



REGIONE PUGLIA
 PROVINCIA DI FOGGIA
 COMUNI DI FOGGIA E MANFREDONIA



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRO-VOLTAICO DA
 REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) C.DA TITOLO, E
 RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI
 MANFREDONIA, DI POTENZA PARI A **62.452,04 kWp**,
 DENOMINATO "**FOGGIA - MANFREDONIA**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA



livello prog.	Codice Pratica STMG	N° elaborato	DATA	SCALA
PD	201901116	VF6FYQ3_A11.1	15.09.2021	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF Solar 3 S.r.l.



ENTE

PROGETTAZIONE

Dott. Geol. Giovanna Amedei



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

INDICE

<i>1- Premessa</i>	<i>Pag. 2</i>
<i>2- Inquadramento geografico dell'area</i>	<i>Pag. 4</i>
<i>3- Inquadramento geologico strutturale</i>	<i>Pag. 6</i>
<i>3.1 – Geologia Generale</i>	<i>Pag. 6</i>
<i>3.2 – Geologia di Dettaglio</i>	<i>Pag. 8</i>
<i>3.3 – Geomorfologia ed Idrogeologia</i>	<i>Pag. 13</i>
<i>4- Sismicità</i>	<i>Pag. 20</i>
<i>5- Indagini Eseguite</i>	<i>Pag. 28</i>
<i>5.1 – Prove Sismiche e MASW</i>	<i>Pag. 31</i>
<i>6 – Caratteristiche Litotecniche del Terreno</i>	<i>Pag. 32</i>
<i>7 – Considerazioni Conclusive</i>	<i>Pag. 34</i>

APPENDICE

<i>Allegato 1</i>	<i>Risultati sismiche a Rifrazione e MASW</i>
-------------------	---



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

- 1 - PREMESSA

La HF Solar 3 S.r.l. con sede in Viale Francesco Scaduto 2/D – 90144 Palermo (PA) ha commissionato alla scrivente, *Dott.ssa Giovanna Amedei*, Geologa, iscritta all'O.R.G. della Puglia al n. 438 e con studio professionale in Rodi Garganico, alla Via Pietro Nenni n. 4, incarico per eseguire gli studi e redigere la presente relazione a supporto del **“Progetto Impianto Solare Agro-Voltaico da realizzare nel Comune di Foggia (FG) C.da Titolo e relative opere di connessione nel Comune di Manfredonia, di potenza pari a 62.452.04 kWp, Denominato “Foggia - Manfredonia”.**

Scopo dello studio è stabilire la natura litologica dei terreni affioranti per definire la loro compatibilità geologica, idrogeomorfologica e sismica con le opere da realizzarsi.

Saranno anche forniti gli elementi necessari a definire il grado di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica del territorio, da considerare in fase progettuale al fine di garantire la conformità delle opere ai sensi delle vigenti normative tecniche di settore.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto nel complesso sono state eseguite le seguenti operazioni:

- Rilevamento Geologico di tutte le aree interessate dal progetto ed in ampie zone ad esse circostanti integrati dallo studio della Carta Geologica d'Italia, delle Cartografie Tecniche e Topografiche disponibili e di diverse carte tematiche presenti nella letteratura tecnico – scientifica al fine di acquisire gli elementi di base riguardanti la



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

geologia, la geomorfologia e l'idrogeologia dell'intera porzione di territorio coinvolto dal progetto;

- Studio bibliografico di lavori geognostici eseguiti in aree appartenenti allo stesso "territorio geologico" di quello in esame nonché indagini geologiche, geologiche-tecniche e sismiche a carattere generale eseguite in passato sempre nell'ambito del territorio di progetto.

Sono state eseguite anche indagini sismiche e Masw per integrare i dati del rilievo geologico di superficie, fornire indicazioni sull'assetto stratigrafico del sottosuolo e classificare il terreno secondo quanto previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Il territorio interessato dalle strutture principali dell'impianto fotovoltaico in progetto ricade nel Comune di Foggia e più precisamente a Sud - Est del Centro abitato, in C.da "Titolo" – Fig. 1

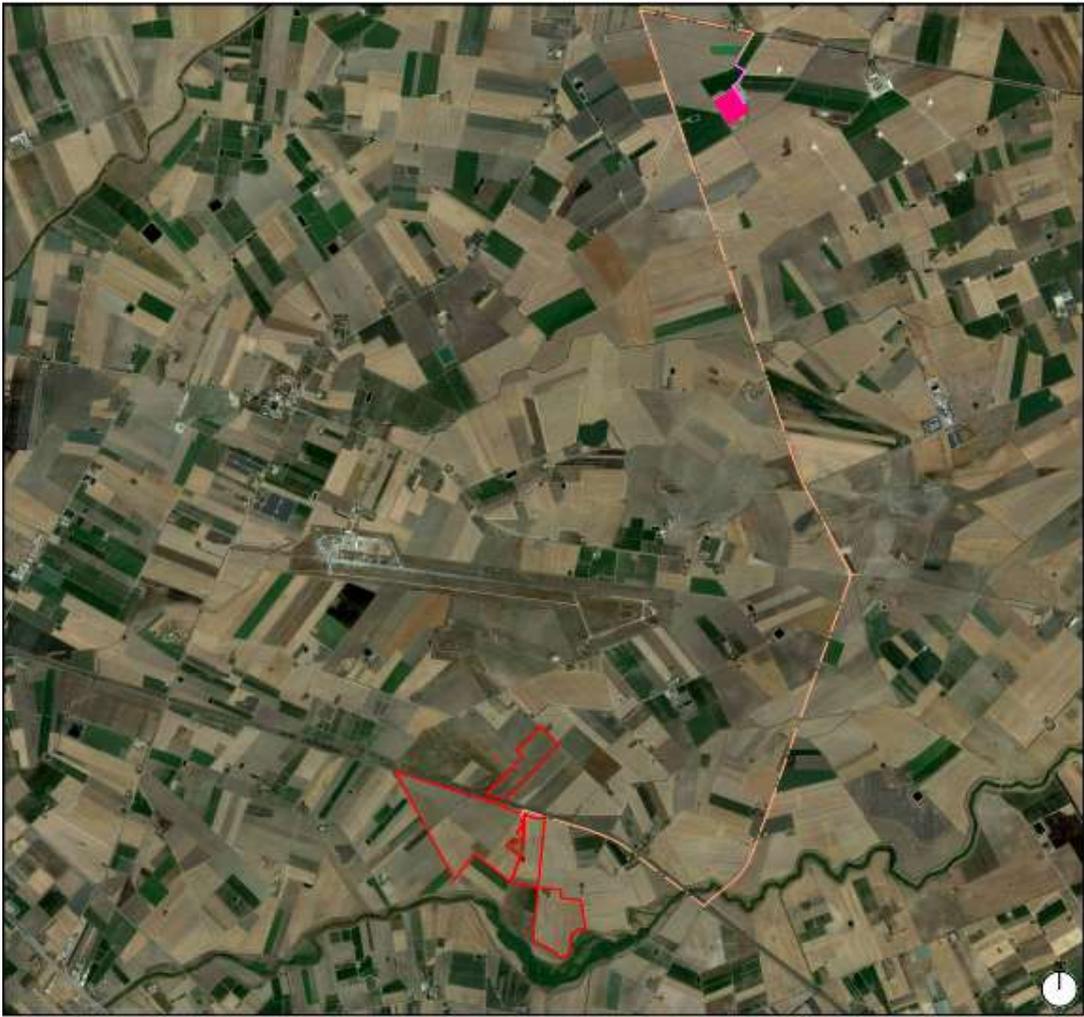


Fig. 1: Ubicazione dell'area d'intervento

Dal punto di vista catastale le aree sono individuabili secondo il



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

prospetto allegato:

<i>Comune</i>	<i>Località</i>	<i>Fgl di Mappa</i>	<i>P.lle</i>
<i>Foggia</i>	<i>Bonassisi</i>	<i>163</i>	<i>38, 43, 62, 75, 131, 215 - 25, 105, 210, 219, 214, 208, 207, 206, 222, 218, 277, 229, 209, 39, 44, 28, 211 – 32, 226, 228, 212, 90, 61, 93 – 24, 34, 72, 74, 89, 205, 227 – 4, 81, 82, 92, 176 – 31</i>
<i>Manfredonia</i>		<i>129</i>	<i>486</i>



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

3.1 – Geologia Generale

L'area progettuale si colloca nel Tavoliere Pugliese che, dal punto di vista geologico-strutturale, si configura come un'estesa depressione di origine tettonica interposta tra i rilievi strutturali delle Murge e del Gargano ed inquadrabile nel sistema di Avanfossa ("Fossa Bradanica") che delimita il margine orientale della catena appenninica (Fig.2).

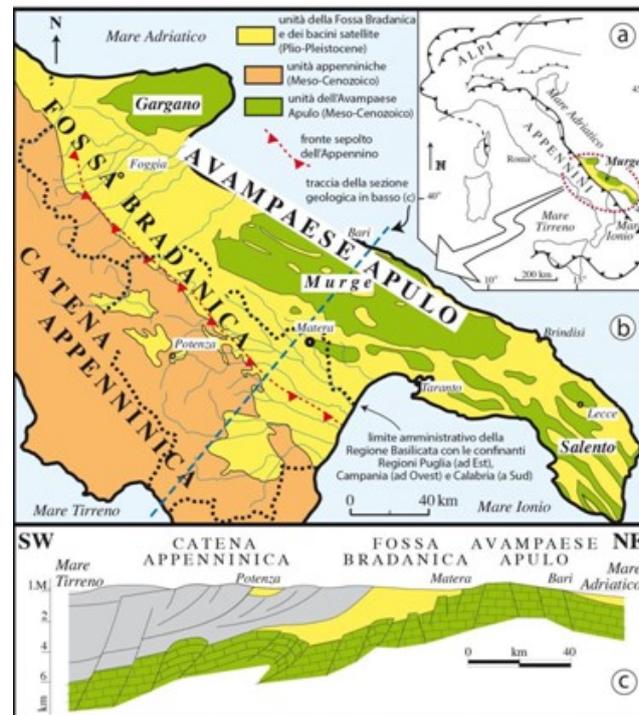


Fig. 2: Schema geologico schematico della Fossa Bradanica e delle aree limitrofe (da Cotecchia V., 2014).

Il Tavoliere, inteso come macrostruttura costituente parte del sistema di avanfossa, risulta a sua volta solcato da sistemi di faglie che lo suddividono in vari settori dislocati nel sottosuolo a profondità variabili.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

In particolare, il Tavoliere centro-meridionale risulta delimitato da importanti lineazioni tettoniche a direzione anti-appenninica (ENE-WSW) quali la Manfredonia - Sorrento a Nord e la Trinitapoli-Paestum a Sud.

L'altro sistema principale di faglie, ad andamento prevalentemente appenninico (WNW- ESE), determina invece la suddivisione del substrato carbonatico in una serie di blocchi, dislocati nel sottosuolo a profondità crescenti procedendo da Est verso Ovest.

Per le insite caratteristiche altimetrico - strutturali, quest'area è stata interessata, soprattutto nel Pliocene, da notevoli fenomeni di subsidenza e da un'intensa sedimentazione, seguita da un sollevamento generalizzato su vasta scala innescatosi a partire dal Pleistocene inferiore.

In epoca tardo-pleistocenica ed olocenica ha invece risentito soprattutto delle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino, che hanno dato origine ad una serie di terrazzamenti che rappresentano uno degli elementi geomorfologici caratterizzanti di tutta l'area del Tavoliere.



3.2 – Geologia di Dettaglio

Dal punto di vista geologico l’area d’intervento è inquadrabile in due distinti fogli geologici:

- 1) L’impianto fotovoltaico è individuabile nel Foglio n. 422 – Cerignola - della Carta Geologica d’Italia a Scala 1:50.000, redatta dall’ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) - (Fig. 3a);
- 2) La SSE, invece, è individuabile nel Foglio n. 409 - Zapponeta - della Carta Geologica d’Italia a Scala 1:50.000, redatta dall’ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) - (Fig. 3b);
- 3) I cavidotti interessano entrambi i Fogli

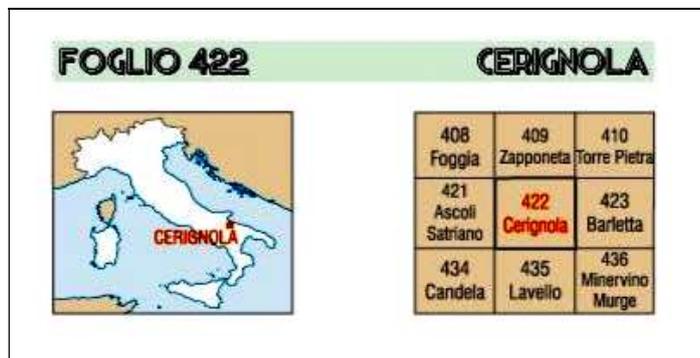


Fig. 3a: Inquadramento geologico dell’area dell’impianto

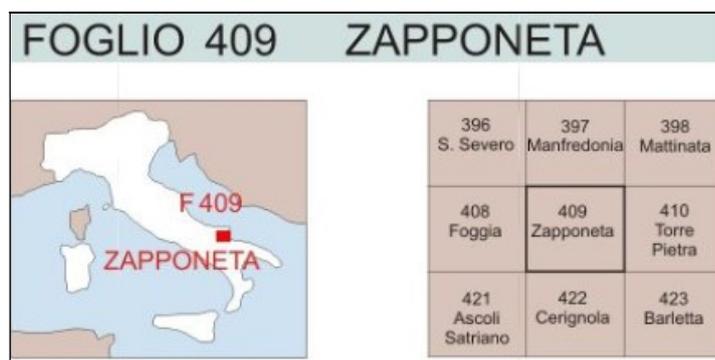


Fig. 3b: Inquadramento geologico dell’area della SSE



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

I terreni direttamente coinvolti dall'impianto fotovoltaico e parte dei cavidotti sono riferibili (Fig. 4a) al **Sintema dei Torrenti Carapelle e Candelaro (RPL)** costituito da Depositi Alluvionali ghiaioso – sabbioso – limosi, terrazzati e sopraelevati rispetto all'alveo attuale del Torrente Carapelle. Il limite inferiore del sintema è costituito da una superficie inconforme di tipo erosivo e di carattere regionale locale sul sintema di Cerignola (RGL).

