

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 1 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

METANODOTTO

**Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera
DN 100 (4'') – 75 bar**

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

0	Emissione per permessi	V. VACCARO	G. VECCHIO	M.BEGINI	30/04/19
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 2 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	Introduzione	3
1.2	Normativa di riferimento	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	7
2.1	Lineamenti geologici generali	7
2.2	Situazione geologica e geomorfologica dell'area	8
2.3	Faglie attive e capaci	11
2.4	Situazione geomorfologica locale	12
2.5	Interferenze con Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)	12
2.6	Idrogeologia	14
3	CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GETOECCNICA	16
3.1	Sondaggi meccanici e prove geotecniche in sito	16
3.2	Ricostruzione stratigrafica e parametri geotecnici	18
3.3	Indagine geofisica con metodo sismico MASW	19
4	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	22
4.1	Modello geologico	22
4.2	Modello geotecnico	22
5	CONCLUSIONI	24
6	ANNESI E ALLEGATI	25

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 3 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

1 GENERALITA'

1.1 Introduzione

La presente relazione geologico-tecnica si riferisce allo studio ed alla caratterizzazione degli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici dell'allacciamento denominato Met. "All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') - 75 bar", di proprietà della Snam Rete Gas S.p.A., e sito in parte al Foglio di mappa n. 132 particelle 76, 179, 180, 78, 79, 104, 163, 164, 80, ed in parte al Foglio n. 118 mappale 27 per poi terminare nel Foglio 119 mappale 12 del Comune di Lucera (FG).

L'allacciamento in progetto prenderà origine dal tratto di metanodotto in esercizio e denominato Met. "All.to HELIOS DN 100 (4'') - 75 bar", nel tratto a monte dell'impianto P.I.D.A. n. 4170023/1, dal quale si staccherà con un pezzo a TEE e terminerà nell'area impianto PIL+VDR+PIDA (Fg 119 p.la 12) in cui sarà allocato il fabbricato B5.

Lo scopo del presente documento è la caratterizzazione dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area.

Per la definizione di dettaglio della successione stratigrafica del terreno, nonché per risalire alle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area in esame, sono stati effettuati dei sopralluoghi e dei rilievi. Tali attività, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico reperite ed acquisite tramite la consultazione di cartografie esistenti e facendo riferimento alla relazione geologica fornitaci dalla committenza, hanno permesso di chiarire la situazione geomorfologica di superficie.

Sono stati delineati, infatti, sulla base del rilevamento geologico, i principali litotipi, il loro assetto stratigrafico, i rapporti esistenti tra i sedimenti a contatto e come gli stessi possano condizionare la circolazione idrica sotterranea, in funzione delle caratteristiche idrogeologiche.

Relativamente alla caratterizzazione della litostratigrafia ed alla rappresentazione elasto-meccanica del sottosuolo si fa riferimento ad indagini geognostiche fornite dalla committenza, e relativa allo stesso progetto, che consistono in n.1 sondaggio a carotaggio continuo. Durante l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo sono stati effettuati prelievi di n. 2 campioni indisturbati al fine di caratterizzare più dettagliatamente, dal punto di vista litologico e stratigrafico, l'area interessata dall'intervento in progetto.

Inoltre, si fa riferimento ad n. 1 indagine geofisica attiva con metodo sismico M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Seismic Waves) e passiva Re.Mi (Refractor Microtremor) su uno stendimento della lunghezza totale di 30 ml.

L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 4 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

Le indagini eseguite, riportate nell'Allegato 1, hanno consentito di ricostruire il modello geologico e geotecnico del sito.

Infine si evidenzia che è stata già redatta dalla TEXO, una relazione geologica tecnica per il medesimo progetto, a cui si fa esplicito riferimento per la redazione dello studio geologico tecnico del corridoio interessato dal tracciato del metanodotto.

1.2 Normativa di riferimento

Per la realizzazione della relazione in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica con le seguenti disposizioni:

- **Legge del 02.02.1974 n. 64**
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche e successive integrazioni.
- **AGI-Associazione Geotecnica Italiana**
Raccomandazioni sulla programmazione e esecuzione delle indagini geotecniche, 1977
- **Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24.01.1986**
Norme Tecniche relative alle costruzioni antisismiche.
- **Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici dell'11.03.1988**
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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Circolare del Ministro dei Lavori Pubblici dell'11.03.1988**
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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Circolare del Ministro dei Lavori Pubblici n. 30483 del 24.09.1988**
Istruzioni 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Legge dell'11.02.1994 n. 109**
Legge quadro in materia di lavori pubblici (Legge Merloni).
- **AGI-Associazione Geotecnica Italiana**
Raccomandazioni sulle prove Geotecniche di laboratorio, 1994
- **Circolare 09.01.1996 n. 218/24/3**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 5 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.

- **Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16.01.1996**
Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche.
- **Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Autorità di Bacino della Puglia**
Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con Del. Del comitato istituzionale n° 25 del 15 dicembre 2004 e approvato il 30/11/2005.
- **Decreto del Presidente della Repubblica del 21.12.1999 n. 554**

Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3 della legge 11.02.1994, n. 109 e successive modificazioni.
- **Decreto del Presidente della Repubblica del 05.06.2001 n. 328**
Regolamento attuativo dell'art. 1, comma 18 della Legge n. 4 del 14.01.1999.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio 20.03.2003 n. 3274**
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 02.10.2003 n. 3316**
Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 03.05.2005 n. 3431**
Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio 28.04.2006 n. 3519**
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **Decreto Ministeriale 17.01.2018**
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica".

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 6 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

- Circolare applicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.01.2019 n. 7**
 Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 7 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1 Lineamenti geologici generali

La Puglia, per il suo assetto strutturale, collocato nel più ampio contesto geologico dell'Italia Meridionale, può essere suddivisa in 3 settori, allungati in senso appenninico (NW-SE), e ciascuno appartenente ad una ben precisa unità stratigrafica o morfologico-strutturale.

Procedendo dalla linea di costa adriatica verso l'interno, si riconoscono: il settore di avampaese, il settore di avanfossa e il settore di catena.

L'unità carbonatica apulo-garganica mesozoica affiorante in corrispondenza dei rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento, costituisce il settore di avampaese Sud appenninico o adriatico. Il settore di avanfossa ospita il Tavoliere delle Puglie e la Fossa Bradanica e fa parte dell'avanfossa Sud appenninica che si estende dal Golfo di Taranto al litorale di Termoli. Questo settore di avanfossa è costituito da una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese ove affiorano rocce clastiche Plio-Pleistoceniche senza soluzione di continuità e di potenza apprezzabile.

