

# REGIONE BASILICATA

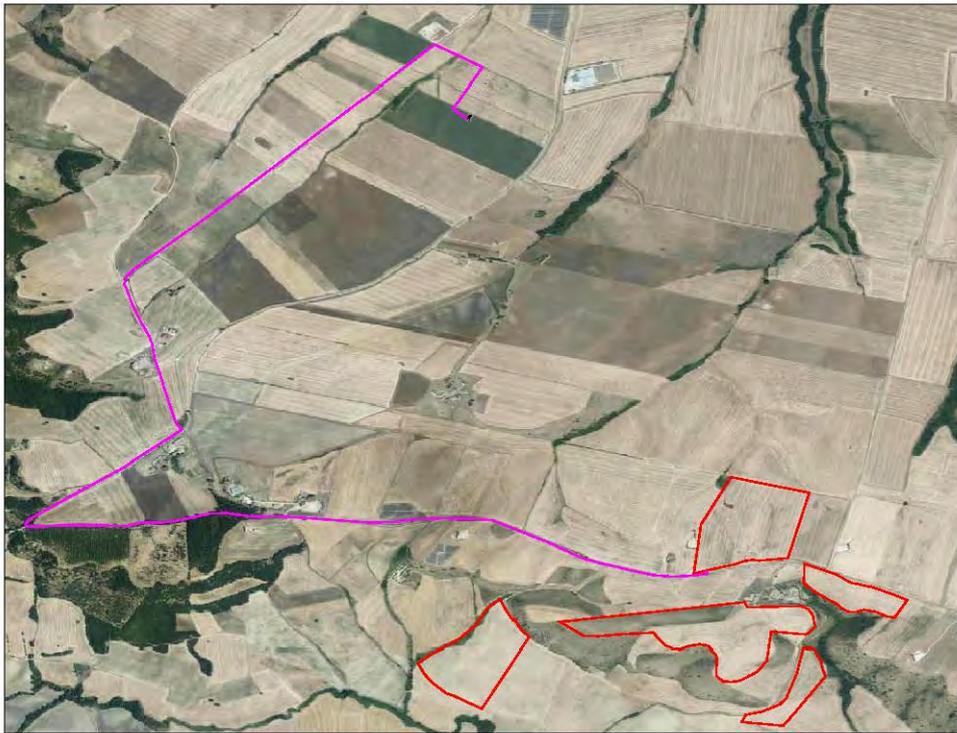


## COMUNE DI PALAZZO SAN GERVASIO

PROVINCIA DI POTENZA

### PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO AD INSEGUIMENTO SOLARE DA 20 MWp DA REALIZZARSI  
IN C.da "SAN PROCOPIO" DEL COMUNE DI PALAZZO SAN GERVASIO



ELABORATO:

A.2

SCALA:

---

DATA:

Novembre 2021

### RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE:

Soc. GRETIFV2 s.r.l.

PROGETTISTI:

ING. SAVINO VERTULLI

DOTT. GEOL. MAURIZIO GIACOMINO

COLLABORATORI:

MARIAFRANCESCA VERTULLI



# 1. Premessa

Su incarico conferitomi dalla Società GRETIFV2 S.r.L., è stata condotta una indagine geologico-tecnica, al fine di accertare le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni presenti a sud-ovest dell'abitato di Banzi, ma in agro di Palazzo San Gervasio, dove si intende realizzare un impianto fotovoltaico ad inseguimento solare di 20 MWp, distinto in n. 5 campi separati che circondano la Mass.a San Procopio.

L'esame delle caratteristiche sopra descritte, permette di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dalla costruzione del campo fotovoltaico in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le strutture di fondazione.

L'acquisizione dei dati tiene conto della vigente normativa tecnica, quale: il D.M. 11.03.1988, la L.R. n. 38 del 06/08/1997, l'O.P.C.M. n. 3274/2003 e s.m.i., il D.M. 17 Gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) ed in ottemperanza delle Norme dell'Autorità di Bacino della Basilicata riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

L'indagine completa è consistita in rilievi geologici e geomorfologici di superficie condotti in scala di dettaglio, in indagini geognostiche in sito eseguite ed indagini geognostiche pregresse eseguite dal sottoscritto nei pressi delle aree di stretto interesse.

I parametri fisico meccanici dei terreni interessati dalle strutture in progetto sono stati ottenuti dalle indagini indirette eseguite nell'area, i quali sono stati confrontati con quelli dalla bibliografia ufficiale e da dati in possesso dello scrivente rivenienti da precedenti indagini eseguite nella stessa quale indagine geognostica eseguita per la progettazione di un parco eolico in C.da "le Chianche".

La compagna di indagini geognostiche in sito è consistita nell'esecuzione di:

- n.6 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro medio (SPT) Standard Penetration Test);
- n. 2 indagini geofisiche eseguite in Onde P e Sh per la progettazione del Parco fotovoltaico in progetto.
- n. 2 indagini geofisiche tipo MASW eseguite per la progettazione del Parco fotovoltaico in progetto.
- Altri dati rivengono dalle campagne Geognostiche eseguite dal sottoscritto nei pressi dell'area di stretto interesse per la progettazione di altri Parchi Eolici e Fotovoltaici.

I dati ottenuti dalla campagna di indagini geognostiche in sito sono riportati nel paragrafo n. 6, mentre, nei paragrafi seguenti si riportano le considerazioni geologico, geomorfologiche e idrogeologiche ottenute dal rilevamento geologico di dettaglio.

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata nell'Allegato A.12.a.7 "Planimetria Ubicazione Indagini Geologiche" in scala 1:2.000, mentre l'intero lavoro si compone dei seguenti elaborati descrittivi e cartografici, quali:

- A.2 - Relazione Geologica
- A.3 - Relazione Idrogeologica
- A.12.7. - Carta Ubicazione Indagini Geognostiche Scala 1:2.000
- A.12.a.8. - Carta Geologica Scala 1:2.000
- A.12.a.9 – Carta Geomorfologica Scala 1:2.000
- A.12.a.10 - Carta Idrogeologica Scala 1:2.000
- A.12.a.11.1. – Profili Geologici Scala 1:2.000
- A.12.a.12 – Corografia dei Bacini Scala 1:2.000
- A.12.a.12.1 – Sovrapposizione Impianto con le aree vincolate dall'AdB Scala 1:2.000

## 2. Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico.

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, redatto ed adottato dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale- Sede della Basilicata, riporta nel territorio del Comune di Palazzo S.G. varie aree a Rischio Idrogeologico determinate dalla presenza di movimenti franosi.

Dall’esame della Carta del Rischio, si evince che le zone interessate dall’ubicazione degli inseguitori fotovoltaici, le cabine ed altre strutture del campo fotovoltaico in progetto non ricadono in zone vincolate per Rischio Idrogeologico, né in aree pericolose per la presenza di movimenti franosi.

La loro progettazione è avvenuta considerando ed evitando accuratamente le aree perimetrate dall’Autorità di Bacino come evidenziato nell’All. A12.a.9 “Carta Geomorfologica” e All A12.a12.1 “Carta Sovrapposizione Impianto con aree vincolate dall’AdB”

### 3. Inquadramento Geologico Regionale

Il territorio comunale di Banzi ricade nel Foglio n.188 “Gravina in Puglia” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100000, di cui di seguito si riporta uno stralcio.

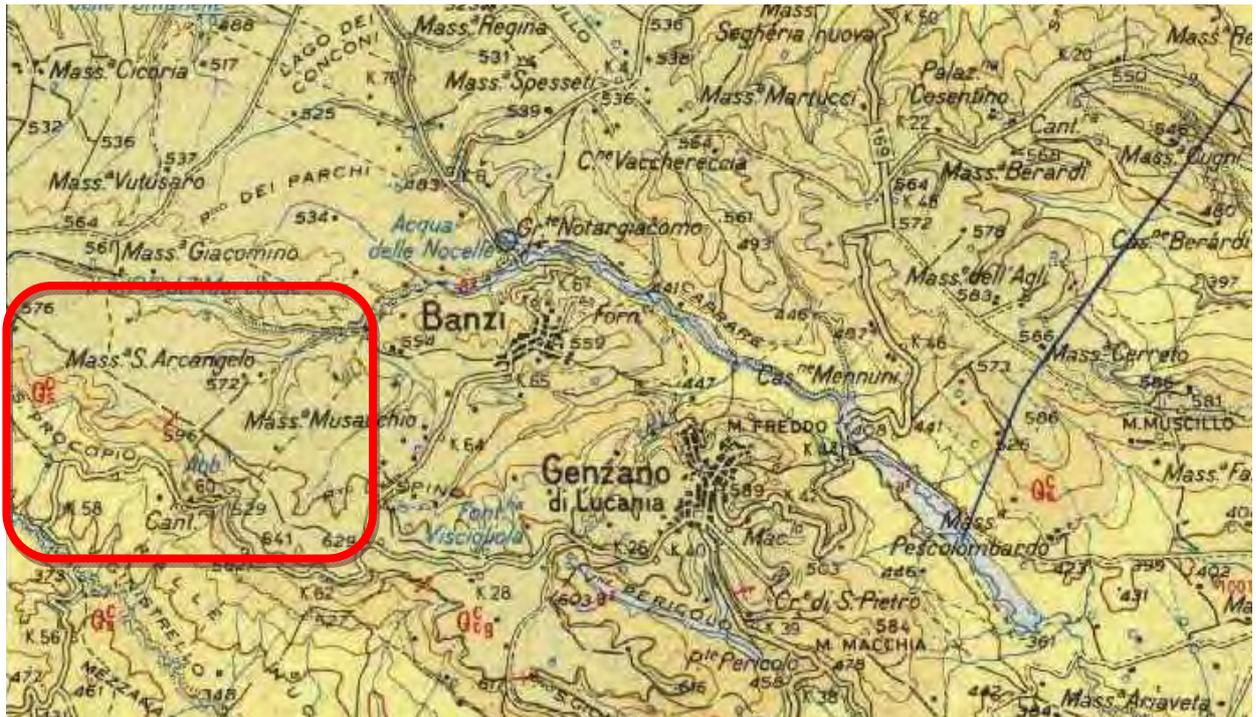


Fig. 1 - Stralcio del Foglio n.188 Carta Geologica D’ Italia scala 1:100.000

 Area Oggetto di Studio

I terreni affioranti nelle aree racchiuse nello stralcio riportato in precedenza sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell’Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva depositatasi sui Calcari Cretacei di Altamura sul lato murgiano e sui Flysch della Catena Appenninica sul lato appenninico.

La configurazione geologica della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevoli proporzioni, da Ovest verso Est, verso l’Avanpaese Apulo.

L’azione di tali forze orogeniche riflette l’attuale assetto geo-strutturale rilevabile in superficie e, ad esse, sono da imputare la complessità dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche.

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geologico-strutturale, nell'ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell'Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico.

I tre domini del sistema orogenico sono: la Catena rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa rappresentata dall'Avanfossa Adriatica e l'Avanpaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

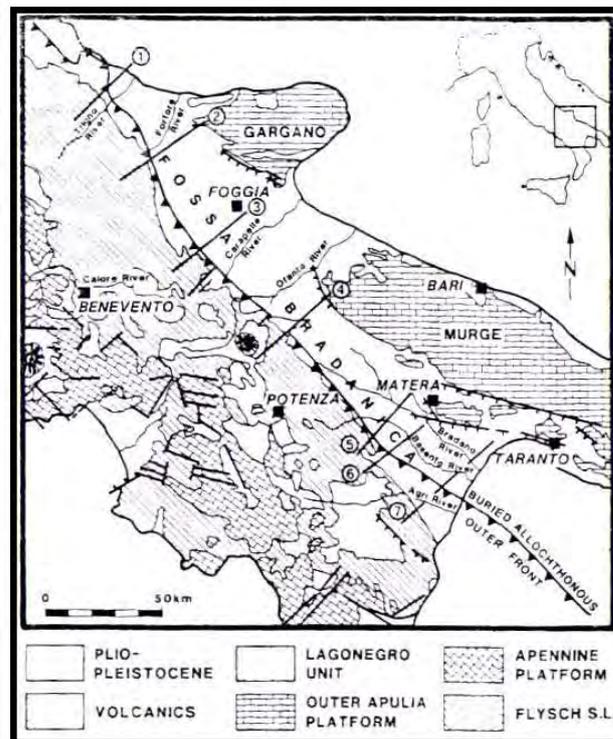


Fig. 2 - Unità strutturali principali del settore dell'Italia meridionale che si estende dal Tirreno all'Adriatico

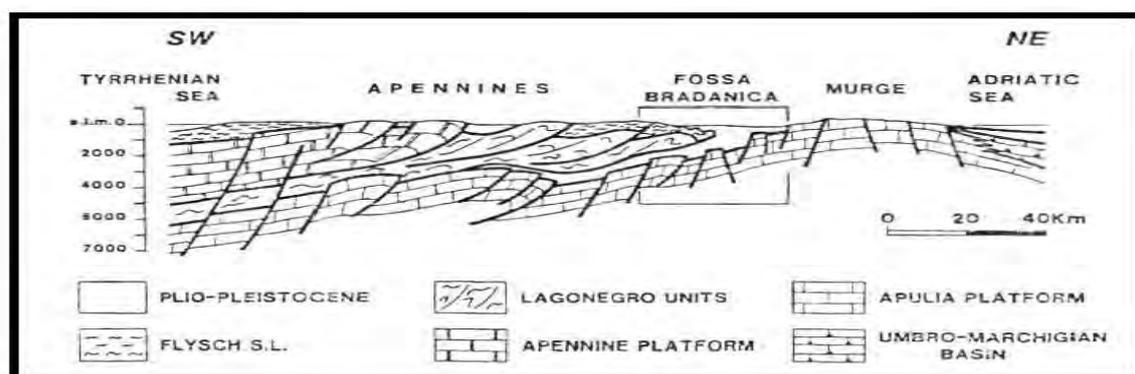


Fig. 3 - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell'Appennino Meridionale

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica/pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.

I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, si presentano diversi tra loro nel fornire una spiegazione delle diverse fasi della genesi appenninica, è comunque ormai comunemente accettato che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa plio-quadernaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica.

La sedimentazione nei lati dell'Avanfossa, murgiano ed appenninico, differiscono solo per i termini di apertura del ciclo sedimentario: sul primo troviamo le Calcareniti di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti.

Poiché il territorio di Palazzo S.G. ricade nella zona sud-occidentale del foglio n.188, zona più prossima all'appennino, allora il termine di apertura della serie sedimentaria della fossa Bradanica è costituito dai Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano.

La formazione dei **Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano** è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici che presentano caratteri di deposito litorale-neritico (di spiaggia), sono presenti difatti strutture come clinostratificazioni e stratificazione incrociata, nonché macrofauna tipica di tale ambiente. Data la presenza di Pectinidi, Ostreidi e Lamellibranchi la datazione è fatta risalire alla parte più alta del Pliocene. Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni in facies di flysch della catena appenninica e passano in alto in continuità alle Argille Subappennine.

Le **Argille Subappennine** costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microforaminiferi, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore.

In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le **Sabbie di Monte Marano** formazione clastica sabbiosa silicatico-calcareo calcareo-silicatica con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore. Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a neritico-litorale.

Le Sabbie di Monte Marano passo poi gradualmente al **Conglomerato d'Irsina** che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta. La parte marina è stata evidenziata grazie alla presenza nelle lenti sabbiose di faune marine, oltre che dalla stratificazione incrociata, mentre quella continentale dalla colorazione della matrice che da gialla passa a rossastra (ossidi di ferro). L'origine appenninica del conglomerato è messa in evidenza dal fatto che esso è poligenico. Alcuni dei ciottoli sono addirittura policiclici, di fatti il grado di arrotondamento e alterazione varia. Vi sono elementi pliocenici derivanti da conglomerati del Miocene i quali in alcuni casi derivano a loro volta da conglomerati cretacei. Anche il Conglomerato d'Irsina, per la sua posizione stratigrafica, è databile al Pleistocene inferiore, in esso infatti mancano i minerali vulcanici presenti invece nei depositi marini terrazzati del Pleistocene medio. Datazioni assolute del Monte Vulture hanno dato risultati di 7-800.000 anni fa, proprio al passaggio tra Pleistocene inferiore e medio.

Nella valle del Torrente Basentello affiorano estesamente depositi appartenenti ad una deposizione successiva a quella dell'Avanfossa Bradanica, composta da terreni **Conglomeratici, sabbiosi ed argillosi di origine lacustre e fluvio-lacustre**.

Tali terreni giacciono in discordanza angolare sulle Argille subappennine, sulle quali doveva essere inciso un solco vallivo. I ciottoli dei conglomerati sono della stessa natura di quelli del Conglomerato d'Irsina dal quale sono almeno in parte ereditati per erosione delle colline circostanti, ma sono presenti anche Tefriti e scorie del Monte Vulture.

Anche nella matrice sabbiosa argillosa sono presenti molti elementi vulcanici che abbondano proprio nella zona di Banzi e Palazzo S.G. e conferiscono una colorazione grigiastra che si differenzia dalla matrice del conglomerato d'Irsina che è giallastra.

Sempre a differenza del Conglomerato d'Irsina che presenta una stratificazione lenticolare poco distinta, nella formazione conglomeratica, sabbiosa argillosa fluvio-lacustre, si riscontra una stratificazione imbriciata e i ciottoli sono generalmente appiattiti con frequenti lenti sabbiose di spessore massimo 10.0 m.

A luoghi i depositi fluvio-lacustri sono prevalentemente sabbiosi-argillosi con lenti conglomeratiche di vario spessore. Tale variabilità è imputata alla diversa posizione dei sedimenti rispetto al bacino di sedimentazione e alla variazione degli apporti dei diversi emissari.

L'età di tali depositi è indicata da vari autori al Pleistocene medio e lo spessore varia da pochi metri al bordo della valle del T. Basentello fino a oltre 50 m al centro della valle.

### 3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO E ZONE LIMITROFE

Nell' area oggetto di studio e nelle zone limitrofe, come in parte riportato nella Carta Geologica in scala 1:5000 (All. A12.a8), affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

❖ Argille di Gravina: Argille più o meno siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con fossili marini. Fanno seguito in concordanza di sedimentazione e a luoghi in eteropia di facies alle Calcareniti di Gravina sul lato murgiano e con i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano sul lato appenninico.

❖ Sabbie di Monte Marano: Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro a luoghi rossastra a granulometria medio fine, intercalati ad essa ci sono: livelli sparsi di arenaria con spessori da centimetraci a decimetrici di colore dal grigiastro al giallastro; lenti ciottolose e conglomeratiche con spessori da decimetrici a metrici, i cui ciottoli si presentano di medie e grandi dimensioni, eterogenici, da sub-arrotondati ad appiattiti; livelli limoso-sabbiosi e infine, frequenti straterelli di calcare polverulento e concrezioni calcaree che si presentano nel complesso nodulari.

❖ Conglomerato marino moderatamente litificato con ciottoli eterogenici, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa di colore giallo marroncino. I ciottoli appiattiti si presentano iso-orientati evidenziando una stratificazione inclinata con immersione SE SSE. All'interno sono presenti lenti di arenaria sub-orizzontali, con spessori decimetrici e lenti di sabbia debolmente limose con spessori da decimetrici a metrici e che localmente superano i 2 metri. Tali sedimenti possiamo riferirli alla Formazione Geologica nota in letteratura come Conglomerato d'Irsina.

❖ Depositi alluvionali recenti ed attuali di natura limosa sabbiosa che interessa la deposizione negli alvei dei principali torrenti.

La formazione del Conglomerato d'Irsina è in continuità di sedimentazione con quella delle Sabbie di Monte Marano pertanto risulta molto difficile stabilire con esattezza il limite stratigrafico delle due formazioni a causa del gran numero di lenti Conglomeratiche nelle Sabbie e lenti Sabbiose nei Conglomerati presenti al passaggio fra queste due Formazioni.

Anche le sabbie di Monte Marano a tetto sono in continuità di sedimentazione con le Argille subappennine a letto e il limite stratigrafico risulta più netto, evidenziato anche da una netta variazione delle pendenze dei versanti dovuta alle diverse caratteristiche geotecniche dei litotipi.

I terreni di sedime degli inseguitori solari sono composti dai terreni appartenenti ai depositi Conglomeratico, sabbioso e argilloso indicati poc'anzi (depositi di chiusura del ciclo

dell'Avanfossa Bradanica), mentre i depositi fluvio lacustri nella zona sono poco rappresentati e se presenti di scarso spessore.

Precisamente il Camp n. 1 vede la sua ubicazione lungo il versante dove affiorano tutti e tre i litotipi, infatti, i suoi inseguitori solati saranno ubicati nella parte alta ancorati sui conglomerati d'Irsina e parzialmente sulle Sabbie di Monte Marano, la parte bassa, invece, sarà fondata sulle Argille Subappennine.

Il campo n. 2 vede l'ancoraggio degli inseguitori solari sempre sui Conglomerati D'Irsina che affiorano su una piana poco inclinata.

## 4. Tettonica

I sollevamenti tettonici che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica sono iniziati alla fine del Pleistocene inferiore e proseguiti fino ai giorni nostri; gli elementi che permettono di determinarlo sono due: il primo è che il Conglomerato d'Irsina si è depositato nel Pleistocene inferiore (assenza in esso dei prodotti vulcanici del Vulture, 700.000 anni fa), quindi la sedimentazione nella gran parte dell'Avanfossa Bradanica si è conclusa proprio allora; il secondo elemento è la presenza di una serie di faglie inverse associate anche a pieghe che pongono a contatto terreni della catena Appenninica con quelli della Fossa Bradanica. Si tratta di faglie compressive che hanno generato un piccolo raccorciamento associato ad un sollevamento; queste faglie sono un indizio dell'ultima fase compressiva avutasi al margine esterno della catena appenninica. Sono, comunque, faglie che non interessano mai i depositi marini terrazzati del litorale ionico, permettendo la datazione delle stesse al Pleistocene inferiore.

Tra i vari sollevamenti che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica quello della zona di Palazzo S.G. assume un'importanza particolare, in quanto ha determinato l'interruzione del corso dell'attuale Torrente Basentello provocando la formazione di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento, e il netto cambio di direzione dei torrenti nella zona di Venosa.

A sud di Palazzo S.G., invece, il sollevamento ha provocato la formazione di grosse valli incise dai torrenti Basentello, Banzullo, Ginestrello e Fiumarella di Genzano e di grossi fossi formati dai loro affluenti.

Nel territorio a cavallo tra gli agri di Banzi, Palazzo S.G. e Acerenza in generale nella parte centrale dell'Avanfossa Bradanica, non sono presenti indici di grossi movimenti tettonici, quali faglie, pieghe o sovrascorrimenti, ma solo piccole fratture determinate dal sollevamento generale descritto in poc'anzi, sicuramente faglie non "capaci" e non ubicate nell'area di stretto interesse.

## 5. Geomorfologia, Idrologia ed Idrogeologia

La caratteristica geomorfologica principale della parte mediana dell'Avanfossa Bradanica è la presenza di colline a sommità piatta derivante dalla sedimentazione in regressione marina di terreni sabbiosi e conglomeratici appartenenti al termine di chiusura del ciclo sedimentario.

Tali collinette sono allungate in direzione nord-est sud-ovest e sono racchiuse tra le valli dei principali torrenti affluenti del Torrente Basentello, affluente di sinistra idrografica di primo ordine del Fiume Bradano, Torrente Ginestrello e Fiumarella di Genzano affluenti di secondo ordine del Fiume Bradano e di destra idrografica di primo ordine del Basentello stesso.

L'area oggetto di studio è ubicata sul versante di sinistra del Torrente Ginestrello ed è interessata da fossi che con andamento dentritico solcano i versanti conglomeratici, sabbiosi ed argillosi e raggiungono il collettore principale.

La parte alta di tali fossi assume la caratteristica forma a ventaglio formata da canali naturali che dislocano in lembi la parte superiore piatta della collinetta.

Il parco fotovoltaico in progetto distinto in n. 5 campi separati tutti circostanti la Mass.a San Procopio che dà il nome alla contrada. I campi 1, 2 e 3 sono ubicati sulla piana di sedimentazione per regressione marina nella porzione prospiciente il ciglio del versante di sinistra del torrente Ginestrello, dove affiorano i terreni conglomeratici appartenenti alla formazione dei Conglomerati d'Irsina; mentre i campi 4 e 5 sono ubicati lungo il versante stesso.

Il campo 4 interessa la parte mediana del versante dove affiorano i terreni principalmente sabbiosi, mentre il campo 5 è interessato nella parte alta dall'affioramento delle sabbie di Monte Marano e in quella bassa dalle argille grigio azzurre.

Durante la fase di rilevamento, dal punto di vista geomorfologico, non sono stati rilevati nelle aree dei campi fotovoltaici, strutture morfologiche particolari che indicano situazioni di instabilità come la presenza di corpi di frana attivi o quiescenti (All. Carta Geomorfologica A12.a.9), anche se il versante risulta interessato in altre porzioni da situazioni di instabilità sia profonde sia di scivolamento superficiale (creep e soliflusso).

Dal punto di vista idrogeologico, le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale, e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti.

Nel caso specifico, le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che le acque di scorrimenti superficiale vengono convogliate verso i fossi affluenti del Torrente Ginestrello, mentre quelle d'infiltrazione vanno ad alimentare la falda profonda che trova un corpo deposito nella sabbie di Monte Marano trattenuta a letto dai terreni impermeabili delle argille grigio-azzurre.

L'inclinazione degli strati sabbiosi rivolta verso est-nordest, vede l'assenza di sorgenti lungo il versante di stretto interesse, mentre un'intensa presenza sul versante prospiciente il torrente Banzullo.

Per tale motivo la falda freatica profonda è presente ad una profondità di 40/45 mt al di sotto dei Conglomerati D'Irsina e presenta una direzione a reggipoggio rispetto al versante in cui saranno ubicati i campi fotovoltaici.

Lungo il versante stesso essa è presente a varie profondità interessando soprattutto i terreni sabbiosi della parte media del versante stesso.

## 6. Indagini Geognostiche

Lungo il versante che comprende l'area oggetto di studio, come indicato nella Carta Ubicazione indagini (All. A12.a.7), sono stati eseguite n. 6 Prove Penetrometriche Dinamiche con Penetrometro Medio e n. 2 Stendimenti sismici a rifrazione condotti con tecnica MASW per la determinazione del valore  $V_{S30\text{equivalente}}$  utile alla classificazione sismica dei terreni di fondazione. Le indagini sono state ubicate in modo da investigare le varie aree di cui si compone l'intero progetto.

Oltre alle indagini appena elencate sono state consultate altre indagini geognostiche eseguite dallo scrivente in zone simili a quella di stretto interesse in cui affiorano gli stessi litotipi ed in cui sono state eseguite analisi geotecniche di laboratorio che hanno permesso di determinare i parametri geotecnici di riferimento degli stessi litotipi.

Di seguito si riportano la descrizione delle indagini eseguite con tutti gli elaborati grafici e descrittivi, consistite in:

- n. 6 Standard Penetration Test (SPT) con Penetrometro Medio;
- n. 2 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW ubicati.
- n. 2 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti in Onde P e Sh e;

### 6.1 SISMICA A RIFRAZIONE

L'indagine sismica eseguita nei terreni di sedime del parco fotovoltaico in progetto ubicato a sud dell'abitato del Comune di Grottole e precisamente nell'ampia valle del Fiume Bradano e consistita in:

- n. 2 Prospezioni Sismiche a Rifrazione in onde P per la ricostruzione del modello sismo-stratigrafico e la determinazione delle principali grandezze elasto-meccaniche dei terreni investigati;
- n. 2 Prospezioni Sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) in onde di Rayleigh per la caratterizzazione sismica e la definizione della categoria di sottosuolo come da normativa in materia antisismica vigente.

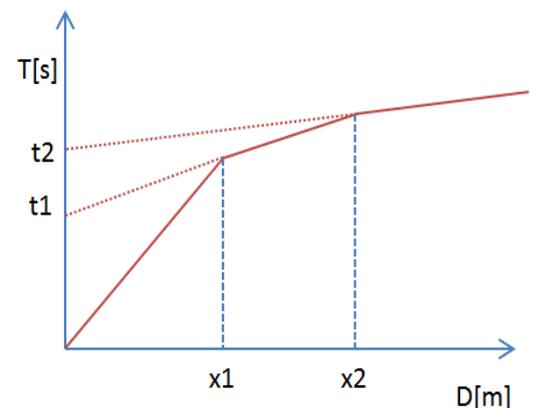
Il presente studio, volto a definire le caratteristiche litologico-stratigrafiche e sismiche del sito, è stato condotto in osservanza della normativa tecnica vigente in materia e in particolare: DM 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7 (Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle

“Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617, prescrizioni AGI 1997, OPCM 3274/03 e successive modifiche (DGR 153/04, OPCM 3519/06) nonché tenendo in debito conto le “Linee Guida per Indagini Geofisiche” redatte a cura dell’Associazione Società di Geofisica Italiana.

Per la ricostruzione del modello geologico-stratigrafico del sito e la parametrizzazione geomeccanica del volume significativo di terreno relativo all’intervento si è fatto riferimento alle informazioni fornite dall’esecuzione n° 2 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P e n° 2 prospezioni sismiche MASW le cui posizioni sono riportate in allegato alla Tavola A.12.a.7 “Carta Ubicazione Indagini Geognostiche”. Le prove sono state realizzate nell’area di impianto dei pannelli fotovoltaici in progetto e, in accordo con la committenza, in maniera tale da investigare il terreno di sedime cercando un giusto compromesso tra la profondità massima di investigazione e gli spazi fisici a disposizione.