Tale sintema è suddiviso in tre sub sintemi noti con i nomi di:

- Subsintema dell'Incoronata (RPL1);
- Subsintema di Masseria Torricelli (RPL2);
- Subsintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3)

In base alle caratteristiche geolitologiche riscontrate durante il rilevamento di campagna, i terreni interessati da tali opere progettuali appartengono al Subsintema dell'Incoronata e al Subsintema delle Marane La Pidocchiosa – Castello.

I depositi alluvionali del Subsintema dell'Incoronata sono costituiti da corpi lenticolari di silt argillosi, di silt e di sabbie fini ai quali sono a luoghi intervallate lenti di sabbie grossolane e/o di micro conglomerati.

Nella porzione superiore è possibile il rinvenimento di limi di colore scuro per l'abbondante presenza di sostanza organica che testimoniano le ripetute fasi di esondazione o formazione di un ambiente palustre. L'età è riferibile al Pleistocene Superiore – Olocene.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

Il Subsistema delle Marane La Pidocchiosa – Castello, invece, è rappresentato da depositi ghiaioso – sabbioso – limosi, localmente a stratificazione incrociata concava e obliqua.

La tessitura prevalente del deposito dipende dal substrato inciso dal corso d'acqua; nell'area d'intervento prevalgono le facies ghiaiose. Lo spessore massimo della formazione, desumibile da indagini, è di circa 25-30 m.

Nel complesso l'ambiente deposizionale dei depositi alluvionali è riconducibile ad una piana alluvionale interessata episodicamente da piene. L'Età è ascrivibile tra il Pleistocene Superiore e l'Olocene.

Dal punto di vista tettonico non si rilevano faglie principali anche per la litologia delle formazioni affioranti, inadatta ad evidenziare tale marker deformativi.

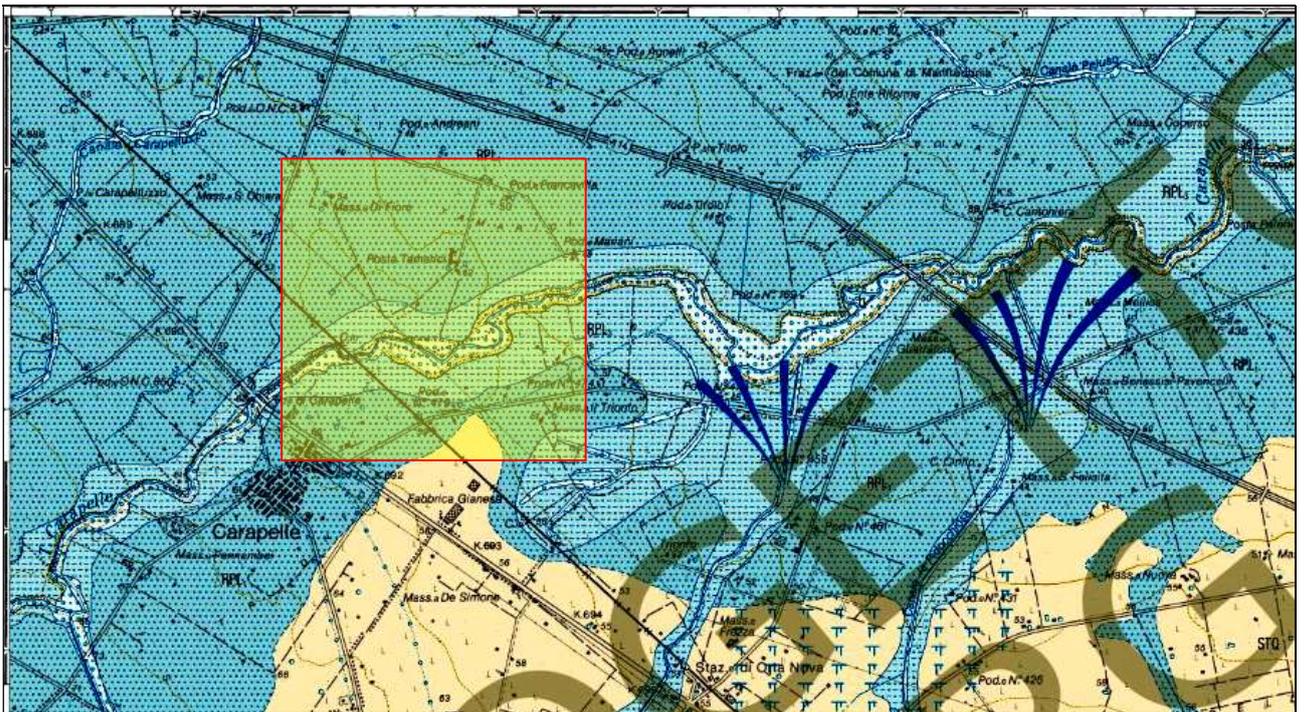
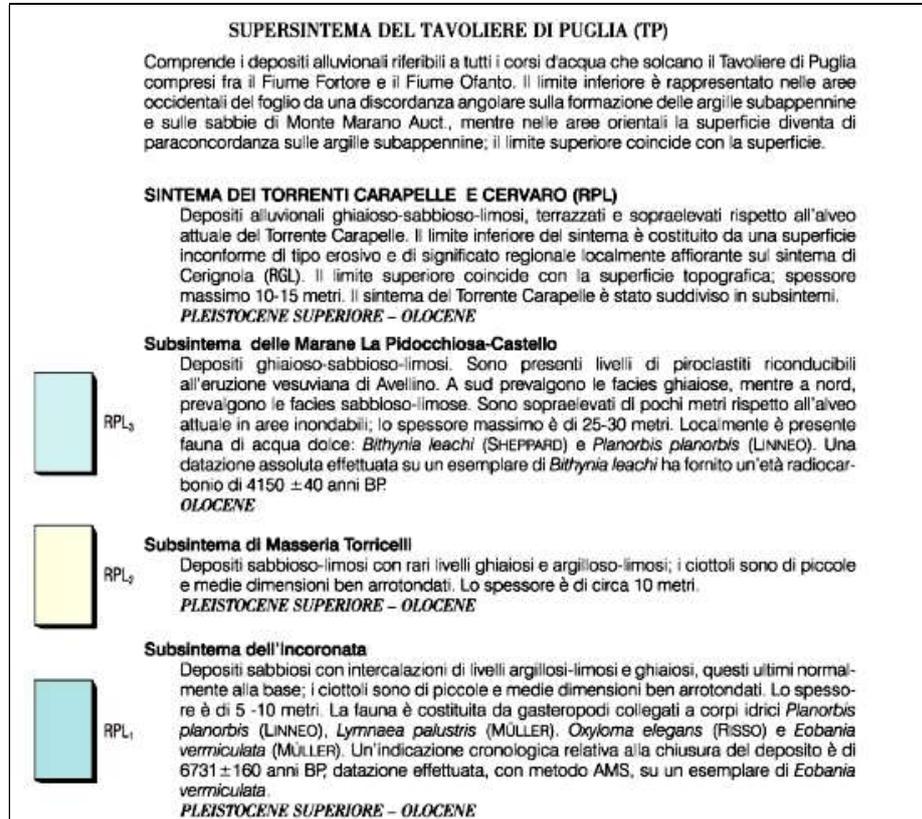


Fig. 4a: Stralcio Carta Geologica dell'Area dell'impianto fotovoltaico



Legenda Carta Geologica

I terreni direttamente interessati dalla SSE, invece, sono riferibili (Tav. 4b) ai Depositi Antropici (**h**) appartenenti ad unità quaternarie non distinte in base al bacino di appartenenza.

Si tratta nello specifico di depositi di colmata storici costituiti da argille di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro depositati in seguito ad interventi di deviazioni di corsi d'acqua per il colmamento e la bonifica della piana costiera del Tavoliere. I suoi spessori non sono trascurabili ma variabili tra zona e zona.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

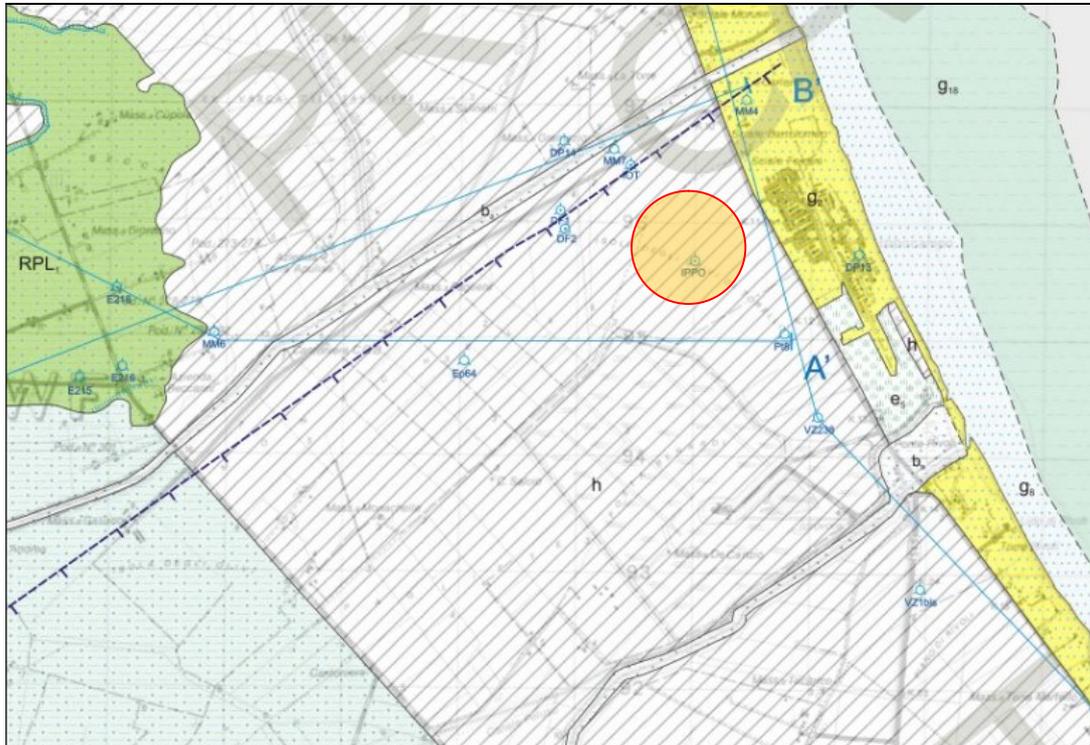


Fig. 4b: Stralcio Carta Geologica dell'Area della SSE



Legenda Carta Geologica della SSE



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

3.3 – Geomorfologia e Idrografia

L'area in esame ricade nel Tavoliere meridionale o basso Tavoliere (Fig. 5)

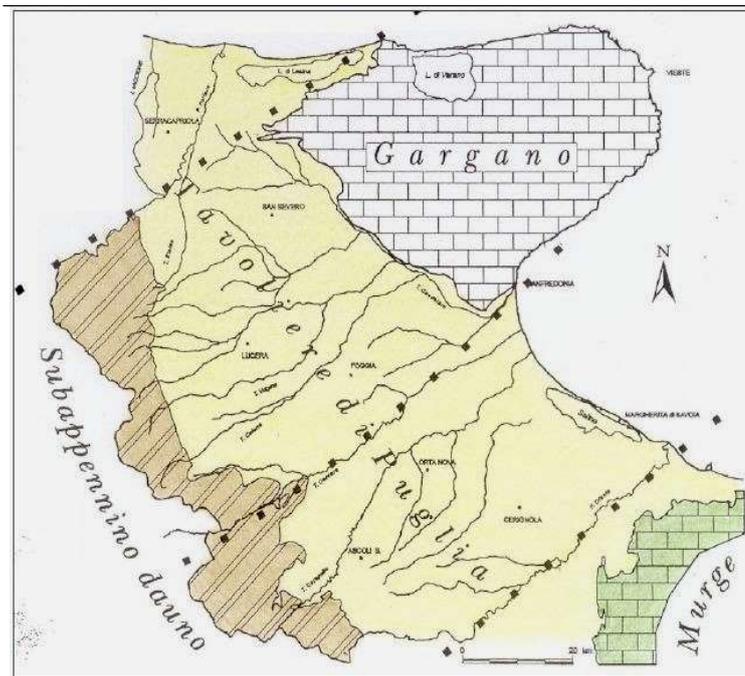


Fig. 5: Geografia del Tavoliere di Puglia (Pennetta L. - 2018)

L'assetto altimetrico del Tavoliere meridionale è connotato da un lento, graduale e progressivo digradare delle quote topografiche da ovest verso est. Infatti, le quote altimetriche passano dai valori massimi di circa 300 metri s.l.m. delle zone dell'entroterra poste ai confini con il Subappennino Dauno ai valori minimi prossimi al l.m. delle zone che si raccordano con la piana costiera antistante il Golfo di Manfredonia.