I rilievi dell'Appennino Dauno rappresentano infine il settore di catena. Si tratta di una stretta fascia che si sviluppa in senso appenninico nell'estrema parte nord-occidentale della Puglia in cui affiorano essenzialmente formazioni cenozoiche terrigene in facies di Flysh, ricoperte limitatamente da depositi clastici plio-pleistocenici. Il Promontorio del Gargano, a causa delle vicissitudini tettonico-strutturali e quindi di sedimentazione che lo hanno caratterizzato, risulta per tanto costituire un corpo isolato sia dal resto della Regione che della Penisola. A causa infatti di intensi sollevamenti prodotti nel Miocene medio che condussero all'emersione della quasi totalità delle rocce attualmente affioranti e al contemporaneo instaurarsi di una rete di faglie distensive (NO-SE e O-E), che favorivano lo sprofondamento delle regioni marginali del promontorio, il Gargano venne a costituire un'isola separata dall'Appennino e dalle Murge da un braccio di mare in corrispondenza della Fossa Bradanica.

Per le Murge il discorso risulta essere differente, ma pur sempre legato al suo assetto strutturale. Le dislocazioni tettoniche che cominciarono a prodursi allorché la piattaforma carbonatica apula andò a far parte del sistema geodinamico dell'orogenesi appenninica, produssero profonde deformazioni strutturali. L'attuale area delle Murge alte assunse un assetto strutturale di esteso Horst e le attuali aree della Fossa Bradanica di ampi Graben.

La tettonica della Penisola Salentina, interessata dal progetto, sia di tipo plicativo che disgiuntivo, ha dato luogo a dolci pieghe con strette anticlinali e ampie sinclinali orientate in direzione appenninica (NNO-SSE o NO-SE) caratterizzate da deboli pendenze degli strati che solo raramente superano i 15°. Le anticlinali presentano generalmente uno sviluppo asimmetrico, con fianchi sud occidentali più ampi e dolci di quelli opposti, e spesso interrotti da faglie, la cui presenza è evidenziata da liscioni, brecce di frizione e contatti giaciture anomali. L'origine delle faglie è invece legata a quell'intensa attività tettonica che ebbe inizio verso la fine del periodo cretaceo. Durante questa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 8 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

prima fase tettonica si realizzarono due principali sistemi di fratturazione, il primo con direzione NO-SE che diede origine, tra l'altro, alla fossa tettonica (Graben) che separò il Salento dalle Murge; l'altro, con andamento NNO-SSE, che fu precedente al successivo sollevamento delle Serre salentine. Tra la fine del Miocene e l'inizio del Pliocene, una nuova fase tettonica, che riattivò le faglie tardo cretache, causò l'emersione di alcune dorsali asimmetriche.

Le dorsali, che corrispondono ad alti strutturali (Horst), costituiscono le Serre salentine, mentre le valli fra loro interposte, rappresentano aree depresse (Graben) nelle quali si depositarono i sedimenti che diedero origine alle formazioni geologiche più recenti.

2.2 Situazione geologica e geomorfologica dell'area

L'area in esame, situata nel territorio comunale di Lucera (FG), è caratterizzata dall'affioramento di due unità litologiche riferibili essenzialmente: alle Argille Marnose grigio-azzurre (Pliocene-Pleistocene inf.), substrato dei Depositi Alluvionali Terrazzati di V ordine (Pleistocene - Olocene).

Di seguito ne vengono descritte le principali caratteristiche litologiche dall'alto verso il basso stratigrafico intercettate o poste nelle immediate vicinanze del tracciato:

a) Depositi Alluvionali Terrazzati del V ordine "TGF" (Pleistocene Sup.)

Intercettate per la maggior parte del tracciato, sono costituite da successioni eteropiche di sabbie, limi ed argille, originatesi per fenomeni di decantazione nella allora piana alluvionale, conseguentemente ad episodi di alluvionamento, e di scarsi depositi ghiaiosi in matrice argilloso-limoso e/o sabbiosa, con ciottoli calcarei calcareo-marnosi e silicei. Molto spesso si presentano sotto forme lentiformi con la prevalenza della frazione limo-argillosa e, solo subordinatamente, di quella ghiaiosa. La colorazione varia dal grigiastro al marroncino con sfumature giallastre in corrispondenza di livelli ossidati.

Lo spessore di tali materiali è variabile sia per l'andamento irregolare del substrato che per gli interventi antropici (lavorazione agraria) e comunque come emerso dalle indagini geognostiche eseguite, inferiore ai 10 m. Infatti, nel sondaggio **S1** sono stati rinvenuti fino alla profondità di 9.30 m, di cui il primo metro è costituito da materiale caotico, humificato, di colore dal marroncino al brunastro, rimaneggiato, plastico, per niente consistente e con abbondanti resti vegetali.

I restanti 8.30 m si presentano, invece, come limi argillosi e limi sabbiosi, di colore marroncino-brunastro inglobanti clasti e livelli ghiaiosi. I ciottoli sono eterometrici, con dimensioni variabili da qualche millimetro fino ad un max di un decimetro; sono poligenici, da sub-arrotondati a sub-angolari. Tale deposito si presenta umido, da poco a mediamente addensato nei livelli più superficiali, con grado di addensamento che aumenta con la profondità. Da 6.00 m a 9.30 m aumenta la componente ghiaiosa e la frazione limo-argillosa funge da matrice.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 9 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

b) Depositi alluvionali terrazzati “TLP” (Pleistocene Sup.)

Tali depositi, intercettati dal tracciato verso la parte finale, sono riconducibili ai terrazzi del VI ordine e sono costituiti da sabbie fini alternate a peliti stratificate. Sono localizzati principalmente lungo la piana alluvionale o in corrispondenza di aree di esondazione. Poggiano, attraverso un contatto erosivo, al di sopra delle argille subappenniniche e sui sistemi più antichi. Lo spessore varia da pochi metri ad un massimo di 10 metri.

c) Argille Marnose grigio-azzurre “ASP” (Pleistocene Inf.)

Argille marnose grigio azzurre a “frattura” concoide ed a stratificazione indistinta con livelli di argille limose grigio-chiare e di sabbie-argillose sottilmente stratificate e generalmente laminate, cui si intercalano straterelli siltosi o argilloso-siltosi caratterizzati di norma da una laminazione parallela. A più altezze si rinvencono corpi lenticolari, di spessore inferiore al metro, costituiti da microconglomerati a matrice sabbiosa, gradati e talora amalgamati. Granulometricamente affiora come un'alternanza di livelli costituiti da argille sabbiose o limose oppure da limi-argillosi con sabbia. Non di rado in questi livelli prevale esclusivamente la componente pelitica o quella sabbiosa. All'interno dell'unità sono presenti lenti di sabbia giallastra con spessore dell'ordine anche di alcune decine di metri.

Dalla stratigrafia redatta a partire dalle carote estratte durante la terebrazione del sondaggio S1, tali litotipi si rinvencono a partire dalla profondità di 9.30 m e si presentano, dal punto di vista litotecnico, come argille e argille limose grigie consistenti, poco plastiche, compatte e poco compressibili a struttura laminata piano-parallela con intercalazioni di livelli di sabbie fini e sabbie limose.

