

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 18,31 MWp – POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW
Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)

RELAZIONE IDROGEOLOGICA
PER LE VERIFICHE IDRODINAMICHE E DI STABILITÀ
21-00014-IT-BELMONTE_CV-R08


PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BELMONTE PV) S.R.L.
Viale SHAKESPEARE, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 16376251001 – REA RM - 1653235

PROFESSIONISTA:

DOTT. MICHELE PECORELLI
Iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Puglia al No. 327 sez. A

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
06/2022	0	Prima emissione	MP	GG	G. Calzolari


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	2 di 18

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO	3
1.2	DATI GENERALI DEL PROGETTO	6
1.3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2	LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI	8
2.1	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO	8
2.2	LINEAMENTI GEOLOGICI	9
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI.....	11
4	VERIFICA DELLA STABILITÀ DEL VERSANTE.....	12
4.1	GENERALITÀ	12
4.2	METODI DI ANALISI	12
4.2.1	Metodi all'equilibrio limite	12
5	VERIFICA DELLA STABILITÀ	18

ALLEGATI

- a. REPORT DI CALCOLO
- b. Mappa dei Coefficienti di sicurezza
- c. Diagramma delle Forze - Grafici Forze – Pressioni
- d. Diagramma delle Forze – Distribuzione delle funzioni interconco

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	3 di 18

1 PREMESSA

Il presente studio descrive le caratteristiche idrogeologiche generali dell'area interessata progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra (agrivoltaico) per la produzione di energia da fonte solare – di potenza stimata di 18,31 MWp – e della relativa linea di connessione alla cabina di consegna, nell'agro dei Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano in Provincia di Fermo, all'interno di un'area in disponibilità della società di scopo TEP RENEWABLES (BELMONTE PV) S.r.l. In particolare, lo studio si inserisce nell'ambito dei quadri conoscitivi del sistema territoriale locale, ed è stato articolato sulla base dei seguenti principali elementi di valutazione geologica:

- Inquadramento geologico dell'area, per l'indicazione dell'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale
- Rilevamento geologico di dettaglio, di un'area sufficientemente ampia, entro la quale ricade l'impianto fotovoltaico e la linea di connessione in progetto, atto alla definizione geologica, geomorfologica, idrogeologica e strutturale, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici ivi presenti;
- Riferimenti a indagini geognostiche e geotecniche esistenti, eseguite nell'ambito del territorio comunale (prospezioni meccaniche e sismiche, prove geotecniche in sito e in laboratorio, scavi geognostici, pozzi, ecc.), per la definizione delle principali caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni.
- Esecuzione di nuove indagini geofisiche e geognostiche con l'obiettivo di puntualizzare le conoscenze geologiche dirette e indirizzare la progettazione in direzione della sicurezza e della migliore efficienza.

In questa sede si provveduto a verificare le condizioni di stabilità dell'area in cui sarà realizzata l'opera progettuale


Le aree sono perimetrare nel vigente Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale come aree a Rischio Frana moderato (R1) e medio (R2)¹ R1 (Rischio moderato).

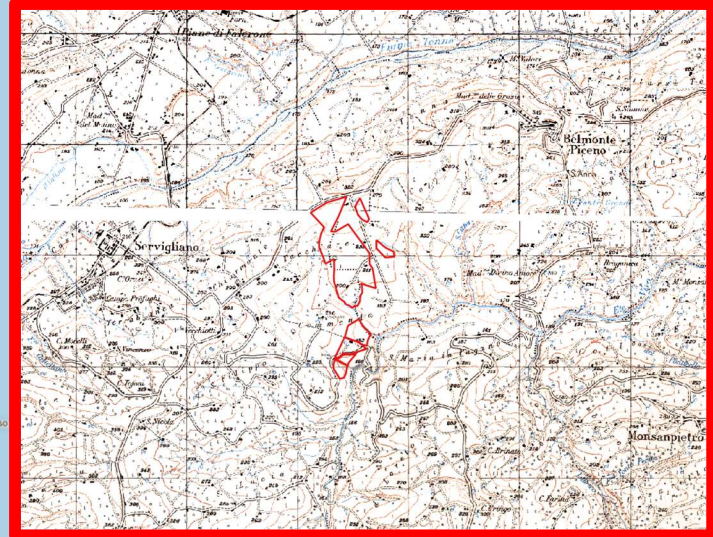
1.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area di intervento è ubicata nei Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano, in provincia di Fermo, ad oltre 25 km dalla costa adriatica, nell'area ricompresa nel bacino del Fiume Ete Vivo.

L'area di studio si presenta come un paesaggio collinare a vocazione agricola caratterizzate da colline che raramente superano i 300 m s.l.m.; specificatamente nell'area di intervento le quote sono comprese tra un massimo di ca. 240 m s.l.m. ed un minimo di ca. 160 m s.l.m. L'area sede dell'impianto fotovoltaico, di potenza nominale di 18,31 MWp, completamente recintata, risulta essere pari a circa 39,70 ha di cui circa 37,40 ha per l'installazione del campo fotovoltaico, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di realizzare il parallelo degli inverter di campo e di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

¹ TAVOLA RI 66 – Carta del Rischio Idrogeologico. Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini di rilievo regionale delle Marche.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	4 di 18



Le coordinate del sito sono:

- Latitudine 43,08°N;
- Longitudine 13,52°E

- L'altitudine media del sito è di 195 m. s.l.m.


La rete stradale, che delimita l'area di intervento, è costituita da:

- Strada Provinciale 42 Belmonte-Grottazzolina a Nord dell'area di intervento;
- Strade locale Contrada Commenda a Sud dell'area di intervento dalla quale è possibile raggiungere l'area Sud dell'impianto;
- Strada locale denominata Via Colle Ete a Nord del sito che costeggia l'area Orientale del sito.

L'accesso principale al sito avverrà tramite Via Colle Ete a Nord, tale via di comunicazione si raccorda con la Strada Provinciale 42-Belmonte-Grottazzolina

La connessione dell'impianto alla rete pubblica prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

1. Costruzione nr. 1 linea in cavo aereo a 20 kV dalla cabina di consegna 1 fino alla CP "Belmonte Ovest", della lunghezza di circa 70 m.
2. Costruzione nr. 2 linee a 20 kV in cavo interrato per circa 50 m (in scavo comune) e in cavo aereo per circa 570 m dalle cabine di consegna 2-3 fino alla CP "Belmonte Ovest".
3. Costruzione cavidotto AT a 132 kV per connessione della CP "Belmonte Ovest" alla nuova SE RTN di smistamento 132 kV.
4. Raccordo alla nuova SE di smistamento delle linee 132 kV provenienti dalla CP "Belmonte", dalla CP "Abbadia".

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	5 di 18

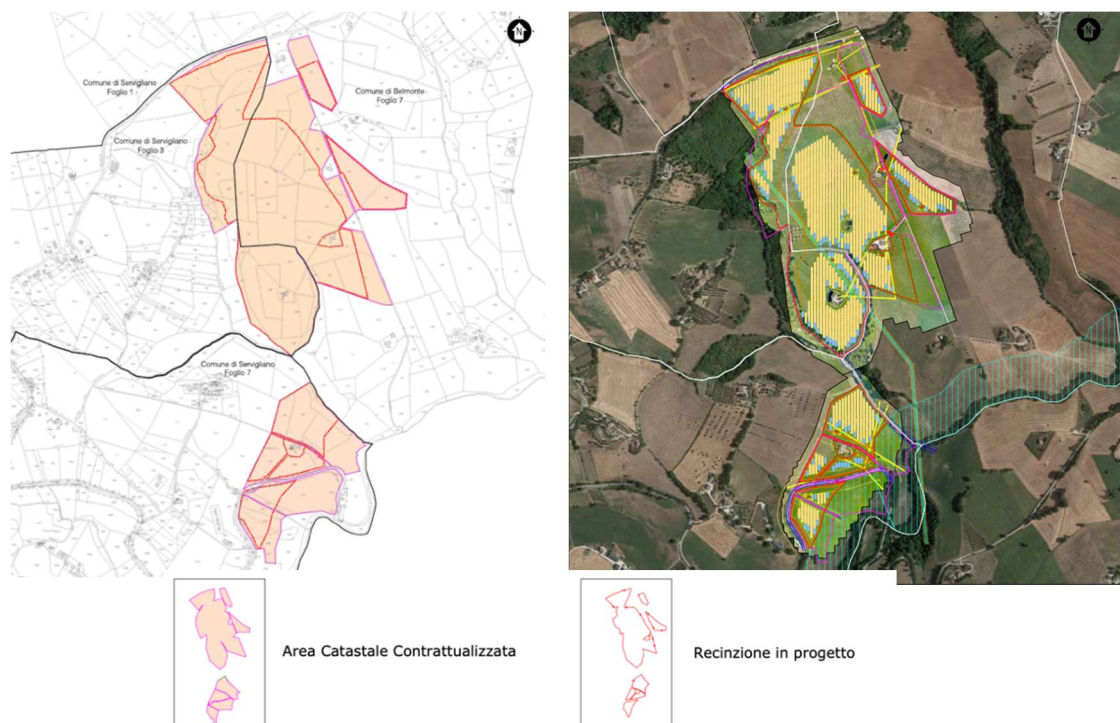



Figura 1:1: Localizzazione dell'area di intervento

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	6 di 18

1.2 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto.

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (BELMONTE PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Belmonte Piceno e Servigliano (FM)
Denominazione impianto:	Belmonte
Dati catastali area impianto in progetto:	COMUNE DI Belmonte Piceno (FM): Foglio 7 – particelle: 53,55,56,57,58,60,83,84,85,86,87,88,89,90,91,93,94,95,116,149,150,151,152,153,162 COMUNE DI Servigliano (FM): Foglio 7 – particelle: 22,28,29,30,31,33,130,131,132,134,137,238,286,297,298,384,385,390,433,434,435,436,437 Foglio 3 – particelle: 3,4,5,14,15,99,100,101,102,103,104,145,146,147,148,149,167,187,188,206,207,208,246
Potenza di picco (MW _p):	18,31 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è collinare.
Connessione:	Connessione alla RTN attraverso Cabina Primaria "Belmonte Ovest" 132/20 kV e Stazione Elettrica di smistamento a 132kV entrambi di nuova costruzione.
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker (inseguitori solari) montate su pali direttamente infissi nel terreno.
Inclinazione piano dei moduli:	+55° - 55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistica vincolistica:	I PRG del Comune di Belmonte Piceno (FM) e Servigliano (FM) collocano l'area di intervento in zona agricola
Cabine PS:	n. 9 distribuite in campo
Posizione cabine elettriche di connessione:	n. 3 cabine di consegna interne al campo FV; n. 1 CP adiacente al perimetro di impianto.
Rete di collegamento:	Linee MT 20 kV (dalle cabine di consegna alla CP) e linea AT 132 kV (dalla CP alla SE di smistamento)
Coordinate:	Latitudine 43,08°N; Longitudine 13,52°E L'altitudine media del sito è di 195 m. s.l.m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	7 di 18

1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto in esame è ubicato nel territorio dei Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano nella provincia di Fermo, ad oltre 25 km dalla costa adriatica, nell'area ricompresa nel bacino del Fiume Ete Vivo.