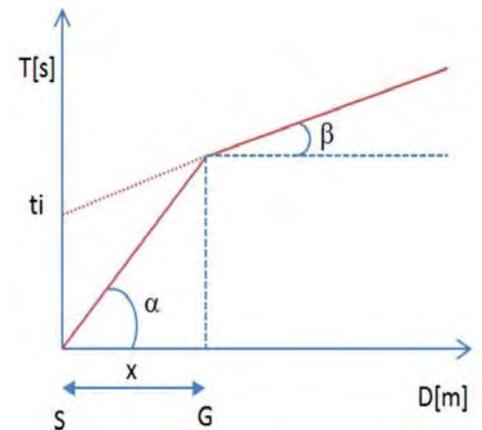
### 6.1.1 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche a Rifrazione (Onde P)

Le indagini di sismica a rifrazione (P e/o S), consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). Altro scopo è quello di tarare e vincolare l’altro metodo di indagine (MASW) per tutto lo spessore investigato dall’indagine sismica, contribuendo a diminuire l’incertezza sulla determinazione delle velocità delle onde sismiche  $V_s$ . La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione tradizionale e quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all’aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore. La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equi-



valentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza  $\vartheta_i$  mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione  $\vartheta_r$ . La formula matematica è:  $v_2 \sin\vartheta_i = v_1 \sin\vartheta_r$ . Dove  $v_1$  e  $v_2$  sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per  $v_1 > v_2$  si ha che  $\vartheta_i > \vartheta_r$  e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per  $v_1 < v_2$  si ha che  $\vartheta_i < \vartheta_r$  ed esiste un angolo limite d'incidenza per cui  $\vartheta_r = 90^\circ$  ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'angolo limite è definito come:  $\vartheta_i \arcsin(v_1/v_2)$ .

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo  $T$  dato dalla relazione:  $T = x_i/v_1$ , dove  $x_i$  è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione. L'equazione precedente rappresenta una retta che



passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità  $V_1$  del primo mezzo come:  $V_1 = 1/\tan\alpha$ . I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette. La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo  $t_i$  che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi. Infine, dalla conoscenza dei tempi  $t_i$  è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

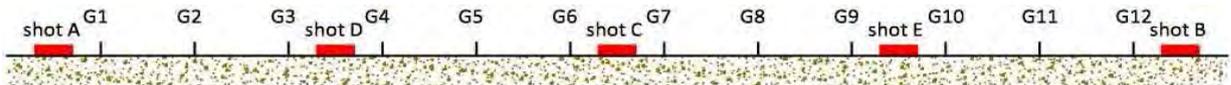
$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left( t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

### 6.1.2 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Le indagini sono state condotte utilizzando la seguente strumentazione:

- Sismografo con 24 canali, della ditta “PASI Srl” modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati mediante laptop;
- Sorgente di energizzazione costituita da un maglio del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in alluminio posta direttamente sul piano campagna per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;
- n. 12 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione pari a 4,5 Hz.

La distanza intergeofonica è stata posta pari a 4 mt per tutti gli stendimenti realizzati, denominati di seguito rispettivamente ST01, ST02, ST03 e ST04, con punti di battuta A e B poste a 5 mt rispettivamente dal 1° e dal 12° geofono, in posizione esterna allo stendimento, la battuta C posta al centro dello stendimento (fra il 6° e il 7° geofono), mentre le altre due battute intermedie D ed E poste rispettivamente tra 3° e 4° geofono e tra il 9° e il 10° geofono come riportato in Figura 1:



*Figura 1*-Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione

In fase di acquisizione dei sismogrammi è stato applicato un filtro passa alto, con frequenza di taglio pari a 10 Hz, per una migliore ricezione dei segnali. L’elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software EasyRefract (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione di un filtro “low-pass” per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- Picking dei primi arrivi;
- Definizione delle dromocrone;
- Calcolo dromocrone traslate;
- Definizione del modello sismo-stratigrafico.

Bisogna precisare che, l’elaborazione dei dati di sismica a rifrazione rappresentano l’andamento dei sismostrati lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ed il modello sismostratigrafico che ne deriva rappresenta l’interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche. Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell’indagine sismica è importante puntualizzare che:

- 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 d’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) Nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) 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.

Di seguito sono stati riportati, in Tabella 1, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P tipici di alcuni litotipi ricorrenti.

Litotipo	V <sub>p</sub> (m/sec)	Litotipo	V <sub>p</sub> (m/sec)
Areato superficiale	300-800	Calcare cristallino	5700-6400
Argille	1100-2900	Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Sabbia asciutta	200-1000	Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Sabbie umida	600-1800	Arenaria	1400-4500
Terreni alluvionali sciolti	400-2100	Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Acqua	1400-1500	Anidride	3500-5500
Calcare fratturato	700-4200	Gesso	1800-4000
Calcare compatto	2800-6400	Gneiss e scisti	3500-7500

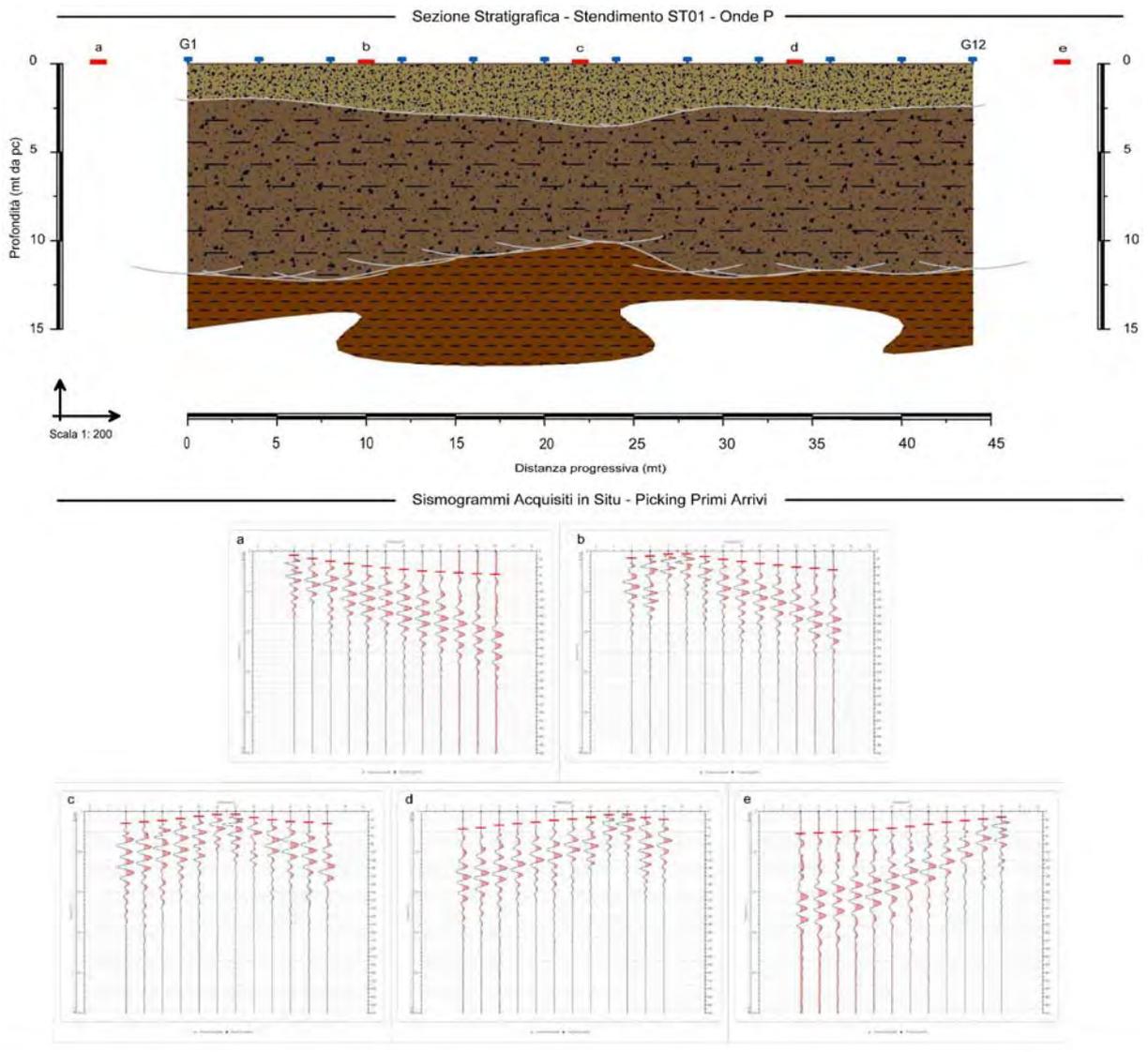
*Tabella 1*-Valori di velocità tipiche delle onde di compressione P (da “Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo” di Carrara-Rapolla-Roberti, “Il manuale del geologo” di Cassadio-Elmi)

## **Stendimento Sismico ST01**

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazione altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento alle “Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P” allegata di seguito.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura sabbioso-ciottolosa debolmente limosa, poco consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 455 m/sec per una profondità media di circa -2,60 mt da pc;
2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbiosa limo-ciottolosa, moderatamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 880 m/sec per una profondità media di circa -11,50 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argilloso, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1693 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -14 mt da pc).



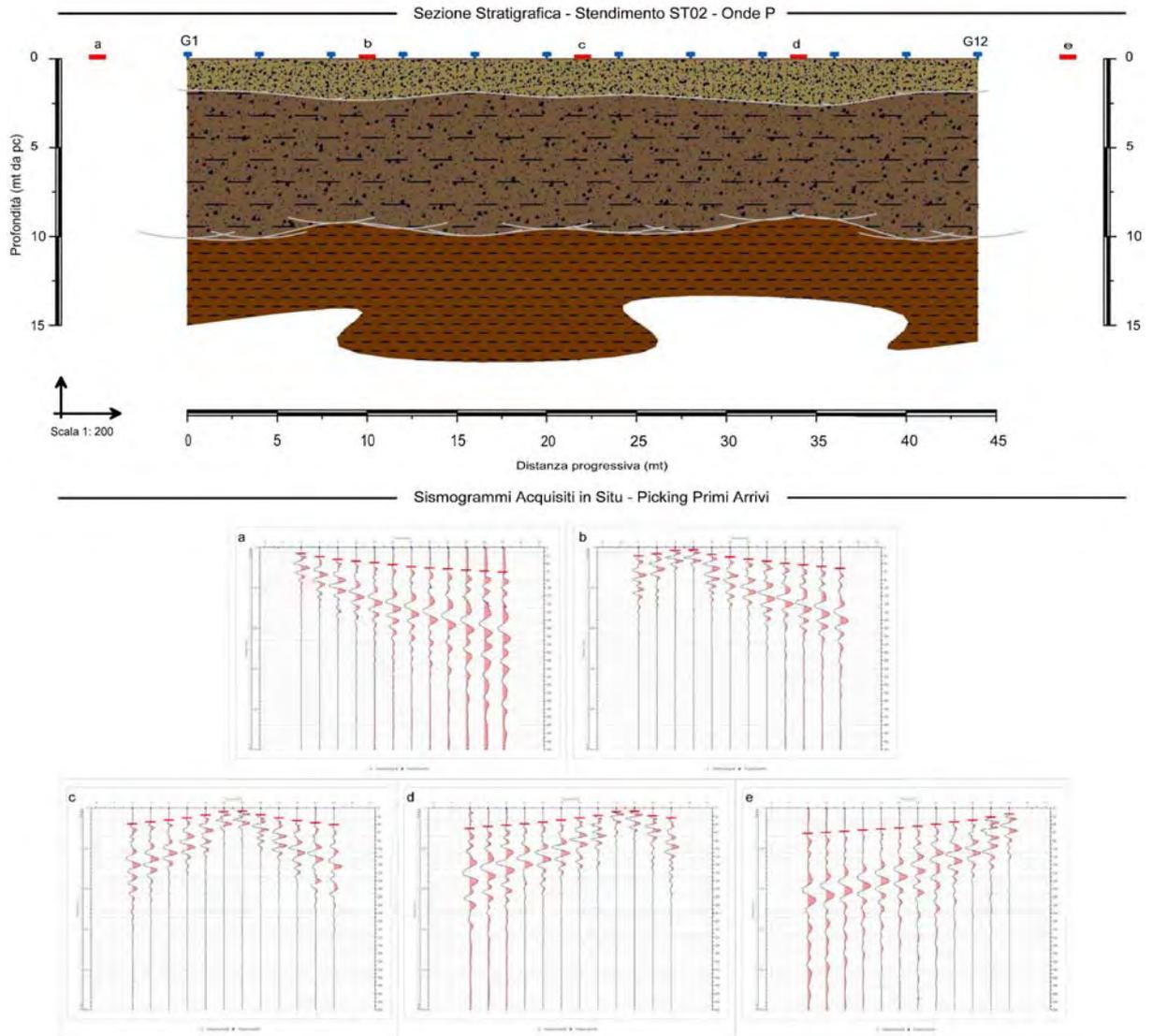
### Stendimento Sismico ST02

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazione altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento alle "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P" allegate di seguito.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura sabbioso-ciottolosa debolmente limosa, poco consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 336 m/sec per una profondità media di circa -2,10 mt da pc;

2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbiosa limo-ciottolosa, moderatamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 750 m/sec per una profondità media di circa -9,70 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argillosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1528 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -14 mt da pc).



### 6.1.3 Caratterizzazione Elasto-Meccanica dei terreni di Fondazione

In base alle indicazioni ricavate dalle prove geofisiche, si riportano le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per i siti d'interesse come risultato dalle indagini svolte. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalle prove sismiche MASW. Le determinazioni dei moduli elastici (dinamici), eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali, cioè relative ad un modesto volume di roccia e/o terreno. I moduli elastici sismici ottenuti, possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (ad es. Rzhovsky et alii, 1971,  $E_{din} = 8,3 * E_{stat} + 0,97$ ) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

#### **Stendimento ST01**

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,60)	455	185	1,63	0,40	156	56	263	226
<b>B</b> (2,60÷11,50)	880	374	1,85	0,38	719	259	1088	915
<b>C</b> (11,50÷14,00≈)	1693	411	2,09	0,46	1037	353	5520	5284

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,60)	301	373
<b>B</b> (2,60÷11,50)	691	1395
<b>C</b> (11,50÷14,00≈)	858	5163

*Tabella 2*-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST01

#### **Stendimento ST02**

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,10)	336	185	1,54	0,28	135	53	104	68
<b>B</b> (2,10÷9,70)	750	254	1,79	0,43	331	115	853	776
<b>C</b> (9,70÷14,00≈)	1528	349	2,05	0,47	735	250	4453	4287

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,10)	284	203
<b>B</b> (2,10÷9,70)	454	1014
<b>C</b> (9,70÷14,00≈)	715	4205

*Tabella 3*-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST02

Con:

$\bar{V}_p$ = velocità media onde di compressione;  
trica;

$\bar{V}_s$ = velocità media onde di taglio;

$\gamma$ = Peso unità di volume naturale;

$\mu$ = coefficiente di Poisson;

$E_y$ = modulo di Young;

$G_0$ = modulo di taglio.

$M_0$ = modulo di compressibilità volume-

$E_d$ = modulo edometrico;

$\lambda$ = coefficiente di Lamé;

**R**= rigidità sismica;

$E_d$ = modulo edometrico;

### 6.1.4 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base

della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono di tipo dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse frequenze si propagano con diverse velocità di fase (o di gruppo) apparente (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) ovvero la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile alla specificità che le onde ad alta frequenza hanno di propagarsi negli strati più superficiali, fornendo quindi informazioni sulla parte più alta del terreno, mentre le onde a bassa frequenza, propagandosi negli strati più profondi, restituiscono indicazioni sulla parte più bassa del terreno. Il metodo MASW è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del terreno (energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da un array lineare di geofoni. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5÷10 Hz e 70÷100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del terreno, generalmente compreso nei primi 30÷50 mt, in funzione della rigidità del terreno e della caratteristica della sorgente.

#### Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Per il caso in esame, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, della ditta PASI Srl modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati e una sorgente ad impatto verticale per la generazione di onde Rayleigh rilevate da 12 geofoni aventi frequenza pari a 4,5 Hz con una spaziatura di 4 mt per tutti gli stendimenti, denominati di seguito rispettivamente MASW01, MASW02, MASW03 e MASW04, considerando le stesse linee utilizzate per le acquisizioni delle indagini di sismica a rifrazione. Sono stati effettuati, per ogni singola indagine, n. 4 battute per l'acquisizione dei sismogrammi utilizzando degli offset minimi rispettivamente a -5 mt e -10 mt dal 1° geofono e +5 mt e +10 mt dal 12° geofono. L'intervallo di campionamento è stato pari a 1 ms (millisecondo) con un tempo di registrazione di 2 secondi. Lo schema organizzativo della prova è riportata in Figura 2, mentre per l'ubicazione dei profili sismici si faccia riferimento in allegato alla Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ". La procedura adottata per ricostruire la distribuzione delle onde di taglio nel terreno (VS) può essere così descritta:

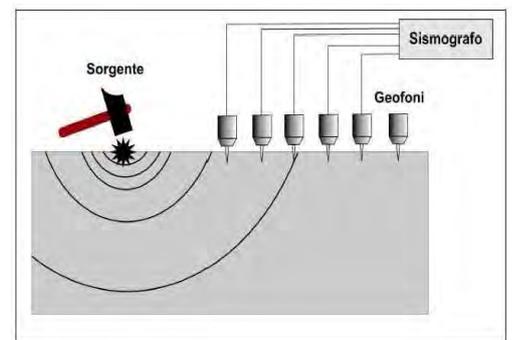


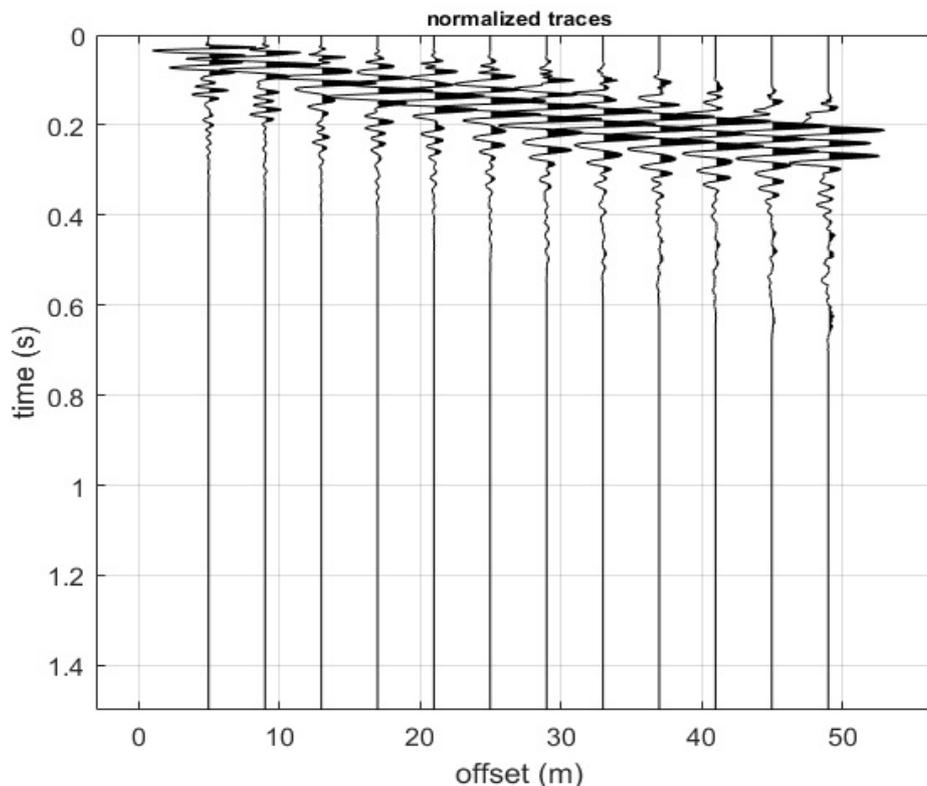
Figura 2-Schema realizzativo indagine MASW (Onde

1. Acquisizione dei sismogrammi contenenti le onde di superficie (onde di Rayleigh con componente verticale) per un intervallo di tempo sufficiente e un'adeguata frequenza di campionamento;
2. Processing dei sismogrammi acquisiti individuando le onde di superficie utili alla costruzione dello spettro di velocità ed individuazione delle curve di dispersione;
3. Inversione dei dati usando un modello di terreno che permetta di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed ulteriori parametri in funzione della profondità compatibile con il contesto geologico in esame. Tale inversione avviene attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici che rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global search methods o soft computing).

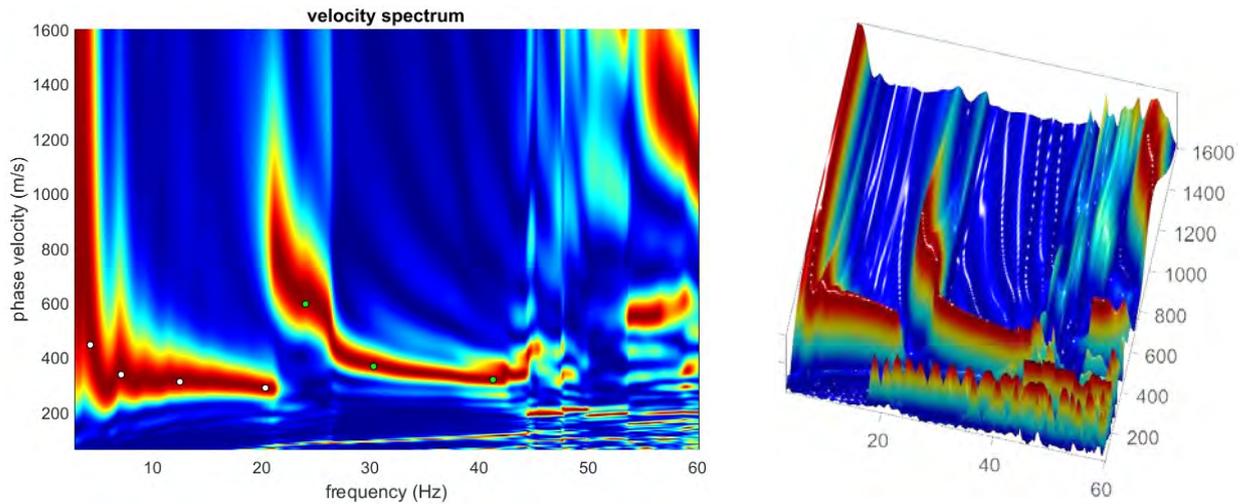
Per il trattamento e l'analisi dei dati acquisiti in situ si è utilizzato il software "WinMASW 3C" release 7.1 della EliaSoft Srl.

### **Stendimento Sismico MASW01**

Considerando le n. 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo shot effettuato a +5 mt dal 12° geofono (Figura 3) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 4).

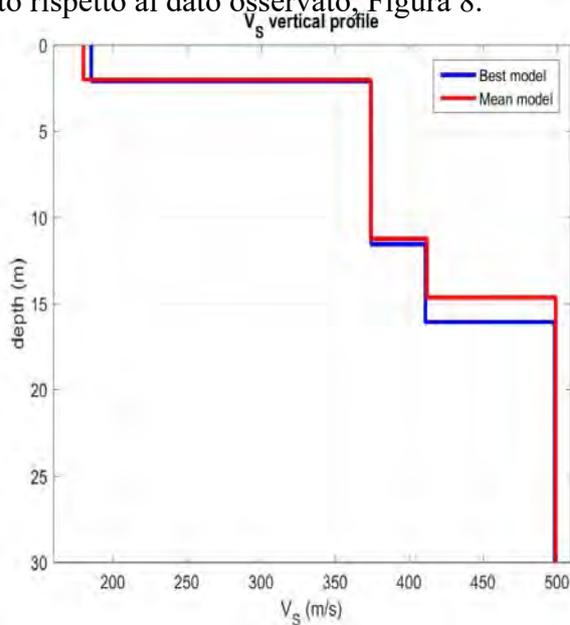


*Figura 3*-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

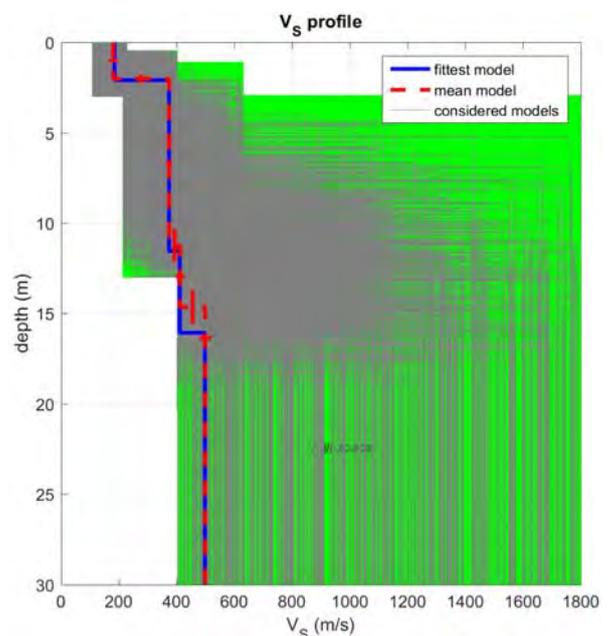


**Figura 4**-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

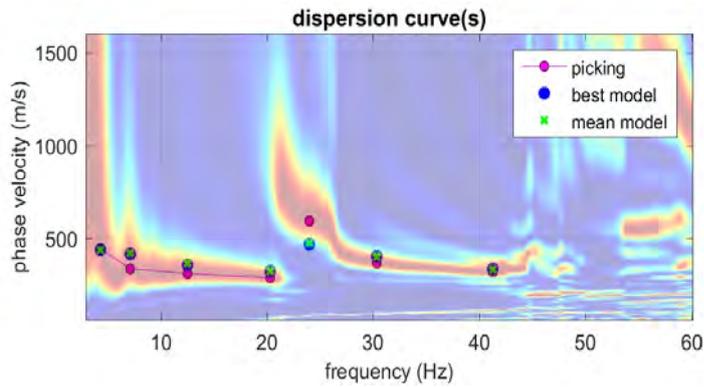
L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio VS in funzione della profondità (Figura 5). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 7, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 6. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 8.



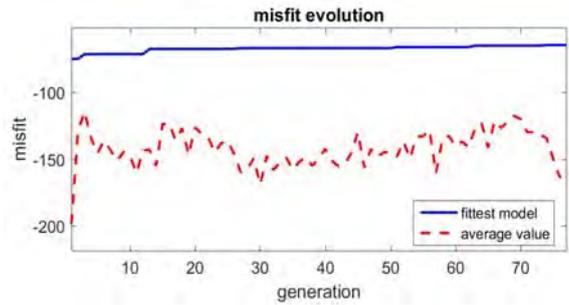
**Figura 5**-Profilo  $V_{S, equ} = 367$  m/sec calcolato a partire dal piano campagna



**Figura 6**-Modelli testati durante il processo di inversione



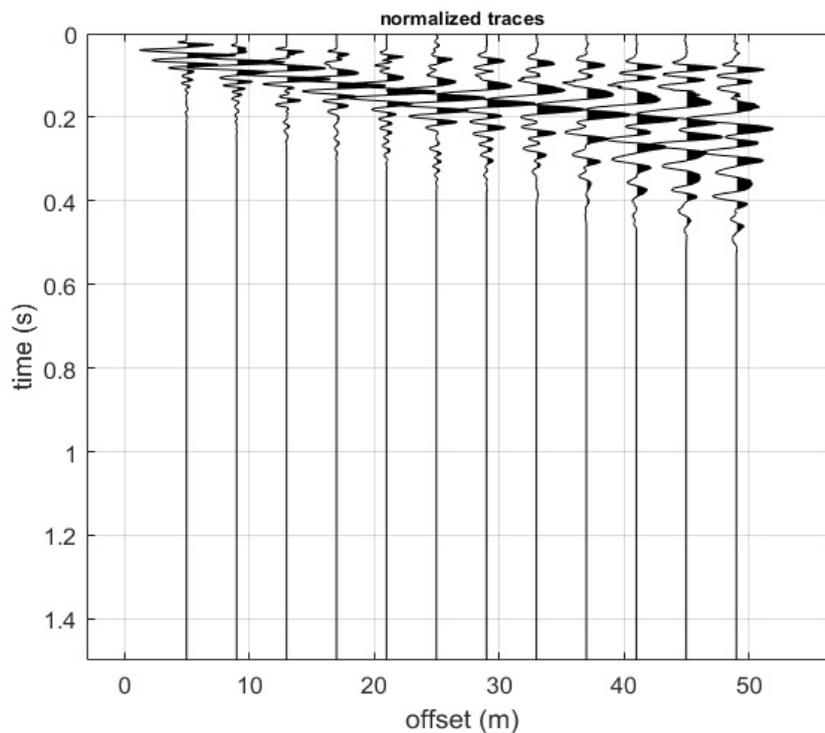
**Figura 7**-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)



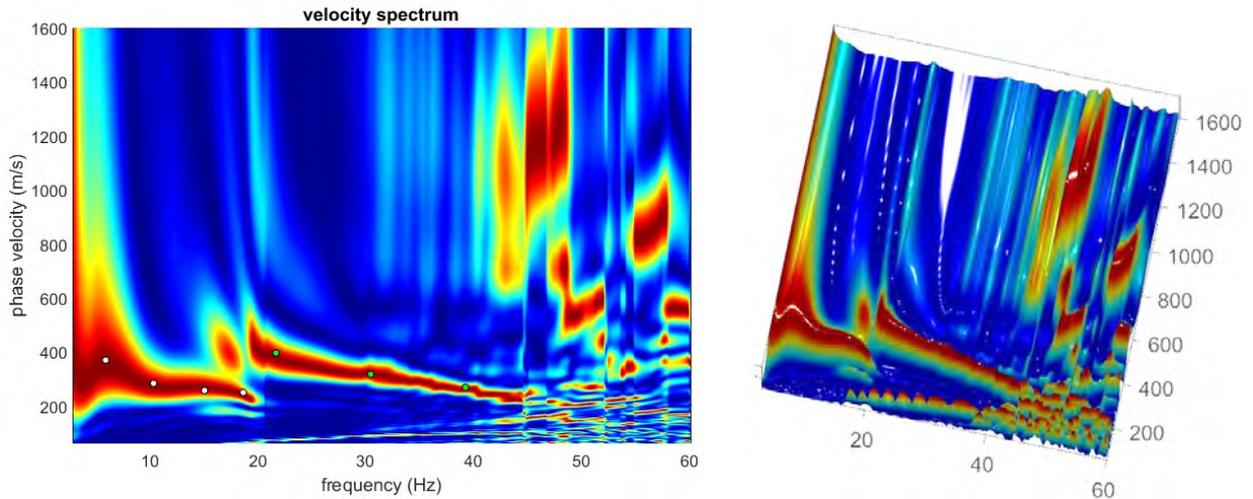
**Figura 8**-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

### **Stendimento Sismico MASW02**

Considerando le n. 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo shot effettuato a -5 mt dal 1° geofono (Figura 9) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 10).