Di seguito si riporta lo stralcio della Carta Geologica d'Italia Progetto CARG F° 408 “Foggia” in scala 1:50.000 con ubicazione dell'area di progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 10 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

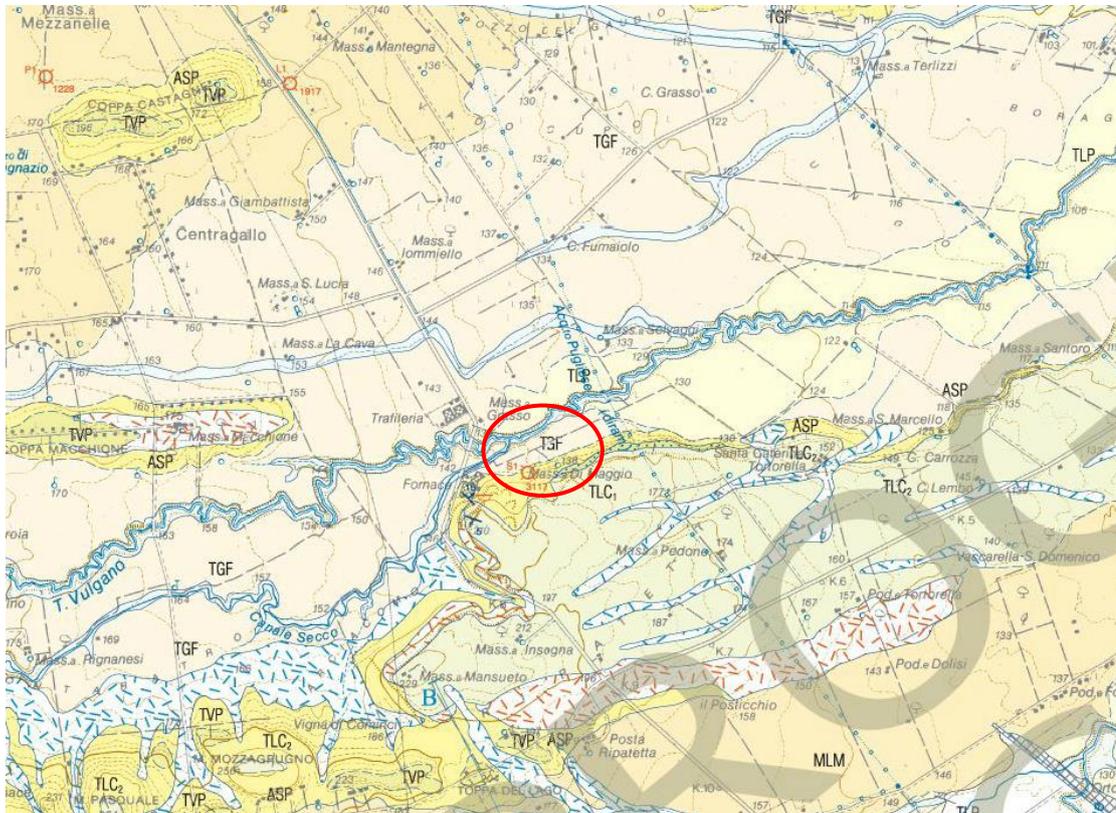


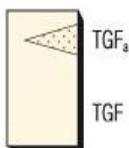
Fig. 2.2.A: Stralcio del F° 408 Foggia in scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG)

SINTEMA DI FOGGIA

Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradate e laminate (depositi di piana di inondazione). Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvencono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argillosi nerastri laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali (TGF).

In corrispondenza dell'abitato di Foggia i conglomerati affiorano in una estesa area (TGF₃). Depositi di tracimazione e/o di piena calante e piane di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappennine e sui sistemi più antichi. Lo spessore complessivo dell'unità, ricavato dall'analisi di numerosi pozzi per la ricerca di acqua, varia da 10-15 m a 40 m.

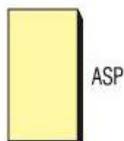
PLEISTOCENE MEDIO? - PLEISTOCENE SUPERIORE



ARGILLE SUBAPPENNINE

Silt argillosi e marne siltose grigie a stratificazione poco evidente, con intercalazioni di argille siltose e, verso l'alto, di sottili strati di sabbia medio-fine. Gli spessori osservabili variano da alcuni metri a circa 50 m nei fronti di cava. Per la porzione medio bassa della successione, l'ambiente deposizionale indicato dalle macrofaune è la scarpata superiore; per la parte sommitale, è la piattaforma. Il contenuto micropaleontologico, generalmente abbondante e diversificato con numerose forme rimaneggiate, indica il Pleistocene inferiore basale. Le microfaune a foraminiferi sono riferibili alla Zona a *Bulimina elegans marginata*; quelle a nannofossili calcarei rappresentate da "small" *Gephyrocapsa* indicano la Zona MNN19a.

CALABRIANO



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4") – 75 bar	Pagina 11 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047



TLP

SINTEMA DI MOTTA DEL LUPO

Depositi alluvionali terrazzati del VI ordine costituiti da sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate. Sono riferibili ad aree di piana alluvionale o ad aree di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappennine e sui sintemi più antichi. Lo spessore varia da pochi metri ad un massimo di 10 m.

PLEISTOCENE SUPERIORE

2.3 Faglie attive e capaci

Una faglia viene definita attiva quando si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni ed è considerata capace se raggiunge la superficie topografica.

Sia la comunità scientifica e gli strumenti di pianificazione mostrano un grande interesse relativamente alle zone interessate da Faglie Attive e Capaci. Infatti la conoscenza e l'ubicazione delle suddette strutture tettoniche è di fondamentale importanza per definire la pericolosità sismica locale, al fine di dare delle soluzioni progettuali adeguate alla mitigazione del rischio sismico.

Le strutture antropiche (infrastrutture e costruzioni) dovrebbero essere collocate ad adeguata distanza dalle faglie attive e capaci o comunque essere progettate con opportuni accorgimenti tecnici.

In Italia in recepimento della normativa europea (Eurocodice 2008) soltanto per alcuni siti di importanza strategica è previsto che questi non siano costruiti nelle immediate vicinanze delle strutture tettoniche riconosciute come sismicamente attive.

Bisogna però evidenziare che negli ultimi tempi, anche in Italia c'è una particolare attenzione sull'argomento, infatti, il Dipartimento della Protezione Civile e la Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome hanno emanato delle linee guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Faglie Attive e Capaci (Fac), da applicare soprattutto nelle microzonazioni sismiche.

Le faglie attive e capace, allo stato attuale sono contenute in una banca dati (ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI ISPRA- Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia) suddivisa in due parti. Una struttura GIS dove per la consultazione delle informazioni geografiche e una parte alfanumerica dove sono contenute tutti i dati associati. Tale database è liberamente consultabile al seguente link <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>.

Altra banca dati che è possibile consultare è il "Database delle sorgenti sismogenetiche italiane (DISS Working Group, 2018)" dell'Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia al seguente link <http://diss.rm.ingv.it/diss/>. In tale database sono contenute tutte le informazioni di natura sismotettonica.

