

Regione Friuli Venezia Giulia

Comune di Chions

Provincia di Pordenone

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"CHIONS 1" - "CHIONS 2" - "CHIONS 3"

Via Sesto snc

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA

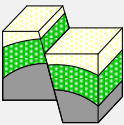
Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

R-GEO

Studio di progettazione:



s.a.G.A.
*studio associato di
geologia applicata*

via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811

Progettista:



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy.

Cod. File:		Scala:		Formato:	Codice:	Rev.:
-				A4	-	-
Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	
0	12/2022	prima emissione	S.AG.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Iano	G. Santus	
1	-					
2	-					



SOMMARIO

0. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO ED OBIETTIVI	3
<i>a) Caratteristiche generali dell'area ed interventi previsti</i>	4
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	6
1.1 Situazione geologica generale	6
1.2 Situazione geomorfologica ed idrogeologica	8
2. CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO	14
2.1 Indagini in sito eseguite	14
2.2 Modello Stratigrafico del sottosuolo	16
2.3 Modello geotecnico del sottosuolo	17
2.4 Caratterizzazione sismica del sito	20
3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E INDICAZIONI PROGETTUALI	24
3.1 - Indicazioni Progettuali geologiche: Progettazione Esecutiva	25
<i>a) - Installazioni dei pannelli a terra</i>	25
<i>b) - Fabbricati tecnologici</i>	25

ALLEGATO 1

Elaborazione Prove penetrometriche

ALLEGATO 2

Indagine geofisica

ALLEGATO 3

Tavole Grafiche



0. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO ED OBIETTIVI

Su incarico della Ditta CHIRON ENERGY SPV 18 S.r.L., mi è stato affidato l'*esame geologico-tecnico-stratigrafico* di un'area ubicata in fregio a Via Sesto sui terreni di cui al Foglio n. 14, Particelle n. Foglio 14 part. 14, 33, 34, 52, 68, 117, 120, 339, 340, 341, 342, 378, 400, 401, 404, 409 nel territorio comunale di Chions (PN) - Figura 1 sottostante - in ordine al Progetto di realizzazione "Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica "CHIONS 1 - CHIONS 2 - CHIONS 3".



Figura 1: Estratto "Carta tecnica regionale - CTR "Villotta" FVG" - Fonte Geoportale Regione FVG

Le indagini sono state mirate alla caratterizzazione geologica e stratigrafica del sito, in ottemperanza alla vigente normativa tecnica (DM 17.01.18, NTA PRG del Comune di Chions).



Il presente rapporto costituisce la relazione riassuntiva ed esplicativa delle indagini svolte, con caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dei terreni, base essenziale per la corretta esecuzione dei lavori d'approntamento del sito e per le scelte progettuali esecutive in merito agli interventi in progetto.

a) Caratteristiche generali dell'area ed interventi previsti

L'area interessata dal progetto si trova ad una quota s.l.m. compresa tra 15,5 e 16.5 m, nella porzione orientale del territorio comunale di Chions, al confine con il Comune di Sesto al Reghena; per il PRG di Chions, il sito in oggetto risulta classificato come "Ambito di espansione per destinazioni logistiche". E' rappresentato da un lotto avente una superficie pari a circa 19,5 Ha, attualmente incolto e pianeggiante - Figura 2.



Figura 2: Vista aerea dell'area d'interesse - Fonte Google Earth



Il progetto in esame prevede i seguenti interventi di interesse geologico - geotecnico:

- Realizzazione di impianto di produzione energia elettrica (campo fotovoltaico) con pannelli a terra sostenuti da strutture metalliche tubolari e realizzazione di cabine tecnologiche prefabbricate;

Gli interventi di cui sopra sono descritti in dettaglio all'interno degli elaborati progettuali a cura dello Studio Tecnico di Progettazione SOLUX Engineering Studio, in parte riportati nelle Tavole 1 e 2 in Allegato 3 alla presente Relazione.

Nella Figura 3 seguente è mostrata una panoramica da NE verso SW dell'area d'intervento realizzata con drone nel mese di Settembre 2022.



Figura 3: Vista da NE verso SW dell'area d'intervento - volo drone settembre 2022

Considerate le condizioni geologico-stratigrafiche e geomorfologiche dell'area, la situazione morfologico-urbanistica, con particolare riferimento a dimensione e posizionamento delle opere in progetto, si è ritenuta necessaria la realizzazione ex novo di 6 prove penetrometriche dinamiche e l'esecuzione di un dettagliato rilevamento geologico nell'intorno significativo. Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, è stata eseguita una prova combinata MASW-H/V.



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Per la caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area sulla quale saranno realizzate le opere in progetto, si sono svolte le seguenti indagini:

- Rilevamento di dettaglio dell'area, estendendo le indagini ad un congruo intorno;
- Esame dei dati e delle pubblicazioni relative alla zona d'intervento;
- Esecuzione ex novo di 6 prove penetrometriche dinamiche medie e di prova Geofisica;

1.1 Situazione geologica generale

Il territorio comunale di Chions si trova nella zona di transizione tra la bassa e l'alta "*Pianura Friulana*", che geologicamente è costituita da depositi determinati dal riempimento di un bacino situato al margine settentrionale della micro-placca adriatica, avvenuto nel terziario e quaternario. Il settore occupato dal Comune di Chions è contraddistinto da uno spessore di sedimenti quaternari di circa 650-750 m che sovrastano il *Substrato Pliocenico*.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, l'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di *depositi alluvionali e fluvio-glaciali* relativi all'evoluzione del F. Tagliamento, i quali sono stati successivamente rimaneggiati dal reticolo idrografico secondario; essi sono caratterizzati da 4 litofacies principali che testimoniano gli ambienti deposizioni che si sono verificati all'interno del territorio comunale.

Sulla scorta di quanto esposto nello Studio Geologico del PRG di Chions, l'area in oggetto è interessata dalla Litofacies ASLg, costituita da terreni prevalentemente argilloso-limosi e sabbiosi, con piccoli ciottoli disseminati in varia percentuale sul territorio; le prove eseguite in sito confermano tale dato.

Nella Figura 4 alla pagina seguente è rappresentato un estratto della Carta Geologica del PRG di Chions; essa mostra l'estensione areale dei depositi alluvionali ASLg che interessano l'area oggetto d'intervento.

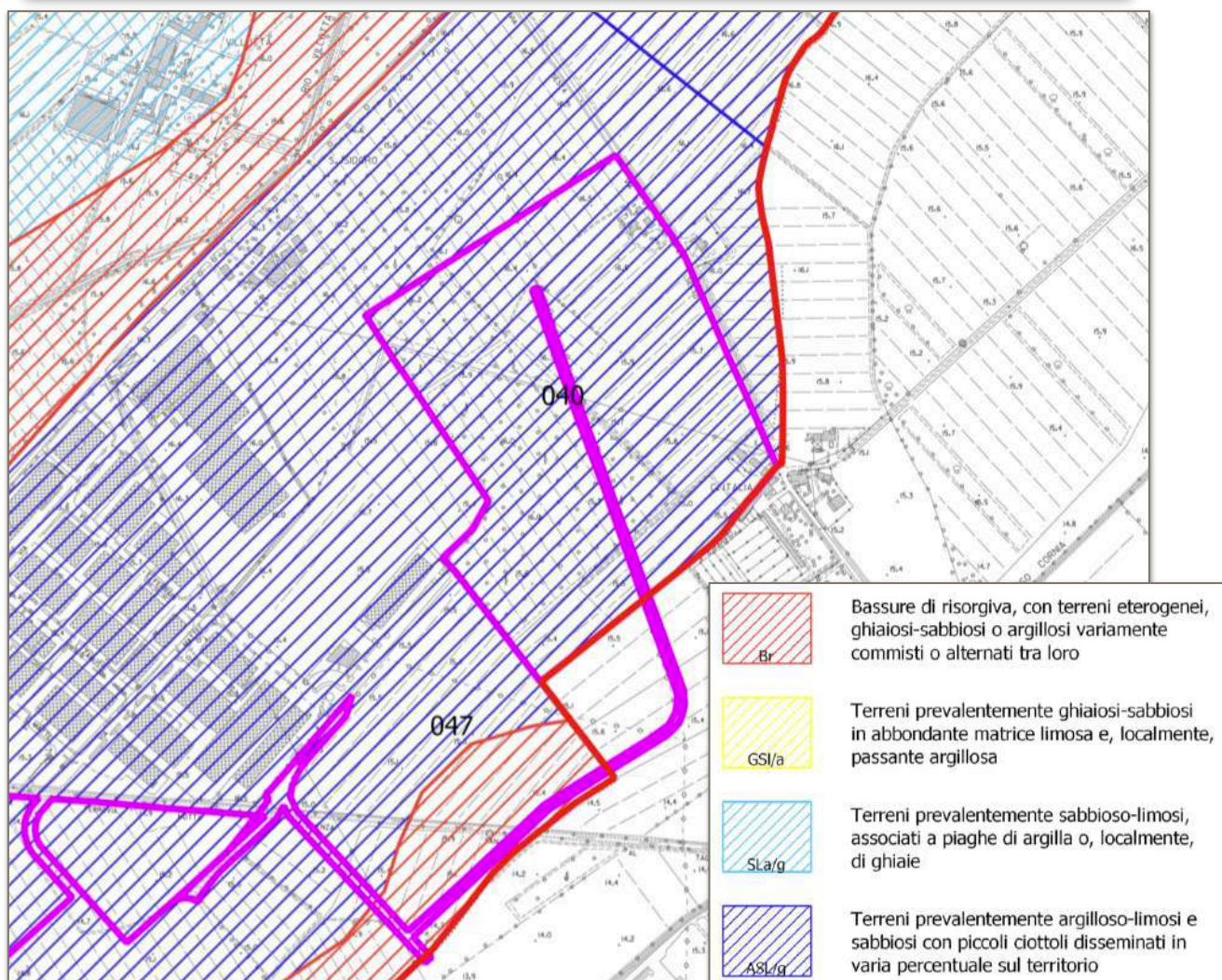


Figura 4: Estratto Carta Litologica P.A.T. San Donà di Piave - Elaborato a cura del dott. Geol. A. Moro

L'esecuzione della prova MASW combinata H/V indica un primo strato di profondità inferiore a 5 m con V_s pari a 165 m/s (che corrisponderebbe al primo strato di alternanza depositi sabbioso - limoso poco costipati) ed una successiva netta uniformità di risposta sino a circa 32 m di profondità con V_s di circa 260 m/s.

Nell'area in esame, le prove DPM in sito eseguite confermano la presenza dei depositi alluvionali costituiti da sabbie e limi sabbiosi per i primi 4,5 - 5 m circa, con locali alternanze anche fitte tra le due granulometrie. Oltre tale profondità compare uno strato di argille localmente ben consistenti di colorazione grigiastrea.



1.2 Situazione geomorfologica ed idrogeologica

a) Assetto geomorfologico

L'assetto geomorfologico dell'area è chiaramente influenzato dall'evoluzione quaternaria legata alle estese fasi deposizionali dei corsi d'acqua dominanti ed in particolare dalla divagazione del Fiume Tagliamento; il corso d'acqua, allo sbocco in pianura, ha ripetutamente cambiato sede dell'alveo attivo, depositando importanti accumuli di sedimenti estesi per tutta la piana sino alla linea di costa formando una morfologia a ventaglio (depositi di "Megafan" - Figura 5 seguente).



Figura 5: Estratto schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana

Il cerchio nero indica la posizione del Comune di Chions

La morfologia dell'areale è sub-pianeggiante con una leggera inclinazione da NE verso SW, ossia allontanandosi dalla sede di Via Sesto e procedendo in direzione della Zona Industriale "Uberco"; tale lieve gradiente non è apprezzabile sul piano campagna attuale, il quale, ad esclusione della rete di scolo di alcuni canali presenti in sito, risulta omogeneamente pianeggiante come indicato nella Figura 6 alla pagina seguente.



Figura 6: Veduta da NE verso SW dell'area d'intervento

In conclusione la morfologia attuale dell'area deriva dalla sovrapposizione tra il sistema evolutivo del basso corso del Tagliamento (con le numerose divagazioni naturali avvenute in passato) e l'azione di rimaneggiamento del reticolo idrografico minore. Su tale assetto di base è intervenuta l'azione dell'uomo, per l'area in oggetto, mediante le attività agricole, considerando anche l'impatto dato dagli interventi sulla rete fluviale e di bonifica negli ultimi secoli.

L'area oggetto d'intervento ricade nelle porzioni di territorio comunale oggetto di fenomeni di compattazione dei sedimenti.

Nella Nella Figura 7 alla pagina seguente è mostrata la classificazione dell'areale in base al grado di "*rischio compattazione dei sedimenti*".

Il sedime dell'impianto in progetto si trova all'interno della zona a *rischio forte*, per la presenza di una componente sedimentaria prevalentemente limoso-argillosa e subordinatamente sabbiosa, rispetto ad altre aree (ad esempio verso NW) in cui i depositi sedimentari sono più grossolani (anche con ghiaie e sabbie prevalenti) e quindi meno comprimibili dallo stesso peso e meno soggetti a fenomeni di compattazione; questi ultimi sono anche dovuti all'emungimento delle falde acquifere.

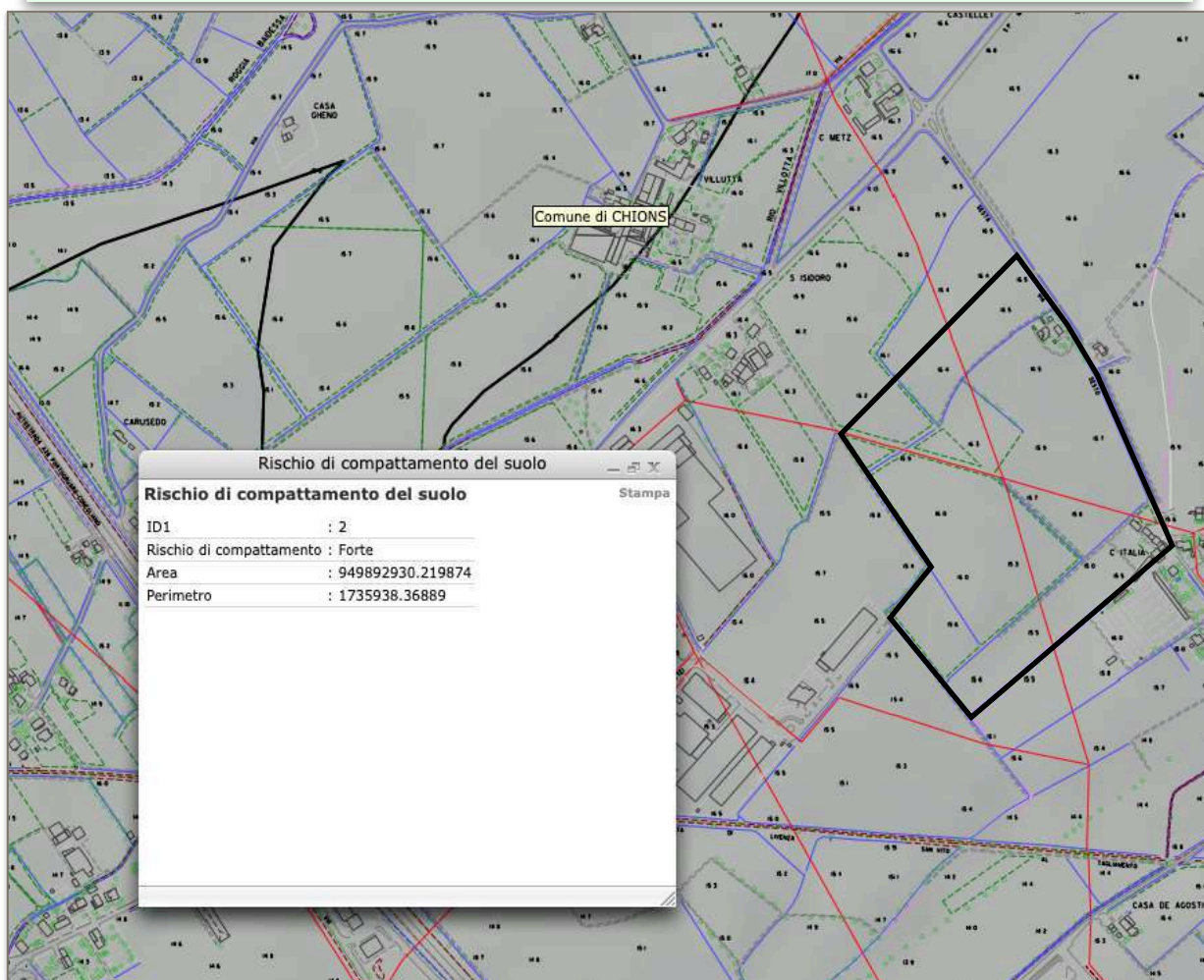


Figura 7: Rischio compattazione dei sedimenti - Fonte GIS Regione FVG

b) Rischio idraulico

In merito al Rischio Idraulico, inteso come pericolo di esondazione da parte del reticolo idrografico, lo scrivente ha preso in esame la *Carta delle Aree Esondabili con $Tr = 100a$* , del PRGC del Comune di Chions - Figura 8 pagina seguente.

Come si può osservare, l'area d'intervento (Contraddistinta dal Codice 040 che si riferisce al n. delle aree in Variante), è ampiamente esterna alle zone ove sono attese esondazioni per eventi con $Tr = 100a$, indicate con il retino pieno color salmone e che si riferiscono alla dinamica del Rio Lin che scorre a NW rispetto al sedime d'intervento.

