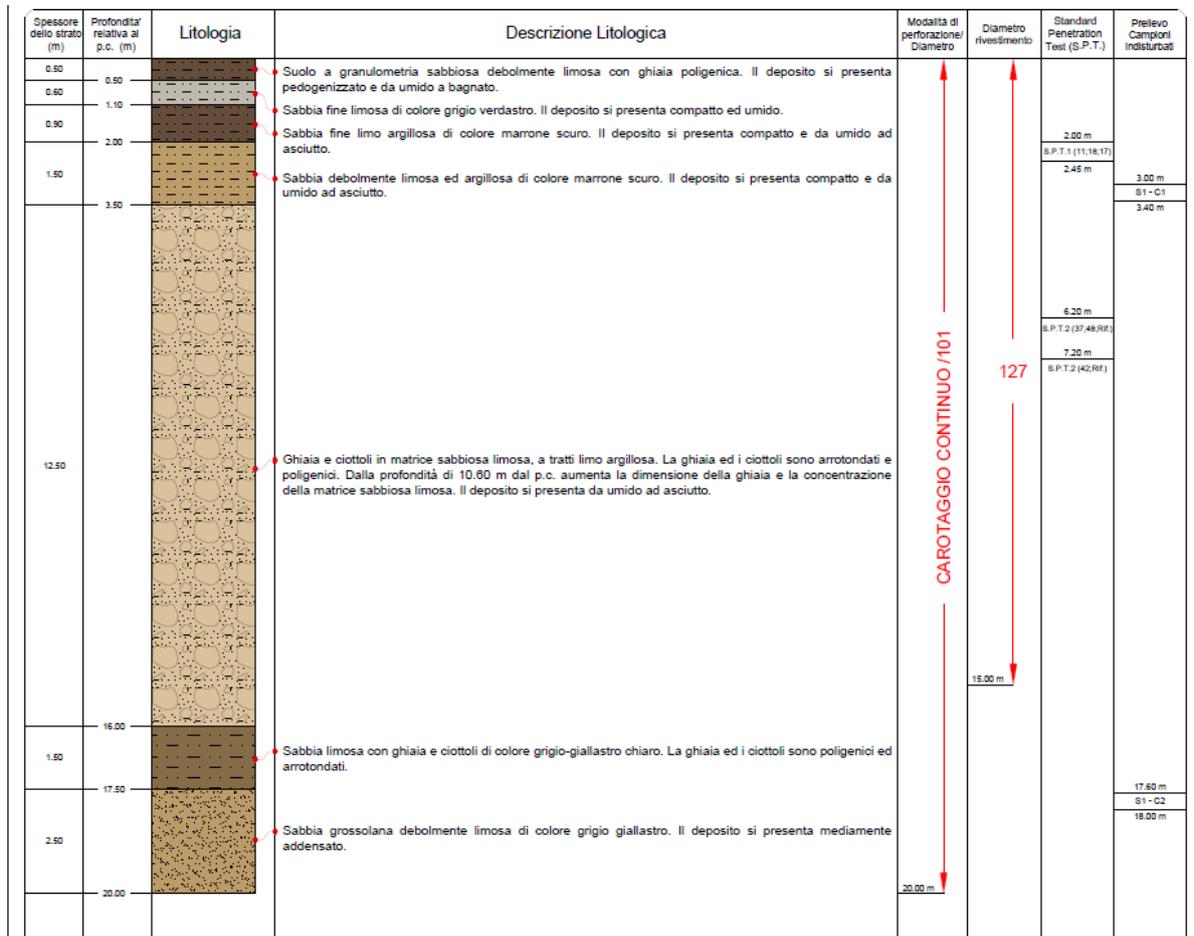


Figura 15 - Colonna stratigrafica



Cassetta C1 (0.00 - 5.00 m)



Cassetta C2 (5.00 - 10.00 m)



Cassetta C3 (10.00 - 15.00 m)



Cassetta C4 (15.00 - 20.00 m)

Figura 16 - Foto cassette catalogatrici sondaggio S1 da 0,00 a 20,00 mt

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S1	20,00

Sigla Campione	Profondità (m dal p.c.)
S1 - C1	3,00 - 3,40
S1 - C2	17,50 - 18,00

Vengono di seguito riportati, nella Tabella 1, i risultati delle prove SPT effettuate durante le operazioni di carotaggio:

Tabella 1 - Risultati prove DPT in sondaggio S1

Sigla Prova	Profondità (m dal p.c.) + N° Colpi
S1 - SPT1	2.00- 2,45 (11-18-17)
S1 - SPT2	6,20 (37-48-R)
S1 - SPT3	7.20 (42-R)

Per i campioni prelevati sono state eseguite delle prove geotecniche in laboratorio sulla base delle quali è stato ricostruito il modello geologico-tecnico del sottosuolo. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

MACROAREA 1 – sondaggio S1

ORIZZONTE SUPERFICIALE COSTITUITO DA SUOLO AGRARIO (prof. da 0,00 a -1,00 mt dal p.c.)

Non adatto ad opera fondali dirette

Sabbie e sabbie limose (prof. da -1,00 metri fino a -3,50 mt)Sondaggio: **S1** Campione: **C1** Profondità (m): **3.00:3.40**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	25.52 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	36.08 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	38.40 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia con limo e con argilla	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 27.19 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.162$
Peso di volume naturale	$\gamma = 19.92 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 17.14 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.369$
Indice di porosità	$e = 0.586$
Grado di saturazione	$S_r = 0.752$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = 0.394$
Limite di plasticità	$w_P = 0.225$
Indice di plasticità	$I_P = 0.169$
Indice di consistenza	$I_c = 1.370$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c'_e	34 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	27° 29'
Coesione efficace res. c'_r	n.d.
Angolo di attrito residuo ϕ'_r	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 7.5 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_e	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	n.d.

Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 11.1 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c_u	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ_u	n.d.

Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 19.6 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_e	17 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	23° 59'
Coesione totale c	19 kPa
Angolo di attrito totale ϕ	24° 54'

Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 32.1 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	$k = \text{n.d. cm/s}$

Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L_r	13.9 %

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	$\sigma_{1r} = 219 \text{ kPa}$

Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa (prof. da 3,50 a -16,00 mt dal p.c.)

gnat = 1,92 g/cm³gsat = 2,20 g/cm³Coesione c' = 0,05 kg/cm²

angolo di attrito f = 33°

Limi e limi sabbiosi (prof. da 16,00 a -20,00 mt dal p.c.)

Sondaggio: S1

Campione: C2

Profondità (m):

17.60:18.00

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	14.00 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	60.37 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	25.64 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Limo con sabbia argilloso	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.50 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	w = 0.213
Peso di volume naturale	$\gamma = 18.90 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 15.58 \text{ kN/m}^3$
Porosità	n = 0.412
Indice di porosità	e = 0.701
Grado di saturazione	Sr = 0.805

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	w _L = 0.340
Limite di plasticità	w _P = 0.231
Indice di plasticità	I _P = 0.109
Indice di consistenza	I _C = 1.170

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' =	12 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ' =	27° 42'
Coesione efficace res. c' _r =	n.d.
Angolo di attrito residuo ϕ'_r =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
<i>Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
<i>Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
<i>Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
<i>Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
<i>Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k = n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ' =	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c _u =	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ_u =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ' =	n.d. n.d.
Coesione totale c =	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ =	n.d. n.d.

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	k = n.d. cm/s

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	σ_{1r} = 84 kPa

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L _r	22.4 %

MACROAREA DI INTERVENTO 2

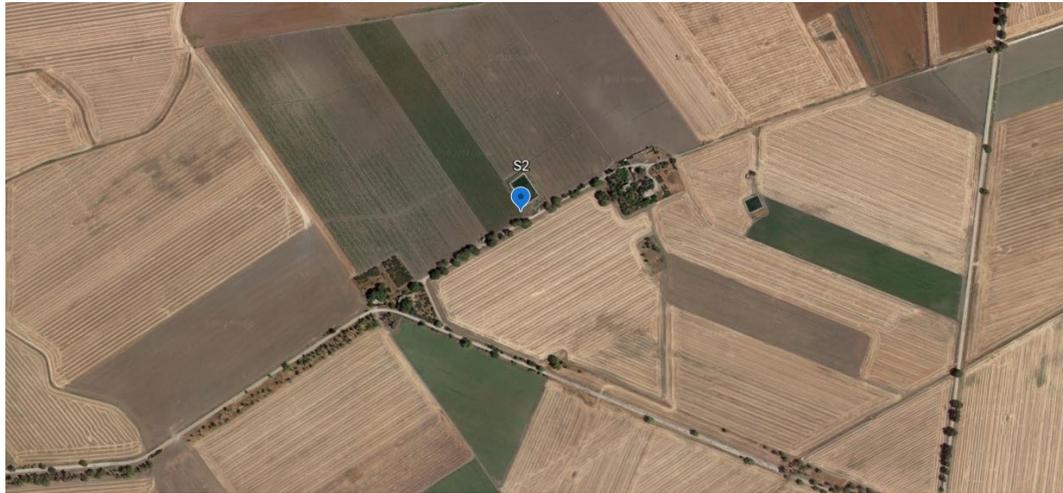


Figura 17 – Dettaglio ubicazione del sondaggio S2

Spessore dello strato (m)	Profondità relativa al p.c. (m)	Litologia	Descrizione Litologica	Modalità di perforazione/ Diametro	Diametro rivestimento	Standard Penetration Test (S.P.T.)	Prelievo Campioni indisturbati
1.10	1.10		Suolo a granulometria limosa debolmente argillosa di colore marrone scuro. Sono presenti numerosi apparati radicali.	CAROTTAGGIO CONTINUO /101	127		
0.60	1.70		Deposito costituito da un'alternanza millimetrica di argilla di colore verdastro e sabbia di colore grigio giallastro. All'interno dello strato si osservano concrezioni calcifiche (<i>caliches</i>).				
1.70	3.40		Argilla limosa di colore grigio verdastro, contenente rari clasti di natura carbonatica, subarrotondati e millimetrici. Il deposito si presenta plastico.				
1.00	4.40		Sabbia di colore grigio giallastro con rari clasti di natura carbonatica, subarrotondati e di dimensioni subcentimetriche.			4.40 m	4.50 m
						S.P.T.1 (5.68)	S2 - C1
						4.85 m	4.40 m
3.50	7.90		Alternanza di argilla di colore marrone scuro e livelli decimetrici a granulometria sabbiosa di colore giallastro. Si osservano nuclei carboniosi all'interno dei livelli a granulometria argillosa, mentre nei livelli sabbiosi sono presenti clasti di natura mamosa ed arenacea.			7.50 m	
						S.P.T.2 (7.88)	
						7.95 m	
2.10	10.00		Argilla di colore grigio scuro verdastro con laminazioni di spessore millimetrico, a granulometria sabbiosa, di colore giallastro. Sono presenti rari clasti di natura carbonatica sparsi all'interno del deposito. Dalla quota di 9.60 m a 9.90 m dal p.c. si osserva un aumento della frazione sabbiosa di colore giallastro.				9.00 m
					S2 - C2		
					9.40 m		
					10.30 m		
					S.P.T.3 (4.57)		
					10.75 m		
8.90	18.90		Sabbia fine di colore giallastro, mediamente compatta, contenente livelli di spessore decimetrico con presenza di argilla, anche prevalente, e clasti minuti di natura carbonatica (intervalli da 10.30 m a 10.60 m dal p.c.; da 13.00 m a 13.30 m dal p.c.; da 14.00 m a 14.50 m dal p.c.). Il deposito si presenta saturo dalla quota di 17.00 m dal p.c.		15.00 m		
1.10	20.00		Argilla plastica di colore grigio verdastro scuro. Verso il basso il deposito assume un colore verdastro chiaro.	20.00 m			

Figura 18 - Colonna stratigrafica S2



Cassetta C1 (0.00 - 5.00 m)



Cassetta C2 (5.00 - 10.00 m)



Cassetta C3 (10.00 - 15.00 m)



Cassetta C4 (15.00 - 20.00 m)

Figura 19 - Foto cassette catalogatrici sondaggio S2 da 0,00 a 20,00 mt

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S2	20,00

Sigla Campione	Profondità (m dal p.c.)
S2 - C1	4,00 - 4,40
S2 - C2	9,00 - 9,40

Vengono di seguito riportati, nella Tabella 2, i risultati delle prove SPT effettuate durante le operazioni di carotaggio:

Tabella 2 - Risultati prove DPT in sondaggio S2

Sigla Prova	Profondità (m dal p.c.) + N° Colpi
S2 - SPT1	4,40 - 4,85 (5-6-8)
S2 - SPT2	7,50 - 7,95 (7-8-8)
S2 - SPT3	10,30 - 10,75 (4-5-7)

Per i campioni prelevati sono state eseguite delle prove geotecniche in laboratorio sulla base delle quali è stato ricostruito il modello geologico-tecnico del sottosuolo. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

MACROAREA 2 – sondaggio S2

ORIZZONTE SUPERFICIALE COSTITUITO DA SUOLO AGRARIO (prof. da 0,00 a -1,00 mt dal p.c.)

Non adatto ad opera fondali dirette

Sabbie argillose (prof. da -1,00 metri fino a -7,00 mt)

Sondaggio: **S2** Campione: **C1** Profondità (m): **4.00:4.40**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	22.63 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	25.80 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	51.57 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia con limo argillosa	
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	w _L = 0.783
Limite di plasticità	w _P = 0.336
Indice di plasticità	I _P = 0.447
Indice di consistenza	I _C = 1.294

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
<i>Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 4.9 MPa
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k= n.d.
<i>Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 6.1 MPa
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k= n.d.
<i>Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 8.6 MPa
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k= n.d.
<i>Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 15.2 MPa
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k= n.d.
<i>Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	C _v = n.d.
Permeabilità	k= n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	σ _r = 94 kPa

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ _s = 26.40 kN/m ³
Contenuto d'acqua	w = 0.205
Peso di volume naturale	γ = 20.12 kN/m ³
Peso di volume secco	γ _s = 16.70 kN/m ³
Porosità	n = 0.367
Indice di porosità	e = 0.581
Grado di saturazione	S _r = 0.932

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' =	8 kPa
Angolo di attrito efficace φ' =	32° 33'
Coesione efficace res. c' _v =	n.d.
Angolo di attrito residuo φ' _v =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c _u =	n.d.
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	21 kPa
Angolo di attrito efficace φ' =	25° 38'
Coesione totale c =	41 kPa
Angolo di attrito totale φ =	16° 35'

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	k= n.d. cm/s

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L _r	18.1 %

Argille limose e argille sabbiose (prof. da -7,00 metri fino a -20,00 mt)Sondaggio: **S2**Campione: **C2**Profondità (m): **9.00:9.40****RIEPILOGO DEI RISULTATI**

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	53.09 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	39.37 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	7.54 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Argilla con limo debolmente sabbiosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 27.20 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.295$
Peso di volume naturale	$\gamma = 18.95 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 14.64 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.462$
Indice di porosità	$e = 0.858$
Grado di saturazione	$S_r = 0.934$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = 0.816$
Limite di plasticità	$w_p = 0.336$
Indice di plasticità	$I_p = 0.480$
Indice di consistenza	$I_c = 1.087$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace $c' =$	18 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	19° 19'
Coesione efficace res. $c'_r =$	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi'_r =$	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
<i>Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa</i>	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
<i>Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa</i>	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
<i>Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa</i>	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
<i>Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa</i>	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
<i>Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa</i>	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace $c' =$	n.d.
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale $c_u =$	n.d.
Angolo di attrito totale $\phi_u =$	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace $c' =$	n.d.
Angolo di attrito efficace $\phi' =$	n.d. n.d.
Coesione totale $c =$	n.d.
Angolo di attrito totale $\phi =$	n.d. n.d.