Nel caso specifico del tracciato del metanodotto in progetto si evidenzia che dalla consultazione del database del progetto ITHACA (Catalogo delle Faglie Capaci) redatto dall'I.S.P.R.A. – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia, e del catalogo DISS dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia non è emersa la presenza di faglie attive e capaci nelle immediate vicinanze dell'area di studio. Infatti la sorgente sismogenetica (Ripabottoni-San Severo) più vicina al tracciato è posta a circa 18 km di distanza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 12 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

2.4 Situazione geomorfologica locale

L'area si colloca nel fondovalle in destra idraulica del Torrente Vulgano, ad una quota media di circa 132 m s.l.m. Dall'osservazione del sistema idrografico superficiale si evince che l'alveo mostra un tracciato meandriforme ed il regime idraulico è piuttosto irregolare e fortemente dipendente delle condizioni climatiche stagionali.

L'analisi geomorfica qualitativa del corridoio interessato dal tracciato non ha messo in evidenza segni di instabilità né di fenomeni di alluvionamento.

Dalla fotointerpretazione e dal rilevamento geomorfologico in sito, è stato possibile verificare che l'area in studio presenta un andamento morfologico regolare e pianeggiante senza segni di forme e fenomeni di movimenti gravitativi in atto. Inoltre, non sono stati rilevati quei fattori predisponenti al dissesto, infatti: le pendenze sono nulle, con un angolo medio di 3°-5°; le caratteristiche litotecniche sono discrete per la natura dei litotipi in affioramento; una circolazione idrica (strettamente dipendente dagli apporti meteorologici locali) interessa solo i livelli più profondi dei terreni di sedime, comunque al disotto di m 1.50 dall'attuale piano campagna.

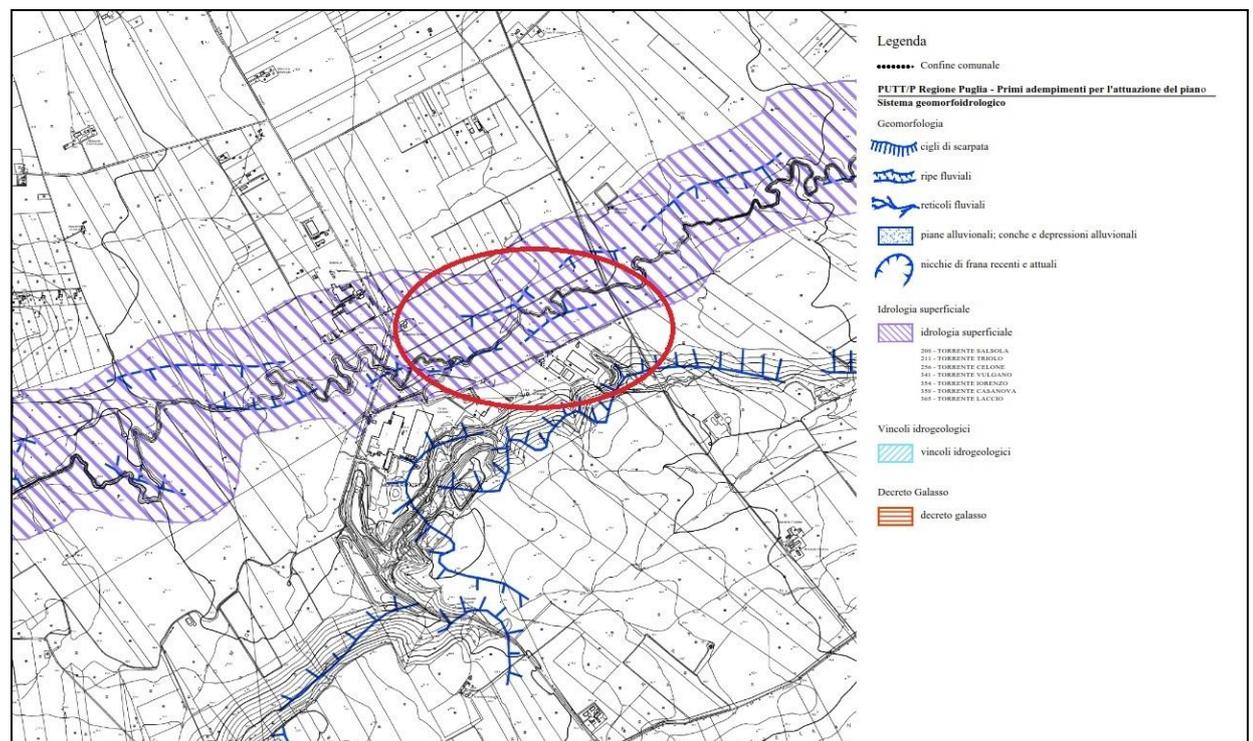


Fig.2.3.A – Stralcio Carta geomorfologica scala 1:30000 estratto dal Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Lucera

2.5 Interferenze con Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

L'area oggetto di studio ricade nel territorio comunale di Lucera, su cui ha competenza l'Autorità di Bacino della Puglia che ha pubblicato il principale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 13 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

riferimento per il governo del territorio inerente le tematiche relative al rischio idrogeologico, vale a dire il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con Del. Del comitato istituzionale n° 25 del 15 dicembre 2004 e approvato il 30/11/2005.

All'interno del P.A.I vengono individuate e perimetrate le aree a pericolosità idraulica come:

- aree a bassa probabilità inondazione (B.P.);
- aree a media probabilità di inondazione (M.P.);
- aree ad alta probabilità di inondazione e/o aree allagate (A.P.);

Relativamente alle classi di pericolosità geomorfologica si ha:

- Aree a pericolosità molto elevata (P.G.3)
- Aree a pericolosità elevata (P.G.2)
- Aree a pericolosità media e moderata (P.G.1)

Per ciascuna categoria di rischio, sono definiti quattro livelli:

- R1-Moderato (per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali);
- R2-Medio (per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche);
- R3-Elevato (per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale);
- R4-Molto Elevato (per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche);

Dalla consultazione della suddetta cartografia, è stato possibile verificare che il sito in studio non intercetta nessuna area a pericolosità geomorfologica, come si evince dallo stralcio riportato in figura 2.4.A.