Sui fianchi delle zone dell'entroterra, altimetricamente più elevate, si riconoscono dei ripiani corrispondenti a terrazzi marini che digradanti verso l'Adriatico.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

In particolare, procedendo dall'entroterra in direzione del mare, si possono osservare una serie di otto ripiani disposti ad altezze variabili fra le quote 350 e 5 metri s.l.m; ogni ripiano è bordato da una scarpata che corrisponde ad un'antica linea di costa (Fig. 6).

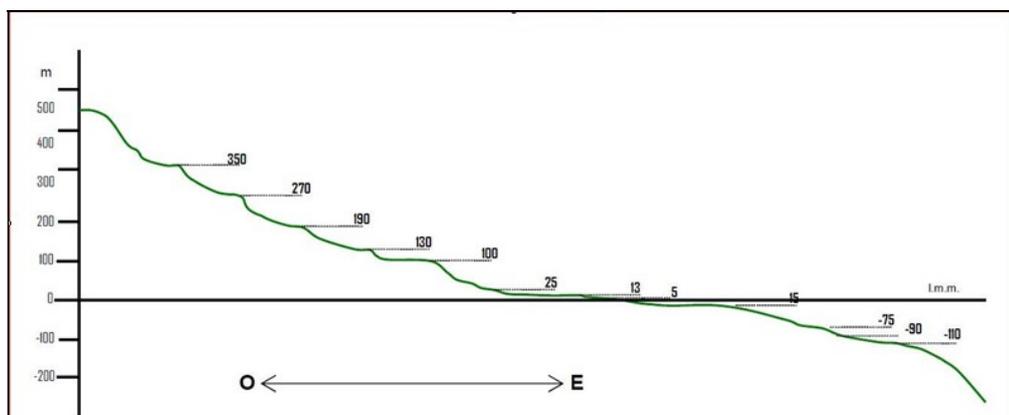


Fig. 6: Sequenza di terrazzi marini individuati tra la catena appenninica e la piattaforma continentale sommersa (da Pennetta L., 2018).

Un'altra caratteristica saliente del Tavoliere meridionale è data dal reticolo idrografico, localmente costituito da corsi d'acqua che scorrono secondo una direzione ortogonale alla linea di costa. Si tratta di una rete idrografica ben definita, costituita da corsi d'acqua che manifestano un regime prevalentemente torrentizio, eccezion fatta per il Fiume Ofanto, che è a regime perenne.

Detti corsi d'acqua incidono i depositi quaternari creando un reticolo a tratti anche fitto e gerarchizzato che recapita le acque integralmente verso il Golfo di Manfredonia (Fig. 7).



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

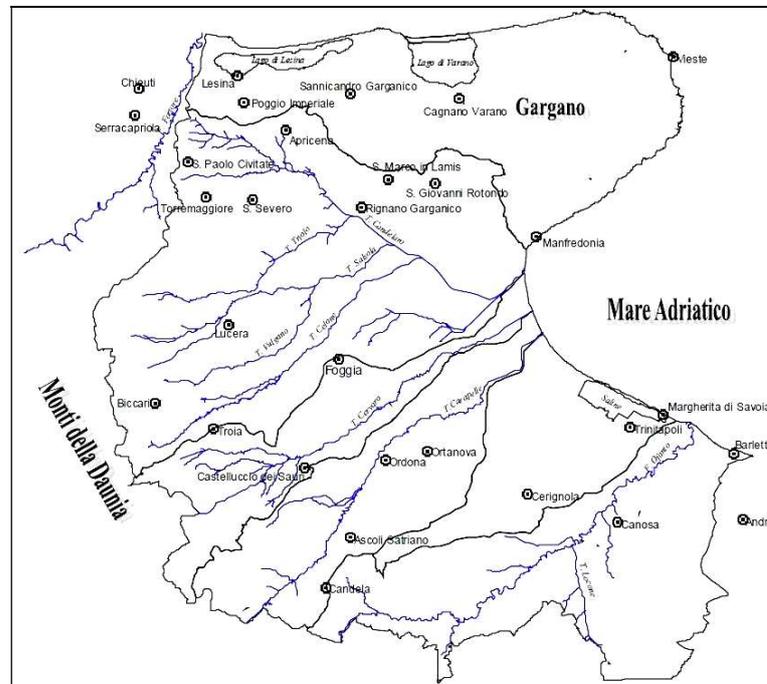


Fig. 7: Reticolo Idrografico del Tavoliere di Puglia

I corsi d'acqua del Tavoliere meridionale hanno un andamento subparallelo con direzione da Sud-Ovest a Nord-Est e presentano un tracciato irregolare. Nella media e nella bassa valle l'Ofanto, il Carpelle ed il Cervaro assumono, per alcuni tratti, un andamento a meandri, proprio come succede nell'area d'intervento.

Le portate medie dei torrenti sono assai esigue, con un regime fortemente irregolare, caratterizzato da magre estive e da piene autunno-invernali, che in passato hanno dato luogo anche a rovinose inondazioni.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

L'area di progettazione presenta una morfologia decisamente pianeggiante ed è per questo che, per studiare meglio le evidenze geomorfologiche si è ricorso all'esame di foto aeree.

Le analisi di dettaglio hanno consentito di accertare che l'area è caratterizzata dalla presenza di orli di scarpate fluviali che permettono di distinguere i terrazzi fluviali recenti rispetto a quelli antichi.

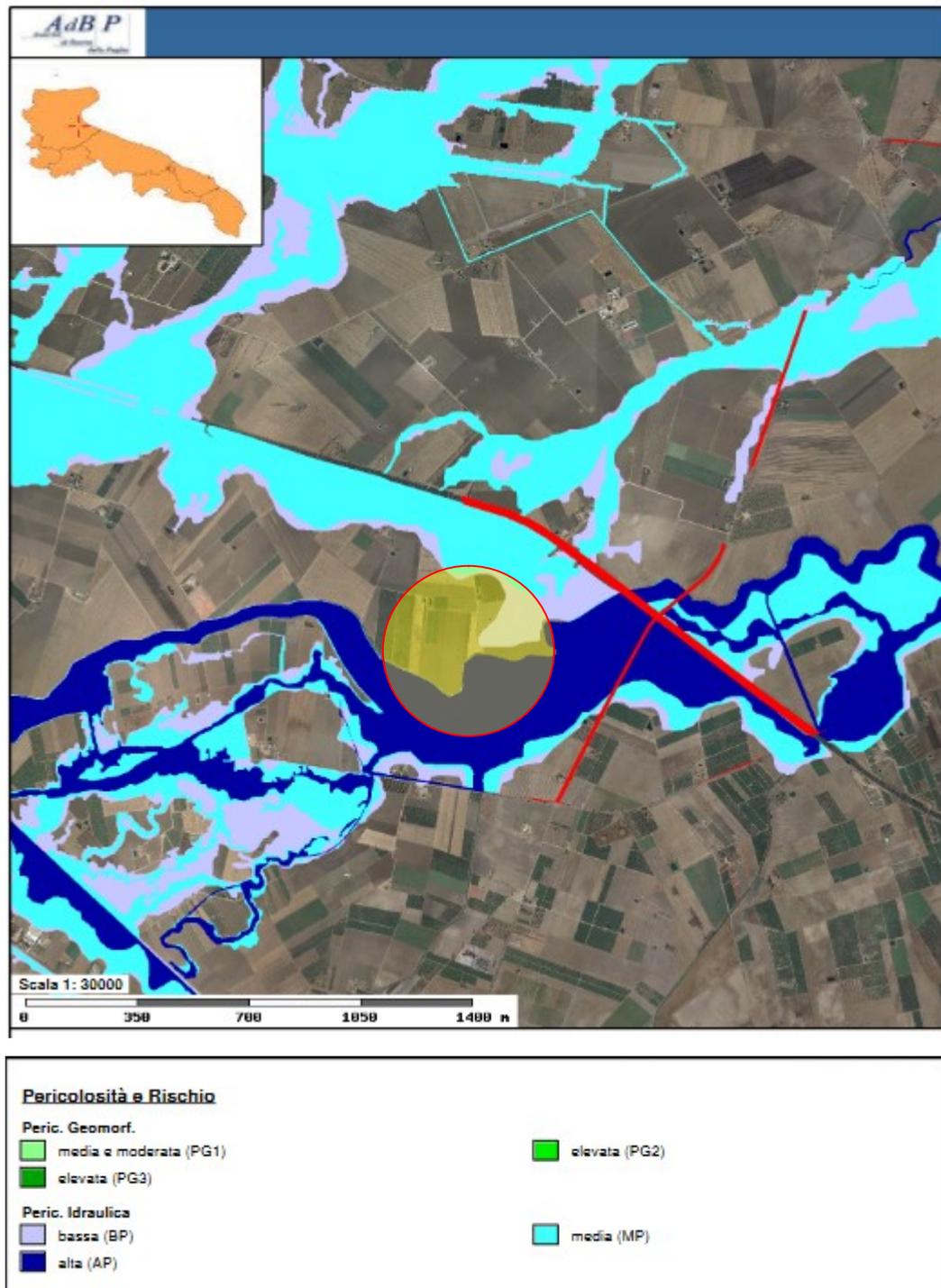
Tale distinzione risulta importante in quanto i terrazzi antichi non sono comunemente soggetti a esondazioni neanche nel corso di eventi di grande entità al contrario dei terrazzi recenti che, con diversa frequenza, possono essere inondati ed essere interessati dalla dinamica d'alveo (mobilità laterale).

Lo status dell'area è stato verificato anche dall'analisi della cartografia PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) dell'AdB (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Regione Puglia) dalla quale si evince come sia l'area di ubicazione dell'impianto fotovoltaico sia quella della SSE non sono interessate dal vincolo geomorfologico ma ricadono nel vincolo idraulico di bassa, media e alta pericolosità (Fig. 8a e 8b).



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



*Fig. 8a: Stralcio Cartografia PAI Regione Puglia –
Area Impianto fotovoltaico*



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

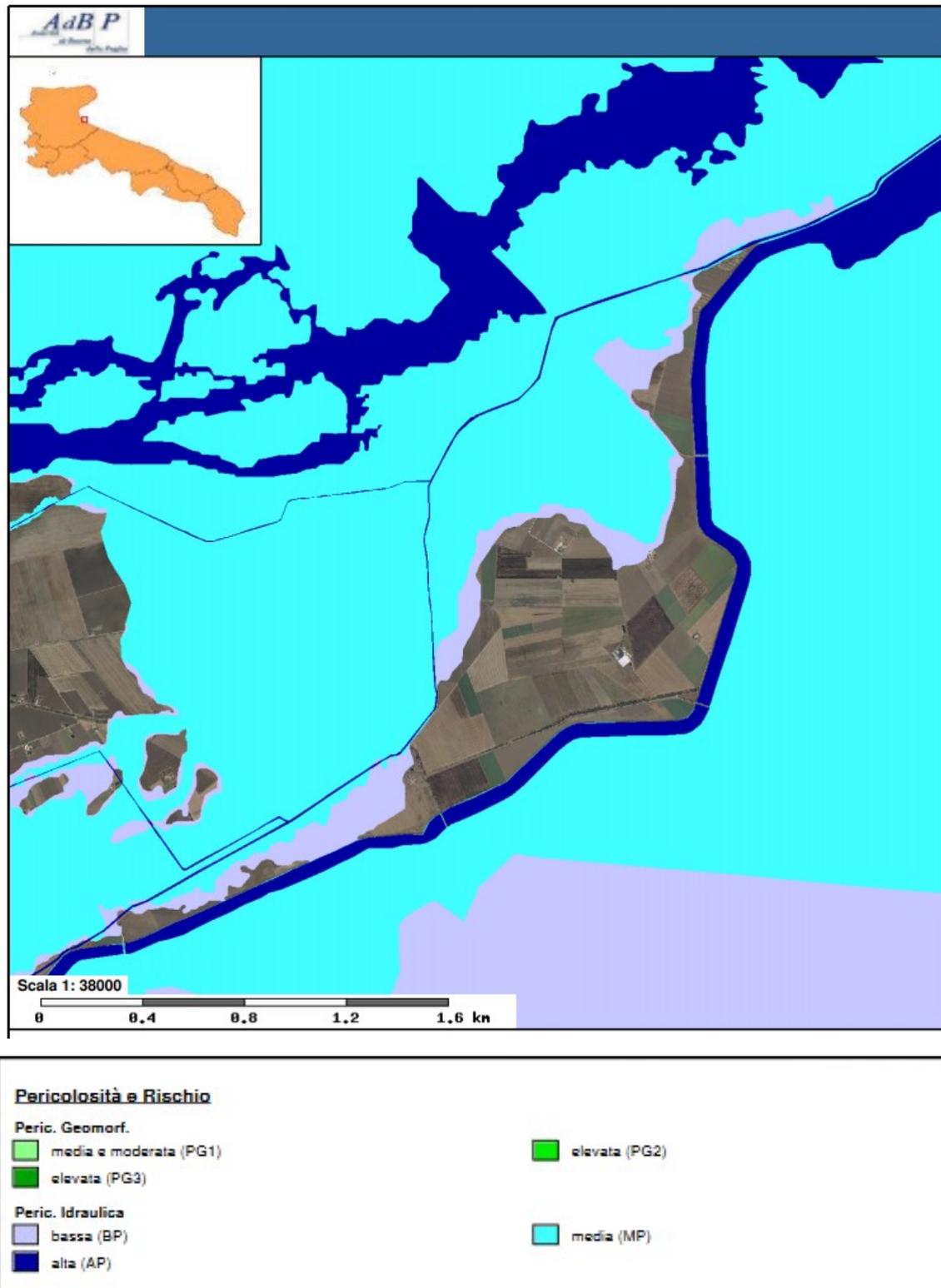


Fig. 8b: Stralcio Cartografia PAI Regione Puglia – Area SSE



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

Data la compatibilità degli interventi con gli strumenti di governo previsti, la committenza provvederà a presentare idoneo studio idraulico per accertare la sicurezza delle aree interessate dal progetto in condizioni pre e post intervento.