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	$k = \text{n.d. cm/s}$

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	$\sigma_{ir} = 69 \text{ kPa}$

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L_r	17.1 %

MACROAREA DI INTERVENTO 3



Figura 20 – Dettaglio ubicazione del sondaggio S3

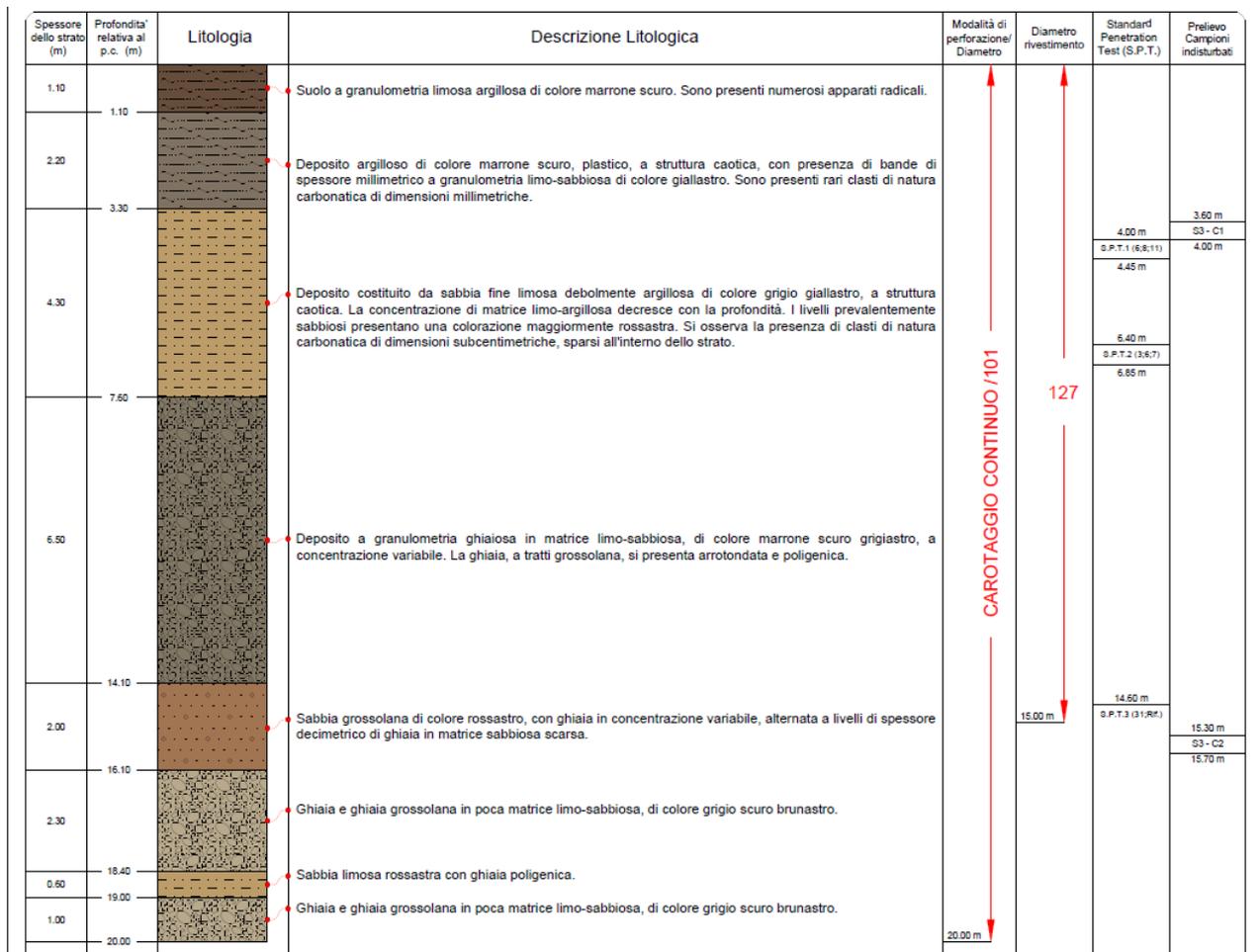


Figura 21 - Colonna stratigrafica S3



Cassetta C1 (0.00 - 5.00 m)



Cassetta C2 (5.00 - 10.00 m)



Cassetta C3 (10.00 - 15.00 m)



Cassetta C4 (15.00 - 20.00 m)

Figura 22 - Foto cassette catalogatrici sondaggio S3 da 0,00 a 20,00 mt

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S3	20,00

Sigla Campione	Profondità (m dal p.c.)
S3 - C1	3,60 - 4,00
S3 - C2	15,30 - 15,70

Vengono di seguito riportati, nella Tabella 3, i risultati delle prove SPT effettuate durante le operazioni di carotaggio:

Tabella 3 - Risultati prove DPT in sondaggio S3

Sigla Prova	Profondità (m dal p.c.) + N° Colpi
S3 - SPT1	4.00- 4,45 (6-8-11)
S3 - SPT2	6,40-6.85 (3-6-7)
S3 - SPT3	14.60 (31-R)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

MACROAREA 3 – sondaggio S3

ORIZZONTE SUPERFICIALE COSTITUITO DA SUOLO AGRARIO (prof. da 0,00 a -1,00 mt dal p.c.)

Non adatto ad opera fondali dirette

Sabbie e sabbie argillose (prof. da -1,00 metri fino a -7,60 mt)

Sondaggio: S3

Campione: C1

Profondità (m): 3.60:4.00

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	20.39 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	36.32 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	43.29 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia con limo argilloso	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.59 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.187$
Peso di volume naturale	$\gamma = 19.96 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 16.82 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.368$
Indice di porosità	$e = 0.581$
Grado di saturazione	$S_r = 0.855$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = 0.353$
Limite di plasticità	$w_p = 0.194$
Indice di plasticità	$I_p = 0.159$
Indice di consistenza	$I_c = 1.045$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c'_e	33 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	20° 54'
Coesione efficace res. c'_r	n.d.
Angolo di attrito residuo ϕ'_r	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 6.7 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_e	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	n.d.

Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 9.3 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c_u	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ_u	n.d.

Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 15.2 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_e	6 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ'_e	26° 15'
Coesione totale $c =$	24 kPa
Angolo di attrito totale $\phi =$	17° 38'

Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa	
Modulo Edometrico	$M = 26.2 \text{ MPa}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	$k = \text{n.d. cm/s}$

Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	$\sigma_{1r} = 70 \text{ kPa}$

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L_r	19.4 %

Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa (prof. da 7,60 a -14,00 mt dal p.c.)

$g_{nat} = 1,94 \text{ g/cm}^3$

$g_{sat} = 2,18 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c' = 0,07 \text{ kg/cm}^2$

angolo di attrito $f = 32^\circ$

Sabbie argillose (prof. da -14,00 metri fino a -20,00 mt)Sondaggio: **S3**Campione: **C2**Profondità (m): **15.30:15.70****RIEPILOGO DEI RISULTATI**

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	24.26 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	24.09 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	51.65 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia argillosa e limosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.59 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	$w = 0.206$
Peso di volume naturale	$\gamma = 20.31 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 16.84 \text{ kN/m}^3$
Porosità	$n = 0.367$
Indice di porosità	$e = 0.579$
Grado di saturazione	$S_r = 0.946$

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	$w_L = 0.239$
Limite di plasticità	$w_p = 0.204$
Indice di plasticità	$I_p = 0.035$
Indice di consistenza	$I_c = 0.935$

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c'_s	47 kPa
Angolo di attrito efficace ϕ'_s	25° 33'
Coesione efficace res. c'_r	n.d.
Angolo di attrito residuo ϕ'_r	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa	
Modulo Edometrico	$M = \text{n.d.}$
Coeff. di consolidazione	$C_v = \text{n.d.}$
Permeabilità	$k = \text{n.d.}$

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_s	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ'_s	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c_u	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ_u	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c'_s	n.d.
Angolo di attrito efficace ϕ'_s	n.d.
Coesione totale c	n.d.
Angolo di attrito totale ϕ	n.d.

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	$k = \text{n.d. cm/s}$

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	$\sigma_{1r} = \text{n.d.}$

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L_r	17.4 %

5.2. PROVE SISMICHE

Ai fini della valutazione degli effetti sismici locali è stata effettuata nella Macroarea 2 un'indagine sismica costituita da un profilo sismico superficiale realizzato mediante tecnica Masw, per la determinazione del parametro V_{sEQ} e delle categorie del sottosuolo di fondazione (Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018).

$$V_{sEQ} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di n strati presenti ad una profondità H del substrato geologico con

VS>800 m/s.

MACROAREE DI INTERVENTO



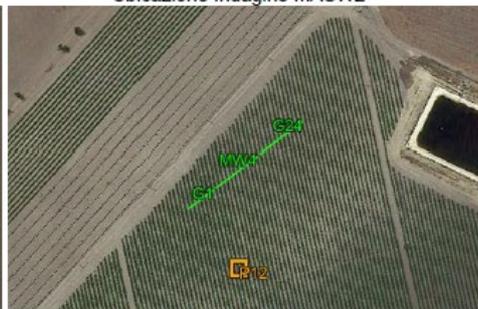
Ubicazione Indagine MASW1



Ubicazione Indagine MASW2



Ubicazione Indagine MASW3



Ubicazione Indagine MASW4



Ubicazione Indagine MASW5

Figura 23 - Ubicazione della prova sismica

Di seguito si riportano i profili ottenuti:

