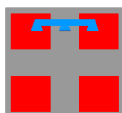


Provincia di Biella

REGIONE PIEMONTE

Comune di Masserano



MINERALI



INDUSTRIALI

Minerali Industriali S.r.l.

SEDE LEGALE ED AMMINISTRATIVA P.zza M.Liberta', 4 28100 NOVARA

PROGETTO

Miglioramento fondiario "Montino" con commercializzazione del materiale argilloso

Masserano (BI) Sp.316 "Buronzina" km 1.100

(D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. - L.R. 23/2016 e s.m.i. - PRAE 2025)

Relazione geologico-geomineraria Progetto di coltivazione				Elaborato	RG
				Data	Aprile 2026
Identificazione elaborato	Redatto	Verificato	Approvato		
Elaborato RG.pdf	-	-	-		

Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Oggetto

PROGETTISTI

(ELABORATO FIRMATO DIGITALMENTE)

Geol. Enrico ARESE

Agr. Giulio MONTI

Ing. Alberto MILANI

Ordine Geologi Regione Piemonte
A.P. Sez. A – N. 458

Ordine Dott. Agronomi e Sc. Forestali
Provincia VC
N. 47

Ordine Ingegneri Provincia BI
N. A383

RESPONSABILE DEL PROGETTO

TOPOGRAFO

Ing. Davide SANDRIN

Geom. Gianluca OSS

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	10
<i>Depositi Alluvionali attuali e recenti</i>	12
<i>Depositi Alluvionali antichi</i>	12
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	13
4.1 QUADRO DEL DISSESTO	13
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	17
5.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO LOCALE	19
5.2 SOGGIACENZA MISURATA NELL'AREA IN ESAME	22
6. INDAGINI STRATIGRAFICHE IN SITO	27
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE	32
8. PROGETTO DI COLTIVAZIONE	34
8.1 ELABORATI DI PROGETTO	35
8.2 MODALITÀ DI COLTIVAZIONE	36
8.3 FASI DI COLTIVAZIONE	39
8.3.1 <i>Fase 1</i>	43
8.3.2 <i>Fase 2</i>	43
8.3.3 <i>Fase 3</i>	43
8.3.4 <i>Fase 4</i>	44
8.3.5 <i>Fase 5</i>	44
8.4 SUPERFICIE E VOLUMI DI SCAVO	45
8.5 VIABILITÀ	45
9. REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE	48
10. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE	50
10.1 IN OPERAM	50
10.2 POST OPERAM	53
10.2.1 <i>Verifiche di stabilità in condizioni statiche</i>	56
10.2.2 <i>Verifiche di stabilità in condizioni dinamiche</i>	58

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – ESTRATTO ORTOFOTO GOOGLE EARTH, CON IN VERDE L’AREA DI LAVORO “MONTINO” RICHIESTA.	8
FIGURA 2 – SCHEMA GEOLOGICO DELLA REGIONE PIEMONTE. (BIGI ET AL., 1990). IL CERCHIO ROSSO COMPRENDE L’AREA IN ESAME.	9
FIGURA 3 – ESTRATTO NON IN SCALA DELLA CARTA GEOLOGICA D’ITALIA. IN ROSSO VIENE RAPPRESENTATA L’AREA IN ESAME.	10
FIGURA 4 – ESTRATTO, NON IN SCALA, DELL’ELABORATO G3 “CARTA GEOLOGICA” (PRGC). IL LIMITE VERDE INDICA L’AREA SOGGETTA A MIGLIORAMENTO FONDIARIO.	11
FIGURA 5 – ESTRATTO DELLA CARTA DI SINTESI G7 DEL PRGC DI MASSERANO. CON I LIMITI DELL’AREA RICHIESTA (ROSSO). SI EVIDENZIA COME LA FASCIA DI PERICOLOSITÀ “MOLTO ELEVATA” INERENTE LA DINAMICA TORRENTIZIA DEL GUARABIONE (Ee) NON INTERESSA LE AREE SOGGETTE ALL’AMPLIAMENTO DEL MIGLIORAMENTO FONDIARIO, CHE RICADONO IN CLASSE 1.	14
FIGURA 6 – ESTRATTO, NON IN SCALA, DEL GEOPORTALE DELLA REGIONE PIEMONTE, DA CUI VENGONO VISUALIZZATE LE MAPPE DI PERICOLOSITÀ CONTENUTE NEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA) AGGIORNAMENTO 2026 INERENTI I PRINCIPALI CORSI D’ACQUA IVI PRESENTI. L’AREA IN ESAME (VERDE) NON È INTERESSATA DALLA DINAMICA ALLUVIONALE.	15
FIGURA 7 – ESTRATTO, NON IN SCALA, DAL GEOPORTALE DELLA REGIONE PIEMONTE, CHE RIPORTA LE FASCE FLUVIALI PAI. L’AREA IN ESAME, EVIDENZIATA DAL PERIMETRO VERDE, NON È INTERESSATA DALLE FASCE PAI.	16
FIGURA 8 – ESTRATTO, NON IN SCALA, DELLA CARTA DELLE AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI DELLA PIANURA PIEMONTESE. IL CERCHIO ROSSO INDIVIDUA L’AREA IN ESAME.	19
FIGURA 9 – ESTRATTO DELLA CARTA GEIDROLOGICA G5 ALLEGATA AL PRGC DI MASSERANO. IN VERDE L’AREA IN ESAME.	21
FIGURA 10 – ESTRATTO DAL WEBGIS ARPA “MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE IN PIEMONTE”. IN ROSSO L’AREA IN ESAME.	21
FIGURA 11 – CARTA ISOPIEZOMETRICHE (MASSIMA ESCURSIONE DELLA FALDA) IN SCALA 1:10.000.	25
FIGURA 12 – CARTA ISOPIEZOMETRICHE (MASSIMA ESCURSIONE DELLA FALDA) IN SCALA 1:5.000.	26
FIGURA 13 – VISTA SATELLITARE DELL’AREA SOGGETTA A MIGLIORAMENTO FONDIARIO, CON EVIDENZIATE LE CAMERE ATTUALI E LA SUDDIVISIONE DELLE PIANE FINALI CON I RISPETTIVI SAGGI ESPLORATIVI ESEGUITI.	27
FIGURA 14 – PARTICOLARE DELLA PARETE DEL POZZETTO ESPLORATIVO CON IL POCKET PENETROMETER UTILIZZATO PER LA MISURA DI CU.	33
FIGURA 15 – FASI DI COLTIVAZIONE.	36
FIGURA 16 – ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO ESEGUITO DA MINERALI INDUSTRIALI.	37
FIGURA 17 – ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO ESEGUITO DA MINERALI INDUSTRIALI.	38
FIGURA 18 – ORTOFOTO (BING) CON INDIVIDUAZIONE DELLE PIANE “STATO ATTUALE”.	40
FIGURA 19 – ORTOFOTO (BING) CON INDIVIDUAZIONE DELLE PIANE “STATO DI PROGETTO”.	41
FIGURA 20 – DIAGRAMMA TEMPORALE PER LA COLTIVAZIONE DELLE PIANE RICADENTI NELL’AREA SOGGETTA A MIGLIORAMENTO FONDIARIO MONTINO.	42
FIGURA 21 – SCHEMA DELLE SUPERFICI E DELLE VOLUMETRIE INTERESSATE DAL “MIGLIORAMENTO FONDIARIO MONTINO”.	45
FIGURA 22 – PERCORSO “GOOGLE MAPS” DA MIGLIORAMENTO FONDIARIO MONTINO A STABILIMENTO MINERALI INDUSTRIALI DI LOZZOLO (VC).	46
FIGURA 23 – ESTRATTO DA GOOGLE EARTH CON EVIDENZIATO IL PERCORSO DEI MEZZI DALL’AREA DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO ALL’INNESTO SULLA SP 316 “BURONZINA”. LA FRECCIA ROSSA INDICA L’ACCESSO ESISTENTE ALLA S.P. N. 316, NON OGGETTO DI MODIFICA; LA FRECCIA GIALLA INDICA L’ACCESSO ESISTENTE CHE VERRÀ DISMESSO; LA FRECCIA VERDE INDICA IL NUOVO ACCESSO.	47
FIGURA 24 – SEZIONE TIPO DELL’AREA DI RACCOLTA E DECANTAZIONE.	48

FIGURA 25 – SCHEMA DEL CERCHIO DI ATTRITO (TAYLOR, 1937).	52
FIGURA 26 – STATI LIMITE E COEFFICIENTI SISMICI.	55
FIGURA 27 – SEZIONE CON TUTTE LE SUPERFICI GENERATE.	56
FIGURA 28 – LE 10 SUPERFICI CON IL MINIMO VALORE FS.	56
FIGURA 29 – SEZIONE 2- MAPPA 2D A COLORI DEL FATTORE DI FS LOCALE.	57
FIGURA 30 – SEZIONE CON TUTTE LE SUPERFICI GENERATE.	58
FIGURA 31 – LE 10 SUPERFICI CON IL MINIMO VALORE FS.	58
FIGURA 32 – SEZIONE 2- MAPPA 2D A COLORI DEL FATTORE DI FS LOCALE.	59

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - MISURE PIEZOMETRICHE EFFETTUATE PER I 6 PIEZOMETRI/POZZI POSTI IN UN RAGGIO DI CIRCA 2 CHILOMETRI DALL'AREA OGGETTO DI STUDIO. MISURAZIONI EFFETTUATE IN CIRCA 21 ANNI.	24
---	----

ELENCO ALLEGATI (nel testo):

All. 1: Tabulati verifiche di stabilità

ELENCO TAVOLE (fuori testo):

Tav. 1:	Estratto BDTRE (scala 1:10.000)
Tav. 2:	Planimetria catastale (scala 1:2.000)
Tav. 3:	Planimetria “stato attuale” (scala 1:2.000)
Tav. 4:	Planimetria “fasi di coltivazione” (scala 1:5.000)
Tav. 5:	Planimetria “stato finale” (scala 1:2.000)
Tav. 6:	Sezioni topografiche 1-2-3 (scala 1:2.000 / 1:200)
Tav. 7:	Sezioni topografiche 4-5-6 (scala 1:2.000 / 1:200)

1. INTRODUZIONE

L'azienda agricola Rossini, avendo la disponibilità dei terreni censiti a N.C.T. del Comune di Masserano (BI) al Fg.66 mappali 114-115-135-136-140-177-178-147-148-149-180-141-146-145-179; Fg.67 mappali 20-54-55-57-58-60-61-62-63-76-92-106, intende, nell'ambito del proprio piano di sviluppo aziendale, razionalizzare la superficie agraria mediante miglioramento fondiario dei terreni coltivati a riso (risaie), in cui si prevede l'eliminazione di alcune camere e la contestuale creazione di nuove camere di dimensioni maggiori, allo scopo di conseguire delle economie di scala, risparmiando sui costi delle lavorazioni e della distribuzione delle acque irrigue¹.

L'intervento comporta l'abbassamento di altezza variabile ma sempre < di 2 m, del piano attuale di alcune camere mediante l'asportazione della frazione argillosa sottostante al *topsoil*. I lavori previsti comportano la movimentazione d'ingenti quantitativi di terreno, tali da non essere sopportabili dall'azienda agricola; per tale motivo si è affidata alla Società Minerali Industriali s.r.l., di seguito MINERALI INDUSTRIALI, la quale ha ben operato finora nei terreni autorizzati, con miglioramenti qualitativi anche sotto l'aspetto ambientale e si farà carico di tutte le autorizzazioni necessarie per effettuare i lavori di miglioramento fondiario.

Il miglioramento fondiario, con commercializzazione del materiale argilloso, è soggetto ad autorizzazione di cava ai sensi dell'art.1 comma 8 della L.R. 23/2016, non necessitante variante urbanistica (art.8 comma 5 L.R. 23/2016). Inoltre ai sensi dell'art. 7 comma 4 tale intervento è escluso dal divieto di esercizio di attività estrattiva al di fuori dei bacini estrattivi; tuttavia la località Montino, in cui si colloca l'intervento, ricade interamente all'interno del Polo estrattivo n.V03001 "Rovasenda-Murisengo-Brusnengo" del PRAE.

Il miglioramento fondiario richiesto ricade tra i progetti sottoposti alla procedura di verifica di VIA di competenza provinciale ai sensi dell'All. IV, punto 8, lett. i) del d.lgs. 152/2006 e s.m.i. e ai sensi dell'Allegato B punto 8.i2 della L.R. 13/2023.

¹ Per miglioramento fondiario si intendono investimenti duraturi di capitale e di lavoro attuati nell'ambito dell'azienda agricola, che comporta una valorizzazione del capitale fondiario nel suo complesso e che si concretizza con un aumento della produttività e redditività del fondo agricolo. Questo si ottiene attraverso l'aumento dell'attitudine produttiva del fondo (art. 39 delle NTA del PRAE).

Il miglioramento fondiario "Montino" interessa una superficie (area di lavoro) di circa 18,38 ettari e prevede l'estrazione di 271.280 m³ di argilla, da effettuarsi in 5 anni, per 5 lotti successivi, mediante:

- realizzazione di una sistemazione agraria dei terreni tesa ad ottenere appezzamenti che permettano una migliore gestione ed un minor consumo delle acque irrigue, passando dalle attuali 11 camere a 5;
- creazione di piane idonee ad un più razionale impiego delle macchine operatrici, aumentandone la superficie;
- modifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno mediante la distribuzione più omogenea di terreno con analoghe caratteristiche;
- riduzione delle superfici incolte mediante una razionalizzazione delle aree coltivate.

Il presente elaborato "RG" (Relazione geologico-geomineraria e Progetto di coltivazione) è stato redatto in accordo al:

- D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e s.m.i..
- N.T.A. allegate al P.R.G. del Comune di Masserano.
- Legge regionale 17 novembre 2016, n. 23 "Disciplina delle attività estrattive: disposizioni in materia di cave".
- Decreto del Presidente della Giunta regionale 2 ottobre 2017, n. 11/R Regolamento regionale recante: "Attuazione dell'articolo 39 della legge regionale 17 novembre 2016, n. 23 in materia di attività estrattive".
- PRAE, approvato dal Consiglio Regionale con Deliberazione del 30 settembre 2025, n. 122-20649.
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e L.R. 13/2023.

Fanno parte del progetto di miglioramento fondiario con commercializzazione del materiale argilloso, in località "Montino", i seguenti elaborati (in blu la presente relazione):

ELENCO RELAZIONI:

Codice	Oggetto	Nome file
SPA	Studio Preliminare Ambientale	SPA_Studio prel ambientale.pdf
GC	Giudizio di convenienza del miglioramento fondiario	GC_Giudizio convenienza.pdf
RG	Relazione geologico-geomineraria Progetto di coltivazione	RG_Progetto coltivazione.pdf
RA	Relazione agronomica	RA_Progetto recupero.pdf
RP	Relazione paesaggistica	RP_Relazione paesaggistica.pdf
DF	Documentazione fotografica	DF_Doc fotografica.pdf
EA	Elenco autorizzazioni/nulla osta da ottenere	EA_Elenco autorizzazioni.pdf

ELENCO TAVOLE:

Codice	Oggetto	Nome file
Tav. 1	Planimetria catastale (scala 1:2.000)	TAVOLA 1_Planimetria catastale.pdf
Tav. 2	Carta topografica (scala 1:10.000)	TAVOLA 2_Carta topografica.pdf
Tav. 3	Planimetria stato attuale (scala 1: 2.000)	TAVOLA 3_Planimetria stato attuale.pdf
Tav. 4	Planimetria fasi di coltivazione (scala 1:5.000)	TAVOLA 4_Planimetria fasi coltivazione.pdf
Tav. 5	Planimetria stato finale (scala 1: 2.000)	TAVOLA 5_Planimetria stato finale.pdf
Tav. 6	Sezioni topografiche 1-2-3 (scala 1:200/2.000)	TAVOLA 6_Sezioni 1-2-3.pdf
Tav. 7	Sezioni topografiche 4-5-6 (scala 1:200/2.000)	TAVOLA 7_Sezioni 4-5-6.pdf

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Masserano compreso tra la quota massima di 451 metri s.l.m. a nord e 213 metri s.l.m. nella parte meridionale confinante con il comune di Buronzo, si estende per una superficie di circa 27 km² nella provinciale di Biella.

Il territorio è attraversato da numerosi corsi d'acqua prevalentemente sviluppati da nord verso sud, tutti racchiusi nel bacino del Torrente Cervo. Ad ovest si evidenzia il Torrente Guarabione, ad est il Rio Valversa, non interessati dai lavori del miglioramento fondiario.

L'area in esame, attualmente coltivata a riso e suddivisa in camere di risaia poste tutte a quote differenti e decrescenti verso sud, si presenta per lo più pianeggiante come evidenziato dalla Tavola 1.

Geograficamente i terreni sono localizzati tra la sponda sinistra del Torrente Guarabione, posto ad ovest ad una distanza variabile, il cui punto più vicino risulta > 200 metri, la linea ferroviaria Biella – Novara, posta a sud ad una distanza di circa 400 metri e il Rio Valversa posto ad est ad una distanza compresa tra 10 e 100 metri (Figura 1).

L'area in oggetto, è raggiungibile percorrendo la Strada Provinciale 316 (Strada Buronzina).

Il baricentro del sito ha coordinate UTM WGS84 N = 5 042 925 - E = 443 603 ed il piano campagna si trova mediamente ad una quota di 227 m s.l.m..

