



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
DI BARI



COMUNE  
DI TORITTO



COMUNE  
DI PALO DEL COLLE



COMUNE  
DI GRUMO APPULA

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO DESTINATO AL PASCOLO DI OVINI E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORITTO (BA) DELLA POTENZA DI CIRCA 30 MW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA NAZIONALE (RTN) MEDIANTE CAVIDOTTO IN MEDIA TENSIONE COLLEGATO ALLA STAZIONE RTN PALO DEL COLLE (BA) ED IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO IN AGRO DI GRUMO APPULA (BA) ALIMENTATO DALLO STESSO IMPIANTO FV**

Potenza nominale cc: 30,38 MWp - Potenza in immissione ca: 29,97 MVA

ELABORATO

**RELAZIONE GEOTECNICA**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice pratica	Documento	Codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD	--	R	2.19_02	-	-	R_2.19_02_RELGEOTECNICA.pdf	02/2022	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	02/02/2022	1° Emissione	GZU	LZU	GZU

PROGETTAZIONE:

**MATE System Unipersonale S.r.l.**

Via Papa Pio XII, n.8 | 70020 - Cassano delle Murge (BA)

tel. +39 080 3072072

mail: info@matesystemsrl.it | pec: matesystem@pec.it



F4 INGEGNERIA

Via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza

tel. +39 0971 1944797 - Fax +39 0971 55452

mail: info@f4ingegneria.it pec: f4ingegneria@pec.it



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della Banzi Solare S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:  
BANZI SOLARE S.R.L.  
S.P 238 Km 52.500  
ALTAMURA

PARTNERSHIP:





REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

**RELAZIONE GEOTENICA**

## Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Localizzazione</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Inquadramento geologico</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Caratteri litologici e geotecnici</b>	<b>11</b>





REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e  
produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in  
agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel  
Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di  
idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula  
(BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

**RELAZIONE GEOTENICA**

---

## 1 Premessa

---

Il presente elaborato è stato redatto in riferimento al progetto finalizzato alla realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico.



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

## RELAZIONE GEOTENICA

## 2 Localizzazione

Il progetto è ubicato in un'area che si trova tra i Comuni di Toritto, Grumo Appula, Palo del Colle e Altamura (BA). In particolare, l'impianto agrovoltivo è previsto su un terreno agricolo presente in loc. Posta Fissa di Toritto; l'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno è invece localizzato su un terreno rientrante nell'area industriale di Mellitto, fraz. Di Grumo Appula; le opere di connessione alla rete elettrica si sviluppano, per una parte, verso la stazione RTN di Palo del Colle, per altra parte, verso l'area destinata alla produzione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno, in agro di Grumo Appula; l'idrogenodotto si sviluppa in parte nel Comune di Grumo Appula e in parte nel Comune di Altamura, territorio nel quale è ubicato il punto di consegna più vicino alla rete SNAM.

La localizzazione delle opere è stata effettuata attraverso una preliminare analisi vincolistica e pianificatoria di una porzione di territorio di circa 720 km<sup>2</sup>, che comprende diversi comuni della provincia sud-occidentale di Bari.