L'area di studio si presenta come un paesaggio collinare a vocazione agricola caratterizzate da colline che raramente superano i 300 m s.l.m.; specificatamente nell'area di intervento le quote sono comprese tra un massimo di ca. 285 metri s.l.m. ed un minimo di ca. 170 m s.l.m.

Nella cartografia I.G.M. a scala 1:50000 l'area è compresa nel quadrante 314 (Montegiorgio); nella cartografia in scala 1:25000 l'intervento interessa la Tavoleta 125 III SO (S. Vittoria in Matenano).

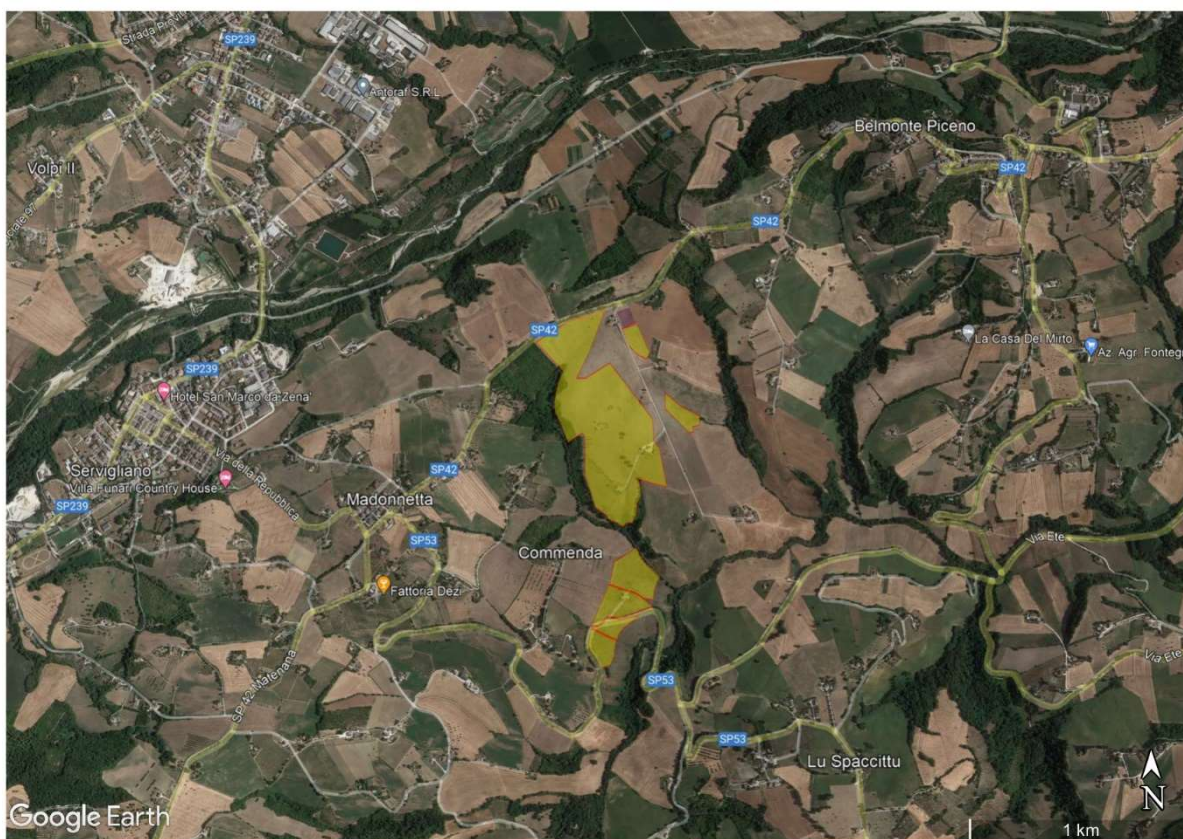



Figura 1:2 - Inquadramento territoriale dell'area di impianto. Ortofoto da Google earth

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	8 di 18

2 LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI

2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Il territorio dei Comuni di Belmonte Piceno e Servigliano si sviluppa in un'area collinare della Provincia di Fermo a circa 26 Km dal litorale adriatico e si estende per larga parte su una morfologia collinare con quote medie comprese tra 150 e 300 metri sul livello del mare.

L'area di riferimento appartiene al settore centrale dell'Appennino umbro-marchigiano, una catena a pieghe e sovrascorrimenti che costituisce la parte meridionale più esterna dell'Appennino settentrionale.

Questa presenta, da ovest verso est, aspetti geomorfologici estremamente vari legati alle caratteristiche litostrutturali dei terreni e alla storia evolutiva quaternaria. Nella porzione più occidentale, dove affiorano i terreni della Formazione della Laga, la maggiore energia del rilievo e le caratteristiche litostrutturali e idrogeologiche hanno favorito una più intensa azione della gravità: numerosi sono infatti i fenomeni franosi, caratterizzati principalmente da colate e crolli e in subordine da fenomeni traslazionali e roto- traslazionali. Le profonde incisioni sono state favorite dal maggiore sollevamento di quest'area, prossima alla catena appenninica, dove i fenomeni erosivi sono ancora in atto e prevalentemente legati alle attività antropiche che hanno profondamente modificato nel tempo gli alvei fluviali e le aree goleniche.

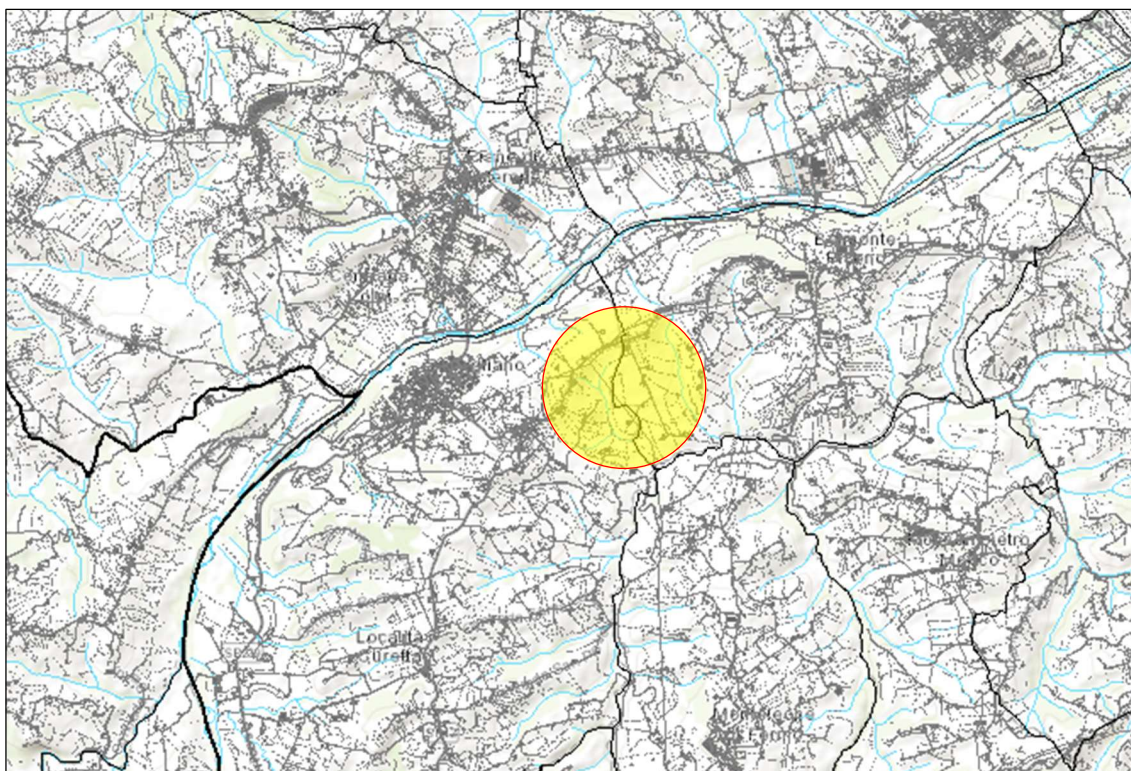



Figura 2:1 – Inquadramento cartografico dell'area di intervento.

Nell'area di intervento si riconosce invece il caratteristico paesaggio a cuesta dettato dalle calcareniti della trasgressione medio-pliocenica e dei successivi sedimenti arenaceo-pelitici e conglomeratici. L'assetto monoclinale e la composizione litologica hanno favorito nel tempo lo sviluppo di numerosi fenomeni franosi, quali crolli, scorrimenti e ribaltamenti. Non

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	9 di 18

secondarie sono le morfologie a calanchi presenti nei terreni argillosi disposti soprattutto a reggipoggio.

I depositi alluvionali sono sviluppati in particolar modo nelle piane dei fiumi Tenna, Aso e Fiastra.

Lungo il F. Tenna si rinvengono tutti gli ordini terrazzati e noti in letteratura, del Pleistocene medio e superiore. Nei materiali ghiaiosi dei diversi terrazzi alluvionali (sintemi) si rinvengono spesso intercalazioni

argillose di origine lacustre la cui genesi è da attribuire ai numerosi episodi di sbarramento per frana verificatisi nella stretta valliva (Molino di Monte S. Martino) posta in corrispondenza della trasgressione medio-pleiocenica.