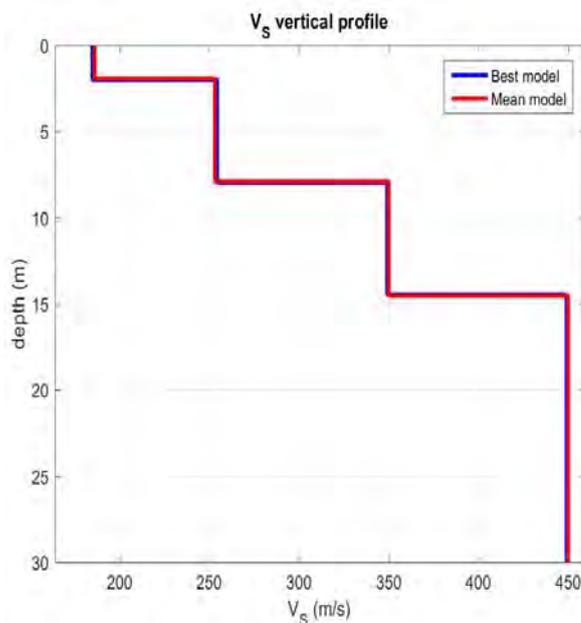


**Figura 9**-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

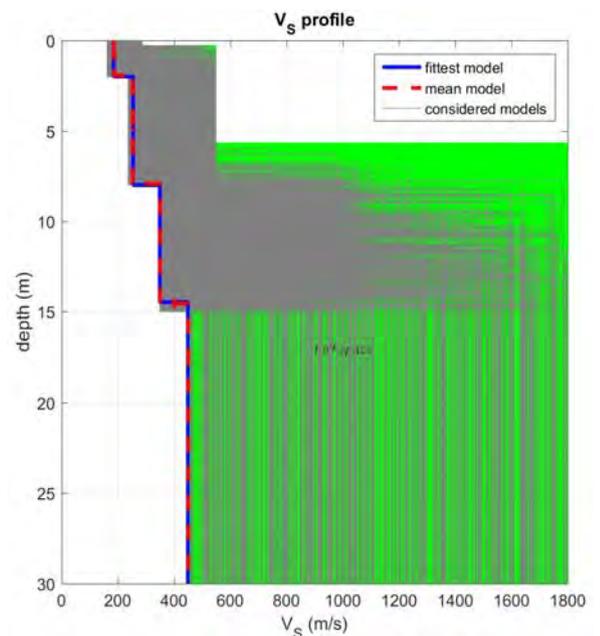


**Figura 10**-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio VS in funzione della profondità (Figura 11). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 13, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 12. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 14.



**Figura 11**-Profilo  $V_{S, equ} = 373$  m/sec calcolato a partire dal piano campagna



**Figura 12**-Modelli testati durante il processo di inversione

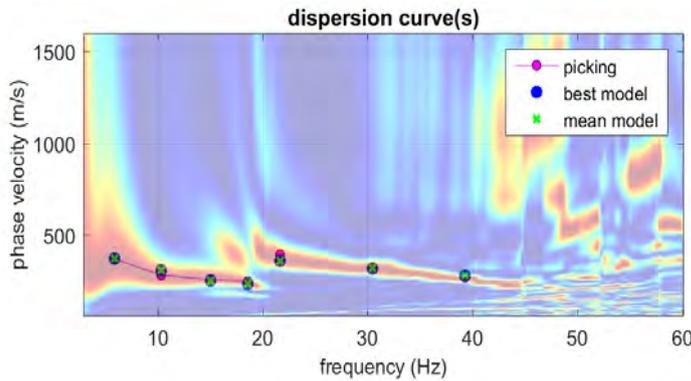


Figura 13-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)

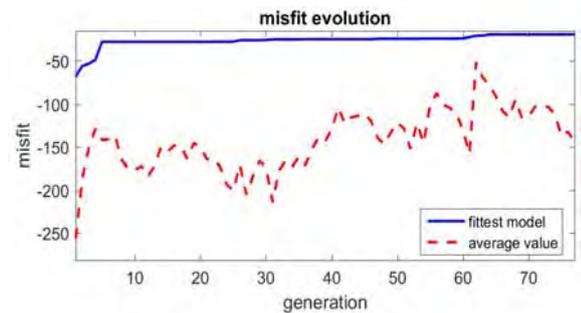


Figura 14-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

### 6.1.5 Classificazione del Sottosuolo di Fondazione

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nelle aree oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Basilicata con DGR n° 2000/2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con Ordinanza n° 3431 del 03/05/2005, DM 17/01/2018). Si rammenta che le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” individuano n. 5 categorie di sottosuolo e precisamente:

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

Le indagini MASW hanno consentito la stima dei valori delle velocità delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della VS equivalente risultante, applicando la seguente formula:

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

Con:

- $h_i$  spessore (in mt) dell’i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;
- N numero di strato;

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

Per lo stendimento MASW01, il valore equivalente di VS calcolato pari a **367** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo B**: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Per lo stendimento MASW02, il valore equivalente di VS calcolato pari a **373** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo B**: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

## 6.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT

### 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 <sup>2</sup>
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°	

La prova Penetrometrica Dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante	DPSH	$M \geq 60$	25

### 6.2.1 Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) “massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto);
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) “massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto”;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) “massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni”;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) “massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto”.

#### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

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:

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

in cui  $M$  = peso massa battente;  
 $M'$  = peso aste;  $H$  = altezza di caduta;  $A$  = area base punta conica;  $\delta$  = passo di avanzamento.

#### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

- e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );  
M = peso massa battente (altezza caduta H);  
P = peso totale aste e sistema battuta.

#### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

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.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

#### **Valutazioni statistiche e correlazioni - Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

- ❖ **Media:** Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Massimo:** Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Minimo:** Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Scarto quadratico medio:** Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media deviata:** Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media + s:** Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- ❖ **Media - s:** Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

#### **6.2.2 Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

##### **Liquefazione:**

- Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

##### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda:**

- $N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$  -  $N_{spt}$  è il valore medio nello strato. La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

**Angolo di Attrito:**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riperto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

**Angolo di attrito in gradi**

- (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

**Densità relativa (%):**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

**Modulo Di Young (Ey):**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

**Modulo Edometrico:**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

**Stato di consistenza:**

- Classificazione A.G.I. 1977
- Peso di Volume Gamma
- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di volume saturo:**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

**Modulo di poisson:**

- Classificazione A.G.I.

**Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\sigma_v$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio Vs (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione (Ko)**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

### **6.2.3 Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

#### **Modulo Edometrico-Confinato (Mo)**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Modulo Di Young (EY)**

- Schultze-Menzenbach-(Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.
- Stato di consistenza
- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA ...Pen1**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

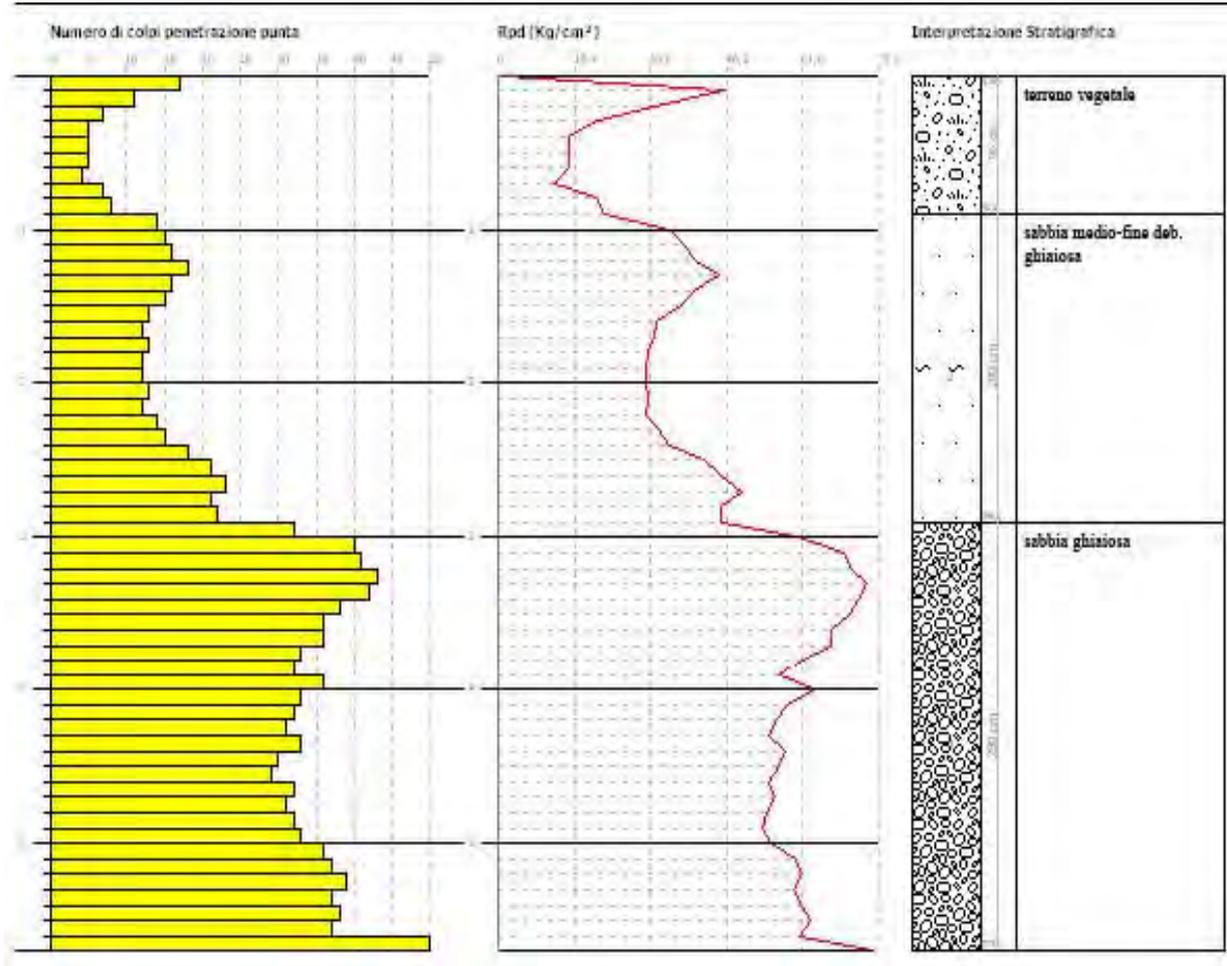
07/10/2021

Profondità prova

5,70 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	17	0	0,807	45,79	56,77	2,29	2,84
0,20	11	0	0,855	31,39	36,73	1,57	1,84
0,30	7	0	0,853	19,93	23,38	1,00	1,17
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	5	0	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	5	0	0,847	14,14	16,70	0,71	0,83
0,70	4	0	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	7	0	0,843	19,71	23,38	0,99	1,17
0,90	8	0	0,842	21,33	25,35	1,07	1,27
1,00	14	0	0,790	35,04	44,37	1,75	2,22
1,10	15	0	0,788	37,46	47,54	1,87	2,38
1,20	16	0	0,786	39,87	50,70	1,99	2,54
1,30	18	0	0,785	44,75	57,04	2,24	2,85
1,40	16	0	0,783	39,69	50,70	1,98	2,54
1,50	15	0	0,781	37,13	47,54	1,86	2,38
1,60	13	0	0,780	32,12	41,20	1,61	2,06
1,70	12	0	0,828	31,48	38,03	1,57	1,90
1,80	13	0	0,776	31,98	41,20	1,60	2,06
1,90	12	0	0,825	29,84	36,18	1,49	1,81
2,00	12	0	0,823	29,78	36,18	1,49	1,81
2,10	13	0	0,772	30,25	39,20	1,51	1,96
2,20	12	0	0,820	29,67	36,18	1,48	1,81
2,30	14	0	0,769	32,44	42,21	1,62	2,11
2,40	15	0	0,767	34,69	45,23	1,73	2,26
2,50	18	0	0,766	41,55	54,27	2,08	2,71
2,60	21	0	0,714	45,22	63,32	2,26	3,17
2,70	23	0	0,713	49,43	69,35	2,47	3,47
2,80	21	0	0,711	45,04	63,32	2,25	3,17
2,90	22	0	0,710	44,92	63,26	2,25	3,16
3,00	32	0	0,659	60,61	92,01	3,03	4,60
3,10	40	0	0,607	69,85	115,02	3,49	5,75
3,20	41	0	0,606	71,44	117,89	3,57	5,89
3,30	43	0	0,605	74,77	123,64	3,74	6,18
3,40	42	0	0,603	72,87	120,77	3,64	6,04
3,50	38	0	0,652	71,25	109,27	3,56	5,46
3,60	36	0	0,651	67,37	103,51	3,37	5,18
3,70	36	0	0,650	67,25	103,51	3,36	5,18
3,80	33	0	0,648	61,53	94,89	3,08	4,74
3,90	32	0	0,647	56,91	87,94	2,85	4,40
4,00	36	0	0,646	63,91	98,93	3,20	4,95
4,10	33	0	0,645	58,48	90,69	2,92	4,53
4,20	32	0	0,644	56,61	87,94	2,83	4,40
4,30	31	0	0,643	54,74	85,19	2,74	4,26
4,40	33	0	0,641	58,17	90,69	2,91	4,53
4,50	30	0	0,690	56,91	82,44	2,85	4,12
4,60	29	0	0,689	54,93	79,69	2,75	3,98
4,70	32	0	0,638	56,12	87,94	2,81	4,40
4,80	31	0	0,637	54,28	85,19	2,71	4,26
4,90	32	0	0,636	53,56	84,21	2,68	4,21
5,00	33	0	0,635	55,15	86,84	2,76	4,34
5,10	36	0	0,634	60,06	94,74	3,00	4,74
5,20	37	0	0,633	61,63	97,37	3,08	4,87
5,30	39	0	0,582	59,73	102,63	2,99	5,13
5,40	37	0	0,631	61,44	97,37	3,07	4,87
5,50	38	0	0,630	63,01	100,00	3,15	5,00
5,60	37	0	0,629	61,26	97,37	3,06	4,87
5,70	50	0	0,578	76,08	131,58	3,80	6,58



### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen1 - TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Gibbs & Holtz 1957	28,5
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Gibbs & Holtz 1957	38,28
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Gibbs & Holtz 1957	48,9

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Sowers (1961)	25,64
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Sowers (1961)	31,36
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Sowers (1961)	35,6

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Bowles (1982) Sabbia Media	134,95
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Bowles (1982) Sabbia Media	210,75

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,46
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,09
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	83,23

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Meyerhof ed altri	1,7
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Meyerhof ed altri	1,89
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Meyerhof ed altri	2,10

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,9
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,05
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,84	0,90	5,84	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	11,99	2,90	11,99	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	27,15	5,70	27,15	(A.G.I.)	0,3

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	341,46
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Ohsaki (Sabbie pulite)	671,43
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Ohsaki (Sabbie pulite)	1447,63

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Ohta & Goto (1978) Limi	79,576
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Ohta & Goto (1978) Limi	119,003
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Ohta & Goto (1978) Limi	160,481

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Navfac 1971-1982	1,18
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Navfac 1971-1982	2,52
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Navfac 1971-1982	5,20

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,84	0,90	5,84	Robertson 1983	11,68
Strato 2	11,99	2,90	11,99	Robertson 1983	23,98
Strato 3	27,15	5,70	27,15	Robertson 1983	54,30

**PROVA ...Pen2**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

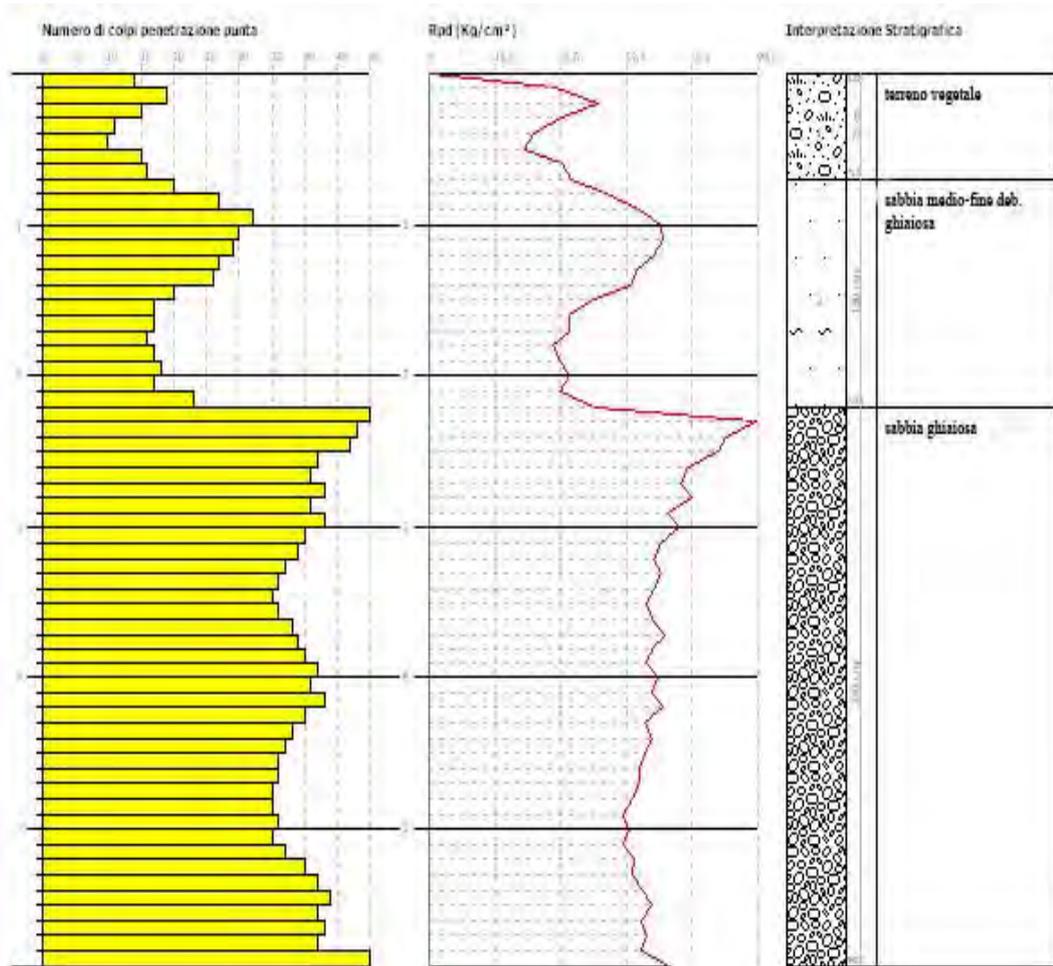
07/10/2021

Profondità prova

5,90 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	14	0	0,807	37,71	46,75	1,89	2,34
0,20	19	0	0,805	51,05	63,45	2,55	3,17
0,30	15	0	0,803	40,21	50,09	2,01	2,50
0,40	11	0	0,851	31,25	36,73	1,56	1,84
0,50	10	0	0,849	28,35	33,40	1,42	1,67
0,60	15	0	0,797	39,92	50,09	2,00	2,50
0,70	16	0	0,795	42,49	53,43	2,12	2,67
0,80	20	0	0,793	52,99	66,79	2,65	3,34
0,90	27	0	0,742	63,45	85,56	3,17	4,28
1,00	32	0	0,690	69,95	101,41	3,50	5,07
1,10	30	0	0,738	70,16	95,07	3,51	4,75
1,20	29	0	0,736	67,66	91,90	3,38	4,60
1,30	27	0	0,735	62,85	85,56	3,14	4,28
1,40	26	0	0,733	60,38	82,39	3,02	4,12
1,50	20	0	0,781	49,51	63,38	2,48	3,17
1,60	17	0	0,780	42,00	53,87	2,10	2,69
1,70	17	0	0,778	41,91	53,87	2,10	2,69
1,80	16	0	0,776	39,36	50,70	1,97	2,54
1,90	17	0	0,775	39,71	51,26	1,99	2,56
2,00	18	0	0,773	41,96	54,27	2,10	2,71
2,10	17	0	0,772	39,55	51,26	1,98	2,56
2,20	23	0	0,720	49,94	69,35	2,50	3,47
2,30	53	0	0,619	98,86	159,80	4,94	7,99
2,40	48	0	0,617	89,32	144,72	4,47	7,24
2,50	47	0	0,616	87,25	141,71	4,36	7,09
2,60	42	0	0,614	77,78	126,63	3,89	6,33
2,70	41	0	0,613	75,76	123,62	3,79	6,18
2,80	43	0	0,611	79,27	129,65	3,96	6,48
2,90	41	0	0,610	71,92	117,89	3,60	5,89
3,00	43	0	0,609	75,26	123,64	3,76	6,18
3,10	40	0	0,607	69,85	115,02	3,49	5,75
3,20	39	0	0,606	67,96	112,14	3,40	5,61
3,30	37	0	0,655	69,65	106,39	3,48	5,32
3,40	36	0	0,653	67,64	103,51	3,38	5,18
3,50	35	0	0,652	65,63	100,64	3,28	5,03
3,60	36	0	0,651	67,37	103,51	3,37	5,18
3,70	38	0	0,650	70,98	109,27	3,55	5,46
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	40	0	0,597	65,65	109,92	3,28	5,50
4,00	42	0	0,596	68,79	115,42	3,44	5,77
4,10	41	0	0,595	67,02	112,67	3,35	5,63
4,20	43	0	0,594	70,16	118,17	3,51	5,91
4,30	40	0	0,593	65,14	109,92	3,26	5,50
4,40	38	0	0,641	66,98	104,43	3,35	5,22
4,50	37	0	0,640	65,11	101,68	3,26	5,08
4,60	36	0	0,639	63,24	98,93	3,16	4,95
4,70	36	0	0,638	63,13	98,93	3,16	4,95
4,80	35	0	0,637	61,28	96,18	3,06	4,81
4,90	35	0	0,636	58,58	92,11	2,93	4,61
5,00	36	0	0,635	60,16	94,74	3,01	4,74
5,10	35	0	0,634	58,40	92,11	2,92	4,61
5,20	37	0	0,633	61,63	97,37	3,08	4,87
5,30	40	0	0,582	61,26	105,26	3,06	5,26
5,40	42	0	0,581	64,22	110,53	3,21	5,53
5,50	44	0	0,580	67,17	115,79	3,36	5,79
5,60	42	0	0,579	64,01	110,53	3,20	5,53
5,70	43	0	0,578	65,43	113,16	3,27	5,66
5,80	42	0	0,577	63,80	110,53	3,19	5,53
5,90	50	0	0,576	72,75	126,23	3,64	6,31



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen2 - TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Gibbs & Holtz 1957	41,81
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Gibbs & Holtz 1957	47,39
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Gibbs & Holtz 1957	58,97

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Sowers (1961)	26,04
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Sowers (1961)	32,77
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Sowers (1961)	36,59

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Bowles (1982) Sabbia Media	129,35
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Bowles (1982) Sabbia Media	160,25
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Bowles (1982) Sabbia Media	228,40

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49,79
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	62,49
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	90,48

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Meyerhof ed altri	1,93
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Meyerhof ed altri	2,14

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10,87	0,70	10,87	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	17,05	2,20	17,05	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	30,68	5,90	30,68	(A.G.I.)	0,29

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	612,31
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Ohsaki (Sabbie pulite)	934,83
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	1623,89

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Ohta & Goto (1978) Limi	84,41
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Ohta & Goto (1978) Limi	120,048
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Ohta & Goto (1978) Limi	162,027

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Navfac 1971-1982	2,29
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Navfac 1971-1982	3,52
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Navfac 1971-1982	5,70

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10,87	0,70	10,87	Robertson 1983	21,74
Strato 2	17,05	2,20	17,05	Robertson 1983	34,10
Strato 3	30,68	5,90	30,68	Robertson 1983	61,36

**PROVA ...Pen3**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

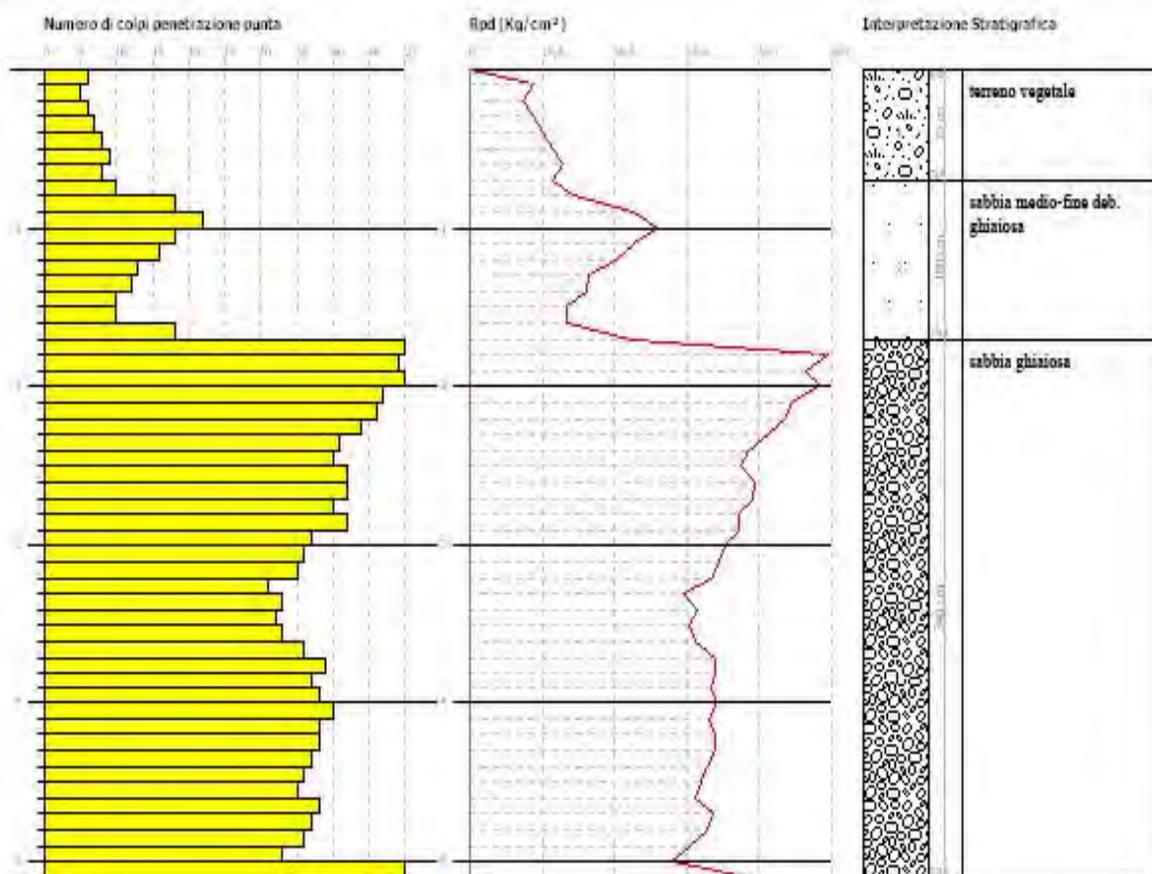
07/10/2021

Profondità prova

5,10 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione son-da Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Hermier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	6	0	0,857	17,16	20,04	0,86	1,00
0,20	5	0	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	6	0	0,853	17,09	20,04	0,85	1,00
0,40	7	0	0,851	19,89	23,38	0,99	1,17
0,50	8	0	0,849	22,68	26,72	1,13	1,34
0,60	9	0	0,847	25,46	30,06	1,27	1,50
0,70	8	0	0,845	22,58	26,72	1,13	1,34
0,80	10	0	0,843	28,16	33,40	1,41	1,67
0,90	18	0	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	22	0	0,740	51,57	69,72	2,58	3,49
1,10	18	0	0,788	44,95	57,04	2,25	2,85
1,20	16	0	0,786	39,87	50,70	1,99	2,54
1,30	13	0	0,785	32,32	41,20	1,62	2,06
1,40	12	0	0,833	31,67	38,03	1,58	1,90
1,50	10	0	0,831	26,34	31,69	1,32	1,58
1,60	10	0	0,830	26,29	31,69	1,31	1,58
1,70	18	0	0,778	44,37	57,04	2,22	2,85
1,80	52	0	0,626	103,21	164,79	5,16	8,24
1,90	49	0	0,625	92,30	147,74	4,61	7,39
2,00	51	0	0,623	95,83	153,77	4,79	7,69
2,10	47	0	0,622	88,09	141,71	4,40	7,09
2,20	46	0	0,620	86,01	138,69	4,30	6,93
2,30	44	0	0,619	82,07	132,66	4,10	6,63
2,40	41	0	0,617	76,29	123,62	3,81	6,18
2,50	40	0	0,616	74,25	120,60	3,71	6,03
2,60	42	0	0,614	77,78	126,63	3,89	6,33
2,70	42	0	0,613	77,60	126,63	3,88	6,33
2,80	40	0	0,611	73,74	120,60	3,69	6,03
2,90	42	0	0,610	73,67	120,77	3,68	6,04
3,00	37	0	0,659	70,08	106,39	3,50	5,32
3,10	36	0	0,657	68,04	103,51	3,40	5,18
3,20	35	0	0,656	66,02	100,64	3,30	5,03
3,30	31	0	0,655	58,36	89,14	2,92	4,46
3,40	33	0	0,653	62,00	94,89	3,10	4,74
3,50	32	0	0,652	60,00	92,01	3,00	4,60
3,60	33	0	0,651	61,76	94,89	3,09	4,74
3,70	36	0	0,650	67,25	103,51	3,36	5,18
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	37	0	0,647	65,81	101,68	3,29	5,08
4,00	38	0	0,646	67,46	104,43	3,37	5,22
4,10	40	0	0,595	65,39	109,92	3,27	5,50
4,20	38	0	0,644	67,22	104,43	3,36	5,22
4,30	38	0	0,643	67,10	104,43	3,36	5,22
4,40	37	0	0,641	65,22	101,68	3,26	5,08
4,50	36	0	0,640	63,35	98,93	3,17	4,95
4,60	35	0	0,639	61,48	96,18	3,07	4,81
4,70	38	0	0,638	66,64	104,43	3,33	5,22
4,80	37	0	0,637	64,78	101,68	3,24	5,08
4,90	36	0	0,636	60,26	94,74	3,01	4,74
5,00	33	0	0,635	55,15	86,84	2,76	4,34
5,10	50	0	0,584	76,84	131,58	3,84	6,58