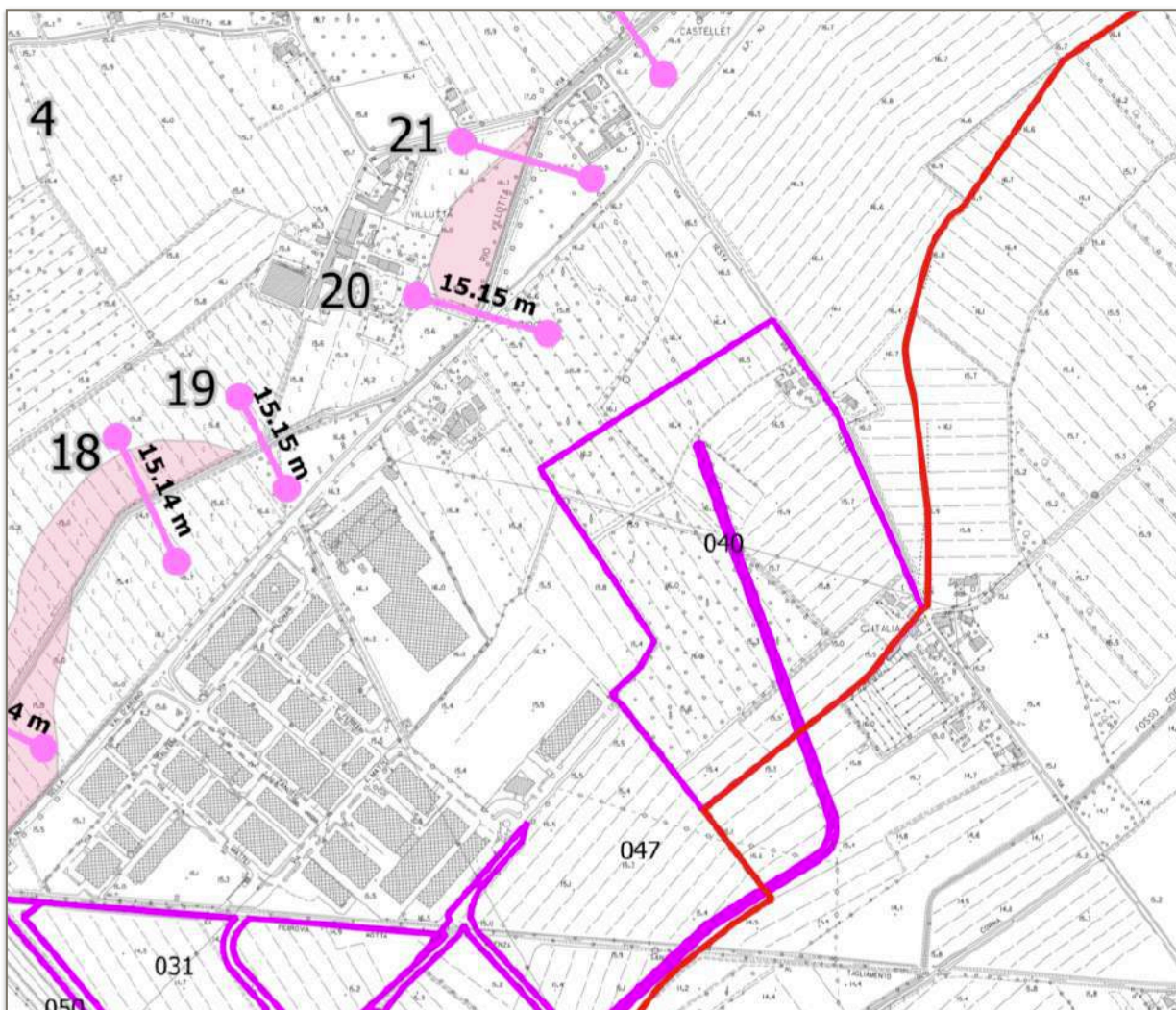


Figura 8: Estratto “Carta delle Aree Esondabili con $Tr=100a$ ” - Fonte Sito Comune di Chions

Tali dati sono confermati dalla Cartografia del Piano di Gestione Rischio Alluvioni - *scenari di pericolosità* - a seconda del Tempo di Ritorno Tr di un evento alluvionale.

Nella Figura 9 seguente sono indicate le previsioni per l'area in oggetto con $Tr = 30a, 100a, 300a$. In tutti i casi, l'area in oggetto non è interessata da esondazioni.

In definitiva si può asserire che l'area oggetto dell'intervento NON è interessata da pericolo di esondazione da parte del reticolo idrografico naturale né da possibili criticità idrauliche connesse alla rete secondaria di smaltimento delle acque meteoriche.

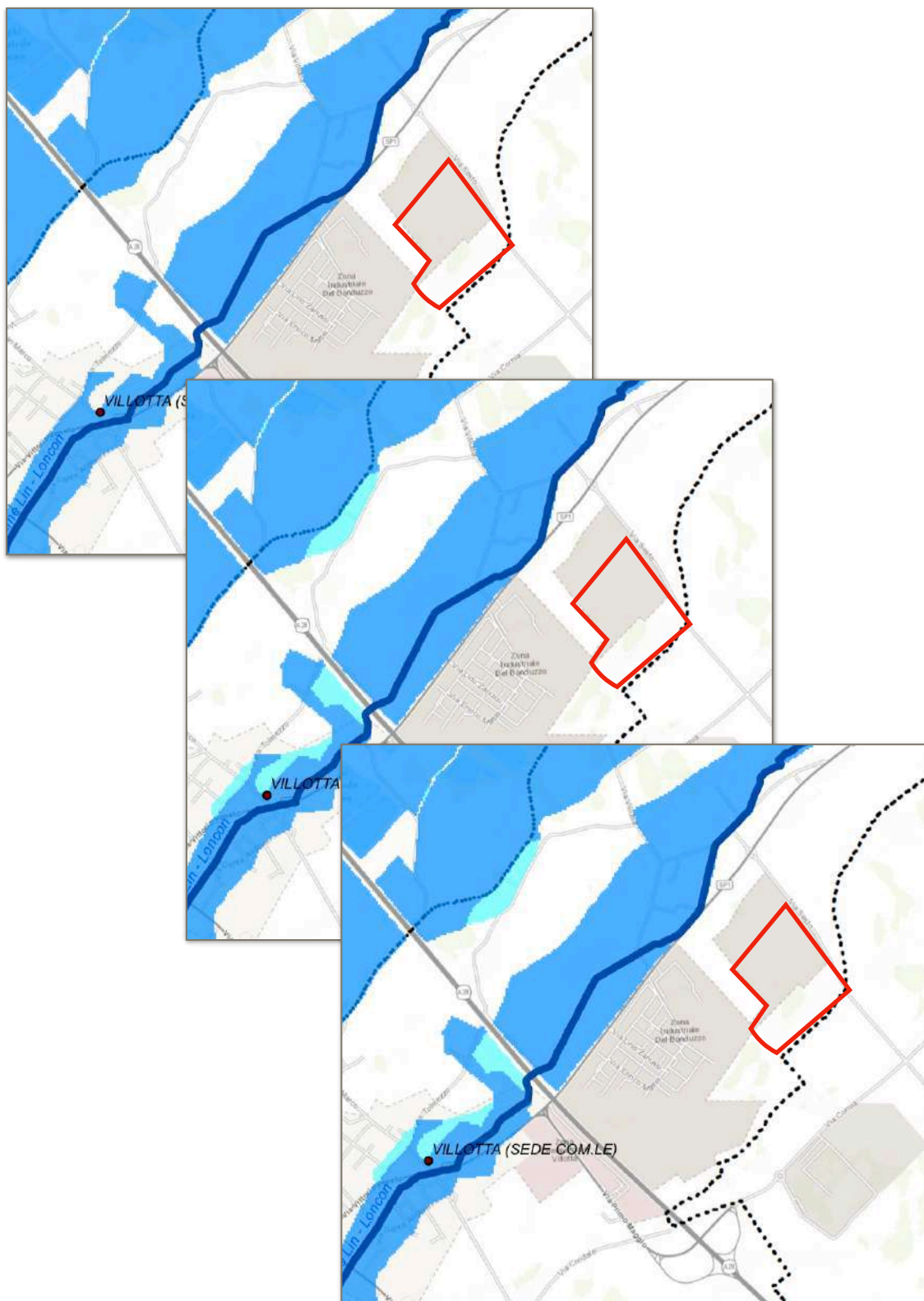


Figura 9: Estratto “Carta delle Fragilità - P.A.T. San Donà di Piave” - Fonte Sito Istituzionale San Donà di Piave



c) ***Assetto idrogeologico***

Il territorio comunale di Chions si trova al passaggio tra una zona di medio-alta pianura a nord ed una zona di bassa pianura a sud, per cui le caratteristiche idrogeologiche ed il regime degli acquiferi sotterranei possono variare anche sensibilmente a seconda del punto considerato. L'assetto idrogeologico della Pianura Veneto-Friulana si può dividere in tre fasce: alta, media e bassa pianura - Figura 10 seguente.

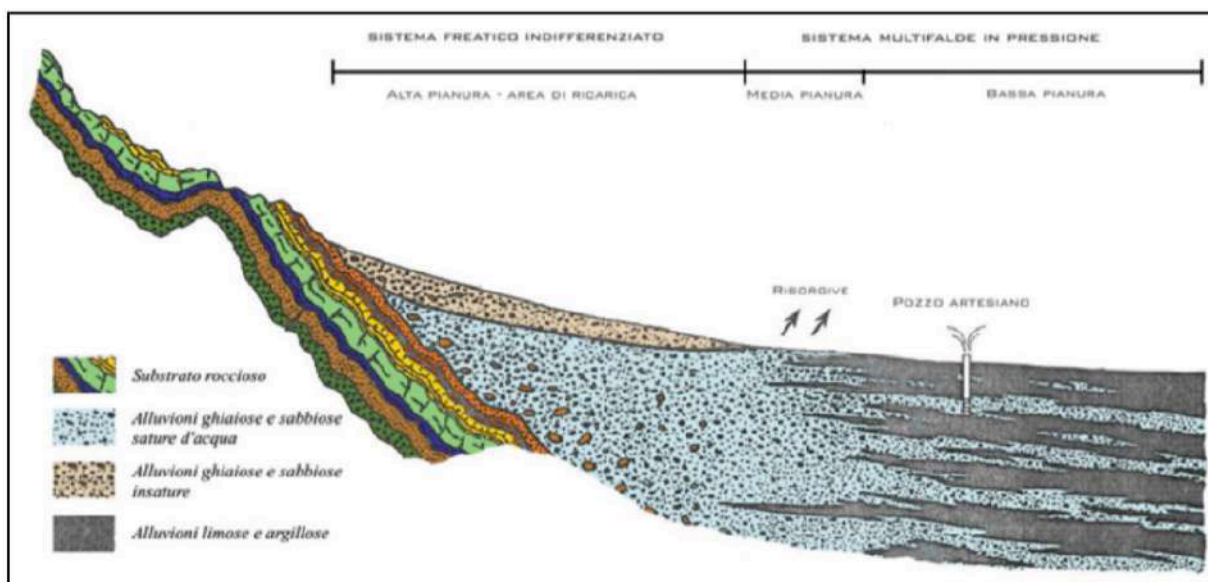


Figura 10: Modello idrogeologico della pianura Veneto - Friulana

Sezione tipo con direzione N-S - Fonte "Relazione Geologica PRG Chions" - dott. Geol. A. Moro

La fascia di alta pianura è costituita da un accumulo di sedimenti grossolani che contiene una falda freatica (acquifero indifferenziato) con soggiacenza decrescente procedendo dal piede dei rilievi verso il mare. La media pianura è caratterizzata un'alternanza di ghiaie e materiali fini limoso - argillosi con conseguente differenziazione dell'unica falda freatica dell'alta pianura, in più falde separate sovrapposte ed artesiane. La superficie freatica dell'acquifero indifferenziato viene a giorno in questa fascia, dando origine a delle sorgenti di pianura - "*fascia delle risorgive*".

Nella bassa pianura i sedimenti ghiaioso - sabbiosi si esauriscono progressivamente lasciando spazio a depositi limosi e argillosi con livelli sabbiosi che rappresentano gli acquiferi separati.



La falda freatica superficiale si ritrova in tutto il territorio comunale e viene alimentata dagli apporti zenitali e dalla dispersione per infiltrazione da parte del reticolo idrografico.

Nel caso in esame, l'aspetto principale sotto il profilo idrogeologico è la comparsa di argille ad una profondità compresa tra 4,5 e 5 m dal piano campagna; esse costituiscono la base per il primo acquifero freatico che è stato registrato dalle prove DPM_1, DPM_2 e DPM_6 ossia nella porzione settentrionale dell'area d'intervento; la soggiacenza varia da -1,8 a - 2,9 m dal p.c.

2. CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO

2.1 Indagini in sito eseguite

Lo scrivente ha eseguito ex novo 6 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM). Le terebrazioni hanno permesso di ricostruire con precisione la stratigrafia del sottosuolo sino alla profondità indagata, che è stata tarata sulla scorta della tipologia di intervento previsto.

La profondità massima impostata per questa indagine è di - 5,8 m dal p.c. attuale (raggiunta dalla prova DPM_1), la quale è ritenuta esaustiva in merito alla tipologia di opere che saranno realizzate.

Lo strumento impiegato presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- Penetrometro dinamico modello: **DEEP DRILL DL30ITSA**;
- Maglio a caduta libera di 30 Kg con altezza di caduta di 200 mm;
- Aste d'acciaio del diametro di 22 mm lunghe 1.000 mm del peso cadauna di Kg 3;
- Punta conica a perdere del diametro di 35,7 mm, angolo al vertice 60°, superficie 10 cmq;
- Gruppo motore a 4 tempi Briggs & Stratton Mod. "Quantum" MX60 da 5 Hp, con pompa idraulica e serbatoio olio.

Durante l'esecuzione della prova, si registra il numero dei colpi necessari alla penetrazione della punta conica e della colonna di aste per ogni intervallo di 10 cm.



L'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche è stata effettuata con il Software "Dynamic Probing" (GEOSTRU) e lo sviluppo statistico per la determinazione dei Parametri Geotecnici Caratteristici (con e senza resistenze compensate) è stato eseguito col software "CVSoil" (GEOSTRU).

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981)

Lo scrivente ha scelto, tra quelli disponibili nel software, i metodi di elaborazione dei singoli parametri più adatti per le caratteristiche granulometriche e litotecniche degli strati (Livelli) in cui è stato suddiviso il sottosuolo.

Correlazione con N_{spt}

Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \times N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \times H}{A \times \delta \times (M + M')}$$

in cui

M: peso massa battente.

M': peso aste.

H: altezza di caduta.

A: area base punta conica.

δ: passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} - Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \times H}{A \times \delta \times (M + P)} = \frac{M^2 \times H \times N}{A \times \delta \times (M + P)}$$



in cui:

Rpd: resistenza dinamica punta (area A).

e: infissione media per colpo (δ/N).

M: peso massa battente (altezza caduta H).

P: peso totale aste e sistema battuta.

Il “**Report**” riassuntivo delle prove penetrometriche dinamiche è raccolto nell’Allegato 1 al testo, in cui sono visibili la Stratigrafia delle indagini, la suddivisione del sottosuolo in “*orizzonti tipo*” e la metodologia di elaborazione dei parametri geotecnici caratteristici.

2.2 Modello Stratigrafico del sottosuolo

L’esecuzione delle Prove Penetrometriche ha permesso di ricavare con sufficiente dettaglio il “*Modello stratigrafico*” del sottosuolo al di sotto dell’area in esame.

Sono stati individuati, complessivamente 4 orizzonti tipo; la descrizione la seguente.

- **Livello Ta:** Terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace. E’ il primo strato superficiale che in passato è stato rimaneggiato dall’azione dei macchinari agricoli. Nel periodo delle prove è risultato particolarmente secco in alcuni punti a causa della siccità dei mesi antecedenti le prove;
- **Livello LS:** Limi sabbiosi poco consistenti;
- **Livello S:** Sabbie medio fini, localmente ben addensate;
- **Livello AG:** argille consistenti con frazione sabbiosa subordinata.

I livelli LS e S risultano spesso *interdigitati* creando quindi alternanze e sovrapposizioni con andamenti irregolari nello spessore e nella persistenza spaziale; come chiaramente indicato nelle stratigrafie delle prove (Allegato 1) e nelle Sezioni Geologiche interpretative (Tavola 2), al di sotto di una verticale d’indagine, si sono ritrovate situazioni stratigrafiche differenti.

Nella Tabella 1 seguente, è riassunta la suddivisione degli *orizzonti tipo* in base ai quali sono stati elaborati i parametri geotecnici indice.



Tabella 1: Modello Stratigrafico del sottosuolo

Origine dati	Livello Ta (terreno agricolo)	Livello LS (limi sabbiosi)	Livello S (sabbie)	Livello AG (argille)
	(m)	(m)	(m)	(m)
	Prova DPM_1	0,0÷1,0	1,0÷1,6 2,4÷3,6 4,2÷4,7	1,6÷2,4 3,6÷4,2
Prova DPM_2	0,0÷1,5	1,5÷2,8 3,8÷4,1	2,8÷3,8	4,1÷5,0
Prova DPM_3	0,0÷1,0	1,0÷1,4 2,1÷2,6 2,9÷3,3	1,4÷2,1 2,6÷2,9 3,3÷4,2	4,2÷5,0
Prova DPM_4	0,0÷1,3	1,3÷2,6 2,9÷3,8	2,6÷2,9 3,8÷4,3	4,3÷5,0
Prova DPM_5	0,0÷1,2	1,2÷3,5	3,5÷4,7	4,7÷5,7
Prova DPM_6	0,0÷1,4	1,4÷2,6 3,0÷4,5	2,6÷3,0 4,5÷5,0	5,0÷5,7

Sulla scorta delle prove eseguite sono state redatte le Sezioni Geologiche interpretative di Tavola 2 allegata - le quali rappresentano la previsione dello scrivente in merito all'assetto medio del sottosuolo in corrispondenza dell'intervento in oggetto.

2.3 Modello geotecnico del sottosuolo

Nella *progettazione geotecnica* la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato (NTC C6.2.1).



Appare giustificato *il riferimento a valori prossimi ai valori medi* quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti (“*Resistenze compensate*” -> p.es. fondazioni continue superficiali, pali per resistenza laterale, pendii e fronti di scavo, strutture rigide).

Al contrario, *valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici* appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità (“*Resistenze non compensate*” -> p.es. pali per portata alla punta, plinti e travi non collegati, verifiche a scorrimento, strutture non sufficientemente rigide).

Vengono quindi presentati *due valori caratteristici per ogni parametro geotecnico analizzato* (ad esclusione del Peso di Volume e del Peso di Volume Saturo, per i quali appare sufficiente riferirsi al valore prossimo a quello medio). **La differenza tra il calcolo dei parametri geotecnici per la situazione di resistenze compensate e non compensate sta nella scelta statistica che il software esegue:** nel primo caso (compensate -> grande volume di terreno interessato) l’elaborazione del 5° percentile riguarda solo valori prossimi a quelli medi. Nel secondo caso (non compensate -> poco terreno coinvolto) l’elaborazione del 5° percentile è effettuata su tutti i dati, comprendendo anche quelli distanti dalla media. Ne consegue che i parametri geotecnici in condizioni “non compensate” sono più bassi.

Nella Figura alla pagina seguente è mostrato, a titolo di esempio, il grafico di riferimento della distribuzione statistica dal quale scaturiscono i due valori di cui sopra.



