

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNEDI ORDONA & ASCOLI SATRIANO



Denominazione impianto:

**MASSERIA SAN MARCHITTO**

Ubicazione:

**Comune di Ortona (FG) e Ascoli Satriano (FG)  
Località "Masseria San Marchitto"**

Foglio:11/12 e 16

Particelle: varie

### PROGETTO DEFINITIVO

**Di un impianto agrovoltaiico di potenza nominale pari a 79,9992 MW in DC,  
da ubicarsi in agro dei comuni di Ortona (FG) ed Ascoli Satriano (FG),  
e delle opere connesse e di infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro dei comuni di  
Ortona (FG), Ascoli Satriano (FG) e Castelluccio dei Sauri (FG).**

PROPONENTE



**BAS ITALY DICIASSETTESIMA S.R.L.**

Cernusco sul naviglio (MI) Via Brescia26 - CAP 20063

Partita IVA: 11575540965

Indirizzo PEC: basitaly.diciasettesima@legalmail.it

**Codice Autorizzazione Unica LXR2147**

ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Tav.n°

**3RG**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Marzo 2022	Istanza per l'avvio del procedimento di rilascio del provvedimento di VIA nell'ambito del provvedimento unico in materia ambientale ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii.			

PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE*  
Via Lama n.18- 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: antonioavallone@pec.it  
Cell: 3397968183



IL TECNICO GEOLOGO

*Dott. Pasquale TRIGGIANI*  
Via G. Matteotti, 12  
71010 - Ischitella (FG)  
Ordine dei Geologi della Regione Puglia, n. 552  
PEC: pasqualetriggiani@epap.sicurezza postale.it  
Cell:3466431824



Spazio riservato agli Enti

## INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>PAG. 2</b>
<b>UBICAZIONE</b>	<b>PAG. 3</b>
<b>GEOMORFOLOGIA DELL'AREA</b>	<b>PAG. 4</b>
<b>GEOLOGIA DELL'AREA</b>	<b>PAG. 5</b>
<b>IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA</b>	<b>PAG. 10</b>
<b>INDAGINI IN SITO</b>	<b>PAG. 14</b>
<b>SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PAG. 17</b>
<b>PROSPEZIONE SISMICA</b>	<b>PAG. 19</b>
<b>SISMICITA'</b>	<b>PAG. 27</b>
<b>PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO</b>	<b>PAG. 29</b>
<b>VITA NOMINALE</b>	<b>PAG. 29</b>
<b>CLASSI D'USO</b>	<b>PAG. 30</b>
<b>PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA</b>	<b>PAG. 30</b>
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	<b>PAG. 32</b>
<b>COEFFICIENTE DI WINKLER</b>	<b>PAG. 33</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>PAG. 34</b>

## ALLEGATI

## PREMESSA

In ottemperanza alle disposizioni vigenti, legge 02.02.1974 n. 64, D.M. 11.03.1988, NTC 2018, la società Bas Italy Diciasettesima s.r.l. con sede in via Brescia, 26, Cernusco sul Naviglio (MI), p.iva 1157554096, dovendo procedere alla richiesta di autorizzazione inerente il *progetto di un impianto agro voltaico di potenza nominale pari a 79,9992 MW in DC, da ubicarsi in agro dei comuni di Ortona (FG) ed Ascoli Satriano (FG), e delle opere connesse e di infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro dei comuni di Ortona, Ascoli Satriano e Castelluccio dei Sauri (FG)*, dava incarico allo scrivente dott. geologo Pasquale Triggiani, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 552, per eseguire i necessari studi ed indagini geologico-tecniche, sui terreni di fondazione interessati all'opera.

Il lavoro si è svolto in due fasi:

Nella prima si è accertata la natura geolitologica dei terreni interessati dal progetto, mediante rilevamento di superficie con annotazione delle caratteristiche idrogeologiche e morfologiche dell'area oggetto di studio.

Nella seconda fase si è fatto un lavoro di reperimento di precedenti studi di carattere geologico eseguiti in zona, per valutare la stabilità d'insieme della zona, al fine di individuare eventuali problemi che la natura e le caratteristiche meccaniche dei terreni pongono sulle scelte progettuali.

Trattandosi di opere il cui peso è irrisorio, in virtù di una stratigrafia omogenea, sono state prese in esame le indagini fornite dal collega dott. geologo Euplio Casullo, iscritto all'Ordine dei geologi della Regione Puglia con il n. 666 eseguite in prossimità dell'area di intervento per la realizzazione del centro "Parrocchiale San Leone Vescovo", in particolare:

- sondaggio meccanico con prelievo di campioni indisturbati;
- prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati.

Vista l'enorme estensione areale dell'area di intervento, la modellazione geotecnica è stata effettuata tenendo presente sia il sondaggio suddetto, che una molteplicità di indagini geognostiche condotte per progetti su aree omogenee e adiacenti a quella di progetto. Tale lavoro, ha permesso una modellazione statistica come riportato nella normativa tecnica vigente; D.M: 17/01/2018 e successiva circolare del 21/01/2019.

Dallo studio geologico emerge quanto riportato: "la ricostruzione del modello stratigrafico del sito di intervento si basa sui dati riportati nei vari studi e piani del

territorio in esame relativi al territorio di Ortona (FG).

Inoltre per definire la condizione sismostratigrafica del sito e determinare la categoria di suolo è stata eseguita un indagine sismica con metodologia “Masw - Rifrazione”.

### UBICAZIONE

L’area di intervento suddivisa in tre aree (Fig.re 1 e 2) tra loro vicine, rientra nella tavoletta IV N.E. del Foglio 175 della Carta d’Italia dell’I.G.M.I., in località Masseria San Marchitto in agro dei comuni di Ortona e Ascoli Satriano (FG) su terreni censiti:

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area impianto)	
<b>Particelle</b>	<b>ORDONA - FOGLIO 11 PARTICELLE</b> 313-319-46-128133-134-176-303-403-183-189-20-241-245-73-90-242-243-244-357-111-239-240-246-287-289-290-291-292-293-294-33-115-117-122-136-186-190-217-300-402-71-116-123-125-126-130-175-309-39-225; <b>ORDONA - FOGLIO 12 PARTIVELLA</b> 15; <b>ASCOLI SATRIANO - FOGLIO 16 PARTICELLA</b> 4:

per una superficie di circa 185 ha.

Le varie aree denominate area: 1, 2, 3, si posizionano a quote medie s.l.m.m., rispettivamente pari a:

Area 1 – 157,00 m;

Area 2 – 173,00 m;

Area 5 – 202,00 m.

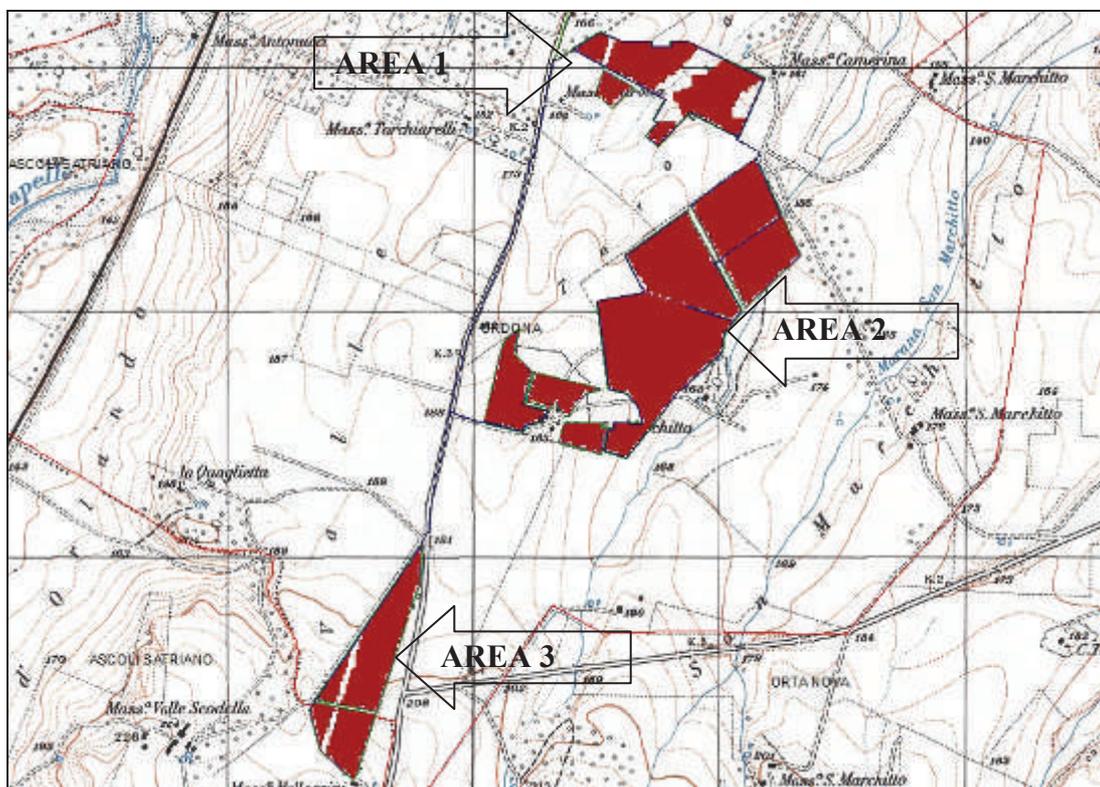


Fig. 1 – Stralcio da tavoletta I.G.M. F. 175 IV N.E. scala 1:25.000.

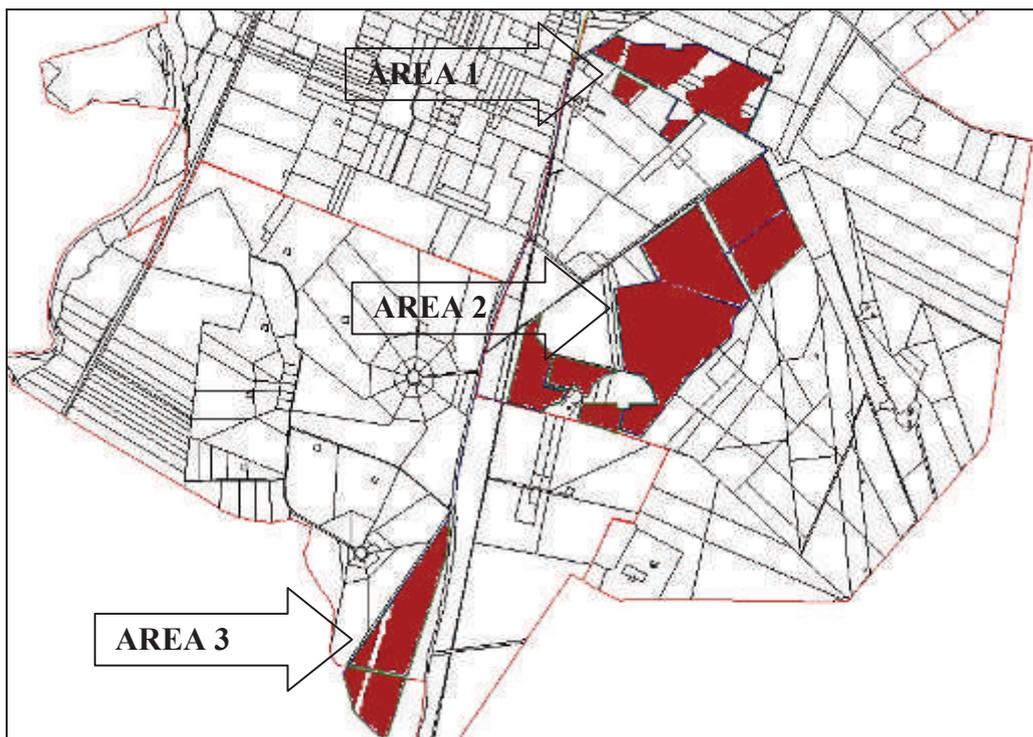


Fig. 2 – Ubicazione aree di intervento. Le aree 1 e 2 rientrano nel foglio 11 del comune di Ortona, mentre l'area 3 nel foglio 12 del comune di Ortona e nel foglio 16 del comune di Ascoli Satriano. Scala 1:20.000 (Fonte dati Agenzia del Territorio).

I riferimenti cartografici sono i seguenti:

- Foglio N° 175 della Carta d'Italia dell'I.G.M.: Tavoletta IV N.E.;
- Servizio Geologico Nazionale: Carta Geologica d'Italia scala 1/100.000 Foglio 175 (Cerignola);
- Progetto CARG Foglio 421 (Ascoli Satriano) in scala 1:50.000.

### **GEOMORFOLOGIA DELL'AREA**

L'area interessata dallo studio presenta una morfologia assai blanda con pendenze decisamente basse. L'AREA 1 è attraversata da un canale di scolo segnalato dalla cartografia esistente e denominato dallo scrivente "Fosso 1" (vedasi studio idrologico idraulico a firma dello scrivente). Il fosso suddetto riportato dalla cartografia, a seguito delle lavorazioni agricole, è stato completamente riempito e l'area utilizzata per le coltivazioni. In virtù dell'assenza di acclività significative e della buona permeabilità dei terreni, le acque piovane si infiltrano completamente nel substrato con inesistenti scorrimenti superficiali (vedasi documentazione fotografica nella relazione idrologico - idraulica). Pertanto, si escludono nell'AREA 1 fenomeni di erosione lineare. Mentre, l'AREA 2, è attraversata in parte da un canale denominato dallo scrivente fosso 2,

affluente del torrente Carapelle, il quale, è interessato dallo scorrimento delle acque piovane solamente nei giorni di intensa pioggia (vedasi relazione idrologico – idraulica allegata). Dalla consultazione della cartografia PAI, emerge che l'AREA 2, è in parte inserita nei territori interessati da P.G.1. (vedasi carta della pericolosità geomorfologica e idraulica in allegato). Pur essendo gravata da P.G.1, è possibile affermare che L'AREA 2, è geomorfologicamente stabile:

- in quanto la superficie topografica è sub orizzontale;
- non interessata da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo e/o del sottosuolo;
- non influenzata da fenomeni di ruscellamento di acque meteoriche e da ristagni idrici.

Per quanto suddetto, è possibile affermare la piena compatibilità geomorfologica.

## **GEOLOGIA DELL'AREA**

L'area di studio è ubicata al centro dell'avanfossa appenninica, compresa tra il Gargano e i monti della Daunia. Questa nel Pleistocene è stata riempita da materiale alluvionale che ha dato luogo all'attuale Tavoliere.

Le formazioni appartenenti all'Unità della Daunia occupano la porzione più esterna del locale margine appenninico: esse derivano dalla deformazione di successioni più interne riferibili al Bacino Lagonegrese Molisano (MOSTARDINI & MERLINI 1986, PESCATORE 1989).

A luoghi su porzioni dei corpi costituenti l'Unità della Daunia si sono formati nel corso del Pliocene inferiore e medio alcuni limitati bacini (wedge top basins) alimentati da terrigeni di provenienza appenninica. Nel corso del Pliocene inferiore, durante la fase finale della strutturazione della catena, lungo il suo bordo orientale si formava l'avanfossa pliocenico-quadernaria (Fossa Bradanica; Migliorini, 1952) e al suo margine interno si realizzavano sistemi deposizionali in facies deltizia. La sedimentazione pelagica proseguiva per tutto il Pleistocene inferiore fino a quando l'evoluzione del sistema Avanfossa-Avampese ha prodotto una importante modifica del bacino che si evolve ad area in rapido sollevamento. La modificazione del regime dinamico ha prodotto la formazione di depositi sabbioso-conglomeratici regressivi.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio si presenta sub orizzontale con lieve pendenza verso oriente, generata dall'azione erosiva del mare avvenuta durante la sua fase di regressione in età Pleistocenica.

In particolare, l'area di studio è ubicata a sud del centro abitato del comune di Ordonà, come raffigurato nella cartografia geologica.

I terreni affioranti sono riferiti alla formazione ghiaioso-sabbiosa del Pleistocene ben rappresentata in tutta l'area interessata dal progetto, essa è costituita da sabbie con ciottoli, ghiaie, a cui si intercalano lenti di sabbie limose e argille, nella parte superiore è possibile trovare un crostone calcareo. Tali terreni di carattere alluvionale poggiano sulla formazione di base delle argille subappennine come riportato nelle fig.re 3 e 4 e nella nota stratigrafia di un pozzo per uso irriguo ubicato nelle vicinanze dell'area (fig. 5).