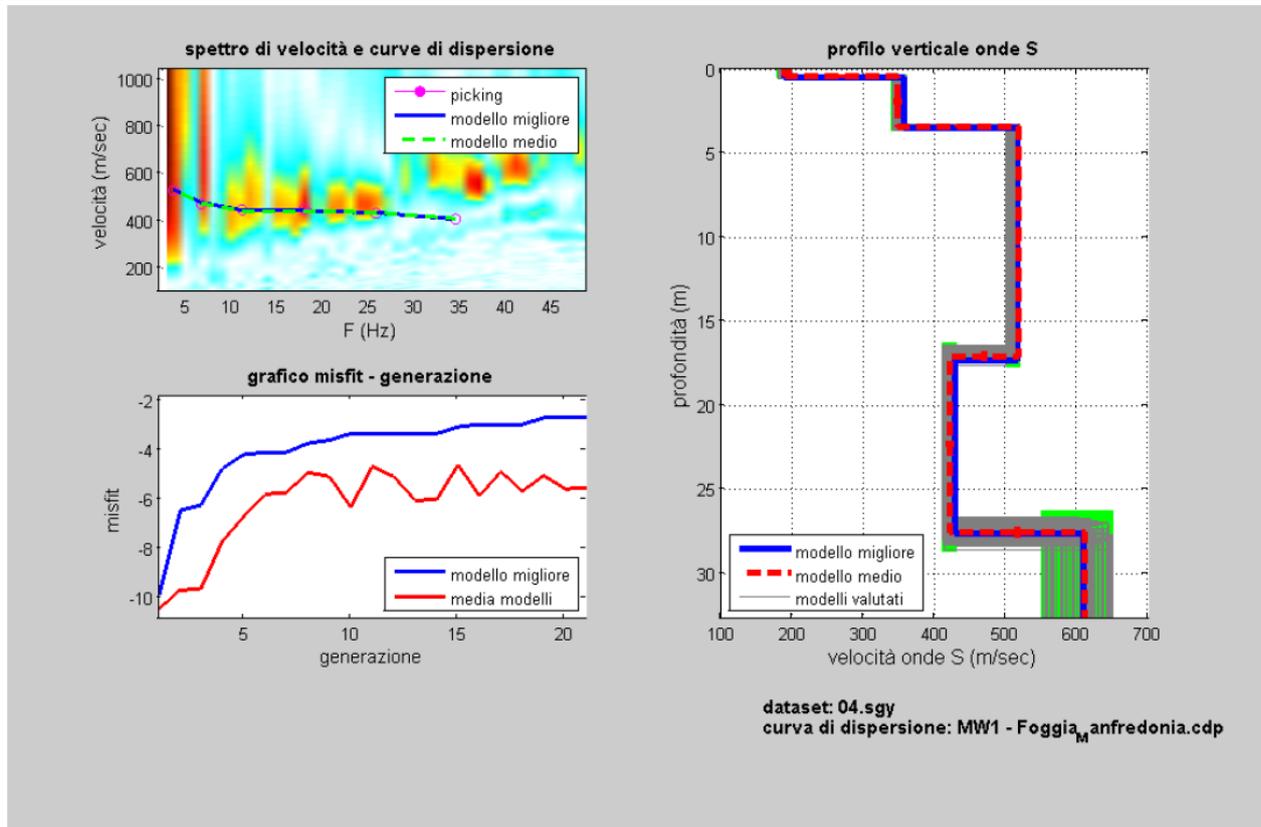


Figura 24 - MASW 1

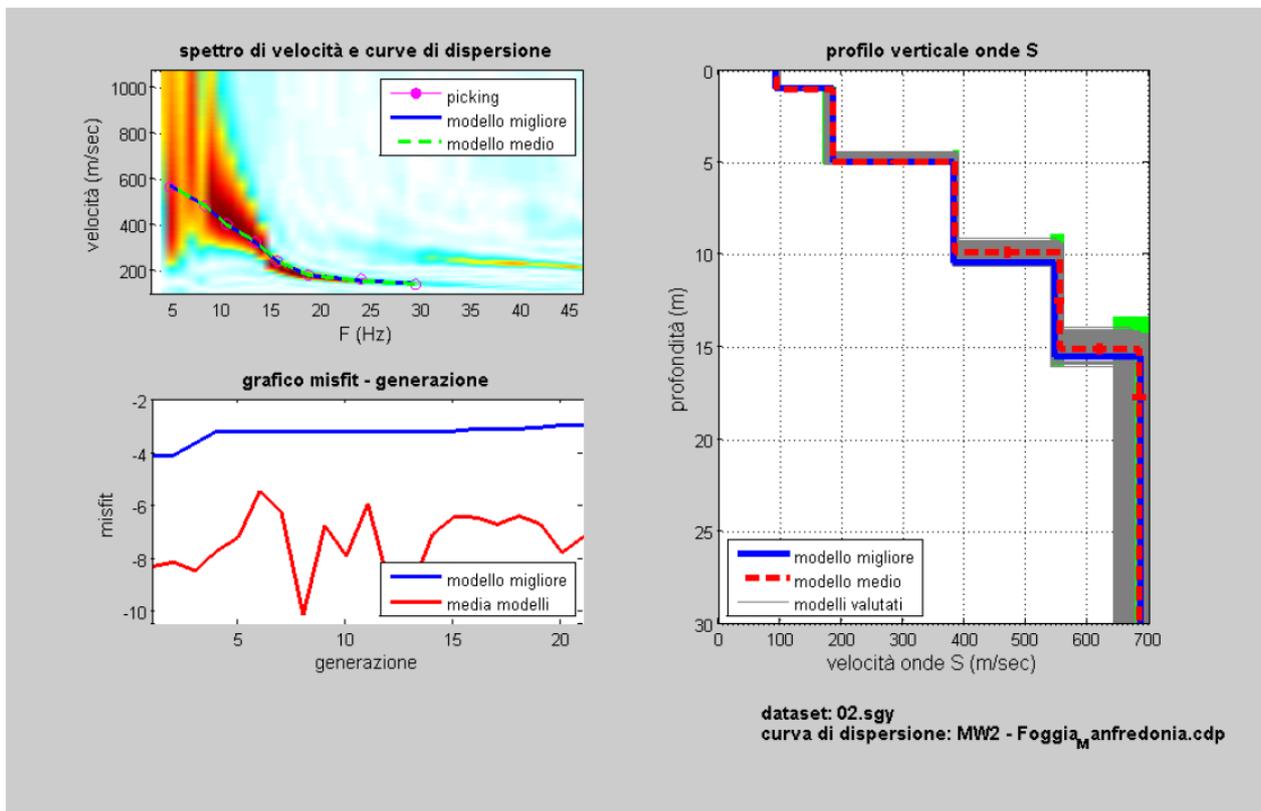


Figura 25 - MASW 2

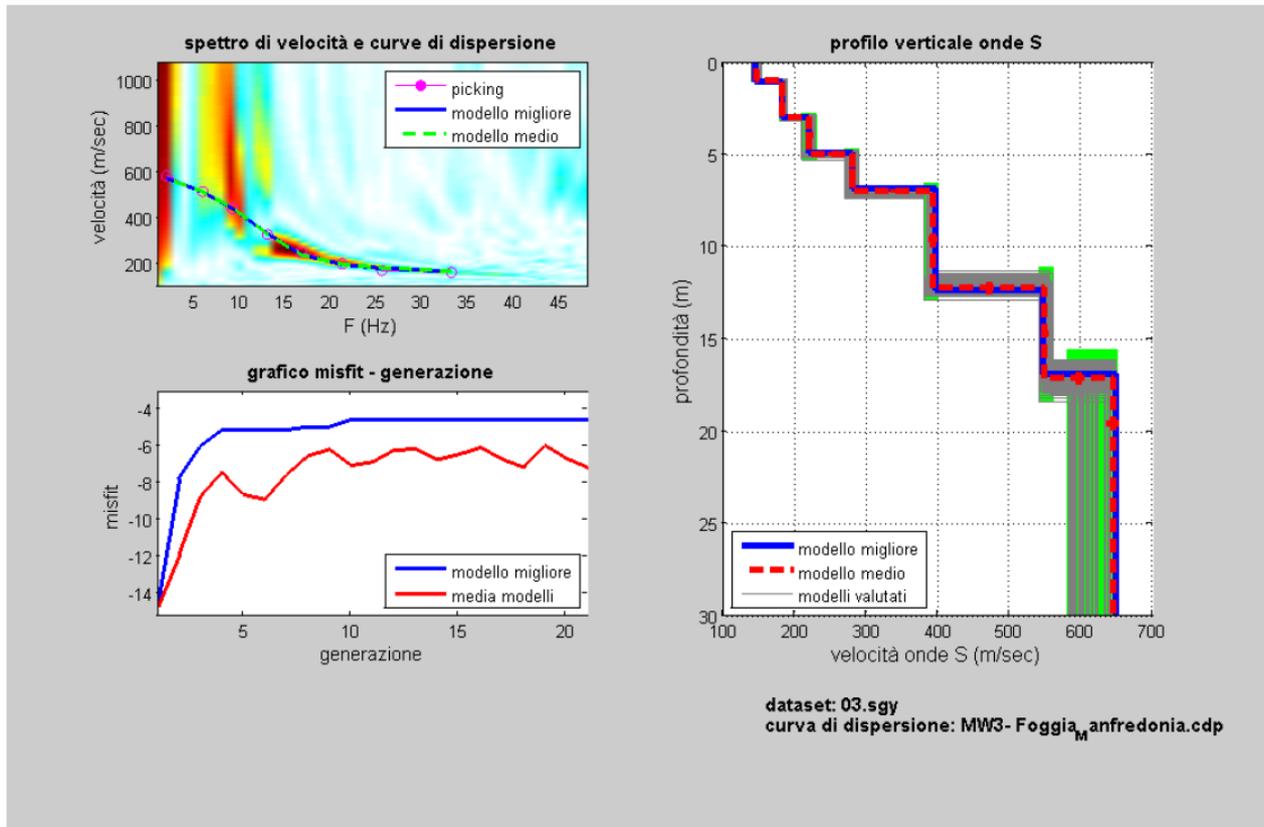


Figura 26 - MASW 3

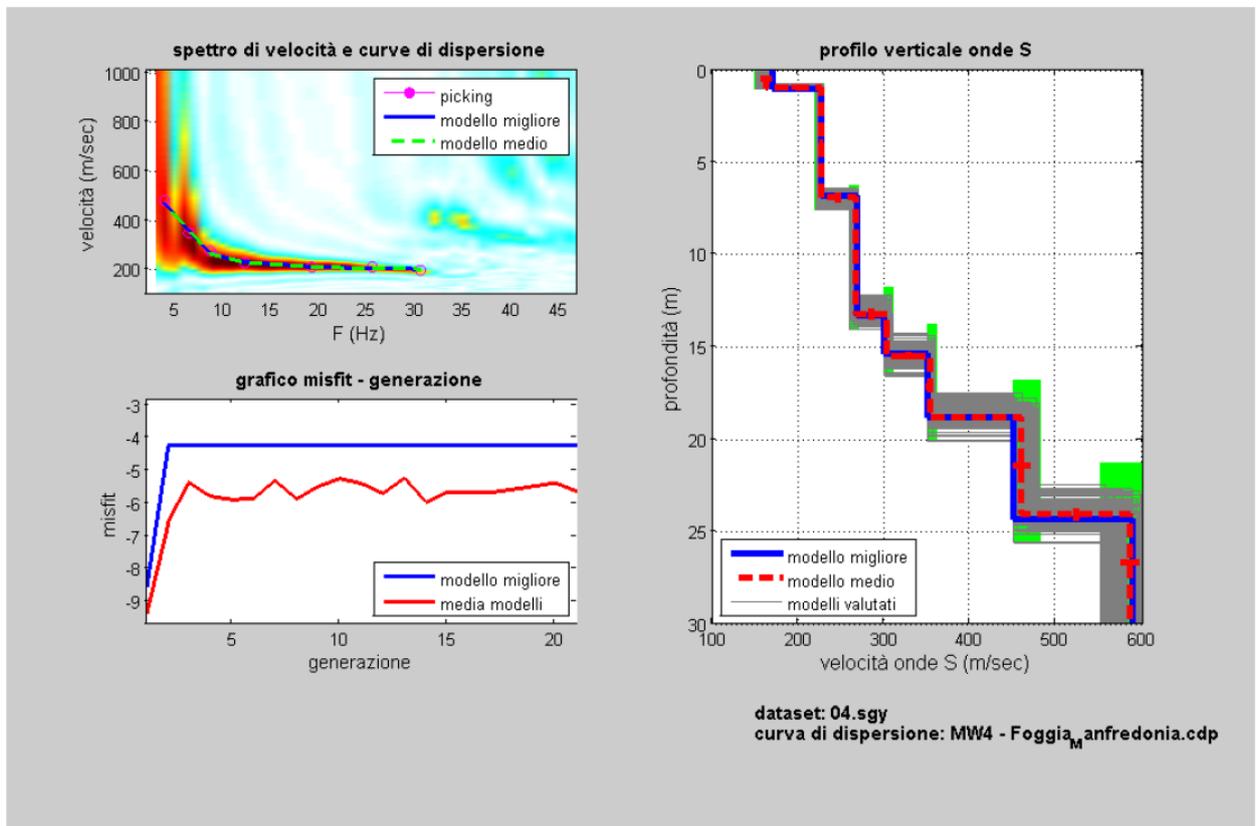


Figura 27 - MASW 4

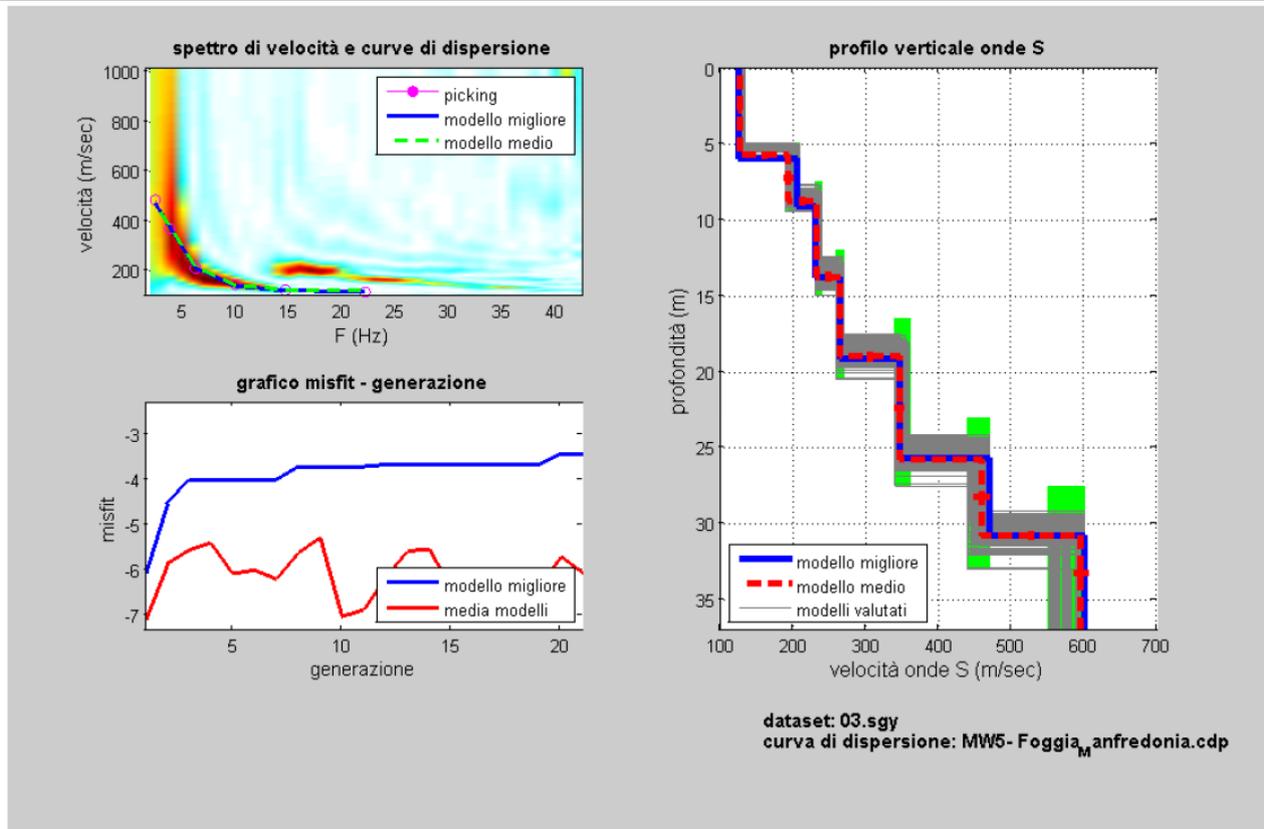


Figura 28 - MASW 5

L'elaborazione delle prove MASW ha permesso l'individuazione dei diversi sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio Vs.

Si riportano di seguito le categorie di sottosuolo per i 5 siti indagate:

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW1	453.00	B

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW2	393.00	B

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW3	394.00	B

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW4	318.00	C

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW5	230.00	C

6.0 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'idrologia e l'idrogeologia del territorio pugliese sono fortemente influenzate dalla locale litologia dei terreni affioranti, costituiti, come dettagliatamente descritto nel Cap. 4.0, da litotipi dalla media permeabilità per sabbie-conglomerati e medio-bassa permeabilità per le argille.

Nelle aree in cui prevale la litologia drenante e permeabile è favorito il processo di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, a discapito del ruscellamento superficiale. Una situazione inversa si riscontra, invece, in corrispondenza delle litologie impermeabili o poco permeabili.

Per definire le caratteristiche delle acque superficiali, il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia ("PTA") ha individuato alcune idro-regioni. L'area di interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico ricade nell'idro-regione 16.

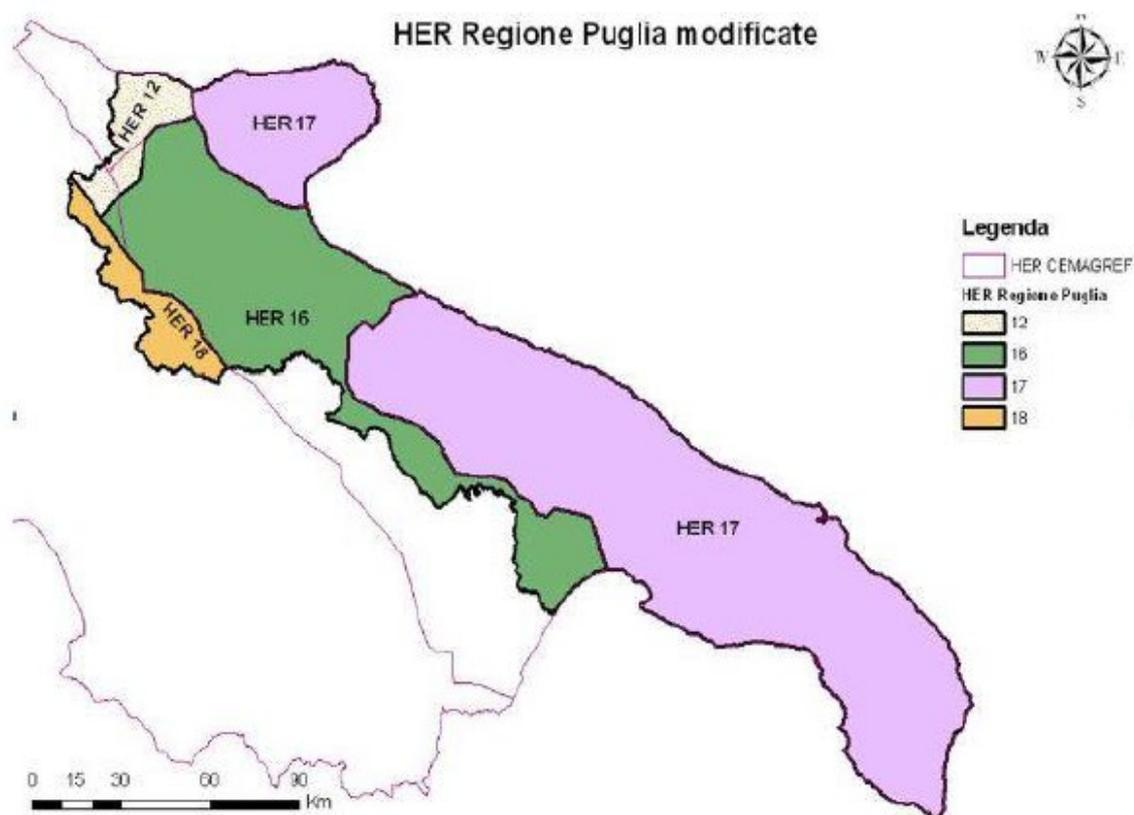


Figura 29 – Idro-regioni del territorio pugliese (Fonte: PTA Regione Puglia).

In particolare, le aree ricadono in corrispondenza dei corsi d'acqua Candelaro (F5 ed F11) e Cervaro, entrambi di natura temporanea. Talvolta, nella stagione piovosa, possono essere caratterizzati da portate idriche e solide consistenti causate dalle intense e copiose precipitazioni concentrate in un breve arco temporale, che caratterizzano il clima regionale. Durante la stagione secca, invece, possono prosciugarsi completamente.

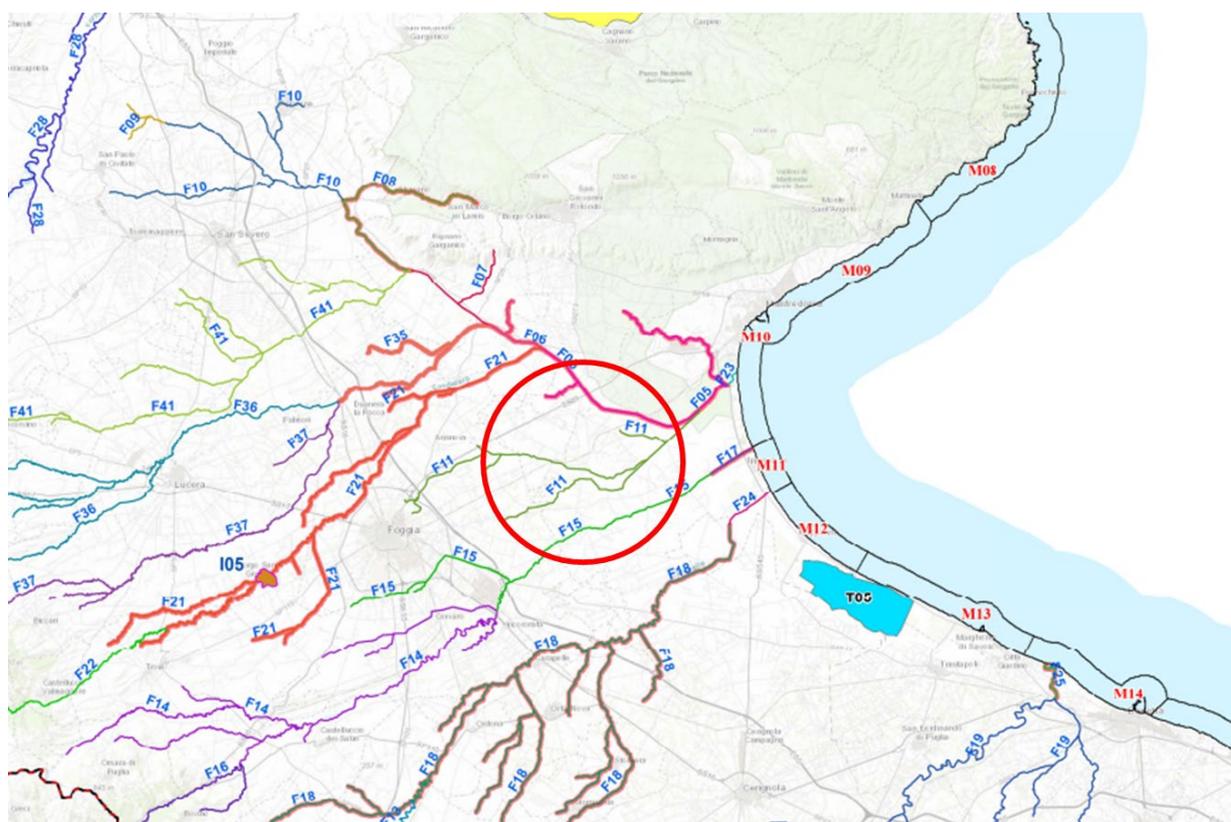


Figura 30 – Estratto tavola A1- Corsi idrici superficiali con indicazione dell'area in cui ricadono le aree di impianto (in rosso).

CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI				
Denominazione	HER	Perennità	Persistenza	Dimensione del corpo idrico
Torrente Candelaro	16	Temporaneo	Intermittente	Meandriforme, sinuoso o confinato
Torrente Cervaro	16	Temporaneo	Intermittente	Meandriforme, sinuoso o confinato

Di seguito si riporta un dettaglio dell'ubicazione delle aree di impianto in funzione dei corpi idrici presenti:



Figura 31 – Dettaglio ubicazione aree di impianto (in rosso) in funzione dei corpi idrici presenti.

Nell'ambito del PTA, i corpi idrici superficiali sono stati classificati, relativamente allo stato di qualità, nelle seguenti classi di rischio per il mancato raggiungimento degli obiettivi:

- a rischio;
- non a rischio;
- probabilmente a rischio.

La classificazione è stata condotta sulla base delle informazioni raccolte nell'ambito dei monitoraggi ambientali eseguiti ai sensi del D.Lgs 152/2006 e sulla base dell'analisi delle pressioni a scala di corpo idrico significativo.