Per i terreni limoso sabbiosi e sabbiosi (Livelli LS e S) è realistico imporre nullo il valore di coesione in condizioni drenate ($c' = 0$). Per i Livello Ta si presume la presenza di coesione (seppur di valore molto basso) anche in condizioni drenate $c' > 0$. Per terreni argillosi (Livello AG), chiaramente la coesione (drenata e non drenata) assume valenza geotecnica fondamentale - Tabella 2 seguente.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO - PROVE DPM								
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE NON COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	°	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>
Ta	18,5	19,3	21,8	30,8	2,0	2,8	6,1	38
LS	16,9	18,4	21,0	12,0	0,0	1,1	2,4	18
S	19,6	21,6	26,4	41,9	0,0	3,8	8,4	46
AG	19,9	21,9	23,0	103,0	9,4	4,7	10,3	52
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	°	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>
Ta	18,5	19,3	22,0	34,8	2,5	3,2	6,9	40
LS	16,9	18,4	22,4	16,2	0,0	1,5	3,2	24
S	19,6	21,6	27,9	0,0	0,0	4,9	10,8	53
AG	19,9	21,9	23,3	113,1	10,3	5,2	11,3	55
	Peso Volume	Peso Volume Sat	Angolo attrito	Coesione non dren	Coesione drenata	Modulo edometrico	Modulo Young	Modulo taglio din

Note: la coesione drenata (c') è una frazione di CU ricavata da dati in letteratura e risultati di prove di laboratorio su materiali analoghi



2.4 Caratterizzazione sismica del sito

La DGR n. 845 del 6 maggio 2010 indica che il Comune di Chions ricade in **Zona Sismica 3** - Figura 11 seguente - per cui si prevedono valori di accelerazione massima del suolo (A_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s, pari a:

$$0,05 < A_G \leq 0,175 \text{ g}$$

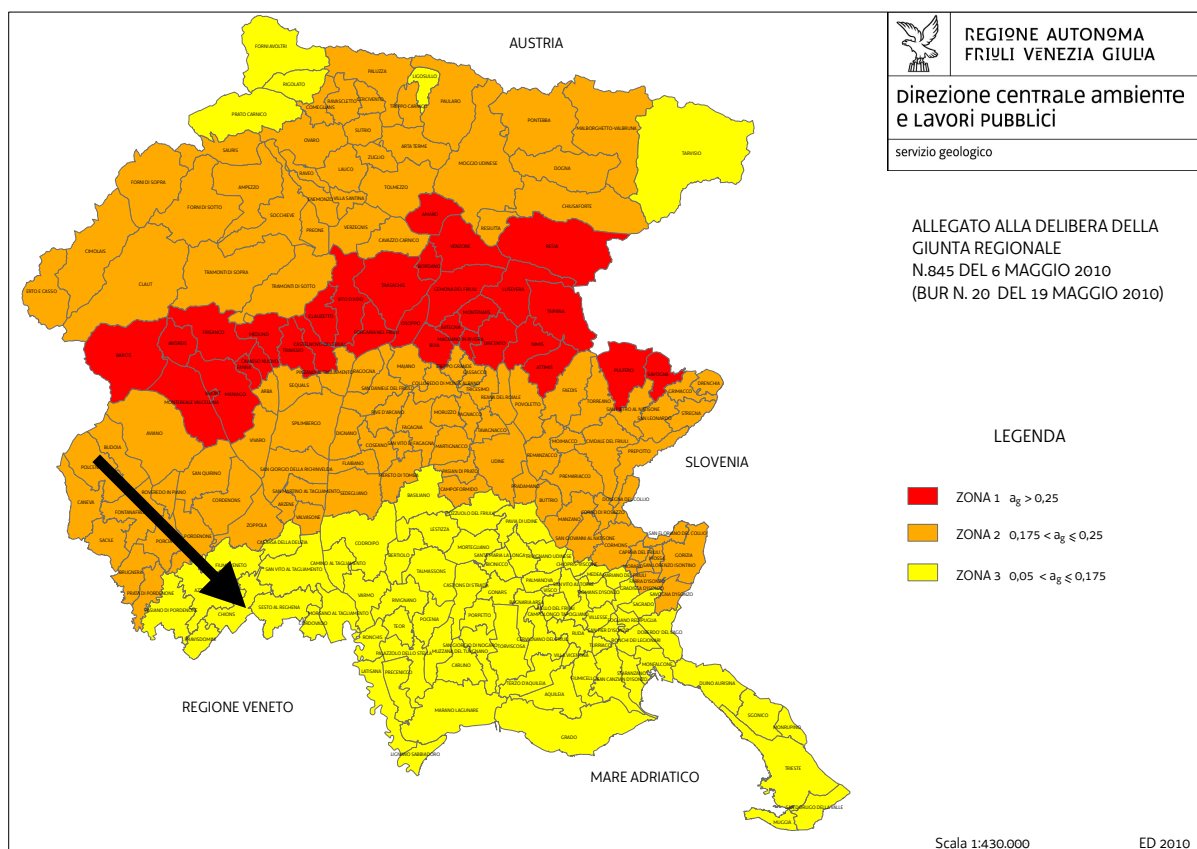


Figura 11: Classificazione sismica dei Comuni della Regione FVG - Fonte Regione Autonoma FVG

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s_{eq}}$ (in m/s), come specificato dalle NTC 2018.

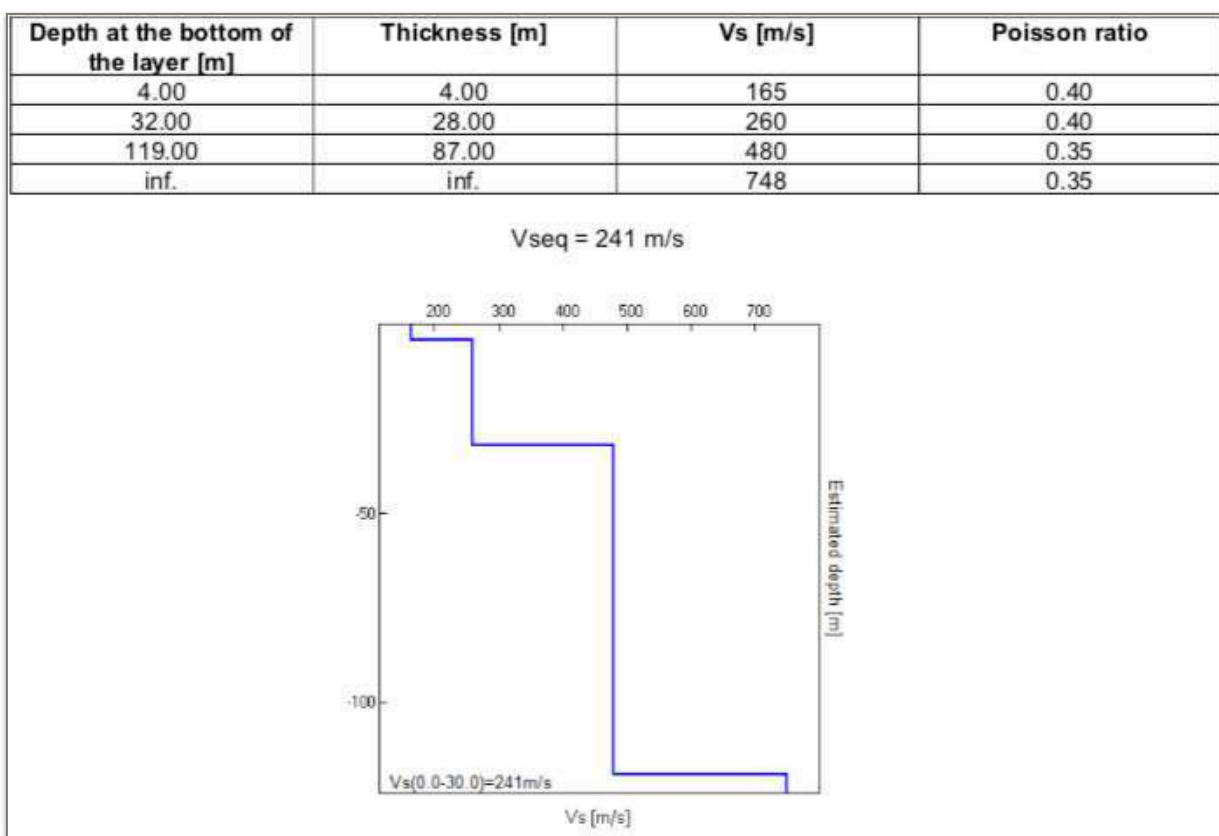
Per depositi con profondità H del *Substrato superiore a 30 m*, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s_{eq}}$ è definita dal parametro V_{s30} (dove per termine “*Substrato*” si intende quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s).



Nel caso in oggetto, sulla base dell'**indagine sismica eseguita** (indagine congiunta MASW ÷ H/V - Vedi Allegato 2 nel testo), non è riscontrabile un *bedrock* sismico (con $V_s > 800$ m/s) a profondità inferiori ai 30 m dal piano campagna.

I risultati delle prospezione sismica MASW + H/V indicane le seguenti velocità equivalenti del sottosuolo:

Metodo congiunto MASW+H/V -> $V_{s_eq} = V_{s30} = 241$ m/s



*Il sito è riconducibile alla **Categoria di sottosuolo 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).*

Per quanto concerne la *Categoria Topografica*, il terreno in esame risulta inserito nella *Categoria TI*. La *Classe d'Uso* dell'impianto in progetto è la *Classe I*.



Per la stima della pericolosità sismica, si sono considerati i seguenti parametri d'ingresso:

Sito in oggetto:

- Lat.: 45.870747 (WGS84)
- Long.: 12.779442 (WGS84)
- Classe d'Uso: 1
- Vita Nominale: 50

Siti Riferimento:

- Sito 1 ID: 10757 Lat: 45,8828 Lon: 12,7727 Distanza: 1376,951
- Sito 2 ID: 10758 Lat: 45,8832 Lon: 12,8444 Distanza: 5114,869
- Sito 3 ID: 10980 Lat: 45,8332 Lon: 12,8449 Distanza: 6574,135
- Sito 4 ID: 10979 Lat: 45,8328 Lon: 12,7733 Distanza: 4354,718

Parametri sismici:

- Categoria sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1
- Periodo di riferimento: 35 anni
- Coefficiente cu: 0,7

ottenendo i seguenti valori di riferimento riassunti in Tabella 3 seguente:

Tabella 3 - Valori di Riferimento				
<i>Valori</i>	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal Collasso (SLC)
Prob. Superamento (%)	81	63	10	5
Tr (anni)	30	35	332	682
ag (g)	0,040	0,043	0,116	0,153
Fo	2,582	2,552	2,512	2,538
Tc* (s)	0,240	0,248	0,346	0,364

con i quali si sono calcolati i seguenti coefficienti sismici (vedi Tabella 4 seguente).



Tabella 4 - Coefficienti sismici				
Coefficiente	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,500	1,500	1,500	1,470
Cc	1,680	1,660	1,490	1,470
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,012	0,013	0,042	0,054
Kv	0,006	0,007	0,021	0,027
A _{max}	0,585	0,638	1,710	2,202
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

a) ***Liquefazione dei terreni***

Lo Studio Geologico di *microzonazione sismica* eseguito per la Variante n. 50 al PRG di Chions ha analizzato la potenziale liquefazione dei terreni, che può essere causata dall'azione contemporanea delle onde sismiche, le acque del primo acquifero freatico e le caratteristiche stratigrafiche locali. Il fenomeno può coinvolgere sedimenti sabbiosi e/o sabbioso limosi immersi in falda, i quali subiscono un aumento della pressione interstiziale dell'acqua con conseguente diminuzione della resistenza al taglio che induce fenomeni di fluidificazione.

La liquefazione dei terreni può manifestarsi con oscillazioni e rotture del terreno, abbassamenti e sollevamenti del terreno, movimenti orizzontali del terreno, movimento di masse fluide/collasso in pendii naturali o artificiali, perdita di capacità portante delle fondazioni, collasso di opere di sostegno e banchine.

Nello studio di *microzonazione sismica* del PRG è stato evidenziato che su tutto il territorio comunale sono verificate le condizioni predisponenti il fenomeno della liquefazione, ossia la presenza di terreni sabbiosi, falda a profondità inferiore a 15 m, Mw attesa al sito > 5 ed Accelerazioni massime in superficie (pga) > 0,1g. Nella Figura 12 alla pagina seguente è mostrato l'estratto della "*Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*" del PRG di Chions, la quale indica che il sito in oggetto è soggetto alle condizioni di potenziale liquefazione di cui sopra.

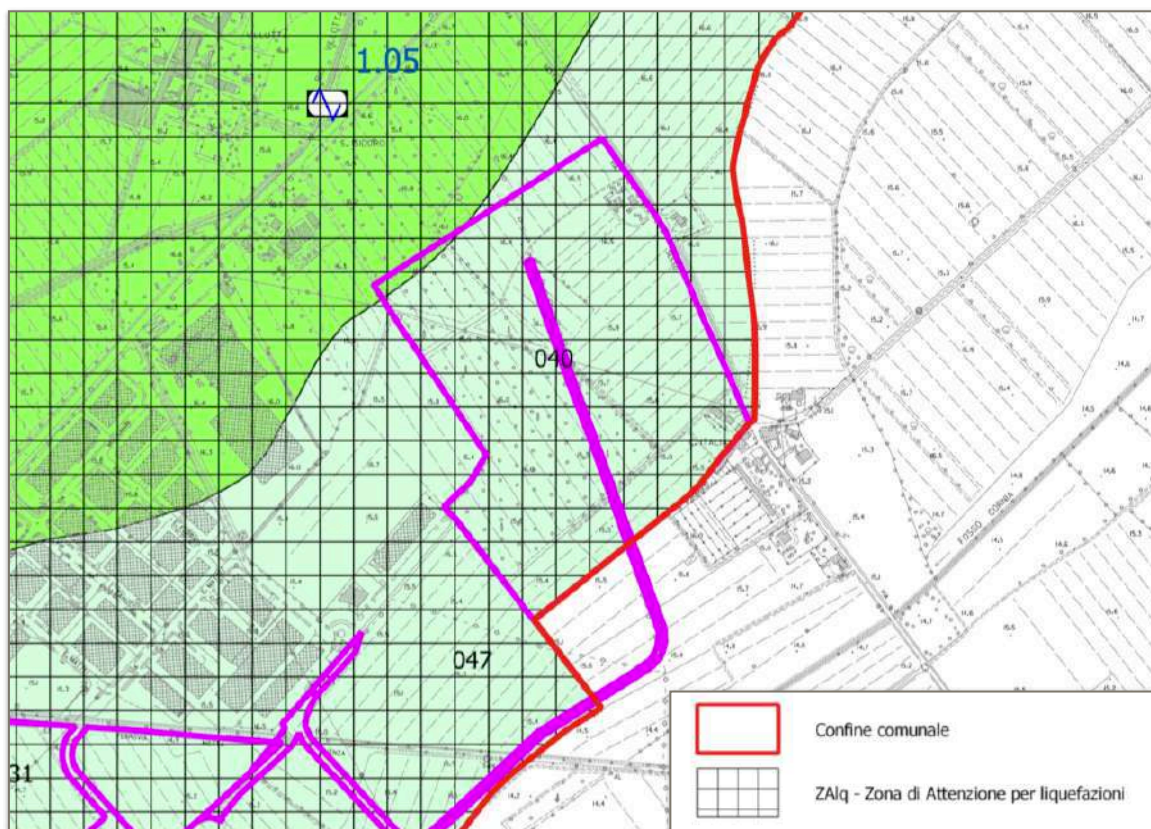


Figura 11: Estratto Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica PRG
Elaborato a cura del dott. Geol. A. Moro

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E INDICAZIONI PROGETTUALI

In base all'indagine geologica di cui nei precedenti capitoli, le condizioni geologiche del sito sono le seguenti:

- Si prevede la realizzazione di impianto per la produzione di energia elettrica in area a destinazione "Ambito di espansione per destinazioni logistiche", mediante l'istallazione di pannelli fotovoltaici a terra e dei locali tecnologici accessori;
- Sono stati eseguiti Studi mirati alla caratterizzazione geotecnica e stratigrafica del sito, nonché un'indagine conoscitiva per la determinazione dell'idoneità geologica specifica del sito in oggetto in relazione alla tipologia ed alla dimensione dell'intervento;



- **Nel Capitolo 1**, è stata analizzata la situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica generale dell'area, quella geologico-normativa, attestando la sussistenza delle condizioni di **compatibilità geologico-normativa dell'intervento**;
- **Nel Capitolo 2**, sono stati riassunti gli esiti delle prove in sito realizzate da cui sono scaturiti i “Modelli” stratigrafico e geotecnico del sottosuolo, ai sensi del DM 17.01.18. E' il Paragrafo di riferimento per la **progettazione geotecnica** (verifiche strutturali Opera/Terreno di fondazione).

3.1 - Indicazioni Progettuali geologiche: Progettazione Esecutiva

a) - Installazioni dei pannelli a terra

Ogni singolo pannello avrà una “fondazione bipalo” costituita da pali di fondazione in acciaio zincato che saranno infissi nel terreno a percussione, mediante macchinari (battipalo). La tipologia fondazionale è quindi classificabile come di tipo “indiretto” su palo battuto o infisso.

In merito al tipo di sottosuolo che dovrà essere **raggiunto** ed all'interno del quel dovranno essere **immorsati** i pali, sulla scorta delle indagini geognostiche eseguite, **si potrà adottare quale terreno di fondazione i Livello LS**, tenendo conto della profondità della superficie piezometrica, che come anticipato più volte nell'elaborato, si attesta tra 1,8 e 2,9 m dal p.c. attuale, ma che può essere oggetto di risalte stagionali anche in prossimità del p.c.

Per la lunghezza di immorsamento dei pali, si lascia piena facoltà al Tecnico Abilitato per le verifiche opere terreno, sulla scorta dei risultati delle indagini geologiche e di quanto riportato nel Capitolo 2 in merito alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sito ed in particolare della Tabella 2 di Pagina 18, che riassume i parametri geotecnici caratteristici.

b) - Fabbricati tecnologici

Si prevede la posa in opera di cabine prefabbricate in c.a.v. le quali insisteranno su apposita struttura di sottofondo debolmente armata. Tale struttura di fondazione insisterà a sua volta su strato di terreno stabilizzato e vibrocompattato in corrispondenza della strada di accesso all'area.



Per quanto concerne la “*progettazione geotecnica*” tenuto conto delle dimensioni ridotte delle strutture prefabbricate, dei bassi carichi previsti e della realizzazione del rilevato costituito da materiale grossolano vibrocompattato, si ritiene *non necessaria* l’adozione di fondazioni più profonde, attestando quindi la fattibilità geotecnica della fondazione a platea in cemento debolmente armato prevista nella Relazione Tecnica.