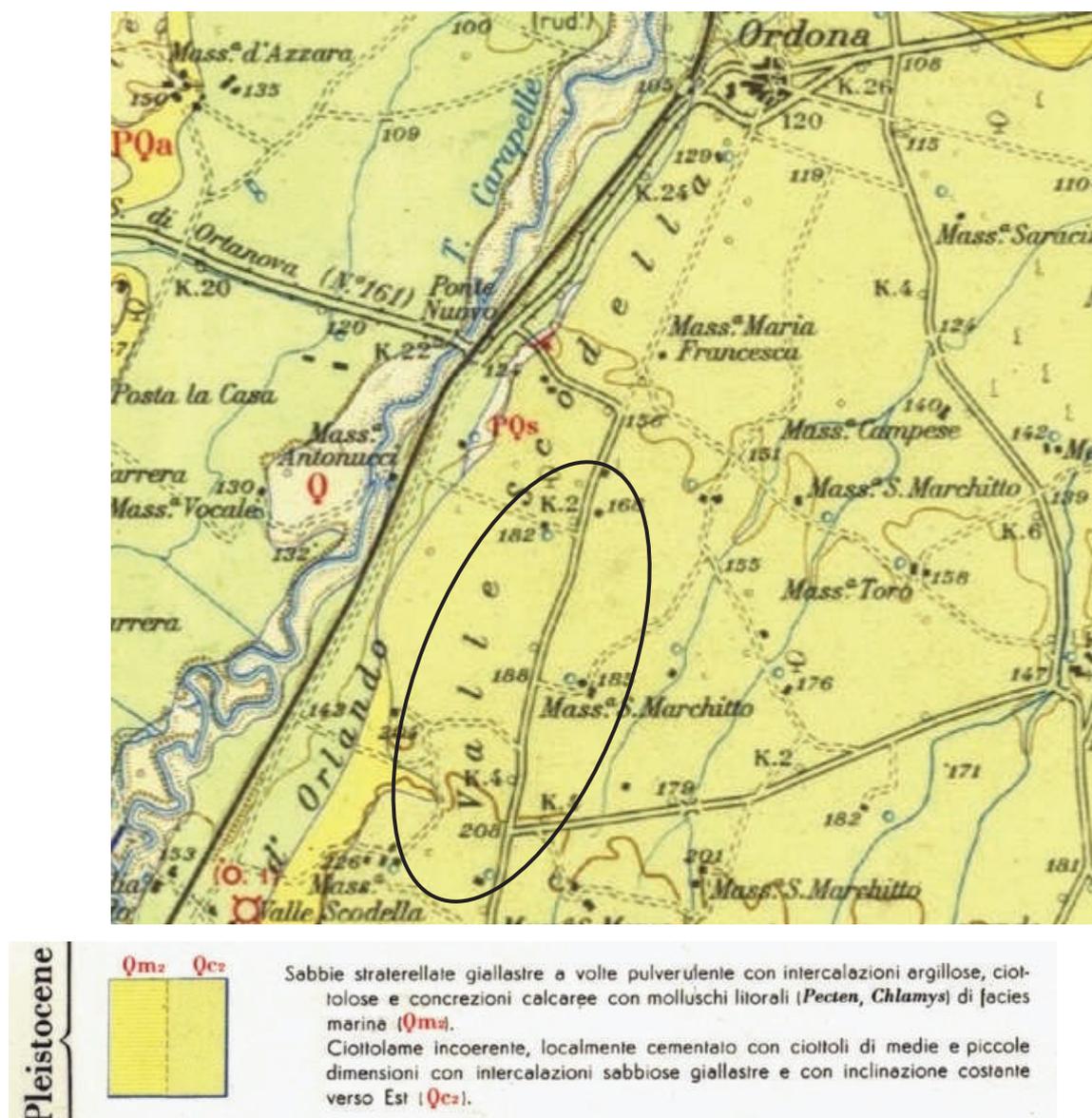


Fig. 3 - Stralcio Carta Geologica - Foglio 175 "Cerignola" (scala 1:100.000).

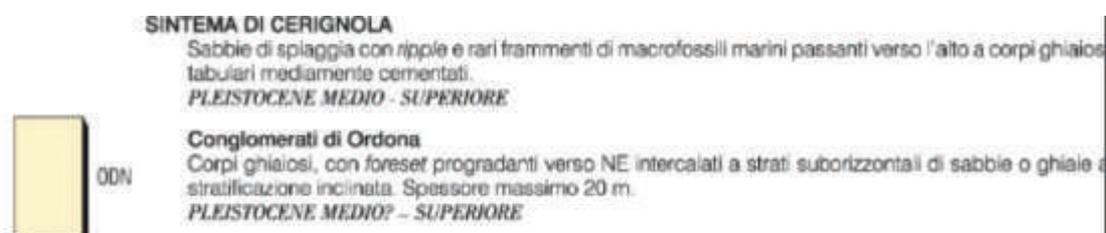
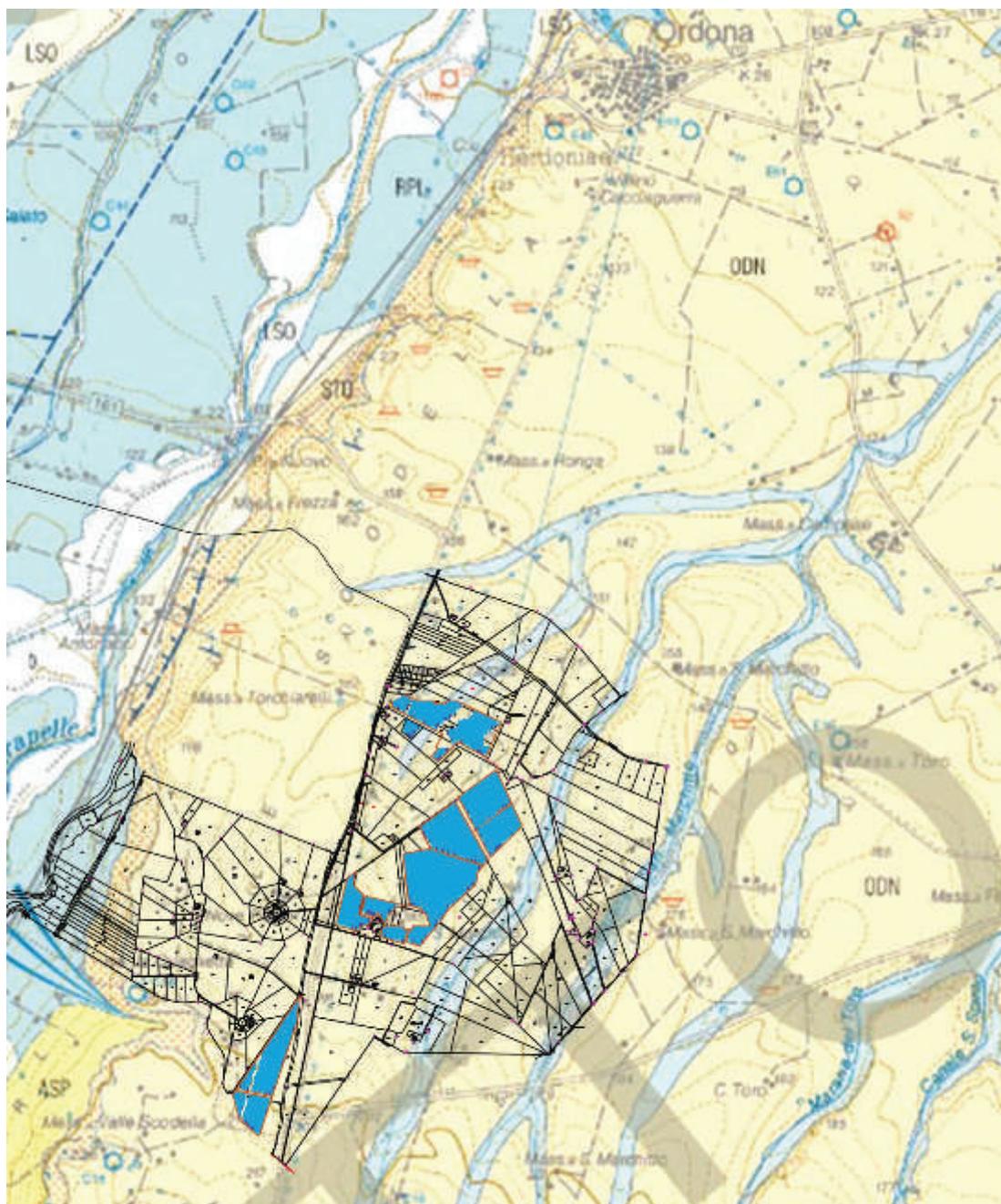


Fig. 4 – Stralcio da Foglio 421 (Ascoli Satriano) – Progetto CARG 1:50.000.

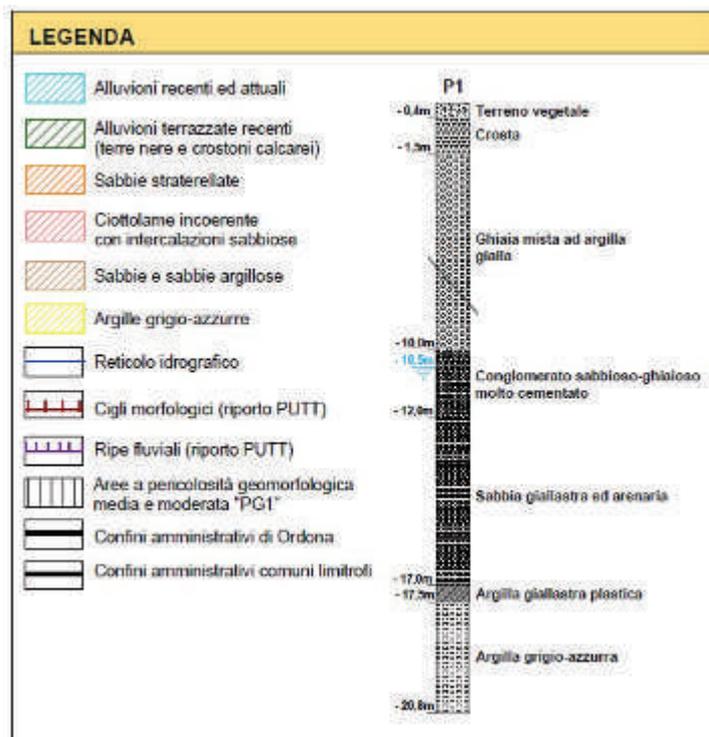
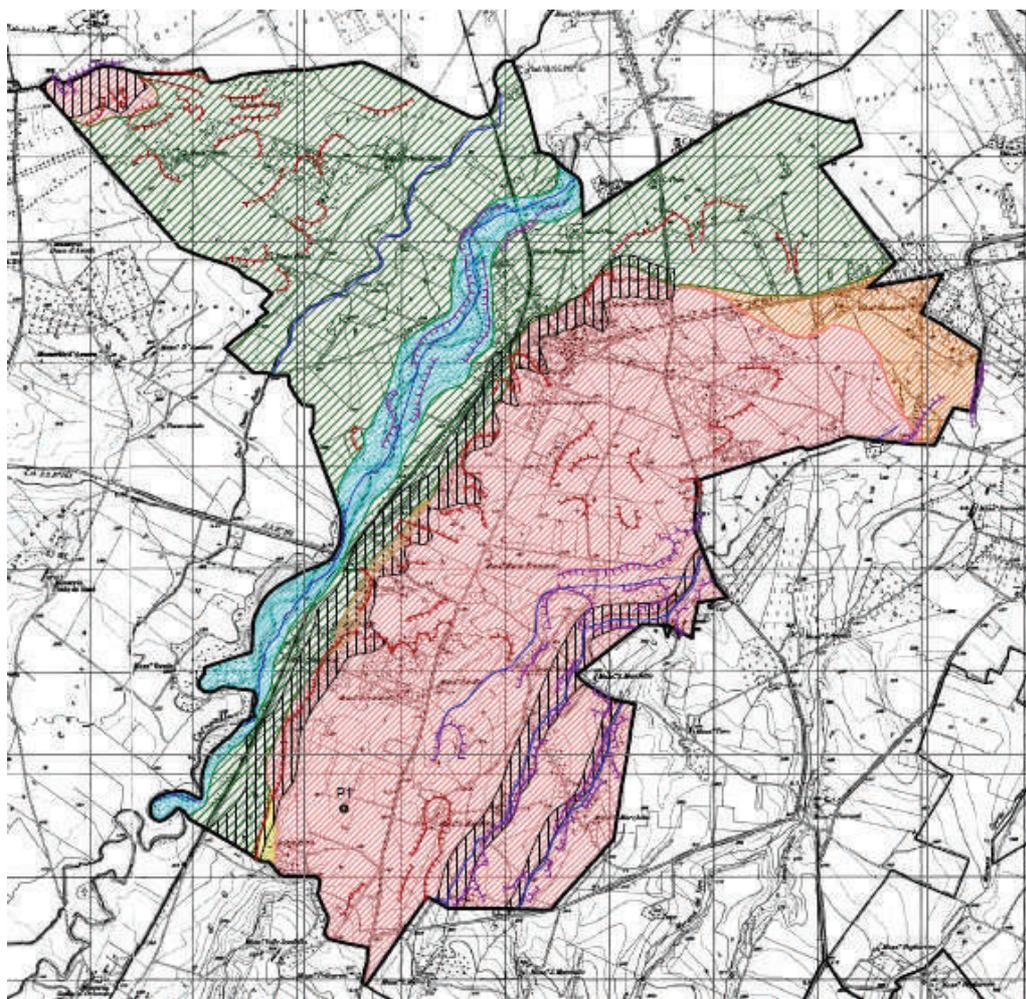


Fig. 5 – Carta geologica e geomorfologica da PRG del comune di Ortona, con ubicazione e stratigrafia del pozzo P1 censito.

In particolare nell'area sono presenti le seguenti unità (da prog. CARG):

- **Conglomerati di Ortona (ODN)**

Quest'unità conglomeratica, che è ben osservabile in località Scodella, presenta uno spessore di circa 10-20 m che diminuisce verso NE; è caratterizzata da stratificazione in corpi ghiaiosi tabulari costituiti internamente da foreset progradanti verso NE, con paleoflussi ad andamento normale alla Catena, alternati a strati sabbiosi suborizzontali o a set di ghiaie a stratificazione inclinata in direzione trasversale (paleoflussi con direzione longitudinale, SE-NO).

- **Sintema di La Sedia d'Orlando (LSO)**

Affiora soltanto lungo i versanti della valle del T. Carapelle. Poggia in discontinuità sulle argille subappennine e su diversi sintemi o subsintemi (TLC2, RDG, RGL); superiormente è limitato dalla superficie d'erosione attuale o, a luoghi, dal contatto con i depositi del subsintema dell'Incoronata (RPL1).

I principali caratteri litologici sono stati ricavati dall'analisi di alcuni modesti affioramenti e lungo il fronte di alcune piccole cave abbandonate in sinistra del T. Carapelle. I depositi di questo sintema sono costituiti da una irregolare alternanza di silt e sabbie, frequentemente laminate, a cui sono a luoghi intercalati limitati corpi di ghiaie e di sabbie grossolane. In alcune aree, attorno a Mass.e La Quercia e a E-NE di Ortona, la parte sommitale di questi depositi è coperta da limi accumulati durante episodiche piene o che occupavano modeste aree un tempo paludose.

Dal punto di vista strutturale, non sono state rilevate evidenze né di tipo morfologico né geologico stratigrafico che lascino presumere l'esistenza di faglie attive che possano direttamente interessare il sito.

### - **Argille grigio - azzurre**

Nota in letteratura anche sotto il nome di "Argille Subappennine" la formazione in oggetto affiora laddove l'erosione idrometeorica ha asportato i terreni di copertura o dove ha agito l'erosione fluviale. Essa è visibile quindi solo alle quote medie e medio-alte del versante in destra idraulica del Torrente Carapelle nei pressi di La Quaglietta. Dati di carattere stratigrafico evidenziano la costante presenza della formazione argillosa in parola al di sotto sia dei terreni alluvionali presenti alle basse quote, sia dei terreni limoso-argillosi e sabbioso-conglomeratici presenti alle quote più alte (cfr. stratigrafia del pozzo P1 censito di Fig. 5.). Dal punto di vista litologico la formazione delle argille grigio-azzurre, che sembra essersi depositata in un ambiente neritico medio e medio-superiore, risulta essere costituita da argille sabbioso-siltose che, per l'apprezzabile contenuto in carbonati (spesso maggiore del 30%), si pongono nel campo ora delle argille marnose ora delle marne argillose. Le sabbie in essa contenute, specie nella parte più alta della formazione, sono di norma a grana fine e generalmente ben classate, con predominio di quarzo angoloso brillante. Stando alla letteratura, i minerali argillosi sono rappresentati essenzialmente da illite e subordinatamente da clorite, smectite e caolinite.