Come evidenziato nella tavola catastale (Tavola 2) l'area richiesta interessa i seguenti mappali:

N.C.T. del Comune di Masserano (BI) Fg.66 mappali 114-115-135-136-140-177-178-147-148-149-180-141-146-145-179;

N.C.T. del Comune di Masserano (BI) Fg.67 mappali 20-54-55-57-58-60-61-62-63-76-92-106.

Allegata all'istanza è presente la documentazione comprovante la disponibilità di tali terreni, in capo al richiedente, interessati dall'attività estrattiva per tutta la durata dell'intervento.

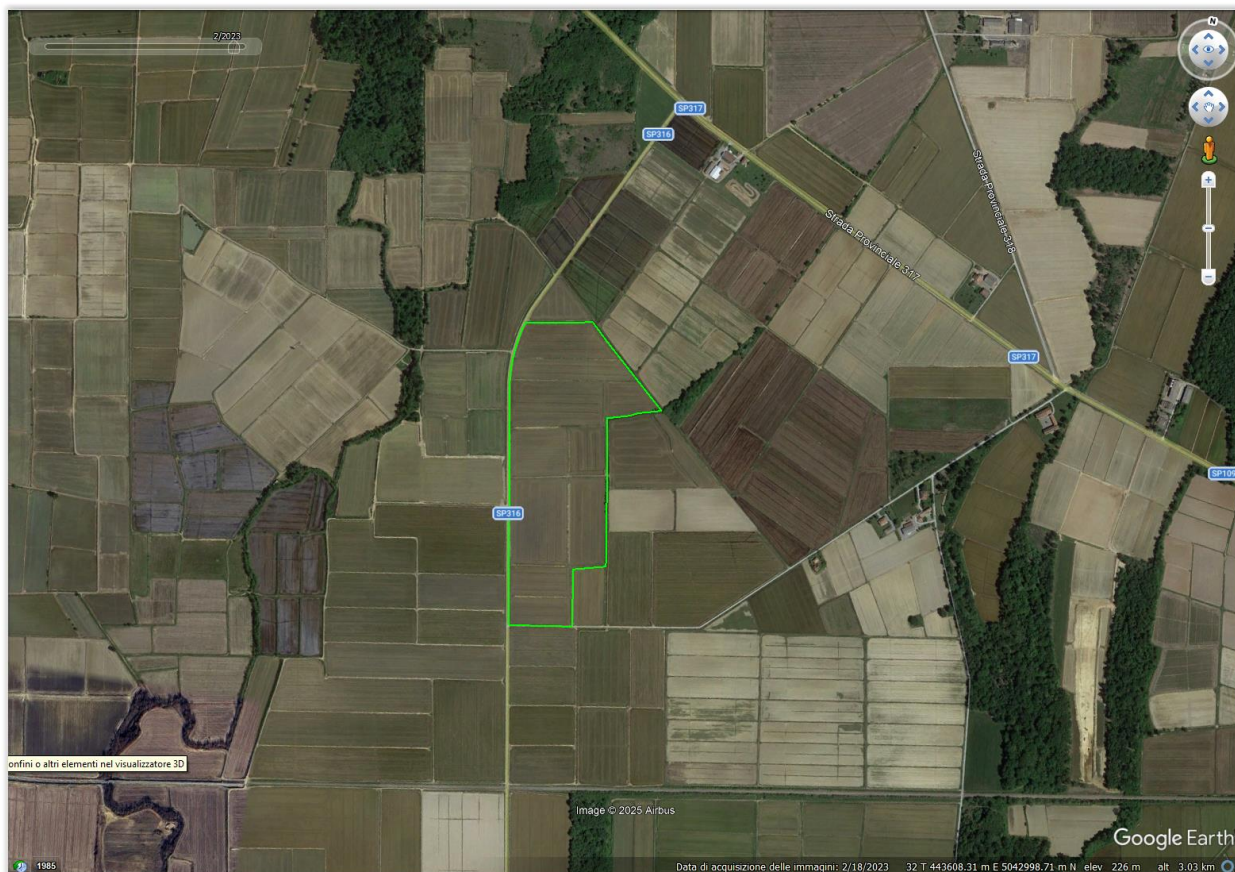


Figura 1 – Estratto ortofoto GoogleEarth, con in verde l'area di lavoro "Montino" richiesta.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Regione Piemonte dal punto di vista geologico può essere schematizzata come rappresentata in Figura 2, con le unità metamorfiche della catena alpina, le unità Adriatiche o subalpine, le unità Liguri-Appenniniche e le successioni oligocenico-mioceniche, plioceniche e quaternarie assieme ai depocentri plio-quaternari, che definiscono tre macrobacini, il Bacino di Alessandria, il Bacino di Savigliano e il Bacino Padano, quest'ultimo sede del territorio del comune di Masserano (Figura 2), in cui ricade l'area in esame.

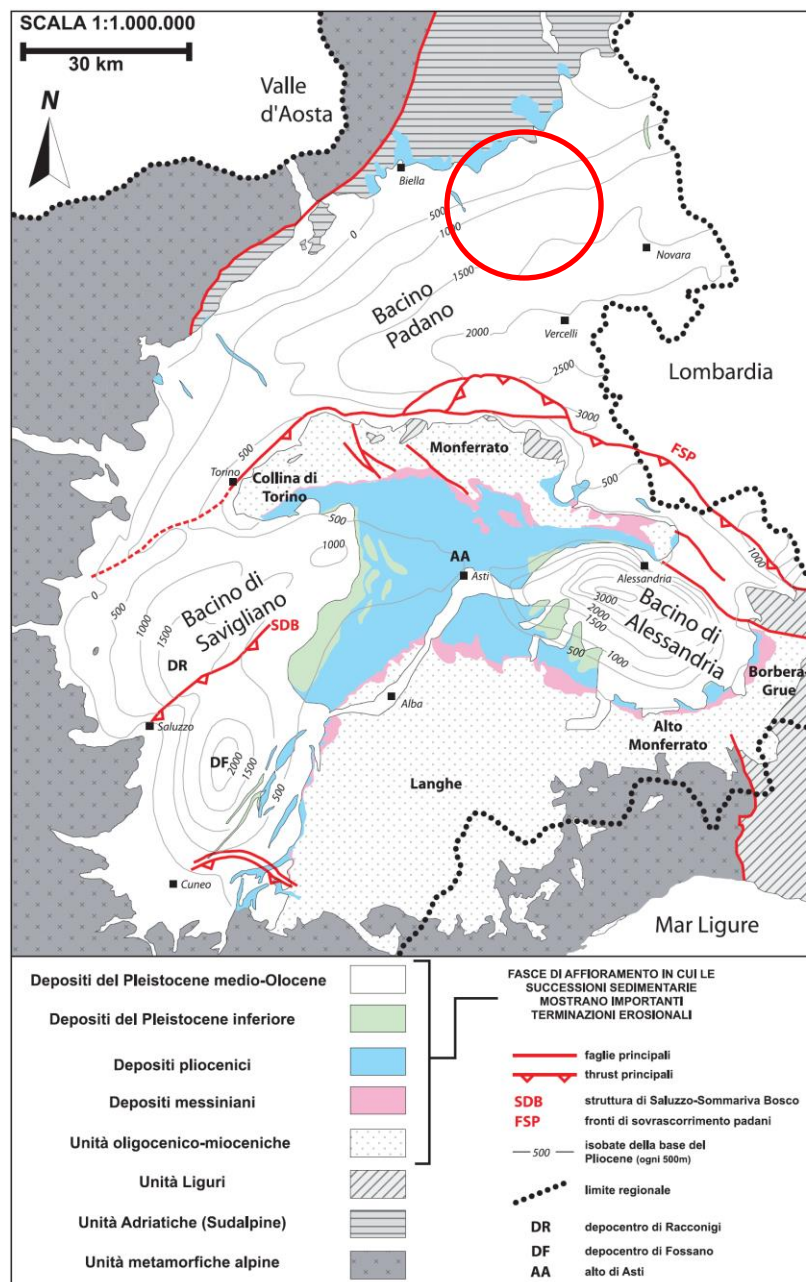


Figura 2 – Schema geologico della Regione Piemonte. (Bigi et al., 1990). Il cerchio rosso comprende l'area in esame.

In riferimento alla cartografia ufficiale rappresentata “Carta Geologica d’Italia (scala 1: 100.000) Foglio 43 “Biella” (Figura 3), l’area soggetta a miglioramento fondiario è collocata sui terrazzi alluvionali pleistocenici, costituita dalle “*Alluvioni Fluvioglaciali Ghiaiose - fg^R*”, sopraelevati di circa 10-20 m rispetto alla piana alluvionale (a¹), attualmente interessata dall’erosione del Torrente Cervo a ovest, del torrente Rovasenda a est.

Il substrato, costituito principalmente da una serie marina pliocenica e una serie marino - transizionale più recente di età villafranchiana, risulta affiorante esclusivamente lungo le scarpate delle incisioni del Torrente Cervo (ovest) e del Torrente Ostola (ovest).



Figura 3 - Estratto non in scala della Carta Geologica d’Italia. In rosso viene rappresentata l’area in esame.

3.1 Inquadramento geologico locale

A scala locale, l’assetto geologico di maggior dettaglio, è descritto nei documenti allegati al Piano Regolatore Generale del comune di Masserano, in particolare negli elaborati G1 “*Relazione Geologica*”, l’elaborato G3 “*Carta Geologica* (Figura 4), scala 1: 10.000” e l’elaborato G6 “*Carta Litotecnica*”.

La carta geologica del PRG evidenzia come l'area in esame, assieme al suo intorno, ricada interamente nei "Depositi alluvionali ad elementi parzialmente alterati con copertura loessica". L'elaborato G6 "Carta Litotecnica" permette di caratterizzare i terreni alluvionali, i quali sono classificati dal punto di vista litologico come *limi eolici (loess) su ghiaie ciottolose variamente alterate in sabbia limosa*, e dal punto di vista geotecnico con caratteristiche definibili "mediocri, con miglioramento in profondità".

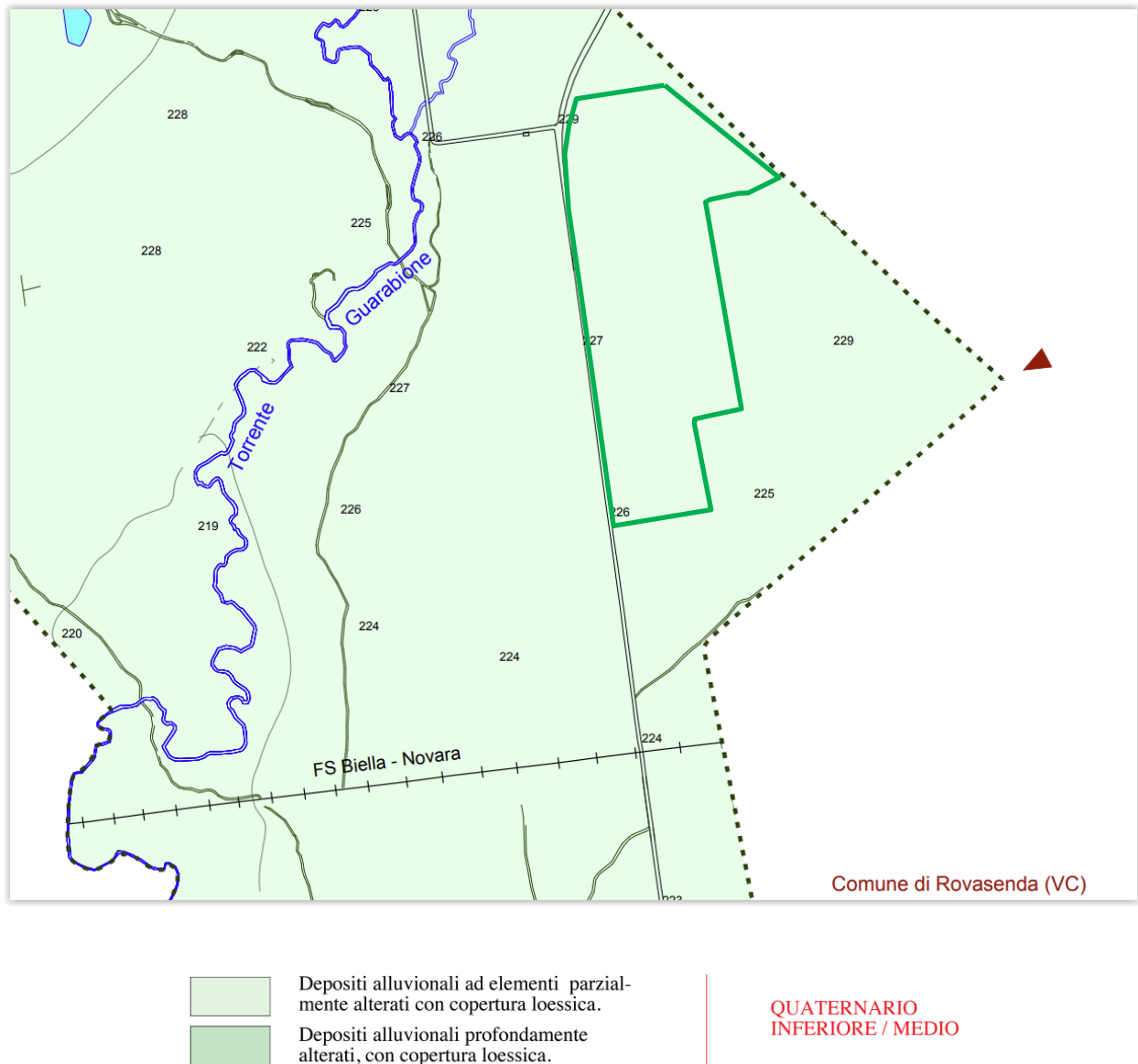


Figura 4 – Estratto, non in scala, dell'elaborato G3 "Carta Geologica" (PRGC). Il limite verde indica l'area soggetta a miglioramento fondiario.

Le formazioni affioranti nell'area della Piana di Masserano, come evidenziato dall'assetto geologico illustrato dall'elaborato G1 del PRGC sono le seguenti:

Depositi Alluvionali attuali e recenti

I depositi alluvionali olocenici si sviluppano lungo le aste fluviali principali del T. Rovasenda, T. Ostola, T. Bisingana e del T. Cervo.

Litologicamente si tratta di depositi misti, grossolani, prevalentemente ghiaiosi o ghiaiosi-sabbiosi con intercalazioni frequenti di livelli di limi e argille, risultano poco alterati.

Depositi Alluvionali antichi

Tali depositi, in sinistra del Torrente Ostola, costituiscono la *Baraggia di Masserano*. Si presentano con una potenza media di circa 10 metri.

Possono essere differenziati in base ai diversi tempi di formazione, due tipologie di depositi alluvionali:

- Alluvioni fluvioglaciali e fluviali wurmiane

Le alluvioni wurmiane pleistoceniche sono distinte dalle alluvioni oloceniche principalmente per la diversa granulometria ghiaiosa-sabbiosa ma con una frazione limosa maggiore rispetto alle alluvioni attuali.

Alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, con debole strato di alterazione brunastro, talora ghiaiose, costituenti il livello fondamentale della pianura; coperture loessiche delle stesse "fg^{W-R}.

- Alluvioni fluvioglaciali e fluviali rissiane

Le alluvioni rissiane pleistoceniche costituiscono i terreni argillosi oggetto di richiesta di ampliamento, i quali si distinguono dalle alluvioni wurmiane principalmente per il grado di alterazione avanzato dei depositi ghiaiosi che formano gli attuali terreni argillosi.

Alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, alterate in terreno argilloso giallo ocraceo per uno spessore massimo di 3 metri; coperture loessiche delle stesse "fg^R.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Masserano si presenta da un punto di vista geomorfologico assai eterogeneo.

Esso può essere suddiviso in diversi settori, tra cui:

- **Rilievo collinare**, nella parte settentrionale del territorio a quote massime di circa 400/450 metri s.l.m., impostati ad est sulle vulcaniti e ad ovest sui graniti rosati;
- **Altopiani**, trattasi per lo più di vecchie porzioni di antiche pianure alluvionali;
- **Aree di fondovalle**, valli percorse dai torrenti Ostola e Bisingana;
- **Piana della Baraggia**, superficie subpianeggiante con pendenze di circa l'1% verso SSW e quote comprese tra 260 e 215 metri s.l.m..

L'area in esame, facente parte della Piana della Baraggia, è situata all'interno del terrazzo rissiano impostato sui depositi alluvionali antichi (vedi Cap.3), delimitati a ovest dal Torrente Ostola e a est dal Fiume Sesia, interrotto parzialmente dall'incisione dei torrenti secondari, tra cui il Torrente Rovasenda, il Torrente Ostola, il Torrente Guarabione e il Rio Valversa.

La pianura biellese-vercellese risulta profondamente modificata dal punto di vista morfologico dalla pratica agricolturale che vede la coltivazione del riso tramite camere di risaie. Oggi la pianura si presenta topograficamente omogenea, con tutte le aree depresse e/o rilevate ormai livellate per ottenimento di superfici pianeggianti utili per la coltivazione del riso.

L'intervento estrattivo in oggetto, come meglio descritto negli elaborati progettuali, si colloca in un'ottica di miglioramento fondiario. Tale miglioria riguarda terreni già adibiti a risaia al fine di ottenere una adeguata configurazione delle camere con migliore sfruttamento dei dislivelli e delle superfici in disponibilità.