Pertanto, in riferimento alle norme d'attuazione del PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia, l'intervento previsto in progetto non è soggetto a particolari prescrizioni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 14 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

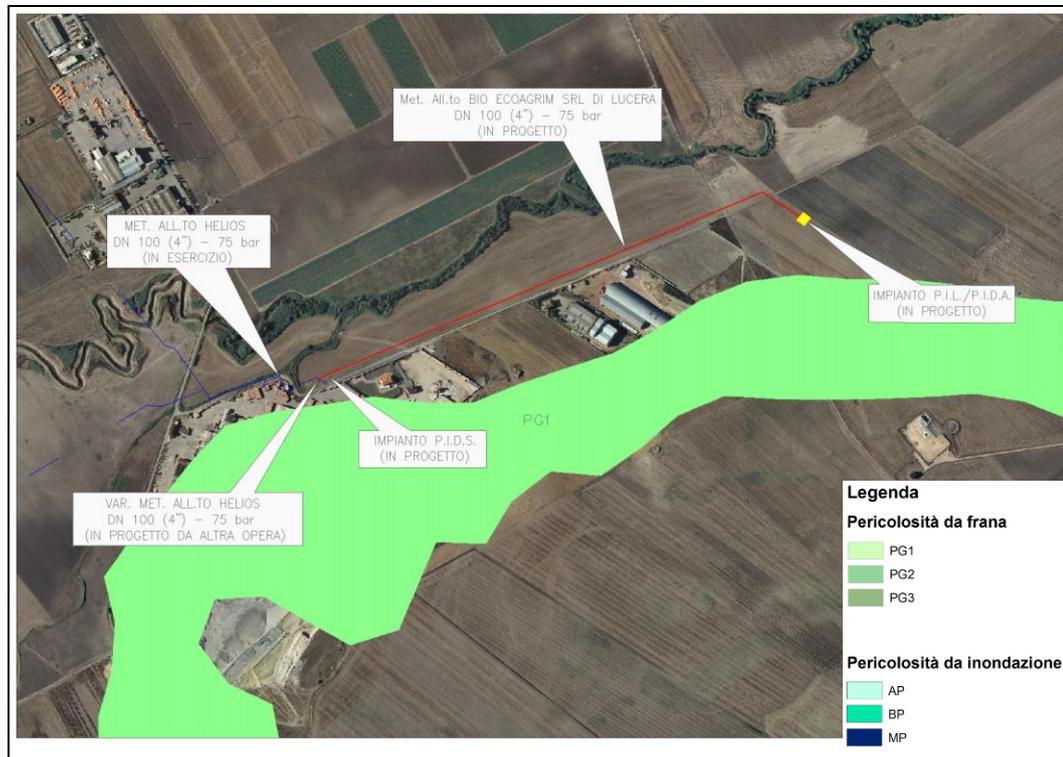


Fig.2.4.A: Stralcio della “Carta della Pericolosità da frana, da inondazione e del Rischio da Frana” (AdB Puglia) con ubicazione del sito

2.6 Idrogeologia

I terreni presenti nell'area di sedime, dal punto di vista idrogeologico, sono stati classificati come:

- Terreni con classe di permeabilità alta (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/s): Depositi Alluvionali Terrazzati del V ordine: costituiti da successioni eteropiche di sabbie, limi ed argille, originatesi per fenomeni di decantazione nella allora piana alluvionale, conseguentemente ad episodi di alluvionamento, e di scarsi depositi ghiaiosi in matrice argilloso-limosa e/o sabbiosa, con ciottoli calcarei calcareo-marnosi e silicei;
- Terreni con classe di permeabilità bassa (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-8} - 10^{-9}$ cm/s): Argille Marnose grigio-azzurre: si tratta di terreni impermeabili in quanto, anche se essendo dotati di alta porosità primaria, sono praticamente impermeabili a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile, anche nei livelli a prevalenza limosa o sabbiosa in quanto si tratta di sabbie fini con argilla o limo. Solo nei livelli più superficiali che risultano più o meno alterati e per uno spessore compreso entro 2-3.00 m. si ha un aumento del grado di permeabilità che passa a valori di $K = 10^{-5} - 10^{-6}$ m/s.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 15 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

Nei Depositi Alluvionali Terrazzati del V ordine l'acquifero è certamente eterogeneo ed anisotropo, costituito dall'alternanza di termini permeabili, a granulometria più grossolana, e termini poco o nulla permeabili, a granulometria più fine. Questa alternanza può dar luogo, localmente, a più falde sovrapposte, anche intercomunicanti a grande scala.

Ricadendo l'area di intervento nelle immediate vicinanze del Torrente Vulgano la variazione effettiva della superficie piezometrica è strettamente dipendente dalla variazione del pelo libero delle acque incanalate all'interno del torrente stesso ma, comunque, ad una profondità tale da non interferire con i lavori di scavo previsti in progetto che si attestano a soli m 1.50 dall'attuale piano campagna.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 16 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del corridoio interessato dal tracciato, oltre alle informazioni bibliografiche sull'area, sono stati utilizzati i risultati della campagna di indagini geognostica, i cui dati sono stati forniti dal committente. In particolare, la campagna di indagini risulta costituita da:

- a. Esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo verticale (S1) spinto fino alla profondità di 15.00 metri dal p.c.
- b. Analisi geotecniche di laboratorio su n. 2 campioni di terreno prelevato nel corso del sondaggio.
- c. Indagine sismica tipo MASW e Re.Mi.

3.1 Sondaggi meccanici e prove geotecniche in sito

Allo scopo di acquisire informazioni litostratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche sul volume significativo di sottosuolo interagente con l'opera in progetto, è stato eseguito n. 01 sondaggio geognostico, indicato come S1. La perforazione è stata eseguita il giorno 24/07/2017 utilizzando la sonda a rotazione IPC DRILL830L.

Nella tabella sottostante è riportato il sondaggio eseguito con la sigla d'identificazione, la data di realizzazione, la profondità d'investigazione e la ditta esecutrice.

Sigla sondaggio	Data di esecuzione		Profondità (m. dal p.c.)	Ditta esecutrice
	Inizio	Fine		
S1	24/07/2017	24/07/2017	15.00	Tecnopali S.r.l. di Matera

Tab.3.1.A – Sondaggio meccanico

L'utensile di perforazione utilizzato è stato il carotiere semplice, diametro nominale $\varnothing_{est} = 101$ mm, lunghezza utile $L = 300$ cm. È altresì stata utilizzata la tubazione di rivestimento provvisorio (tubo-forma in acciaio, $\varnothing_{est} = 127$ mm) per evitare franamenti e/o chiusure del foro.

Per il sondaggio è stata redatta una "stratigrafia litotecnica" contenente i dati identificativi del sito, il tipo di macchina utilizzato e le informazioni sulla natura e sulle caratteristiche dei terreni attraversati, con riferimento allo stato di consistenza/addensamento dei terreni a carattere coesivo e al TCR (percentuale di carotaggio totale, data dal rapporto percentuale tra la lunghezza delle carote estratte e la lunghezza della manovra di carotaggio o battuta).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4") – 75 bar	Pagina 17 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

In allegato si riporta la stratigrafia ricostruita a partire dall'analisi delle carote estratte durante la perforazione del sondaggio e il report fotografico delle attività svolte, della postazione di sondaggio e delle cassette catalogatrici.

Nella figura successiva è riportata l'ubicazione del sondaggio S1 e della prospezione sismica MASW e Re.Mi., appositamente realizzata, e descritta nei paragrafi successivi.