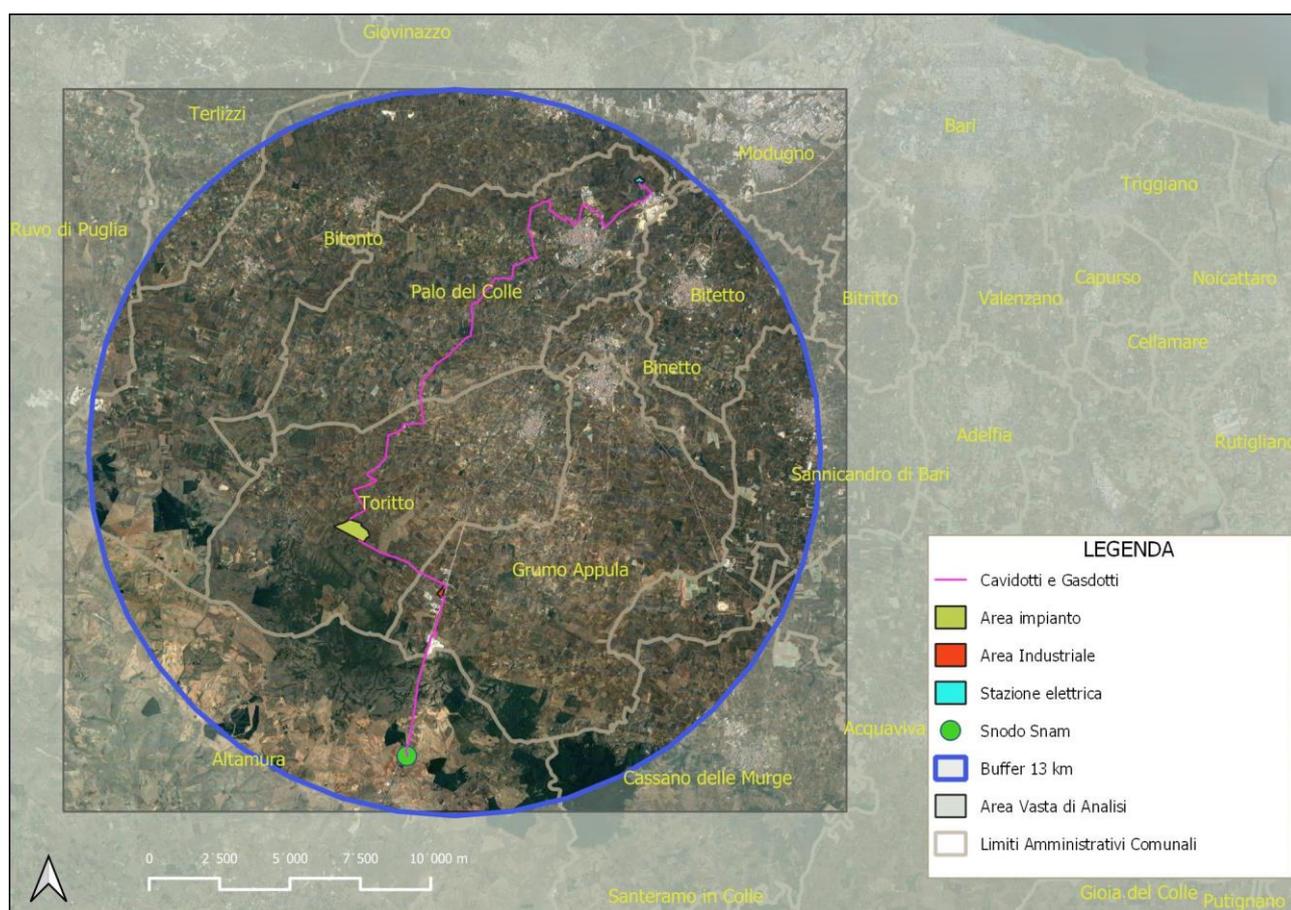


Figura 1: Indicazione di buffer di analisi su base ortofoto

L'analisi di larga scala è stata condotta ai fini della selezione di possibili soluzioni alternative proposte ed in funzione delle quali sono stati sviluppati approfondimenti specifici descritti nello studio di impatto ambientale.



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e  
produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in  
agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel  
Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di  
idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula  
(BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

---

**RELAZIONE GEOTENICA**

Nell'area considerata sono presenti le seguenti reti infrastrutturali:

- la SS96 che collega Gravina in Puglia (e la vicina Basilicata) con Bari; le SP 89 e 97 da Nord-Ovest verso Sud-Est, 68 e 72 da Sud-Ovest verso Nord-Est, la SP71 da Sud verso Nord.
- La linea ferroviaria Bari-Taranto (RFI) e la linea Potenza-Bari (FAL) alla quale si riferisce la stazione di Mellitto, nel comune di Grumo Appula.
- Metanodotto SNAM Bari-Ferrandina.



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

**RELAZIONE GEOTENICA**

### 3 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico, l'area di intervento ricade nei fogli 189 "Altamura" e 177 "Bari" della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nei fogli 454 "Altamura", 437 "Corato" e 438 "Bari" della Carta idro-geomorfologica della Regione Puglia in scala 1:50.000. Tutti i territori comunali interessati, vale a dire Grumo Appula, Toritto e Palo del Colle rientrano nella perimetrazione sismica identificata come zona 3.

In particolare, l'area oggetto si trova in parte nella zona industriale "Mellitto" del comune di Grumo Appula, in parte nel territorio di Toritto ed in parte del territorio di Palo del Colle, in zone sostanzialmente sub-pianeggianti e leggermente degradante verso nord.