4.1 Quadro del dissesto

Sulla base del quadro geologico e geomorfologico, proposto in letteratura, non sono evidenti, nell'area oggetto di ampliamento, fenomeni di dissesto idrogeologico legati alla dinamica di versante e/o idraulica. A conferma di quanto asserito si è fatto riferimento alla:

- *Carta di Sintesi e della idoneità all'utilizzazione urbanistica*

La carta allegata al P.R.G. vigente, del comune di Masserano in scala 1: 10.000 (Elaborato G7), riporta la fascia di pericolosità "Molto Elevata" (Ee) inerente la

dinamica torrentizia del T. Guarabione; tale fascia non interessa l'area oggetto di richiesta (Figura 5), che infatti ricade integralmente in classe 1.

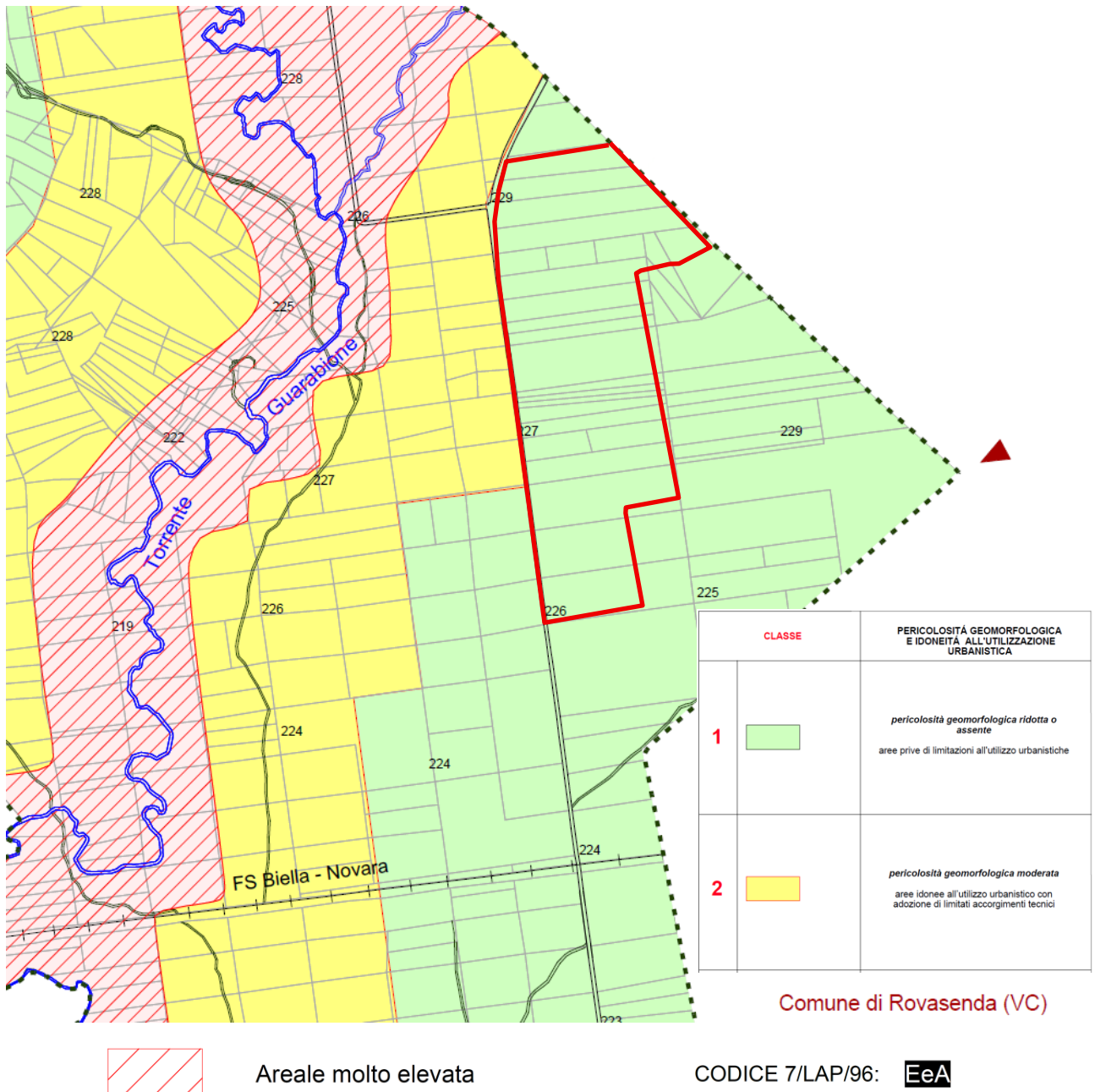


Figura 5 – Estratto della Carta di Sintesi G7 del PRGC di Masserano. Con i limiti dell'area richiesta (rosso). Si evidenzia come la fascia di pericolosità "Molto Elevata" inerente la dinamica torrentizia del Guarabione (Ee) non interessa le aree soggette all'ampliamento del miglioramento fondiario, che ricadono in classe 1.

- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**
 Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, nella seduta del 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 4 e relativo allegato, ha adottato il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel quale è riportata la mappatura delle aree

potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio. Le mappe di pericolosità e rischio sono di riferimento per il progetto del Repertorio nazionale difesa del suolo (ReNDiS).

Il visualizzatore cartografico del Geoportale di Regione Piemonte permette la ricerca, la visualizzazione e l'interrogazione delle *mappe di pericolosità e di rischio del Piano di gestione rischio alluvione (PGRA)* in modo interattivo attraverso un navigatore Web (Figura 6).

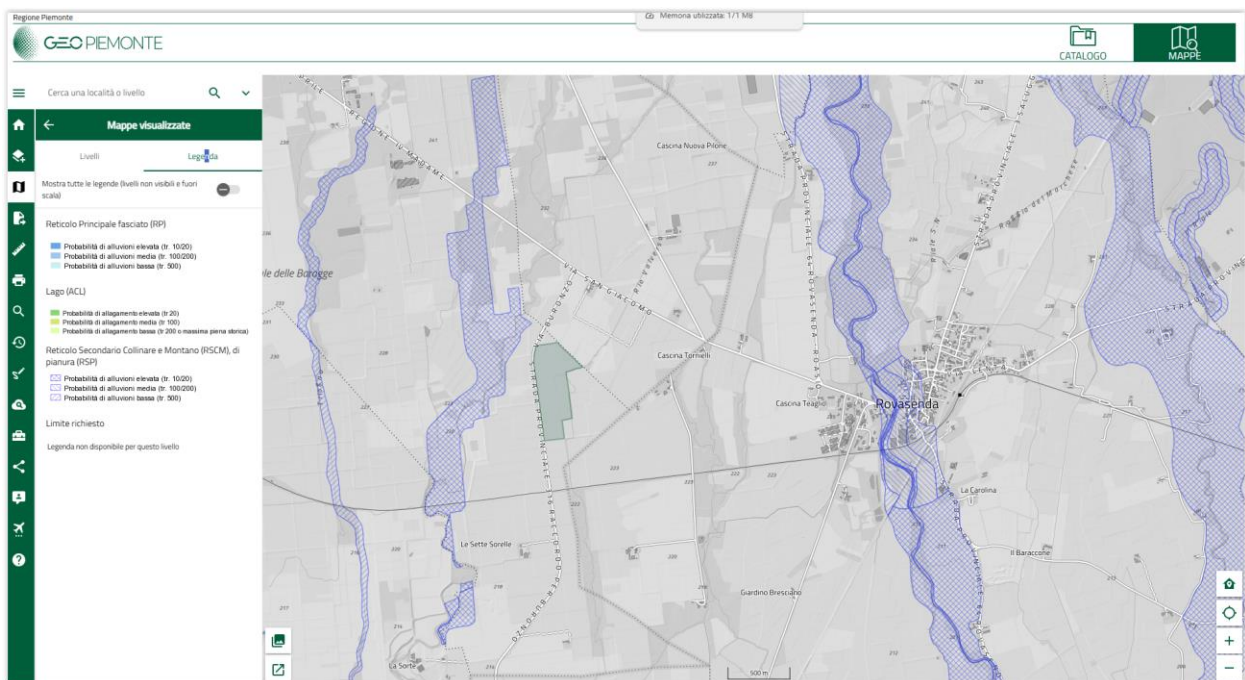


Figura 6 - Estratto, non in scala, del Geoportale della Regione Piemonte, da cui vengono visualizzate le mappe di pericolosità contenute nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) aggiornamento 2026 inerenti i principali corsi d'acqua ivi presenti. L'area in esame (verde) non è interessata dalla dinamica alluvionale.

Il sito in esame non rientra all'interno delle fasce PGRA (Figura 6).

- **Fasce Fluviali PAI**

Il quadro conoscitivo contenuto nelle mappe di pericolosità e rischio di alluvione, di cui sopra, oltre a costituire il riferimento per la definizione del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), consente di procedere all'aggiornamento delle fasce fluviali e delle linee di assetto del PAI per i corsi d'acqua del reticolo principale del bacino del Po, con priorità per quelli dove i nuovi quadri conoscitivi sono più aggiornati e completi e dove si sono verificati di recente eventi alluvionali.

Il Programma generale delle varianti alle fasce fluviali del PAI è contenuto nella relazione generale del PGRA (parte III).

Il sito in esame non rientra all'interno delle fasce PAI (Figura 7).

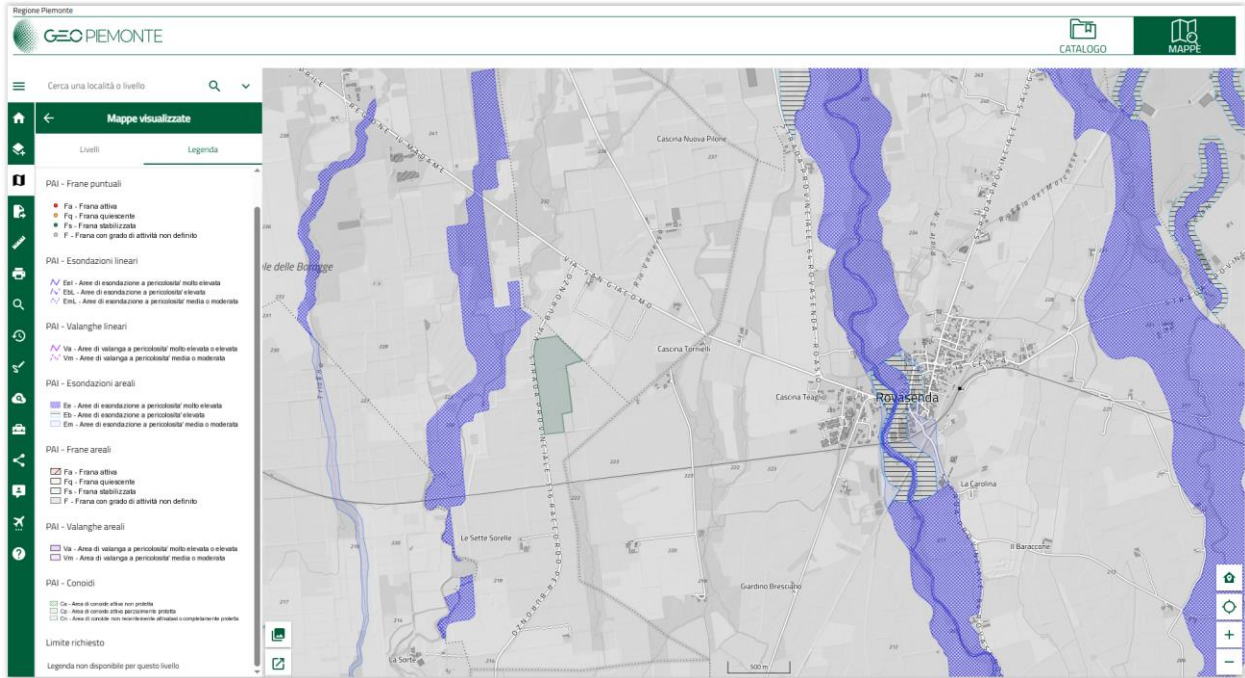


Figura 7 - Estratto, non in scala, dal Geoportale della Regione Piemonte, che riporta le fasce fluviali PAI. L'area in esame, evidenziata dal perimetro verde, non è interessata dalle fasce PAI.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo sono presentate le informazioni sull'assetto idrogeologico regionale desunte dalle seguenti fonti:

- "Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese"; M. Civita, G. Fisso, M. E. Governa, P. Rossanigo (1990).
- "Carta Idrogeologica" della Regione Piemonte, Assessorato all'Ambiente e Lavori Pubblici, Direzione Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche alla scala 1:250.000 (1999).
- "Le acque sotterranee della pianura vercellese - la falda superficiale" realizzato in collaborazione tra la Provincia di Vercelli e il Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino (2006).
- Documentazione allegata al PRG del Comune di MASSERANO.
- Relazione geologica "*Progetto di sistemazione idraulica agraria con recupero del materiale argilloso in comune di Masserano*" redatta dallo Studio associato di Ingegneria e Geologia – Dott. Geol. Elio Vanoni e Dott. Ing. Massimiliano Vanoni.
- Aree di ricarica dell'acquifero profondo - scala 1: 250.000 - Approvata con D.D. 268 del 21 luglio 2016.
- "Analisi dei livelli del sistema acquifero superficiale in Piemonte - 2012" realizzato nell'anno 2013 in collaborazione tra ARPA Piemonte (Qualità delle Acque) e Regione Piemonte (Direzione Ambiente).

Il contesto geologico regionale nel quale è inserita l'area in esame comprende, come evidenziato nel capitolo 3, dalle unità più antiche alle più recenti, un complesso di rocce cristalline della catena alpina; un complesso di depositi marini pre-pliocenici, ricollegabili alle successioni marine oligo-mioceniche; un complesso di depositi marini pliocenici posti al top della sequenza terziaria e formanti il substrato terziario della pianura; un complesso di depositi di transizione tra ambiente marino e continentale (Villafranchiano auct.) di età Pliocene sup. - Pleistocene inf.; un complesso di depositi fluviali e fluvioglaciali pleistocenici e olocenici continentali.

Il complesso di depositi fluviali e fluvioglaciali pleistocenici e olocenici continentali, di cui sopra, a scala regionale presenta una circolazione idrica sotterranea composta da un sistema multifalda caratterizzato da un'alta permeabilità nelle alluvioni grossolane

interposto a livelli limoso-argillosi o loessici caratterizzati invece, da una bassa permeabilità. Questi diversi livelli più o meno permeabili contribuiscono a diversificare la velocità e la direzione di flusso della falda, che si presenta mediamente con un andamento NE – SO o NNE-SSO, condizionata anche dall'azione drenante del Torrente Cervo, del Torrente Elvo e dai torrenti secondari, i quali svolgono un'azione drenante di minor impatto.

I valori di soggiacenza dell'intera provincia variano da un minimo di 0.20 m (a sud-ovest di Verrone) ad un massimo di 41.60m (a sud di Cavaglia) con un gradiente idraulico che diminuisce lungo un asse orientato circa N-S, con valori dell'ordine di 0,5% (valori minori nelle zone meridionali, circa 0.12%).

Sulla base della "Carta delle aree di ricarica degli acquiferi profondi della Pianura Piemontese" di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 2 febbraio 2018, n. 12-6441 *"Aree di ricarica degli acquiferi profondi - Disciplina regionale ai sensi dell'articolo 24, comma 6 delle Norme di piano del Piano di Tutela delle Acque approvato con D.C.R. n. 117-10731 del 13 marzo 2017"*, l'area di progetto ricade all'interno della perimetrazione delle aree di ricarica degli acquiferi profondi (Figura 8).

In particolare, in tali aree (Art. 31 del PRAE): *"Sono vietati gli interventi di bonifica agraria e di miglioramento fondiario di cui alla normativa regionale vigente in materia di attività estrattive che comportano la riduzione al di sotto di un franco di almeno 5 m della porzione di sottosuolo compresa tra il piano di campagna ed il massimo livello freatico misurato su un periodo di almeno un anno idrologico da confrontarsi con una serie storica significativa di almeno 5 anni.....(omissis)"*.