Il Torrente Candelaro è stato classificato come "a rischio" mentre il Torrente Cervaro è risultato "non a rischio".

n.	Denominazione	Corpo idrico	I classificazione	
1	Torrente Saccione	Saccione_12	a rischio	
2		Foce Saccione	a rischio	
3	Fiume Fortore	Fortore_12_1	probabilmente a rischio	
4		Fortore_12_2	probabilmente a rischio	
5	Torrente Candelaro	Candelaro_12	a rischio	
6		Candelaro_16	a rischio	
7		Candelaro sorg-confi.Triolo_17	a rischio	
8		Candelaro confi.Triolo confi.Salsola_17	a rischio	
9		Candelaro confi.Salsola confi.Celone_17	a rischio	
10		Candelaro confi.Celone foce	a rischio	
11		Candelaro-Canale della Contessa	probabilmente a rischio	
12		Foce Candelaro	probabilmente a rischio	
13		Torrente Triolo	Torrente Triolo	probabilmente a rischio
14		Torrente Salsola	Salsola ramo nord	probabilmente a rischio
15	Salsola ramo sud		probabilmente a rischio	
16	Salsola confi.Candelato		probabilmente a rischio	
17	Fiume Celone	Fiume Celone_16	probabilmente a rischio	
18		Fiume Celone_18	probabilmente a rischio	
19	Torrente Cervaro	Cervaro_18	non a rischio	
20		Cervaro_16_1	non a rischio	
21		Cervaro_16_2	non a rischio	
22		Cervaro foce	non a rischio	

Figura 32 – Classificazione dei corpi idrici (Fonte: PTA Regione Puglia).

Da un punto di vista idrogeologico, l'insieme delle formazioni carbonatiche mesozoiche del Gargano e del substrato prepliocenico del Tavoliere costituiscono un vasto serbatoio idrico sotterraneo, caratterizzato da una permeabilità secondaria dovuta prevalentemente a fessurazione e carsismo.

La stratigrafia del Tavoliere permette di riconoscere tre unità acquifere principali (Maggiore et al. 1996):

- **Acquifero fessurato carsico profondo:** costituisce l'unità acquifera più profonda ed è situato in corrispondenza del substrato carbonatico prepliocenico del Tavoliere. La circolazione idrica sotterranea è fortemente influenzata dalla presenza di numerose faglie che determinano direttrici di flusso preferenziali, nonché dalle caratteristiche idrauliche dell'acquifero che variano da zona a zona in funzione dello strato di fratturazione e carissimo della roccia;
- **Acquifero poroso profondo:** è costituito da diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione pliopleistocenica delle "Argille grigio - azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare caratterizzati da uno spessore di circa una decina di metri. Sono ubicati prevalentemente ad una profondità variabile compresa tra 150 m e 3000 m da piano campagna. La falda risulta in pressione in tutto l'acquifero e presenta quasi sempre caratteri di artesianità;
- **Acquifero poroso superficiale:** corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille. Sono di età compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene. Nel dettaglio, dalle stratigrafie raccolte si è evidenziata la presenza di una successione di terreni sabbioso – ghiaioso – ciottolosi permeabili ed acquiferi intercalati da livelli limo – argillosi a minore permeabilità. Questi ultimi risultano più presenti procedendo verso la costa, dove sono caratterizzate da spessori maggiori e svolgono il

ruolo di acquitardi. Le successioni stratigrafiche influenzano fortemente il deflusso delle acque, che circolano in condizioni freatiche nella fascia pedemontana ed in pressione nella zona medio-bassa del Tavoliere, assumendo localmente il carattere di artesianità.

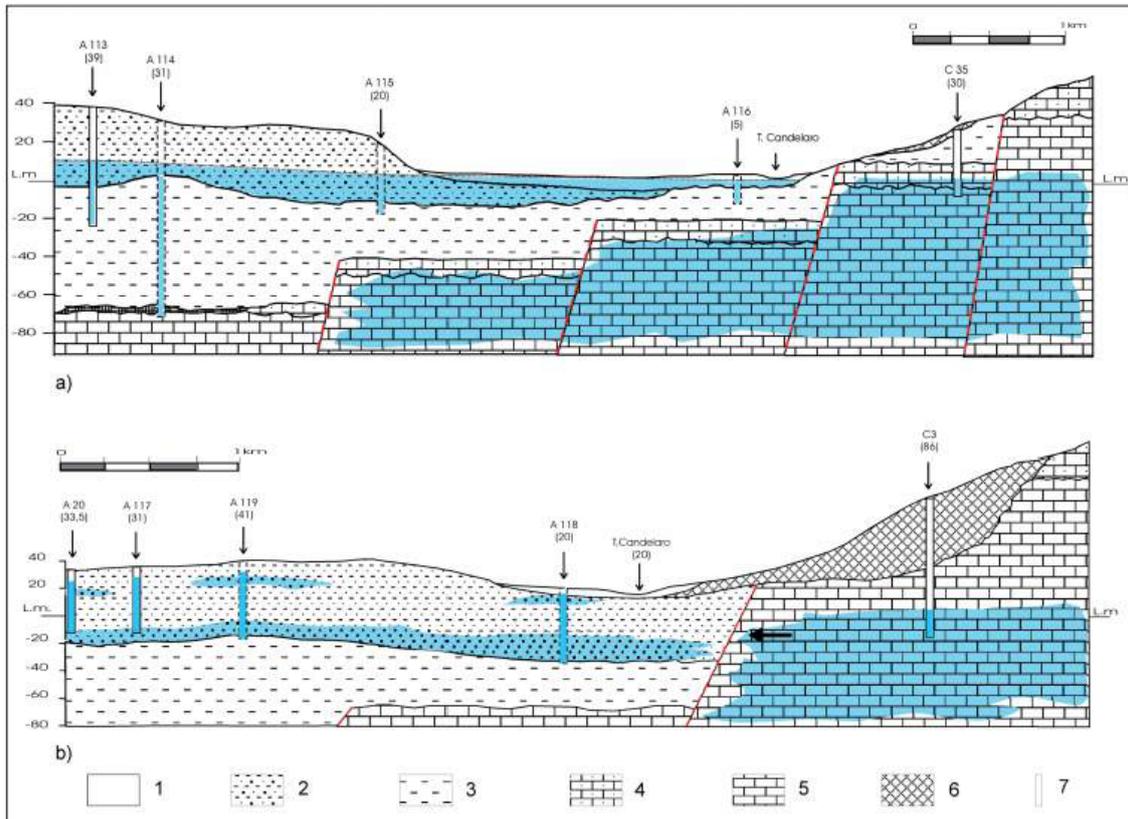


Figura 33 – Sezioni idrogeologiche (Maggiore et al., 1996). Legenda: 1) depositi d'alveo (Olocene); 2) depositi della pianura alluvionale (Olocene-Pleistocene sup.); 3) argille grigio-azzurre con intercalazioni sabbiose (Pleistocene inf. - Pleistocene sup.); 4) calcarenite (Pliocene sup. - Miocene); 5) calcari della piattaforma carbonatica apula (Cretaceo); 6) conoidi detritiche (Olocene - Pleistocene sup.); 7) pozzo.

Con riferimento all'area di impianto, questa ricade, come si evince dallo stralcio della tavola C.3 "Complessi idrogeologici" del PTA della Regione Puglia, all'interno dei seguenti complessi:

- **Complesso idrogeologico del Tavoliere:** che comprende le acque circolanti nella copertura plio-pleistocenica della piana del Tavoliere di Puglia e del margine settentrionale delle Murge;
- **Complesso idrogeologico del Gargano:** che comprende la falda carsica del Gargano e la falda sospesa di Vico-Ischitella.

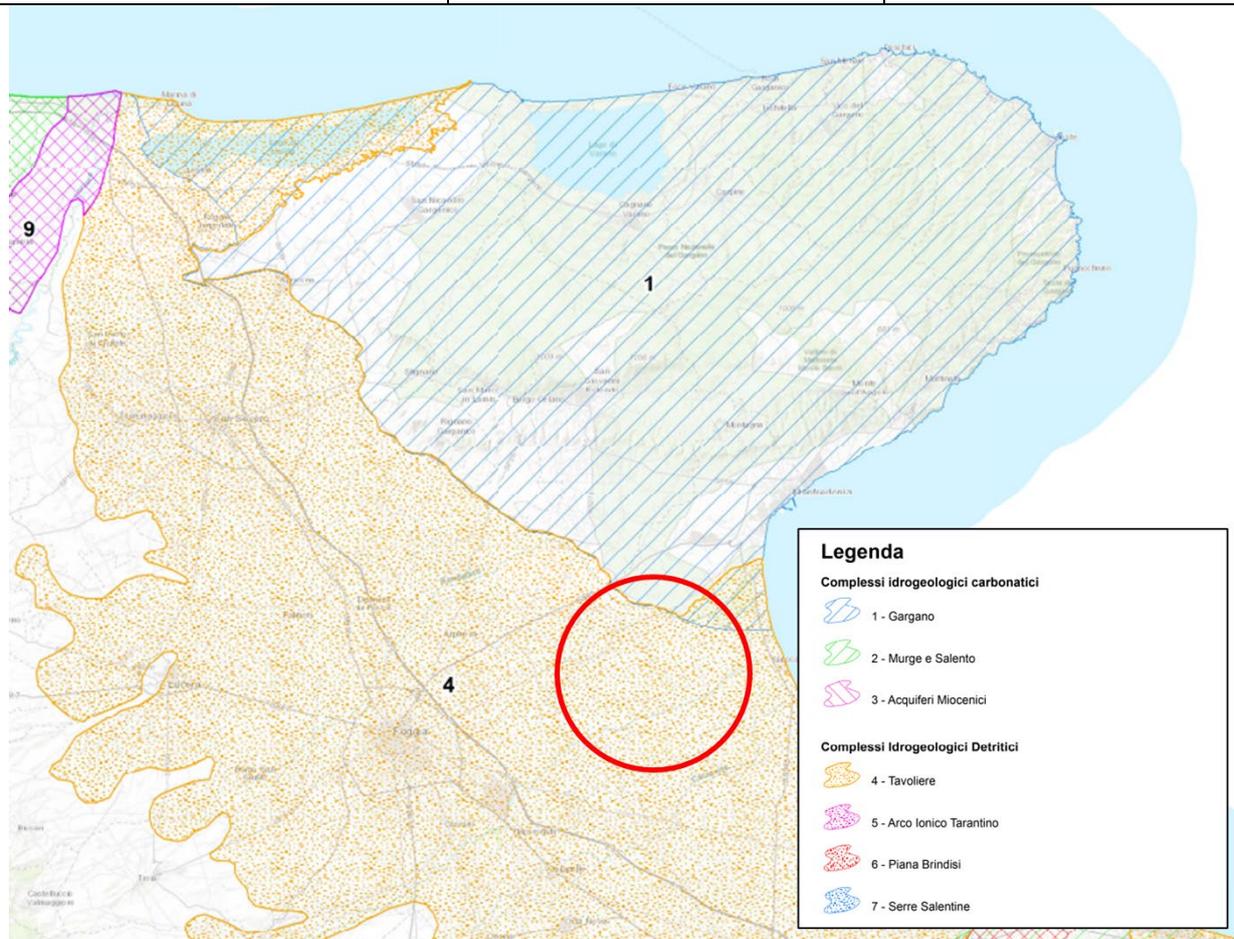


Figura 34 – Inquadramento dell’area di impianto (in rosso) sulla Tav. 3C “Complessi idrogeologici” del PTA della Regione Puglia (Fonte: SIT Regione Puglia).

7.0 CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA' STORICA

La struttura sismogenetica appenninica principale, in cui rientra l'area in esame, è determinata da un insieme di faglie normali orientate in direzione NW – SE molto estese (varie decine di km) dislocate in senso anti-appenninico da linee tettoniche trasversali a prevalente movimento trascorrente.

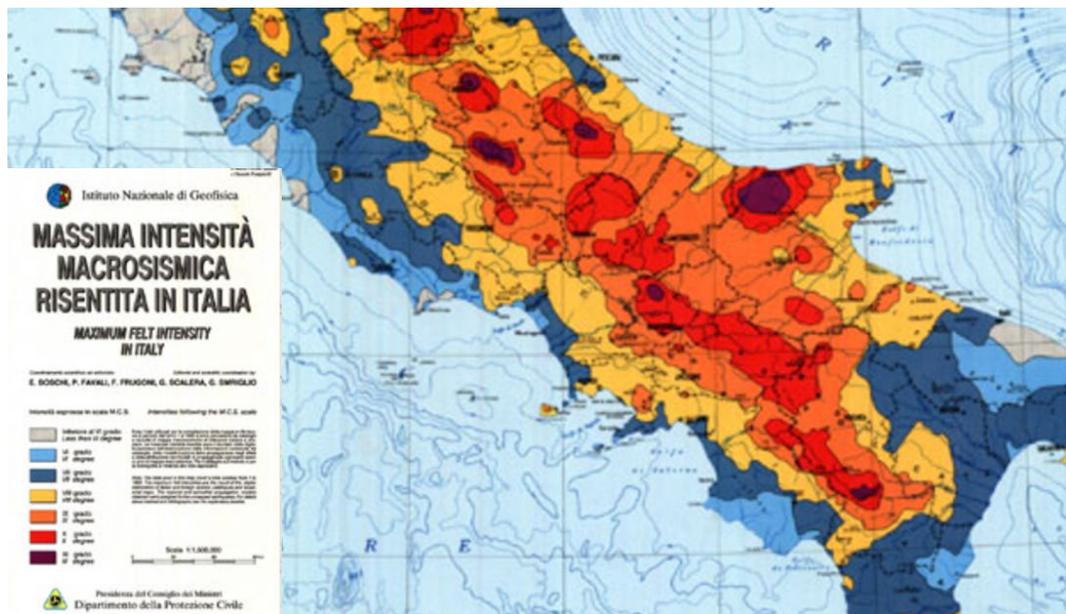


Figura 35 – Massima intensità macrosismica risentita in Italia, dettaglio Regione Campania

Dalla consultazione del Catalogo Parametrico dei Terreni Italiani (CPTI 15) è stato possibile ricostruire la storia sismica della regione per i terremoti. I principali eventi sismici registrati si concentrano nell'area settentrionale della Regione, in corrispondenza del promontorio del Gargano.

Nella seguente figura si riportano gli eventi più significativi registrati nella Regione Puglia.

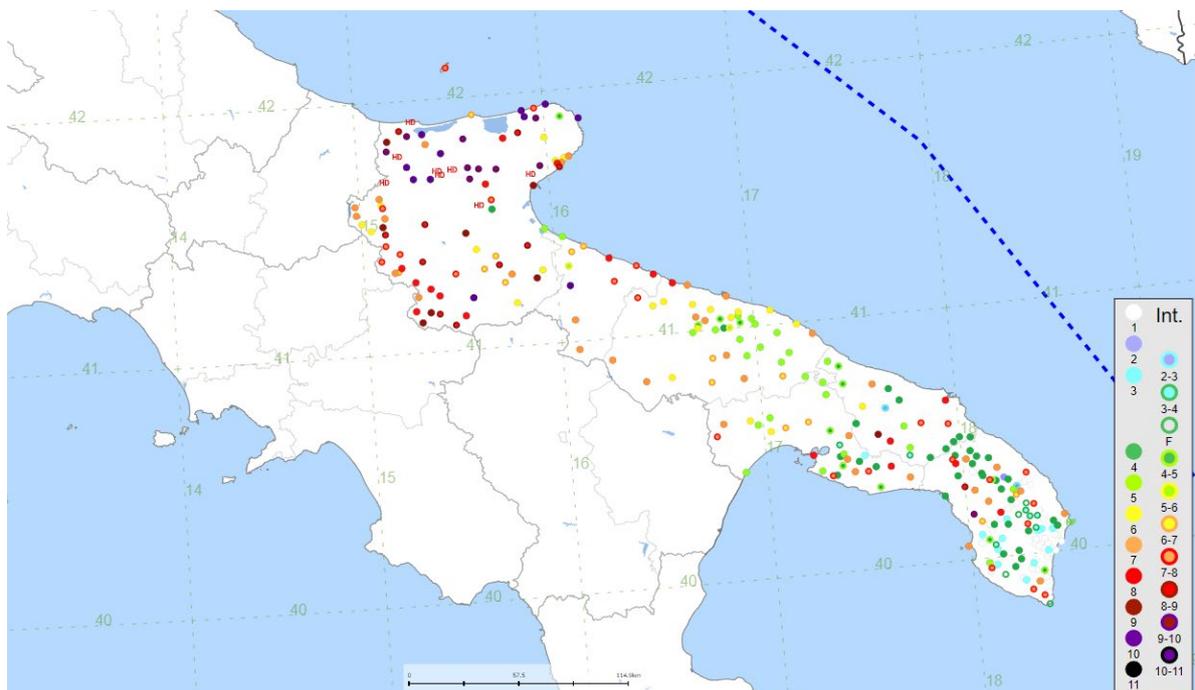
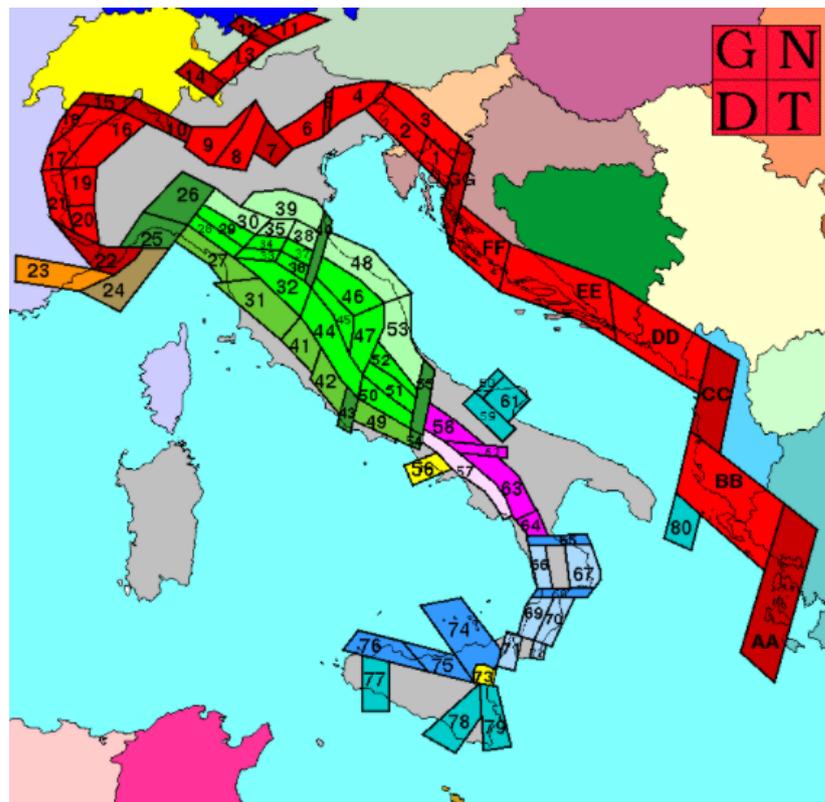


Figura 36 - Eventi sismici più significativi verificatesi nella Regione Puglia.