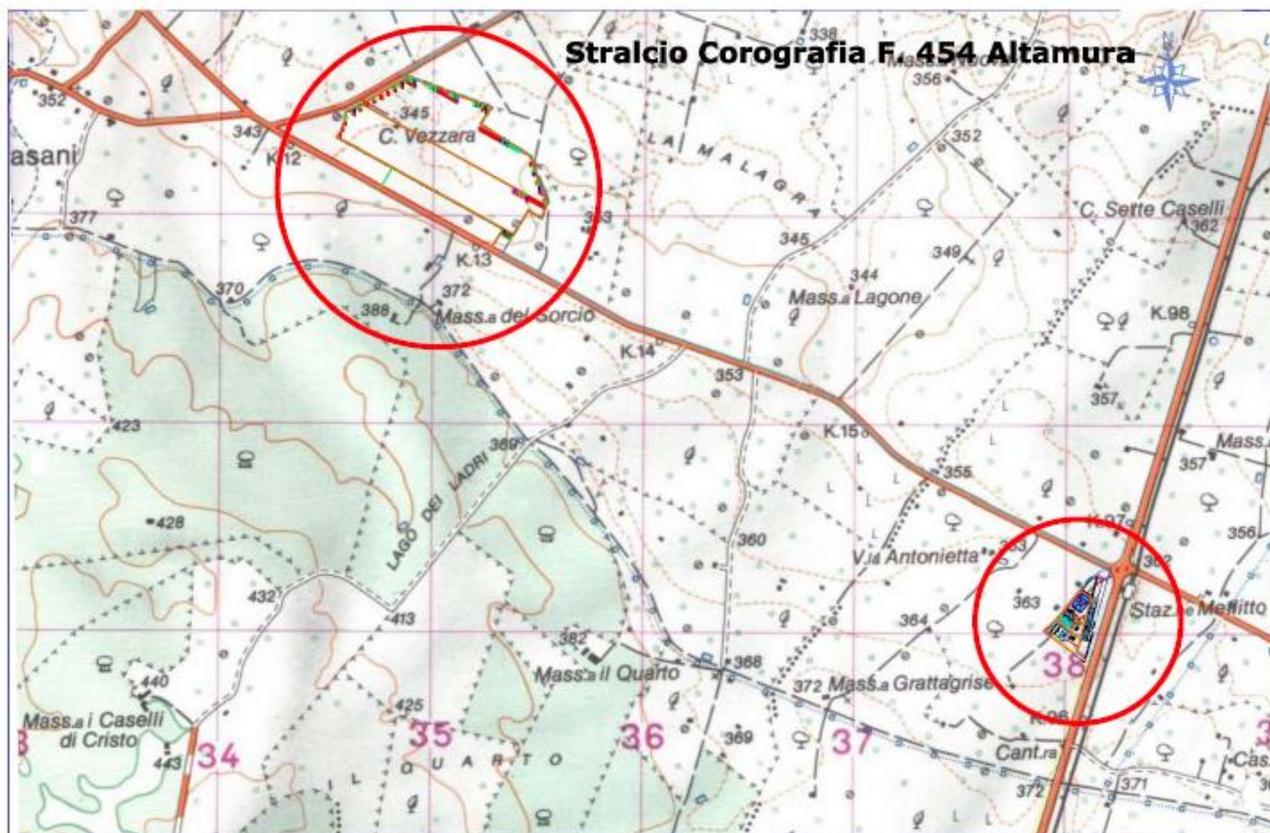
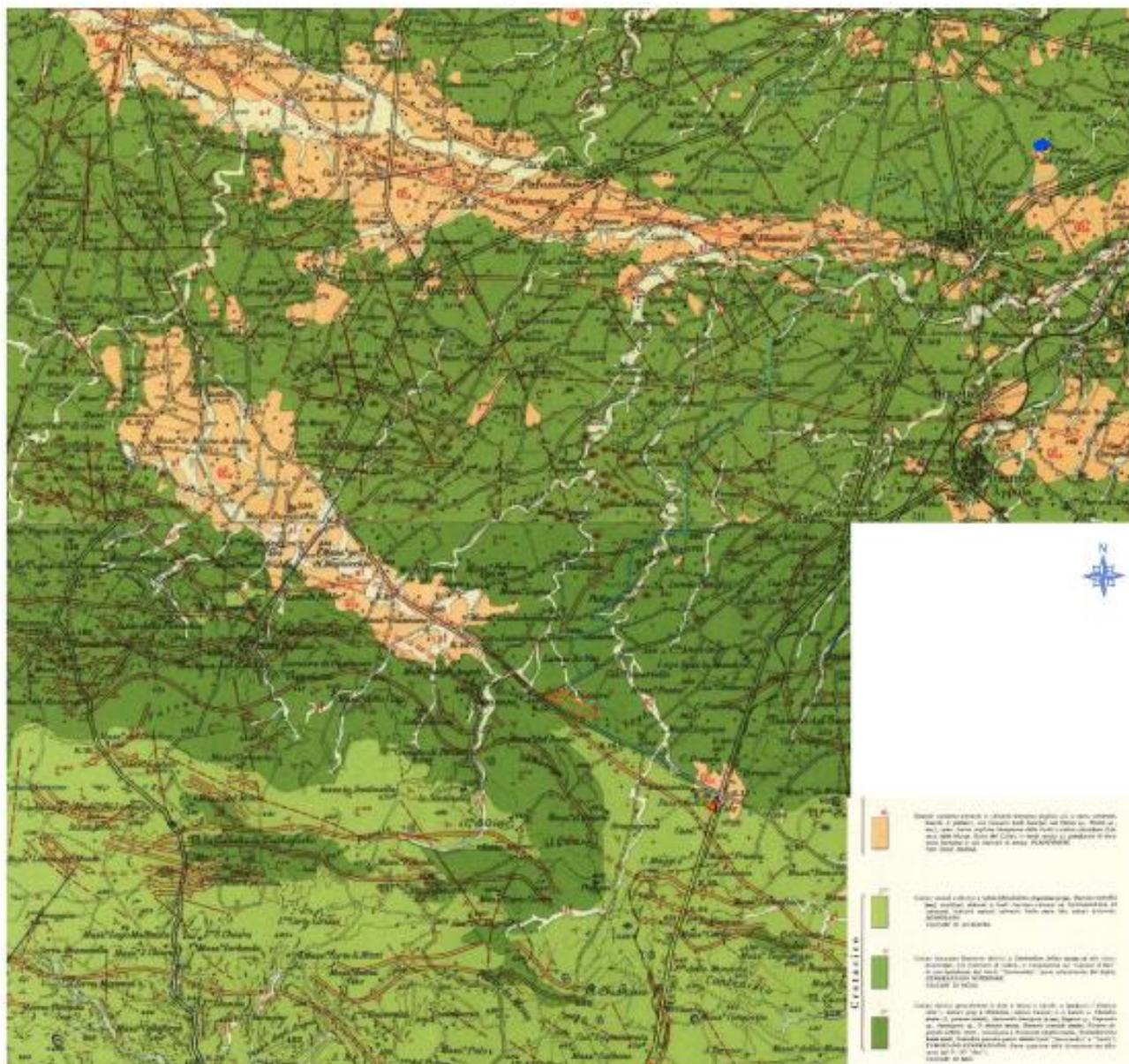


Figura 2: Area di intervento ricadente nel foglio 454 "Altamura" della Carta idro-geomorfologica della Regione Puglia in scala 1:50.000



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e  
produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in  
agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel  
Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di  
idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula  
(BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