Il tutto, ovviamente, dovrà essere valicato analiticamente da Tecnico Abilitato per la verifica opera-terreno di fondazione.

Lo scrivente attesta le condizioni di fattibilità geologica dell'intervento in progetto, se rispettate le previsioni e le indicazioni di tipo geologico e progettuale previste dagli elaborati che lo compongono.

Alba, dicembre 2022

(dott. geol. Marco Lanò)



s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata
via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 1

Elaborazione prove in sito



s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata
via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: **CHIRON ENERGY SPV 18 s.r.l.**
Cantiere: **Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica**
Località: **Via Sesto - Comune di Chions (PN)**

OPERATORE RESPONSABILE



dott. Geol. Marco Lano





Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

METODOLOGIA

L'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche è stata effettuata con il Software "Dynamic Probing" (GEOSTRU) e lo sviluppo statistico per la determinazione dei Parametri Geotecnici Caratteristici (con e senza resistenze compensate) è stato eseguito col software "CVSoil" (GEOSTRU).

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981)

Lo scrivente ha scelto, tra quelli disponibili nel software, i metodi di elaborazione dei singoli parametri più adatti per le caratteristiche granulometriche e litotecniche degli strati (Livelli) in cui è stato suddiviso il sottosuolo.

Correlazione con Nspt

Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \times N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \times H}{A \times (M + M')}$$

in cui

M: peso massa battente.



s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata
via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

M': peso aste.
H: altezza di caduta.
A: area base punta conica.
 δ : passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd - *Formula Olandesi*

$$R_{pd} = \frac{M^2 \times H}{[A \times e \times (M + P)]} = \frac{M^2 \times H \times N}{[A \times \delta \times (M + P)]}$$

in cui:

Rpd: resistenza dinamica punta (area A).
e: infissione media per colpo (δ / N).
M: peso massa battente (altezza caduta H).
P: peso totale aste e sistema battuta.



ELABORAZIONE STRATIGRAFIA PROVE

PROVA DPM 1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,8 mt
- 1,8 m da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	5	0,857	1,40	1,64
0,20	5	0,855	1,40	1,64
0,30	18	0,803	4,73	5,89
0,40	36	0,701	8,26	11,79
0,50	42	0,649	8,93	13,75
0,60	39	0,647	8,26	12,77
0,70	28	0,745	6,83	9,17
0,80	17	0,793	4,42	5,57
0,90	20	0,792	4,92	6,22
1,00	20	0,790	4,91	6,22
1,10	8	0,838	2,08	2,49
1,20	4	0,836	1,04	1,24
1,30	6	0,835	1,56	1,86
1,40	9	0,833	2,33	2,80
1,50	9	0,831	2,32	2,80
1,60	10	0,830	2,58	3,11
1,70	20	0,778	4,84	6,22
1,80	21	0,726	4,74	6,53
1,90	22	0,725	4,71	6,50
2,00	23	0,723	4,92	6,80
2,10	21	0,722	4,48	6,21
2,20	20	0,770	4,55	5,91
2,30	19	0,769	4,32	5,62
2,40	18	0,767	4,08	5,32
2,50	10	0,816	2,41	2,96
2,60	8	0,814	1,93	2,37
2,70	4	0,813	0,96	1,18
2,80	5	0,811	1,20	1,48
2,90	5	0,810	1,14	1,41
3,00	5	0,809	1,14	1,41
3,10	4	0,807	0,91	1,13
3,20	5	0,806	1,14	1,41
3,30	5	0,805	1,13	1,41



3,40	6	0,803	1,36	1,69
3,50	7	0,802	1,58	1,97
3,60	6	0,801	1,35	1,69
3,70	15	0,750	3,17	4,23
3,80	23	0,698	4,53	6,49
3,90	20	0,747	4,03	5,39
4,00	22	0,696	4,13	5,93
4,10	18	0,745	3,61	4,85
4,20	6	0,794	1,28	1,62
4,30	8	0,793	1,71	2,16
4,40	9	0,791	1,92	2,43
4,50	7	0,790	1,49	1,89
4,60	9	0,789	1,91	2,43
4,70	11	0,788	2,34	2,96
4,80	16	0,737	3,18	4,31
4,90	15	0,736	2,85	3,87
5,00	16	0,735	3,03	4,13
5,10	17	0,734	3,22	4,39
5,20	19	0,733	3,59	4,90
5,30	20	0,732	3,78	5,16
5,40	22	0,681	3,87	5,68
5,50	23	0,680	4,04	5,94
5,60	32	0,629	5,20	8,26
5,70	33	0,628	5,35	8,52
5,80	30	0,677	5,24	7,74

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	10,60	-12,41	0,75	7,98	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
1,6	5,61	-3,29	0,76	4,27	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
2,4	19,00	-8,30	0,76	14,46	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
3,6	4,16	-2,81	0,77	3,19	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
4,2	11,63	-9,07	0,77	8,99	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
4,7	7,47	-4,19	0,78	5,81	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
5,8	15,73	-11,85	0,78	12,30	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_1 in data 28.09.2022



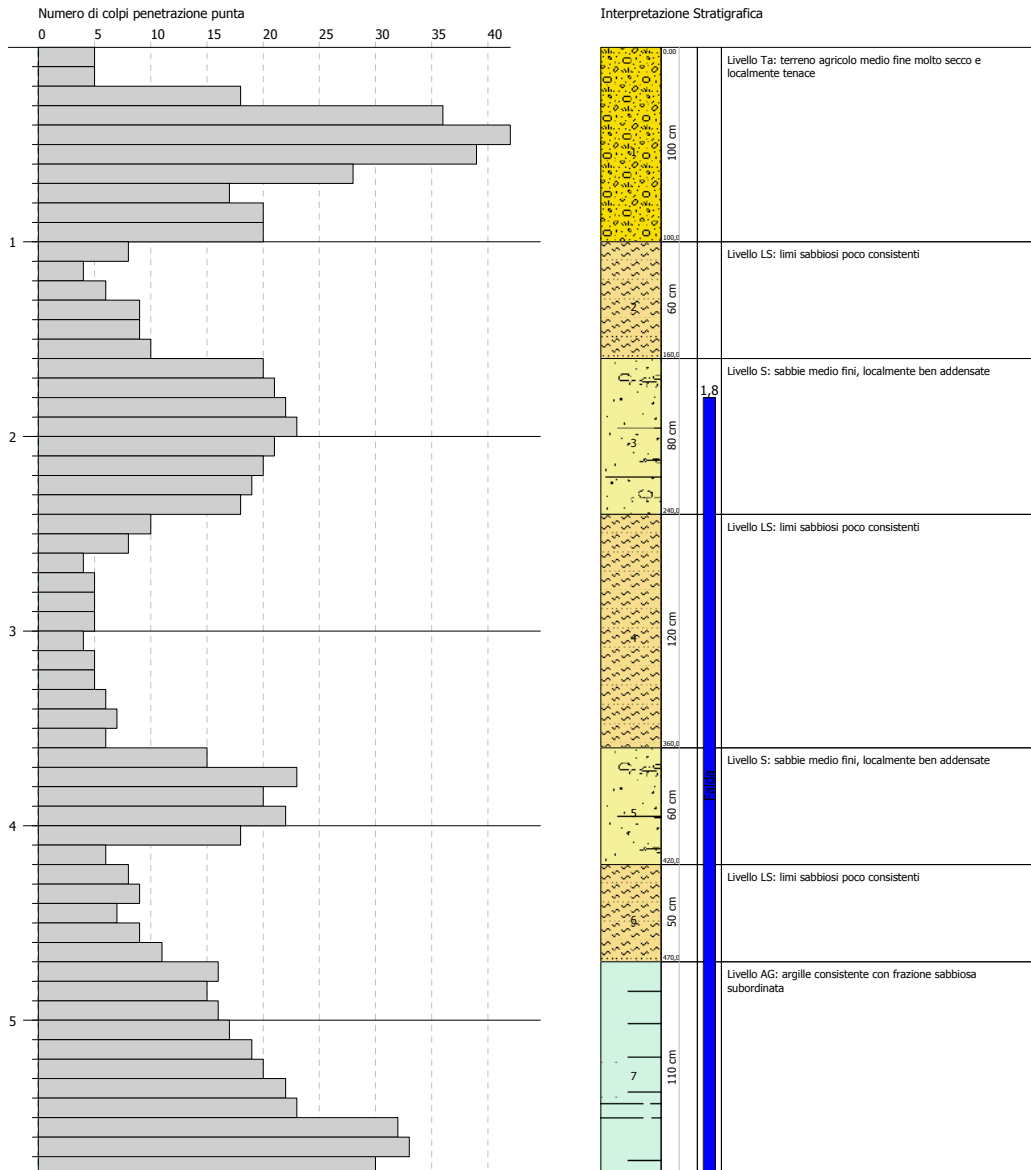
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
 Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
 Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_1
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
 Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
 Località: Via Sesto - Comune di Chions (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:28



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



PROVA DPM 2

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,0 mt
- 1,9 da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	4	0,857	1,12	1,31
0,20	3	0,855	0,84	0,98
0,30	12	0,853	3,35	3,93
0,40	19	0,801	4,98	6,22
0,50	20	0,799	5,23	6,55
0,60	15	0,797	3,92	4,91
0,70	21	0,745	5,12	6,88
0,80	13	0,793	3,38	4,26
0,90	14	0,792	3,44	4,35
1,00	17	0,790	4,17	5,28
1,10	18	0,788	4,41	5,59
1,20	14	0,786	3,42	4,35
1,30	15	0,785	3,66	4,66
1,40	22	0,733	5,01	6,84
1,50	22	0,731	5,00	6,84
1,60	6	0,830	1,55	1,86
1,70	7	0,828	1,80	2,18
1,80	9	0,826	2,31	2,80
1,90	3	0,825	0,73	0,89
2,00	3	0,823	0,73	0,89
2,10	4	0,822	0,97	1,18
2,20	4	0,820	0,97	1,18
2,30	5	0,819	1,21	1,48
2,40	4	0,817	0,97	1,18
2,50	6	0,816	1,45	1,77
2,60	7	0,814	1,69	2,07
2,70	8	0,813	1,92	2,37
2,80	10	0,811	2,40	2,96
2,90	15	0,760	3,21	4,23
3,00	14	0,759	3,00	3,95
3,10	15	0,757	3,20	4,23
3,20	16	0,756	3,41	4,51
3,30	17	0,755	3,62	4,79
3,40	17	0,753	3,61	4,79



3,50	18	0,752	3,82	5,08
3,60	17	0,751	3,60	4,79
3,70	18	0,750	3,80	5,08
3,80	20	0,748	4,22	5,64
3,90	8	0,797	1,72	2,16
4,00	9	0,796	1,93	2,43
4,10	6	0,795	1,29	1,62
4,20	14	0,744	2,81	3,77
4,30	15	0,743	3,00	4,04
4,40	18	0,741	3,60	4,85
4,50	23	0,690	4,28	6,20
4,60	25	0,689	4,64	6,74
4,70	23	0,688	4,27	6,20
4,80	25	0,687	4,63	6,74
4,90	26	0,686	4,60	6,71
5,00	26	0,685	4,60	6,71

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,5	9,69	-6,94	0,75	7,30	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
2,8	3,67	-2,88	0,77	2,81	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
3,8	15,02	-7,40	0,77	11,61	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
4,1	6,42	-3,67	0,77	4,96	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
5	17,19	-10,74	0,78	13,37	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_2 in data 28.09.2022



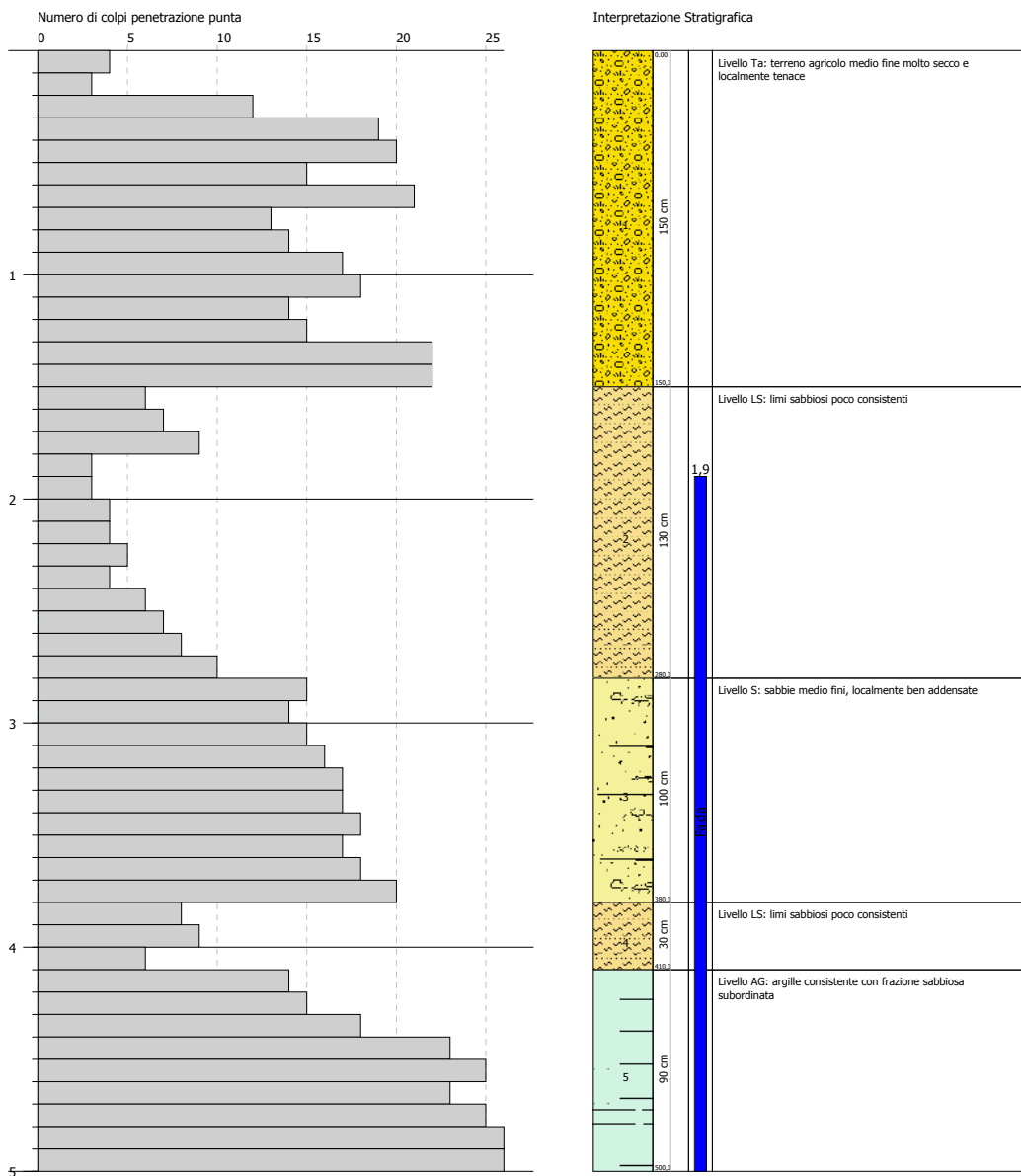
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
Località: Via Sesto - Comune di Chioms (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:24





PROVA DPM 3

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,0 mt
non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	5	0,857	1,40	1,64
0,20	6	0,855	1,68	1,96
0,30	17	0,803	4,47	5,57
0,40	22	0,751	5,41	7,20
0,50	29	0,749	7,11	9,50
0,60	35	0,697	7,99	11,46
0,70	26	0,745	6,34	8,51
0,80	24	0,743	5,84	7,86
0,90	20	0,792	4,92	6,22
1,00	16	0,790	3,93	4,97
1,10	7	0,838	1,82	2,18
1,20	9	0,836	2,34	2,80
1,30	5	0,835	1,30	1,55
1,40	8	0,833	2,07	2,49
1,50	16	0,781	3,88	4,97
1,60	18	0,780	4,36	5,59
1,70	23	0,728	5,20	7,15
1,80	22	0,726	4,97	6,84
1,90	20	0,775	4,58	5,91
2,00	18	0,773	4,12	5,32
2,10	15	0,772	3,42	4,44
2,20	5	0,820	1,21	1,48
2,30	5	0,819	1,21	1,48
2,40	4	0,817	0,97	1,18
2,50	5	0,816	1,21	1,48
2,60	6	0,814	1,44	1,77
2,70	16	0,763	3,61	4,73
2,80	23	0,711	4,84	6,80
2,90	20	0,760	4,29	5,64
3,00	11	0,809	2,51	3,10
3,10	9	0,807	2,05	2,54

**s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata**

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

3,20	6	0,806	1,36	1,69
3,30	7	0,805	1,59	1,97
3,40	21	0,703	4,17	5,92
3,50	22	0,702	4,36	6,20
3,60	23	0,701	4,55	6,49
3,70	25	0,700	4,93	7,05
3,80	27	0,698	5,32	7,61
3,90	24	0,697	4,51	6,47
4,00	23	0,696	4,31	6,20
4,10	21	0,695	3,93	5,66
4,20	16	0,744	3,21	4,31
4,30	12	0,793	2,56	3,23
4,40	15	0,741	3,00	4,04
4,50	18	0,740	3,59	4,85
4,60	21	0,689	3,90	5,66
4,70	23	0,688	4,27	6,20
4,80	25	0,687	4,63	6,74
4,90	27	0,686	4,78	6,97
5,00	28	0,685	4,95	7,23

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	11,01	-9,74	0,75	8,29	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
1,4	5,77	-2,96	0,76	4,39	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
2,1	16,11	-7,65	0,76	12,26	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
2,6	4,37	-2,10	0,77	3,35	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
2,9	20,00	-9,13	0,77	15,34	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
3,3	6,33	-3,90	0,77	4,89	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
4,2	19,59	-10,41	0,77	15,14	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
5	17,43	-10,53	0,78	13,56	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_3 in data 28.09.2022



