

# INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCHI EOLICI "Vulturino-Volturara"

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING  
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI**



**Edison Rinnovabili Spa**  
Foro Buonaparte, 31 - 20121 Milano



Progettazione Coordinamento	 <b>VEGA sas</b> LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Via.405 Cav. 48 - 71021 Foggia - Tel.0881.766231 - Fax 1284412324 mail: info@vegaindustria.org - website: www.vegaindustria.org	Studi Ambientali e Paesaggistici	<b>Arch. Antonio Demaio</b> Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251   Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com
Studio Geologico-Idrologico	<b>dott. geol. Di Carlo Matteo</b> Viale Virgilio, 30, 71036 Lucera (FG) Ordine dei Geologi di Puglia n.75 Tel./Fax 0881.   Cell. 335.5340316 E-Mail: dicarlomatteo@hotmail.com	Studio Acustico	<b>Arch. Denora Marianna</b> Via Savona, 3 70022 Altamura (BA) Tel./Fax 080.9162455   Cell. 3315600322 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it
Studi Naturalistici e Forestali	<b>Dott. Forestale Luigi Lupo</b> Via Mario Pagano 47 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	Studio Idraulico	<b>Studio di ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano</b> Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (FG) Tel./Fax 0881.070126   Cell. 335.5340316 E-Mail: lauragiordano@gmail.com
Progettazione elettrica	 <b>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA</b> MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128   71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072   Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net	Studio archeologico	 <b>Dott. Francesco Rossi</b> Tel. 340.8085188 E-Mail: dasiuscoop@gmail.com

**Opera** **A** **Progetto di Integrale Ricostruzione di n. 1 impianto eolico composto da 6 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 39,6 MW nei Comuni di Vulturino, Volturara Appula ed opere di connessione nel comune di Alberona alle località "Piano dei Galli - Passo del Lupo" con smantellamento di n. 20 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 13,08 MW.**

Oggetto	Nome Elaborato: VIA_02_PNXF3G0-RGEO_Relazione geologica		Foglio: VIA_02_Relazioni tecniche e di progetto		
	Descrizione Elaborato: Relazione geologica				
00	Novembre 2023	Emissione per progetto definitivo	VEGA	Arch. A. Demaio	Edison Rinnovabili Spa
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	---- <b>A)</b> Integrale Ricostruzione Vulturino - Volturara				
Formato:	Codice progetto AU   <b>PNXF3G0</b>				

## INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE	3
3	SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA	6
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
5	GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO	17
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE	23
7	CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO	41
8	CLASSIFICAZIONE SISMICA	44
9	ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA	46
1.1.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	51
10	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	58
2.1.	CATEGORIE TOPOGRAFICHE	58
11	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	59
12	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE	65
2.2.	MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO	69
2.3.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) - PERICOLOSITÀ IDRAULICA	70
2.4.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	72
13	CONCLUSIONI	74
14	ELENCO ALLEGATI	76

## 1 PREMESSA

La Società EDISON RINNOVABILI S.p.A. ha commissionato al sottoscritto il presente studio di compatibilità geologica, idrogeomorfologica e sismica, inerente al Progetto di Integrale Ricostruzione dei Parc Eolico "Volturino-Volturara" di proprietà della proponente, con conseguente adeguamento tecnico dell'impianto eolico, mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

### - A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara

Le caratteristiche salienti degli WTG ipotizzati nel progetto, sono n. 6 WTG nuove (potenza fino a 6,6 MW/WTG per un totale di 39,6 MW) del tipo SG155 - 6,6 MW con altezza al mozzo di 102.5 mt e diametro da 155 mt, con un tip pari a 180 ed un Rpm di 11.6

Complessivamente l'intervento di Integrale Ricostruzione Parco Eolico "Volturino-Volturara" consta nella **sostituzione** di:

- 20 Wtg da 0,6 MW con **6 Wtg da 6,60 MW** passando dagli attuali 13,8 MW ai 39,6 MW.

L'intervento, nella sua interezza, prevede una futura potenza nominale complessiva pari a 39.6 MW a fronte di 13,8 MW attuali.

Scopo dello studio, è quello di stabilire la natura litologica dei terreni affioranti nell'area in studio, per risalire al loro prevedibile comportamento in dipendenza dei fattori geomorfologici, stratigrafici, tettonici, idrogeologici e geomeccanici, A tale scopo è stato eseguito un rilevamento geologico dell'area oggetto di studio, che ha consentito di tracciare un quadro generale della variabilità litologica dei terreni e dei fenomeni macroscopici connessi con le modificazioni e le alterazioni del suolo, con finalità geomorfologiche e geomeccaniche applicative, come previsto dalla normativa vigente.

Il presente studio geologico è stato redatto in ottemperanza alle leggi vigenti ed in particolare a:

- **Legge 64/74**
- **DM 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 e il collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione" e successive modifiche ed integrazioni
- **D.M LL.PP.** del 24/01/1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche"
- **D.M. LL.PP.** del 14/01/2008 (G.U n. 29 del 04/02/2008)
- **Circolare** del 02/02/2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- **D.M. 17/01/2018 pubblicato** sul S.O. - G.U 20 febbraio 2018 n. 42 "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Raccomandazioni dell'AGI in merito alle indagini geognostiche in situ ed alle indagini geotecniche di laboratorio**
- **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) emanato dall'Autorità di Bacino della Puglia.**

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Stando alla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdB Puglia, le aree di sedime delle fondazioni degli aerogeneratori non rientrano in aree soggette a vincolo sia dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, che dal punto di vista della pericolosità idraulica. Come da cartografia allegata, scaricata dall'Autorità di Bacino della Puglia, nessuno dei 6 Aerogeneratori ricade in aree vincolate.

**La Caratterizzazione e la Modellazione Geologica del Sito** è stata eseguita con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, della pericolosità geologica del territorio. In considerazione degli interventi da realizzare e della complessità del contesto geologico sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del "**modello geologico**". I metodi e i risultati delle indagini verranno esaurientemente esposti e commentati in questa Relazione Geologica. Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

- Ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area d'interesse.
- Rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificatamente interessate dalle opere di progetto;
- Raccolta di indagini geognostiche precedentemente eseguite ed altre informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico-geotecnico-sismico-idrogeologico e idraulico, in particolare sono state utilizzate le indagini geognostiche eseguite direttamente dal sottoscritto e precisamente le indagini in sito e di laboratorio relative alla realizzazione del parco eolico esistente

Sono state eseguite 1 tomografia sismica e 1 MASW

Obiettivo dello studio è stato quello di fornire un quadro di riferimento geologico e tecnico dei terreni affioranti nell'area esaminata al fine di una congrua valutazione delle caratteristiche geostrutturali per le conseguenti scelte progettuali.

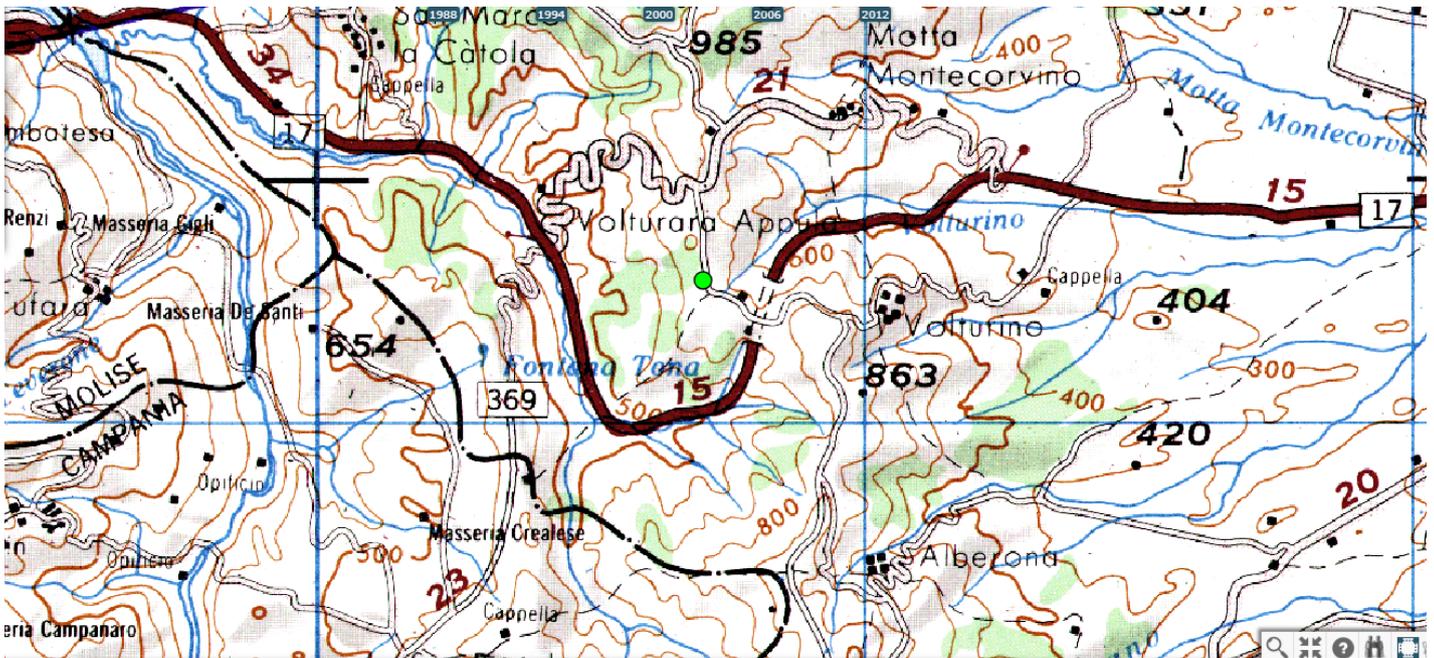
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE

COORDINATE WGS84 FUSO 33N

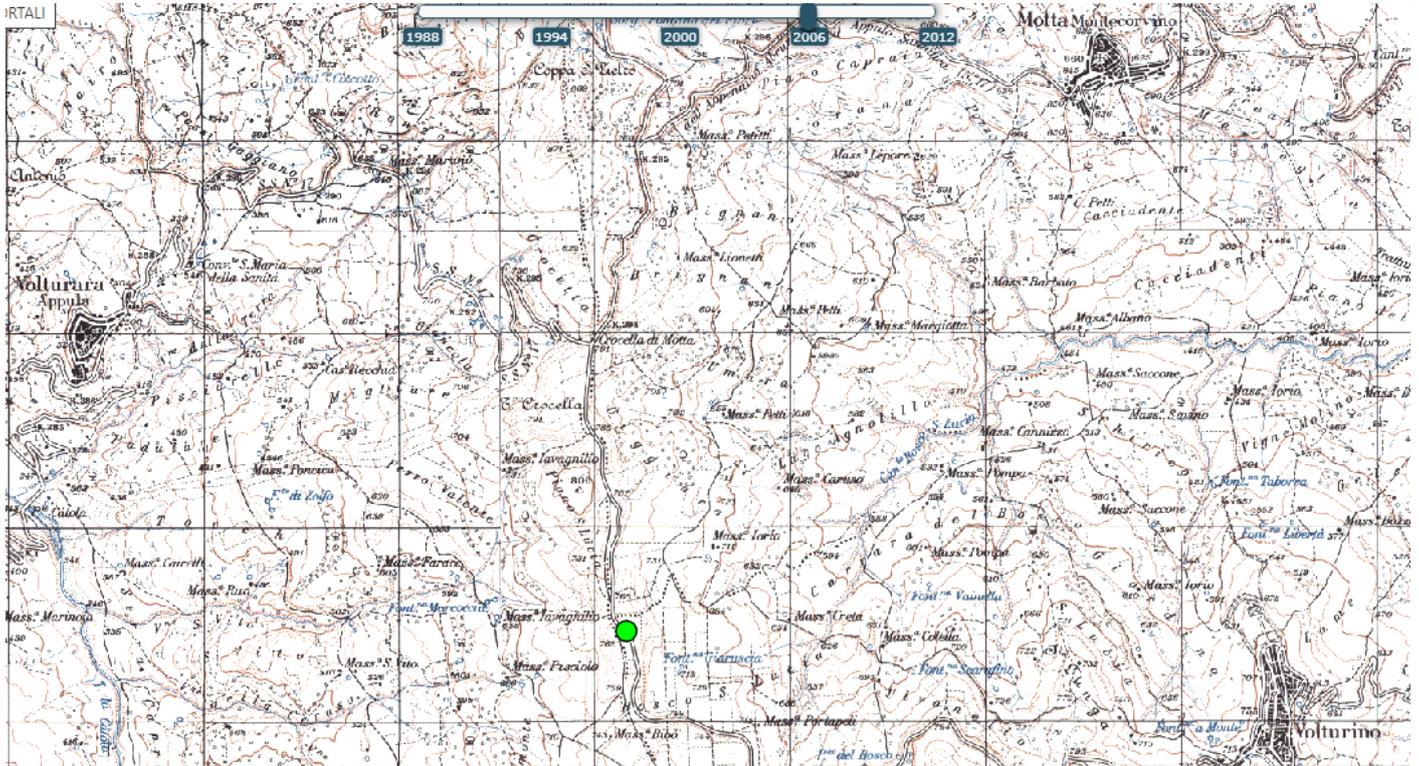
IMPIANTO A

WTG	Longitudine (Est)	Latitudine (Nord)
1	507539.81	4591959.79
2	507852.41	4591240.43
3	508305.46	4590478.81
4	508698.95	4591514.41
5	509002.70	4591135.62
6	509104.26	4590484.48
SSE	509198.82	4585240.38



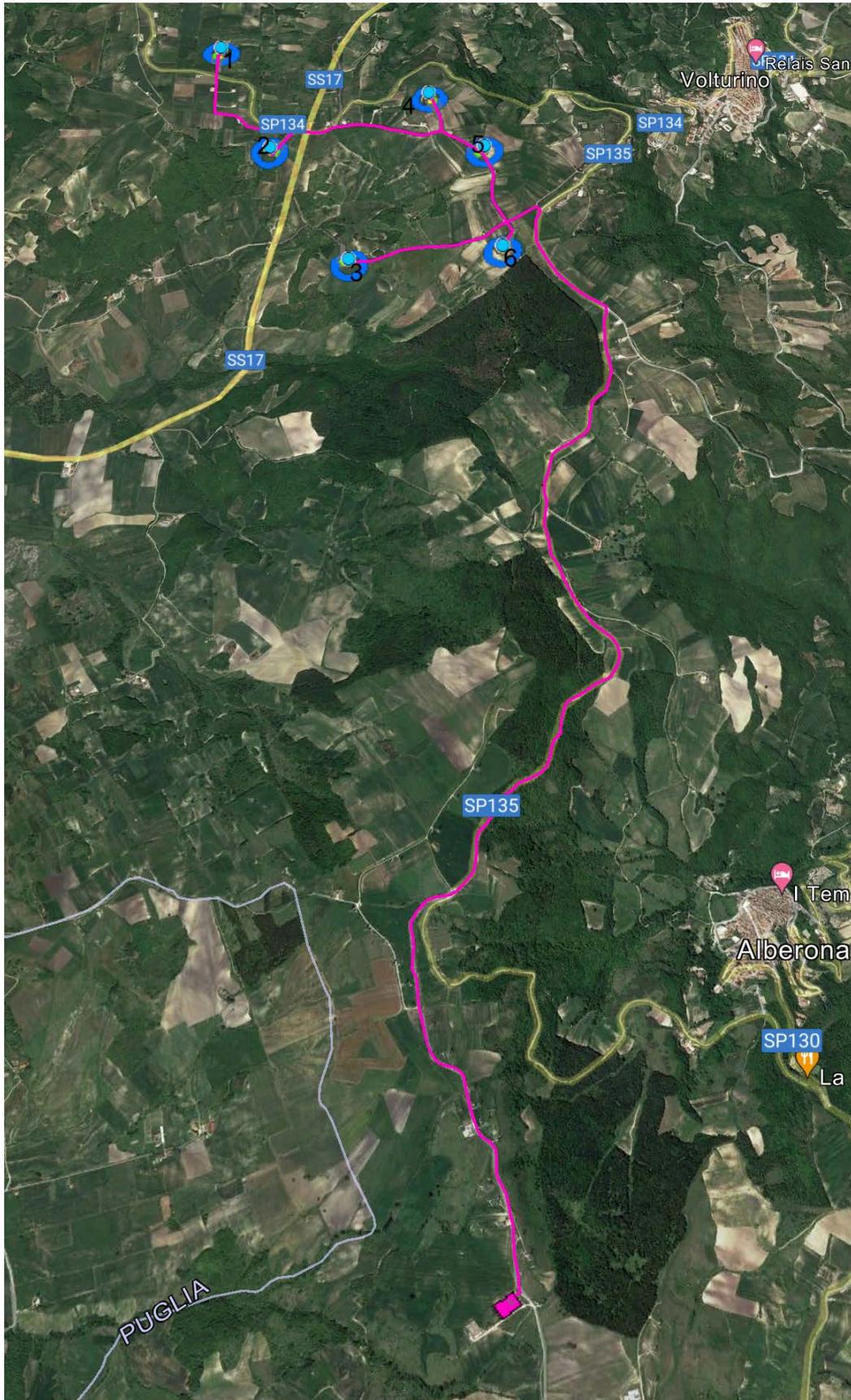
Localizzazione Area Impianto su base IGM 1:250.000

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Localizzazione Area Impianto A su base IGM 1:25.000

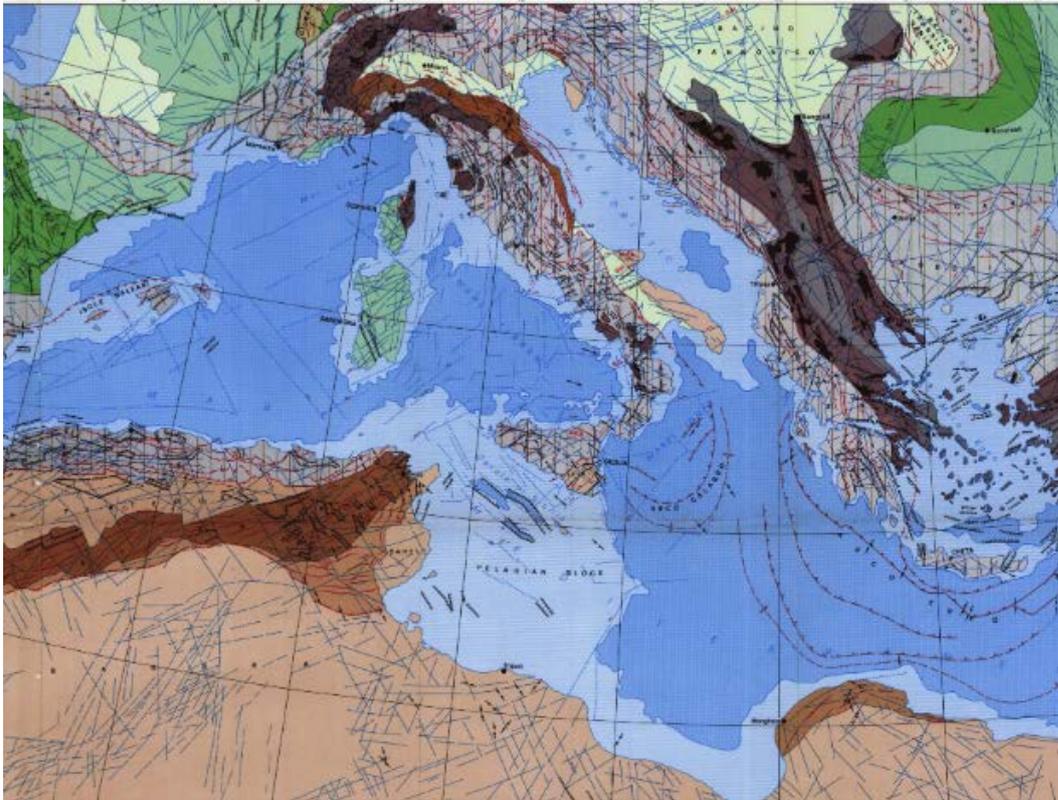
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



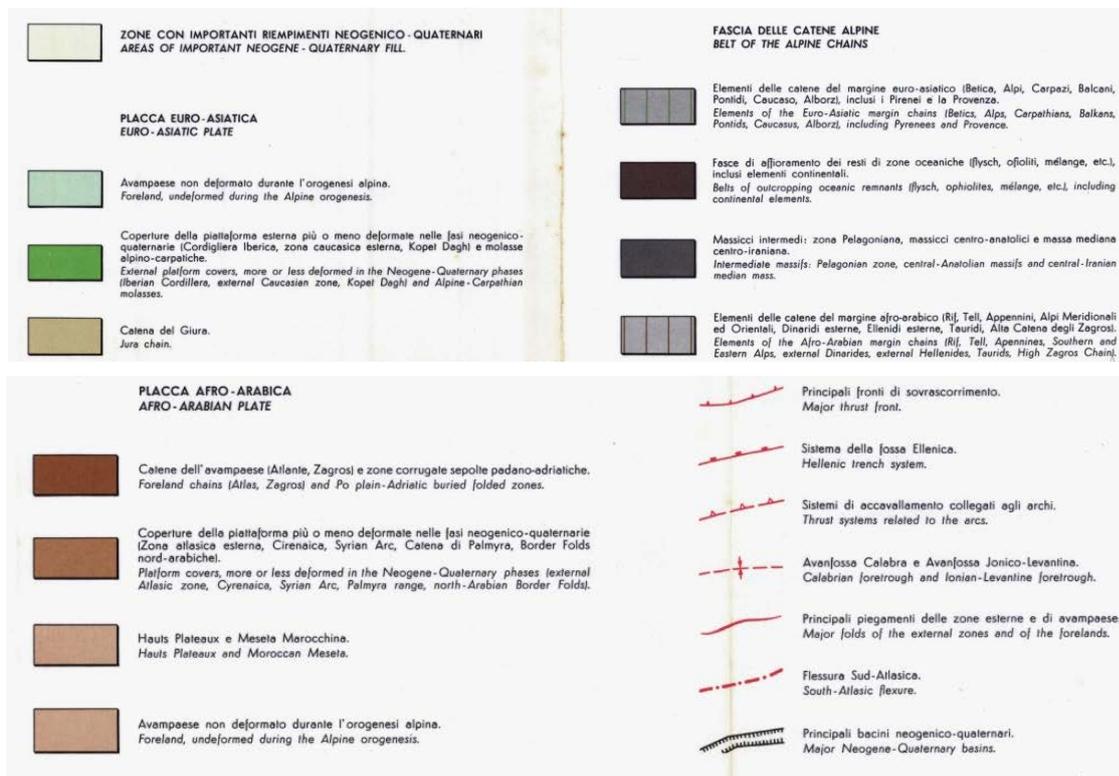
Localizzazione parco eolico di progetto (IMPIANTO A). Aerogeneratori 1-4 e 5 nel comune di Volturino e 2-3 e 6 nel comune di Volturara  
Sottostazione Elettrica nel comune di Alberona su base ortofoto

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

### 3 SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA



Schema Tettonico area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982



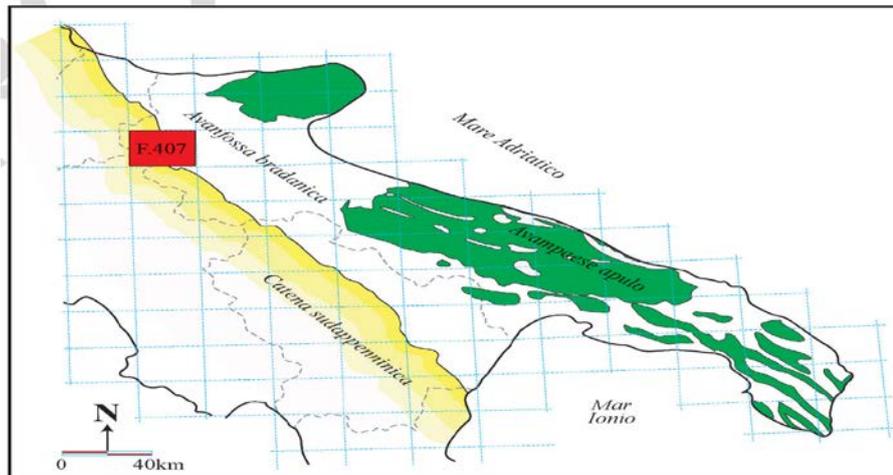
Legenda Schema Tettonico Area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

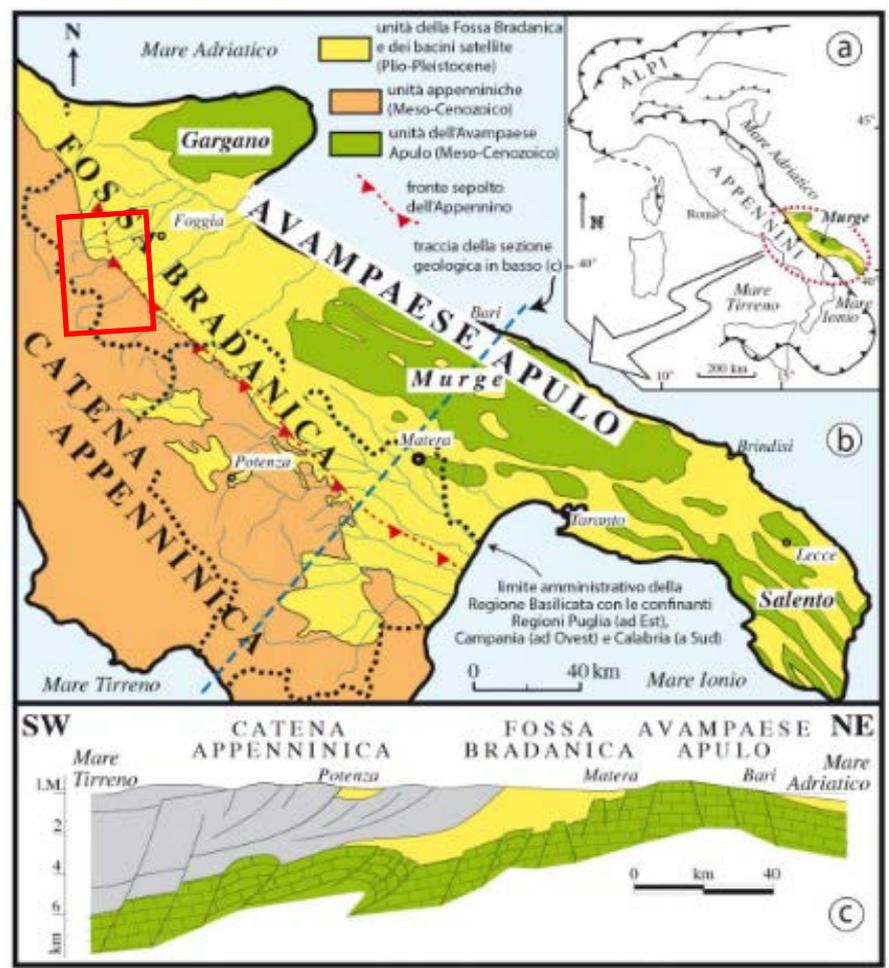
La genesi della Catena dell'Appennino Meridionale inizia nell'Oligocene Superiore-Miocene e deriva dall'evoluzione del margine continentale passivo mesozoico e dalla sua inversione in margine attivo durante la subduzione della placca Adriatica verso ovest. La tettonica compressiva è stata quindi la causa dell'impilamento delle diverse unità di derivazione differente e della geometria a pieghe e sovrascorrimenti (fold-and-thrust belt) est-vergente che la catena possiede attualmente. La struttura profonda dell'Appennino meridionale è definita, come ben noto, da un sistema duplex sepolto di carbonati mesozoico-terziari derivanti dal margine interno della Piattaforma Apula ricoperto da un sistema di falde di provenienza occidentale. Il sistema di falde comprende unità di piattaforma, scarpata e bacino la cui ricostruzione palinspastica è tuttora oggetto di discussione.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE



Ubicazione del Foglio 407 "San Bartolomeo in Galdo" nel quadro dell'Italia meridionale.



Inquadramento tettonico dell'Appennino campano lucano e dell'avanfossa-avampaese pugliese

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

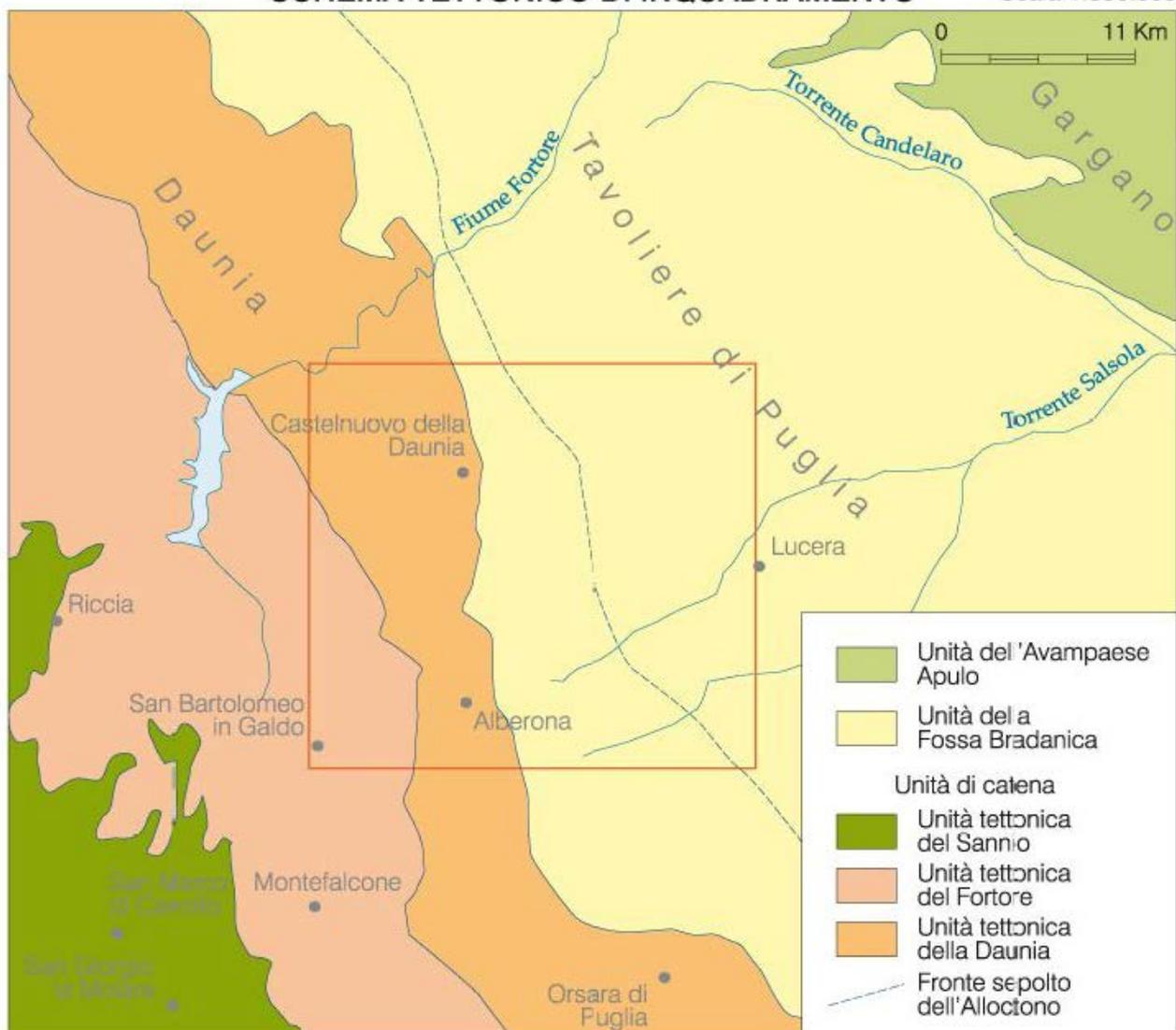
## FOGLIO 407 S. BARTOLOMEO INGALDO



394 Casacalenda	395 Tommaggioni	396 San Severo
406 Riccia	407 S. Bartolomeo in Galdo	408 Foggia
419 San Giorgio la Molara	420 Troia	421 Ascoli Satriano

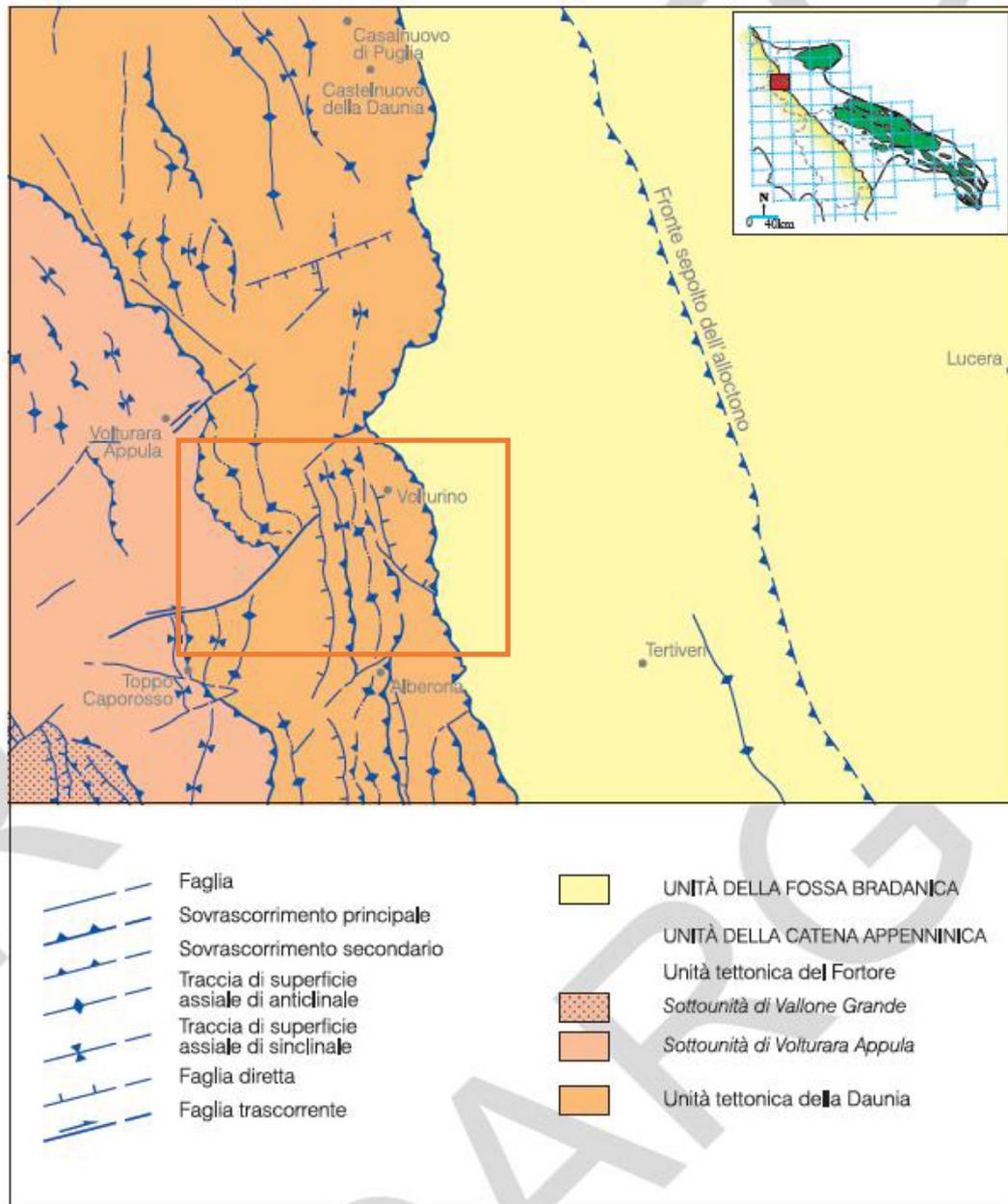
### SCHEMA TETTONICO DI INQUADRAMENTO

Scala 1:550.000



Schema dell'inquadramento geologico regionale del Foglio 407 "San Bartolomeo in Galdo" modificato da BIGI et alii (1989)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

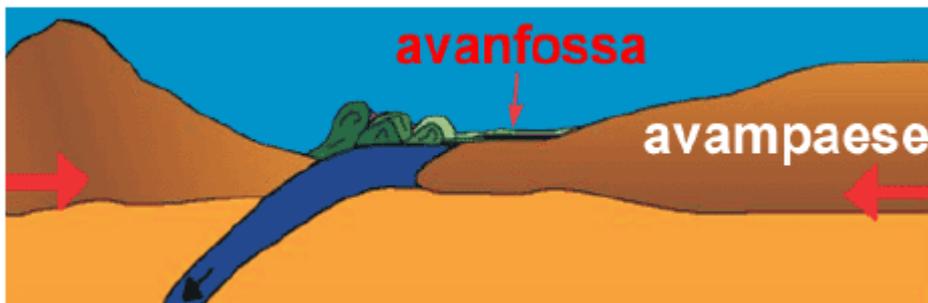


Schema tettonico del Foglio 407 "San Bartolomeo in Galdo".

L'area in studio, ricade nella parte settentrionale dei Monti Dauni, delimitati ad Est dal Tavoliere delle Puglie che a sua volta è delimitato a Nord dal torrente Candelaro, ad Est dall'Avampese Apulo (Promontorio del Gargano) a Sud dal Fiume Ofanto e, Il Tavoliere (Avanfossa Adriatica) è da ritenersi il naturale proseguimento verso Nord-Ovest della Fossa Bradanica.

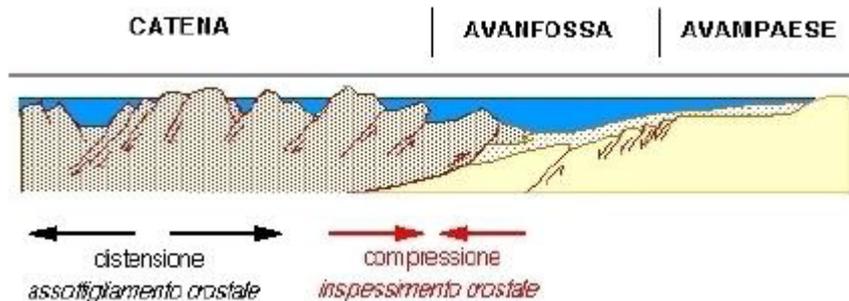
Al fine di considerare in un contesto regionale più ampio le unità presenti, è opportuno ricordare che la catena appenninica, strutturatasi sostanzialmente nel corso dell'Oligocene-Miocene, riflette le deformazioni subite dal margine occidentale della Placca Apula in subduzione verso Ovest, a seguito della convergenza Africa-Europa.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



*Subduzione placca africana-placca europea*

Tale edificio orogenico costituisce l'ossatura della penisola italiana di cui l'Appennino meridionale fa parte. Nel sistema sud-orogenico da Est verso Ovest si distinguono tre domini strutturali sovrapposti. L'avampaese, rappresentato in affioramento dal blocco apulo-garganico, si estende dall'Adriatico fino all'avanfossa proseguendo verso Ovest sotto i thrust appenninici. È costituito da una successione autoctona formata prevalentemente da carbonati di età meso-cenozoica (Unità dell'Avampaese) sui quali sovrascorrono le unità alloctone della catena appenninica, costituite essenzialmente da depositi mesozoici-terziari sia di bacino di margine passivo che di avanfossa. Infine, interposta tra l'area di catena e l'area di avampaese è presente l'area di avanfossa plio-quadernaria (Unità della Fossa Bradanica).



Schema semplificato dei rapporti tra Catena sudappenninica-avanfossa e avampaese

La piattaforma apula, che in questo sistema costituisce l'Avampaese, in un sistema orogenico è la regione più stabile. L'area in studio occupa la parte centrale dei monti dauni settentrionali. Ad Ovest, invece, il limite è costituito dai terreni appenninici appartenenti alla Formazione della Daunia, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica, relative a più fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La Formazione della Daunia costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti, le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre-pliocenica. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri) mentre verso Nord-Est.



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

stesso. Tali unità si presentano sovrapposte verso i quadranti orientali ed affiorano sia nell'Appennino lucano, in Basilicata, sia nei Monti del Sannio e dell'Irpinia.

I rapporti geometrici tra le diverse unità riflettono solo in parte quelli originari, in quanto notevolmente modificati durante il Pliocene dalle complesse vicissitudini che hanno accompagnato l'orogenesi appenninica

#### **Settori interni**

Al settore più interno del Bacino Lagonegrese-Molisano sono riferite, in Irpinia e nel Sannio, rispettivamente, l'Unità di Frigento e l'Unità del Sannio.

Queste unità, sia nel settore lucano che in quello sannitico-irpino, affiorano lungo la zona esterna della catena appenninica, ad est dei massicci carbonatici. Le successioni sedimentarie comprendono i prodotti della sedimentazione avvenuta lungo il margine occidentale del bacino lagonegrese. Essa si caratterizza con depositi calcareo-clastici provenienti dal disfacimento del margine della Piattaforma Sud-Appenninica e sono intercalati a sedimenti emipelagici silico-marnosi. L'Unità del Sannio, nell'area in esame, formata dal basso verso l'alto, dalle formazioni del Flysch Rosso, del Flysch Numidico e da una successione arenacea post-numidica, denominata Successione di Fragneto Monforte. L'Unità è interpretata come la porzione superiore dell'Unità di Frigento

#### **Settori assiali**

Ai settori assiali del Bacino Lagonegrese-Molisano sono riferite, l'Unità del Fortore affiorante in Irpinia e nel Sannio. Le successioni sono formate alla base dalla "Serie calcareo-silico- marnosa" (Triassico superiore - Cretacico inferiore), comprendente le formazioni dei Calcari a liste e noduli di selce, degli Scisti Silicei e del Flysch Galestrino, in continuità sul Flysch Galestrino poggia una successione formata da "Argille Varicolori", formazione di Corleto Perticara, "Tufiti di Tusa" e flysch numidico. L'Unità del Fortore è formata da unità litostratigrafiche di bacino pelagico meso-cenozoico, quali le Argille Varicolori del Fortore e La Formazione di Corleto Perticara, rappresentate da successioni multi stratificate calcareo-marnoso-pelitiche, nella porzione miocenica prevalgono associazioni di litofacies arenitico-marnoso-pelitiche, espressione di una sedimentazione silico-clastica pre-orogenica dapprima tufitica e poi quarzoarenitica di provenienza cratonica (Flysch Numidico) ed infine arcossica sin-orogenica (Arenarie di San Giorgio)

#### **Settori esterni**

Le successioni riferite ai settori esterni del Bacino Lagonegrese-Molisano affiorano lungo il margine orientale della catena appenninica e comprendono anche termini terrigeni del bacino di avana fossa del Miocene medio-superiore. Tali successioni sono caratterizzate da depositi argilloso-marnosi con intercalazioni calcareo-clastiche provenienti dal margine interno della Piattaforma Apula.

**Flysch Rosso**, dato da un'alternanza di calcareniti e marne rosse di età compresa tra il Cretacico superiore e il Miocene inferiore, indicato anche come "Flysch Rosso esterno" e come Argille Varicolori

**Flysch numidico**, costituito da quarzoareniti torbiditiche di età Burdigaliano superiore - Langhiano;

**Flysch di Faeto**, costituita da calcareniti bioclastiche e marne a foraminiferi di età Langhiano-Tortoniano; marne argillose di Toppo Capuana del Tortoniano medio-superiore.

**L'Unità Tettonica della Daunia**, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica, relative a più fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La **Formazione della Daunia**

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'Avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il **Pliocene inferiore**; infatti, le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul **Pliocene inferiore**, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre-pliocenica. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri) mentre verso Nord-Est il substrato miocenico si rinviene ad una profondità molto inferiore di circa 300.

Sottostante a questi sedimenti si rinviene il substrato argilloso delle argille grigio-azzurre plioceniche.

- **Il Flysch Rosso** (Cenomaniano - Miocene inferiore) Questa Unità è rappresentata da argilliti di colore variabile dal grigio-verde al rossastro, a cui si intercalano straterelli diasprigni nerastri. Nella successione sono intercalati anche livelli caratterizzati da brecciole, calcareniti e calcilutiti, alternati ad argilliti rossastre, a volte, la formazione è costituita da alternanze di calcari e marne rosse in strati e banchi fino ad un metro di spessore. Gli strati calcarei sono costituiti da calcareniti grigio-verdastre e calcilutiti grigiastre e biancastre, in strati e banchi massivi, con stratificazione irregolare e diffuse fratture verticali, nella parte alta della formazione si rinvencono intercalazioni di marne argillose ed argilliti rossastre.



*Parte basale del Flysch Rosso affiorante nei pressi di Coppa Rinnegata ad Ovest di Castelnuovo della Daunia*

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

- **Il Flysch di Faeto**, questa formazione affiora nell'area oggetto, e costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, esso è caratterizzato localmente da predominanza di affioramenti argillosi variamente costipati e fogliettati alternanti a strati calcarenitici e calcareo-marnosi e arenarie di varia natura, alle marne e argille marnose si intercalano calcareniti e brecciole calcaree dal caratteristico colore biancastro. Esso poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'Avanfossa e sul Flysch Rosso ex complesso indifferenziato delle argille varicolori.

Il Flysch di Faeto, a volte, passa verso l'alto in alcune zone gradualmente alle marne di Toppo Capuana, costituite prevalentemente da argille e marne argillose grigio-bluastre, localmente le argille prevalgono sulle marne e le arenarie scompaiono del tutto, come si riscontra in alcune cave di Toppo Capuana, a Sud-Ovest di Celenza Valfortore, in altre zone il Flysch di Faeto viene ricoperto trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico, in altre ancora passa al Flysch coevo di S. Bartolomeo, costituito essenzialmente da arenarie massicce e straterelli arenacei in facies pelitiche di età Serravalliana, i quali sedimenti rappresentano il riempimento della parte mediana del bacino Irpino, viene ricoperto tettonicamente dallo stesso e dal complesso indifferenziato delle argille varicolori. Alcuni autori mettono in evidenza che la mancanza di facies eteropiche tra il Flysch di S. Bartolomeo e quello di Faeto ciò può testimoniare la presenza di una soglia separante le aree di sedimentazione dei due flysch, infatti mentre il flysch di S. Bartolomeo è legato al Bacino Irpino (evoluzione di quello lagonegrese-molisano), il flysch di Faeto è legato a quello apulo ed i due bacini erano evidentemente separati dalla piattaforma apula interna. I flysch **medio miocenici** del bacino apulo sono essenzialmente carbonatici e marnosi, mancano gli apporti clastici grossolani che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il **Pliocene inferiore**; infatti, le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul **Pliocene inferiore**, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Pertanto, gli strati del Flysch di Faeto si presentano in più punti fortemente tettonizzati e caoticizzati e variamente ripiegati.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

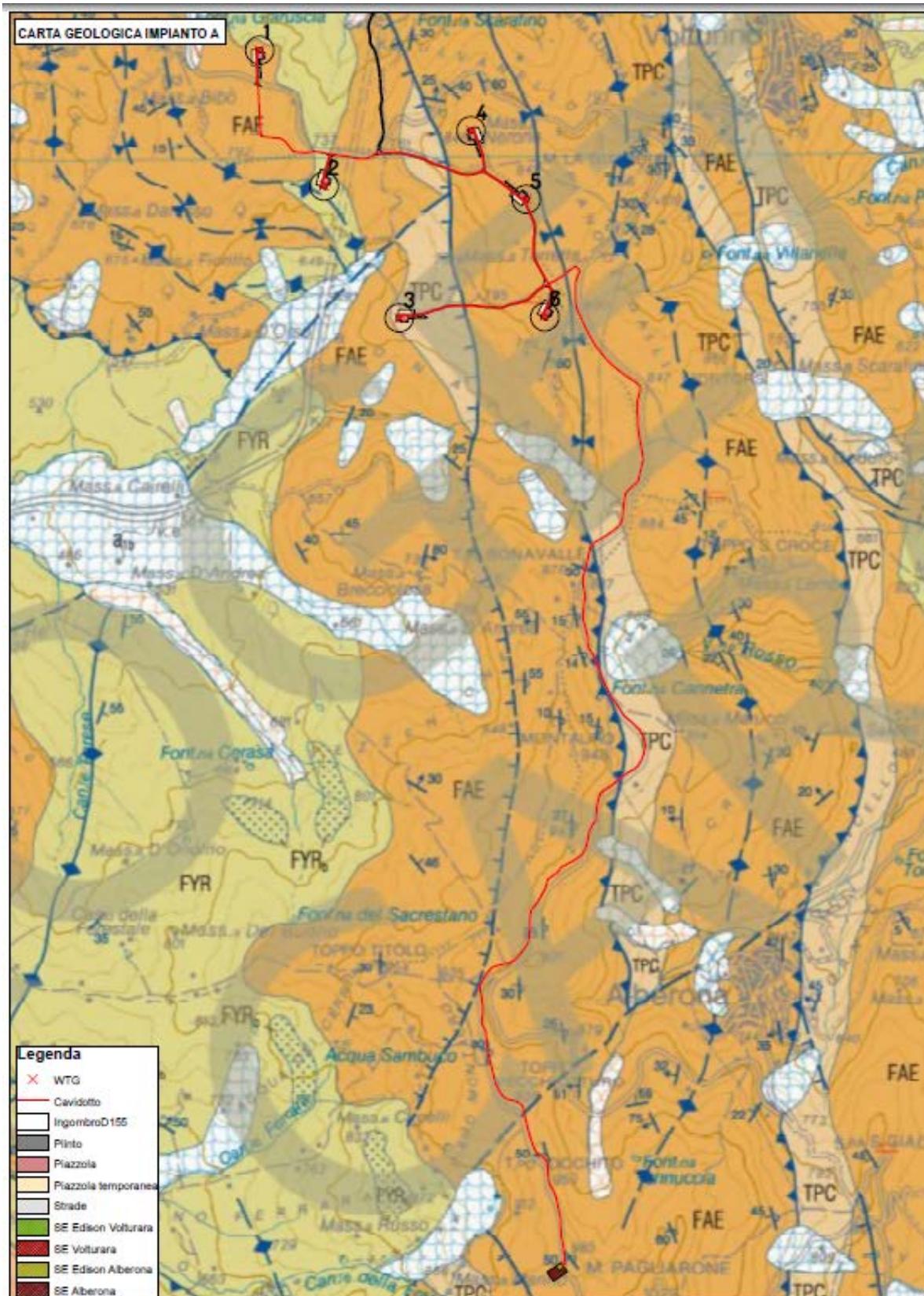


*Affioramento tipico del Flysch di Faeto nei pressi di Volturino, la formazione si presenta fittamente stratificata ed interessata da pieghe tipo "chevron"*

- **Le Marne Argillose Del Toppo Capuana**, alternanza di argille siltose e marne grigie in banchi con sottili strati di calcilutiti e di torbiditi a granulometria fine sia calciclastiche che silicoclastiche. Poggiano in contatto stratigrafico per alternanza sul flysch di Faeto; lo spessore è di circa 200 metri (TORTONIANO-MESSINIANO INFERIORE)

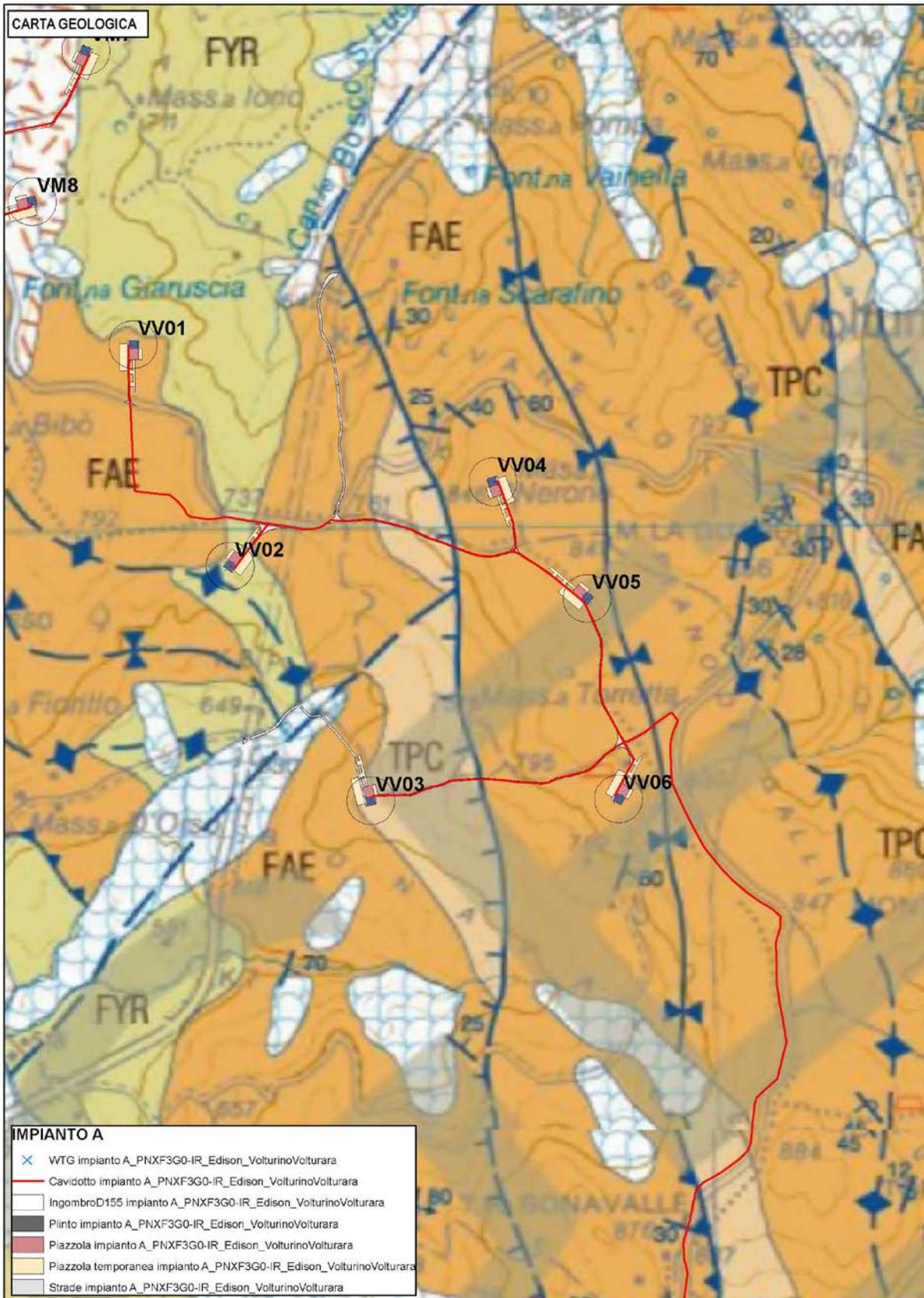
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Vulturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 5 GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO



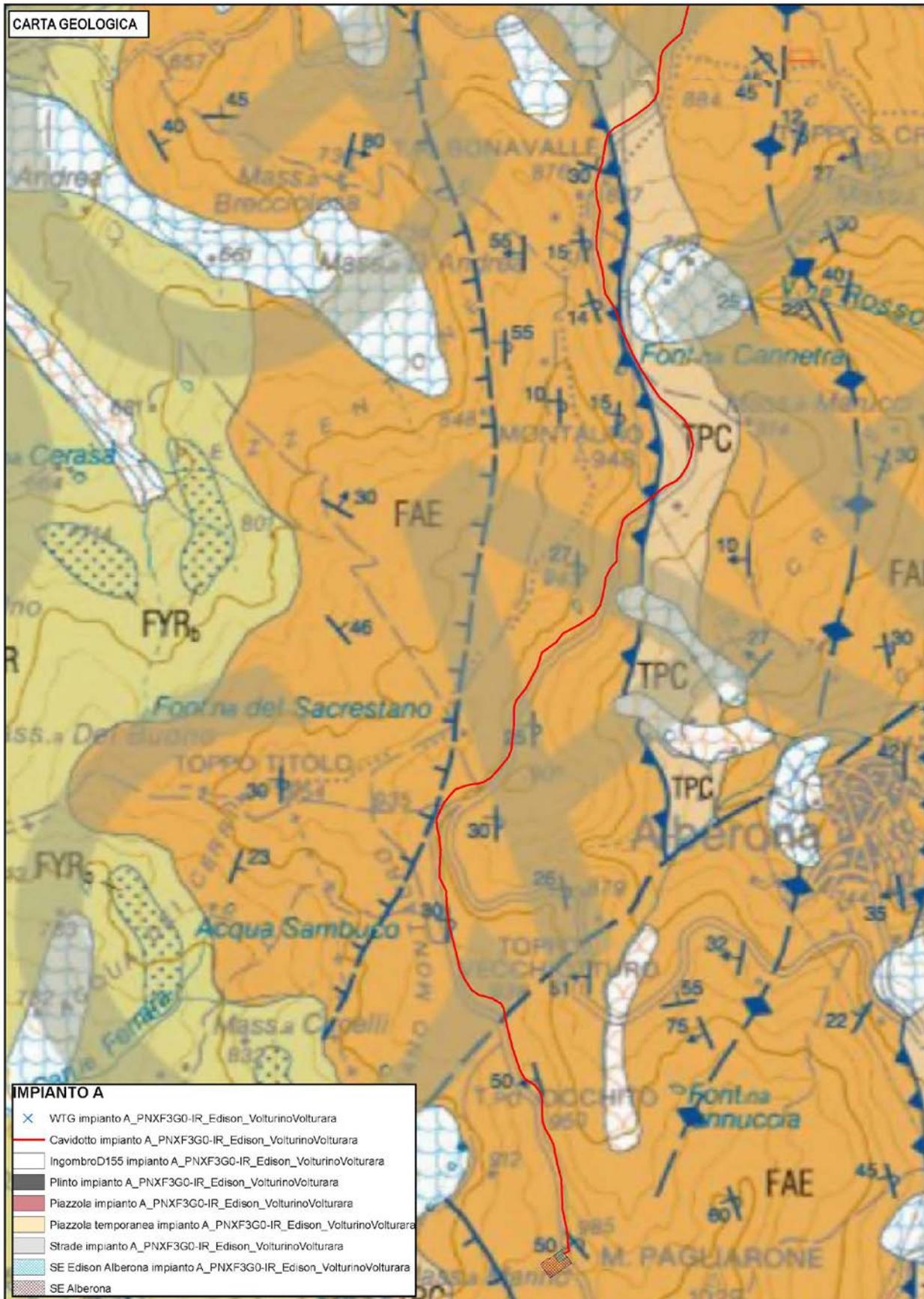
Inquadramento carta geologica **IMPIANTO A** Foglio 407 della Carta Geologica 1:50.000.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Inquadramento carta geologica IMPIANTO A Area Aerogeneratori Foglio 407 della Carta Geologica 1:50.000.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Inquadramento carta geologica IMPIANTO A Area cavidotto e Sottostazione Elettrica Foglio 407 della Carta Geologica 1:50.000

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

**LEGENDA (Carta geologica Foglio 407 San Bartolomeo – scala 1:50.000)**

**DEPOSITI CONTINENTALI**

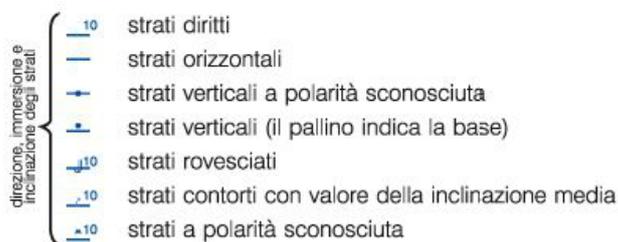
	<p><b>Deposito di versante</b> Clasti eterometrici calcarei e silicoclastici con diametri da alcuni cm ad alcuni metri in matrice argillosa bruno nerastra. <i>OLOCENE</i></p>
	<p><b>Deposito di frana</b> Accumuli gravitativi caotici a prevalente componente pelitica con evidenze di movimento in atto. <i>OLOCENE</i></p>
	<p><b>Deposito alluvionale</b> Verso monte, ghiaie granulo sostenute, con scarsa matrice sabbiosa, scarsamente organizzate verso valle, per i 2-3 m basali formati da ghiaie con cenni di stratificazione e sabbie in lenti, passanti in alto a limi sabbiosi e argillosi marroncini, fittamente laminati. Spessore 4-6 m. <i>OLOCENE</i></p>
	<p><b>Coltre eluvio colluviale</b> Terreni di colore nerastro a matrice siltoso-argillosa con immersi clasti calcarei ed arenacei con presenza di suoli più o meno evoluti. <i>PLEISTOCENE SUPERIORE – OLOCENE</i></p>
	<p><b>Deposito di frana antico</b> Accumuli gravitativi caotici a prevalente componente pelitica senza indizi di evoluzione. <i>PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE</i></p>

**Sottunità di Volturara Appula**

Cretaceo - Miocene		<p><b>FLYSCH DI SAN BARTOLOMEO</b> Alternanza di areniti silicoclastiche, conglomerati, marne argillose ed argille siltose, di colore grigio o marrone per alterazione; gli strati a geometria variabile, da tabulare a lenticolare presentano uno spessore compreso tra il centimetro fin oltre il metro. Il rapporto arenaria/pelite varia da minore a maggiore di 1. Il rapporto con il sottostante Flysch Rosso e/o flysch numidico è discordante e ed è di tipo erosivo. Lo spessore massimo osservabile è dell'ordine di 600 m. <i>LANGHIANO ? - TORTONIANO SUPERIORE</i></p>
		<p><b>FLYSCH NUMIDICO</b> Quarzareniti grigie, gialle per alterazione, in strati e banchi di spessore variabile dal decimetro al metro a cui si intercalano sottili livelli di argille verdastre. La granulometria delle areniti è medio-fine e si presentano mediamente cementate, la geometria degli strati è tabulare. Lo spessore della formazione è dell'ordine di poche decine di metri. La formazione poggia sul Flysch Rosso ed è ricoperta in discordanza dal flysch di San Bartolomeo. <i>BURDIGALIANO - LANGHIANO INFERIORE</i></p>
		<p><b>FLYSCH ROSSO</b> Alternanza di argilliti policrome (grigio, verde e rosso), con calcareniti e calcilutiti in strati aventi spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni decimetri. Localmente sono presenti lenti di calcareniti e calcilutiti con sottili intercalazioni marnoso-argillose rosate (litofacies calcareo-clastica, FYR<sub>a</sub>); Lo spessore stimato è di circa 300 m. <i>CRETACICO - AQUITANIANO</i></p>

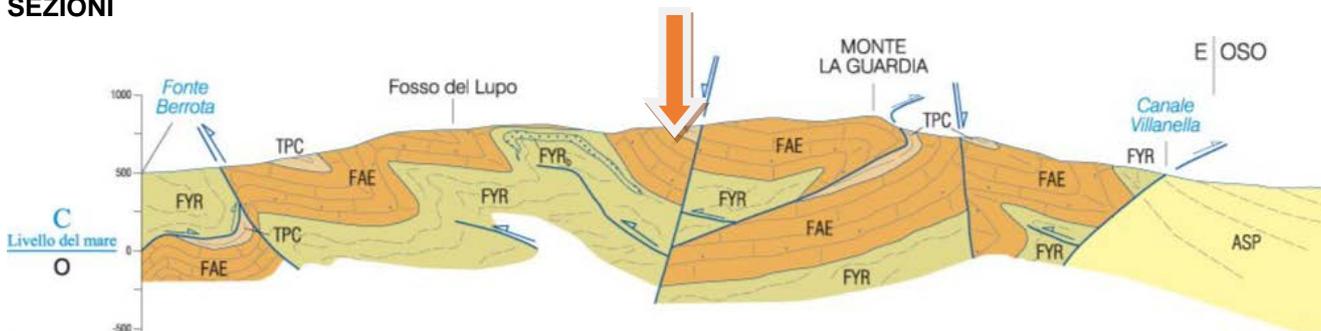
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

### UNITÀ TETTONICA DELLA DAUNIA



Legenda Carta Geologica 1:50.000 del Foglio 407 "San Bartolomeo" (ISPRA Progetto CARG)

### SEZIONI



Sezione rappresentativa dei rapporti giacitureali passante poco più a Sud del centro abitato di Volturino nell'area dell'impianto e precisamente nei pressi degli Aerogeneratori 2-4 e 5 dell'IMPIANTO A

### IMPIANTO A + Sottostazione Elettrica

L'Aerogeneratore 1, anche se nella carta geologica è riportato nel Flysch di Faeto, in realtà, lo possiamo considerare, a tutti gli effetti, ricadente sui terreni appartenenti alla formazione del Flysch Rosso (FYR)

costituito da Alternanza di argilliti policrome (grigio-verde e rosso) con calcareniti e calcilutiti in strati aventi spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni decimetri, Lo spessore stimato è dell'ordine dei 300 metri.

**L'Aerogeneratore 2** ricade sui terreni appartenenti alla formazione del Flysch Rosso (FYR) costituito da Alternanza di argilliti policrome (grigio-verde e rosso) con calcareniti e calcilutiti in strati aventi spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni decimetri, Lo spessore stimato è dell'ordine dei 300 metri.

**L'Aerogeneratore 3** ricade sui terreni appartenenti alla formazione delle Marne Argillose del Toppo Capuana (TPC) costituita da Alternanza di argille siltose e marne grigie in banchi con sottili strati di calcilutiti, poggiano in contatto stratigrafico per alternanza sul Flysch di Faeto, lo spessore è di circa 200 metri.

**Gli Aerogeneratore 4-5-6 e la Sottostazione Elettrica** ricadono sui terreni appartenenti al Flysch di Faeto (FAE) costituito da Alternanza di torbiditi calciclastiche e marne calcaree di colore biancastro con argille marnose di colore verdastro. Le torbididiti sono rappresentate da calcareniti a granulometria variabile da fine a grossolana di colore prevalentemente biancastro. Lo spessore della formazione è dell'ordine dei 500 metri, poggia con contatto stratigrafico sul Flysch Rosso e passa per alternanza alle marne argillose di Toppo Capuana.

Il **cavidotto interno** al Parco attraversa tutt'e tre le formazioni precedentemente descritte anche se essenzialmente per un buon 90% per cento insiste su terreni appartenenti al Flysch di Faeto, come pure il **cavidotto esterno**, ovvero il cavidotto che parte dall'impianto per arrivare fino alla Sottostazione Elettrica in agro del comune di Alberona.