**RELAZIONE GEOTENICA**



**Figura 3: Carta geologica d'Italia**



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

## RELAZIONE GEOTENICA

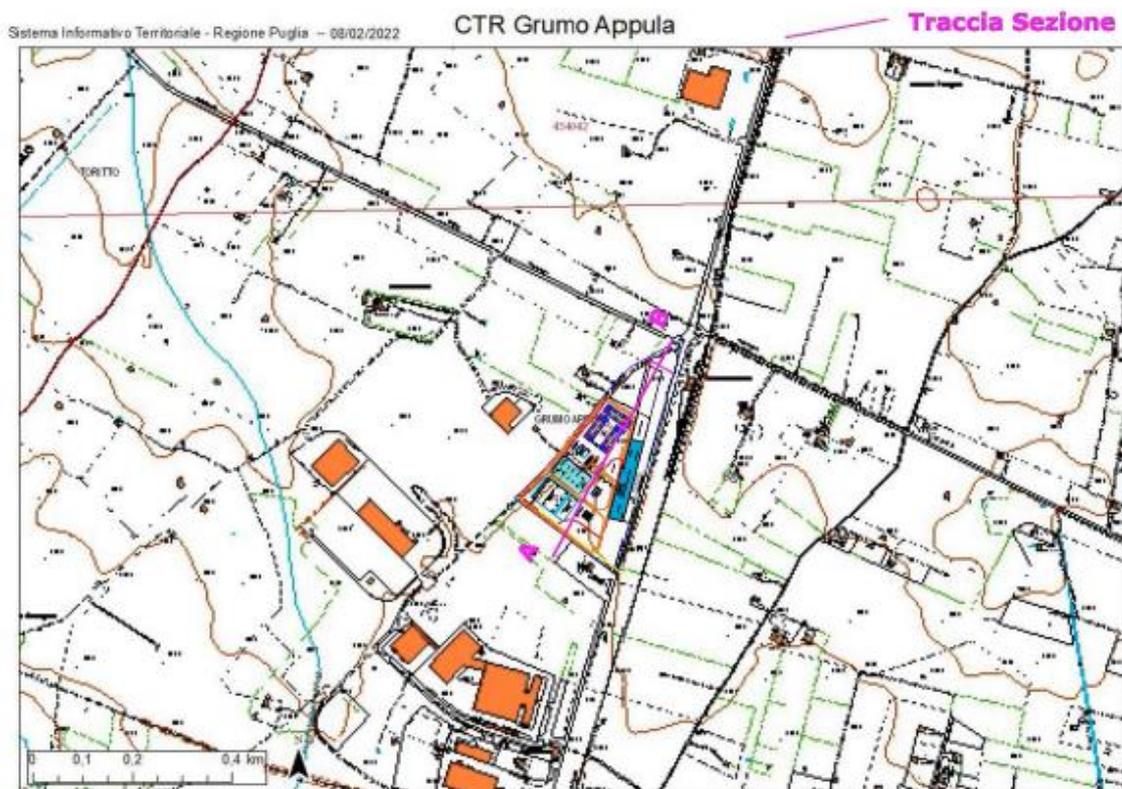


Figura 4: Area di intervento dell'impianto di produzione di idrogeno sulla CTR della Regione Puglia

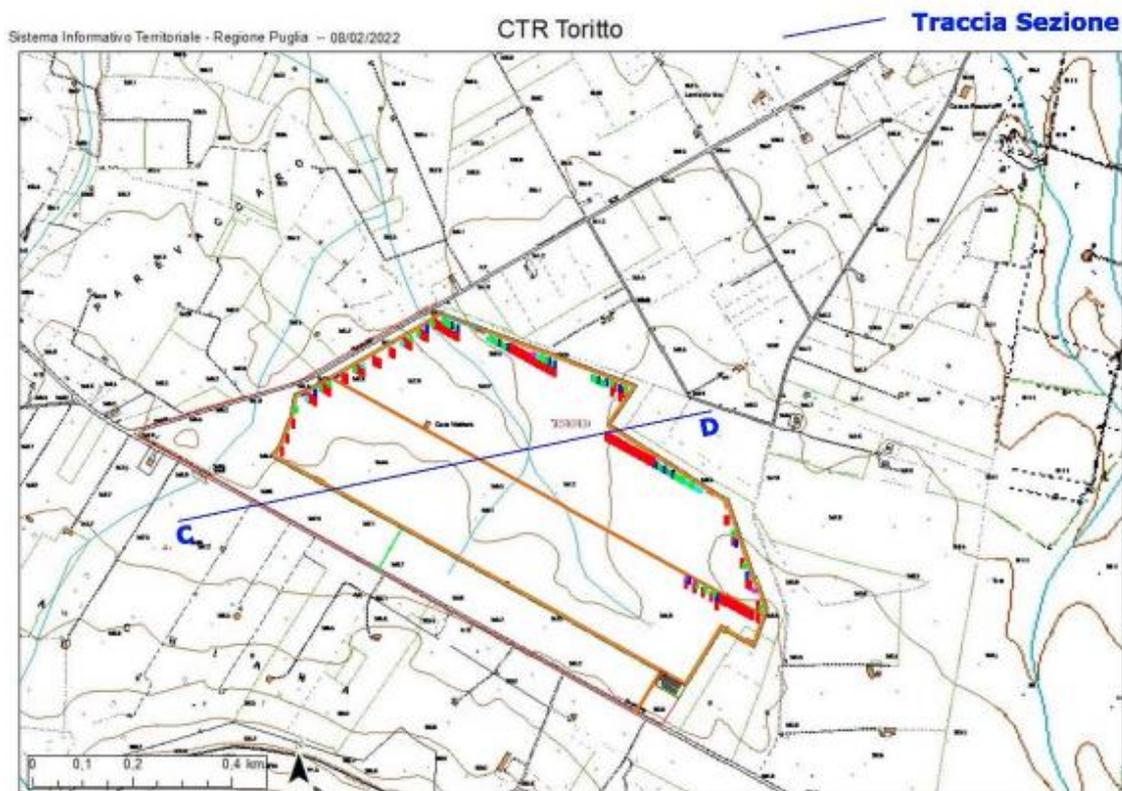


Figura 5: Area di intervento dell'impianto agrivoltaico sulla CTR della Regione Puglia



Il territorio in studio si trova sul confine centro-orientale del dominio geologico della Fossa Bradanica, essa si è iniziata a formare circa 2 milioni di anni fa (Pliocene), nelle ultime fasi dell'orogenesi appenninica, quando il sistema appenninico migrò, causando una progressiva subsidenza delle aree occidentali dell'Avampese Apulo e formando un ampio bacino marino.

Questa evoluzione dell'avanfossa sudappenninica termina circa 1 milione di anni fa, quando l'intero sistema catena-avanfossa-avampese comincia a sollevarsi e la Fossa bradanica a colmarsi progressivamente, riempita dai sedimenti provenienti dalla Catena Appenninica, fino a raggiungere le condizioni attuali.

A pochissimi km dall'area di studio, in direzione nord-est, si incontra il dominio geologico dell'Avampese Apulo, in particolare l'Altopiano delle Murge. Esso è costituito dal complesso mesozoico meglio conosciuto come "Gruppo dei Calcari delle Murge", formati da una potente successione di calcari, calcari dolomitici e, subordinatamente dolomie, formatesi in ambiente marino di relativamente basse profondità e localmente ricoperti da lembi trasgressivi di formazioni plio-quadernarie. La struttura delle Murge è a monoclinale, con immersione degli strati per lo più a SW, complicata da alcune pieghe e faglie variamente orientate, a rigetto modesto e di tipo essenzialmente distensivo. Le rocce carbonatiche delle Murge derivano dalla litificazione di sedimenti formati in un bacino sedimentario di piattaforma carbonatica: in questo ambiente epioceanico per tutto il Cretaceo si è protratta la sedimentazione consentendo, col lento abbassamento del fondo del bacino, l'accumulo della serie carbonatica.