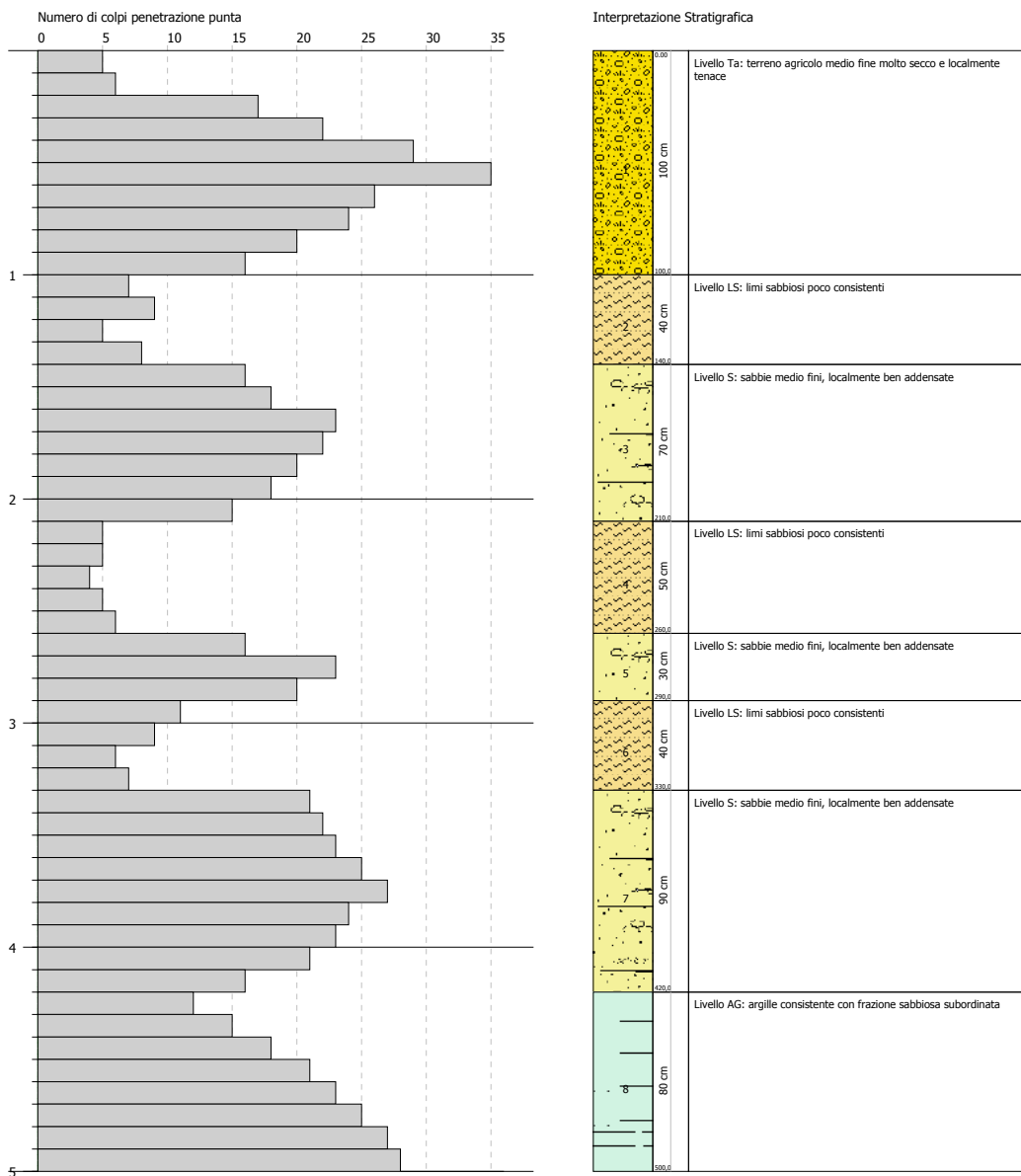
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_3
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
Località: Via Sesto - Comune di Chioms (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:24



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



PROVA DPM 4

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,0 mt
non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	6	0,857	1,68	1,96
0,20	7	0,855	1,96	2,29
0,30	7	0,853	1,95	2,29
0,40	6	0,851	1,67	1,96
0,50	10	0,849	2,78	3,27
0,60	13	0,797	3,39	4,26
0,70	21	0,745	5,12	6,88
0,80	22	0,743	5,36	7,20
0,90	27	0,742	6,22	8,39
1,00	20	0,790	4,91	6,22
1,10	21	0,738	4,82	6,53
1,20	17	0,786	4,15	5,28
1,30	19	0,785	4,63	5,90
1,40	9	0,833	2,33	2,80
1,50	8	0,831	2,07	2,49
1,60	8	0,830	2,06	2,49
1,70	7	0,828	1,80	2,18
1,80	6	0,826	1,54	1,86
1,90	4	0,825	0,98	1,18
2,00	2	0,823	0,49	0,59
2,10	2	0,822	0,49	0,59
2,20	3	0,820	0,73	0,89
2,30	2	0,819	0,48	0,59
2,40	3	0,817	0,72	0,89
2,50	2	0,816	0,48	0,59
2,60	7	0,814	1,69	2,07
2,70	15	0,763	3,38	4,44
2,80	17	0,761	3,83	5,03
2,90	19	0,760	4,07	5,36
3,00	6	0,809	1,37	1,69
3,10	4	0,807	0,91	1,13

**s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata**

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

3,20	6	0,806	1,36	1,69
3,30	7	0,805	1,59	1,97
3,40	6	0,803	1,36	1,69
3,50	8	0,802	1,81	2,26
3,60	8	0,801	1,81	2,26
3,70	9	0,800	2,03	2,54
3,80	9	0,798	2,03	2,54
3,90	15	0,747	3,02	4,04
4,00	21	0,696	3,94	5,66
4,10	26	0,695	4,87	7,01
4,20	18	0,744	3,61	4,85
4,30	16	0,743	3,20	4,31
4,40	12	0,791	2,56	3,23
4,50	14	0,740	2,79	3,77
4,60	16	0,739	3,19	4,31
4,70	17	0,738	3,38	4,58
4,80	21	0,687	3,89	5,66
4,90	23	0,686	4,07	5,94
5,00	25	0,685	4,42	6,45

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,3	8,12	-7,60	0,75	6,11	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
2,6	1,93	-2,42	0,76	1,47	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
2,9	17,00	-7,65	0,77	13,04	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
3,8	5,51	-3,36	0,77	4,26	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
4,3	16,48	-9,81	0,78	12,82	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
5	15,39	-9,63	0,78	11,97	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_4 in data 28.09.2022



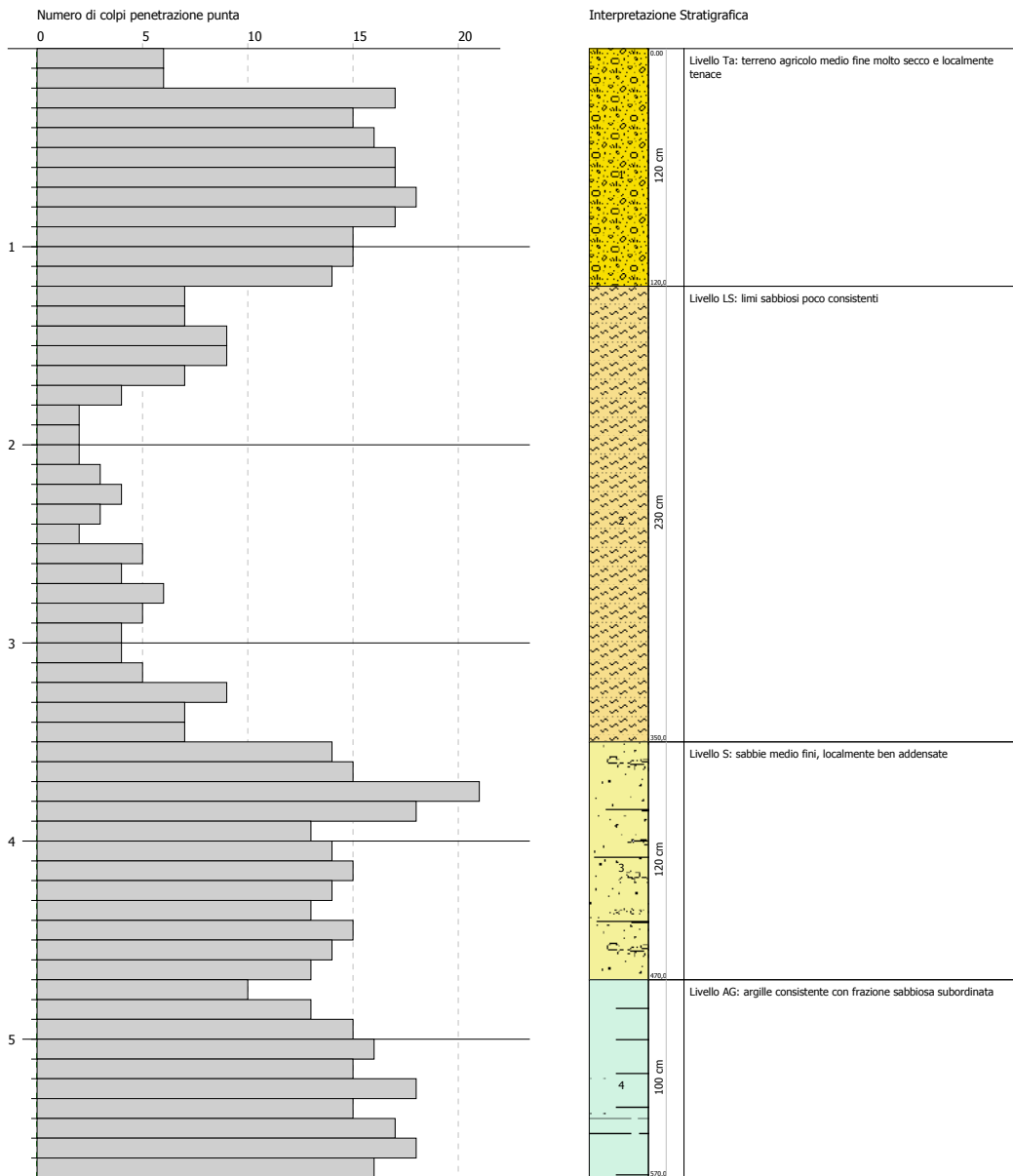
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
 Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
 Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_5
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
 Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
 Località: Via Sesto - Comune di Chions (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:27



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



PROVA DPM 5

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,7 mt
non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	6	0,857	1,68	1,96
0,20	6	0,855	1,68	1,96
0,30	17	0,803	4,47	5,57
0,40	15	0,801	3,93	4,91
0,50	16	0,799	4,19	5,24
0,60	17	0,797	4,44	5,57
0,70	17	0,795	4,43	5,57
0,80	18	0,793	4,68	5,89
0,90	17	0,792	4,18	5,28
1,00	15	0,790	3,68	4,66
1,10	15	0,788	3,67	4,66
1,20	14	0,786	3,42	4,35
1,30	7	0,835	1,82	2,18
1,40	7	0,833	1,81	2,18
1,50	9	0,831	2,32	2,80
1,60	9	0,830	2,32	2,80
1,70	7	0,828	1,80	2,18
1,80	4	0,826	1,03	1,24
1,90	2	0,825	0,49	0,59
2,00	2	0,823	0,49	0,59
2,10	2	0,822	0,49	0,59
2,20	3	0,820	0,73	0,89
2,30	4	0,819	0,97	1,18
2,40	3	0,817	0,72	0,89
2,50	2	0,816	0,48	0,59
2,60	5	0,814	1,20	1,48
2,70	4	0,813	0,96	1,18
2,80	6	0,811	1,44	1,77
2,90	5	0,810	1,14	1,41
3,00	4	0,809	0,91	1,13
3,10	4	0,807	0,91	1,13
3,20	5	0,806	1,14	1,41
3,30	9	0,805	2,04	2,54
3,40	7	0,803	1,59	1,97



3,50	7	0,802	1,58	1,97
3,60	14	0,751	2,96	3,95
3,70	15	0,750	3,17	4,23
3,80	21	0,698	4,14	5,92
3,90	18	0,747	3,62	4,85
4,00	13	0,746	2,61	3,50
4,10	14	0,745	2,81	3,77
4,20	15	0,744	3,01	4,04
4,30	14	0,743	2,80	3,77
4,40	13	0,741	2,60	3,50
4,50	15	0,740	2,99	4,04
4,60	14	0,739	2,79	3,77
4,70	13	0,738	2,59	3,50
4,80	10	0,787	2,12	2,69
4,90	13	0,736	2,47	3,35
5,00	15	0,735	2,85	3,87
5,10	16	0,734	3,03	4,13
5,20	15	0,733	2,84	3,87
5,30	18	0,732	3,40	4,65
5,40	15	0,731	2,83	3,87
5,50	17	0,730	3,20	4,39
5,60	18	0,729	3,39	4,65
5,70	16	0,728	3,01	4,13

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	10,49	-5,90	0,75	7,90	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
3,5	2,72	-2,72	0,77	2,09	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
4,7	12,66	-7,08	0,78	9,85	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
5,7	14,37	-7,79	0,78	11,24	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_5 in data 28.09.2022



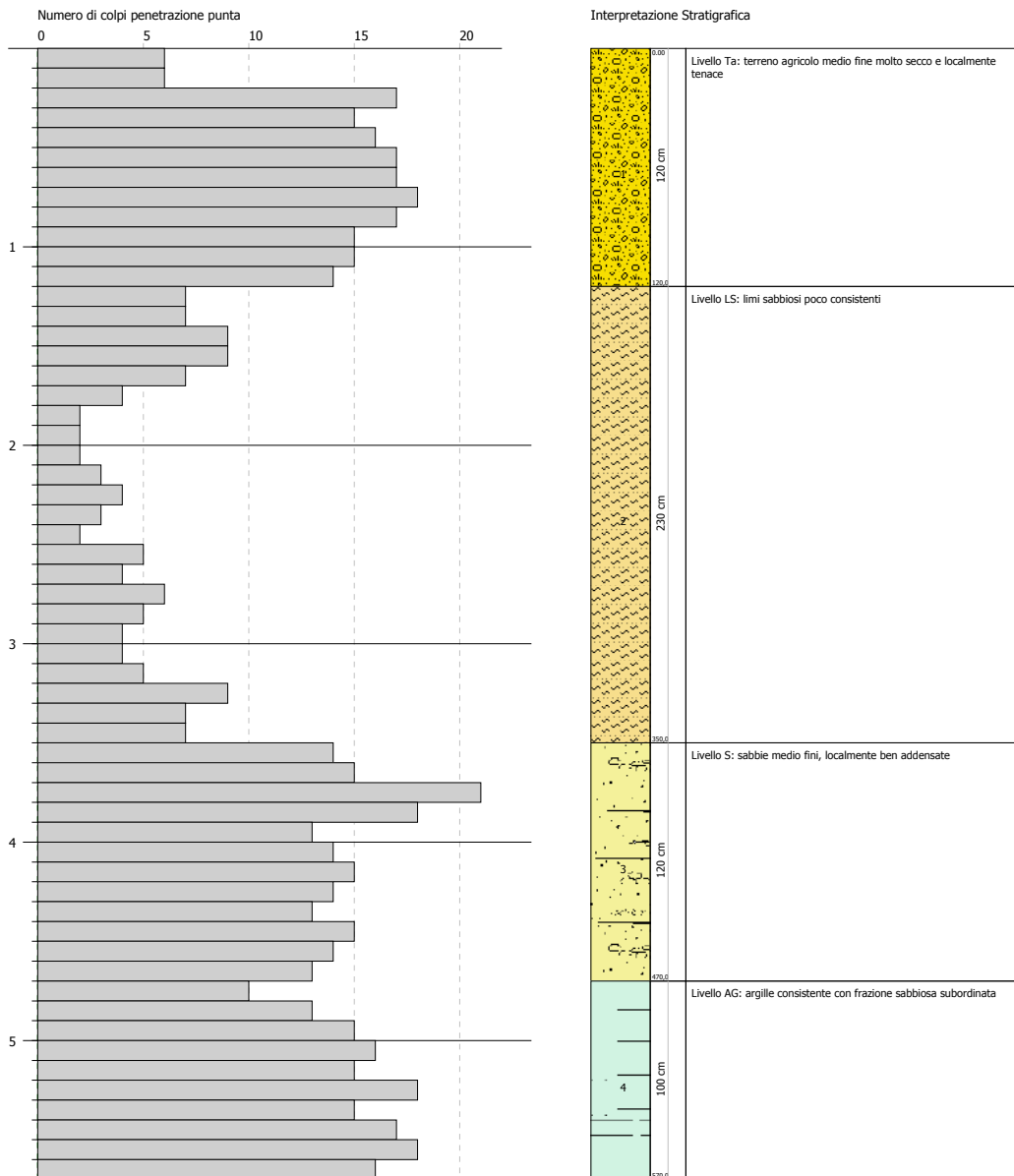
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_5
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
Località: Via Sesto - Comune di Chions (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:27



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



PROVA DPM 6

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda

DPM (DL030 10) (Medium)
28/09/2022
5,7 mt
- 2,9 da p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,10	6	0,857	1,68	1,96
0,20	9	0,855	2,52	2,95
0,30	12	0,853	3,35	3,93
0,40	10	0,851	2,79	3,27
0,50	12	0,849	3,34	3,93
0,60	23	0,747	5,63	7,53
0,70	25	0,745	6,10	8,19
0,80	26	0,743	6,33	8,51
0,90	23	0,742	5,30	7,15
1,00	26	0,740	5,98	8,08
1,10	27	0,738	6,19	8,39
1,20	21	0,736	4,81	6,53
1,30	19	0,785	4,63	5,90
1,40	15	0,783	3,65	4,66
1,50	9	0,831	2,32	2,80
1,60	7	0,830	1,80	2,18
1,70	7	0,828	1,80	2,18
1,80	8	0,826	2,05	2,49
1,90	8	0,825	1,95	2,37
2,00	5	0,823	1,22	1,48
2,10	2	0,822	0,49	0,59
2,20	1	0,820	0,24	0,30
2,30	2	0,819	0,48	0,59
2,40	2	0,817	0,48	0,59
2,50	3	0,816	0,72	0,89
2,60	9	0,814	2,17	2,66
2,70	22	0,713	4,64	6,50
2,80	17	0,761	3,83	5,03
2,90	15	0,760	3,21	4,23
3,00	13	0,759	2,78	3,67
3,10	5	0,807	1,14	1,41
3,20	5	0,806	1,14	1,41
3,30	6	0,805	1,36	1,69
3,40	6	0,803	1,36	1,69