Numerosi sono i terrazzi alluvionali antichi appartenenti al sintema del Pleistocene medio iniziale. Inoltre, immediatamente a Nord rispetto al sito di progetto, il dettaglio nelle alluvioni del sintema del Pleistocene medio-finale ha permesso una migliore comprensione nei meccanismi deposizionali con una consistente alimentazione attraverso conoidi laterali provenienti dallo smantellamento delle alluvioni più antiche.

Negli alvei attuali, per l'intero tratto del F. Aso ricadente in questo Foglio e per il F. Tenna da Servigliano a Grottazzolina, si osservano fenomeni di erosione verticale sia nelle alluvioni che nel substrato (area di Servigliano).

2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI

Come evidenziato nella figura 2:2, estratto dalla Carta Geologica d'Italia nel foglio 303, si rimarca una potente successione terrigena di avanfossa appartenente alla successione umbro-marchigiana della quale affiorano i termini più recenti, dal Miocene al Pliocene medio.

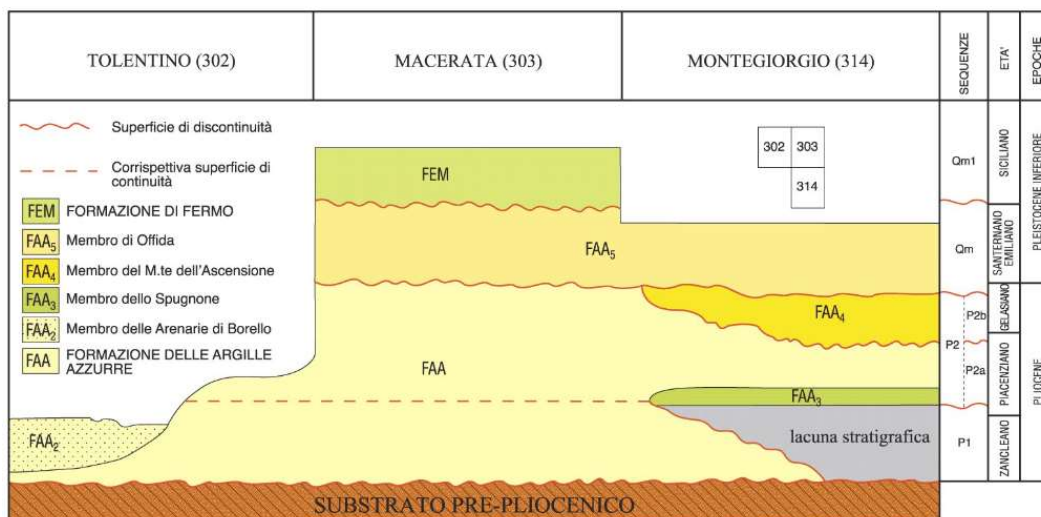



Figura 2:2 - Schema dei principali rapporti stratigrafici fra le unità della successione neogenico-quadernaria

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	10 di 18

Come meglio descritto nell'elaborato Relazione Geologica, dal punto di vista geologico generale il sottosuolo in esame è parte integrante dei depositi continentali quaternari, poggianti sui sedimenti plio-pleistocenici, in prevalenza formati da argille e argille limose, che costituiscono i terreni affioranti sui versanti orientali della. Il basamento è costituito da una potente serie di sedimenti carbonatici di età mesozoica, in prevalenza di piattaforma. In ambito sufficientemente ampio, circoscritto al territorio in esame, la Carta Geologica d'Italia² evidenzia una potente successione costituita da peliti e siltiti, sormontata tettonicamente da una altrettanto potente successione argillosa in ambiente continentale. Nello specifico si rilevano 4 formazioni.

➤ **SINTEMA DEL FIUME MUSONE**


- MUS_{a1} – Materiali prevalentemente argillosi su substrati di natura marnoso argillosa-arenacea – Depositi di frana in evoluzione.
- MUS_{b1q} – Materiali argilloso marnosi e arenaceo marnosi – Depositi di frana senza indizi di evoluzione in atto.
- MUS_{b2} – Colte Eluvio Colluviale

Si tratta di depositi eterometrici prevalentemente limo argillosi con sabbia e con elementi marnosi o arenacei, generalmente non cementati (OLOCENE).

➤ **SUCCESSIONE MARINA**

- FAA – Formazione delle argille azzurre
 Argille e argille siltose grigio azzurre a stratificazione poco marcata, talora completamente obliterata dall'intensa bioturbazione.

² Foglio 303 "Macerata" scala 1:50.000.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	11 di 18


3 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

L'area presenta in superficie piccole gibbosità che lasciano intendere la presenza di movimenti superficiali a livello corticale su ampia parte dell'area. Si tratta di deformazioni plastiche lente che interessano lo strato superficiale della successione stratigrafica e che si concretizzano in presenza di acqua che modifica verso il basso le caratteristiche tecniche.



Figura 3:1 Visione panoramica dell'area Nord dell'area Parco.

Nelle perimetrazioni del vigente PRG e del PAI queste aree sono state cartografate in frana sulla base di osservazioni morfologiche, ma senza l'ausilio di indagini geognostiche dirette. In questa fase di studio si è proceduto alla caratterizzazione attraverso l'esecuzione di indagini simiche (con tecnica a rifrazione e con tecnica MASW) con indagini geoelettriche e sondaggi penetrometrici. Come detto, la descrizione dei risultati di queste indagini sono riportate nella Relazione Geotecnica.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	12 di 18

4 VERIFICA DELLA STABILITÀ DEL VERSANTE

4.1 GENERALITÀ

Le analisi di stabilità dei pendii possono essere suddivise in due categorie. Alla prima categoria appartengono le verifiche che permettono di valutare la stabilità di un pendio considerando il solo equilibrio delle forze in gioco. Alla seconda categoria appartengono tutti gli approcci che permettono una valutazione dei possibili movimenti di un pendio. Nonostante il grado di stabilità ed i movimenti di un pendio sono direttamente correlati, per la loro valutazione sono impiegati due differenti tipi di approccio.

La stabilità di un pendio è usualmente analizzata mediante i metodi dell'equilibrio limite globale. Questo tipo di analisi richiede la sola conoscenza della resistenza al taglio del terreno e non il comportamento sforzi-deformazioni. Tali metodi non forniscono pertanto informazioni circa l'entità dei movimenti di un pendio. I movimenti di un pendio sono usualmente analizzati mediante il metodo degli elementi finiti. Per le analisi agli elementi finiti è necessaria la conoscenza del comportamento sforzi-deformazioni del terreno oltre alla valutazione della resistenza al taglio dei terreni. Sebbene questi metodi permettano la definizione dello stato di deformazione e di tensione all'interno di un pendio, essi non forniscono una misura diretta del grado di stabilità, come ad esempio la valutazione del coefficiente di sicurezza ricavabile da un'analisi all'equilibrio limite.


4.2 METODI DI ANALISI

Esistono, in letteratura, numerosi metodi per l'analisi di stabilità dei versanti che vengono applicati quando si è già individuato un sito potenzialmente interessato da un movimento franoso. Tali metodi possono essere di tipo statico o evolutivo. Ad esempio, l'analisi condotta con i metodi dell'equilibrio limite esamina semplicemente la possibilità di movimento iniziale e non considera il successivo comportamento del sistema. Con analisi di tipo numerico, invece, il comportamento del sistema viene simulato seguendo ipotesi meno restrittive e più realistiche per il fenomeno fisico in esame.

Il metodo degli elementi distinti (Cundal, 1988), ad esempio, è un'efficiente procedura di analisi evolutiva per le instabilità in roccia; con tale metodo il sistema di blocchi può mostrare diverse configurazioni di comportamenti stabili e instabili, in diversi istanti di tempo, durante l'intero sviluppo dell'analisi.

4.2.1 Metodi all'equilibrio limite

Nei metodi basati sul concetto dell'equilibrio limite globale, l'analisi di stabilità è effettuata al fine di valutare il coefficiente di sicurezza. Questo valore deve essere calcolato per la superficie di scivolamento più critica, normalmente definita come superficie di scivolamento critica. In questo caso sono impiegate delle procedure iterative, ciascuna delle quali comprende la scelta di una superficie critica, la suddivisione della massa interessata dallo scivolamento in un numero conveniente di conci, e la valutazione dell'equilibrio di ciascuno dei conci mediante uno dei numerosi metodi disponibili. Questi metodi di calcolo della stabilità dei pendii hanno diversi gradi d'accuratezza, secondo le ipotesi semplificative assunte da ciascun metodo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	13 di 18

Il coefficiente di sicurezza è definito come il rapporto fra la resistenza al taglio e la tensione tangenziale richiesta per l'equilibrio del pendio.

I metodi dell'equilibrio limite globale determinano, attraverso le equazioni della statica, la resistenza al taglio, agente lungo la superficie di scivolamento presa in considerazione, necessaria all'equilibrio. Il coefficiente di sicurezza è pertanto da intendersi come un fattore per il quale possono essere ridotti i parametri di resistenza al taglio per portare il pendio in condizione d'incipiente rottura. In tale ipotesi è implicito che il coefficiente di sicurezza è costante lungo tutta la superficie di rottura avendosi pertanto:

$$\tau_{eq} = \frac{c + \sigma * \tan \phi}{F}$$

τ_{eq} = tensione tangenziale necessaria all'equilibrio

c = coesione intercetta all'involuppo di rottura di Mohr-Coulomb

ϕ = angolo di attrito

σ = tensione agente normalmente alla superficie di scivolamento

F = coefficiente di sicurezza.