Il vincolo idraulico nasce dal fatto che l'area d'intervento è prossima al Torrente Carapelle, un corso d'acqua della lunghezza complessiva di 98 Km che, dopo aver attraversato il Tavoliere delle Puglie sfocia nel golfo di Manfredonia.

Il regime spiccatamente torrentizio del Canale determina rischi di inondazione per ampie superfici morfologicamente più depresse e situate nelle adiacenze degli assi di drenaggio principali e secondari.

Tali circostanza è evidenziata proprio dal vincolo di pericolosità idraulica attualmente gravante in corrispondenza delle aree di scorrimento dello stesso canale.

Ad ogni modo si evidenzia che la progettazione è stata predisposta in modo da non interferire in alcun modo con il torrente Carapelle non solo rispettando la distanza prescrittiva di 150 m dal torrente medesimo ma arretrando ulteriormente l'intero impianto fotovoltaico. Verranno, pertanto, create fasce di mitigazione con arbusti e seminativi che oltre a mimetizzare le opere costituiranno elementi di protezione in caso di fenomeni più intensi.



4 - SISMICITÀ

La Città di Foggia risente della vicinanza a due aree sismogeneticamente attive, il Subappennino Dauno e il Promontorio del Gargano, che sono caratterizzate da un'elevata pericolosità potenziale, sia per il livello di sismicità che per l'intensa attività neotettonica.

Entrambe le aree, infatti, presentano una storia sismica tra le più importanti d'Italia con eventi di Magnitudo compresi tra 4 e 5 o superiore a 5 e con allineamenti degli epicentri concentrati tra la Catena Appenninica, l'Avanfossa Bradanica ed il Promontorio (Fig. 9).

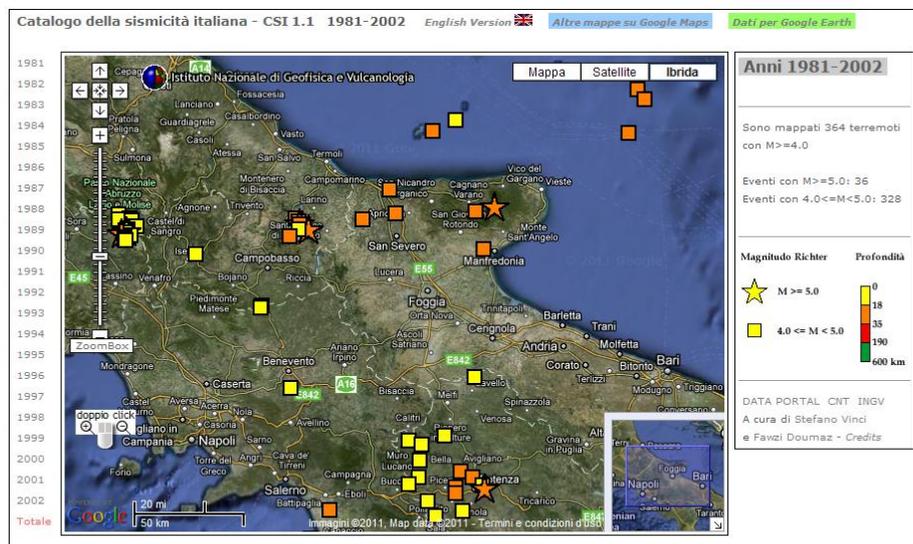


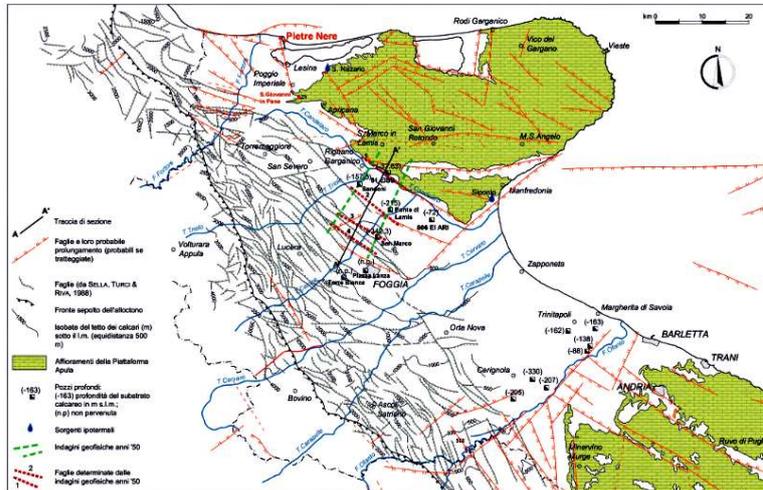
Fig. 9: Distribuzione dei maggiori eventi sismici nell'area di studio

La sismicità è legata ad una serie di faglie dirette e/o transtensive (Fig. 10) che interessano per intero questa porzione di territorio.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



*Fig. 10: Principali lineamenti strutturali del Tavoliere
(Tratta da Area Idrogeologica del Tavoliere di Puglia)*

Particolare rilevanza riveste la Faglia denominata Foggia – Cerignola Nord (Tav. 11), una faglia trascorrente a direzione circa E-O con blocchi ribassati verso Nord di circa 130° , con probabile deformazione degli intervalli stratigrafici ascrivibili a 0,66 Ma. Tale faglia è responsabile anche di diversi sismi registrati in tempi recenti.

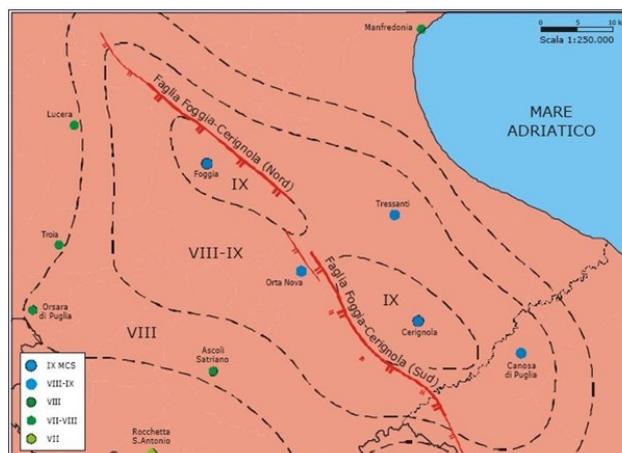


Fig. 11: Faglia Foggia - Cerignola



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

Dal punto di vista storico tra i terremoti che hanno interessato l'area del Tavoliere di Puglia si ricordano due importanti eventi distruttivi: il terremoto di Ascoli Satriano del 27/12/1361 e il terremoto del Foggiano del 20/03/1731, cui il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani attribuisce valori di magnitudo pari rispettivamente a 6.06 e 6.34, ovvero tali da produrre fenomeni di fagliazione superficiale.

Di particolare rilevanza risulta il terremoto del 20 marzo 1731, che colpì pesantemente proprio il Tavoliere centro-meridionale, causando gravi distruzioni soprattutto a Foggia (dove si ebbero 500 morti) e a Cerignola (con circa un migliaio di vittime), oltre che nelle circostanti aree rurali.

Nel complesso, i dati di sismicità storica indicano che, dei cinque terremoti che hanno causato un elevato numero di vittime in Puglia (1361, 1627, 1646, 1731, 1743), quattro si sono verificati in un intervallo di soli 116 anni.

Per informazioni relative all'attività sismica di epoca più recente, invece, si è proceduto alla consultazione dei database dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

 CPTI15 Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2020, che fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti d'interesse per l'Italia con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 nella finestra temporale 1000-2020;



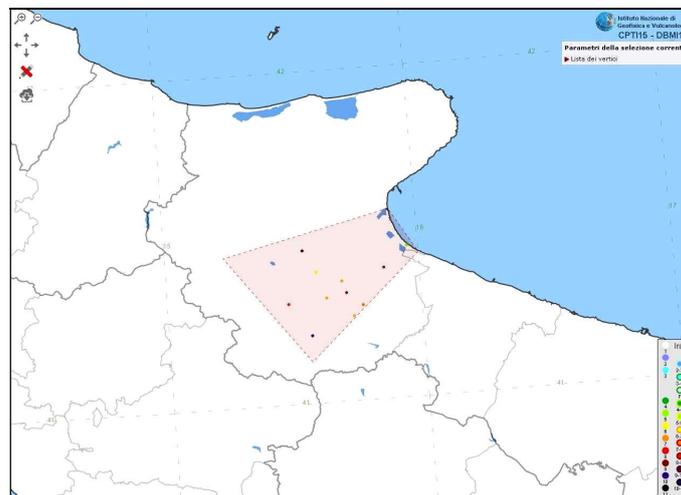
Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

DBMI15 Database Macrosismico Italiano 2020, che fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti d'interesse per l'Italia con intensità massima ≥ 5 nella finestra temporale 1000-2020.

Il database DBMI15 ha consentito di verificare che, all'interno dell'area di progettazione (Fig. 12) si sono verificati complessivamente n. 11 eventi di intensità macrosismica compresa tra 5 e 10, così come elencati nella tabella annessa.

Anno	Mese	Giorno	Epicentro	Latit.	Longit.	Magnit.
1912	7	2	Zapponeta	41,476	15,88	4,55
1948	8	22	Zapponeta	41,5	15,9	5,37
1953	7	19	Zapponeta	41,52	15,904	4,55
1980	11	23	Vill. Amendola	41,536	15,706	4,28
2010	9	17	Foggia	41,472	15,623	4,29



PlaceID	Place Name	Prox	Imax	EQs
IT_62092	Ascoli Satriano	FG	10	41
IT_62107	Carapelle	FG	6-7	16
IT_62116	Castelluccio dei Sauri	FG	7-8	25
IT_62153	Cervaro	FG	6	1
IT_62146	Foggia	FG	9	84
IT_62220	Ordona	FG	6-7	15
IT_62222	Orta Nova	FG	8-9	44
IT_62247	Stornara	FG	7	18
IT_62248	Stornarella	FG	6-7	22
IT_62134	Tressanti	FG	8-9	1
IT_62202	Zapponeta	FG	5	13

Fig. 12: Dati macrosismici - database DBMI15



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

Facendo espresso riferimento al vigente strumento di classificazione sismica del territorio italiano, redatto nel 2004 in recepimento delle disposizioni contenute nell’O.P.C.M. n. 3274/2003 (recepite dalla Regione Puglia con D.G.R. n. 153/2004), il territorio amministrativo del Comune di Foggia ricade interamente in “Zona 2” (Fig. 13), ovvero in **area a sismicità medio-alta.**

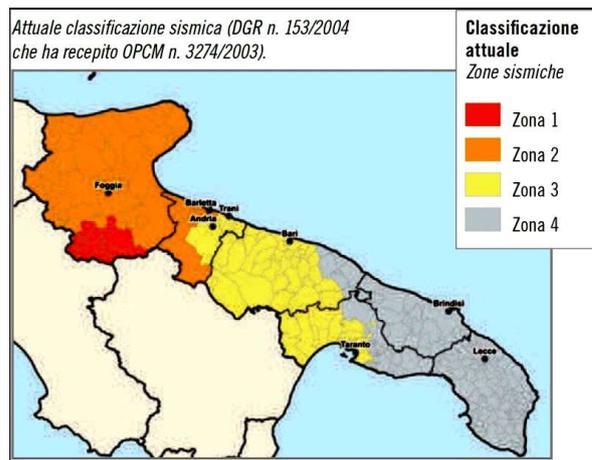


Fig. 13: Classificazione sismica del territorio Regionale

Volendo invece esprimere la pericolosità sismica in termini di massima accelerazione sismica del suolo di probabilità statisticamente apprezzabile, si può fare riferimento alle indicazioni contenute nella “Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale” redatta dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e pubblicata in allegato all’O.P.C.M. n. 3519/2006 sulla G.U. n. 108 dell’11 maggio 2006.

In base alla suddetta mappa (Fig. 14) il territorio in esame ricade in zona di media pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazio-



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

ne massima del suolo (riferita a suoli rigidi di Categoria A così come definiti al punto 3.2.2 delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni) di $0,125 \div 0,150$ g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



*Fig. 14: Stralcio della Mappa di Pericolosità Sismica
(O.P.C.M. n. 3519/2006)*

Nel dettaglio l'area d'intervento presenta la seguente caratterizzazione sismiche:



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Dati Generali

Località
Indirizzo: Foggia
Lat. Long: 41.462198 15.54463

Dati opera
Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
V. Nominale: 50 V. Rif. 50

Dati struttura
Fattore di struttura [q]: 3
Periodo fond. struttura [T]: 0.25 [s]
Stima automatica Periodo fond. T?