Il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti ("G.N.D.T.") ha individuato un modello sismogenetico che divide il territorio nazionale in più zone sismogenetiche. La provincia di Foggia non è ubicata in nessuna zona sismogenetica, ma si trova subito al di sotto delle zone 59 e 61 che rientrano nelle zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.



Legenda della zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996)

A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
- 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
- 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.

Non è ancora definitivamente chiarito se l'arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:

- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.

- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.

- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.

- 5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche

- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 37 - Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996

L'intero territorio della provincia di Foggia è descritto nell'Atlante della Classificazione Sismica del Territorio

Nazionale, redatto dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Lo stesso, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", è stato mappato dall'INGV (Ist.to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) sulla base delle mappe di "Pericolosità sismica" del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo (agmax).

La classificazione sismica del territorio è stata per lungo tempo competenza dello Stato che ha provveduto negli anni '80 alla classificazione per Decreto dell'intero territorio nazionale, e per il Piemonte con DM 4 febbraio 1982.

Secondo l'attuale legislazione, la classificazione sismica del territorio spetta alle regioni, sulla base dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche stabiliti dallo Stato, attualmente rappresentati dall'Opcm 3519/06.

La Regione Puglia, con la Delibera della Giunta Regionale n°153 del 2 marzo 2004, ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale. Il territorio della provincia di Foggia rientra nella zona sismica 2 (zona con pericolosità sismica moderata).

Di seguito si riporta la carta della classificazione sismica della Regione Puglia:

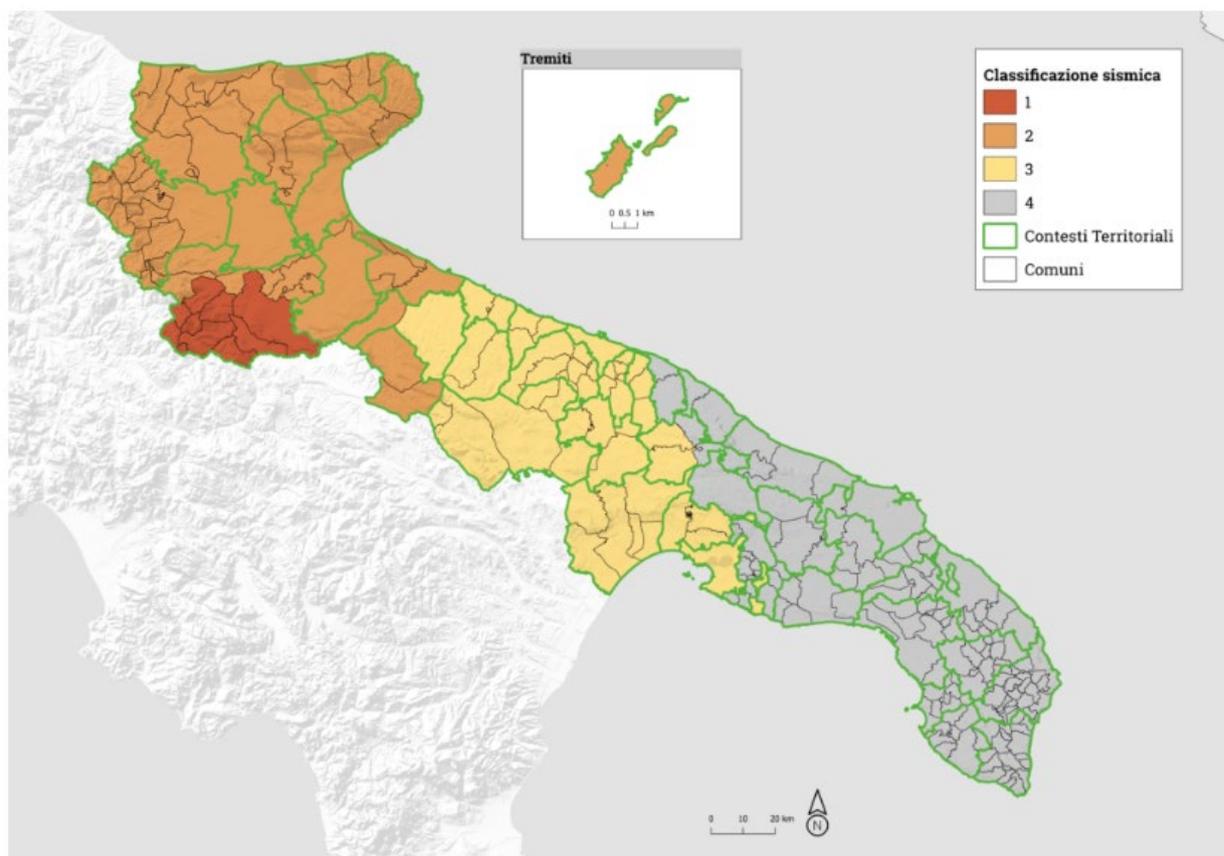


Figura 38 – Classificazione sismica della Regione Puglia

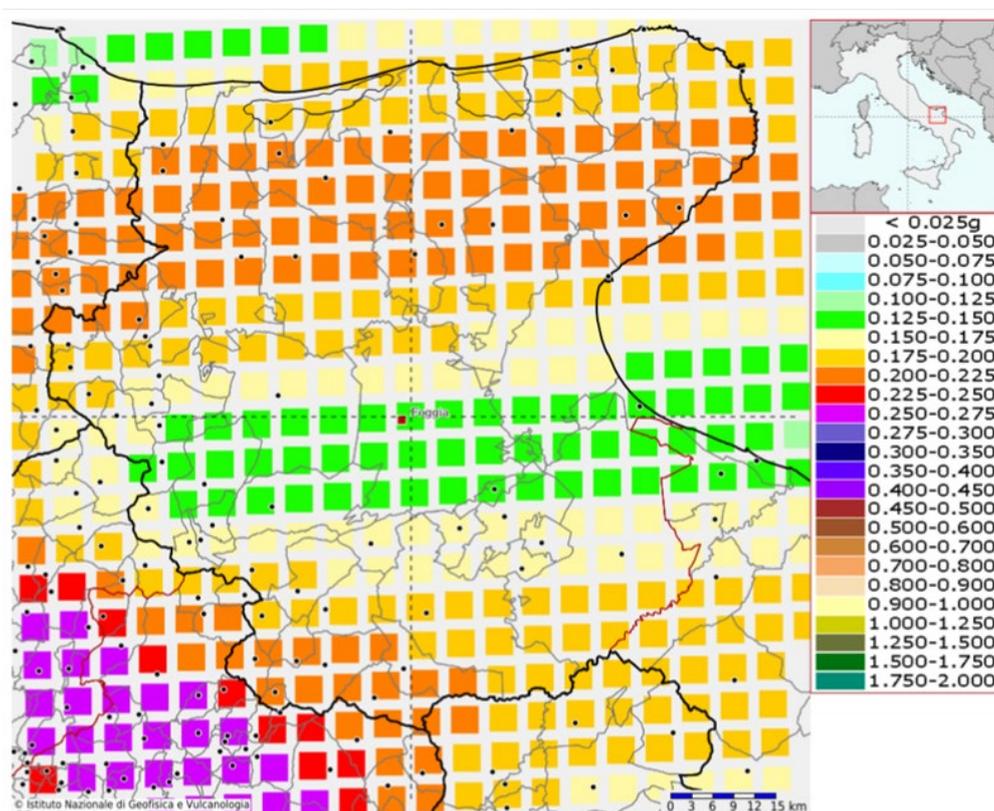
Come si evince dalla classificazione in **Figura 38**, la provincia di Foggia ricade in zona sismica 2, così definita:

Tabella 4 - Classificazione zona sismica

Zona sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
2	Zona con pericolosità sismica moderata, forti terremoti sono possibili	$0,15 \leq a_g \leq 0,25$ g	0,25 g

I parametri riportati in **Tabella 4** dipendono dalle caratteristiche sismologiche del territorio definite sul reticolo di zonazione sismica a scala nazionale.

Il valore dell'accelerazione a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento prodotta e divulgata dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e non è altro che la probabilità che, in un fissato lasso di tempo, nel sito in studio si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

**Figura 39 - Carta della pericolosità sismica (INGV)**

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Di seguito si riporta un dettaglio della carta della pericolosità con indicazione dell'area della Provincia di Foggia:

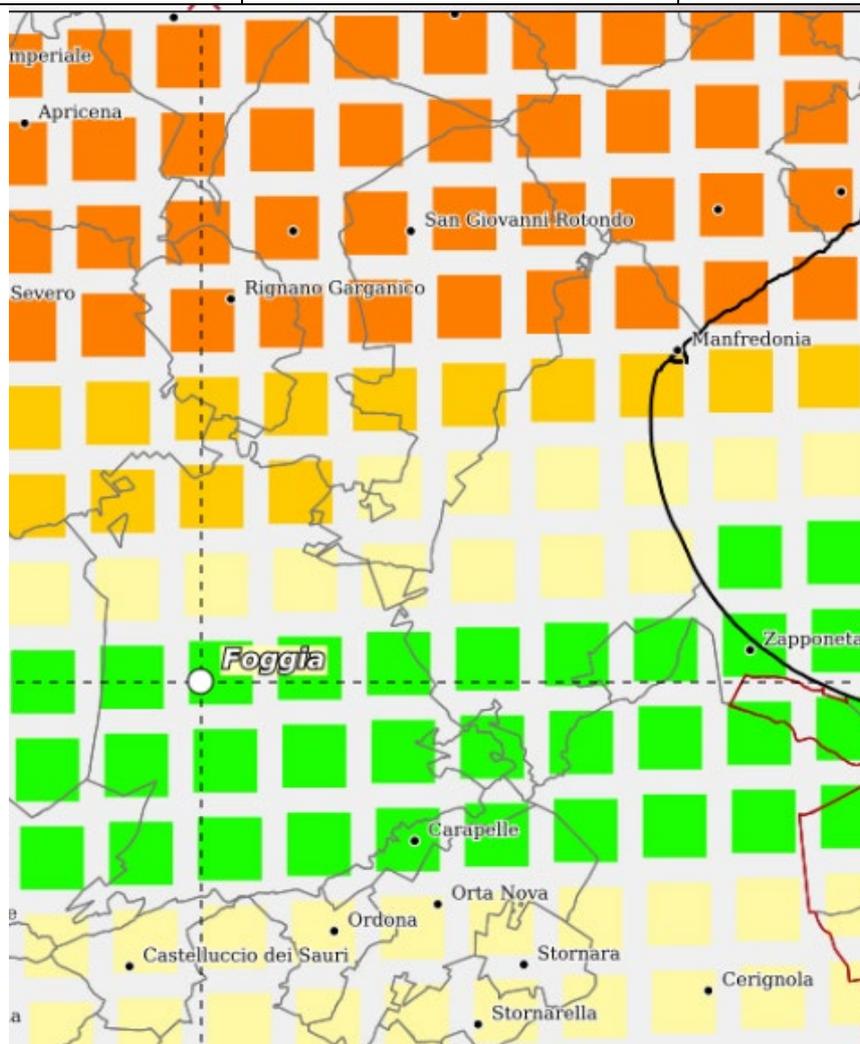


Figura 40 - Dettaglio carta della pericolosità sismica (INGV)

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU: $VR = VN \times CU$.

In merito alla tipologia progettuale e alla definizione (tabella 2.4.1 e 2.4.2 NTC 2018) nel caso in esame è individuabile la tipologia di costruzione 2 con vita nominale VN maggiore o uguale a 50 anni e classe d'uso III: "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso" ed il relativo coefficiente d'uso.

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella (tratta da NTC 2018):

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5% con periodo di oscillazione T maggiore o uguale

a 4 sec: espressione del prodotto della forma spettrale per l'accelerazione.

Nei confronti delle azioni sismiche sia gli stati limite di esercizio che quelli ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I. delle NTC18 riportata nel seguito:

Tabella 5 - Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato (NTC 2018)

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

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR si ricava il periodo di ritorno TR del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{C_U V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Il periodo di ritorno TR è il periodo medio intercorrente fra un sisma ed il successivo di eguale intensità.

Stati Limite	Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
--------------	---

Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(\dagger) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (\dagger)$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC18, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove geofisiche oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Tuttavia, si sottolinea come l'approccio suggerito e maggiormente affidabile è quello attraverso la misura diretta del valore di V_s ottenibile attraverso indagini geofisiche. A tal proposito, si rimanda al Capitolo 5.0 per un dettaglio sulle indagini geognostiche effettuate in Sito.

La risposta sismica locale e, comunque, la modellazione sismica in generale comprendono, ove necessario in relazione alla natura ed alla dimensione dell'opera, un propedeutico studio geomorfologico, stratigrafico e tettonico, nonché una individuazione delle categorie di sottosuolo a cui afferiscono le opere in progetto.

8.0 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Per la valutazione di aree potenzialmente a rischio per fattori geologici, e con lo scopo di caratterizzare il territorio interessato dal progetto proposto, sono stati esaminati i seguenti temi:

- Fattori di pericolosità geologica;
- Fattori di pericolosità sismica.

8.1. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Gli strumenti per l'individuazione di fattori di pericolosità idrogeologica sono di tipo tecnico scientifico ma anche programmatico, vale a dire derivati da studi specifici che hanno portato a indirizzi e norme incluse nella pianificazione territoriale di settore.

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio.

Il Piano individua le seguenti aree a rischio idrogeologico:

- Molto elevato;

- Elevato;
- Medio;
- Moderato.

Di tali aree determina la perimetrazione e stabilisce le relative norme tecniche di attuazione; delimita le aree di pericolo idrogeologico quali oggetto di azioni organiche per prevenire la formazione e l'estensione di condizioni di rischio; indica gli strumenti per assicurare coerenza tra la pianificazione stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico e la pianificazione territoriale in ambito regionale ed anche a scala provinciale e comunale; individua le tipologie, la programmazione degli interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di rischio e delle relative priorità, anche a completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti.

Per quanto riguarda la pericolosità geologica le aree di impianto non interferiscono con aree a pericolosità o rischio di frana classificate dal PAI.