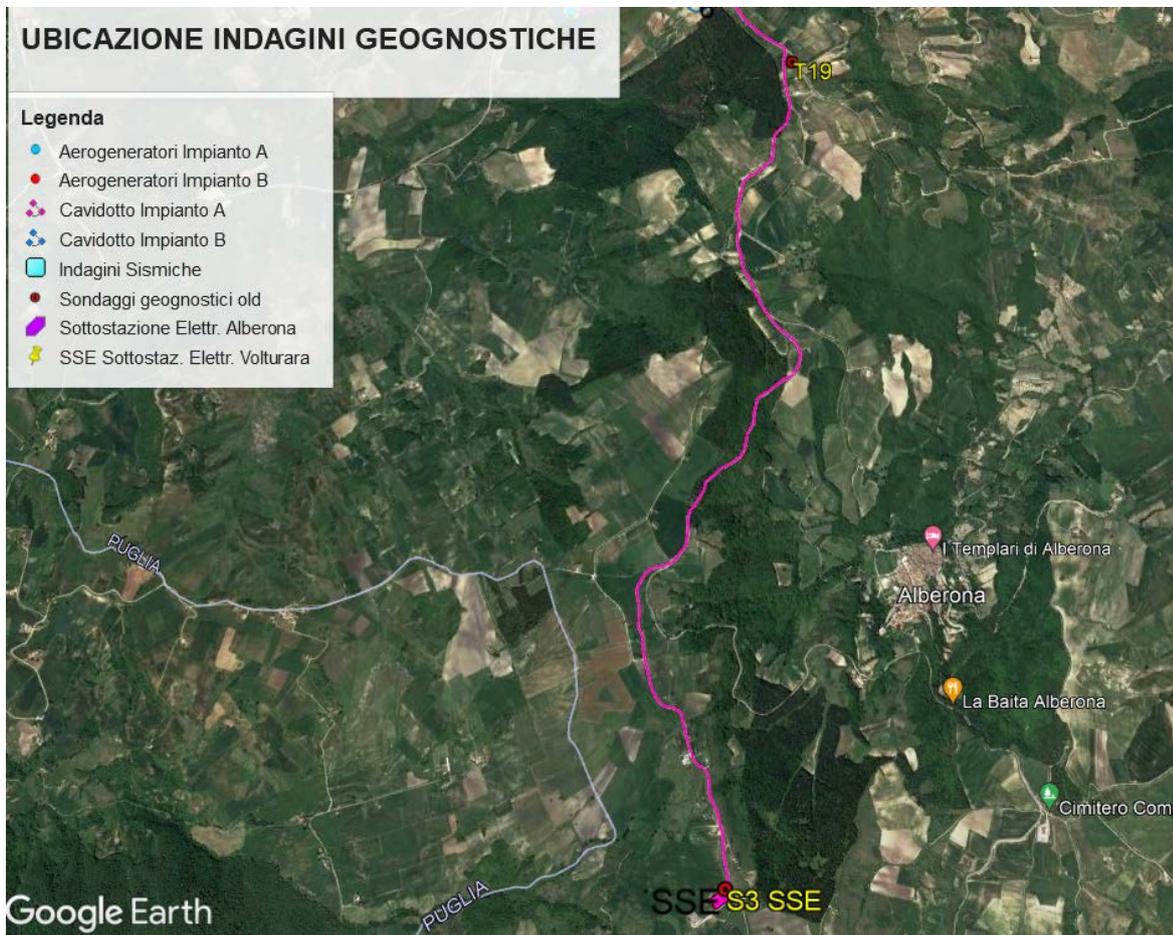
Si precisa che tutt'e tre le formazioni sono ricoperte da terreni di alterazione superficiale di spessore variabile.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 6 INDAGINI GEOGNOSTICHE



*Indagini geognostiche Impianto A su base ortofoto*

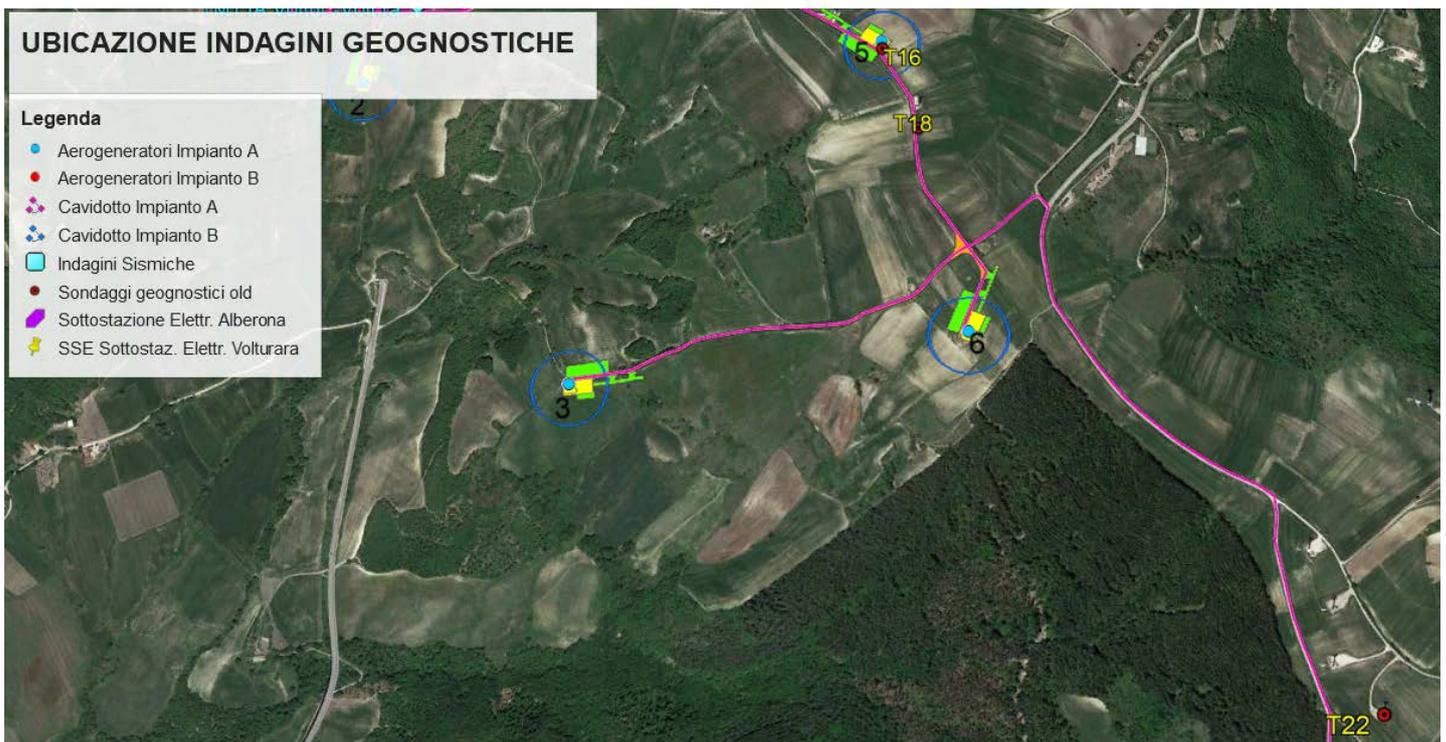


Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

*Indagini geognostiche Impianto A (Sottostazione Elettrica Alberona) su base ortofoto*

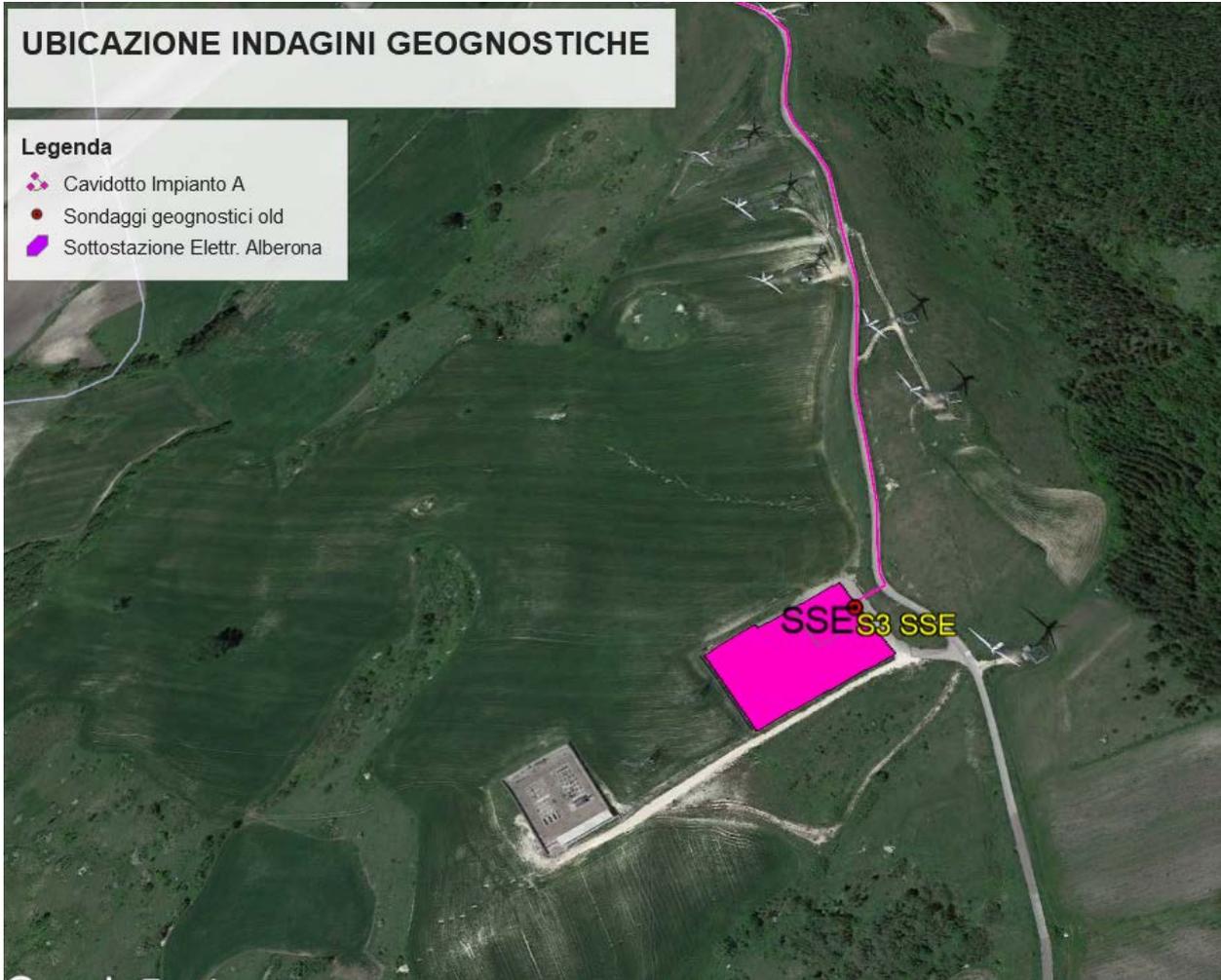


*Ubicazione Sondaggi geognostici old campagna geognostica 2003 (Impianto A)*



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

*Ubicazione Sondaggi geognostici old campagna geognostica 2003 (Impianto A)*



*Ubicazione Sondaggi geognostici old campagna geognostica 2003 (Impianto A) (Sottostazione Elettrica Alberona)*

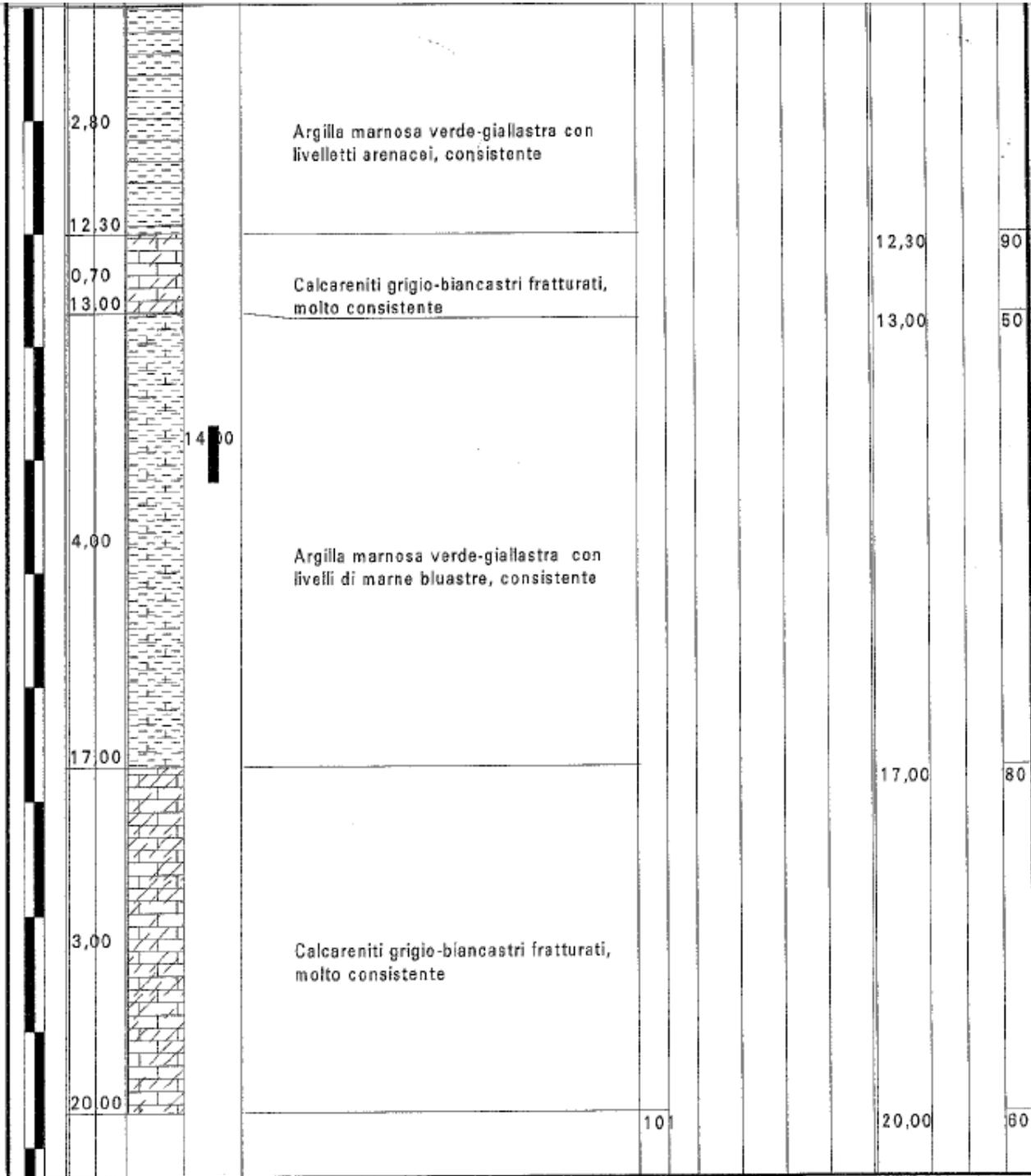
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo		EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.	
Via Maselli ACCADIA (FG) 0881/981349		Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO	
SCALA	1:50	Data	28/04/2003
Sondaggio n.			T1

Quota di riferimento m	Spessore m	Profondità m	Sezione terrazzo	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Innesto Ø mm	Pond. Tot. Kg/cmq	R. U. D. %	VANE TEST	Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq				
	0,90	0,90			Terrano vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, compressibile						0,90			70
	5,70				Fitta alternanza di livelli calcarei biancastri farinosi molto fratturati con livelli di argilla marnosa giallo biancastra consistente						2,50	21 rifiuto		
	6,60										6,60			6,6050
	2,40				Argilliti e argilla marnosa bianco-giallastra con livelletti di marne argillose dello stesso colore, consistente						7,00	24 27 39		
	9,00										9,00			90
	0,50	9,50			Calcareniti grigio-biancastri fratturati, molto consistente						9,50			50
	2,80				Argilla marnosa verde-giallastra con livelletti arenacei, consistente									

Continua ↓

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

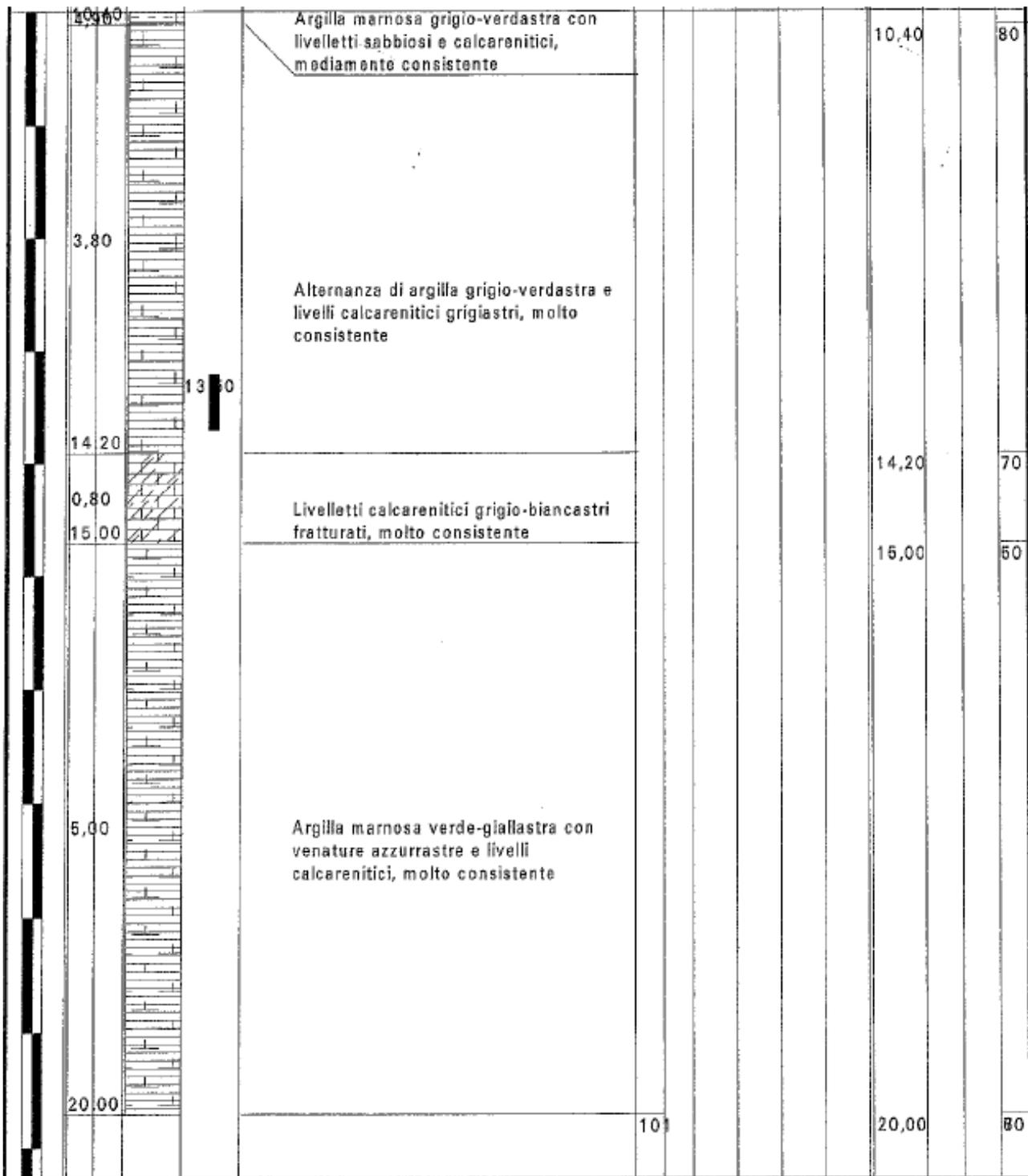


Sondaggio T1 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo		EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.								
Via Maselli ACCADIA (FG) 0881/981349		Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO								
SCALA	1:50	Data	08/05/2003							
Sondaggio n.			T2							
Quote di riferimento	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carattere di zona	Wet/dry	Pellet. Min. Kg/cm <sup>2</sup>	R. C. D. %	VANI TEST Kg/cm <sup>2</sup>	Profondità m	S.P.T.	acqua	estrattaggio
1,00	Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, compressibile									
1,00							1,00			80
1,60	Limo argilloso di colore prevalentemente giallastro, a struttura caotica, con trovanti lapidei e forte presenza di materiale organico, compressibile.									
2,60							2,60			80
2,90	Argilla grigio-verdastra con fenomeni di decalcificazione al tetto, spesso si intercalano livelli argillosi azzurrastrati e livelletti arenacei e calcarenitici molto fratturati, poco consistente.						3,00	5,0 8 10		
5,50							5,50			5,50/80
4,90	Argilla marnosa grigio-verdastra con livelletti sabbiosi e calcarenitici, mediamente consistente						6,00	11 17 21		

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Sondaggio T2 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

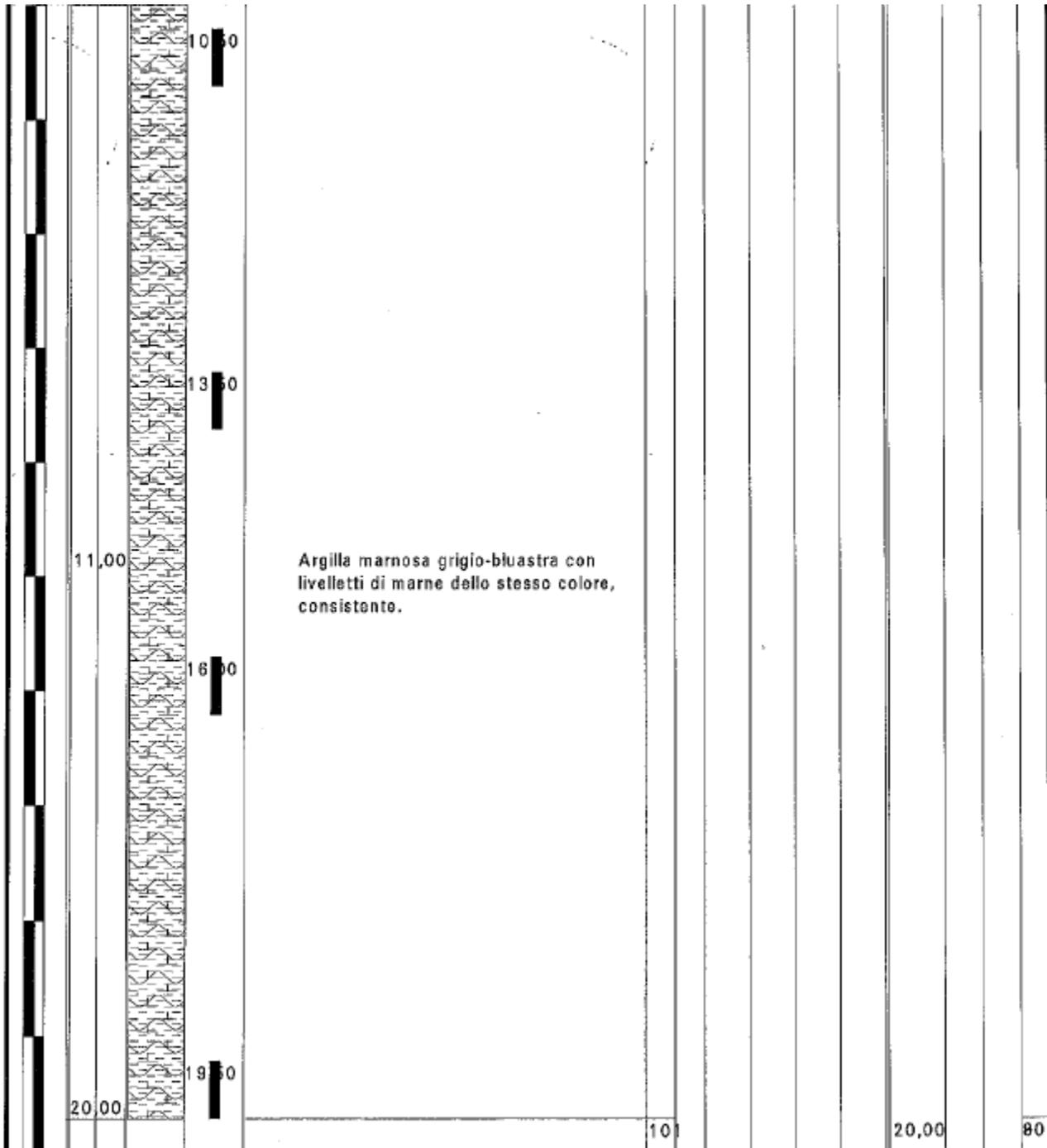
Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50 Data 05/05/2003 Sondaggio n. T7

Quota di riferimento	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Microtomo Ø mm	Probet Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. C. D. N.	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>	Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	1,00				Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, compressibile									
	1,00										1,00			60
	3,50				Argilla rimaneggiata plastica di colore verde-giallastro con venature rossastre, parte alterata delle sottostanti argille varicolori, compressibile (probabile piano di scivolamento)						2,00	1 2 4		
	4,50										4,50			90
	0,50				Livello arenaceo colore avana						5,00		5,00/0	
	5,00										5,50	11 14 16		
	4,00				Argilla marnosa scistosa di colore avana, a volte, con venature bluastre, mediamente consistente.									
	8,00													
	9,00										9,00			80
	11,00				Argilla marnosa grigio-bluastro con livellotti di marne dello stesso colore, consistente.									

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



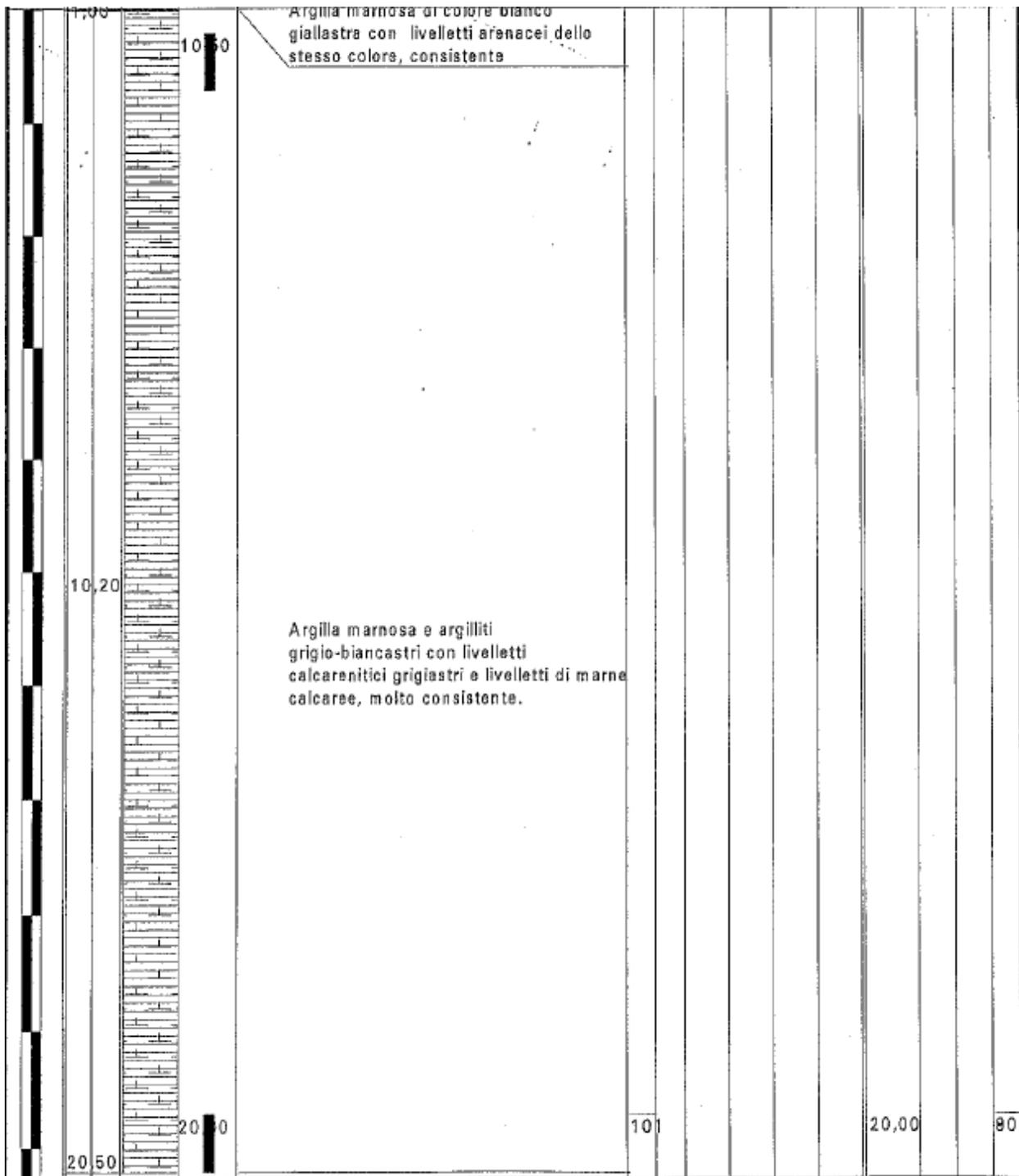
Sondaggio T7 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo		EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.	
Via Maselli ACCADIA (FG) 0881/981349		Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO	
SCALA	1:50	Data	10/05/2003
Sondaggio n.			T14

Quota di riferimento m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carazione Ø mm	Bivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm²	R. Q. D. X	VANZ TEST	Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cm²				
	1,80				Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.									
	1,80										1,80			70
	1,70				Argilla marnosa bianco-giallastra alternata a livelletti arenacei e calcarenitici, consistente						3,00	9 19 27		
	3,50										3,50			80
	5,80				Argilla marnosa di colore bianco-giallastra con livelli calcarenitici, consistente						6,00	12 21 29		
	7,00													
	9,30										9,30			90

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



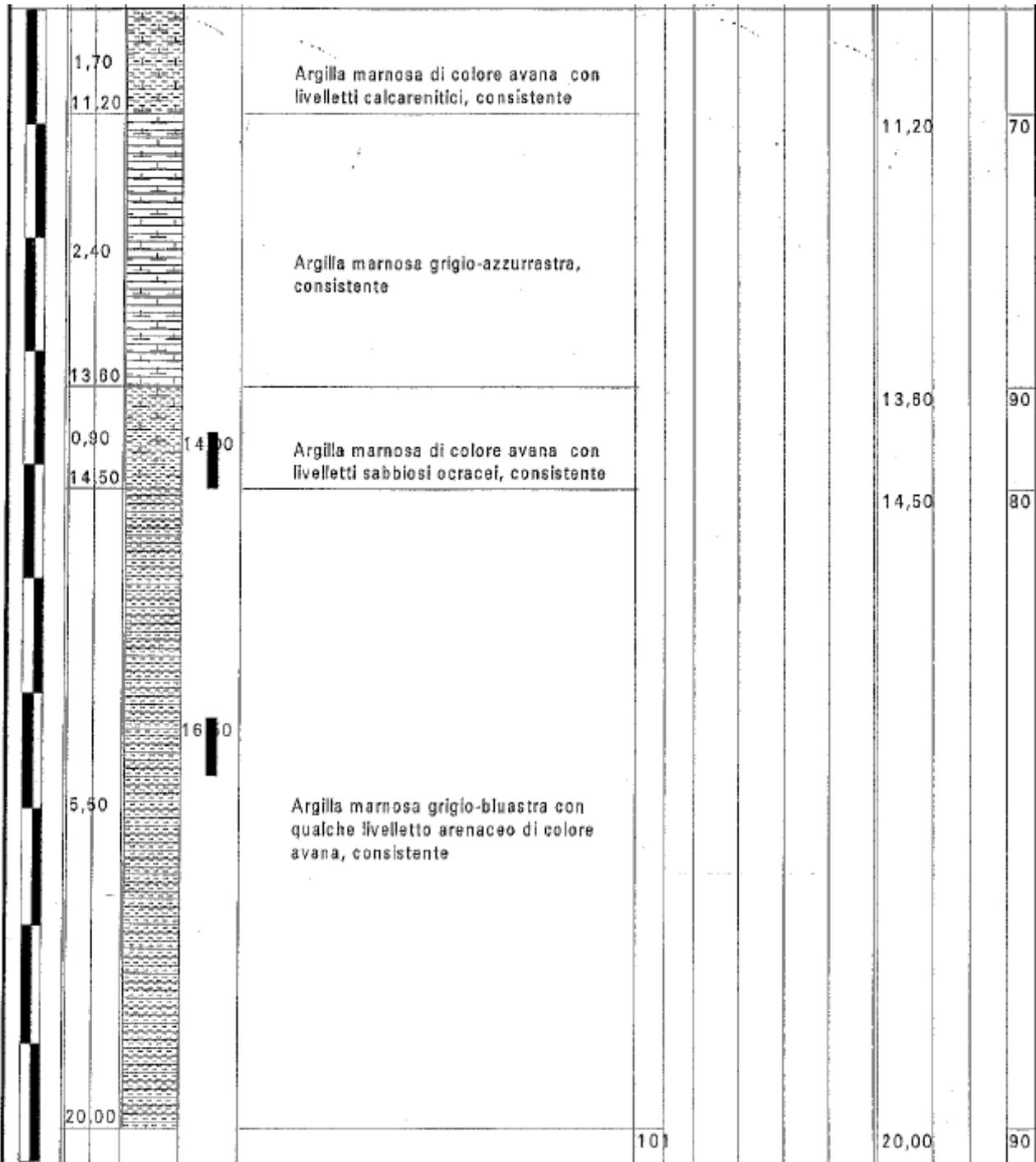
Sondaggio T14 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo		EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.	
Via Maselli ACCADIA (FG) 0881/981349		Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO	
SCALA	1:50	Data	03/05/2003
Sondaggio n.			T16

Quota di riferimento m.	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Cingolanti	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. S	VANE TEST		Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq					
	1,20				Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.										
	1,20											1,20			70
	2,10				Argilla marnosa giallo-biancastra con vistosi fenomeni di decalcificazione alternata a livelletti calcarenitici molto fratturati e litoclasati, poco consistente							2,40	5 7 9		
	3,30											3,30			80
	1,90				Argilla marnosa di colore grigio biancastra con livelletti calcarenitici, mediamente consistente							4,50	8 15 18		
	5,20											5,20		5,20	90
	6,00														
	3,10				Argilla marnosa di colore avana chiaro con livelletti sabbioso-argillosi di colore ocreo, consistente										
	8,30											8,30			80
	1,20				Argilla marnosa di colore grigio biancastra con livelletti calcarenitici dello stesso colore, consistente										
	9,50											9,50			90
	1,70				Argilla marnosa di colore avana con livelletti calcarenitici, consistente										

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

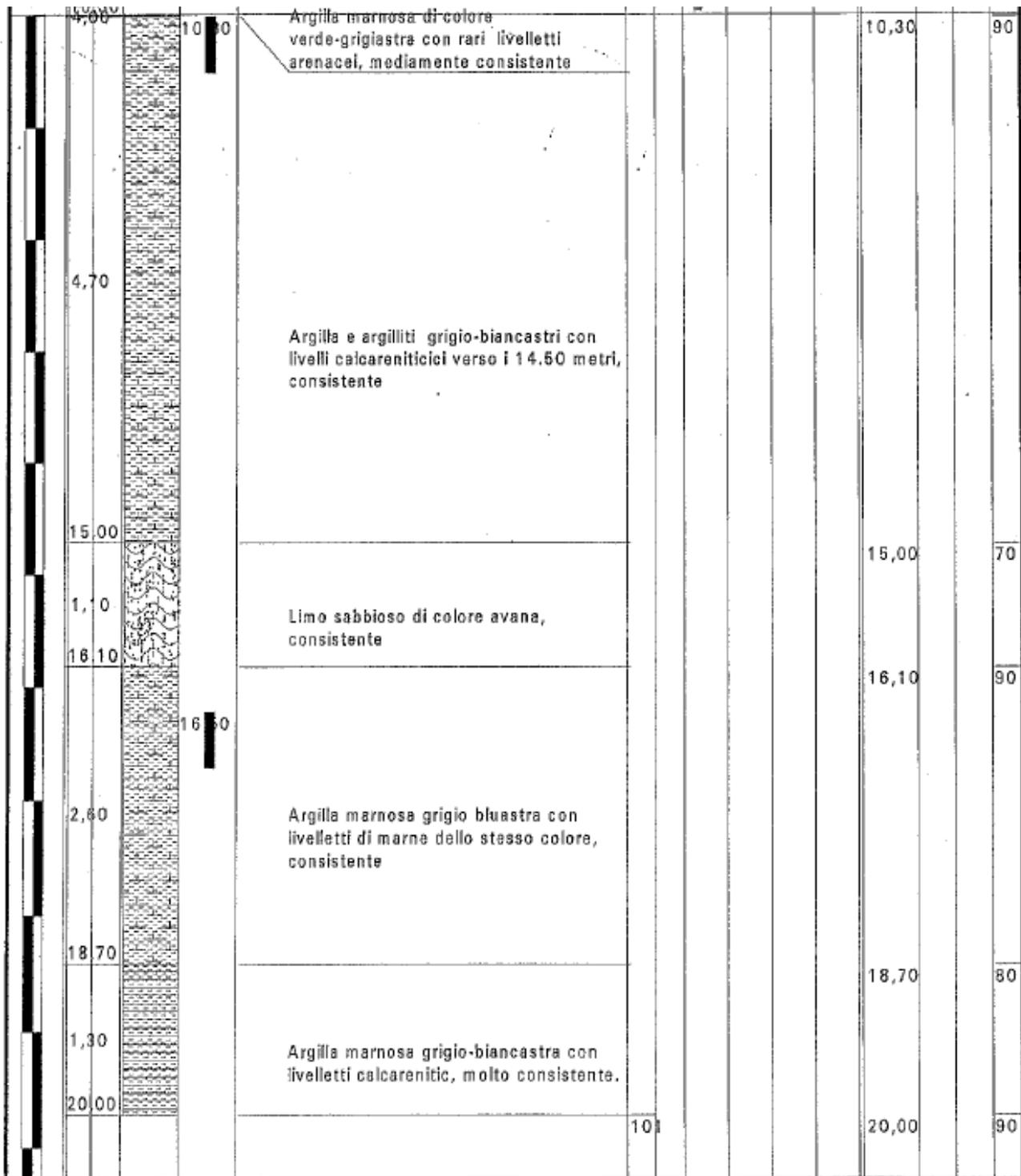


Sondaggio T16 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Cota di riferimento		Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Resistiv. Ø mm	Rock. Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. U. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>	Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		0,70	0,70			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.						0,70			75
		2,30	3,00			Argilla marnosa grigio-biancastra con livelletti calcarenitici molto fratturati e litoclasti, poco consistente						2,60	3 6		
		1,00	4,00			Livelli calcarenitici molto fratturati, consistente						3,00	10		90
		2,30	6,30			Argilla marnosa e argilliti grigio-biancastri con fenomeni di ossidazione diffusi, mediamente consistente						4,00		4,0080	
		4,00				Argilla marnosa di colore verde-grigiastra con rari livelletti arenacei, mediamente consistente						6,30	11 18 23		80

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



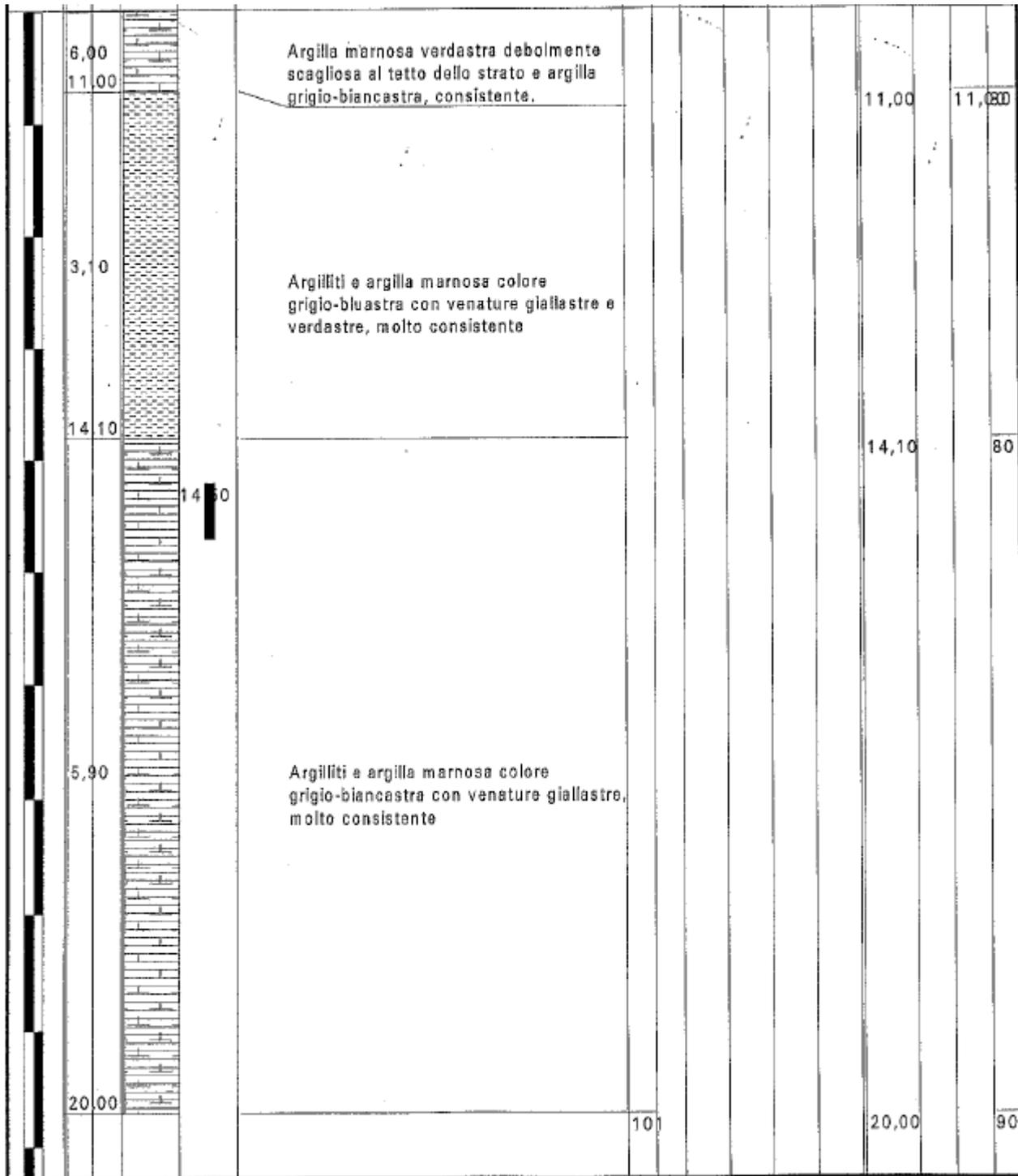
Sondaggio T18 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo		EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.	
Via Maselli ACCADIA (FG) 0881/981349		Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO	
SCALA	1:50	Data	14/05/2003
Sondaggio n.			F22

Quote di riferimento m	Spessore m	Profondità m	Sezione dettato	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocher Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondità m	S.P.T.	scopio	carotaggio
	1,20				Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.										
	1,20										1,20				70
	1,00				Argilla marnosa di colore avana con vistosi fenomeni di ossidazione e di decalcificazione con livelletti calcarenitici fratturati, poco consistente						2,20				80
	2,20														
	2,40			3,00	Argilla marnosa di colore bianco-grigiastro intercalata a livelli di arenarie, consistente						4,00	8 10 19			
	4,60										4,60				90
	0,40				Argilla marnosa verdastra debolmente scagliosa con venature ocracee, consistente.						5,00				90
	5,00														
	6,00				Argilla marnosa verdastra debolmente scagliosa al tetto dello strato e argilla grigio-biancastra, consistente.						7,00	14 23 28			

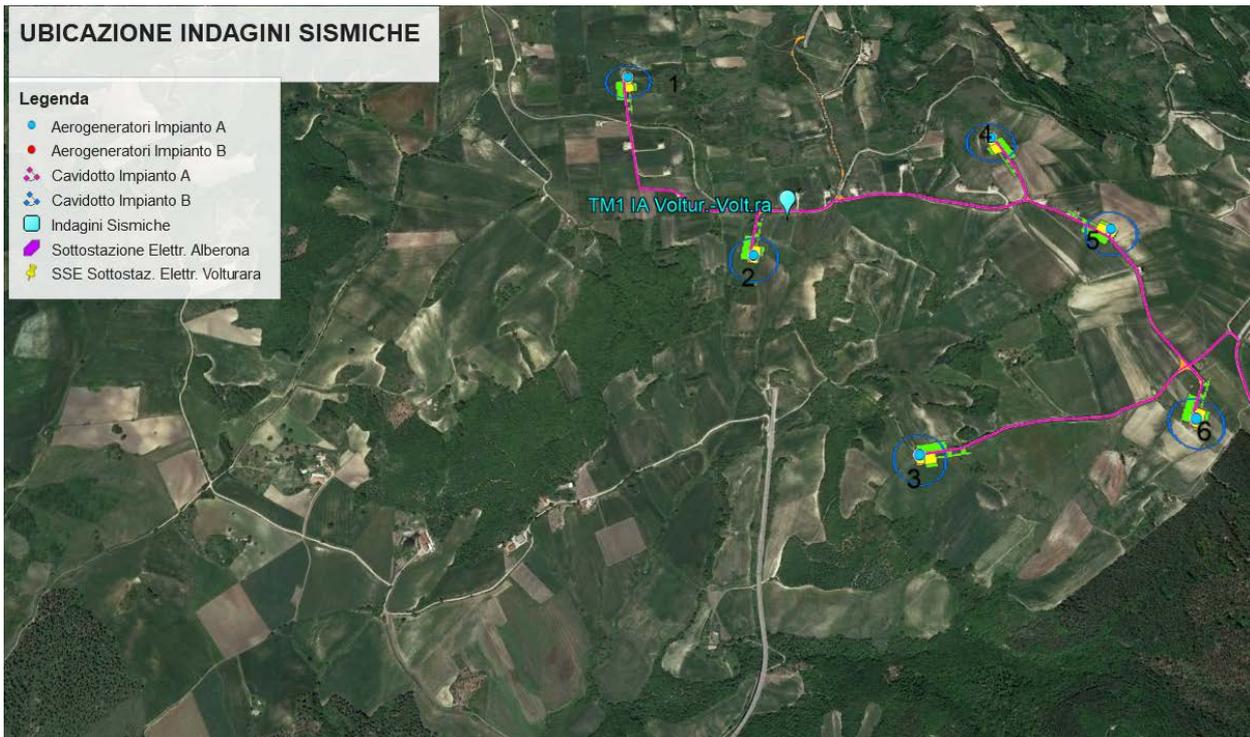
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Sondaggio T22 ( Campagna geognostica 2003 Parco Eolico " San Bartolomeo " nel comune di Volturino

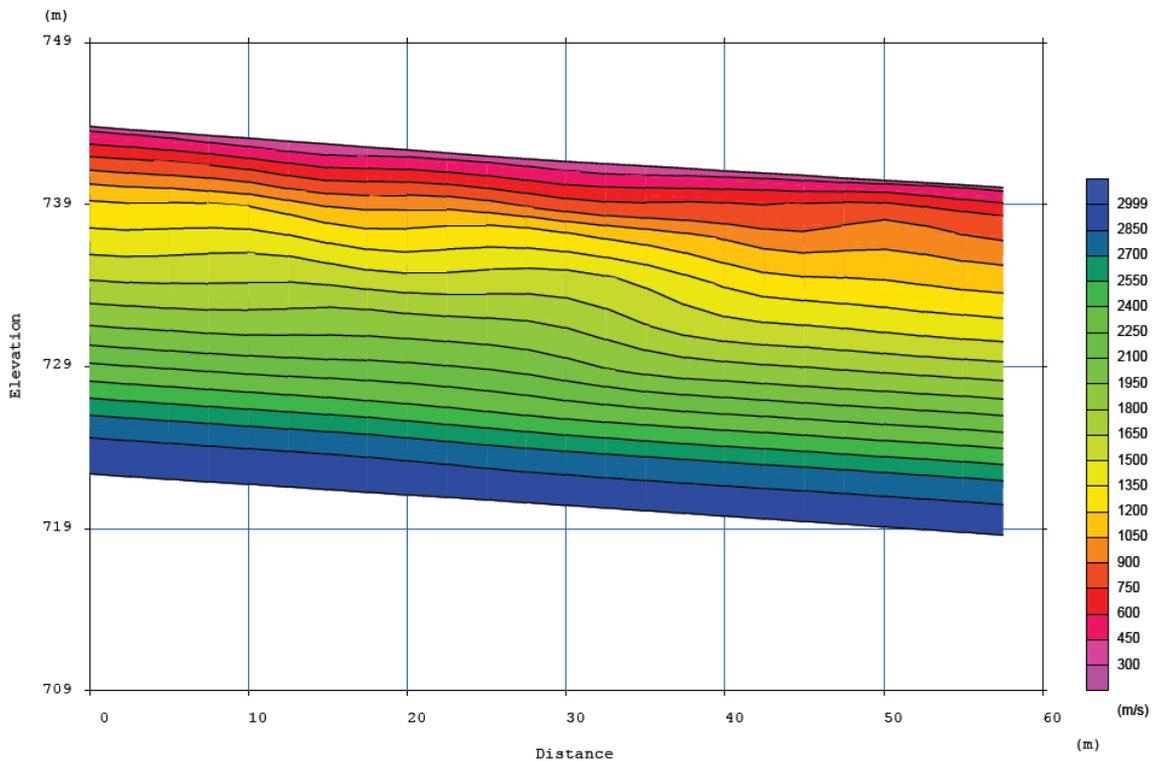
Sondaggio S1 ( Campagna geognostica 2003 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA sita nel comune di Alberona

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Ubicazione indagini sismiche (Tomografie)

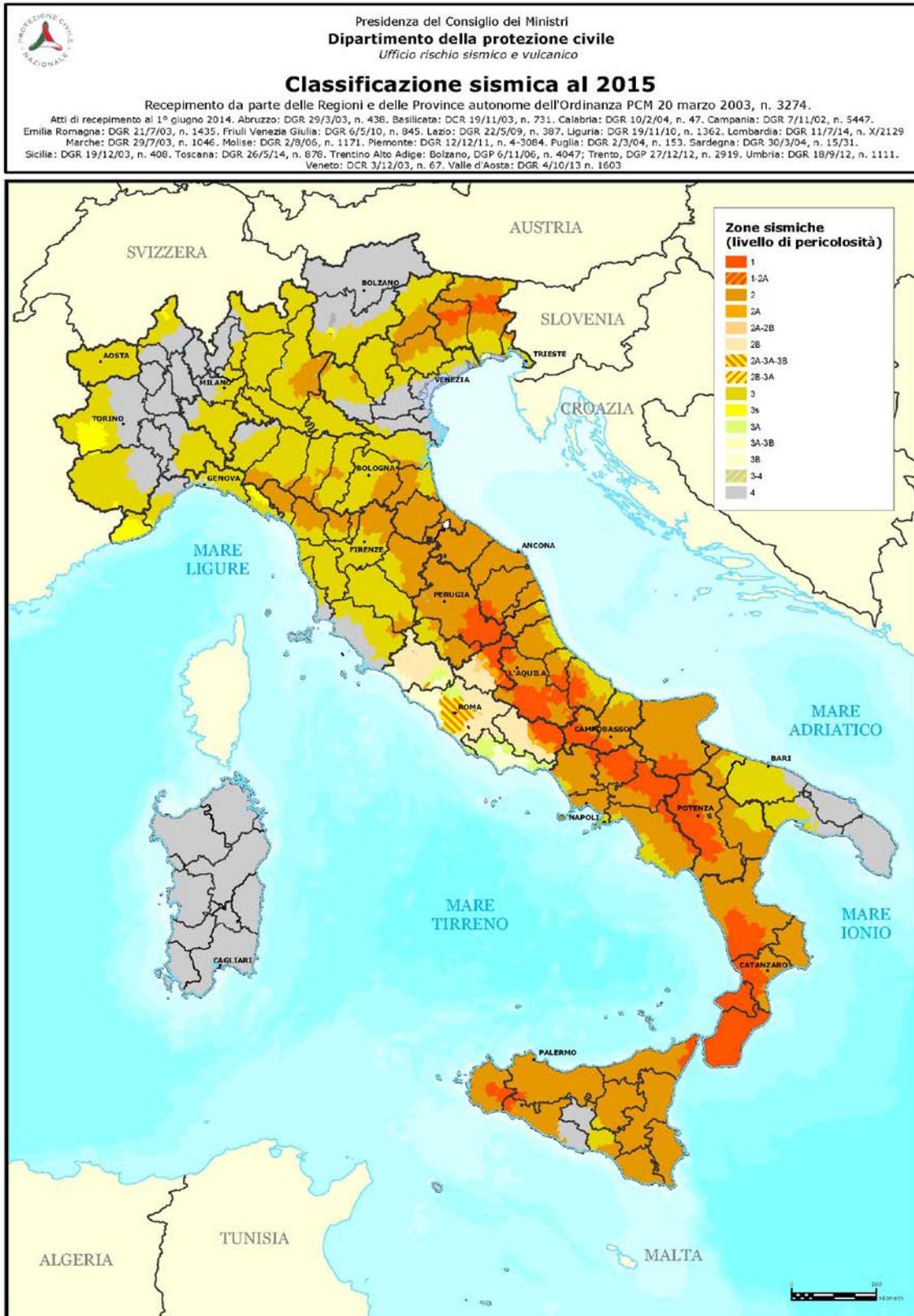
**TOMOGRAFIA N. TM1 IA**



Indagine sismica a rifrazione con restituzione tomografica

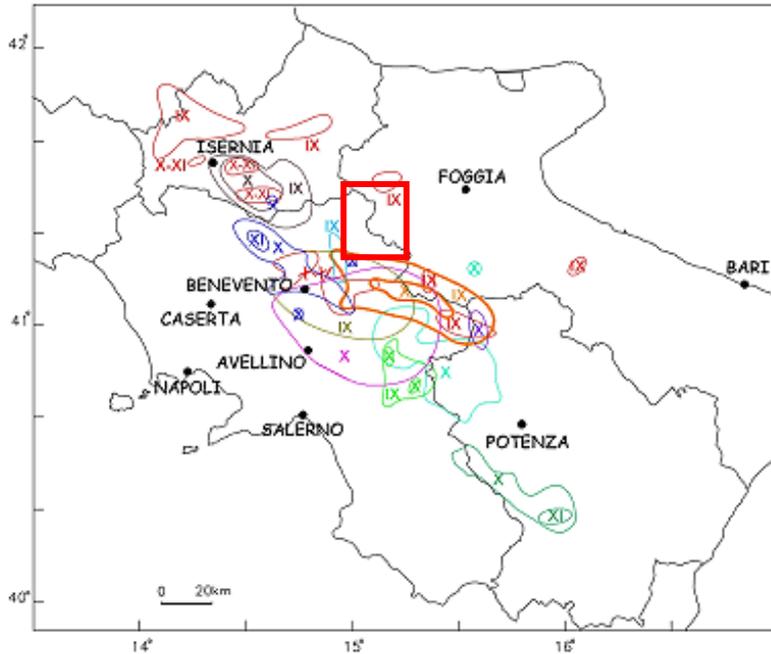
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 7 CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

I territori comunali di Volturino (FG), Volturara Appula (FG) e Alberona (FG) ricadono in un distretto geografico sicuramente sismico. Nel territorio in oggetto, infatti, si risentono i terremoti con epicentri garganici, molisani, sanniti ed irpini.

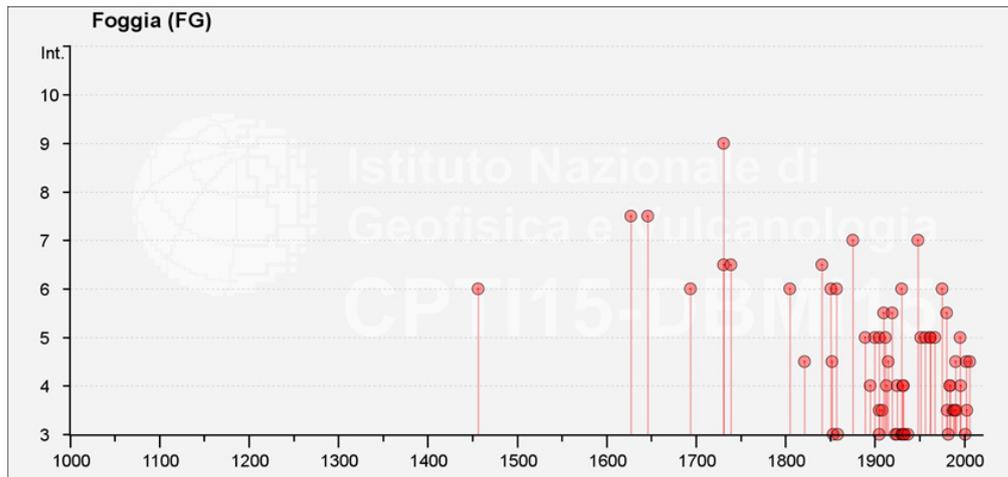


- 5 dicembre 1456 - Italia centro-meridionale
- 5 giugno 1688 - Sannio
- 8 settembre 1694 - Irpinia-Basilicata
- 14 marzo 1702 - Baronia (Benevento)
- 29 novembre 1732 - Irpinia
- 26 luglio 1805 - Molise
- 14 agosto 1851 - Basilicata
- 16 dicembre 1857 - Basilicata
- 23 luglio 1930 - Irpinia
- 21 agosto 1962 - Irpinia
- 23 novembre 1980 - Irpinia - Basilicata

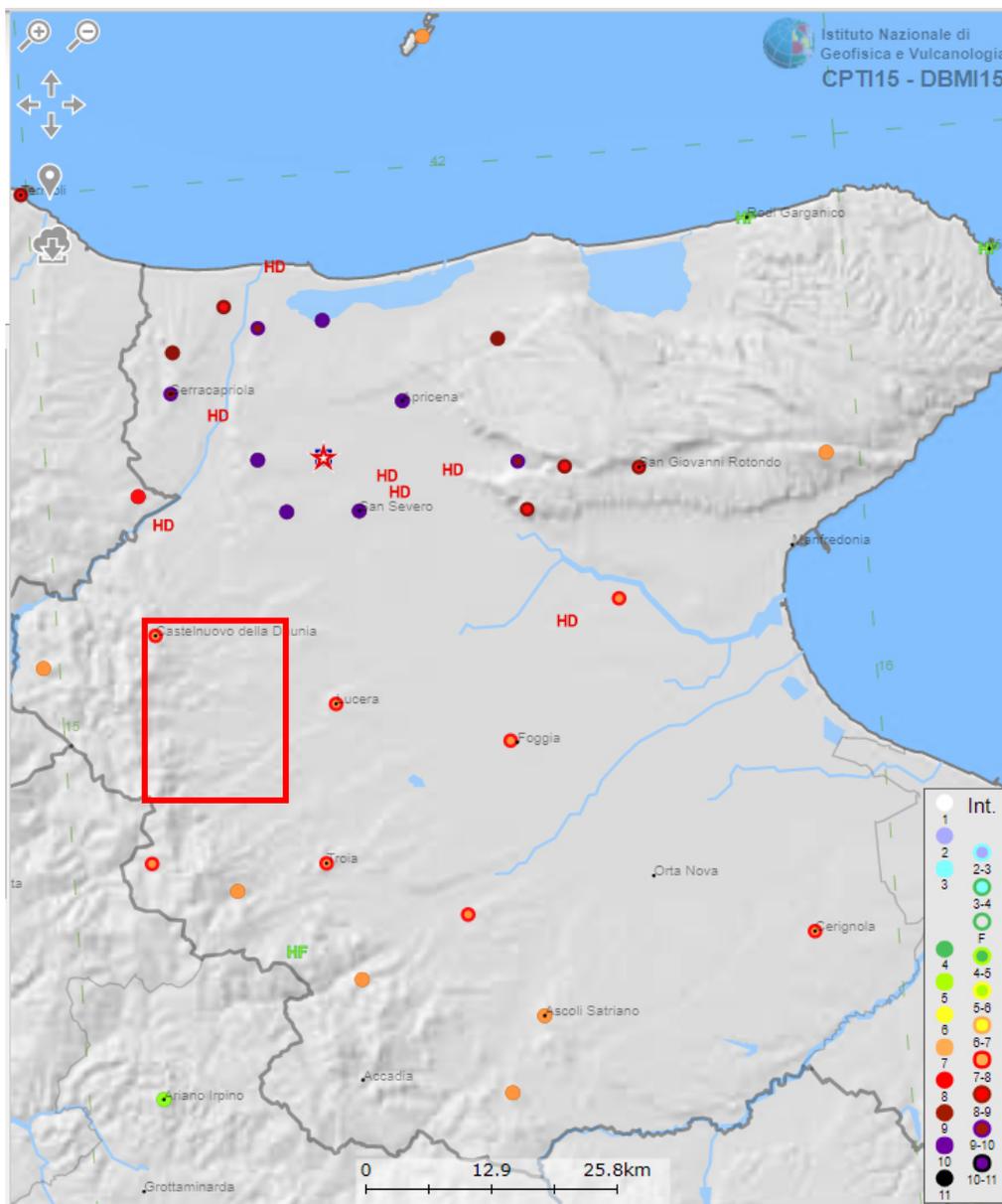
Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni (NGTS- Atti del 19° Convegno Nazionale/10.09 - A. EMOLO, A. ZOLLO - Dipartimento Scienze Fisiche Università degli Studi Federico II Napoli - A. GORINI Servizio Sismico Nazionale Roma - G. IANACONE Osservatorio Vesuviano Napoli

Area oggetto di studio

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Intensità dei principali terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni

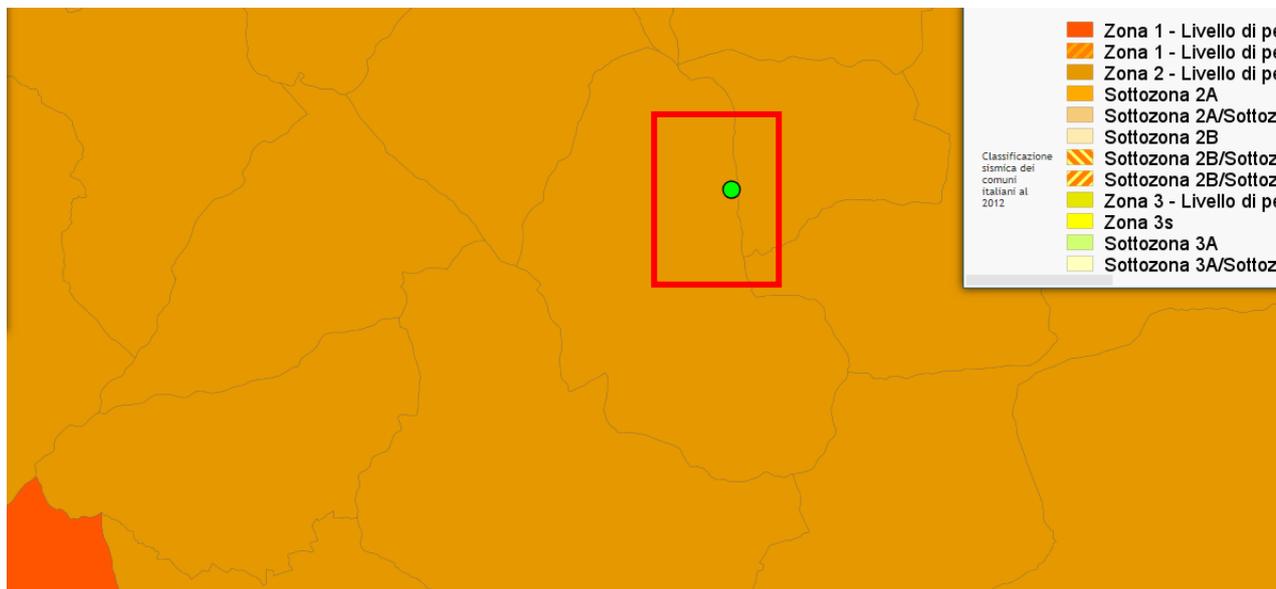


Dislocazione dei principali terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni   Area oggetto di studio

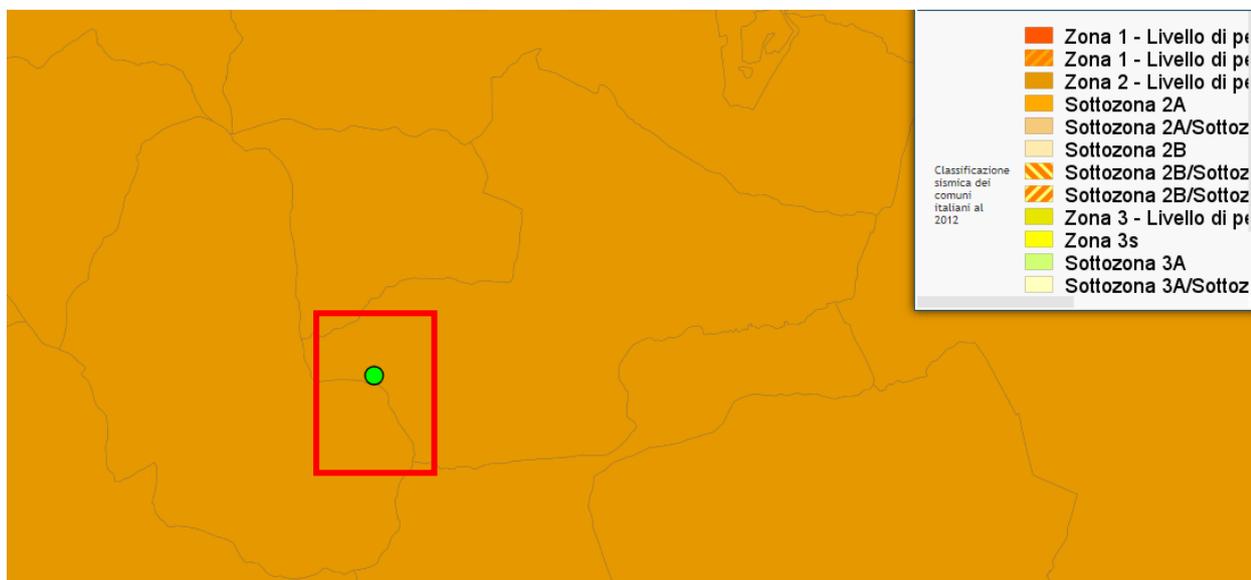
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 8 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Si illustra di seguito la Classificazione sismica dei comuni di Volturara Appula, Volturino e Alberona secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 rilasciata il 20 marzo 2003 sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 aggiornata al 2006

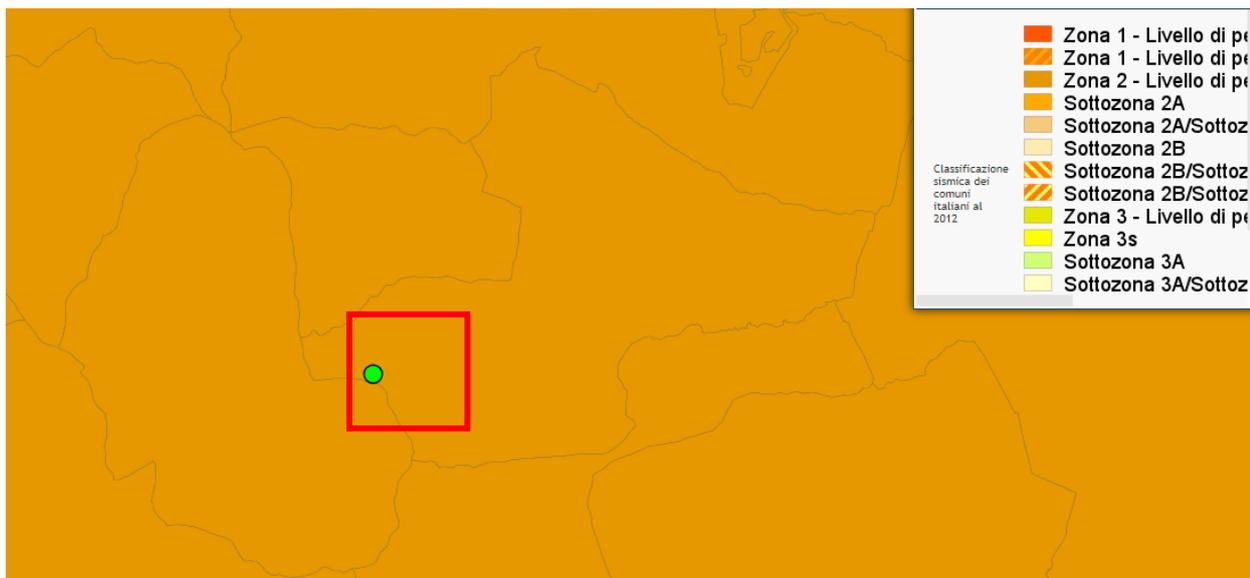


Classificazione sismica dei comuni italiani al 2012 – [wms.pcn.minambiente.it](http://wms.pcn.minambiente.it) - Individuazione del Comune di Volturara  Area oggetto di studio



Classificazione sismica dei comuni italiani al 2012 – [wms.pcn.minambiente.it](http://wms.pcn.minambiente.it) - Individuazione del Comune di Volturino  Area oggetto di studio

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Classificazione sismica dei comuni italiani al 2012 – [wms.pcn.minambiente.it](http://wms.pcn.minambiente.it) - Individuazione del Comune di Alberona –   Area oggetto di studio

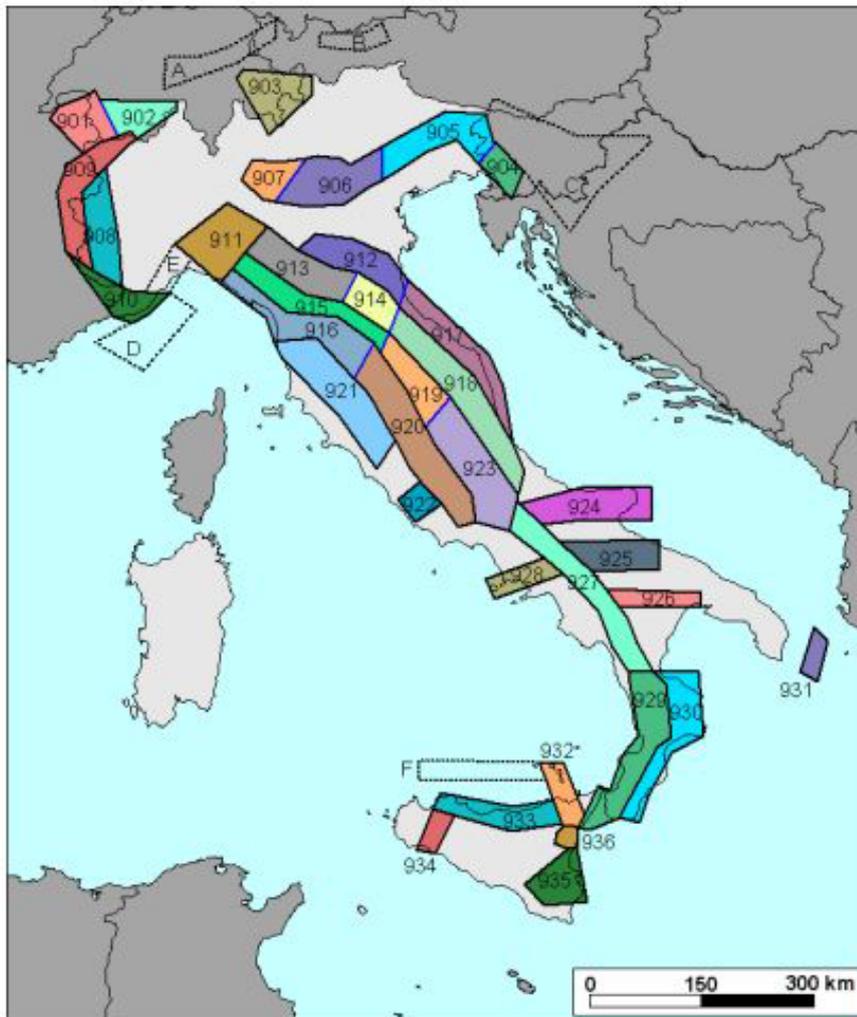
	Classificazione	
	2003	PGA (g)
Comune di Volturara Appula	Zona 2	0.15 g < PGA < 0.25 g
Comune di Volturino	Zona 2	0.15 g < PGA < 0.25 g
Comune di Alberona	Zona 2	0.15 g < PGA < 0.25 g

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 9 ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA

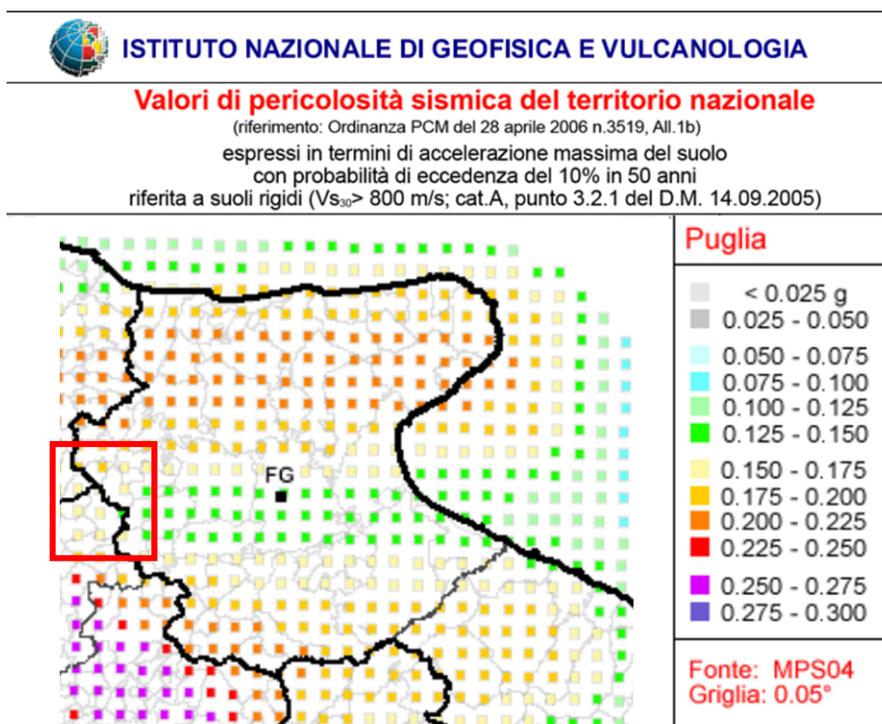
Negli ultimi anni e fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone et altri 1996).

Gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi (Galadini et alii 2000, DISS Catalogo sorgenti sismogenetiche Valensise e Pantosti 2001) hanno però evidenziato alcune incoerenze con il catalogo CTPI. Per tale motivo, al fine di ottenere un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, è stata sviluppata una nuova zonazione denominata ZS9.



Zonizzazione sismogenetica dell'Italia

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

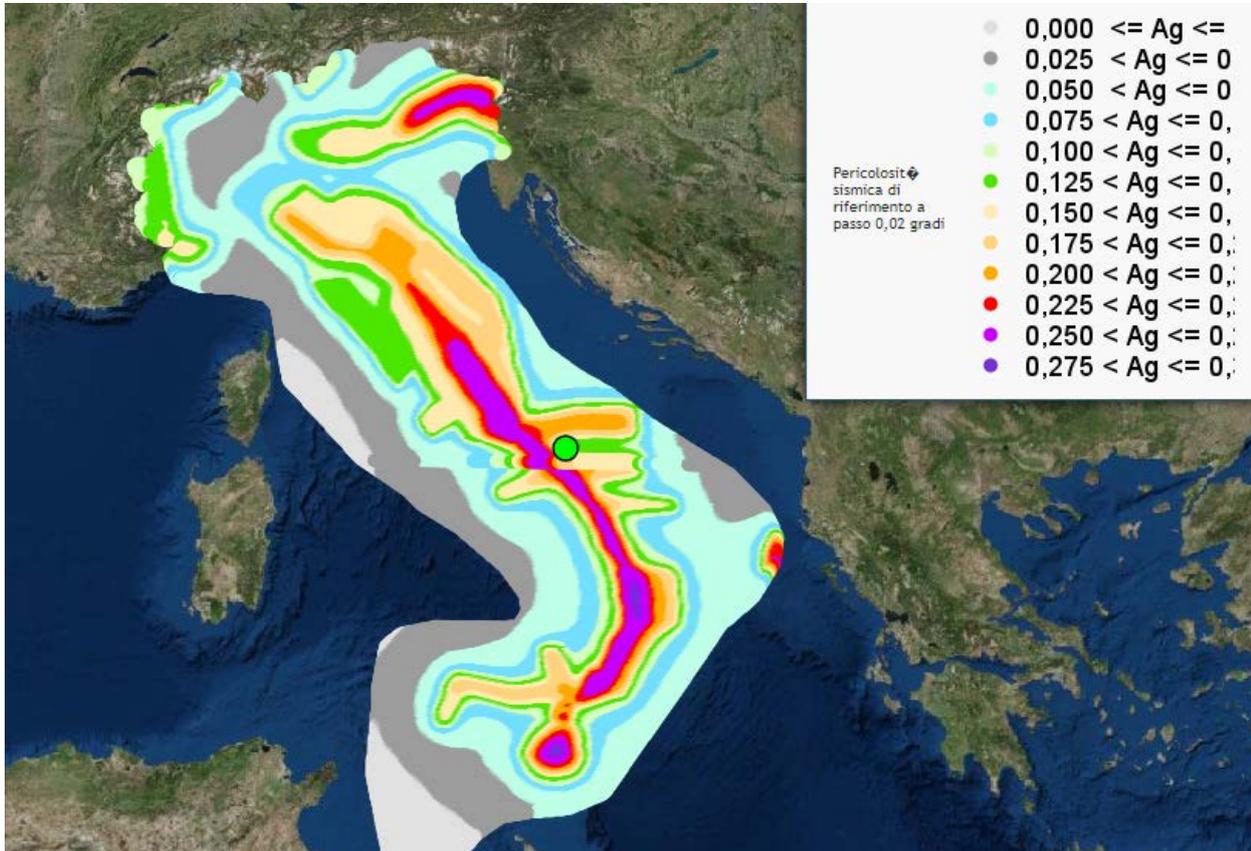


Carta delle accelerazioni massima al suolo –   Area oggetto di studio

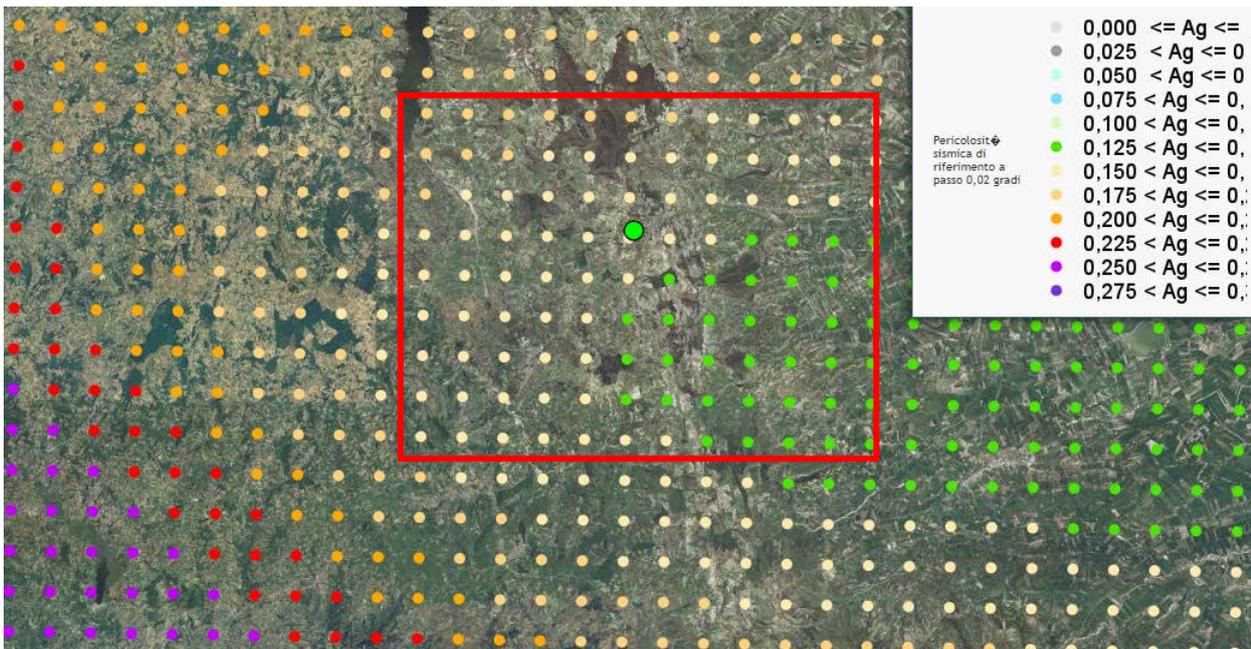
La ZS9 propone la suddivisione del territorio nazionale in fasce che presentano al loro interno requisiti di omogeneità in relazione alle caratteristiche geo-strutturali, cinematiche e sismiche. Una base essenziale per la zonazione del territorio è rappresentata dal modello sismotettonico dell'area italiana, e contributi rilevanti per la definizione delle singole zone sono forniti dai cataloghi sismici disponibili. In particolare, ZS9 è costruita facendo riferimento al modello sismotettonico di *Meletti et al. (2000)*, rivisto ed integrato negli anni successivi alla sua formulazione. Inoltre, ZS9 è definita sulla scorta delle informazioni disponibili dai cataloghi CPTI2 (catalogo parametrico dei terremoti italiani) e DISS (database delle sorgenti sismogenetiche). La ZS9 non introduce drastici elementi di novità rispetto alle precedenti zonazioni, in modo particolare rispetto a ZS4 che rappresenta una sorta di caposaldo nell'evoluzione del processo di zonazione. L'elemento di novità è rappresentato dall'impiego di un catalogo sismico più aggiornato (CPTI2) e dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche (database DISS). Negli ultimi anni, infatti, la quantità di informazioni sulla sismogenesi del territorio italiano (sia per quanto riguarda gli aspetti geometrici delle sorgenti che, per quanto attiene al loro comportamento atteso) è notevolmente aumentata rispetto a quella disponibile nel periodo in cui i ricercatori procedevano alla realizzazione di ZS4. Tali conoscenze rappresentano uno degli elementi chiave per il tracciamento delle nuove zone. Un altro elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo del database delle soluzioni dei meccanismi focali dei terremoti italiani (EMMA; *Vannucci e Gasperini, 2003*). Tale database contiene meccanismi tratti da cataloghi on-line (come il catalogo CMT dell'Università di Harvard, il catalogo dell'ETH di Zurigo e il catalogo RCMT dell'INGV) o dalla letteratura cartacea pubblicata. Tra tutti i meccanismi contenuti nel database sono stati selezionati quelli che ricadono all'interno delle zone sorgente di ZS9: si tratta di 1051 records relativi a terremoti

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

avvenuti tra il 1905 ed il 2003, con magnitudo Mw compresa tra 1.9 e 6.6. Utilizzando tutti i dati disponibili e avendo cura di scegliere il meccanismo più affidabile nel caso di soluzioni multiple per lo stesso evento.



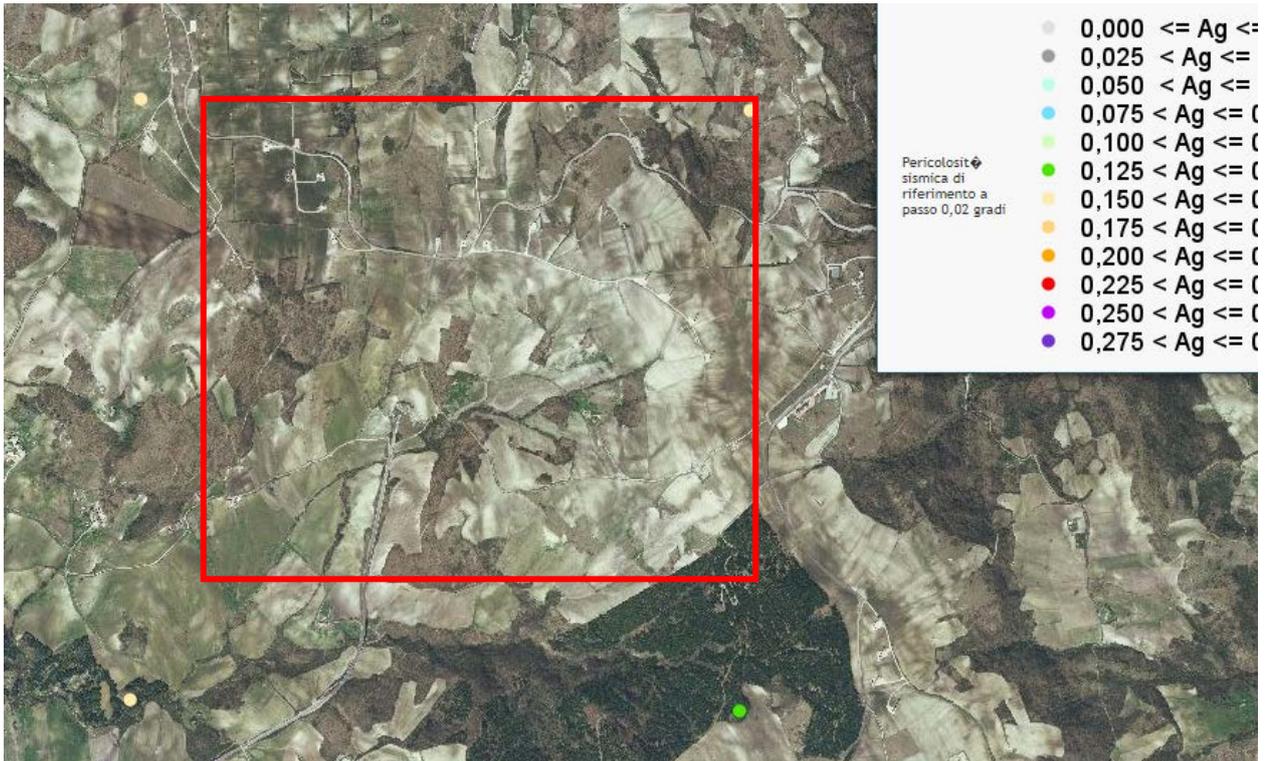
- Pericolosità sismica di riferimento a passo 0.02 gradi – wms.pcn.minambiente.it - Pericolosità sismica dell'ITALIA



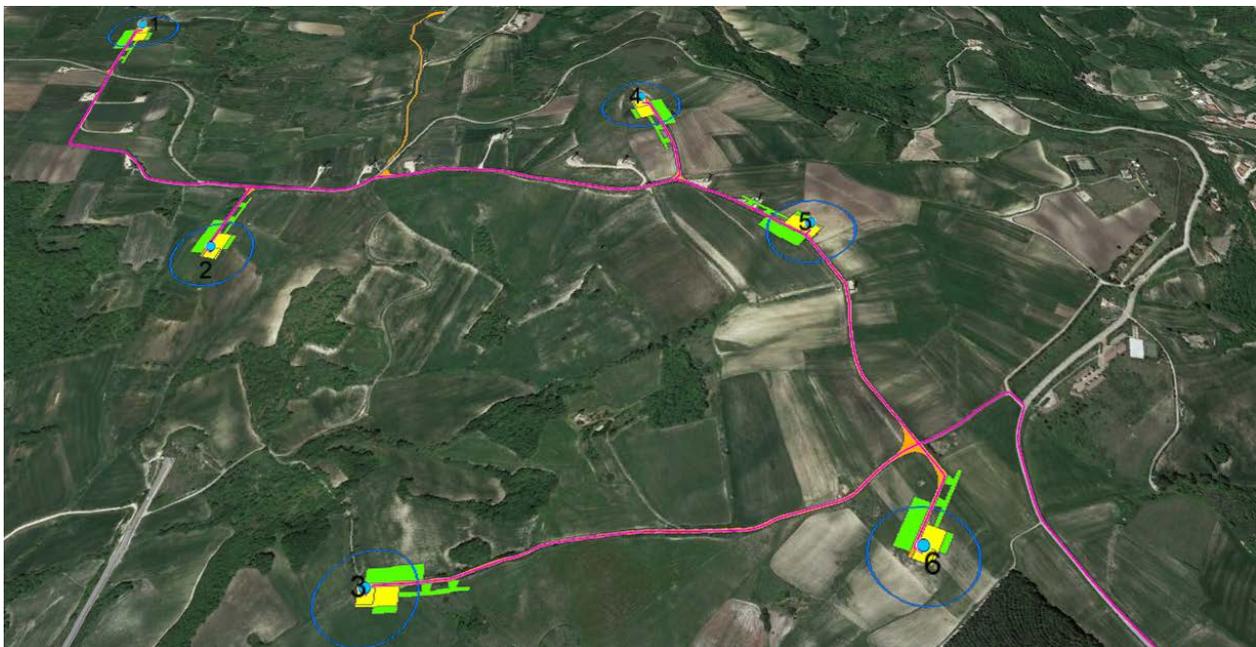
Pericolosità sismica di riferimento a passo 0.02 gradi – wms.pcn.minambiente.it -  area oggetto di studio

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



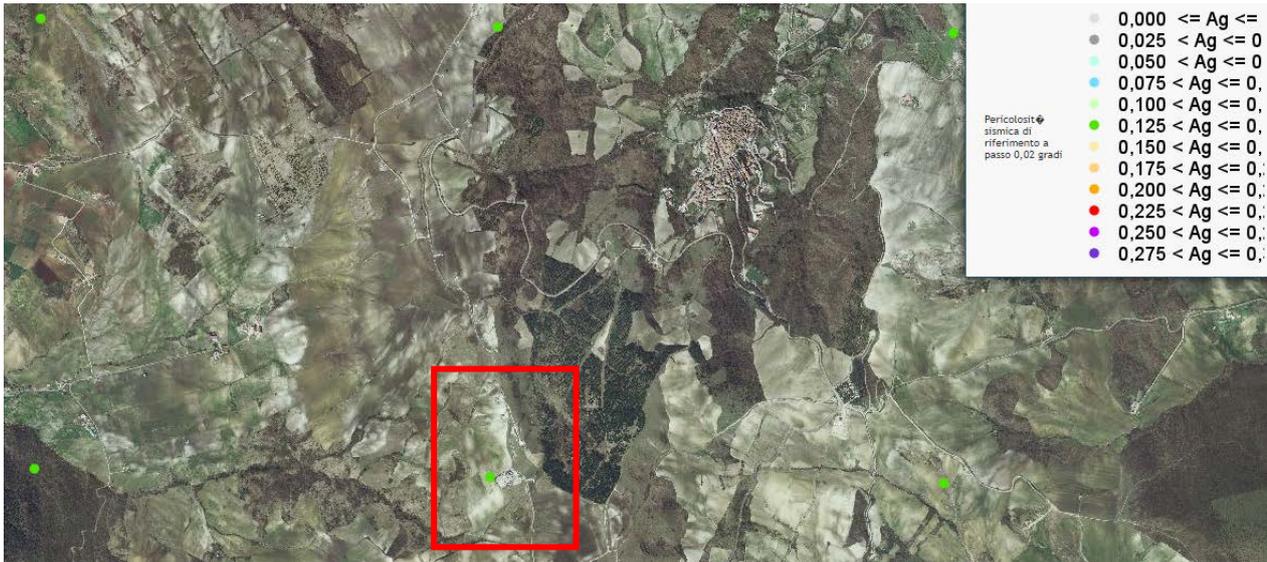
Pericolosità sismica di riferimento a passo 0.02 gradi – [wms.pcn.minambiente.it](http://wms.pcn.minambiente.it) -  Area Aerogeneratori



Dettaglio pericolosità sismica Impianto A Area Aerogeneratori

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Pericolosità sismica di riferimento a passo 0.02 gradi – wms.pcn.minambiente.it -  Area Sottostazione di Trasformazione Elettrica



Dettaglio pericolosità sismica Impianto A Area Sottostazione Elettrica sita nel comune di Alberona

## IMPIANTO A

- Tutti gli aerogeneratori ricadono in un'area avente tutti la massima accelerazione orizzontale del suolo compresa tra  $0.150 < g < 0.175$
- La sottostazione SSE ricade in area avente la massima accelerazione orizzontale del suolo compresa tra  $0.125 < g < 0.150$

## 1.1. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Dopo il sisma irpino del 1980, risentito a Foggia con intensità del VI°-VII° Mercalli, tutto il territorio della Provincia di Foggia fu classificato come sismico. L'ultimo episodio importante in ordine cronologico è stato il sisma di S. Giuliano di Puglia (CB), del 30.10.2002 e con replica intensa il giorno successivo, 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. L'INGV ha assegnato a Foggia, per questo sisma un'intensità macrosismica pari a V°-VI° della scala Mercalli

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980", edito nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del Centro Nazionale per le Ricerche o il "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980, edito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma, per rendersi conto dei terremoti che hanno avuto come epicentro le zone nord-occidentali della Puglia, in particolare quello di Ascoli Satriano del 17 luglio 1361, di Barletta dell'11 maggio 1560 e della Capitanata del luglio 1627, di Foggia del 20 marzo 1731, di Mattinata del 10 agosto 1893, giusto per citare i più disastrosi con intensità superiore all'VIII°-IX° della scala Mercalli-Cancani-Sieber (MCS).

Anche il sisma del 1930, con epicentro nell'area di Scampitella (AV), al confine tra la Puglia e l'avellinese, fu risentito a Foggia con intensità sismica del VII°- VIII° Mercalli circa.

Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali

L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità. Osservazioni ormai innumerevoli provano che la variabilità spaziale dei danni e degli effetti prodotti da un terremoto è sempre molto elevata, e che in molti casi una causa importante è l'esistenza di condizioni locali sfavorevoli dei siti e dei terreni che possono mettere in crisi anche strutture molto resistenti e progettate per resistere a forti terremoti. E' il caso dei pendii franosi, dei depositi argillosi soffici, dei terreni liquefacibili, dove possono aversi **effetti locali** di instabilità, consistenti in veri e propri collassi e talora in movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture. Alcuni scenari tipici: movimenti franosi nei pendii, scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie, scivolamenti e rotture nel terreno, fenomeni di liquefazione nei terreni granulari fini saturi, fenomeni di subsidenza in corrispondenza di cavità, ecc.

Ma vi sono anche altre condizioni, meno spettacolari e meno facilmente riconoscibili, che possono essere molto gravose per le sovrastanti strutture e infrastrutture. Sono quelle in cui, a causa di particolari

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

**condizioni locali**, le caratteristiche vibratorie dei movimenti sismici possono subire modificazioni ed esaltazioni locali. Tali effetti vengono indicati nella terminologia sismica come **effetti di sito**; con il termine 'condizioni locali' si intende, invece, l'insieme dei fattori geomorfologici e geotecnici che interagendo con le onde sismiche possono modificare, rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (bedrock), le caratteristiche vibratorie del moto sismico in superficie. Tali fattori comprendono principalmente: la morfologia superficiale e sepolta, le caratteristiche stratigrafiche, le proprietà geotecniche dei terreni in campo statico e dinamico. Gli effetti di sito sono spesso all'origine di molti fenomeni di instabilità delle strutture, sia per l'esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, sia perché possono aversi anche fenomeni di 'doppia risonanza' fra modi di vibrare del terreno e della struttura.

Per quanto riguarda l'aspetto sismotettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Le strutture sismogenetiche dell'Appennino Dauno e più in generale dell'Appennino Campano hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

Barletta dell'11 maggio 1560 e della Capitanata del luglio 1627, di Foggia del 20 marzo 1731, di Mattinata del 10 agosto 1893, giusto per citare i più disastrosi con intensità superiore all'VIII°IX° della scala Mercalli-Cancani-Sieber (MCS). Anche il sisma del 1930, con epicentro nell'area di Scampitella (AV), al confine tra la Puglia e l'avellinese, fu risentito a Foggia con intensità sismica del VIIVIII° Mercalli circa. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità. La differenza nel danno è imputabile, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (circa i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato la considerazione che territori anche molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi.

La "pericolosità sismica di base" deve essere verificata in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta nelle condizioni di sito di riferimento rigido, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) per diverse probabilità

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

di superamento in diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 475 anni.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri,  $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno,  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

L'ultimo episodio importante in ordine cronologico è stato il sisma di S. Giuliano di Puglia (CB), del 31.10.2003 e con replica intensa il giorno successivo. L'INGV ha assegnato a Foggia, per questo sisma un'intensità macrosismica pari a V°-VI° Mercalli.

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani".

Per quanto riguarda l'aspetto sismotettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Le strutture sismogenetiche appenniniche garganiche hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici. Di seguito si ricordano i più importanti.

- 5 febbraio 62 d.c. (Magnitudo 5.8 scala Richter)  
Certamente danneggiata Pompei ed Ercolano, oltre a Nocera ed alcune zone di Napoli.
- 25 agosto 79 d.c. (Magnitudo 5.7 scala Richter)  
Associato alla celebre eruzione distruttiva del Vesuvio
- Anno 99 d.c. (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro vicino Circello (BN)
- Anno 346 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Castelpagano (BN), prossimo a quello del 99. Effetti importanti anche nel Matese, confermato da studi archeosismologici su lapidi ed epigrafi
- 21 Luglio 369 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Sisma a Benevento, dove andò distrutta la maggior parte degli edifici importanti dell'epoca. Morì la metà degli abitanti della città (migliaia).
- Anno 848 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Epicentro a sud di Castelpizzuto (IS). Interessati Campania e Molise, diversi morti ad Isernia
- 25 Ottobre 989 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Epicentro tra Benevento e l'Irpinia, epicentro nei pressi di Carife. Distrutto il paese di Ronza, mai più ricostruito, ingenti danni a Benevento, Capua, Conza (dove muore il vescovo), Frigento il terremoto distrusse interi villaggi e provocò numerosi morti.
- Anno 1180 (Magnitudo // scala Richter)  
Questo terremoto colpì l'Irpinia; secondo alcune fonti Ariano "fu inghiottito da una voragine" e Napoli restò in gran parte distrutta.
- Anno 1223 (Magnitudo 6.0 scala Richter)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Epicentro nei pressi di Vico del Gargano. Danni ingenti in tutto il Gargano e la Capitanata. Distrutta Siponto che, ricostruita per volere di re Manfredi, diverrà l'attuale Manfredonia, Colpita duramente anche Vieste, la Foresta Umbra e per l'appunto Vico.

- 4 settembre 1293 (Magnitudo 5.9 scala Richter)  
Epicentro nel Sannio (Campania) di VIII-IX grado scala Mercalli. A Napoli venne gravemente danneggiata la Chiesa di Santa Maria Donnaregina.
- Anno 1349 (Magnitudo 6.6 scala Richter)  
Terremoto sull'Appennino centro-meridionale (VIII-IX Mercalli) con epicentro nella zona di Venafro (IS) che risultò distrutta. Danneggiata gravemente tutta l'area; a Napoli crolla la facciata della cattedrale.
- Anno 1361 (Magnitudo 6 scala Richter)  
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- Anno 1414 (Magnitudo 5.8 scala Richter)  
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- 5 dicembre 1456 (Magnitudo 7.1 scala Richter)  
Fortissimo terremoto, con epicentro nella zona di Benevento, magnitudo di 7.2 scala Richter. Il sisma interessò buona parte del Centro-Sud Italia. A Napoli crollò il campanile della chiesa di Santa Chiara, la chiesa di San Domenico Maggiore dovrà essere ricostruita, così come il Duomo e la cappella palatina di Santa Barbara in Castel Nuovo restaurati. A Teramo morirono più di 200 persone, Rivisondoli fu completamente rasa al suolo e l'insediamento di Roccapizzi (Abruzzo) dopo essere stato completamente raso al suolo venne abbandonato dagli abitanti, e mai più ricostruito. Le scosse si susseguirono distruttrici anche il 15 e 17 dicembre. In tutto si contarono circa 30mila morti.
- maggio 1560 (Magnitudo 5.6 scala Richter)  
Epicentro prossimo alla costa, a nord-ovest di Bisceglie dove si verificano numerosi crolli come a Barletta. Circa 300 vittime segnalate
- 31 maggio 1627 (Magnitudo 7.1 scala Richter)  
Forte terremoto (XI scala Mercalli) tra Puglia e Campania. Rase al suolo le cittadine di San Severo, Torremaggiore e diversi centri limitrofi del Foggiano. La scossa provocò un maremoto sulle coste del Gargano, soprattutto presso il Lago di Lesina. Persero la vita oltre 4500 persone.
- 30 luglio 1646 (Magnitudo 6.6 scala Richter)  
Epicentro a sud di Vico. La più colpita è Vieste dove si registrano 132 vittime. Danni a anche a Peschici, Ischitella, Rodi, Vico, Carpino, San Giovanni Rotondo, Monte S. Angelo. Lesioni anche a Foggia. Tsunami nel lago di Varano.
- 29 gennaio 1657 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Sisma tra i più dimenticati della storia, recentemente rivalutato grazie a ricerche annalistiche. Scossa principale notturna. Distrutta Lesina, gravi danni per tutto il Gargano in particolare a Vico, S. Severo, Torremaggiore, Apricena e Monte S. Angelo. Ignoto il numero delle vittime
- 5 giugno 1688 (Magnitudo 6.7 scala Richter)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Un immane terremoto (XI Mercalli) con epicentro nel Sannio a Cerreto Sannita (BN) rase quasi al suolo la città di Benevento. Gravissimi danni subì anche Napoli; qualcuno anche all'Aquila e nel Molise. Serie lesioni ad Ariano e Casalbore I morti ammontarono a 2115.

- 8 settembre 1694 (Magnitudo 6.8 scala Richter)  
Forte terremoto tra Irpinia e Basilicata. Calitri fu il paese irpino più colpito (311 vittime). Danni anche a Cava de' Tirreni e Benevento. Circa 6000 i morti.
- 14 marzo 1702 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro nel Beneventano (IX-X Mercalli), il sisma provocò alcuni danni fino a Napoli ed in Irpinia, oltre che la morte di circa 400 persone.
- 20 marzo 1731 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro a sud-ovest di Canosa. Gravi danni a Cerignola, dove crolla parzialmente il castello, a Foggia e nella sua intera provincia. Crolli anche a Barletta, Molfetta, Ascoli Satriano e Canosa. Circa 2500 vittime. Leggero Tsunami a Manfredonia e Barletta...
- 29 novembre 1732 (Magnitudo 6.6 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Grottaminarda. Colpita in particolare l'Irpinia settentrionale. Tra i paesi semidistrutti Mirabella, Ariano, Castel Baronia e Flumeri. Ad Avellino crolla il 50% degli edifici. Circa 2000 morti
- 20 febbraio 1743 (Magnitudo 7.0 scala Richter)  
Epicentro nel canale d'Otranto. Scossa serale, poco prima della mezzanotte. Semidistrutti Nardò (dove muoiono 100 persone) e Francavilla Fontana. Danni rilevanti a Lecce ed in tutto il Salento. A Brindisi crollano diversi edifici e la cattedrale rimane seriamente lesionata. Effetti anche sull'altra sponda dello Jonio, crolli pure a Corfù, circa 250 vittime.
- 26 luglio 1805 (Magnitudo 6.5 scala Richter)  
Sisma alle ore 22 (6.5 gradi scala Richter), con epicentro tra Campania e Molise. A Napoli, grazie alla sopraelevazione dell'edificio del Real Museo Borbonico, il gran salone resse durante il terremoto. A Campobasso si ebbero gravi perdite umane e materiali, fra cui il duecentesco convento dei Celestini. Le vittime salirono a 5573.
- 1° gennaio 1826 (Magnitudo 5.7 scala Richter)  
Epicentro tra Calvello e Tito, semidistrutta. Danni ingenti a Potenza e Melfi. Colpite anche Satriano di Lucania, avvertito anche a Napoli.
- 4 agosto 1851 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Barile. Colpita l'area circostante il massiccio del Vulture e la val d'Agri. Distrutta Melfi dove ci sono stati almeno 400 morti. Altri paesi semidistrutti: Rapolla, Barile, Atella, Lavello, Venosa, Rionero. Avvertito nelle regioni confinanti Campania e Puglia. Numero di vittime certamente superiore a 700, forse un migliaio. Il sisma ebbe vasta risonanza, anche per la visita del Re Ferdinando II a Melfi e nei luoghi colpiti.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

- 16 dicembre 1857 (Magnitudo 6.9 scala Richter)  
Evento distruttivo su ampia area geografica, interessata almeno 150 siti. Colpita la val d'Agri Epicentro tra Viggiano e Villa d'Agri. Tra i paesi più devastati Montemurro con 3000 morti,, Sarconi, Saponara, Viggiano, Marsico, Tito. Gravi danni anche a Potenza, crolli e decessi anche in Irpinia e Salernitano, stimati in complessivo circa 11 mila morti, per alcuni 19 mila. Almeno 6000 gli edifici distrutti. Forti ripercussioni sociali, con ricostruzione lenta e scarsa. Per conto della Royal Society di Londra lo scienziato Robert Mallet, padre della moderna sismologia, compì un'ampia ricognizione della zona interessata e descrisse dettagliatamente gli effetti del sisma.
- 6 dicembre 1875 (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Sisma notturno . Epicentro tra S. Marco in Lamis e S. Giovanni Rotondo che risulta il paese più colpito con crollo di 300 case ed abitanti costretti a rifugiarsi in tende e baracche. Avvertito in tutto il Gargano e il Tavoliere.
- agosto 1893 (Magnitudo 5.4 scala Richter)  
Il terremoto del Gargano del 1893 è stato un evento sismico che colpì la costa meridionale del Gargano con epicentro localizzato all'altezza del porto di Mattinata, all'epoca semplice frazione rurale di Monte Sant'Angelo. La scossa principale si verificò nella serata del 10 agosto, dopo una giornata caratterizzata da un continuo susseguirsi di altre scosse relativamente meno intense, all'interno di una sequenza sismica che perdurava fin dal 27 giugno ed esauritasi solo nel gennaio dell'anno successivo, dopo che a novembre si era registrata una tregua poi rivelatasi momentanea. Durante l'intera sequenza vennero registrate non meno di 400 scosse.
- 7 giugno 1910 (Magnitudo 5.8 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Calitri dove crolla il 30% degli edifici, con diverse vittime. Una sessantina i comuni interessati, la parte più occidentale della Basilicata e l'Irpinia orientale. Circa 50 i morti.
- 23 luglio 1930 (Magnitudo 6.7 scala Richter)  
Sisma notturno, importante per lo sviluppo areale. Epicentro nei pressi di Lacedonia, il paese più devastato con il crollo del 70% delle abitazioni, forte terremoto nel Vulture colpì Campania, Basilicata e Puglia. I comuni più colpiti, dove crollò il 70% degli edifici, furono Aquilonia e Lacedonia. Le vittime furono 1404.
- 21 agosto 1962 (Magnitudo 6.2 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Apice, Ariano Irpino e Melito i paesi più colpiti. Sisma popolarmente definito "signore" perché ha danneggiato gli edifici e provocò pochi 17 morti. Crollo di un ponte sulla ferrovia Avellino-Foggia, 10 mila i senza tetto.
- 23 novembre 1980 (Magnitudo 6.9 scala Richter)  
Il più terribile terremoto in Italia, dopo la Seconda Guerra Mondiale, con epicentro in Irpinia, furono devastate diverse zone tra la Campania e la Basilicata e Puglia, con danni ingentissimi, soprattutto nell'area del Vulture. Vennero distrutti numerosi paesi. A Napoli, nel quartiere di Poggioreale, crollò un palazzo di diversi piani, provocando 52 morti. Danni ingenti nelle province di Avellino, Salerno, Benevento, Matera e Potenza e Foggia. In totale vi furono circa 8000 feriti, 2914 morti, oltre 250 mila senza tetto.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

- 5 maggio 1990 (Magnitudo 5.8 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Colliano, colpita l'area a cavallo tra la Campania e la Basilicata. Avvertito anche nelle province di Benevento e Matera. Danni e lesioni a Potenza e Melfi, 2 i morti.
- 31 ottobre 2002 (Magnitudo 5.7 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Bonefro (CB). Danni principali a S. Giuliano di Puglia dove nel crollo di una scuola morirono 27 bambini ed una maestra. Lesione anche in provincia di Foggia. 30 le vittime totali, 5000 senzatetto.

Dopo questa lunga carrellata di date di terremoti, solo per citare i più nefasti, possiamo asserire con certezza che nessuna zona dell'Italia viene risparmiata. Tutto ciò al solo scopo per non dimenticare che viviamo in un territorio altamente sismico, e, dal punto di vista geologico, molto fragile. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è **la prevenzione**, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. E' ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.

## 10 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

L'ordinanza sismica n. 3274 del 20.03.2003 ha introdotto, tra l'altro, la necessità di considerare, per le costruzioni sui pendii o in loro prossimità, un coefficiente di amplificazione topografica  $St$ .

Tale coefficiente è direttamente proporzionale alla pendenza del versante,

$St = 1$  (assenza di amplificazione) per acclività minori di  $15^\circ$  (pendenze inferiori al 26.8%).

$St = 1,2$  per acclività comprese tra  $15^\circ$  e  $30^\circ$  (pendenze superiori al 26.8% ed inferiori al 57%)

$St = 1,4$  per acclività maggiori di  $30^\circ$ .

### 2.1. CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Sono state contraddistinte quattro categorie Topografiche così come segue:

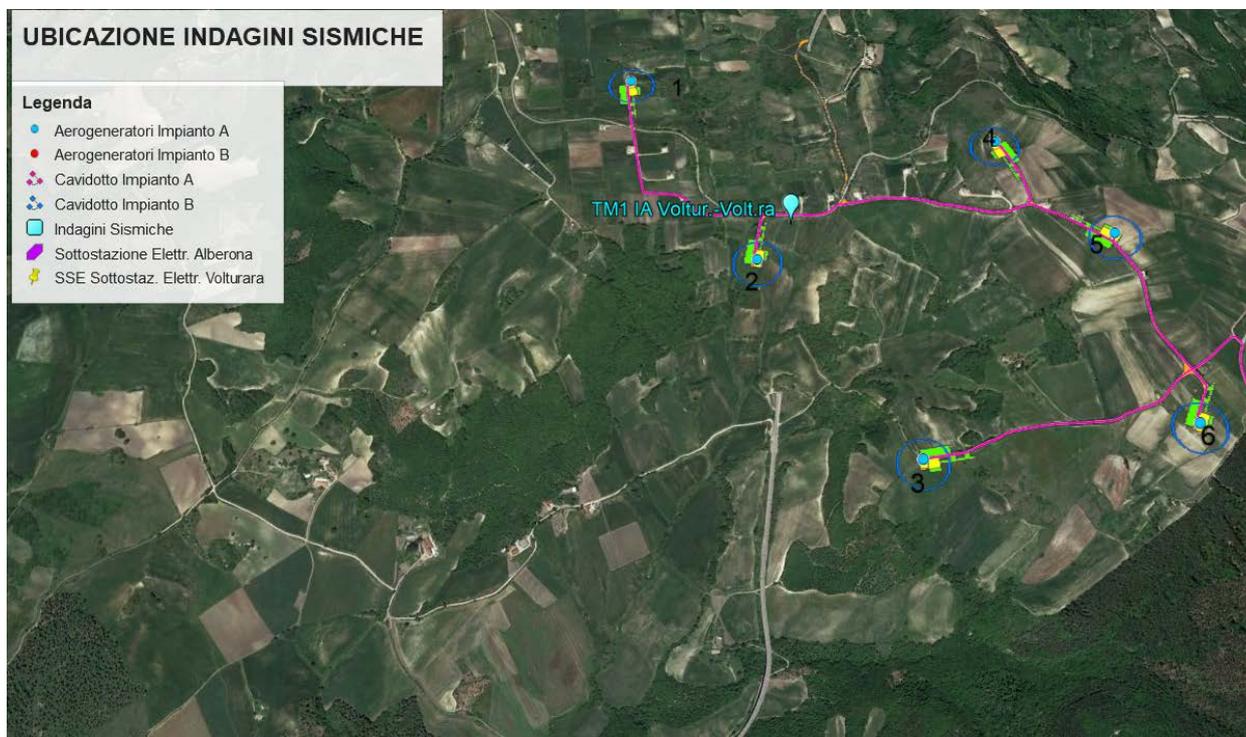
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel nostro caso specifico, essendo l'acclività  $< 15^\circ$ , il coefficiente di amplificazione sismica topografica  $St$  risulta pari a 1.0 e categoria topografica T1 per tutti gli Aerogeneratori e la Sottostazione di Trasformazione Elettrica (SSE) sita nel comune di Alberona.

## 11 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi con $Vs_{30} > 800$ m/s
B	Ghiaie e sabbie molto addensate o argille molto consistenti con $360 < Vs_{30} < 800$ m/s
C	Ghiaie e sabbie mediamente addensate o argille mediamente consistenti con $180 < Vs_{30} < 3600$ m/s
D	Terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con $Vs_{30} < 180$ m/s
E	Terreni con sottosuoli di tipo <b>C</b> o <b>D</b> per spessori non superiori a 20 metri, posti su substrato con $Vs > 800$ m/s
S1	Terreni caratterizzati da valori di $Vs_{30} < 100$ m/s
S2	Terreni suscettibili di liquefazione o di argille sensitive

Per caratterizzare la **Categoria dei suoli di Fondazione** è stata eseguita N. 1 MASW.



Ubicazione MASW

MASW TM1 IA

## PRSE 772 – MASW – M1 IA

PRSE 772 - TM1 IA

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	3.8	148.94	1455.33	17.73	0.49	9.77	40	120
2	3.8	6.3	350.60	1679.17	18.45	0.48	4.79	231	683
3	10.0	8.8	766.30	2140.59	19.83	0.43	2.79	1187	3388
4	18.8	11.2	1027.19	2430.18	20.64	0.39	2.37	2221	6180
5	30.0 -		1028.66	2431.81	20.65	0.39	2.36	2228	6198
6									

**H =** 18.8 m  
**Vs,eq :** 345.4 (m/s)  
**Categoria suolo :** 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

In sintesi

### IMPIANTO A

- L'area su cui insistono gli Aerogeneratori 1 – 2 e 3 è classificata come **Categoria "C"** Depositi di ghiaia e sabbia mediamente addensate o di argille di media consistenza con **Vs30** uguale a **345.1 m/s**
- L'area su cui insistono gli Aerogeneratori 4- 5 e 6 è classificata come **Categoria "B"** Depositi di ghiaia e sabbia addensate o di argille consistenti con **Vs30** uguale a **452.3 m/s**
- La Sottostazione di Trasformazione Elettrica (**SSE**) sita nel comune di Alberona è classificata come **Categoria "B"** Depositi di ghiaia e sabbia addensate o di argille consistenti con **Vs30** uguale a **450 m/s**
- La Sottostazione di Trasformazione Elettrica (SSE) sita nel comune di Volturara è classificata come **Categoria "C"** Depositi di ghiaia e sabbia mediamente addensate o di argille di media consistenza con **Vs30** uguale a **358.1 m/s**

Si illustrano di seguito i modelli geologico-geotecnici.

Si precisa che i parametri geotecnici utilizzati fanno riferimento alle indagini geognostiche in sito e di laboratorio eseguite nell'anno 2003, con l'integrazione della tomografia sismica e Masw eseguite nell'anno 2023.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## Modello geologico-geotecnico Aerogeneratori 1-2 e 3 IMPIANTO A

<b>AEROGENERATORI 1 - 2 e 3 IMPIANTO A</b>	
<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 8-% verso EST-NORDEST e verso SUD non vi sono segni manifesti di movimenti franosi superficiali Unità tettoniche dalle più antiche alle più recenti Unità tettonica Flysch Rosso (FYR) L'area di intervento insiste essenzialmente sull'unità tettonica del FLYSCH ROSSO alternanze di argille, argille siltose e argilliti con contatto con contatto eteropico delle argille variegata (AV) e sulle Argille marnose di Toppo Capuano (TPC)
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b> definito nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006	<b>ZONA 2</b> (Sismicità $0.15 < PGA \leq 0.25$ g) <b>PERICOLOSITA' DEL SITO</b> $0.150 < PGA \leq 0.175$ g
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>CATEGORIA "C"</b> Depositi di sabbie e ghiaia mediamente addensate o di argille mediamente consistenti <b>Vs30 = 345,4 m/s</b> ;
<b>CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE</b>	
<b>LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL I LIVELLO</b> , al di sotto della copertura vegetale	
<b>LITOLOGIA da 0,00 a 4,50 metri</b> Limo sabbioso argilloso grigio-giallastro, plastico, con venature rossastre, a struttura caotica.	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b> Peso dell'unità di volume $Y = 17.800$ KN/m <sup>3</sup> Peso dell'unità di volume Saturo $Y_{sat} = 18.350$ KN/m <sup>3</sup> Angolo di attrito (da prove di taglio diretto) $\phi' = 18.00$ Coesione drenata (da prove di taglio diretto) $c' = 8.00$ Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo) $\phi' = 16.67$ ° Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo) $c' = 0.29$ KPa Coesione non drenata $C_u = 50.00$ KPa Modulo Edometrico $E_{ed} = 5.00$ MPa Velocità onde S $V = 148.94$ m/s Modulo di Taglio $G = 40$ MPa Coefficiente di Poisson $\nu = 0.49$ - Coefficiente di Winkler $K = 21'574$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente tangenziale $K_r = 17'259$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente di rigidezza verticale dinamico $K_d = 19'907$ KN/m <sup>3</sup>
<b>2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO</b>	
<b>LITOLOGIA da 4,50 a 13,00 metri</b> Argilla marnosa scistosa di colore avana con venature bluastre, alternate a livelletti di marna dello stesso colore falda rivenuta a - 5.0 metri dal p.c.	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b> Peso dell'unità di volume $Y = 18.60$ KN/m <sup>3</sup> Peso dell'unità di volume Saturo $Y_{sat} = 19.15$ KN/m <sup>3</sup> Angolo di attrito $\phi' = 24.00$ ° Coesione drenata $c' = 15.00$ KPa Coesione non drenata $C_u = 75.00$ KPa Modulo Edometrico $E_{ed} = 18.50$ MPa Velocità onde S $V = 766$ m/s Modulo di Taglio $G = 1'187$ MPa Coefficiente di Poisson $\nu = 0.43$ - Coefficiente di Winkler $K = 42334$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente tangenziale $K_r = 31113$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente di rigidezza verticale dinamico $K_d = 35823$ KN/m <sup>3</sup>
<b>3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO</b>	
<b>LITOLOGIA da 13,0 a 30,00 metri</b> Argilla marnosa grigio bluastro con livelletti di marna dello stesso colore	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b> Peso dell'unità di volume $Y_{med} = 21.000$ KN/m <sup>3</sup> Peso dell'unità di volume Saturo $Y_{sat} = 21.580$ KN/m <sup>3</sup> Angolo di attrito $\phi'_{med} = 27.00$ ° Coesione drenata $c'_{med} = 25.00$ KPa Coesione non drenata $C_u = 524.00$ KPa Modulo Edometrico $E_{ed} = 18.10$ MPa Velocità onde S $V = 1'027$ m/s Modulo di Taglio $G = 2'221$ MPa Coefficiente di Poisson $\nu = 0.39$ - Coefficiente di Winkler $K = 80007$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente tangenziale $K_r = 55590$ KN/m <sup>3</sup> Coefficiente di rigidezza verticale dinamico $K_d = 64006$ KN/m <sup>3</sup>
<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	Fondazioni su pali di lunghezza pari a 25 metri e diametro 1200 mm per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## Modello geologico-geotecnico **Aerogeneratori 4-5 e 6 IMPIANTO A**

### **AEROGENERATORI 4 - 5 e 6 IMPIANTO A**

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 10-18% verso Sudovest non vi sono segni manifesti di movimenti franosi superficiali Unità tettoniche dalle più antiche alle più recenti L'area di intervento insiste essenzialmente sull'unità tettonica del FLYSCH di Faeto, alternanze di calcareniti e calciluti biancastre con argilliti dello stesso colore, argille marnose verdastre e passa per alternanza alle Marne Argilloso di Topo Capuano (TPC).
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b> definito nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006	<b>ZONA 2</b> (Sismicità $0.15 < PGA \leq 0.25$ g) <b>PERICOLOSITA' DEL SITO</b> $0.150 < PGA \leq 0.175$ g
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>CATEGORIA "B"</b> Depositi di sabbie e ghiaia addensate o di argille consistenti <b>Vs30 = 452,3 m/s ;</b>

### **CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE**

<b>LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL I LIVELLO, al di sotto della copertura vegetale</b>			
<b>LITOLOGIA da 1,20 a 5,20 metri</b> Argilla marnosa giallo-biancastra alternata a livelli calcarenitici molto fratturati, mediamente consistente	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y = 17.500 KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 17.950 KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito (da prove di taglio diretto)	φ' = 19.00
		Coesione drenata (da prove di taglio diretto)	c' = 5.00
		Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo)	φ' = 16.00 °
		Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo)	c' = 0.00 KPa
		Coesione non drenata	C <sub>u</sub> = 60.00 KPa
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub> = 4.00 MPa
		Velocità onde S	V = 150.00 m/s
		Modulo di Taglio	G = 45 MPa
		Coefficiente di Poisson	ν = 0.49 -
		Coefficiente di Winkler	K = 21'574 KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub> = 17'259 KN/m <sup>3</sup>
Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K <sub>d</sub> = 19'907 KN/m <sup>3</sup>		
<b>2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO</b>			
<b>LITOLOGIA da 5,200 a 14,50 metri</b> Argilla marnosa scistosa di colore avana chiaro con livelletti calcarenitici biancastri, consistenti falda rivenuta a - 5.20 metri dal p.c.	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y = 18.50 KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 19.10 KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	φ' = 25.00 °
		Coesione drenata	c' = 15.00 KPa
		Coesione non drenata	C <sub>u</sub> = 100.00 KPa
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub> = 15.00 MPa
		Velocità onde S	V = 766 m/s
		Modulo di Taglio	G = 1'187 MPa
		Coefficiente di Poisson	ν = 0.43 -
		Coefficiente di Winkler	K = 42334 KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub> = 31113 KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K <sub>d</sub> = 35823 KN/m <sup>3</sup>
		<b>3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO</b>	
<b>LITOLOGIA da 14,50 a 30,00 metri</b> Argilla marnosa grigio bluastra con rari livelletti arenacei di colore avana, consistente	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y <sub>med</sub> = 20.500 KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 21.100 KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	φ' <sub>med</sub> = 26.00 °
		Coesione drenata	c' <sub>med</sub> = 30.00 KPa
		Coesione non drenata	C <sub>u</sub> = 300.00 KPa
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub> = 15.00 MPa
		Velocità onde S	V = 1'027 m/s
		Modulo di Taglio	G = 2'221 MPa
		Coefficiente di Poisson	ν = 0.39 -
		Coefficiente di Winkler	K = 80007 KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub> = 55590 KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K <sub>d</sub> = 64006 KN/m <sup>3</sup>
		<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	<b>Fondazioni su pali di lunghezza pari a 25 metri e diametro 1200 mm</b> per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista

Modello geologico-geotecnico **SSE (ALBERONA)**

## AREA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA SITA NEL COMUNE DI ALBERONA **IMPIANTO A**

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 10-18% verso Sudovest non vi sono segni manifesti di movimenti franosi superficiali  Unità tettoniche dalle più antiche alle più recenti  L'area di intervento insiste essenzialmente sull'unità tettonica del FLYSCH di Faeto, alternanze di calcareniti e calciluti biancastre con argilliti dello stesso colore, argille marnose verdastre e passa per alternanza alle Marne Argilloso di Toppo Capuano (TPC).
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b> definito nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006	<b>ZONA 2</b> (Sismicità $0.15 < PGA <= 0.25$ g)  <b>PERICOLOSITA' DEL SITO</b> $0.150 < PGA <= 0.175$ g
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>CATEGORIA "B"</b> Depositi di sabbie e ghiaia addensate o di argille consistenti  <b>Vs30 = 452,3 m/s ;</b>

<b>Committente</b>	<b>SOTTOSTAZIONE MT/AT</b> AGRO DEL COMUNE DI ALBERONA (FG)										
<b>POSTAZIONE</b>	<b>SOTTOSTAZIONE MT/AT</b>										
<b>MORFOLOGIA:</b>	Area con pendenza media del 15-20% verso Sud Ovest										
<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area stabile, non vi sono segni manifesti di movimenti franosi in atto o potenziali										
<b>LITOLOGIA:</b>	Flysch di Faeto (Membro calcareo marnoso) Fitta alternanza di livelli calcarei biancastri fratturati con livelli di argilla marnosa avana .										
<b>FALDA IDRICA</b>	Non rinvenuta										
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Formazione calcareo-marnosa appartenente al membro calcareo marnoso della Formazione della Daunia (Flysch di Faeto)										
<b>CARATTERI GEOTECNICI:</b> relativi al substrato fondazionale	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Peso dell'unità di volume</td> <td style="text-align: right;">Y = 1.916 g/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito</td> <td style="text-align: right;">φ = 21°</td> </tr> <tr> <td>Coesione drenata</td> <td style="text-align: right;">c = 0.22 Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata</td> <td style="text-align: right;">Cu = 0.80/Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico (1-2 Kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td style="text-align: right;">E<sub>d</sub> = 180. Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	Peso dell'unità di volume	Y = 1.916 g/cm <sup>3</sup>	Angolo di attrito	φ = 21°	Coesione drenata	c = 0.22 Kg/cm <sup>2</sup>	Coesione non drenata	Cu = 0.80/Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo Edometrico (1-2 Kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>d</sub> = 180. Kg/cm <sup>2</sup>
Peso dell'unità di volume	Y = 1.916 g/cm <sup>3</sup>										
Angolo di attrito	φ = 21°										
Coesione drenata	c = 0.22 Kg/cm <sup>2</sup>										
Coesione non drenata	Cu = 0.80/Kg/cm <sup>2</sup>										
Modulo Edometrico (1-2 Kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>d</sub> = 180. Kg/cm <sup>2</sup>										
<b>TIPO DI FONDAZIONE</b>	Platea D=1.20 metri A = 10 metri – B= 5 metri										
<b>PIANO DI POSA (lato valle):</b>	Profondità -1,20 metri dal piano campagna										

## SCHEMA GEOTECNICO SUBSTRATO

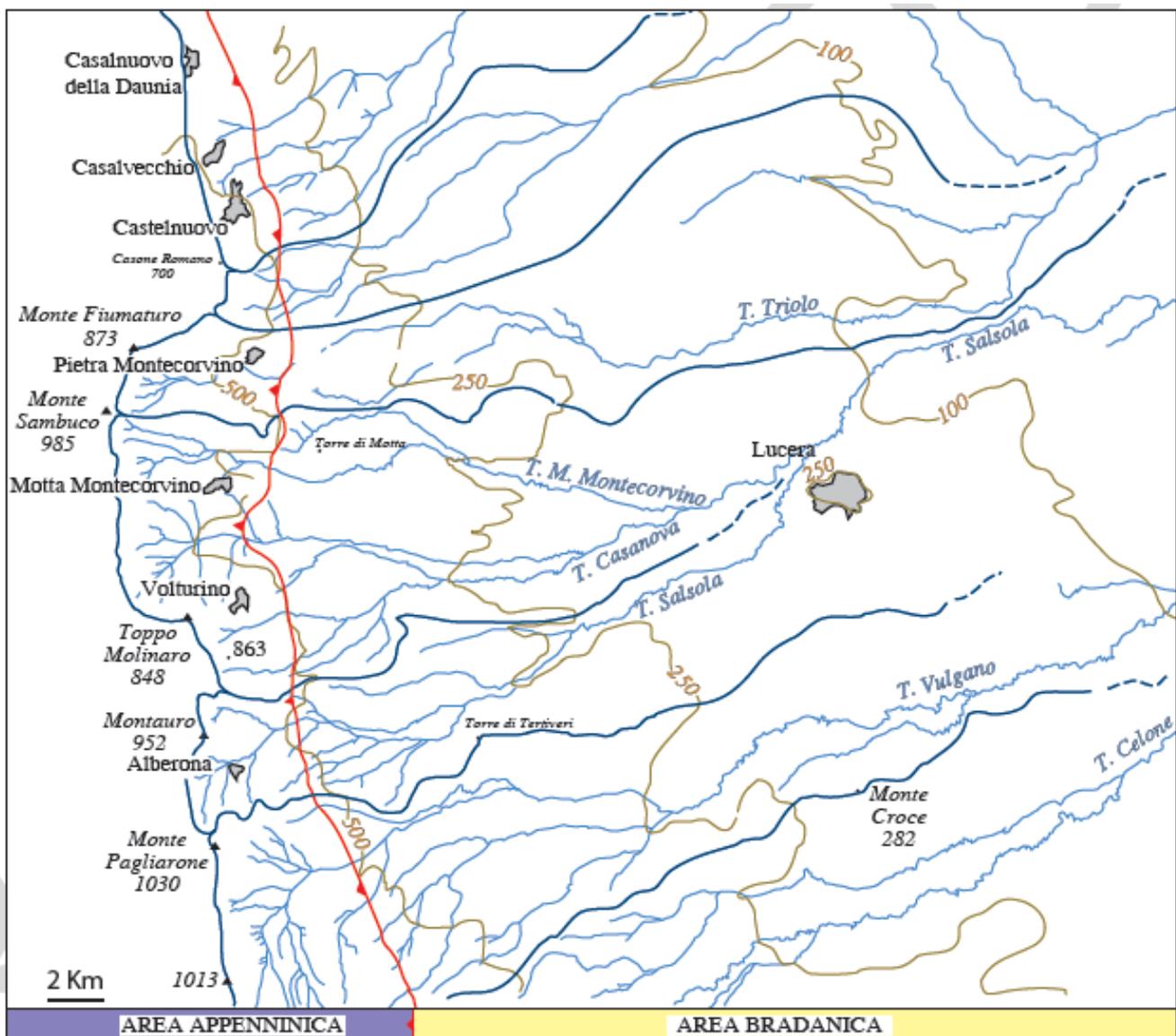
<p><b>CARATTERI GEOTECNICI:</b> relativi al 1° livello Da metri 0.90 a metri 6.60</p>	<p>Peso dell'unità di volume      <math>Y = 1.916 \text{ g/cm}^3</math>            Angolo di attrito                <math>\varphi = 21^\circ</math>            Coesione drenata                <math>c = 0.22 \text{ Kg/cm}^2</math>            Coesione non drenata        <math>Cu = 0.80/\text{Kg/cm}^2</math>            Modulo Edometrico (1-2 <math>\text{Kg/cm}^2</math>) <math>E_d = 180 \text{ Kg/cm}^2</math></p>
<p><b>CARATTERI GEOTECNICI:</b> relativi al 2° livello Da metri 6.60 a metri 13.00</p>	<p>Peso dell'unità di volume      <math>Y = 1.946 \text{ g/cm}^3</math>            Angolo di attrito                <math>\varphi = 25^\circ</math>            Coesione drenata                <math>c = 0.27 \text{ Kg/cm}^2</math>            Coesione non drenata        <math>Cu = 1.17 \text{ Kg/cm}^2</math>            Modulo Edometrico (2-4 <math>\text{Kg/cm}^2</math>) <math>E_d = 120 \text{ Kg/cm}^2</math></p>
<p><b>CARATTERI GEOTECNICI:</b> relativi al 3° livello Da metri 13.00 a metri 20.00</p>	<p>Peso dell'unità di volume      <math>Y = 2.01 \text{ g/cm}^3</math>            Angolo di attrito                <math>\varphi = 27^\circ</math>            Coesione drenata                <math>c = 0.35 \text{ Kg/cm}^2</math>            Coesione non drenata        <math>Cu = 1.98/\text{Kg/cm}^2</math>            Modulo Edometrico (1-2 <math>\text{Kg/cm}^2</math>) <math>E_{ed} = 140 \text{ Kg/cm}^2</math></p>

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE

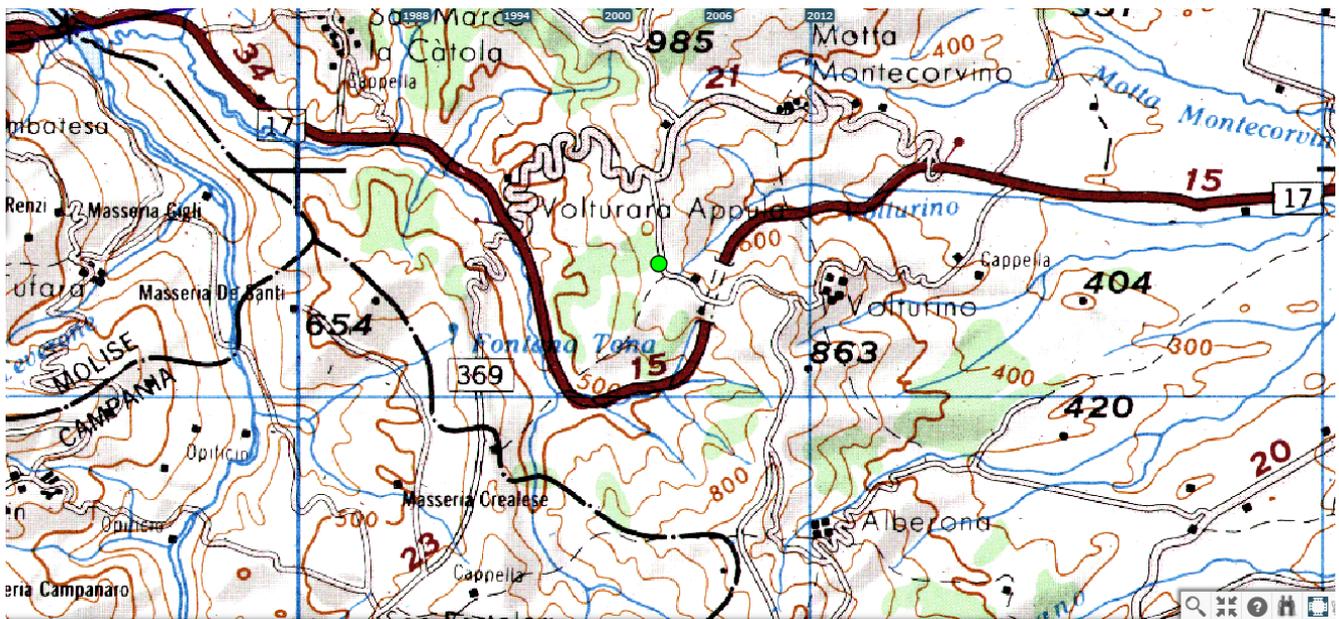
### MORFOLOGIA

I territori comunali di Volturara, Volturino e Alberona si sviluppano sul versante nordorientale del Sub Appennino Dauno Settentrionale, in una successione di dossi collinari che, con pendenze medie dell'ordine del 10-20%. L'area appenninica da un punto di vista orografico è rappresentata da una serie di dorsali che si allungano parallelamente fra loro in direzione NNO-SSE, l'area appenninica è delimitata verso Est da una netta scarpata di origine tettonica-erosiva, che si innalza di oltre 250 metri rispetto alle colline del settore pedeappenninico del Tavoliere. L'idrografia locale è caratterizzata dalla presenza di torrenti e solchi vallivi più o meno accentuati, di cui il più importante è senza dubbio il torrente Casanova. Questi corsi d'acqua a carattere torrentizio sono legati alle precipitazioni stagionali e, alla pendenza degli alvei, operano fenomeni di erosione e scalzamento dei versanti.

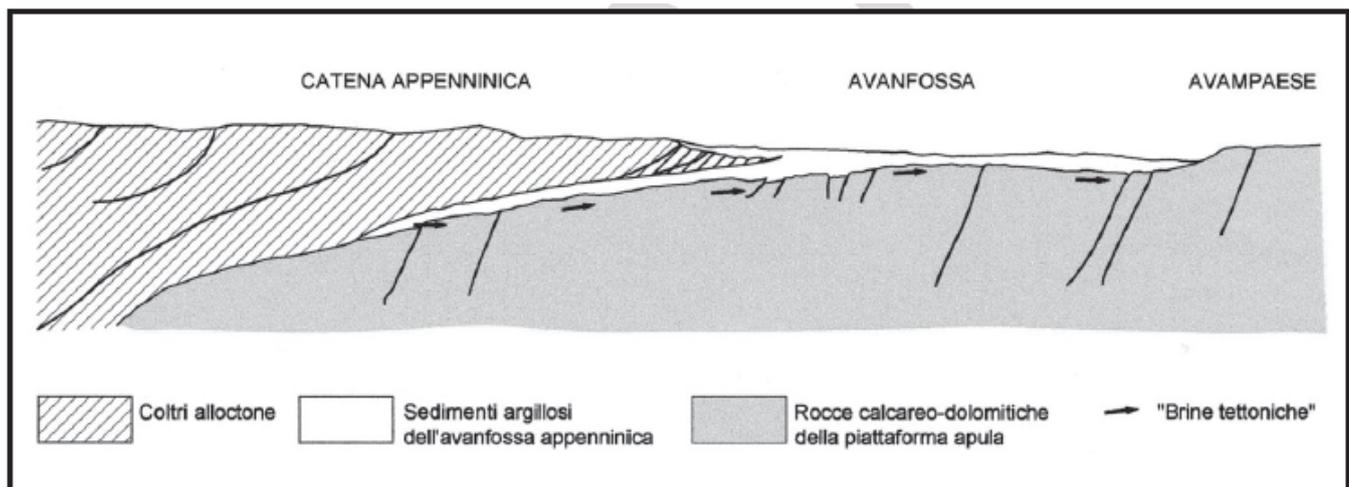


Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



Idrografia superficiale versante orientale su IGM in scala 1:250.000

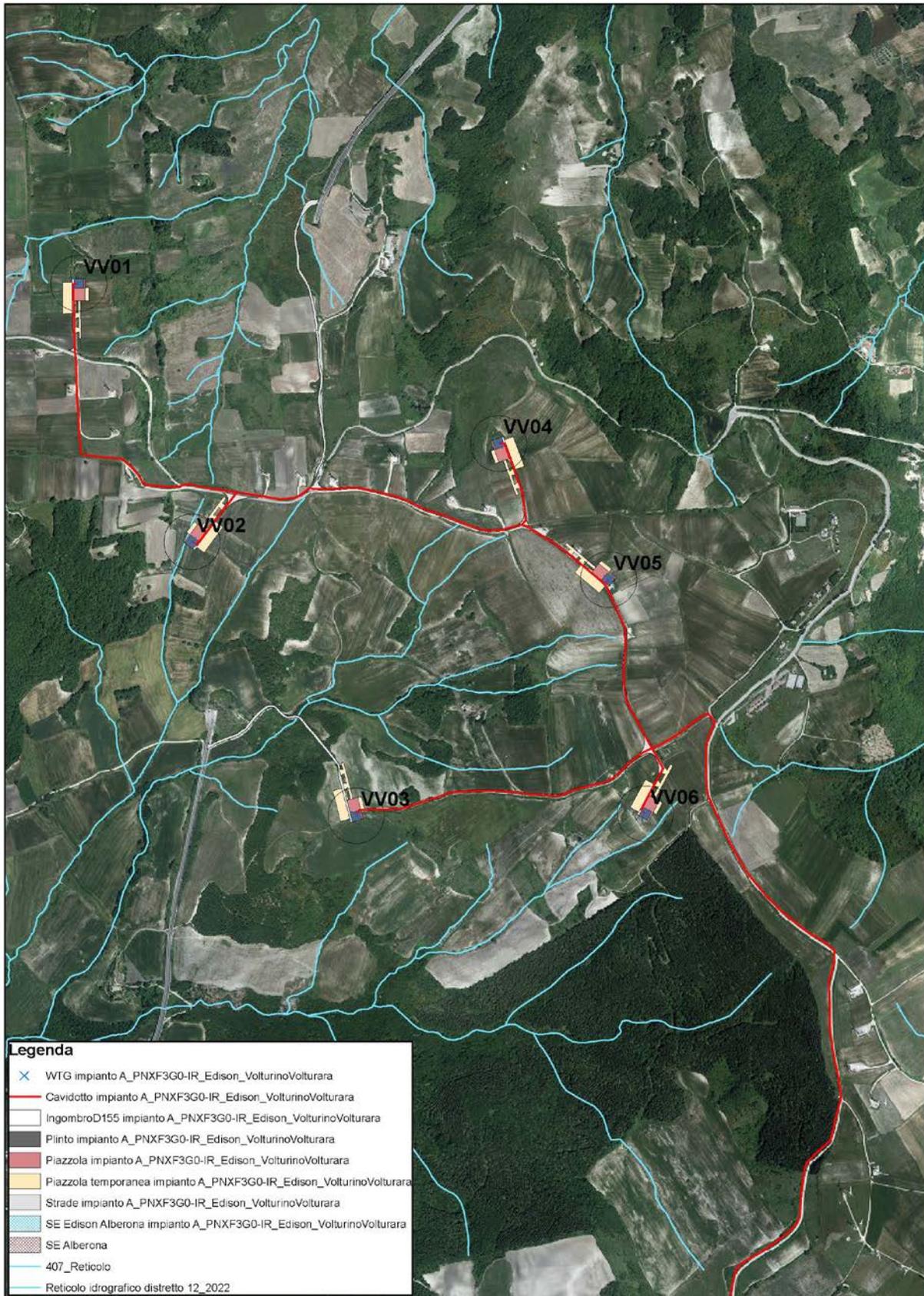


Sezione geologica del settore di catena marginale dell'area sannita e dauna dell'Appennino meridionale (da Pescatore et al., 2000, modificata). Legenda: a) Unità del Matese orientale; b) Unità lagonegrese inferiore; c, d, h) Unità Lagonegresi superiori (Unità del Sannio sensu Pescatore et al., 1994, 1996; Unità del Fortore; Unità Dauna); e) Unità Apula strutturata; f) Unità Apulo-garganica; g) Unità silico-clastiche mioceniche; i) Unità bradanica.