Parametri sismici su sito di riferimento

SL	TR [Anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec.]
SLO	30.00	0.451	2.435	0.296
SLD	50.00	0.559	2.534	0.329
SLV	475.00	1.324	2.603	0.435
SLC	975.00	1.677	2.616	0.461

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità pendii e Fondazioni

SL	amax [m/s ²]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]
SLO	0.5412	1.0	0.0552	0.0276	0.0
SLD	0.6708	1.0	0.0684	0.0342	0.0
SLV	1.5888	1.0	0.162	0.081	0.0
SLC	2.0124	1.0	0.2052	0.1026	0.0

Stato limite di riferimento: SLO

Dati Generali

Località
Indirizzo: Manfredonia
Lat. Long: 41.630734 15.91651

Dati opera
Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
V. Nominale: 50 V. Rif. 50

Parametri sismici su sito di riferimento

SL	TR [Anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec.]
SLO	30.00	0.530	2.463	0.274
SLD	50.00	0.696	2.493	0.288
SLV	475.00	1.932	2.462	0.332
SLC	975.00	2.560	2.437	0.341

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Muri di sostegno (NTC 2018)

SL	amax [m/s ²]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]
SLO	0.795	1.0	0.0811	0.0405	0.0
SLD	1.044	0.47	0.05	0.025	0.0
SLV	2.7221	0.38	0.1055	0.0527	0.0
SLC	3.3748	1.0	0.3442	0.1721	0.0

Stato limite di riferimento: SLO

Circa la categoria di suolo l'indagine geosismica effettuata ha consentito di ricavare i valori di VS₃₀ sperimentali che ci permettono di attri-



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

buire i suoli indagati, ai sensi delle NTC 2018, a due distinte categorie (Fig. 15):

- 1) Terreni interessati dall’impianto fotovoltaico: categoria B**
($360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$);
- 2) Terreni della SSE: Categoria C** ($180 \text{ m/s} < V_{s30} < 360 \text{ m/s}$)

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800 \text{ m/s}$).

Fig. 15: Classificazione sismica terreno



5 - INDAGINI ESEGUITE

Ai fini della definizione del profilo stratigrafico dei terreni di fondazione e della determinazione delle caratteristiche geotecniche degli stessi sono state eseguite indagini in sito consistite in:

- n. 4 prove sismiche a rifrazione;
- n. 4 prove sismiche attive del tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), che si basano sulla misurazione e analisi delle onde di Rayleigh.

Le indagini, i cui risultati sono riportati in Appendice (Allegato A1) sono state eseguite secondo l'ubicazione riportata alla Fig. 16a con dettaglio nella Fig. 16b.



Fig. 16a: Ubicazione generale delle indagini eseguite

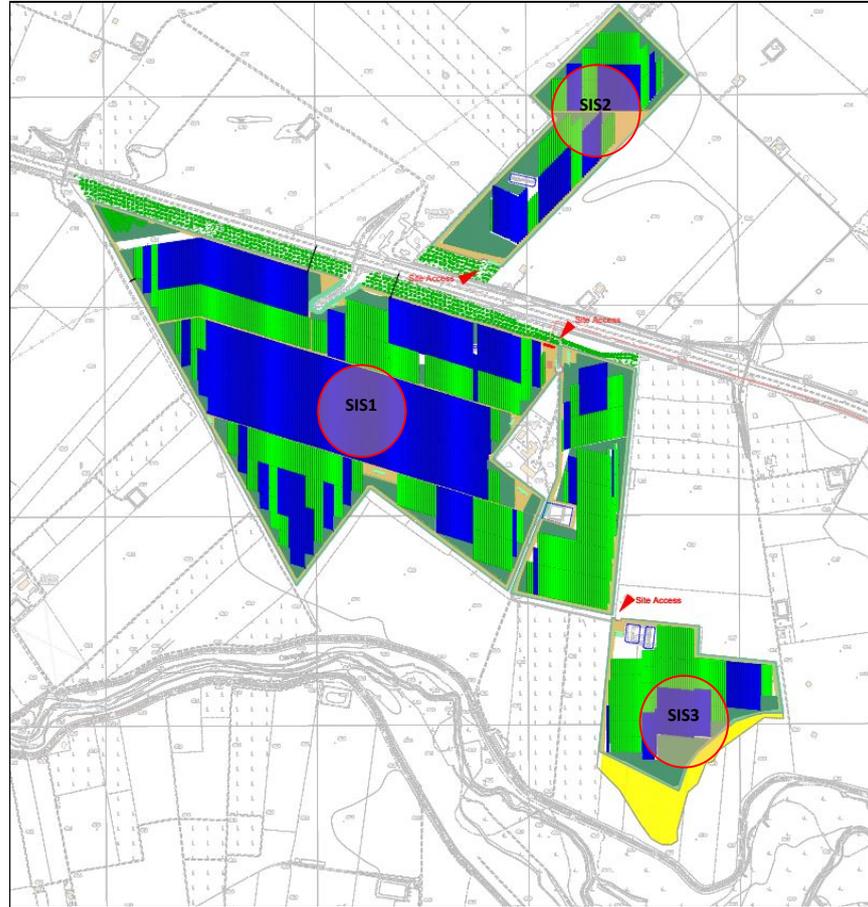


Fig. 16b: Ubicazione delle indagini eseguite nell'area interessata dall'impianto

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale **M.A.E. A6000S** (Fig. 17) avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;*
- *sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)*
- *filtri High Pass e Band Reject, Automatic Gain Control*
- *convertitore A/D a 24 bit*
- *24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

- *massa battente pesante di 10 Kg.*



Fig. 17: Sismografo utilizzato

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- *24 geofoni con interspazio (Gx) di 1.5 ml;*
- *n.1 energizzazione ad offset (Sx) -3 ml*



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

5.1 PROSPEZIONI SISMICHE E MASW

Le prove MASW sono state eseguite per ricavare il parametro V_{s30} , richiesto dalla nuova normativa sismica (NTC-18). Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze; tale dispersione è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di *Rayleigh* (VR) ed un successivo processo di inversione.



6 - CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

DEI TERRENI

Dalle risultanze delle indagini sismiche eseguite dalla scrivente, opportunamente integrate con i risultati di indagini di aree contermini è stato possibile raggruppare, nonostante una certa variabilità granulometrica locale, i diversi litotipi costituenti il sottosuolo in unità litotecniche (complessi) per ognuna delle quali si sono definite alcune delle principali caratteristiche geomeccaniche (modello geologico-geotecnico).

Per l'area di imposta dell'impianto fotovoltaico e di parte dei cavidotti si individuano due litotipi principali, caoticamente disposti tra loro, così definiti litologicamente:

LITOTIPO *Coltre superficiale:*

A

LITOTIPO *Depositi Ghiaiosi – Sabbiosi - Siltosi*

B

Nell'area della SSE e in parte di alcuni cavidotti, invece, si individuano due litotipi principali, caoticamente disposti tra loro, così definiti litologicamente:

LITOTIPO *Coltre superficiale:*

C

LITOTIPO *Depositi argillosi di colore grigio*

D



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Dal punto di vista geotecnico i secondi litotipi (B e D), che rappresentano i terreni fondali, presentano i seguenti valori dei principali parametri geotecnici:

Parametri Geotecnici	Litotipo B	Litotipo D
<i>Peso di volume (t/m³)</i>	1.880	1,9
<i>Peso di volume saturo (t/m³)</i>	1.932	2,0
<i>Coesione (kg/cm²)</i>	0.13	0,45
<i>Angolo di attrito (°)</i>	27.8	25
<i>Modulo edometrico (Kg/cm²)</i>	190.2	305,91
<i>Coefficiente di Poisson</i>	0.3750	0,30
<i>Modulo di Young (kg/cm²)</i>	4952	4982
<i>Modulo di Taglio (kg/cm²)</i>	347	716

Tali valori rappresentano una prima definizione dei parametri geotecnici che andranno meglio contestualizzati e definiti, in fase di progettazione esecutiva, con ulteriori indagini dirette ed opportune e significative prove di laboratorio.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

7- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche, geotecniche ed idrologiche connesse con le previsioni realizzative della progettazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto con le relative opere annesse, si può affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico, geotecnico, idrologico e geologico locale.

In particolare:

1- Morfologia e Rischio Idrogeologico

L'area di studio ricade in zona geomorfologicamente stabile, priva di movimenti franosi in atto e/o potenziali e con conformazione tale da non modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi. La consultazione della Cartografia PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) evidenzia, infatti, piena stabilità geomorfologica dei luoghi.

Dal punto di vista idraulico, invece, l'area è interessata da vincolo di pericolosità dovuto alla presenza del Torrente Carapelle, un corso d'acqua della lunghezza complessiva di 98 Km che, dopo aver attraversato il Tavoliere delle Puglie sfocia nel golfo di Manfredonia. Rientra, come parte integrante del progetto, studio specialistico di tipo idraulico.

Ad ogni modo si evidenzia che la progettazione dell'impianto fotovoltaico è stata predisposta in modo da non interferire in alcun modo con il torrente Carapelle prevedendone il posizionamento oltre la distanza prescrittiva di 150 m e creando fasce a verde che oltre a mimetizzare



le opere costituiranno elementi di protezione in caso di fenomeni più intensi.

2 - Litologia

I pannelli fotovoltaici e parte dei cavidotti interessano un terreno costituito da litologie appartenenti al **Sintema dei Torrenti Carapelle e Candelaro (RPL)** costituito da Depositi Alluvionali ghiaioso –sabbioso – limosi, terrazzati e sopraelevati rispetto all'alveo attuale del Torrente Carapelle. Nonostante la variabilità geolitologica tale formazione si presenta un discreto terreno fondale.

La SSE e una parte dei cavidotti che da essa giungono all'impianto interessano un terreno costituito da Depositi Antropici (**h**) appartenenti ad unità quaternarie non distinte in base al bacino di appartenenza. Si tratta nello specifico di depositi di colmata storici costituiti da argille di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro depositati in seguito ad interventi di deviazioni di corsi d'acqua per il colmamento e la bonifica della piana costiera del Tavoliere.

Sotto il profilo litologico la zona non appare interessata da anomalie che possono modificare la stabilità globale dell'area.

3 – Classificazione Sismica

In base ai risultati delle MASW eseguite e alle recenti NCT 2018 il suolo è classificabile:

- come terreno di “Categoria B” nella zona di imposta dell'impianto fotovoltaico e parte dei cavidotti;
- come terreno di “Categoria C” nella zona della SSE e parte dei cavidotti che da essa portano all'impianto.



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di Foggia – Località C.da Titolo

Per entrambe le aree, però, il terreno si presenta con una pendenza topografica media inferiore ai 15° e pertanto riferibile ad una categoria di tipo T1.

Per quanto riguarda le prescrizioni relative ai terreni di fondazione si rimanda a quanto espresso nelle “Norme Tecniche per il Progetto Sismico di opere di fondazione e di sostegno” e dalle disposizioni vigenti, in particolare dal D.M. 11.3.1988 e SMI e D.M. 17/01/2018

In base a quanto espresso si ritiene che l’area possieda le caratteristiche di ordine geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico per la realizzazione dell’Impianto Solare Agro-Voltaico.

In fase di progettazione esecutiva, comunque, sarà necessario eseguire, sotto la direzione del tecnico scrivente, dettagliate indagini geologiche, con l’esecuzione di sondaggi meccanici e prelievo di campioni indisturbati con prove di laboratorio per meglio definire e consigliare tipologia fondale nonché metodo di posa dei cavidotti attesa la eterogeneità del deposito di base.

*Tanto in adempimento all’incarico conferitomi
Rodi Garganico Settembre 2021*





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di
Foggia – Località C.da Titolo

APPENDICE



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

ALLEGATO A1

REPORT SISMICO

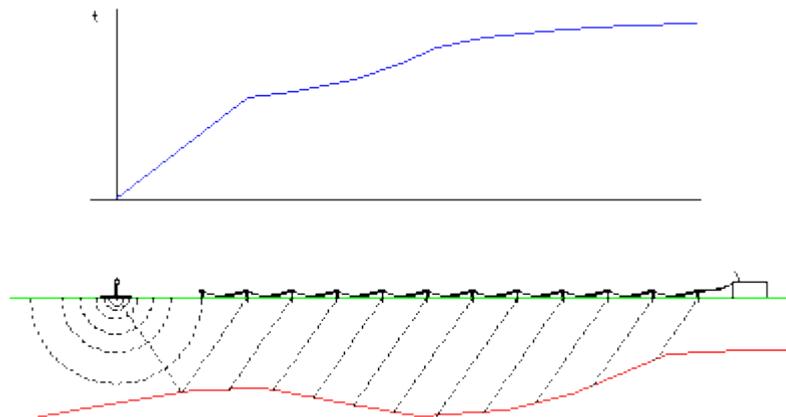


PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

MASW

RELAZIONE SISMICA

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e talvolta trasversali (onde S) nel sottosuolo. Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.).



La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati. Me-



dante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica. L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione. Questa procedura di tipo "classico" è stata seguita per fornire un modello di velocità iniziale alla procedura d'iterazione topografica.