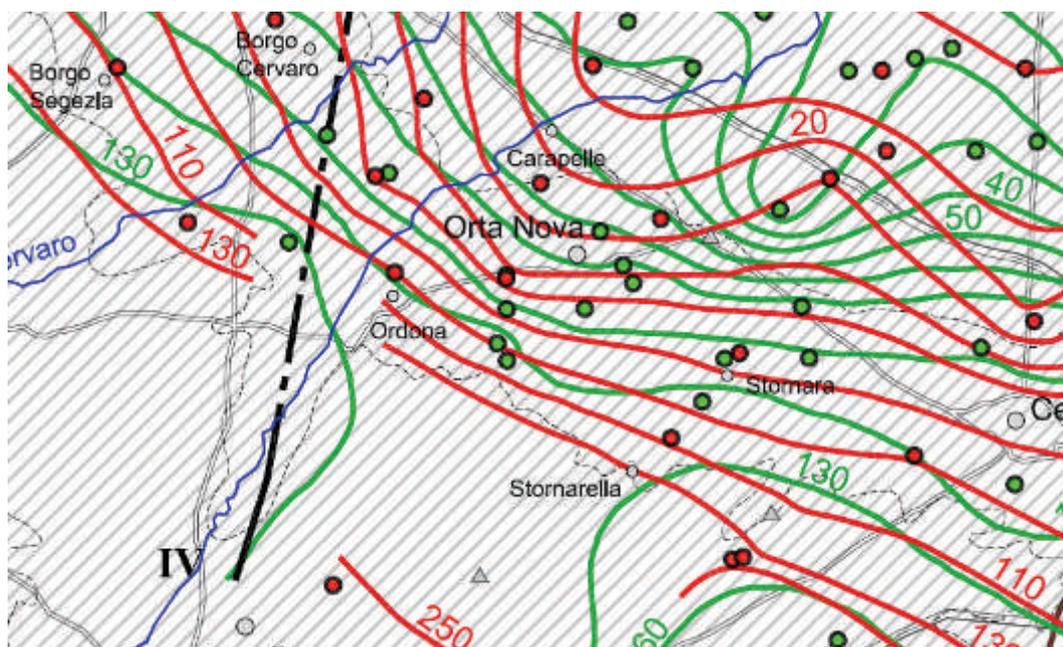
## **IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA**

Idrologicamente l'area è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nell'area, l'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 millimetri a circa 1200 millimetri di pioggia.

Nel reticolo idrografico presente, scorre acqua solo in concomitanza di eventi meteorici prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante e/o quasi nullo.

L'Unità idrogeologica del Tavoliere è delimitata inferiormente dal corso del Fiume Ofanto, lateralmente dal Mare Adriatico e dall'arco collinare dell'Appennino Dauno, superiormente dal basso corso del fiume Saccione e dal corso del Torrente Candelaro; quest'ultimo la separa dall'unità Garganica. Gli affioramenti principali sono costituiti da depositi quaternari in prevalenza in facies alluvionale e lacustre; nelle zone marginali occidentali localmente si rinvengono, in affioramento, argille grigio-azzurre della serie pliocenico-calabriana. In sintesi, si rinvengono in successione i seguenti terreni: un basamento impermeabile costituito da argille azzurre; il ciclo sedimentario plio-calabriano sormontato da sabbie gialle; una seconda serie di argille sabbiose grigio-azzurre e sabbie, sempre del Calabriano; infine, rocce conglomeratiche che in molte

zone si presentano senza soluzione di continuità con i depositi recenti del Tavoliere. Le porzioni di acquifero aventi le migliori caratteristiche idrodinamiche si rinvengono per lo più in aree poste in prossimità del medio bacino dell'Ofanto, nonché nel basso Tavoliere, subordinatamente anche in altre zone, però con distribuzione spaziale eterogenea. La falda circola nei depositi sabbioso-ghiaiosi quaternari; tale falda “superficiale” ha potenzialità estremamente variabili da zona a zona, anche in base alle modalità del ravvenamento che avviene prevalentemente dove sono presenti in affioramento materiali sabbioso-ghiaiosi. Il basamento di questo acquifero superficiale è rappresentato dalla formazione impermeabile argillosa di base. Il territorio comunale in oggetto è ubicato prevalentemente in destra idraulica del Torrente Carapelle ed in sinistra idraulica della Marana San Marchitto. Essa è condizionata in superficie da sedimenti ghiaiosi passanti a livelli clastici sabbioso-ghiaiosi, nei quali ha sede buona parte della riserva idrica sotterranea della zona. I risultati di un pozzo per uso irriguo riportato nella Fig. 5 in località “I Nove Roderi”, evidenzia la presenza di una falda superficiale la cui superficie piezometrica si posiziona a – 10,50 m. Tale falda superficiale, non è presente in tutto il territorio del comune di Ortona. La falda principale circola in condizioni generalmente freatiche e la superficie piezometrica si attesta intorno allo zero I.G.M. (Fig. 6 e 7). Viste le scarse variazioni dei livelli piezometrici di entrambe le falde, è da escludere categoricamente qualsiasi contatto con le opere fondali dei pannelli in questione e delle cabine elettriche. Prove di assorbimento per il calcolo della permeabilità, riportano che i terreni indagati, sono caratterizzati da valori di  $k$  pari a circa  $10^{-4}$  m/s.



#### PIEZOMETRIE

- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda profonda pugliese
- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (2007+2010)
- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (anni '50)
- Isoplezica media (m s.l.m.) della falda profonda pugliese (presunta se tratteggiata)
- Isoplezica media riferita al periodo 2007+2010 della falda superficiale del Tavoliere
- Isoplezica media (m s.l.m.) risalente agli anni '50 della falda superficiale del Tavoliere

Fig. 6 – Da carta idrogeologica: sorgenti, piezometrie, distribuzione della conc. salina (V.Cotecchia), scala 1:300.000 - "Allegato a: Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. XCII – Tav. 4".

## STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA

(da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale – Pietro CELICO; Pantaleone DE VITA; Giuseppina MONACELLI; Anna Rosa SCALISE; Giuseppe TRANFAGLIA)



COMPLESSI IDROGEOLOGICI		Tipo di permeabilità e direzione		Grado di permeabilità			
		Horizontal	Vertical	Impermeabile	Scarsa	Media	Alta
COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE							
1	<p>Complesso alluvionale - costiero:</p> <p>Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si trovano in giustapposizione laterale e verticale. In relazione alla variabile energia di trasporto (idraulico che ne ha determinato la deposizione, costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi); sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe.</p>						
9	<p>Complesso sabbioso-conglomeratico:</p> <p>Depositi clastici sabbiosi-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressive Pleistocene inferiori (del ciclo Bradanico: Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Isina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza dei limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.</p>						

Fig. 7

## INDAGINI IN SITO

Le indagini eseguite e prese in esame per il sito oggetto di studio hanno permesso di accertare la costituzione del sottosuolo e l'eventuale presenza di acque sotterranee, nonché misurare e consentire la valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni in studio.

A tale scopo, trattandosi di opere il cui peso è irrisorio, in virtù di una stratigrafia omogenea, sono state prese in esame:

- 1.) le indagini fornite dal collega dott. geologo Euplio Casullo, iscritto all'Ordine dei geologi della Regione Puglia con il n. 666, eseguite per la realizzazione del centro "Parrocchiale San Leone Vescovo", con le relative prove di laboratorio;
- 2.) la consultazione molteplice di indagini geognostiche condotte per progetti su aree omogenee e adiacenti a quella di progetto;
- 3.) scavi effettuati nelle varie aree sede dell'intervento con escavatore meccanico.

Il suddetto lavoro, ha permesso una modellazione statistica sia per la ricostruzione stratigrafica che la modellazione geotecnica del sottosuolo, come riportato nella normativa tecnica vigente, D.M 17/01/2018 e successiva circolare del 21/01/2019.

### - **SONDAGGI GEOGNOSTICI**

E' stato preso in esame il sondaggio S1 realizzato nel centro urbano del comune di Ortona per la realizzazione del complesso parrocchiale "San Leone Vescovo".

Tale sondaggio si è spinto sino alla profondità massima di 30,00 ml. dal p.c.

La stratigrafia è riportata negli allegati, mentre l'ubicazione in fig. 8..

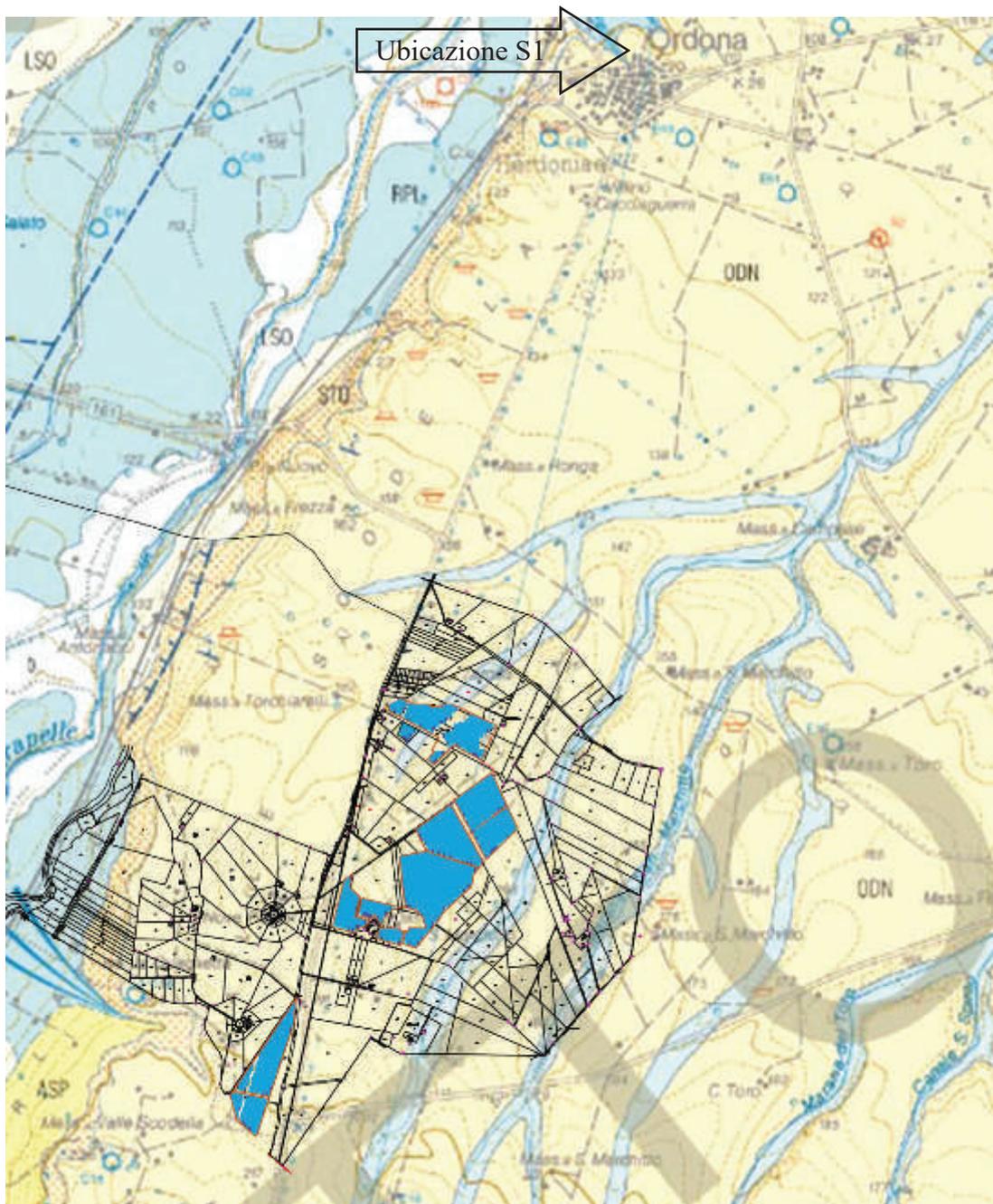


Fig. 8 – Ubicazione sondaggio S1.

**- PROVE DI LABORATORIO RELATIVE AI CAMPIONI PRELEVATI NEL  
SONDAGGIO S1**

Sui campioni indisturbati prelevati nel sondaggio S1, sono state eseguite prove di laboratorio allo scopo di determinare i parametri geotecnici utili al progettista calcolatore. In particolare, sono state eseguite prove di taglio diretto, prove di taglio residuo, prove di identificazione ecc., per fornire indicazioni circa la coesione drenata "C", l'angolo di attrito interno " $\phi$ ", il peso volume "Y".

I certificati delle prove di laboratorio sono allegati alla presente relazione.

## SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA DESUNTA DAL SONDAGGIO S1 E DALLA BIBLIOGRAFIA ESISTENTE

Il suddetto sondaggio con le relative prove di laboratorio, la stratigrafia del pozzo censito, indagini su aree omogenee e poste nelle immediate vicinanze, nonché scavi con escavatore in più punti dell'area di intervento, inducono alla seguente stratigrafia con la relativa modellazione geotecnica ottenuta mediando tutti i dati:

### **Terreno vegetale:**

l'area si presenta abbastanza omogenea, composta superficialmente da uno spessore di terreno vegetale compreso tra 0,5 e 1,0 metro (strato 1), sovrastante terreni limosi argillosi sabbiosi, presenti mediamente tra – 1,00 m e - 7,5 (strato 2) e dal sottostante strato di sabbia limosa argillosa tra – 7,5 m e 12 m (strato 3). E' possibile trovare al di sotto del terreno vegetale un crostone calcareo dello spessore di circa 1,00 m. All'interno degli strati 1 e 2, potrebbero insistere livelli ghiaiosi.

Valori di riferimento dei limi argillosi sabbiosi:

- $\gamma = 17.8 - 19.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- $c' = 30-54 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\varphi' = 28-29^\circ$ ;
- $C_u = 200-362 \text{ kN/m}^2$ ;
- $E = 14-82 \text{ Mpa}$ ;
- $E_d = 5.8-37 \text{ Mpa}$ .

Valori di riferimento delle sabbie argillose limose:

- $\gamma = 17.8 - 18.7 \text{ kN/m}^3$ ;
- $c' = 14 - 18 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\varphi' = 24 - 26^\circ$ ;
- $C_u = 57 - 200 \text{ kN/m}^2$ ;
- $E = 2,3 - 27 \text{ MPa}$ ;
- $E_d = 3 \text{ e } 12 \text{ MPa}$ .

Lo studio geognostico condotto in questa sede mette in evidenza la possibilità che si verifichino diversi scenari litostratigrafici nell'area di progetto. In fase esecutiva, prima delle operazioni di ancoraggio delle fondazioni, il direttore dei lavori, dovrà contattare per iscritto il geologo incaricato, il quale, dovrà presiedere i suddetti lavori e, se riterrà opportuno, potrà ricorrere ad ulteriori e più approfondite indagini.

Si riporta il modello geotecnico realizzato:

<b>Modello Geotecnico di progetto</b>							
	Prof. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	c' [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]	Cu [kN/m <sup>2</sup> ]	E' [Mpa]	E <sub>cd</sub> [Mpa]
Strato 1	0-1,5	21	5	24	/	5	3,5
Strato 2	1,0-7,5	18	40	28	200	14,00	6,00
Strato 3	7,5-12	18	14	24	57	10,00	7,00

La scelta dei valori geotecnici attribuiti alle formazioni sopra descritte scaturisce anche da una pratica locale, da dati precedentemente acquisiti sui quali responsabilmente sono basate altre progettazioni.

La tabella propone un possibile modello geotecnico, ove sarà cura del progettista calcolatore verificare la sua adeguatezza in base alla tipologia di struttura. Come già suddetto, in fase esecutiva dovrà, inoltre, essere verificata la schematizzazione geologica – geotecnica desunta nel presente studio, e, qualora necessario dovranno essere eseguite le indagini dirette finalizzate alla ricostruzione della situazione geologica locale.

## **PROSPEZIONE SISMICA**

Per definire la condizione sismostratigrafica del sito e determinare la categoria di suolo è stata eseguita un'indagine sismica con metodologia "Masw" e Rifrazione con uno stendimento geofonico di 52.00 m sulla p.lla 319 del foglio 11 del comune di Ortona. L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. SYSMATRAK 24 bit 24 canali, strumento progettato per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)]. La sorgente sismica è costituita da una mazza battente (peso di 10kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra posizionata alla distanza di 6,00 m. dal primo geofono.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2.00m. La lunghezza complessiva dello stendimento è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia dei terreni di sedime fino alla profondità di circa 35m dal p.c. I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Geopsy - Dinver) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo. Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale  $T=2.048s$ , sono state effettuate con passo di campionamento  $dt=0.5ms$ . La frequenza di campionamento è data da:  $f_{campionamento}=1/dt=2000Hz$ . La frequenza

massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da:  $f_{Nyquist} = 1/2dt = 1000\text{Hz}$ . La frequenza minima dei segnali è data da:  $f_{min} = 1/T = 0.488\text{Hz}$ . L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma "GEOPSY – DINVER vers. 2.0.5" che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di un profilo sismico 1D delle Vs.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh (onde Sh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (o curva di dispersione).

Nel metodo di indagine MASW le onde superficiali generate in un punto della superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Attraverso questo metodo si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 50Hz, quindi si ottengono informazioni sulla parte superficiale del suolo, sui primi 30 m di profondità, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW consiste in tre fasi:

calcolo della curva di dispersione apparente sperimentale;

calcolo della curva di dispersione apparente numerica;

individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Mediante l'analisi delle onde di Rayleigh viene determinato il parametro  $V_{s,eq}$ , che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità ed è calcolato mediante la seguente espressione:

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

Dove:

- ***hi*** è lo spessore dello strato iesimo;
- ***Vi*** è la velocità dello strato iesimo.

La classificazione del terreno di fondazione è ottenuta attraverso la stima del parametro  $V_{s30}$ , come indicato dalla normativa vigente (OPCM 3274, DM 19/ 09/ 2005, D.M. 2008 e 2018 “Nuove norme tecniche sulle costruzioni” ).