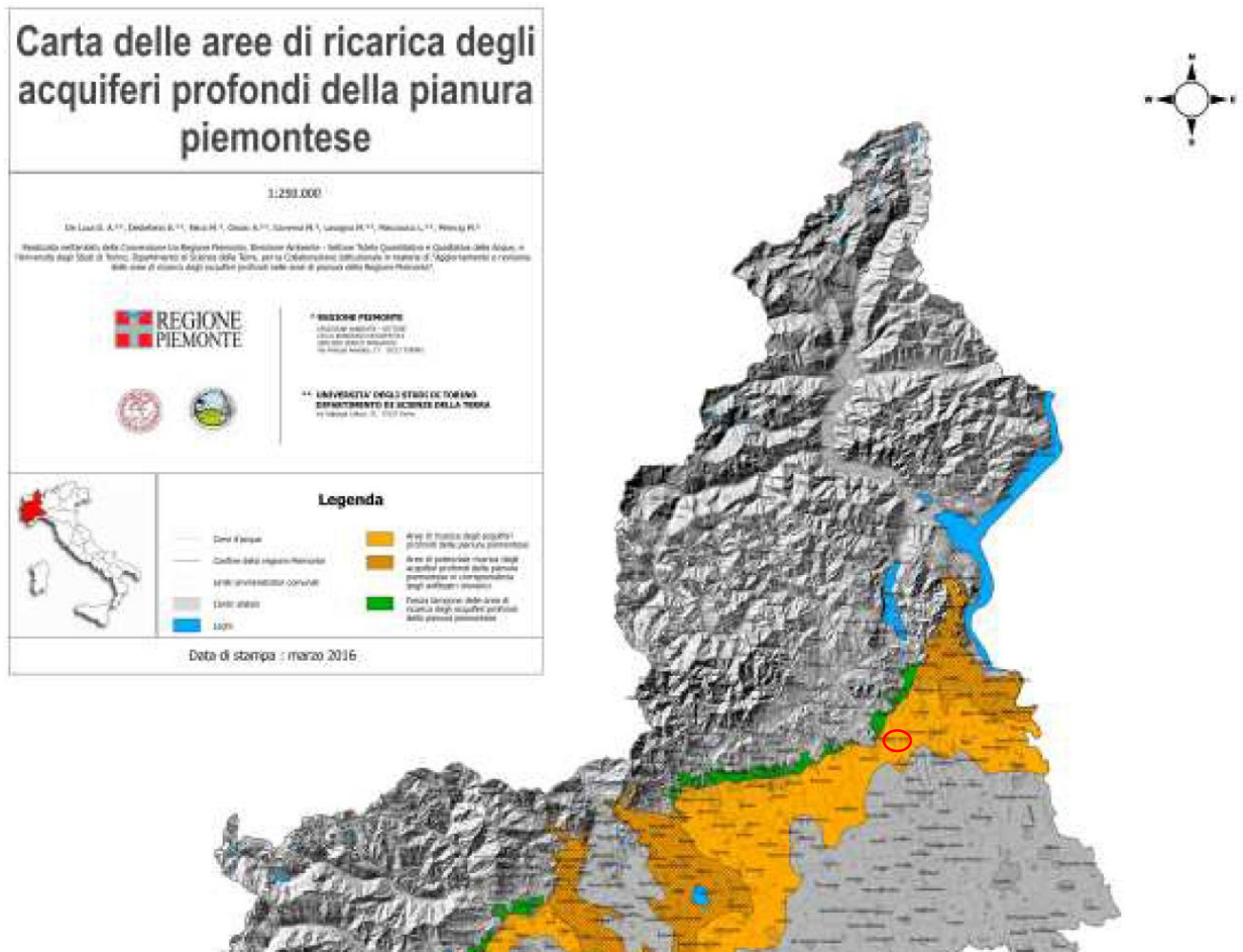


Figura 8 - Estratto, non in scala, della Carta delle aree di ricarica degli acquiferi profondi della pianura piemontese. Il cerchio rosso individua l'area in esame.

5.1 Inquadramento idrogeologico locale

Per ciò che riguarda la situazione idrogeologica locale, si sono ottenute importanti informazioni sull'area tramite la consultazione del Piano Regolatore del Comune di Masserano (Elaborati G1 - G5).

Sotto l'aspetto idrografico tutto il territorio di Masserano è compreso nei bacini dei torrenti Ostola e Guarabione, affluenti diretti in sinistra nel torrente Cervo.

La Carta Geoidrologica (elaborato G5 del P.R.G.C.) suddivide il territorio in cinque principali complessi idrogeologici in base alle caratteristiche litologiche, della permeabilità, della tipologia degli acquiferi e della disponibilità di risorse idriche:

➤ SUBSTRATO ROCCIOSO CON COPERTURE ELUVIALI

La permeabilità nel substrato è per fratturazione, con valori localmente elevati (zone di clastesi) ma in genere molto bassi o praticamente nulli. Nelle coltri si ha permeabilità per porosità con valori variabili; le risorse idriche sono assai limitate;

➤ SEDIMENTI LIMO-SABBIOSI

Costituiscono l'ossatura delle colline centro-occidentali e della Baraggia, vi prevalgono sabbie limose giallastre, con permeabilità da media a limitata. Verso il basso transigono ad argille marnose impermeabili, le quali formano il letto ai modesti acquiferi presenti nelle sabbie sui fianchi del rilievo collinare. Diversa è la situazione nel sottosuolo della pianura centrale, ove nei livelli a granulometria maggiore di questo complesso si possono avere acquiferi discreti;

➤ DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI

Sono dati da materiali con permeabilità per porosità da media a bassa. Presentano acquiferi poco estesi e pertanto con limitata capacità di immagazzinamento; le risorse idriche sono molto modeste;

➤ DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI/ATTUALI

Sono formati da materiali grossolani sciolti o poco addensati, con permeabilità per porosità da media ad elevata. Presentano acquiferi poco estesi e pertanto con limitata capacità di immagazzinamento; le risorse idriche sono modeste;

➤ COLLUVI

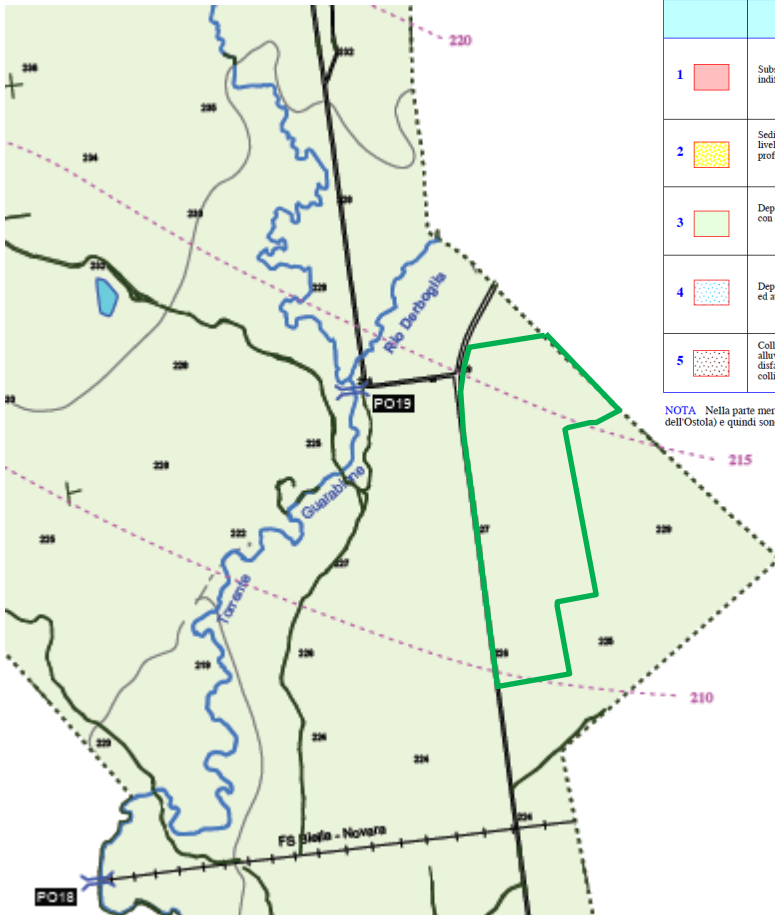
Presentano permeabilità per porosità media, ma gli acquiferi in essi impostati sono modesti in ragione del limitato bacino di alimentazione.

Di seguito, in Figura 9, è riportata la carta piezometrica della falda per quest'area; le isofreatiche sono compresa tra le quote di 215 e 210 metri s.l.m., con un andamento delle linee di flusso circa NNE-SSO.

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

	UNITÀ	PERMEABILITÀ	ACQUIFERO	RISORSE IDRICHE
1	Substrato roccioso indifferenziato.	Generalmente nulla. Possibili valori elevati localizzati nelle fasce di fratturazione.	Legato alle fasce di fratturazione.	Scarse.
2	Sedimenti limo-sabbiosi con livelli ghiaiosi, passati in profondità a marne argillose	Da nulla (marne) ad elevata (ghiaie) per porosità	Acquiferi confinati e semiconfinati impostati nei livelli ghiaiosi	Disponibilità da modesta a discreta.
3	Depositi alluvionali antichi con coperture loessiche.	Da media a bassa per porosità.	Acquifero freatico con limitata capacità di immagazzinamento.	Disponibilità scarsa o nulla.
4	Depositi alluvionali recenti ed attuali.	Da media a elevata per porosità.	Acquifero freatico direttamente connesso al reticolo idrografico.	Disponibilità modesta, con marcata fluttuazione stagionale.
5	Colluvi e detriti alluvionali legati al disfacimento del rilievo collinare	Media per porosità.	Acquifero freatico.	Disponibilità scarse.

NOTA Nella parte meridionale del territorio i complessi alluvionali poggiano sull'unità 2 (affiorante solamente lungo la valle dell'Ostola) e quindi sono presenti acquiferi sia freatici che confinati



ISOFREATICA (dati Regione Piemonte)

Figura 9 - Estratto della Carta Geidrologica G5 allegata al PRGC di Masserano. In verde l'area in esame.

L'andamento piezometrico sopra riportato è confermato dalla carta idrogeologica della Regione Piemonte, visualizzabile dal geoviewer di ARPA Piemonte, un cui estratto è riportato in Figura 10.

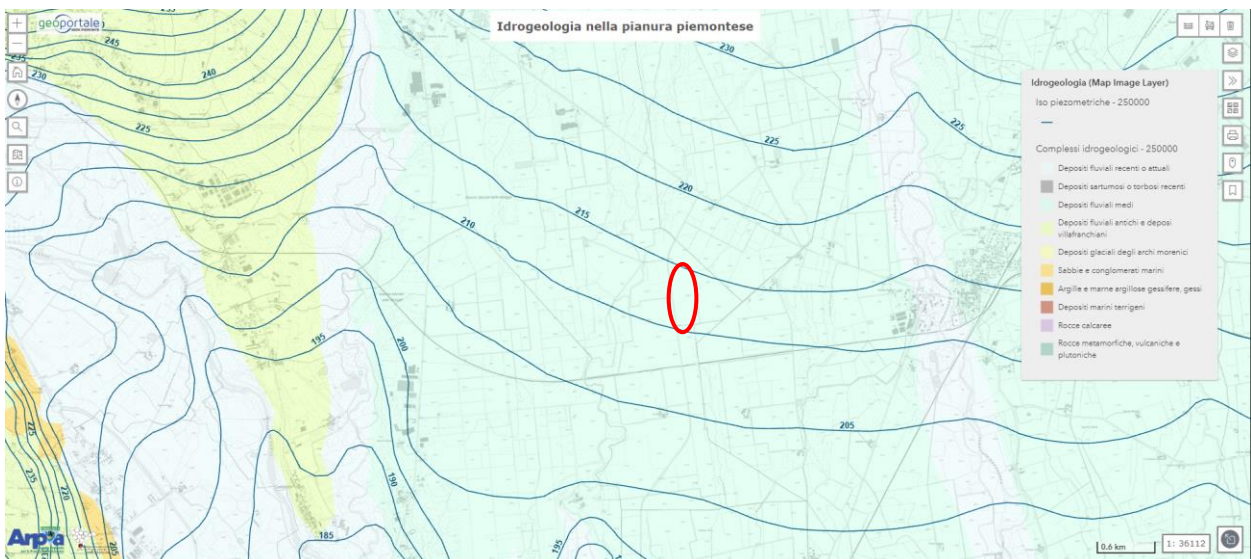


Figura 10 - Estratto dal Webgis Arpa "Monitoraggio della qualità delle acque in Piemonte". In rosso l'area in esame.

In relazione ai miglioramenti fondiari realizzati nelle immediate vicinanze dell'area, è stato possibile evidenziare un modello di circolazione idrica sotterranea così definito:

- La porzione più superficiale del materasso alluvionale, che costituisce l'area in oggetto, contiene la falda freatica che indicativamente ha una potenza di circa 40 – 50 m (base acquifero superficiale) così come definita dalla D.G.R. 3 Giugno 2009, n. 34-11524 e dalla successiva Determinazione n. 900 del 3 dicembre 2012; è generalmente composta da depositi ghiaiosi con matrice fine limoso-argillosa, "ricoperti" in superficie da uno spessore variabile da 3 a 7 metri di terreno di alterazione limoso-argilloso;
- al di sotto della porzione più superficiale è presente un secondo acquifero semi-confinato, costituito da alternanze di livelli impermeabili e semi-impermeabili;
- ancora più in profondità sono presenti altri acquiferi il cui esatto spessore e potenzialità idrica non sono attualmente conosciute sufficientemente in dettaglio, a causa soprattutto della mancanza di dati certi.

5.2 Soggiacenza misurata nell'area in esame

L'indagine idrogeologica del sito in esame, finalizzata alla definizione di una cartografia dettagliata della soggiacenza, è stata condotta attraverso lo studio della documentazione esistente (elencata all'inizio del capitolo 5) e attraverso le misurazioni freaticometriche nei pozzi ad uso domestico e nei piezometri posti nelle aree limitrofe.

I risultati di tale indagine sono riassunti nella Tavola di Figura 11 nella quale è riportato, l'andamento delle curve isofreatiche nonché l'ubicazione dei pozzi e piezometri censiti e utilizzati per la progettazione dei numerosi miglioramenti fondiari seguiti dalla MINERALI INDUSTRIALI.

Nella Tavola di Figura 12 si evidenzia invece un dettaglio comprendente l'area in esame e un intorno significativo.

Le misurazioni coprono un arco temporale di poco più di 20 anni, seppur effettuate in modo discontinuo (Tabella 1).

Per la realizzazione delle carte isofreatiche, non avendo a disposizione una serie di misure continue, si è optato, a totale vantaggio della sicurezza, di utilizzare la misura di minima soggiacenza di ogni pozzo/piezometro, anche se rilevata in campagne temporalmente differenti.

In funzione della ricostruzione effettuata si evince come il sito sul quale è previsto l'intervento di miglioramento fondiario (Montino) è caratterizzato da una soggiacenza della falda superficiale compresa tra 10 ÷ 12 m circa, più cautelativa, seppur in buon accordo con quanto riportato dal P.T.A., con una direzione di flusso NE – SW con locali variazioni della direzione, probabilmente anche dovute alla distribuzione delle misure sul terreno non uniformi.

Il Piano Tutela Acque, nonché la "Carta delle aree di ricarica degli acquiferi profondi della Pianura Piemontese" di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 2 febbraio 2018, n. 12-6441 prevedono la verifica di presenza di un franco minimo di 5 m tra la quota del piano campagna e la massima risalita di falda; nel presente progetto il franco di 5 metri in fase di progetto finale, come si evince dalle tavole di progetto (max scavo 2,30 m dal p.c + ristesura terreno agrario scolturato 0,30 m = 2 m) risulta sempre ampiamente verificato.

Dalla ricostruzione effettuata pertanto, la profondità della superficie freatica è tale da escluderne qualsiasi interazione con i lavori di scavo previsti e da mantenere sempre il franco di 5 metri necessario.

DATA MISURA	Piezometro: POZZO CASCINA Villalancia		Piezometro: CAVA ROVASENDA2		Piezometro: Cascina Tornielli		Piezometro: Cascina Sette Sorelle		Piezometro: Cascina Valverse		Piezometro: Cascina Vota	
	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO	SOGGIACENZA	LIVELLO PIEZOMETRICO
(gg/mm/aaaa)	(m)	(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)	(m)	(m s.l.m.)
20/07/2005							-10.00	208.50	-12.00	205.80	-11.00	204.30
28/07/2005							-10.00	208.50	-12.00	205.80	-11.00	204.30
15/09/2005							-10.00	208.50	-12.00	205.80	-10.80	204.50
27/11/2018	-11.5						-10.4	208.10	-12.60	205.20	-13.00	202.30
28/10/2019	-11.60	215.74										
06/11/2019	-11.57	215.77										
15/11/2019	-11.40	215.94										
18/11/2019	-11.52	215.82										
25/11/2019	-11.48	215.86			-11.31	218.21						
02/12/2019	-11.39	215.95										
09/12/2019	-11.52	215.82										
18/12/2019	-11.49	215.85										
08/01/2020	-11.51	215.83										
15/01/2020	-11.48	215.86										
23/01/2020	-11.40	215.94										
29/01/2020			-8.17	215.47								
31/01/2020	-11.45	215.89	-8.15	215.49								
06/02/2020	-11.47	215.87										
14/02/2020	-11.48	215.86	-8.16	215.48								
17/02/2020	-11.47	215.87	-8.16	215.48								
26/02/2020	-11.48	215.86	-8.18	215.46								
23/05/2023	-11.90	215.44	-8.35	215.29			-10.75	207.75	-12.95	204.85	-13.40	201.90
07/07/2023	-11.90	215.44	-8.36	215.28			-10.76	207.74	-12.96	204.84	-13.40	201.90
08/02/2026	-10,95	216,39	-7,46	216,18			-9,94	208,56	-12,18	205,62	-12,47	202,83
20/03/2026	-11,47	215,87	-8,13	215,51			-10,33	208,17	-12,67	205,13	-12,91	202,39

Tabella 1 - Misure piezometriche effettuate per i 6 piezometri/pozzi posti in un raggio di circa 2 chilometri dall'area oggetto di studio. Misurazioni effettuate in circa 21 anni.