Inoltre, le aree di interesse risultano distanti dai fenomeni franosi classificati nell'ambito del progetto IFFI. Di seguito si riporta l'inquadramento delle aree di impianto rispetto alla cartografia del progetto IFFI:

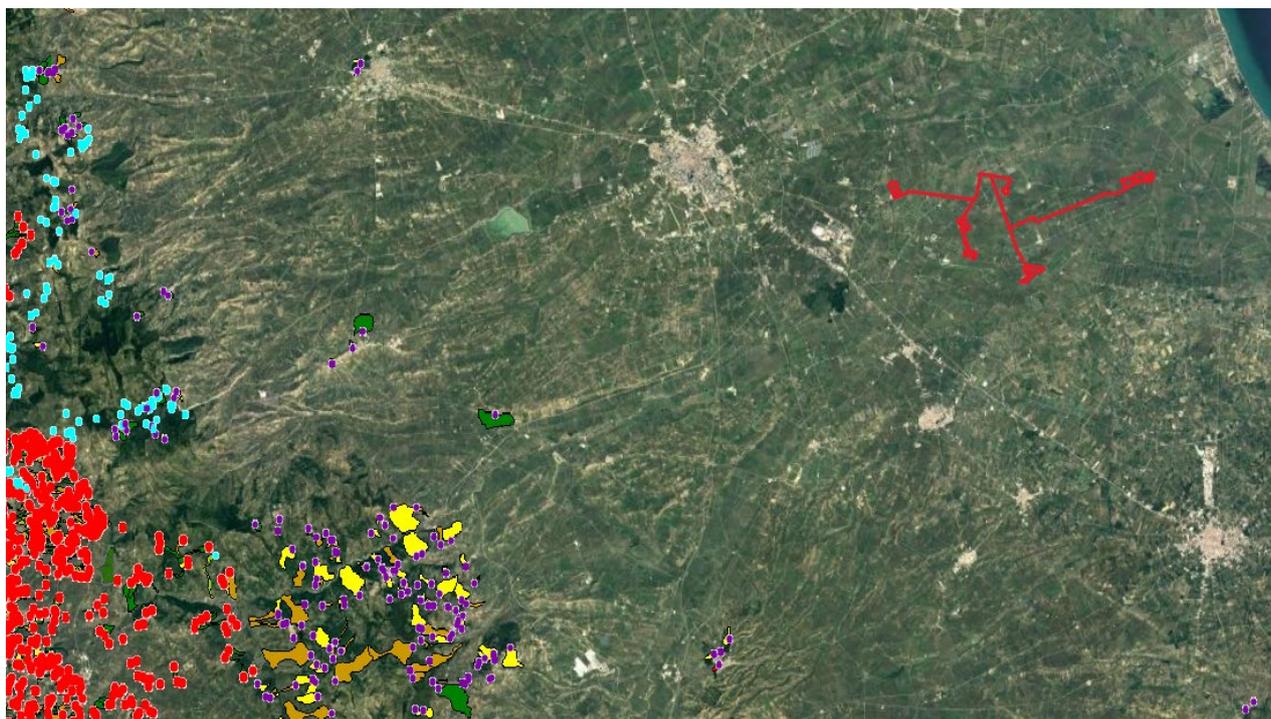


Figura 41 - Ubicazione delle aree di impianto sulla cartografia del progetto IFFI

In riferimento alla pericolosità idrogeologica, invece, le aree di impianto interferiscono con aree classificate dal PAI come "Pericolosità alluvione molto elevata".



Figura 42 - Area di impianto su carta Pericolosità alluvione PAI (Fonte: Geoportale nazionale)

Sulla scorta di quanto sopra l'area di progetto risulta stabile da un punto di vista geomorfologico, mentre è caratterizzata da una pericolosità idraulica di tipo P2.

8.2. PERICOLOSITÀ SISMICA

Per il territorio dei comuni di Foggia e Manfredonia, dalla bibliografia scientifica di settore (ITHACA Italy HAZARD from CAPABLE faults) sono state cartografate le faglie attive capaci potenzialmente in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione in superficie. In considerazione di ciò, nell'area di intervento non risulta la presenza di faglie capaci in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione per creep asismico. Di seguito si riporta un dettaglio della cartografia realizzata nell'ambito del Progetto ITHACA con indicazione dell'area di impianto:



Figura 43 - Cartografia progetto ITHACA con indicazione dell'area di intervento (in verde)

Per quanto riguarda la verifica del possibile fenomeno di liquefazione si richiamano i principi generali e le caratteristiche legate al fenomeno. Nel caso di terremoti di elevata intensità e di lunga durata, in particolari tipi di terreno ed in determinate condizioni idrauliche, si possono generare dei fenomeni di liquefazione del terreno.

Si è ritenuto quindi essenziale valutare se nell'ambito dell'area in esame fossero presenti dei terreni potenzialmente liquefacibili. Per una stima del potenziale di liquefazione del terreno sono stati esaminati i fattori predisponenti che concorrono a creare le condizioni in cui la liquefazione può manifestarsi:

- La presenza di falda a limitata profondità dal piano campagna come elemento necessario per il manifestarsi del fenomeno di liquefazione. Infatti, il carico litostatico limita sensibilmente l'insorgere del fenomeno e fa in modo che la liquefazione non si manifesti nel caso di falda non propriamente superficiale (>15 m dal p.c.);
- La struttura, la dimensione, la forma, la distribuzione granulometrica e il grado di uniformità delle particelle del terreno influenzano sensibilmente il fenomeno della liquefazione. I terreni suscettibili di liquefazione sono quelli in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle, quindi fondamentalmente i terreni incoerenti. Nei terreni coesivi o litoidi le forze di coesione riducono la mobilità delle singole particelle e benché sotto l'azione di carichi ciclici la pressione interstiziale aumenti, il decadimento della resistenza è più lento e, nel caso di eventi sismici, la liquefazione non riesce a manifestarsi;
- Lo stato di addensamento del terreno è predisponente per lo sviluppo del fenomeno di liquefazione. I depositi sciolti poco addensati sono particolarmente esposti ad episodi di liquefazione.

L'area di progetto è caratterizzata da falda superficiale e dalla presenza di depositi alluvionali. Sulla scorta

di quanto sopra, in fase esecutiva si consiglia di svolgere delle indagini geognostiche puntuali per indagare nel dettaglio le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo di fondazione e verificare le condizioni di pericolosità.

9.0 COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

Vengono di seguito descritte le attività necessarie alla realizzazione dell'impianto e gli aspetti utili a descrivere i caratteri geologici idrogeologici e geomorfologici dei litotipi interessati dalle strutture in progetto.

9.1. FASE DI CANTIERE

Per le attività di cantiere relative alla costruzione dell'impianto agrivoltaico in oggetto, sono previste tempistiche di circa 16 mesi (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "FOM.ENG.REL.016._Cronoprogramma dei lavori").

9.1.1. Accantieramento

L'accantieramento prevede la realizzazione di varie strutture logistiche temporanee in relazione alla presenza di personale, mezzi e materiali.

La cautela nella scelta delle aree da asservire alle strutture logistiche mira ad evitare di asservire stabilmente o manomettere aree non altrimenti comunque già trasformate o da trasformare in relazione alla funzionalità dell'impianto che si va a realizzare.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere saranno rispettate le norme in vigore all'atto dell'apertura dello stesso, in ordine alla sicurezza (ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i.), agli inquinamenti di ogni specie, acustico ed ambientale.

9.1.2. Preparazione dei suoli

Per la preparazione dei suoli si prevede il taglio raso terra di vegetazione erbacea e arbustiva con triturazione senza asportazione dei residui, seguito da livellamenti e regolarizzazione del sito laddove necessari. Dall'analisi del rilievo piano altimetrico dell'area (riportato nell'elaborato FOM.ENG.TAV.023._Rilievo Piano-altimetrico) si evince la natura pianeggiante delle aree che presentano pendenze idonee all'installazione delle strutture fotovoltaiche e pertanto si prevede di operare livellamenti minimali del terreno esistente regolarizzando localmente le pendenze laddove necessario al fine di evitare ristagni di acque meteoriche o di scorrimento superficiale al di fuori delle aree eventualmente riservate a tale destinazione ambientale.

9.1.3. Consolidamento e piste di servizio

Le superfici interessate dalla realizzazione della viabilità di servizio e di accesso o destinate all'alloggiamento delle cabine saranno riutilizzate, regolarizzate ed adattate mediante costipazione a debole rialzo con materiali compatti di analoga o superiore impermeabilità rispetto al sottofondo in ragione della zona di intervento, al fine di impedire ristagni d'acqua entro i tracciati e rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere, alle macchine operatrici ed il

trasporto del personale dedicato a controllo e manutenzione in fase di esercizio. Si provvederà contestualmente alla realizzazione delle recinzioni, degli impianti di videosorveglianza e degli impianti di illuminazione ove necessario.

L'area oggetto d'intervento non presenta pendenze elevate e non idonee all'installazione dell'impianto in esame; pertanto, non si prevede di accumulare materiali provenienti da scavi, ritenendo di operare esclusivamente deboli regolarizzazioni delle pendenze e della conformazione dei tracciati carrabili e pedonali, rispettando e mantenendo le direttrici di scorrimento superficiale in atto per le acque meteoriche. In tal modo si andrà ad evitare il determinarsi di compluvi o aree di scorrimento preferenziale ed ogni conseguente potenziale fenomeno erosivo localizzato.

9.1.4. Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna

È previsto il riutilizzo e l'adattamento della viabilità esistente qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto dei componenti e delle attrezzature d'impianto. Le strade principali esistenti di accesso al sito costituiranno gli assi di snodo della viabilità d'accesso ai lotti fotovoltaici costituenti l'impianto di progetto.

La viabilità interna al sito presenterà una larghezza minima di 3,5 m e sarà in rilevato di 10 cm rispetto al piano campagna (si vedano elaborati "FOM.ENG.TAV.025. *_Layout generale di impianto quotato*" e "FOM.ENG.TAV.029. *_Sezioni dell'impianto*"). Per maggiori dettagli in merito ai movimenti terra previsti si rimanda agli elaborati "FOM.ENG.REL.022. *_Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo*" e "FOM.ENG.TAV.027. *_Planimetria scavi, sbancamenti e rinterrì*".

9.1.5. Opere di regimazione idraulica superficiale

Per quanto riguarda il ruscellamento superficiale all'interno delle aree di progetto, la naturale conformazione delle pendenze (prevalentemente pianeggiante) tenderà a provocare l'insorgere di aree di ristagno, per cui si prevede la realizzazione di una rete di drenaggio delle acque meteoriche generanti ruscellamenti superficiali, volta ad agevolare i deflussi verso le linee di canali di scolo esistenti o di nuova realizzazione.

In ogni caso, nell'ambito del progetto si prevede la riprofilatura delle linee di impluvio presenti all'interno dei lotti di impianto e perimetrare nella cartografia IGM, nel WMS ufficiale del reticolo idrografico dell'UoM (Unit of Management) della Puglia e visibili da ortofoto, in modo da effettuare una sistemazione idraulica del sito convogliando le acque superficiali di scorrimento in condizioni di sicurezza idraulica per le aree di progetto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "FOM.ENG.REL.012. *_Relazione idrologica-idrogeologica ed idraulica*".

9.1.6. Esecuzione di opere di contenimento e di sostegno dei terreni

Considerata la natura prevalentemente pianeggiante, non sono previste opere di consolidamento di aree in pendio.

9.1.7. Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi

Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in acciaio inox. Il loro montaggio si determina attraverso:

- Infissione dei pali per il fissaggio di tali strutture al suolo;
- Montaggio Testa;
- Montaggio Trave primaria;
- Montaggio Orditura secondaria;
- Montaggio pannelli fotovoltaici bifacciali;
- Verifica e prove su struttura montata.

9.1.8. Installazione e posa in opera dell'impianto agrivoltaico

Al fine di chiarire gli interventi finalizzati alla posa in opera dell'impianto agrivoltaico in oggetto si riporta di seguito una descrizione sintetica delle principali parti costituenti l'impianto stesso. L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli farà capo ad uno string inverter, a sua volta connesso a cabine di trasformazione necessarie per l'innalzamento dalla bassa tensione alla media tensione richiesta per la connessione alla rete di distribuzione. L'impianto sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

L'impianto sarà costituito da n. 154.200 moduli bifacciali o equivalenti, la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a 103.314,00 kW_p.

Per poter connettere l'impianto alla rete di distribuzione nazionale sarà necessario installare dei gruppi di conversione realizzati in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del singolo gruppo di conversione sono compatibili con quelli d'impianto, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto stesso. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore agrivoltaico. I gruppi saranno a loro volta collegati ai quadri di parallelo in bassa tensione presenti all'interno di container prefabbricati.

L'impianto sarà dotato di sistema di protezione generale e sistema di protezione di interfaccia, conformi alla normativa CEI 0-16. Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, è integrato nel quadro corrente alternata "QCA". Dette protezioni saranno corredate di una certificazione di conformità emessa da organismo accreditato.

L'impianto sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto e delle rispettive ore di funzionamento.

9.1.9. Realizzazione e posizionamento delle opere civili

È previsto il posizionamento di:

- n. 25 container prefabbricati per l'alloggio dei trasformatori MT/bt e relativi quadri elettrici, che avranno dimensioni 6,218 x 3,154 x 2,896 m;
- n. 2 cabina di raccolta, di dimensioni 9,0 x 2,5 x 2,9 m circa;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 5,3 x 2,5 x 2,9 m circa;

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato. I container delle cabine di trasformazione saranno posizionati su fondazioni costituite da travi in CLS gettato in opera e ad esse ancorate, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare i trasformatori MT/bt e i quadri di parallelo in corrente alternata. Saranno inoltre dotate di vasca per la raccolta dell'olio contenuto all'interno dei trasformatori MT/bt, delle dimensioni di 2,5 x 2,5 x 0,95 m, interrata per una profondità di 0,65 m.

L'impianto agrivoltaico sarà integrato con un sistema BESS di potenza pari a 20 MW con una durata di scarica di 4 h che prevede l'installazione di:

- 20 Cabinati prefabbricati (shelter/container) contenenti le batterie al litio ferro fosfato per l'accumulo dell'energia, con dimensioni pari a (L x h x p) = 12,20 x 2,60 x 2,4 m, corrispondenti alle dimensioni standard di un container metallico ISO HC da 40' (piedi);
- 10 cabinati prefabbricati contenenti gli Inverter (Power Converter Station, PCS con 0.5 - Constant Power / 2x 40ft battery container), con dimensioni (L x H x p) 3.0 x 2.0 x 2.2 m;
- 10 trasformatori BT/MT, uno per ogni per ogni PCS.

9.1.10. Realizzazione dei cavidotti interrati

Il trasporto dell'energia elettrica prodotta dai moduli della centrale fotovoltaica avverrà mediante cavi interrati.

I cavi di bassa tensione per collegamento tra gli string inverter e le transformation unit verranno posate in trincee profonde 0,8 m, con larghezza variabile 0,28 m o 0,55 m, a seconda che al loro interno vengano rispettivamente alloggiate una terna o due terne di cavidotti in contemporanea. Il tracciato dei cavidotti in bassa tensione verrà dettagliato in fase esecutiva.

Per quanto riguarda i cavi di media tensione dalle Transformation Unit e dalle Power Conversion System alla Cabina di raccolta ed alla Sottostazione Utente comporteranno la realizzazione di cinque diverse tipologie di trincee con profondità variabile tra 0,9 e 1,2 m e di larghezza variabile tra 0,68 e 1,48 m a seconda del numero di cavidotti interrati. In particolare:

- Una terna: trincea larga 0,28 m e profonda 0,90 m;
- Due terne nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m e profonda 0,90 m;
- Tre terne nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m e profonda 0,90 m;
- Quattro terne nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m e profonda 1,20 m.

- Otto terne nello stesso scavo: trincea larga 1,48 m e profonda 1,20 m.

Infine, dalla Sottostazione Utente partirà il cavidotto AT che si collegherà ad un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV "Manfredonia". Il cavidotto AT verrà posato in una trincea profonda 1,6 m e larga 0,7 m.

Il percorso dei cavidotti è indicato in particolare nelle planimetrie di progetto alle quali si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.

In particolare, alcuni tratti del cavidotto in MT interferiscono con corpi idrici. Per superare tali interferenze, laddove non sia possibile installare il cavidotto lungo la spalla di un ponte esistente, verranno previste delle TOC (trivellazione orizzontale controllata) al fine di superare l'interferenza senza compromettere il naturale deflusso delle acque.

Per quanto riguarda le interferenze lungo il cavidotto e le soluzioni tecniche previste per il loro superamento, si rimanda all'elaborato "FOM.ENG.TAV.032. _Planimetria delle interferenze".

9.1.11. Opere di demolizione

In prossimità ed all'interno del Lotti 1, 2, 3, 4, 5 e 6 sono presenti delle linee elettriche BT che interferendo o essendo nei pressi dell'area di impianto, andranno interrare in modo da evitare effetti ombreggianti ed interferenze con le strutture fotovoltaiche.



Figura 44 – Linee elettriche BT nei pressi dell’area di impianto (in giallo). In rosso l’area di impianto; in magenta l’area utile che verrà occupata dal layout di impianto.

Al fine di non subire ombreggiamenti e/o interferenze con il layout di impianto, si prevede la demolizione di n.22 pali di sostegno della linea andranno demolirli prevedendo il conferimento presso discariche autorizzate del materiale di risulta.



Figura 45 - Dettagli su pali BT oggetto di demolizione

Si segnala, inoltre, la presenza di probabili linee elettriche MT già interrato nei pressi del Lotto 2 ed all'interno del Lotto 6. In una fase successiva della progettazione occorrerà validare tale presenza e valutare dei tracciati alternativi per l'interramento dei cavi al fine di non subire interferenze con le strutture fotovoltaiche.