Nella fase di elaborazione si è determinata la curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità e successivamente, mediante picking dell’onda di Rayleigh, si è effettuata l’inversione della curva di dispersione interpretata e l’applicazione di algoritmi genetici. Per l’inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software “GEOPSY”. Inoltre è stata eseguita, lungo lo stesso profilo sismico, un’indagine sismica tipo rifrazione che ci hanno consentito di ricostruire localmente la sismostratigrafia presente. I risultati delle indagini vengono di seguito riportati:

## Indagine sismica Sezione 1 – 24

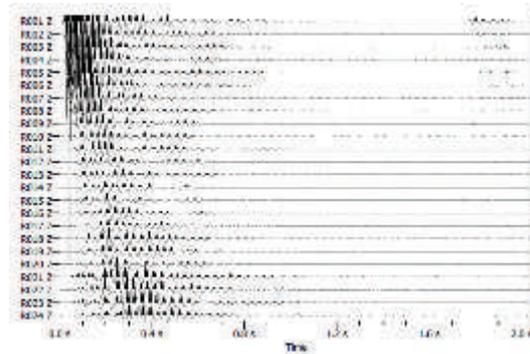


Fig.9 - Immagine sismogramma (Masw sezione 1-24).

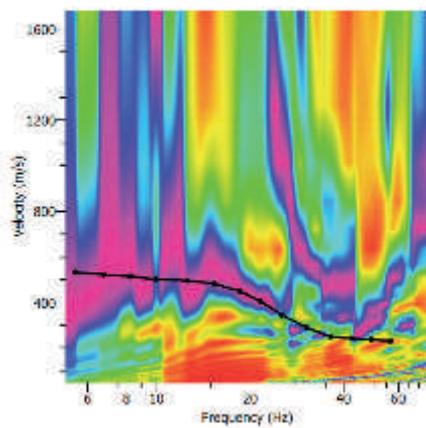


Fig.10 - Curva di dispersione sperimentale

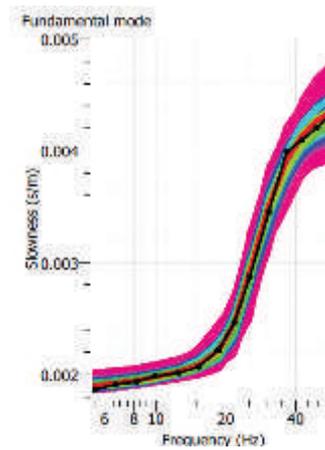
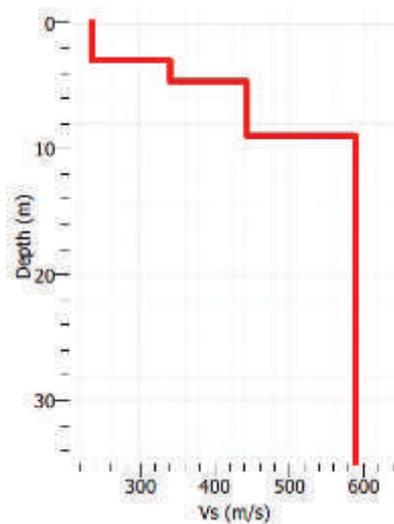


Fig.11 - Estrapolazione della modo fondamentale.



Strato n°	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	2,50	2,50	234,00
2	4,50	2,00	341,00
3	9,00	4,50	441,00
4	30,00	21,00	589,00

Fig.12 - Restituzione profilo velocità SH.

La  $V_{seq}$  calcolata dalla relazione (1) è pari a 480,72 m/s, classificando il terreno di fondazione in **classe B** (NTC 2018).

Per ricostruire la stratigrafia del sito è stata eseguita una prospezione geofisica con metodologia rifrazione.

La metodologia sismica a rifrazione utilizza la stima delle velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo che sono generate quando il terreno è sottoposto a sollecitazioni artificiali o naturali (sisma).

La determinazione delle velocità viene ricavata misurando i tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in diversi punti sulla superficie topografica, considerando i seguenti *principi di base*:

- *le onde sismiche si propagano con velocità diverse in mezzi con caratteristiche meccaniche diverse*
- *quando il raggio sismico attraversa una discontinuità di velocità (passa da una mezzo più lento ad uno più veloce, o viceversa) cambia direzione come descritto dalla **Legge di Snell**.*

Il metodo d'indagine sismica utilizzato nell'area è stato il metodo delle intercette (o metodo convenzionale) supportato da un'ulteriore elaborazione tramite metodo GRM (Palmer, 1980) e metodo tomografico WET (Wavepath Eikonal Tomography).

Operativamente, ciò che è stato eseguito in campagna è una disposizione lungo una retta di trasduttori velocimetrici (geofoni) lungo la sezione specifica che si desiderava investigare.

Quindi, in funzione della risoluzione e delle profondità ricercate, si sono adeguatamente disposti i punti di energizzazione.

Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, è stato possibile ricostruire le dromocrone che ci hanno consentito di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati.

Secondo i tempi di primo arrivo delle onde longitudinali P e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico e offset di scoppio) è stato possibile, inoltre, dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalla radiazione elastica e quindi ottenere una dettagliata perizia sismica della porzione di sottosuolo sottoposta ad indagine.

Per ciò che concerne l'indagine sismica eseguita per il presente lavoro, è stato sviluppato n°1 stendimento sismico con l'utilizzo di n° 24 geofoni distanziati tra di loro, su linea retta, di 2.00 metri.

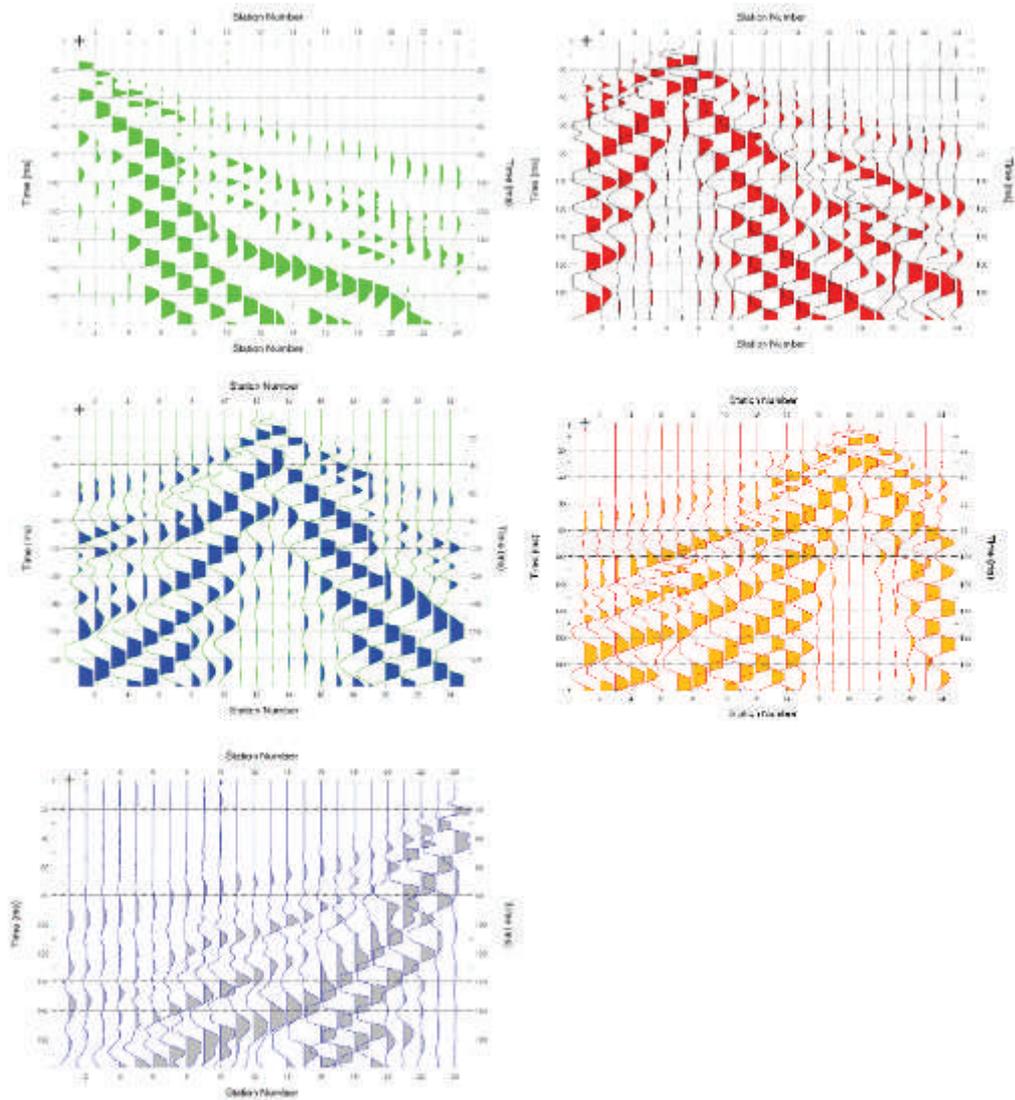
Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza battente di massa 10.00 kg effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

- *due scoppi simmetrici (off-shots) esterni allo stendimento ad una distanza di 2,00 metro dal geofono più vicino;*
- *uno scoppio (mid-shot) al centro dello stendimento stesso.*
- *due intermedi allo stendimento, (tra il 6° e il 7° geofono e tra il 18° e il 19° geofono).*

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 7.500 campioni al secondo.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "Rayfract 3.18" della Intelligent Resources (Copyright 1996-2010), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.

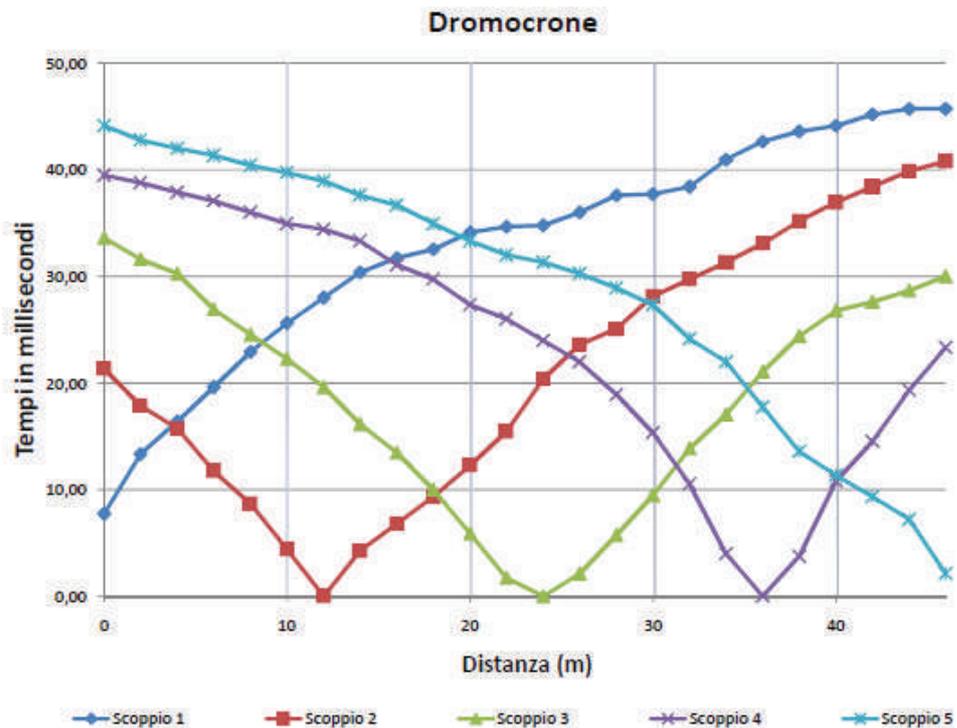
## Sismogrammi



*Sismogrammi degli Scoppi (sezione A-B).*

distanza	Scoppio 1	distanza	Scoppio 2	distanza	Scoppio 3	distanza	Scoppio 4	distanza	Scoppio 5
0	7,73	0	21,33	0	33,60	0	39,47	0	44,13
2	13,33	2	17,87	2	31,60	2	38,80	2	42,80
4	16,40	4	15,73	4	30,27	4	37,87	4	42,00
6	19,60	6	11,73	6	26,93	6	37,07	6	41,33
8	22,93	8	8,67	8	24,53	8	36,00	8	40,40
10	25,80	10	4,40	10	22,27	10	34,93	10	39,73
12	28,00	11	0,00	12	19,60	12	34,40	12	38,93
14	30,40	12	4,27	14	16,13	14	33,33	14	37,60
16	31,73	14	6,80	16	13,47	16	31,07	16	36,67
18	32,53	16	9,33	18	10,00	18	29,73	18	34,93
20	34,13	18	12,27	20	5,87	20	27,33	20	33,33
22	34,67	20	15,47	22	1,73	22	26,00	22	32,00
24	34,80	22	20,40	23	0,00	24	24,00	24	31,33
26	36,00	24	23,60	24	2,13	26	22,00	26	30,27
28	37,60	26	25,07	26	5,73	28	18,93	28	28,93
30	37,73	28	28,13	28	9,47	30	15,33	30	27,33
32	38,40	30	29,73	30	13,87	32	10,53	32	24,13
34	40,93	32	31,33	32	17,07	34	4,00	34	22,00
36	42,67	34	33,07	34	21,07	35	0,00	36	17,73
38	43,60	36	35,20	36	24,40	36	3,73	38	13,60
40	44,13	38	36,93	38	26,80	38	10,80	40	11,33
42	45,20	40	38,40	40	27,60	40	14,53	42	9,33
44	45,73	42	39,87	42	28,67	42	19,33	44	7,20
46	45,73	44	40,80	44	30,00	44	23,33	46	2,13
		46	41,20	46	31,07	46	25,73		

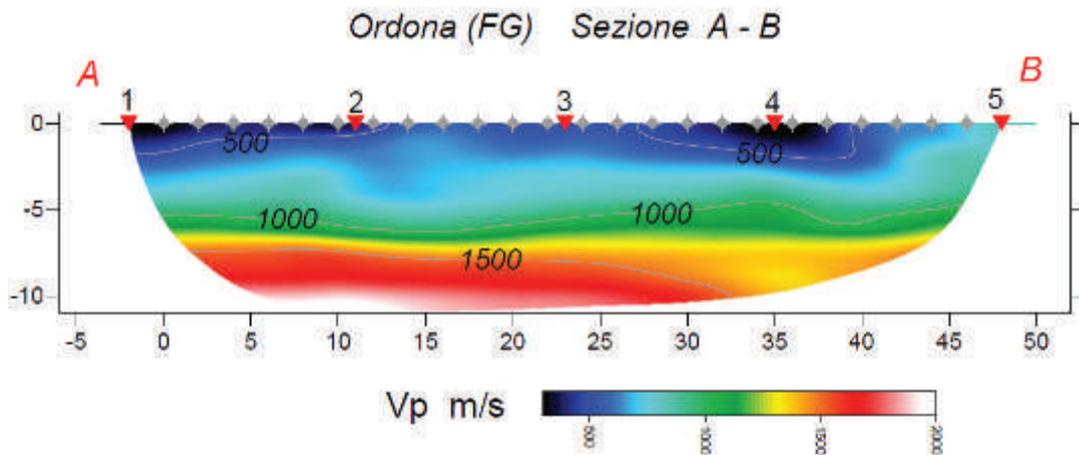
Tabella tempi primi arrivi (sezione A-B)



Dromocrone (sezione A-B)

Nella figura seguente viene riportata la tomografia sismica relativa all'indagine (Sezione A - B), calcolata tramite software Rayfract 3.18 con restituzione grafica ottenuta tramite software Surfer 9.0 dalla quale è

possibile verificare gli spessori della coltre superficiale alterata nell'area investigata.



*Tomografia sismica (sezione A - B).*

L'indagine geofisica eseguita ha consentito di caratterizzare sismicamente il sito, inoltre ci ha permesso di ricostruire localmente la condizione litostratigrafica locale. Dalla ricostruzione della sezione sismica si può notare che vi è una stratificazione localmente sub orizzontale, lo spessore del terreno alterato con basse velocità delle onde P risulta pari a circa 2-3 ml., inoltre le caratteristiche fisiche dei litotipi migliorano gradualmente con l'aumentare della profondità.

## **SISMICITA'**

Per quanto riguarda l'aspetto sismo-tettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante gli eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Essa infatti risente della vicinanza delle strutture sismo-genetiche dell'Appennino Campano-Dauno, i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici. Oltre al terremoto dell'Irpinia (1980) l'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31.10.2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli.