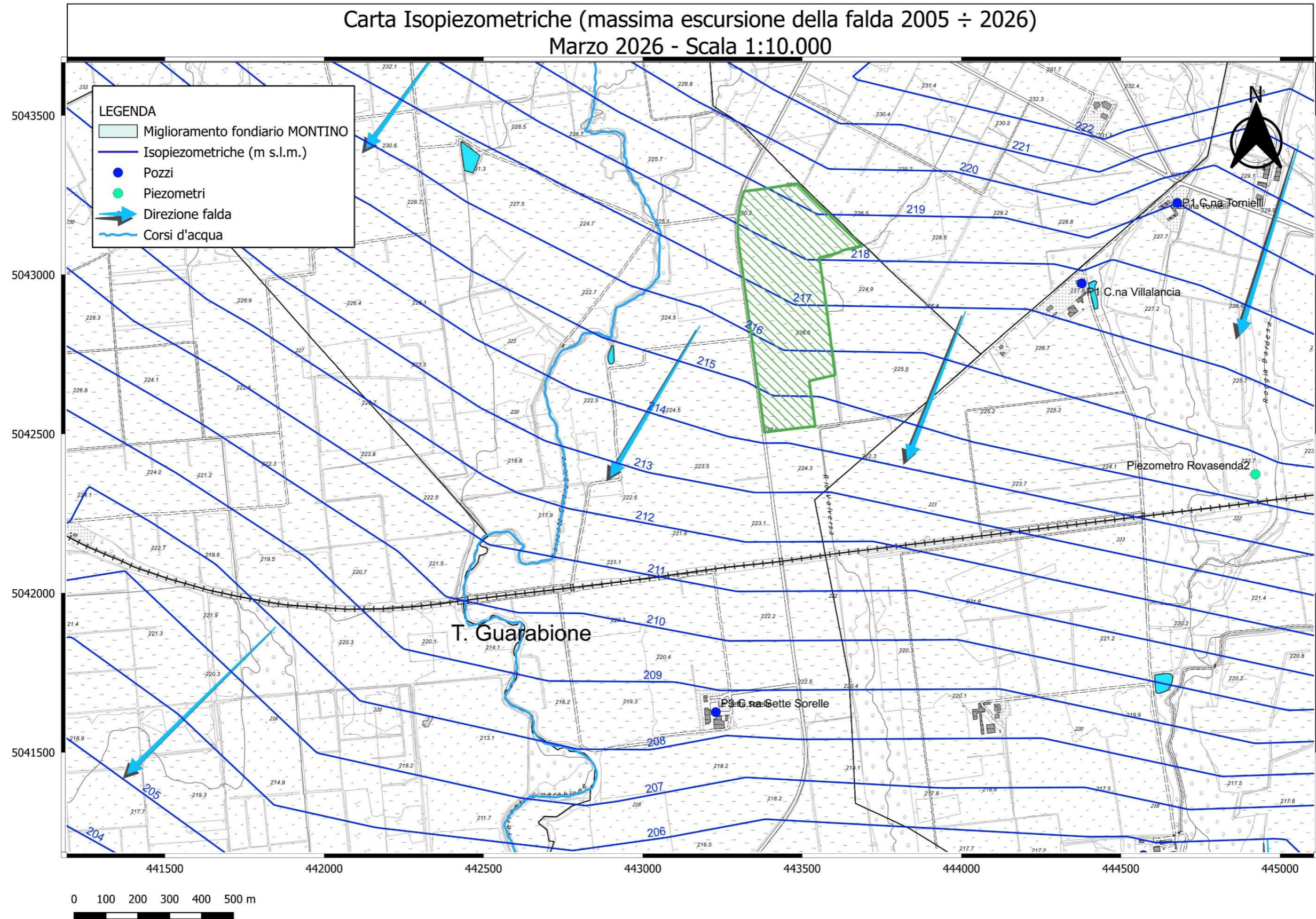


Figura 11 - Carta Isopiezometriche (massima escursione della falda) in scala 1:10.000.

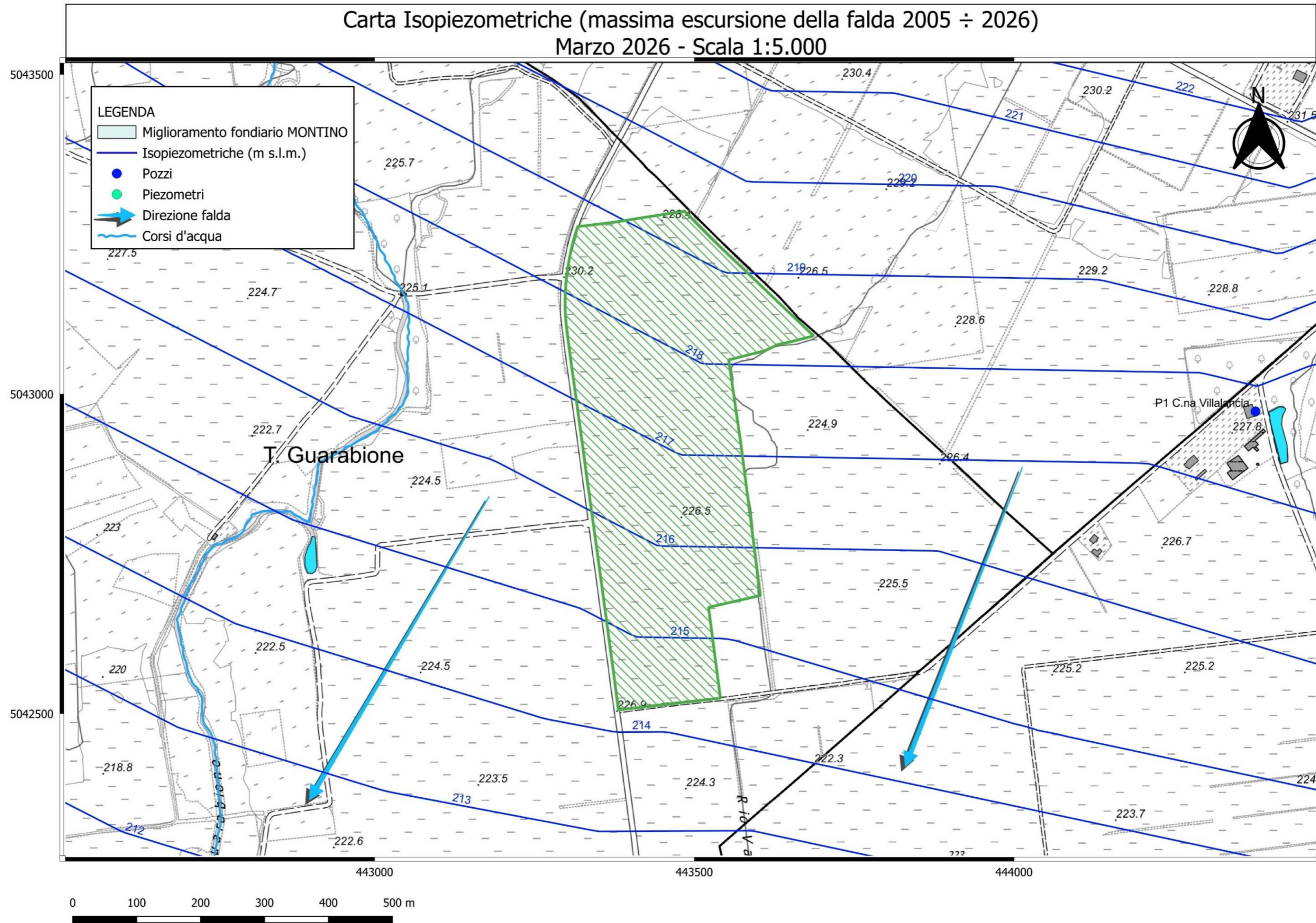


Figura 12 – Carta Isopiezometriche (massima escursione della falda) in scala 1:5.000.

6. INDAGINI STRATIGRAFICHE IN SITO

Le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni in sito sono state ricavate oltre che da correlazioni presenti in letteratura, anche da saggi esplorativi eseguiti con una profondità massima di circa 3 m, effettuati con escavatore meccanico all'interno dell'area oggetto di studio.

Il "Miglioramento fondiario Montino", è stato di recente interessato dall'esecuzione di n.39 saggi esplorativi, mediante l'utilizzo di un escavatore meccanico, ubicati graficamente in Figura 13.

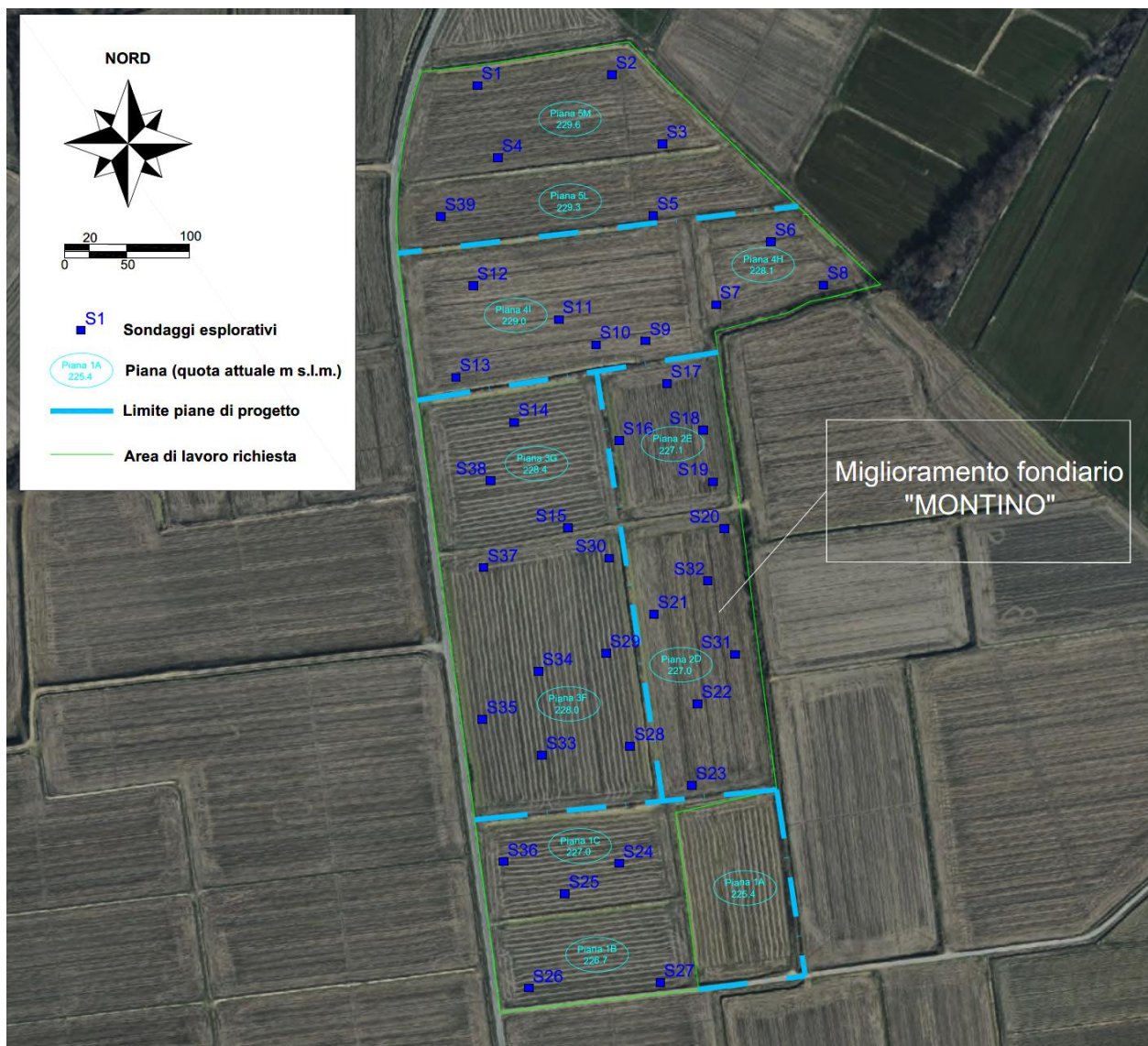


Figura 13 – Vista satellitare dell'area soggetta a miglioramento fondiario, con evidenziate le camere attuali e la suddivisione delle piane finali con i rispettivi saggi esplorativi eseguiti.

Tali saggi esplorativi hanno evidenziato una stratigrafia di massima simile ai dati ottenuti dai saggi effettuati dalla MINERALI INDUSTRIALI nell'intorno dell'area in esame, così schematizzati:

- **Terreno agrario (coltivo)**

Un primo livello di terreno agrario distribuito con una certa uniformità su tutta la superficie;

- **Copertura di alterazione argillosa-limosa**

Al di sotto della porzione corticale (coltivo) è presente la componente di alterazione argilloso-limoso con scadenti proprietà geomeccaniche, dotata di ridotta capacità portante ed elevata compressibilità. Presenta uno spessore di circa 2 - 3 metri.

- **Substrato granulare ghiaioso-sabbioso**

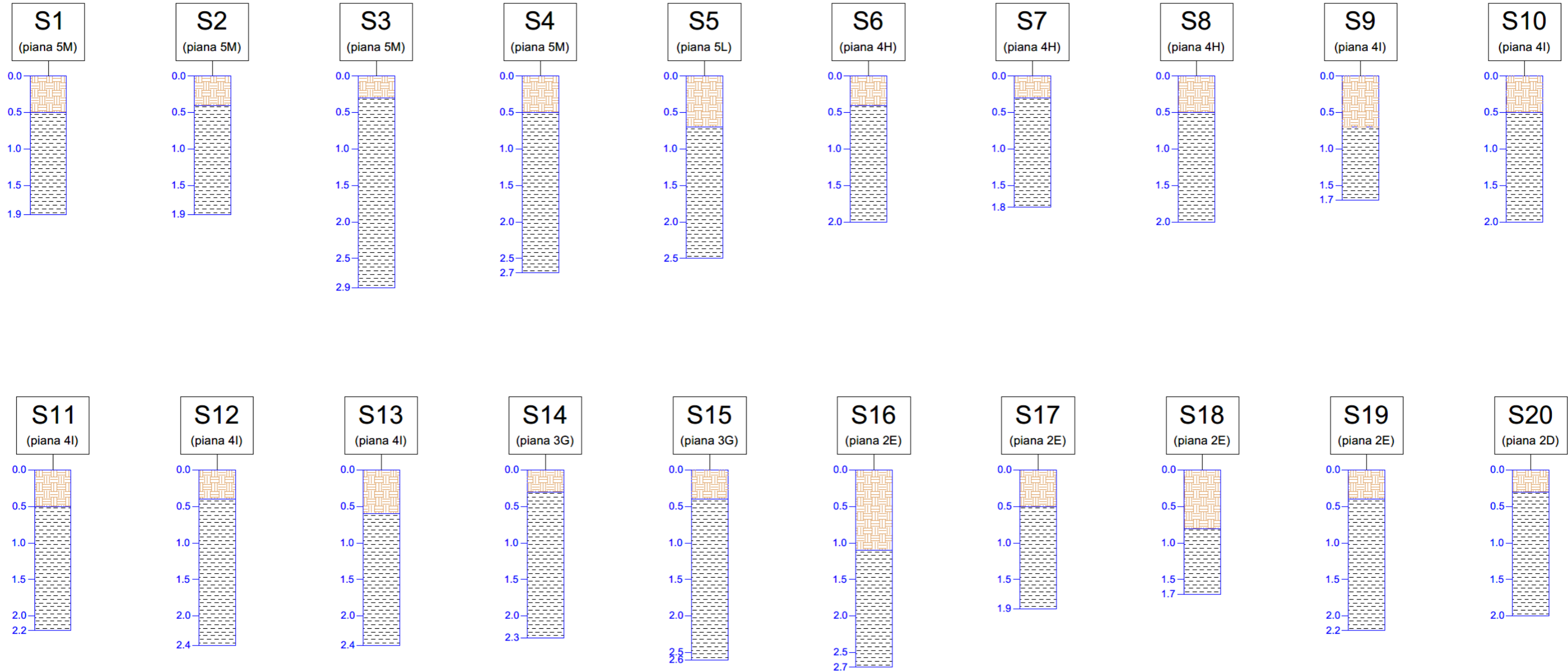
Livelli più granulari alternati a materiali sabbiosi/argillosi, molto alterati, con ciottoli facilmente disgregabili immersi in matrice coesiva in genere abbondante. Tale livello non è stato intercettato dai 39 saggi esplorativi eseguiti per questa campagna ma, in relazione alle indagini eseguite in aree limitrofe, è presente a circa 3÷7 m dal piano campagna.