3,50	7	0,802	1,58	1,97
3,60	7	0,801	1,58	1,97
3,70	9	0,800	2,03	2,54
3,80	8	0,798	1,80	2,26
3,90	7	0,797	1,50	1,89
4,00	5	0,796	1,07	1,35
4,10	5	0,795	1,07	1,35
4,20	8	0,794	1,71	2,16
4,30	8	0,793	1,71	2,16
4,40	6	0,791	1,28	1,62
4,50	6	0,790	1,28	1,62
4,60	15	0,739	2,99	4,04
4,70	14	0,738	2,79	3,77
4,80	14	0,737	2,78	3,77
4,90	21	0,686	3,72	5,42
5,00	15	0,735	2,85	3,87
5,10	9	0,784	1,82	2,32
5,20	12	0,783	2,42	3,10
5,30	15	0,732	2,83	3,87
5,40	17	0,731	3,21	4,39
5,50	19	0,730	3,58	4,90
5,60	21	0,679	3,68	5,42
5,70	24	0,678	4,20	6,19

SUDDIVISIONE SOTTOSUOLO IN “ORIZZONTI-TIPO”

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	11,13	-8,42	0,75	8,38	Livello Ta: terreno agricolo medio fine molto secco e localmente tenace
2,6	2,07	-2,97	0,76	1,58	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
3	13,37	-6,51	0,77	10,25	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
4,5	5,41	-3,13	0,77	4,18	Livello LS: limi sabbiosi poco consistenti
5	13,08	-7,94	0,78	10,18	Livello S: sabbie medio fini, localmente ben addensate
5,7	14,08	-9,27	0,78	11,01	Livello AG: argille consistente con frazione sabbiosa subordinata



Esecuzione Prova DPM_5 in data 28.09.2022



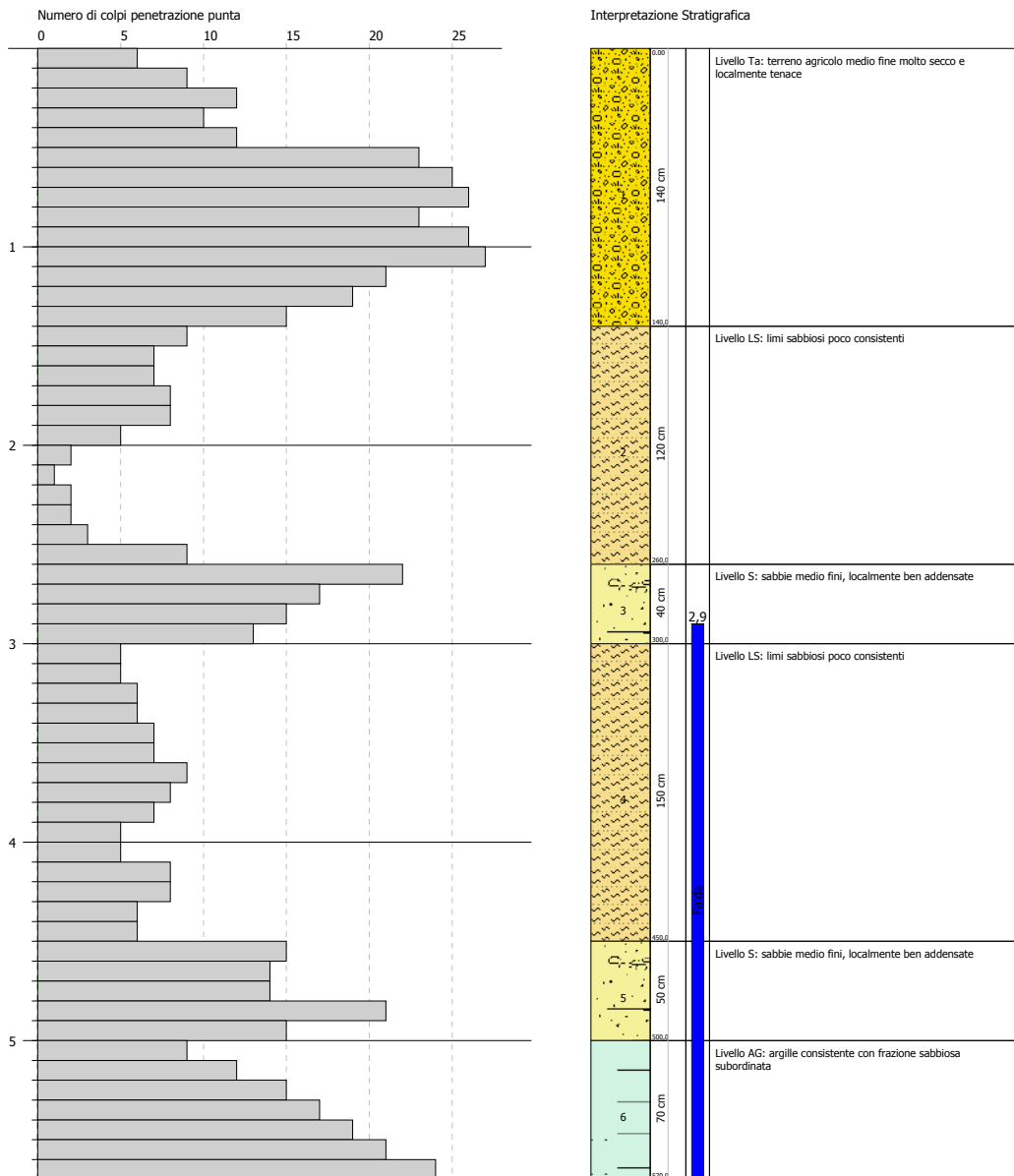
s.a.G.A. - Studio Associato di Geologia Applicata
Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
Via Montevideo 2A/A - 16129 Genova

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM_6
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Chiron Energy
Cantiere: Realizzazione impianto fotovoltaico
Località: Via Sesto - Comune di Chioms (PN)

Data: 28/09/2022

Scala 1:27



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



ELABORAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Nella progettazione geotecnica la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato (NTC C6.2.1).

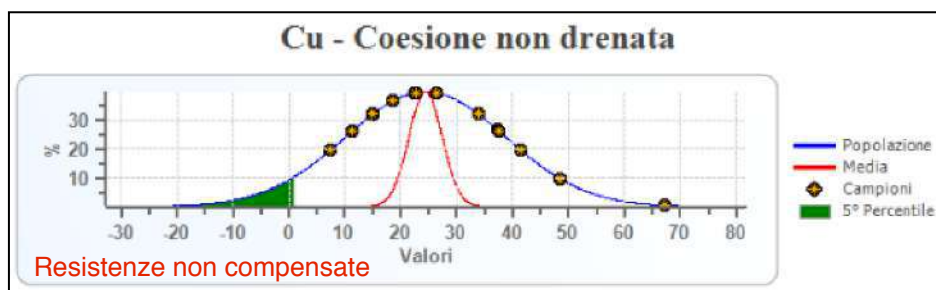
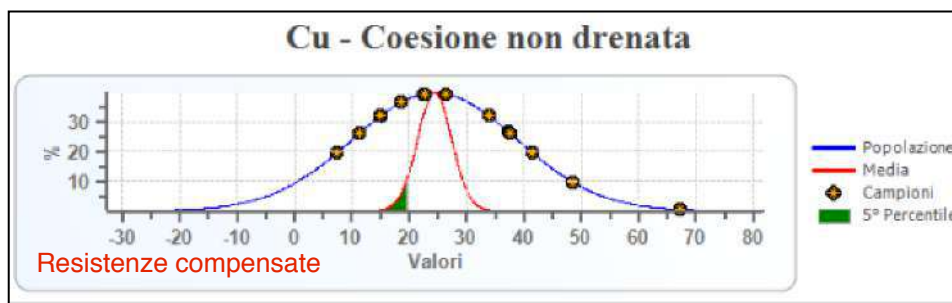
Appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti ("**Resistenze compensate**" -> p.es. fondazioni continue superficiali, pali per resistenza laterale, pendii e fronti di scavo, strutture rigide).

Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità ("**Resistenze non compensate**" -> p.es. pali per portata alla punta, plinti e travi non collegati, verifiche a scorrimento, strutture non sufficientemente rigide).

Vengono quindi presentati **due valori caratteristici per ogni parametro geotecnico analizzato** (ad esclusione del Peso di Volume e del Peso di Volume Saturo, per i quali appare sufficiente riferirsi al valore prossimo a quello medio). Entrambi i valori si riferiscono al 5° percentile, rispettivamente per l'intera "popolazione" dei valori acquisiti in campagna (condizioni di resistenze non compensate) e per i valori prossimi alla media (condizioni di resistenze compensate).

In questo modo si permette al Tecnico Progettista delle strutture di adottare i valori caratteristici del sottosuolo che più si adattano al tipo di condizione progettuale ipotizzata ed alla sua verifica.

Nella Figura seguente è mostrato il grafico di riferimento della distribuzione statistica dal quale scaturiscono i due valori di cui sopra.



Distribuzione statistica dei valori nei casi di Resistenze compensate e Resistenze non compensate



La Tabella sottostante riassume i **Valori Caratteristici dei parametri geotecnici** per ogni singolo strato discretizzato **da utilizzare per la progettazione**. Nelle pagine seguenti sono indicate l'elaborazioni statistiche effettuate per ogni singolo strato.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO - PROVE DPM								
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE NON COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	°	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>
Ta	18,5	19,3	21,8	30,8	2,0	2,8	6,1	38
LS	16,9	18,4	21,0	12,0	0,0	1,1	2,4	18
S	19,6	21,6	26,4	41,9	0,0	3,8	8,4	46
AG	19,9	21,9	23,0	103,0	9,4	4,7	10,3	52
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	°	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>
Ta	18,5	19,3	22,0	34,8	2,5	3,2	6,9	40
LS	16,9	18,4	22,4	16,2	0,0	1,5	3,2	24
S	19,6	21,6	27,9	0,0	0,0	4,9	10,8	53
AG	19,9	21,9	23,3	113,1	10,3	5,2	11,3	55
	Peso Volume	Peso Volume Sat	Angolo attrito	Coesione non dren	Coesione drenata	Modulo edometrico	Modulo Young	Modulo taglio din
Note: la coesione drenata (c') è una frazione di CU ricavata da dati in letteratura e risultati di prove di laboratorio su materiali analoghi								



s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

TABULATI DI CALCOLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI
PER OGNI SINGOLO STRATO DIFFERENZIATO



Livello Ta

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di taglio [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]
1	22,28	39,13	3,59	43,61	7,83
2	22,09	35,79	3,28	41,30	7,16
3	22,37	40,60	3,73	44,63	8,13
4	21,75	30,01	2,75	37,04	5,99
5	22,26	38,74	3,55	43,34	7,75
6	22,39	41,09	3,77	44,93	8,22

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [Mpa]	Modulo di taglio [Mpa]	Modulo di Young [Mpa]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard		Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° Percentile		5° Percentile	5° Percentile	5° Percentile
Minimo	21,75	30,01	2,75	37,04	5,99
Massimo	22,39	41,09	3,77	44,93	8,22
Valore medio	22,19	37,56	3,44	42,48	7,51
Varianza	0,06	17,14	0,15	8,73	0,70
Dev. St.	0,10	1,69	0,16	1,21	0,34
Percentile	(5°) 21,79	(5°) 30,75	(5°) 2,82	(5°) 37,62	(5°) 6,14
Percentile media	(5°) 22,03	(5°) 34,78	(5°) 3,19	(5°) 40,49	(5°) 6,95
C.O.V.	0,01	0,11	0,11	0,07	0,11



Livello LS

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di taglio [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]
1	23,00	20,89	1,92	29,76	4,19
2	21,92	15,69	1,44	24,90	3,13
3	24,34	28,44	2,61	35,92	5,70
4	21,49	13,73	1,26	23,05	2,76
5	23,63	24,32	2,23	32,61	4,86
6	23,11	21,48	1,98	30,27	4,31
7	30,97	16,38	1,51	25,66	3,29
8	23,56	23,93	2,20	32,33	4,80
9	19,70	7,16	0,66	15,51	1,44
10	22,99	20,89	1,92	29,72	4,18
11	20,60	10,20	0,94	19,23	2,05
12	19,87	7,75	0,71	16,21	1,55
13	22,92	20,50	1,88	29,37	4,10

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [Mpa]	Modulo di taglio [Mpa]	Modulo di Young [Mpa]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard		Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° Percentile		5° Percentile	5° Percentile	5° Percentile
Minimo	19,70	7,16	0,66	15,51	1,44
Massimo	30,97	28,44	2,61	35,92	5,70
Valore medio	22,93	17,80	1,64	26,50	3,57
Varianza	1,31	12,67	0,11	28,10	0,51
Dev. St.	0,32	0,99	0,09	1,47	0,20
Percentile	(5°) 21,04	(5°) 11,94	(5°) 1,10	(5°) 17,78	(5°) 2,39
Percentile media	(5°) 22,41	(5°) 16,17	(5°) 1,49	(5°) 24,08	(5°) 3,24
C.O.V.	0,05	0,20	0,20	0,20	0,20



Livello S

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di taglio [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]
1	29,73	70,90	6,51	62,70	14,18
2	26,61	44,03	4,04	46,90	8,82
3	28,20	56,98	5,22	54,83	11,39
4	28,56	60,11	5,52	56,69	12,02
5	30,17	75,22	6,90	65,01	15,04
6	30,07	74,24	6,81	64,49	14,85
7	28,99	63,94	5,87	58,87	12,79
8	28,87	62,86	5,77	58,26	12,57
9	27,16	48,35	4,43	49,59	9,66
10	27,40	50,21	4,61	50,81	10,05
11	27,36	49,92	4,58	50,60	9,98

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [Mpa]	Modulo di taglio [Mpa]	Modulo di Young [Mpa]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard		Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° Percentile		5° Percentile	5° Percentile	5° Percentile
Minimo	26,61	44,03	4,04	46,90	8,82
Massimo	30,17	75,22	6,90	65,01	15,04
Valore medio	28,47	59,71	5,48	56,25	11,94
Varianza	1,51	117,33	0,99	39,26	4,69
Dev. St.	0,37	3,27	0,30	1,89	0,65
Percentile	(5°) 26,44	(5°) 41,89	(5°) 3,84	(5°) 45,94	(5°) 8,38
Percentile media	(5°) 27,86	(5°) 54,33	(5°) 4,98	(5°) 53,14	(5°) 10,87
C.O.V.	0,04	0,18	0,18	0,11	0,18



Livello AG

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di taglio [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]
1	23,51	120,62	5,53	56,80	12,06
2	23,82	131,11	6,02	59,77	13,11
3	23,87	132,98	6,10	60,29	13,30
4	23,42	117,39	5,39	55,87	11,74
5	23,21	110,23	5,06	53,76	11,02
6	23,15	107,97	4,95	53,08	10,80

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [Mpa]	Modulo di taglio [Mpa]	Modulo di Young [Mpa]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard		Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° Percentile		5° Percentile	5° Percentile	5° Percentile
Minimo	23,15	107,97	4,95	53,08	10,80
Massimo	23,87	132,98	6,10	60,29	13,30
Valore medio	23,50	120,05	5,51	56,59	12,01
Varianza	0,09	107,85	0,23	8,94	1,08
Dev. St.	0,12	4,24	0,19	1,22	0,42
Percentile	(5°) 23,00	(5°) 102,97	(5°) 4,72	(5°) 51,68	(5°) 10,30
Percentile media	(5°) 23,29	(5°) 113,08	(5°) 5,19	(5°) 54,59	(5°) 11,31
C.O.V.	0,01	0,09	0,09	0,05	0,09



s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata
via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 2

Esecuzione prova MASW + H/V - risultati e grafici

INDAGINE CONGIUNTA TRA METODO MASW E H/V

Per produrre un profilo sismo-stratigrafico con il metodo H/V è indispensabile conoscere la profondità del riflettore principale oppure il profilo V_s ottenuto dalla prova MASW.

Nel sito in esame è stata eseguita, lungo l'allineamento SS1 mostrato in Fig. 1, un'indagine di sismica attiva (MASW) e passiva a stazione singola (HVSR).

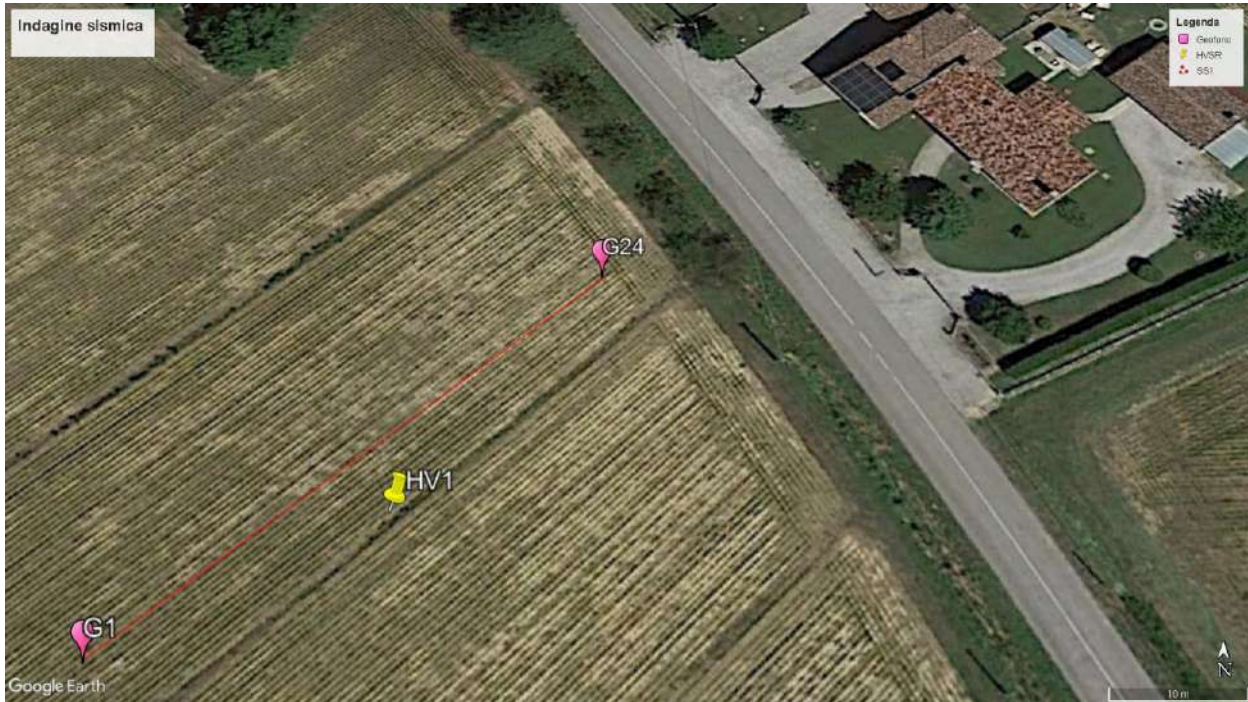


Fig. 1. Localizzazione delle indagini sismiche.



Foto scattata vicino al geofono G1.