I territori comunali di Volturara Appula, Volturino e Alberona ricadono nella parte centroccidentale del Foglio San Bartolomeo nella fascia subappenninica che risulta costituita per oltre il 70% della sua estensione da terreni essenzialmente argillosi, praticamente impermeabili, le condizioni geologiche non sono favorevoli alla costituzione di risorse idriche sotterranee di una certa entità. Nell'area del parco eolico, dai sondaggi geognostici effettuati, (campagna geognostica del 2003), la **falda** è risultata variabile, compresa tra 4.00 m e 11.20 m di profondità rispetto al piano campagna. Il **reticolo idrografico superficiale** dell'area in studio è caratterizzato da numerosi corsi d'acqua a regime torrentizio. L'idrografia superficiale sul versante occidentale è caratterizzata dal torrente La Catola tributario del Fiume Fortore, mentre, sul versante orientale è caratterizzata dalla presenza di tre torrenti di una certa importanza e sono, il Torrente Triolo, il Torrente Salsola, la Fiumara di Motta Montecorvino tributaria del Torrente Casanova e quest'ultimo, a sua volta, tributario del Torrente Salsola più o meno a nordovest del centro abitato di Lucera. I dati pluviometrici tra gli anni 1977 e 2001 mostrano la frequenza di anni caratterizzati da un clima "sub-umido" e il frequente ripetersi di anni con clima di tipo "arido"

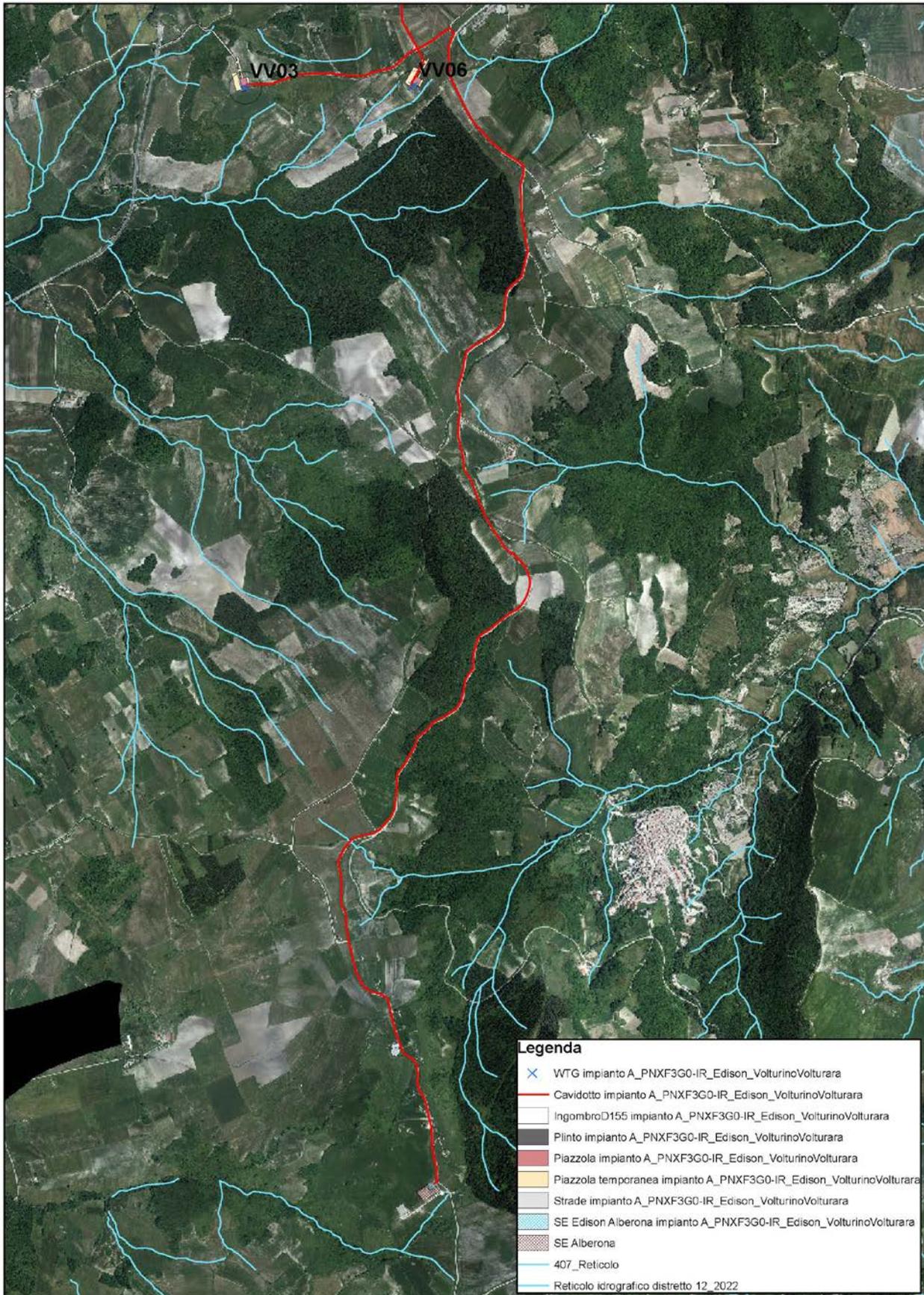
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO



Opere in progetto Area Aerogeneratori e parte del cavidotto IMPIANTO A ed eventuali interferenze con il reticolo idrografico

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

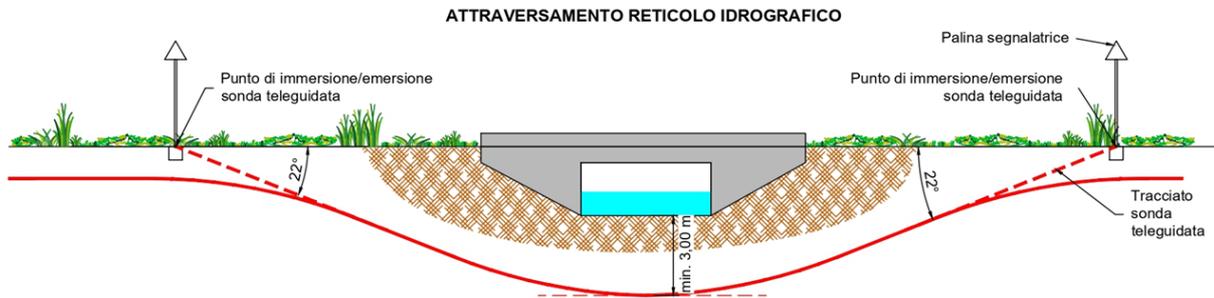


Opere in progetto cavidotto e Sottostazione Elettrica IMPIANTO A ed eventuali interferenze con il reticolo idrografico

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

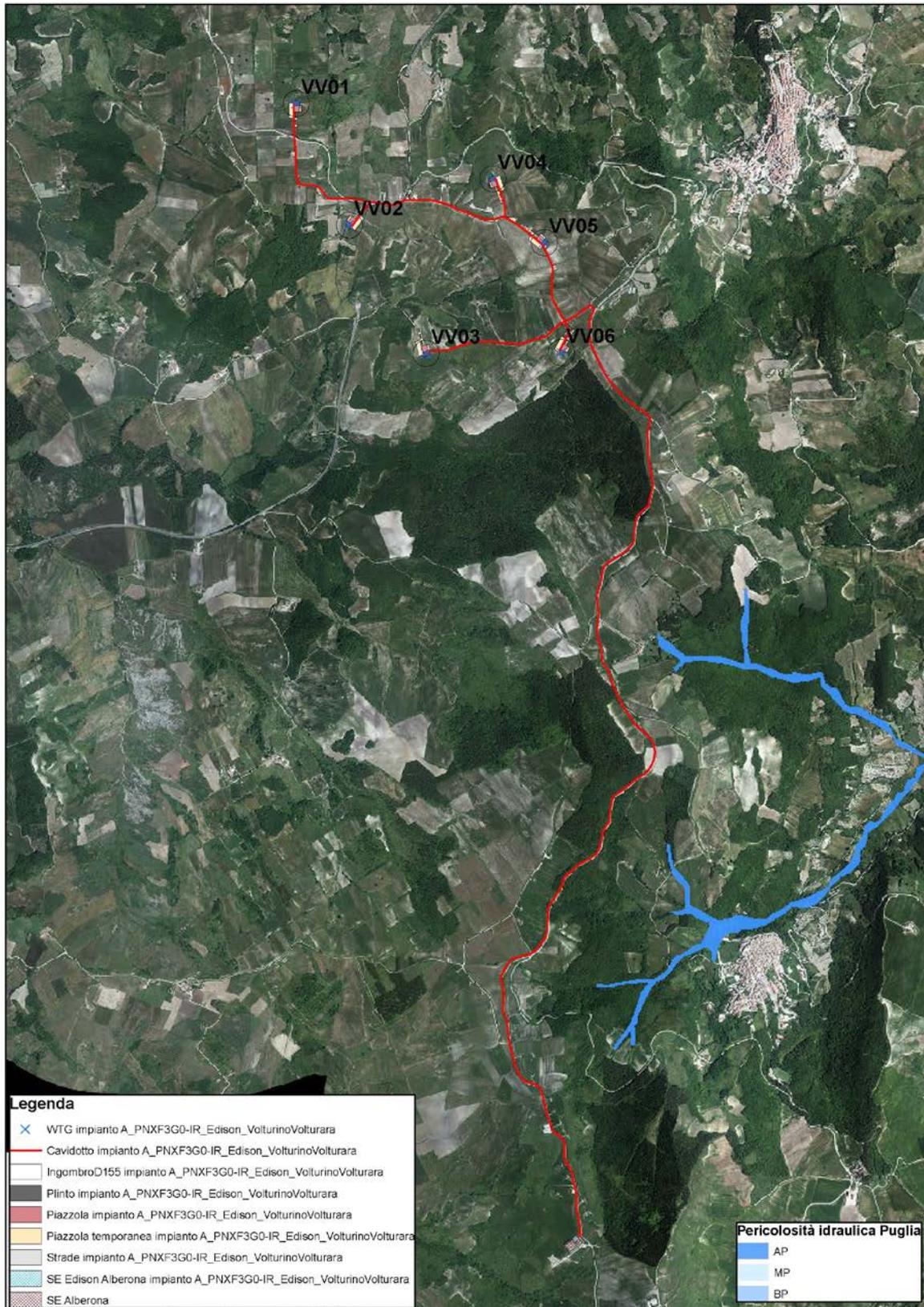
## 2.2. MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Per quanto riguarda le interferenze dei cavidotti di progetto con il reticolo idrografico, queste saranno risolte mediante la posa in opera dei cavidotti utilizzando la tecnologia no-dig (senza scavo) ovvero mediante TOC – Trivellazione orizzontale controllata.



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

### 2.3. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ IDRAULICA



Inquadramento impianto A con classificazione PAI (pericolosità Idraulica)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

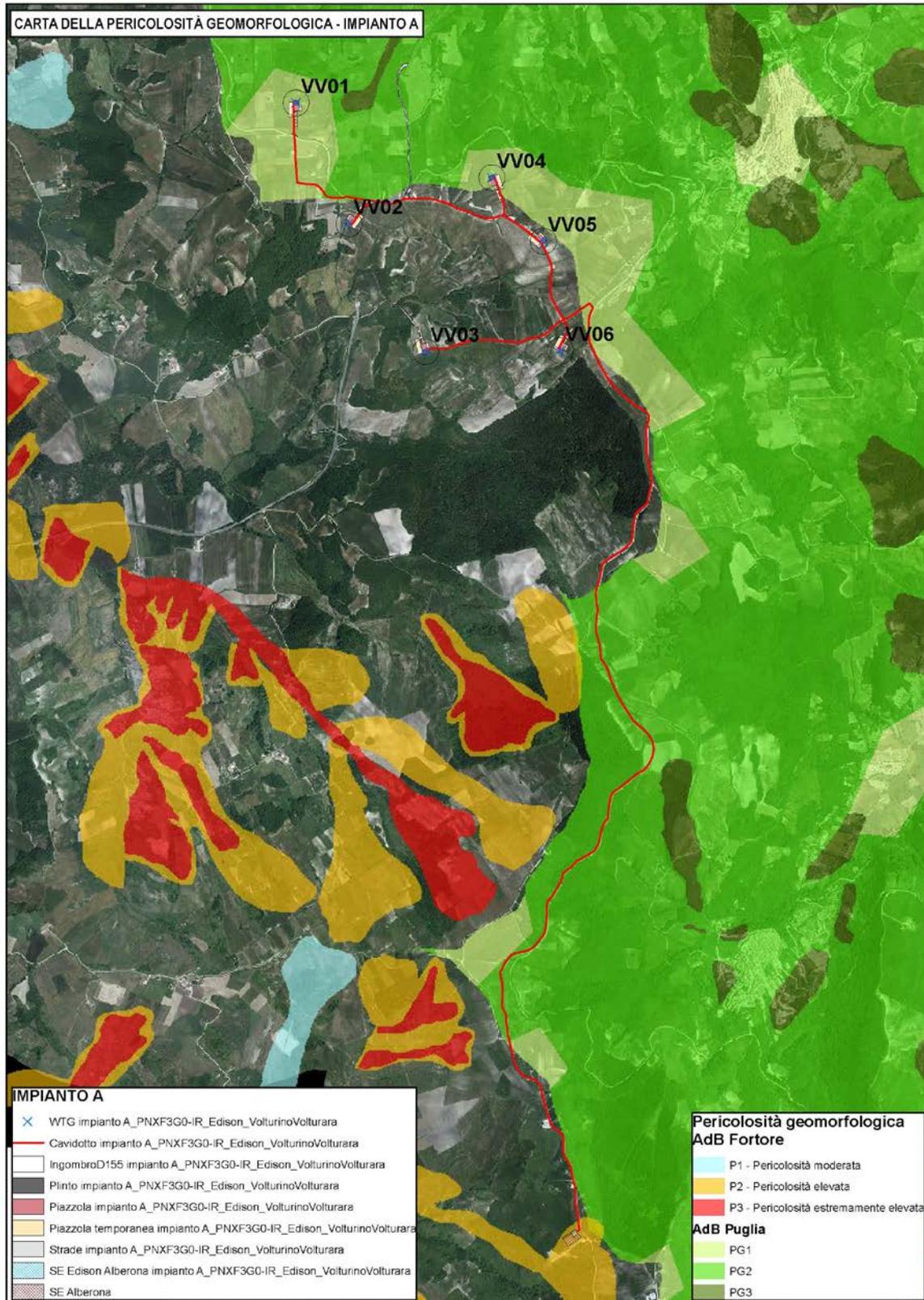
Come si evince dall'allegato stralcio planimetrico le fondazioni di tutti gli Aerogeneratori dell'**IMPIANTO A**, come pure l'area della **Sottostazione Elettrica** sono tutte fuori dalle aree a pericolosità idraulica.

La realizzazione dei 6 Aerogeneratori dell'**IMPIANTO A** ivi comprese le strade di accesso, piazzole e cavidotto ed area Sottostazione Elettrica, con i dovuti accorgimenti tecnici, che consentiranno di mantenere intatto il sistema drenante della zona e renderanno le opere in progetto perfettamente compatibili con il sistema idrogeologico della zona.

Si attesta la **PIENA COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA** delle opere in progetto con il reticolo idrografico e con il sistema idrogeologico locale e con l'intero bacino idrogeologico.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## 2.4. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA



Inquadramento PAI Impianto A (Pericolosità Geomorfológica)

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## **IMPIANTO A**

Come si evince dall'allegato stralcio planimetrico le fondazioni degli **Aerogeneratori 2 - 3 - 5 e 6**, insistono su aree non vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica (AdB Fortore)

L'area della **Sottostazione Elettrica** insiste su area vincolata dal punto di vista della pericolosità geomorfologica come **P2**, area a pericolosità elevata (AdB Fortore)

**Gli Aerogeneratori 1 e 4** insistono su aree vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica come **PG1**, area a pericolosità moderata (AdB Puglia).

Parte del cavidotto insiste su aree vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica come **PG1** (area a pericolosità moderata) e **PG2** (area a pericolosità elevata) (AdB Puglia),

L'area della **Sottostazione Elettrica** insiste su area non vincolate come **P2** (AdB Fortore) dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, ma nello specifico, si attesta la piena compatibilità geomorfologica.

Tutti gli aerogeneratori ivi compresa l'area della sottostazione di trasformazione elettrica (SSE) insistono su aree soggette a **vincolo idrogeologico**.

## 12 CONCLUSIONI

Nel seguito vengono illustrate nel dettaglio le opere progettuali

### FONDAZIONI AEROGENERATORI

Fondazioni del tipo Plinto su pali della lunghezza di metri 25 e diametro 1200 mm come dai modelli geologico-geotecnici allegati.

### CAVIDOTTO

Il tracciato in progetto impegna terreni che presentano problematiche diverse dal punto di vista geologico. Esso si sviluppa in terreni dove è possibile la presenza di una falda superficiale anche al disopra dei 2 metri dal piano campagna. Durante le operazioni di scavo per la posa in opera dei cavi elettrici, gli addetti ai lavori dovranno procedere sempre con cautela in quanto trattasi di terreni incoerenti che potrebbero dar luogo a smottamenti e rifluimenti e mettere in pericolo l'incolumità degli stessi.

La posa in opera dei cavi sarà effettuata sul fondo dello scavo, ad una profondità di -1.50 metri p.c., spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare cavi e rivestimenti.

Per il letto di posa del primo rinterro si dovrà utilizzare materiale diverso da quello proveniente dallo scavo. Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temono assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

Il rinterro parziale verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi previa accurata selezione o diversamente da cave di prestito con opportuna pezzatura al fine di non danneggiare sia i cavi che gli eventuali rivestimenti.

Il materiale di riempimento dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.

Il rinterro definitivo avverrà impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

A rinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si dovessero manifestare assestamenti.

La **conducibilità elettrica** di questi terreni nei loro primi metri di spessore è dell'ordine di circa 150-220  $\Omega m \dot{A}$

La **SOTTOSTAZIONE ELETTRICA MT/AT** è già esistente.

La Sottostazione Elettrica dell'**IMPIANTO A**, sita nel comune di **Alberona**, per eventuali allargamenti delle Fondazioni, le stesse saranno del tipo platea armata, ubicate ad una profondità di m 1,50 p.c.

Da quanto innanzi esposto si possono trarre le seguenti considerazioni e le verifiche ai singoli aspetti esaminati.

### LITOLOGIA

Sotto il profilo litologico, la zona non appare interessata da anomalie che possano interrompere il quadro statico globale.

Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Per quanto riguarda le prescrizioni relativi ai terreni di fondazione si fa esplicito riferimento alle "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno" e dalle disposizioni vigenti, in particolare dal D.M. 11.3.1988 ed eventuali sue successive modifiche e integrazioni. **e D.M. 17/01/2018.**

### **MORFOLOGIA e RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Non si rilevano fenomeni suscettibili di modificare in tempi brevi la situazione attuale, l'area in studio, ricade in zona stabile; non esistono movimenti franosi in atto e/o potenziali, né pericoli di alluvioni e/o impaludamenti

In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta **globalmente stabile**;

Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.

- che le opere di che trattasi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo
- Le opere previste in progetto non interferiscono in modo sostanziale con il regime delle acque superficiali, di infiltrazione o di falda, e quindi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo;
- Tutti i lavori di cui sopra, dovranno svolgersi nel rispetto delle indicazioni della presente relazione, ed in tale ottica si esprime parere favorevole alla fattibilità degli interventi progettati, attestando la coerenza e compatibilità geologica, idrogeomorfologica, geotecnica e sismica.

Nella fase di **Studio Geologico esecutivo** si eseguiranno dettagliate indagini geognostiche con la esecuzione di indagini sismiche (tomografie e Masw) una per ogni aerogeneratore e di n. 6 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo spinti fino a 35 metri, con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio per tutti gli aerogeneratori, mentre per la SSE sarà sufficiente n. 1 sondaggio meccanico a rotazione spinto fino alla profondità di metri 20 con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio, una tomografia simica ed una MASW.

Si può pertanto concludere che non esistono **preclusioni di ordine geologico-tecnico-idrogeologico e sismico** alla realizzazione del Parco Eolico costituito da n. 6 aerogeneratori ed opere connesse.

Tanto dovevasi per l'espletamento dell'incarico ricevuto

Lucera agosto 2023

Il geologo  
dott. Matteo Di Carlo


### 13 ELENCO ALLEGATI

- MODELLAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
- INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E DI LABORATORIO
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ IDRAULICA
- INQUARAMENTO PAI – RETICOLO IDROGRAFICO

### BIBLIOGRAFIA

Note Illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1: 50.000, F.407 SAN BARTOLOMEO IN GALDO

Archivio delle pubblicazioni del GNDCI – Guericchio 1996 Geologia Applicata e Idrogeologia

BASSO C., CIAMPO G., CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F., & TORRE M. (2002) "Geologia del settore irpino-dauno dell'Appennino meridionale: implicazioni sui domini paleogeografici delle unità bacinali meso-cenozoiche e nuovi vincoli stratigrafici nell'evoluzione tettonica mio-pliocenica del settore esterno della catena. St Geol. Camerti, s.,1 (2) : 7-26, Camerino

Boccaletti M. & Danieli P. Schema tettonico area Mediterranea (1982)

MOSTARDINI F. & MERLINI S. ((1986) – Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposte di modello strutturale. Mem Soc. Geol.It. 35: 177-202

CIARCIA S. DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2003) "Evoluzione tettono-sedimentaria e paleo geografica depocentri 'wedge-top' nell'ambito di 'foreland-basin system' pliocenico dell'Appennino meridionale (settoro irpino-dauno). Boll.Soc. Geol. It. 122-117-138

MELIDORO G. (1971) "Movimenti franosi e zonizzazione del bacino del F. Fortore". Geol. Applicata e Idrogeol.2 75-9

DI NOCERA S., MATANO F., PESCATORE T.S., PINTO F. QUARANTIELLO R., SENATORE M. R. & TORRE M. (2006): "Schema geologico del transetto Monti Picentini orientali-Monti della Daunia meridionale: unità stratigrafiche ed evoluzione tettonica del settore esterno dell'Appennino meridionale. Boll. Soc. Geol. It.125:1-20

PESCATORE T., PINTO F., RENDA P. SENATORE M.R. TRAMUTOLI M. & VALENTE A. (1996a) "Avanfosses mioceniche dell' Appennino meridionale (Italia)" Rend.Acc. Sc Fis Mat., 63:85-121

PATACCA E. & SCANDONE P. (1998) Struttura tettonica ed evoluzione cinematica dell'Appennino meridionale – Strutt Tett-Palermo SGI.doc Dipartimento di Scienze della Terra. Via S. Maria, 53 - Pisa.

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 28/04/2003

Sondaggio n.

T1

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato
- Campione S.P.T.
- Campione da Vana Test

- Campione a percussione
- Campione ind. a pressione
- Campione ind. rotativo

- LEFRANC
- Prova di permeabilita'
- LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	0,90	0,90			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, compressibile							0,90			70
					Fitta alternanza di livelli calcarei biancastri farinosi molto fratturati con livelli di argilla marnosa giallo biancastra consistente							2,50	21 rifiuto		
	5,70														
	6,60											6,60		6,60	50
												7,00	24 27 39		
	2,40			7,60	Argilliti e argilla marnosa bianco-giallastra con livelletti di marne argillose dello stesso colore, consistente										
	9,00											9,00			90
	0,50	9,50			Calcareni grigio-biancastri fratturati, molto consistente										
	2,80			9,70	Argilla marnosa verde-giallastra con livelletti arenacei, consistente							9,50			50





Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 08/05/2003

Sondaggio n. T2

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo  
 LEFRANC  
 Prova di permeabilita'  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	10,40				Argilla marnosa grigio-verdastra con livelletti sabbiosi e calcarenitici, mediamente consistente							10,40			80
	3,80				Alternanza di argilla grigio-verdastra e livelli calcarenitici grigiastri, molto consistente										
	14,20			13 50								14,20			70
	0,80				Livelletti calcarenitici grigio-biancastri fratturati, molto consistente										
	15,00											15,00			50
	5,00				Argilla marnosa verde-giallastra con venature azzurrastre e livelli calcarenitici, molto consistente										
	20,00											20,00			80



Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 05/05/2003

Sondaggio n.

T7

Attrezzatura e metodo di perforazione: SONDA C.M.V. K 1200			LIVELLI ACQUA						
			PROFONDITA' m		SERA		MATTINO		
			Rivest.	Fero	Data	H	Data	H	
<input type="checkbox"/>	Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/>	Campione a percussione	<input type="checkbox"/>	LEFRANC				
<input type="checkbox"/>	Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/>	Campione ind. a pressione		Prova di permeabilita'				
<input type="checkbox"/>	Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/>	Campione ind. rotativo	<input type="checkbox"/>	LUGEON				

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
				10 50											
				13 50											
		11,00		16 00	Argilla marnosa grigio-bluastro con livelletti di marne dello stesso colore, consistente.										
				19 50											
		20,00													
						101					20,00				80

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 06/05/2003

Sondaggio n. T8

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test

- Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo

- LEFRANC  
Prova di permeabilita'  
 LUGON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foco	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		1,70			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.										
		1,70													
		2,30			Argilla rimaneggiata plastica di colore verde-giallastro, compressibile							1,70			60
		4,00										2,50	2 4 7		
		5,00			Argilla marnosa di colore avana chiaro con venature verdastre e livelli arenacei colore avana, mediamente consistente							4,00			80
		8,00										7,50	7 13 15		
		5,00			Argilla grigio bluastra con livelli arenacei dello stesso colore, spesso si intercalano livelli di argilla marnosa di colore avana scuro, mediamente consistente.							8,00			8,00/0

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
 Via Maselli  
 ACCADIA (FG)  
 0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 06/05/2003

Sondaggio n. T8

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo  
 LEFRANC  
 Prova di permeabilita'  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		5,00			Argilla grigio bluastra con livelli arenacei dello stesso colore, spesso si intercalano livelli di argilla marnosa di colore avana scuro, mediamente consistente.										
		13,00										13,00			
		7,00			Argilla marnosa grigio-bluastra con livelletti di marne calcaree e livelletti calcarenitici dello stesso colore, consistente.										
		20,00													
						101						20,00			80

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
 Via Maselli  
 ACCADIA (FG)  
 0881/981349

Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 07/05/2003

Sondaggio n. T9

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vane Test
- Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo
- LEFRANC  
 Prova di permeabilità  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST	Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq				
		1,80			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.									
		1,80												
		1,70		2,50	Argilla rimaneggiata plastica di colore verde-giallastro, compressibile						1,80			50
		3,50												
		1,50			Sabbia mediofine colore giallo ocre con livelletti arenacei di colore grigiastro, poco consistente						3,50			60
		5,00									4,00	4 9 13		
		5,30									5,00			70
		8,00											6,50	
					Livelli arenacei di colore prevalentemente ocrei con livelli di sabbia grigia addensata alternati a livelli di argilla grigiastro, mediamente consistente.						7,00	12 17 21		



Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 10/05/2003

Sondaggio n. T14

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

Campione rimaneggiato

Campione a percussione

LEFRANC

Campione S.P.T.

Campione ind. a pressione

Prova di permeabilita'

Campione da Vana Test

Campione ind. rotativo

LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere ∅ mm	Rivestim. ∅ mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		1,80			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.										
		1,80										1,80			70
		1,70			Argilla marnosa bianco-giallastra alternata a livelletti arenacei e calcarenitici, consistente							3,00	9 19 27		
		3,50										3,50			80
		5,80			Argilla marnosa di colore bianco-giallastra con livelli calcarenitici, consistente							6,00	12 21 29		
		9,30										9,30			90

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
 Via Maselli  
 ACCADIA (FG)  
 0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 10/05/2003

Sondaggio n. T14

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo  
 LEFRANC  
 Prova di permeabilita'  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq					
		10,00			Argilla marnosa di colore bianco giallastra con livelletti arenacei dello stesso colore, consistente										
		10,20													
		20,50			Argilla marnosa e argilliti grigio-biancastri con livelletti calcarenitici grigiastri e livelletti di marne calcaree, molto consistente.							20,00			80



Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 03/05/2003

Sondaggio n. T16

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- |   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato            | <input checked="" type="checkbox"/> Campione a percussione    | <input type="checkbox"/> LEFRANC |
| <input checked="" type="checkbox"/> Campione S.P.T.       | <input checked="" type="checkbox"/> Campione ind. a pressione | Prova di permeabilità'           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Campione da Vana Test | <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo               | <input type="checkbox"/> LUGON   |

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST		Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq					
	1,70				Argilla marnosa di colore avana con livelletti calcarenitici, consistente							11,20			70
		11,20													
	2,40				Argilla marnosa grigio-azzurrastra, consistente										
		13,60											13,60		
	0,90			14,00	Argilla marnosa di colore avana con livelletti sabbiosi ocracei, consistente										
		14,50											14,50		
	5,50			16,50	Argilla marnosa grigio-bluastro con qualche livelletto arenaceo di colore avana, consistente										
		20,00													
						101						20,00			90

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo  
Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 13/05/2003

Sondaggio n. T18

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione Ind. a pressione  
 Campione Ind. rotativo  
 LEFRANC  
 LUGEON  
 Prova di permeabilita'

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST	Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cm <sup>2</sup>				
		0,70			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.									
		0,70									0,70			75
		2,30			Argilla marnosa grigio-biancastra con livelletti calcarenitici molto fratturati e litoclasati, poco consistente									
		3,00									2,60	3 6		
		1,00			Livelli calcarenitici molto fratturati, consistente						3,00	10		90
		4,00									4,00		4,00	80
		2,30			Argilla marnosa e argilliti grigio-biancastrati con fenomeni di ossidazione diffusi, mediamente consistente									
		6,30									6,30			
		4,00			Argilla marnosa di colore verde-grigiastra con rari livelletti arenacei, mediamente consistente						6,50	11 18 23		80

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 13/05/2003

Sondaggio n.

T18

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione ind. a pressiona  
 Campione ind. rotativo  
 LEFRANC  
 Prova di permeabilita'  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Capofite Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
										Kg/cmq					
4,70		10,30		10 30	Argilla marnosa di colore verde-grigiastra con rari livelletti arenacei, mediamente consistente							10,30			90
4,70					Argilla e argilliti grigio-biancastrì con livelli calcarenitici verso i 14.50 metri, consistente										
15,00												15,00			70
1,70					Limo sabbioso di colore avana, consistente										
16,10												16,10			90
2,60				16 50	Argilla marnosa grigio bluastra con livelletti di marne dello stesso colore, consistente										
18,70												18,70			80
1,30					Argilla marnosa grigio-biancastra con livelletti calcarenitici, molto consistente.										
20,00												20,00			90

Dott.A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.  
 Via Maselli  
 ACCADIA (FG)  
 0881/981349

Localita': VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 14/05/2003

Sondaggio n.

T22

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

Campione rimaneggiato

Campione a percussione

LEFRANC

Campione S.P.T.

Campione ind. a pressione

Prova di permeabilita'

Campione da Vana Test

Campione ind. rotativo

LUZEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere ∅ mm	Rivestim. ∅ mm	Pocker Per. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		1,20			Terreno vegetale di colore nerastro con rari trovanti lapidei, molto compressibile.										
		1,20										1,20			70
		1,00			Argilla marnosa di colore avana con vistosi fenomeni di ossidazione e di decalcificazione con livelletti calcarenitici fratturati, poco consistente							2,20			80
		2,20													
		2,40		3,00	Argilla marnosa di colore bianco-grigiastra intercalata a livelli di arenarie, consistente							4,00	8 10 19		
		4,60										4,60			90
		0,40			Argilla marnosa verdastra debolmente scagliosa con venature ocracee, consistente.							5,00			90
		5,00													
		6,00			Argilla marnosa verdastra debolmente scagliosa al tetto dello strato e argilla grigio-biancastra, consistente.							7,00	14 23 28		

Dott. A. Giordano - Dott. M. Di Carlo EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

Località: VOLTURINO (FG) - Cantiere: PARCO EOLICO S. BARTOLOMEO

SCALA 1:50

Data 14/05/2003

Sondaggio n. T22

Attrezzatura e metodo di perforazione:

SONDA C.M.V. K 1200

LIVELLI ACQUA

- Campione rimaneggiato  
 Campione S.P.T.  
 Campione da Vana Test  
 Campione a percussione  
 Campione ind. a pressione  
 Campione ind. rotativo  
 LEFRANC  
 Prova di permeabilità  
 LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere ∅ mm	Rivestim. ∅ mm	Pocket Pen. Kg/cmq	E. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	6,00	11,00			Argilla marnosa verdastra debolmente scagliosa al tetto dello strato e argilla grigio-biancastra, consistente.							11,00			11,000
	3,10	14,10			Argilliti e argilla marnosa colore grigio-bluastro con venature giallastre e verdastre, molto consistente							14,10			80
	5,90	20,00			Argilliti e argilla marnosa colore grigio-biancastra con venature giallastre, molto consistente							20,00			90



Dott.A. Giordano - Dott. M. DI Carlo  
Via Maselli  
ACCADIA (FG)  
0881/981349

EDISON ENERGIE SPECIALI S.p.A.

Località: ALBERONA (SOTTOSTAZIONE MT/AT)

SCALA 1:100

Data 7/08/2003

Sondaggio n.

S3

Attrezzatura e metodo di perforazione: SONDA C.M.V. K 1200

Campione rimaneggiato

Campione a percussione

LEFRANC

Campione S.P.T.

Campione ind. a pressione

Prova di permeabilità

Campione da Vana Test

Campione ind. rotativo

LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m SERA MATTINO

Rivest. Foro Data H Data H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cm <sup>2</sup>	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cm <sup>2</sup>		Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	0.50	0.50			Terreno di alterazione superficiale di natura flyscioide							0.50			60
	3.00	3.50		2.0	Argilla mamosa e argilliti di colore prevalentemente avana con livelletti calcarenitici, consistente							3.00	rifiuto		
	3.50	6.50		5.5	Alternanza di argilla mamosa biancastra con livelli di calcareniti biancastri e avana, consistente.							3.50	.		70
	0.50	7.00			Argilla mamosa avana, consistente							6.50			80
	4.00	11.00			Argilla mamosa verdastra debolmente scagliosa al tetto dello strato e argilla grigio-biancastra, consistente.							7.00			70
	11.00	14.00			Alternanza di argilla mamosa avana con livelli di calcareniti biancastri e avana, consistente.							8.00	15 33		
	3.00	14.00			Argilla mamosa verdastra debolmente scagliosa al tetto dello strato e argilla grigio-biancastra, consistente.							11.00			80
	6.00	20.00		14.0	Argilliti e argilla mamosa colore grigio-biancastra con livelli di calcareniti e livelli arenacei, molto consistente							14.00			70
												20.00			60

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1192/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T7 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA' : m. 4,00-4,50

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,712$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,781$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 35,337$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 1,831$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,316$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 1,061$	
Porosità	$n = 51,476$	%
Grado di saturazione	$S_r = 90,339$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

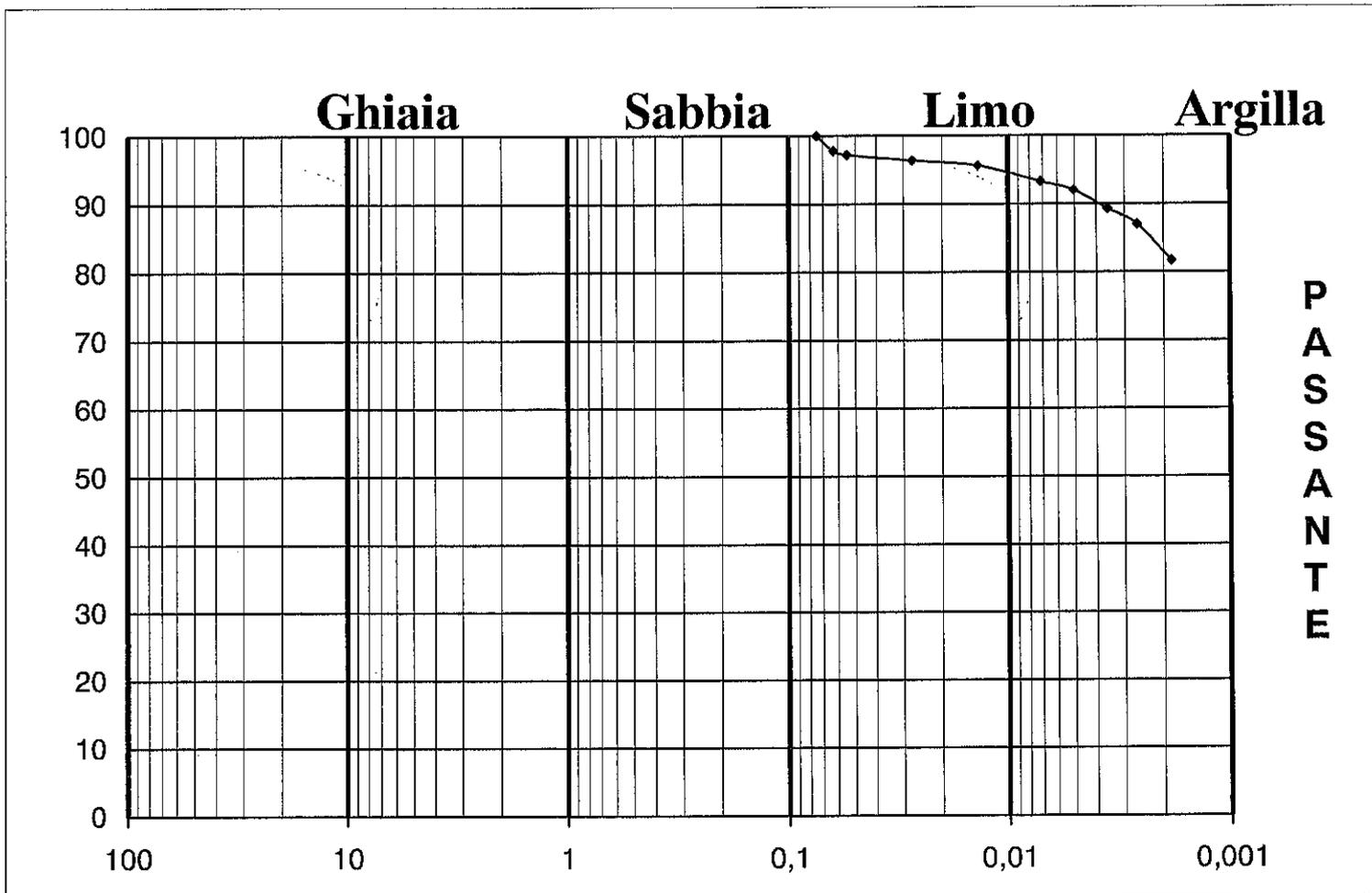
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7

Campione N. 1

Profondità m. 4,00-4,50



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
\\	2%	15%	83%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10 ( 2,00 mm )		100%
Passante al setaccio n. 40 ( 0,42 mm )		100%
Passante al setaccio n. 200 ( 0,074 mm )		100%

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

Argilla deb. Limosa

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# LIMITI DI ATTERBERG

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 1                      Profondità : 4,00-4,50 m.

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 35,34 %

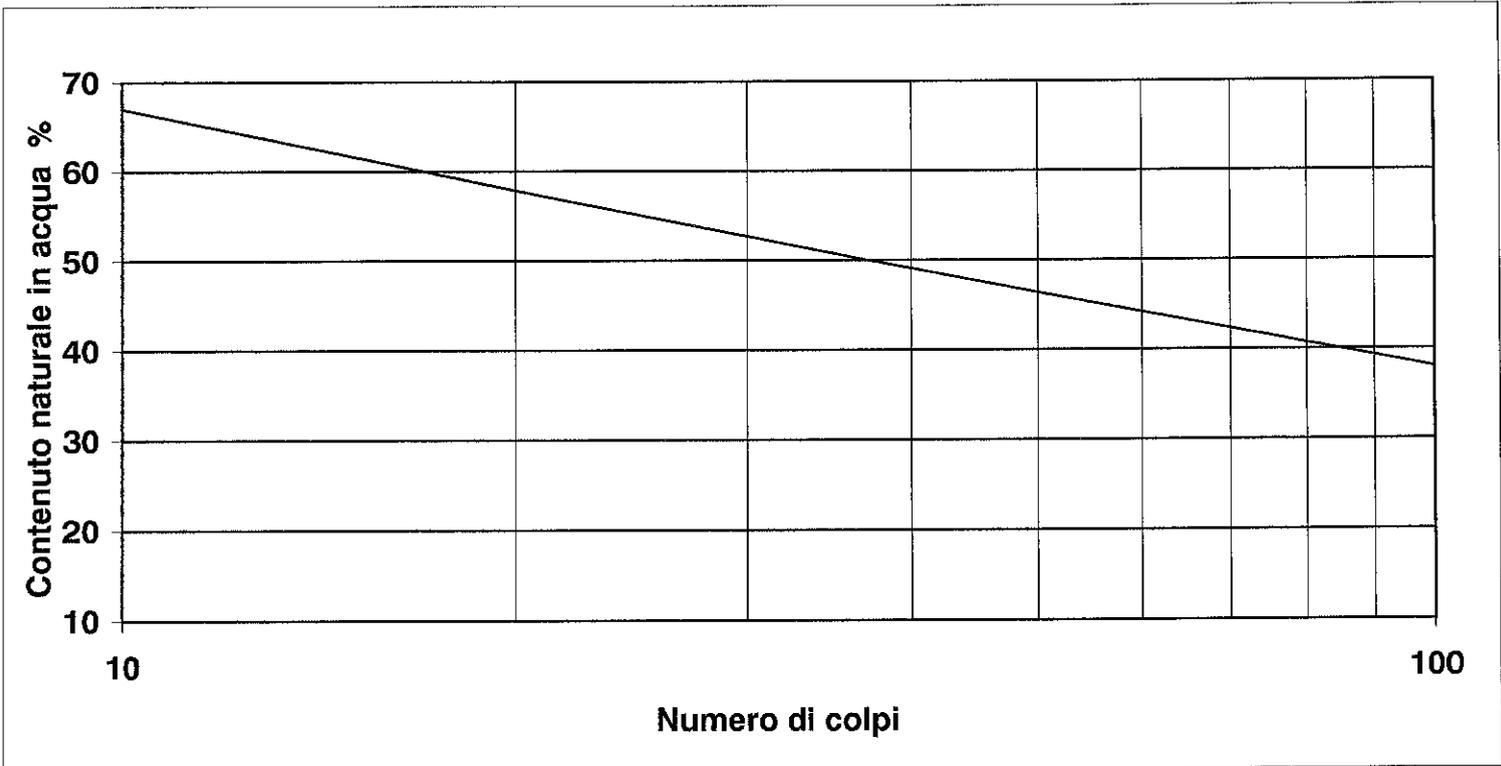
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
3	4
21	37
24,999	25,462
23,391	24,054
20,581	21,241
1,608	1,408
2,81	2,813
57,224	50,053

LIMITE PLASTICO
71
//
25,31
24,045
20,723
1,265
3,322
38,079

### RISULTATI

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	55,431 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	38,079 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	17,352
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	1,158



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA TRIASSALE**

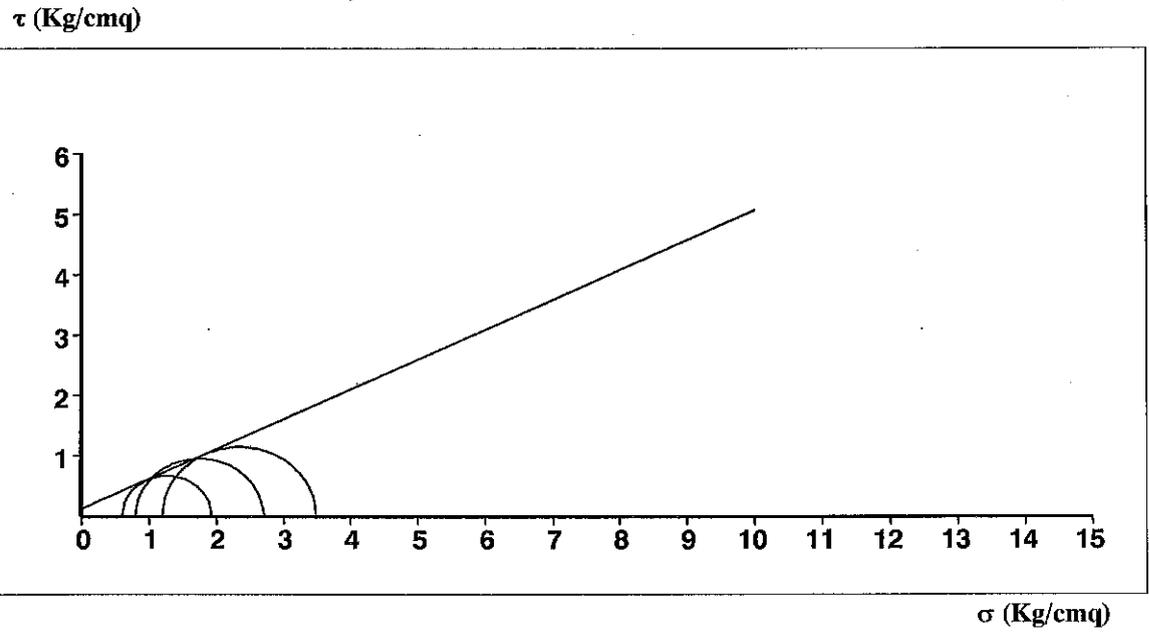
COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 1                      Profondità : 4,00-4,50 m.

Prova triassale CU\_W\_                      N.                      N.Provini

W	$\gamma$	$\sigma_3$	$\sigma_1$
%	t/mc	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
35,63	1,881	0,6	1,93
33,26	1,771	0,8	2,70
35,31	1,798	1,2	3,49

Cu	$\Phi_u$
kg/cm <sup>2</sup>	°
0,12	26,34



**NOTE: LA PROVA E' STATA ESEGUITA SENZA SATURAZIONE, CON IL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA.**

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA': Volturino (FG)

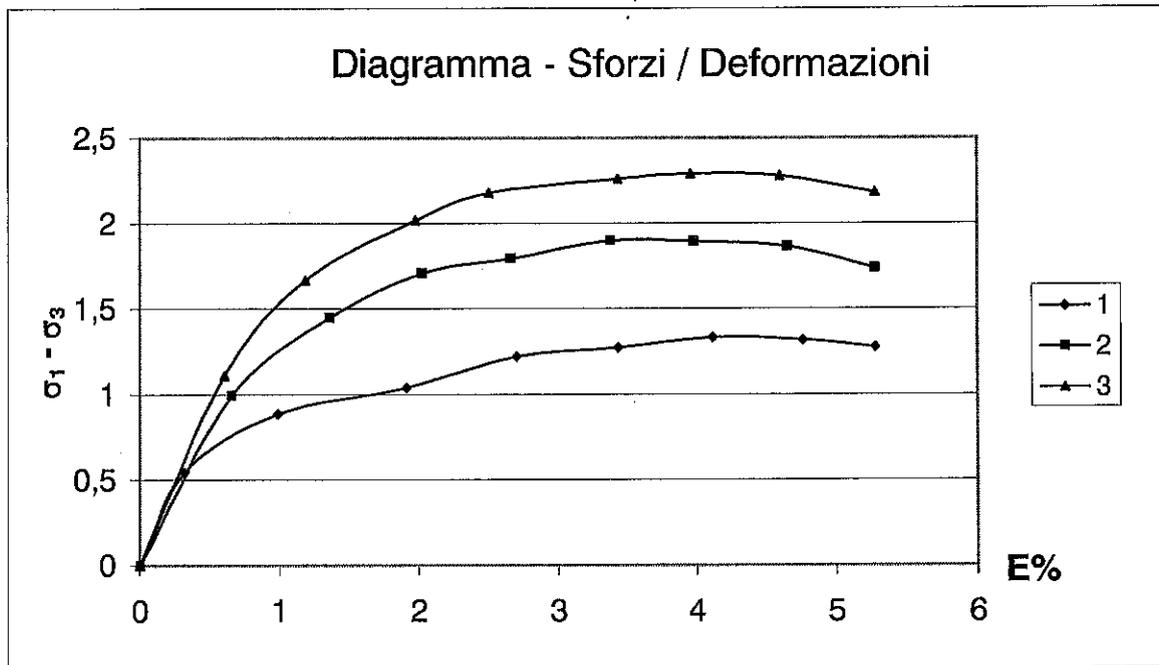
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 1                      Profondità : 4,00-4,50 m.

Tipo di prova: Consolidata Non Drenata

Velocità della prova: 0,008 mm/min

Provino n.	H	D	$\sigma_3$	$\sigma_1$	$E_{max}$	$\sigma_1 - \sigma_3$	W	$\gamma$
1	7,6	3,81	0,6	1,9332896	4,1144666	1,3332896	35,63	1,881
2	7,6	3,81	0,8	2,7003849	3,3755274	1,9003849	33,26	1,771
3	7,6	3,81	1,2	3,4904981	3,9551747	2,2904981	35,31	1,798



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

**Sondaggio:** T7      **Campione :** 1      **Profondità :** 4,00-4,50 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,712	1,781	35,337	1,061	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cmq	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cmq	Coeff. Perme Kv cm/s	Coeff. Cons. Cv cmq/s	Indice Rigon. Cs
1	0	0	1,061	//	//	//	//
2	0,048	0,24	1,056	//	//	//	//
4	0,259	1,295	1,034	189,12	//	//	//
8	0,701	3,505	0,989	178,65	//	//	//
16	1,299	6,495	0,927	258,18	//	//	//
4	1,03	5,15	0,955	//	//	//	//
1	0,64	3,2	0,995	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

**Indice di Compressibilità  $C_c = 0,206$**

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

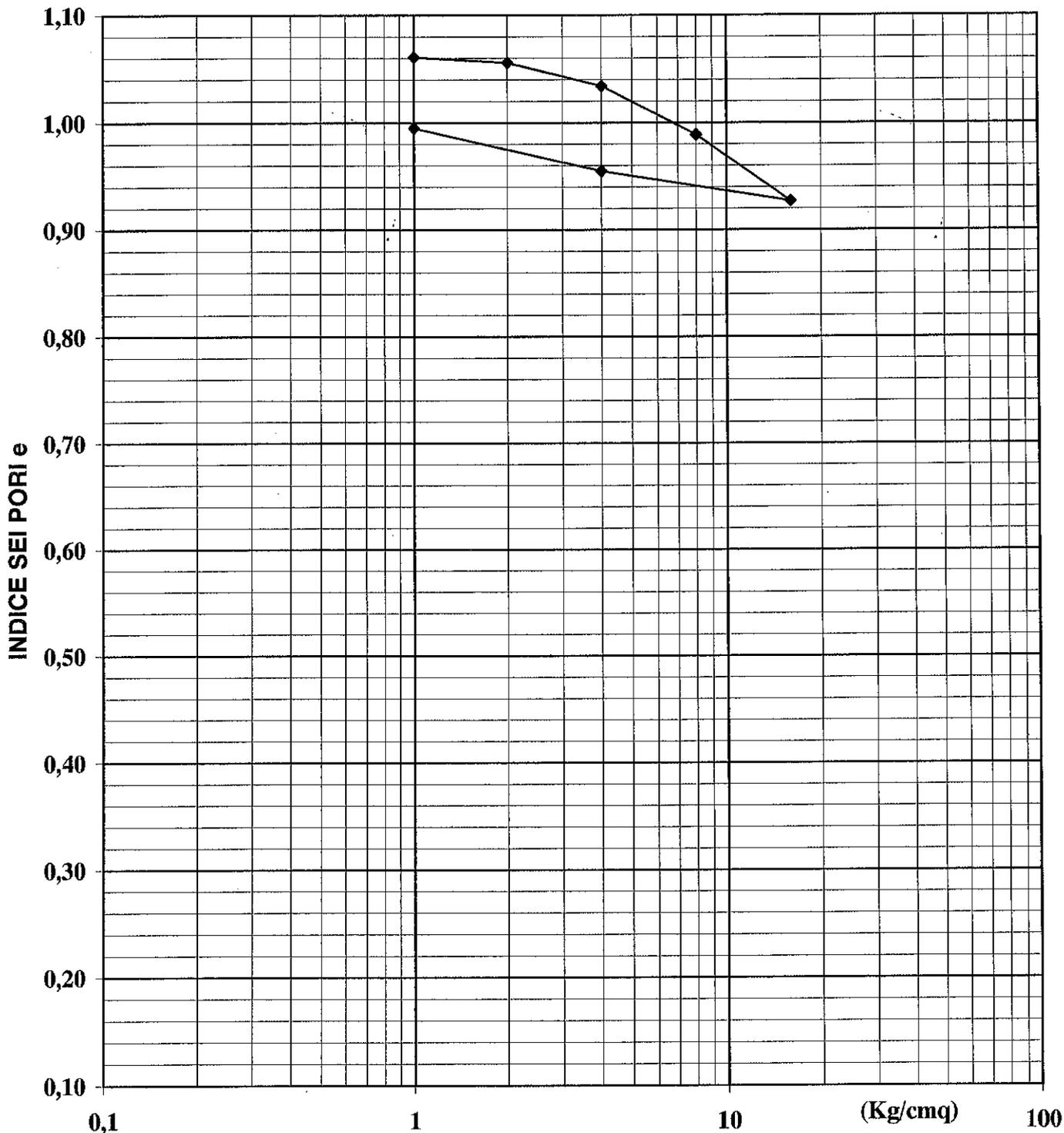
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7      Campione: 1      Profondità: 4,00-4,50 m.

**CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI**



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N.

1193/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S

T7

CAMPIONE : C

2

PROFONDITA' : m.

8,00-8,50

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,726$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,863$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 26,79$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 1,93$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,469$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,855$	
Porosità	$n = 46,098$	%
Grado di saturazione	$S_r = 85,392$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

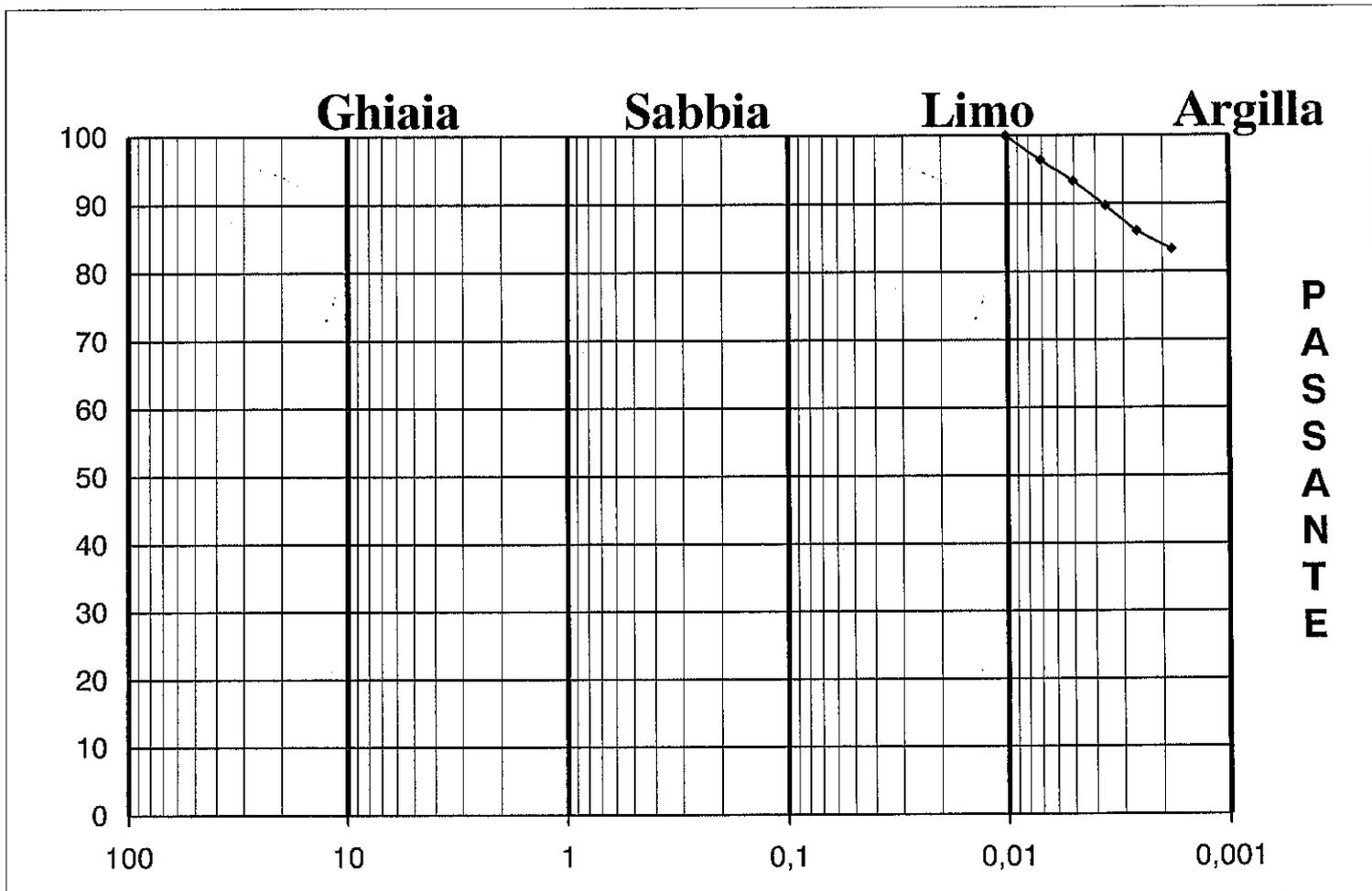
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7

Campione N. 2

Profondità m. 8,00-8,50



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
\\	\\	16%	84%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10	( 2,00 mm )	100%
Passante al setaccio n. 40	( 0,42 mm )	100%
Passante al setaccio n. 200	( 0,074 mm )	100%

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

Argilla Limosa

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**LIMITI DI ATTERBERG**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 2                      Profondità : 8,00-8,50 m.

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 26,79 %

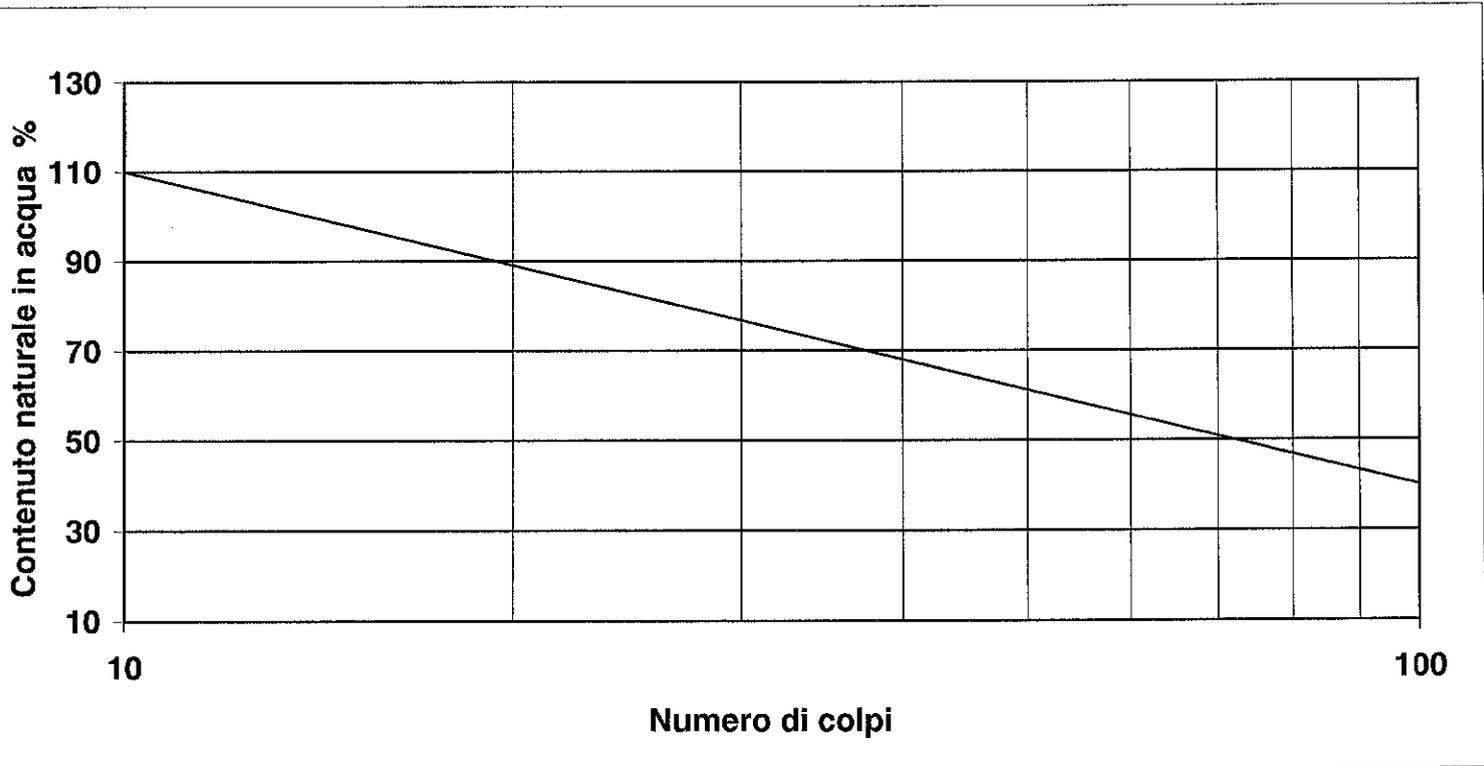
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
6	8
24	38
24,419	24,025
22,8	22,528
20,863	20,376
1,619	1,497
1,937	2,152
83,583	69,563

LIMITE PLASTICO
10
//
24,873
23,652
21,04
1,221
2,612
46,746

**RISULTATI**

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	82,581 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	46,746 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	35,836
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	1,557



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA TRIASSALE**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

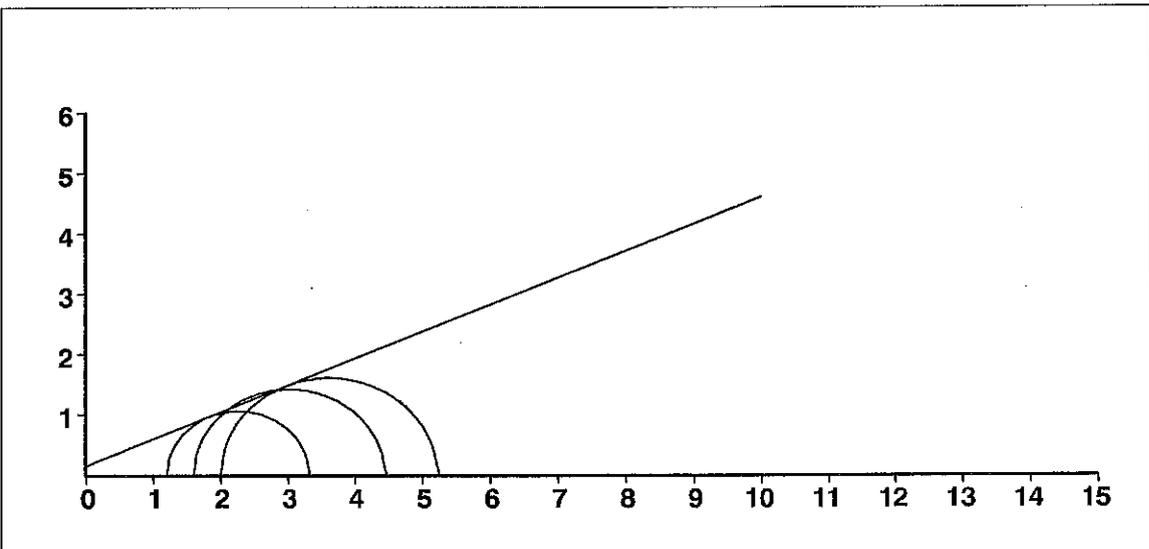
Sondaggio: T7 Campione : 2 Profondità : 8,00-8,50 m.

Prova triassale CU\_W\_ N. N.Provini

W	$\gamma$	$\sigma_3$	$\sigma_1$
%	t/mc	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
25,76	1,853	1,2	3,32
27,12	1,877	1,6	4,44
26,46	1,865	2	5,22

Cu	$\Phi_u$
kg/cm <sup>2</sup>	°
0,15	24,05

$\tau$  (Kg/cmq)



$\sigma$  (Kg/cmq)

NOTE: LA PROVA E' STATA ESEGUITA SENZA SATURAZIONE, CON IL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA.

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA': Volturino (FG)

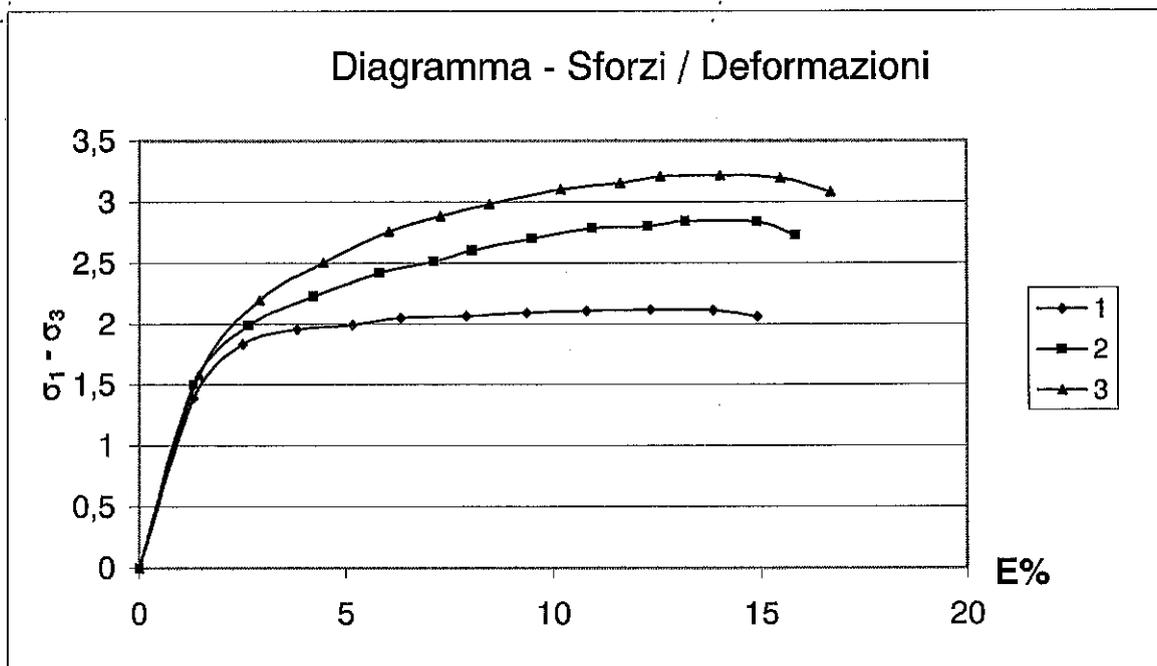
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 2                      Profondità : 8,00-8,50 m.

Tipo di prova: Consolidata Non Drenata

Velocità della prova: 0,008 mm/min

Provino n.	H	D	$\sigma_3$	$\sigma_1$	$E_{max}$	$\sigma_1 - \sigma_3$	W	$\gamma$
1	7,6	3,81	1,2	3,3169862	12,345028	2,1169862	25,76	1,853
2	7,6	3,81	1,6	4,4403664	13,20132	2,8403664	27,12	1,877
3	7,6	3,81	2	5,21765	14,030443	3,21765	26,46	1,865



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7 Campione : 2 Profondità : 8,00-8,50 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,726	1,863	26,79	0,855	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cm <sup>2</sup>	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cm <sup>2</sup>	Coeff. Perme Kv cm/s	Coeff. Cons. Cv cm <sup>2</sup> /s	Indice Rigon. Cs
1	0	0	0,855	//	//	//	//
2	0,038	0,19	0,851	//	//	//	//
4	0,253	1,265	0,832	185,69	//	//	//
8	0,653	3,265	0,794	197,47	//	//	//
16	1,129	5,645	0,75	325,16	//	//	//
4	0,89	4,45	0,772	//	//	//	//
1	0,56	2,8	0,803	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

Indice di Compressibilità  $C_c = 0,146$

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

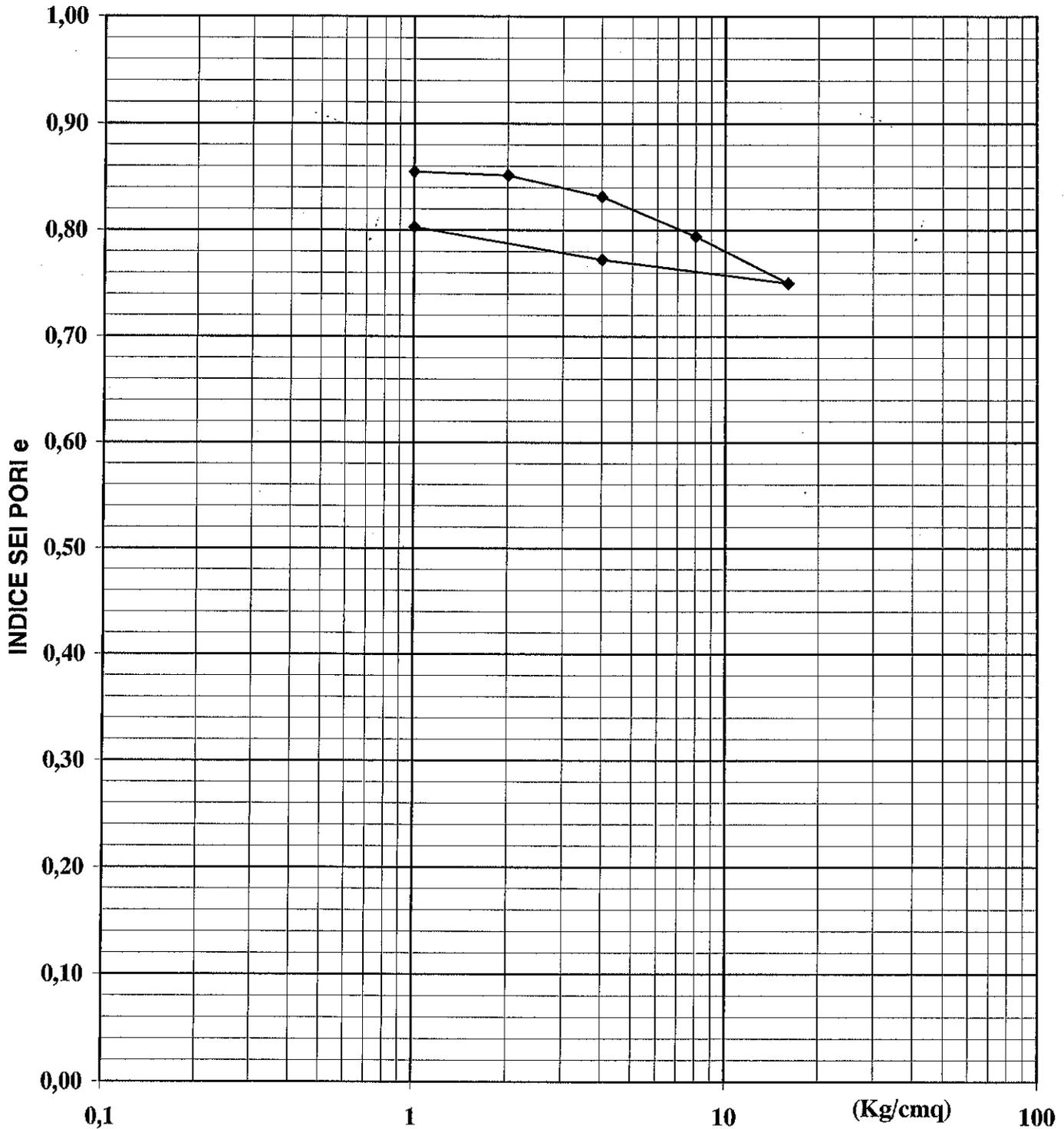
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7      Campione : 2      Profondità : 8,00-8,50 m.

## CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1194/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T7 CAMPIONE : C 3 PROFONDITA' : m. 10,50-11,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,721$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 2,003$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 23,039$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,03$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,628$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,671$	
Porosità	$n = 40,171$	%
Grado di saturazione	$S_r = 93,365$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

Certificato N.

1194/ 2

Lucera, 09/06/03

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

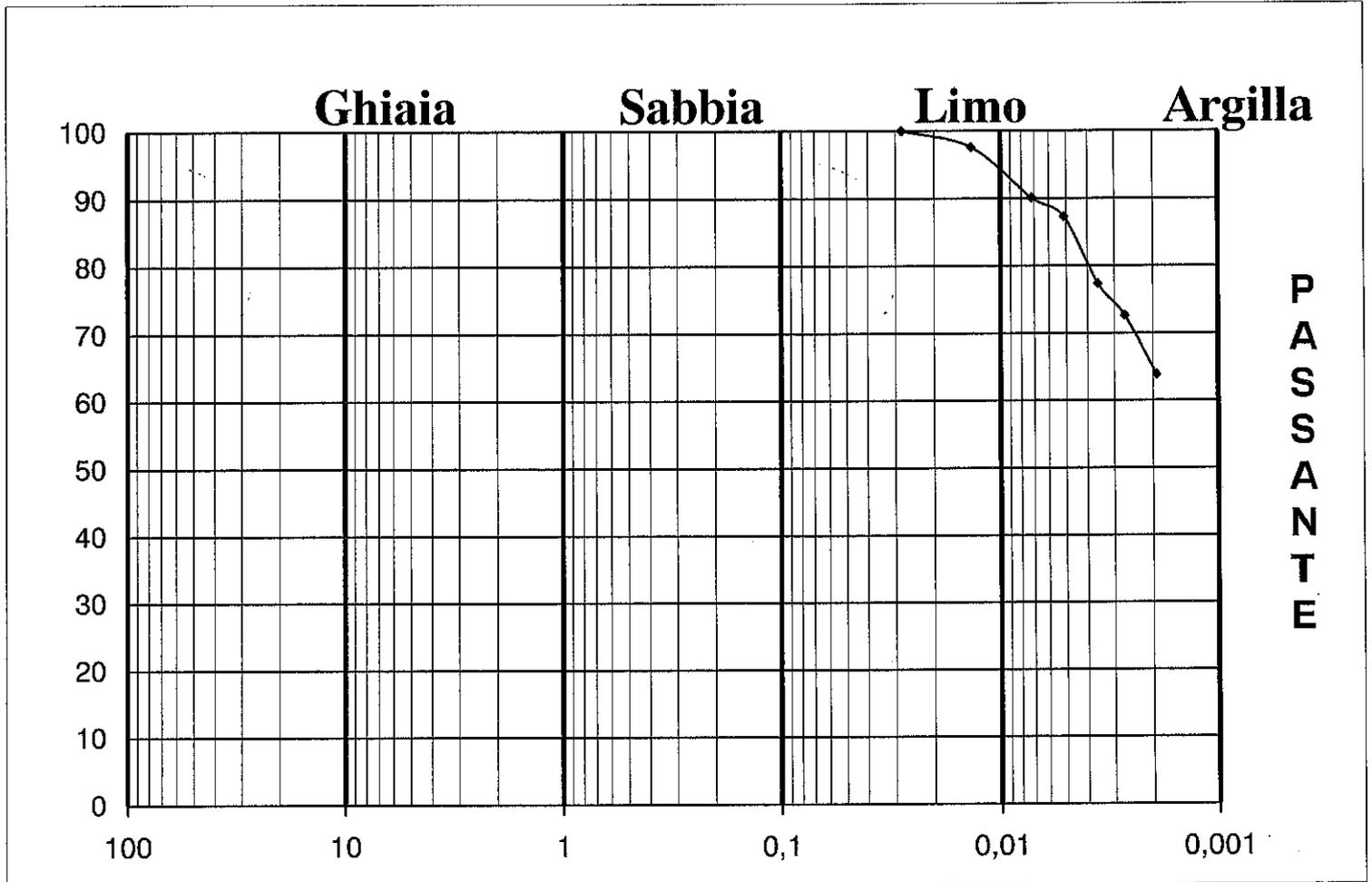
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7

Campione N. 3

Profondità m. 10,50-11,00



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
\\	\\	36%	64%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10 ( 2,00 mm )		100%
Passante al setaccio n. 40 ( 0,42 mm )		100%
Passante al setaccio n. 200 ( 0,074 mm )		100%

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

Argilla con Limo

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# LIMITI DI ATTERBERG

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7      Campione : 3      Profondità : 10,50-11,00 m.

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 23,04 %

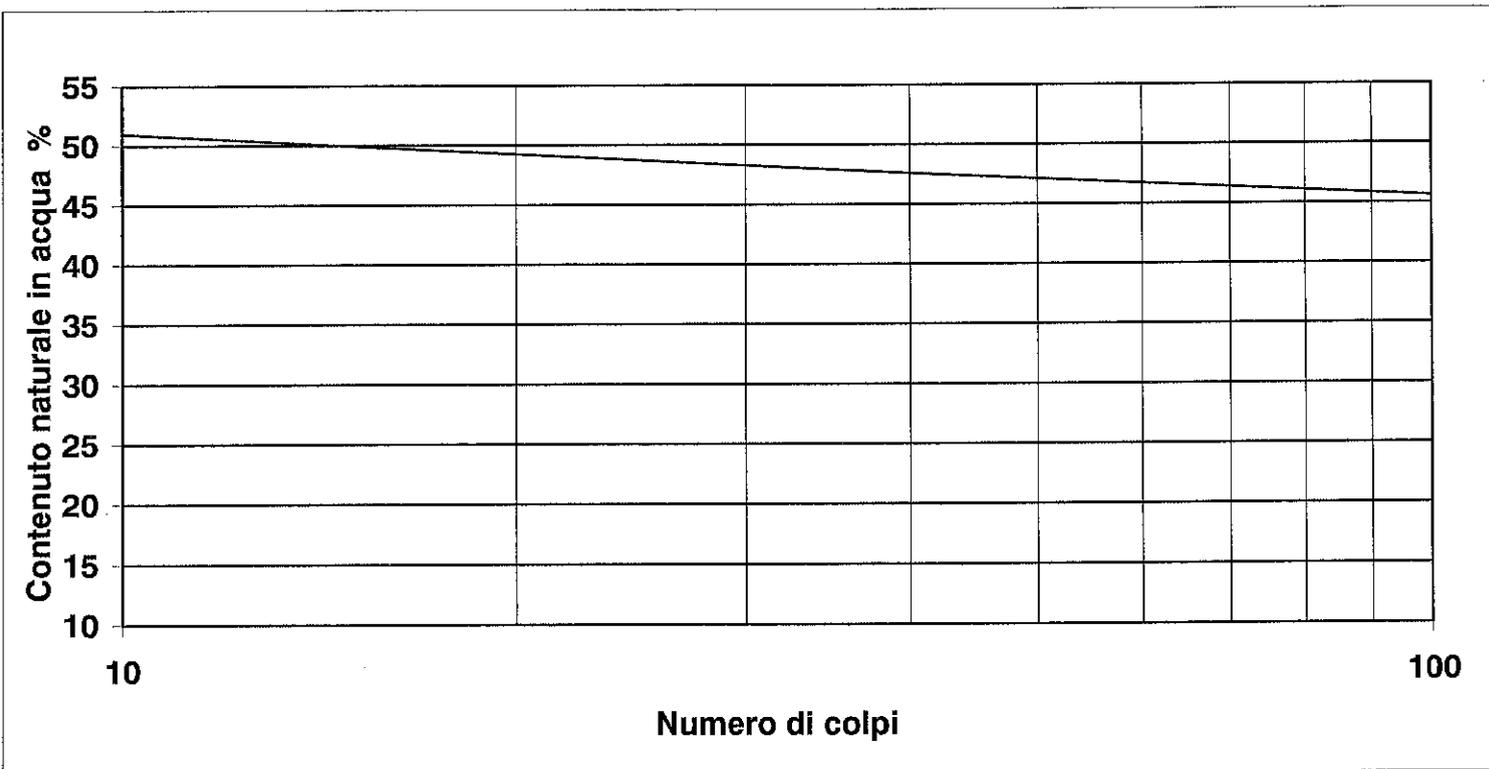
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
4	7
15	39
24,582	24,646
23,339	23,495
20,851	21,08
1,243	1,151
2,488	2,415
49,96	47,66

LIMITE PLASTICO
10
//
24,466
23,681
21,046
0,785
2,635
29,791

## RISULTATI

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	49,002 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	29,791 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	19,21
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	1,351



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA TRIASSALE**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

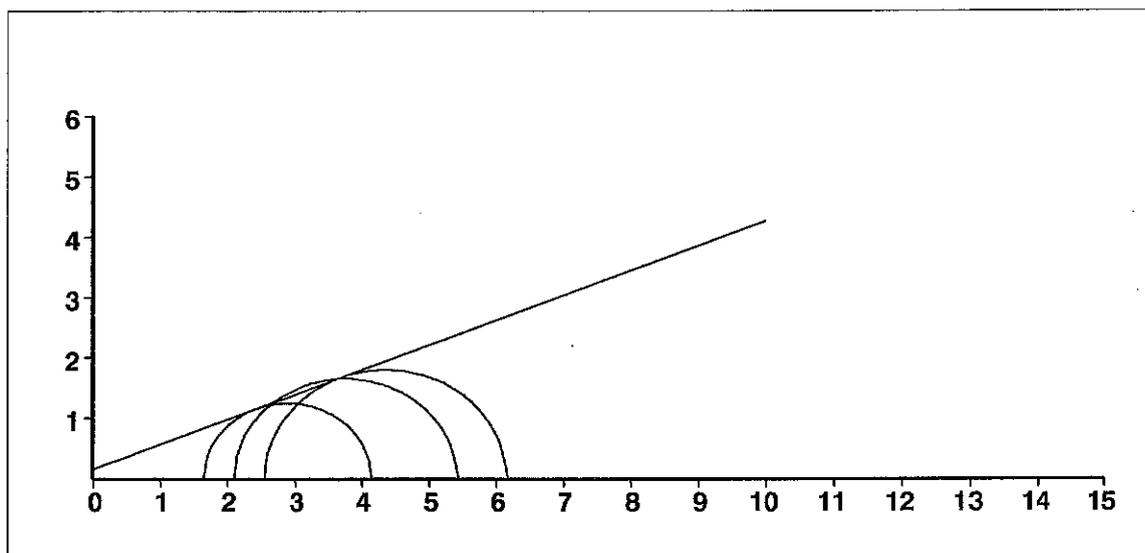
Sondaggio: T7                      Campione : 3                      Profondità : 10,50-11,00 m.

Prova triassale CU\_W\_                      N.                      N.Provini

W	$\gamma$	$\sigma_3$	$\sigma_1$
%	t/mc	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
23,421	2,011	1,65	4,14
22,99	1,998	2,1	5,41
23,001	2,003	2,55	6,15

Cu	$\Phi_u$
kg/cm <sup>2</sup>	°
0,16	22,36

$\tau$  (Kg/cmq)



$\sigma$  (Kg/cmq)

NOTE: LA PROVA E' STATA ESEGUITA SENZA SATURAZIONE, CON IL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA.

IL TECNICO DEL LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA': Volturino (FG)

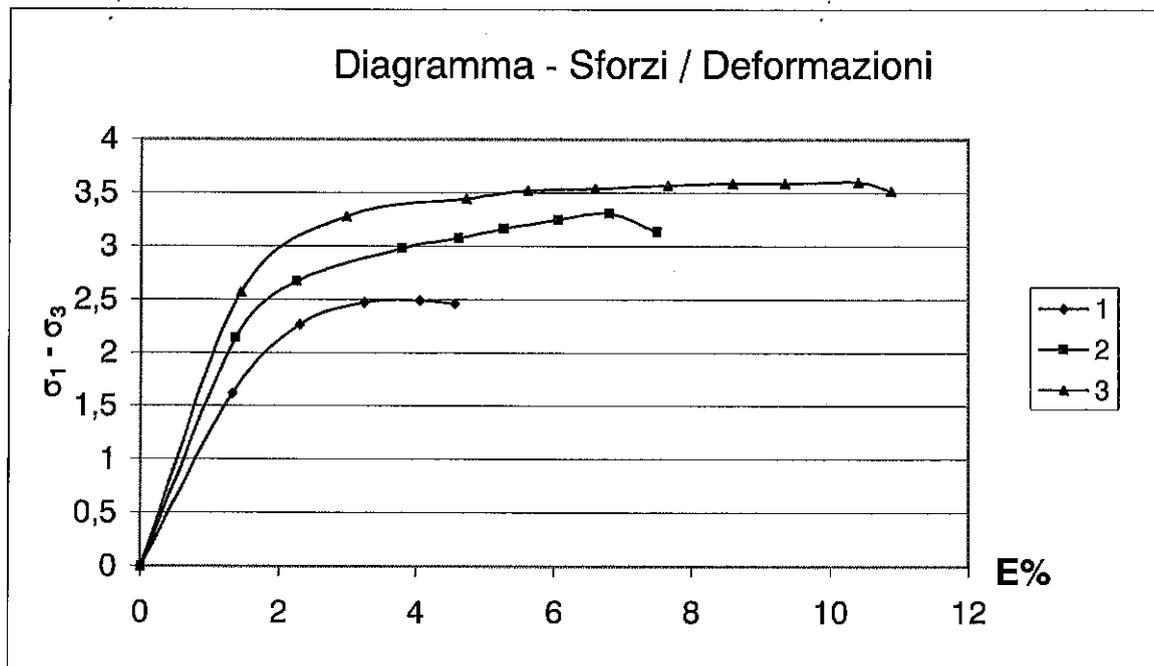
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 3                      Profondità : 10,50-11,00 m.

Tipo di prova: Consolidata Non Drenata

Velocità della prova: 0,008 mm/min

Provino n.	H	D	$\sigma_3$	$\sigma_1$	$E_{max}$	$\sigma_1 - \sigma_3$	W	$\gamma$
1	7,6	3,81	1,65	4,1426131	4,0585057	2,4926131	23,421	2,011
2	7,6	3,81	2,1	5,4061656	6,8002109	3,3061656	22,99	1,998
3	7,6	3,81	2,55	6,1482244	10,40264	3,5982244	23,001	2,003



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRITTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1195/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T7 CAMPIONE : C 4 PROFONDITA' : m. 13,50-14,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,704$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,941$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 21,614$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,006$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,596$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,694$	
Porosità	$n = 40,975$	%
Grado di saturazione	$S_r = 84,189$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

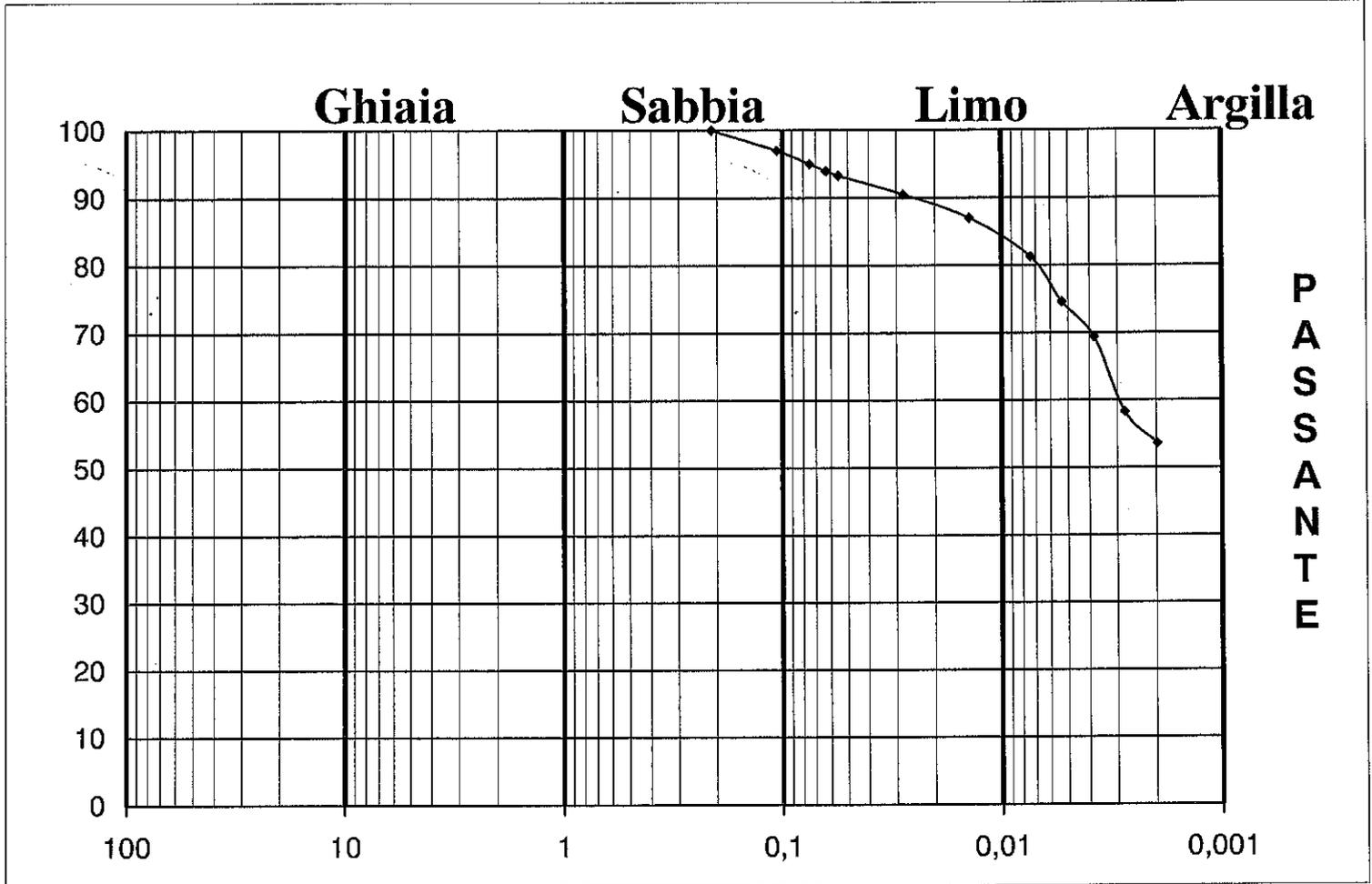
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7

Campione N. 4

Profondità m. 13,50-14,00



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
\\	6%	40%	54%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10	( 2,00 mm )	100%
Passante al setaccio n. 40	( 0,42 mm )	100%
Passante al setaccio n. 200	( 0,074 mm )	95%

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

**Argilla con Limo deb. Sabbioso**

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# LIMITI DI ATTERBERG

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

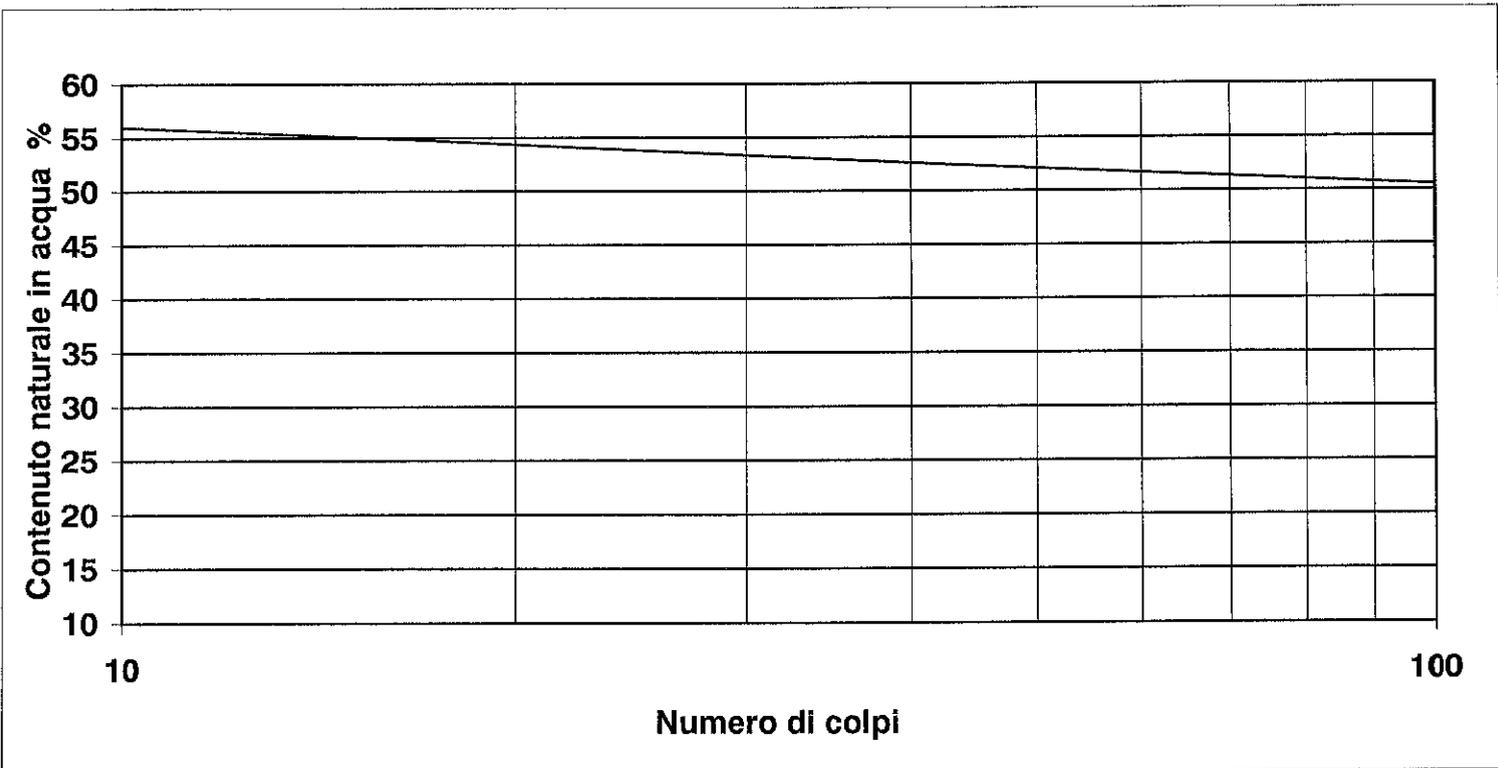
Sondaggio: T7                      Campione : 4                      Profondità : 13,50-14,00 m.

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 21,61 %

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO
	PROVINO n. 1	PROVINO n. 2	
NUMERO CONTENITORE	6	7	71
NUMERO DI COLPI	17	42	//
PESO UMIDO + TARA ( gr )	24,249	25,979	24,877
PESO SECCO + TARA ( gr )	23,054	24,27	23,85
TARA ( gr )	20,872	21,014	20,738
CONTENUTO IN ACQUA ( gr )	1,195	1,709	1,027
PESO SECCO ( gr )	2,182	3,256	3,112
CONTENUTO IN ACQUA ( % )	54,766	52,488	33,001

### RISULTATI

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	54,037 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	33,001 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	21,036
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	1,541



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA TRIASSALE**

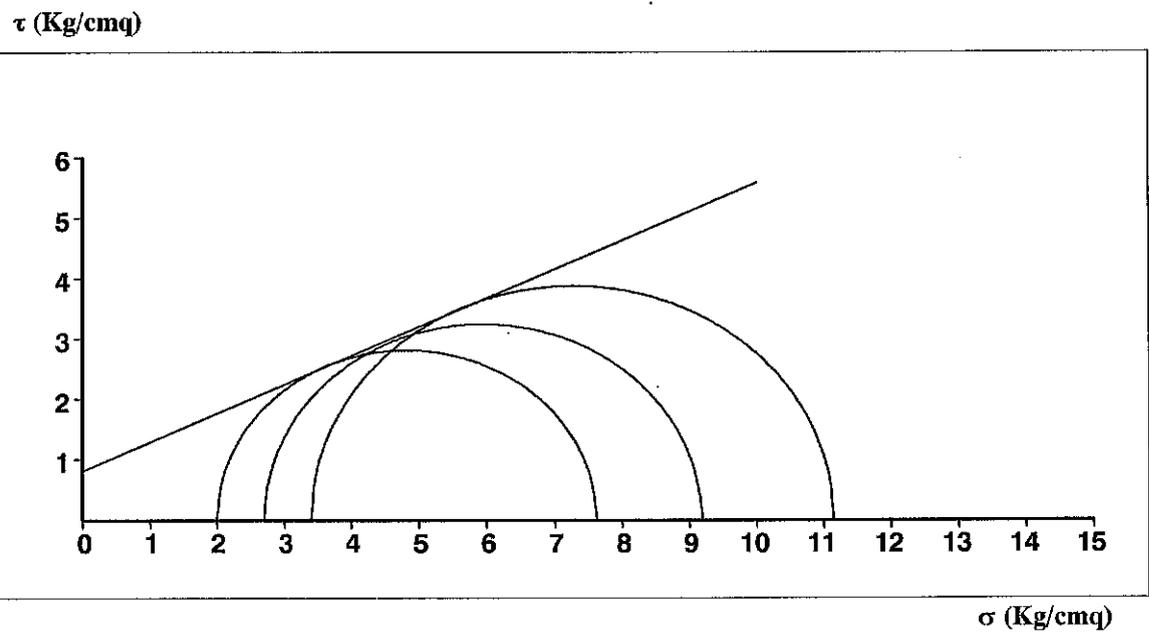
COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7 Campione : 4 Profondità : 13,50-14,00 m.

Prova triassale CU\_W\_ N. N.Provini

W	$\gamma$	$\sigma_3$	$\sigma_1$
%	t/mc	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
21,72	1,951	2	7,62
21,43	1,934	2,7	9,18
22,01	1,961	3,4	11,15

Cu	$\Phi_u$
kg/cm <sup>2</sup>	°
0,80	25,60



NOTE: LA PROVA E' STATA ESEGUITA SENZA SATURAZIONE, CON IL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA.

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

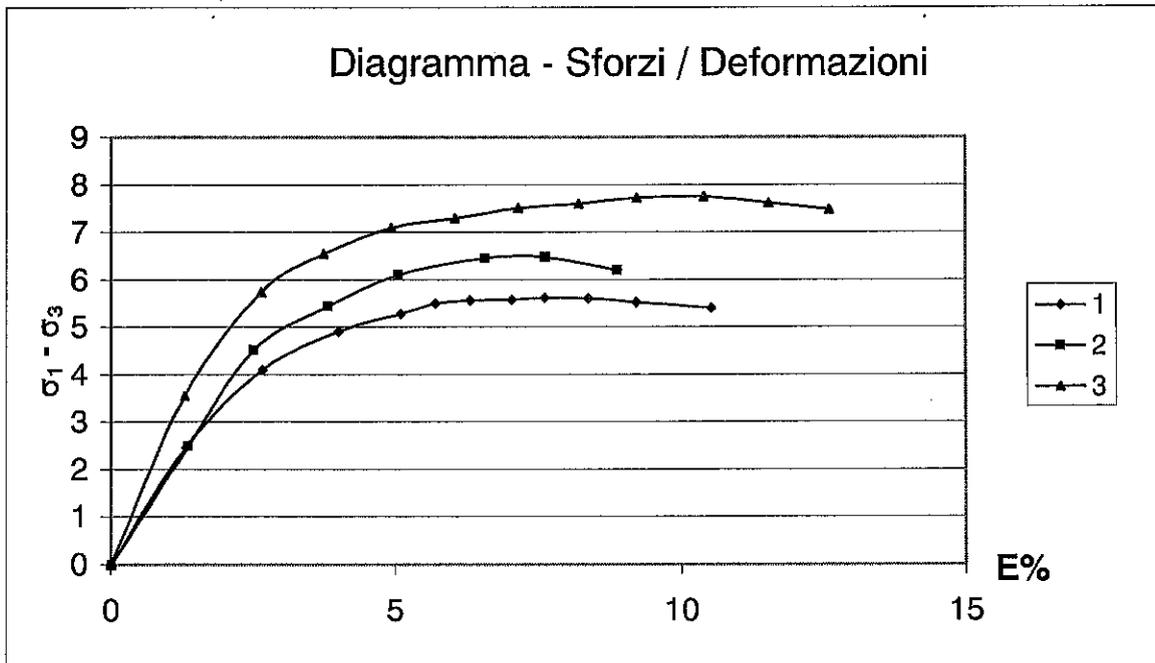
LOCALITA': Volturino (FG)

CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                      Campione : 4                      Profondità : 13,50-14,00 m.

Tipo di prova: Consolidata Non Drenata  
 Velocità della prova: 0,008 mm/min

Provino n.	H	D	$\sigma_3$	$\sigma_1$	$E_{max}$	$\sigma_1 - \sigma_3$	W	$\gamma$
1	7,6	3,81	2	7,6166119	7,6194236	5,6166119	21,72	1,951
2	7,6	3,81	2,7	9,1794019	7,6264489	6,4794019	21,43	1,934
3	7,6	3,81	3,4	11,147636	10,396627	7,7476356	22,01	1,961



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA' : Volturino (FG)  
 CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

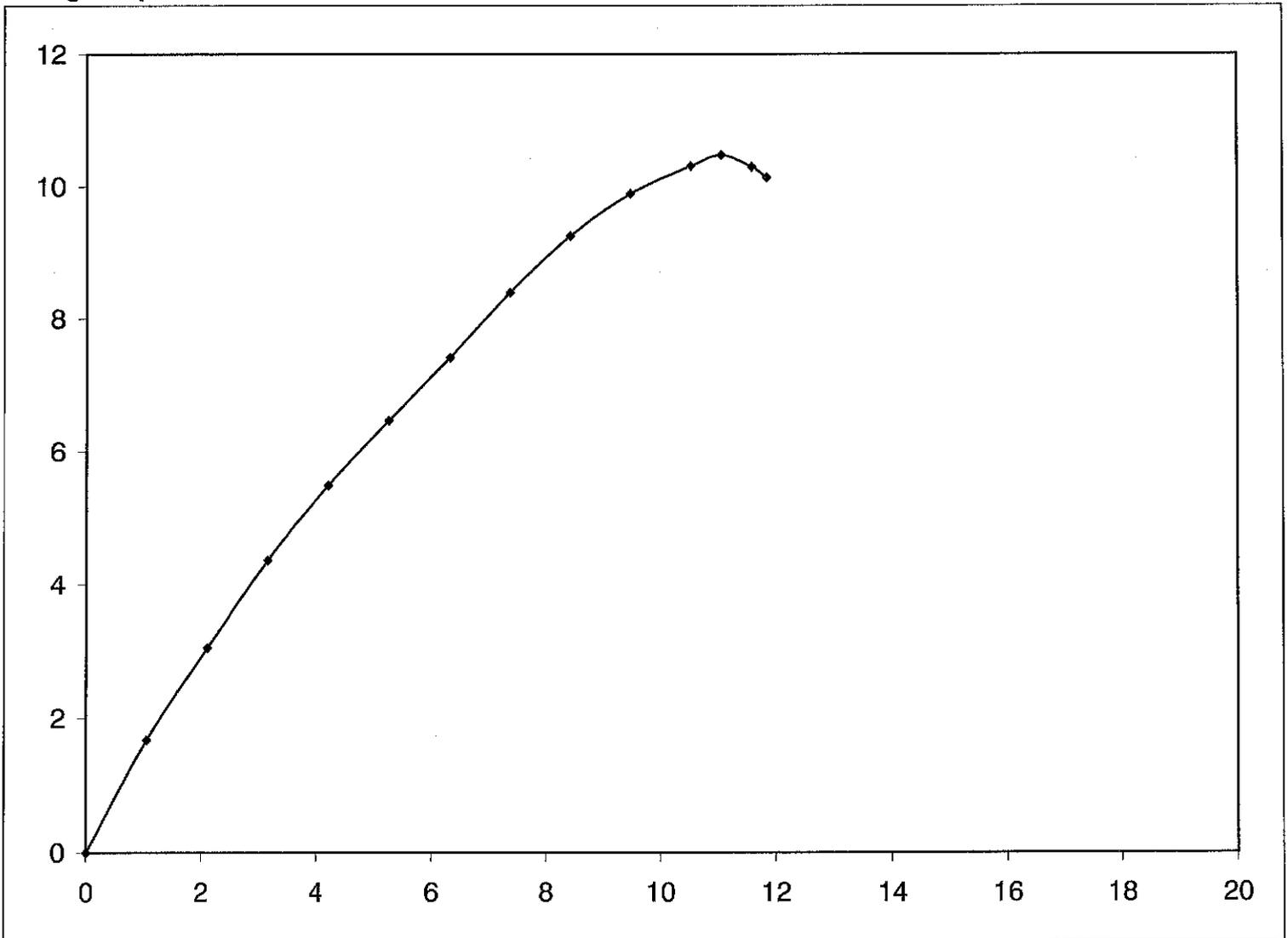
Sondaggio N. T7 Campione N. 4 Profondità m. 13,50-14,00

Velocità della pressa = 1,270 mm/min.

Ef = Modulo di Young non drenato (secante a rottura)

Provino	Dimensioni		Fase di rottura			
	D cm	H cm	Ef kg/cmq	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ %	Cu kg/cmq
1	8,4	19	94,8	10,478	11,05	5,24

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

$\delta f$  %

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7                                      Campione : 4                                      Profondità : 13,50-14,00 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,704	1,941	21,61	0,694	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cmq	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cmq	Coeff. Perme Kv cm/s.	Coeff. Cons. Cv cmq/s	Indice Rigon. Cs
1	0	0	0,694	//	//	//	//
2	0,052	0,26	0,69	//	//	//	//
4	0,326	1,63	0,666	145,61	//	//	//
8	0,759	3,795	0,63	181,75	//	//	//
16	1,362	6,81	0,579	255,27	//	//	//
4	1,08	5,4	0,603	//	//	//	//
1	0,75	3,75	0,63	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

Indice di Compressibilità  $C_c = 0,153$

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

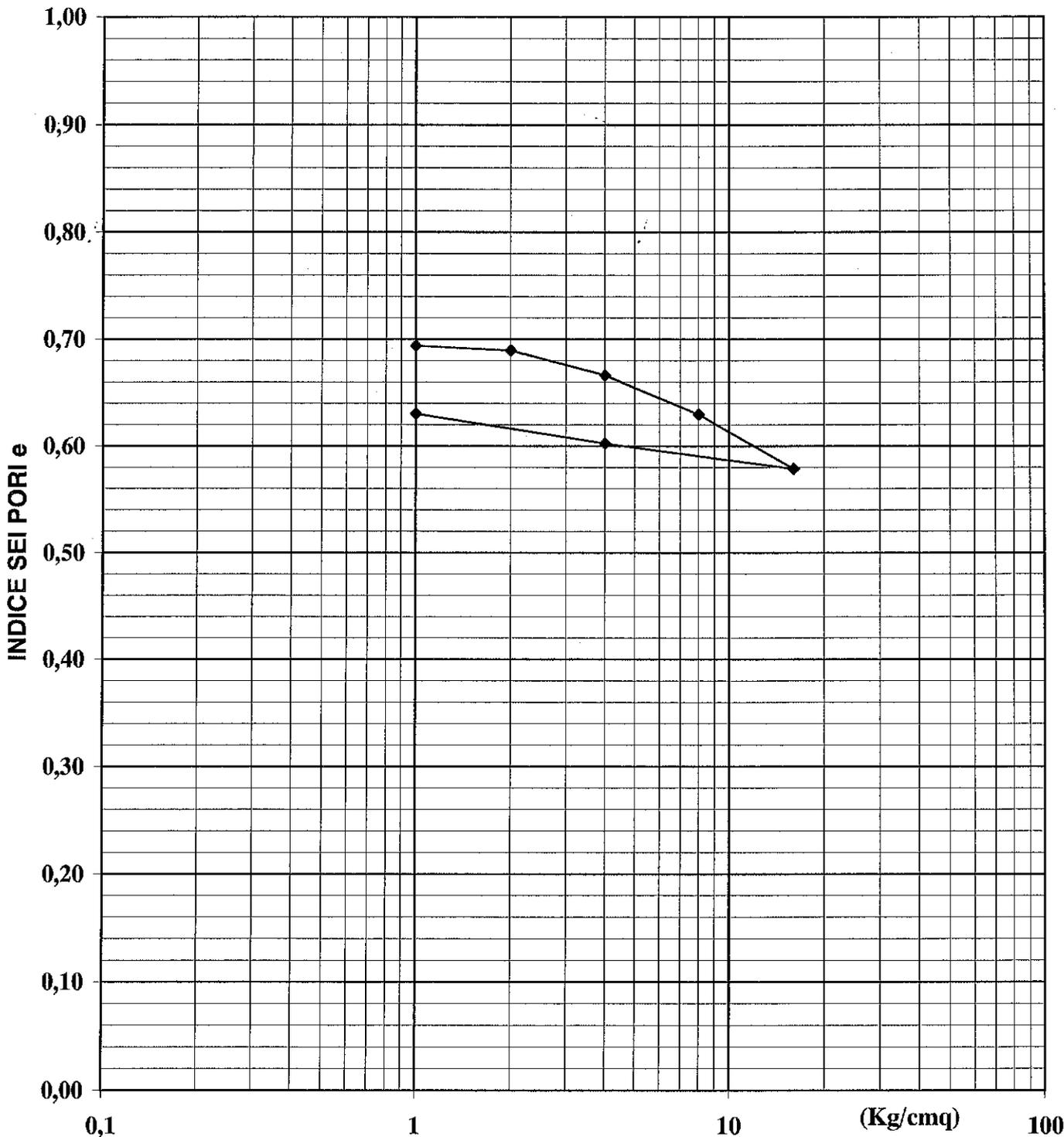
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T7      Campione : 4      Profondità : 13,50-14,00 m.

### CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1196/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T7 CAMPIONE : C 5 PROFONDITA' : m. 16,00-16,50

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,689$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 2,063$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 10,862$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,169$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,861$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,445$	
Porosità	$n = 30,797$	%
Grado di saturazione	$S_r = 65,633$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA' : Volturino (FG)  
 CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

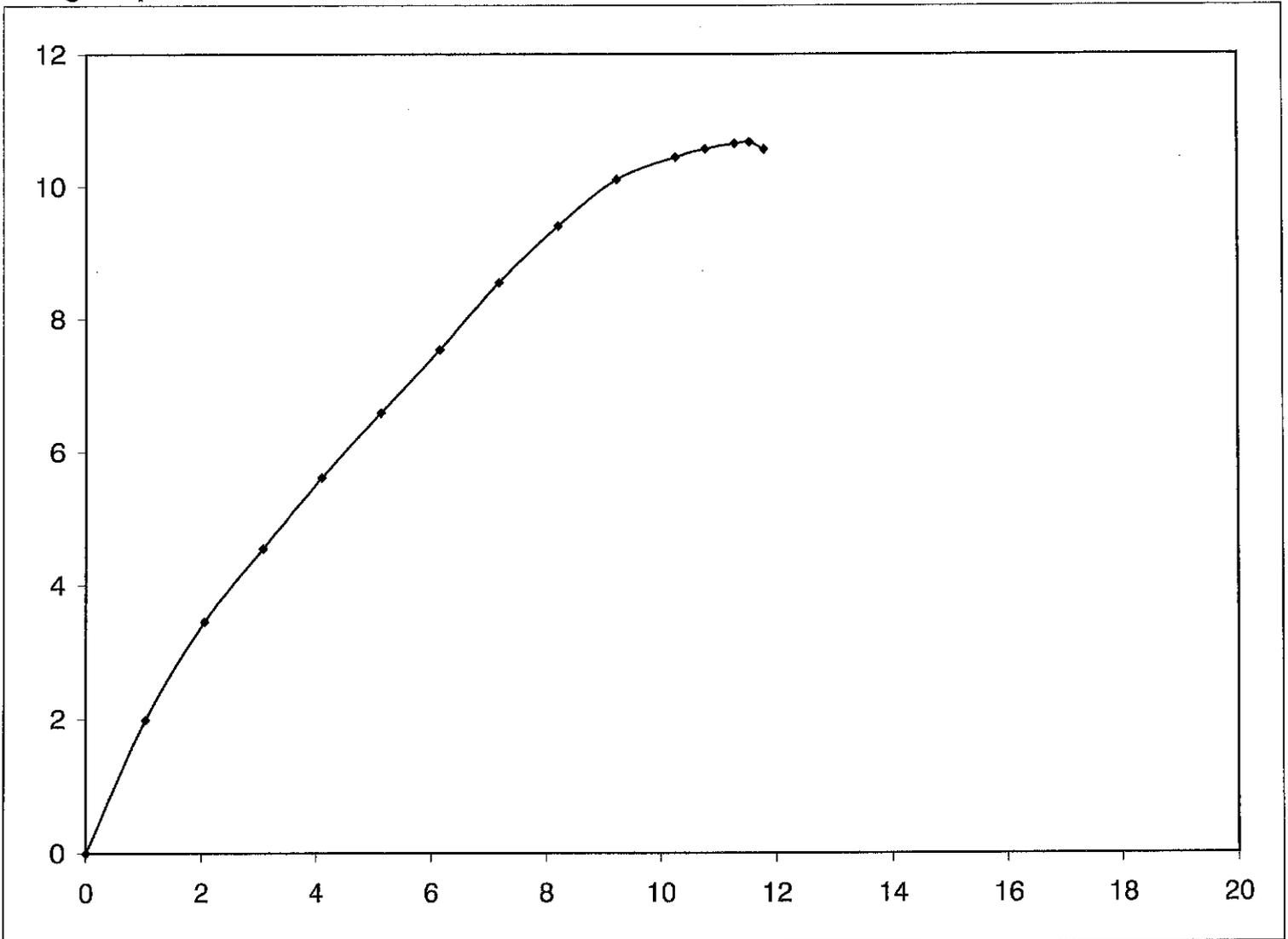
Sondaggio N. T7 Campione N. 5 Profondità m. 16,00-16,50

Velocità della pressa = 1,270 mm/min.

Ef = Modulo di Young non drenato (secante a rottura)

Provino N	Dimensioni		Fase di rottura			
	D cm	H cm	Ef kg/cmq	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ %	Cu kg/cmq
1	8,4	19,5	92,49	10,672	11,54	5,34

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1196/ 3

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7                      Campione N. 5                      Profondità m. 16,00-16,50

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

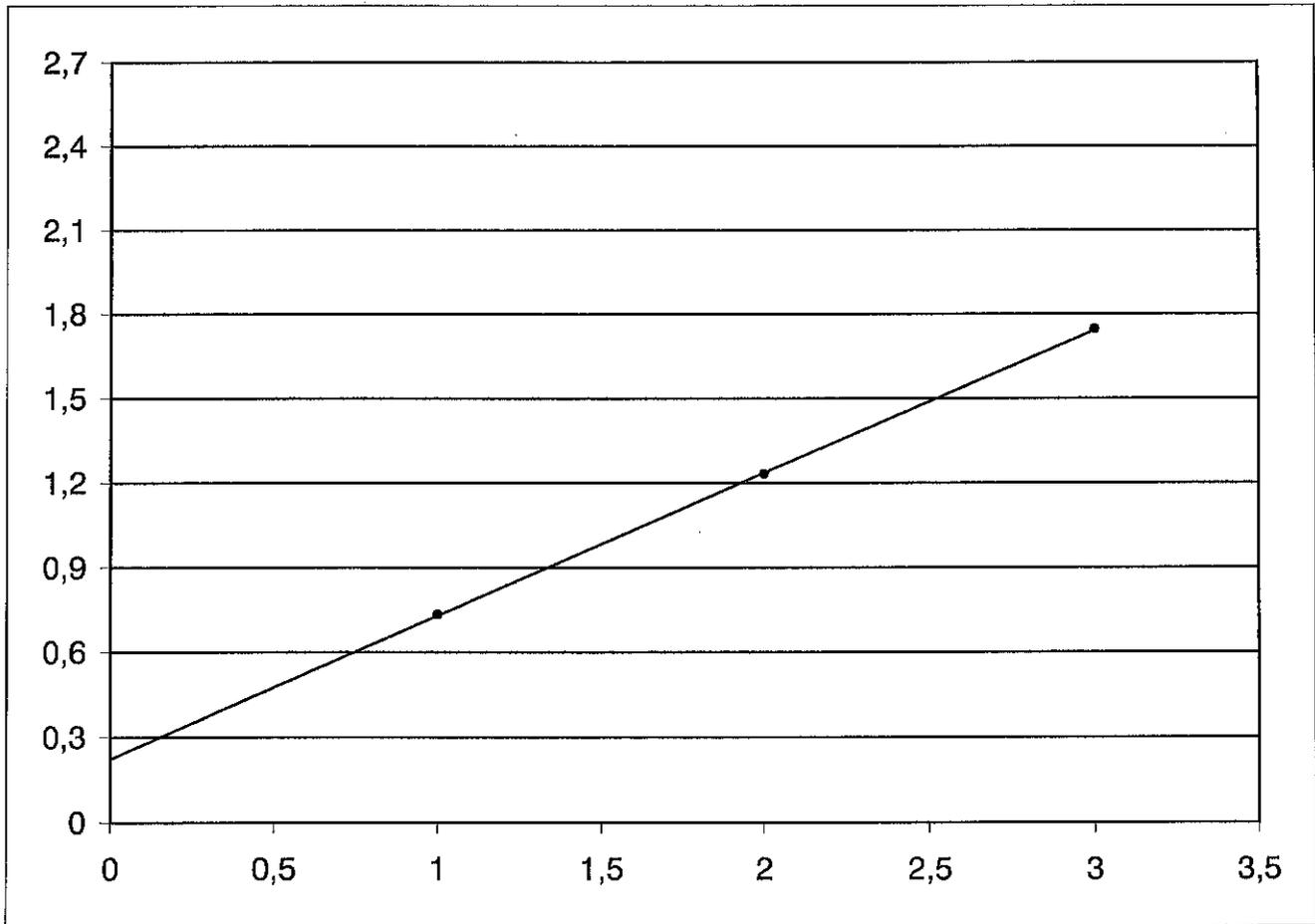
Tipo di prova	CONSOLIDATA DRENATA
Velocità della prova	mm/min. 0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	20	60	1	1,71	24	1	2	0,7335
2	20	60	2	2,16	48	2	3,01	1,2312
3	20	60	3	3,04	72	3	3,36	1,746

$\Phi = 26,86^\circ$

$C = 0,2244 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1196/ 4

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

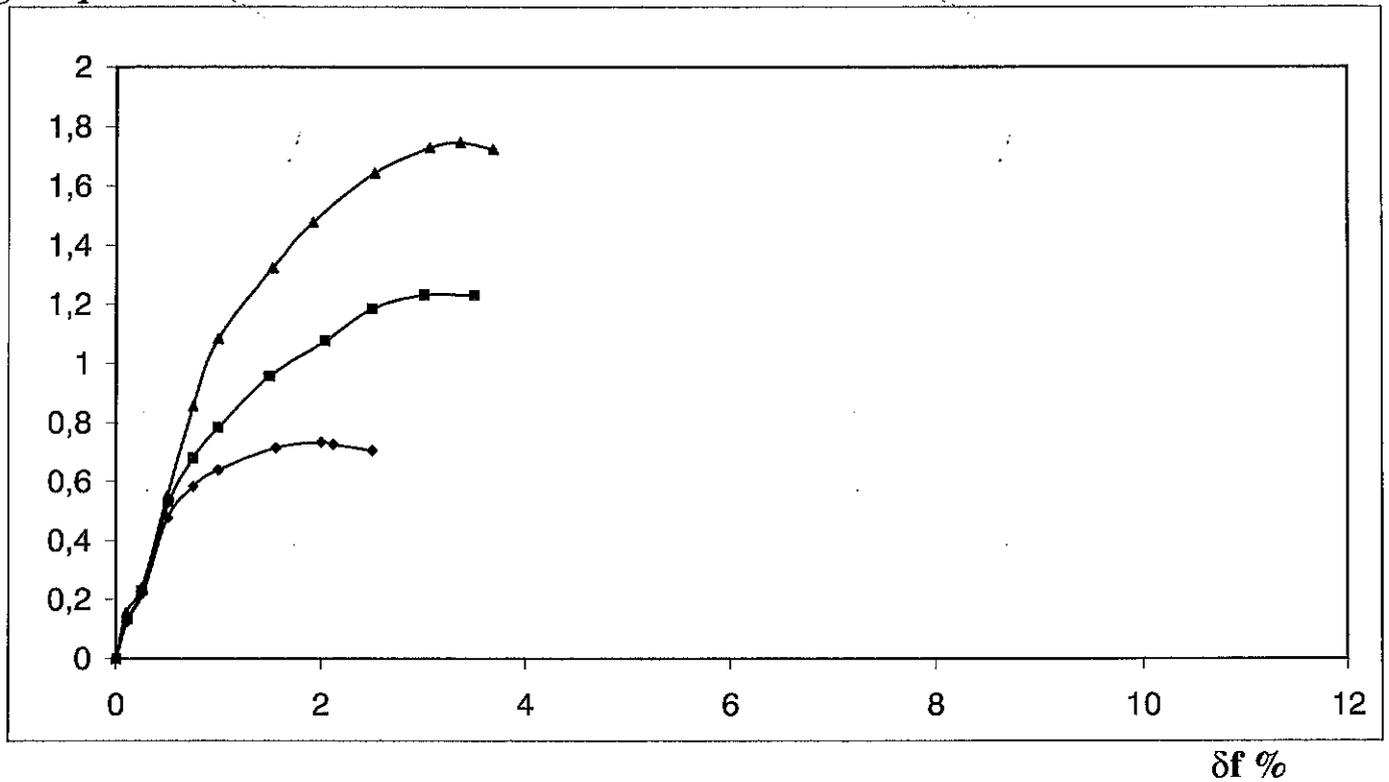
Sondaggio N. T7

Campione N. 5

Profondità m. 16,00-16,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. **1196/ 5**

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : **Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano**

LOCALITA' : **Volturino (FG)**

CANTIERE : **Parco Eolico S. Bartolomeo**

Sondaggio N. **T7**                      Campione N. **5**                      Profondità m. **16,00-16,50**

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

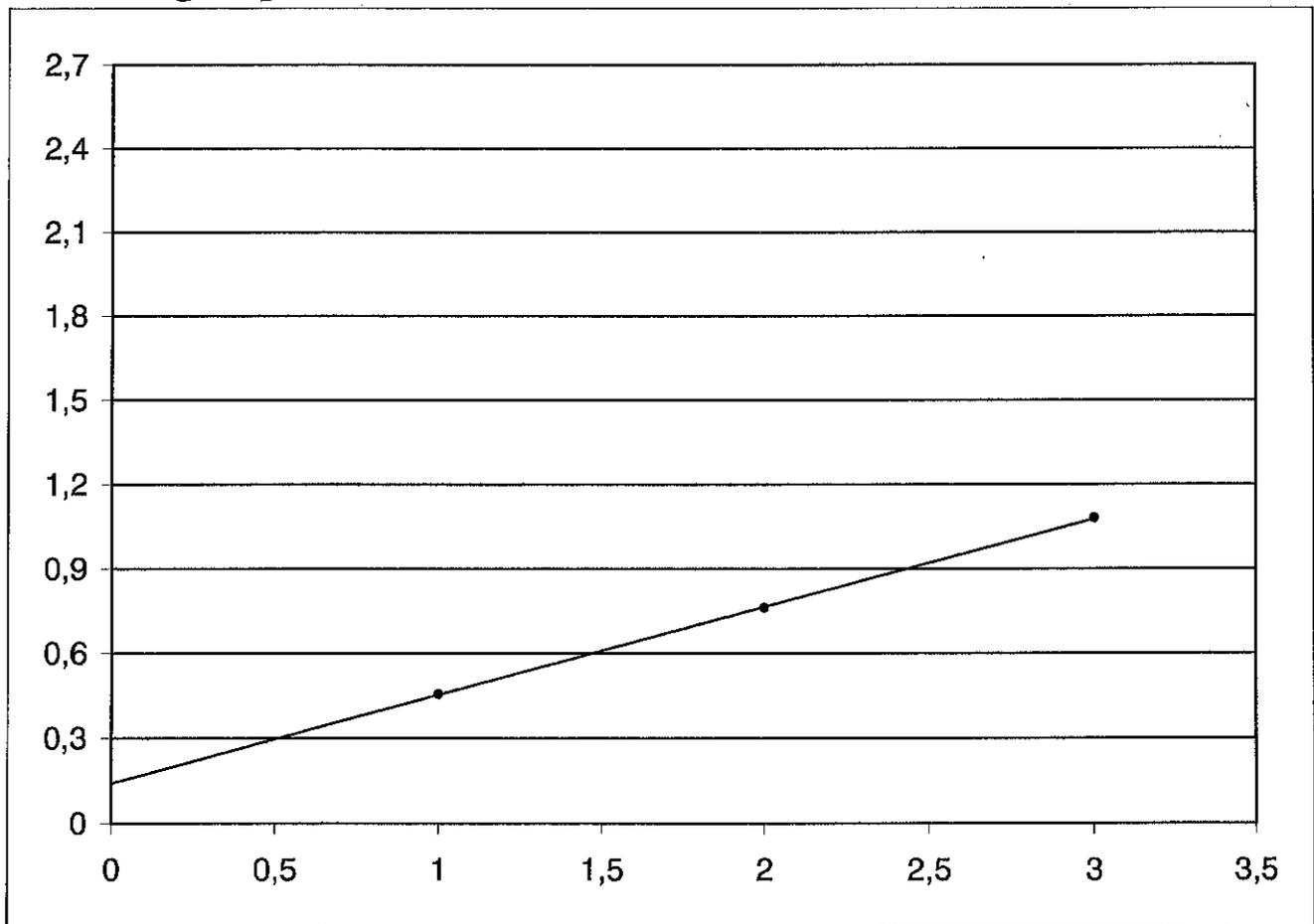
Tipo di prova	<b>TAGLIO RESIDUO</b>
Velocità della prova	mm/min.                      0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno                      0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	18,29	60	//	//	//	1	4	0,4558
2	17,84	60	//	//	//	2	5,26	0,7619
3	16,96	60	//	//	//	3	5,03	1,0795

$\Phi = 17,33^\circ$

$C = 0,1420 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. 1196/ 6

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

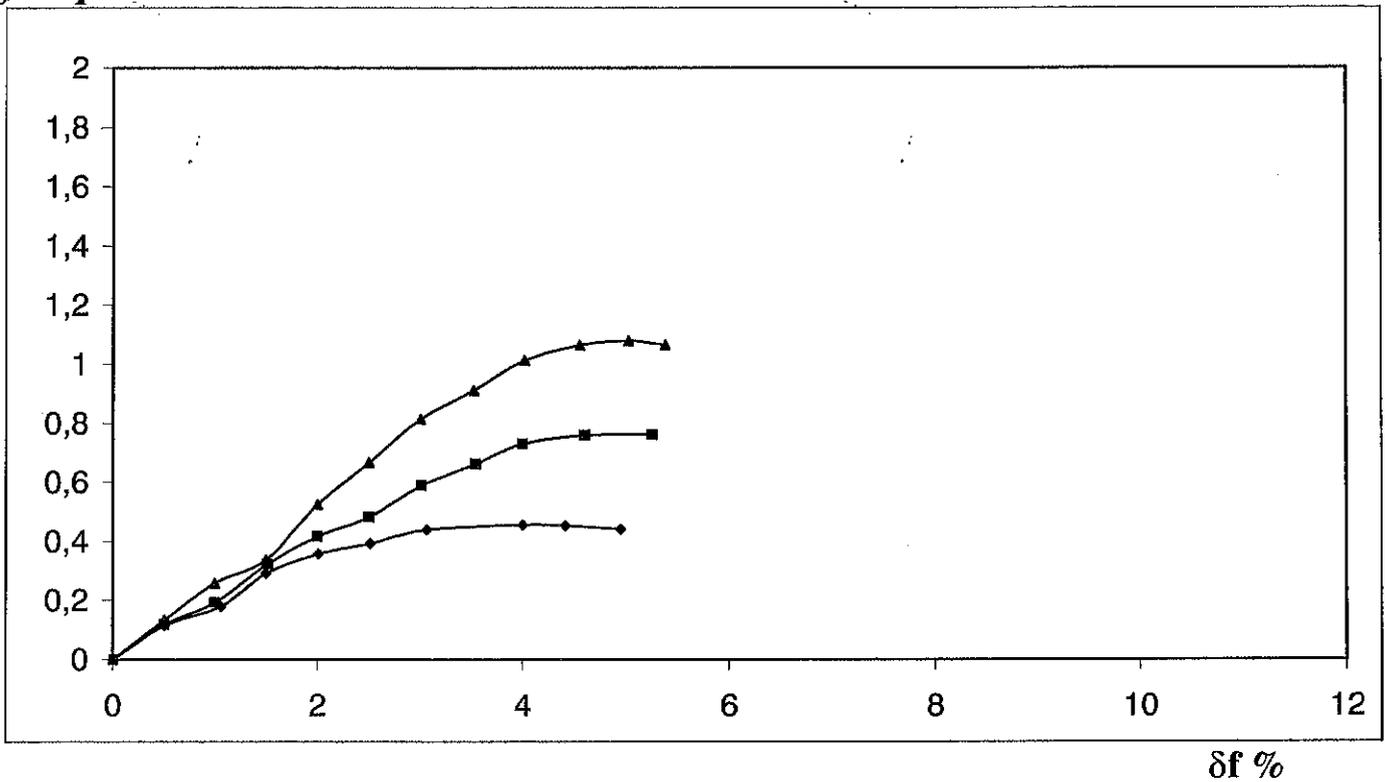
Sondaggio N. T7

Campione N. 5

Profondità m. 16,00-16,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1197/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T7 CAMPIONE : C 6 PROFONDITA' : m. 19,50-20,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,689$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 2,104$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 12,759$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,172$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,866$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,441$	
Porosità	$n = 30,609$	%
Grado di saturazione	$S_r = 77,779$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA' : Volturino (FG)  
 CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

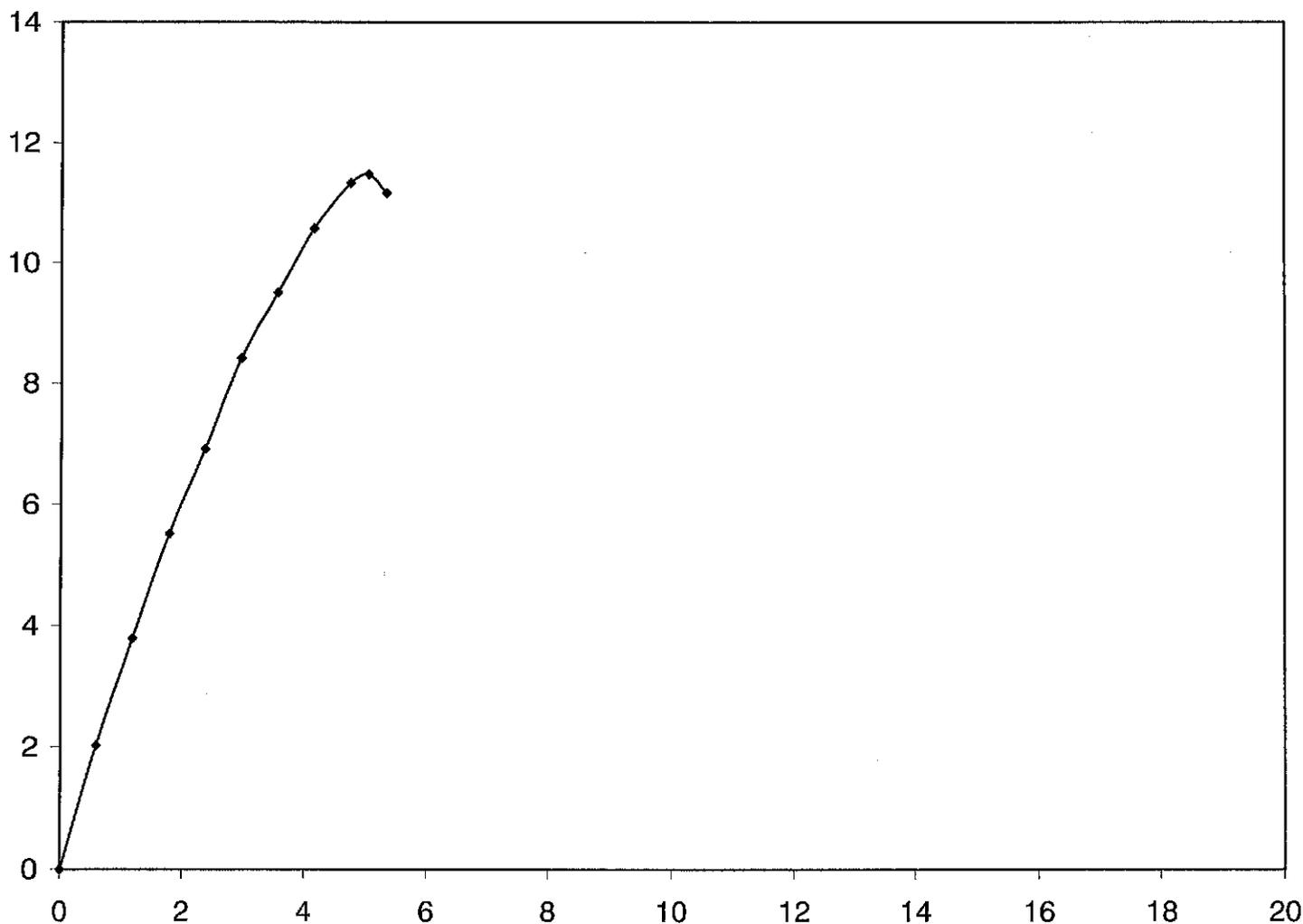
Sondaggio N. T7 Campione N. 6 Profondità m. 19,50-20,00

Velocità della pressa = 1,270 mm/min.