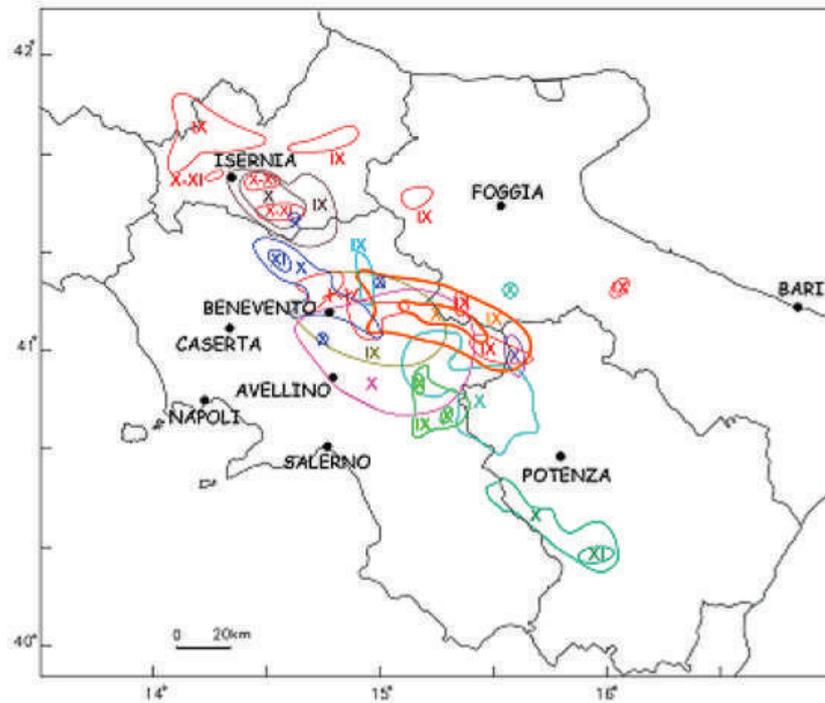


Figura 13 - Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni

Gli eventi sismici di maggior intensità sismica, verificatisi nelle vicinanze dell'area di studio di cui si hanno indicazioni storiche sono:

- Sequenza sismica appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- Sequenza sismica del 5 giugno 1688 nel Sannio;
- Terremoto del 8 settembre 1694 in Irpinia e Basilicata;
- Terremoto del 14 marzo 1702 in Baronia;
- Terremoto del 29 novembre 1732 in Irpinia;
- Terremoto del 14 agosto 1851 in Basilicata;
- Terremoto del 16 dicembre 1857 in Basilicata;
- Terremoto del 23 luglio 1930 in Irpinia;
- Terremoto del 21 agosto 1962 in Irpinia;
- Terremoto del 23 novembre 1980 in Irpinia - Basilicata.

## PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le “Norme Tecniche per le Costruzioni” - D.M. del 14/01/2008 – NTC 2018, definiscono le direttive da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. La determinazione delle azioni sismiche rappresenta una delle più importanti novità introdotte dalla norma, infatti per descrivere la pericolosità sismica di un sito sia in termini geografici che in termini temporali e con un buon grado di precisione è necessario che i risultati siano forniti:

- attraverso un reticolo di riferimento geografico i cui nodi estremi siano intervallati da un valore  $\leq 0,05^\circ$ ;
  - da un intervallo temporale di riferimento compreso tra i 30 anni e i 2475 anni relativo alle diverse probabilità di superamento in 50 anni e per i diversi periodi di ritorno **TR**;
  - da valori di accelerazione massima orizzontale **ag** insieme ai parametri che consentono di definire gli spettri di risposta elastici per il sito di riferimento.
- Vengono riportati alcuni parametri utili al progettista calcolatore per la redazione delle verifiche sulla struttura.

## VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

## CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- *Classe I*: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

- *Classe II*: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

- *Classe III*: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

- *Classe IV*: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

## PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella

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

Se  $VR \leq 35$  anni si pone comunque  $VR = 35$  anni.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_S$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_S$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

La classificazione deve interessare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato roccioso rigido di riferimento (bedrock). Si effettua sulla stima delle velocità medie delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità con la seguente espressione:

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

dove  $H$  indica la profondità del substrato ( $V_S > 800$  m/s),  $h_i$  e  $V_{S,i}$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $< 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $n$  presenti nei primi 30 metri di profondità. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$

è definita dal para-metro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

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

## CATEGORIA TOPOGRAFICA

Il coefficiente di amplificazione topografica  $St$  è funzione delle categorie topografiche ( $Tn$ ) riportate nella Tabella 3.2.IV del D.M 14/01/2008.

Tabella 3.2.IV - Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie piana con pendenza massima inferiore o uguale a 3°
T2	Superficie con pendenza superiore a 3°
T3	Superficie con pendenza superiore a 3° e inferiore a 10°
T4	Superficie con pendenza superiore a 10°

Definizione superficie topografica

Vista una pendenza massima di  $< 3^\circ$ , il terreno in oggetto viene classificato come T1 da cui consegue (Tabella 3.2.VI) il valore di  $St = 1.0$

Indice	Definizione	kw
T1	..	1,0
T2	..	1,2
T3	..	1,4
T4	..	1,6

Definizione coefficiente topografico

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO “kw” (Terreno alla Winkler)

I metodi per la determinazione di “kw”, sono basati su estrapolazioni che traggono origine dall’effettuazione di prove di carico su piastra.

Vale la pena osservare che, dovendo necessariamente operare con piastre di piccole dimensioni, l’influenza del carico si rende sensibile solo in corrispondenza dei livelli più superficiali di terreno.

In realtà le fondazioni, di dimensioni notevolmente maggiori, finiscono con l’interessare strati posti a notevole profondità.

In questa ottica, al fine di contenere entro limiti accettabili i costi delle indagini, si è effettuata una determinazione di “kw” su base bibliografica.

Si è così giunti ad individuare:

---

kw	= 5 Kg/cm <sup>3</sup>	(Limi argillosi sabbiosi dal p.c.)
----	------------------------	------------------------------------

---

## CONCLUSIONI

Gli studi svolti e le indagini eseguite, hanno consentito la caratterizzazione geologica dei terreni interessati dal *progetto di un impianto agro voltaico di potenza nominale pari a 79,9992 MW in DC, da ubicarsi in agro dei comuni di Ortona (FG) ed Ascoli Satriano (FG), e delle opere connesse e di infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro dei comuni di Ortona, Ascoli Satriano e Castelluccio dei Sauri (FG)*. I terreni interessati, di carattere alluvionale, sono dotati di buone caratteristiche meccaniche, con deformazioni limitate, sono quindi dei buoni terreni di fondazione.

Durante le operazioni di scavo per posizionare le fondazioni, al di sotto del terreno vegetale, è probabile che in diverse parti dell'area sede dell'intervento, è possibile riscontrare la presenza di una crosta calcarea con spessore di circa 1,00 m, sovrastante i depositi alluvionali (vedasi stratigrafia ricavata da pozzo censito a pag. 8 della presente).

L'area risulta stabile ed è priva di forme di dissesto. L'intervento non altera le caratteristiche morfologiche e geologiche del luogo.

Il comune di Ortona viene classificato secondo l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 in classe 2.

Il sito di intervento, è stato suddiviso in tre aree, tra le quali, L'AREA 2, è attraversata in parte da un canale denominato dallo scrivente fosso 2, affluente del torrente Carapelle, il quale, è interessato dallo scorrimento delle acque piovane solamente nei giorni di intensa pioggia (vedasi relazione idrologico – idraulica allegata a firma dello scrivente). Dalla consultazione della cartografia PAI, emerge parte dell'AREA 2, è inserita nei territori interessati da P.G.1. (vedasi carta della pericolosità geomorfologica in allegato). Pur essendo gravata da P.G.1, è possibile affermare che L'AREA 2, è geomorfologicamente stabile e che l'intervento previsto non altererà in alcun modo le attuali condizioni geomorfologiche e di sicurezza dei luoghi. Infatti, sulla base delle informazioni e dei dati desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, geostratigrafiche, idrogeologiche e

geotecniche del sito d'interesse, così come riportato nei paragrafi precedenti, si ribadisce che l'area risulta:

- geomorfologicamente stabile; la morfologia risulta caratterizzata, per un ampio intorno, da pendenze massime inferiori a 2% e i terreni al di sotto del p.c. si presentano di sufficiente integrità e consistenza;
- non interessata da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo e/o del sottosuolo;
- non influenzata da fenomeni di ruscellamento di acque meteoriche e da ristagni idrici;
- caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica con valori dell'angolo d'attrito del terreno di gran lunga superiori all'angolo di inclinazione naturale del pendio
- senza segni di ulteriori pericolosità geologiche in relazione all'intervento progettato.

Infine, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali, esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area, QUINDI E' POSSIBILE AFFERMARE LA PIENA COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'INTERVENTO.

In fase di predisposizione del cantiere e cioè prima di passare alla fase esecutiva, la Direzione Lavori è tenuta a verificare la rispondenza di quanto previsto nel presente rapporto geologico-geotecnico.

Tanto si doveva ad espletamento dell'incarico ricevuto.

Il sottoscritto resta a disposizione per qualsiasi chiarimento ed approfondimento alla presente relazione.

Ischitella, marzo 2022

Il geologo  
Dott. Pasquale TRIGGIANI

Committente: PARROCCHIA S. LEONE VESCOVO

Località: ORDONA

Scala 1:200

Data inizio/fine:

Sigla: S 1

Attrezzatura: SONDA IDRAULICA

Quota dal p.c.(m):

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Legenda campioni:		rimaneggiato	S.P.T.	da vane test	a percussione	indisturbato a pressione	indisturbato rotativo					
Spe sso (m)	Prof. (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	R.Q.D. %	S.P.T.	Vane test (kg/cmq)	Pocket (kg/cmq)	Falda	% caro taggio
0,00	0,30			TERRENO VEGETALE								
4,30	4,60		2,00	SABBIE ADDENSATE CON LIVELLI GHIAIOSI				13 52				
0,90	5,50			SABBIA LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO				50 42				
2,50	8,00			SABBIE CON LIVELLI GHIAIOSI								
22,00	30,00		9,00	SABBIA LIMOSO ARGILLOSA GIALLASTRA								



VERBALE DI ACCETTAZIONE **234** del **09/12/09**

COMMITTENTE: **Dott. Euplio Casullo**

SITO : **Compl. Par. "San Leone Vescovo"**

LOCALITA': **Ortona (FG)**

SONDAGGIO : **S1**

DATA PRELIEVO

03/12/09

CAMPIONE : **C1**

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : **2.00-2.50** (m)

TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

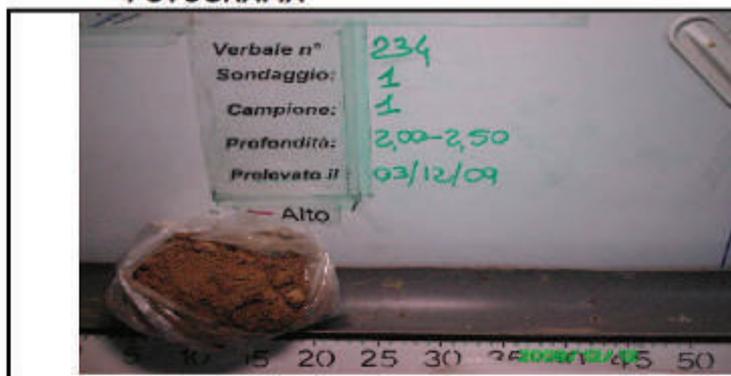
Q5

## QUADRO RIASSUNTIVO ANALISI EFFETTUATE

### Caratteristiche Generali

$\gamma_s$	=	26.457	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma$	=	18.228	KN/m <sup>3</sup>
Wn	=	14.864	%
$\gamma_{sat}$	=	19.794	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_d$	=	15.869	KN/m <sup>3</sup>
e	=	0.667	
n	=	40.019	%
Sr	=	60.103	%

### FOTOGRAFIA



### Limiti di consistenza

LIMITE LIQUIDO	(LL) =	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	
LIMITE RITIRO	(LR) =	%

### Caratteristiche Meccaniche

#### Espansione laterale libera

$\sigma$	=	kPa
Cu	=	kPa

#### Taglio Diretto

c	=	1.71	kPa
$\Phi$	=	33.81	°

#### Taglio Residuo

c'	=	kPa
$\Phi'$	=	°

Torsionale	=	kPa
	=	°

### Caratteristiche granulometriche

ARGILLA	8.40%
LIMO	19.60%
SABBIA	22.90%
GHIAIA	49.10%

### DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

Ghiaia sabbiosa limosa debil. Argillosa.

### Sostanze organiche

S.O. %

### Contenuto di carbonati

CaCO<sub>3</sub> %

### Compressione triassiale

UU Cu = kPa

CU  $c_{cu}$  = kPa  $c'_{cu}$  = kPa  
 $\Phi_{cu}$  = °  $\Phi'_{cu}$  = °

CD Cd = kPa  $\Phi_{cd}$  = °

### Compressione Edometrica

$\sigma_v$	e	M	Cv
kPa		Mpa	cm <sup>2</sup> /s

### Permeabilità

k = m/s

### Proctor

#### Caratteristiche All'ottimo

Y	=	(KN/m <sup>3</sup> )
Yd	=	(KN/m <sup>3</sup> )
W	=	%



Rapporto di prova: <b>5089</b> Data di emissione: <b>04/01/10</b>	<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del <b>09/12/09</b>	12/12/09	12/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo" LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : <b>S1</b>	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : <b>C1</b>	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : <b>2.00-2.50</b> (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

## APERTURA CAMPIONI

Modalità di prova: ASTM D 421

Diametro : \ (cm)  
 Lunghezza : \ (cm)

Colore : Giallo  
 Consistenza : Bassa  
 Plasticità : Normale  
 Umidità : Media

Resistenza

Pocket penetrometer: (KPa)

Vane test : (KPa)

Descrizione del campione : Terreno sabbioso giallastro con pietrisco.

Analisi effettuate : Caratteristiche fisiche: Peso specifico dei grani, peso volume , contenuto naturale d'acqua, Granulometria. Caratteristiche meccaniche : Prova di taglio diretto.



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco





Rapporto di prova: <b>5090</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	09/12/09	12/12/09	18/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo" LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : C1	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : 2.00-2.50 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

### PESO SPECIFICO DEI GRANI

Modalità di prova: CNR UNI 10013

Temperatura di prova : 21 °C

Capacità del picnometro: 50 ml

Disaerazione eseguita sotto vuoto e per bollitura

**Peso specifico dei grani**

(media delle due misure)

$\gamma_s = 26.457 \text{ KN/m}^3$



LO SPERIMENTATORE  
Giovanni Turco

*(Handwritten signature of Giovanni Turco)*





Rapporto di prova: <b>5091</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	09/12/09	12/12/09	12/12/09

<b>COMMITTENTE:</b> Dott. Euplio Casullo			
<b>SITO :</b> Compl. Par. "San Leone Vescovo"		<b>LOCALITA':</b> Ortona (FG)	
<b>SONDAGGIO :</b> S1	<b>DATA PRELIEVO</b>		03/12/09
<b>CAMPIONE :</b> C1	<b>TIPO DI FUSTELLA</b>		(Metallo)
<b>PROFONDITA' :</b> 2.00-2.50 (m)	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>		Indisturbato Q5

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: BS 1377 2:2

### Determinazione mediante fustella tarata

Fustella n°	1	▶	$\gamma$	=	18.147	KN/m <sup>3</sup>
Fustella n°	2	▶	$\gamma$	=	18.081	KN/m <sup>3</sup>
Fustella n°	3	▶	$\gamma$	=	18.456	KN/m <sup>3</sup>

### Peso volume allo stato naturale

(media delle tre misure)

$\gamma =$  **18.228** KN/m<sup>3</sup>



Rapporto di prova: <b>5092</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	09/12/09	12/12/09	14/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo			
SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo"		LOCALITA': Ortona (FG)	
SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE :	C1	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	2.00-2.50 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Temperatura di essiccazione : 110 °C

Contenitore N°	81	▶	Wn =	14.149	%
Contenitore N°	56	▶	Wn =	14.662	%
Contenitore N°	16	▶	Wn =	15.780	%

**Contenuto d'acqua allo stato naturale**

(media delle tre misure)

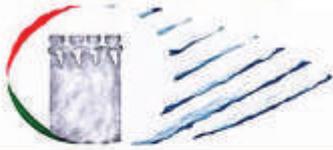
**Wn = 14.864 %**



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco

*G. Turco*





<b>Rapporto di prova:</b> 5093	<b>Data di emissione:</b> 04/01/10
VERBALE DI ACCETTAZIONE	234 del 09/12/09

<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
12/12/09	17/12/09

<b>COMMITTENTE:</b> Dott. Euplio Casullo	
<b>SITO :</b> Compl. Par. "San Leone Vescovo"	<b>LOCALITA':</b> Ordona (FG)
<b>SONDAGGIO :</b> S1	<b>DATA PRELIEVO</b> 03/12/09
<b>CAMPIONE :</b> C1	<b>TIPO DI FUSTELLA</b> (Metallo)
<b>PROFONDITA' :</b> 2.00-2.50 (m)	<b>TIPO DI CAMPIONE</b> Indisturbato Q5

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: ASTM D 422

Analisi con vagli					
Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
4"	101.60			100.00	101.60
3	75.00			100.00	75.00
2	50.00			100.00	50.00
1.5	37.50			100.00	37.50
1"	25.00			100.00	25.00
0.75	19.00	62.58	9.32	90.68	19.00
0.375	9.50	136.07	29.58	70.42	9.50
4	4.75	81.13	41.66	58.34	4.75
10	2.00	52.96	49.54	50.46	2.00
18	0.85	31.32	54.21	45.79	0.850
40	0.43	26.33	58.13	41.87	0.425
60	0.25	35.01	63.34	36.66	0.250
140	0.11	45.01	70.04	29.96	0.106
200	0.07	5.22	70.82	29.18	0.074
	< 0.074	195.99	29.18	passante al 200	
Somma (g)		671.61			
Peso iniziale (g)		672.35			
Perdita (g)		0.74			