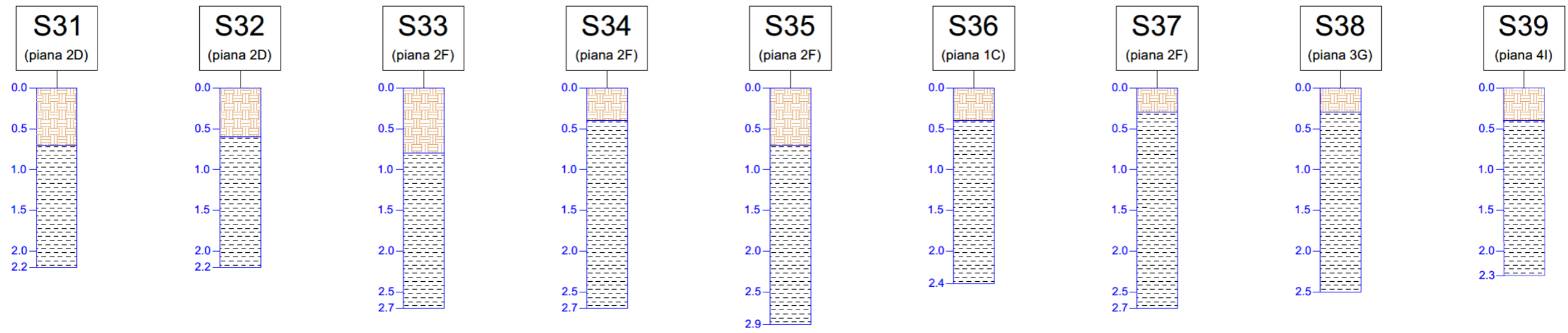
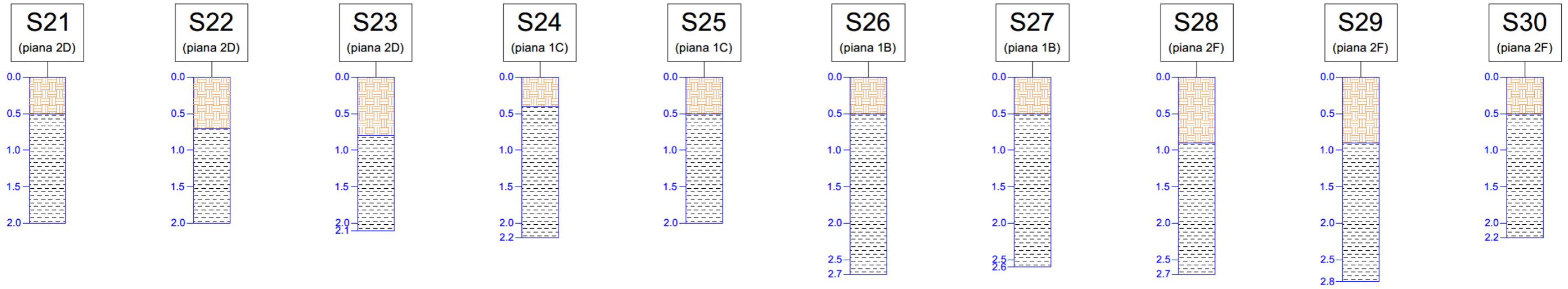
Alla profondità raggiunta dai saggi esplorativi non è stata rinvenuta la falda acquifera.

Di seguito sono riportate le stratigrafie dei saggi suddivise in due “*Unità Geologiche*” ovvero il primo livello di terreno agrario e il successivo livello argilloso utile ai fini della coltivazione.

Sondaggi esplorativi

 COLTIVO
  ARGILLA





Dall'analisi delle stratigrafie di cui sopra, si evince come lo strato più superficiale di terreno agrario (coltivo) possiede uno spessore² medio di circa 0.3 m (con valori minimi di 0.2 m e massimi di 0.9 m). Tale porzione di suolo che sarà soggetta a scolturamento, accantonamento e in seguito, raggiunta la quota di massimo scavo, ridistribuita e livellata sul fondo scavo possiede un volume stimato di circa 50.000 m³. Tali dati sono dedotti, con buona approssimazione, dai saggi eseguiti ma solamente con i lavori di coltivazione sarà possibile valutare con precisione il reale spessore del terreno vegetale (scotico) e il conseguente volume da movimentare.

² La descrizione dei saggi esplorativi, basata esclusivamente sull'analisi visiva dei pozzetti, sovrastima (come evidenziato per i miglioramenti fondiari già eseguiti dalla MINERALI INDUSTRIALI), lo spessore del terreno agrario di circa 20 cm.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE

Dalle indagini riportate nel Cap.6 è stato possibile ricostruire la stratigrafia, che dall'alto verso il basso, presenta la seguente successione:

- coltre di suolo agrario (coltivo), di spessore variabile tra valori minimi di 0.2 metri e massimi di 0.9 metri con uno spessore medio di 0.3 metri.
- orizzonte argilloso marrone o marrone giallastro di spessore compreso tra 3.0 e 7.0 metri con talora intercalati sottili livelli di argilla grigia;
- ghiaie alterate con matrice argilloso - sabbiosa di colore rossastro.

La circolazione idrica sotterranea è assente nei primi 10 ÷ 12 metri in quanto la componente argillosa rende questi terreni praticamente impermeabili.

La caratterizzazione geotecnica delle varie unità litotecniche, riscontrate nell'area di interesse, è stata desunta attraverso:

- dati di letteratura (Jamolkowski ,1976; Stacey, 2001; Bianco, 2002; Bruschi, 2006);
- rilievi di terreno con prove in sito, attuate in forma *random* su una vasta porzione dell'orizzonte argilloso delle pareti di scavo dei pozzetti esplorativi realizzati, mediante misure della resistenza alla compressione semplice UCS (*unconfined compressive strength*) utilizzando un penetrometro tascabile (Pocket penetrometer) del tipo T 163 (Figura 14) dal quale ricavare la resistenza al taglio non drenata (C_u).
I valori ottenuti sono stati rielaborati, mediante un metodo statistico, ricorrendo ad una distribuzione log-normale dei dati considerando grandi volumi di rottura;
- rilievi di terreno con prove in sito, realizzati nelle fasi di scavo dei numerosi miglioramenti fondiari eseguiti dalla MINERALI INDUSTRIALI.

I parametri geotecnici caratteristici (x_k) sono stati definiti per i soli materiali di interesse nell'ambito del presente lavoro, ovvero per l'orizzonte argilloso, trascurando la coltre di suolo agrario in relazione allo spessore medio di circa 0.3 m, di conseguenza trascurabile e, a vantaggio della sicurezza, estendendo lo spessore dell'orizzonte argilloso anche alle ghiaie alterate sottostanti e di conseguenza non considerate.

Orizzonte argilloso		
Grandezza	S.I.	Valore
Peso dell'unità di volume (γ_k)	kN/m ³	20
Coesione efficace (c'_k)	kPa	10
Coesione non drenata (Cu_k)	kPa	175
Angolo resistenza al taglio (ϕ_k)	°	25



Figura 14 - Particolare della parete del pozzetto esplorativo con il Pocket penetrometer utilizzato per la misura di Cu .

8. PROGETTO DI COLTIVAZIONE

Il criterio generale previsto per l'attuazione della coltivazione del giacimento d'argilla, a seguito di sistemazione idraulico-agraria, sarà quello di conservare il reticolo dell'idrologia superficiale, naturale od artificiale che sia, atto ad alimentare la risultante risaia finale.

In tal senso la morfologia superficiale, che nell'attuale configurazione naturale si presenta come una serie di piane a dislivello variabile, a configurazione finale vi saranno cinque piane denominate "1 – 2 – 3 – 4 - 5".

Questa soluzione è stata prevista sia per rispettare e conservare nelle sue linee generali le condizioni naturali del sito, sia per consentire un valido recupero ambientale dell'area (a vocazione risicola).

Lo sviluppo programmato per la coltivazione mineraria prevede di procedere con gli scavi con una progressione da sud a nord, lasciando in successione le aree scavate per realizzarvi l'educazione delle acque meteoriche e gli interventi di recupero ambientale.

La coltivazione mineraria avverrà per passate successive o trincee di larghezza variabile e di lunghezza pari al lato maggiore dell'area di scavo.

In ogni singola passata si procederà all'asporto del terreno agrario consistente mediamente nello spessore di circa 30 cm ed alla sua allocazione per il successivo recupero per procedere poi allo scavo vero e proprio secondo la quota di progetto, provvedendo poi ad un primo livellamento del terreno.

Successivamente si potrà spargere, nella stessa passata, il terreno agrario allocato, per uno spessore di circa 30 cm, precedentemente depositato a parte, per procedere poi ad un definitivo spianamento e livellamento con l'ausilio del laser.

La situazione finale di progetto riflette l'intera situazione areale dell'intervento con cinque piane alla quota finale di:

Piana 1	quota finale	225,4 m s.l.m.
Piana 2	quota finale	225,8 m s.l.m.
Piana 3	quota finale	226,4 m s.l.m.
Piana 4	quota finale	227,0 m s.l.m.
Piana 5	quota finale	227,6 m s.l.m..

8.1 Elaborati di progetto

Gli elaborati progettuali consistono nella presente relazione e nelle tavole allegate; in particolare nelle tavole 3 ÷ 7, oltre a rappresentare i vari step di coltivazione, vengono esemplificate in particolare:

- le quote del piano campagna allo stato attuale e durante le varie fasi della coltivazione;
- le canalizzazioni irrigue principali circostanti l'area di coltivazione con le rispettive direzioni di scorrimento delle acque;
- le direzioni di carico e scarico idrico delle acque irrigue;
- le curve piezometriche indicanti la massima escursione della falda.

Nelle planoaltimetrie (Tavv. 3 ÷ 5) sono inoltre riportate le tracce delle sezioni topografiche di insieme (Tavv. 6 - 7 – scala 1:2000/200) con particolari (esplosi) di dettaglio (scala 1:200).

I lavori proposti da MINERALI INDUSTRIALI non andranno ad interferire con la rete idrica esistente. Gli unici interventi di modifica riguarderanno, infatti:

- l'incremento dell'altezza delle sponde di raccordo tra i fossi e le piane in coltivazione;
- la rimozione dei dispositivi di allagamento delle piccole piane che andranno a costituire le nuove piane.

Tutte le scarpate di raccordo oggetto di modifica, con pendenze massime di 20°, saranno interamente impostate su argilla praticamente impermeabile. Si stima infatti un coefficiente di permeabilità $K \cong 10^{-8} \div 10^{-9}$ cm/sec, ipotizzato per correlazione con i dati in nostro possesso su campioni di argilla prelevati nelle immediate vicinanze dell'area in esame.

8.2 Modalità di coltivazione

Al fine di attuare una coltivazione razionale che permetta un tempestivo recupero ambientale delle aree esaurite dal punto di vista estrattivo, MINERALI INDUSTRIALI ha predisposto tutta una serie di accorgimenti e misure atti a:

- controllare in ogni situazione il deflusso delle acque meteoriche nella zona di scavo;
- rispettare le vie naturali di scorrimento delle acque evitando di modificare le direzioni dei fossi principali nell'intorno dell'area di scavo;
- impedire il ristagno, dato il carattere poco permeabile delle frazioni argillose, delle acque meteoriche nelle fosse di estrazione, dando le opportune pendenze;
- restituire l'area alla sua originaria destinazione al termine degli scavi.

Le operazioni di scavo prevedono il preliminare asporto della coltre di suolo agrario, di spessore medio pari a 0,3 metri, che sarà accantonato in apposite aree all'interno dei terreni interessati dalla coltivazione per essere poi riutilizzato per il successivo recupero ambientale del sito. Sui cumuli, di altezza mai superiore a 3 metri e disposti parallelamente al fronte di coltivazione, saranno eseguite semine protettive.

Le fasi della coltivazione (situazione iniziale, situazione durante lo scavo e situazione finale), sono rappresentate sinteticamente nello schema seguente:

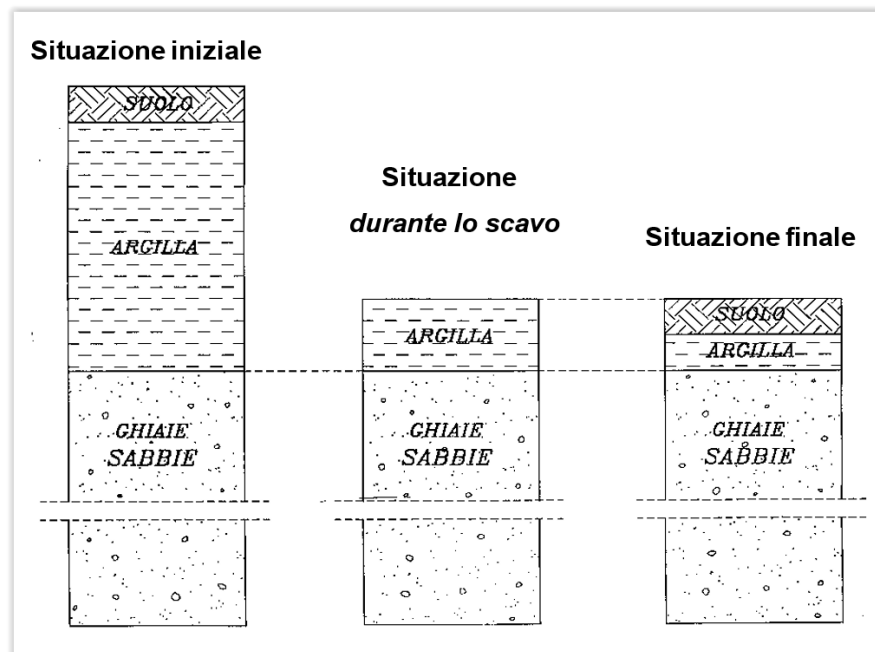


Figura 15 - Fasi di coltivazione.

L'estrazione dell'argilla avverrà per mezzo di escavatore/i a benna rovescia operando dall'alto verso il basso.

L'aspetto paesaggistico risulterà modificato solo per brevi periodi in quanto, al procedere dell'estrazione, le aree esaurite saranno progressivamente rimodellate e ripristinate secondo le seguenti fasi:

- 1) raccordo della nuova superficie pianeggiante con le aree circostanti grazie alla realizzazione di scarpate con pendenza di 20°; le scarpate così realizzate non pongono particolari problemi di stabilità visto le esigue altezze del banco da coltivare;
- 2) ricostruzione dello strato pedologico, utilizzando il terreno agrario precedentemente accantonato;
- 3) innesto di una delle coltivazioni tipiche locali per il definitivo recupero a fini agricoli dell'area (riso).



Figura 16 - Esempio di miglioramento fondiario eseguito da MINERALI INDUSTRIALI.

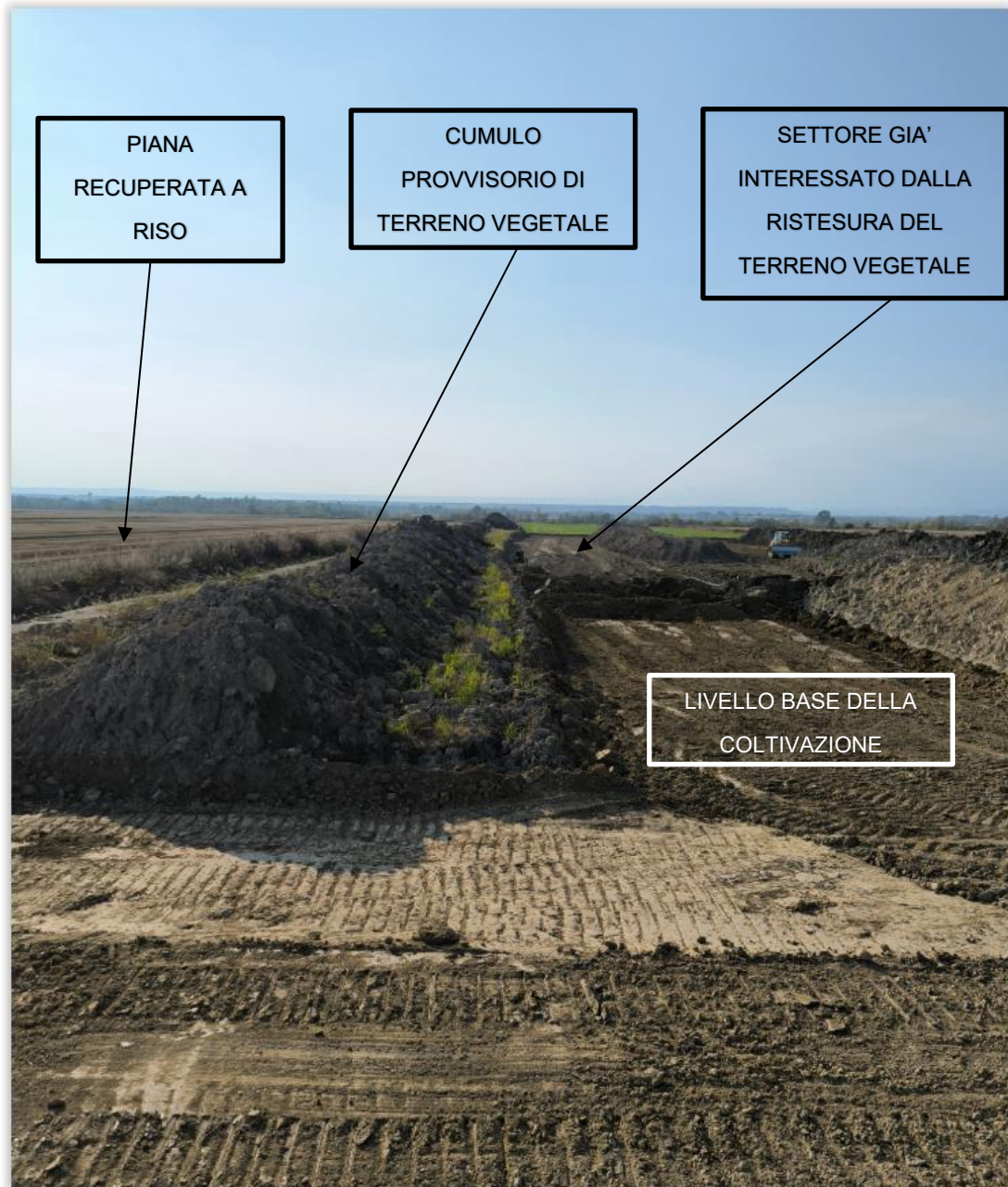


Figura 17 - Esempio di miglioramento fondiario eseguito da MINERALI INDUSTRIALI.