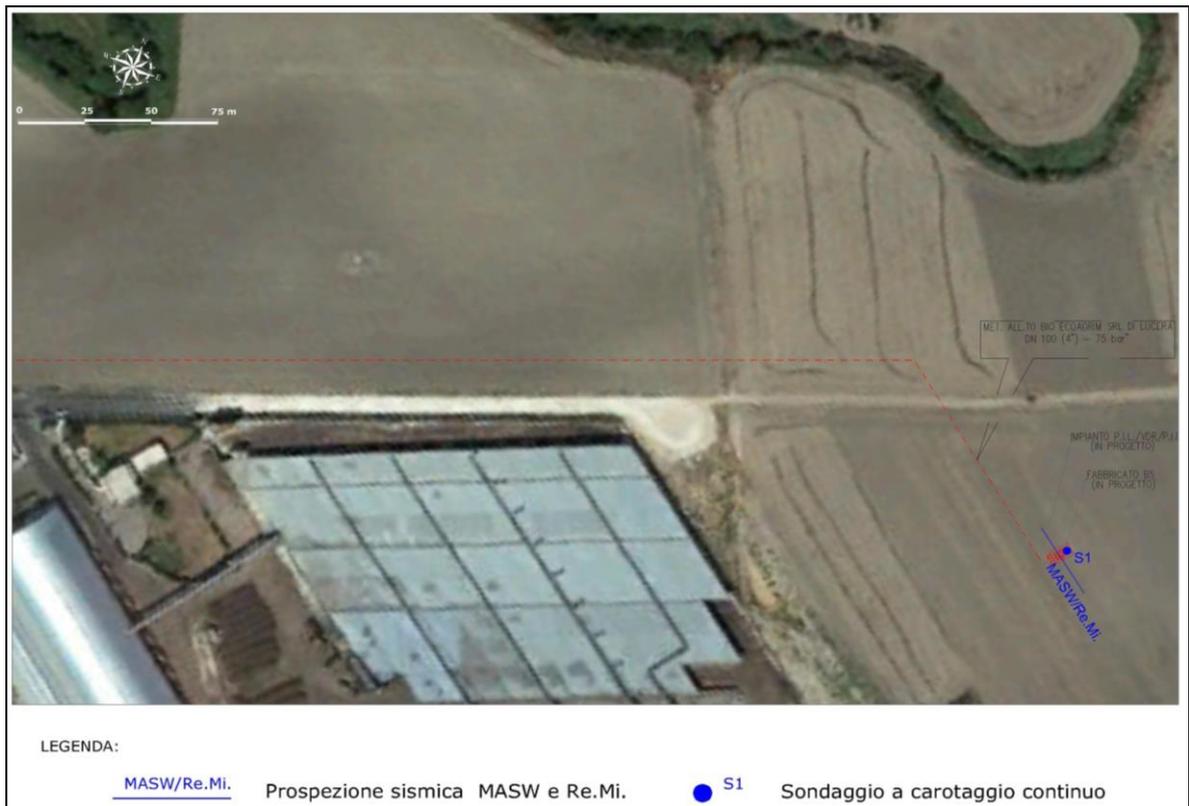


Fig. 3.1.A: Ubicazione del sondaggio geognostico e della prospezione sismica MASW/Re.Mi. eseguita

Compatibilmente con la natura litologica dei terreni attraversati, sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio.

In particolare nel sondaggio, denominato S1, sono stati prelevati n. 02 campioni con campionatore a pareti sottili tipo Shelby, identificati ed etichettati con le sigle C1-S1 e C2-S1. La profondità di prelievo è stata "tarata" in funzione del *volume significativo* e in modo da avere indicazioni geotecniche delle diverse unità formazionale attraversate durante il sondaggio.

Le rispettive profondità di campionamento sono riportate in tabella 3.1.B.

Sigla sondaggio	Profondità (m. dal p.c.)	Campioni indisturbati (prof. prelievo in m)
S1	15.00	C1: 3.00-3.50
		C2: 9.50-10.00

Tab.3.1.B – Campioni indisturbati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 18 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

In funzione delle finalità progettuali, i campioni prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono stati sottoposti ad analisi e prove geotecniche di laboratorio presso il laboratorio geotecnico LaborGeo di Matera.

3.2 Ricostruzione stratigrafica e parametri geotecnici

Sondaggio S1 e prove di laboratorio

Il sondaggio S1 è stato realizzato nell'area dove è prevista la realizzazione del nuovo impianto P.I.L./P.I.D.A., ricadente nel Comune di Lucera

Dalla stratigrafia emerge uno strato che si spinge fino ad una profondità di 1.00 metri dal piano campagna costituito da materiale estremamente caotico, di colore dal marroncino al brunastro, rimaneggiato. Da tale profondità e fino a 9,30 m dal piano campagna si hanno limi argillosi e limi sabbiosi, di colore marroncino-brunastro inglobanti clasti e livelli ghiaiosi.

Da 9.30 m e fino a fondo foro si hanno argille e argille limose grigie consistenti, poco plastiche, compatte e poco compressibili a struttura laminata piano-parallela con intercalazioni di livelli di sabbie fini e sabbie limose

In dettaglio, si avrà:

Sondaggio a carotaggio continuo S1	
Stratigrafia	Profondità (m)
Materiale estremamente caotico e rimaneggiato	0.00 – 1.00
Limi argillosi e limi sabbiosi	1.00 – 9.30
Argilla e Argilla limosa di colore grigio con livelli ghiaiosi	9.30 – 15.00

Tab.3.2.A. – Stratigrafia emersa dal sondaggio a carotaggio continuo

in tabella i risultati sintetici delle prove di laboratorio:

Camp.	Prof. camp.	W (%)	Y _v (kN/m ³)	Y _d (kN/m ³)	Y _{sat} (kN/m ³)	Y _s (kN/m ³)	n _t	e	S _r (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S1 (C1)	3.00-3.50	17.62	19.92	16.94	20.66	27.00	37.27	0.59 4	80.06	33	21	12	1.55	16.88	53.04	28.53
S1 (C2)	9.50-10.00	21.86	18.73	15.37	19.76	27.39	27.39	0.78 2	76.56	38	24	14	0.06	7.46	55.78	36.69

Tab.3.2.B. - Parametri desunti dalle prove di laboratorio eseguite sui due campioni indisturbati, dove **W** rappresenta il contenuto d'acqua (%), **Y_v** peso di volume naturale (kN/m³), **Y_d** indica il peso specifico secco (kN/m³), **Y_{sat}** indica il peso specifico saturo (kN/m³), **Y_s** indica il peso specifico dei grani (kN/m³), **n_t** rappresenta la porosità totale, **e** indica l'indice dei vuoti, **S_r** rappresenta il grado di saturazione (%), **LL** indica il limite di liquidità (%), **LP** rappresenta il limite di plasticità (%), **IP** indica l'indice di plasticità (%),

Dal punto di vista granulometrico i campioni risultano essere di tipo argilloso per come riportato nella tabella sottostante:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 19 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

ANALISI GRANULOMETRICA		
N. sondaggio	Prof. camp.	Classificazione geotecnica
S1 (C1)	3.00-3.50	Limo argilloso di colore verde scuro
S1 (C2)	9.50-10.00	Argilla di colore grigio-azzurro

Tab.3.2.C. – Risultati analisi granulometrica campioni prelevati dalle prove di laboratorio

3.3 Indagine geofisica con metodo sismico MASW

I valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale; in mancanza di tali studi, nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$.