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

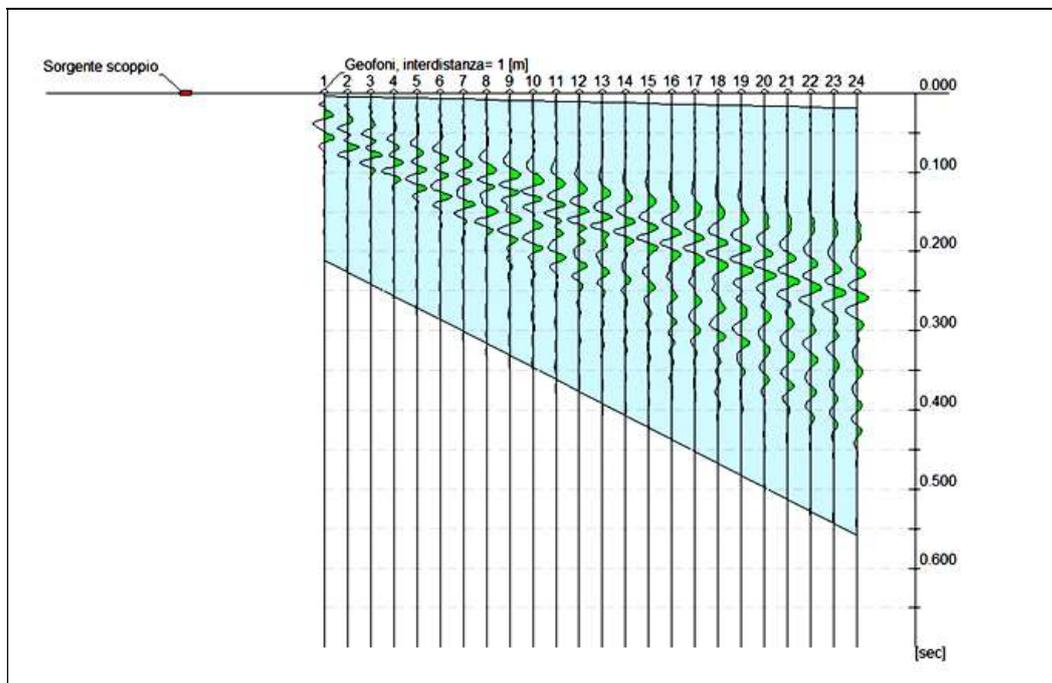


Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

REPORT SISMICO 1

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	700.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.50



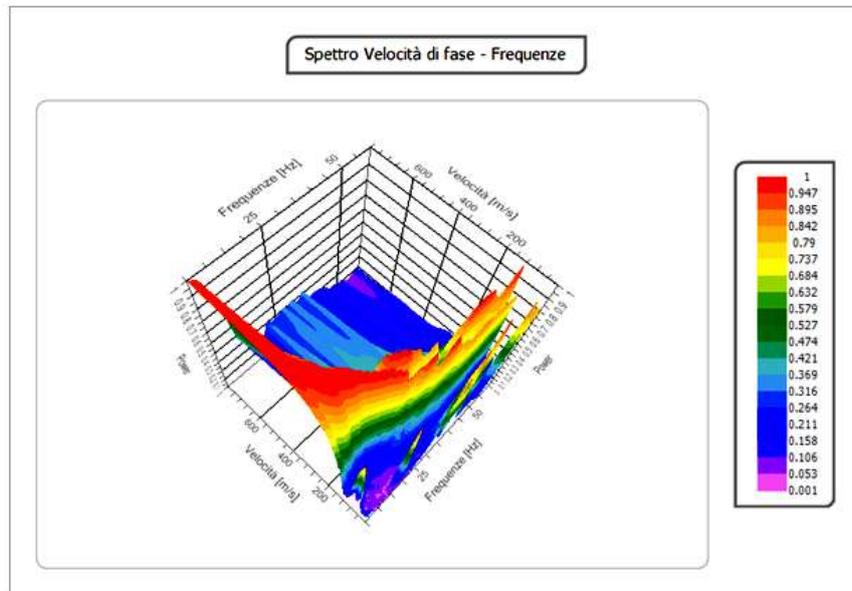
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



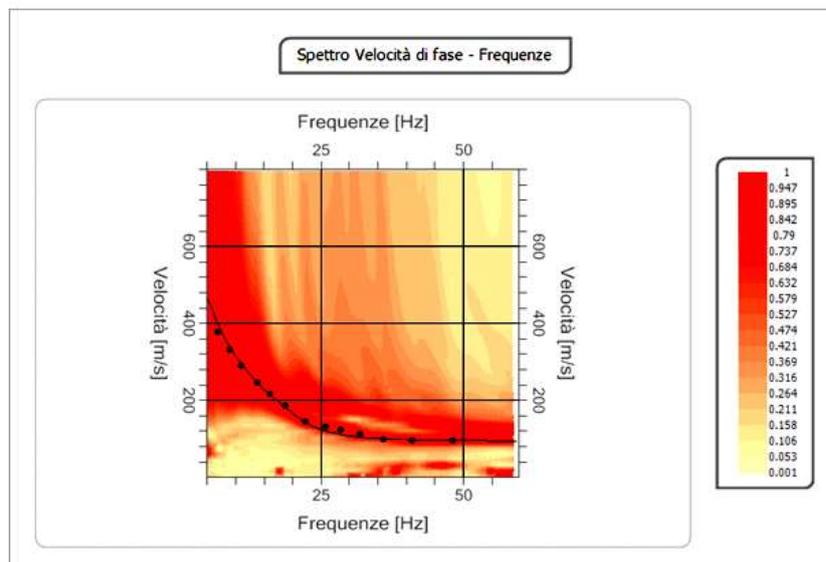
Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.0	378.4	0
2	9.0	331.2	0
3	11.1	289.9	0
4	13.9	245.7	0
5	16.1	216.2	0
6	18.7	186.7	0
7	22.4	145.5	0
8	25.8	130.7	0
9	28.4	121.9	0
10	31.8	110.1	0
11	36.1	98.3	0
12	41.1	95.3	0
13	48.2	95.3	0





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

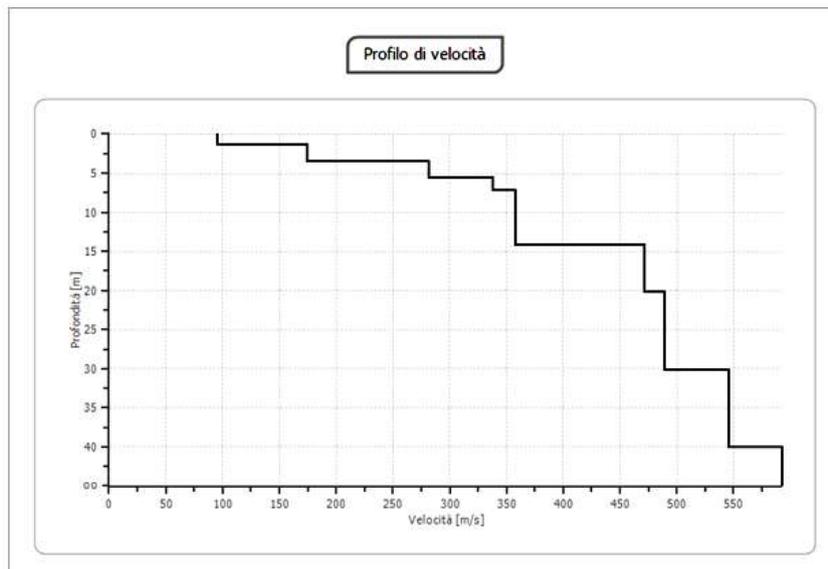
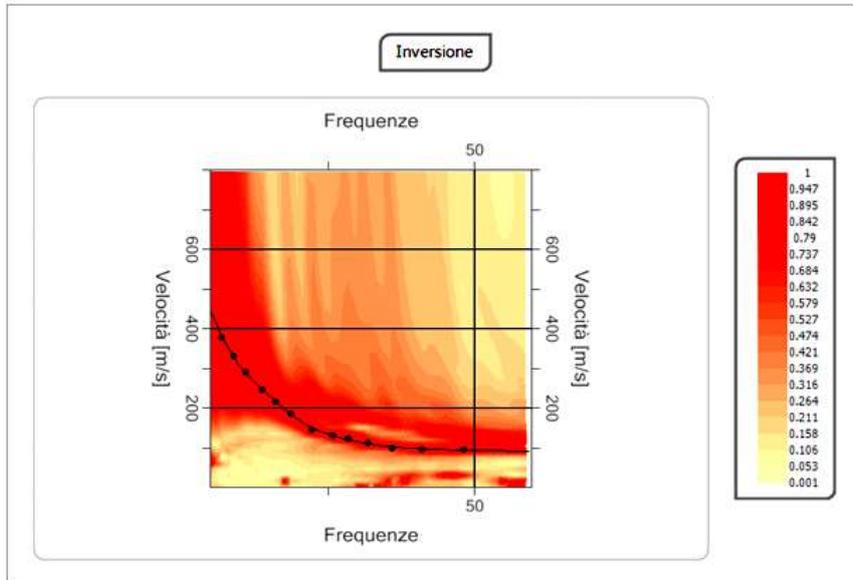
Foggia – Località C.da Titolo

Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	V _D [m/sec]	V _s [m/sec]
1		1.34	1.34	1850.0	0.3	No	179.4	95.9
2		3.55	2.21	1850.0	0.4	No	363.0	174.4
3		5.64	2.09	1900.0	0.4	No	585.8	281.4
4		7.21	1.57	1900.0	0.4	No	703.7	338.0
5		14.25	7.04	1950.0	0.3	No	670.1	358.2
6		20.29	6.04	2000.0	0.3	No	882.0	471.4
7		30.20	9.90	2050.0	0.3	No	915.2	489.2
8		40.09	9.90	2100.0	0.3	No	1020.8	545.6
9		00	00	2200.0	0.3	No	1110.1	593.4

Percentuale di errore
Fattore di disadattamento della soluzione

0.016 %
0.017





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	429.58
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa o cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [KPa]
1	1.34	1.34	95.87	179.36	1800.00	0.30	16.54	57.91	35.85	43.02	11	18.90
2	3.55	2.21	174.36	362.96	1800.00	0.35	54.72	237.13	164.17	147.75	82	381.66
3	5.64	2.09	281.40	585.78	1850.00	0.35	146.49	634.81	439.48	395.54	N/A	4229.47
4	7.21	1.57	338.04	703.68	1850.00	0.35	211.40	916.05	634.19	570.77	N/A	N/A
5	14.25	7.04	358.19	670.12	1900.00	0.30	243.77	853.21	528.18	633.81	N/A	N/A
6	20.29	6.04	471.43	881.97	1950.00	0.30	433.39	1516.85	939.00	1126.80	N/A	N/A
7	30.20	9.90	489.17	915.16	2000.00	0.30	478.58	1675.03	1036.93	1586.81	N/A	N/A
8	40.09	9.90	545.63	1020.78	2050.00	0.30	610.31	2136.09	1322.34	1922.48	N/A	N/A
9	00	00	593.38	1110.12	2100.00	0.30	739.42	2587.96	1602.07		0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

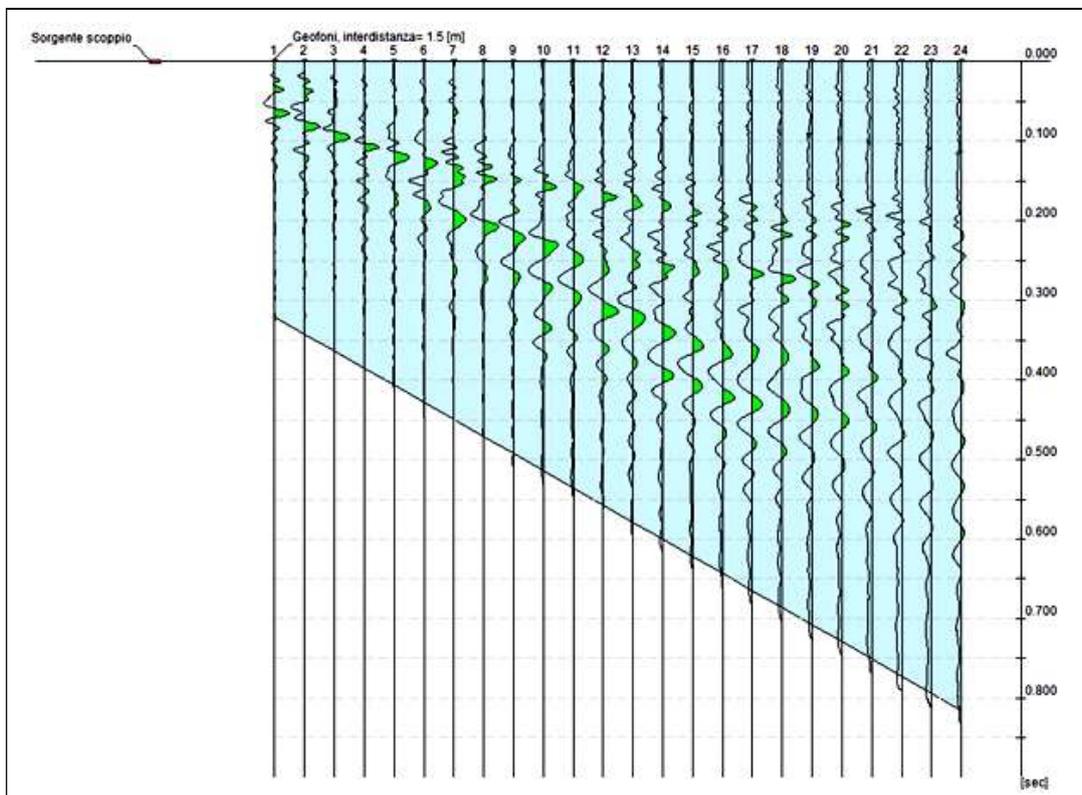
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



REPORT SISMICO 2

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	900.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



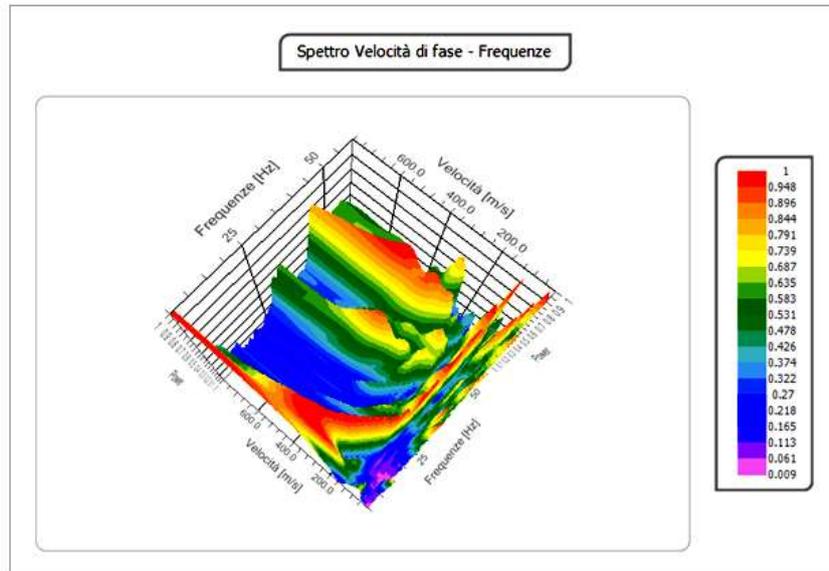
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