Analisi con densimetro

correzioni		
dispersivo	Cd	-3.00
menisco	Cm	0.50
temperatura	Intercetta	-5.00
temperatura	pendenza	0.25
caratteristiche fisiche		
peso campione secco g		50.00
peso specifico KN/m <sup>3</sup>		26.457
taratura densimetro		
intercetta		15.573
pendenza		-0.235

Analisi con densimetro					
Tempo	Temperatura	Letture	Letture + C <sub>M</sub>	Correzione temperatura	Percentuale parziale
min	°C	R	R'		%
0.50	24.00	32.20	32.70	1.00	97.56
1.00	24.00	30.40	30.90	1.00	91.84
2.00	24.00	28.00	28.50	1.00	84.21
4.00	24.00	25.60	26.10	1.00	76.59
8.00	23.50	23.90	24.40	0.88	70.79
15.00	24.00	21.20	21.70	1.00	62.60
30.00	24.00	18.90	19.40	1.00	55.29
60.00	24.00	17.00	17.50	1.00	49.26
120.00	24.00	15.20	15.70	1.00	43.54
240.00	24.00	13.40	13.90	1.00	37.82

Percentuale totale	Diametro grani
%	mm
28.47	0.05
26.80	0.05
24.58	0.04
22.35	0.02
20.66	0.01
18.27	0.01
16.14	0.01
14.37	0.01
12.70	0.00
11.04	0.00
8.81	0.00



LO SPERIMENTATORE  
Giovanni Turco

*(Handwritten signature)*







Rapporto di prova: <b>5094</b>	Data di emissione: <b>04/01/10</b>	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	<b>09/12/09</b>	12/12/09	17/12/09

COMMITTENTE: **Dott. Euplio Casullo**SITO : **Compl. Par. "San Leone Vescovo"**LOCALITA': **Ortona (FG)**

SONDAGGIO : <b>S1</b>	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : <b>C1</b>	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : <b>2.00-2.50 (m)</b>	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

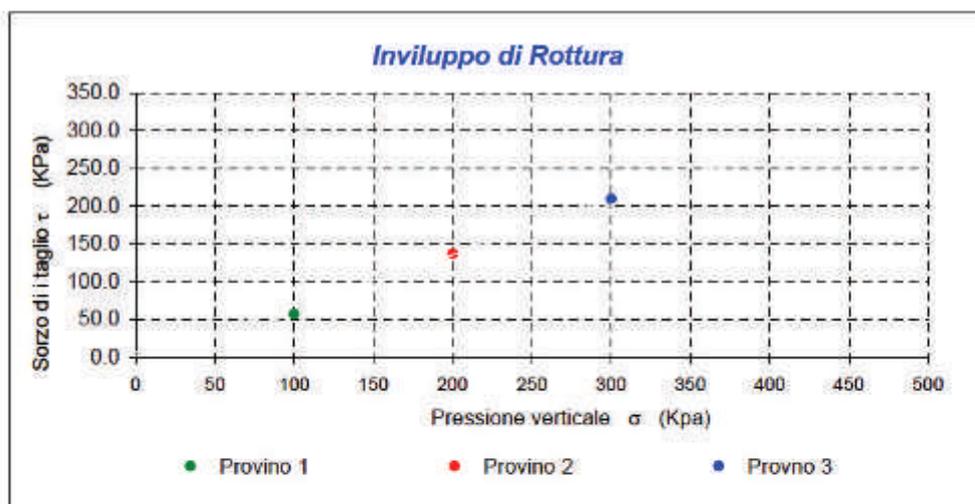
Modalità di prova: ASTM D 3080

dati generali:		Provino n°1	Provino n°2	Provino n°3
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )		36.00	36.00	36.00
Altezza iniziale (mm)		20.00	20.00	20.00
Altezza finale (mm)		19.50	19.30	19.10
Num tara 1		1.00	23.00	1.00
Peso tara 1 (g)		60.12	59.90	60.37
Tara + p. umido iniziale (g)		193.36	192.65	195.87
Num tara 2		2.00	31.00	26.00
Peso tara 2 (g)		26.75	25.85	26.04
Tara + p. umido finale (g)		160.21	158.84	160.29
Tara + p. provino secco (g)		143.26	142.31	143.84
Peso specifico grani (KN/m <sup>3</sup> )				
Peso di volume iniziale (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$	1.85	1.84	1.88
Peso di volume finale (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$	1.90	1.91	1.95
Peso di volume secco (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$	1.62	1.62	1.64
Contenuto acqua iniziale (%)	$W_n$	14.36	13.99	15.02
Contenuto acqua finale (%)	$W_n$	14.55	14.19	13.97
Saturazione iniziale (%)	$S_r$	58.04	56.49	62.44
Saturazione finale (%)	$S_r$	62.76	62.81	65.56
Indice dei vuoti iniziale	$e_w$	0.67	0.67	0.65
Indice dei vuoti finale	$e_w$	0.63	0.61	0.57
Peso vol. secco finale (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$	1.66	1.68	1.71

**Provino n°1**  
 $\sigma = 100$  (Kpa)  
 $\tau_r = 57.28$  (Kpa)  
 $S_n = 6.29$  (mm)

**Provino n°2**  
 $\sigma = 200$  (Kpa)  
 $\tau_r = 137.42$  (Kpa)  
 $S_n = 6.27$  (mm)

**Provino n°3**  
 $\sigma = 300$  (Kpa)  
 $\tau_r = 209.61$  (Kpa)  
 $S_n = 2.95$  (mm)





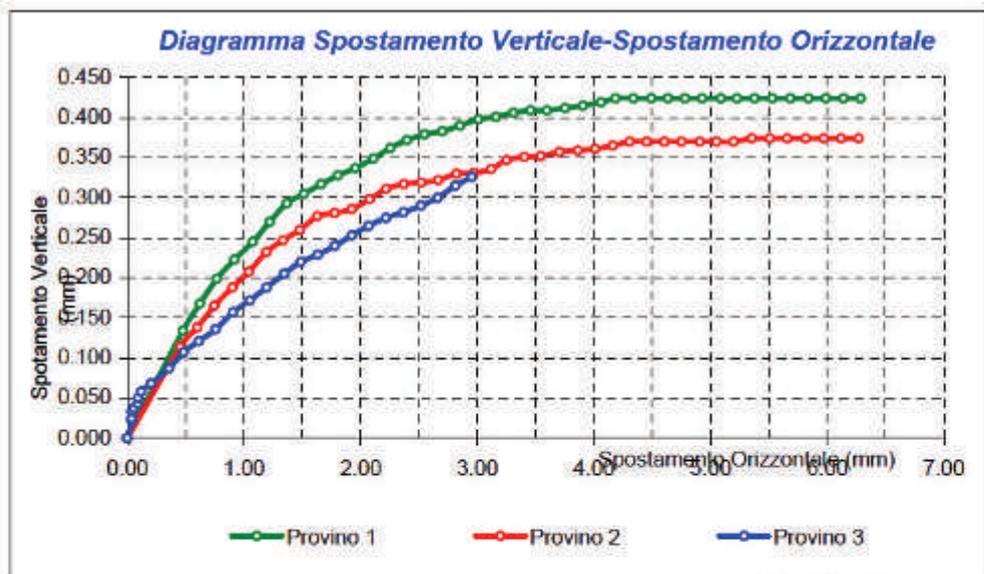
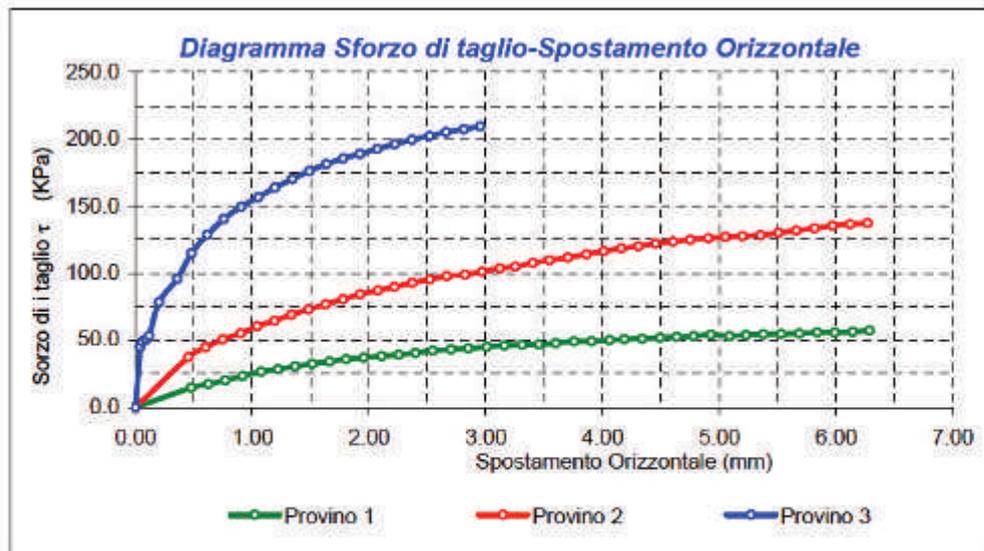
Rapporto di prova: <b>5094</b>	Data di emissione: <b>04/01/10</b>
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b>	del <b>09/12/09</b>

<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
12/12/09	17/12/09

<b>COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo</b>			
<b>SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo"</b>		<b>LOCALITA': Ortona (FG)</b>	
<b>SONDAGGIO :</b>	<b>S1</b>	<b>DATA PRELIEVO</b>	03/12/09
<b>CAMPIONE :</b>	<b>C1</b>	<b>TIPO DI FUSTELLA</b>	(Metallo)
<b>PROFONDITA' :</b>	<b>2.00-2.50 (m)</b>	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	Indisturbato Q5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: ASTM D 3080



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco

*Handwritten signature of Giovanni Turco*

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geologo **Mario Di Carlo**









**COMMITTENTE:** Dott. Euplio Casullo

**SITO :** Compl. Par. "San Leone Vescovo"

**LOCALITA':**

**SONDAGGIO :** S1

**DATA PRELIEVO** 03/12/09

**CAMPIONE :** C1

**TIPO DI FUSTELLA** (Metallo)

**PROFONDITA' :** 2.00-2.50 (m)

**TIPO DI CAMPIONE** Indisturbato Q5

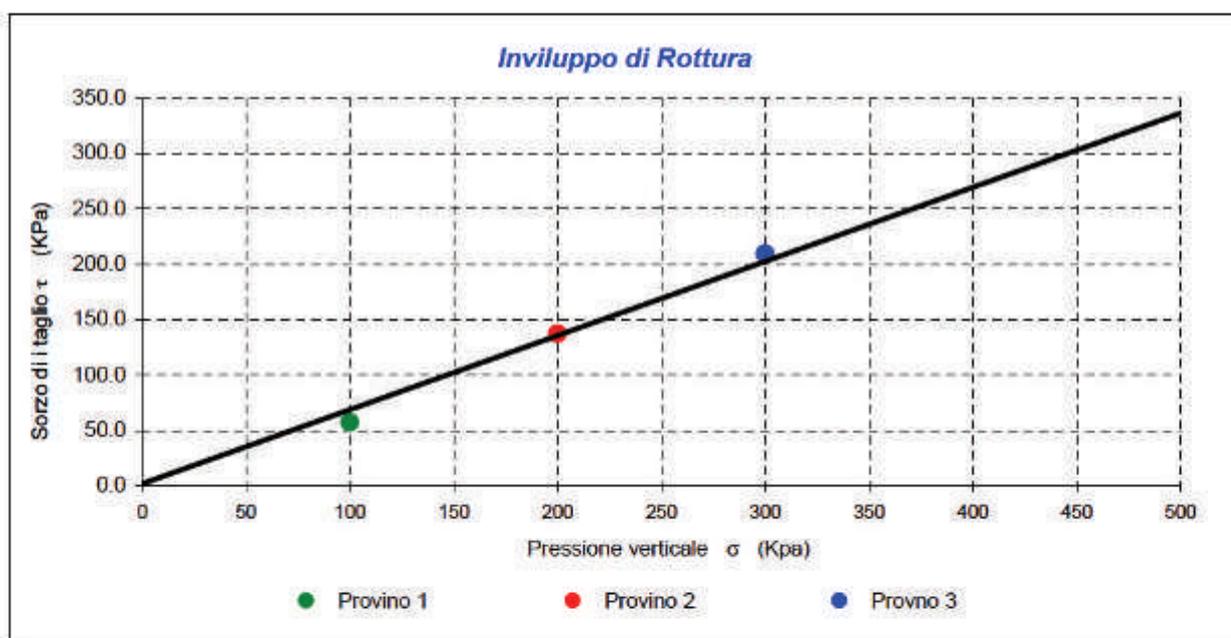
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: ASTM D 3080

**Caratteristiche dei provini:**

Provino	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	γ <sub>n</sub> KN/m <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> KN/m <sup>3</sup>	Sr <sup>(i)</sup> %	Sr <sup>(f)</sup> %	Wn <sup>(i)</sup> %	Wn <sup>(f)</sup> %
1	20.00	36.00	18.15	15.87	58.04	62.76	14.36	14.55
2	20.00	36.00	18.08	16.04	56.49	62.81	13.99	14.19
3	20.00	36.00	18.45	16.04	62.44	65.56	13.97	13.97

Provino	Velocità mm/min	σ normale [kPa]	τ picco [kPa]	S <sub>h</sub> mm
1	0.005	100.00	57.28	6.271
2	0.005	200.00	137.42	6.271
3	0.005	300.00	209.61	2.954



**c' = 1.71 (Kpa)      φ = 33.81 °**

VERBALE DI ACCETTAZIONE **234** del **09/12/09**

Pag 1/1

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo"

LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO

03/12/09

CAMPIONE : C2

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : 9.00-9.50 (m)

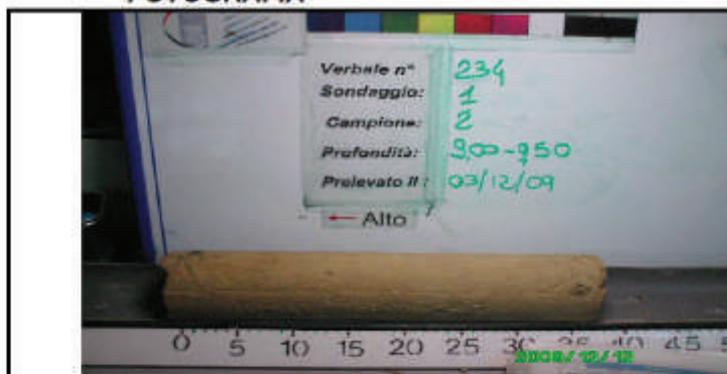
TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

**QUADRO RIASSUNTIVO ANALISI EFFETTUATE****Caratteristiche Generali**

$\gamma_s$	=	26.500	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma$	=	20.482	KN/m <sup>3</sup>
Wn	=	17.335	%
$\gamma_{sat}$	=	20.803	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_d$	=	17.456	KN/m <sup>3</sup>
e	=	0.518	
n	=	34.13	%
Sr	=	90.409	%

**FOTOGRAFIA****Limiti di consistenza**

LIMITE LIQUIDO	(LL) =	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	
LIMITE RITIRO	(LR) =	%

**Caratteristiche Meccaniche**

<b>Espansione laterale libera</b>	
$\sigma$ =	kPa
Cu =	kPa
<b>Taglio Diretto</b>	
c =	19.47 kPa
$\phi$ =	28.48 °
<b>Taglio Residuo</b>	
c' =	kPa
$\phi'$ =	°
<b>Torsionale</b>	
	kPa
	°

**Caratteristiche granulometriche**

ARGILLA	24.00%
LIMO	42.90%
SABBIA	17.80%
GHIAIA	15.30%
DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:	
Limo argilloso sabbioso ghiaioso.	

**Sostanze organiche**

S.O.	%
------	---

**Contenuto di carbonati**

CaCO <sub>3</sub>	%
-------------------	---

**Compressione triassiale**

UU	Cu =	kPa		
CU	C <sub>cu</sub> =	kPa	C' <sub>cu</sub> =	kPa
	$\phi_{cu}$ =	°	$\phi'_{cu}$ =	°
CD	Cd =	kPa	$\phi_{cd}$ =	°

**Compressione Edometrica**

$\sigma_v$	e	M	Cv
kPa		Mpa	cm <sup>2</sup> /s

**Permeabilità**

k =	m/s
-----	-----

**Proctor**

<b>Caratteristiche All'ottimo</b>	
Y =	(KN/m <sup>3</sup> )
Yd =	(KN/m <sup>3</sup> )
W =	%



Rapporto di prova: <b>5095</b> Data di emissione: <b>04/01/10</b>	<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del <b>09/12/09</b>	12/12/09	12/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo" LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : <b>S1</b>	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : <b>C2</b>	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : <b>9.00-9.50</b> (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

## APERTURA CAMPIONI

Modalità di prova: ASTM D 421

Diametro : 8.4 (cm)  
 Lunghezza : 33 (cm)

Colore : Avano  
 Consistenza : Media  
 Plasticità : Media  
 Umidità : Media

Resistenza

Pocket penetrometer: (KPa)

Vane test : (KPa)

Descrizione del campione : Argilla giallastra avana con pietrisco.