Nel passaggio dal Secondario al Terziario si sono verificate due fasi tettoniche distensive seguite poi, nel Terziario alto (Pliocene), nell'ambito della formazione della Catena appenninica meridionale, da più fasi tettoniche principalmente compressive. Queste fasi tettoniche hanno influito sull'assetto della piattaforma carbonatica apula con la suddivisione in blocchi e la formazione di una serie di blande pieghe anticlinali e sinclinali.

L'attuale altopiano delle Murge rappresenta uno dei blocchi più sollevati. Il quadro litostratigrafico che caratterizza il territorio in studio risulta definito da una successione di rocce calcaree e calcareo-dolomitiche di età cretacea a diverso grado di fratturazione e carsismo, riferibile alla formazione del "Calcare di Bari". Al di sopra dei calcari, sono presenti diverse unità facenti parte delle formazioni della Fossa bradanica, come la "Calcarenite di Gravina", le "Argille subappennine", le "Sabbie di Monte Marano" e il "Conglomerato di Irsina".

Per conoscere le condizioni nelle quali si trovano i terreni in esame, si espongono alcuni brevi cenni sui caratteri geologici dei terreni affioranti nell'area in studio. Assumendo come riferimento la Carta Geologica d'Italia: Foglio 177 "Bari" i terreni affioranti nell'area possono essere distinti, dal basso verso l'alto, in:

- **la formazione del Calcare di Bari;**
- **la formazione del Calcare di Altamura;**
- **la Calcarenite di Gravina;**
- **le Argille Subappennine;**
- **le Sabbie di Monte Marano;**
- **il Conglomerato di Irsina.**

La **Formazione del Calcare di Bari** (Turoniano-Barremiano) comprende calcari, calcari dolomitici e dolomie, e rappresentano il substrato affiorante. I calcari sono detritici microgranulari, biancastre ed avana, ed in genere si presentano in strati e banchi, a luoghi lastriformi, localmente detti a "chiancarelle". Intercalati ad essi si rinvengono dolomie grigie, in strati o bancate massicce.



La giacitura è poco variabile per cui gli strati si presentano ora suborizzontali ora debolmente inclinati a causa di locali disturbi tettonici di debole entità, rappresentati da faglie di modesto rigetto, pieghe o piani di fratturazione. Tali fenomeni determinano la caratteristica anisotropia della formazione calcareo-dolomitica che si manifesta sia in senso orizzontale che in senso verticale, comportando variazioni di condizioni geologico-tecniche anche in aree tra loro molto vicine. Lo stato di fratturazione, unitamente alla natura carbonatica della serie, agevola l'instaurarsi del fenomeno carsico, legato sia alla dissoluzione chimica sia all'azione meccanica delle acque di infiltrazione, le quali contribuiscono direttamente all'allargamento dei giunti di fratturazione e fessurazione. Prodotto ultimo del succitato fenomeno carsico è la formazione di materiale di natura limoso-argillosa (terre rosse) che vanno a depositarsi sotto forma di sacche o vene.

La **formazione del Calcare di Altamura** è costituita da calcari detritici organogeni a grana più o meno fine, con alcuni livelli marnosi e abbondante presenza di Rudiste. La presenza di calcari incrostanti rossastri e terrosi e la leggera discordanza angolare con cui poggia sui Calcari di Bari permette la differenziazione da questi ultimi. Questa formazione, si è sedimentata in un ambiente di mare sottile, con movimenti ascensionali episodici che hanno portato a periodi di erosione subaerea. La presenza di Rudiste e Foraminiferi ha permesso di attribuire questa formazione al Senoniano (Cretaceo Superiore). Lo spessore del Calcare di Altamura si attesta su circa 850 m.

La **Calcarenite di Gravina** è costituita da calcareniti e biocalcareniti ricche in fossili di colore bianco- giallastre, a granulometria da medio-fine a grossolana, a cementazione variabile, con livelli calcisiltitici fini talora intercalati; poggia in trasgressione con discordanza angolare sul Calcare di Altamura e presenta una stratificazione poco evidente o accennata. L'età attribuibile a questi depositi è il Pliocene inferiore (Calabriano). Lo spessore di questa formazione è estremamente variabile e va da pochi metri fino ad un massimo di 50-60 m.

Le **Argille Subappennine** sono costituite da argille siltose intensamente bioturbate contenenti frammenti di bivalvi, briozoi e serpulidi, silt argillosi e, a luoghi, da silt sabbiosi di colore grigioazzurro, con intercalazioni sabbiose o, più raramente, conglomeratiche. La formazione si presenta in strati di spessore variabile da pochi centimetri a oltre un metro; a luoghi si osservano strati gradati normalmente, spesso caratterizzati dalla presenza di strutture quali lamine piano-parallele o ripple. Il limite inferiore della formazione corrisponde ad un passaggio netto in continuità di sedimentazione con la Calcarenite di Gravina. L'età delle argille subappennine dovrebbe essere da attribuire al Pleistocene inferiore (Calabriano). Il loro spessore è molto variabile, va dai pochi metri dell'area di studio fino a diverse centinaia di metri nella zona centrale della Fossa Bradanica.

Le **Sabbie di Monte Marano** sono costituite da sabbie calcareo-quarzose gialle che vanno da fini a grossolane procedendo dal basso verso l'alto dello strato, con laminazioni da piano parallele ad oblique a basso angolo, si presentano fortemente bioturbate. Sono presenti abbondanti fossili marini, soprattutto lamellibranchi. Poggiano sulle argille subappennine in concordanza. L'età è attribuibile anche per esse al Pleistocene inferiore e raggiungono uno spessore massimo di 50-60m.

Il **Conglomerato di Irsina** è formato da depositi prevalentemente conglomeratici, con ciottoli di media grandezza più o meno arrotondati e alle volte appiattiti. Si trova in contatto erosivo sulla formazione delle sabbie di Monte Marano e localmente sulle argille subappennine. Anche questo conglomerato risale al Pleistocene inferiore. Nei pressi dell'area di intervento ha uno spessore di pochi metri, mentre in altre aree della Fossa bradanica (Irsina) può raggiungere i 60 m di spessore. I depositi alluvionali ed eluvio-colluviali recenti sono distribuiti negli alvei dei corsi d'acqua episodici



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

#### **RELAZIONE GEOTENICA**

presenti nel territorio in studio. Sono depositi a prevalente componente pelitica o sabbioso-ghiaiosa e risultano prevalentemente sciolti.