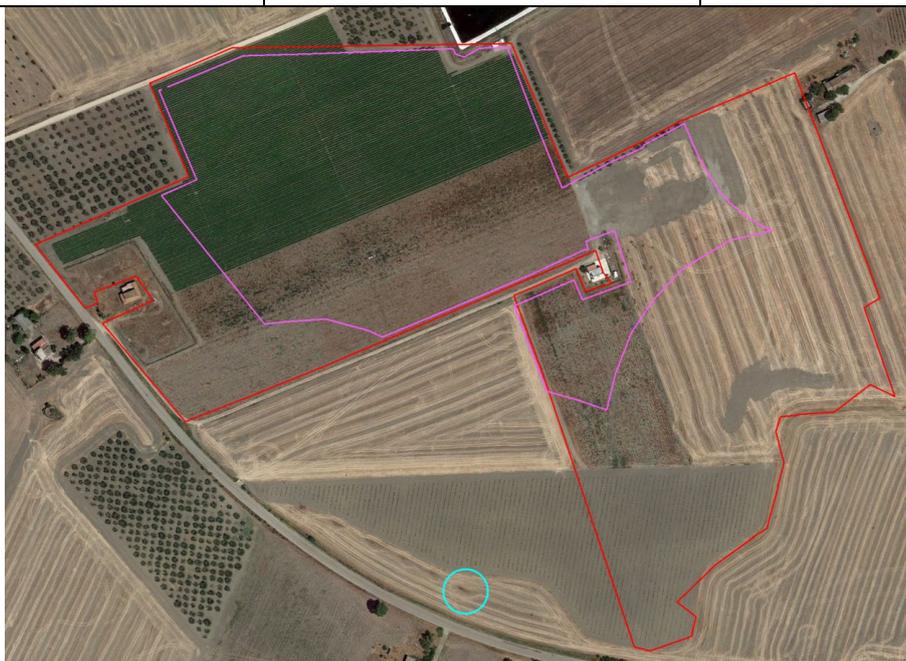


Figura 46 – Probabile presenza di linee elettriche BT interrato (in ciano). In rosso l'area di impianto; in magenta l'area utile che verrà occupata dal layout di impianto.

9.1.12. Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica

A protezione dell'impianto agrivoltaico verrà realizzata una recinzione perimetrale su tutti e 6 i lotti previsti in progetto.

La recinzione, di nuova realizzazione, avrà un'altezza di 2,5 m e sarà costituita da una maglia metallica 50x50 mm, ancorata a pali in acciaio zincato, sorretti da fondamenta che saranno dimensionate in funzione delle proprietà geomeccaniche del terreno. Il sistema di illuminazione previsto, invece, sarà limitato all'area di gestione dell'impianto.

Gli apparati di illuminazione non consentiranno l'osservazione del corpo illuminante dalla linea d'orizzonte e da angolatura superiore, così da evitare di costituire fonti di ulteriore inquinamento luminoso e di disturbo per abbagliamento dell'avifauna notturna o di richiamare e concentrare popolazioni di insetti notturni.

Il livello di illuminazione verrà, inoltre, contenuto al minimo indispensabile, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri.



Figura 47 – Tipologica recinzione di progetto

9.1.13. Dismissione del cantiere e ripristini dello stato dei luoghi

Le aree di cantiere verranno dismesse ripristinando, per quanto possibile, lo stato originario dei luoghi. Si provvederà quindi alla rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno, etc.).

9.1.14. Verifiche, collaudi e messa in esercizio

Parallelamente all'avvio dello smontaggio della logistica di cantiere verranno eseguiti collaudi statici, collaudi elettrici e prove di funzionalità, avviando l'impianto verso la sua gestione a regime. I collaudi consistono in prove di tipo, prove di accettazione da eseguire in officina, verifiche dei materiali in cantiere e prove di accettazione in sito.

1) Prove di tipo

I componenti che costituiscono l'impianto devono essere progettati, costruiti e sottoposti alle prove previste nelle norme ed alle prescrizioni di riferimento. Di ciascun componente devono essere forniti i certificati per le prove di tipo attestanti il rispetto della normativa vigente.

2) Prove di accettazione in officina

Ove previsto, sono eseguite prove di accettazione a campione o sull'intera fornitura, atte a verificare il rispetto dei criteri di progettazione e i livelli di qualità richiesti. Tutti i materiali e le apparecchiature di fornitura devono essere corredati dai propri certificati di origine e garanzia.

3) Verifiche in cantiere

Prima del montaggio, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali difetti di origine, rotture o danneggiamenti dovuti al trasporto. Al termine delle opere, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali danni, dovuti ai lavori, o esecuzioni non a "regola d'arte".

Dunque, a fine lavori l'impresa dovrà effettuare tutte le misure previste dalle Norme CEI e dalle Specifiche tecniche della Committente, i cui risultati andranno annotati su apposito verbale di verifica che dovrà essere allegato alla "Dichiarazione di Conformità". L'elenco delle verifiche e delle misure riportate a seguire è puramente indicativo e non esaustivo.

ESAME A VISTA

- Rispondenza dell'impianto agli schemi ed elaborati tecnici;
- Controllo preliminare dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti; Controllo dell'idoneità dei componenti e delle modalità d'installazione allo specifico impiego;
- Controllo delle caratteristiche d'installazione delle condutture: tracciati delle condutture, sfilabilità dei cavi, calibratura interna dei tubi, grado di isolamento dei cavi, separazione delle condutture appartenenti a sistemi diversi o a circuiti

di sicurezza, sezioni minime dei conduttori, corretto uso dei colori di identificazione, verifica dei dispositivi di sezionamento e comando.

MISURE E PROVE

- Misura della resistenza di isolamento;
- Prova della continuità dei circuiti di protezione ed equipotenziali; Misura della resistenza di terra;
- Prova dell'efficienza dei dispositivi differenziali; Prove di intervento dei dispositivi di sicurezza.

9.2. FASE DI ESERCIZIO

Il personale sarà impegnato nella manutenzione degli elementi costitutivi l'impianto.

In particolare, si occuperà:

- del mantenimento della piena operatività dei percorsi carrabili e pedonali, ad uso manutentivo ed ispettivo;
- della sorveglianza e manutenzione delle recinzioni e degli apparati per il telecontrollo di presenze e intrusioni nel sito;
- della prevenzione degli incendi. Quest'ultima azione, in particolare, consisterà nella corretta gestione e manutenzione delle eventuali aree verdi, anche provvedendo con l'intervento di attività di pascolo ovino o con continui e meticolosi diserbi manuali di seguito ai periodi vegetativi, in specie primaverili ed autunnali.

Inoltre, il personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, dovrà occuparsi dei seguenti aspetti:

- Servizio di controllo on-line;
- Servizio di sorveglianza;
- Conduzione impianto, sulla base di procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- Manutenzione preventiva ed ordinaria programmate sulla base di procedure stabilite;
- Segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- Predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto potrà essere effettuata, dapprima con ispezioni a carattere giornaliero, quindi con frequenza bi-trisettimanale, programmando la frequenza della manutenzione ordinaria, con interventi a periodicità di alcuni mesi, in base all'esperienza maturata in impianti simili.

9.3. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO A FINE VITA, OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO E RIPRISTINO AMBIENTALE

Non è dato ad oggi prevedere se il disuso a fine esercizio dell'impianto in progetto sarà dato dall'esigenza di miglioramento tecnologico, di incremento prestazionale o da una eventuale obsolescenza della necessità d'impiego dell'area, quale sito di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile o comunque da impianti al suolo delle tipologie di cui all'attuale tenore tecnologico.

I pannelli fotovoltaici e le cabine elettriche sono facilmente rimovibili senza alcun ulteriore intervento strutturale, o di modifica dello stato dei luoghi, grazie anche all'utilizzazione della viabilità preesistente. A tale fine è necessario e sufficiente che i materiali essenziali per i montaggi, in fase di realizzazione dell'impianto, siano scelti per qualità, tali da non determinare difficoltà allo smontaggio dopo il cospicuo numero di anni di atteso rendimento dell'impianto (almeno 25-30 anni).

Si possono ipotizzare operazioni atte a liberare il sito dalle sovrastrutture che oggi si progetta di installare sull'area, eliminando ogni materiale che in caso di abbandono, incuria e deterioramento possa determinare una qualunque forma di inquinamento o peggioramento delle condizioni del suolo, o di ritardo dello spontaneo processo di rinaturalizzazione che lo investirebbe. Anche le linee elettriche, tutte previste interrate, potranno essere rimosse, se lo si riterrà opportuno con semplici operazioni di scavo e rinterro.

La Committenza si impegna alla dismissione dell'impianto, allo smaltimento del materiale di risulta dell'impianto e al ripristino dello stato dei luoghi nel rispetto della vocazione propria del territorio attraverso il versamento di una cauzione a garanzia degli interventi di dismissione dell'impianto e delle opere connesse. La cauzione è prestata mediante fideiussione bancaria o assicurativa di importo parametrato ai costi di dismissione dell'impianto e delle opere di ripristino dei luoghi.

La produzione di rifiuti che derivano dalle diverse fasi di intervento verrà smaltita attraverso ditte debitamente autorizzate nel rispetto della normativa vigente al momento della dismissione.

Per maggiori dettagli sulle fasi operative relative alla dismissione dell'impianto e ai ripristini ambientali sono contenuti nell'elaborato "*FOM.ENG.REL.007._PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI*".

9.4. Condizioni geologiche e morfologiche dei terreni d'imposta

Sono descritti a seguire gli aspetti di maggior rilievo connessi alla realizzazione delle opere progettuali descritte nel precedente paragrafo e considerando quelle più significative, quali:

- strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici;
- opere civili (cabine prefabbricate);

- cavidotti interrati e opere per la connessione alla rete nazionale.

Si consideri che per tutta l'area interessata dal progetto si riscontra stratigrafia analoga anche in termini di spessori. I terreni d'imposta per tutte le opere sono costituiti dai depositi alluvionali costituiti prevalentemente da alternanza di sabbie, limi ed argille. La morfologia è pianeggiante e non si prevedono, pertanto, opere di sostegno e/o sistemazione di pendii.

9.4.1. Strutture a supporto dei pannelli fotovoltaici

La parte sommitale del piano campagna sarà oggetto di pulizia e lieve modellamento al fine di rendere la superficie di posa quanto più piana e regolare possibile. Su tali terreni si provvederà all'infissione dei pali alle profondità previste, ad eccezione delle platee cementate in cui si procederà con l'infissione di pali tipo vite. Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture per il sostegno dei moduli fotovoltaici sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in acciaio inox.

Il montaggio delle strutture avviene attraverso le seguenti fasi:

- infissione dei pali per il fissaggio di tali strutture al suolo;
- montaggio Testa;
- montaggio Trave primaria;
- montaggio Orditura secondaria;
- montaggio pannelli fotovoltaici;
- verifica e prove su struttura montata.

9.4.2. Opere civili (cabine prefabbricate)

Anche nel caso delle strutture prefabbricate, la parte sommitale sarà oggetto di pulizia e lieve modellamento al fine di rendere la superficie di posa quanto più piana e regolare possibile. Laddove si provvederà alla rimozione di suolo, l'appianamento per la realizzazione delle strutture di posa dei prefabbricati dovrà essere effettuato con utilizzo di stabilizzato inerte.

Le strutture prefabbricate che saranno installate nell'area, internamente alla recinzione, verranno realizzate insieme alla nuova viabilità d'accesso al Sito.

9.4.3. Cavidotti interrati ed opere per la connessione alla rete nazionale

Per la esecuzione di tali opere come descritto nel capitolo dalla fase di cantiere è previsto lo scavo di trincee di entità modesta per la sola realizzazione dei cavidotti interrati.

In particolare, sarà necessario effettuare diverse trincee profonde 0,8 m, con larghezza variabile 0,28 m o 0,55 m.

Per quanto riguarda i cavi di media tensione dalle Transformation Unit e dalle Power Conversion System alla Cabina di raccolta ed alla Sottostazione Utente comporteranno la realizzazione di cinque diverse tipologie di trincee con profondità variabile tra 0,9 e 1,2 m e di larghezza variabile tra 0,68 e 1,48 m a seconda del numero di cavidotti interrati.

Considerate tali profondità e le condizioni locali dei terreni in affioramento si prevede sia interessato esclusivamente lo strato di natura argillosa.

10.0 CONCLUSIONI

In questo documento sono stati evidenziati i risultati dello studio geologico finalizzato alla valutazione delle condizioni geomorfologiche idrogeologiche e geologiche che interessano i terreni sui quali verrà realizzato l'impianto agrivoltaico.

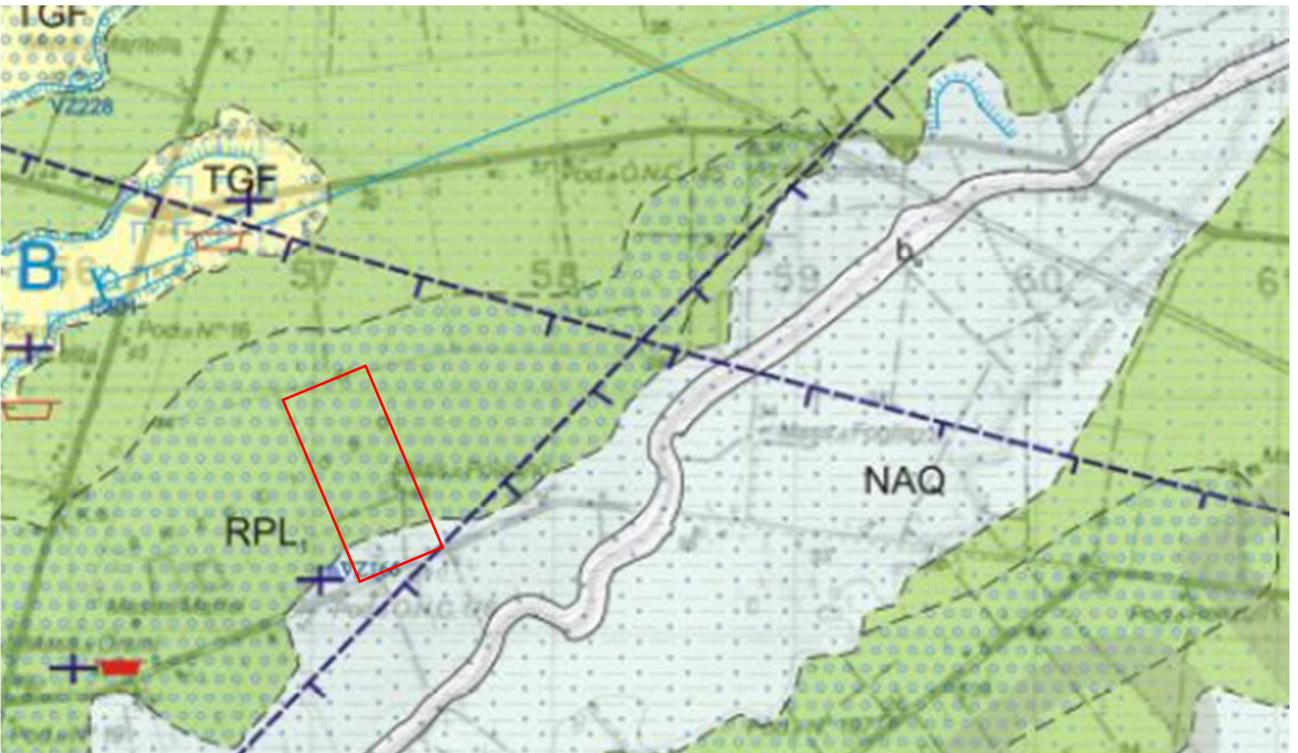
Lo studio è stato elaborato sulla base di dati di letteratura e di studi geologici e idrogeologici sito specifici redatti in precedenti fasi di indagine a differenti scopi, pertanto si rimanda alla fase esecutiva la verifica dei parametri geotecnici e di categoria di suolo di fondazione, tramite apposito piano di indagini.

Sono state verificate, a completamento dei dati bibliografici, le informazioni contenute nei piani territoriali e l'Inventario dei Fenomeni Franosi, verificando l'assenza di condizioni di instabilità o criticità idrogeologica.

Sulla base dei dati geologici, geomorfologici e idrologici raccolti, e descritti nei precedenti paragrafi, e sulla scorta delle indagini pregresse effettuate sul Sito, non emergono particolari criticità di carattere geologico e idro-geomorfologico in grado di interferire negativamente con la realizzazione dell'impianto in oggetto con riferimento alle opere descritte nel presente documento.