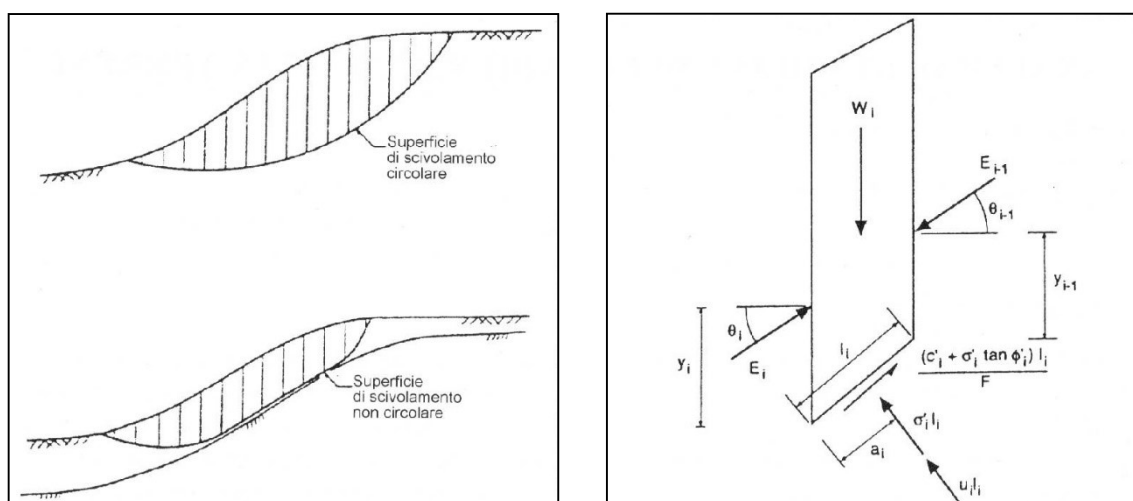



Figura 4:1 – a) Esempio di suddivisione della massa interessata dallo scivolamento in un numero conveniente di conci. b) Forze agenti sul generico concio.

Per valutare la stabilità di un pendio con i metodi dell'equilibrio limite è necessario effettuare l'analisi considerando un notevole numero di superfici di scorrimento al fine di determinare la posizione della superficie critica per la quale si ha il minimo valore del coefficiente di sicurezza. Con riferimento ai metodi dell'equilibrio limite la massa interessata dalla superficie di scivolamento viene divisa in conci; usualmente le superfici di separazione dei singoli conci sono verticali. Suddividendo la massa in conci è possibile il raggiungimento di due semplificazioni:

1. La base di ciascun concio è situata in un unico materiale.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	14 di 18

2. I conci risultano di estensione sufficientemente limitata e, conseguentemente, i segmenti della superficie di scorrimento, alla base di ciascun concio, possono essere accuratamente rappresentati da una linea retta.

Le condizioni di equilibrio possono essere considerate per ogni concio. Se la condizione di equilibrio risulta soddisfatta per ciascun concio, essa risulterà, conseguentemente, soddisfatta per l'intera massa.

Il numero di equazioni di equilibrio disponibili dipende dal numero N di conci e dal numero di equazioni di equilibrio che sono utilizzate. Come indicato nella tabella 4:1, il numero di equazioni disponibili è $2N$ se deve essere soddisfatto il solo equilibrio delle forze e $3N$ se deve essere soddisfatto l'equilibrio sia delle forze sia dei momenti. Se deve essere soddisfatto l'equilibrio delle sole forze, le incognite sono $3N-1$. Se deve essere soddisfatto l'equilibrio sia delle forze sia dei momenti, il numero delle incognite è pari a $5N-2$.


Tabella 4:1– Analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite, equazioni ed incognite.

EQUAZIONI	INCOGNITE
Metodi che soddisfano il solo equilibrio delle forze	
N = equilibrio alla traslazione orizzontale N = equilibrio alla traslazione verticale	N = forze normali alla base dei conci $N - 1$ = forze agenti all'interfaccia dei conci $N - 1$ = angoli di inclinazione delle forze agenti all'interfaccia dei conci 1 = coefficiente di sicurezza
2N equazioni	3N-1 incognite
Metodi che soddisfano l'equilibrio sia delle forze sia dei momenti	
N = equilibrio alla traslazione orizzontale N = equilibrio alla traslazione verticale N = equilibrio alla rotazione	N = forze normali agenti alla base dei conci N = posizione delle forze normali agenti alla base dei conci $N - 1$ = forze agenti all'interfaccia dei conci $N - 1$ = angoli di inclinazione delle forze agenti all'interfaccia dei conci $N - 1$ = posizione delle forze agenti all'interfaccia dei conci 1 = coefficiente di sicurezza
3N equazioni	5N-2 incognite

Nel caso speciale in cui $N = 1$, il problema è staticamente determinato, e il numero delle equazioni di equilibrio è uguale al numero di incognite. Per suddividere una superficie di rottura in maniera sufficientemente accurata, è usualmente necessario utilizzare da 10 a 40 conci, e il numero di incognite eccede perciò il numero di equazioni disponibili. Il Nel caso speciale in cui $N = 1$, il problema è staticamente determinato, e numero delle equazioni mancanti è pari a $N-1$ per analisi che considerano il solo equilibrio delle forze e $2N-2$ per le analisi che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio. Conseguentemente il problema è staticamente indeterminato, e occorre fare delle assunzioni per quanto riguarda le equazioni mancanti. Nei diversi metodi reperibili in letteratura tali assunzioni riguardano la direzione e il punto di applicazione delle forze che si scambiano i vari conci.

I diversi metodi dell'equilibrio limite differiscono l'uno dall'altro per i seguenti aspetti:


- differenti assunzioni per quanto concerne le equazioni mancanti per ricavare tutte le incognite del problema

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	15 di 18

- alcuni metodi, come ad esempio il metodo ordinario dei concii (Fellenius 1927) ed il metodo di Bishop modificato (Bishop 1955), non soddisfano tutte le equazioni di equilibrio o persino le condizioni di equilibrio delle forze. Conseguentemente questi metodi sono basati su un minore numero di equazioni ed incognite rispetto a quelle indicate nella tabella 4:2.

Tabella 4:2 – Caratteristiche dei metodi dell'equilibrio limite più utilizzati per l'analisi di stabilità dei pendii.

METODO	LIMITAZIONI, ASSUNZIONI, E CONDIZIONI DI EQUILIBRIO CHE DEVONO ESSERE SODDISFATTE
Metodo ordinario dei concii (Fellenius 1927)	Coefficienti di sicurezza bassi, metodo poco accurato per pendii di modesta pendenza e con elevati valori della pressione interstiziale, applicabile solamente a superfici di scivolamento circolari, assume che la forza normale alla base di ogni concio è pari a $w \cdot \cos \alpha$, un'equazione (momento di equilibrio alla rotazione dell'intera massa), un'incognita (coefficiente di sicurezza)
Metodo di Bishop modificato (Bishop 1955)	Metodo di calcolo accurato, applicabile solamente a superfici di rottura circolari. Soddisfa l'equilibrio alla traslazione verticale e l'equilibrio alla rotazione, assume che le forze scambiate all'interfaccia dei diversi concii siano orizzontali, $N+1$ equazioni ed incognite
Metodi di equilibrio delle forze	Soddisfano l'equilibrio delle forze; sono applicabili a superfici di scorrimento di forma qualsiasi. Assumono per le forze di interfaccia dei vari concii un'inclinazione che può essere la medesima per tutti i concii o differire da concio a concio. Se l'inclinazione delle forze che si scambiano i vari concii è modesta si ottengono valori del coefficiente di sicurezza inferiori a quelli che si ottengono adottando metodi che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio, al contrario se l'angolo di inclinazione delle forze che si scambiano i diversi concii è elevato, i coefficienti di sicurezza calcolati sono superiori a quelli che si ottengono adottando metodi che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio, $2N$ equazioni ed incognite
Metodo di Janbu Semplificato (Janbu 1968)	Metodo basato sull'equilibrio delle forze, applicabile a superfici di rottura di forma qualsiasi; assume che le forze di interfaccia fra i diversi concii siano orizzontali, i coefficienti di sicurezza calcolati sono usualmente considerevolmente più bassi di quelli calcolati utilizzando metodi che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio, $2N$ equazioni ed incognite
Metodo Svedese Modificato (U.S. Army Corps of Engineers 1970)	Metodo basato sull'equilibrio delle forze, applicabile a qualsiasi forma di superficie di scorrimento, assume che l'inclinazione delle forze scambiate tra i diversi concii abbiano inclinazione uguale a quella del pendio e uguale per tutti i concii; i coefficienti di sicurezza sono spesso considerevolmente più elevati di quelli che si possono ottenere utilizzando metodi che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio, $2N$ equazioni ed incognite
Metodo di Lowe e Karafiath's (Lowe e Karafiath 1960)	Generalmente più accurato dei metodi basati sull'equilibrio delle forze, applicabile a superfici di scivolamento di qualsiasi forma; per le forze che si scambiano i concii si assume che abbiano un'inclinazione intermedia fra l'inclinazione del pendio e quella della superficie di scivolamento (variabile da concio a concio); soddisfa l'equilibrio alla traslazione verticale ed orizzontale, $2N$ equazioni ed incognite
Procedura dei concii generalizzata di Janbu (Janbu 1968)	Soddisfa tutte le condizioni di equilibrio, applicabile a superfici di scivolamento di forma qualsiasi; assume il valore dell'altezza di applicazione delle forze scambiate fra i diversi concii; con riferimento alla base del concio (variabile da concio a concio), si hanno più frequentemente di altri metodi problemi di convergenza numerica, metodo accurato, $3N$ equazioni ed incognite
Metodo di Spencer (1967)	Soddisfa tutte le condizioni di equilibrio, applicabile a superfici di scivolamento di forma qualsiasi, metodo accurato, $3N$ equazioni ed incognite
Metodo di Morgenstern e Price (Morgenstern e Price 1965)	Soddisfa tutte le condizioni di equilibrio, applicabile a qualsiasi forma di superficie di scorrimento, assume che l'inclinazione delle forze che si scambiano i concii segue un ben definito modello, definito da una funzione $f(x)$, l'inclinazione delle forze scambiate dai concii può essere variabile da concio a concio o può essere la medesima per tutti i concii; l'inclinazione di tali forze è calcolata durante l'analisi di stabilità al fine di soddisfare tutte le condizioni di equilibrio, metodo accurato, $3N$ equazioni ed incognite
Metodo di Sarma (Sarma 1973)	Soddisfa tutte le condizioni di equilibrio, applicabile a superfici di rottura di forma qualsiasi; assume che il valore delle forze verticali che si scambiano i concii seguano un determinato modello; determina l'accelerazione critica per la quale il pendio ha un coefficiente di sicurezza pari a 1, $3N$ equazioni, $3N$ incognite.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	16 di 18

Le caratteristiche dei metodi più utilizzati nella pratica professionale, con riferimento alle condizioni di equilibrio soddisfatte, alle assunzioni semplificatrici e all'accuratezza di calcolo che si può ottenere, sono riepilogate nella tabella 4:2.