Analisi effettuate : Caratteristiche fisiche: Peso specifico dei grani, peso volume, contenuto naturale d'acqua, Granulometria. Caratteristiche meccaniche : Prova di taglio diretto, prova di taglio residuo.



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco

*(Handwritten signature)*





Rapporto di prova: <b>5096</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	09/12/09	12/12/09	18/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo" LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : 9.00-9.50 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

### PESO SPECIFICO DEI GRANI

Modalità di prova: CNR UNI 10013

Temperatura di prova : 21 °C

Capacità del picnometro: 50 ml

Disaerazione eseguita sotto vuoto e per bollitura

**Peso specifico dei grani**

(media delle due misure)

$\gamma_s = 26.5 \text{ KN/m}^3$



LO SPERIMENTATORE  
Giovanni Turco





Rapporto di prova: <b>5097</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b> del	09/12/09	12/12/09	12/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo			
SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo"		LOCALITA': Ortona (FG)	
SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE :	C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	9.00-9.50 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: BS 1377 2:2

### Determinazione mediante fustella tarata

Fustella n°	1	▶	$\gamma$	=	20.442	KN/m <sup>3</sup>
Fustella n°	2	▶	$\gamma$	=	20.690	KN/m <sup>3</sup>
Fustella n°	3	▶	$\gamma$	=	20.314	KN/m <sup>3</sup>

### Peso volume allo stato naturale

(media delle tre misure)

$$\gamma = \mathbf{20.482} \text{ KN/m}^3$$



Numero certificato: <b>5098</b>	Data di emissione: 04/01/10	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE <b>234</b>	del 09/12/09	12/12/09	14/12/09

COMMITTENTE: Dott. Euplio Casullo

SITO : Compl. Par. "San Leone Vescovo" LOCALITA': Ortona (FG)

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	03/12/09
CAMPIONE : C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : 9.00-9.50 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Temperatura di essiccazione : 110 °C

Contenitore N°	42	▶	W <sub>n</sub> =	16.641	%
Contenitore N°	73	▶	W <sub>n</sub> =	17.898	%
Contenitore N°	41	▶	W <sub>n</sub> =	17.466	%

**Contenuto d'acqua allo stato naturale**

(media delle tre misure)

**W<sub>n</sub> = 17.335 %**



Rapporto di prova: **5099** Data di emissione: **04/01/10**  
 VERBALE DI ACCETTAZIONE **234** del **09/12/09**

INIZIO PROVA **12/12/09** FINE PROVA **17/12/09**

COMMITTENTE: **Dott. Euplio Casullo**

SITO : **Compl. Par. "San Leone Vescovo"** LOCALITA': **Ordona (FG)**

SONDAGGIO : **S1** DATA PRELIEVO **03/12/09**  
 CAMPIONE : **C2** TIPO DI FUSTELLA **(Metallo)**  
 PROFONDITA' : **9.00-9.50 (m)** TIPO DI CAMPIONE **Indisturbato Q5**

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Analisi con vagli					
Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
4"	101.60			100.00	101.60
3	75.00			100.00	75.00
2	50.00			100.00	50.00
1.5	37.50			100.00	37.50
1"	25.00			100.00	25.00
0.75	19.00			100.00	19.00
0.375	9.50			100.00	9.50
4	4.75	15.84	8.08	91.92	4.75
10	2.00	14.54	15.50	84.50	2.00
18	0.85	6.36	18.75	81.25	0.850
40	0.43	4.08	20.83	79.17	0.425
60	0.25	5.32	23.54	76.46	0.250
140	0.11	13.18	30.27	69.73	0.106
200	0.07	3.15	31.88	68.12	0.074
	< 0.074	133.52	68.12	passante al 200	
Somma (g)		196.00			
Peso iniziale (g)		197.36			
Perdita (g)		1.36			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-3.00
menisco	Cm	0.50
temperatura	Intercetta	-5.00
temperatura	pendenza	0.25

caratteristiche fisiche

peso campione secco g	50.00
peso specifico KN/m <sup>3</sup>	26.500

taratura densimetro

intercetta	15.573
pendenza	-0.235

Analisi con densimetro					
Tempo	Temperatura	Letture	Letture + C <sub>M</sub>	Correzione temperatura	Percentuale parziale
min	°C	R	R'		%
0.50	24.00	32.80	33.30	1.00	99.37
1.00	24.00	31.20	31.70	1.00	94.29
2.00	24.00	29.30	29.80	1.00	88.26
4.00	24.00	27.00	27.50	1.00	80.96
8.00	23.50	25.60	26.10	0.88	76.11
15.00	24.00	24.30	24.80	1.00	72.38
30.00	24.00	22.20	22.70	1.00	65.72
60.00	24.00	20.20	20.70	1.00	59.37
120.00	24.00	18.10	18.60	1.00	52.70
240.00	24.00	15.80	16.30	1.00	45.40

Percentuale totale	Diametro grani
%	mm
67.69	0.05
64.23	0.05
60.13	0.04
55.15	0.02
51.85	0.01
49.31	0.01
44.77	0.01
40.44	0.01
35.90	0.00
30.93	0.00
24.87	0.00



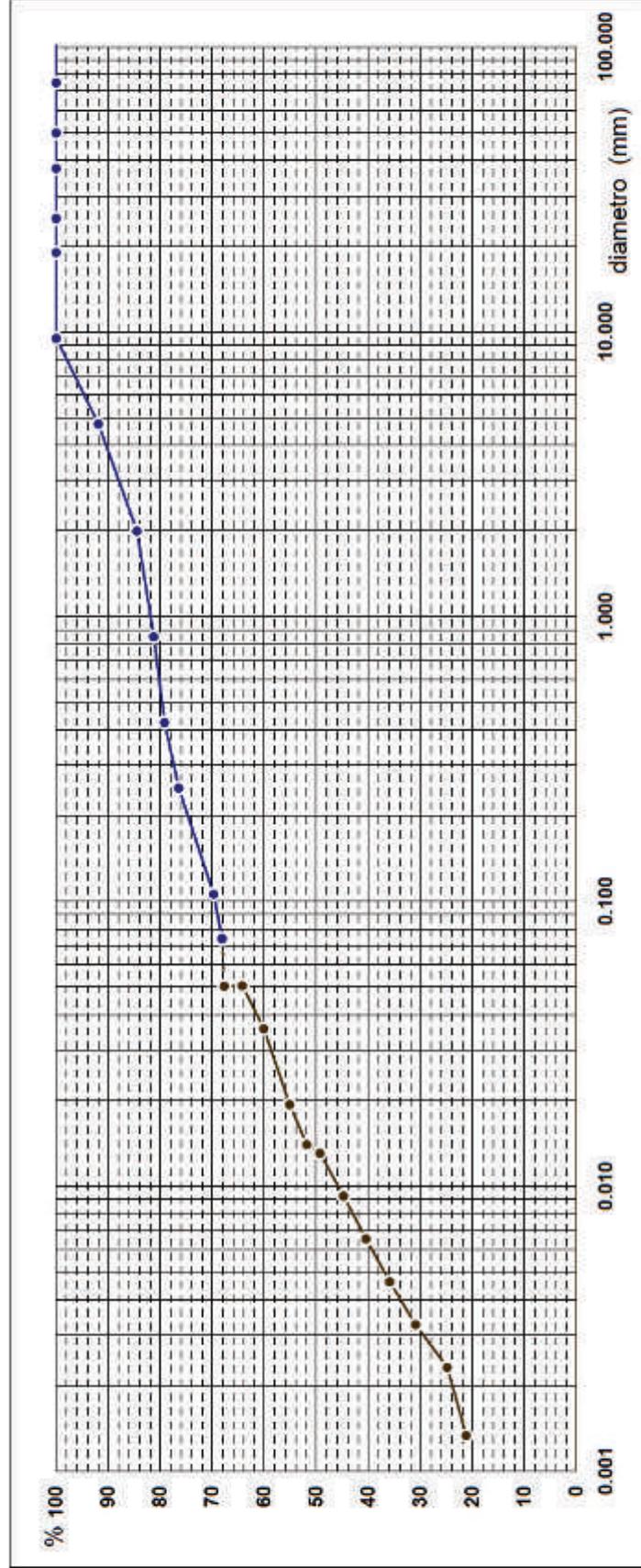
Laboratorio di analisi geotecniche, in attesa di autorizzazione ministeriale  
 << settore A >> ai sensi dell' art. 8 D.P.R. 246/1993 - Circolare 349/STC/1999  
 - via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG) -  
 P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E

**Rapporto di prova:** 5099 Data di emissione: 04/01/2010  
 VERBALE DI ACCETTAZIONE 234 del 09/12/2009  
**COMMITTENTE:** Dott. Euplio Casullo  
**SITO :** Compl. Par. "San Leone Vescovo"  
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C2 **PROFONDITA' :** C2

**LOCALITA' :** Ortona (FG) **DATA PRELIEVO** 03/12/2009  
**INIZIO PROVA** 12/12/2009 **FINE PROVA** 17/12/2009  
 Pag 2/2

**CURVA GRANULOMETRICA**

argilla	limo		sabbia		ghiaia		ciott.
	fine	medio	grossa	fine	media	grossa	



<b>DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:</b>	<b>ARGILLA</b>	<b>24.00%</b>
<b>Limo argilloso sabbioso ghiaioso.</b>	<b>LIMO</b>	<b>42.90%</b>
	<b>SABBIA</b>	<b>17.80%</b>
	<b>GHIAIA</b>	<b>15.30%</b>
	<b>CIOTTOLI</b>	

LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco



Associazione  
 Laboratori  
 Geotecnici  
 Italiani





Rapporto di prova: **5100** Data di emissione: **04/01/10**  
 VERBALE DI ACCETTAZIONE **234** del **09/12/09**

INIZIO PROVA **12/12/09** FINE PROVA **22/12/09**

COMMITTENTE: **Dott. Euplio Casullo**

SITO : **Compl. Par. "San Leone Vescovo"**

LOCALITA': **Ortona (FG)**

SONDAGGIO : **S1**

DATA PRELIEVO **03/12/09**

CAMPIONE : **C2**

TIPO DI FUSTELLA **(Metallo)**

PROFONDITA' : **9.00-9.50 (m)**

TIPO DI CAMPIONE **Indisturbato**

**Q5**

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

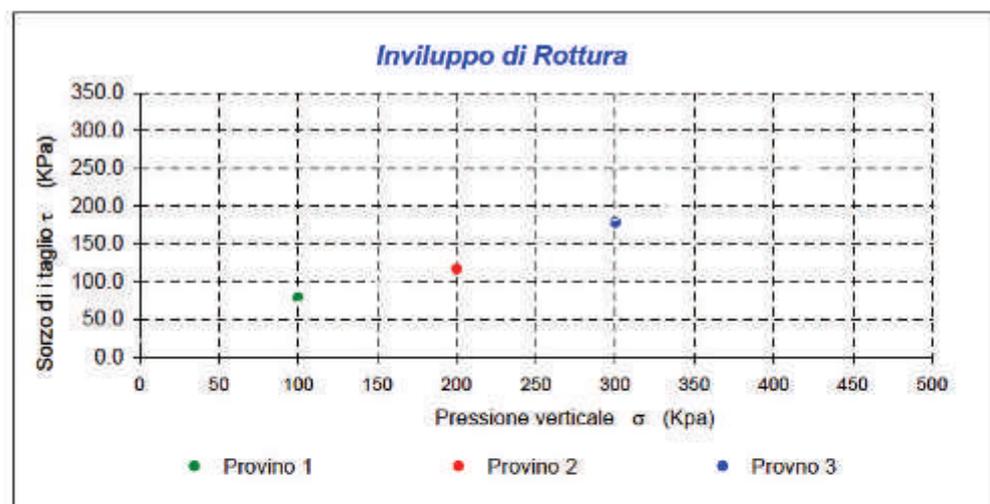
Modalità di prova: ASTM D 3080

dati generali:		Provino n°1	Provino n°2	Provino n°3
Sezione provino	(cm <sup>2</sup> )	36.00	36.00	36.00
Altezza iniziale	(mm)	20.00	20.00	20.00
Altezza finale	(mm)	19.40	19.30	19.00
Num tara 1		1.00	2.00	4.00
Peso tara 1	(g)	60.09	59.99	60.23
Tara + p. umido iniziale	(g)	210.18	211.89	209.38
Num tara 2		14.00	13.00	21.00
Peso tara 2	(g)	26.13	27.04	26.85
Tara + p. umido finale	(g)	175.02	177.04	173.26
Tara + p. provino secco	(g)	155.33	156.74	153.95
Peso specifico grani	(KN/m <sup>3</sup> )			
Peso di volume iniziale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{(i)}$ 2.08	2.11	2.07
Peso di volume finale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{(f)}$ 2.13	2.16	2.14
Peso di volume secco	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{d(i)}$ 1.79	1.80	1.77
Contenuto acqua iniziale	(%)	$W_{n(i)}$ 16.17	17.11	17.35
Contenuto acqua finale	(%)	$W_{n(f)}$ 15.25	15.65	15.19
Saturazione iniziale	(%)	$S_{r(i)}$ 86.33	92.47	88.30
Saturazione finale	(%)	$S_{r(f)}$ 89.41	94.46	90.36
Indice dei vuoti iniziale		$e_{(i)}$ 0.51	0.50	0.53
Indice dei vuoti finale		$e_{(f)}$ 0.46	0.45	0.45
Peso vol. secco finale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{d(f)}$ 1.85	1.87	1.86

**Provino n°1**  
 $\sigma = 100$  (Kpa)  
 $\tau_r = 79.11$  (Kpa)  
 $S_n = 6.26$  (mm)

**Provino n°2**  
 $\sigma = 200$  (Kpa)  
 $\tau_r = 117.18$  (Kpa)  
 $S_n = 3.24$  (mm)

**Provino n°3**  
 $\sigma = 300$  (Kpa)  
 $\tau_r = 178.75$  (Kpa)  
 $S_n = 6.16$  (mm)





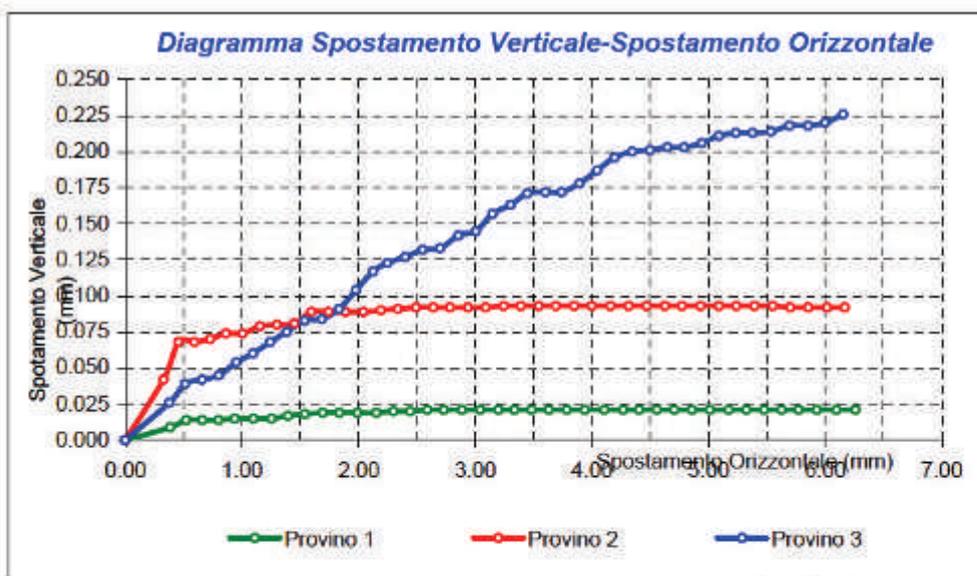
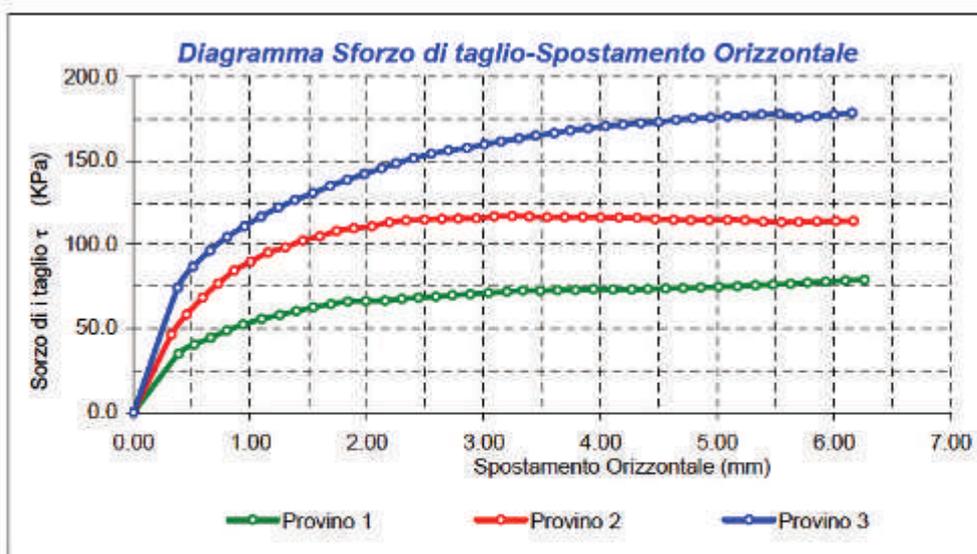
Rapporto di prova: <b>5100</b>	Data di emissione:	04/01/10
VERBALE DI ACCETTAZIONE	<b>234</b> del	09/12/09