Le giaciture di strato dell'ammasso roccioso calcareo presentano valori di inclinazione compresi tra 5° e 15°, con immersione generalmente verso i quadranti meridionali. Nella zona a nord-est dell'area di intervento, si rileva una sinclinale, con direzione NW-SE. Nella copertura calcarenitica non si rilevano strutture tettoniche e le giaciture degli strati sono sempre sub-orizzontali. Al di sotto della calcarenite, in alcuni punti, si rilevano dei depositi di terra rossa residuale. Questo deposito residuale è la diretta espressione del fenomeno carsico, diffusamente presente nel territorio murgiano, che testimonia la notevole influenza esercitata dalla componente climatica sull'incarsimento della roccia, sul condizionamento dei processi genetici e sull'evoluzione delle stesse forme carsiche. Dal punto di vista geologico strutturale, dall'esame della carta geologica si rileva che nella zona in studio sono presenti dei sistemi di faglie con direzione sia circa appenninica N.O.-S.E. che circa antiappenninica N.E.-S.O.. Sono presenti anche assi di pieghe, sia sinclinali che anticlinali, con direzioni assiali principalmente N.O.-S.E. Queste sono ben visibili a nord-est dell'area di intervento.

Nella zona affiora un ammasso roccioso calcareo variamente fratturato ed alterato con, a luoghi, diffuse terre rosse residuali.



## **4 Caratteri litologici e geotecnici**

L'area che verrà interessata dall'opera in progetto è caratterizzata in affioramento prevalentemente da diverse tipologie di depositi, qui di seguito descritti:

1. **terreno vegetale e depositi eluviali** per uno spessore di m 0.5÷1,5;
2. **rocce calcaree con grado di fratturazione medio-alto** con fratture riempite da terreni residuali passanti verso il basso a rocce calcaree con grado di fratturazione medio per uno spessore di circa m 3;
3. **rocce calcaree con grado di fratturazione medio** con fratture riempite da terreni residuali passanti verso il basso a rocce calcaree con grado di fratturazione medio.

Le formazioni rilevate sul campo coincidono perfettamente con quelli emersi dalla carta geologica.

L'area in studio è collocata sul versante di una sinclinale. Nei dintorni dell'area di intervento non sono presenti salti di pendenza, la zona si presenta subpianeggiante. Il territorio presenta poche manifestazioni morfologiche rilevanti con quote che variano tra 345÷367 m s.l.m.

Non sembrano essere presenti morfologie carsiche epigee o ingressi di morfologie ipogee né all'interno dell'area di intervento, né nei suoi dintorni.

**Le osservazioni condotte su tale area, pongono in evidenza che esistono rocce calcaree mediamente permeabili sia in affioramento che in profondità che non hanno permesso lo sviluppo di un reticolo idrografico superficiale ma provocano una infiltrazione molto rapida della stessa.**

**Dal punto di vista idrogeologico generale, nel sottosuolo dell'area in studio esiste un acquifero sottostante che ha sede nei calcari cretacei e fa parte dell'ampia circolazione idrica dell'acquifero murgiano.**

Nella figura seguente è possibile osservare l'interpretazione stratigrafica del sottosuolo nell'area in studio.