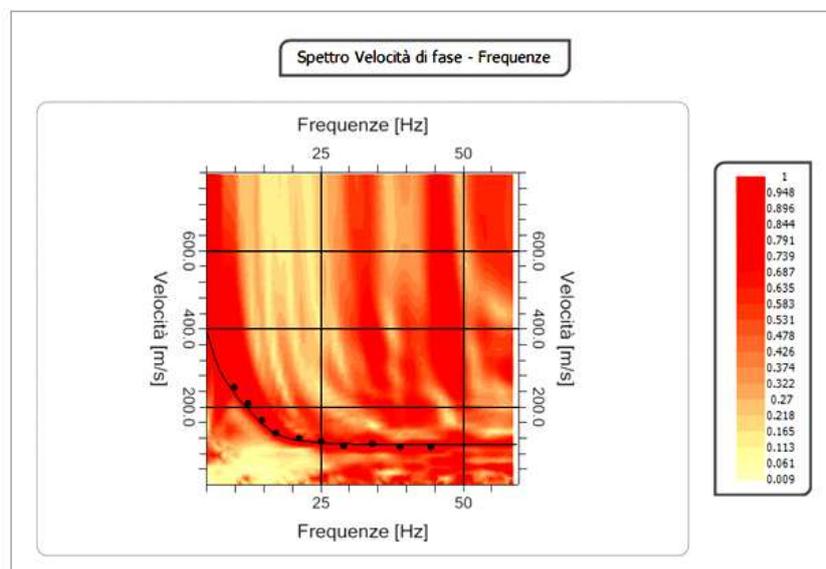
Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.8	249.8	0
2	12.2	208.8	0
3	14.6	164.9	0
4	17.2	132.7	0
5	21.2	118.1	0
6	25.2	109.3	0
7	29.0	100.5	0
8	34.0	103.4	0
9	39.1	97.6	0
10	44.5	97.6	0





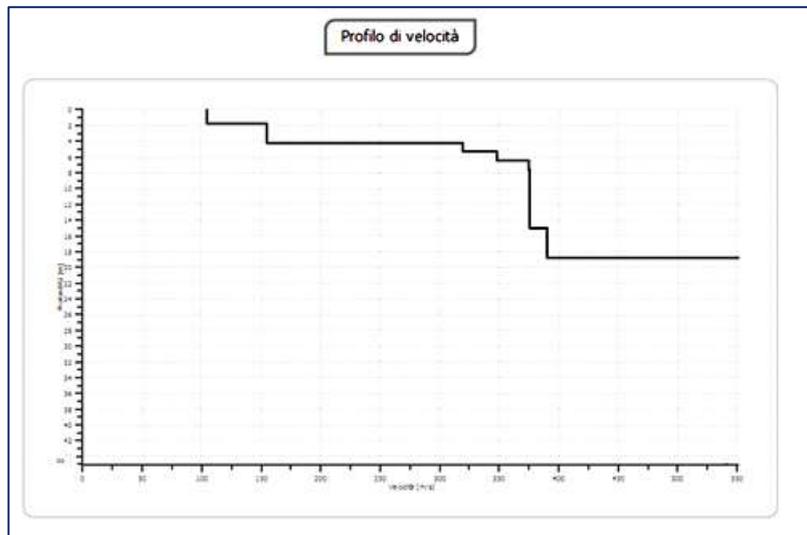
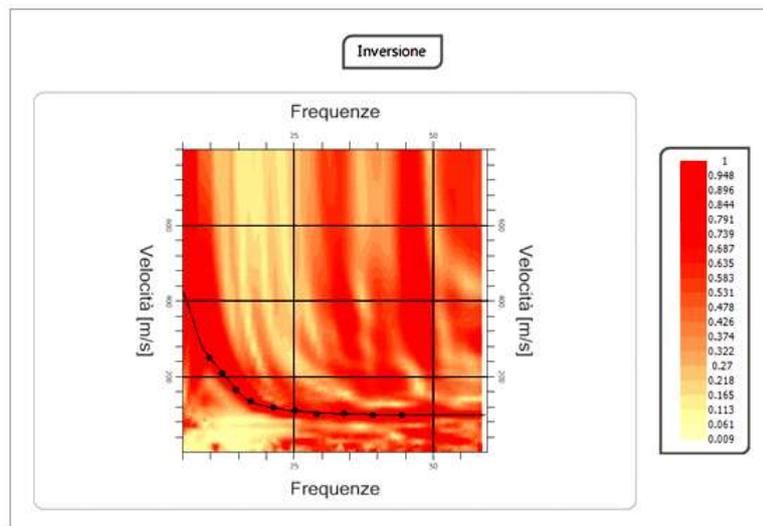
Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	V ₀ [m/sec]	V _s [m/sec]
1		1.87	1.87	1850.0	0.3	No	181.2	104.6
2		4.24	2.37	1850.0	0.3	No	267.9	154.7
3		5.31	1.06	1950.0	0.3	No	596.9	319.0
4		6.44	1.14	2000.0	0.3	No	650.8	347.9
5		7.72	1.28	2000.0	0.3	No	701.5	375.0
6		15.09	7.37	2000.0	0.3	No	702.8	375.7
7		18.79	3.71	2100.0	0.3	No	731.3	390.9
8		∞	∞	2200.0	0.3	No	1012.7	541.3

Percentuale di errore 0.014 %
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.016





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	422.50
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa o cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [KPa]
1	1.87	1.87	104.63	181.22	1800.00	0.25	19.70	59.11	32.84	49.26	13	29.32
2	4.24	2.37	154.68	267.92	1850.00	0.25	44.27	132.80	73.78	110.66	32	209.11
3	5.31	1.06	319.05	596.89	1900.00	0.30	193.41	676.92	419.04	502.85	N/A	4229.47
4	6.44	1.14	347.89	650.84	1950.00	0.30	236.00	826.02	511.34	613.61	N/A	N/A
5	7.72	1.28	374.97	701.50	1950.00	0.30	274.17	959.59	594.03	712.84	N/A	N/A
6	15.09	7.37	375.68	702.83	1950.00	0.30	275.21	963.25	596.30	715.55	N/A	N/A
7	18.79	3.71	390.88	731.26	2000.00	0.30	305.57	1069.49	662.06	794.48	N/A	N/A
8	00	00	541.33	1012.73	2100.00	0.30	615.37	2153.81	1333.31	1599.97	N/A	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

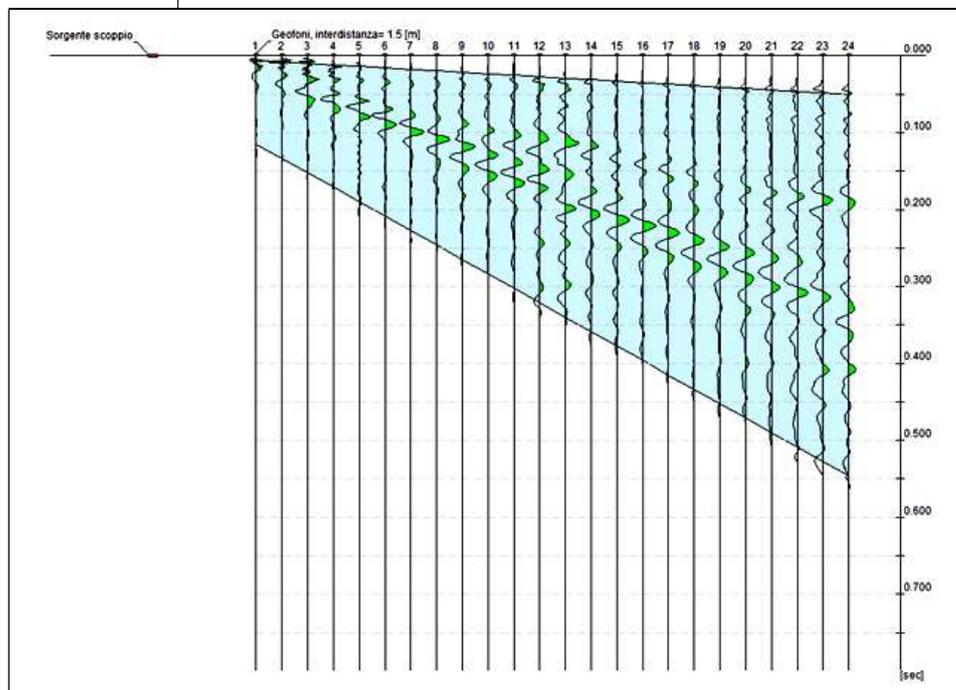
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



REPORT SISMICO 3

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	800.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



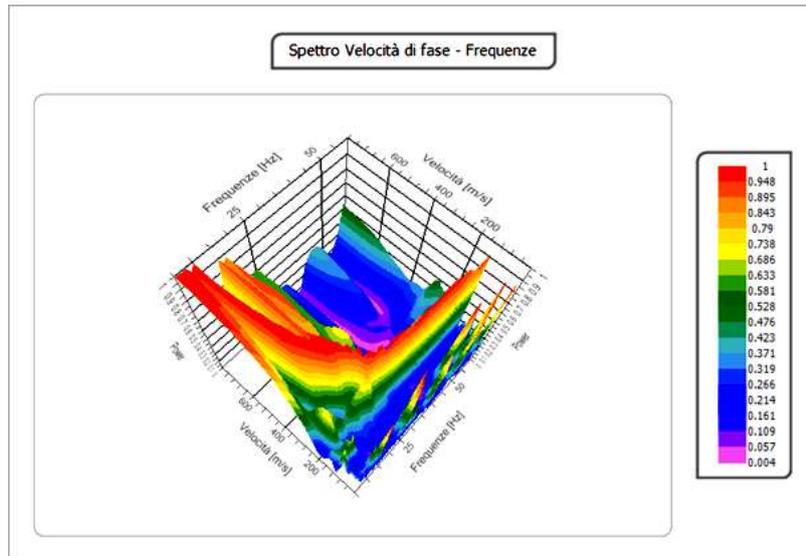
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	100
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



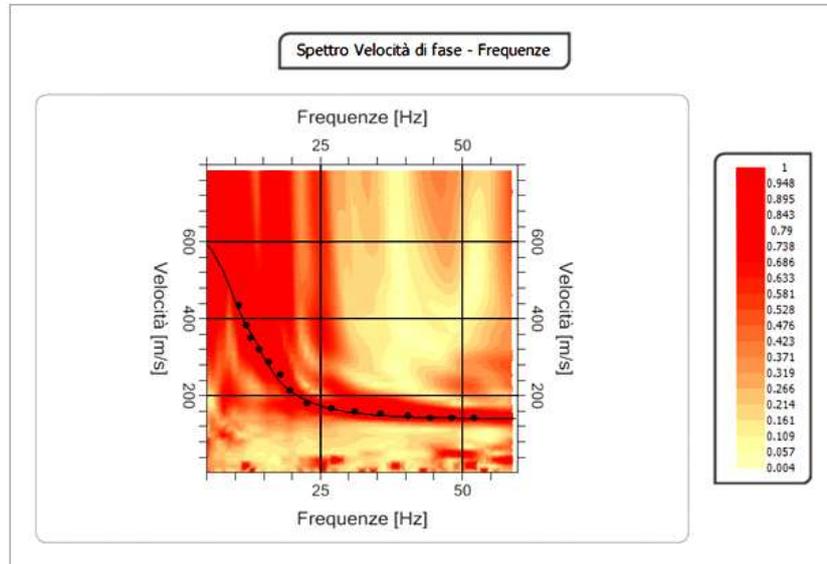
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.7	434.4	0
2	12.1	381.3	0
3	12.7	348.9	0
4	14.3	319.4	0
5	15.9	287.0	0
6	17.9	254.6	0
7	19.7	213.3	0
8	22.8	180.8	0
9	27.0	166.1	0
10	31.0	157.3	0
11	35.7	151.4	0
12	40.5	148.4	0
13	44.4	142.5	0
14	48.2	142.5	0
15	52.2	142.5	0



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	$\Delta\rho$ [m/sec]	V_s [m/sec]
1		2.87	2.87	1850.0	0.3	No	269.9	155.8
2		4.07	1.20	1900.0	0.3	No	519.3	277.6
3		5.57	1.50	1950.0	0.3	No	628.8	336.1
4		7.10	1.53	1950.0	0.4	No	761.0	365.6
5		8.34	1.25	2000.0	0.4	No	820.8	394.3
6		10.12	1.78	2000.0	0.4	No	972.0	466.9
7		15.21	5.09	2000.0	0.4	No	1084.2	520.8
8		19.02	3.81	2100.0	0.4	No	1278.7	614.3
9		21.73	2.71	2200.0	0.4	No	1466.5	704.5
10		00	00	2200.0	0.4	No	1543.9	741.7