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen3 - TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Gibbs & Holtz 1957	27,07
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Gibbs & Holtz 1957	39,29
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Gibbs & Holtz 1957	61,32

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Sowers (1961)	26,49
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Sowers (1961)	31,13
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Sowers (1961)	36,4

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Bowles (1982) Sabbia Media	130,95
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Bowles (1982) Sabbia Media	225,05

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,41
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	50,45
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89,11

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Meyerhof ed altri	1,7
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Meyerhof ed altri	1,8
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Meyerhof ed altri	2,14

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,99
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,33	0,70	5,33	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	11,19	1,70	11,19	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	30,01	5,10	30,01	(A.G.I.)	0,29

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Ohsaki (Sabbie pulite)	313,36
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Ohsaki (Sabbie pulite)	629,24
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	1590,54

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Ohta & Goto (1978) Limi	74,619
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Ohta & Goto (1978) Limi	107,61
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Ohta & Goto (1978) Limi	156,05

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Navfac 1971-1982	1,06
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Navfac 1971-1982	2,35
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Navfac 1971-1982	5,61

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,33	0,70	5,33	Robertson 1983	10,66
Strato 2	11,19	1,70	11,19	Robertson 1983	22,38
Strato 3	30,01	5,10	30,01	Robertson 1983	60,02

**PROVA ...Pen4**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

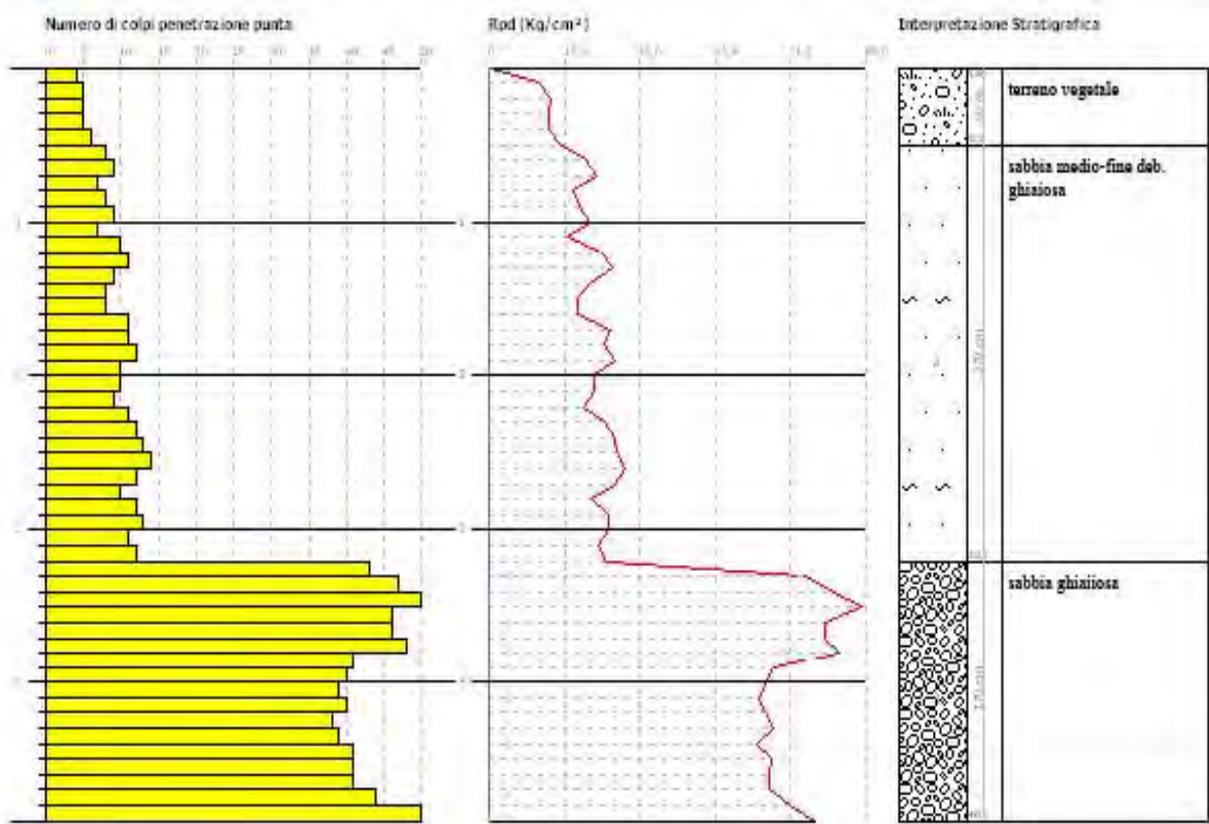
07/10/2021

Profondità prova

4,90 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	4	0	0,857	11,44	13,36	0,57	0,67
0,20	5	0	0,855	14,27	16,70	0,71	0,83
0,30	5	0	0,853	14,24	16,70	0,71	0,83
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	6	0	0,849	17,01	20,04	0,85	1,00
0,60	8	0	0,847	22,63	26,72	1,13	1,34
0,70	9	0	0,845	25,40	30,06	1,27	1,50
0,80	7	0	0,843	19,71	23,38	0,99	1,17
0,90	8	0	0,842	21,33	25,35	1,07	1,27
1,00	9	0	0,840	23,95	28,52	1,20	1,43
1,10	7	0	0,838	18,59	22,18	0,93	1,11
1,20	10	0	0,836	26,50	31,69	1,33	1,58
1,30	11	0	0,835	29,09	34,86	1,45	1,74
1,40	9	0	0,833	23,75	28,52	1,19	1,43
1,50	8	0	0,831	21,07	25,35	1,05	1,27
1,60	8	0	0,830	21,03	25,35	1,05	1,27
1,70	11	0	0,828	28,86	34,86	1,44	1,74
1,80	11	0	0,826	28,81	34,86	1,44	1,74
1,90	12	0	0,825	29,84	36,18	1,49	1,81
2,00	10	0	0,823	24,82	30,15	1,24	1,51
2,10	10	0	0,822	24,77	30,15	1,24	1,51
2,20	9	0	0,820	22,25	27,14	1,11	1,36
2,30	11	0	0,819	27,15	33,17	1,36	1,66
2,40	12	0	0,817	29,57	36,18	1,48	1,81
2,50	13	0	0,766	30,01	39,20	1,50	1,96
2,60	14	0	0,764	32,26	42,21	1,61	2,11
2,70	12	0	0,813	29,41	36,18	1,47	1,81
2,80	10	0	0,811	24,46	30,15	1,22	1,51
2,90	12	0	0,810	27,95	34,50	1,40	1,73
3,00	13	0	0,759	28,36	37,38	1,42	1,87
3,10	11	0	0,807	25,54	31,63	1,28	1,58
3,20	12	0	0,806	27,81	34,50	1,39	1,73
3,30	43	0	0,605	74,77	123,64	3,74	6,18
3,40	47	0	0,603	81,55	135,14	4,08	6,76
3,50	51	0	0,602	88,30	146,65	4,41	7,33
3,60	46	0	0,601	79,48	132,27	3,97	6,61
3,70	46	0	0,600	79,31	132,27	3,97	6,61
3,80	48	0	0,598	82,59	138,02	4,13	6,90
3,90	41	0	0,597	67,29	112,67	3,36	5,63
4,00	40	0	0,596	65,52	109,92	3,28	5,50
4,10	39	0	0,595	63,75	107,18	3,19	5,36
4,20	40	0	0,594	65,26	109,92	3,26	5,50
4,30	38	0	0,643	67,10	104,43	3,36	5,22
4,40	39	0	0,591	63,39	107,18	3,17	5,36
4,50	41	0	0,590	66,51	112,67	3,33	5,63
4,60	41	0	0,589	66,39	112,67	3,32	5,63
4,70	41	0	0,588	66,27	112,67	3,31	5,63
4,80	44	0	0,587	70,99	120,92	3,55	6,05
4,90	50	0	0,586	77,11	131,58	3,86	6,58



### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen4 - TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Gibbs & Holtz 1957	21,12
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Gibbs & Holtz 1957	29,77
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Gibbs & Holtz 1957	55,16

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Sowers (1961)	25,6
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Sowers (1961)	30,19
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Sowers (1961)	37,21

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Bowles (1982) Sabbia Media	239,55

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,27
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,51
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	95,06

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Meyerhof ed altri	1,69
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Meyerhof ed altri	1,85
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Meyerhof ed altri	2,16

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,98
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,8	0,50	3,8	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	7,81	3,20	7,81	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	32,91	4,90	32,91	(A.G.I.)	0,29

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	227,99
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Ohsaki (Sabbie pulite)	448,75
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Ohsaki (Sabbie pulite)	1734,61

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Ohta & Goto (1978) Limi	65,952
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Ohta & Goto (1978) Limi	109,929
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Ohta & Goto (1978) Limi	164,005

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Navfac 1971-1982	0,70
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Navfac 1971-1982	1,63
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Navfac 1971-1982	6,00

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,8	0,50	3,8	Robertson 1983	7,60
Strato 2	7,81	3,20	7,81	Robertson 1983	15,62
Strato 3	32,91	4,90	32,91	Robertson 1983	65,82

**PROVA ...Pen5**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

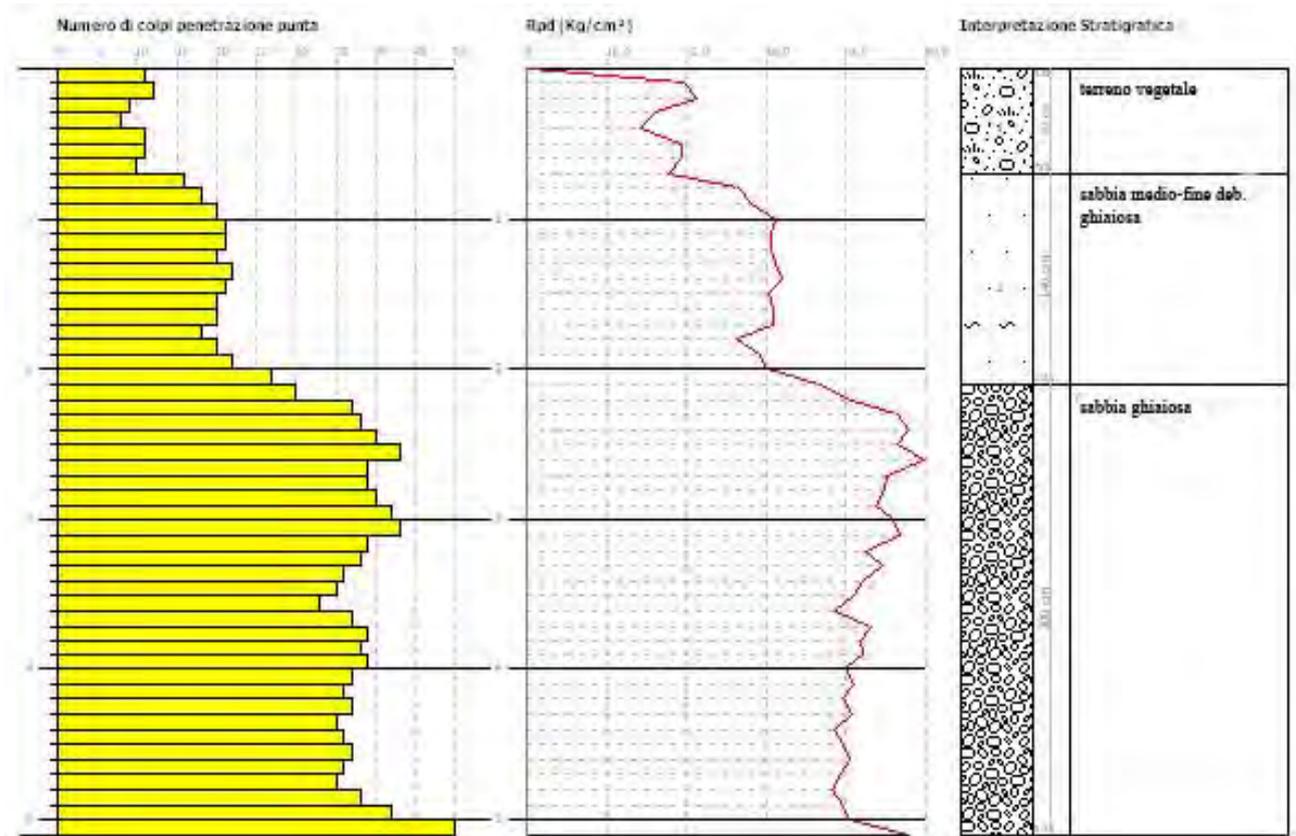
07/10/2021

Profondità prova

5,10 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	11	0	0,857	31,47	36,73	1,57	1,84
0,20	12	0	0,855	34,25	40,07	1,71	2,00
0,30	9	0	0,853	25,63	30,06	1,28	1,50
0,40	8	0	0,851	22,73	26,72	1,14	1,34
0,50	11	0	0,849	31,18	36,73	1,56	1,84
0,60	11	0	0,847	31,11	36,73	1,56	1,84
0,70	10	0	0,845	28,22	33,40	1,41	1,67
0,80	16	0	0,793	42,39	53,43	2,12	2,67
0,90	18	0	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	20	0	0,790	50,05	63,38	2,50	3,17
1,10	21	0	0,738	49,11	66,55	2,46	3,33
1,20	21	0	0,736	49,00	66,55	2,45	3,33
1,30	20	0	0,785	49,73	63,38	2,49	3,17
1,40	22	0	0,733	51,09	69,72	2,55	3,49
1,50	21	0	0,731	48,66	66,55	2,43	3,33
1,60	20	0	0,780	49,41	63,38	2,47	3,17
1,70	20	0	0,778	49,31	63,38	2,47	3,17
1,80	18	0	0,776	44,28	57,04	2,21	2,85
1,90	20	0	0,775	46,72	60,30	2,34	3,02
2,00	22	0	0,723	47,97	66,33	2,40	3,32
2,10	27	0	0,722	58,75	81,41	2,94	4,07
2,20	30	0	0,720	65,14	90,45	3,26	4,52
2,30	37	0	0,669	74,59	111,56	3,73	5,58
2,40	38	0	0,667	76,44	114,57	3,82	5,73
2,50	40	0	0,616	74,25	120,60	3,71	6,03
2,60	43	0	0,614	79,64	129,65	3,98	6,48
2,70	39	0	0,613	72,06	117,59	3,60	5,88
2,80	39	0	0,611	71,90	117,59	3,59	5,88
2,90	40	0	0,610	70,16	115,02	3,51	5,75
3,00	42	0	0,609	73,51	120,77	3,68	6,04
3,10	43	0	0,607	75,09	123,64	3,75	6,18
3,20	39	0	0,606	67,96	112,14	3,40	5,61
3,30	38	0	0,655	71,54	109,27	3,58	5,46
3,40	36	0	0,653	67,64	103,51	3,38	5,18
3,50	35	0	0,652	65,63	100,64	3,28	5,03
3,60	33	0	0,651	61,76	94,89	3,09	4,74
3,70	37	0	0,650	69,11	106,39	3,46	5,32
3,80	39	0	0,598	67,11	112,14	3,36	5,61
3,90	38	0	0,647	67,59	104,43	3,38	5,22
4,00	39	0	0,596	63,88	107,18	3,19	5,36
4,10	37	0	0,645	65,57	101,68	3,28	5,08
4,20	36	0	0,644	63,68	98,93	3,18	4,95
4,30	37	0	0,643	65,33	101,68	3,27	5,08
4,40	35	0	0,641	61,70	96,18	3,08	4,81
4,50	36	0	0,640	63,35	98,93	3,17	4,95
4,60	37	0	0,639	65,00	101,68	3,25	5,08
4,70	36	0	0,638	63,13	98,93	3,16	4,95
4,80	35	0	0,637	61,28	96,18	3,06	4,81
4,90	38	0	0,636	63,61	100,00	3,18	5,00
5,00	42	0	0,585	64,66	110,53	3,23	5,53
5,10	50	0	0,584	76,84	131,58	3,84	6,58



### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen5 TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Gibbs & Holtz 1957	34,75
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Gibbs & Holtz 1957	45,66
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Gibbs & Holtz 1957	52,05

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Sowers (1961)	26,02
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Sowers (1961)	32,35
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Sowers (1961)	36,13

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Bowles (1982) Sabbia Media	152,75
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Bowles (1982) Sabbia Media	220,10

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,55
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	59,40
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87,07

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Meyerhof ed altri	1,75
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Meyerhof ed altri	1,89
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Meyerhof ed altri	2,13

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7,83	0,70	7,83	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,55	2,10	15,55	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	29,02	5,10	29,02	(A.G.I.)	0,3

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	449,83
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Ohsaki (Sabbie pulite)	857,31
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	1541,16

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Ohta & Goto (1978) Limi	79,753
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Ohta & Goto (1978) Limi	117,353
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Ohta & Goto (1978) Limi	156,868

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Navfac 1971-1982	1,63
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Navfac 1971-1982	3,23
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Navfac 1971-1982	5,47

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	7,83	0,70	7,83	Robertson 1983	15,66
Strato 2	15,55	2,10	15,55	Robertson 1983	31,10
Strato 3	29,02	5,10	29,02	Robertson 1983	58,04

**PROVA ...Pen6**

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

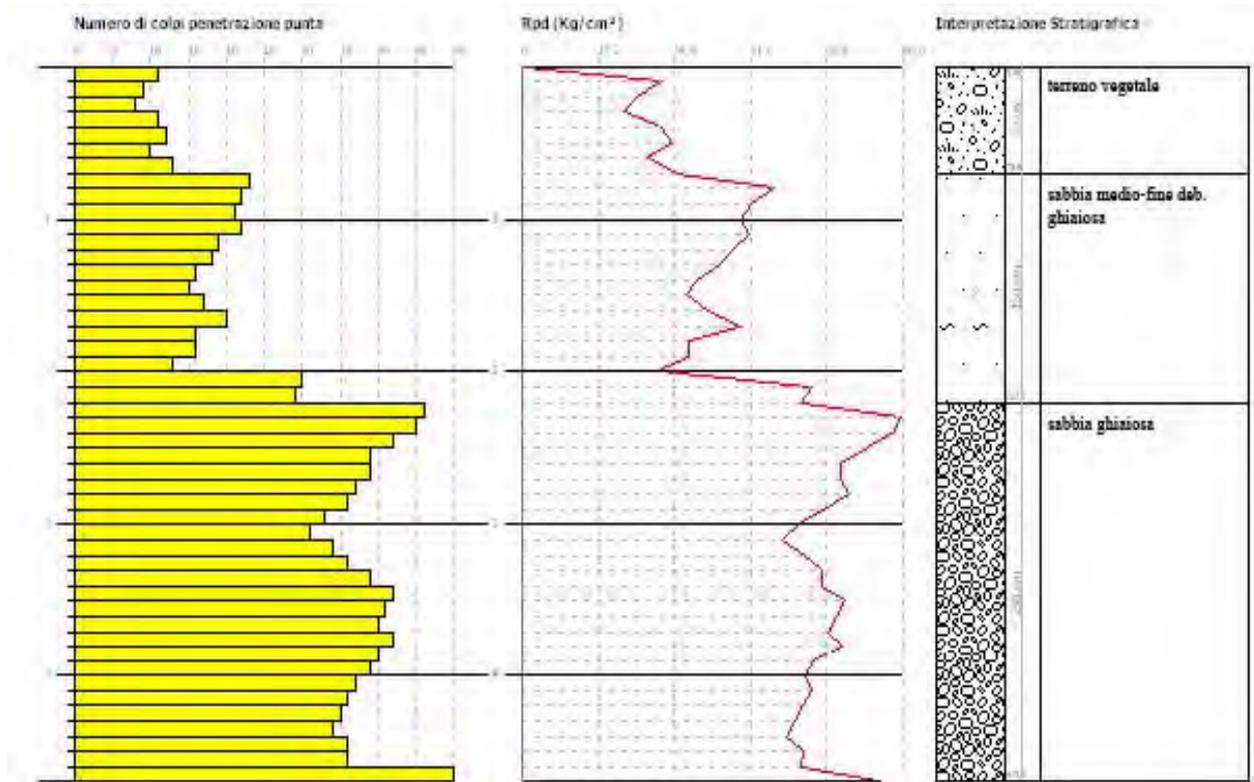
07/10/2021

Profondità prova

4,70 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Hermier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	11	0	0,857	31,47	36,73	1,57	1,84
0,20	9	0	0,855	25,69	30,06	1,28	1,50
0,30	8	0	0,853	22,78	26,72	1,14	1,34
0,40	11	0	0,851	31,25	36,73	1,56	1,84
0,50	12	0	0,849	34,02	40,07	1,70	2,00
0,60	10	0	0,847	28,29	33,40	1,41	1,67
0,70	13	0	0,795	34,52	43,41	1,73	2,17
0,80	23	0	0,743	57,09	76,81	2,85	3,84
0,90	22	0	0,742	51,70	69,72	2,58	3,49
1,00	21	0	0,740	49,23	66,55	2,46	3,33
1,10	22	0	0,738	51,45	69,72	2,57	3,49
1,20	19	0	0,786	47,34	60,21	2,37	3,01
1,30	18	0	0,785	44,75	57,04	2,24	2,85
1,40	16	0	0,783	39,69	50,70	1,98	2,54
1,50	15	0	0,781	37,13	47,54	1,86	2,38
1,60	17	0	0,780	42,00	53,87	2,10	2,69
1,70	20	0	0,778	49,31	63,38	2,47	3,17
1,80	16	0	0,776	39,36	50,70	1,97	2,54
1,90	16	0	0,775	37,37	48,24	1,87	2,41
2,00	13	0	0,773	30,31	39,20	1,52	1,96
2,10	30	0	0,722	65,27	90,45	3,26	4,52
2,20	29	0	0,720	62,97	87,44	3,15	4,37
2,30	46	0	0,619	85,80	138,69	4,29	6,93
2,40	45	0	0,617	83,73	135,68	4,19	6,78
2,50	42	0	0,616	77,97	126,63	3,90	6,33
2,60	39	0	0,614	72,23	117,59	3,61	5,88
2,70	39	0	0,613	72,06	117,59	3,60	5,88
2,80	37	0	0,661	73,79	111,56	3,69	5,58
2,90	36	0	0,660	68,32	103,51	3,42	5,18
3,00	33	0	0,659	62,50	94,89	3,13	4,74
3,10	31	0	0,657	58,59	89,14	2,93	4,46
3,20	34	0	0,656	64,13	97,76	3,21	4,89
3,30	36	0	0,655	67,77	103,51	3,39	5,18
3,40	39	0	0,603	67,67	112,14	3,38	5,61
3,50	42	0	0,602	72,72	120,77	3,64	6,04
3,60	41	0	0,601	70,84	117,89	3,54	5,89
3,70	40	0	0,600	68,97	115,02	3,45	5,75
3,80	42	0	0,598	72,27	120,77	3,61	6,04
3,90	40	0	0,597	65,65	109,92	3,28	5,50
4,00	39	0	0,596	63,88	107,18	3,19	5,36
4,10	37	0	0,645	65,57	101,68	3,28	5,08
4,20	36	0	0,644	63,68	98,93	3,18	4,95
4,30	35	0	0,643	61,80	96,18	3,09	4,81
4,40	34	0	0,641	59,93	93,44	3,00	4,67
4,50	36	0	0,640	63,35	98,93	3,17	4,95
4,60	36	0	0,639	63,24	98,93	3,16	4,95
4,70	50	0	0,588	80,82	137,40	4,04	6,87



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Pen6 -TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Gibbs & Holtz 1957	35,3
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Gibbs & Holtz 1957	44,72
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Gibbs & Holtz 1957	52,95

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Sowers (1961)	26,5
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Sowers (1961)	32,22
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Sowers (1961)	36,22

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Bowles (1982) Sabbia Media	150,35
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Bowles (1982) Sabbia Media	221,85

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43,98
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58,42
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87,79

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Meyerhof ed altri	2,13

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	8,04	0,70	8,04	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,07	2,20	15,07	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	29,37	4,70	29,37	(A.G.I.)	0,3

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Ohsaki (Sabbie pulite)	461,16
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Ohsaki (Sabbie pulite)	832,41
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Ohsaki (Sabbie pulite)	1558,63

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Ohta & Goto (1978) Limi	80,119
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Ohta & Goto (1978) Limi	117,511
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Ohta & Goto (1978) Limi	155,908

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Navfac 1971-1982	1,68
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Navfac 1971-1982	3,14
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Navfac 1971-1982	5,52

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,04	0,70	8,04	Robertson 1983	16,08
Strato 2	15,07	2,20	15,07	Robertson 1983	30,14
Strato 3	29,37	4,70	29,37	Robertson 1983	58,74

## 7. Considerazioni sui terreni di fondazione

I terreni affioranti nelle zone interessate dall'ubicazione campo fotovoltaico, in relazione ai dati rivenienti dal presente studio e dalle indagini geognostiche eseguite, possono essere classificati come terreni granulari di natura conglomeratica e sabbiosa limosa sedimentatisi in ambiente marino inizialmente profondo e poi di mare con sempre più energia.

Tale terreno presenta discrete caratteristiche geotecniche, di cui di seguito si riportano i parametri fisico-meccanici consigliati per l'esecuzione di calcoli geotecnici.

I campi fotovoltaici 1, 2 e 3 saranno ubicati sui terreni conglomeratici superficiali, mentre il campo 4 sarà ubicato lungo la porzione del versante in cui affiorano le sabbie di monte <marano, mentre il campo 5 sarà parzialmente realizzato sui terreni sabbiosi e in parte sui terreni argilloso limosi di base.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici dei tre litotipi affioranti sulla spianata marina e lungo il versante prospiciente il torrente Ginestrello, mentre, nel paragrafo n.9 si riporta lo schema geotecnico per le tre diverse situazioni geologiche riscontrate nei terreni di sedime dei n. 5 campi fotovoltaici componenti l'intero.

### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni conglomeratici sabbiosi sommitali (Conglomerato D'Irsina)**

- |                          |                             |                                |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Peso di volume naturale     | $\gamma = 2.04 \text{ g/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> | Contenuto di acqua naturale | $W = 20-22 \%$                 |
| <input type="checkbox"/> | Angolo di attrito interno   | $\phi = 31^\circ$              |
| <input type="checkbox"/> | Coesione                    | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$     |

### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni sabbiosi-ghiaiosi (Sabbie di Monte Marano)**

- |                          |                             |                                |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Peso di volume naturale     | $\gamma = 2.06 \text{ g/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> | Contenuto di acqua naturale | $W = 21-23 \%$                 |
| <input type="checkbox"/> | Angolo di attrito interno   | $\phi = 29^\circ$              |
| <input type="checkbox"/> | Coesione                    | $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$     |

### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei argilloso limosi (Argille subappennine)**

- |                          |                             |                                |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Peso di volume naturale     | $\gamma = 2.00 \text{ g/cm}^3$ |
| <input type="checkbox"/> | Contenuto di acqua naturale | $W = 24-27 \%$                 |
| <input type="checkbox"/> | Angolo di attrito interno   | $\phi = 24^\circ$              |
| <input type="checkbox"/> | Coesione                    | $c = 0.25 \text{ kg/cm}^2$     |

Il D.M. 17 Gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” prevede per la definizione del grado di sicurezza di una struttura relativamente alla possibilità di rottura del terreno di fondazione, un approccio di semiprobabilistico, o di I livello, adottando il concetto di stato limite ultimo (SLU). Pertanto dai valori medi ( $V_m$ ) dei parametri del terreno si passa a valori caratteristici  $V_k$ , come richiesto dalle verifiche allo SLU e allo SLE.

### 7.1 PARAMETRI CARATTERISTICI

In prima approssimazione i valori caratteristici di  $\phi'$  e  $c'$  sono determinabili con le seguenti relazioni:

- (1)  $\phi'_k = \phi'_m (1+X \cdot V_\phi)$
- (2)  $c'_k = c'_m (1+X \cdot V_c)$
- (3)  $c_{uk} = c_{um} (1+X \cdot V_{Cu})$

Secondo la NTC 2018 il valore caratteristico può essere valutato con un approccio di tipo Bayesiano anche nelle condizioni in cui non sia presente nessun valore di prove disponibile. In questo caso il valore caratteristico  $X_k$  del parametro ricercato, secondo Cherubini e Orr (1999) è ottenuto dalla seguente relazione

$$X_k = X_m \cdot (1-CV/2)$$

con

$$X_m = (a+4b+c)/6$$

$$CV = (c-a) / (a+4b+c)$$

dove :

a = valore minimo stimato      b = valore più probabile      c = valore massimo stimato

Pertanto i valori dei parametri caratteristici relativi ai tre tipi di terreni affioranti sono:

### 7.2 PARAMETRI DI PROGETTO

I valori dei parametri di progetto  $\phi'$  e  $c'$  si ottengono in relazione alla Combinazione Azioni/Resistenze dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nella Tabella 6.2.II delle NTC.