Nella Figura 16 e Figura 17 vengono riassunte tutte le fasi sopra descritte inerenti la procedura di “miglioramento fondiario”. Si evince come le operazioni di ristesura del terreno vegetale avvengo in maniera praticamente contestuale alle operazioni di scavo, riducendo, in tal modo, l’area effettivamente interessata dai lavori.

Il materiale scavato sarà caricato su autocarri e trasportato all’unità produttiva di Lozzolo di MINERALI INDUSTRIALI, quale utilizzatrice finale del materiale.

8.3 Fasi di coltivazione

Il miglioramento fondiario "Montino" interessa una superficie (area di lavoro) di circa 18,38 ettari e prevede l'estrazione di 271.280 m³ di argilla, da effettuarsi in 5 anni, per 5 lotti successivi, evidenziati graficamente nella **Tavola 4**, mediante:

- realizzazione di una sistemazione agraria dei terreni tesa ad ottenere appezzamenti che permettano una migliore gestione ed un minor consumo delle acque irrigue, passando dalle attuali 11 camere a 5;
- creazione di piane idonee ad un più razionale impiego delle macchine operatrici, aumentandone la superficie;
- modifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno mediante la distribuzione più omogenea di terreno con analoghe caratteristiche;
- riduzione delle superfici incolte mediante una razionalizzazione delle aree coltivate.

Il tempo di coltivazione mineraria di ogni fase sarà di circa 9-12 mesi cadauna, durata che potrebbe aumentare o diminuire in relazione alla stagione, alle condizioni climatiche contingenti in cui si dovrà operare³, all'estensione delle camere di ogni fase nonché alla richiesta di mercato dell'argilla estratta.

La previsione dei lavori dettagliata in Figura 18 è indicata nel diagramma temporale di seguito rappresentato (Figura 20) dove sono evidenziate le fasi dei lavori di coltivazione e di recupero ambientale dei lotti dell'area interessata e la durata prevista del progetto (5 anni) suddivisa in semestri.

La Piana 1A, esterna all'area di lavoro, non sarà, infatti, interessata da alcuna lavorazione di tipo minerario ma contribuirà con le piane 1B e 1C a formare la nuova piana 1 che sarà alla stessa quota della piana 1A attuale.

La strada interpodereale, a sud delle piane 1A e 1B, di proprietà dell'azienda agricola Rossini, sarà leggermente ribassata per garantire l'accesso alla nuova piana 1.

Nel diagramma temporale, si evince come, le operazioni di ripristino ambientale saranno terminate nel semestre successivo all'inizio delle operazioni di scavo, in tal modo è

³ I lavori avverranno mediante campagne durante tutto l'arco dell'anno, con interruzioni legate unicamente alle eventuali condizioni atmosferiche avverse (forti precipitazioni) che, soprattutto nel periodo primaverile ed autunnale, potranno rendere difficoltoso l'accesso all'area di scavo.

possibile terminare un intero lotto (coltivazione + recupero ambientale) in un tempo massimo di nove-dodici mesi, riducendo l'area effettivamente interessata dai lavori.

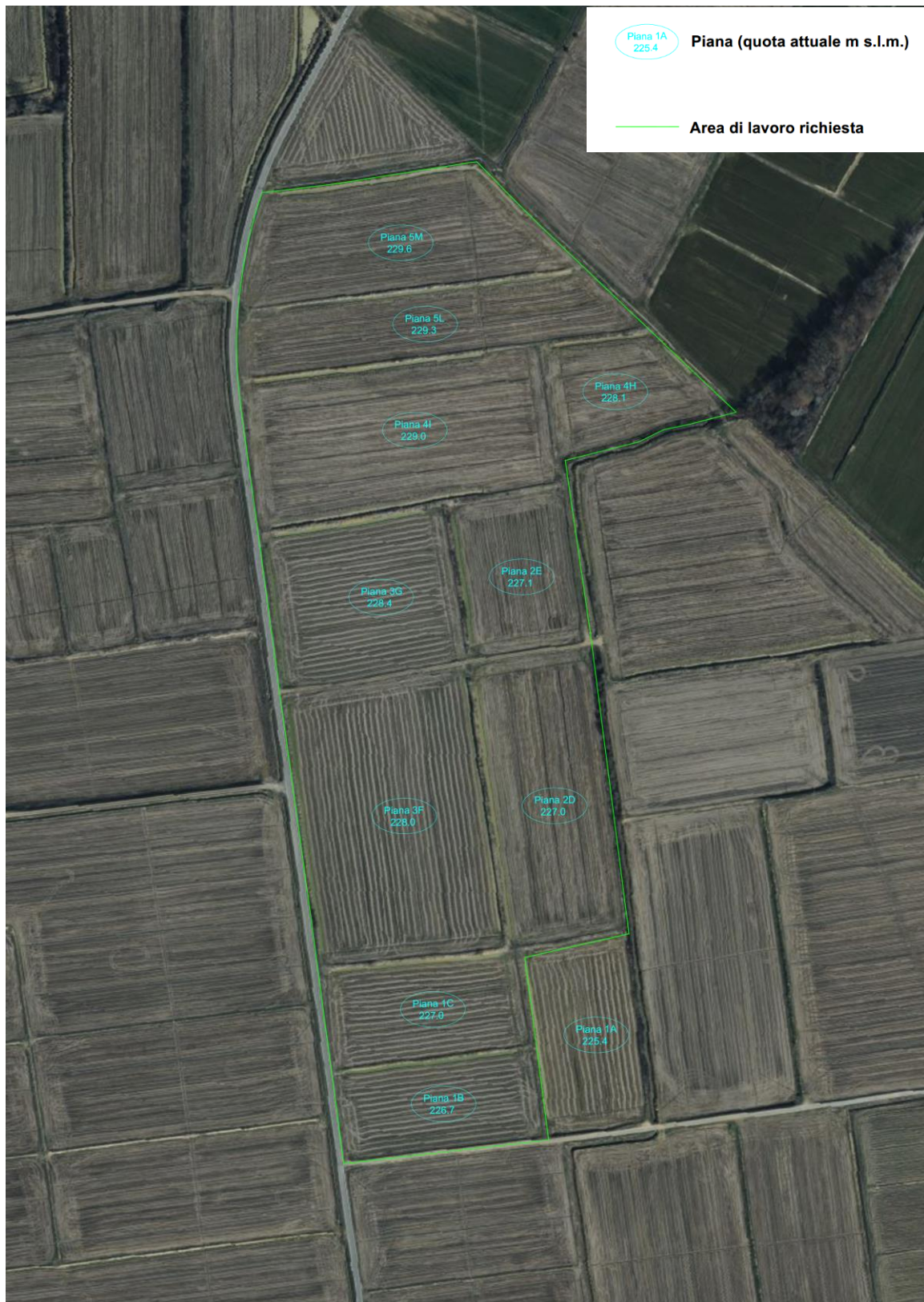


Figura 18 – Ortofoto (Bing) con individuazione delle piane “stato attuale”.



Figura 19 – Ortofoto (Bing) con individuazione delle piane “stato di progetto”.

MIGLIORAMENTO FONDIARIO	1° anno		2° anno		3° anno		4° anno		5° anno	
FASI DI PROGETTO	1° semestre	2° semestre	1° semestre	2° semestre	1° semestre	2° semestre	1° semestre	2° semestre	1° semestre	2° semestre
FASE 1 - CAMERA 1 FINALE CAMERE 1A*+1B+1C (3,20 Ha)	■	■								
FASE 2 - CAMERA 2 FINALE CAMERE 2D+2E (2,95 Ha)		■	■	■						
FASE 3 - CAMERA 2 FINALE CAMERE 3F+3G (4,72 Ha)				■	■	■				
FASE 4 - CAMERA 4 FINALE CAMERE 4H+4I (3,44 Ha)						■	■	■		
FASE 5 - CAMERA 5 FINALE CAMERE 5L+5M (3,26 Ha)								■	■	■

La camera 1A* è esclusa dalla coltivazione ma contribuisce alla definizione (limite) della camera 1 finale

■ Coltivazione
■ Ripristino

Figura 20 - Diagramma temporale per la coltivazione delle piane ricadenti nell'area soggetta a miglioramento fondiario Montino.

8.3.1 Fase 1

La **fase 1**, prevede la coltivazione delle piane **1B** e **1C**, che congiuntamente alla piana **1A** (non interessata dai lavori di scavo), formeranno un'unica piana denominata "**1**" (3,20 Ha).

I lavori di scavo, estesi su un arco temporale di circa 9 mesi, permetteranno di estrarre un volume di argilla pari a 30.630 m³. Lo scavo, effettuato con una profondità media di 1.45 m dal p.c., sarà seguito da un contestuale recupero ambientale in un arco temporale di circa 6 mesi.

L'accesso per tale fase, sarà garantito dalla strada interpodereale esistente posta immediatamente a sud della piana 1. Alla conclusione dei lavori di coltivazione tale strada sarà ribassata ad una quota tale da consentire l'accesso alle piane dai mezzi agricoli. Sarà realizzata anche nuova pista agricola ad est della piana 1 (che borderà l'intero lato est del miglioramento fondiario "Montino").

8.3.2 Fase 2

Successivamente alla fase 1, inizierà la **fase 2**, che prevede la coltivazione delle piane **2D** e **2E**, che, formeranno un'unica piana denominata "**2**" (2,95 Ha).

I lavori di scavo, estesi su un arco temporale di circa 9 mesi, permetteranno di estrarre un volume di argilla pari a 36.400 m³. Lo scavo, effettuato con una profondità media di 1.25 m dal p.c., sarà seguito da un contestuale recupero ambientale in un arco temporale di circa 6 mesi.

L'accesso per tale fase, sarà garantito dalla pista podereale esistente che separa le piane 2D e 2E. Alla conclusione dei lavori di coltivazione tale pista non esisterà più e l'accesso ai mezzi agricoli sarà garantito da una nuova pista podereale realizzata a nord della piana 2.

8.3.3 Fase 3

Successivamente alla fase 2, inizierà la **fase 3**, che prevede la coltivazione delle piane **3F** e **3G**, che, formeranno un'unica piana denominata "**3**" (4,72 Ha).

I lavori di scavo, estesi su un arco temporale di circa 12 mesi, permetteranno di estrarre un volume di argilla pari a 82.400 m³. Lo scavo, effettuato con una profondità media di 1.80 m dal p.c., sarà seguito da un contestuale recupero ambientale in un arco temporale di circa 6 mesi.

L'accesso per tale fase, sarà garantito dalla pista podereale esistente che separa le piane

3F e 3G. Alla conclusione dei lavori di coltivazione tale strada non esisterà più e l'accesso ai mezzi agricoli sarà garantito da una nuova pista poderale realizzata a nord della piana 3.

8.3.4 Fase 4

Successivamente alla fase 3, inizierà la **fase 4**, che prevede la coltivazione delle piane **4H** e **4I**, che, formeranno un'unica piana denominata "**4**" (3,44 Ha).

I lavori di scavo, estesi su un arco temporale di circa 12 mesi, permetteranno di estrarre un volume di argilla pari a 60.970 m³. Lo scavo, effettuato con una profondità media di 1.55 m dal p.c., sarà seguito da un contestuale recupero ambientale in un arco temporale di circa 6 mesi.

L'accesso per tale fase, sarà garantito dalla nuova pista poderale realizzata a nord delle piane 2 e 3. A fine coltivazione, la nuova pista poderale, consentirà anche l'accesso ai mezzi agricoli alle piane 2-3-4.

8.3.5 Fase 5

Successivamente alla fase 4, inizierà la **fase 5**, che prevede la coltivazione delle piane **5L** e **5M**, che, formeranno un'unica piana denominata "**5**" (3,26 Ha).

I lavori di scavo, estesi su un arco temporale di circa 12 mesi, permetteranno di estrarre un volume di argilla pari a 60.880 m³. Lo scavo, effettuato con una profondità media di 1.85 m dal p.c., sarà seguito da un contestuale recupero ambientale in un arco temporale di circa 6 mesi.

L'accesso per tale fase, sarà garantito dalla nuova pista poderale realizzata a nord delle piane 2 e 3 per poi proseguire sulla nuova pista agricola realizzata ad est della piana 4.

8.4 Superficie e Volumi di scavo

L'area di lavoro del miglioramento fondiario Montino occupa una superficie di circa 18,38 ettari e prevede l'estrazione di 271.280 m³ di argilla, da effettuarsi in 5 anni.

Di seguito si riportano (per fasi) le superfici e i volumi di scavo totali.

MIGLIORAMENTO FONDIARIO "MONTINO"	Fasi	Area di lavoro	Piane attuali	Piane progetto	Superficie Piane progetto (Ha)	Quota attuale (m s.l.m.)	Quota progetto (m s.l.m.)	Altezza scavo (m)	Volume terreno coltivo (m ³)	Volume argilla (minerale) (m ³)	Volume totale scavato (m ³)	
	1	2,37	1A	1	3,20	225,40	225,40	0,00	0	0	0	
			1B			226,70	225,40	1,30	2.970	12.870	15.840	
			1C			227,00	225,40	1,60	3.330	17.760	21.090	
										6.300	30.630	36.930
	2	3,39	2D	2	2,95	227,00	225,80	1,20	5.850	23.400	29.250	
			2E			227,10	225,80	1,30	3.000	13.000	16.000	
										8.850,0	36.400	45.250
	3	5,26	3F	3	4,72	228,00	226,40	1,60	9.000	48.000	57.000	
			3G			228,40	226,40	2,00	5.160	34.400	39.560	
										14.160	82.400	96.560
	4	3,77	4H	4	3,44	228,10	227,00	1,10	2.610	9.570	12.180	
4I			229,00			227,00	2,00	7.710	51.400	59.110		
									10.320	60.970	71.290	
5	3,59	5L	5	3,26	229,30	227,60	1,70	4.320	24.480	28.800		
		5M			229,60	227,60	2,00	5.460	36.400	41.860		
									9.780	60.880	70.660	
Totale		18,38							49.410	271.280	320.690	

Figura 21 - Schema delle superfici e delle volumetrie interessate dal "Miglioramento fondiario Montino".

8.5 Viabilità

I mezzi di cava utilizzati per il trasporto del materiale estratto dall'area oggetto di miglioramento fondiario diretti verso l'unità produttiva di Lozzolo della MINERALI INDUSTRIALI, seguiranno il seguente percorso:

- Partenza dall'area di miglioramento fondiario.
- Strade interpoderali alla strada Provinciale n. 316 (BI).
- Strada Provinciale n. 316 (BI) fino all'incrocio con la strada Provinciale n. 317 (BI).
- Strada Provinciale n. 317 (BI) e prosecuzione su Strada Provinciale n. 109 (VC) fino all'incrocio con la Strada Provinciale n. 364 (VC).
- Strada Provinciale n. 64 (VC) fino all'incrocio con la Strada Regionale n. 142.
- Strada Regionale n. 142 fino all'incrocio con via Roma a Lozzolo.
- Via Roma fino all'incrocio con via Virauda.
- Via Virauda fino allo stabilimento all'unità produttiva della MINERALI INDUSTRIALI.

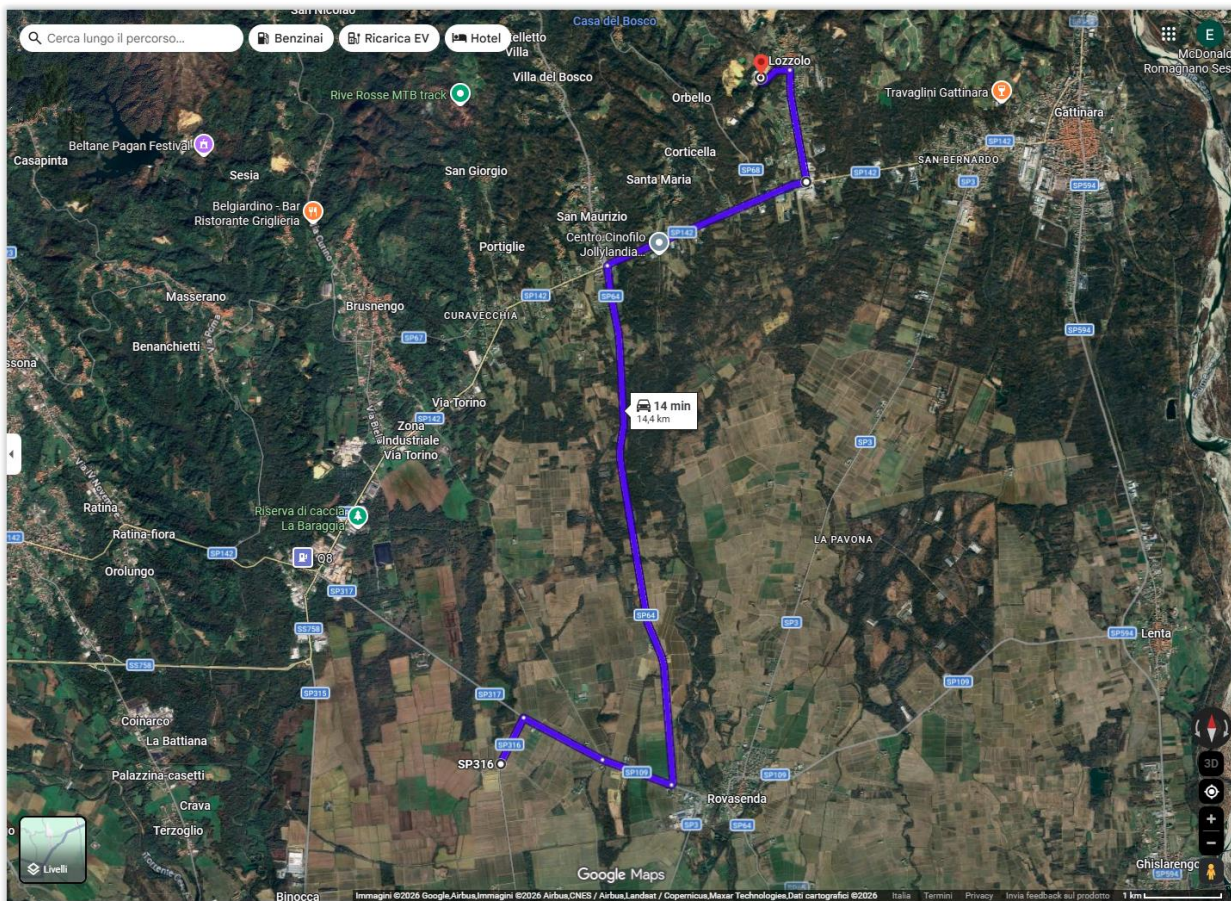


Figura 22 – Percorso “Google Maps” da miglioramento fondiario Montino a stabilimento MINERALI INDUSTRIALI di Lozzolo (VC).