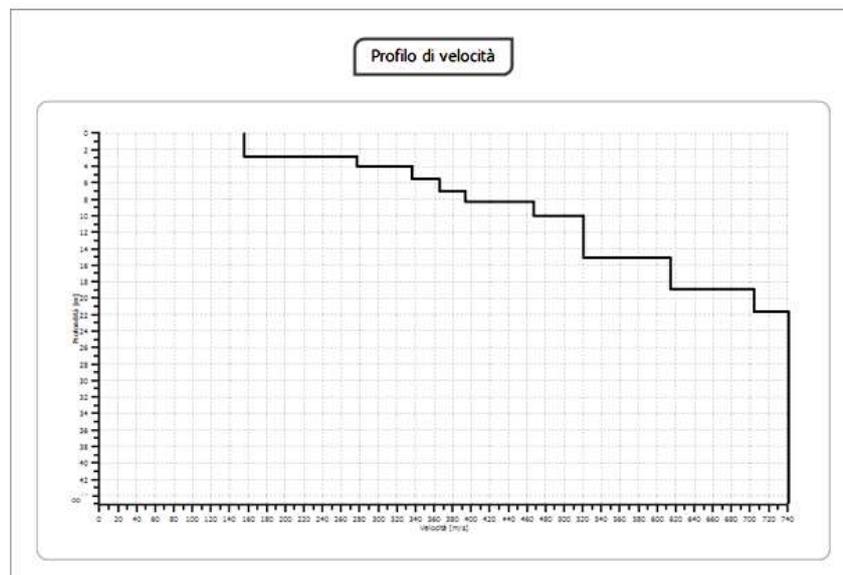
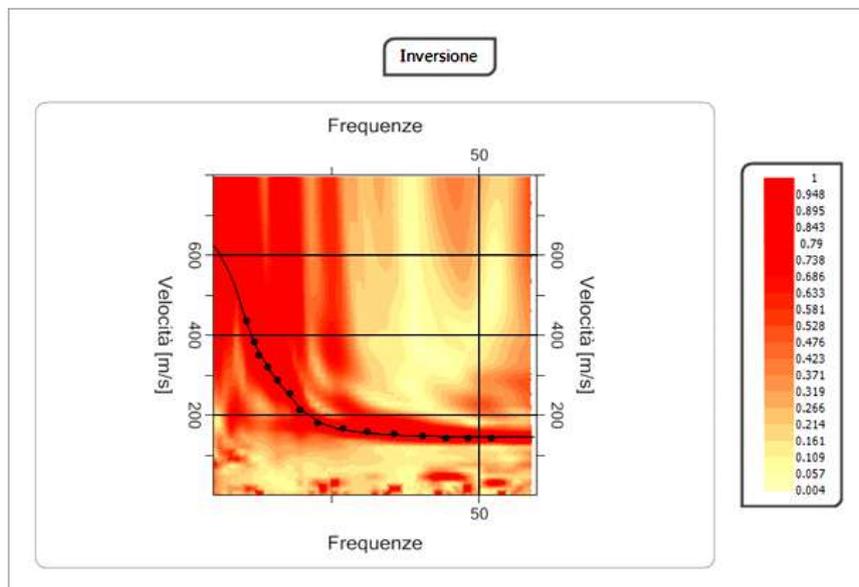
Percentuale di errore 0.024 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.017



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	422.50
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa o cu₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [KPa]
1	2.87	2.87	155.80	269.85	1800	0.25	43.69	131.08	72.82	109.23	28	216.80
2	4.07	1.20	277.56	519.27	1850	0.30	142.52	498.83	308.80	370.56	N/A	3947.27
3	5.57	1.50	336.12	628.82	1900	0.35	214.66	751.30	465.09	558.11	N/A	N/A
4	7.10	1.53	365.60	761.05	1900	0.35	253.95	1100.47	761.86	685.68	N/A	N/A
5	8.34	1.25	394.29	820.78	1950	0.35	303.16	1313.67	909.47	818.52	N/A	N/A
6	10.12	1.78	466.92	971.96	1950	0.35	425.12	1842.20	1275.37	1147.83	N/A	N/A
7	15.21	5.09	520.82	1084.17	1950	0.35	528.94	2292.09	1586.83	1428.15	N/A	N/A
8	19.02	3.81	614.29	1278.74	2000	0.35	754.69	3270.34	2264.08	2037.67	N/A	N/A
9	21.73	2.71	704.51	1466.55	2100	0.35	1042.29	4516.59	3126.87	2814.18	N/A	N/A
10	00	00	741.65	1543.88	2100	0.35	1155.11	5005.46	3465.32	3118.79	N/A	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



*Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di
Foggia – Località C.da Titolo*

REPORT SISMICO 4

Geofono	Distanza (mt)	Quota (mt)
1	0.00	0.00
2	1.50	0.00
3	3.00	0.00
4	4.50	0.00
5	6.00	0.00
6	7.50	0.00
7	9.00	0.00
8	10.50	0.00
9	12.00	0.00
10	13.50	0.00
11	15.00	0.00
12	16.50	0.00
13	18.00	0.00
14	19.50	0.00
15	21.00	0.00
16	22.50	0.00
17	24.00	0.00
18	25.50	0.00
19	27.00	0.00
20	28.50	0.00
21	30.00	0.00
22	31.50	0.00
23	33.00	0.00
24	34.50	0.00



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	37.50 mt
10.93 ms	26.13 ms		43.00 ms
13.07 ms	24.13 ms		41.00 ms
16.80 ms	22.00 ms		39.00 ms
18.00 ms	21.07 ms		38.50 ms
18.93 ms	20.27 ms		36.50 ms
19.33 ms	19.33 ms		35.50 ms
20.93 ms	18.53 ms		35.00 ms
21.47 ms	17.07 ms		34.00 ms
22.67 ms	15.47 ms		33.50 ms
25.60 ms	11.73 ms		32.50 ms
27.20 ms	8.40 ms		32.00 ms
28.00 ms	5.73 ms		31.00 ms
29.87 ms		3.20 ms	30.50 ms
30.80 ms		8.27 ms	30.00 ms
32.40 ms		13.20 ms	29.00 ms
33.07 ms		15.73 ms	28.00 ms
34.80 ms		18.27 ms	28.00 ms
36.27 ms		20.93 ms	27.00 ms
36.93 ms		21.73 ms	25.00 ms
37.60 ms		23.07 ms	24.00 ms
38.80 ms		23.87 ms	21.50 ms
39.60 ms		24.27 ms	19.00 ms
40.40 ms		24.80 ms	12.50 ms
41.20 ms		25.87 ms	7.00 ms



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

- PROFONDITA' STRATI -

Geofoni	2° strato
1	-3.26 mt
2	-3.26 mt
3	-3.26 mt
4	-3.08 mt
5	-2.92 mt
6	-3.06 mt
7	-2.84 mt
8	-2.73 mt
9	-2.95 mt
10	-2.94 mt
11	-3.20 mt
12	-3.26 mt
13	-3.41 mt
14	-3.36 mt
15	-3.65 mt
16	-3.80 mt
17	-3.74 mt
18	-3.67 mt
19	-3.62 mt
20	-3.60 mt
21	-3.58 mt
22	-3.58 mt
23	-3.58 mt
24	-3.58 mt

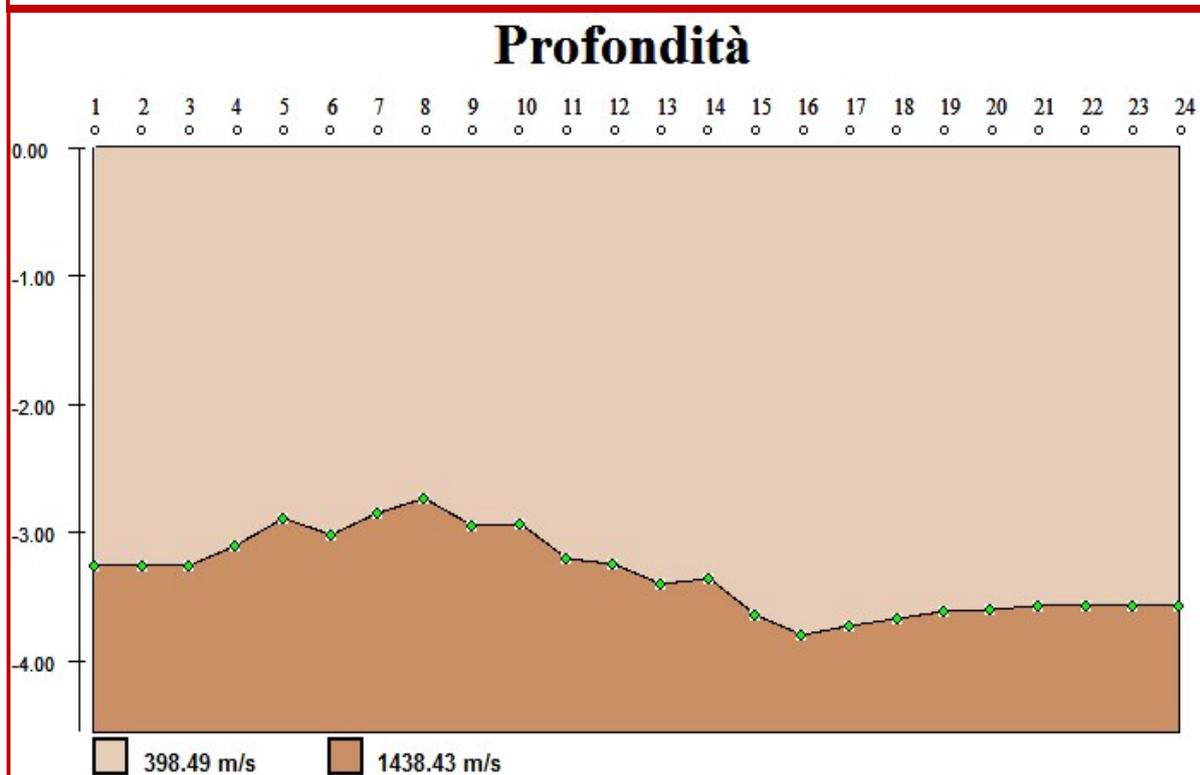
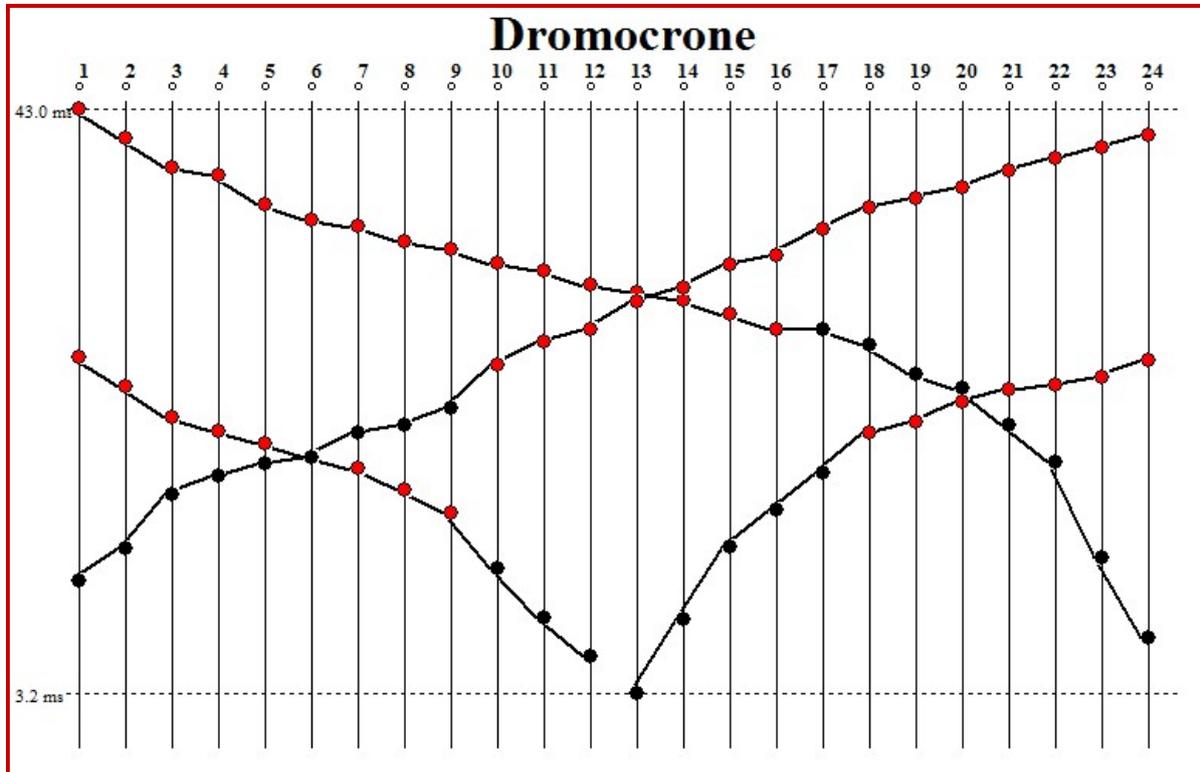
- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	398.49 m/s
Velocità strato n.2	1438.43 m/s



Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo





Progetto Impianto Agro - Voltaico con opere di Connessione - Comune di

Foggia – Località C.da Titolo

MODULI SISMICI

Sismostrati	Gamma dinamico	Poisson	Vp	Vs	E dinamico YOUNG	E statico	Modulo di taglio
1	1700	0.33	398	200.00	1.85E+02	6.18E+01	5.56E+01
2	1800	0.40	1438	300.00	1.77E+03	5.90E+02	5.21E+02
	Kg/m ³		m/s	m/s	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²

R rigidità sismica	Porosità (Rzhesvky e Novik)	ε coefficiente di fondazione	Indice di qualità per rocce
340.00	47.03	1.17	7.96
540.00	37.31	1.12	28.76
t/m ² *s	%		



Risultati MASW