Nelle classificazioni $V_{s,eq}$ è la velocità media di propagazione delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione

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

Dove:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Le prospezioni geofisiche eseguite sono state finalizzate alla definizione delle principali caratteristiche elasto-dinamiche e litologico-stratigrafiche dei litotipi presenti nell'area di progetto.

Per la determinazione di tali caratteristiche è stata eseguita una prospezione geofisica con metodo sismico tipo MASW/Re.Mi, effettuata in prossimità dell'area di realizzazione del nuovo impianto P.I.L./P.I.D.A.

Le misure sismiche con tecnica MASW e Re.Mi. sono state eseguite su n°01 stendimento della lunghezza di 30 ml.

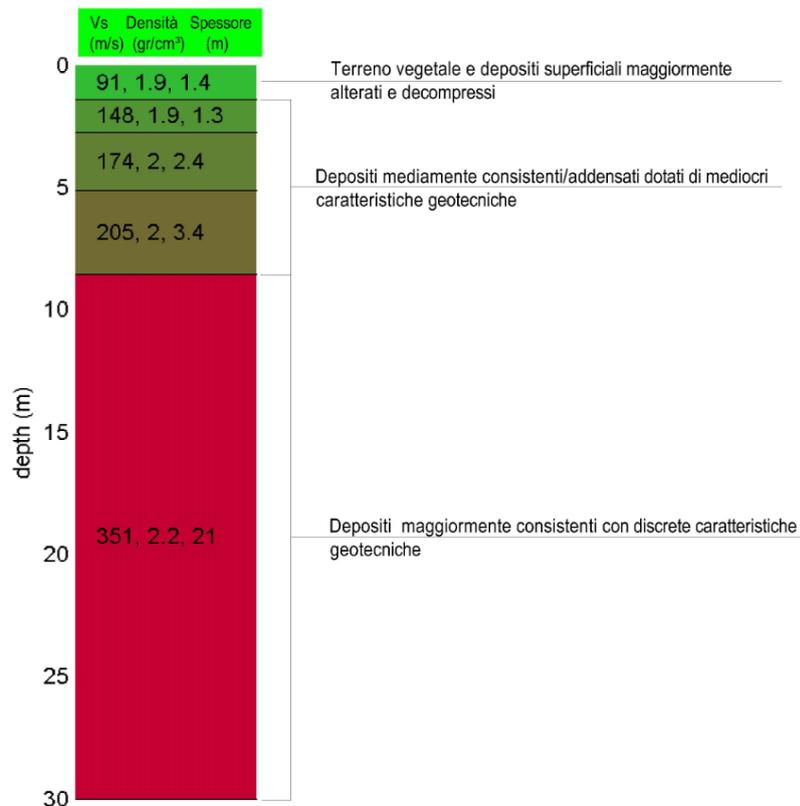
L'analisi della curva di dispersione derivata ha messo in evidenza l'esistenza di sismostrati le cui caratteristiche dinamico-elastiche migliorano dall'alto verso il basso stratigrafico secondo il modello "medio" rappresentato di seguito, e la cui interpretazione è basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate.

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a partire dal p.c.:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 20 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

Spessore (m)	Vs (m/s)
1.40	91
1.30	148
2.40	174
3.40	205
semi-spazio	351



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 1,40 m, con velocità delle onde S di 91 m/s, riferibili nel contesto litologico del profilo sismico investigato a terreno vegetale e depositi superficiali maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 7,10 m, con velocità delle onde S comprese tra 148 e 205 m/s, riferibili a terreni mediamente consistenti/addensati, con mediocri caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità;
- Segue, a profondità maggiori di 8,50 m e fino alla profondità di 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 351 m/s riferibile depositi maggiormente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 21 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s) determinate con la prospezione sismica MASW - Re.Mi. e adottando opportuni valori del peso di volume γ (Kg/m³) e del coefficiente di Poisson μ , rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato. La velocità delle onde P, è stata ricavata indirettamente dalla velocità delle onde S mediante relazioni teoriche, pertanto il suo valore così come quello dei moduli ad essa direttamente correlati, deve essere utilizzato nelle correlazioni ingegneristiche con le dovute approssimazioni.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ gr/cm ³	μ (-)	E _d Kg/cm ²	R T/m ² *s	G ₀ Kg/cm ²	K Kg/cm ²
I°	1.40	245	91	1.8	0.42	423	164	149	882
II°	7.10	773	184	1.9	0.47	1891	350	643	10507
-	-	1475	351	2.0	0.47	7244	702	2464	40246

V_p= velocità onde P (m/s); V_s= velocità onda S (m/s), γ = densità (g/cm³); μ = coeff. di Poisson; E_d= Modulo di Young dinamico (Kg/cm²); R= rigidità sismica (T/m²*s); G₀=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm²); K=Modulo di incompressibilità (Kg/cm²)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva MASW e Re.Mi. ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s (e dei moduli dinamici) e, di conseguenza, del parametro V_{s30} , risultato per il modello medio pari a **259 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna). Partendo dai dati ottenuti, in riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, la **categoria del suolo di fondazione** ricavata dai valori della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo (V_{s30}) è la **C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”*

Linea sismica	V _{s30} (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW	259	“C”

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 22 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

4 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

4.1 Modello geologico

Le indagini eseguite nel sito dove dovrà essere realizzato il nuovo impianto P.I.L./P.I.D.A., ricadente nel Comune di Lucera, hanno evidenziato una omogeneità litologica costituita da elementi fini che vanno dal limo argilloso, limo sabbioso fino all'argilla grigio azzurre.

Dall'analisi della stratigrafia del sondaggio S1 si evidenzia che, al di sotto di del primo metro costituito da materiale caotico e rimaneggiato, si rinviene limo argilloso e limo sabbioso inglobanti clasti e livelli ghiaiosi fino ad una profondità di circa 9.30 metri dal piano campagna. Al di sotto di questo orizzonte e fino al fondo foro (15.00 metri dal p.c.) si hanno argille e argille limose grigie consistenti e poco plastiche intercalate da livelli di sabbie fini e sabbie limose

4.2 Modello geotecnico

La determinazione dei parametri fisico-meccanici dei terreni di sedime è stata fatta mediante l'analisi di n. 02 campioni indisturbati prelevati nel corso del sondaggio S1. Si sottolinea comunque che nel caso delle analisi numeriche convenzionali, in ragione anche del fatto che sensibili cadute di resistenza possono verificarsi con scorrimenti piccoli, l'utilizzo diretto dei parametri di resistenza di picco, ricavati dalle prove di laboratorio su provini di materiale intatto, è stato fatto con cautela; a tale proposito è risultato congruo fare riferimenti e confronti con parametri di resistenza "operativi" stimati sulla base di indicazioni di letteratura, tarate sui risultati di "back analysis" (Skempton, 1977 - Tavenas & Leroueil, 1981). In tal senso, una volta analizzati tutti i parametri geotecnici a disposizione, tenendo conto che i parametri fisico-meccanici ricavati in laboratorio geotecnico si riferiscono a singoli campioni indisturbati, che i terreni di sedime presentano un'accentuata eterogeneità ed anisotropia granulometrica sia verticale che laterale, operativamente si è preferito attribuire i valori numerici da utilizzare nelle verifiche geotecniche, considerando i terreni, non a livello di singolo campione indisturbato (puntuali), ma di "affioramento" e, cioè, tenendo conto della litologia complessiva, della genesi deposizionale, della giacitura degli strati, dell'idrogeologia, delle pendenze, del contesto morfoevolutivo e tettonico, ma soprattutto delle discontinuità primarie e secondarie e della granulometria. Dall'esame dei risultati delle indagini eseguite e consultate, si è pervenuti alla definizione di un modello geotecnico caratterizzato da un numero limitato di parametri fisici e meccanici. In tal senso è stata individuata una sola tipologia di terreno in relazione alle loro caratteristiche litologiche, di resistenza al taglio e di deformabilità.