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

## RELAZIONE GEOTENICA

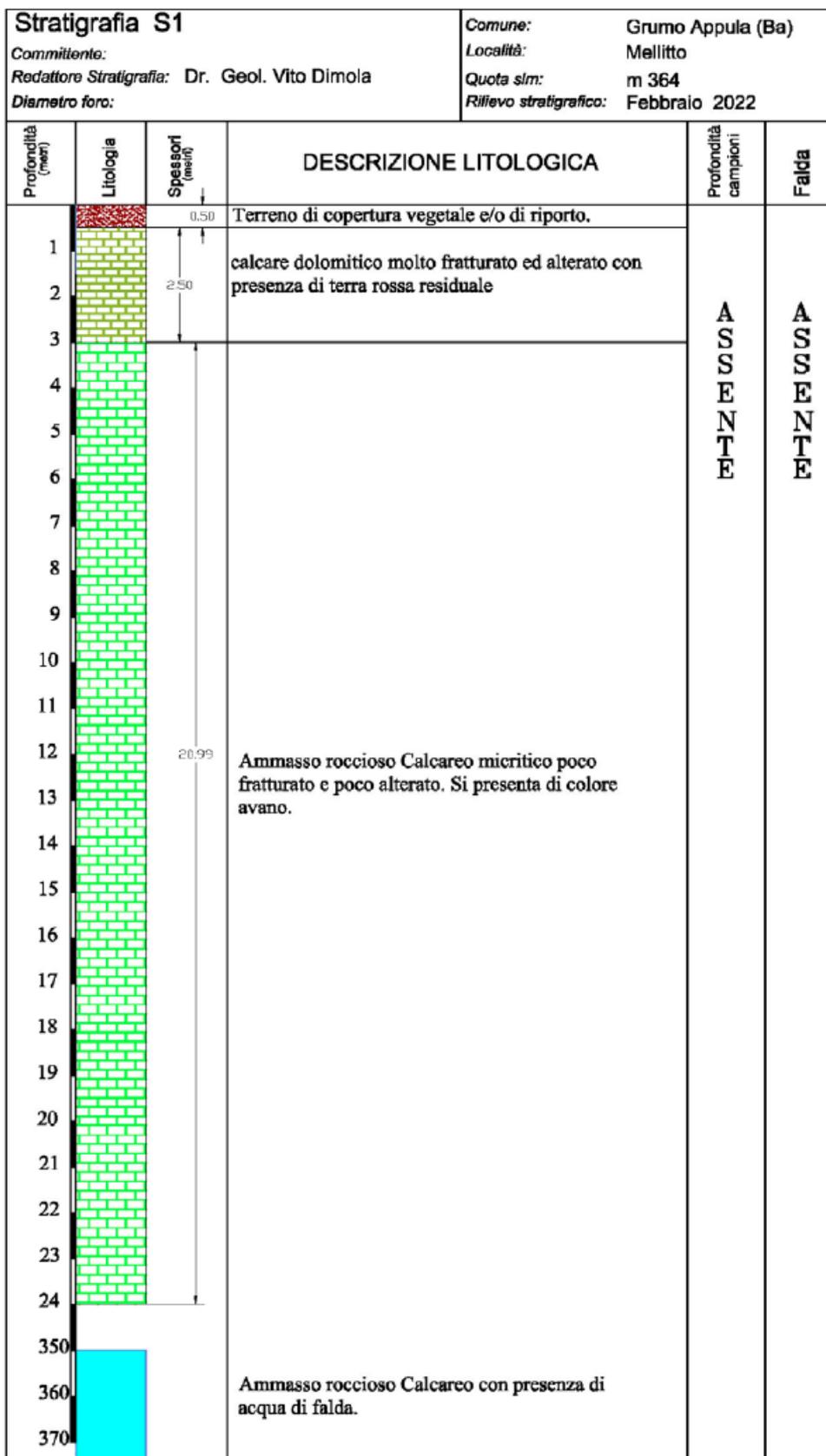


Figura 6: Stratigrafia del sottosuolo



La caratterizzazione geologico-tecnica del sottosuolo è stata compiuta attraverso un'analisi dei dati determinati da prove in sito e dai dati esistenti di bibliografia tecnico-scientifica e relativi a litotipi analoghi a quelli presenti nell'area oggetto d'intervento. Dal punto di vista geologico-tecnico i litotipi presenti nelle aree d'intervento possono essere suddivisi in tre principali unità:

- **unità Calcarea-Dolomitica Cretacea;**
- **unità Calcarenitica Pleistocenica;**
- **unità Terre Rosse residuali.**

Nelle tabelle seguenti sono illustrati i parametri principali che ne descrivono il comportamento meccanico per ciascuna di esse.

ammasso roccioso calcareo					
W	Umidità naturale		(%)		
$\gamma_v$	peso di volume naturale	21	KN/m <sup>3</sup>	2,141	g/cm <sup>3</sup>
Cu	coesione non drenata (valido per le terre)		KN/m <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup>
q	resistenza alla compressione			300÷600	Kg/cm <sup>2</sup>
c	coesione puntuale			150	Kg/cm <sup>2</sup>
c <sub>amm</sub>	coesione ammasso roccioso	300	KN/m <sup>2</sup>	3,06	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	angolo di attrito	35÷45	°	35÷45	°
$\mu$	modulo di poisson	0,20÷0,30			
E	Modulo Edometrico (valido per le terre)		KPa		Kg/cm <sup>2</sup>
Ed	Modulo di Young dinamico	3418 ÷ 9389	Mpa		
Es	Modulo di Young statico	355 ÷ 1197	Mpa		
Gd	Modulo di taglio dinamico	1188 ÷ 4120	Mpa		
Gs	Modulo di taglio statico	143 ÷ 496	Mpa		
Rm	rimbalzo martello di Schmidt	22			
KW x	costante di Winkler orizzontale	350	N/cm <sup>3</sup>	35,69	Kg/cm <sup>3</sup>
KW y	costante di Winkler orizzontale	350	N/cm <sup>3</sup>	35,69	Kg/cm <sup>3</sup>
KW z	costante di Winkler verticale	450	N/cm <sup>3</sup>	45,89	Kg/cm <sup>3</sup>

**Tabella 1: Caratteristiche geotecniche dell'unità 1**



REG. PUGLIA – PROV. DI BARI – COMUNI DI TORITTO, PALO DEL COLLE, GRUMO APPULA  
 Realizzazione di impianto agrifotovoltaico destinato a pascolo di ovini e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Toritto (BA) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Palo del Colle (BA) e di impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in area industriale dismessa nel Comune di Grumo Appula (BA) alimentato dallo stesso impianto fotovoltaico

**RELAZIONE GEOTENICA**

ammasso roccioso calcarenitico					
W	Umidità naturale		(%)		
$\gamma_v$	peso di volume naturale	15÷18	KN/m <sup>3</sup>	1,5÷1,8	g/cm <sup>3</sup>
n	porosità	54	%		
C	compattezza	0,46			
$\mu$	modulo di poisson	0,25÷0,32			
Cu	coesione non drenata (valido per le terre)	250	KN/m <sup>2</sup>	2,55	Kg/cm <sup>2</sup>
q	resistenza alla compressione			5÷20	Kg/cm <sup>2</sup>
c	coesione ammasso roccioso	125	KN/m <sup>2</sup>	1,27	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	angolo di attrito	24÷30	°	24÷30	°
E	Modulo Edometrico (valido per le terre)		KPa	200,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Ed	Modulo di Young dinamico	5509÷9654	Mpa		
Es	Modulo di Young statico	275÷644	Mpa		
Gd	Modulo di taglio dinamico	2087÷3771	Mpa		
Gs	Modulo di taglio statico		Mpa		
	rigidità sismica	20579÷28382	m/s*KN/m <sup>3</sup>		
KW x	costante di Winkler orizzontale	80	N/cm <sup>3</sup>	8,16	Kg/cm <sup>3</sup>
KW y	costante di Winkler orizzontale	80	N/cm <sup>3</sup>	8,16	Kg/cm <sup>3</sup>
KW z	costante di Winkler verticale	80	N/cm <sup>3</sup>	8,16	Kg/cm <sup>3</sup>