Un aspetto di fondamentale importanza dei metodi basati sull'equilibrio limite si riferisce all'accuratezza del calcolo, che può differire nei diversi metodi tenendo presente che le equazioni di equilibrio disponibili sono inferiori alle incognite e pertanto per valutare il coefficiente di sicurezza occorre fare delle assunzioni semplificatrici. L'accuratezza del calcolo riguarda solamente la valutazione della tensione di taglio, richiesta per l'equilibrio x_{eq} , ed il valore della tensione normale σ_a agente lungo la superficie di rottura.


Occorre evidenziare come, oltre alla precisione del calcolo, si abbia un'accuratezza complessiva relativamente alla conoscenza del sito ed alla valutazione, sulla base delle indagini geognostiche, di tutti i parametri geotecnici necessari per il calcolo, con particolare riferimento alla resistenza al taglio. Studi condotti sull'accuratezza di calcolo, che può essere ottenuta dai differenti metodi, hanno portato alle seguenti conclusioni:

1. Se il metodo d'analisi soddisfa tutte le condizioni d'equilibrio, il coefficiente di sicurezza è accurato in una percentuale compresa fra $\pm 6\%$. Questa conclusione è basata sul fatto che i coefficienti di sicurezza calcolati, con i metodi che soddisfano le condizioni d'equilibrio, differiscono fra loro di una percentuale non superiore al 12%, o del $\pm 6\%$ da un valore centrale, nel caso siano utilizzati metodi che assumono ragionevoli ipotesi quali quello di Morgenstern e Price (1965). Spencer (1967), Sarma (1973) e la procedura generalizzata dei conci (Janbu 1968). Numerosi studi hanno mostrato che valori del coefficiente di sicurezza F calcolati utilizzando tali metodi differiscono di non più del 6% dai valori calcolati usando sia il metodo della spirale logaritmica (considerando una superficie di rottura a forma di spirale logaritmica) sia il metodo degli elementi finiti, che soddisfano tutte le condizioni d'equilibrio.
2. Il metodo di Bishop modificato costituisce un caso speciale. Sebbene non soddisfi tutte le condizioni d'equilibrio, esso è molto accurato anche se è limitato a superfici di scivolamento circolari.
3. A prescindere dal metodo d'analisi utilizzato, è essenziale effettuare un'accurata ricerca della superficie critica di scivolamento per assicurarsi che sia stato effettivamente calcolato il coefficiente di sicurezza minimo.

Occorre inoltre ricordare che quando è effettuata un'analisi di stabilità è auspicabile effettuare un controllo indipendente dei risultati, per salvaguardarsi da eventuali errori.

Sfortunatamente i metodi che soddisfano tutte le condizioni d'equilibrio sono lunghi e complessi, e troppo difficili da risolvere manualmente. È perciò più pratico impiegare analisi più semplici, da eseguire manualmente, per controllare calcoli più sofisticati eseguiti con il computer. A questo riguardo nei successivi paragrafi sono riportate delle soluzioni pubblicate in letteratura sotto forma d'abachi, per casi semplici, e sono forniti esempi relativamente a calcoli manuali che possono essere utilizzati come buona pratica per controllare il coefficiente di sicurezza relativo alla superficie più critica calcolata con un programma di calcolo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	17 di 18

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 18,31 MWp POTENZA IN IMMISSIONE 15 MW Comune di Belmonte Piceno e Servigliano (FM)	Rev.	0
	21-00014-IT-BELMONTE_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	18 di 18

5 VERIFICA DELLA STABILITÀ

Con riferimento al modello geologico-geotecnico adottato (3 unità litotecniche), sulla base dei parametri geomeccanici caratteristici è stata eseguita la verifica di stabilità lungo una sezione longitudinale ritenuta la più rappresentativa e passante per l'area interessata dalla realizzazione della cabina primaria. Questa ricalca profili che non mostrano alcuna tendenza allo scorrimento superficiale.

Valutate in sito l'effettiva assenza di soliflusso si è proceduto a verificare il pendio proponendo, in ogni caso, interventi di mitigazione e consolidamento.

In particolare è stata prevista la realizzazione dei supporti di fondazione delle strutture su pali profondi 3.50 metri in modo trasferire il carico oltre lo strato superficiale soggetto nel tempo a rimaneggiamenti per poter esercitare la pratica agricola.

Con questo accorgimento sono state eseguite le verifiche utilizzando il programma Slope Stability Analysis Program "SSAP 2010 5.1 c".

I risultati ottenuti, descritti nei report elaborazioni di calcolo, indicano soddisfacenti garanzie di sicurezza nelle condizioni di "profilatura" del versante esistente. Il coefficiente di sicurezza minimo (F_{sm}), determinato dal calcolo è risultato $F_s \geq 1,51$.

È utile sottolineare che il pendio potrebbe essere considerato in teoria stabile quando F_{sic} risulta maggiore di 1,0 ($T_{max} > T_{mob}$), instabile in caso contrario ($T_{max} < T_{mob}$). In realtà, per tener conto dell'incertezza introdotta dalle ipotesi semplificatrici nelle procedure di calcolo, sebbene sempre più affidabili e raffinate, e, soprattutto dell'approssimazione con cui sono noti i parametri geomeccanici della roccia per consuetudine pratica la stabilità può dirsi raggiunta solo nel caso in cui $F_{sic} > 1,3$.

Report elaborazioni

SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12754

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 13 Gennaio 2022

File report: C:\Users\Michele\Desktop\TEP RENEWABLES\13 -
BELMONTE\IDROGEOLOGICA\REPORT.txt

Data: 28/6/2022

Localita' : SERVIGLIANO - BELMONTE PICENO

Descrizione: Verifica della Stabilit  del Versante

Modello pendio: BELMONTE.mod

----- 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	246.00	0.00	244.30	0.00	238.40	-	-
9.76	247.00	9.76	245.40	9.76	240.10	-	-
20.41	248.00	20.41	246.40	20.41	241.20	-	-
25.80	249.00	25.80	247.50	25.80	241.80	-	-
36.82	251.00	36.82	248.40	36.82	242.60	-	-
53.02	253.00	53.02	250.40	53.02	244.70	-	-
60.54	254.00	60.54	252.50	60.54	246.50	-	-
71.35	256.00	71.35	254.60	71.35	248.30	-	-
88.94	259.00	88.94	257.60	88.94	251.20	-	-
103.83	261.00	103.83	259.60	103.83	253.10	-	-
116.74	263.00	116.74	261.50	116.74	255.10	-	-
132.19	265.00	132.19	263.50	132.19	256.80	-	-
153.29	267.00	186.66	267.60	153.29	259.10	-	-
186.66	269.00	225.50	269.60	186.66	261.20	-	-
225.50	271.00	241.32	271.60	225.50	263.50	-	-
241.32	273.00	263.42	276.40	241.32	265.60	-	-
263.42	278.00	283.14	280.40	263.42	271.30	-	-
283.14	282.00	-	-	283.14	274.60	-	-

ASSENZA DI FALDA

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

fi` C` Cu Gamm Gamm_sat

STR_IDX	sgci	GSI	mi	D			
STRATO 1	1	27.00	0.00	0.00	0.00	16.85	16.85
1.573	0.00	0.00	0.00	0.00			
STRATO 2	2	23.00	0.00	0.00	0.00	17.84	17.84
1.237	0.00	0.00	0.00	0.00			
STRATO 3	3	28.00	0.00	0.00	0.00	19.71	19.71
1.664	0.00	0.00	0.00	0.00			

LEGENDA: ϕ _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C _____ Coesione efficace (in Kpa)
 C_u _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 γ _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
 γ_{sat} _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)
STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH)

(adimensionale)

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

σ_{ci} _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

m_i _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: $\gamma_{PHI}=1.25$ e $\gamma_C=1.25$ -

DISATTIVATO (solo per ROCCE)

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

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

Nota Bene:

##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N.	da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	Wsh1
Wsh2	Wsv1	Wsv2				
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)
(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)				
1	40.0000	180.0000	0.27	0.27	90.00	0.00
0.00	0.27	0.27				
2	240.0000	270.0000	98.00	49.00	49.00	64.29
32.15	73.96	36.98				

LEGENDA SIMBOLI

N. (-) : NUMERO SOVRACCARICO

X1(m) : Posizione carico da X1

X2(m) : a X2

SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)

SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)

Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi):

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

Wsh1,Wsh2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione
 Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)
 Wsv1,Wsv2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione
 Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

 ----- PALIFICATE PRESENTI -----

Nota Bene:

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975) - HASSIOTIS (1997)

Procedura calcolo automatico forza mobilitata su palificata: Attivata

TABELLA PALIFICATE

N. fNTC (-) (-)	X (m)	Y (m)	L (m)	D (m)	D2 (m)	D1 (m)
1 1.00	10.0000	244.3000	3.50	0.30	3.50	3.80
2 1.00	40.0000	248.5000	3.50	0.30	3.50	3.80
3 1.00	70.0000	254.5000	3.50	0.30	3.50	3.80
4 1.00	100.0000	259.5000	3.50	0.30	3.50	3.80
5 1.00	130.0000	263.2000	3.50	0.30	3.50	3.80
6 1.00	160.0000	266.0000	3.50	0.30	3.50	3.80
7 1.00	180.0000	267.2000	3.50	0.30	3.50	3.80

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : Numero PALIFICATE

X(m) : Coordinata X Testa

Y(m) : Coordinata Y Testa

L(m) : Lunghezza pali L*

D(m) : Diametro pali

D2(m) : Lunghezza apertura tra pali

D1(m) : Lunghezza interasse tra pali

fNTC : Fattore riduttivo resistenza palificata (NTC 2018)

*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20%
 finale della lunghezza,

ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto
 stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio

(incastro).