In pratica, in problemi connessi al raggiungimento dello stato limite ultimo SLU del terreno, Combinazione 2 Approccio 1 (A2+M2+R2), i valori di progetto  $V_d$  di pertinenza geotecnica (M2) si ottengono come indicato nella tabella:

Pertanto i valori dei parametri di progetto relativi ai tre tipi di terreni affiorante sono:

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

## 8. Considerazioni sulla Sismicità dell'area

La normativa sulla individuazione delle zone sismiche, OPCM n. 3274/2003 e s.m.i., dispone che l'abitato di Palazzo S.G. sia classificato come zona sismica di 2<sup>a</sup> categoria con un grado di sismicità  $S=9$  a cui compete una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag pari a **0.25**.

La a normativa Regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato di Palazzo S.G. sia classificato Zona Sismica “**2c**” con un PGA (Peak Ground Acceleration) pari a **0.200**e una magnitudo attesa a distanza di **50** km pari a **6.7**.

Il suolo di fondazione può essere associato, in base ai dati delle indagine sismiche eseguite nella campagna geognostica, alla categoria di suolo “B” – “*Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati o di argille di media consistenza*”. I valori del  $V_{seq}$ , della categoria di terreno “B”, sono compresi tra 360 e 800 m/sec con un bedrock sismico presente ad una profondità di 26.0 mt dal p.c.

Di seguito si riportano i Parametri sismici di tutti e quattro gli stati limite (NTC), relativi alla **macrozona** sismica comprendente l'area di sedime del campo fotovoltaico in progetto ricadente nella categoria topografica T2,

### PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: B  
Periodo di riferimento: 50 anni

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr:30 [anni]  
ag: 0,042 g  
Fo: 2,483  
Tc\*: 0,282 [s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,134 g  
Fo: 2,611  
Tc\*: 0,476 [s]

### COEFFICIENTI SISMICI

#### SLO:

Ss: 1,200  
Cc: 1.420  
St: 1,200  
Kh: 0,011  
Kv: 0,006  
Amax: 0.600  
Beta: 0,180

#### SLD:

Ss: 1,200  
Cc: 1,380  
St: 1,200  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0.758  
Beta: 0,180

Categoria topografica: T2

Coefficiente cu: 1

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,054 g  
Fo: 2,499  
Tc\*: 0,321[s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
g: 0,172 g  
Fo: 2,630  
Tc\*: 0,476 [s]

#### SLV:

Ss: 1,200  
Cc: 1,280  
St: 1,200  
Kh: 0,046  
Kv: 0,023  
Amax: 1.889  
Beta: 0,240

#### SLC:

Ss: 1,200  
Cc: 1,260  
St: 1,200  
Kh: 0,059  
Kv: 0,030  
Amax: 2.422  
Beta: 0,240.

## 9. Considerazioni sulle strutture di fondazione

Le determinazioni di carattere stratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei terreni, riportati nei paragrafi precedenti, impongono l'adozione di strutture fondali che hanno requisiti tipologici e dimensionali adeguati nei confronti della situazione accertata.

I fattori che maggiormente sono stati esaminati, per il caso in esame, sono la litostratigrafia, le condizioni fisico-meccaniche ed idrogeologiche dei materiali, le condizioni orografiche e geomorfologiche legate strettamente all'attività dei principali agenti esogeni (acqua meteorica ed acque incanalate).

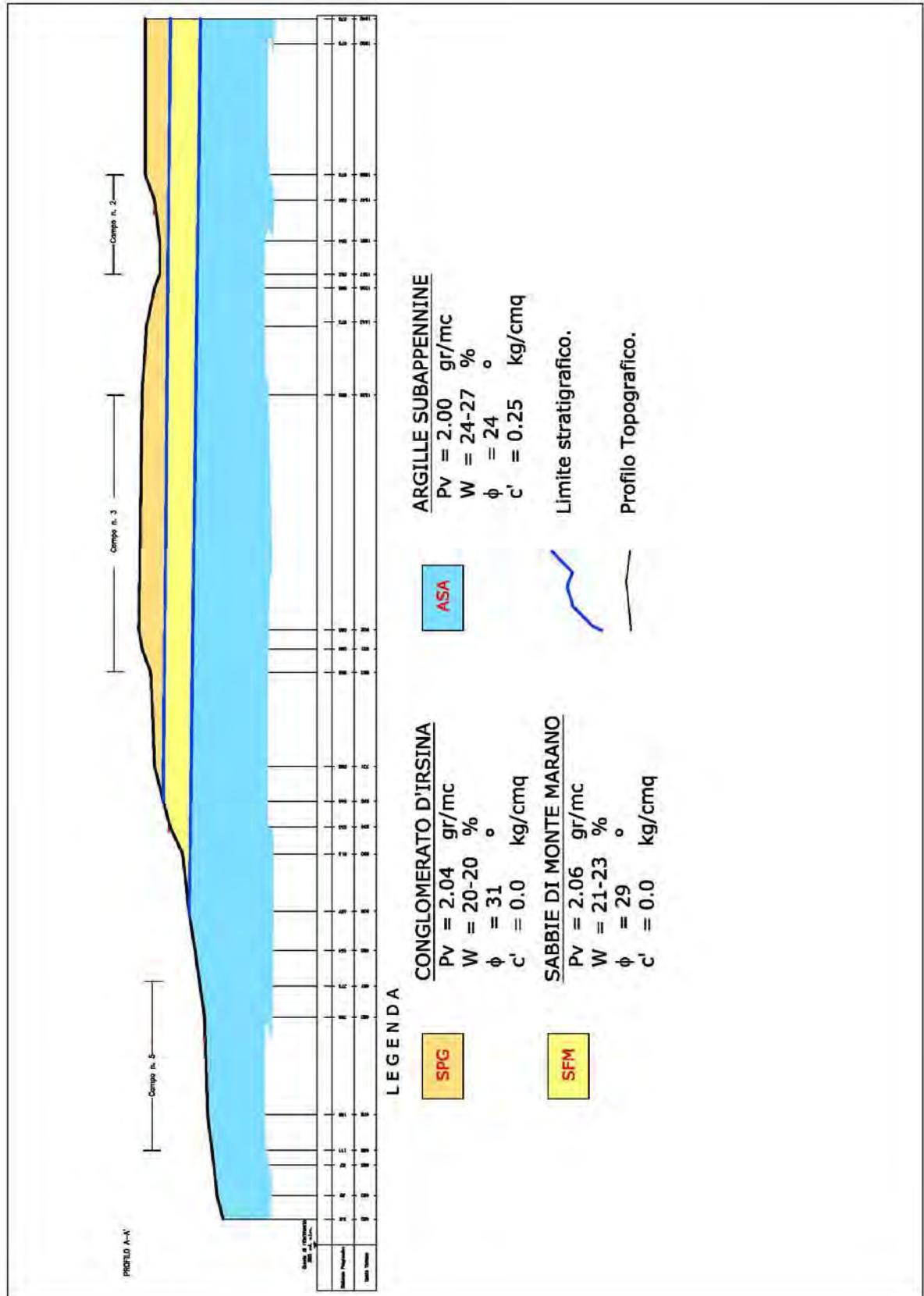
Le future fondazioni di cui dotare gli inseguitori solari in progetto, dovranno rispondere ad alcune esigenze primarie, quali: la stabilità dell'opera; composizione geotecnica dell'area di sedime; portanza del terreno; geologia della zona direttamente interessata e quella delle zone circostanti; stato di addensamento; compressibilità del terreno; permeabilità; falda acquifera; distribuzione nel terreno delle tensioni indotte; spessore dello strato reagente; zonazione sismica; consolidazione; condizioni orografiche e geomorfologiche; stabilità del versante; assetto intrafissurale del terreno di fondazione.

Pertanto, allo scopo di assicurare una buona stabilità del complesso terreno-fondazione, in relazione agli scarichi a livello d'imposta, le strutture dovranno assolvere a vari compiti quali:

- avere una sufficiente superficie di contatto;
- avere una sufficiente sezione inerziale;
- avere adeguata rigidità tale da assorbire eventuali cedimenti.

Nei casi specifici, considerato lo sviluppo planimetrico del campo fotovoltaico in progetto e le condizioni geomorfologiche di contorno, si ritiene poter utilizzare sia fondazioni superficiali da attestare su terreno in posto escludendo a parte areata composta dal terreno vegetale sia fondazione profonda su pali sia battuti o trivellati la cui lunghezza deve superare ampiamente lo spessore di terreno vegetale areato.

Di seguito si riporta uno schema litologico dei terreni di fondazione con indicazione dei parametri geotecnici caratteristici dei vari litotipi.





## 10. Analisi di stabilità di versante

Sia il campo fotovoltaico n. 5 che il n.4 saranno ubicati lungo il versante sinistro della valle del torrente Ginestrello.

Il campo n. 4 interesserà la porzione del versante mediana dove affiorano terreni sabbioso appartenenti alla Formazione delle Sabbie di Monte Marano, mentre il Campo n. 5 interesserà in parte la porzione del versante in cui affiorano le sabbie e parte la porzione del versante in cui affiorano le argille Subappennine (Grigio-azzurre).

Anche se l'area di sedime dei campi n. 4 e n. 5 non sono interessati da superfici di scivolamento sia superficiale che profonde, il versante è spesso interessato da fenomeni di instabilità sia quiescente che attiva.

Pertanto, per le caratteristiche geomorfologiche, è stato necessario eseguire delle verifiche di stabilità di, infatti, l'area del campo n. 4 è stato verificata lungo la linea di massima pendenza indicata nella sezione B-C, mentre il campo n. 5 lungo la sezione A-D.

La verifica è stata eseguita in condizioni dinamiche (presenza di sisma) solo allo stato attuale poiché il peso delle strutture in progetto (ancoraggi con viti senza fine dei pannelli fotovoltaici) sono ininfluenti sullo stato del versante e gli sbancamenti e rinterri previsti non vanno a modificare lo stato di fatto dei versanti stessi.

I dati ottenuti sono riportati di seguito, mentre la traccia delle sezioni B-c e A-D verificate sono indicate sia nell'All. A12.a.8 "Carta Geologica" sia nell'All. A.12.a.7 "Planimetria Ubicazione Indagini Geologiche".

Per le verifiche è stato utilizzato il programma open source: **SSAP 5.0 - Slope Stability Analysis Program (1991,2020) WWW.SSAP.EU Build No. 11719 BY Dr. Geol. LORENZO BORSELLI - UASLP, San Luis Potosi, Mexico e-mail: lborselli@gmail.com CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU Già Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011 Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 aprile 2018**

### 10.1 SEZIONE DI VERIFICA B-C

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -- PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

SUP 1.		SUP 2		SUP 3		SUP 4			
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
0.00	495.00	293.00	540.00	110.00	508.00	-	-		
81.00	505.00	676.53	536.95	676.53	500.43	-	-		
110.00	508.00	-	-	-	-	-	-		
188.00	520.00	-	-	-	-	-	-		
227.50	528.25	-	-	-	-	-	-		

293.00 540.00 - - - - -  
320.00 550.00 - - - - -  
414.00 574.00 - - - - -  
447.00 580.00 - - - - -  
676.53 586.84 - - - - -

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)  
0.00 495.00  
40.50 500.00  
81.00 505.00  
110.00 508.00  
146.82 513.66  
188.00 520.00  
227.50 528.25  
676.53 520.61

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0  
Coefficiente K 0.000800  
Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01  
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00  
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	31.00	0.00	0.00	0.00	20.00	21.50	1.959	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	29.00	0.00	0.00	0.00	20.20	21.40	1.759	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	24.00	24.52	0.00	19.60	19.60	2.403	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<sup>3</sup>)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Usa CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 27.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 13.53 622.41

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 412.34

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 81.18

663.00

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0110  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv ( assunto Positivo): 0.0055  
COEFFICIENTE  $c=Kv/Kh$  UTILIZZATO : 0.5000  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.  
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.3213	- Min. -	X	Y	Lambda= 1.0000
	190.43	520.51			
	192.67	520.78			
	193.81	520.92			
	194.61	521.03			
	195.33	521.14			
	195.97	521.24			
	196.61	521.36			
	197.25	521.48			
	197.90	521.61			
	198.57	521.75			
	199.23	521.90			
	199.89	522.04			
	200.55	522.18			
	201.20	522.32			
	201.86	522.45			
	202.51	522.59			
	203.16	522.73			
	203.81	522.87			
	204.47	523.01			
	205.12	523.15			
	205.77	523.29			
	206.43	523.43			
	207.08	523.57			
	207.74	523.71			
	208.40	523.85			
	209.07	523.99			
	209.71	524.14			
	210.36	524.29			
	211.00	524.44			
	211.65	524.60			
	212.37	524.79			
	213.18	525.01			
	214.32	525.33			
	216.55	525.96			

Fattore di sicurezza (FS)	1.3234	- N.2 --	X	Y	Lambda= 1.0000
	208.71	524.33			
	210.12	524.46			
	210.84	524.53			
	211.35	524.59			
	211.80	524.64			
	212.20	524.70			
	212.60	524.77			
	213.00	524.84			
	213.42	524.91			
	213.84	525.00			
	214.26	525.08			
	214.67	525.17			

215.08 525.26  
215.49 525.35  
215.90 525.44  
216.31 525.53  
216.72 525.62  
217.13 525.72  
217.55 525.81  
217.96 525.91  
218.37 526.01  
218.79 526.10  
219.20 526.20  
219.61 526.29  
220.03 526.39  
220.44 526.49  
220.85 526.59  
221.26 526.69  
221.67 526.79  
222.08 526.89  
222.53 527.02  
223.04 527.16  
223.76 527.36  
225.16 527.76

Fattore di sicurezza (FS) 1.3252 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000

195.75 521.62  
198.15 521.77  
199.35 521.85  
200.19 521.93  
200.93 522.01  
201.61 522.10  
202.27 522.20  
202.94 522.32  
203.62 522.45  
204.34 522.60  
205.05 522.75  
205.75 522.90  
206.45 523.05  
207.14 523.19  
207.83 523.34  
208.52 523.48  
209.21 523.63  
209.90 523.77  
210.59 523.92  
211.28 524.06  
211.97 524.21  
212.66 524.36  
213.35 524.50  
214.05 524.65  
214.76 524.80  
215.48 524.95  
216.16 525.11  
216.83 525.27  
217.49 525.44  
218.17 525.63  
218.92 525.86  
219.76 526.13  
220.97 526.55  
223.35 527.38

Fattore di sicurezza (FS) 1.3254 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000

201.09 522.73  
202.50 522.84

203.22 522.90  
203.72 522.94  
204.16 522.99  
204.57 523.04  
204.97 523.09  
205.37 523.16  
205.79 523.22  
206.22 523.30  
206.63 523.37  
207.04 523.45  
207.44 523.54  
207.84 523.63  
208.24 523.72  
208.65 523.82  
209.05 523.92  
209.47 524.03  
209.89 524.14  
210.30 524.25  
210.71 524.36  
211.12 524.47  
211.53 524.58  
211.94 524.69  
212.35 524.80  
212.76 524.90  
213.17 525.01  
213.58 525.12  
213.99 525.23  
214.40 525.34  
214.86 525.46  
215.37 525.60  
216.09 525.79  
217.47 526.15

Fattore di sicurezza (FS) 1.3261 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000

201.72 522.86  
203.04 522.93  
203.70 522.97  
204.16 523.00  
204.56 523.04  
204.93 523.09  
205.29 523.15  
205.66 523.21  
206.04 523.28  
206.44 523.37  
206.83 523.46  
207.21 523.54  
207.59 523.63  
207.97 523.72  
208.34 523.81  
208.72 523.90  
209.09 524.00  
209.48 524.10  
209.86 524.20  
210.24 524.30  
210.62 524.40  
211.00 524.50  
211.38 524.60  
211.76 524.69  
212.14 524.79  
212.51 524.89  
212.89 524.99  
213.27 525.09

213.65 525.19  
214.03 525.29  
214.46 525.40  
214.93 525.52  
215.60 525.70  
216.87 526.03

Fattore di sicurezza (FS) 1.3268 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000

191.01 520.63  
193.37 520.71  
194.55 520.76  
195.38 520.81  
196.10 520.86  
196.77 520.94  
197.42 521.02  
198.08 521.11  
198.76 521.22  
199.48 521.35  
200.17 521.48  
200.85 521.62  
201.52 521.75  
202.19 521.90  
202.86 522.04  
203.53 522.20  
204.21 522.36  
204.89 522.53  
205.58 522.69  
206.26 522.86  
206.94 523.03  
207.62 523.19  
208.30 523.36  
208.99 523.53  
209.68 523.70  
210.37 523.87  
211.04 524.04  
211.71 524.22  
212.37 524.41  
213.04 524.60  
213.78 524.83  
214.62 525.10  
215.80 525.50  
218.12 526.29

Fattore di sicurezza (FS) 1.3270 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000

188.56 520.12  
190.77 520.25  
191.90 520.32  
192.70 520.38  
193.40 520.44  
194.04 520.50  
194.68 520.57  
195.32 520.65  
195.98 520.73  
196.67 520.83  
197.31 520.93  
197.95 521.04  
198.57 521.16  
199.20 521.30  
199.82 521.44  
200.45 521.59  
201.09 521.76  
201.76 521.95

202.42 522.14  
203.07 522.32  
203.72 522.51  
204.37 522.69  
205.02 522.87  
205.66 523.05  
206.31 523.23  
206.95 523.41  
207.59 523.60  
208.24 523.78  
208.89 523.96  
209.53 524.14  
210.26 524.35  
211.06 524.58  
212.20 524.89  
214.37 525.51

Fattore di sicurezza (FS) 1.3272 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000

200.95 522.71  
203.10 522.93  
204.21 523.04  
205.00 523.13  
205.71 523.20  
206.34 523.27  
206.97 523.35  
207.61 523.42  
208.26 523.50  
208.91 523.58  
209.54 523.66  
210.16 523.75  
210.78 523.85  
211.41 523.96  
212.02 524.07  
212.65 524.19  
213.28 524.32  
213.92 524.46  
214.57 524.60  
215.21 524.74  
215.85 524.88  
216.48 525.02  
217.12 525.15  
217.77 525.29  
218.42 525.44  
219.08 525.58  
219.71 525.73  
220.32 525.89  
220.92 526.06  
221.55 526.24  
222.23 526.47  
223.00 526.74  
224.10 527.15  
226.31 528.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.3273 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000

190.32 520.48  
192.49 520.57  
193.59 520.62  
194.37 520.67  
195.05 520.72  
195.67 520.78  
196.28 520.85  
196.91 520.93

197.54 521.03  
198.22 521.13  
198.86 521.24  
199.48 521.36  
200.10 521.48  
200.72 521.62  
201.33 521.76  
201.94 521.91  
202.57 522.08  
203.22 522.26  
203.86 522.44  
204.50 522.61  
205.14 522.79  
205.77 522.97  
206.40 523.14  
207.03 523.32  
207.66 523.49  
208.29 523.67  
208.92 523.84  
209.55 524.02  
210.18 524.20  
210.81 524.38  
211.52 524.58  
212.31 524.81  
213.41 525.13  
215.54 525.75

Fattore di sicurezza (FS) 1.3274 - N.10 -- X Y Lambda= 1.0000

206.63 523.89  
208.03 523.94  
208.73 523.97  
209.20 524.00  
209.62 524.05  
210.01 524.10  
210.38 524.17  
210.76 524.24  
211.15 524.33  
211.57 524.43  
211.99 524.54  
212.39 524.64  
212.79 524.74  
213.19 524.84  
213.59 524.94  
213.99 525.04  
214.38 525.14  
214.78 525.24  
215.18 525.34  
215.57 525.44  
215.97 525.55  
216.37 525.65  
216.77 525.75  
217.17 525.85  
217.56 525.95  
217.96 526.05  
218.36 526.15  
218.75 526.25  
219.15 526.35  
219.55 526.45  
220.00 526.57  
220.49 526.69  
221.19 526.87  
222.53 527.21

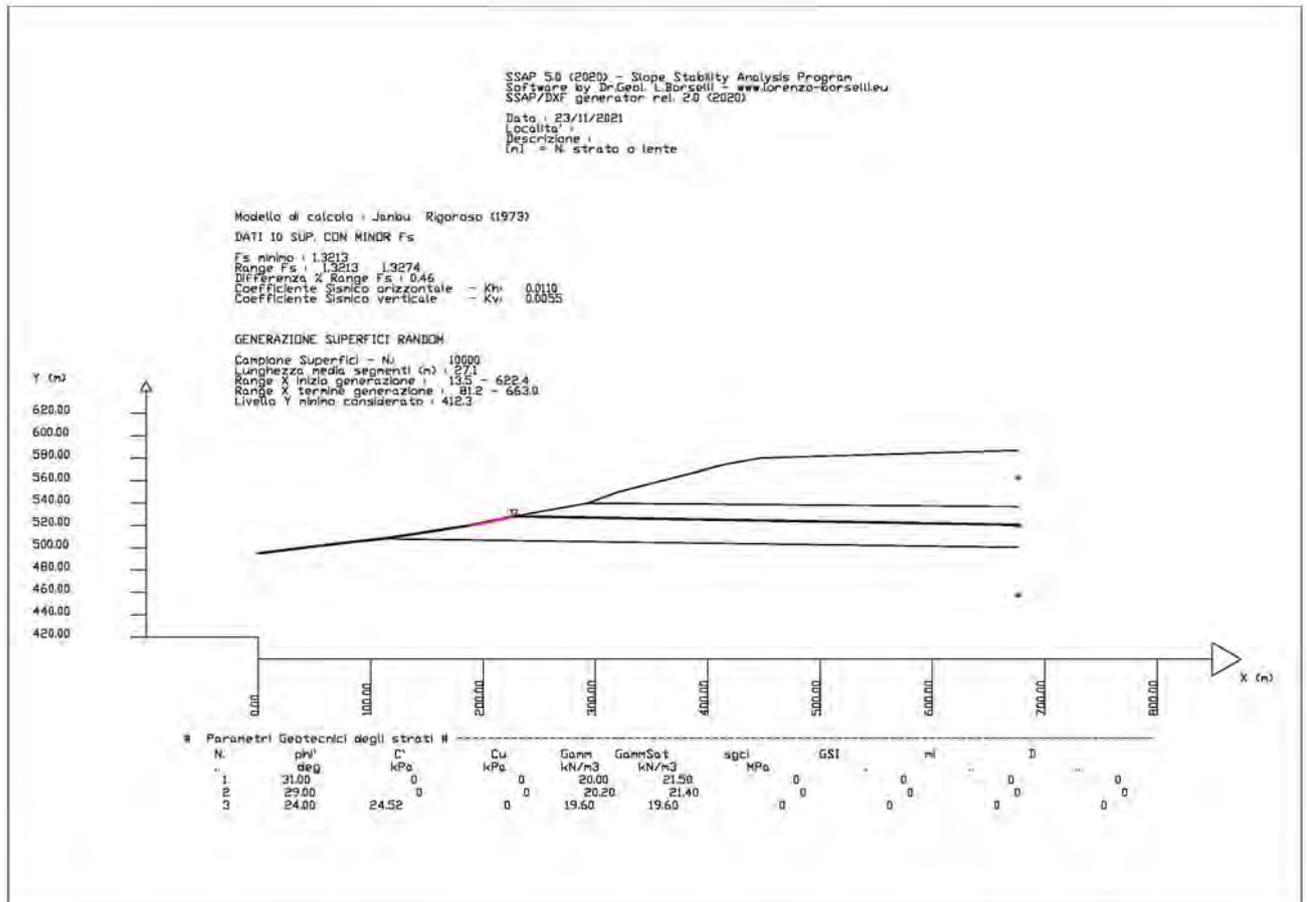
----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----  
# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*  
# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.321	54.0	40.9	5.0	Surplus
2	1.323	27.2	20.6	2.5	Surplus
3	1.325	105.6	79.7	10.0	Surplus
4	1.325	30.7	23.2	2.9	Surplus
5	1.326	26.2	19.8	2.5	Surplus
6	1.327	120.3	90.7	11.5	Surplus
7	1.327	94.3	71.0	9.0	Surplus
8	1.327	101.7	76.6	9.8	Surplus
9	1.327	95.6	72.0	9.2	Surplus
10	1.327	27.1	20.4	2.6	Surplus

Esito analisi: **SURPLUS di RESISTENZA!**

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 2.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento  
FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento



**IMPORTANTE!** : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
190.428	0.276	6.82	0.07	0.46	0.12	29.00	0.00
190.704	0.276	6.82	0.22	0.46	0.36	29.00	0.00

190.980	0.276	6.82	0.37	0.46	0.61	29.00	0.00
191.257	0.276	6.82	0.51	0.46	0.85	29.00	0.00
191.533	0.276	6.82	0.66	0.46	1.09	29.00	0.00
191.810	0.276	6.82	0.81	0.46	1.37	29.00	0.00
192.086	0.276	6.82	0.95	0.46	1.60	29.00	0.00
192.363	0.276	6.82	1.10	0.46	1.84	29.00	0.00
192.639	0.031	6.82	0.13	0.46	2.06	29.00	0.00
192.670	0.276	7.18	1.26	0.46	2.08	29.00	0.00
192.946	0.276	7.18	1.40	0.46	2.29	29.00	0.00
193.223	0.276	7.18	1.53	0.46	2.50	29.00	0.00
193.499	0.276	7.18	1.67	0.46	2.70	29.00	0.00
193.776	0.035	7.18	0.22	0.46	2.90	29.00	0.00
193.810	0.276	7.85	1.81	0.46	2.92	29.00	0.00
194.087	0.276	7.85	1.93	0.46	3.12	29.00	0.00
194.363	0.251	7.85	1.85	0.46	3.32	29.00	0.00
194.614	0.276	8.56	2.14	0.46	3.48	29.00	0.00
194.891	0.276	8.56	2.24	0.46	3.64	29.00	0.00
195.167	0.161	8.56	1.35	0.46	3.80	29.00	0.00
195.328	0.276	9.45	2.38	0.46	3.88	29.00	0.00
195.605	0.276	9.45	2.45	0.46	4.00	29.00	0.00
195.881	0.093	9.45	0.84	0.46	4.10	29.00	0.00
195.974	0.276	10.11	2.53	0.46	4.13	29.00	0.00
196.251	0.276	10.11	2.58	0.46	4.21	29.00	0.00
196.527	0.082	10.11	0.78	0.46	4.28	29.00	0.00
196.610	0.276	10.78	2.64	0.46	4.30	29.00	0.00
196.886	0.276	10.78	2.67	0.46	4.35	29.00	0.00
197.162	0.089	10.78	0.86	0.46	4.39	29.00	0.00
197.251	0.276	11.43	2.70	0.46	4.40	29.00	0.00
197.528	0.276	11.43	2.71	0.46	4.43	29.00	0.00
197.804	0.096	11.43	0.94	0.46	4.44	29.00	0.00
197.900	0.276	12.04	2.71	0.46	4.45	29.00	0.00
198.176	0.276	12.04	2.71	0.46	4.45	29.00	0.00
198.452	0.115	12.04	1.13	0.46	4.45	29.00	0.00
198.568	0.276	12.04	2.70	0.46	4.44	29.00	0.00
198.844	0.276	12.04	2.69	0.46	4.43	29.00	0.00
199.121	0.112	12.04	1.09	0.46	4.42	29.00	0.00
199.233	0.276	12.04	2.68	0.46	4.42	29.00	0.00
199.509	0.276	12.04	2.67	0.46	4.41	29.00	0.00
199.786	0.106	12.04	1.02	0.46	4.39	29.00	0.00
199.892	0.276	12.04	2.66	0.46	4.39	29.00	0.00
200.168	0.276	12.04	2.65	0.46	4.38	29.00	0.00
200.445	0.105	12.04	1.01	0.46	4.37	29.00	0.00
200.550	0.276	12.04	2.64	0.46	4.36	29.00	0.00
200.826	0.276	12.04	2.64	0.46	4.35	29.00	0.00
201.103	0.099	12.04	0.94	0.46	4.34	29.00	0.00
201.201	0.276	12.04	2.63	0.46	4.33	29.00	0.00
201.478	0.276	12.04	2.62	0.46	4.32	29.00	0.00
201.754	0.103	12.04	0.97	0.46	4.31	29.00	0.00
201.857	0.276	12.04	2.61	0.46	4.30	29.00	0.00
202.133	0.276	12.04	2.60	0.46	4.29	29.00	0.00
202.410	0.100	12.04	0.94	0.46	4.28	29.00	0.00
202.510	0.276	12.04	2.59	0.46	4.28	29.00	0.00
202.786	0.276	12.04	2.58	0.46	4.26	29.00	0.00
203.063	0.101	12.04	0.94	0.46	4.25	29.00	0.00
203.163	0.276	12.04	2.57	0.46	4.25	29.00	0.00
203.440	0.276	12.04	2.57	0.46	4.24	29.00	0.00
203.716	0.096	12.04	0.89	0.46	4.22	29.00	0.00
203.812	0.276	12.04	2.56	0.46	4.22	29.00	0.00
204.088	0.276	12.04	2.55	0.46	4.21	29.00	0.00
204.365	0.101	12.04	0.93	0.46	4.20	29.00	0.00
204.466	0.276	12.04	2.54	0.46	4.19	29.00	0.00
204.742	0.276	12.04	2.53	0.46	4.18	29.00	0.00