Foto scattata vicino al geofono G24.

Nella prova MASW, alla presenza di un riflettore importante caratterizzato da elevata rigidità, l'energia prodotta da una sorgente convenzionale superficiale rimane quasi tutta confinata nel mezzo tenero, rimanendo poca energia disponibile per caratterizzare le velocità di propagazione delle onde sismiche nel mezzo rigido.

Conseguentemente, l'analisi congiunta tra metodo MASW e H/V si rivela ideale, poiché la prova MASW fornisce il vincolo per la tecnica H/V, che permette di ottenere profili V_s a profondità maggiori di quelle raggiungibili con la sola MASW.

L'elaborazione è stata eseguita con il software *Grilla* della Moho s.r.l.

Metodo MASW

L'analisi multicanale delle onde sismiche superficiali (MASW) è consistita nella registrazione simultanea tramite 24 geofoni (frequenza propria di 4.5 Hz), distanziati di 2 m, di una vibrazione prodotta da una sorgente sismica impulsiva (martello da 10 kg), sistemata agli estremi dell'allineamento a 2 m di distanza dal ricevitore (vedere l'allegato per dettagli sui parametri utilizzati).

Figura 2 mostra i sismogrammi della componente verticale delle onde di Rayleigh.

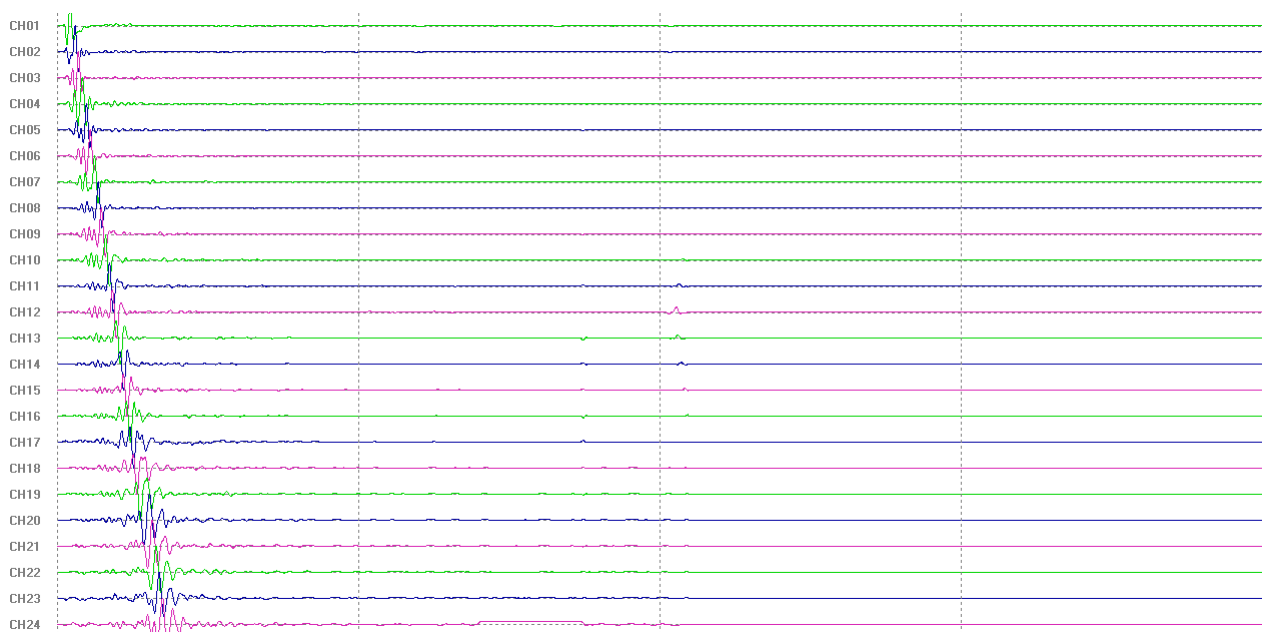


Fig. 2. Sismogrammi (in ordinata i canali e in ascissa il tempo in secondi – intervallo 1 s), sorgente sismica a 2 m dal geofono 1.

In Fig. 3 è mostrato lo spettro di velocità di fase dell'onda di Rayleigh.

Il software preleva automaticamente l'ampiezza massima per ogni frequenza definendo la curva di dispersione.

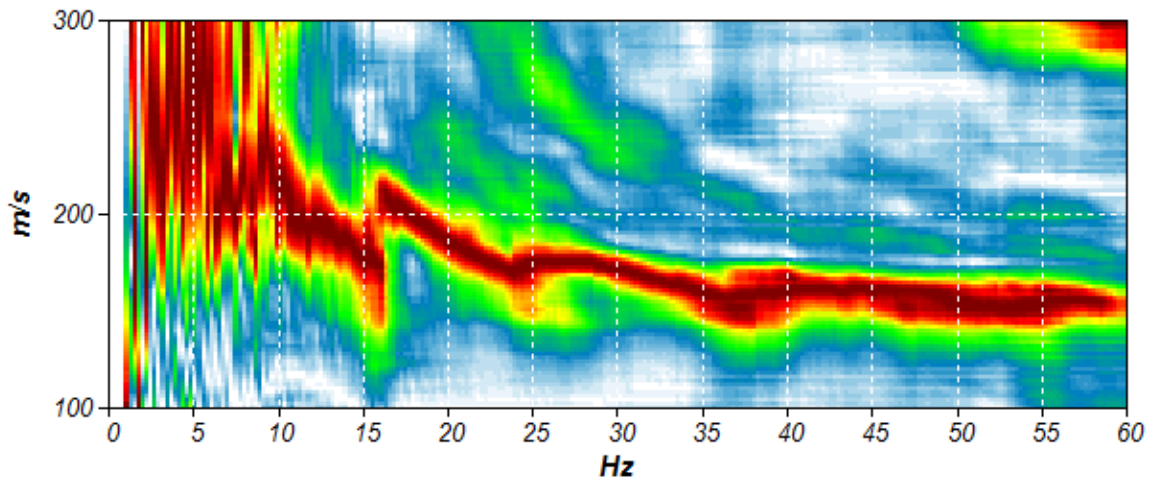


Fig. 3. Spettro di velocità di fase dell'onda di Rayleigh.

Metodo H/V

Si basa sullo studio dei rapporti di ampiezza che, nelle diverse frequenze di vibrazione (rapporti spettrali), esistono tra il rumore sismico ambientale (microtremore) misurato sul piano orizzontale (H) e quello lungo la verticale (V).

I risultati che si possono ottenere da un'indagine di questo tipo sono la velocità media delle onde di taglio calcolata tramite un codice di calcolo e la stratigrafia di massima del suolo.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello Tromino@Zero della Moho s.r.l. È costituito essenzialmente da tre velocimetri orientati secondo le direzioni N-S, E-W e verticale, rispettivamente ortogonali tra loro. La strumentazione opera nell'intervallo di frequenze tra 0.1 e 128 Hz, consentendo di ottenere un'elevata risoluzione. I dati del moto del terreno, dopo essere stati amplificati e digitalizzati, vengono memorizzati su una memoria interna digitale.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

a) le curve H/V ricavate con i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- rimozione nelle finestre di eventuali transienti ancora presenti.

b) le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto, ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto (a).

La scheda in esteso, secondo le linee guida del progetto europeo Sesame, è riportata in Allegato. I criteri di significatività consistono nella valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V e nella valutazione della chiarezza del picco H/V.

Le curve H/V sono curve sperimentali che rappresentano il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali (riferite alle componenti verticale e orizzontali del moto) in funzione della frequenza.

I picchi della curva H/V presenti a una data frequenza possono essere più o meno evidenti e interpretabili a seconda dell'entità del contrasto d'impedenza sismica tra il substrato rigido e lo strato più superficiale di copertura.

Risultato

L'analisi congiunta è mostrata in Fig. 4, dove sono riportati gli spettri di velocità di fase dell'onda di Rayleigh derivanti dalla prova MASW e la curva H/V1 sperimentale.

Usando un approccio di tipo diretto, basato sulla simulazione del campo di onde di superficie in sistemi a strati piani e paralleli, la sovrapposizione delle curve sperimentali, ottenute con le due prove (MASW e metodo H/V) con quella calcolata dal modello, ha fornito il profilo di V_s mostrato in Fig. 4c per il sito d'indagine.

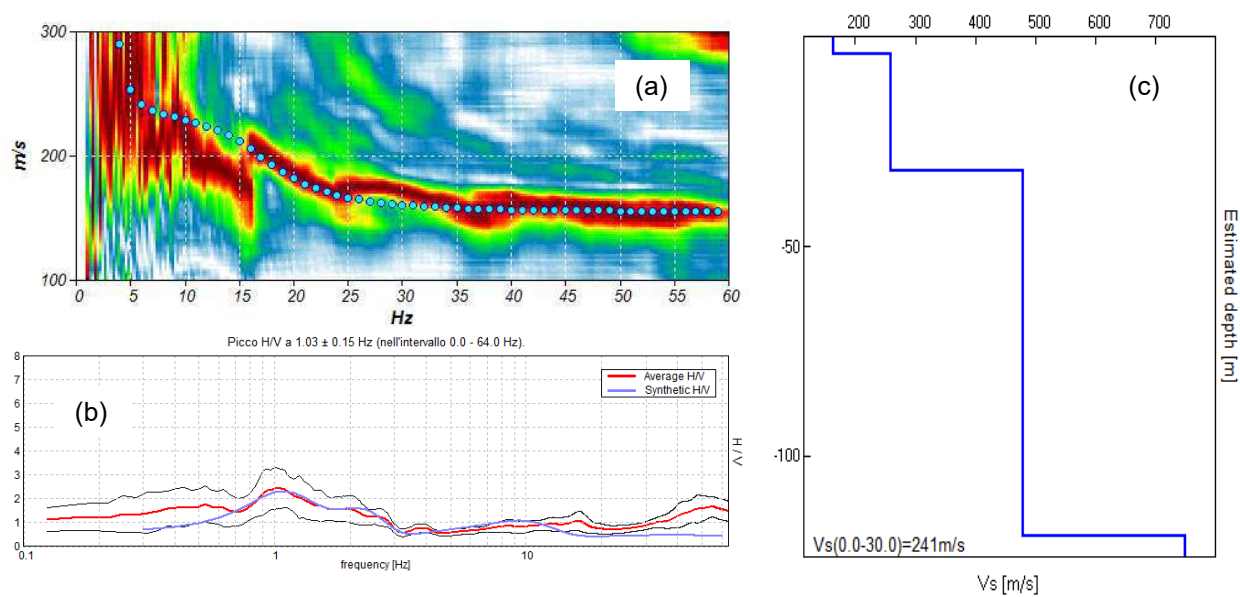


Fig. 4. (a) spettri di velocità dell'onda di Rayleigh e modo fondamentale della curva di dispersione teorica ottenuta dal modello di sottosuolo (c); (b) curva media H/V sperimentale (rosso) con deviazione standard (curva nera sottile) e sintetica (blu) calcolata dal modello di sottosuolo (c); (c) modello di sottosuolo in termini di V_s derivato dall'analisi congiunta della prova MASW e del metodo H/V.

Classe di sottosuolo

È stata determinata in base alla stratigrafia e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, riportata sopra.

In base al profilo di V_s , riportato sopra e ai sensi del DM/2018, è stato calcolato un valore di $V_{s\text{ eq}}$ pari a 241 m/s, a cui è possibile associare una categoria di sottosuolo di tipo C.

MASW (file 1011.seg)

Inizio registrazione: 20/09/22 14:37:55 Fine registrazione: 20/09/22 14:37:57

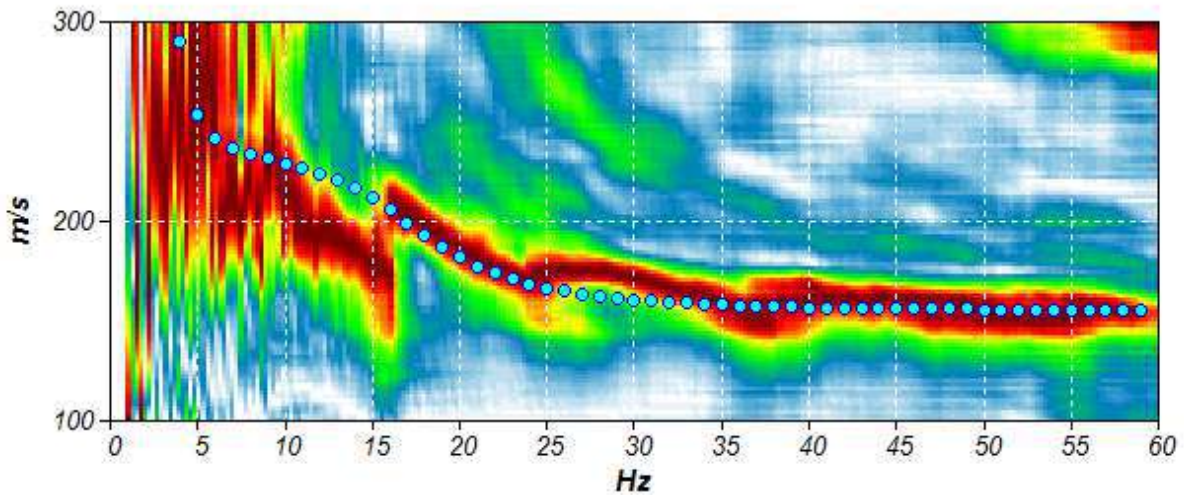
Durata registrazione: 0h00'02".

Freq. campionamento: 977 Hz

Nomi canali: CH01 ; CH02 ; CH03 ; CH04 ; CH05 ; CH06 ; CH07 ;
 CH08 ; CH09 ; CH10 ; CH11 ; CH12 ; CH13 ; CH14 ; CH15 ;
 CH16 ; CH17 ; CH18 ; CH19 ; CH20 ; CH21 ; CH22 ; CH23 ;
 CH24

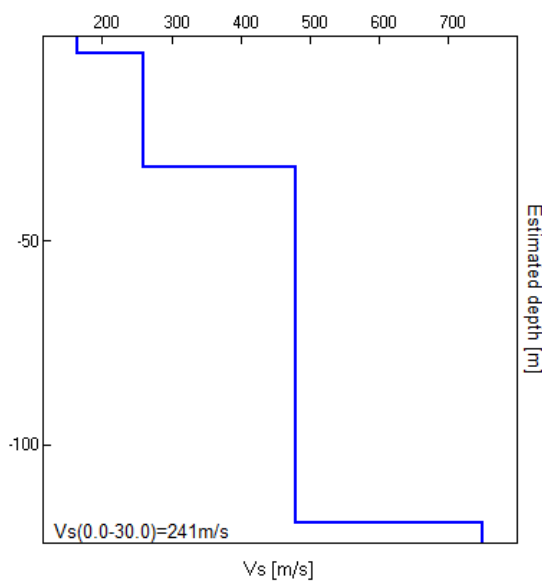
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0
 36.0 38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	165	0.40
32.00	28.00	260	0.40
119.00	87.00	480	0.35
inf.	inf.	748	0.35

Vseq = 241 m/s



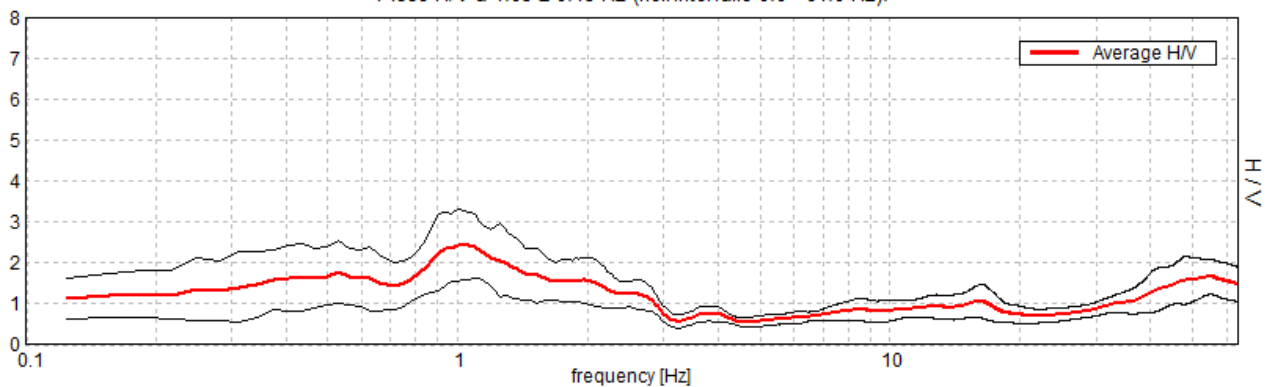
HV1



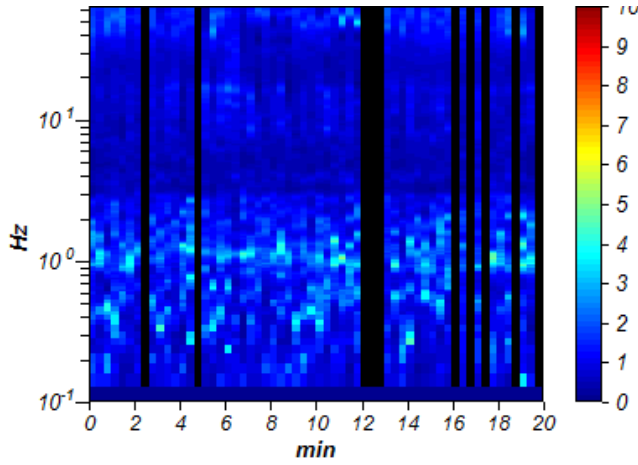
Inizio registrazione: 20/09/22 14:48:30 Fine registrazione: 20/09/22 15:08:29
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

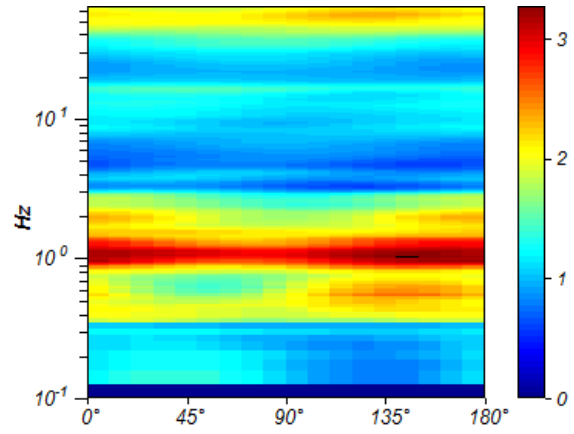
Picco H/V a 1.03 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