Ef = Modulo di Young non drenato (secante a rottura)

Provino	Dimensioni		Fase di rottura			
	D cm	H cm	Ef kg/cmq	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ %	Cu kg/cmq
1	8,5	16,9	228,14	11,475	5,03	5,74

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

$\delta f$  %

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1197/ 3

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T7

Campione N. 6

Profondità m. 19,50-20,00

## CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Tipo di prova

CONSOLIDATA DRENATA

Velocità della prova

mm/min. 0,005

Costante micr. Cedimenti

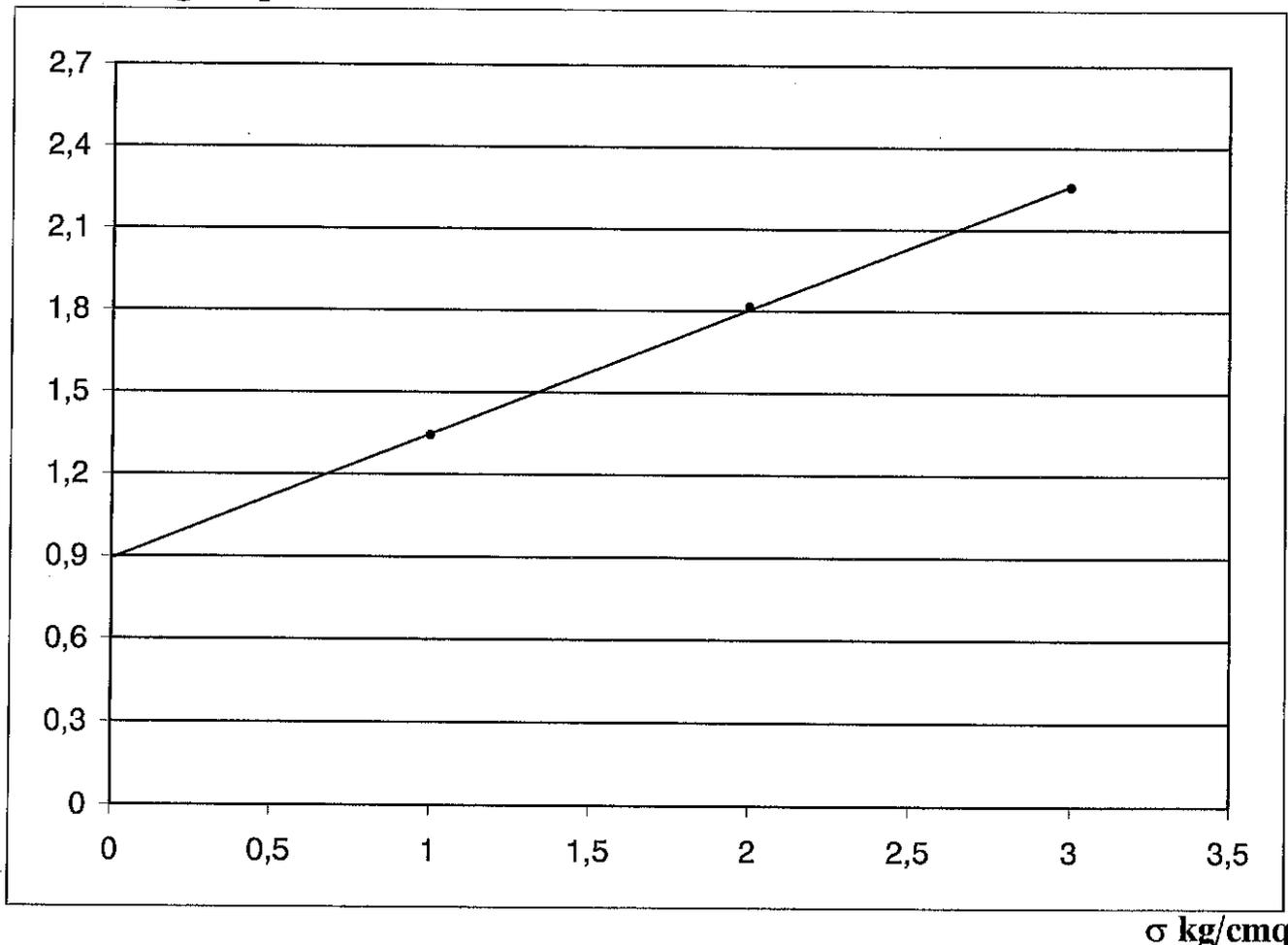
mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	30	60	1	0,37	24	1	2,21	1,343
2	30	60	2	0,58	48	2	1,2	1,815
3	30	60	3	0,71	72	3	1,37	2,256

$$\Phi = 24,55^\circ$$

$$C = 0,8917 \text{ kg/cmq}$$

$\tau$  kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1197/ 4

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

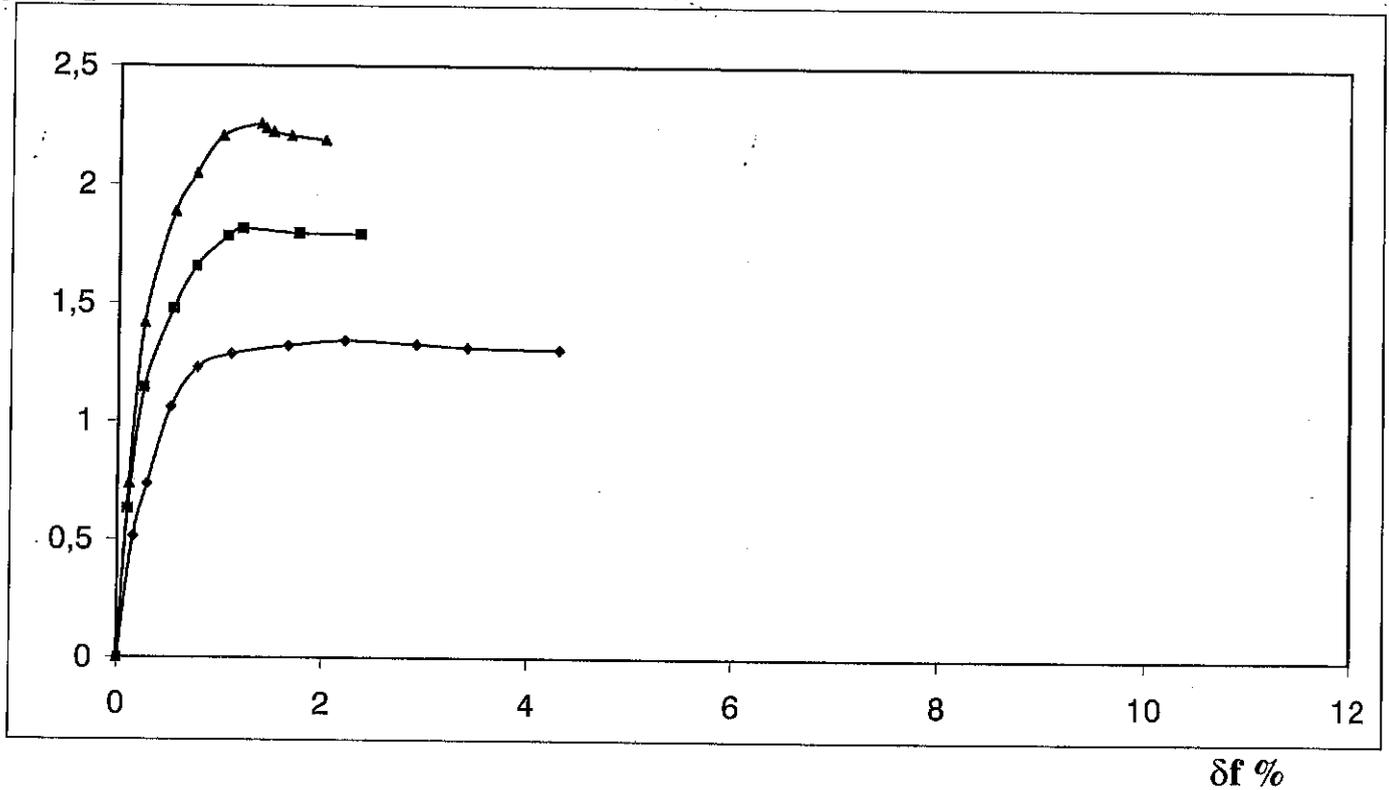
Sondaggio N. T7

Campione N. 6

Profondità m. 19,50-20,00

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. **1197/ 5**

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : **Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano**

LOCALITA' : **Volturino (FG)**

CANTIERE : **Parco Eolico S. Bartolomeo**

Sondaggio N. **T7**

Campione N. **6**

Profondità m. **19,50-20,00**

## CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Tipo di prova

TAGLIO RESIDUO

Velocità della prova

mm/min. **0,005**

Costante micr. Cedimenti

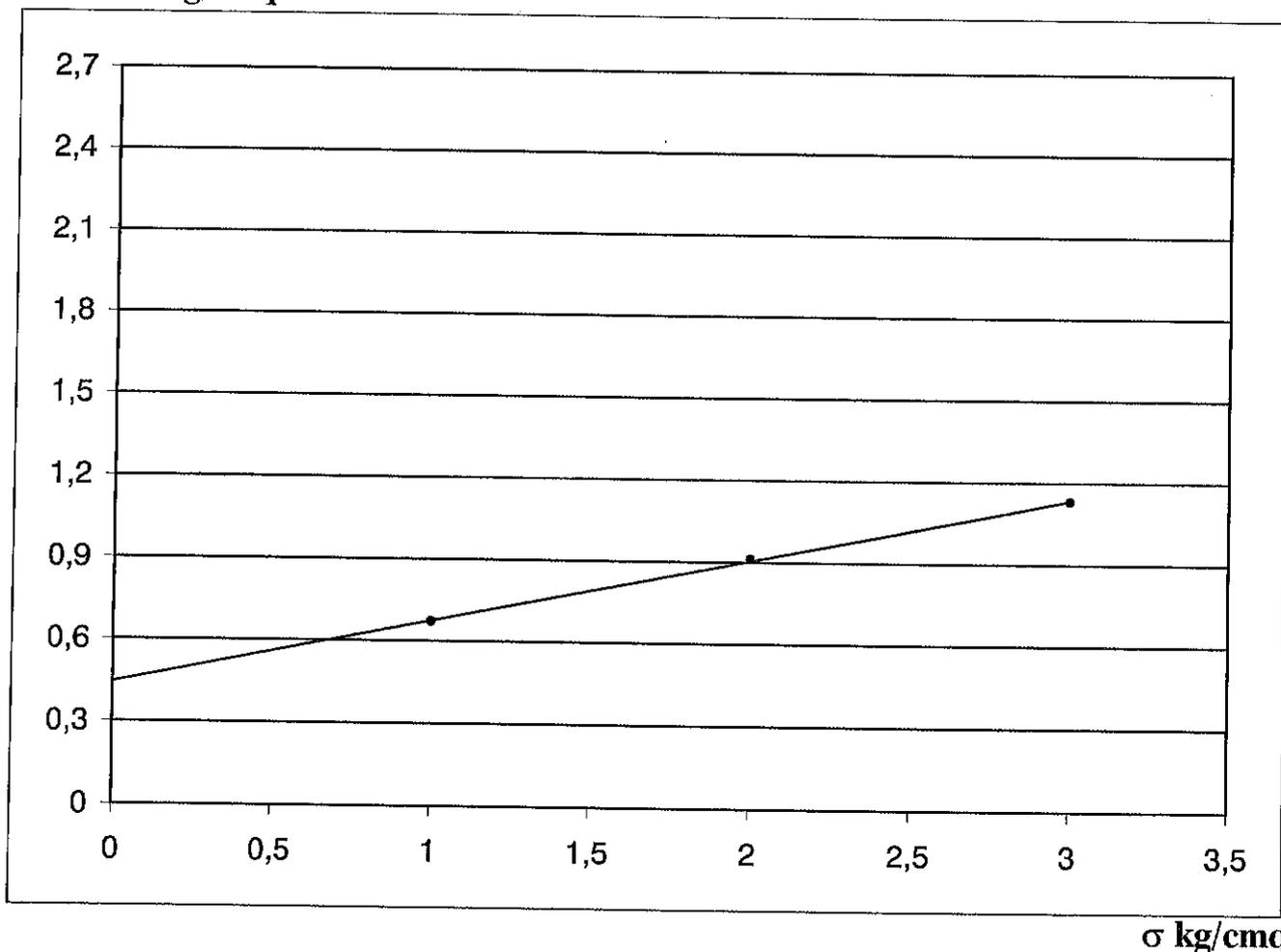
mm/segno **0,01**

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	29,63	60	//	//	//	1	2,21	0,6715
2	29,42	60	//	//	//	2	1,52	0,912
3	29,29	60	//	//	//	3	2,52	1,1305

$\Phi = 12,93^\circ$

$C = 0,4457 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. 1197/ 6

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

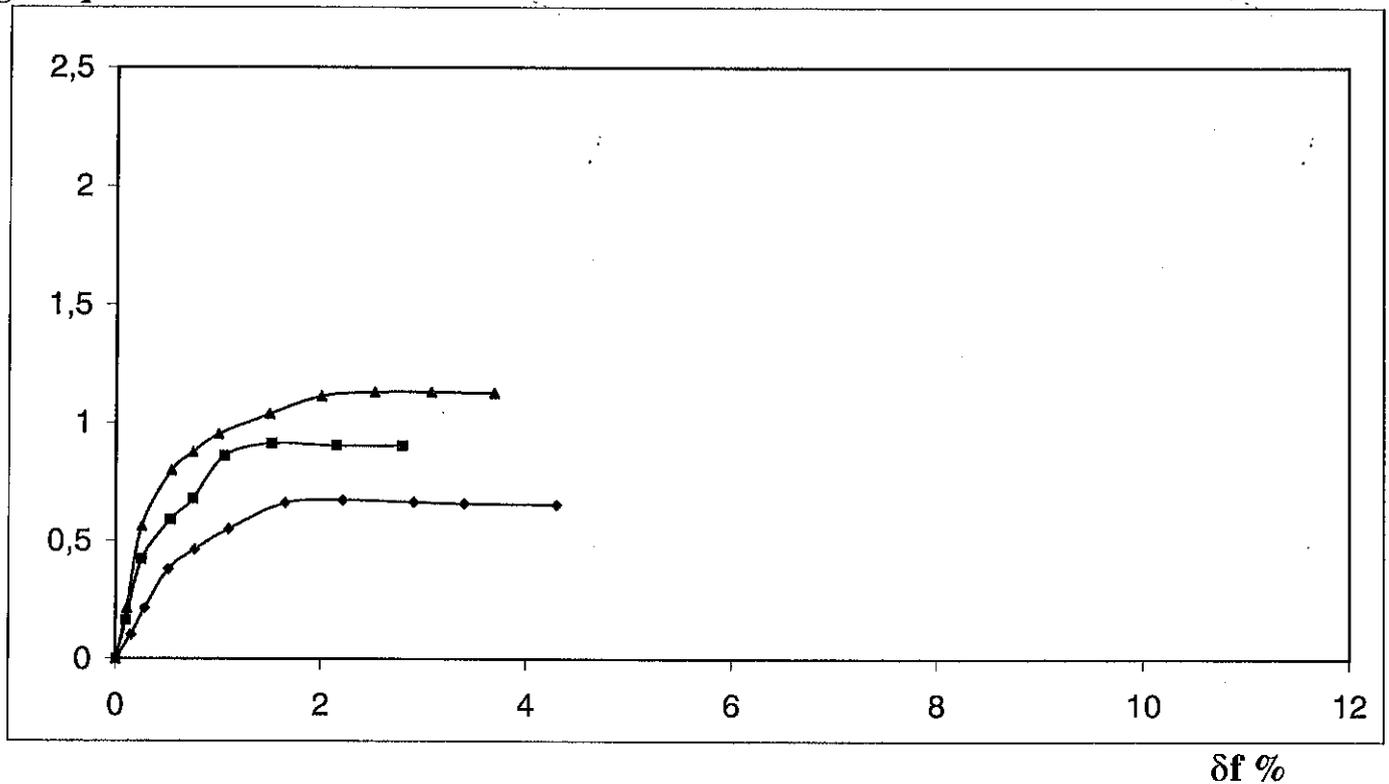
Sondaggio N. T7

Campione N. 6

Profondità m. 19,50-20,00

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1198/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S

T8

CAMPIONE : C

1

PROFONDITA' : m.

5,00-5,50

Peso specifico dei grani  $\gamma_s = 2,711$  gr/cm<sup>3</sup>

Peso di volume  $\gamma = 1,8$  gr/cm<sup>3</sup>

Contenuto naturale in acqua  $w = 33,645$  %

Peso di volume saturo  $\gamma_{sat} = 1,85$  gr/cm<sup>3</sup>

Peso secco  $\gamma_d = 1,347$  gr/cm<sup>3</sup>

Indice dei pori  $e = 1,013$

Porosità  $n = 50,319$  %

Grado di saturazione  $S_r = 90,055$  %

IL TECNICO DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

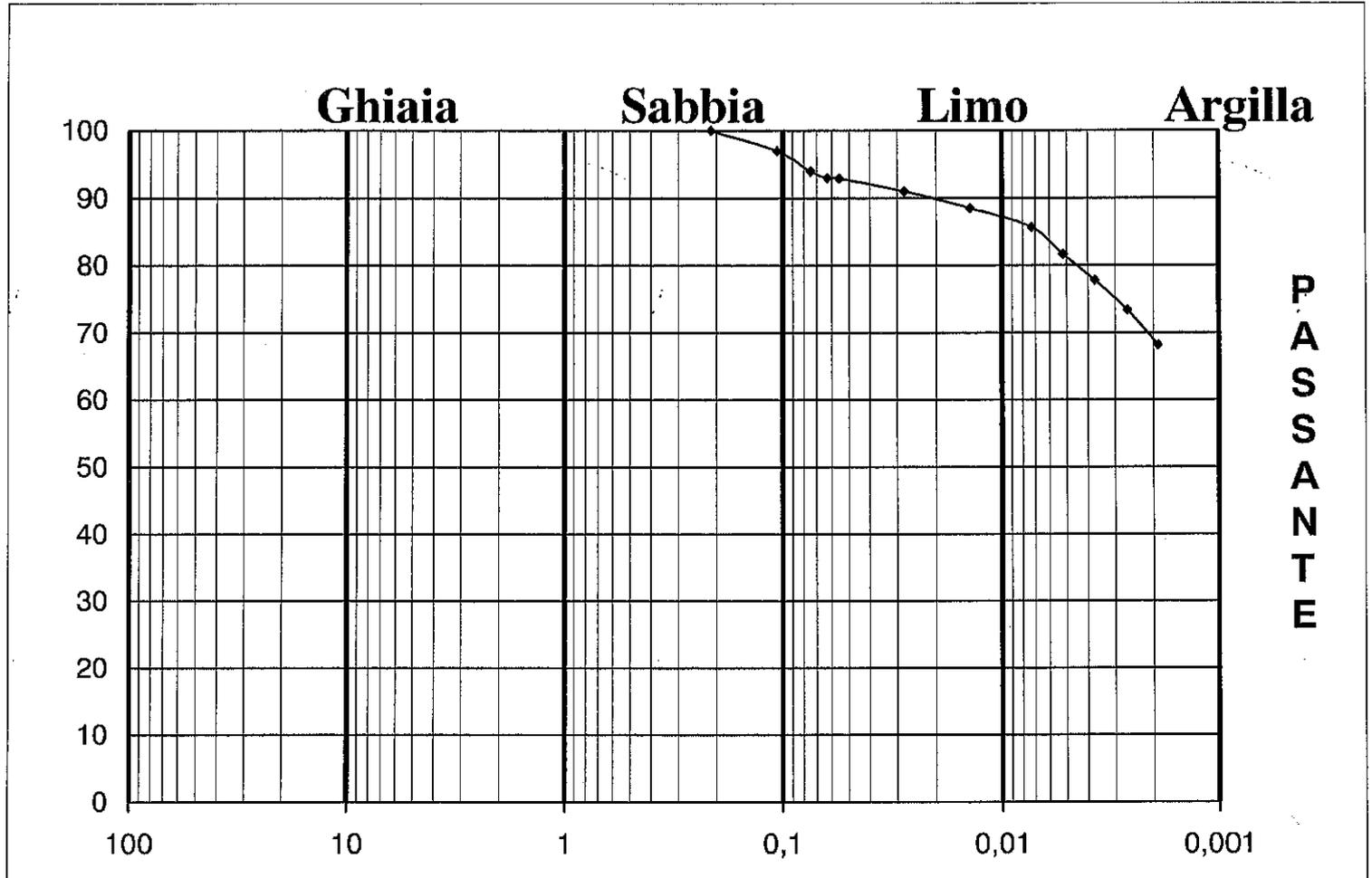
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T8

Campione N. 1

Profondità m. 5,00-5,50



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
\\	7%	24%	69%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10	( 2,00 mm )	100%
Passante al setaccio n. 40	( 0,42 mm )	100%
Passante al setaccio n. 200	( 0,074 mm )	94%

**DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:** Argilla Limosa deb. Sabbiosa

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# LIMITI DI ATTERBERG

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: **T8**                      Campione : **1**                      Profondità : **5,00-5,50 m.**

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 33,64 %

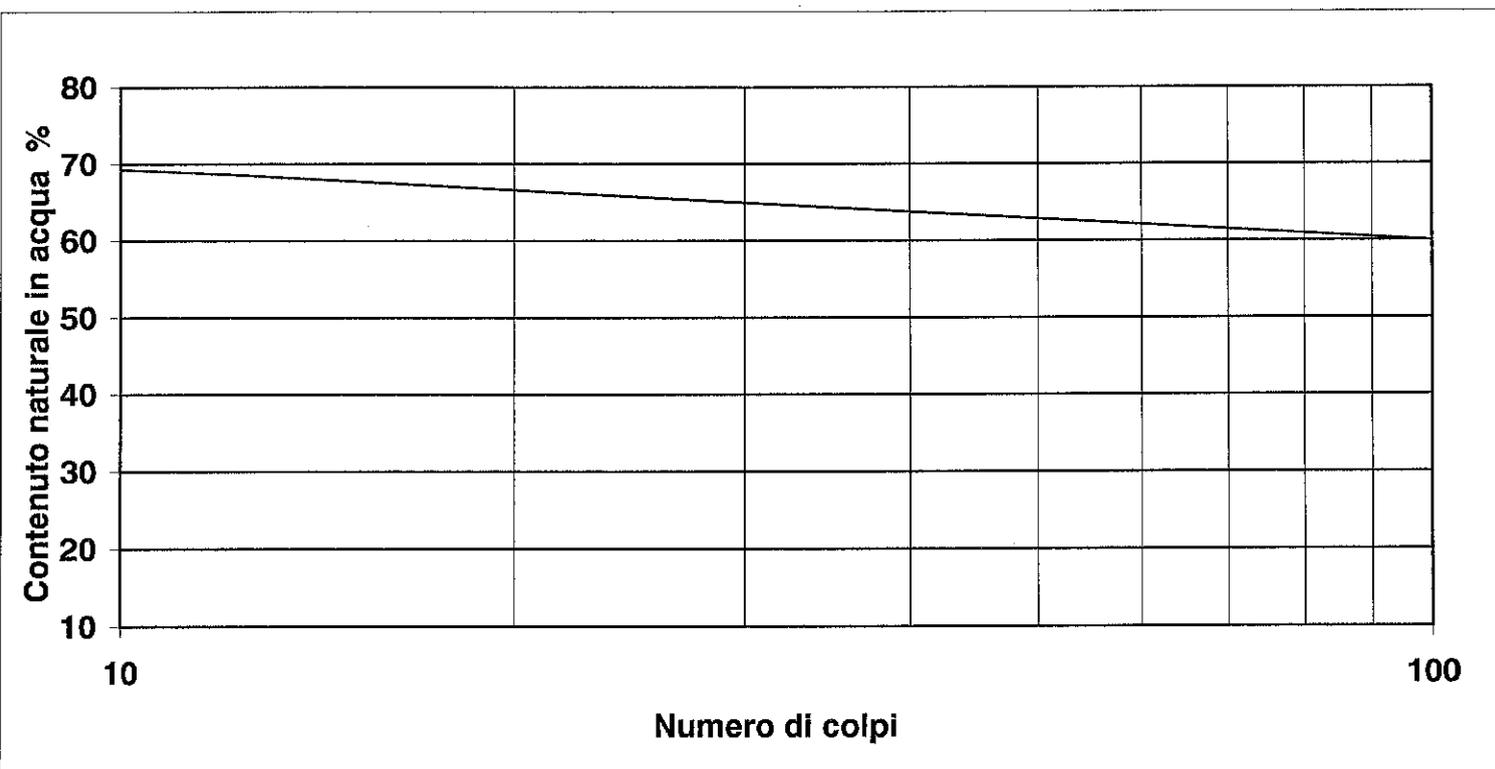
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
5	9
12	48
25,204	24,963
23,374	23,291
20,71	20,638
1,83	1,672
2,664	2,653
68,694	63,023

LIMITE PLASTICO
70
//
25,078
23,768
20,54
1,31
3,228
40,582

### RISULTATI

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	66,646 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	40,582 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	26,064
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	1,266



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1198/ 4

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T8                      Campione N. 1                      Profondità m. 5,00-5,50

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

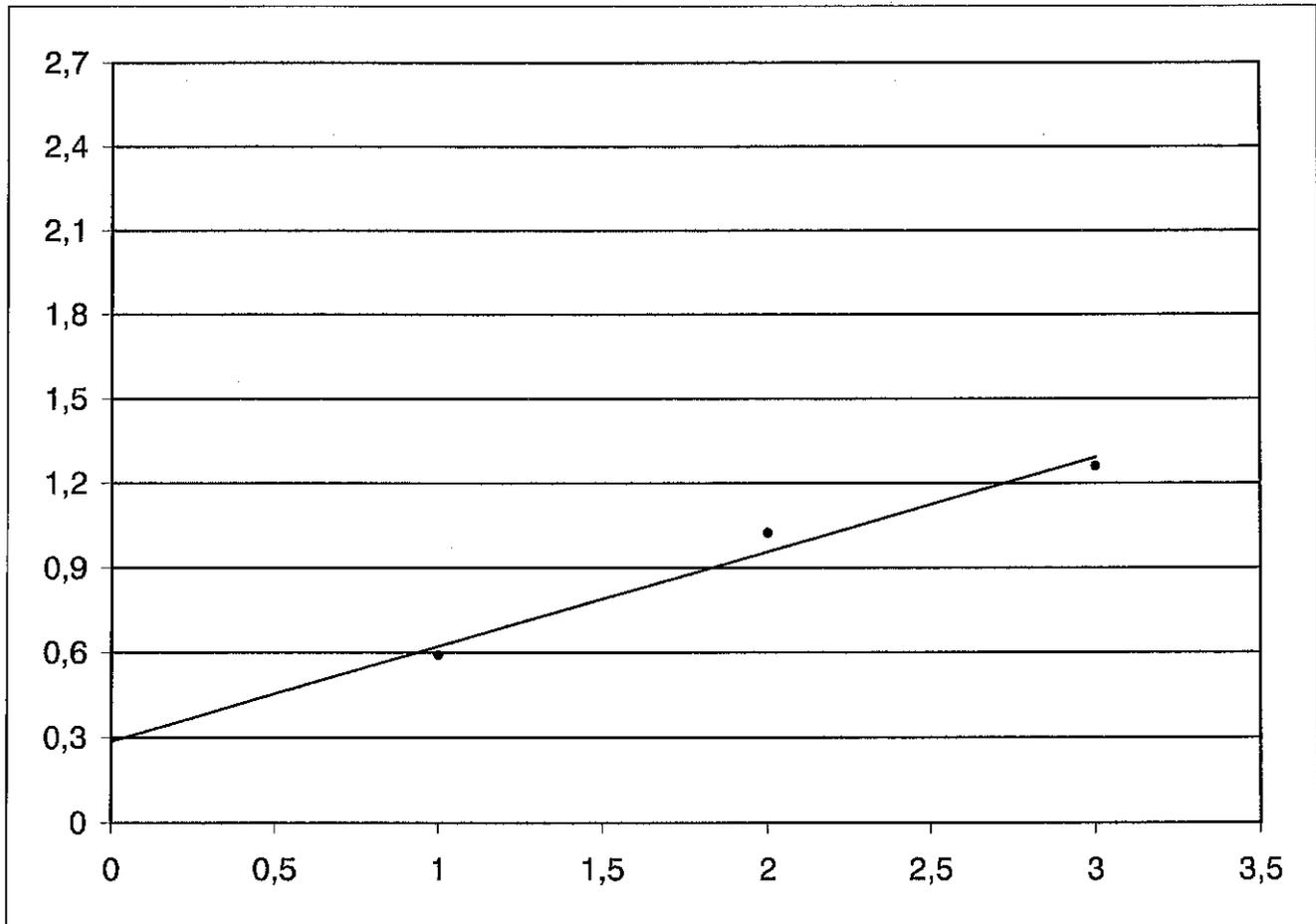
Tipo di prova	CONSOLIDATA DRENATA
Velocità della prova	mm/min. 0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	30	60	1	1,52	24	1	1,2	0,59
2	30	60	2	2,41	48	2	1,7	1,023
3	30	60	3	2,74	72	3	1,85	1,26

$\Phi = 18,53^\circ$

$C = 0,2877 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. 1198/ 7

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

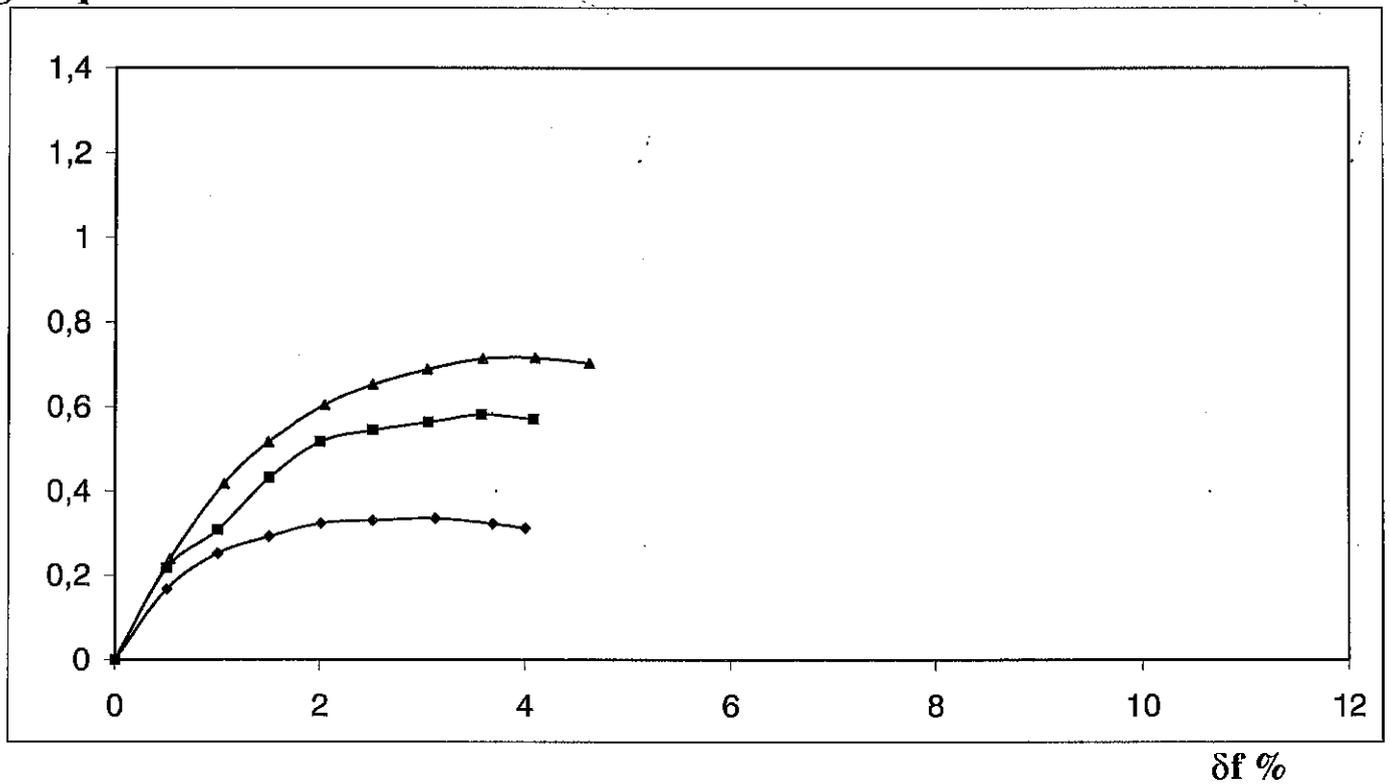
Sondaggio N. T8

Campione N. 1

Profondità m. 5,00-5,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1198/ 5

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

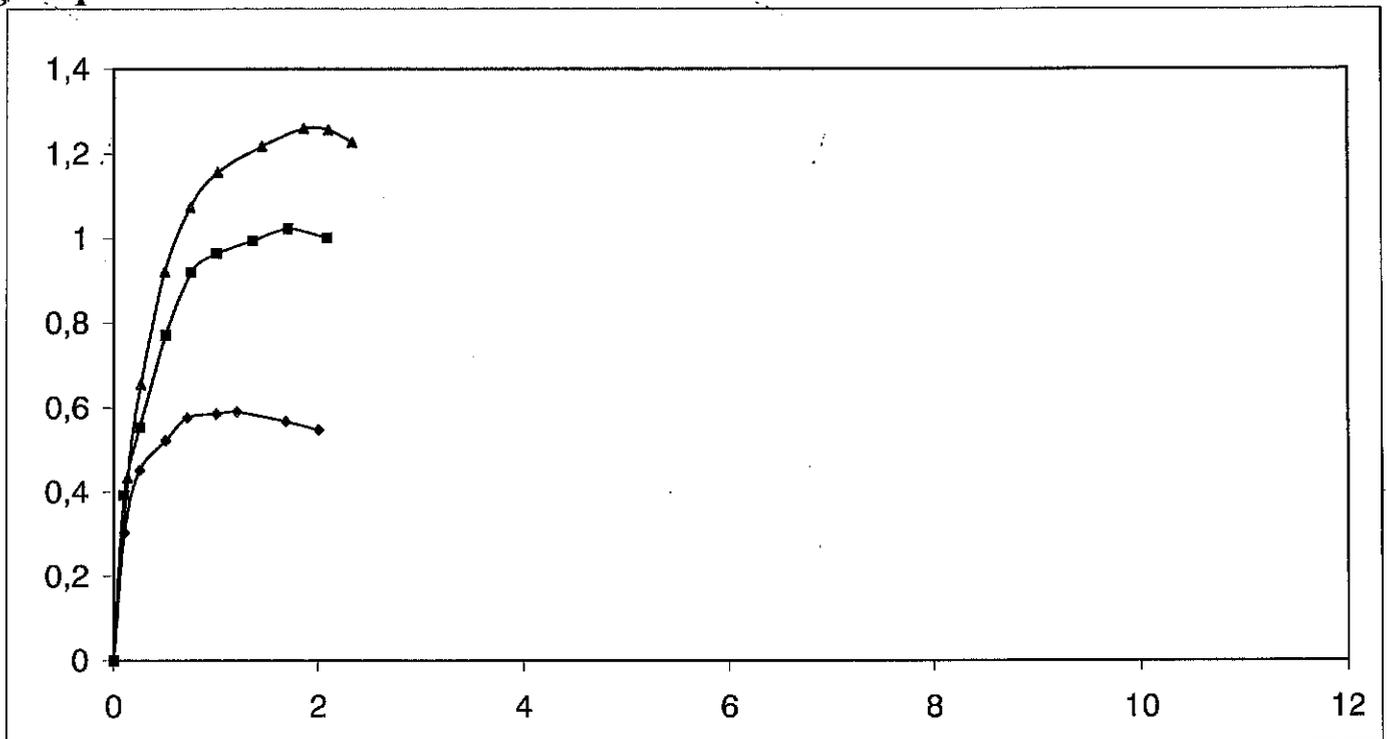
Sondaggio N. T8

Campione N. 1

Profondità m. 5,00-5,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



δf %

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. 1198/ 6

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T8                      Campione N. 1                      Profondità m. 5,00-5,50

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

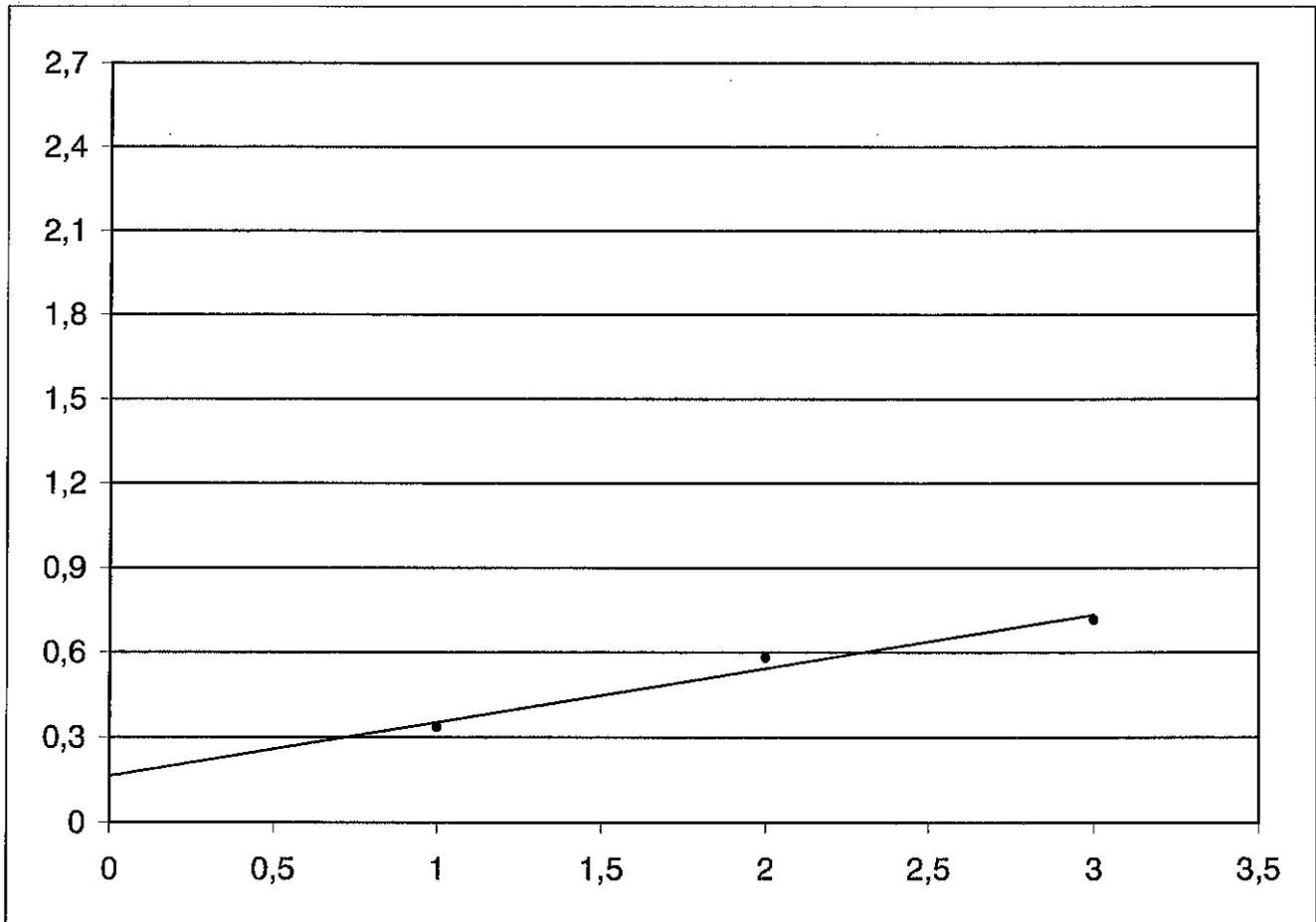
Tipo di prova	TAGLIO RESIDUO
Velocità della prova	mm/min. 0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	28,48	60	//	//	//	1	3,12	0,3355
2	27,59	60	//	//	//	2	3,57	0,5814
3	27,26	60	//	//	//	3	4,09	0,7161

$\Phi = 10,78^\circ$

$C = 0,1637 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1199/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T8 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA' : m. 12,50-13,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,702$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,749$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 34,522$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 1,819$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,3$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 1,078$	
Porosità	$n = 51,882$	%
Grado di saturazione	$S_r = 86,513$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA' : Volturino (FG)  
 CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

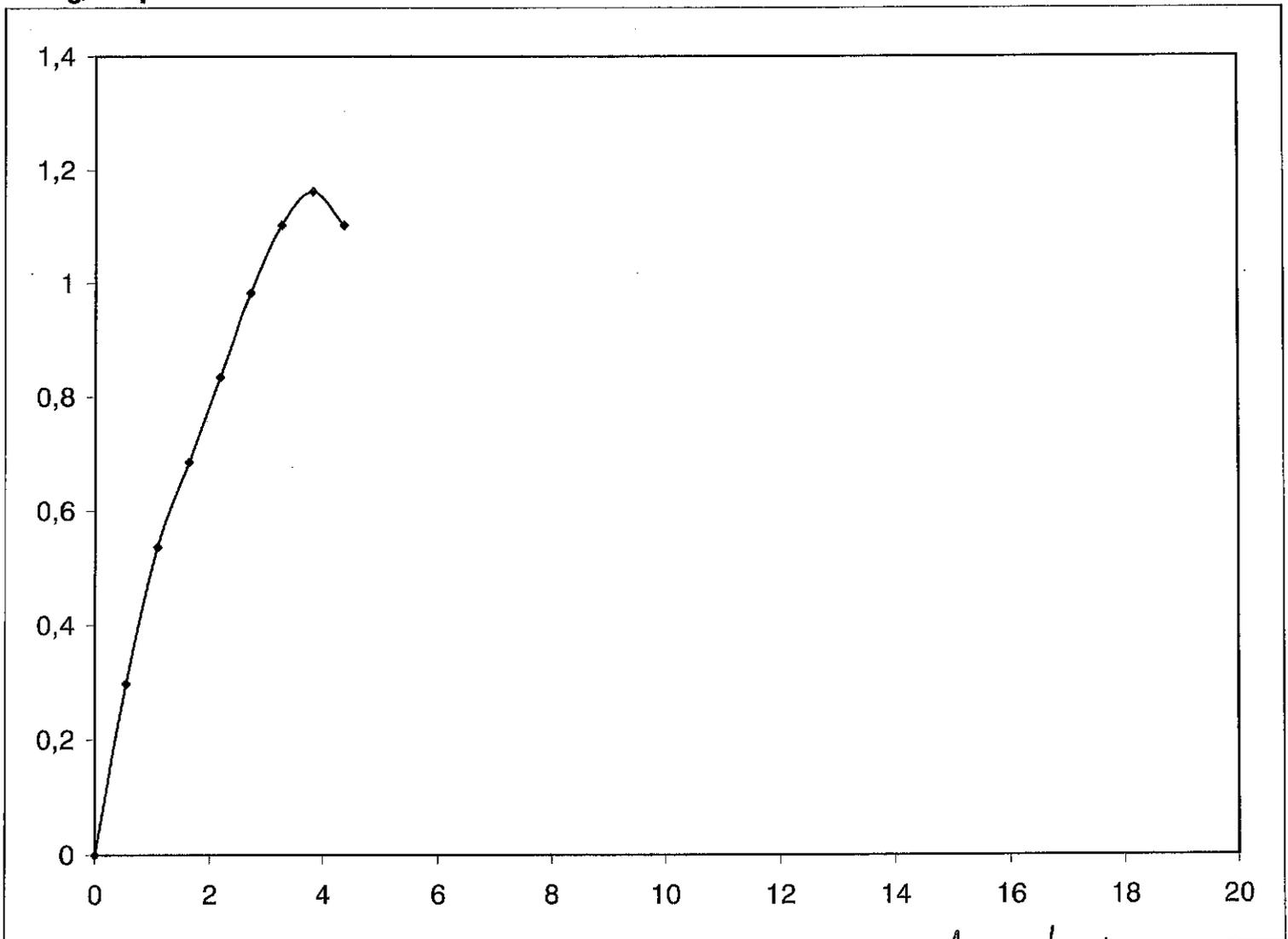
Sondaggio N. T8 Campione N. 2 Profondità m. 12,50-13,00

Velocità della pressa = 1,270 mm/min.

Ef = Modulo di Young non drenato (secante a rottura)

Provino	Dimensioni		Fase di rottura			
	D cm	H cm	Ef kg/cmq	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ %	Cu kg/cmq
1	8,5	18,4	30,55	1,162	3,8	0,58

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

$\delta f$  %

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T8                                      Campione : 2                                      Profondità : 12,50-13,00 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,702	1,749	34,522	1,078	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cmq	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cmq	Coeff. Perme Kv cm/s	Coeff. Cons. Cv cmq/s	Indice Rigon. Cs
0,5	0	0	1,078	//	//	//	//
1	0,08	0,4	1,07	125	//	//	//
2	0,268	1,34	1,05	105,96	//	//	//
4	0,612	3,06	1,014	114,72	//	//	//
8	1,1465	5,7325	0,959	145,09	//	//	//
16	1,91	9,55	0,88	197,55	//	//	//
4	1,59	7,95	0,913	//	//	//	//
0,5	0,83	4,15	0,992	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

Indice di Compressibilità  $C_c = 0,262$

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

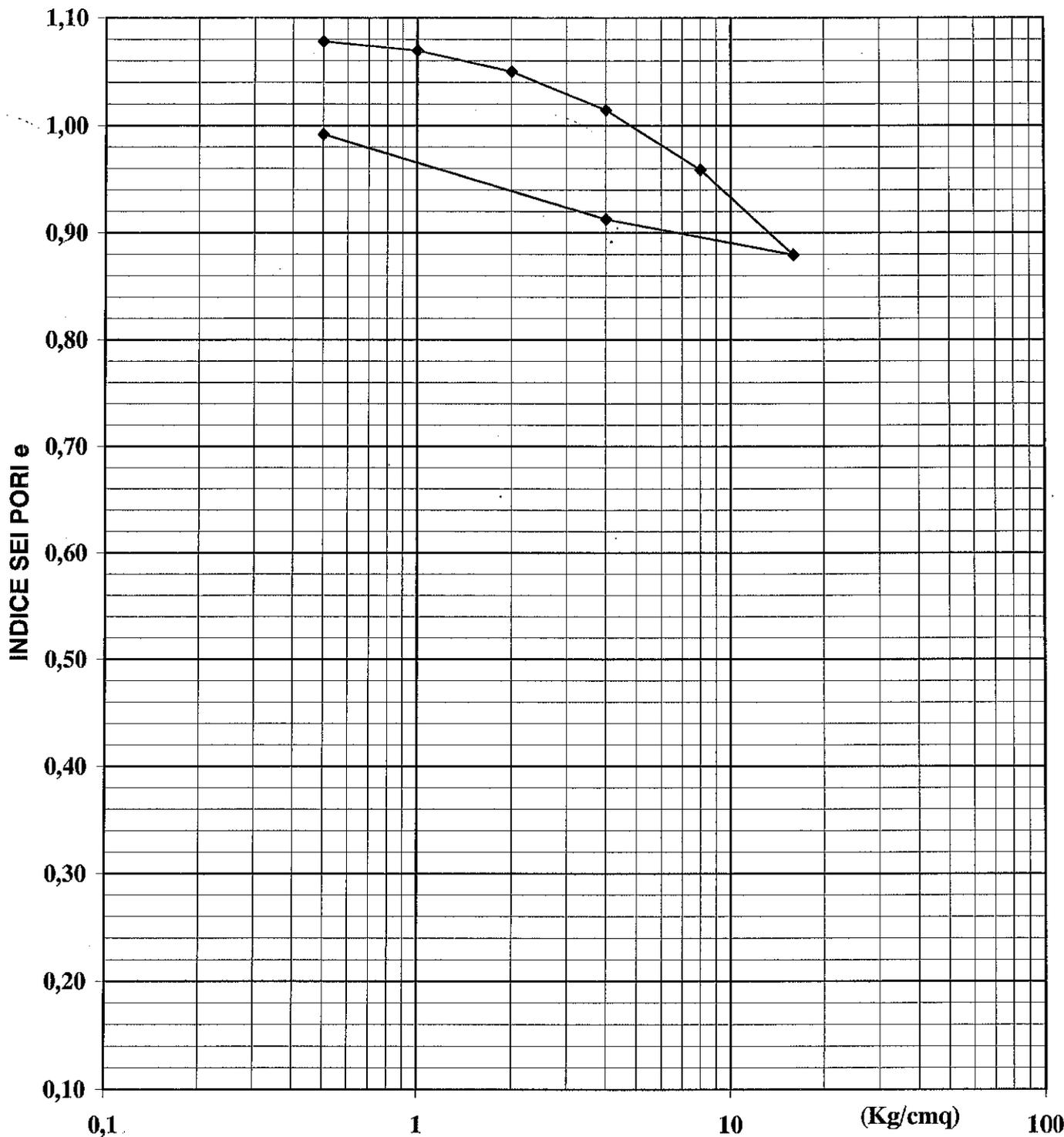
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T8 Campione : 2 Profondità : 12,50-13,00 m.

### CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1200/ 1 Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T8 CAMPIONE : C 3 PROFONDITA' : m. 16,00-16,50

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,721$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,921$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 24,56$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 1,975$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,542$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,764$	
Porosità	$n = 43,321$	%
Grado di saturazione	$S_r = 87,433$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1200/ 2

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T8                      Campione N. 3                      Profondità m. 16,00-16,50

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

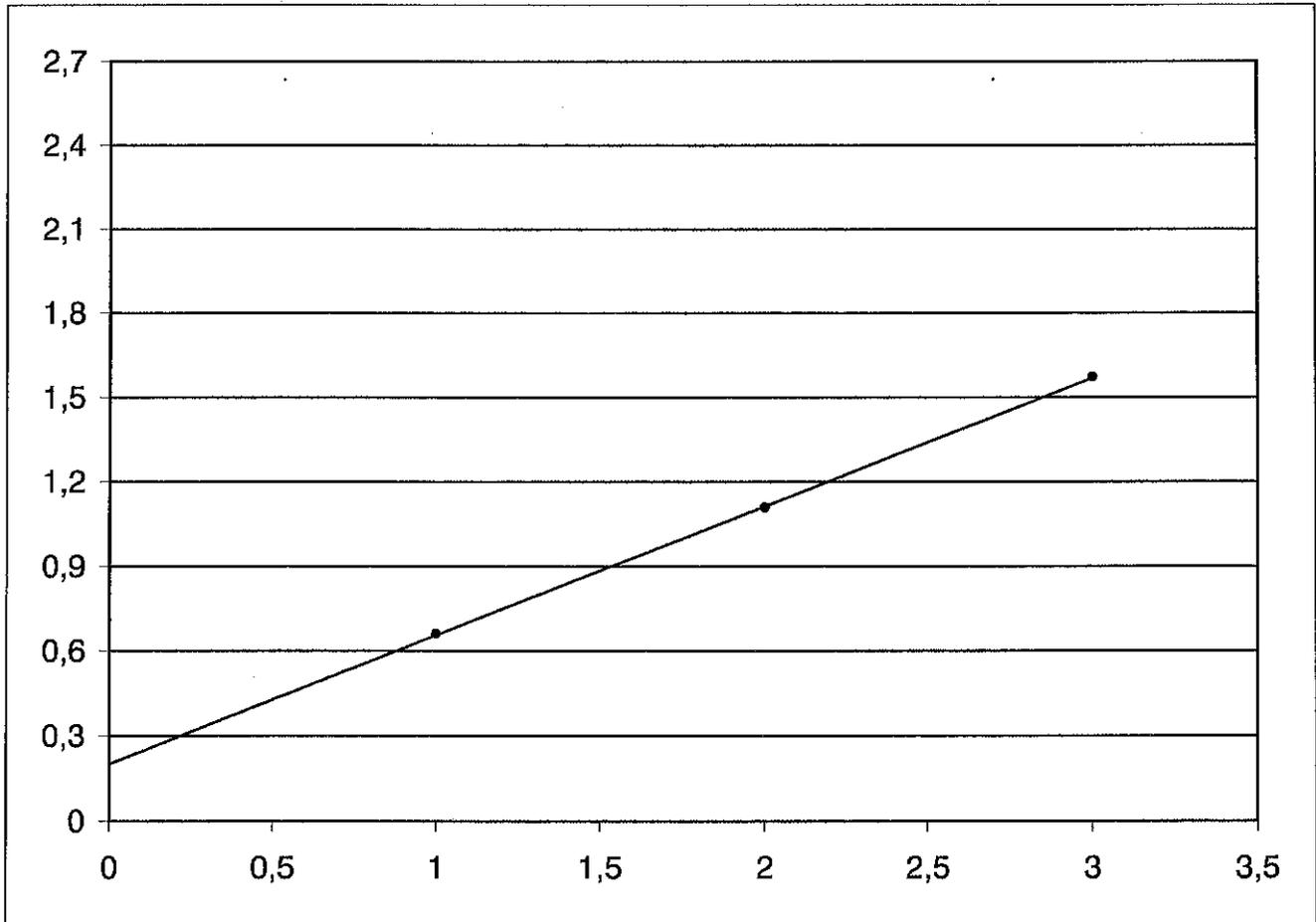
Tipo di prova	CONSOLIDATA DRENATA
Velocità della prova	mm/min. 0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	20	60	1	1,71	24	1	2	0,6602
2	20	60	2	2,16	48	2	3,01	1,1081
3	20	60	3	3,04	72	3	3,36	1,5714

$\Phi = 24,51^\circ$

$C = 0,2020 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1200/ 3

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

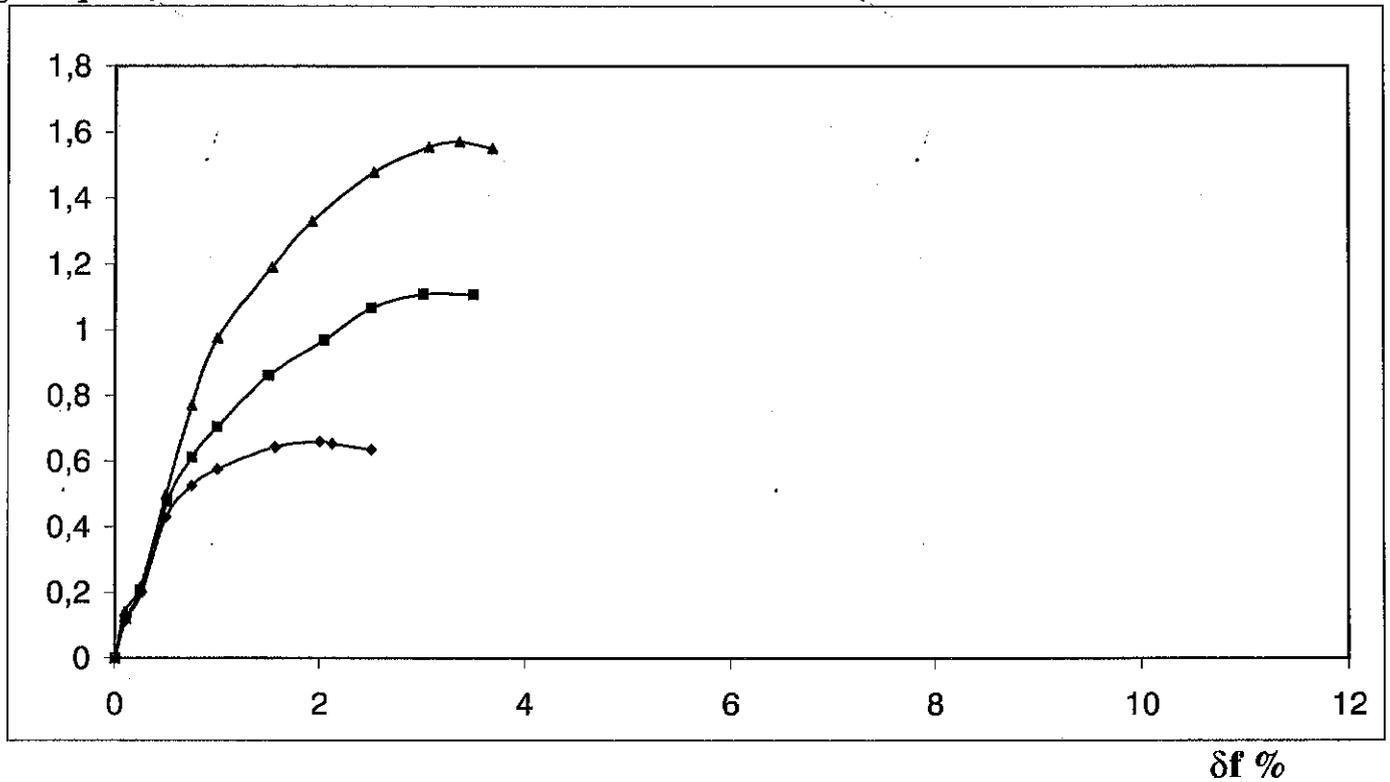
Sondaggio N. T8

Campione N. 3

Profondità m. 16,00-16,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo



# PROVA DI TAGLIO RESIDUO

Certificato N. 1200/ 5

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

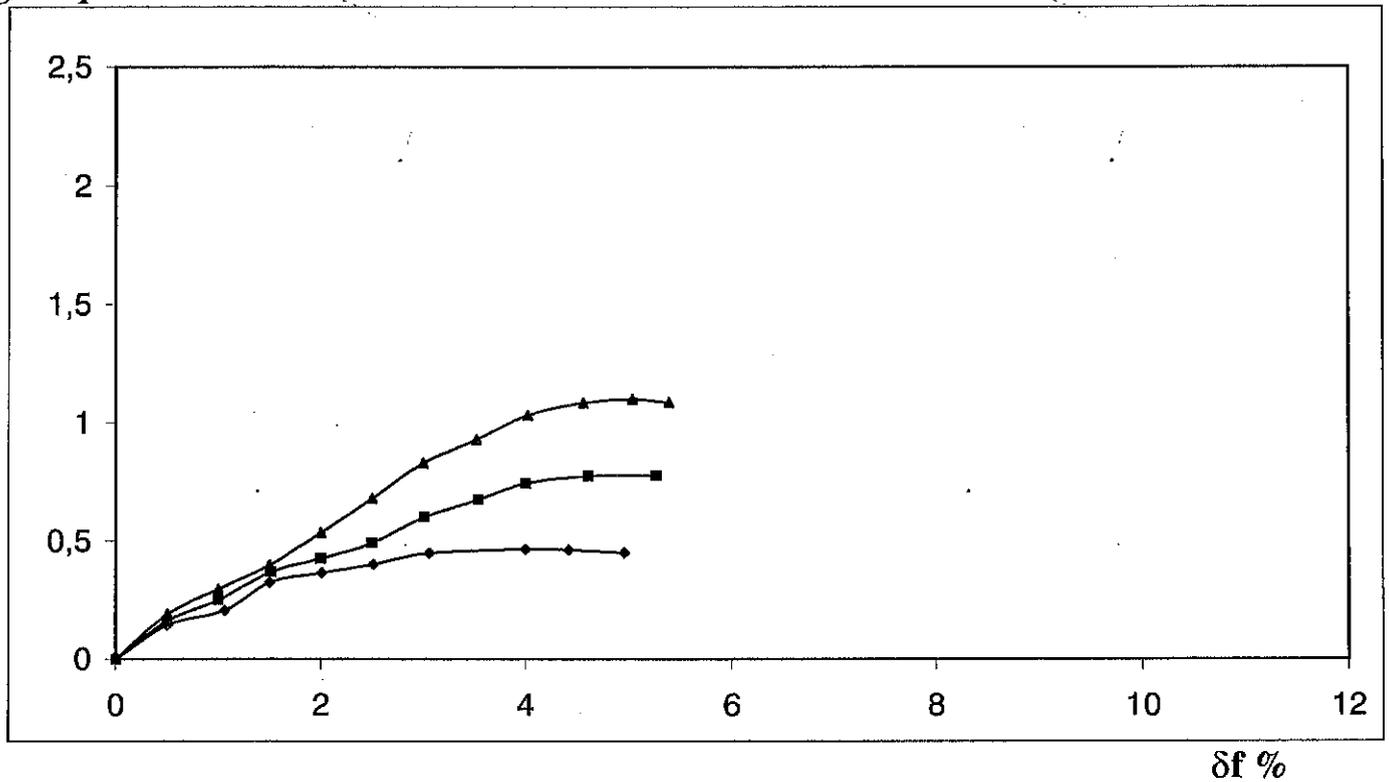
Sondaggio N. T8

Campione N. 3

Profondità m. 16,00-16,50

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cm<sup>2</sup>



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1201/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T9 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA' : m. 2,50-3,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,703$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,934$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 30,459$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 1,934$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,482$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,823$	
Porosità	$n = 45,155$	%
Grado di saturazione	$S_r = 99,998$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

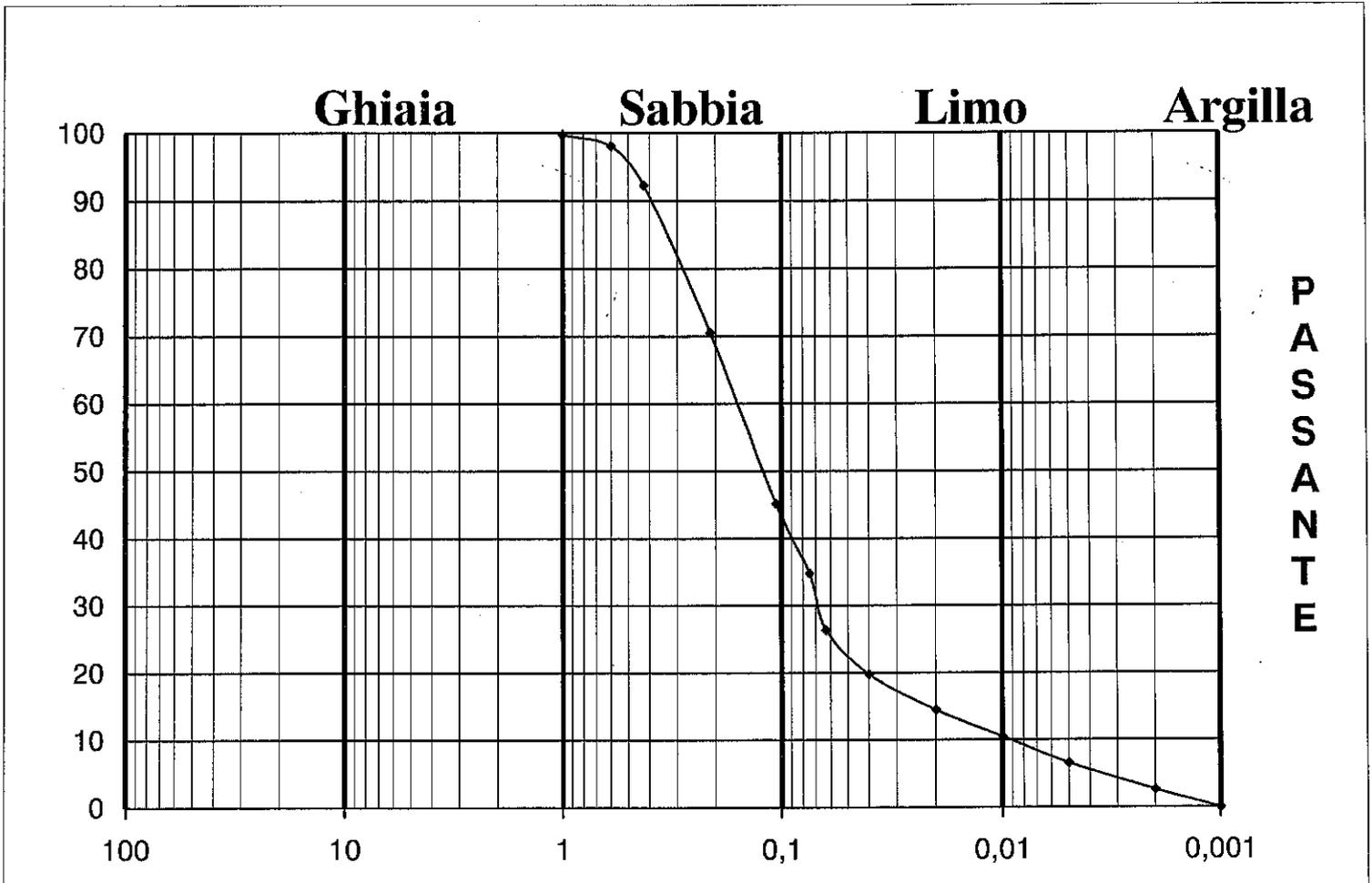
**LOCALITA' :** Volturino (FG)

**CANTIERE :** Parco Eolico S. Bartolomeo

**Sondaggio N.** T9

**Campione N.** 1

**Profondità m.** 2,50-3,00



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
∥	74%	23%	3%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10	( 2,00 mm )	100%
Passante al setaccio n. 40	( 0,42 mm )	92%
Passante al setaccio n. 200	( 0,074 mm )	35%

**DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:** **Sabbia fine Limosa**

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**LIMITI DI ATTERBERG**

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: **T9** Campione : **1** Profondità : **2,50-3,00 m.**

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 30,46 %

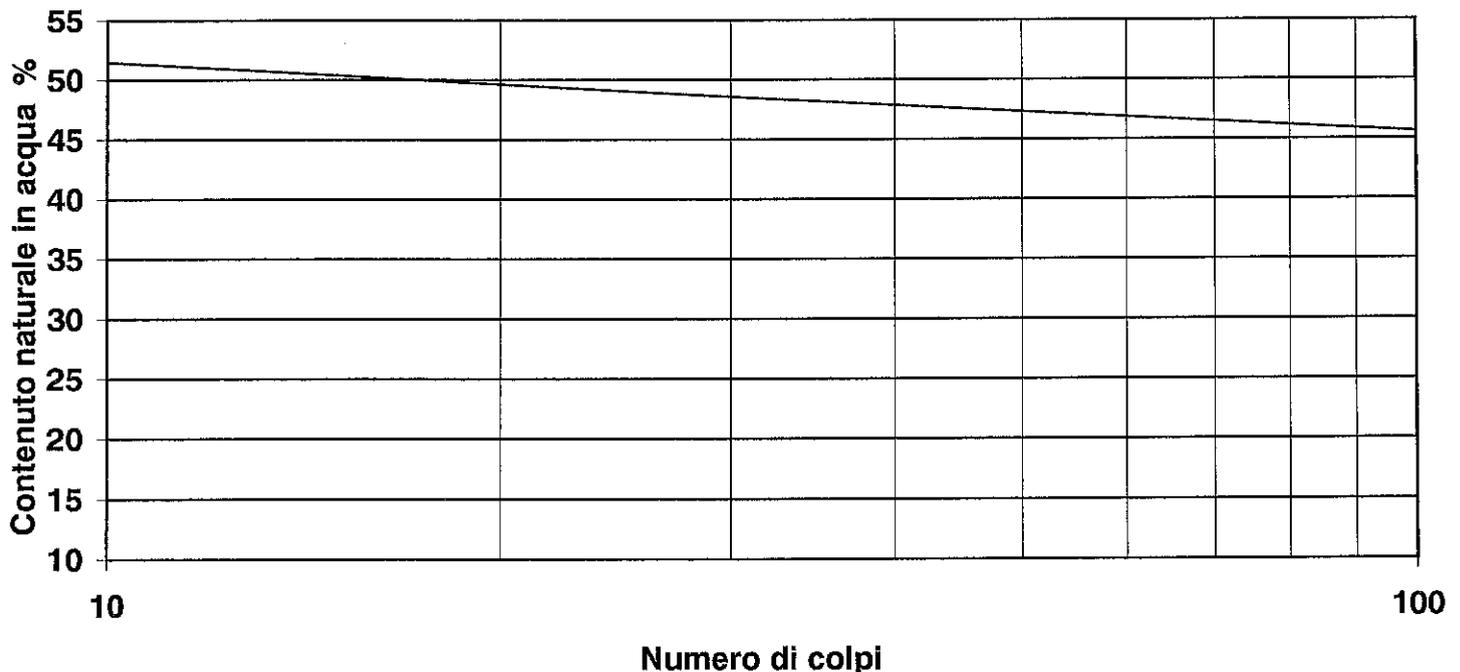
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
9	1
14	28
24,642	24,023
23,297	22,965
20,638	20,795
1,345	1,058
2,659	2,17
50,583	48,756

LIMITE PLASTICO
10
//
24,458
23,741
21,044
0,717
2,697
26,585

**RISULTATI**

LIMITE LIQUIDO	( LL ) =	49,147 %
LIMITE PLASTICO	( LP ) =	26,585 %
INDICE DI PLASTICITA'	( IP ) =	22,562
INDICE DI CONSISTENZA	( IC ) =	0,828



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA TRIASSALE**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

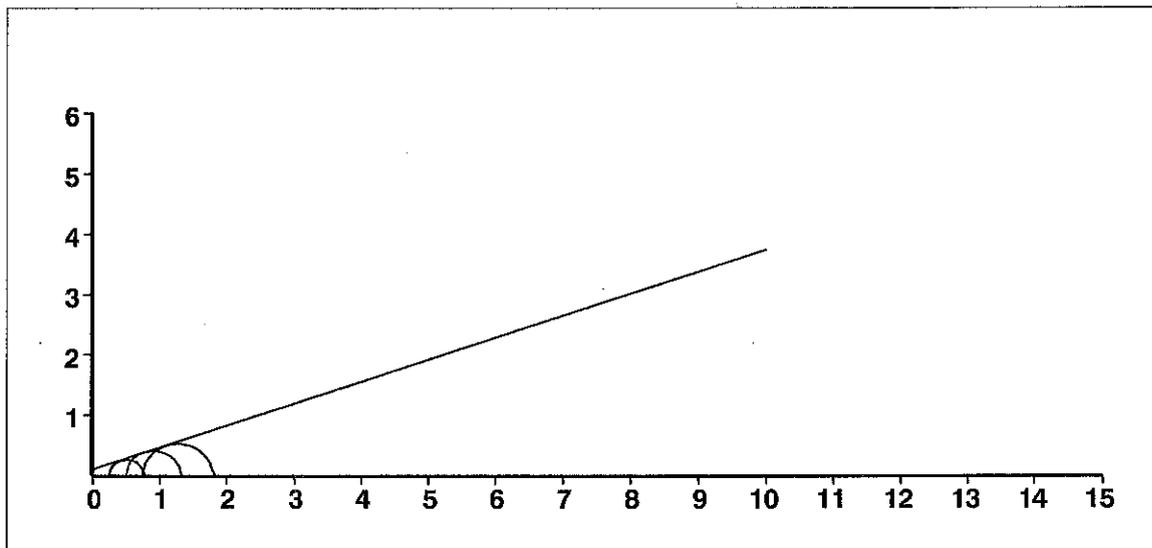
Sondaggio: T9 Campione : 1 Profondità : 2,50-3,00 m.

Prova triassale CU\_W\_ N. N.Provini

W	$\gamma$	$\sigma_3$	$\sigma_1$
%	t/mc	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
29,78	1,926	0,25	0,78
30,69	1,956	0,5	1,32
30,48	1,935	0,75	1,80

Cu	$\Phi_u$
kg/cm <sup>2</sup>	°
0,09	20,04

$\tau$  (Kg/cmq)



$\sigma$  (Kg/cmq)

NOTE: LA PROVA E' STATA ESEGUITA SENZA SATURAZIONE, CON IL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA.

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA': Volturino (FG)

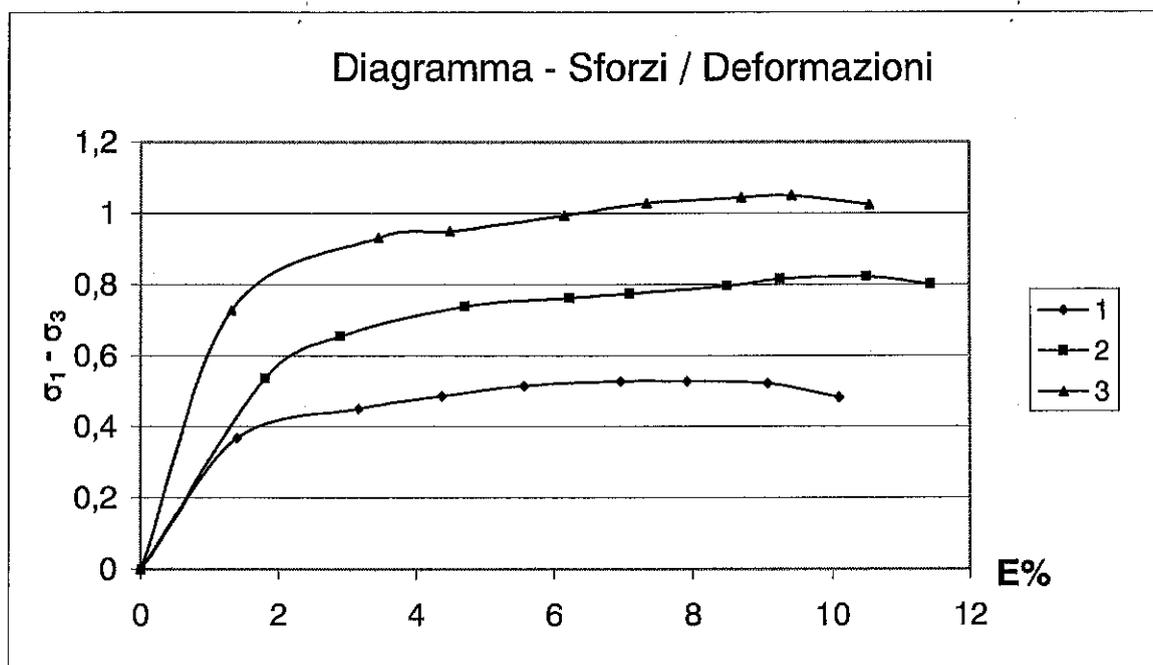
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9                      Campione : 1                      Profondità : 2,50-3,00 m.