205.018	0.100	12.04	0.92	0.46	4.17	29.00	0.00
205.119	0.276	12.04	2.52	0.46	4.16	29.00	0.00
205.395	0.276	12.04	2.52	0.46	4.15	29.00	0.00
205.671	0.102	12.04	0.93	0.46	4.14	29.00	0.00
205.774	0.276	12.04	2.51	0.46	4.13	29.00	0.00
206.050	0.276	12.04	2.50	0.46	4.12	29.00	0.00
206.327	0.099	12.04	0.89	0.46	4.11	29.00	0.00
206.425	0.276	12.04	2.49	0.46	4.11	29.00	0.00
206.702	0.276	12.04	2.48	0.46	4.09	29.00	0.00
206.978	0.105	12.04	0.94	0.46	4.08	29.00	0.00
207.083	0.276	12.05	2.47	0.46	4.08	29.00	0.00
207.359	0.276	12.05	2.46	0.46	4.06	29.00	0.00
207.636	0.104	12.05	0.93	0.46	4.05	29.00	0.00
207.740	0.276	12.05	2.45	0.46	4.05	29.00	0.00
208.016	0.276	12.05	2.45	0.46	4.03	29.00	0.00
208.293	0.109	12.05	0.97	0.46	4.02	29.00	0.00
208.402	0.276	12.05	2.44	0.46	4.01	29.00	0.00
208.679	0.276	12.05	2.43	0.46	3.99	29.00	0.00
208.955	0.110	12.05	0.97	0.46	3.96	29.00	0.00
209.065	0.276	12.52	2.41	0.46	3.95	29.00	0.00
209.342	0.276	12.52	2.39	0.46	3.92	29.00	0.00
209.618	0.097	12.52	0.83	0.46	3.87	29.00	0.00
209.715	0.276	13.01	2.35	0.46	3.85	29.00	0.00
209.991	0.276	13.01	2.32	0.46	3.80	29.00	0.00
210.268	0.092	13.01	0.76	0.46	3.73	29.00	0.00
210.359	0.276	13.50	2.26	0.46	3.70	29.00	0.00
210.636	0.276	13.50	2.21	0.46	3.62	29.00	0.00
210.912	0.088	13.50	0.69	0.46	3.53	29.00	0.00
211.000	0.276	13.99	2.13	0.46	3.50	29.00	0.00
211.276	0.276	13.99	2.07	0.46	3.40	29.00	0.00
211.553	0.095	13.99	0.69	0.46	3.28	29.00	0.00
211.648	0.276	14.64	1.97	0.46	3.24	29.00	0.00
211.924	0.276	14.64	1.88	0.46	3.11	29.00	0.00
212.200	0.168	14.64	1.10	0.46	2.97	29.00	0.00
212.368	0.276	15.15	1.74	0.46	2.88	29.00	0.00
212.644	0.276	15.15	1.63	0.46	2.71	29.00	0.00
212.921	0.254	15.15	1.41	0.46	2.52	29.00	0.00
213.175	0.276	15.64	1.43	0.46	2.34	29.00	0.00
213.452	0.276	15.64	1.31	0.46	2.14	29.00	0.00
213.728	0.276	15.64	1.20	0.46	1.96	29.00	0.00
214.004	0.276	15.64	1.08	0.46	1.77	29.00	0.00
214.281	0.036	15.64	0.13	0.46	1.59	29.00	0.00
214.317	0.276	15.90	0.95	0.46	1.57	29.00	0.00
214.593	0.276	15.90	0.82	0.46	1.38	29.00	0.00
214.870	0.276	15.90	0.70	0.46	1.19	29.00	0.00
215.146	0.276	15.90	0.57	0.46	0.99	29.00	0.00
215.423	0.276	15.90	0.45	0.46	0.74	29.00	0.00
215.699	0.276	15.90	0.32	0.46	0.53	29.00	0.00
215.976	0.276	15.90	0.20	0.46	0.32	29.00	0.00
216.252	0.276	15.90	0.07	0.46	0.12	29.00	0.00
216.528	0.019	15.90	0.00	0.46	0.01	29.00	0.00

**LEGENDA SIMBOLI**

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
W(kN/m)	: Forza peso concio
ru(-)	: Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa)	: Pressione totale dei pori base concio
phi'(°)	: Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa)	: Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

**TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS**

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)			
190.428	0.000	520.507	0.142	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	4.1949858558E-003	0.044	4.093	0.617		
190.704	0.006	520.546	0.142	4.0469658771E-003	5.5430905145E-007	2.5086717478E-002	0.044	4.093	0.617			
190.980	0.013	520.586	0.143	1.3868740960E-002	5.5430905145E-007	6.1469266726E-002	0.044	5.907	1.073			
191.257	0.019	520.626	0.146	3.8029145411E-002	5.5430905145E-007	1.2563682499E-001	0.044	5.327	1.634			
191.533	0.027	520.666	0.164	8.3324802015E-002	5.5430905145E-007	2.3226573091E-001	0.044	3.068	1.793			
191.810	0.044	520.716	0.165	1.6643308103E-001	5.5430905145E-007	2.9970363791E-001	0.044	1.938	1.613			
192.086	0.053	520.758	0.153	2.4901057269E-001	5.5430905145E-007	3.1332481285E-001	0.044	1.556	1.463			
192.363	0.063	520.801	0.153	3.3964907351E-001	5.7582454900E-002	3.3804573240E-001	2.789	1.364	1.373			
192.639	0.071	520.842	0.147	4.3589308131E-001	8.2161520127E-002	3.2760349915E-001	1.615	1.235	1.297			
192.670	0.071	520.846	0.144	4.4598646857E-001	8.4808455320E-002	3.3104128167E-001	1.584	1.224	1.290			
192.946	0.077	520.886	0.147	5.5164604213E-001	1.1294131784E-001	4.0162516997E-001	1.351	1.140	1.227			
193.223	0.083	520.928	0.150	6.6801772676E-001	1.4400599395E-001	4.3384972588E-001	1.217	1.083	1.179			
193.499	0.090	520.969	0.156	7.9149206699E-001	1.7702589350E-001	4.7021560908E-001	1.130	1.052	1.148			
193.776	0.099	521.014	0.160	9.2796797667E-001	2.1311414964E-001	4.7526805308E-001	1.052	1.043	1.133			
193.810	0.100	521.019	0.166	9.4445841096E-001	2.1742655285E-001	4.7773571758E-001	1.049	1.043	1.133			
194.087	0.108	521.065	0.175	1.0870237829E+000	2.5437323852E-001	5.3604673430E-001	1.023	1.054	1.133			
194.363	0.121	521.116	0.181	1.2408022155E+000	2.9251083778E-001	5.4444795855E-001	0.983	1.080	1.144			
194.614	0.131	521.161	0.181	1.3747027538E+000	3.2382218598E-001	5.2493650588E-001	0.942	1.116	1.163			
194.891	0.140	521.211	0.190	1.5171463480E+000	3.5602920926E-001	5.1987798366E-001	0.903	1.162	1.189			
195.167	0.153	521.266	0.191	1.6621079550E+000	3.8653381042E-001	4.9389668243E-001	0.859	1.213	1.218			
195.328	0.157	521.294	0.181	1.7388321119E+000	4.0159695062E-001	4.5875305816E-001	0.842	1.242	1.235			
195.605	0.162	521.345	0.183	1.8574172181E+000	4.2391291492E-001	3.9993944659E-001	0.809	1.286	1.261			
195.881	0.167	521.396	0.183	1.9599314482E+000	4.4205498408E-001	3.5152867424E-001	0.777	1.323	1.285			
195.974	0.168	521.413	0.189	1.9920876861E+000	4.4773613969E-001	3.3457701577E-001	0.772	1.334	1.292			
196.251	0.172	521.465	0.191	2.0760198312E+000	4.6232141253E-001	2.8679447843E-001	0.753	1.360	1.312			
196.527	0.175	521.518	0.191	2.1506368599E+000	4.7514722596E-001	2.4490091544E-001	0.736	1.379	1.330			
196.610	0.176	521.534	0.195	2.1702200866E+000	4.7864698746E-001	2.3184707294E-001	0.734	1.383	1.335			
196.886	0.178	521.588	0.197	2.2291364241E+000	4.8933138657E-001	1.9009078060E-001	0.727	1.394	1.349			
197.162	0.180	521.643	0.198	2.2753083589E+000	4.9833013672E-001	1.5261025938E-001	0.719	1.399	1.362			
197.251	0.181	521.661	0.202	2.2884498106E+000	5.0097758864E-001	1.3988137587E-001	0.720	1.400	1.366			
197.528	0.181	521.716	0.203	2.3201520870E+000	5.0749214132E-001	9.2225649379E-002	0.720	1.401	1.377			
197.804	0.182	521.773	0.207	2.3394351036E+000	5.1172565244E-001	5.4887383093E-002	0.717	1.400	1.386			
197.900	0.182	521.793	0.209	2.3441886979E+000	5.1283817088E-001	4.3187450731E-002	0.718	1.400	1.389			
198.176	0.181	521.851	0.210	2.3508827044E+000	5.1466992729E-001	8.3068550492E-003	0.722	1.397	1.396			
198.452	0.180	521.909	0.213	2.3487809934E+000	5.071574372E-001	-1.6014202772E-002	0.720	1.395	1.401			
198.568	0.181	521.934	0.213	2.3465290021E+000	5.1400399446E-001	-2.3051972226E-002	0.722	1.395	1.403			
198.844	0.180	521.993	0.212	2.3378200518E+000	5.1186488429E-001	-3.8090027010E-002	0.726	1.393	1.406			
199.121	0.180	522.051	0.213	2.3254716151E+000	5.0863371068E-001	-4.7497956833E-002	0.722	1.393	1.408			
199.233	0.180	522.075	0.212	2.3200044511E+000	5.071574372E-001	-4.9429588654E-002	0.724	1.392	1.409			
199.509	0.180	522.134	0.212	2.3058088552E+000	5.0321736183E-001	-5.2048892751E-002	0.725	1.392	1.411			
199.786	0.179	522.193	0.212	2.2912301560E+000	4.9914015644E-001	-5.2995542953E-002	0.721	1.392	1.412			
199.892	0.179	522.215	0.211	2.2856097151E+000	4.9756383987E-001	-5.2995691823E-002	0.722	1.392	1.412			
200.168	0.178	522.273	0.210	2.2710308673E+000	4.9357854452E-001	-5.2712029455E-002	0.723	1.392	1.413			
200.445	0.178	522.331	0.211	2.2564688169E+000	4.8995547144E-001	-5.3126228642E-002	0.719	1.391	1.413			
200.550	0.178	522.354	0.211	2.2508524511E+000	4.8858384569E-001	-5.3012576157E-002	0.721	1.391	1.414			
200.826	0.176	522.412	0.210	2.2364042189E+000	4.8518305968E-001	-5.2175796115E-002	0.723	1.390	1.414			
201.103	0.176	522.470	0.211	2.2220079998E+000	4.8218591613E-001	-5.3062370973E-002	0.720	1.388	1.415			
201.201	0.176	522.491	0.211	2.2167416817E+000	4.8107783425E-001	-5.2976471433E-002	0.722	1.387	1.415			
201.478	0.175	522.549	0.210	2.2024357723E+000	4.7806990392E-001	-5.1683100235E-002	0.725	1.386	1.415			
201.754	0.174	522.607	0.211	2.1881696084E+000	4.7526306848E-001	-5.2668352391E-002	0.723	1.384	1.415			
201.857	0.174	522.629	0.211	2.1827296466E+000	4.7414733903E-001	-5.2612692812E-002	0.725	1.383	1.415			
202.133	0.173	522.687	0.210	2.1685203482E+000	4.711783087E-001	-5.1410734555E-002	0.729	1.381	1.414			
202.410	0.172	522.745	0.212	2.1543081458E+000	4.6832510690E-001	-5.2831488996E-002	0.726	1.378	1.413			
202.510	0.173	522.767	0.212	2.1489644367E+000	4.6717221117E-001	-5.2782236249E-002	0.728	1.377	1.413			
202.786	0.172	522.825	0.210	2.1348034153E+000	4.6395068417E-001	-5.1096630460E-002	0.731	1.375	1.412			
203.063	0.171	522.883	0.212	2.1207165827E+000	4.6090073020E-001	-5.2268537312E-002	0.728	1.373	1.412			
203.163	0.171	522.905	0.211	2.1153908697E+000	4.5970952450E-001	-5.2214674268E-002	0.730	1.372	1.411			
203.440	0.170	522.963	0.209	2.1013596850E+000	4.5649315159E-001	-5.0681169667E-002	0.733	1.369	1.410			
203.716	0.169	523.020	0.212	2.0873726958E+000	4.5356535448E-001	-5.2195042613E-002	0.730	1.366	1.409			
203.812	0.169	523.041	0.212	2.0823350163E+000	4.5247997532E-001	-5.2164937582E-002	0.732	1.366	1.409			
204.088	0.168	523.099	0.209	2.0683804322E+000	4.4939062655E-001	-5.0440959732E-002	0.736	1.363	1.408			
204.365	0.167	523.157	0.211	2.0544496381E+000	4.4659002699E-001	-5.1759499846E-002	0.734	1.360	1.407			
204.466	0.168	523.179	0.212	2.0491746611E+000	4.4550078452E-001	-5.1752697007E-002	0.736	1.359	1.406			
204.742	0.167	523.237	0.210	2.0352508966E+000	4.4253130690E-001	-5.0396777421E-002	0.740	1.356	1.405			
205.018	0.166	523.295	0.212	2.0213137083E+000	4.3971494854E-001	-5.1876938699E-002	0.737	1.353	1.403			
205.119	0.166	523.317	0.212	2.0160655361E+000	4.3859517127E-001	-5.1872927783E-002	0.740	1.352	1.403			
205.395	0.165	523.375	0.210	2.0021325165E+000	4.3543006325E-001	-5.0293037631E-002	0.744	1.350	1.401			
205.671	0.164	523.433	0.211	1.9882619339E+000	4.3240129979E-001	-5.1286895247E-002	0.741	1.347	1.400			
205.774	0.165	523.455	0.212	1.9829635352E+000	4.3122032738E-001	-5.1272093520E-002	0.743	1.346	1.399			
206.050	0.164	523.513	0.210	1.9691080788E+000	4.2802542681E-001	-5.0056719529E-002	0.747	1.343	1.397			
206.327	0.163	523.571	0.211	1.9552905773E+000	4.2501223057E-001	-5.1110508265E-002	0.744	1.340	1.395			
206.425	0.163	523.592	0.212	1.9502121657E+000	4.2389704583E-001	-5.1103095482E-002	0.746	1.339	1.395			
206.702	0.162	523.650	0.210	1.9364024580E+000	4.2079415830E-001	-4.9883495382E-002	0.750	1.336	1.393			
206.978	0.161	523.708	0.211	1.9226349716E+000	4.1794889578E-001	-5.0521025174E-002	0.748	1.333	1.390			

207.083	0.161	523.731	0.211	1.9173223208E+000	4.1684722863E-001	-5.0510002278E-002	0.751	1.333	1.389
207.359	0.160	523.789	0.210	1.9035659332E+000	4.1391609362E-001	-4.9599579435E-002	0.755	1.331	1.387
207.636	0.159	523.847	0.211	1.8899020846E+000	4.1097556127E-001	-5.0512685237E-002	0.752	1.330	1.384
207.740	0.159	523.869	0.212	1.8845887527E+000	4.0977801787E-001	-5.1053209894E-002	0.755	1.329	1.382
208.016	0.159	523.927	0.212	1.8703797014E+000	4.0635621612E-001	-5.3903933507E-002	0.759	1.329	1.379
208.293	0.158	523.986	0.213	1.8547889317E+000	4.0228764543E-001	-6.0261744351E-002	0.755	1.329	1.376
208.402	0.158	524.010	0.213	1.8480295801E+000	4.0041984352E-001	-6.2960690429E-002	0.757	1.329	1.375
208.679	0.158	524.068	0.213	1.8298077187E+000	3.9513976877E-001	-7.3761099894E-002	0.758	1.328	1.373
208.955	0.158	524.127	0.215	1.8072520815E+000	3.8853247028E-001	-9.1929327859E-002	0.752	1.326	1.372
209.065	0.159	524.152	0.216	1.7966625212E+000	3.8543027205E-001	-9.8952591859E-002	0.753	1.325	1.372
209.342	0.157	524.211	0.215	1.7672983206E+000	3.7684747261E-001	-1.1920879920E-001	0.752	1.320	1.373
209.618	0.155	524.271	0.218	1.7307600787E+000	3.6658593994E-001	-1.4831880719E-001	0.744	1.312	1.374
209.715	0.155	524.292	0.219	1.7158537564E+000	3.6251317779E-001	-1.5662861366E-001	0.745	1.307	1.374
209.991	0.152	524.352	0.217	1.6704604043E+000	3.5034700014E-001	-1.7906347327E-001	0.745	1.294	1.372
210.268	0.148	524.412	0.221	1.6168617329E+000	3.3691135240E-001	-2.1384321859E-001	0.740	1.274	1.366
210.359	0.148	524.434	0.222	1.5966354960E+000	3.3200800867E-001	-2.2183146634E-001	0.742	1.266	1.362
210.636	0.142	524.494	0.218	1.5341761065E+000	3.1719694309E-001	-2.3727890503E-001	0.747	1.241	1.348
210.912	0.136	524.554	0.218	1.4654601171E+000	3.0213827851E-001	-2.5755220037E-001	0.749	1.212	1.325
211.000	0.134	524.573	0.222	1.4426266598E+000	2.9735463539E-001	-2.6532932137E-001	0.754	1.202	1.317
211.276	0.127	524.635	0.220	1.3649844811E+000	2.8658593994E-001	-2.8591475125E-001	0.775	1.168	1.285
211.553	0.117	524.695	0.220	1.2845638273E+000	2.6735851949E-001	-3.1318294115E-001	0.794	1.135	1.250
211.648	0.116	524.717	0.230	1.2541878897E+000	2.6203106667E-001	-3.2272486091E-001	0.808	1.124	1.237
211.924	0.107	524.780	0.228	1.1634300689E+000	2.4624113521E-001	-3.3078586279E-001	0.855	1.092	1.201
212.200	0.097	524.843	0.228	1.0713188696E+000	2.3033127743E-001	-3.3985428651E-001	0.904	1.067	1.168
212.368	0.092	524.881	0.243	1.0137152986E+000	2.2030951060E-001	-3.5546851733E-001	0.949	1.055	1.151
212.644	0.087	524.951	0.262	9.1016631509E-001	2.0102509773E-001	-3.8698313273E-001	1.040	1.043	1.127
212.921	0.087	525.026	0.274	7.9977862758E-001	1.7752158059E-001	-3.9709470718E-001	1.120	1.056	1.114
213.175	0.089	525.096	0.268	6.9928668501E-001	1.5407471720E-001	-3.7799548680E-001	1.215	1.088	1.110
213.452	0.083	525.168	0.257	5.9991454202E-001	1.2901502428E-001	-3.4473807824E-001	1.298	1.154	1.113
213.728	0.076	525.238	0.251	5.0870443325E-001	1.0465753968E-001	-3.1823063721E-001	1.381	1.261	1.121
214.004	0.067	525.307	0.239	4.2398645271E-001	8.1542636117E-002	-2.8148673171E-001	1.457	1.410	1.129
214.281	0.053	525.370	0.228	3.5308955182E-001	6.2232226589E-002	-2.4401344755E-001	1.486	1.591	1.134
214.317	0.051	525.378	0.231	3.4429317689E-001	5.9875175859E-002	-2.4094633571E-001	1.511	1.618	1.135
214.593	0.036	525.442	0.238	2.8070123533E-001	4.3719952837E-002	-2.2123478187E-001	1.792	1.822	1.131
214.870	0.025	525.510	0.257	2.2198750323E-001	3.0267388063E-002	-2.1817555879E-001	2.520	2.011	1.119
215.146	0.021	525.585	0.281	1.6008679817E-001	5.5430905145E-007	-2.3066146847E-001	0.044	2.271	1.096
215.423	0.023	525.665	0.277	9.4470455273E-002	5.5430905145E-007	-1.9559177114E-001	0.044	2.083	1.044
215.699	0.017	525.738	0.263	5.1957402197E-002	5.5430905145E-007	-1.2915245985E-001	0.044	1.409	0.993
215.976	0.011	525.811	0.264	2.3070838659E-002	5.5430905145E-007	-8.3265887310E-002	0.044	1.047	0.943
216.252	0.006	525.884	0.265	5.9253526487E-003	5.5430905145E-007	-4.1690679089E-002	0.044	0.678	0.740
216.528	0.000	525.957	0.265	2.2895888477E-005	5.5430905145E-007	-2.5022558958E-003	0.044	4.345	2.335

**LEGENDA SIMBOLI**

- X(m) : Ascissa sinistra concio
- ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
- yt(m) : coordinata Y linea di trust
- yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
- E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
- T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
- E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
- Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
- FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
- FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

**TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS**

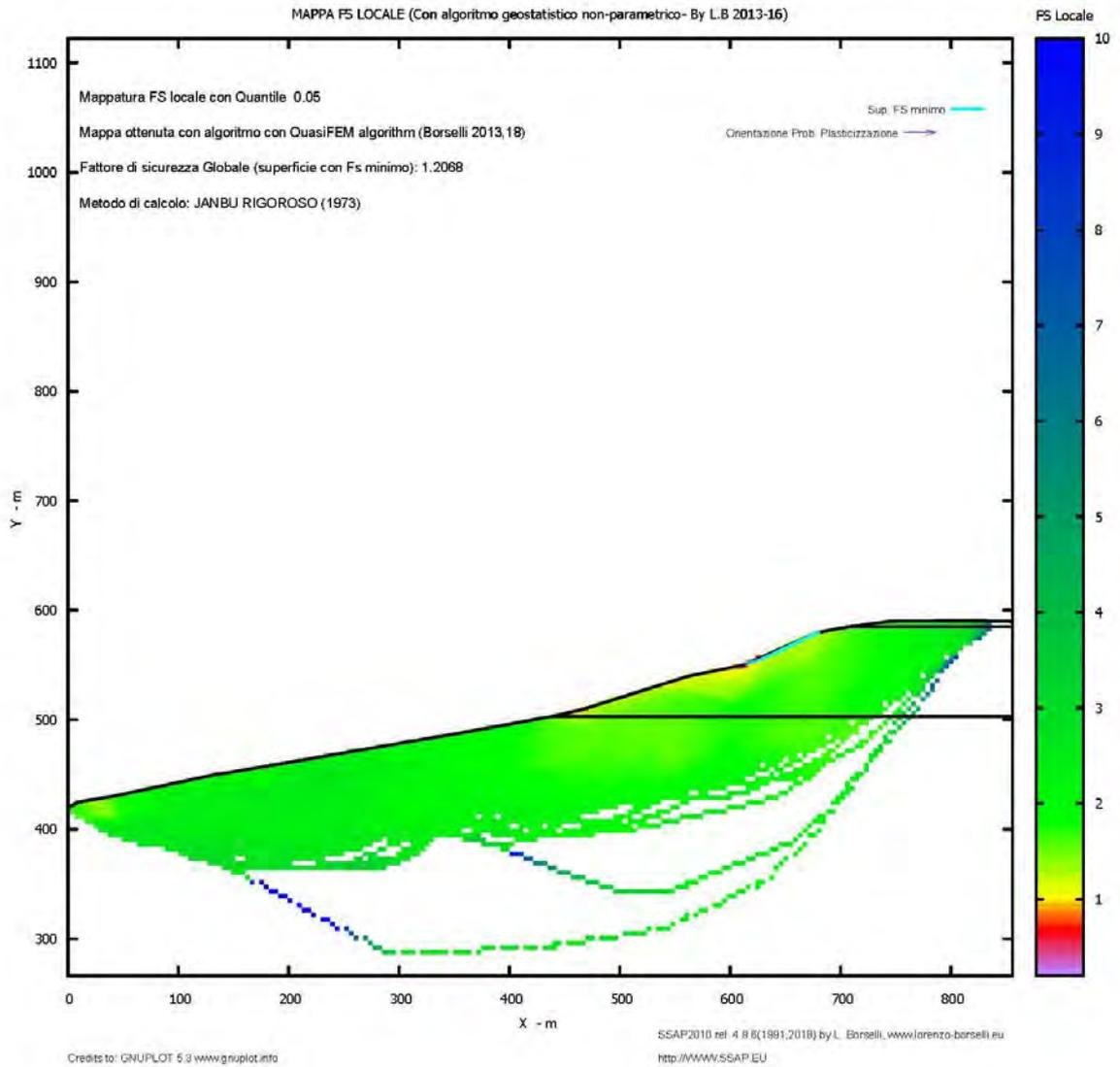
X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
190.428	0.276	0.278	6.816	0.034	0.010	0.078	0.022
190.704	0.276	0.278	6.816	0.103	0.029	0.234	0.065
190.980	0.276	0.278	6.816	0.171	0.048	0.389	0.108
191.257	0.276	0.278	6.816	0.239	0.067	0.545	0.152
191.533	0.276	0.278	6.816	0.308	0.086	0.701	0.195
191.810	0.276	0.278	6.816	0.376	0.105	0.834	0.232
192.086	0.276	0.278	6.816	0.444	0.124	1.078	0.300
192.363	0.276	0.278	6.816	0.513	0.143	1.189	0.331
192.639	0.031	0.031	6.816	0.551	0.017	1.228	0.038
192.670	0.276	0.279	7.175	0.614	0.171	1.368	0.381
192.946	0.276	0.279	7.175	0.681	0.190	1.525	0.425
193.223	0.276	0.279	7.175	0.747	0.208	1.683	0.469
193.499	0.276	0.279	7.175	0.814	0.227	1.845	0.514
193.776	0.035	0.035	7.175	0.851	0.030	1.882	0.066
193.810	0.276	0.279	7.845	0.958	0.267	1.992	0.556

194.087	0.276	0.279	7.845	1.019	0.284	2.114	0.590
194.363	0.251	0.253	7.845	1.078	0.273	2.218	0.562
194.614	0.276	0.280	8.561	1.224	0.342	2.307	0.645
194.891	0.276	0.280	8.561	1.279	0.357	2.402	0.672
195.167	0.161	0.163	8.561	1.322	0.215	2.457	0.400
195.328	0.276	0.280	9.448	1.484	0.416	2.505	0.702
195.605	0.276	0.280	9.448	1.528	0.428	2.568	0.720
195.881	0.093	0.094	9.448	1.557	0.147	2.601	0.246
195.974	0.276	0.281	10.113	1.680	0.472	2.632	0.739
196.251	0.276	0.281	10.113	1.713	0.481	2.683	0.753
196.527	0.082	0.084	10.113	1.735	0.145	2.707	0.227
196.610	0.276	0.281	10.780	1.853	0.521	2.716	0.764
196.886	0.276	0.281	10.780	1.874	0.527	2.744	0.772
197.162	0.089	0.090	10.780	1.888	0.171	2.760	0.250
197.251	0.276	0.282	11.425	1.997	0.563	2.749	0.775
197.528	0.276	0.282	11.425	2.005	0.565	2.754	0.777
197.804	0.096	0.097	11.425	2.011	0.196	2.759	0.269
197.900	0.276	0.283	12.039	2.105	0.595	2.729	0.771
198.176	0.276	0.283	12.039	2.100	0.593	2.711	0.766
198.452	0.115	0.118	12.039	2.096	0.247	2.703	0.319
198.568	0.276	0.283	12.039	2.092	0.591	2.694	0.761
198.844	0.276	0.283	12.039	2.086	0.590	2.683	0.758
199.121	0.112	0.115	12.039	2.082	0.239	2.679	0.308
199.233	0.276	0.283	12.039	2.078	0.587	2.672	0.755
199.509	0.276	0.283	12.039	2.073	0.586	2.665	0.753
199.786	0.106	0.108	12.039	2.069	0.224	2.662	0.288
199.892	0.276	0.283	12.039	2.065	0.584	2.655	0.750
200.168	0.276	0.283	12.039	2.059	0.582	2.648	0.748
200.445	0.105	0.108	12.039	2.055	0.221	2.645	0.285
200.550	0.276	0.283	12.039	2.051	0.580	2.638	0.746
200.826	0.276	0.283	12.039	2.046	0.578	2.631	0.744
201.103	0.099	0.101	12.039	2.042	0.206	2.628	0.265
201.201	0.276	0.283	12.039	2.038	0.576	2.621	0.741
201.478	0.276	0.283	12.039	2.033	0.574	2.614	0.739
201.754	0.103	0.105	12.039	2.029	0.213	2.611	0.274
201.857	0.276	0.283	12.039	2.025	0.572	2.604	0.736
202.133	0.276	0.283	12.039	2.019	0.571	2.597	0.734
202.410	0.100	0.102	12.039	2.015	0.206	2.594	0.266
202.510	0.276	0.283	12.039	2.012	0.569	2.587	0.731
202.786	0.276	0.283	12.039	2.006	0.567	2.580	0.729
203.063	0.101	0.103	12.039	2.002	0.207	2.576	0.266
203.163	0.276	0.283	12.039	1.998	0.565	2.569	0.726
203.440	0.276	0.283	12.039	1.993	0.563	2.562	0.724
203.716	0.096	0.098	12.039	1.989	0.194	2.559	0.250
203.812	0.276	0.283	12.040	1.985	0.561	2.553	0.721
204.088	0.276	0.283	12.040	1.979	0.559	2.545	0.719
204.365	0.101	0.103	12.040	1.976	0.204	2.542	0.262
204.466	0.276	0.283	12.041	1.972	0.557	2.535	0.717
204.742	0.276	0.283	12.041	1.966	0.556	2.528	0.715
205.018	0.100	0.102	12.041	1.962	0.201	2.525	0.259
205.119	0.276	0.283	12.042	1.959	0.554	2.518	0.712
205.395	0.276	0.283	12.042	1.953	0.552	2.511	0.710
205.671	0.102	0.105	12.042	1.949	0.204	2.507	0.263
205.774	0.276	0.283	12.043	1.945	0.550	2.500	0.707
206.050	0.276	0.283	12.043	1.939	0.548	2.493	0.705
206.327	0.099	0.101	12.043	1.936	0.195	2.490	0.251
206.425	0.276	0.283	12.044	1.932	0.546	2.483	0.702
206.702	0.276	0.283	12.044	1.926	0.544	2.476	0.700
206.978	0.105	0.107	12.044	1.922	0.206	2.473	0.264
207.083	0.276	0.283	12.045	1.918	0.542	2.465	0.697
207.359	0.276	0.283	12.045	1.913	0.541	2.458	0.695
207.636	0.104	0.107	12.045	1.909	0.204	2.455	0.262