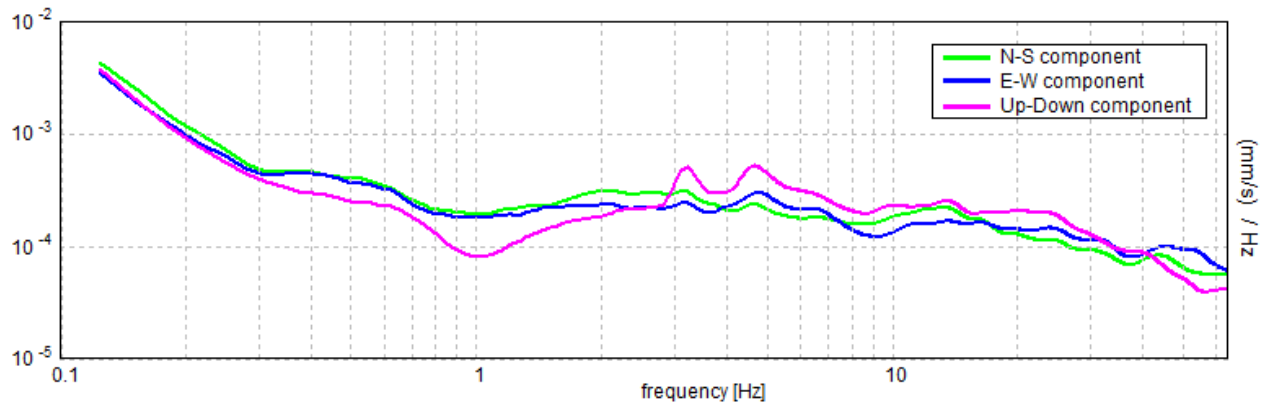
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

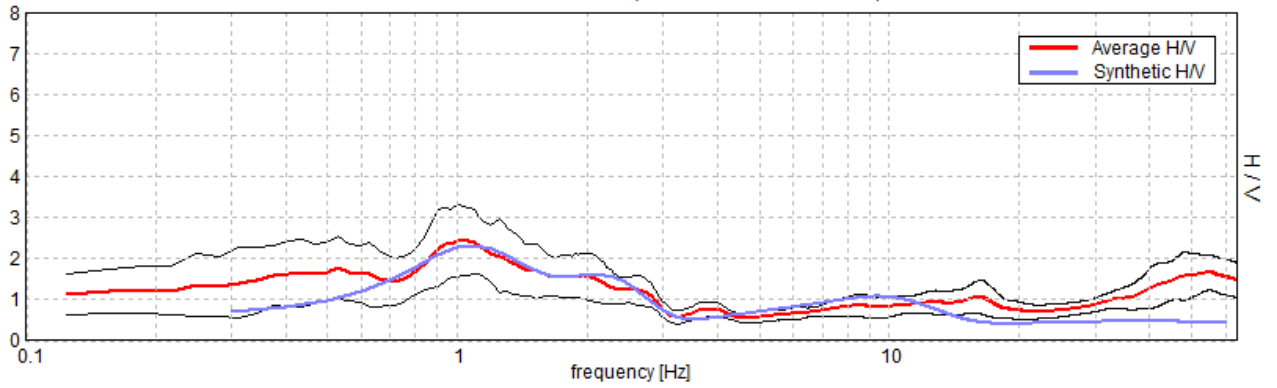


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



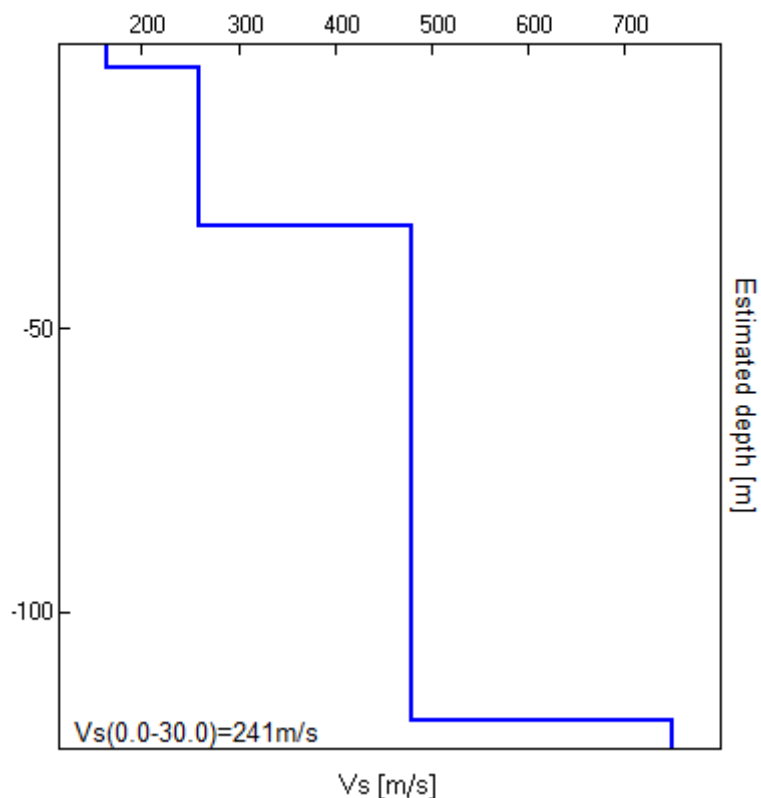
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 1.03 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
4.00	4.00	165	0.40
32.00	28.00	260	0.40
119.00	87.00	480	0.35
inf.	inf.	748	0.35

Vseq = 241 m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.03 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.03 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1031.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 50	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.44 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14913 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15379 < 0.10313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8428 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V

$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

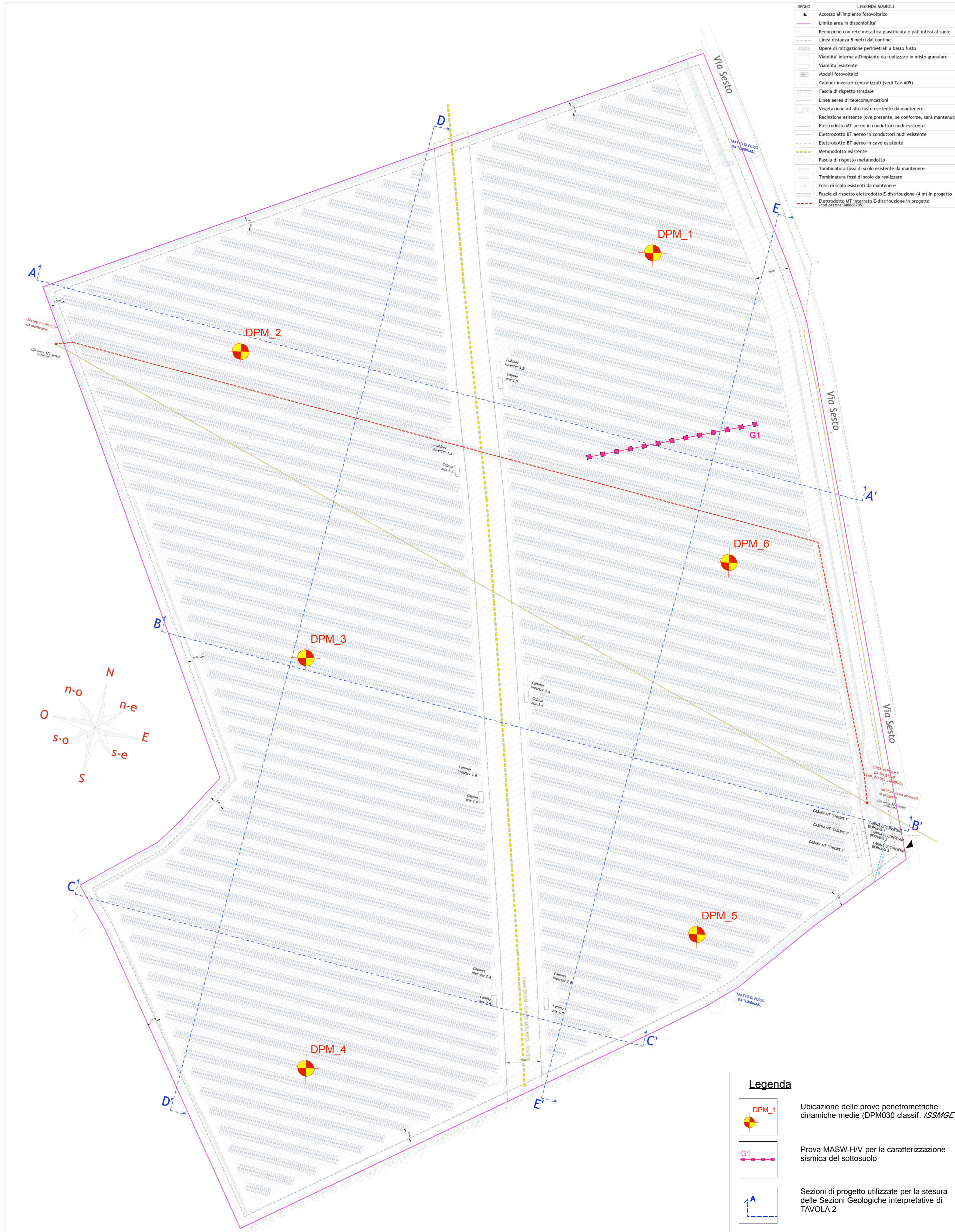


s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata
via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - Via Giovanni XXIII 2 12051 - Alba (CN)
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 3

Tavole Grafiche

SEGNO	LEGENDA SIMBOLI
	Accesso all'impianto fotovoltaico
	Limite area in disponibilità
	Recinzione con rete metallica plastificata e pali infissi al suolo
	Linea distanza 5 metri dal confine
	Opere di mitigazione perimetrali a basso fusto
	Viabilità interna all'impianto da realizzare in misto granulare
	Viabilità esistente
	Moduli fotovoltaici
	Cabinet inverter centralizzati (vedi Tav.A05)
	Fascia di rispetto stradale
	Linea area di telecomunicazioni
	Vegetazione ad alto fusto esistente da mantenere
	Recinzione esistente (ove presente, se conforme, sarà mantenuta)
	Elettrodotto MT aereo in conduttori nudi esistenti
	Elettrodotto BT aereo in conduttori nudi esistenti
	Elettrodotto BT aereo in cavo esistente
	Metanodotto esistente
	Fascia di rispetto metanodotto
	Tombinatura fossi di scolo esistente da mantenere
	Tombinatura fossi di scolo da realizzare
	Fossi di scolo esistenti da mantenere
	Fascia di rispetto elettrodotto E-distribuzione (4 m) in progetto
	Elettrodotto MT interrato E-distribuzione in progetto (cood. pratica 3488870)



Legenda	
	Ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche medie (DPM030 classif. <i>ISSMGE</i>)
	Prova MASW-H/V per la caratterizzazione sismica del sottosuolo
	Sezioni di progetto utilizzate per la stesura delle Sezioni Geologiche interpretative di TAVOLA 2

CHIRON ENERGY SPV 18 S.r.l.
Via Sesto 10 - 33050 Chions (PN)
Tel. +39 0432 20960 - Fax +39 0432 20967

Regione Friuli Venezia Giulia
Comune di Chions
Provincia di Pordenone

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

TITOLO: Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"CHIONS 1" - "CHIONS 2" - "CHIONS 3"
Via Sesto snc

Oggetto: **TAVOLA 1: Planimetria di progetto con ubicazione indagini geotecniche**

Studio di progettazione: **s.a.g.a. studio associato di geologia applicata**
Via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
Via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472464811

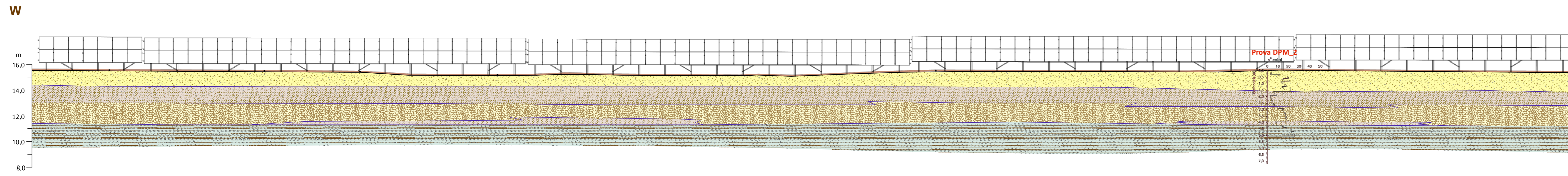
Progettista:

Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy.

Cod. File: - Scala: **1:1.000** Formato: - Codice: - Rev: -

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	12/2022	prima emissione	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-

Estratto Profilo A-A'



Legenda

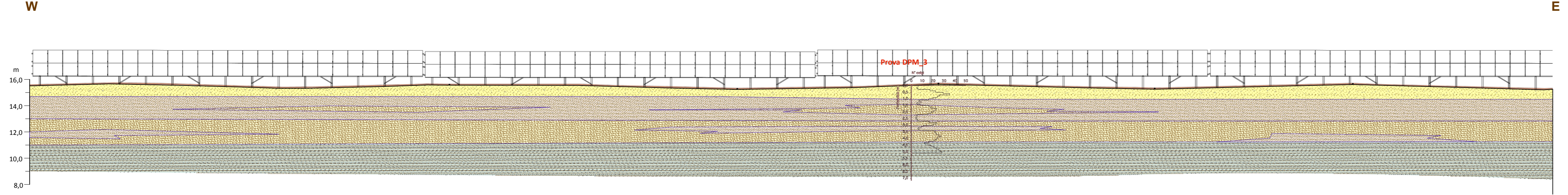
- Livello T1:** Suolo agrario medio-fine, anidro e compatto in relazione alle condizioni climatiche e del regime delle precipitazioni primavera-estate 2022
- Livello LS:** Limi sabbiosi poco consistenti
- Livello S:** Sabbie medio fini localmente ben addensate
- Livello AG:** Argille consistenti con frazione sabbiosa generalmente subordinata

Grafico NC/colpi/profondità delle Prove DPM eseguite in data 13.01.2023

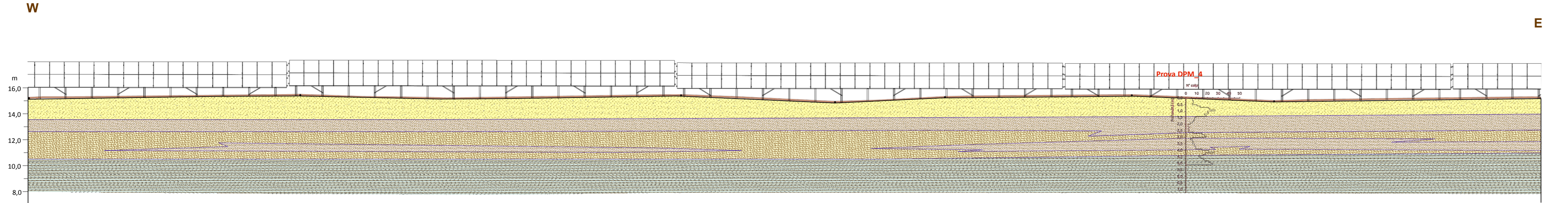
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO - PROVE DPM								
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE NON COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	kN/mc	kN/mc	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa	Mpa
Ta	18,5	19,3	21,8	30,8	2,0	2,8	6,1	38
LS	16,9	18,4	21,0	12,0	0,0	1,1	2,4	18
S	19,6	21,6	26,4	41,9	0,0	3,8	8,4	46
AG	19,9	21,9	23,0	103,0	9,4	4,7	10,3	52
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI - RESISTENZE COMPENSATE								
Livello	Gamma	Gamma Sat	phi	CU	c'	Ed	Ey	G
	kN/mc	kN/mc	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa	Mpa
Ta	18,5	19,3	22,0	34,8	2,5	3,2	6,9	40
LS	16,9	18,4	22,4	16,2	0,0	1,5	3,2	24
S	19,6	21,6	27,9	0,0	0,0	4,9	10,8	53
AG	19,9	21,9	23,3	113,1	10,3	5,2	11,3	55
Peso Volume	Peso Volume Sat	Angolo attrito	Coesione non dren	Coesione drenata	Modulo edometrico	Modulo Young	Modulo taglio cm	

Note: la coesione drenata (c') è una funzione di CU ricavata da dati in letteratura e risultati di prove di laboratorio su materiali analoghi

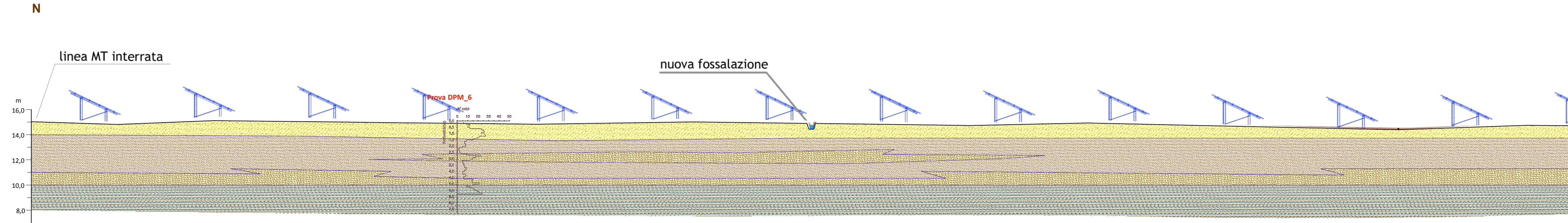
Estratto Profilo B-B'



Estratto Profilo C-C'



Estratto Profilo E-E'



CHIRON ENERGY SPV 18 S.r.l.

CHIRON ENERGY
Via Belfiore 2 - 33100 Udine (UD)
P.IVA n. 0303280967

Regione Friuli Venezia Giulia
Comune di Chions
Provincia di Pordenone

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo: Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"CHIONS 1" - "CHIONS 2" - "CHIONS 3"
Via Sesto snc

Oggetto: **TAVOLA 2: Sezioni Geologiche interpretative** Num. Rif. Lista: - Codifica Elaborato: GEO.T2

Studio di progettazione:
s.s.g.a. studio associato di geologia applicata
via Giovanni XXIII 2 - 12051 Alba (CN)
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811

Progettista:

Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy
Cod. File: - Scala: 1:1.000 Formato: - Codice: - Rev: -

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	01/2023	prima emissione	S.A.G. A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus
1	-				
2	-				

s.s.g.a. e CHIRON ENERGY SPV 18 S.r.l. si riservano la proprietà del presente elaborato che non può essere né riprodotto né comunicato a terzi senza autorizzazione.