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 11.3 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.66

260.49

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 199.16
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 33.98

277.48

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso

di uso del motore di ricerca NEW RANDOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : A (rapido)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0134
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0067
 COEFFICIENTE $c=K_v/K_h$ 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 F_s *

Fattore di sicurezza (FS) 1.4077 - Min. - X Y Lambda=
 0.1925

235.04 272.21
 237.74 271.98
 239.90 272.25
 241.03 272.96

Fattore di sicurezza (FS) 1.4861 - N.2 -- X Y Lambda=
 0.1942

235.17 272.22
 238.07 271.85
 239.84 272.11
 241.36 273.01

Fattore di sicurezza (FS) 1.4918 - N.3 -- X Y Lambda=
 0.2580

233.39 272.00
 237.47 269.54

239.75 269.84
241.57 270.95
244.56 273.39
244.92 273.81

Fattore di sicurezza (FS) 1.4932 - N.4 -- X Y Lambda=
0.2399

234.34 272.12
237.54 270.32
239.31 270.09
240.75 270.48
242.27 271.60
244.13 273.38
244.38 273.69

Fattore di sicurezza (FS) 1.5015 - N.5 -- X Y Lambda=
0.2698

234.54 272.14
237.88 271.48
239.85 272.11
240.89 272.95

Fattore di sicurezza (FS) 1.5113 - N.6 -- X Y Lambda=
0.2605

233.48 272.01
236.85 270.24
239.65 270.75
242.65 272.84
243.12 273.41

Fattore di sicurezza (FS) 1.5213 - N.7 -- X Y Lambda=
0.2680

234.54 272.14
236.23 271.34
238.69 271.70
239.82 272.00
241.20 272.99

Fattore di sicurezza (FS) 1.5241 - N.8 -- X Y Lambda=
0.2516

233.25 271.98
236.71 270.32
239.49 270.69
241.89 272.24
243.02 273.38

Fattore di sicurezza (FS) 1.5245 - N.9 -- X Y Lambda=
0.1916

235.13 272.22
 236.98 272.12
 239.69 272.32
 240.74 272.93

Fattore di sicurezza (FS) 1.5269 - N.10 -- X Y Lambda=
 0.2435

232.70 271.91
 236.17 269.97
 237.57 269.63
 240.09 270.13
 242.60 271.78
 244.28 273.67

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE 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	1.408	55.7	39.5	8.2	Surplus
2	1.486	72.1	48.5	13.9	Surplus
3	1.492	323.6	216.9	63.3	Surplus
4	1.493	268.2	179.6	52.7	Surplus
5	1.502	66.6	44.4	13.4	Surplus
6	1.511	210.0	138.9	43.3	Surplus
7	1.521	84.1	55.3	17.8	Surplus
8	1.524	207.1	135.9	44.0	Surplus
9	1.524	40.2	26.4	8.6	Surplus
10	1.527	302.4	198.0	64.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 8.2

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

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
(°)	(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)
	(c',Cu)					
	(kPa)					
	235.037	0.095	-4.80	0.02	0.00	0.00

27.00	0.00					
	235.132	0.095	-4.80	0.05	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.227	0.095	-4.80	0.08	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.322	0.095	-4.80	0.11	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.417	0.095	-4.80	0.14	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.512	0.095	-4.80	0.18	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.607	0.095	-4.80	0.21	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.702	0.095	-4.80	0.24	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.797	0.095	-4.80	0.27	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.892	0.095	-4.80	0.31	0.00	0.00
27.00	0.00					
	235.987	0.095	-4.80	0.34	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.082	0.095	-4.80	0.37	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.177	0.095	-4.80	0.40	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.272	0.095	-4.80	0.43	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.367	0.095	-4.80	0.47	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.462	0.095	-4.80	0.50	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.557	0.095	-4.80	0.53	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.652	0.095	-4.80	0.56	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.747	0.095	-4.80	0.60	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.842	0.095	-4.80	0.63	0.00	0.00
27.00	0.00					
	236.937	0.095	-4.80	0.66	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.032	0.095	-4.80	0.69	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.127	0.095	-4.80	0.72	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.222	0.095	-4.80	0.76	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.317	0.095	-4.80	0.79	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.412	0.095	-4.80	0.82	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.507	0.095	-4.80	0.85	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.602	0.095	-4.80	0.89	0.00	0.00

27.00	0.00					
	237.697	0.048	-4.80	0.46	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.745	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.840	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	237.935	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.030	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.125	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.220	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.315	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.410	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.505	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.600	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.695	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.790	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.885	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	238.980	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.075	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.170	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.265	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.360	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.455	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.550	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.645	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.740	0.095	7.11	0.92	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.835	0.068	7.11	0.66	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.903	0.095	32.43	0.88	0.00	0.00
27.00	0.00					
	239.998	0.002	32.43	0.02	0.00	0.00
27.00	0.00					
	240.000	0.095	32.43	7.87	0.00	0.00

27.00	0.00					
240.095	0.095	32.43	7.78	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.190	0.095	32.43	7.70	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.285	0.095	32.43	7.61	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.380	0.095	32.43	7.52	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.475	0.095	32.43	7.43	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.570	0.095	32.43	7.34	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.665	0.095	32.43	7.25	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.760	0.095	32.43	7.16	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.855	0.095	32.43	7.07	0.00	0.00	
27.00	0.00					
240.950	0.079	32.43	5.81	0.00	0.00	
27.00	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

T(x)	X (m)	ht E' (m) (kN)	yt rho(x) (m) (--)	yt' FS_qFEM (--) (--)	E(x) FS_srmFEM (kN/m) (--)
	235.037	0.000	272.206	-0.015	0.0000000000E+000
0.0000000000E+000	235.132	1.1264140528E-001	272.204	0.047	27.551 20.653
	235.227	0.007	272.203	-0.015	9.3847725311E-003
1.8061585520E-005	235.322	8.4916805518E-002	272.202	0.047	27.551 20.653
	235.322	0.013	272.202	-0.015	1.6135495470E-002
6.2689495206E-005	235.322	8.8764106958E-002	272.202	0.047	15.832 8.279
	235.322	0.020	272.202	-0.015	2.6251314283E-002
1.9016261232E-004	235.322	1.2723840302E-001	272.202	0.048	11.279 4.130

235.417	0.026	272.200	-0.015	4.0312743577E-002	
4.9696568063E-004	1.6430427719E-001		0.052	9.692	3.510
235.512	0.033	272.199	-0.015	5.7471646985E-002	
1.1255075639E-003	2.0429630133E-001		0.059	8.943	3.620
235.607	0.040	272.197	-0.015	7.9132174249E-002	
2.0977738050E-003	2.8901055925E-001		0.069	8.479	3.945
235.702	0.046	272.196	-0.015	1.1238808598E-001	
3.8024325882E-003	4.4350313586E-001		0.082	8.144	4.548
235.797	0.053	272.195	-0.015	1.6340457235E-001	
6.6548517347E-003	6.6587849644E-001		0.099	7.859	5.212
235.892	0.059	272.193	-0.015	2.3891521329E-001	
1.1178941513E-002	9.6242882671E-001		0.118	7.549	5.452
235.987	0.066	272.192	-0.015	3.4628081079E-001	
1.7968894150E-002	1.2845535435E+000		0.137	7.171	4.955
236.082	0.073	272.190	-0.015	4.8300008856E-001	
2.7620341462E-002	1.5774677618E+000		0.154	6.710	4.104
236.177	0.079	272.189	-0.015	6.4602388013E-001	
4.0683618739E-002	1.8352921490E+000		0.171	6.179	3.346
236.272	0.086	272.188	-0.015	8.3173374588E-001	
5.7630419782E-002	2.0518888721E+000		0.188	5.611	2.793
236.367	0.092	272.186	-0.015	1.0359142369E+000	
7.8839457918E-002	2.2355606014E+000		0.206	5.047	2.413
236.462	0.099	272.185	-0.015	1.2565245483E+000	
1.0461027401E-001	2.4090882813E+000		0.225	4.518	2.153
236.557	0.106	272.184	-0.015	1.4936779600E+000	
1.3517899092E-001	2.5836576748E+000		0.245	4.044	1.970
236.652	0.112	272.182	-0.015	1.7474591337E+000	
1.7072170397E-001	2.7589895650E+000		0.264	3.632	1.837
236.747	0.119	272.181	-0.015	2.0179282937E+000	
2.1135805456E-001	2.9348317819E+000		0.284	3.281	1.735
236.842	0.125	272.179	-0.015	2.3051221856E+000	
2.5715116623E-001	3.1109029211E+000		0.303	2.986	1.655
236.937	0.132	272.178	-0.015	2.6090475626E+000	
3.0810589066E-001	3.2871213380E+000		0.322	2.739	1.591
237.032	0.139	272.177	-0.015	2.9297256564E+000	
3.6426939256E-001	3.4632966501E+000		0.339	2.533	1.538
237.127	0.145	272.175	-0.015	3.2671270448E+000	
4.2564691614E-001	3.6380937261E+000		0.356	2.362	1.495
237.222	0.152	272.174	-0.015	3.6210192641E+000	
4.9193201965E-001	3.8092841851E+000		0.371	2.220	1.459
237.317	0.158	272.173	-0.015	3.9909494654E+000	
5.6241233247E-001	4.1305065648E+000		0.385	2.102	1.430
237.412	0.165	272.171	-0.012	4.4058788635E+000	
6.4152055189E-001	4.2806043063E+000		0.399	2.008	1.404
237.507	0.172	272.170	-0.002	4.8043299378E+000	
7.1788622713E-001	4.0489971802E+000		0.410	1.943	1.380
237.602	0.180	272.171	0.014	5.1752504298E+000	
7.8981861467E-001	3.7043731537E+000		0.420	1.896	1.355
237.697	0.191	272.173	0.031	5.5082176533E+000	
8.5610862235E-001	3.4289663552E+000		0.429	1.861	1.327
237.745	0.197	272.175	0.061	5.6700338277E+000	
8.8994479349E-001	3.2061019279E+000		0.433	1.846	1.310
237.840	0.191	272.182	0.081	5.9396712798E+000	
9.5033204283E-001	2.7251839380E+000		0.441	1.805	1.274