207.740	0.276	0.283	12.046	1.905	0.538	2.448	0.692
208.016	0.276	0.283	12.046	1.899	0.537	2.440	0.690
208.293	0.109	0.112	12.046	1.895	0.212	2.438	0.273
208.402	0.276	0.283	12.047	1.891	0.534	2.432	0.687
208.679	0.276	0.283	12.047	1.885	0.533	2.427	0.686
208.955	0.110	0.113	12.047	1.881	0.212	2.431	0.274
209.065	0.276	0.283	12.520	1.936	0.548	2.397	0.679
209.342	0.276	0.283	12.520	1.919	0.543	2.374	0.672
209.618	0.097	0.099	12.520	1.907	0.189	2.369	0.235
209.715	0.276	0.284	13.005	1.954	0.554	2.320	0.658
209.991	0.276	0.284	13.005	1.924	0.546	2.282	0.647
210.268	0.092	0.094	13.005	1.904	0.179	2.272	0.214
210.359	0.276	0.284	13.499	1.940	0.552	2.209	0.628
210.636	0.276	0.284	13.499	1.896	0.539	2.156	0.613
210.912	0.088	0.090	13.499	1.867	0.168	2.142	0.193
211.000	0.276	0.285	13.988	1.890	0.538	2.064	0.588
211.276	0.276	0.285	13.988	1.831	0.522	1.999	0.569
211.553	0.095	0.098	13.988	1.792	0.175	1.976	0.193
211.648	0.276	0.286	14.636	1.814	0.518	1.877	0.536
211.924	0.276	0.286	14.636	1.735	0.496	1.789	0.511
212.200	0.168	0.173	14.636	1.671	0.289	1.737	0.301
212.368	0.276	0.286	15.152	1.649	0.472	1.626	0.466
212.644	0.276	0.286	15.152	1.552	0.445	1.527	0.437
212.921	0.254	0.264	15.152	1.460	0.385	1.449	0.382
213.175	0.276	0.287	15.636	1.397	0.401	1.343	0.386
213.452	0.276	0.287	15.636	1.283	0.368	1.234	0.354
213.728	0.276	0.287	15.636	1.169	0.336	1.123	0.322
214.004	0.276	0.287	15.636	1.055	0.303	1.014	0.291
214.281	0.036	0.038	15.636	0.991	0.037	0.990	0.037
214.317	0.276	0.287	15.897	0.935	0.269	0.870	0.250
214.593	0.276	0.287	15.897	0.812	0.233	0.742	0.213
214.870	0.276	0.287	15.897	0.688	0.198	0.607	0.175
215.146	0.276	0.287	15.897	0.565	0.162	0.507	0.146
215.423	0.276	0.287	15.897	0.441	0.127	0.417	0.120
215.699	0.276	0.287	15.897	0.318	0.091	0.300	0.086
215.976	0.276	0.287	15.897	0.194	0.056	0.183	0.053
216.252	0.276	0.287	15.897	0.070	0.020	0.066	0.019
216.528	0.019	0.020	15.897	0.004	0.000	0.004	0.000

**LEGENDA SIMBOLI**

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
dl(m)	: lunghezza base concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa)	: Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m)	: Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa)	: Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m)	: Forza resistente al taglio su base concio



**10.2 SEZIONE DI VERIFICA A-D**

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	420.00	708.10	585.00	438.10	503.00	-	-
9.70	425.00	855.90	585.00	855.90	503.00	-	-
41.86	430.23	-	-	-	-	-	-
81.03	438.70	-	-	-	-	-	-
114.79	446.00	-	-	-	-	-	-
133.30	450.00	-	-	-	-	-	-
162.06	454.51	-	-	-	-	-	-
193.20	460.00	-	-	-	-	-	-
307.37	479.82	-	-	-	-	-	-
348.33	486.67	-	-	-	-	-	-
417.88	499.24	-	-	-	-	-	-
438.10	503.00	-	-	-	-	-	-
467.80	510.00	-	-	-	-	-	-
562.10	540.00	-	-	-	-	-	-
612.10	550.00	-	-	-	-	-	-
679.70	580.00	-	-	-	-	-	-
708.10	585.00	-	-	-	-	-	-
744.40	590.00	-	-	-	-	-	-
815.78	590.74	-	-	-	-	-	-
855.90	590.00	-	-	-	-	-	-

## ASSENZA DI FALDA ##

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	31.00	0.00	0.00	20.00	20.50	1.959	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	29.00	0.00	0.00	20.20	20.60	1.759	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	24.00	22.00	0.00	19.70	20.10	2.251	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 34.2 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 17.12 787.43

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 266.33

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 102.71 838.78

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0110

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0055

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali aggiuntive in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR  $F_s$  \*

Fattore di sicurezza (FS) 1.2173 - Min. - X Y Lambda= 1.0000

645.80	564.96
648.51	565.86
649.89	566.33
650.86	566.67
651.72	566.99
652.50	567.29
653.27	567.60
654.05	567.92
654.84	568.26
655.66	568.61
656.46	568.97
657.25	569.32
658.04	569.68
658.82	570.04
659.61	570.40
660.39	570.77
661.18	571.14
661.97	571.52
662.77	571.91
663.56	572.29
664.35	572.67
665.14	573.05
665.93	573.43
666.72	573.81
667.51	574.20
668.30	574.58
669.09	574.96
669.88	575.34
670.67	575.72
671.46	576.10
672.35	576.53
673.33	577.01
674.72	577.68
677.38	578.97

Fattore di sicurezza (FS) 1.2176 - N.2 -- X Y Lambda= 1.0000

621.55	554.20
624.96	555.30
626.68	555.88
627.89	556.30
628.96	556.70
629.94	557.08
630.89	557.47
631.86	557.88
632.84	558.31
633.86	558.78
634.87	559.24
635.86	559.70
636.85	560.16
637.84	560.62
638.82	561.09

639.81 561.55  
640.79 562.02  
641.78 562.50  
642.77 562.97  
643.76 563.44  
644.75 563.92  
645.74 564.39  
646.73 564.86  
647.71 565.34  
648.70 565.81  
649.68 566.28  
650.67 566.75  
651.66 567.23  
652.65 567.70  
653.63 568.17  
654.75 568.71  
655.98 569.30  
657.71 570.13  
661.04 571.72

Fattore di sicurezza (FS) 1.2190 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000

620.88 553.89  
623.25 554.65  
624.46 555.04  
625.31 555.33  
626.07 555.59  
626.75 555.84  
627.43 556.10  
628.11 556.37  
628.80 556.65  
629.52 556.95  
630.22 557.25  
630.91 557.55  
631.60 557.85  
632.28 558.16  
632.97 558.47  
633.65 558.79  
634.34 559.11  
635.04 559.45  
635.74 559.78  
636.43 560.12  
637.13 560.45  
637.82 560.78  
638.51 561.12  
639.21 561.45  
639.91 561.78  
640.60 562.12  
641.29 562.45  
641.98 562.79  
642.66 563.13  
643.35 563.48  
644.12 563.87  
644.98 564.31  
646.19 564.94  
648.54 566.17

Fattore di sicurezza (FS) 1.2191 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000

621.52 554.18  
626.61 555.88  
629.20 556.77  
631.03 557.41  
632.65 558.01

634.11 558.58  
635.56 559.15  
637.02 559.75  
638.50 560.38  
640.03 561.05  
641.54 561.71  
643.02 562.38  
644.50 563.04  
645.98 563.71  
647.45 564.39  
648.92 565.08  
650.40 565.77  
651.89 566.48  
653.38 567.18  
654.87 567.89  
656.36 568.59  
657.84 569.30  
659.32 570.00  
660.81 570.70  
662.29 571.41  
663.76 572.11  
665.25 572.81  
666.73 573.51  
668.22 574.22  
669.69 574.92  
671.37 575.71  
673.22 576.59  
675.82 577.83  
680.81 580.20

Fattore di sicurezza (FS) 1.2193 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000

617.27 552.30  
622.35 553.91  
624.93 554.75  
626.74 555.37  
628.34 555.95  
629.80 556.50  
631.23 557.06  
632.67 557.66  
634.13 558.28  
635.65 558.94  
637.16 559.61  
638.65 560.26  
640.13 560.92  
641.60 561.57  
643.08 562.22  
644.56 562.87  
646.04 563.52  
647.50 564.16  
648.98 564.81  
650.45 565.46  
651.93 566.11  
653.40 566.76  
654.89 567.41  
656.38 568.07  
657.89 568.73  
659.41 569.40  
660.87 570.07  
662.31 570.75  
663.74 571.46  
665.19 572.20  
666.80 573.05

668.61 574.06  
671.18 575.53  
676.27 578.48

Fattore di sicurezza (FS) 1.2193 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000

624.01 555.28  
625.32 555.73  
626.00 555.96  
626.48 556.13  
626.91 556.28  
627.29 556.42  
627.68 556.56  
628.06 556.71  
628.46 556.85  
628.85 557.01  
629.24 557.16  
629.62 557.31  
630.00 557.47  
630.38 557.63  
630.76 557.80  
631.14 557.98  
631.52 558.16  
631.92 558.35  
632.31 558.53  
632.70 558.72  
633.09 558.91  
633.47 559.10  
633.86 559.28  
634.25 559.47  
634.64 559.66  
635.03 559.84  
635.42 560.03  
635.80 560.22  
636.18 560.41  
636.57 560.61  
637.00 560.83  
637.48 561.08  
638.15 561.44  
639.46 562.14

Fattore di sicurezza (FS) 1.2194 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000

631.48 558.60  
634.21 559.49  
635.60 559.95  
636.59 560.28  
637.46 560.59  
638.25 560.88  
639.04 561.18  
639.83 561.49  
640.63 561.81  
641.46 562.15  
642.27 562.48  
643.06 562.82  
643.84 563.17  
644.63 563.52  
645.41 563.89  
646.20 564.26  
646.99 564.64  
647.80 565.04  
648.61 565.44  
649.42 565.84  
650.22 566.24

651.02 566.63  
651.82 567.03  
652.61 567.42  
653.41 567.82  
654.20 568.21  
655.00 568.61  
655.80 569.00  
656.60 569.40  
657.40 569.79  
658.30 570.24  
659.29 570.73  
660.69 571.43  
663.38 572.76

Fattore di sicurezza (FS) 1.2197 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000

624.96 555.71  
629.18 557.02  
631.32 557.71  
632.82 558.21  
634.16 558.68  
635.37 559.13  
636.56 559.58  
637.77 560.07  
639.00 560.57  
640.28 561.12  
641.53 561.66  
642.75 562.20  
643.96 562.75  
645.18 563.31  
646.39 563.87  
647.60 564.45  
648.82 565.05  
650.06 565.66  
651.30 566.27  
652.53 566.88  
653.77 567.49  
654.99 568.09  
656.22 568.70  
657.45 569.30  
658.67 569.91  
659.89 570.51  
661.12 571.11  
662.34 571.72  
663.57 572.32  
664.80 572.93  
666.18 573.61  
667.71 574.37  
669.86 575.43  
673.99 577.47

Fattore di sicurezza (FS) 1.2198 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000

616.23 551.83  
618.37 552.49  
619.45 552.84  
620.22 553.09  
620.89 553.33  
621.50 553.55  
622.11 553.79  
622.72 554.03  
623.34 554.29  
623.99 554.57  
624.62 554.85

625.24 555.13  
625.86 555.41  
626.48 555.69  
627.09 555.98  
627.71 556.28  
628.33 556.58  
628.95 556.89  
629.58 557.20  
630.20 557.50  
630.83 557.81  
631.45 558.12  
632.07 558.42  
632.69 558.73  
633.32 559.04  
633.93 559.34  
634.56 559.65  
635.18 559.95  
635.80 560.26  
636.42 560.57  
637.12 560.91  
637.90 561.29  
638.99 561.83  
641.08 562.86

Fattore di sicurezza (FS) 1.2200 - N.10 -- X Y Lambda= 1.0000

615.04 551.30  
617.40 552.10  
618.62 552.51  
619.48 552.81  
620.25 553.08  
620.93 553.34  
621.62 553.59  
622.31 553.86  
623.00 554.13  
623.71 554.41  
624.41 554.69  
625.10 554.97  
625.80 555.26  
626.49 555.54  
627.18 555.83  
627.88 556.12  
628.58 556.42  
629.29 556.72  
629.98 557.02  
630.67 557.32  
631.35 557.63  
632.04 557.95  
632.72 558.28  
633.40 558.61  
634.10 558.96  
634.81 559.32  
635.51 559.67  
636.21 560.03  
636.90 560.39  
637.59 560.76  
638.36 561.18  
639.22 561.65  
640.44 562.31  
642.79 563.62

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----  
# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.000

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.217	139.4	114.5	24.9	Surplus
2	1.218	206.3	169.5	36.9	Surplus
3	1.219	146.6	120.3	26.3	Surplus
4	1.219	539.1	442.2	96.9	Surplus
5	1.219	733.8	601.8	132.0	Surplus
6	1.219	47.1	38.7	8.5	Surplus
7	1.219	175.6	144.0	31.6	Surplus
8	1.220	417.2	342.0	75.1	Surplus
9	1.220	106.7	87.4	19.2	Surplus
10	1.220	169.2	138.7	30.5	Surplus

Esito analisi: **SURPLUS di RESISTENZA!**

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 8.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

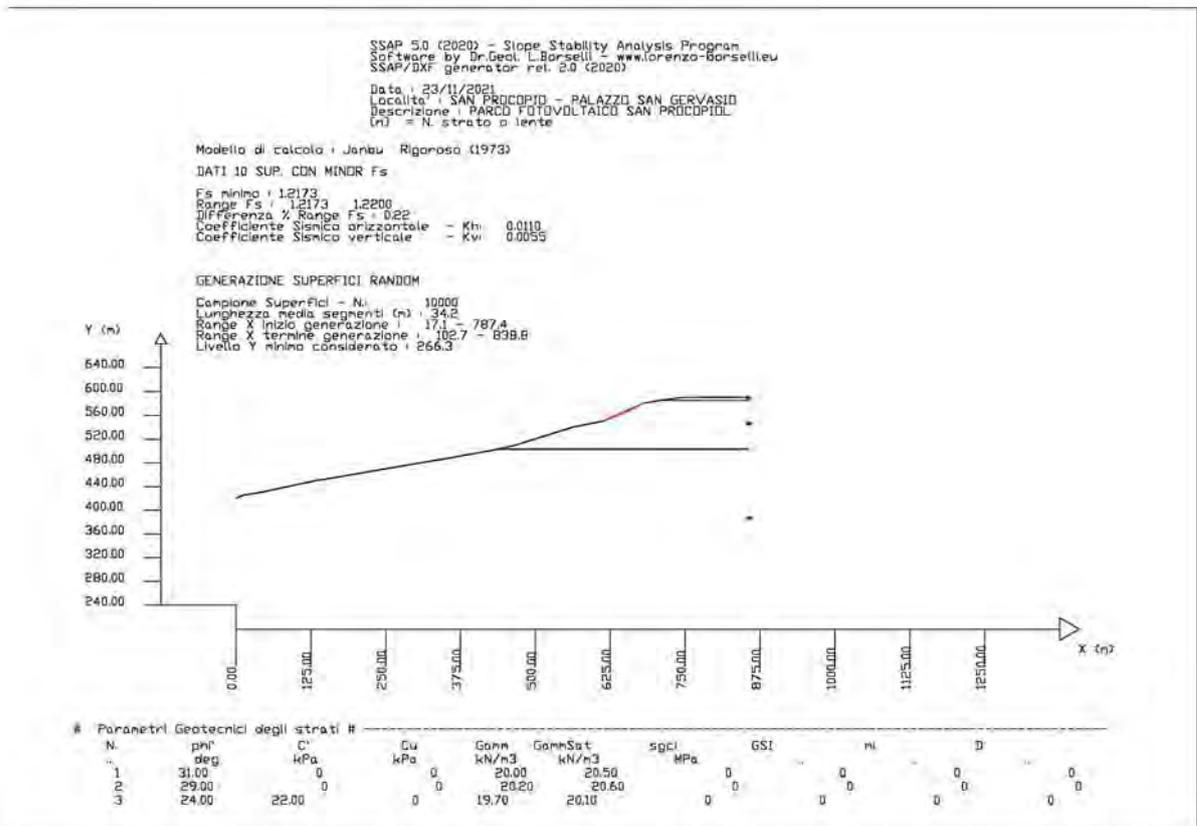


TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
645.799	0.309	18.47	0.11	0.00	0.00	29.00	0.00
646.108	0.309	18.47	0.32	0.00	0.00	29.00	0.00
646.418	0.309	18.47	0.53	0.00	0.00	29.00	0.00
646.727	0.309	18.47	0.75	0.00	0.00	29.00	0.00
647.037	0.309	18.47	0.96	0.00	0.00	29.00	0.00
647.346	0.309	18.47	1.17	0.00	0.00	29.00	0.00
647.656	0.309	18.47	1.39	0.00	0.00	29.00	0.00
647.965	0.309	18.47	1.60	0.00	0.00	29.00	0.00
648.275	0.234	18.47	1.36	0.00	0.00	29.00	0.00
648.509	0.309	18.83	1.97	0.00	0.00	29.00	0.00

648.818	0.309	18.83	2.17	0.00	0.00	29.00	0.00
649.128	0.309	18.83	2.37	0.00	0.00	29.00	0.00
649.437	0.309	18.83	2.57	0.00	0.00	29.00	0.00
649.747	0.141	18.83	1.24	0.00	0.00	29.00	0.00
649.888	0.309	19.49	2.85	0.00	0.00	29.00	0.00
650.197	0.309	19.49	3.02	0.00	0.00	29.00	0.00
650.507	0.309	19.49	3.20	0.00	0.00	29.00	0.00
650.816	0.044	19.49	0.47	0.00	0.00	29.00	0.00
650.860	0.309	20.20	3.38	0.00	0.00	29.00	0.00
651.169	0.309	20.20	3.53	0.00	0.00	29.00	0.00
651.479	0.245	20.20	2.90	0.00	0.00	29.00	0.00
651.723	0.309	21.07	3.78	0.00	0.00	29.00	0.00
652.033	0.309	21.07	3.89	0.00	0.00	29.00	0.00
652.342	0.162	21.07	2.09	0.00	0.00	29.00	0.00
652.505	0.309	21.72	4.05	0.00	0.00	29.00	0.00
652.814	0.309	21.72	4.14	0.00	0.00	29.00	0.00
653.124	0.151	21.72	2.06	0.00	0.00	29.00	0.00
653.275	0.309	22.36	4.26	0.00	0.00	29.00	0.00
653.584	0.309	22.36	4.32	0.00	0.00	29.00	0.00
653.894	0.160	22.36	2.26	0.00	0.00	29.00	0.00
654.054	0.309	22.99	4.41	0.00	0.00	29.00	0.00
654.363	0.309	22.99	4.45	0.00	0.00	29.00	0.00
654.673	0.171	22.99	2.47	0.00	0.00	29.00	0.00
654.843	0.309	23.57	4.49	0.00	0.00	29.00	0.00
655.153	0.309	23.57	4.51	0.00	0.00	29.00	0.00
655.462	0.198	23.57	2.90	0.00	0.00	29.00	0.00
655.661	0.309	23.84	4.53	0.00	0.00	29.00	0.00
655.970	0.309	23.84	4.53	0.00	0.00	29.00	0.00
656.279	0.182	23.84	2.67	0.00	0.00	29.00	0.00
656.462	0.309	24.10	4.53	0.00	0.00	29.00	0.00
656.771	0.309	24.10	4.52	0.00	0.00	29.00	0.00
657.081	0.172	24.10	2.51	0.00	0.00	29.00	0.00
657.252	0.309	24.38	4.51	0.00	0.00	29.00	0.00
657.562	0.309	24.38	4.49	0.00	0.00	29.00	0.00
657.871	0.167	24.38	2.41	0.00	0.00	29.00	0.00
658.038	0.309	24.65	4.46	0.00	0.00	29.00	0.00
658.347	0.309	24.65	4.43	0.00	0.00	29.00	0.00
658.657	0.166	24.65	2.36	0.00	0.00	29.00	0.00
658.823	0.309	24.92	4.38	0.00	0.00	29.00	0.00
659.132	0.309	24.92	4.34	0.00	0.00	29.00	0.00
659.442	0.164	24.92	2.28	0.00	0.00	29.00	0.00
659.605	0.309	25.18	4.27	0.00	0.00	29.00	0.00
659.915	0.309	25.18	4.22	0.00	0.00	29.00	0.00
660.224	0.165	25.18	2.23	0.00	0.00	29.00	0.00
660.389	0.309	25.45	4.13	0.00	0.00	29.00	0.00
660.699	0.309	25.45	4.07	0.00	0.00	29.00	0.00
661.008	0.169	25.45	2.20	0.00	0.00	29.00	0.00
661.177	0.309	25.70	3.97	0.00	0.00	29.00	0.00
661.486	0.309	25.70	3.90	0.00	0.00	29.00	0.00
661.796	0.175	25.70	2.17	0.00	0.00	29.00	0.00
661.971	0.309	25.71	3.78	0.00	0.00	29.00	0.00
662.280	0.309	25.71	3.71	0.00	0.00	29.00	0.00
662.590	0.177	25.71	2.09	0.00	0.00	29.00	0.00
662.767	0.309	25.73	3.59	0.00	0.00	29.00	0.00
663.076	0.309	25.73	3.52	0.00	0.00	29.00	0.00
663.386	0.173	25.73	1.94	0.00	0.00	29.00	0.00
663.559	0.309	25.74	3.40	0.00	0.00	29.00	0.00
663.868	0.309	25.74	3.33	0.00	0.00	29.00	0.00
664.178	0.174	25.74	1.84	0.00	0.00	29.00	0.00
664.352	0.309	25.75	3.21	0.00	0.00	29.00	0.00
664.662	0.309	25.75	3.14	0.00	0.00	29.00	0.00
664.971	0.169	25.75	1.68	0.00	0.00	29.00	0.00

665.140	0.309	25.76	3.02	0.00	0.00	29.00	0.00
665.449	0.309	25.76	2.94	0.00	0.00	29.00	0.00
665.759	0.173	25.76	1.61	0.00	0.00	29.00	0.00
665.932	0.309	25.77	2.83	0.00	0.00	29.00	0.00
666.241	0.309	25.77	2.75	0.00	0.00	29.00	0.00
666.550	0.170	25.77	1.48	0.00	0.00	29.00	0.00
666.721	0.309	25.78	2.63	0.00	0.00	29.00	0.00
667.030	0.309	25.78	2.56	0.00	0.00	29.00	0.00
667.340	0.171	25.78	1.38	0.00	0.00	29.00	0.00
667.511	0.309	25.79	2.44	0.00	0.00	29.00	0.00
667.821	0.309	25.79	2.36	0.00	0.00	29.00	0.00
668.130	0.165	25.79	1.23	0.00	0.00	29.00	0.00
668.296	0.309	25.80	2.24	0.00	0.00	29.00	0.00
668.605	0.309	25.80	2.17	0.00	0.00	29.00	0.00
668.914	0.172	25.80	1.17	0.00	0.00	29.00	0.00
669.086	0.309	25.80	2.05	0.00	0.00	29.00	0.00
669.396	0.309	25.80	1.97	0.00	0.00	29.00	0.00
669.705	0.171	25.80	1.05	0.00	0.00	29.00	0.00
669.876	0.309	25.81	1.85	0.00	0.00	29.00	0.00
670.185	0.309	25.81	1.77	0.00	0.00	29.00	0.00
670.495	0.173	25.81	0.96	0.00	0.00	29.00	0.00
670.668	0.309	25.81	1.65	0.00	0.00	29.00	0.00
670.977	0.309	25.81	1.57	0.00	0.00	29.00	0.00
671.287	0.169	25.81	0.83	0.00	0.00	29.00	0.00
671.455	0.309	25.82	1.46	0.00	0.00	29.00	0.00
671.765	0.309	25.82	1.38	0.00	0.00	29.00	0.00
672.074	0.273	25.82	1.15	0.00	0.00	29.00	0.00
672.347	0.309	25.82	1.23	0.00	0.00	29.00	0.00
672.656	0.309	25.82	1.15	0.00	0.00	29.00	0.00
672.966	0.309	25.82	1.08	0.00	0.00	29.00	0.00
673.275	0.059	25.82	0.20	0.00	0.00	29.00	0.00
673.334	0.309	25.82	0.98	0.00	0.00	29.00	0.00
673.643	0.309	25.82	0.90	0.00	0.00	29.00	0.00
673.953	0.309	25.82	0.83	0.00	0.00	29.00	0.00
674.262	0.309	25.82	0.75	0.00	0.00	29.00	0.00
674.572	0.147	25.82	0.33	0.00	0.00	29.00	0.00
674.719	0.309	25.83	0.63	0.00	0.00	29.00	0.00
675.028	0.309	25.83	0.55	0.00	0.00	29.00	0.00
675.338	0.309	25.83	0.48	0.00	0.00	29.00	0.00
675.647	0.309	25.83	0.40	0.00	0.00	29.00	0.00
675.957	0.309	25.83	0.32	0.00	0.00	29.00	0.00
676.266	0.309	25.83	0.24	0.00	0.00	29.00	0.00
676.575	0.309	25.83	0.16	0.00	0.00	29.00	0.00
676.885	0.309	25.83	0.09	0.00	0.00	29.00	0.00
677.194	0.183	25.83	0.01	0.00	0.00	29.00	0.00

**LEGENDA SIMBOLI**

X(m) : Ascissa sinistra concio  
dx(m) : Larghezza concio  
alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
W(kN/m) : Forza peso concio  
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio  
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

**TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS**

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_srmFEM		
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)		
645.799	0.000	564.955	0.362	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.1239678992E-002	0.957	0.952	1.029		
646.108	0.009	565.067	0.362	1.0443658234E-002	4.5490538942E-003	5.6260389574E-002	0.957	0.952	1.029		
646.418	0.017	565.179	0.363	3.4818588681E-002	1.9279696524E-002	1.2950954277E-001	1.216	0.914	0.999		
646.727	0.027	565.292	0.366	9.0594889575E-002	5.2411506016E-002	2.3318690619E-001	1.270	0.910	0.996		
647.037	0.037	565.405	0.382	1.7913395930E-001	1.0021813931E-001	3.4325624168E-001	1.229	0.937	1.017		
647.346	0.056	565.528	0.385	3.0303028118E-001	1.6263142528E-001	4.1980822868E-001	1.179	0.974	1.047		