Tipo di prova: Consolidata Non Drenata

Velocità della prova: 0,008 mm/min

Provino n.	H	D	$\sigma_3$	$\sigma_1$	$E_{max}$	$\sigma_1 - \sigma_3$	W	$\gamma$
1	7,6	3,81	0,25	0,7782454	7,9166117	0,5282454	29,78	1,926
2	7,6	3,81	0,5	1,3231146	10,496435	0,8231146	30,69	1,956
3	7,6	3,81	0,75	1,799808	9,4202899	1,049808	30,48	1,935



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
 LOCALITA': Volturino (FG)  
 CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9 Campione : 1 Profondità : 2,50-3,00 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,703	1,934	30,46	0,823	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cmq	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cmq	Coeff. Perme Kv cm/s	Coeff. Cons. Cv cmq/s	Indice Rigon. Cs
0,25	0,13	0,65	0,811	38,46	//	//	//
0,5	0,256	1,28	0,8	39,42	//	//	//
1	0,476	2,38	0,78	44,87	//	//	//
2	0,865	4,325	0,744	50,19	//	//	//
4	1,469	7,345	0,689	63,36	//	//	//
8	2,245	11,225	0,618	95,52	//	//	//
16	2,985	14,925	0,551	191,95	//	//	//
4	2,679	13,395	0,579	//	//	//	//
1	2,145	10,725	0,627	//	//	//	//
0,25	1,64	8,2	0,674	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

Indice di Compressibilità  $C_c = 0,223$

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

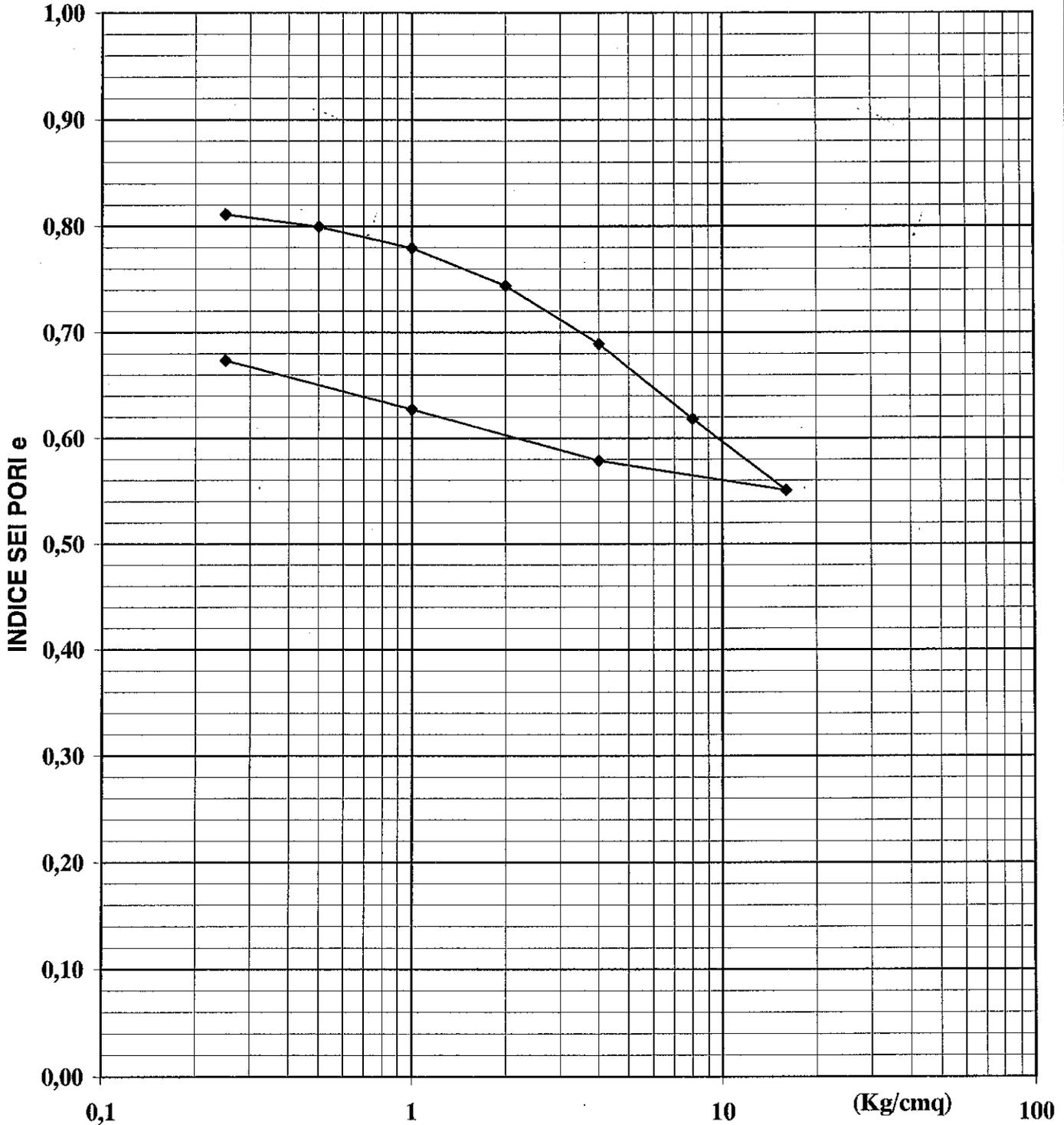
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9      Campione : 1      Profondità : 2,50-3,00 m.

## CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1202/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T9 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA' : m. 8,00-8,50

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,712$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 2,059$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 13,404$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,146$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,816$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,494$	
Porosità	$n = 33,052$	%
Grado di saturazione	$S_r = 73,632$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

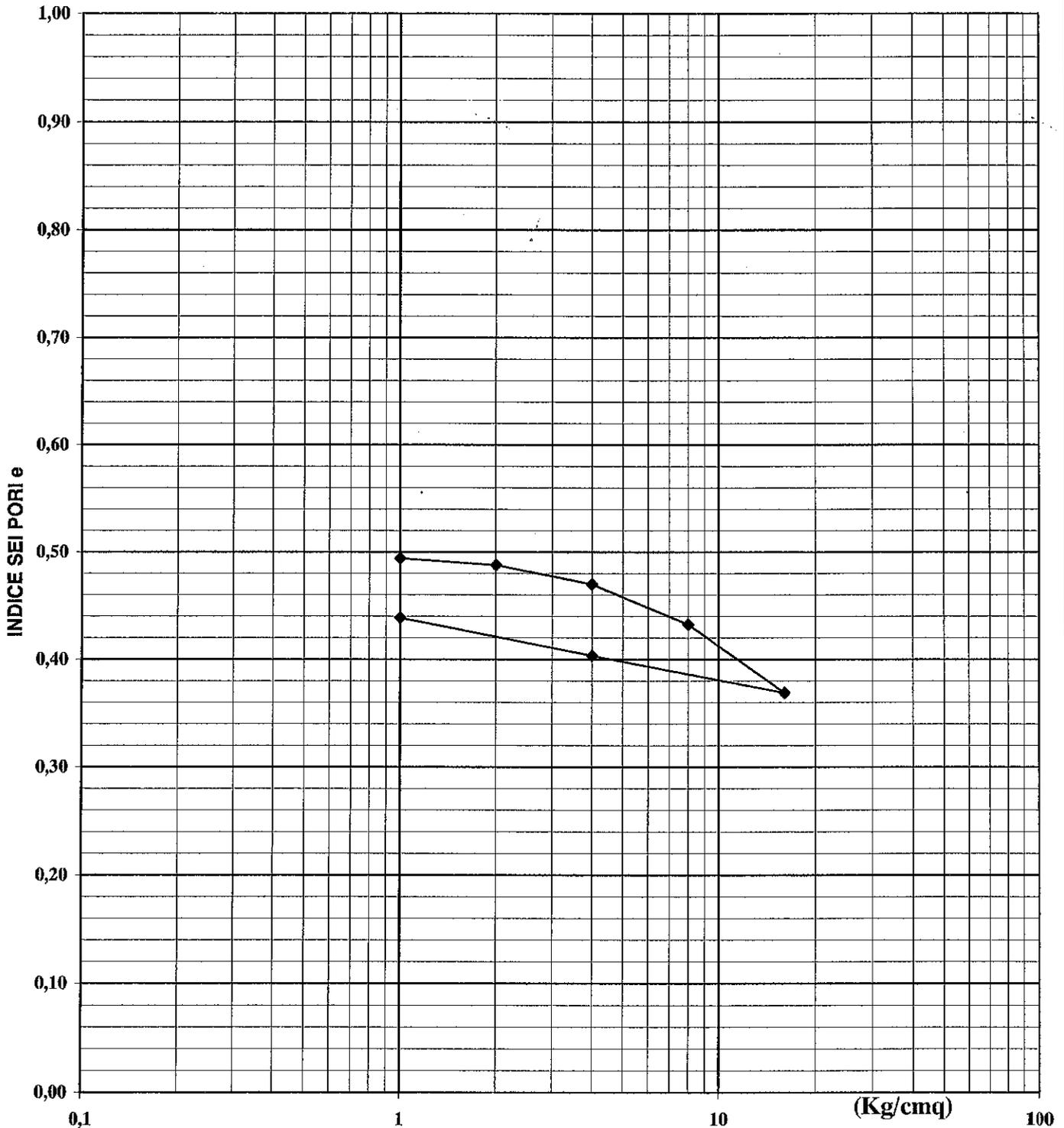


# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9      Campione : 2      Profondità : 8,00-8,50 m.

## CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1203/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T9 CAMPIONE : C 3 PROFONDITA' : m. 12,50-13,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,715$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,961$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 21,925$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,016$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,608$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,688$	
Porosità	$n = 40,76$	%
Grado di saturazione	$S_r = 86,515$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1203/ 2

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T9                      Campione N. 3                      Profondità m. 12,50-13,00

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

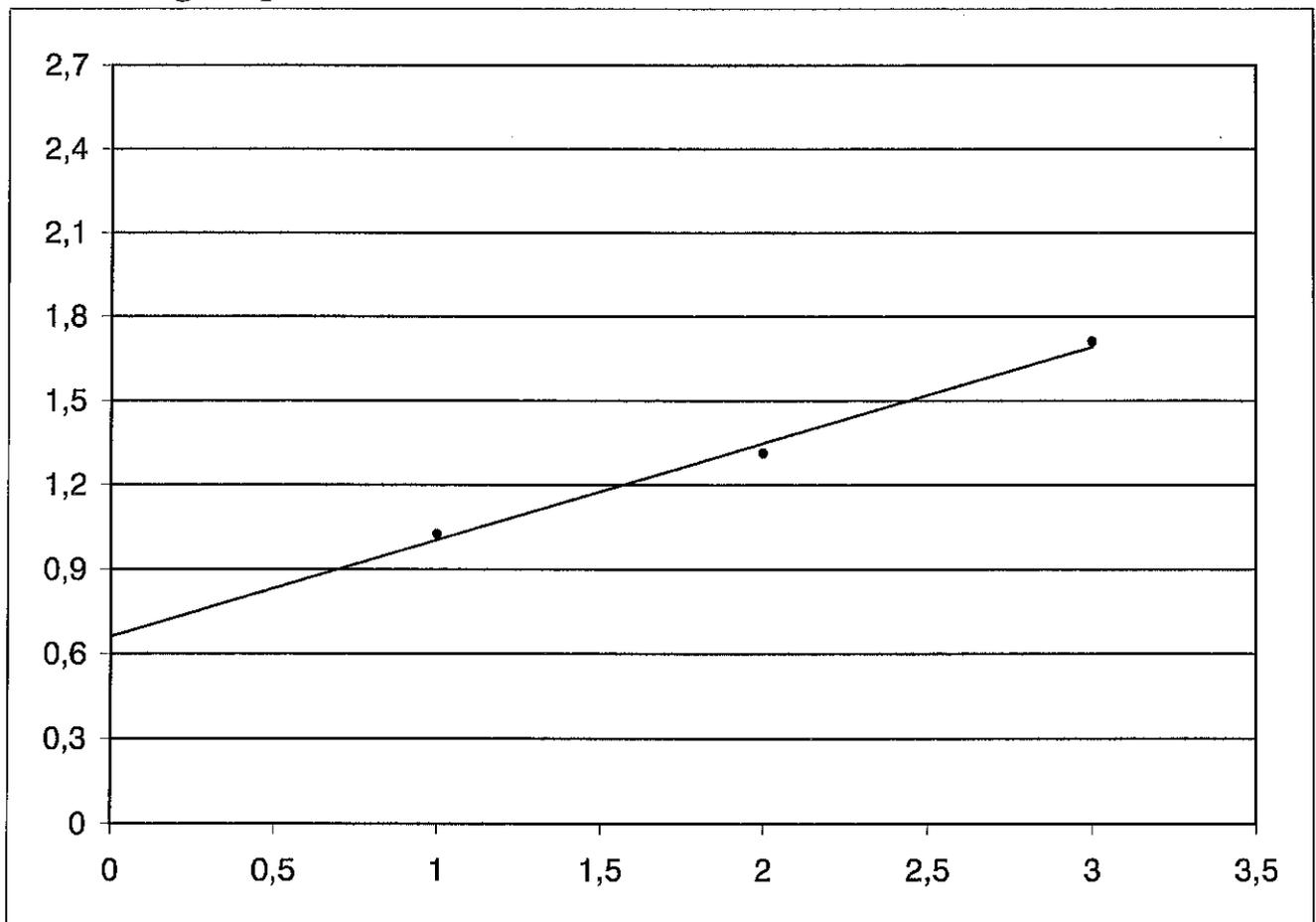
Tipo di prova	CONSOLIDATA DRENATA
Velocità della prova	mm/min.            0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno            0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	30	60	1	0,88	24	1	2,65	1,024
2	30	60	2	0,93	48	2	1,11	1,312
3	30	60	3	1,15	72	3	3	1,711

$\Phi = 18,97^\circ$

$C = 0,6620 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1203/ 3

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

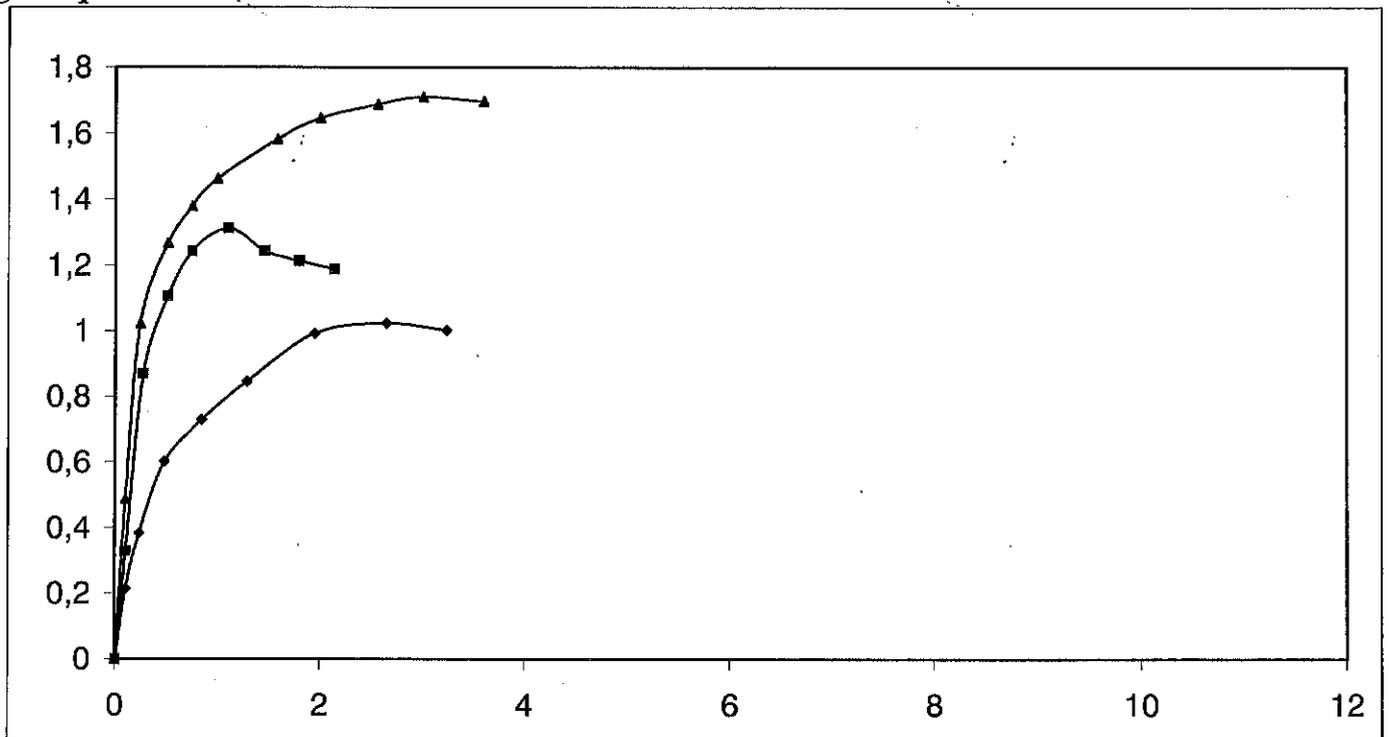
Sondaggio N. T9

Campione N. 3

Profondità m. 12,50-13,00

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq



δf %

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9 Campione : 3 Profondità : 12,50-13,00 m.

$\gamma_s$ g./cmc	$\gamma$ g./cmc	W %	e	H mm	D mm
2,715	1,961	21,92	0,688	20	50

Pressione $\sigma_v$ Kg/cmq	Cedimenti $\epsilon$ mm	Cedimenti %	Ind. Pori e	Mod Edom Ed Kg/cmq	Coeff. Perme Kv cm/s	Coeff. Cons. Cv cmq/s	Indice Rigon. Cs
1	0	0	0,688	//	//	//	//
2	0,0165	0,0825	0,687	//	//	//	//
4	0,3698	1,849	0,657	113,12	//	//	//
8	1,032	5,16	0,601	118,58	//	//	//
16	2,046	10,23	0,515	149,65	//	//	//
4	1,432	7,16	0,567	350,89	//	//	//
1	0,622	3,11	0,636	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//
//	//	//	//	//	//	//	//

Indice di Compressibilità  $C_c = 0,286$

IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

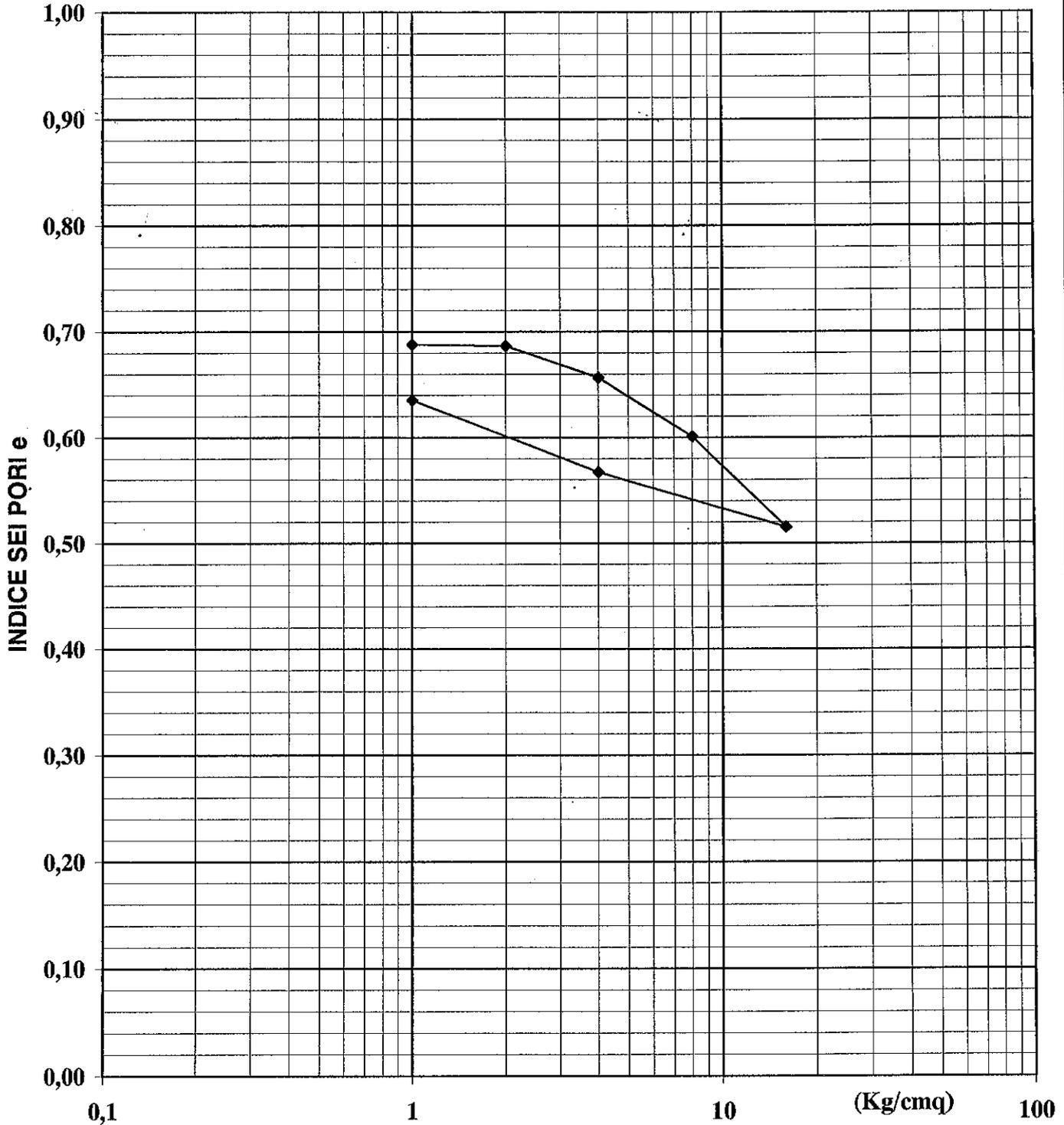
IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

COMMITTENTE: Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
LOCALITA': Volturino (FG)  
CANTIERE: Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9      Campione : 3      Profondità : 12,50-13,00 m.

### CURVA INDICE DEI PORI - LOGARITMO DEI CARICHI



IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# GeoSveva

Laboratorio Analisi Geotecniche

Luigi Di Carlo

viale Virgilio n.30  
71036 LUCERA (FG)  
tel. 0881 545447

Certificato N. 1204/ 1

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

SONDAGGIO : S T9 CAMPIONE : C 4 PROFONDITA' : m. 19,50-20,00

Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,712$	gr/cmc
Peso di volume	$\gamma = 1,94$	gr/cmc
Contenuto naturale in acqua	$w = 20,074$	%
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat} = 2,02$	gr/cmc
Peso secco	$\gamma_d = 1,616$	gr/cmc
Indice dei pori	$e = 0,679$	
Porosità	$n = 40,425$	%
Grado di saturazione	$S_r = 80,23$	%

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

**PROVA GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

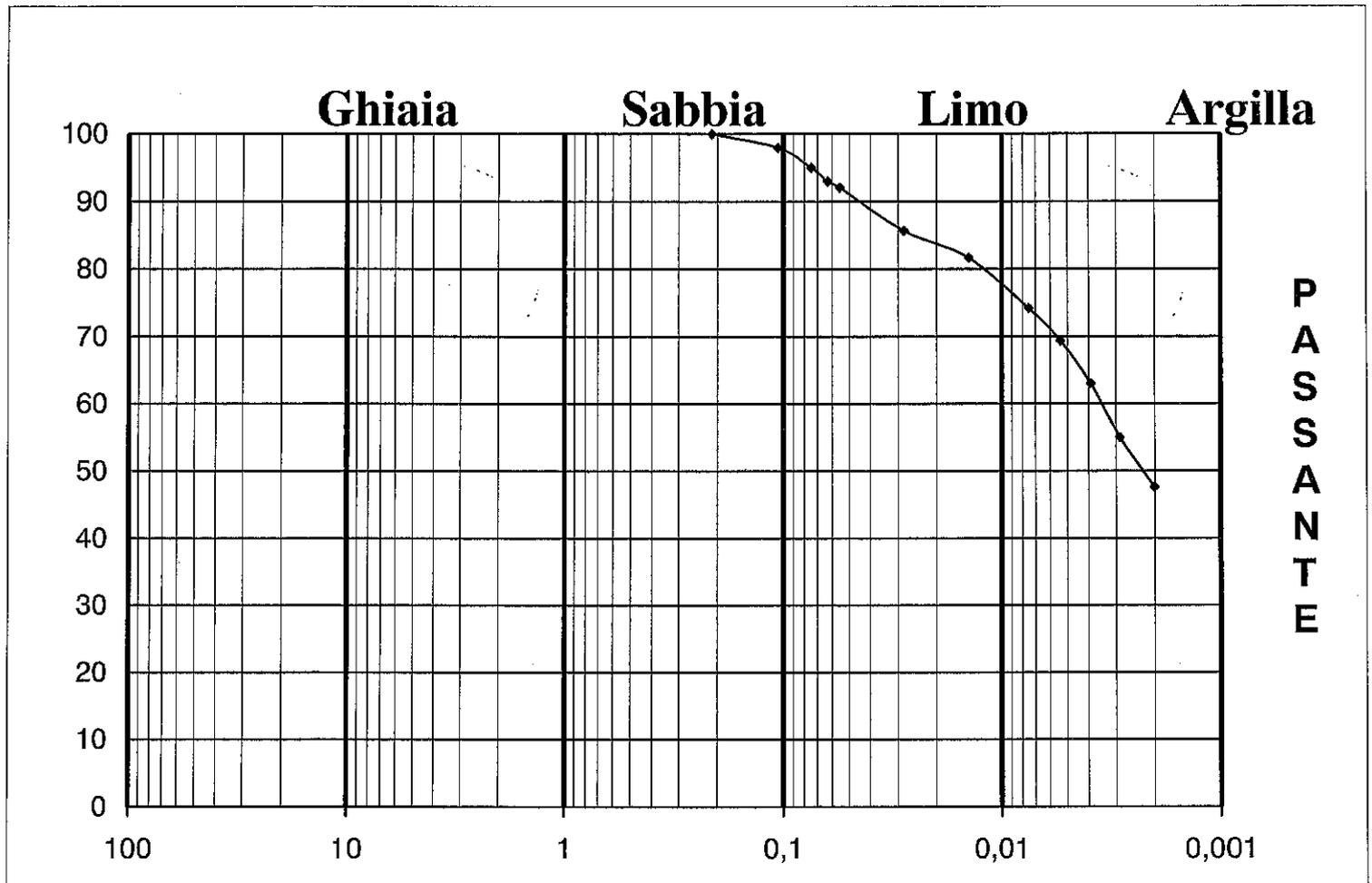
LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T9

Campione N. 4

Profondità m. 19,50-20,00



PERCENTUALI			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
∥	7%	46%	47%

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (A.G.I.)		
Passante al setaccio n. 10 ( 2,00 mm )		100%
Passante al setaccio n. 40 ( 0,42 mm )		100%
Passante al setaccio n. 200 ( 0,074 mm )		95%

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA: Argilla e Limo deb. Sabbiosi

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# LIMITI DI ATTERBERG

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano  
**LOCALITA':** Volturino (FG)  
**CANTIERE:** Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio: T9                      Campione : 4                      Profondità : 19,50-20,00 m.

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = 20,07 %

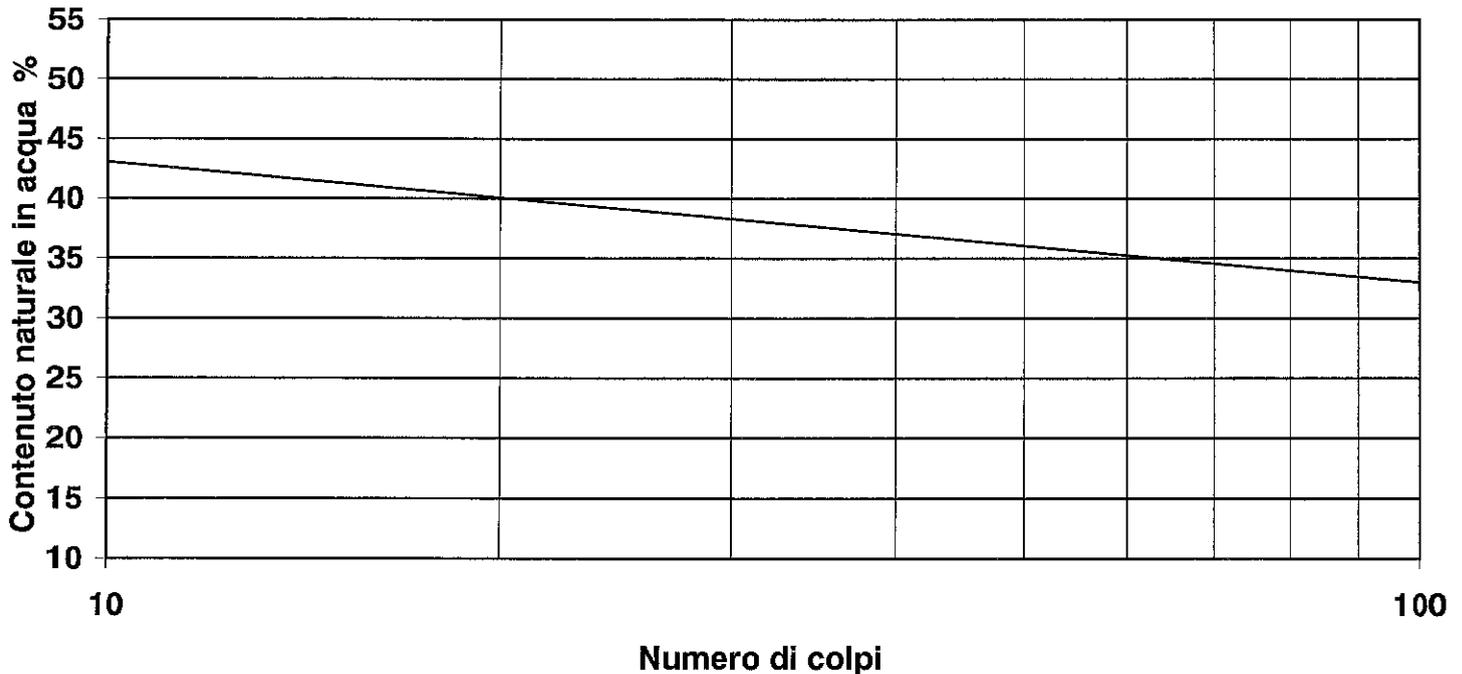
NUMERO CONTENITORE  
 NUMERO DI COLPI  
 PESO UMIDO + TARA ( gr )  
 PESO SECCO + TARA ( gr )  
 TARA ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( gr )  
 PESO SECCO ( gr )  
 CONTENUTO IN ACQUA ( % )

LIMITE LIQUIDO	
PROVINO n. 1	PROVINO n. 2
9	3
10	31
25,417	24,937
23,976	23,829
20,631	20,927
1,441	1,108
3,345	2,902
43,079	38,181

LIMITE PLASTICO
70
//
24,851
24,022
20,529
0,829
3,493
23,733

**RISULTATI**

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	( LL ) =	<b>39,58 %</b>
<b>LIMITE PLASTICO</b>	( LP ) =	<b>23,733 %</b>
<b>INDICE DI PLASTICITA'</b>	( IP ) =	<b>15,847</b>
<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>	( IC ) =	<b>1,231</b>



IL TECNICO del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
 Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1204/ 4

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

Sondaggio N. T9                      Campione N. 4                      Profondità m. 19,50-20,00

**CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

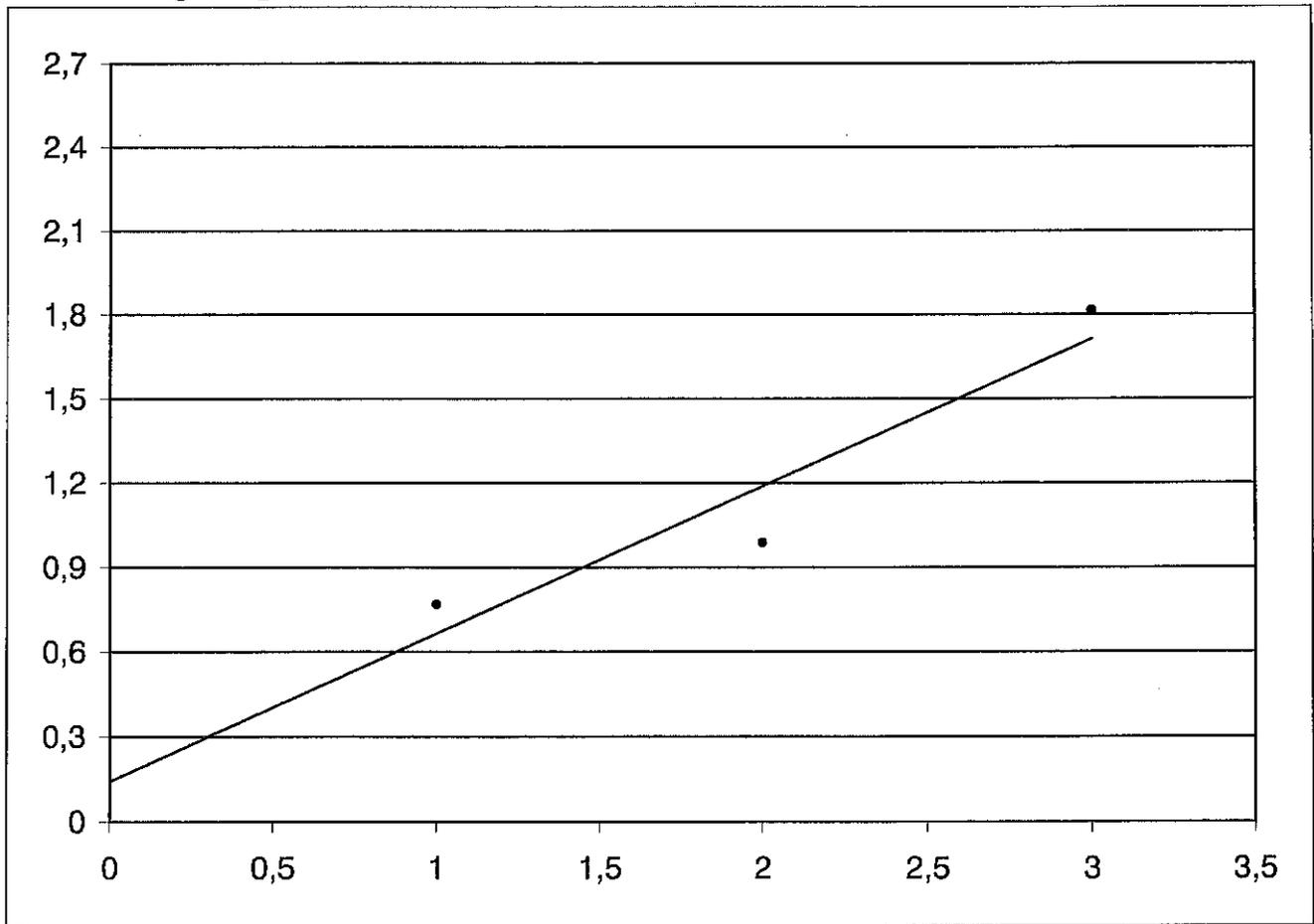
Tipo di prova	CONSOLIDATA DRENATA
Velocità della prova	mm/min. 0,005
Costante micr. Cedimenti	mm/segno 0,01

Provino N	Dimensioni		Consolidamento			Fase di rottura		
	H mm	D - L mm	$\sigma$ kg/cmq	$\Delta H$ mm	T ore	$\sigma$ kg/cmq	$\delta f$ mm	$\tau$ kg/cmq
1	30	60	1	0,93	24	1	4,47	0,7677
2	30	60	2	3,12	48	2	4,1	0,9873
3	30	60	3	2,42	72	3	4,4	1,8153

$\Phi = 27,66^\circ$

$C = 0,1425 \text{ kg/cmq}$

$\tau$  kg/cmq



$\sigma$  kg/cmq

IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato N. 1204/ 5

Lucera, 09/06/03

COMMITTENTE : Dott. Geol. Di Carlo - Dott. Geol. Giordano

LOCALITA' : Volturino (FG)

CANTIERE : Parco Eolico S. Bartolomeo

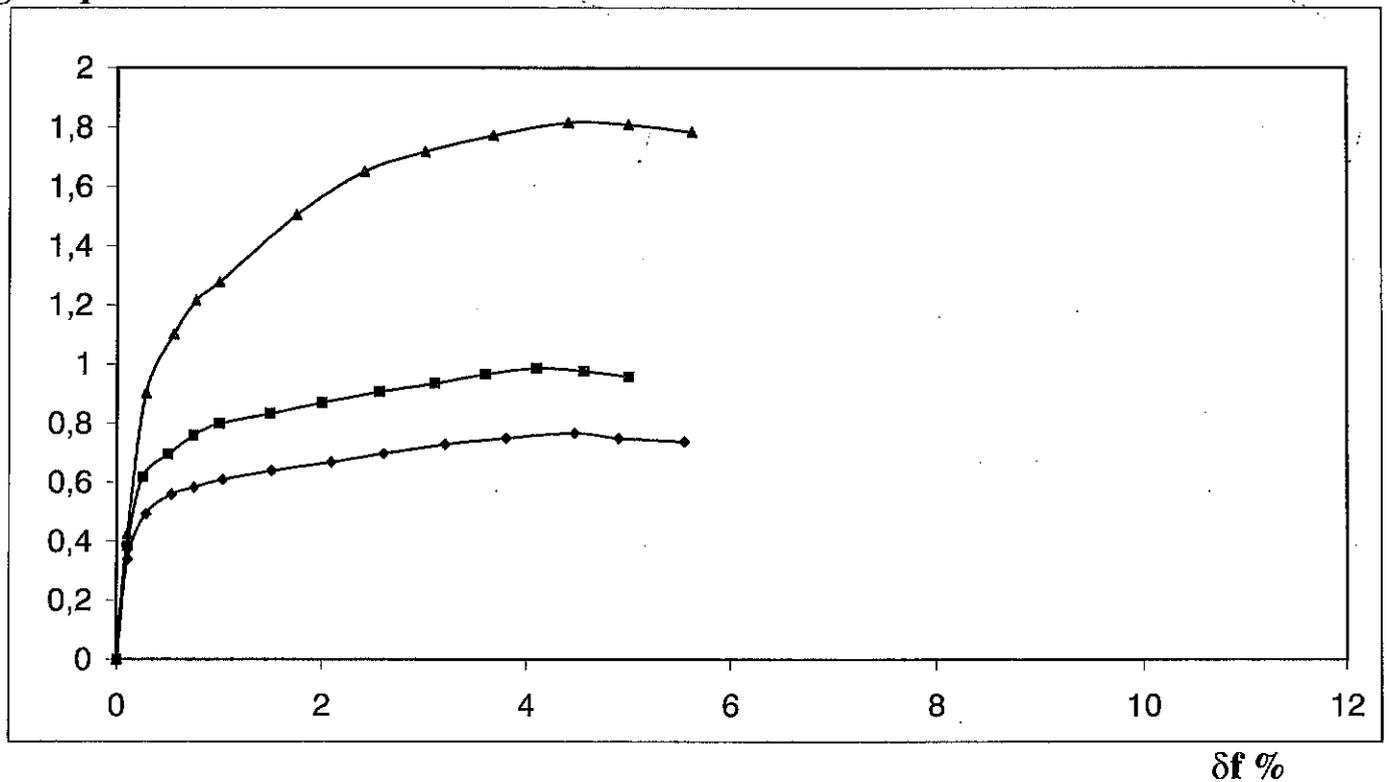
Sondaggio N. T9

Campione N. 4

Profondità m. 19,50-20,00

## CURVE SFORZI/DEFORMAZIONI

kg/cmq

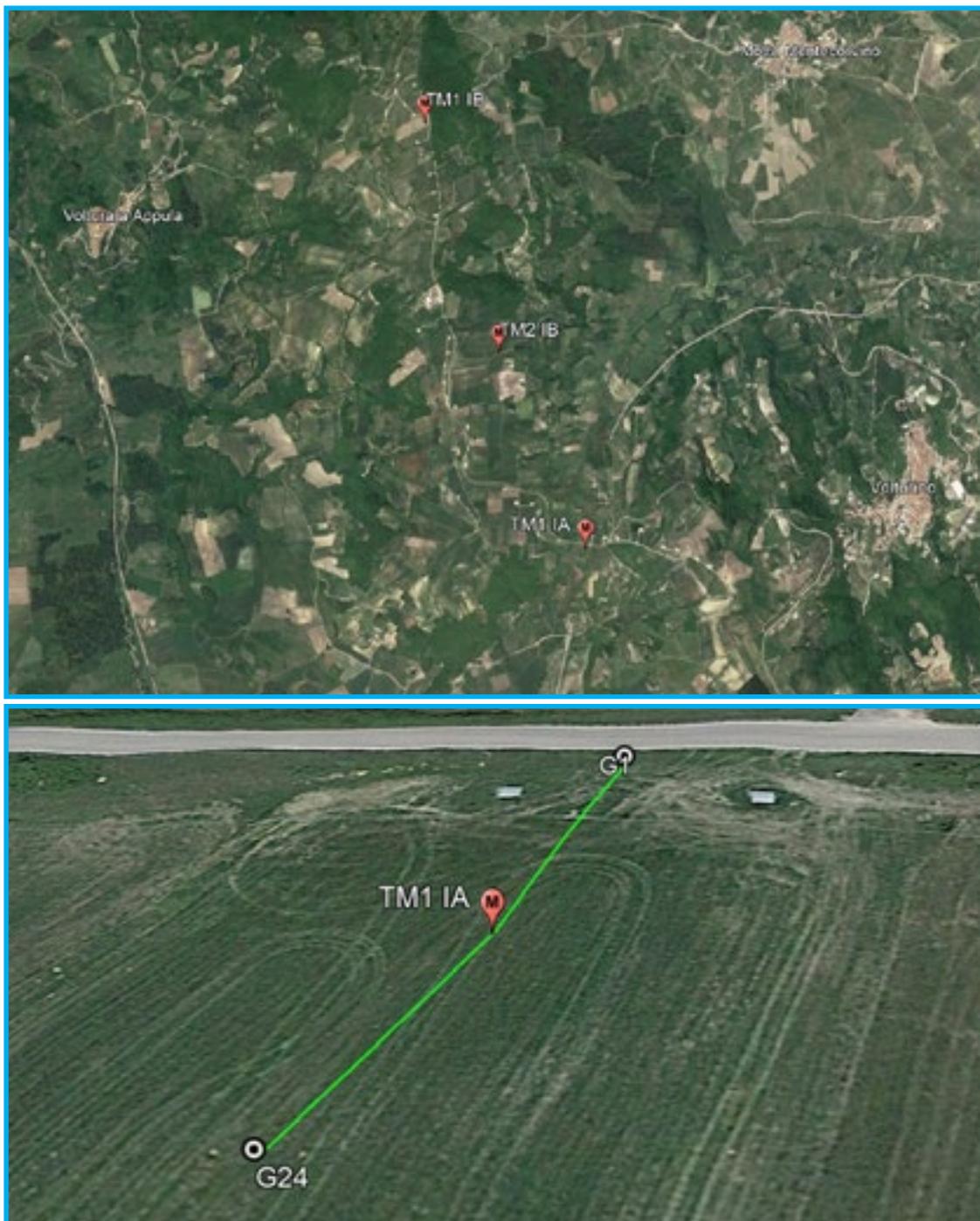


IL TECNICO del LABORATORIO  
Dott. Geol. Stefano Finamore

IL DIRETTORE del LABORATORIO  
Dott. Geol. Matteo Di Carlo

## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**

**OGGETTO: PARCO EOLICO VOLTURINO-  
VOLTURARA APPULA**  
**COMMITTENZA: EDISON RINNOVABILI SPA**



## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**

### **LA SISMICA A RIFRAZIONE**

Come noto, la sismica a rifrazione utilizza le onde acustiche nei corpi solidi, ricorrendo per l'energizzazione ad un martello percussore, una massa battente oppure una piccola carica esplosiva.

Le onde sismiche (sonore) viaggiano nel sottosuolo a differente velocità a seconda dei litotipi attraversati e subiscono lungo le superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione. Le superfici di confine degli strati geologici, caratterizzati da una differenza di velocità tra lo strato superiore ( $V_1$ ) e lo strato ad esso sottostante ( $V_2$ ), producono dei raggi rifratti che viaggeranno parallelamente alla superficie di discontinuità (con la stessa velocità dello strato "più veloce") rifrangendo continuamente verso l'alto (quindi verso lo strato "più lento") energia elastica.

Una delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ( $V_1 < V_2$ ). Un altro requisito indispensabile per il buon funzionamento di questa metodologia è che gli strati posseggano uno spessore sufficiente per essere rilevati; in caso contrario occorre aumentare il numero di geofoni e diminuirne la spaziatura.

L'energia rifratta che ritorna alla superficie viene misurata utilizzando dei geofoni.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso e, quindi, delle velocità si può risalire alla disposizione geometrica ed alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nella zona di indagine. È buona norma commisurare l'intensità dell'energizzazione alla lunghezza dello stendimento e, quando possibile, utilizzare le opzioni di controllo automatico del guadagno. Diversamente i primi arrivi potrebbero essere difficili da riconoscere sia per l'eccessiva debolezza del segnale (geofoni lontani dal punto di scoppio) sia per la possibile saturazione dei geofoni più vicini.

### **IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE ONDE P**

Le onde P sono anche chiamate Onde "Primarie" in quanto si propagano nel mezzo attraversato con maggiore velocità rispetto alle altre onde. Nelle onde P le particelle che costituiscono il mezzo attraversato vengono spostate nello stesso senso di propagazione dell'onda: in questo caso in senso radiale. Quindi, il materiale si estende e si comprime con il propagarsi dell'onda.

Le onde P viaggiano attraverso il terreno in modo analogo a quello delle onde sonore attraverso l'aria e la velocità con la quale si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno. Dalla sorgente di energizzazione viene emanato un "treno d'onde" i cui segnali saranno rilevati dalle stazioni riceventi ad intervalli di tempo dipendenti dalle caratteristiche elastiche del terreno. La registrazione grafica del treno d'onda in arrivo è chiamata "sismogramma".

I fronti d'onda possono essere superfici sferiche o di forma qualsiasi. Il principio di Huygens, basilare nello studio di qualsiasi perturbazione ondosa, stabilisce però che "in ogni istante, qualsiasi punto di un fronte d'onda di forma qualsiasi può essere considerato come sorgente puntiforme d'onde circolari (oppure sferiche se la perturbazione è in tre dimensioni)".

La propagazione di onde può, quindi, essere interpretata come una continua generazione di onde circolari che, interferendo fra loro, danno luogo a un'onda risultante osservabile macroscopicamente.

Le semirette normali ai fronti d'onda sono chiamate "raggi sismici" ed indicano la direzione di propagazione dell'onda elastica.

Per l'analisi dei dati ottenuti tramite la sismica a rifrazione, è usuale considerare sia le immagini delle onde sismiche sia i percorsi dei raggi sismici. Questi ultimi possono sostituire i fronti d'onda con buona approssimazione, permettendo di trattare soltanto i tempi di percorso delle onde elastiche e non tutte le altre grandezze tipiche di un fenomeno ondulatorio quali ampiezza, frequenza e fase. Quando un raggio incontra un'eterogeneità sul percorso, per esempio un contatto litologico con un altro materiale, il raggio incidente si trasforma in diversi nuovi raggi. Gli angoli che il raggio incidente, i raggi riflessi ed i raggi rifratti formano con la normale alla superficie di contatto tra i due materiali sono legati fra loro ed alle velocità di propagazione da alcune relazioni note come "leggi di SNELL".

Le leggi di Snell affermano che il raggio incidente, riflesso e rifratto giacciono sullo stesso piano; inoltre valgono le seguenti relazioni tra gli angoli:

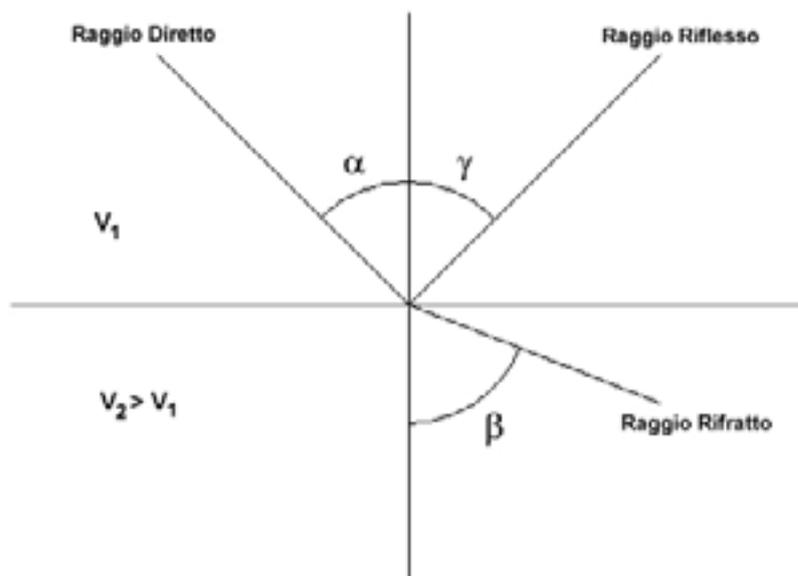
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA

per la riflessione:  $\alpha = \gamma$

per la rifrazione:  $V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$

Esiste un particolare valore dell'angolo di incidenza, chiamato "angolo critico" o "angolo limite" ( $i_c$ ) particolarmente significativo per la sismologia di rifrazione. Si definisce infatti angolo critico l'angolo d'incidenza che rende  $\beta=90^\circ$ .

Se l'angolo di incidenza è uguale a  $90^\circ$  l'onda rifratta, secondo la teoria di Huygen, si propaga lungo il contorno dello strato e funge da fonte per un nuovo fronte d'onda secondario e per nuovi raggi. I percorsi dei raggi sismici escono con un angolo pari all'angolo critico. E' possibile determinare l'angolo critico calcolando l'inverso del seno del valore della velocità del primo strato/velocità del secondo strato. Se l'angolo di incidenza è maggiore dell'angolo limite, il fenomeno della rifrazione scompare e si ha riflessione totale senza propagazione dell'onda nel secondo strato.



### APPLICAZIONI

Le indagini di sismica a rifrazione vengono normalmente impiegate per le seguenti problematiche:

- Mappatura delle zone formate da materiale disgregato
- Ricerca della profondità della falda freatica
- Determinazione della resistenza allo scavo
- Mappatura della permeabilità di strati ghiaiosi
- Mappatura degli strati composti da materiale sciolto
- Localizzazione delle zone di frattura
- Mappatura del substrato roccioso

## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**

### **PROBLEMI E LIMITAZIONI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE**

- Le velocità sismiche dei terreni interessati dall'indagine devono crescere con la profondità
- Gli strati debbono possedere uno spessore sufficiente per essere rilevati
- Rilievi eseguiti su terreni di riporto o in aree adibite a discariche e in presenza di forte rumore antropico conducono spesso a risultati non affidabili
- Fratture singole e strette spesso non possono essere identificate.

### **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI**

Gli strumenti capaci di registrare movimenti nel terreno sono detti sismometri o geofoni. Essi saranno necessariamente posti sulla superficie del terreno.

Solitamente, si hanno sismogrammi di diversi geofoni, posti a diversa distanza dalla sorgente: questi possono essere stampati in funzione del tempo e della distanza, in quelle che vengono definite "registrazioni di scoppio" (shot records) e la variazione Tempo/Distanza è detta "scostamento" (moveout). Arrivi con ampio scostamento sono fortemente inclinati nella registrazione di scoppio e viceversa; dalle registrazioni di scoppio è quindi possibile distinguere l'arrivo delle diverse onde sismiche (dirette, riflesse, rifratte).

A piccole distanze (offset) il primo arrivo è delle onde dirette: questo arrivo ha grande ampiezza e lo scostamento è costante a tutte le distanze. A maggiori distanze il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta. Questo arrivo è caratterizzato da piccola ampiezza d'onda e da scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta. L'ultimo arrivo ad ogni geofono è quello dell'onda riflessa: il suo scostamento tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica.

Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona" ("travel time curve"). Definirne l'andamento è compito primario nell'interpretazione della sismica a rifrazione.

Ciò che essenzialmente conta, per il metodo a rifrazione, è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono ("first break picking"). Questa distinzione non è sempre agevole.

I due segmenti relativi all'arrivo delle onde dirette, prima, e delle rifratte frontali poi, non sono sempre facilmente distinguibili. Il punto di ginocchio, il punto cioè a partire dal quale si verifica la variazione di inclinazione, è detto distanza critica ("cross-over distance"). È quindi importante osservare che la scelta dei primi arrivi deve essere considerata già come parte dell'interpretazione dei dati più che della raccolta; l'operatore dovrà perciò aver cura di verificare direttamente sul sito che il rapporto segnale/rumore sia accettabile, ed eventualmente ripetere l'acquisizione.

### **METODI DI INTERPRETAZIONE**

I metodi di interpretazione per la sismica a rifrazione possono essere raggruppati in tre classi principali:

- (1) Metodi dei Tempi di intercetta (ITM - Intercept-Time Methods)
- (2) Metodi dei Tempi di ritardo o Reciproci (DTM - Delay Time Method)
- (3) Metodi di Ray tracing

Il livello di calcoli richiesto è progressivamente maggiore da metodo a metodo. I metodi ITM richiedono essenzialmente una calcolatrice. I metodi DTM variano dalla versione più semplice a quella generalizzata, e richiedono l'uso di un personal computer. I metodi basati sul Ray Tracing richiedono risorse di calcolo decisamente più elevate e non saranno presi in esame in questo contesto.

I metodi ITM - Time-Intercept Methods.

La dromocrona, o curva distanza-tempo, nel caso di un rilevamento sismico per rifrazione è espressa su un grafico dall'equazione di una retta.

In presenza di stratificazioni piane ed orizzontali l'inclinazione delle rette dei primi arrivi è uguale al reciproco della velocità di propagazione nel mezzo 1 ( $V_1$ ) o nella discontinuità o secondo mezzo ( $V_2$ ). Dai diagrammi di queste rette possiamo determinare lo spessore dello strato superiore.

## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA

In base alla potenza dello strato superiore, infatti, si avrà una retta con uguale inclinazione (essendo questa legata solo alle velocità) ma con un punto di ginocchio diversamente posizionato: più è potente lo strato superiore, maggiore sarà il tempo impiegato dall'onda frontale rifratta per generarsi e tornare in superficie, dunque varierà la distanza di ricezione delle onde dirette e delle rifratte frontali. Lo spessore può essere calcolato considerando l'ascissa del punto di ginocchio ( $X_c$ ) oppure considerando il tempo di intercetta  $t_0$  cioè il valore del tempo di arrivo dell'onda rifratta a distanza 0, ottenuto proiettando sull'asse dei tempi la retta relativa alla velocità di propagazione nel secondo mezzo.

$$h = \frac{x_c}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

$$h = \frac{t_0}{2} \frac{V_2 V_1}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}$$

Caso di un singolo strato non orizzontale

Prendendo in considerazione la pendenza dello strato i calcoli si complicano:

- le velocità osservate per il secondo strato risultano essere velocità apparenti, che variano significativamente con la pendenza (maggiore alla velocità reale in direzione up-dip e minore in direzione down-dip);
- le profondità determinate mediante i tempi di intercetta sono le profondità inclinate e non le profondità reali sotto il punto di scoppio;
- sono richiesti stendimenti coniugati, in quanto i sismogrammi ottenuti in un'unica direzione forniscono unicamente una velocità apparente per il secondo strato.

Le equazioni per il calcolo delle profondità inclinate sono le seguenti:

$$\text{Profondità}_{(\text{down-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{down-dip})}{2 \cos \alpha}$$

$$\text{Profondità}_{(\text{up-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{up-dip})}{2 \cos \alpha}$$

Dove:

Profondità (down-dip) = il rifrattore immerge dal punto di sparo verso i geofoni

Profondità (up-dip) = il rifrattore risale verso il punto di sparo

$V_1$  = velocità del terreno

$t_i$  (up-dip) = tempo di intercetta up-dip

$t_i$  (down-dip) = tempo di intercetta down-dip

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_2}$$

Un' approssimazione utile per  $V_2$  (che non può essere misurato direttamente dalla curva dei tempi di percorso) è data dalla seguente equazione:

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2(\text{up-dip})} \cdot V_{2(\text{down-dip})}}{V_{2(\text{up-dip})} + V_{2(\text{down-dip})}} \cos \delta$$

## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA

Dove:

V2 = velocità approssimata dello strato sottostante

V2(up-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata up-dip

V2(down-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata down-dip

J = valore stimato della pendenza

Il valore dell'angolo d è calcolabile utilizzando la seguente formula:

$$\delta = \frac{\sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{down-dip})}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{up-dip})}}\right)}{2}$$

Poiché il coseno dell'angolo d è approssimativamente 1.0, è necessario che le pendenze siano basse.

E' necessario sottolineare che il presupposto primario nell' uso dei metodi ITM è che la geometria della superficie di contatto sia piana. Questo presupposto permette di usare le informazioni derivate dalle osservazioni (arrivi) oltre la distanza del punto di ginocchio per derivare una profondità che è determinata nell'intorno del punto di energizzazione.

Tuttavia, questi metodi sono utili per una valutazione di massima delle profondità e per eseguire un semplice controllo dei risultati ottenuti con tecniche di interpretazione più sofisticate.

Caso di terreno multistrato

Il caso di terreni multistrato non comporta particolari variazioni. I principi di calcolo rimangono gli stessi, con la sovrapposizione (arrivi da entrambe le direzioni) per tutti gli strati necessari. Per gli strati orizzontali possono essere utilizzate le seguenti equazioni:

$$h_2 = \frac{t_{i3} V_2 V_3}{2\sqrt{V_3^2 - V_2^2}} - h_1 \left(\frac{V_2}{V_1}\right) \sqrt{\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3^2 - V_2^2}}$$

Lo spessore h1 del primo strato è determinata usando il caso di un terreno con due strati ed il tempo di intercetta ti2 del secondo segmento di linea o la distanza critica Xc2 determinata dai primi due segmenti di linea. Questo spessore è usato nel calcolo dello spessore dello strato seguente h2.

In termini di distanza critica l'equazione può essere così riscritta:

$$h_2 = \frac{X_{c3}}{2} \sqrt{\frac{V_3 - V_2}{V_3 + V_2}} + \frac{h_1}{V_1} \left( \frac{V_3 \sqrt{V_2^2 - V_1^2} - V_2 \sqrt{V_3^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_3^2 - V_2^2}} \right)$$

Il calcolo può essere esteso agli strati più profondi usando estensioni di queste equazioni generali. Poiché le equazioni in questa forma contengono gli spessori degli strati meno profondi, il calcolo comincia con il primo strato e progredisce verso il basso. Si noti che queste equazioni non comprendono la pendenza.

Le equazioni per gli strati piani inclinati sono utilizzate nel metodo GRM (Palmer - 1980).

Metodi del Reciproco (Reciprocal methods)

I metodi reciproci includono più di 20 metodi di interpretazione, compresi i metodi basati sui tempi di ritardo, i quali possono o non possono richiedere la misura di un tempo reciproco.

Il tempo reciproco è il tempo di corsa lungo il rifrattore da una sorgente di energizzazione ad un'altra.

Esistono diverse versioni di questi metodi che si differenziano per alcuni fattori di correzione. In generale si ipotizza una superficie di contatto non eccessivamente inclinata ed una velocità del rifrattore costante.

Conoscendo il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G ed il tempo di percorso

## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA

coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G ed il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G1 (possibilmente distante dal primo) ed il tempo di percorso coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G1 è possibile calcolare la velocità V2 del rifrattore utilizzando la seguente formulazione:

$$V_2 = \frac{2|\Delta x|}{|\Delta t| + |\Delta t'|}$$

Dove:

$\Delta x$  = distanza in superficie compresa tra il geofono G ed il geofono G1

$\Delta t$  = differenza dei tempi di percorso diretti

$\Delta t'$  = differenza dei tempi di percorso coniugato

Il tempo t di percorso diretto per il geofono G può essere espresso dalla seguente formulazione:

$$t = \frac{h_g + h_s}{V_1} \cos i_c + \frac{x_g}{V_2}$$

Dove:

$h_g$  = minima profondità in corrispondenza del geofono

$h_s$  = minima profondità in corrispondenza della sorgente

$x_g$  = distanza fra il geofono e lo sparo

Analogamente potrà essere scritta una equazione equivalente per il tempo impiegato dall'onda sismica a raggiungere il geofono G partendo dalla sorgente coniugata.

I tempi calcolati saranno ovviamente differenti; ciò che invece deve essere uguale è il tempo del percorso totale, fra le sorgenti dirette e coniugate. Questo tempo è chiamato tempo di estremità:

$$t = \frac{h_s + h_{s'}}{V_1} \cos i_c + \frac{x_0}{V_2}$$

dove  $x_0$  è uguale alla somma della distanza del geofono dal punto di sparo del percorso diretto e della distanza del geofono dal punto di sparo nel percorso coniugato.

Sottraendo al tempo di estremità la somma dei tempi precedentemente calcolati, è possibile risolvere l'equazione rispetto ad h ed ottenere la profondità minima. Tale procedimento dovrà essere eseguito per ogni geofono.

La profondità h rappresenta il raggio di un arco di circonferenza con centro nella posizione del relativo geofono: il contorno del rifrattore toccherà almeno in un punto ciascuno di questi archi e quindi potrà essere determinato graficamente come involucro degli archi.

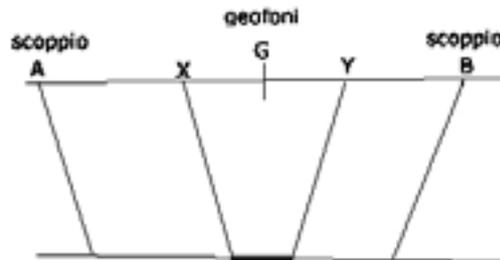
Metodo del Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method - GRM)

Il metodo reciproco generalizzato è stato sviluppato per sormontare alcune imperfezioni dei metodi più semplici, i quali sono messi in difficoltà dalla presenza di superfici, topografiche o del sottosuolo, particolarmente accidentate. Il metodo di Palmer utilizza due funzioni: la funzione di analisi-velocità e la funzione tempo-profondità.

La funzione Analisi Velocità

La particolarità del metodo è l'uso degli arrivi diretti ed inversi a due geofoni, posti ad una distanza XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto di emersione dal rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA



La funzione analisi-velocità, riferendosi alla figura sottostante, è definita dall'equazione:

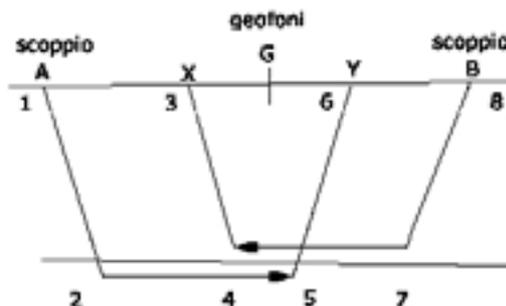
$$t = \frac{t_{AY} - t_{BX} + t_{AB}}{2}$$

$$t_{AY} = (12) + (34) + (45) + (56)$$

$$t_{BX} = (78) + (57) + (45) + (34)$$

$$t_{AB} = (12) + (24) + (45) + (57) + (78)$$

$$t = \frac{2(12) + 2(24) + (45)}{2}$$



Il valore di questa funzione è riferito al punto mediano G fra X ed Y.

Producendo i grafici dei tempi di percorso in relazione alla posizione dei geofoni è possibile derivare la velocità  $V_2$  del rifrattore, indipendentemente dall'inclinazione e dalla topografia. Ciò che influenza il calcolo è dunque la scelta dei geofoni XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto d'uscita sul rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

La funzione Tempo-Profondità

Il metodo GRM prevede ora la creazione di funzioni tempo-profondità per ciascun geofono.

Facendo riferimento alla figura precedente la funzione generalizzata tempo-profondità è definita. Calcolo del valore di XY ottimale dall'equazione:

$$t = \frac{t_{AY} + t_{BX} - (t_{AB} + XY/V_2)}{2}$$

## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**

### **Calcolo del valore di XY ottimale**

La valutazione della distanza XY ottimale può essere ottenuta utilizzando le velocità e gli spessori di strato precedentemente determinati: se sono noti gli spessori e le velocità di ciascuno strato, il valore XY per ogni strato può essere calcolato direttamente, quindi applicando un procedimento iterativo è possibile determinare tali valori automaticamente e con notevole precisione.

### **Metodo del Ray Tracing**

I programmi basati su questa metodologia partono solitamente da una prima interpretazione effettuata con uno dei metodi precedentemente descritti, quindi viene calcolato il tempo di arrivo previsto ad un geofono in base ad un modello iniziale.

La complessità del calcolo aumenta in funzione del modello utilizzato. Il calcolo è eseguito in forma iterativa fino a convergenza, che nei modelli più complessi deve a volte essere forzata.

Dopo aver determinato i tempi di arrivo ai geofoni occorre correggere il modello così da far coincidere, per quanto possibile, i tempi calcolati ed i tempi osservati, quindi si procede nuovamente con il calcolo dei tempi di percorso basati sul modello corretto.

### **Onde P-Descrizione del metodo e della strumentazione**

L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente a impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, è generata da interfacce rifrangenti che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità. I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismo stratigrafiche.

### **Onde P-Elaborazione dei dati**

L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software Pickwin (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione dei filtri "lowpass" e "highpass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- Picking dei primi arrivi;
- Export delle dromocrone;
- Inversione tomografica dei dati attraverso l'applicativo Plotrefa;
- Definizione del modello sismostratigrafico.

### **Onde P-Rappresentazione dei dati**

I dati elaborati sono stati esportati e restituiti come di seguito riportato:

- sismogrammi relativi agli scoppi;
- dromocrone relative rispettivamente alle onde P;
- sezioni tomografiche
- modelli sismo stratigrafici.

In particolare l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismo strati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismo stratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismo strati.