237.935	0.189	272.191	0.105	6.1878605738E+000	
1.0098439695E+000	2.5398086578E+000		0.450	1.749	1.233
238.030	0.188	272.201	0.123	6.4222738794E+000	
1.0689602090E+000	2.4423419304E+000		0.458	1.681	1.190
238.125	0.188	272.214	0.128	6.6519430002E+000	
1.1283068971E+000	2.3068496345E+000		0.466	1.604	1.149
238.220	0.188	272.226	0.125	6.8606106915E+000	
1.1812345811E+000	2.1944108186E+000		0.474	1.533	1.114
238.315	0.188	272.238	0.125	7.0689147128E+000	
1.2326189904E+000	2.1908713215E+000		0.480	1.469	1.084
238.410	0.188	272.250	0.125	7.2769098454E+000	
1.2828335237E+000	2.1879766389E+000		0.486	1.411	1.057
238.505	0.188	272.262	0.125	7.4846638326E+000	
1.3321378076E+000	2.1858669198E+000		0.491	1.360	1.033
238.600	0.188	272.273	0.125	7.6922580861E+000	
1.3807362689E+000	2.1844717359E+000		0.495	1.314	1.012
238.695	0.189	272.285	0.125	7.8997469670E+000	
1.4287327175E+000	2.1834649682E+000		0.499	1.272	0.992
238.790	0.189	272.297	0.125	8.1071499192E+000	
1.4761527086E+000	2.1826253728E+000		0.502	1.233	0.974
238.885	0.189	272.309	0.125	8.3144792641E+000	
1.5230219439E+000	2.1818850394E+000		0.506	1.198	0.958
238.980	0.189	272.321	0.125	8.5217415417E+000	
1.5693640646E+000	2.1811481507E+000		0.508	1.166	0.942
239.075	0.189	272.333	0.125	8.7289308664E+000	
1.6151972739E+000	2.1802139364E+000		0.511	1.138	0.928
239.170	0.189	272.345	0.125	8.9360156289E+000	
1.6605693051E+000	2.1785783589E+000		0.513	1.113	0.916
239.265	0.189	272.357	0.125	9.1428941688E+000	
1.7055198919E+000	2.1751106298E+000		0.515	1.096	0.908
239.360	0.189	272.369	0.125	9.3493200096E+000	
1.7497009626E+000	2.1680310553E+000		0.516	1.103	0.915
239.455	0.189	272.381	0.128	9.5548533217E+000	
1.7918533055E+000	2.2033651086E+000		0.516	1.155	0.951
239.550	0.190	272.393	0.149	9.7679931746E+000	
1.8306321848E+000	2.1869251683E+000		0.515	1.331	1.052
239.645	0.194	272.409	0.176	9.9704026459E+000	
1.8592061906E+000	1.7253470974E+000		0.514	1.617	1.270
239.740	0.199	272.426	0.195	1.0095835586E+001	
1.8712218674E+000	6.8015630085E-001		0.513	1.844	1.581
239.835	0.207	272.446	0.218	1.0099642775E+001	
1.8631171131E+000	-8.0408765203E-001		0.512	1.932	1.912
239.903	0.214	272.462	0.261	1.0004669722E+001	
1.8425786958E+000	-2.0759723716E+000		0.512	1.916	2.094
239.998	0.180	272.488	0.277	9.7178235863E+000	
1.7921870760E+000	-4.1840954128E+000		0.512	1.753	2.197
240.000	0.180	272.489	0.338	9.7082329090E+000	
1.7906366943E+000	-4.2497273154E+000		0.512	1.749	2.196
240.095	0.152	272.521	0.377	9.1549718853E+000	
1.7035445790E+000	-6.9784541020E+000		0.514	1.556	2.103
240.190	0.130	272.561	0.449	8.3822195967E+000	
1.5759990406E+000	-9.1643087645E+000		0.515	1.402	1.946
240.285	0.116	272.607	0.502	7.4136126614E+000	
1.4047542205E+000	-1.0775150346E+001		0.512	1.290	1.793

240.380	0.105	272.656	0.514	6.3347757659E+000	
1.1970673928E+000	-1.1189931328E+001		0.500	1.226	1.675
240.475	0.093	272.704	0.488	5.2873540820E+000	
9.7325886284E-001	-1.0452754022E+001		0.458	1.202	1.604
240.570	0.077	272.749	0.467	4.3485921814E+000	
7.5599284791E-001	-9.8235841767E+000		0.342	1.200	1.560
240.665	0.061	272.793	0.467	3.4207224181E+000	
5.3347920606E-001	-9.6673568686E+000		0.258	1.214	1.535
240.760	0.045	272.837	0.467	2.5116461021E+000	
3.0396096554E-001	-9.4641629982E+000		0.187	1.234	1.508
240.855	0.029	272.882	0.467	1.6223862907E+000	
9.4786502017E-002	-9.3336406866E+000		0.111	1.231	1.445
240.950	0.013	272.926	0.467	7.3811121582E-001	
1.4205414999E-003	-9.3285436122E+000		0.047	0.957	1.020

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	dx	dI	alpha	TauStress	TauF
TauStrength	TauS				
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)
(kPa)	(kN/m)				
235.037	0.095	0.095	-4.800	-0.012	-0.001
0.086	0.008				
235.132	0.095	0.095	-4.800	-0.036	-0.003
0.258	0.025				
235.227	0.095	0.095	-4.800	-0.059	-0.006
0.430	0.041				
235.322	0.095	0.095	-4.800	-0.083	-0.008
0.603	0.058				
235.417	0.095	0.095	-4.800	-0.107	-0.010
0.777	0.074				
235.512	0.095	0.095	-4.800	-0.131	-0.012
0.951	0.091				

1.128	235.607	0.095	0.095	-4.800	-0.154	-0.015
	0.108					
1.307	235.702	0.095	0.095	-4.800	-0.178	-0.017
	0.125					
1.490	235.797	0.095	0.095	-4.800	-0.202	-0.019
	0.142					
1.676	235.892	0.095	0.095	-4.800	-0.226	-0.022
	0.160					
1.867	235.987	0.095	0.095	-4.800	-0.250	-0.024
	0.178					
2.061	236.082	0.095	0.095	-4.800	-0.273	-0.026
	0.196					
2.258	236.177	0.095	0.095	-4.800	-0.297	-0.028
	0.215					
2.458	236.272	0.095	0.095	-4.800	-0.321	-0.031
	0.234					
2.660	236.367	0.095	0.095	-4.800	-0.345	-0.033
	0.254					
2.863	236.462	0.095	0.095	-4.800	-0.368	-0.035
	0.273					
3.067	236.557	0.095	0.095	-4.800	-0.392	-0.037
	0.292					
3.272	236.652	0.095	0.095	-4.800	-0.416	-0.040
	0.312					
3.478	236.747	0.095	0.095	-4.800	-0.440	-0.042
	0.332					
3.684	236.842	0.095	0.095	-4.800	-0.463	-0.044
	0.351					
3.889	236.937	0.095	0.095	-4.800	-0.487	-0.046
	0.371					
4.095	237.032	0.095	0.095	-4.800	-0.511	-0.049
	0.390					
4.299	237.127	0.095	0.095	-4.800	-0.535	-0.051
	0.410					
4.499	237.222	0.095	0.095	-4.800	-0.558	-0.053
	0.429					
4.727	237.317	0.095	0.095	-4.800	-0.582	-0.056
	0.451					
4.881	237.412	0.095	0.095	-4.800	-0.606	-0.058
	0.465					
5.023	237.507	0.095	0.095	-4.800	-0.630	-0.060
	0.479					
5.158	237.602	0.095	0.095	-4.800	-0.654	-0.062
	0.492					
5.294	237.697	0.048	0.048	-4.800	-0.671	-0.032
	0.254					
5.050	237.745	0.095	0.096	7.112	1.315	0.126
	0.484					
5.049	237.840	0.095	0.096	7.112	1.315	0.126
	0.483					
5.049	237.935	0.095	0.096	7.112	1.316	0.126
	0.483					
5.051	238.030	0.095	0.096	7.112	1.316	0.126
	0.484					

238.125	0.095	0.096	7.112	1.317	0.126
5.030 0.482					
238.220	0.095	0.096	7.112	1.317	0.126
5.026 0.481					
238.315	0.095	0.096	7.112	1.317	0.126
5.023 0.481					
238.410	0.095	0.096	7.112	1.318	0.126
5.021 0.481					
238.505	0.095	0.096	7.112	1.318	0.126
5.020 0.481					
238.600	0.095	0.096	7.112	1.318	0.126
5.020 0.481					
238.695	0.095	0.096	7.112	1.319	0.126
5.019 0.481					
238.790	0.095	0.096	7.112	1.319	0.126
5.018 0.480					
238.885	0.095	0.096	7.112	1.319	0.126
5.018 0.480					
238.980	0.095	0.096	7.112	1.320	0.126
5.017 0.480					
239.075	0.095	0.096	7.112	1.320	0.126
5.017 0.480					
239.170	0.095	0.096	7.112	1.320	0.126
5.017 0.480					
239.265	0.095	0.096	7.112	1.321	0.126
5.016 0.480					
239.360	0.095	0.096	7.112	1.321	0.126
5.010 0.480					
239.455	0.095	0.096	7.112	1.322	0.127
5.000 0.479					
239.550	0.095	0.096	7.112	1.322	0.127
4.966 0.475					
239.645	0.095	0.096	7.112	1.322	0.127
4.910 0.470					
239.740	0.095	0.096	7.112	1.323	0.127
4.841 0.464					
239.835	0.068	0.068	7.112	1.323	0.090
4.771 0.325					
239.903	0.095	0.113	32.433	4.305	0.485
3.498 0.394					
239.998	0.002	0.003	32.433	4.111	0.011
3.388 0.009					
240.000	0.095	0.113	32.433	32.519	3.661
31.949 3.596					
240.095	0.095	0.113	32.433	32.094	3.613
31.725 3.571					
240.190	0.095	0.113	32.433	31.670	3.565
31.510 3.547					
240.285	0.095	0.113	32.433	31.245	3.517
31.275 3.521					
240.380	0.095	0.113	32.433	30.821	3.469
30.981 3.487					
240.475	0.095	0.113	32.433	30.396	3.422
30.621 3.447					

240.570	0.095	0.113	32.433	29.972	3.374
30.296	3.410				
240.665	0.095	0.113	32.433	29.547	3.326
29.976	3.374				
240.760	0.095	0.113	32.433	29.123	3.278
29.576	3.329				
240.855	0.095	0.113	32.433	28.698	3.230
28.901	3.253				
240.950	0.079	0.094	32.433	28.310	2.649
28.325	2.650				

 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

FORZE APPLICATE/RESISTENTI SU PALIFICATE*,**

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975,79,81,82) - HASSIOTIS (1997)