647.656	0.068	565.643	0.374	4.3894606067E-001	2.3055360640E-001	4.5896542859E-001	1.153	1.009	1.074
647.965	0.081	565.759	0.380	5.8707610094E-001	3.0342276163E-001	4.9799818895E-001	1.135	1.038	1.098
648.275	0.097	565.879	0.380	7.4714858532E-001	3.8033734584E-001	5.3033312483E-001	1.118	1.064	1.119
648.509	0.106	565.966	0.373	8.7379451706E-001	4.3996886542E-001	5.5919127524E-001	1.106	1.083	1.134
648.818	0.116	566.082	0.393	1.0545837533E+000	5.2335084219E-001	6.3896818006E-001	1.090	1.107	1.154
649.128	0.138	566.209	0.402	1.2692409477E+000	6.1761855554E-001	6.9393975365E-001	1.069	1.130	1.173
649.437	0.154	566.331	0.387	1.4840511465E+000	7.0888187678E-001	6.9620531802E-001	1.049	1.148	1.189
649.747	0.166	566.449	0.382	1.7001104597E+000	8.0008950709E-001	7.0891698663E-001	1.034	1.164	1.202
649.888	0.172	566.503	0.377	1.8007899705E+000	8.4258733664E-001	7.1074505893E-001	1.028	1.169	1.207
650.197	0.178	566.618	0.374	2.0186559894E+000	9.3482518544E-001	7.0545990927E-001	1.017	1.180	1.216
650.507	0.185	566.734	0.374	2.2373869901E+000	1.0295145515E+000	7.0466765211E-001	1.011	1.188	1.223
650.816	0.191	566.850	0.375	2.4547626947E+000	1.1276031638E+000	6.9304454343E-001	1.009	1.195	1.228
650.860	0.192	566.866	0.376	2.4849504233E+000	1.1416937862E+000	6.9069912012E-001	1.009	1.195	1.229
651.169	0.194	566.983	0.395	2.6964543031E+000	1.2428650436E+000	7.0290680843E-001	1.012	1.200	1.233
651.479	0.209	567.111	0.417	2.9199673727E+000	1.3506321866E+000	7.1393299685E-001	1.016	1.204	1.236
651.723	0.222	567.214	0.413	3.0931278753E+000	1.4328866095E+000	6.7992688843E-001	1.017	1.207	1.239
652.033	0.229	567.340	0.417	3.2928174456E+000	1.5272867860E+000	6.3695410989E-001	1.019	1.211	1.241
652.342	0.241	567.472	0.433	3.4873278324E+000	1.6175945278E+000	6.2219636147E-001	1.019	1.214	1.244
652.505	0.251	567.544	0.435	3.5877828868E+000	1.6623301904E+000	5.9974673529E-001	1.018	1.216	1.245
652.814	0.261	567.677	0.423	3.7621037494E+000	1.7357724168E+000	5.1788495102E-001	1.013	1.219	1.247
653.124	0.266	567.806	0.416	3.9082929868E+000	1.7927455994E+000	4.4101799102E-001	1.007	1.221	1.249
653.275	0.269	567.869	0.412	3.9726502328E+000	1.8176789224E+000	4.1378587962E-001	1.005	1.222	1.250
653.584	0.269	567.996	0.415	4.0931656932E+000	1.8658579389E+000	3.6504736330E-001	1.001	1.224	1.252
653.894	0.271	568.126	0.424	4.1985717753E+000	1.9100986770E+000	3.2261285241E-001	0.999	1.226	1.254
654.054	0.275	568.195	0.429	4.2486986744E+000	1.9315294367E+000	2.9775731083E-001	0.998	1.227	1.255
654.363	0.276	568.327	0.431	4.3315382167E+000	1.9674154558E+000	2.3930325569E-001	0.997	1.228	1.256
654.673	0.279	568.461	0.436	4.3967993487E+000	1.9982407625E+000	1.9211123143E-001	0.998	1.229	1.257
654.843	0.281	568.537	0.441	4.4278592518E+000	2.0135461173E+000	1.6802612049E-001	0.999	1.229	1.258
655.153	0.283	568.673	0.443	4.4721734208E+000	2.0359200118E+000	1.1857198938E-001	1.000	1.230	1.258
655.462	0.286	568.811	0.446	4.5012414192E+000	2.0494391233E+000	7.7159161944E-002	1.000	1.231	1.259
655.661	0.288	568.900	0.445	4.5144070193E+000	2.0545201568E+000	5.5598602933E-002	0.999	1.231	1.260
655.970	0.288	569.037	0.443	4.5263894311E+000	2.0572559096E+000	1.9770825828E-002	0.998	1.232	1.261
656.279	0.288	569.174	0.443	4.5266428437E+000	2.0537957918E+000	-1.3110411773E-002	0.996	1.233	1.262
656.462	0.289	569.254	0.445	4.5227605968E+000	2.0499227551E+000	-2.8951497657E-002	0.995	1.234	1.262
656.771	0.288	569.392	0.446	4.5097856925E+000	2.0402819511E+000	-5.7141546311E-002	0.994	1.235	1.264
657.081	0.288	569.530	0.446	4.4873966753E+000	2.0262299355E+000	-8.4816990495E-002	0.992	1.237	1.265
657.252	0.287	569.607	0.448	4.4716516305E+000	2.0170759672E+000	-9.8017962651E-002	0.991	1.238	1.266
657.562	0.286	569.746	0.449	4.4378133542E+000	1.9983250845E+000	-1.2410204526E-001	0.989	1.239	1.267
657.871	0.285	569.885	0.449	4.3948470065E+000	1.9757609267E+000	-1.5195084178E-001	0.987	1.241	1.269
658.038	0.284	569.960	0.451	4.3683170064E+000	1.9620842442E+000	-1.6444836371E-001	0.986	1.242	1.270
658.347	0.282	570.100	0.450	4.3143107844E+000	1.9345096872E+000	-1.8857586774E-001	0.985	1.244	1.271
658.657	0.279	570.239	0.452	4.2516106412E+000	1.9031227559E+000	-2.1631730867E-001	0.983	1.245	1.273
658.823	0.279	570.315	0.452	4.2145162744E+000	1.8847421776E+000	-2.2809832019E-001	0.982	1.246	1.274
659.132	0.274	570.454	0.450	4.1413689585E+000	1.8489758865E+000	-2.4910332307E-001	0.980	1.248	1.275
659.442	0.270	570.593	0.454	4.0603505068E+000	1.8105956402E+000	-2.7561025765E-001	0.979	1.249	1.276
659.605	0.270	570.669	0.455	4.0140538186E+000	1.7889206984E+000	-2.8638720463E-001	0.979	1.250	1.277
659.915	0.264	570.809	0.453	3.9233947456E+000	1.7470206857E+000	-3.0409951895E-001	0.978	1.251	1.277
660.224	0.259	570.949	0.456	3.8258518501E+000	1.7033768769E+000	-3.2741569687E-001	0.978	1.252	1.278
660.389	0.258	571.025	0.458	3.7707206520E+000	1.6790058652E+000	-3.3664262306E-001	0.978	1.252	1.278
660.699	0.251	571.166	0.456	3.6649712462E+000	1.6326887698E+000	-3.4982766777E-001	0.978	1.253	1.277
661.008	0.246	571.308	0.459	3.5542183177E+000	1.5851083381E+000	-3.6646200678E-001	0.979	1.253	1.276
661.177	0.244	571.386	0.462	3.4914874858E+000	1.5582777507E+000	-3.7264786711E-001	0.980	1.254	1.276
661.486	0.237	571.529	0.461	3.3753160710E+000	1.5085843494E+000	-3.7893620747E-001	0.982	1.254	1.275
661.796	0.231	571.671	0.463	3.2569703763E+000	1.4581736482E+000	-3.8568967863E-001	0.983	1.254	1.273
661.971	0.228	571.753	0.465	3.1891264526E+000	1.4291248978E+000	-3.8682491027E-001	0.984	1.254	1.272
662.280	0.223	571.896	0.463	3.0698085614E+000	1.3775395377E+000	-3.8398432943E-001	0.985	1.253	1.270
662.590	0.217	572.040	0.464	2.9514851471E+000	1.3260222050E+000	-3.8164212859E-001	0.987	1.253	1.268
662.767	0.214	572.122	0.465	2.8840008273E+000	1.2964500628E+000	-3.7928525269E-001	0.987	1.253	1.267
663.076	0.209	572.266	0.464	2.7676816043E+000	1.2450961776E+000	-3.7200325998E-001	0.988	1.253	1.265
663.386	0.203	572.409	0.465	2.6537743999E+000	1.1945408073E+000	-3.6598125099E-001	0.989	1.253	1.262
663.559	0.200	572.490	0.464	2.5906136805E+000	1.1663955453E+000	-3.6221181979E-001	0.989	1.252	1.261
663.868	0.195	572.633	0.463	2.4799575361E+000	1.1169674591E+000	-3.5344036952E-001	0.989	1.252	1.259
664.178	0.189	572.777	0.464	2.3718755071E+000	1.0688454444E+000	-3.4717433741E-001	0.990	1.252	1.256
664.352	0.186	572.858	0.464	2.3115303228E+000	1.0419967291E+000	-3.4335016477E-001	0.990	1.252	1.254
664.662	0.180	573.001	0.463	2.2067311295E+000	9.9545264182E-001	-3.3474701896E-001	0.991	1.252	1.251
664.971	0.174	573.145	0.465	2.1043611430E+000	9.5024448935E-001	-3.2938956392E-001	0.992	1.252	1.248
665.140	0.172	573.224	0.465	2.0489715247E+000	9.2576359821E-001	-3.2572526500E-001	0.992	1.251	1.246
665.449	0.166	573.367	0.464	1.9498170338E+000	8.8193207471E-001	-3.1635824836E-001	0.993	1.251	1.243
665.759	0.160	573.511	0.466	1.8531828391E+000	8.3931723896E-001	-3.1067425719E-001	0.995	1.251	1.239
665.932	0.158	573.592	0.466	1.7995832896E+000	8.1562452736E-001	-3.0691686585E-001	0.995	1.250	1.237
666.241	0.152	573.735	0.465	1.7061911289E+000	7.7426711547E-001	-2.9798093194E-001	0.997	1.250	1.233
666.550	0.147	573.880	0.468	1.6151680095E+000	7.3392697440E-001	-2.9292989249E-001	0.998	1.249	1.229
666.721	0.145	573.960	0.468	1.5653731990E+000	7.1174324367E-001	-2.8907323627E-001	0.999	1.249	1.227
667.030	0.140	574.104	0.466	1.4777109323E+000	6.7252890193E-001	-2.7862077744E-001	0.999	1.248	1.222
667.340	0.134	574.248	0.467	1.3929395859E+000	6.3463932594E-001	-2.7223629450E-001	1.001	1.248	1.218
667.511	0.132	574.329	0.467	1.3464155472E+000	6.1381098882E-001	-2.6823922587E-001	1.001	1.247	1.215
667.821	0.126	574.473	0.465	1.2651128307E+000	5.7737955043E-001	-2.5826257224E-001	1.002	1.246	1.210

668.130	0.121	574.617	0.467	1.1865812776E+000	5.4230200835E-001	-2.5234777131E-001	1.004	1.246	1.204
668.296	0.119	574.695	0.468	1.1449528928E+000	5.2363968791E-001	-2.4848468789E-001	1.004	1.245	1.201
668.605	0.113	574.839	0.466	1.0698522461E+000	4.8981827941E-001	-2.3814204731E-001	1.005	1.244	1.194
668.914	0.108	574.983	0.468	9.9757087048E-001	4.5715866107E-001	-2.3163787036E-001	1.006	1.243	1.186
669.086	0.106	575.064	0.468	9.5798290420E-001	4.3919688687E-001	-2.2766369059E-001	1.007	1.242	1.181
669.396	0.101	575.208	0.467	8.8914755360E-001	4.0787745280E-001	-2.1803778731E-001	1.007	1.241	1.171
669.705	0.096	575.353	0.470	8.2304306303E-001	3.7820531405E-001	-2.1159487894E-001	1.009	1.238	1.160
669.876	0.094	575.434	0.471	7.8713766308E-001	3.6213873038E-001	-2.0755302889E-001	1.010	1.237	1.154
670.185	0.090	575.579	0.460	7.2455259833E-001	3.3410294420E-001	-1.9437742095E-001	1.013	1.234	1.143
670.495	0.080	575.719	0.450	6.6684081623E-001	3.0855497251E-001	-1.8146468117E-001	1.016	1.230	1.132
670.668	0.073	575.796	0.455	6.3588008323E-001	2.9509847478E-001	-1.7855529580E-001	1.019	1.228	1.127
670.977	0.067	575.939	0.453	5.8067601650E-001	2.7130553720E-001	-1.7104142824E-001	1.026	1.223	1.118
671.287	0.055	576.076	0.468	5.3002548140E-001	2.4973554027E-001	-1.7346293713E-001	1.035	1.217	1.111
671.455	0.059	576.163	0.507	4.9987548200E-001	2.3654075711E-001	-1.7570925539E-001	1.039	1.214	1.107
671.765	0.066	576.319	0.492	4.4725431712E-001	2.1256386787E-001	-1.6182361223E-001	1.044	1.207	1.102
672.074	0.065	576.467	0.480	3.9972562816E-001	1.9039608399E-001	-1.4954391137E-001	1.046	1.201	1.097
672.347	0.063	576.598	0.482	3.5993019941E-001	1.7163981956E-001	-1.4335430385E-001	1.047	1.194	1.092
672.656	0.063	576.748	0.483	3.1649085695E-001	1.5089183184E-001	-1.3464105318E-001	1.047	1.187	1.084
672.966	0.063	576.897	0.474	2.7660316443E-001	1.3155274116E-001	-1.2325340213E-001	1.044	1.177	1.071
673.275	0.057	577.041	0.460	2.4021144359E-001	1.1385760235E-001	-1.0617470181E-001	1.041	1.167	1.053
673.334	0.054	577.066	0.435	2.3409013775E-001	1.1090694590E-001	-1.0329124729E-001	1.040	1.165	1.049
673.643	0.039	577.201	0.441	2.0328163937E-001	9.6728643594E-002	-9.6661283687E-002	1.045	1.152	1.026
673.953	0.028	577.339	0.461	1.7426812970E-001	8.3893872753E-002	-9.0772912813E-002	1.057	1.136	0.998
674.262	0.025	577.487	0.476	1.4710384290E-001	7.1983828779E-002	-8.3674425640E-002	1.075	1.115	0.968
674.572	0.023	577.634	0.476	1.2248346501E-001	6.1120723612E-002	-7.7795168474E-002	1.096	1.091	0.937
674.719	0.021	577.704	0.476	1.1116693778E-001	5.6048556479E-002	-7.4977311898E-002	1.107	1.078	0.922
675.028	0.019	577.851	0.476	8.9253357080E-002	4.6098809576E-002	-6.8843804591E-002	1.134	1.048	0.893
675.338	0.016	577.998	0.476	6.8560689705E-002	3.6448830830E-002	-6.2812080287E-002	1.168	1.010	0.859
675.647	0.014	578.146	0.476	5.0380039561E-002	2.7559412990E-002	-5.7280838566E-002	1.201	0.961	0.826
675.957	0.011	578.293	0.480	3.3110562672E-002	1.8443158473E-002	-4.9078733472E-002	1.223	0.894	0.789
676.266	0.012	578.443	0.479	2.0006054477E-002	1.1165423315E-002	-3.6657009638E-002	1.226	0.836	0.765
676.575	0.008	578.589	0.473	1.0424169092E-002	5.7008936196E-003	-2.5978323235E-002	1.201	0.807	0.754
676.885	0.005	578.736	0.474	3.9285164760E-003	2.1094454847E-003	-1.6091037950E-002	1.179	0.835	0.744
677.194	0.002	578.883	0.474	4.6570211235E-004	2.1145688766E-004	-5.7573544983E-003	0.997	1.286	1.115

**LEGENDA SIMBOLI**

- X(m) : Ascissa sinistra concio
- ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
- yt(m) : coordinata Y linea di trust
- yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
- E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
- T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
- E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
- Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
- FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
- FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

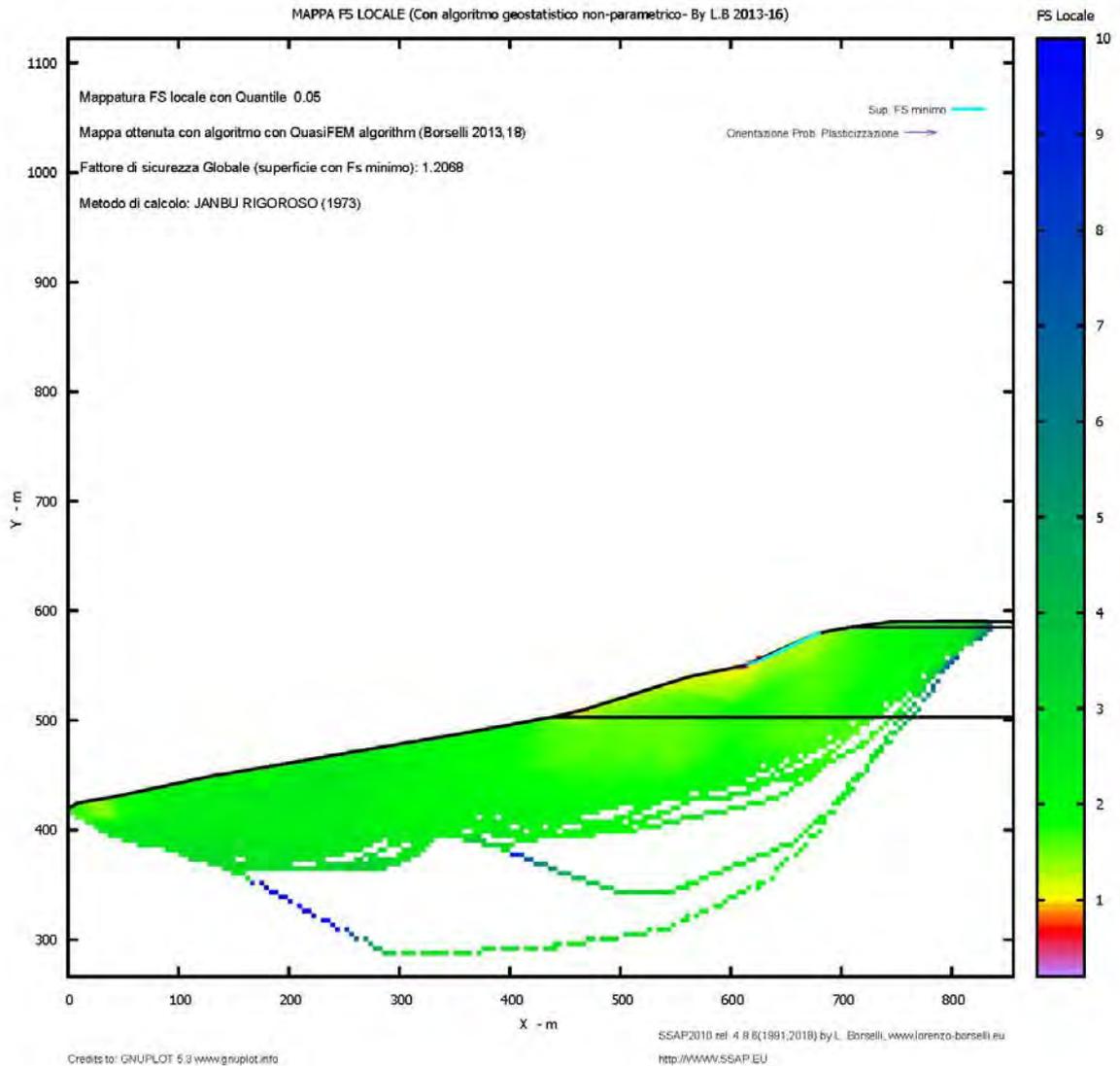


TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
645.799	0.309	0.326	18.469	0.107	0.035	0.173	0.057
646.108	0.309	0.326	18.469	0.321	0.105	0.521	0.170
646.418	0.309	0.326	18.469	0.535	0.175	0.871	0.284
646.727	0.309	0.326	18.469	0.750	0.245	1.221	0.398
647.037	0.309	0.326	18.469	0.964	0.314	1.570	0.512
647.346	0.309	0.326	18.469	1.178	0.384	1.915	0.625
647.656	0.309	0.326	18.469	1.392	0.454	2.260	0.737
647.965	0.309	0.326	18.469	1.606	0.524	2.604	0.850
648.275	0.234	0.247	18.469	1.795	0.444	2.907	0.718
648.509	0.309	0.327	18.827	2.007	0.656	3.183	1.041
648.818	0.309	0.327	18.827	2.211	0.723	3.507	1.147
649.128	0.309	0.327	18.827	2.415	0.790	3.826	1.251
649.437	0.309	0.327	18.827	2.619	0.856	4.146	1.355
649.747	0.141	0.149	18.827	2.767	0.412	4.379	0.653
649.888	0.309	0.328	19.491	2.986	0.980	4.550	1.493
650.197	0.309	0.328	19.491	3.169	1.040	4.828	1.585
650.507	0.309	0.328	19.491	3.352	1.100	5.106	1.676
650.816	0.044	0.046	19.491	3.456	0.160	5.265	0.244

650.860	0.309	0.330	20.196	3.649	1.203	5.348	1.763
651.169	0.309	0.330	20.196	3.808	1.256	5.582	1.841
651.479	0.245	0.261	20.196	3.951	1.031	5.789	1.510
651.723	0.309	0.332	21.065	4.213	1.397	5.893	1.954
652.033	0.309	0.332	21.065	4.341	1.439	6.069	2.013
652.342	0.162	0.174	21.065	4.437	0.772	6.203	1.079
652.505	0.309	0.333	21.717	4.628	1.542	6.255	2.083
652.814	0.309	0.333	21.717	4.729	1.575	6.388	2.128
653.124	0.151	0.163	21.717	4.805	0.782	6.488	1.056
653.275	0.309	0.335	22.365	4.976	1.665	6.506	2.177
653.584	0.309	0.335	22.365	5.049	1.690	6.602	2.209
653.894	0.160	0.173	22.365	5.105	0.883	6.674	1.155
654.054	0.309	0.336	22.987	5.254	1.766	6.664	2.240
654.363	0.309	0.336	22.987	5.299	1.781	6.721	2.259
654.673	0.171	0.186	22.987	5.334	0.990	6.765	1.256
654.843	0.309	0.338	23.574	5.456	1.842	6.730	2.272
655.153	0.309	0.338	23.574	5.474	1.848	6.751	2.279
655.462	0.198	0.216	23.574	5.488	1.187	6.769	1.464
655.661	0.309	0.338	23.836	5.541	1.875	6.751	2.284
655.970	0.309	0.338	23.836	5.546	1.876	6.756	2.286
656.279	0.182	0.199	23.836	5.550	1.105	6.760	1.346
656.462	0.309	0.339	24.104	5.592	1.896	6.728	2.281
656.771	0.309	0.339	24.104	5.583	1.893	6.718	2.277
657.081	0.172	0.188	24.104	5.577	1.049	6.710	1.262
657.252	0.309	0.340	24.376	5.608	1.905	6.665	2.264
657.562	0.309	0.340	24.376	5.586	1.898	6.638	2.255
657.871	0.167	0.183	24.376	5.568	1.020	6.617	1.212
658.038	0.309	0.340	24.648	5.588	1.903	6.560	2.233
658.347	0.309	0.340	24.648	5.552	1.890	6.517	2.219
658.657	0.166	0.182	24.648	5.523	1.008	6.484	1.183
658.823	0.309	0.341	24.916	5.531	1.887	6.415	2.189
659.132	0.309	0.341	24.916	5.480	1.870	6.356	2.169
659.442	0.164	0.180	24.916	5.441	0.982	6.311	1.139
659.605	0.309	0.342	25.182	5.435	1.859	6.231	2.131
659.915	0.309	0.342	25.182	5.370	1.836	6.156	2.105
660.224	0.165	0.182	25.182	5.320	0.971	6.099	1.113
660.389	0.309	0.343	25.445	5.301	1.817	6.008	2.059
660.699	0.309	0.343	25.445	5.221	1.789	5.917	2.028
661.008	0.169	0.187	25.445	5.159	0.966	5.847	1.095
661.177	0.309	0.343	25.704	5.127	1.761	5.745	1.973
661.486	0.309	0.343	25.704	5.032	1.728	5.640	1.937
661.796	0.175	0.194	25.704	4.958	0.963	5.557	1.080
661.971	0.309	0.343	25.715	4.886	1.678	5.473	1.880
662.280	0.309	0.343	25.715	4.791	1.645	5.367	1.843
662.590	0.177	0.196	25.715	4.716	0.927	5.283	1.038
662.767	0.309	0.343	25.726	4.642	1.595	5.198	1.786
663.076	0.309	0.343	25.726	4.547	1.562	5.091	1.749
663.386	0.173	0.192	25.726	4.472	0.860	5.008	0.962
663.559	0.309	0.344	25.737	4.399	1.511	4.923	1.691
663.868	0.309	0.344	25.737	4.302	1.478	4.815	1.654
664.178	0.174	0.194	25.737	4.227	0.818	4.731	0.916
664.352	0.309	0.344	25.748	4.153	1.427	4.646	1.596
664.662	0.309	0.344	25.748	4.056	1.393	4.537	1.559
664.971	0.169	0.187	25.748	3.981	0.745	4.454	0.833
665.140	0.309	0.344	25.759	3.907	1.342	4.369	1.501
665.449	0.309	0.344	25.759	3.810	1.309	4.260	1.464
665.759	0.173	0.192	25.759	3.734	0.717	4.175	0.802
665.932	0.309	0.344	25.770	3.659	1.257	4.089	1.405
666.241	0.309	0.344	25.770	3.560	1.223	3.979	1.367
666.550	0.170	0.189	25.770	3.484	0.659	3.894	0.737
666.721	0.309	0.344	25.781	3.409	1.171	3.808	1.309
667.030	0.309	0.344	25.781	3.310	1.138	3.698	1.271

667.340	0.171	0.190	25.781	3.234	0.616	3.612	0.688
667.511	0.309	0.344	25.792	3.157	1.085	3.526	1.212
667.821	0.309	0.344	25.792	3.058	1.051	3.415	1.174
668.130	0.165	0.184	25.792	2.982	0.548	3.329	0.612
668.296	0.309	0.344	25.796	2.906	0.999	3.244	1.115
668.605	0.309	0.344	25.796	2.806	0.964	3.133	1.077
668.914	0.172	0.191	25.796	2.729	0.520	3.046	0.581
669.086	0.309	0.344	25.801	2.651	0.911	2.959	1.017
669.396	0.309	0.344	25.801	2.552	0.877	2.848	0.979
669.705	0.171	0.189	25.801	2.474	0.469	2.762	0.523
669.876	0.309	0.344	25.805	2.397	0.824	2.675	0.919
670.185	0.309	0.344	25.805	2.297	0.789	2.563	0.881
670.495	0.173	0.193	25.805	2.219	0.427	2.476	0.477
670.668	0.309	0.344	25.810	2.141	0.736	2.388	0.821
670.977	0.309	0.344	25.810	2.040	0.701	2.276	0.782
671.287	0.169	0.187	25.810	1.963	0.368	2.190	0.410
671.455	0.309	0.344	25.815	1.885	0.648	2.103	0.723
671.765	0.309	0.344	25.815	1.785	0.613	1.991	0.684
672.074	0.273	0.303	25.815	1.690	0.512	1.885	0.571
672.347	0.309	0.344	25.820	1.595	0.548	1.779	0.612
672.656	0.309	0.344	25.820	1.494	0.514	1.667	0.573
672.966	0.309	0.344	25.820	1.393	0.479	1.554	0.534
673.275	0.059	0.065	25.820	1.333	0.087	1.487	0.097
673.334	0.309	0.344	25.825	1.273	0.438	1.420	0.488
673.643	0.309	0.344	25.825	1.172	0.403	1.307	0.449
673.953	0.309	0.344	25.825	1.071	0.368	1.194	0.410
674.262	0.309	0.344	25.825	0.969	0.333	1.081	0.372
674.572	0.147	0.163	25.825	0.895	0.146	0.998	0.163
674.719	0.309	0.344	25.827	0.820	0.282	0.914	0.314
675.028	0.309	0.344	25.827	0.719	0.247	0.801	0.276
675.338	0.309	0.344	25.827	0.617	0.212	0.689	0.237
675.647	0.309	0.344	25.827	0.516	0.177	0.576	0.198
675.957	0.309	0.344	25.827	0.415	0.143	0.463	0.159
676.266	0.309	0.344	25.827	0.313	0.108	0.349	0.120
676.575	0.309	0.344	25.827	0.212	0.073	0.236	0.081
676.885	0.309	0.344	25.827	0.111	0.038	0.123	0.042
677.194	0.183	0.203	25.827	0.030	0.006	0.033	0.007

**LEGENDA SIMBOLI**

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
dl(m)	: lunghezza base concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa)	: Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m)	: Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa)	: Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m)	: Forza resistente al taglio su base concio

## 11. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di un impianto fotovoltaico su un'area di circa 50 ha divisa in n. 5 campi che morfologicamente sono disposti tre sulla piana di sedimentazione per regressione marina nei pressi del ciglio del versante che degrada verso la valle del Torrente Ginestrello e n. 2 ubicati sul versante sinistre della valle dello stesso torrente.

I terreni interessati dalle strutture di fondazione sono composti dai terreni conglomeratici, sabbiosi e argilloso-limosi dei depositi di chiusura del ciclo sedimentario dell'Avanfossa Branica.

Il presente studio è stato finalizzato alla verifica delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'intera area sulla quale si prevede l'ubicazione campo fotovoltaico in progetto, inoltre, le indagini geognostiche dirette ed indirette eseguite hanno consentito una specifica definizione della geometria dei corpi affioranti e una corretta caratterizzazione dei terreni di fondazione utili al progettista per il dimensionamento delle strutture fondali.

E' stata eseguita, in base alle norme vigenti, anche la caratterizzazione dal punto di vista sismico delle aree di stretto interesse, riportando i parametri sismici dei terreni della macrozona sismica in relazione alla classificazione sismica del suolo di fondazione che in tutti i siti interessati è Categoria di suolo "B" con un badrock sismico non presente fino alla profondità di 30.0 mt.

I campi fotovoltaici che saranno ubicati sul versante sono stati anche verificati con la verifica di stabilità di versante eseguita in condizioni dinamiche e lungo la linea di massima pendenza. Entrambe le verifiche che hanno interessato la porzione del fronte in cui saranno installati i pannelli del campo n. 4 e n.5 presentano un surplus di resistenza.

In conclusione, dalle risultanze ottenute riportate nella presente relazione, sulla base degli elementi a disposizione derivanti dai rilievi geologici e morfologici di superficie dalle indagini geognostiche eseguite e dai dati di bibliografia vagliati, considerando altresì le discrete qualità portanti del terreno, si evince che le aree in esame, da un punto di vista geologico-tecnico sono idonee come terreno di fondazione e, pertanto, si formula parere positivo per la realizzazione dei campi fotovoltaici in progetto.

Matera, lì 24 novembre 2021

Il Geologo  
Dott. Maurizio Giacomino

## INDICE

1. Premessa .....	1
2. Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico. ....	3
3. Inquadramento Geologico Regionale .....	4
3.1 Geologia dell'area oggetto di studio e zone limitrofe .....	8
4. Tettonica .....	10
5. Geomorfologia, Idrologia ed Idrogeologia.....	11
6. Indagini Geognostiche.....	13
6.1 SISMICA A RIFRAZIONE.....	13
6.1.1 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche a Rifrazione (Onde P) .....	14
6.1.2 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati .....	15
6.1.3 Caratterizzazione Elasto-Meccanica dei terreni di Fondazione .....	20
6.1.4 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW .....	20
6.1.5 Classificazione del Sottosuolo di Fondazione.....	26
6.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT.....	28
6.2.1 Penetrometri in uso in Italia .....	29
6.2.2 Correlazioni geotecniche terreni incoerenti.....	30
6.2.3 Correlazioni geotecniche terreni coesivi .....	32
7. Considerazioni sui terreni di fondazione.....	51
7.1 Parametri caratteristici .....	52
7.2 Parametri di progetto .....	52
8. Considerazioni sulla Sismicità dell'area .....	53
9. Considerazioni sulle strutture di fondazione.....	54
10. Analisi di stabilità di versante .....	57
10.1 sezione di verifica b-c .....	57
10.2 sezione di verifica A-D.....	73
11. Considerazioni conclusive.....	88