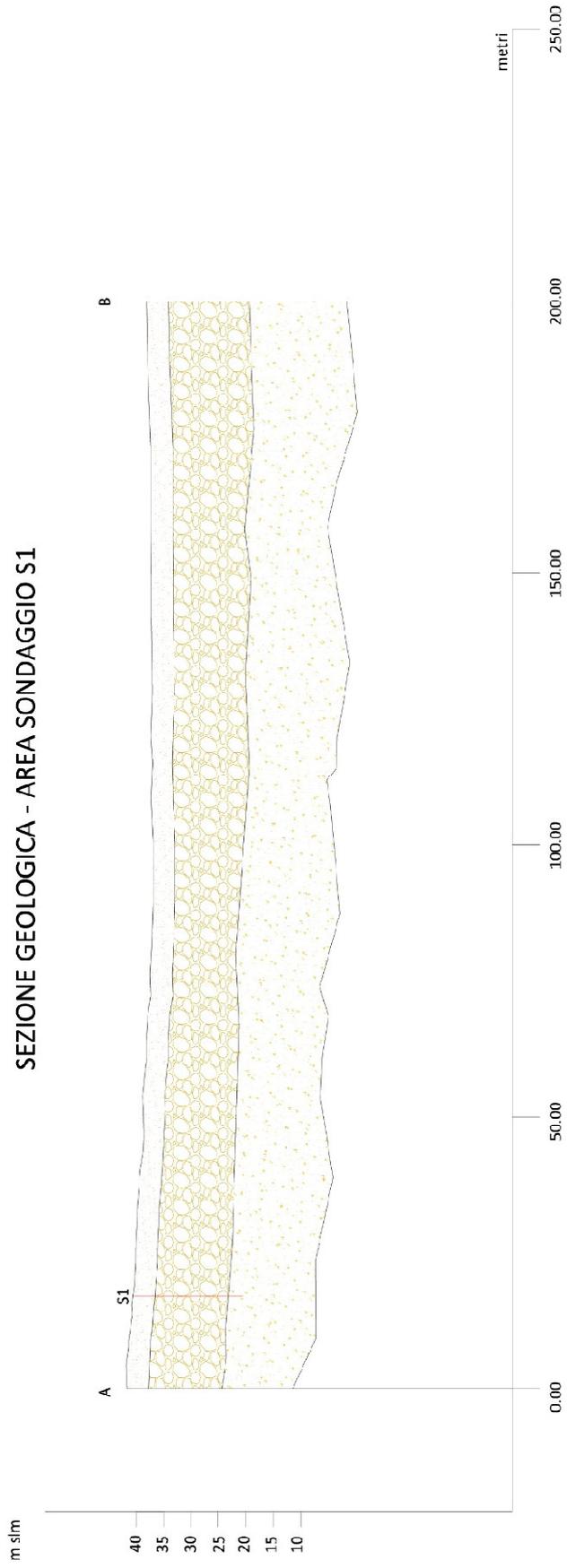
Il Geologo

TRACCIA SEZIONE AREA SONDAGGIO S1



STRALCIO CARTA GEOLOGICA 50000 PROGETTO CARG

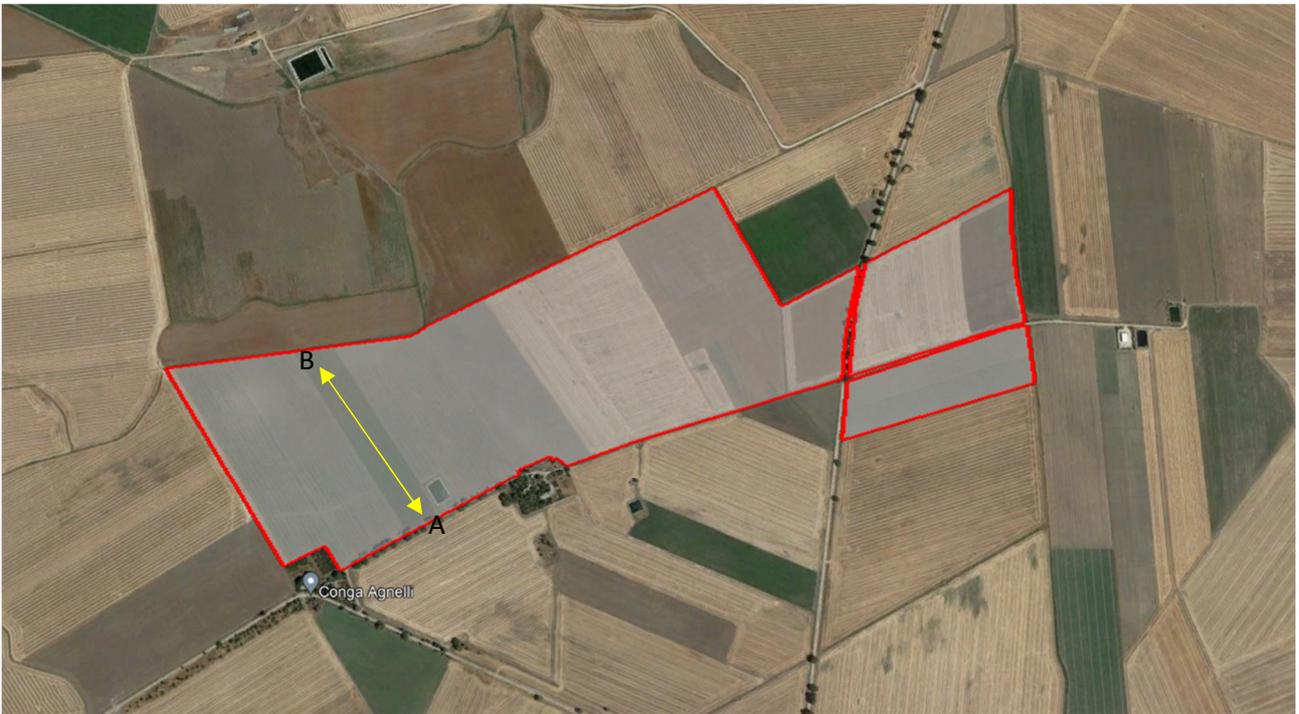
SEZIONE GEOLOGICA - AREA SONDAGGIO S1



LEGENDA

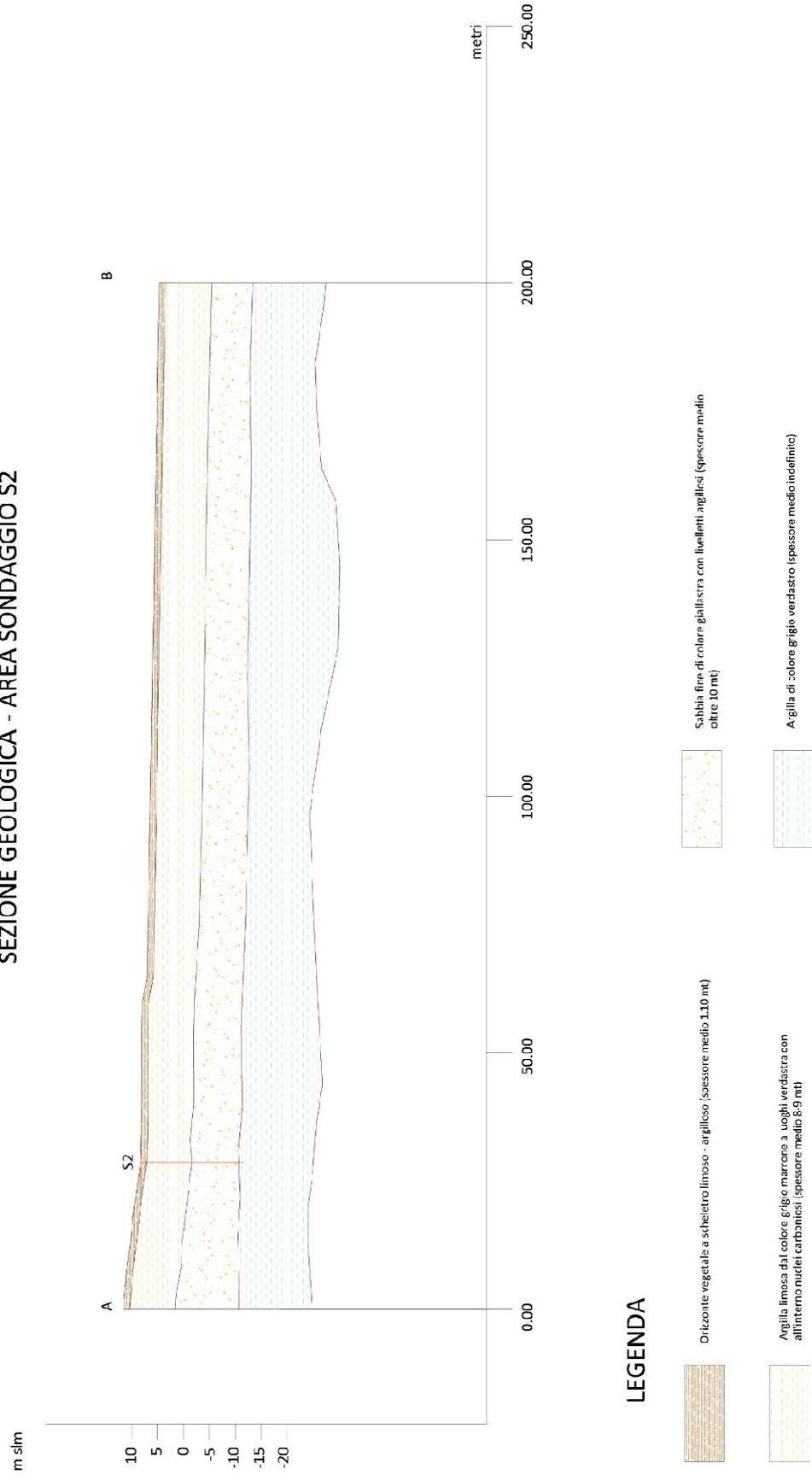
- Alternanze di sabbie limose dal colore marrone giallastro con livelli argillosi (spessore medio oltre 3,5 mt)
- Sabbia limosa con ghiaia (spessore medio indefinito)
- Ghiaia in matrice limo sabbiosa (spessore medio 13 mt)

TRACCIA SEZIONE AREA SONDAGGIO S2

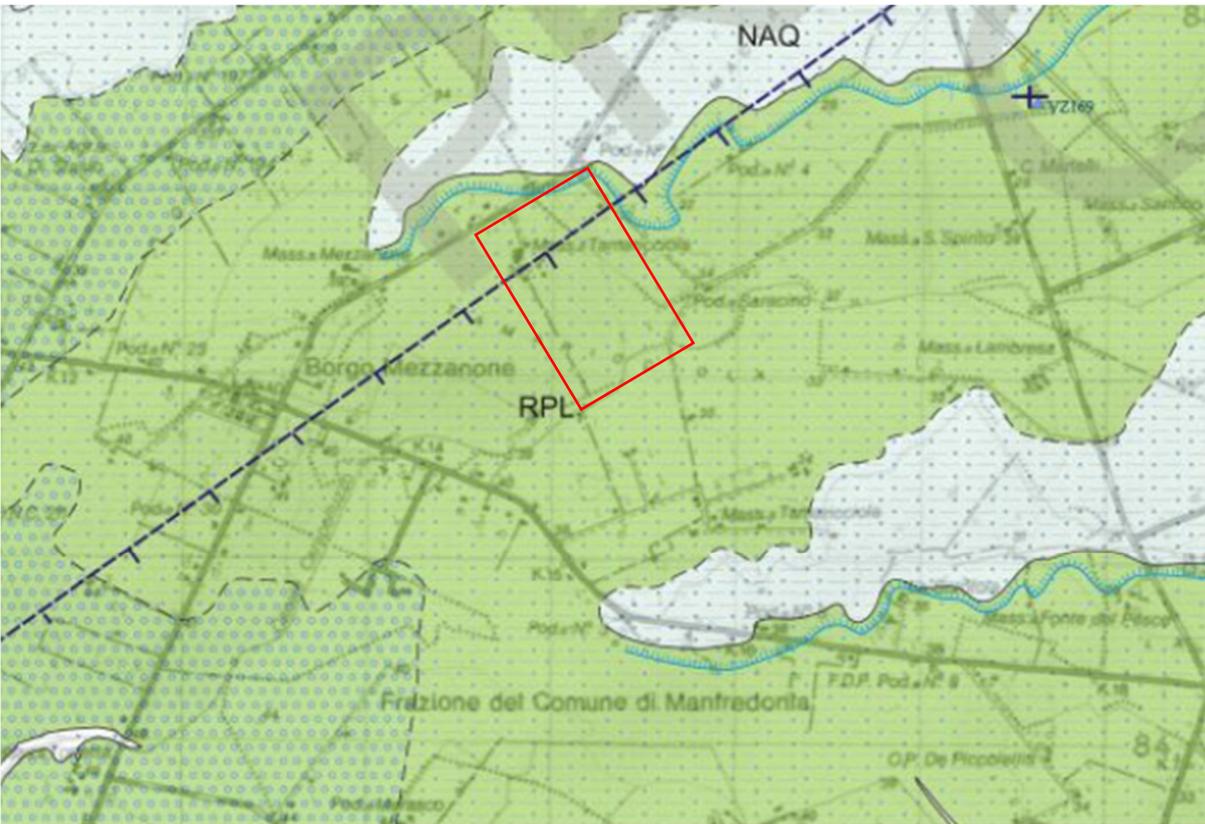


STRALCIO CARTA GEOLOGICA 50000 PROGETTO CARG

SEZIONE GEOLOGICA - AREA SONDAGGIO S2

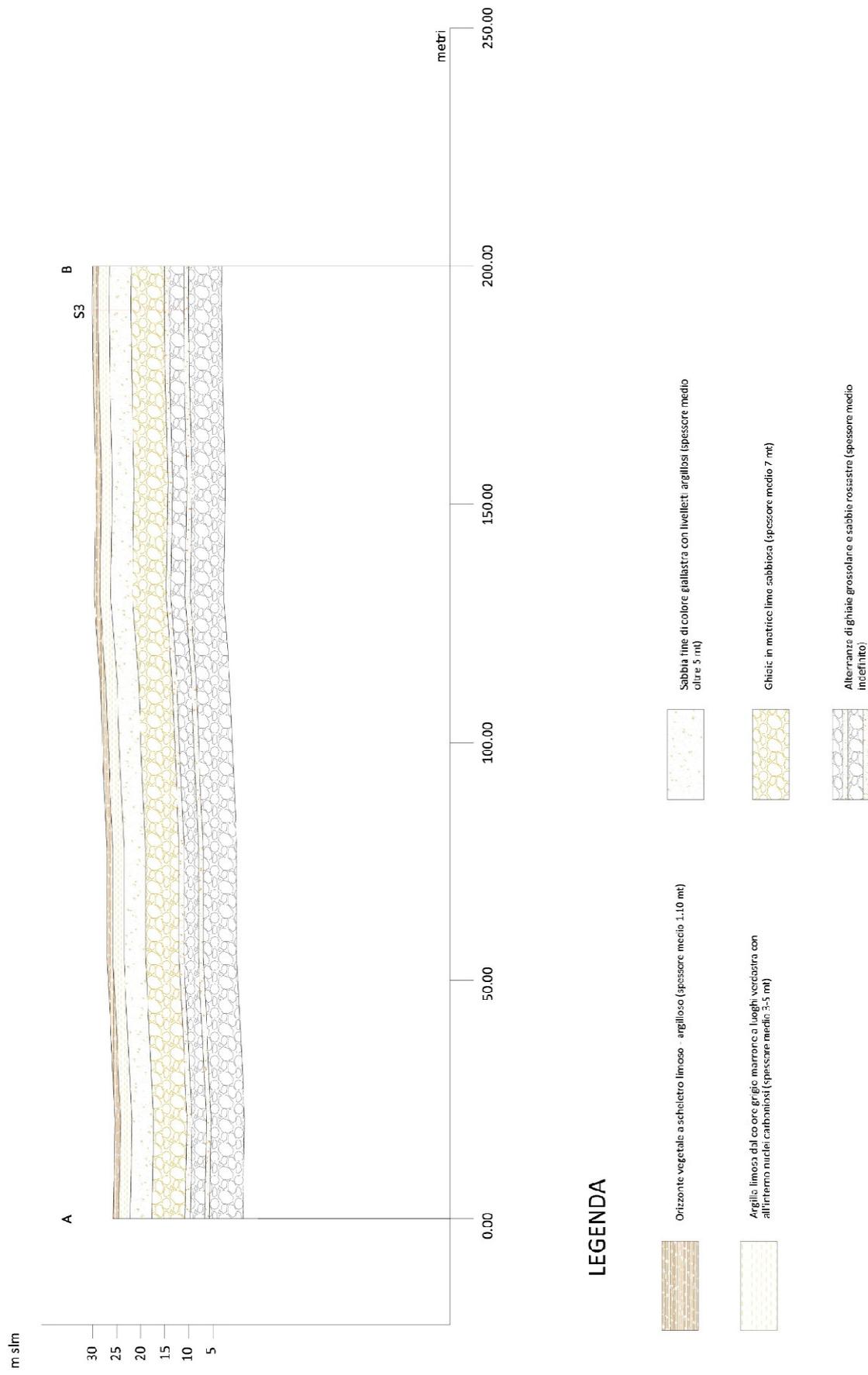


TRACCIA SEZIONE AREA SONDAGGIO S3



STRALCIO CARTA GEOLOGICA 50000 PROGETTO CARG

SEZIONE GEOLOGICA - SONDAGGIO S3



Legenda CARTA GEOLOGICA 50000 PROGETTO CARG