### **Onde P-Interpretazione dei risultati**

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante precisare che generalmente:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore  $h$  ubicato a profondità  $z$  dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui  $h < 0.25 * z$ .
- c) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**

**Id indagine** PRSE772 - M1 IA  
**LOCALITA'** VOLTURINO (FG)  
**DATA E ORA** 26/07/2023

**Coordinate WGS 84 :**

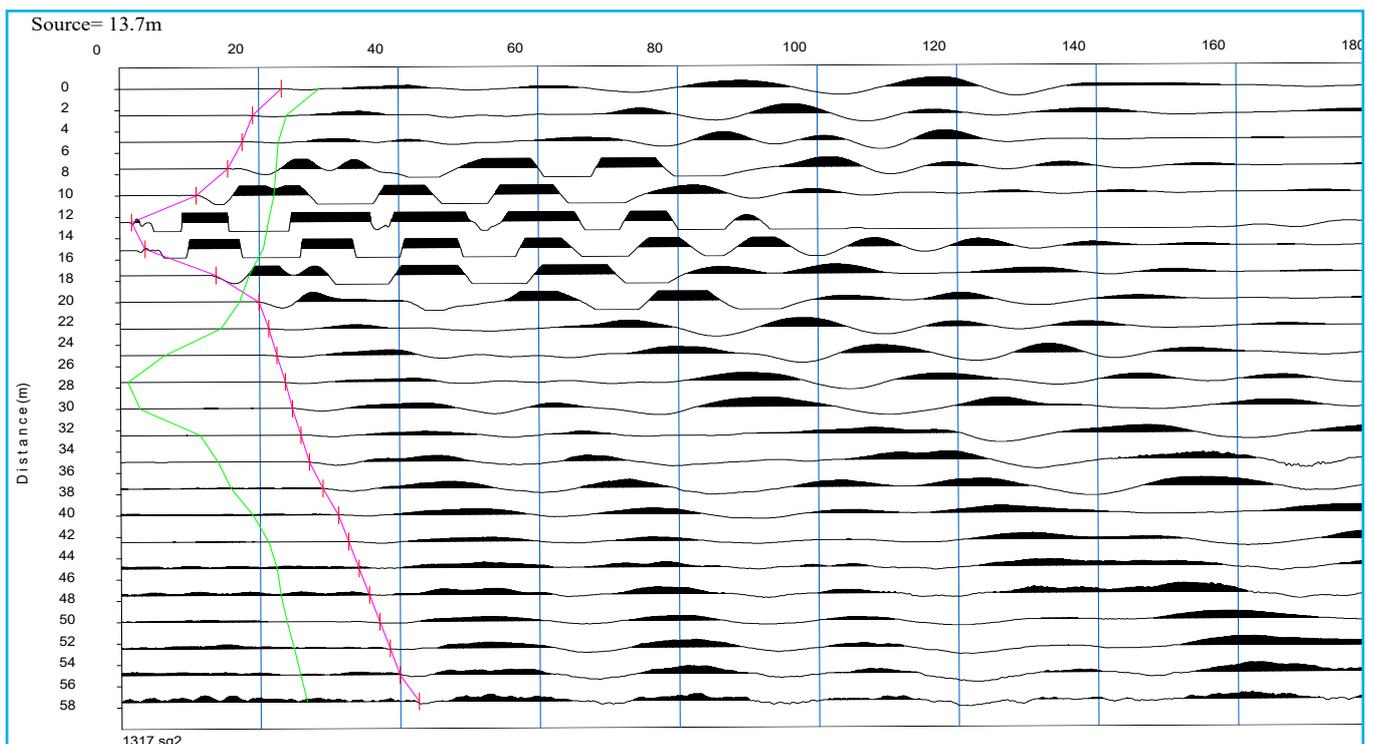
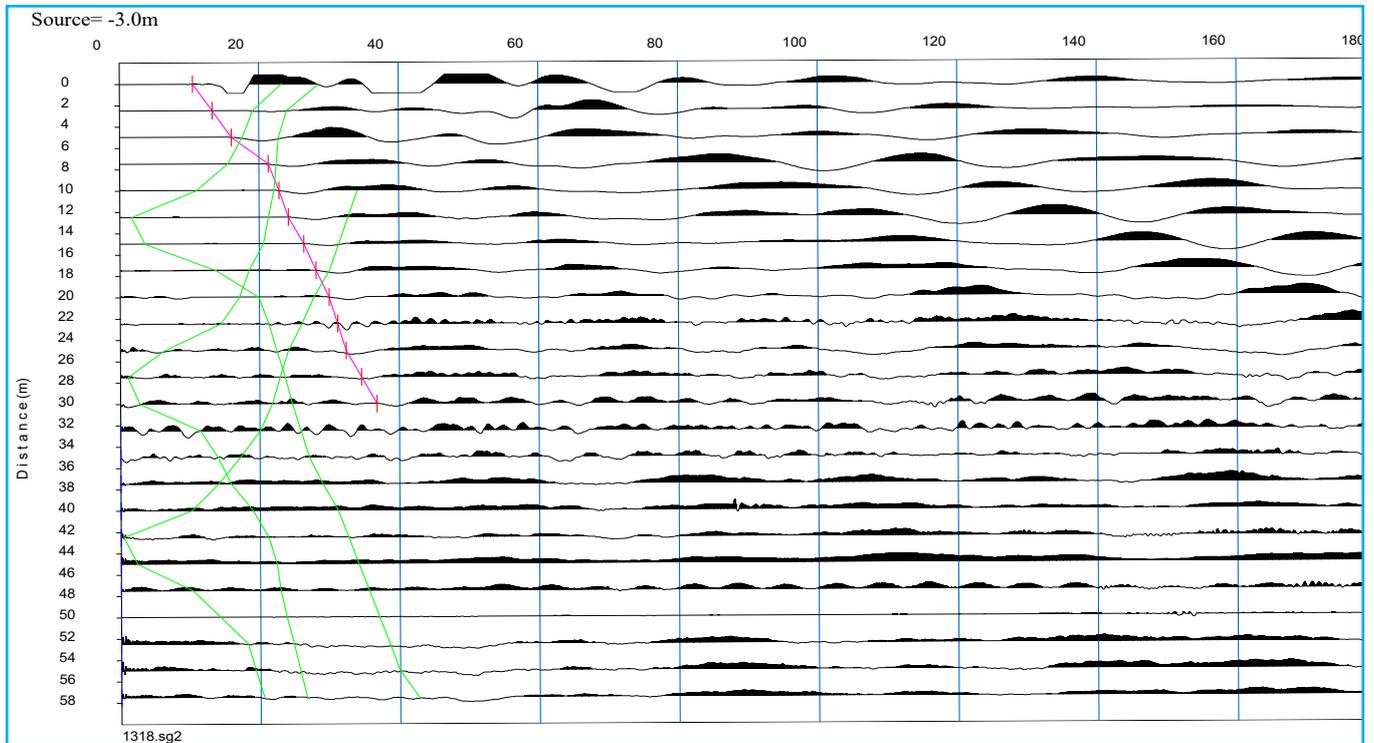
**Geofono 1:** 41.28.428 N-15.05.767 E  
**Geofono 12-13:** 41.28.415 N-15.05.760 E  
**Geofono 24:** 41.28.401 N-15.05.751 E

### **Onde P-Acquisizione dei dati**

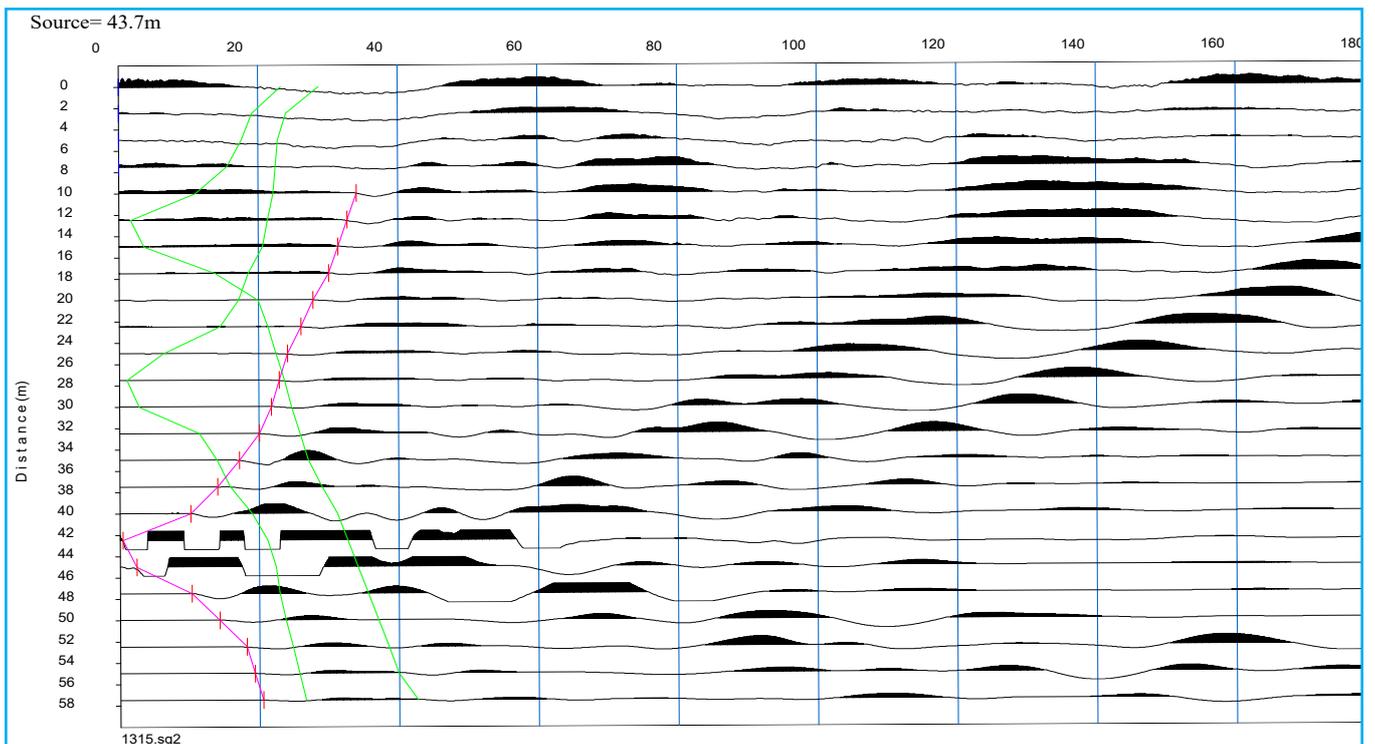
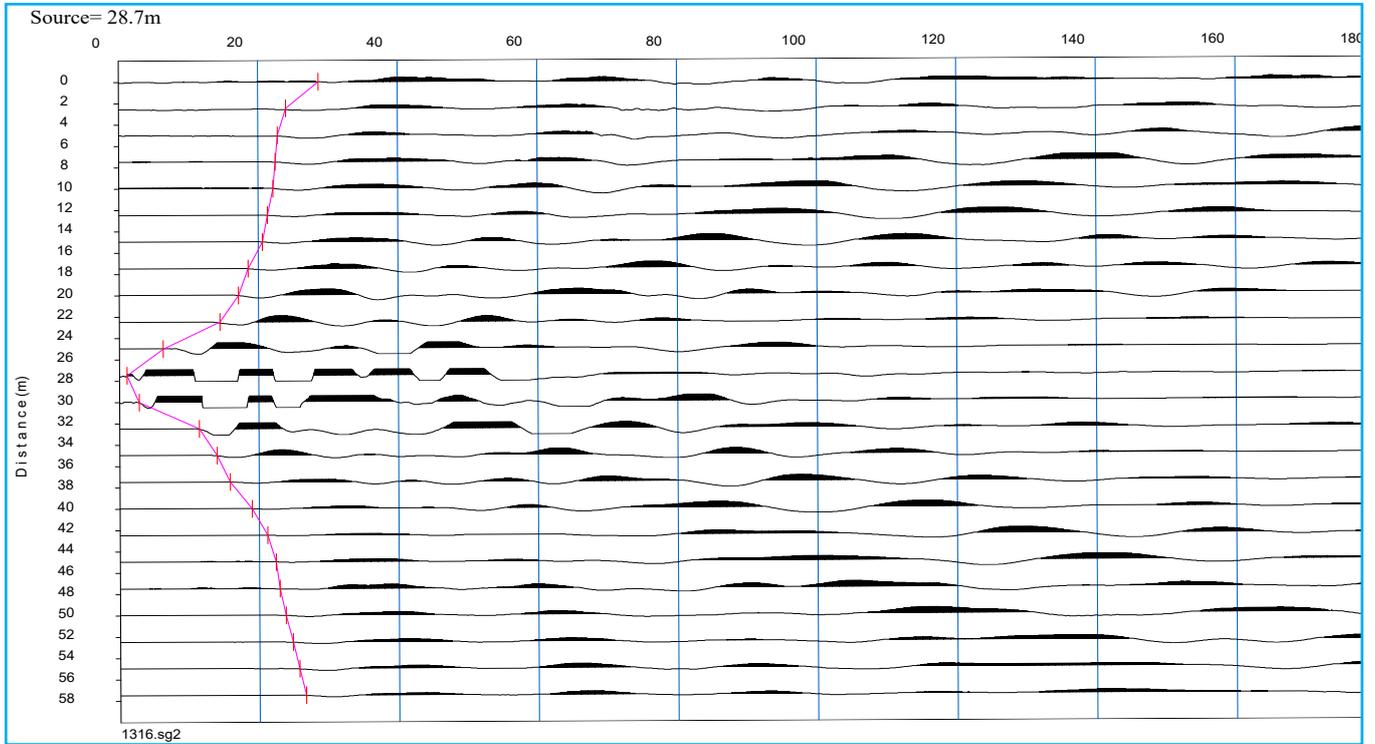
**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60.5 m  
**Posizione dello scoppio:**  
Scoppio 1: -3.00 m;  
Scoppio 2: 13.75 m;  
Scoppio 3: 28.75 m;  
Scoppio 4: 43.75 m;  
Scoppio 5: 60.05 m;



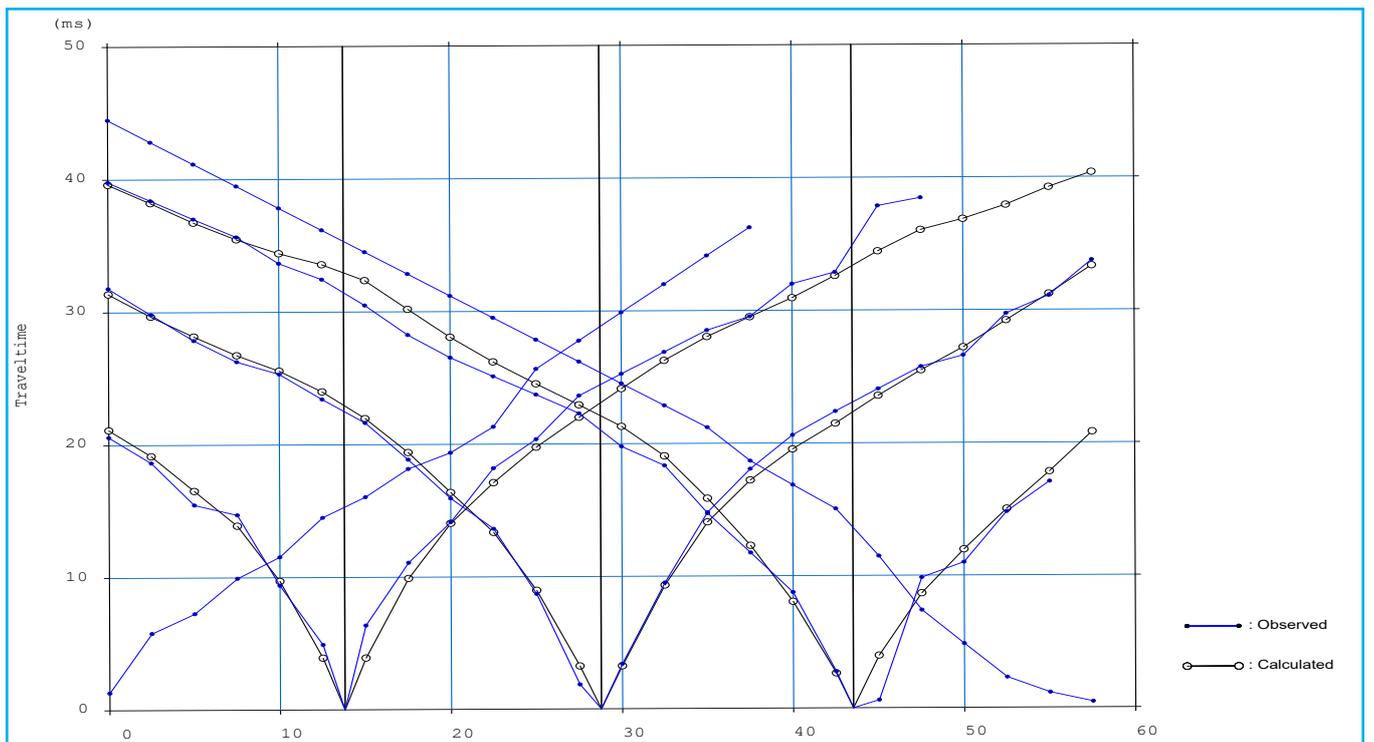
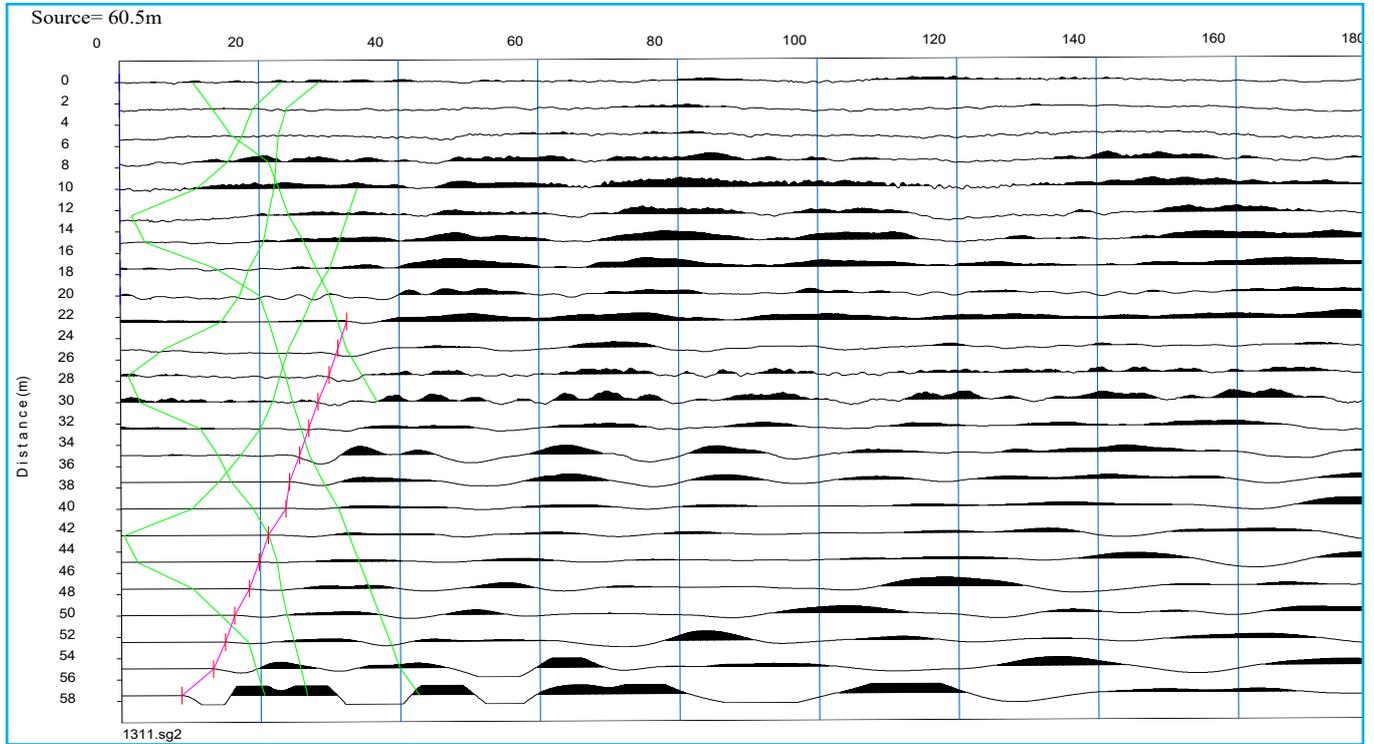
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA



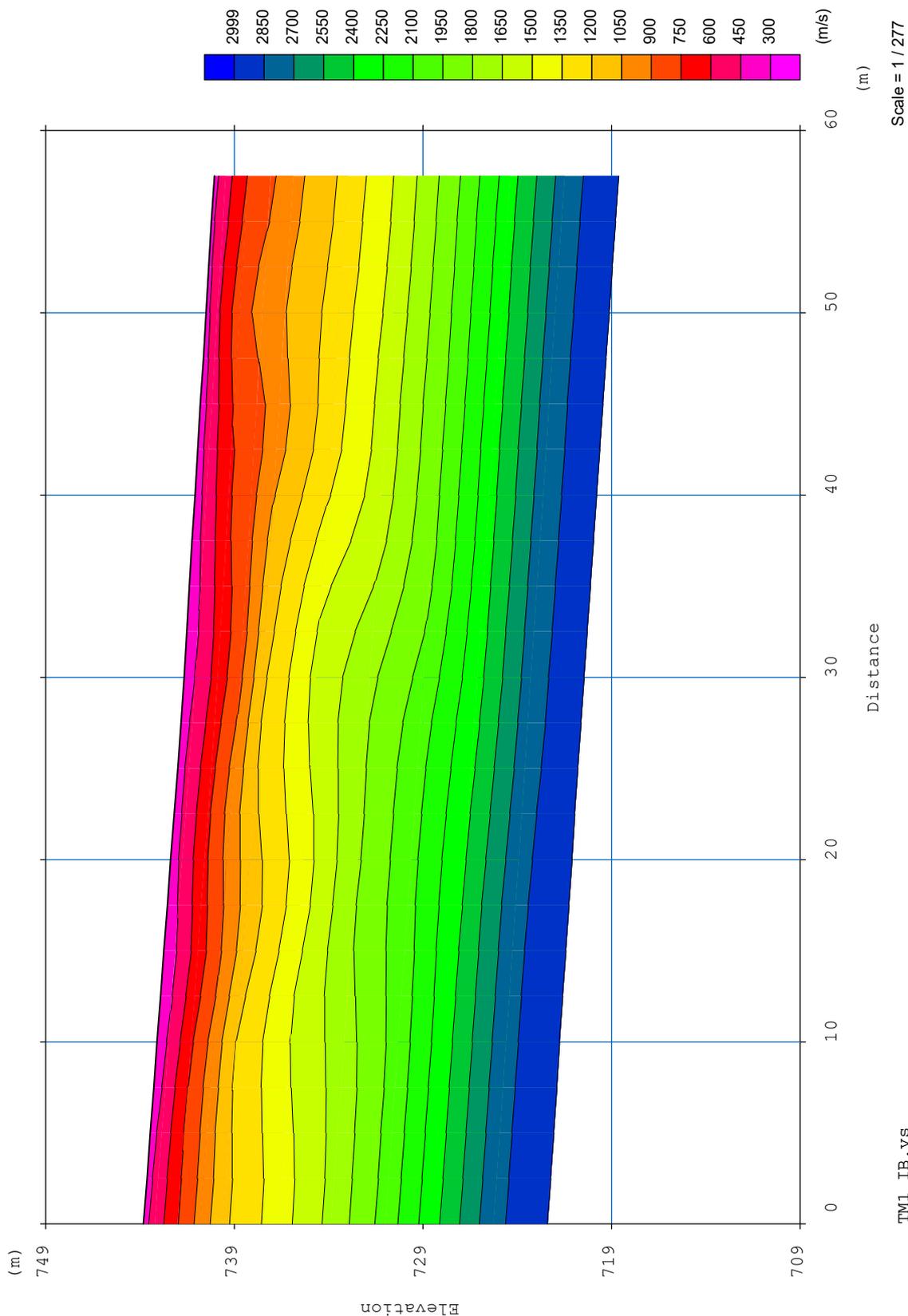
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA



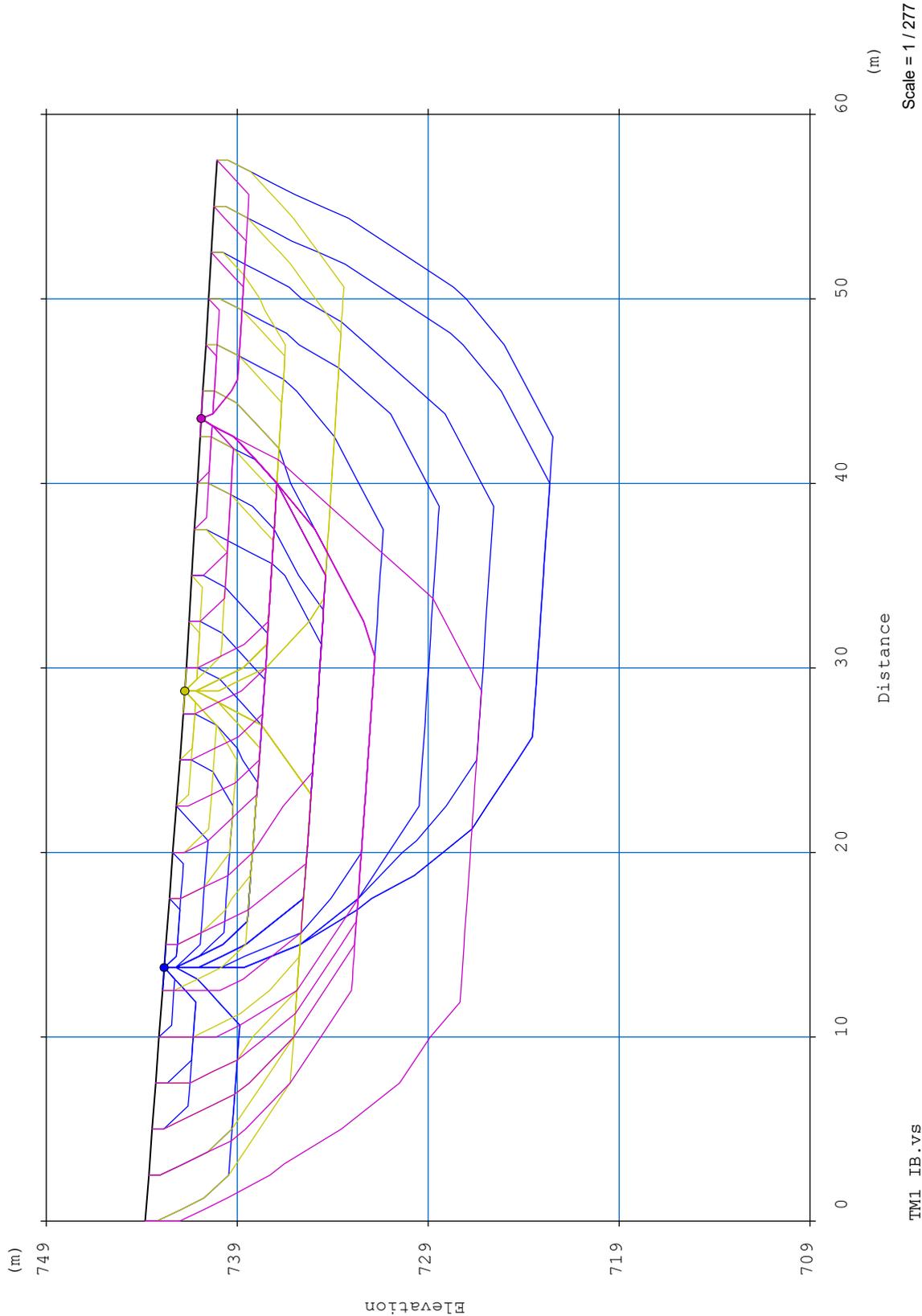
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA



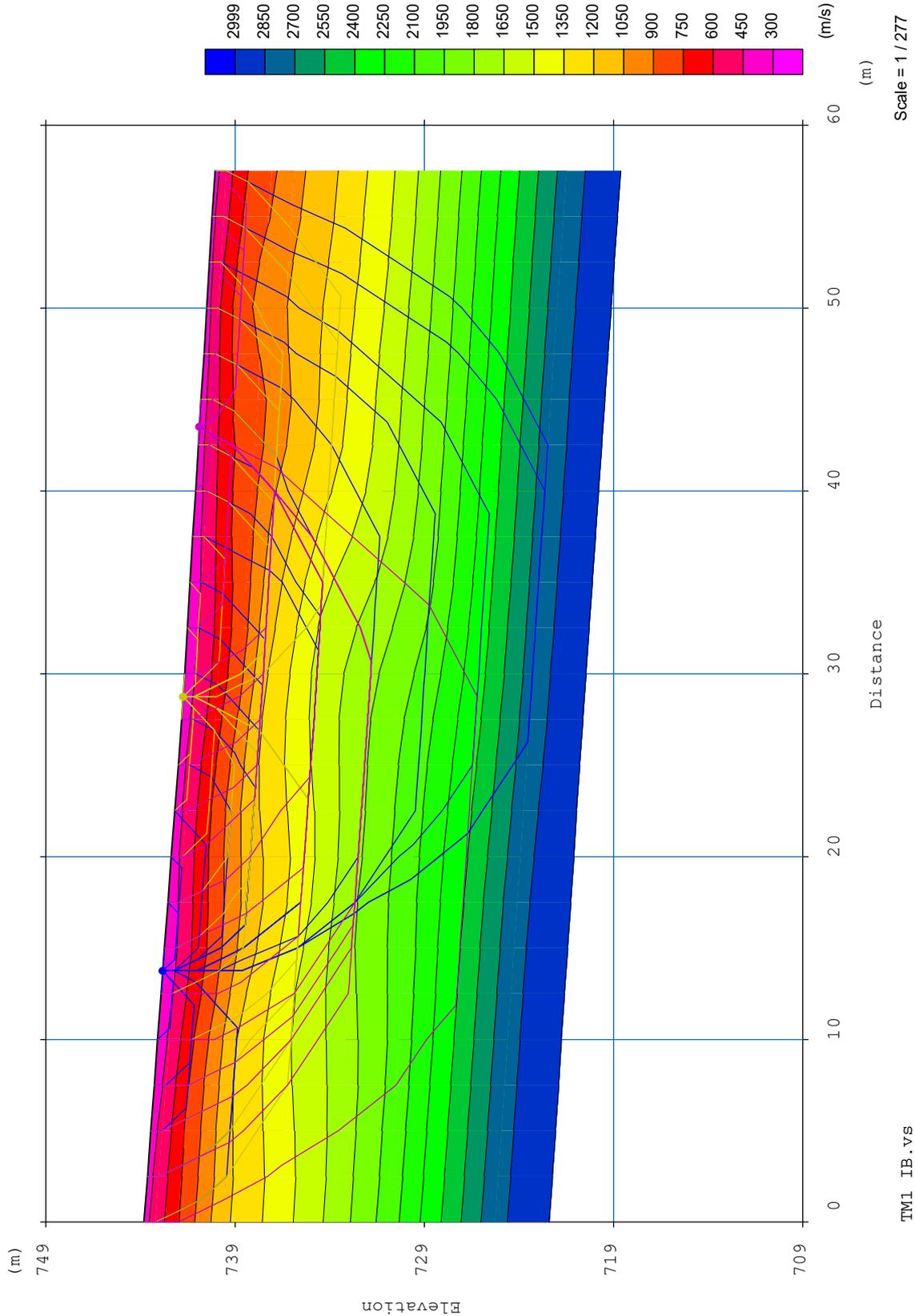
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T11A



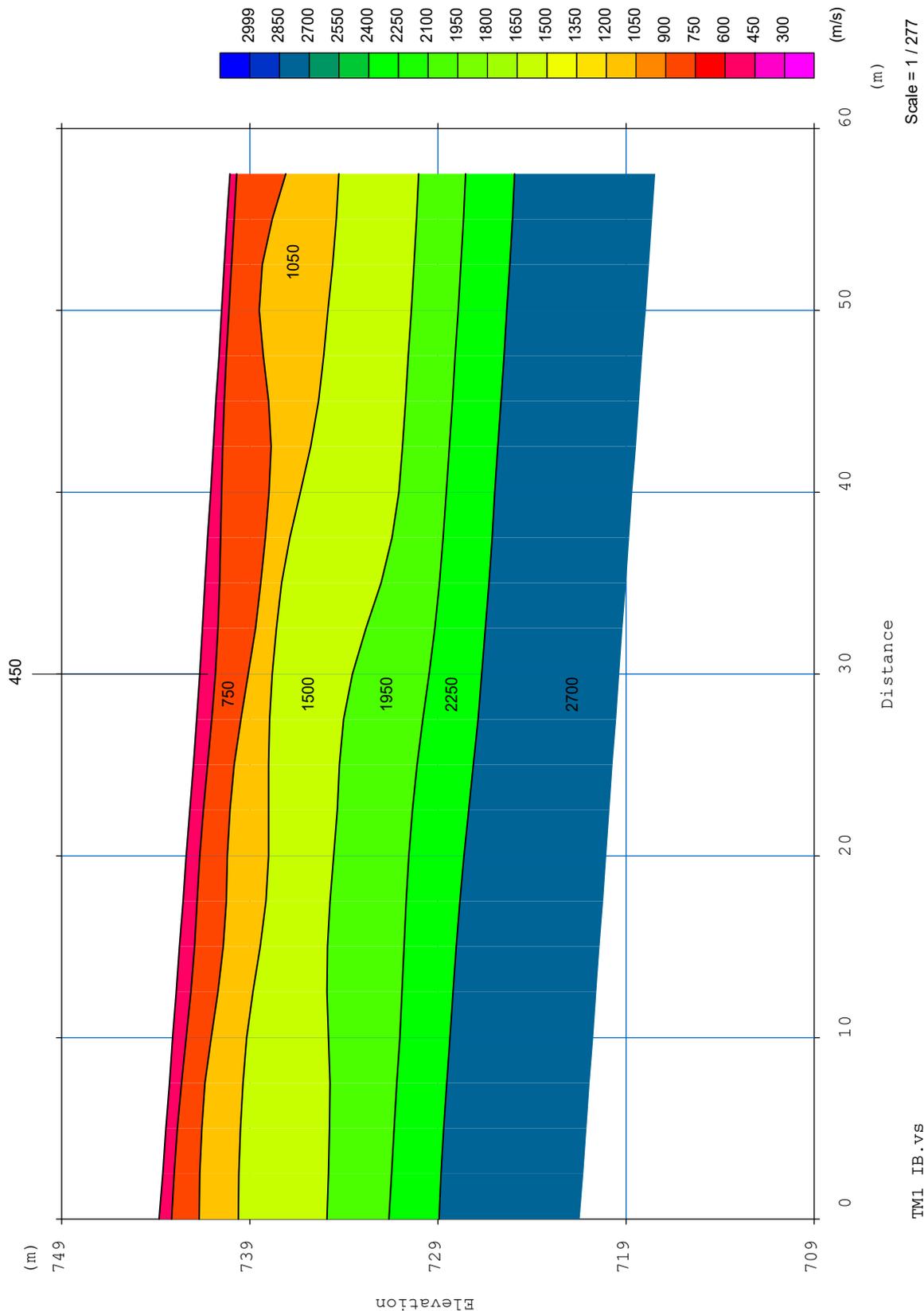
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA



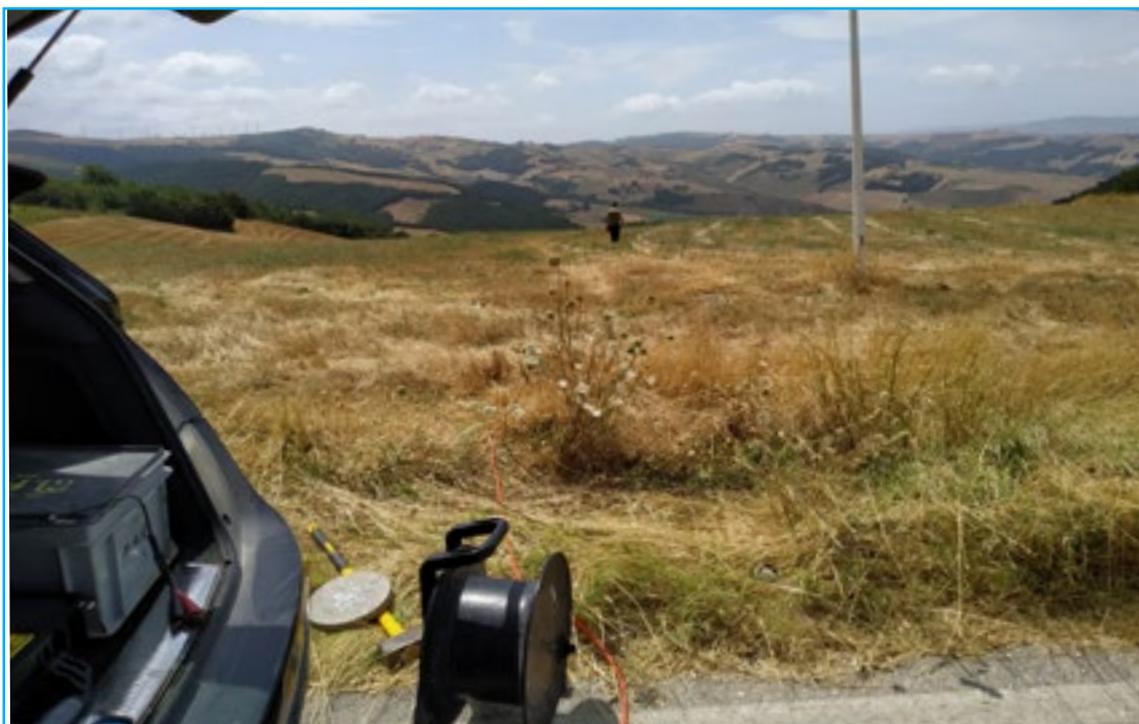
## TOMOGRAFIA PRSE772 - T11A



## TOMOGRAFIA PRSE772 - T11A



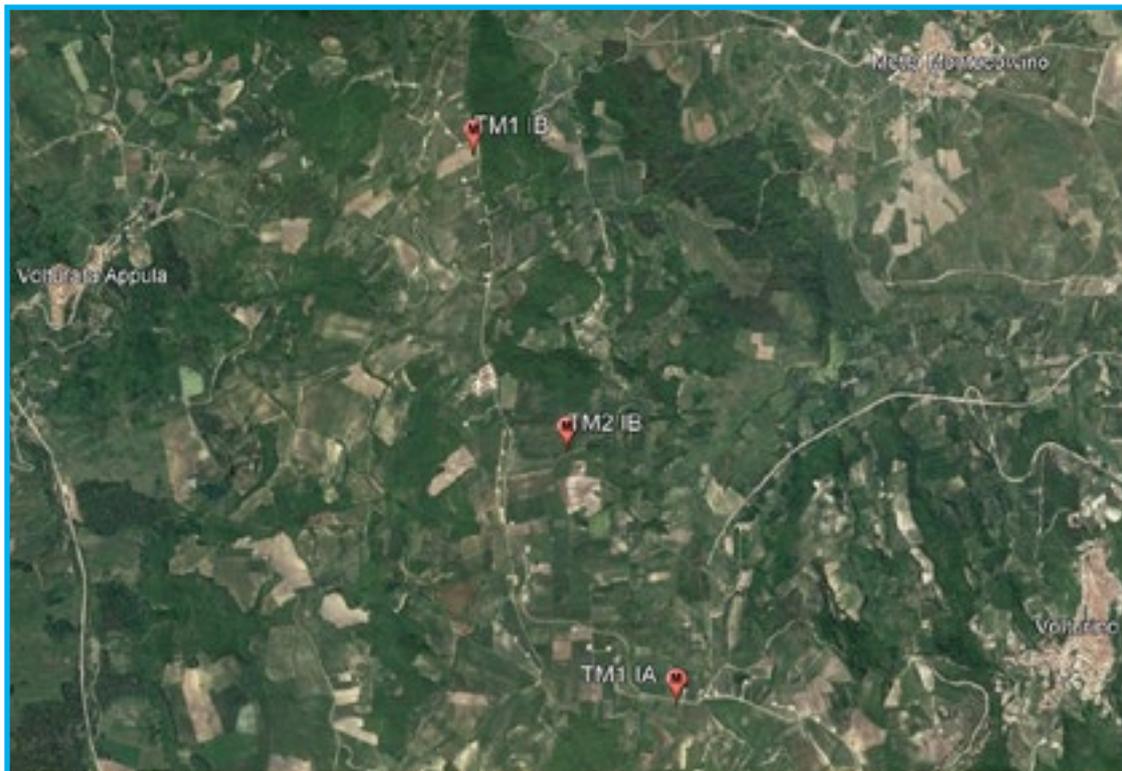
## **TOMOGRAFIA PRSE772 - T1 IA**



## PRSE 772 - MASW - M1 IA

**OGGETTO: PARCO EOLICO VOLTURINO-  
VOLTURARA APPULA**

**COMMITTENZA: EDISON RINNOVABILI SPA**



## **PRSE 772 – MASW – M1 IA**

### **MASW**

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

#### **Moto del segnale sismico**

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

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

#### **Onde di Rayleigh – “R”**

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P e S), considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

#### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente, non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali; si osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

#### *Modellizzazione*

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle onde P, la curva di dispersione teorica, la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = f \times l$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

## **PRSE 772 – MASW –M1 IA**

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

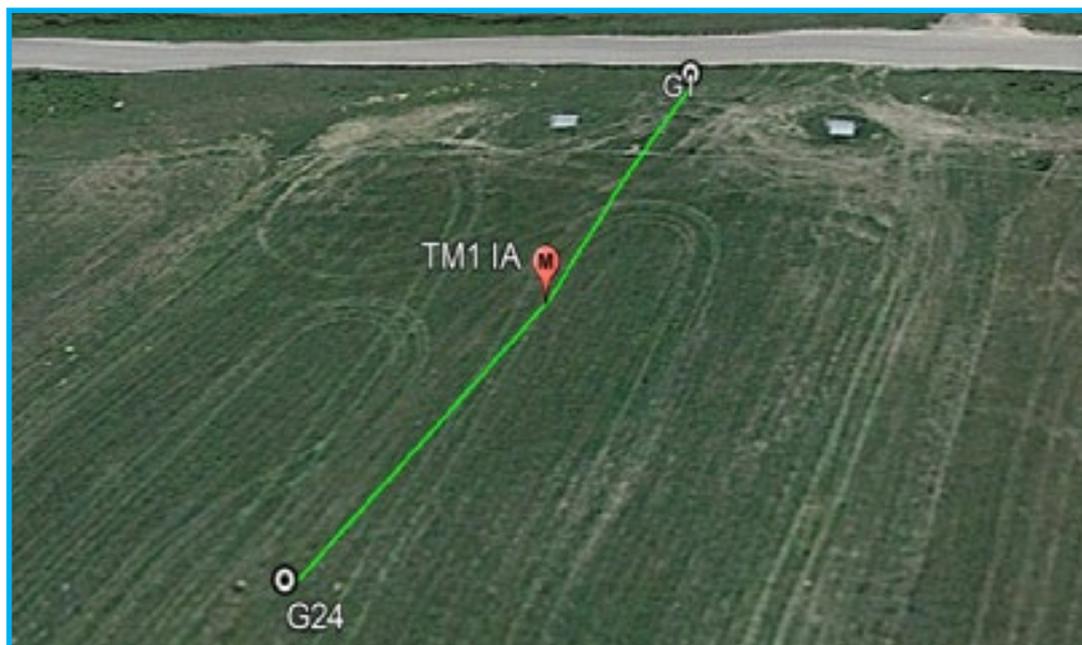
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>MASW-M1 IA</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>VOLTURARA APPULA (FG)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>26/07/23</b>

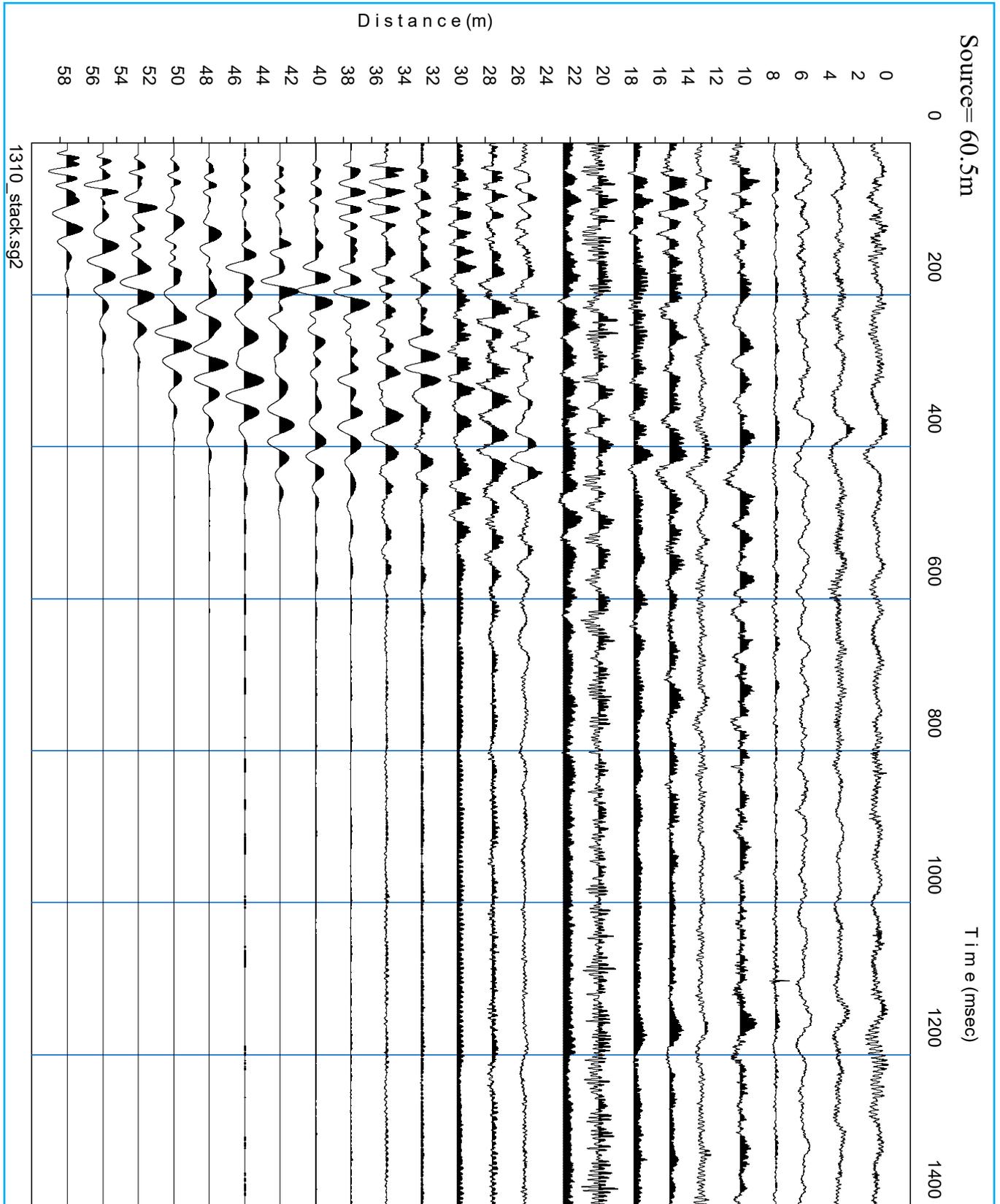
**Distanza tra i geofoni 2 metri battuta +3m.**

**Coordinate WGS 84 :**

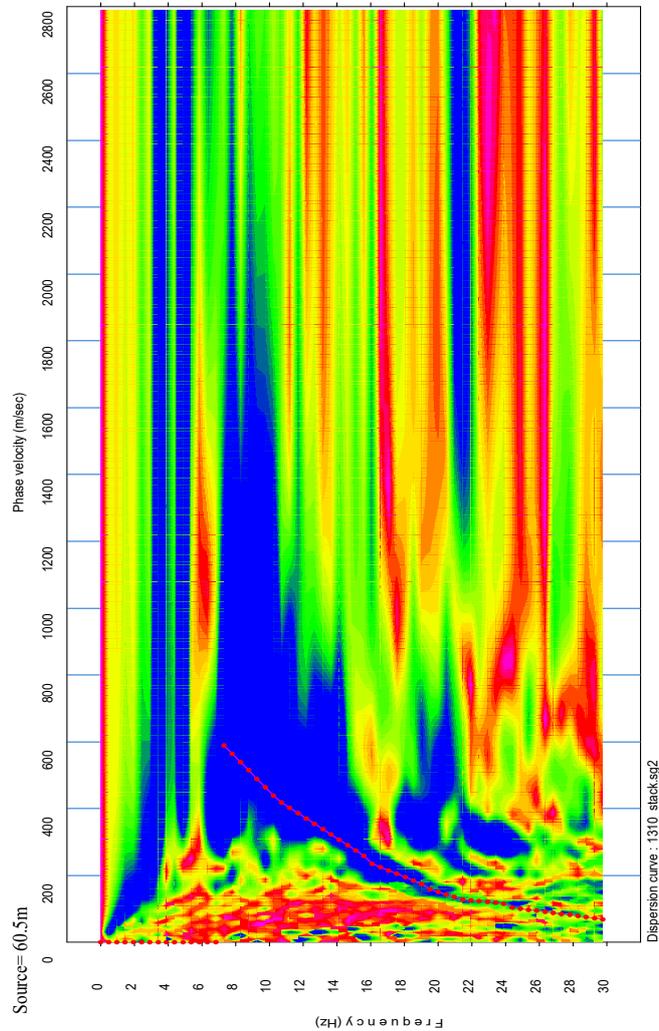
<b>Geofono 1:</b>	<b>41.28.428 N-15.05.767 E</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>41.28.415 N-15.05.760 E</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>41.28.401 N-15.05.751 E</b>



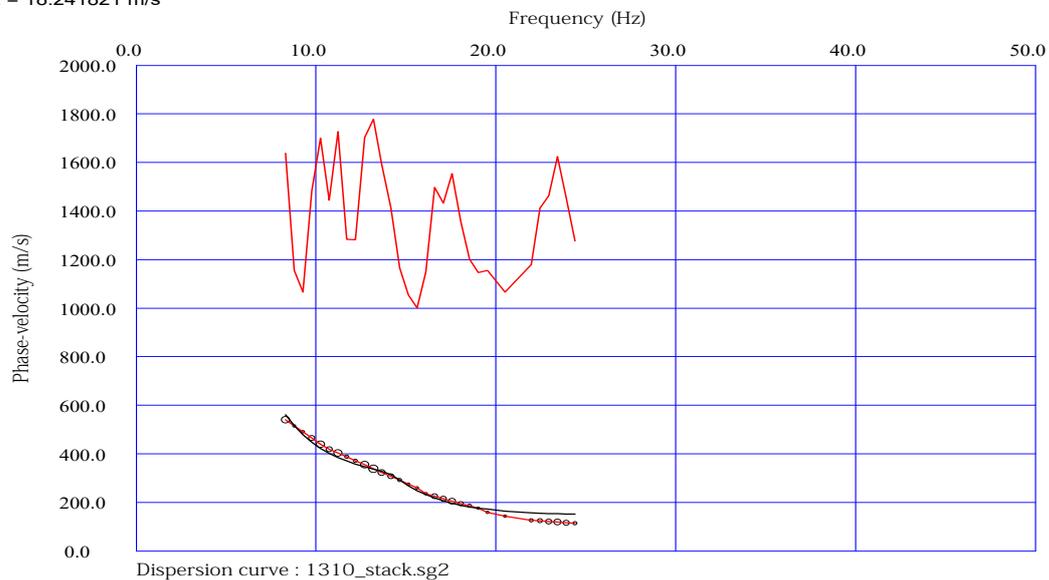
## PRSE 772 - MASW - M1 IA



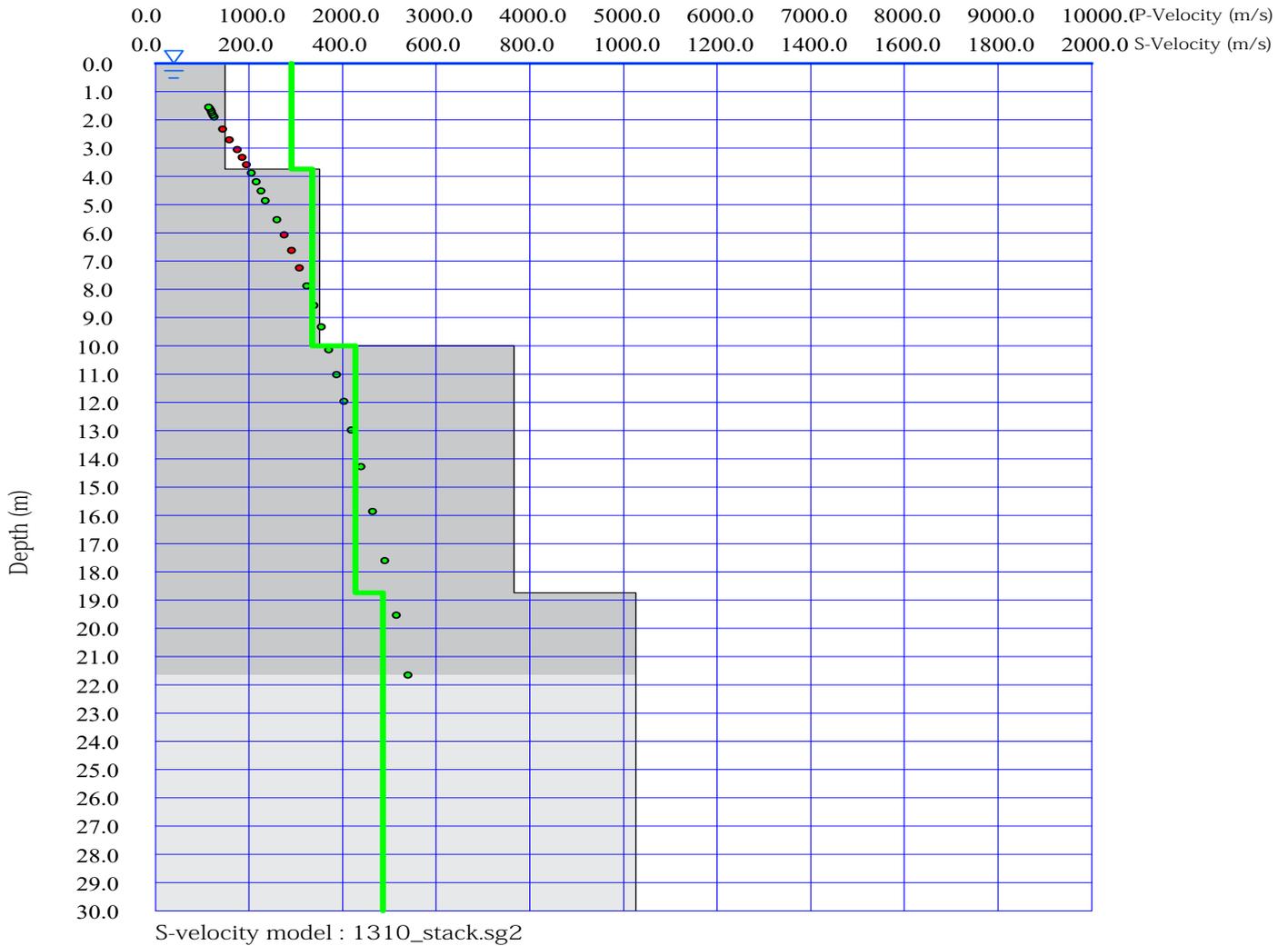
## DRSE 772 - MASW - M1 IA



RMSE = 18.241821 m/s



## PRSE 772 - MASW - M1 IA



## PRSE 772 - MASW - M1 IA

PRSE 772 - TM1 IA

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	3.8	148.94	1455.33	17.73	0.49	9.77	40	120
2	3.8	6.3	350.60	1679.17	18.45	0.48	4.79	231	683
3	10.0	8.8	766.30	2140.59	19.83	0.43	2.79	1187	3388
4	18.8	11.2	1027.19	2430.18	20.64	0.39	2.37	2221	6180
5	30.0 -		1028.66	2431.81	20.65	0.39	2.36	2228	6198
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 18.8 m

**Vs,eq :** 345.4 (m/s)

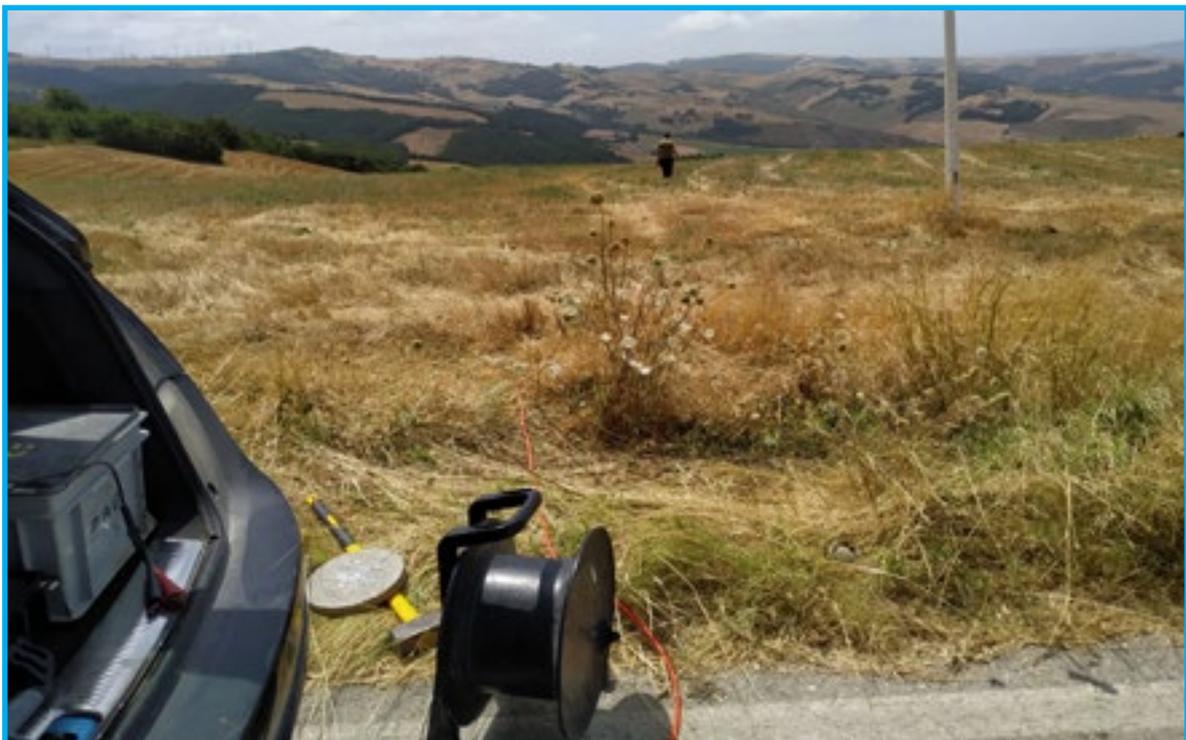
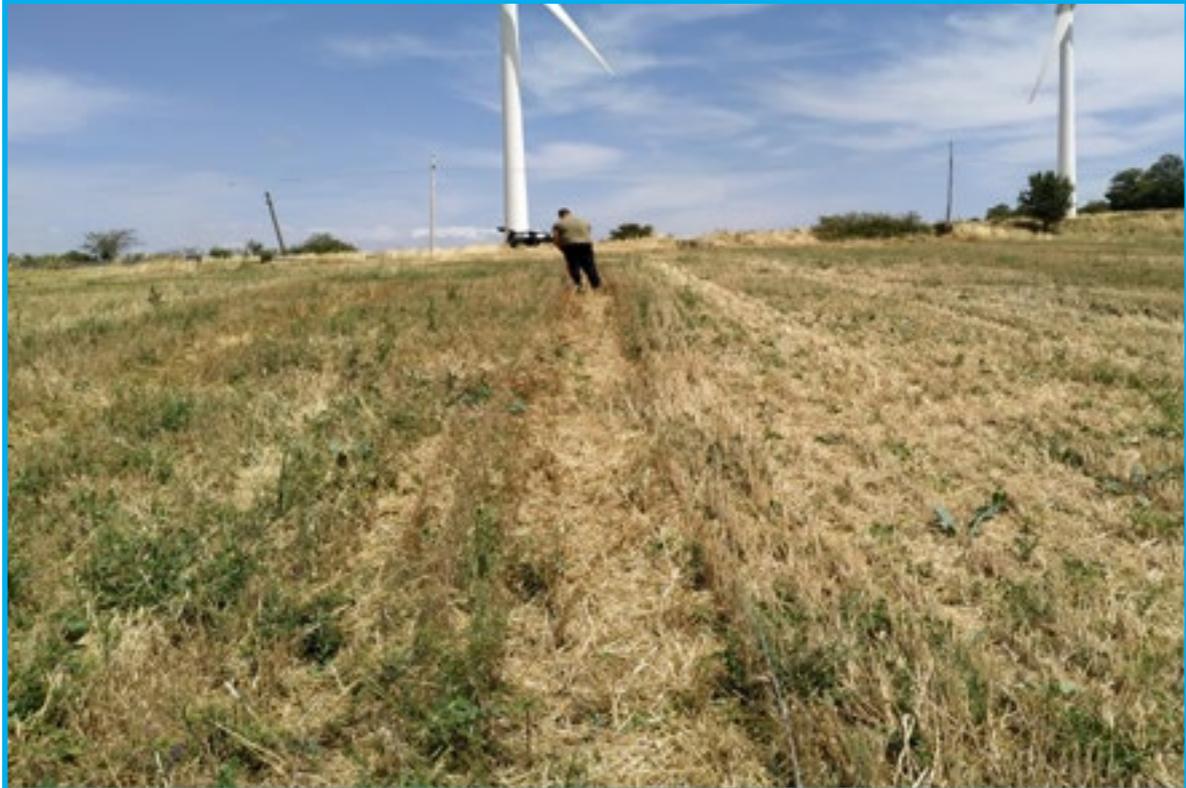
**Categoria suolo :** C

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

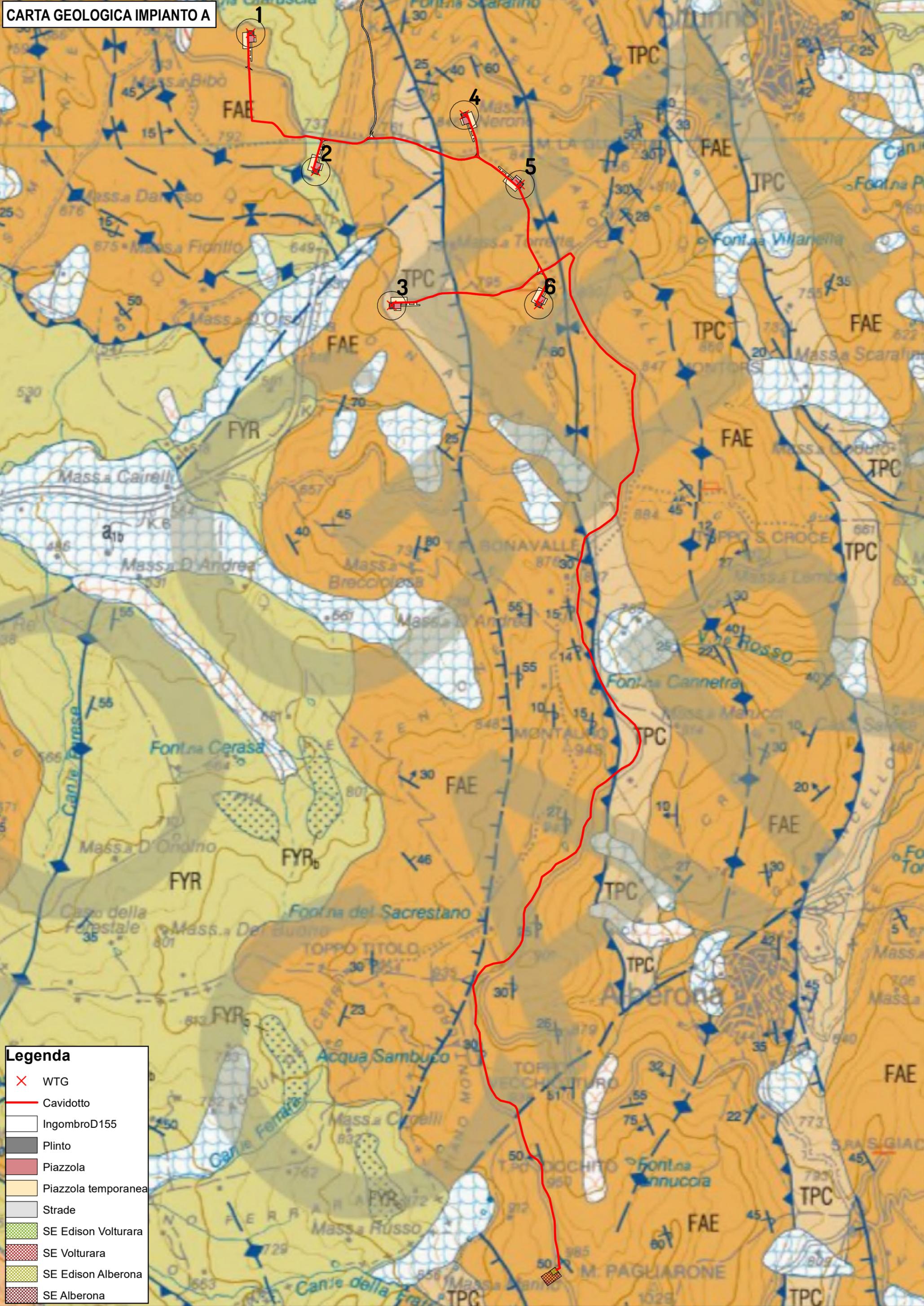
**Legenda:**

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## PRSE 772 - MASW - M1 IA



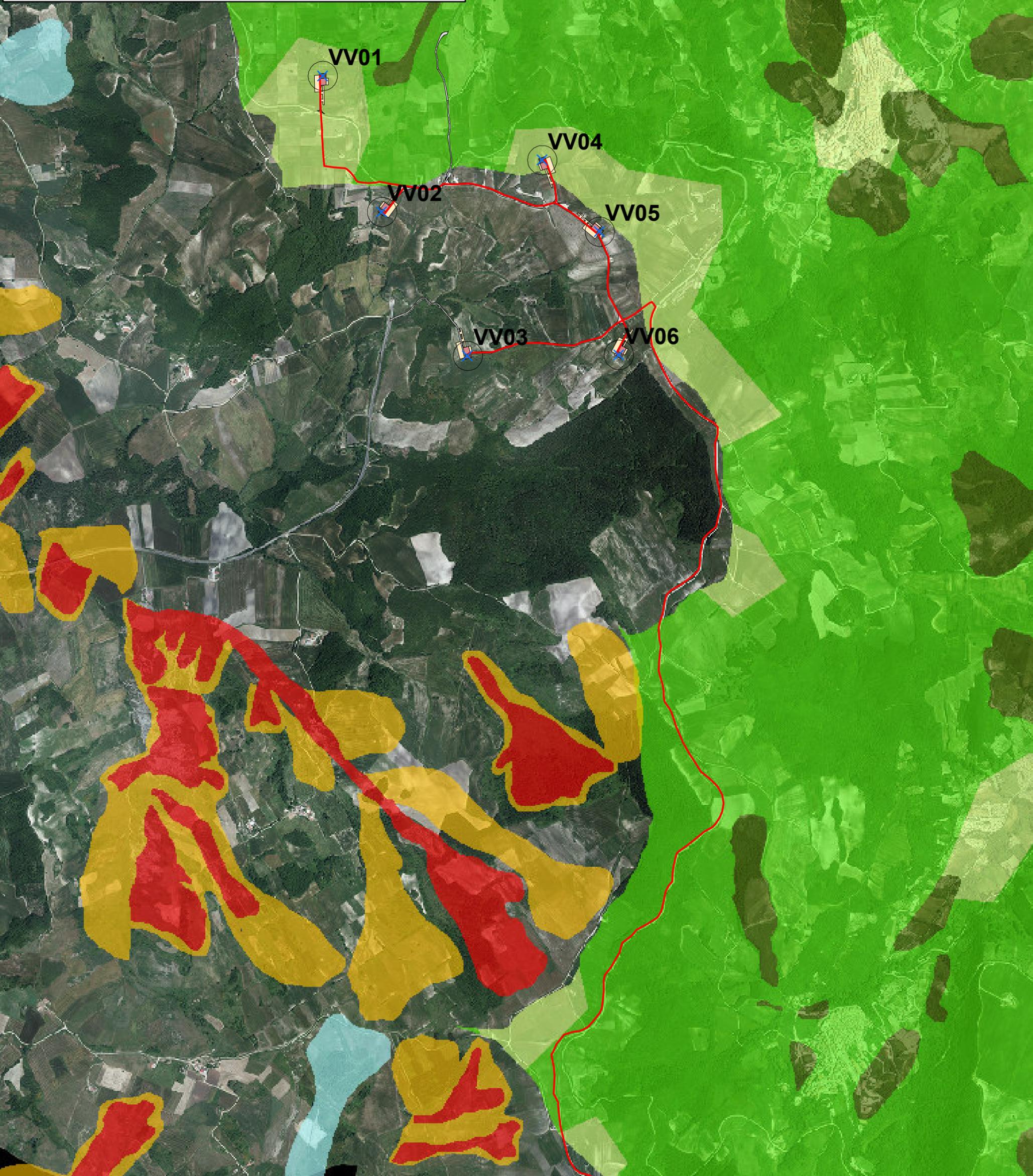
CARTA GEOLOGICA IMPIANTO A



**Legenda**

-  WTG
-  Cavidotto
-  IngombroD155
-  Plinto
-  Piazzola
-  Piazzola temporanea
-  Strade
-  SE Edison Volturara
-  SE Volturara
-  SE Edison Alberona
-  SE Alberona

**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA - IMPIANTO A**



**IMPIANTO A**

- ✕ WTG impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Cavidotto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- IngombroD155 impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Plinto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola temporanea impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Strade impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Edison Alberona impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Alberona

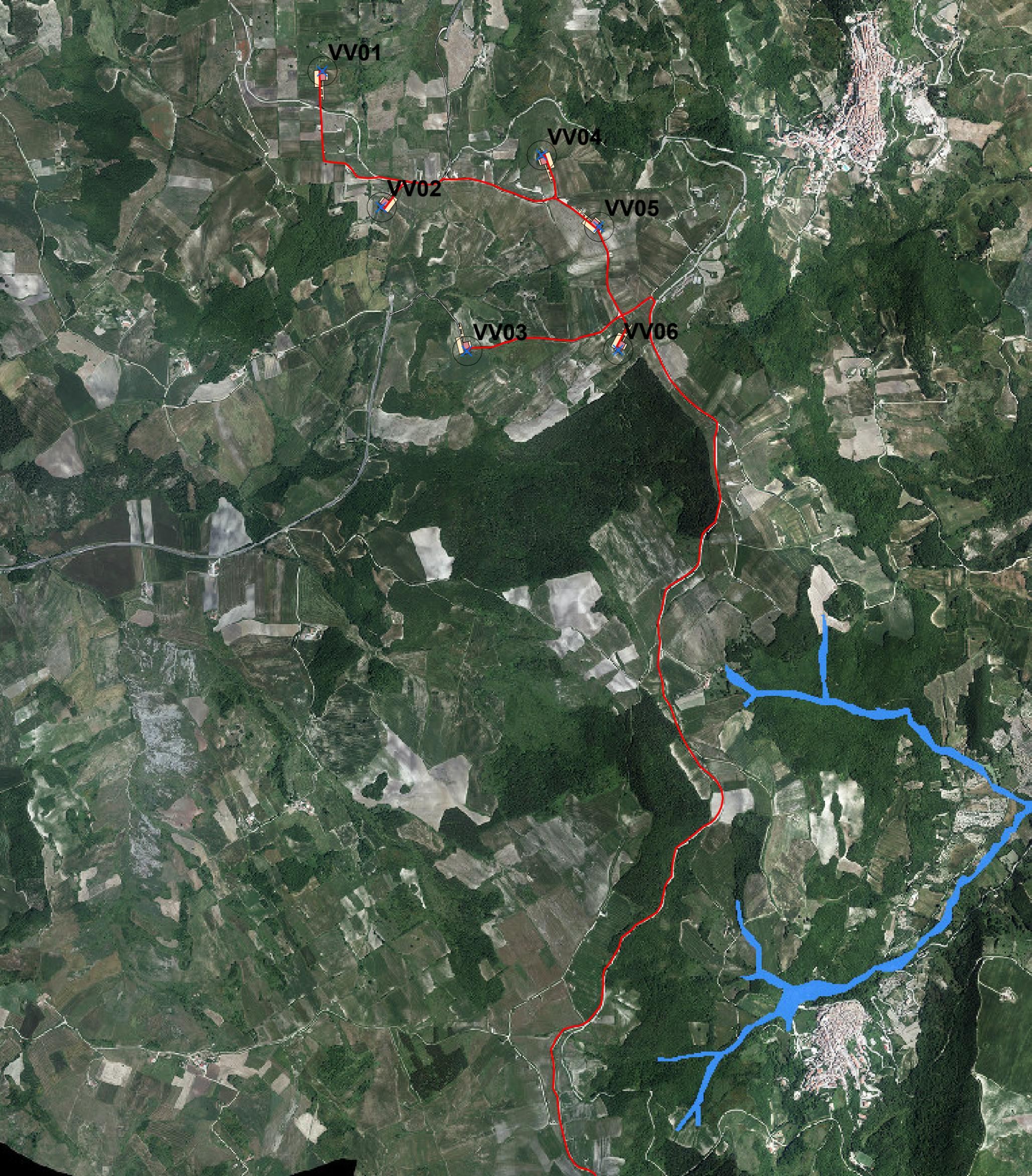
**Pericolosità geomorfologica AdB Fortore**

- P1 - Pericolosità moderata
- P2 - Pericolosità elevata
- P3 - Pericolosità estremamente elevata

**AdB Puglia**

- PG1
- PG2
- PG3

**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA IMPIANTO A**



**Legenda**

- WTG impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Cavidotto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- IngombroD155 impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Plinto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola temporanea impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Strade impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Edison Alberona impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Alberona

**Pericolosità idraulica Puglia**

- AP
- MP
- BP

# INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO IMPIANTO A



**Legenda**

- WTG impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Cavidotto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- IngombroD155 impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Plinto impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Piazzola temporanea impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- Strade impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Edison Alberona impianto A\_PNXF3G0-IR\_Edison\_VolturinoVolturara
- SE Alberona
- 407\_Reticolo
- Reticolo idrografico distretto 12\_2022