Tabella 2: Caratteristiche geotecniche dell'unità 2

Terra Rossa Residuale Limo-argilloso					
W	Umidità naturale	30	(%)		
$\gamma_v$	peso di volume naturale	18,95	KN/m <sup>3</sup>	1,932	g/cm <sup>3</sup>
$\gamma_d$	peso di volume secco	14,6	KN/m <sup>3</sup>	1,489	g/cm <sup>3</sup>
$\gamma_{sat}$	peso di volume saturo	19,66	KN/m <sup>3</sup>	2,005	g/cm <sup>3</sup>
$\gamma_s$	peso specifico	26,3	KN/m <sup>3</sup>	2,682	g/cm <sup>3</sup>
e	indice dei vuoti	0,82			
n	porosità	45,06	(%)		
Sr	Grado di saturazione	78,85	(%)		
Ghiaia		0	(%)		
Sabbia		3,97	(%)		
Limo		56,76	(%)		
Argilla		39,28	(%)		
LL	Limite Liquido		(%)		
LP	Limite Plastico		(%)		
IP	Indice Plastico		(%)		
Cu		195,5	KN/m <sup>2</sup>	1,99	Kg/cm <sup>2</sup>
c	coesione	19,5	KN/m <sup>2</sup>	0,20	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	angolo di attrito	24÷25	°	24÷25	°
Ed	Edometrica		KPa	103÷123	Kg/cm <sup>2</sup>
CNR-UNI		A - 7-5 MH			

Tabella 3: Caratteristiche geotecniche dell'unità 3





Per quanto riguarda la determinazione del valore della massima pressione ammissibile sul terreno, sono ben note le difficoltà di fare riferimento a procedimenti teorici di calcolo a causa della complessità della caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, quale quello in oggetto.

Infatti il comportamento geomeccanico di un ammasso roccioso è subordinato alla conoscenza di parametri di difficile determinazione, quali: la resistenza a compressione delle pareti dei giunti, i coefficienti di rugosità, l'angolo di attrito di base dei giunti, la scabrezza, ecc. L'esatta valutazione dei suddetti parametri, che serve a definire la legge che collega la resistenza al taglio di picco nei giunti con gli sforzi normali effettivi, può avvenire soltanto attraverso sofisticate ed onerose prove di laboratorio ed in sito, che esorbitano dalle finalità stabilite dalla presente relazione.

Pertanto si farà riferimento a parametri geomeccanici ricavati da prove in sito e da relazioni empiriche. Considerando per la parte di roccia integra una resistenza a compressione semplice pari a 300 Kg/cm<sup>2</sup> (valore min. mis.) ed un angolo di attrito pari a 45° e considerando lo stato di fratturazione dello strato su cui poggeranno le fondazioni ed applicando la relazione di Moven e Avramova-Tacheva (1970) che tiene conto delle discontinuità a metro lineare di roccia, dell'angolo di attrito lungo le superfici dei giunti e della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, si ha che:

- 1) la coesione in sito sarà pari a:

$$\frac{c_{amm}}{c_{lab}} = 0.114 \cdot e^{-0.48 \cdot (i-2)} + 0.02$$
$$c_{amm} = c_{lab} \cdot 0.114 \cdot e^{-0.48 \cdot (i-2)} + 0.02 = 150 \cdot 0.114 \cdot e^{-0.48 \cdot (12-2)} + 0.02$$
$$= 3.05 \text{ kg/cm}^2$$

- 2) il carico di rottura unitario, quindi, sarà pari a:

$$\sigma = 2 \cdot c_{amm} \cdot \left[ \text{tg} \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 = 2 \cdot 3.05 \cdot \left[ \text{tg} \left( 45^\circ + \frac{45^\circ}{2} \right) \right]^2 = 35.5 \text{ kg/cm}^2$$

In definitiva, nel seguito si riportano le caratteristiche geotecniche delle formazioni presenti:

- **terreno vegetale e depositi eluviali:**

$$\gamma_m = 1.80 \text{ g/cm}^3$$
$$\phi = 22^\circ \div 25^\circ$$
$$\sigma_r = 2.0 \text{ kg/cm}^2$$
$$\sigma_{SLU} = 0.86 \text{ kg/cm}^2$$

- **terre rosse residuali:**

$$\gamma_m = 1.93 \text{ g/cm}^3$$
$$\phi = 24^\circ \div 25^\circ$$
$$c = 0.20 \text{ kg/cm}^2$$
$$c_u = 1.10 \div 1.90 \text{ kg/cm}^2$$
$$\sigma_r = 2.2 \text{ kg/cm}^2$$



$$\sigma_{SLU} = 0.95 \text{ kg/cm}^2$$

▪ **unità calcarea:**

$$\gamma_m = 2.14 \div 2.35 \text{ g/cm}^3$$

$$\phi = 35^\circ \div 45^\circ$$

$$c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_{amm} = 3.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = 35.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{SLU} = 15.0 \text{ kg/cm}^2$$

Sulla scorta di quanto detto in precedenza si è potuto definire il modello geologico e geologico-tecnico che caratterizza l'area di intervento, che risulta così definito:

- il sottosuolo dell'area di intervento risulta costituito da una successione di rocce calcaree che si presenta più fratturato ed alterato nella parte più superficiale per poi diventare meno fratturato e meno alterato più in profondità;
- nell'area d'intervento non sono presenti forme di carsismo epigeo come doline, vore o pozzi carsici che risultano ubicate principalmente a nord-est rispetto all'area di interesse;
- il livello statico della falda acquifera carsica di base, per la zona in studio, si attesta ad una profondità di circa m 360 dal p.c., con uno carico piezometrico di circa 10 m s.l.m., pertanto non sussistono problemi d'interazione tra la stessa e le opere o manufatti da realizzare.

In conclusione si può dunque asserire che l'attuazione del progetto è possibile, anche se le dovute attenzioni da rivolgere alla tipologia di fondazione scelta. Particolare cura dovrà essere rivolta nella messa in opera delle opere di captazione e smaltimento delle acque piovane e delle opere fognarie, in modo da evitare infiltrazioni e ristagni idrici al livello e sotto i piani fondali, con conseguente scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e successivo innesco di possibili cedimenti differenziali.

Dal punto di vista geologico, idrogeologico, morfologico, idraulico e sismico la realizzazione dell'intervento, così come proposto, non modificherà l'assetto dell'intera area e non creerà fenomeni di instabilità di alcun genere. Atteso tutto ciò, considerato i carichi trasmessi al terreno di fondazione, l'intervento proposto, dal punto di vista geologico, idrogeologico, morfologico e sismico, si ritiene ammissibile.