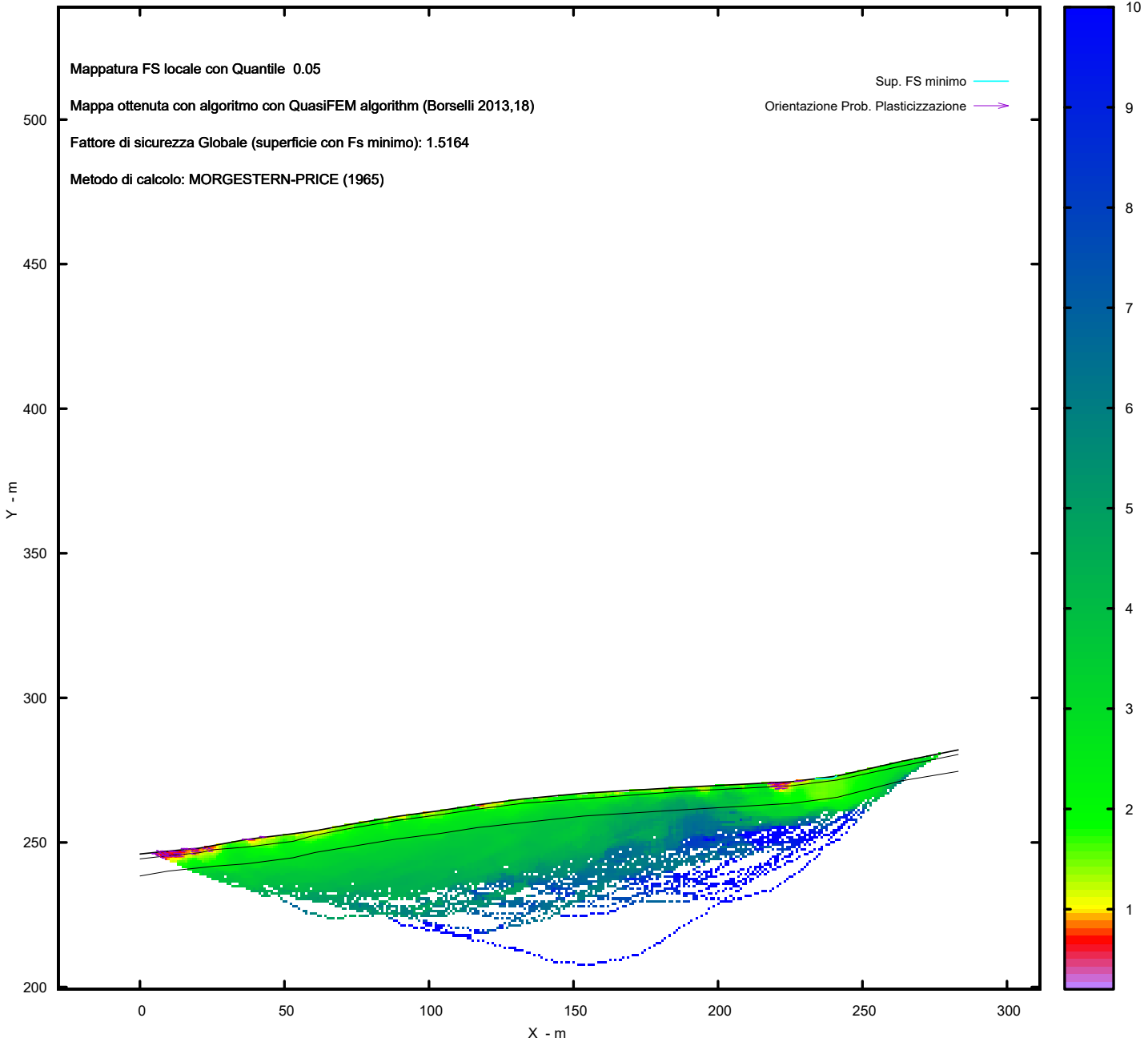
*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20% finale della lunghezza,

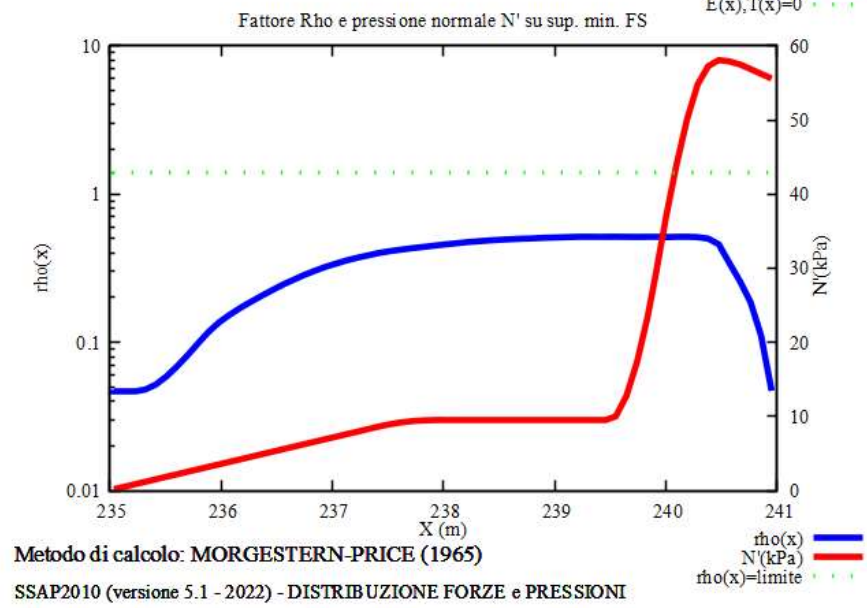
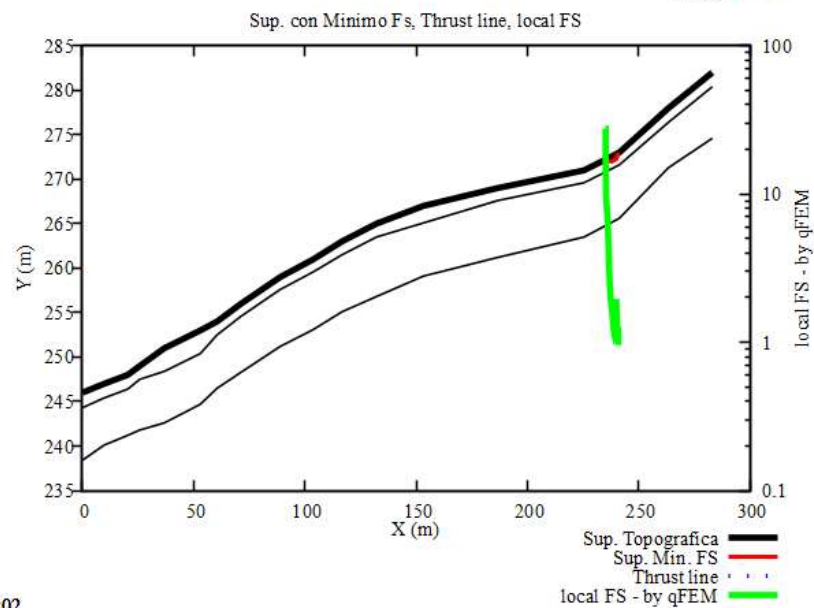
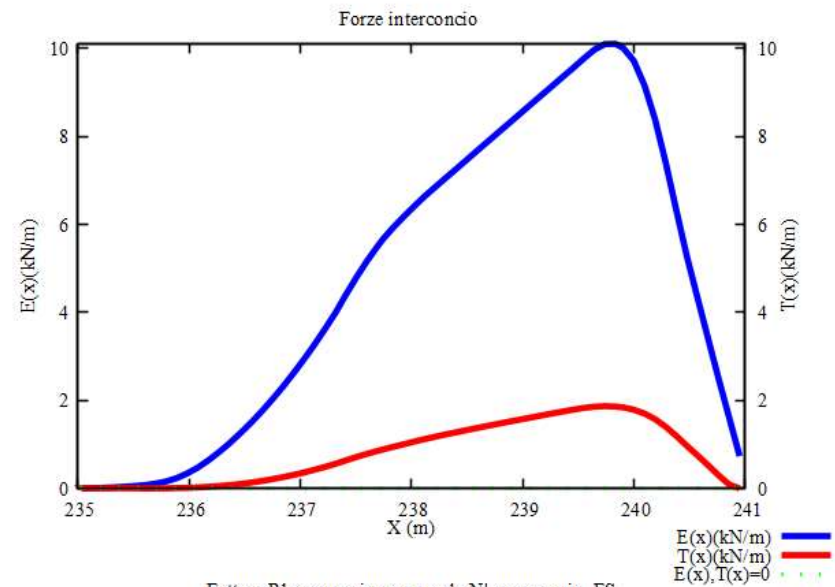
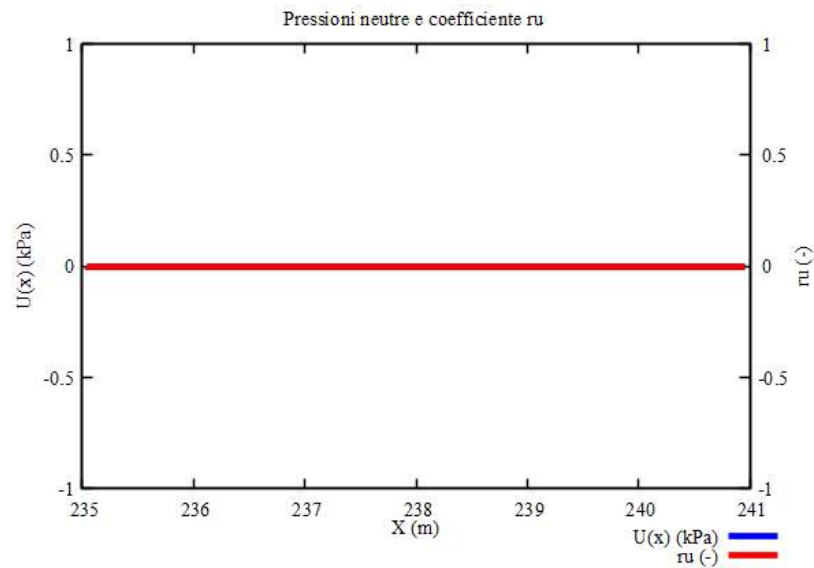
ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio

(incastro).

PALIFICATA N.1 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.2 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.3 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.4 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.5 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.6 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo
 PALIFICATA N.7 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)





Metodo di calcolo: MORGESTERN-PRICE (1965)

SSAP2010 (versione 5.1 - 2022) - DISTRIBUZIONE FORZE e PRESSIONI