Di seguito, si riportano i parametri geotecnici operativi, valori caratteristici ai sensi del punto 6.2.2 del D.M. 2018 NTC, per il cui dettaglio si rimanda all'Allegato 03 "Analisi e prove geotecniche di laboratorio".

Lo schema sintetico riassuntivo delle analisi e prove geotecniche di laboratorio eseguite sui n.02 campioni prelevati nel sondaggio S1 è riportato nella tabella

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 23 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

che segue; il modello geotecnico del sedime di fondazione del cabinato, così come emerso dall'analisi delle carote estratte durante il sondaggio e dai relativi campioni prelevati è assimilabile a due unità litotecniche:

▪ **Depositi Alluvionali Terrazzati del V ordine:**

$\gamma_n k$ (Kg/m ³)	$\gamma_{sat k}$ (Kg/m ³)	ϕ_k' (°)	C_k' (t/m ²)	Cu_k' (t/m ²)	Ed_k' (kg/cm ²)
1850	2100	24	0.50	1.50	80.00

▪ **Argille marnose grigio-azzurre:**

$\gamma_n k$ (Kg/m ³)	$\gamma_{sat k}$ (Kg/m ³)	ϕ_k' (°)	C_k' (t/m ²)	Cu_k' (t/m ²)	Ed_k' (kg/cm ²)
1900	2000	24	1.50	15.00	150.00

Legenda:

$\gamma_n k$ (gr/cm³): Peso dell'unità di volume; $\gamma_{sat k}$ (gr/cm³): Peso dell'unità di volume saturo; ϕ_k' (gradi): Angolo di attrito interno; C_k' (t/m²): Coesione consolidata-drenata; Cu_k' (t/m²): Coesione non consolidata-non drenata; Ed_k' (kg/cm²): Modulo Edometrico.

Alla luce di quanto appena riportato, gli scadenti parametri meccanici dei livelli più superficiali dei terreni (scarsa resistenza meccanica per l'elevato grado di compressibilità e plasticità, nonché per una stabilità globale tra terreno-opera) impongono che il piano di posa del corpo fondale del cabinato B5 sia stabilito ad una profondità non inferiore a 1.00/1.50 metri rispetto all'attuale p.c., in modo tale da asportare con lo scavo di sbancamento gli strati più alterati e rimaneggiati. Poiché tale prescrizione potrebbe comportare l'"affossamento" dell'opera rispetto al piano campagna, si può ripristinare la sua quota di intradosso fondazione di progetto utilizzando materiale arido di cava posto in opera a perfetta regola d'arte. Probabilmente, durante i lavori di splateamento in alcuni punti dello scavo, potranno affiorare ancora livelli molto alterati, ciò comporterà la loro asportazione (bonifica) sostituendoli allo stesso modo con materiale arido di cava o con calcestruzzo ciclopico. **Sarà a cura dello scrivente stabilire in fase di splateamento la quota di scavo.**

▪ **Materiale arido per bonifiche:**

Premesso che nella realizzazione di eventuali bonifiche del piano di appoggio delle fondazioni si può impiegare materiale arido messo in opera a perfetta regola d'arte, come secondo raccomandazioni delle vigenti normative geotecniche, possono essere utilizzati nelle verifiche geotecniche i seguenti parametri fisico-meccanici:

$\gamma_n k$ (gr/cm ³)	$\gamma_{sat k}$ (gr/cm ³)	ϕ_k' (gradi)	C_k' (t/m ²)	Ed_k' (kg/cm ²)
2.20	2.25	40	0.00	300.00

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 24 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

5 CONCLUSIONI

Il tracciato del metanodotto intercetta prevalentemente da depositi alluvionali costituiti da successioni eteropiche di sabbie, limi ed argille, originatesi per fenomeni di decantazione nella piana alluvionale, e di depositi ghiaiosi in matrice argilloso-limosa e/o sabbiosa, con ciottoli poligenici provenienti dall'erosione delle formazioni affioranti in gran parte dell'area di alimentazione del bacino imbrifero del corso d'acqua.

Così come emerso dal sondaggio S1, al di sotto del primo metro, costituito da materiale fortemente pedogenizzato, si rinvencono, limi argillosi e limi sabbiosi, di colore marroncino-brunastro inglobanti clasti e livelli ghiaiosi. I ciottoli sono eterometrici, con dimensioni variabili da qualche millimetro fino ad un max di un decimetro; sono poligenici, da sub-arrotondati a sub-angolari. Tale deposito si presenta umido, da poco a mediamente addensato nei livelli più superficiali, con grado di addensamento che aumenta con la profondità. Da 6.00 m a 9.30 m aumenta la componente ghiaiosa e la frazione limo-argillosa funge da matrice.

La parte finale del tracciato invece intercetta depositi costituiti da sabbie fini alternate a peliti stratificate, riconducibili ai terrazzi del VI ordine di terrazzo.

Dal punto di vista morfologico il tracciato, è collocato in prossimità del fondovalle, in destra idraulica del Torrente Vulgano. Nell'area non si evidenziano morfologie riconducibili a condizioni di instabilità gravitative o situazioni che indicano una suscettibilità alla dinamica di versante. Tali considerazioni emergono anche dalla consultazione delle Carte della Pericolosità da frana, da inondazione e del Rischio, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, dai cui si evince che l'area oggetto di studio non risulta compresa all'interno di areali a pericolosità di tipo PG1, PG2 e PG3 o aree soggette ad inondazioni, a testimonianza che l'area non è interessata da forme gravitative e processi erosivi delle acque correnti superficiali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/16378/R-L01	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	RE-GEO-001	
	PROGETTO Met. All.to BIO ECOAGRIM S.r.l. di Lucera DN 100 (4'') – 75 bar	Pagina 25 di 25	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM4-003-00-RT-E-5047

6

ALLEGATI

Dis. 16378-PG-CO-001 – Corografia

Dis. 16378-PG-GEO-001 – Carta Geologica

Allegato 1 – Stratigrafia del sondaggio e report fotografico

Allegato 2 – Indagine geofisica

Allegato 3 – Analisi geotecniche di laboratorio