<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
12/12/09	22/12/09

<b>COMMITTENTE:</b> Dott. Euplio Casullo			
<b>SITO :</b> Compl. Par. "San Leone Vescovo"		<b>LOCALITA':</b> Ortona (FG)	
<b>SONDAGGIO :</b> S1	<b>DATA PRELIEVO</b>		03/12/09
<b>CAMPIONE :</b> C2	<b>TIPO DI FUSTELLA</b>		(Metallo)
<b>PROFONDITA' :</b> 9.00-9.50 (m)	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>		Indisturbato Q5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: ASTM D 3080



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco

*Handwritten signature of Giovanni Turco*

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geologo Matteo Di Carlo









**COMMITTENTE:** Dott. Euplio Casullo

**SITO :** Compl. Par. "San Leone Vescovo"

**LOCALITA':**

**SONDAGGIO :** S1

**DATA PRELIEVO** 03/12/09

**CAMPIONE :** C2

**TIPO DI FUSTELLA** (Metallo)

**PROFONDITA' :** 9.00-9.50 (m)

**TIPO DI CAMPIONE** Indisturbato Q5

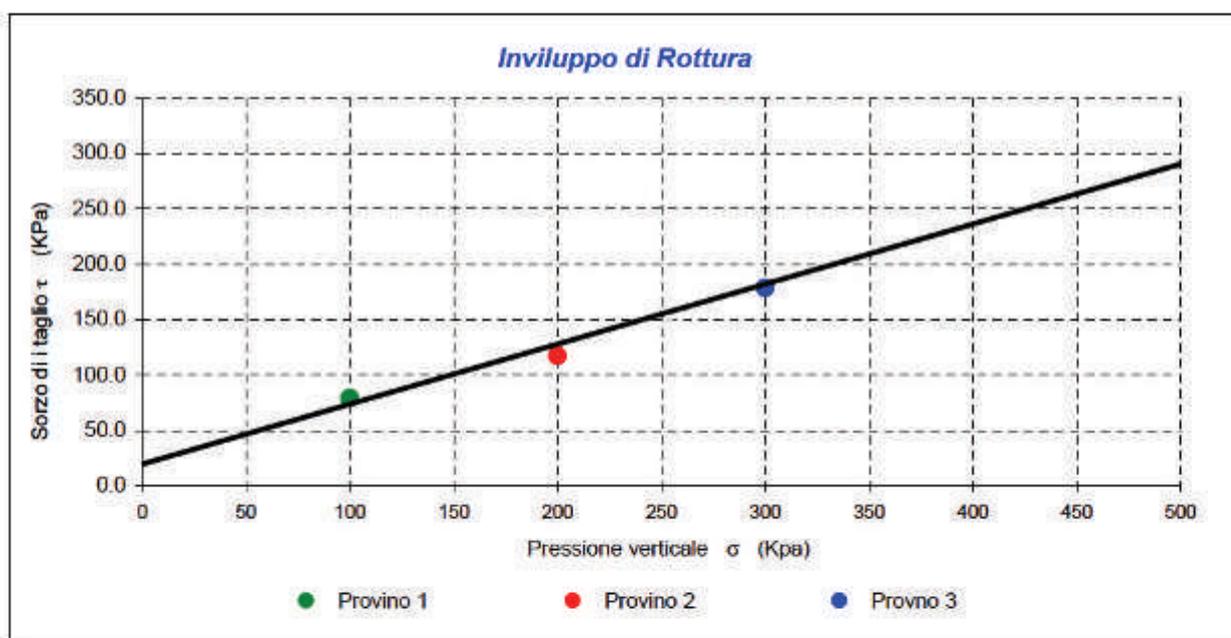
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: ASTM D 3080

**Caratteristiche dei provini:**

Provino	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	γ <sub>n</sub> KN/m <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> KN/m <sup>3</sup>	Sr <sup>(i)</sup> %	Sr <sup>(f)</sup> %	Wn <sup>(i)</sup> %	Wn <sup>(f)</sup> %
1	20.00	36.00	20.44	17.60	86.33	89.41	16.17	15.25
2	20.00	36.00	20.69	17.31	92.47	94.46	17.11	15.65
3	20.00	36.00	20.31	17.31	88.30	90.36	15.19	15.19

Provino	Velocità mm/min	σ normale [kPa]	τ picco [kPa]	S <sub>h</sub> mm
1	0.005	100.00	79.11	3.244
2	0.005	200.00	117.18	3.244
3	0.005	300.00	178.75	6.155



**c' = 19.47 (Kpa)      φ = 28.48 °**



Rapporto di prova: **5101** Data di emissione: **04/01/10**  
 VERBALE DI ACCETTAZIONE **234** del **09/12/09**

INIZIO PROVA **12/12/09** FINE PROVA **22/12/09**

COMMITTENTE: **Dott. Euplio Casullo**

SITO : **Compl. Par. "San Leone Vescovo"**

LOCALITA': **Ortona (FG)**

SONDAGGIO : **S1**

DATA PRELIEVO **03/12/09**

CAMPIONE : **C2**

TIPO DI FUSTELLA **(Metallo)**

PROFONDITA' : **9.00-9.50 (m)**

TIPO DI CAMPIONE **Indisturbato**

Q5

### PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Modalità di prova: ASTM D 3080

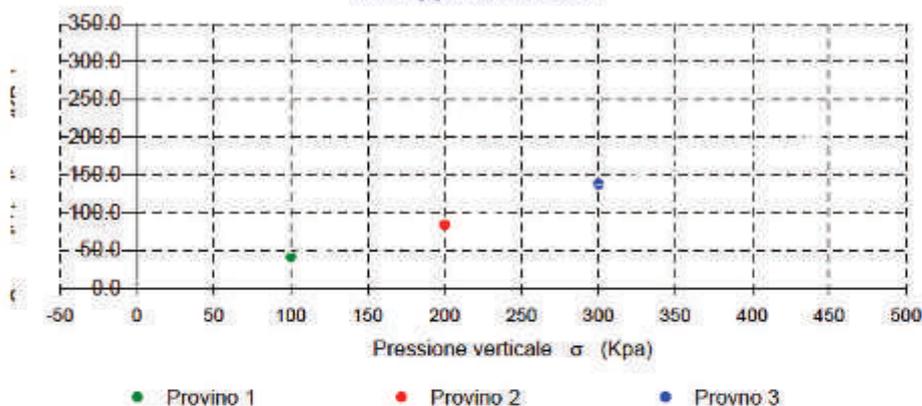
dati generali:		Provino n°1	Provino n°2	Provino n°3
Sezione provino	(cm <sup>2</sup> )	36.00	36.00	36.00
Altezza iniziale	(mm)	20.00	20.00	20.00
Altezza finale	(mm)	19.40	19.30	19.00
Num tara 1		1.00	2.00	4.00
Peso tara 1	(g)	60.09	59.99	60.23
Tara + p. umido iniziale	(g)	210.18	211.89	209.38
Num tara 2		14.00	13.00	21.00
Peso tara 2	(g)	26.13	27.04	26.85
Tara + p. umido finale	(g)	175.02	177.04	173.26
Tara + p. provino secco	(g)	155.33	156.74	153.95
Peso specifico grani	(KN/m <sup>3</sup> )			
Peso di volume iniziale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{(i)}$ 2.08	2.11	2.07
Peso di volume finale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{(f)}$ 2.13	2.16	2.14
Peso di volume secco	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{d(i)}$ 1.79	1.80	1.77
Contenuto acqua iniziale	(%)	$W_{n(i)}$ 16.17	17.11	17.35
Contenuto acqua finale	(%)	$W_{n(f)}$ 15.25	15.65	15.19
Saturazione iniziale	(%)	$S_{r(i)}$ 86.33	92.47	88.30
Saturazione finale	(%)	$S_{r(f)}$ 89.41	94.46	90.36
Indice dei vuoti iniziale		$e_{(i)}$ 0.51	0.50	0.53
Indice dei vuoti finale		$e_{(f)}$ 0.46	0.45	0.45
Peso vol. secco finale	(KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{d(f)}$ 1.85	1.87	1.86

**Provino n°1**  
 $\sigma = 100$  (Kpa)  
 $\tau_r = 42.04$  (Kpa)  
 $S_n = 6.18$  (mm)

**Provino n°2**  
 $\sigma = 200$  (Kpa)  
 $\tau_r = 84.20$  (Kpa)  
 $S_n = 6.12$  (mm)

**Provino n°3**  
 $\sigma = 300$  (Kpa)  
 $\tau_r = 138.00$  (Kpa)  
 $S_n = 6.17$  (mm)

#### Involuppo di Rottura



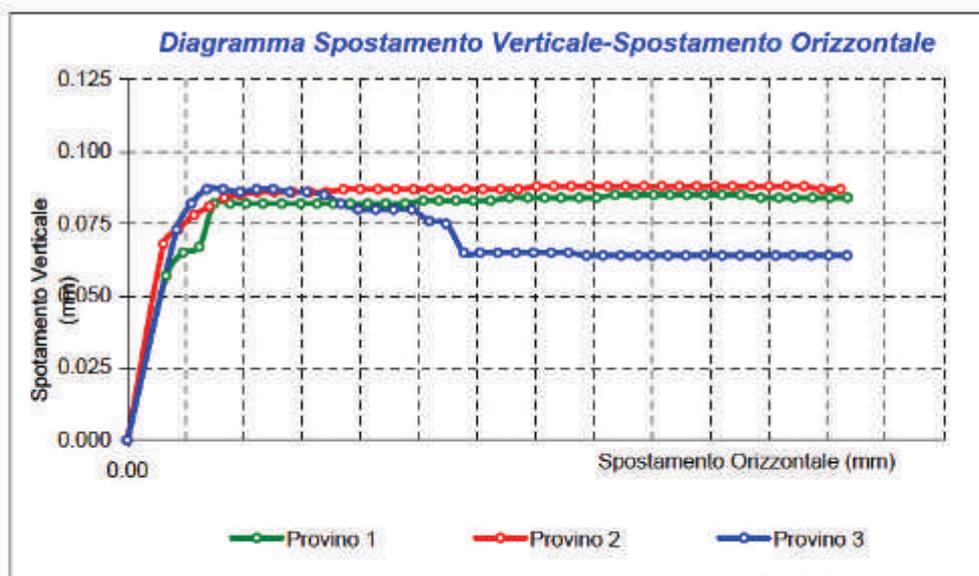
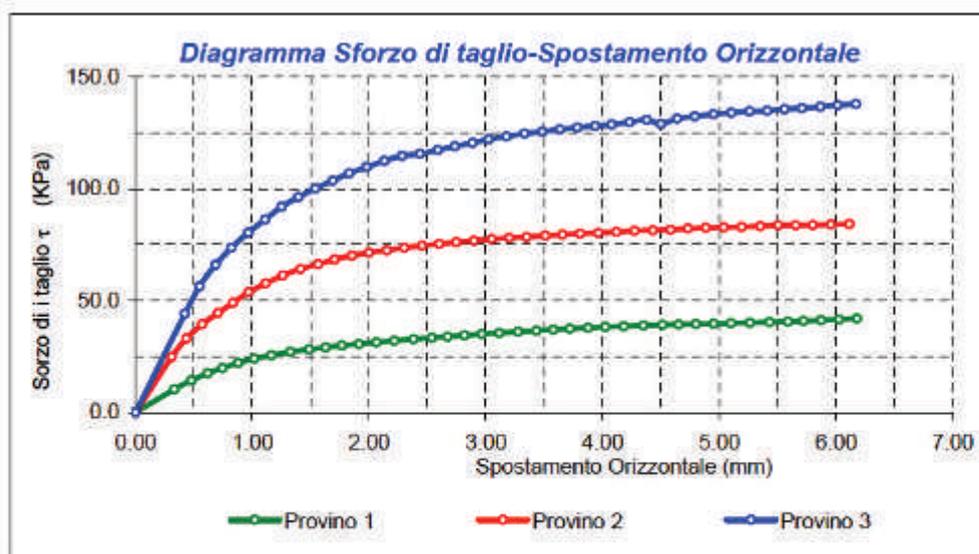


<b>Rapporto di prova:</b> 5101	<b>Data di emissione:</b> 04/01/10	<b>INIZIO PROVA</b>	<b>FINE PROVA</b>
VERBALE DI ACCETTAZIONE	234 del	12/12/09	22/12/09

<b>COMMITTENTE:</b> Dott. Euplio Casullo			
<b>SITO :</b> Compl. Par. "San Leone Vescovo"		<b>LOCALITA':</b> Ortona (FG)	
<b>SONDAGGIO :</b> S1		<b>DATA PRELIEVO</b> 03/12/09	
<b>CAMPIONE :</b> C2		<b>TIPO DI FUSTELLA</b> (Metallo)	
<b>PROFONDITA' :</b> 9.00-9.50 (m)		<b>TIPO DI CAMPIONE</b> Indisturbato	Q5

**PROVA DI TAGLIO RESIDUO**

Modalità di prova: ASTM D 3080



LO SPERIMENTATORE  
 Giovanni Turco

*G. Turco*

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geologo Matteo Di Carlo









**COMMITTENTE:** Dott. Euplio Casullo

**SITO :** Compl. Par. "San Leone Vescovo"

**LOCALITA':**

**SONDAGGIO :** S1

**DATA PRELIEVO** 03/12/09

**CAMPIONE :** C2

**TIPO DI FUSTELLA** (Metallo)

**PROFONDITA' :** 9.00-9.50 (m)

**TIPO DI CAMPIONE** Indisturbato Q5

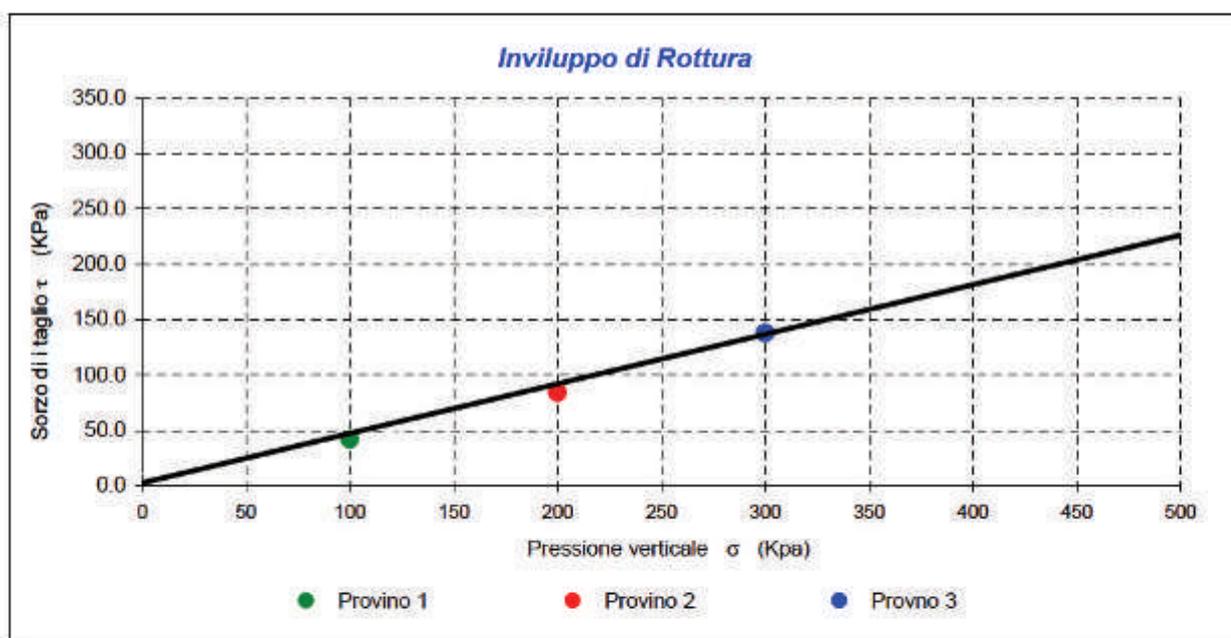
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: ASTM D 3080

**Caratteristiche dei provini:**

Provino	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	γ <sub>n</sub> KN/m <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> KN/m <sup>3</sup>	Sr <sup>(i)</sup> %	Sr <sup>(f)</sup> %	Wn <sup>(i)</sup> %	Wn <sup>(f)</sup> %
1	20.00	36.00	20.44	17.60	86.33	89.41	16.17	15.25
2	20.00	36.00	20.69	17.31	92.47	94.46	17.11	15.65
3	20.00	36.00	20.31	17.31	88.30	90.36	15.19	15.19

Provino	Velocità mm/min	σ normale [kPa]	τ picco [kPa]	S <sub>h</sub> mm
1	0.005	100.00	42.04	6.115
2	0.005	200.00	84.20	6.115
3	0.005	300.00	138.00	6.172



**c' = 2.48 (Kpa)      φ = 24.13 °**