Per accedere alla strada Provinciale n. 316 sarà utilizzata:

- La strada vicinale esistente sul lato est rispetto alla strada Provinciale n. 316 per l'intervento di miglioramento fondiario posta a sud della piana 5.
- A conclusione della fase3, che prevede l'ampliamento della piana 3 mediante l'unione delle piane 3F e 3G, verrà contestualmente spostato l'accesso alla strada Provinciale n. 316 dalla posizione attuale a circa 125 m a nord, in corrispondenza del nuovo argine che separerà le nuove piane 2 e 3 dalla nuova piana 4.

I mezzi per il trasporto del materiale della cava prima di transitare sulla strada Provinciale saranno adeguatamente puliti dal fango.

I mezzi per il trasporto inoltre saranno telonati in modo di evitare il più possibile emissione di polveri.

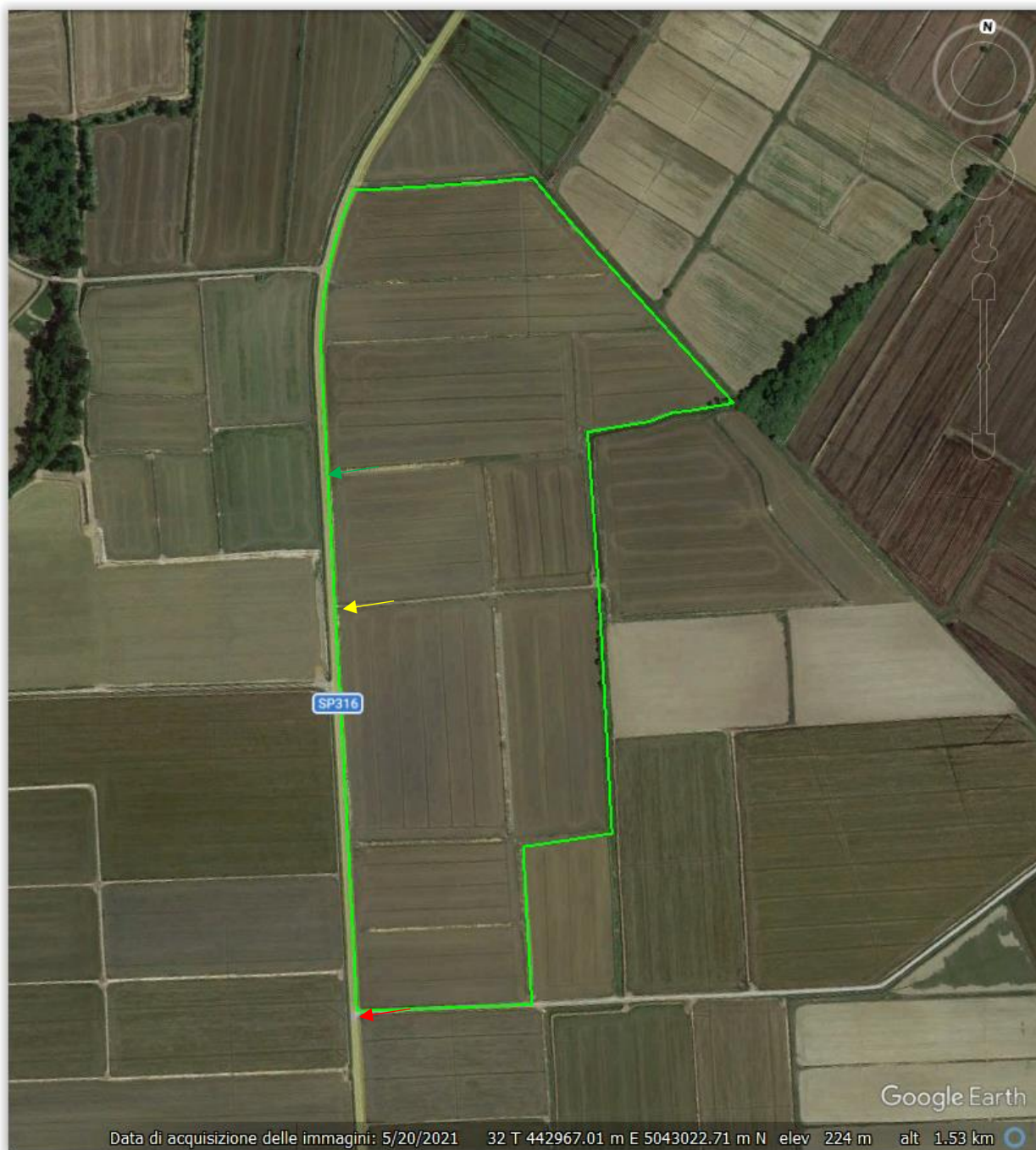


Figura 23 – Estratto da Google Earth con evidenziato il percorso dei mezzi dall'area di miglioramento fondiario all'innesto sulla SP 316 "Buronzina". La freccia rossa indica l'accesso esistente alla S.P. n. 316, non oggetto di modifica; la freccia gialla indica l'accesso esistente che verrà dismesso; la freccia verde indica il nuovo accesso.

9. REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Trattandosi di scavo “a fossa”, gli eventuali fenomeni di erosione andranno a coinvolgere unicamente l’area di scavo. La conformazione stessa del terreno in fase di coltivazione non permetterà, infatti, fuori uscite incontrollate.

L’unico trasporto solido potenziale è associabile all’azione di dilavamento delle acque meteoriche. Anche in questo caso, però, grazie al metodo di coltivazione “a fossa” le acque ricadenti all’interno dell’area non potranno fuoriuscire in maniera incontrollata. L’allontanamento avverrà per evaporazione naturale; saltuariamente, e solo in caso di forti precipitazioni, potrà essere necessario scaricare le acque verso i canali esterni mediante pompa. Tale operazione, consueta anche per la regolazione dei livelli delle piane coltivate a riso, sarà eseguita unicamente previa decantazione della componente solida.

Per questo motivo, durante i lavori, sulle piane oggetto di coltivazione, le acque meteoriche saranno convogliate, fornendo idonee pendenze, verso settori (punti) temporanei di raccolta come evidenziato nella tavola 4 e nella figura sottostante (Figura 24), in cui si è volutamente esagerato la scala delle altezze rispetto alla scala delle distanze.



Figura 24 – Sezione tipo dell’area di raccolta e decantazione.

L’allontanamento avverrà per evaporazione naturale; in caso di forti precipitazioni, potrà essere necessario scaricare le acque verso i canali esterni mediante pompa. Tale operazione, consueta anche per la regolazione dei livelli delle piane coltivate a riso, sarà eseguita unicamente previa decantazione della componente solida.

L’area di raccolta⁴, realizzata durante l’asporto dell’argilla, come visibile dalla figura soprastante, sarà caratterizzata da:

⁴ Si evidenzia che in caso di forti precipitazioni meteoriche l’intera piana oggetto di coltivazione raccoglierà le acque meteoriche e quindi funzionerà da vasca di laminazione, aumentando il tempo di corrivazione.

- superficie pari a 100 m² (minima);
- profondità pari a 1 metro (minima);
- sezione di tipo cuneiforme con massimo approfondimento verso il limite esterno della piana in coltivazione;
- quota minima del fondo coincidente con la quota di fondo scavo prevista dagli elaborati di progetto.

10. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE

In riferimento a quanto riportato all'Art. 21 "*Stabilità degli scavi minerari in terreni coerenti o incoerenti e sotto falda*" delle NTA del PRAE:

"1. Nei terreni coerenti (limi argillosi, argille), a causa del basso grado di conduttività, le sovrappressioni interstiziali, indotte dalla variazione dello stato tensionale conseguente allo scavo, permangono per lungo tempo, dissipandosi lentamente in seguito ai processi di filtrazione, determinando così un graduale e lento passaggio da condizioni non drenate, a condizioni drenate. Per considerare l'evoluzione delle condizioni di drenaggio, le verifiche di stabilità devono pertanto essere condotte sia "a breve termine" (condizioni non drenate) che "a lungo termine" (condizioni drenate). Le verifiche in condizioni non drenate (nel breve termine) sono riservate ai fronti scavo in fase di coltivazione e devono essere funzionali a determinarne la massima altezza dei fronti compatibili con la stabilità; le verifiche in condizioni drenate (nel lungo termine) riguardano i fronti finali di progetto. In condizioni drenate devono essere utilizzati, come parametri di resistenza al taglio, la coesione efficace e l'angolo di attrito efficace; in condizioni non drenate deve essere considerata solo la coesione non drenata del terreno";

si sono svolte verifiche di stabilità delle scarpate sia *in operam* (a breve termine), sia *post operam* (a lungo termine), di seguito descritte.

10.1 In operam

È stata eseguita una *verifica di stabilità in condizioni non drenate*, al fine di esaminare la stabilità locale a breve termine⁵, delle scarpate nell'area di "*Miglioramento fondiario Montino*" che si verranno a formare.

Dal punto di vista teorico, le analisi di stabilità a breve termine possono essere effettuate in termini di tensioni efficaci. In pratica, però, risulta estremamente difficile conoscere con sufficiente precisione i valori delle sovrappressioni interstiziali indotte dalla variazione dello stato tensionale, per cui non appare realisticamente possibile analizzare le condizioni a breve termine in termini di tensioni efficaci. Tale problema, ovviamente, non sussiste nelle analisi a lungo termine, dal momento che in tale caso le sovrappressioni interstiziali si sono annullate e le pressioni interstiziali sono tornate all'equilibrio.

Nelle analisi a breve termine si ricorre pertanto ad un'approssimazione largamente accettata nella pratica: visto che la resistenza di un terreno saturo è costante se il suo volume rimane costante, e visto che il volume del terreno non cambia se si ammette che il drenaggio dell'acqua interstiziale sia impedito, è possibile effettuare l'analisi a breve

⁵ Si intende l'arco di tempo, tecnicamente necessario, che intercorre tra le operazioni di scavo ed il suo risarcimento.

termine in termini di tensioni totali (trascurando cioè i valori delle pressioni interstiziali) ed adottando opportuni valori dei parametri di resistenza.

Nel caso in esame, considerando, a scopo cautelativo, una alzata massima dello sbancamento non superiore a 3.0 m (H)⁶, si è ricorsi al metodo di TAYLOR (1937).

Questo metodo si basa sul metodo del cerchio di attrito e fornisce il fattore di sicurezza (Fs) dello scavo rispetto alla coesione non drenata Cu ed al peso di volume (γ) del terreno attraverso l'introduzione di un fattore adimensionale Ns detto numero di stabilità:

$$F_s = \frac{C_u}{\gamma} * \frac{N_s}{H}$$

Nell'applicazione del metodo, il margine di sicurezza può essere inteso come rapporto tra la resistenza e l'azione di progetto. Applicando i coefficienti parziali previsti al § 6.8 delle NTC, risulta:

$$\frac{R_d}{E_d} = \frac{1}{\gamma R} \left[\frac{c_u}{\gamma c_u} \cdot \frac{N}{\gamma H} \right]$$

La verifica è da ritenersi soddisfatta se è $R_d \geq E_d$.

Viene considerato che lo scavo, nel suo sviluppo complessivo, presenti le caratteristiche geotecniche dell'orizzonte argilloso.

I parametri di progetto (x_d) sono:

Grandezza	S.I.	Valore
Peso dell'unità di volume (γ_D)	kN/m ³	20
Coesione non drenata (C_{uD})	kPa	125

Il fattore di sicurezza, nei confronti della stabilità del fronte di scavo, viene determinato con l'ausilio di un grafico (Figura 25) che pone in relazione l'angolo di scavo ($\beta = 90^\circ$) con il coefficiente $N_s = 3.85$, considerando un angolo di attrito nullo.

Imponendo un'altezza di scavo $H = 3.0$ m ed il valore di coesione non drenata Cu si ottiene un **Fs = 8**.

$$F_s = \text{Fattore di sicurezza} = \frac{C_u}{\gamma} \cdot \frac{N_s}{H} \approx 8$$

⁶ L'altezza massima dello sbancamento per il progetto in esame è 2,3 m.

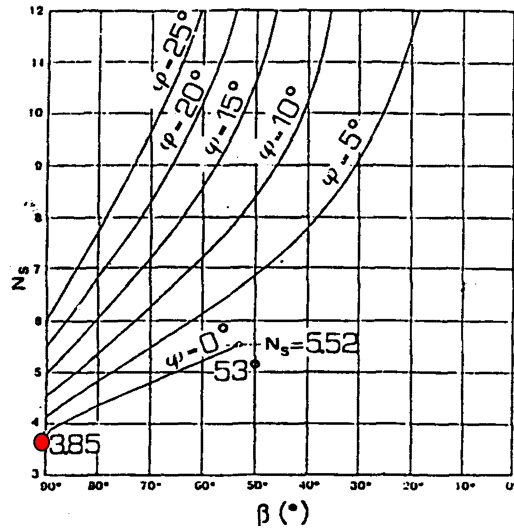


Figura 25 – Schema del cerchio di attrito (Taylor, 1937).

Per tenere conto del passaggio di mezzi d'opera in prossimità dello scavo si può ricorrere al Metodo di Taylor corretto nel quale in funzione:

- del sovraccarico (60 kPa) indotto dal passaggio di un mezzo d'opera;
- dell'altezza totale (H_{tot}) data dall'altezza dello scavo e dall'altezza del sovraccarico ($H' = \text{sovraccarico}/\text{peso di volume}$)

si ottiene

$$Fs = \text{Fattore di sicurezza} = \frac{Cu}{\gamma} \cdot \frac{Ns}{H_{tot}} \approx 4$$

Tali valori evidenziano sempre condizioni di stabilità a breve termine (condizioni non drenate).

10.2 Post operam

Sono state eseguite delle verifiche di stabilità, ai sensi del D.M. 17/01/2018, in corrispondenza della sezione con altezza massima dello sbancamento, riportata nell'Allegato 1, tenendo conto:

- delle azioni sismiche considerando che l'area in relazione alla "Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656" provvede all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche in virtù delle disposizioni dell'O.P.C.M. 3519/2006 si conferma come appartenente alla zona 4;
- a scopo cautelativo, della presenza di un sovraccarico distribuito di 60 kPa, dato dalla presenza di un mezzo d'opera.

Come precedentemente indicato il livello di sicurezza viene espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Appare chiaro che per lo stato limite ultimo (**SLU**) deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$ dove:

- E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche di sicurezza, realizzate utilizzando il software SSAP 2010 versione 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991, 2023), sono state eseguite sulla base del livello di conoscenza raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e della complessità del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica.

Nel dettaglio si evidenzia che è stato utilizzato l'algoritmo di CHEN - MORGENSTERN (CHEN & MORGESTERN, 1983) a cui è stato implementato l'algoritmo iterativo di calcolo di F_s proposta da Zhu (2005). Il metodo di CHEN – MORGENSTERN si basa sulle tecniche di verifica dette LIMIT EQUILIBRIUM METHOD (LEM), (Duncan 1996; Krahn 2003).

Da quanto detto per la sezione tipo sono state calcolate due distinte verifiche di stabilità:

- *in condizioni statiche.*

I valori di progetto (x_d) dei parametri geotecnici sono stati determinati tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali indicati nel D.M. 17/01/2018 e dei valori caratteristici (x_k) riportati nel capitolo 7.

Grandezza	S.I.	Valore
Peso dell'unità di volume (γ_D)	kN/m ³	20
Coesione efficace (c'_D)	kPa	8
Angolo resistenza al taglio (ϕ_D)	°	20.4

- *in condizioni dinamiche.*

Il comportamento in condizioni dinamiche dei fronti di scavo e dei rilevati, secondo quanto previsto dalle NTC2018, può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

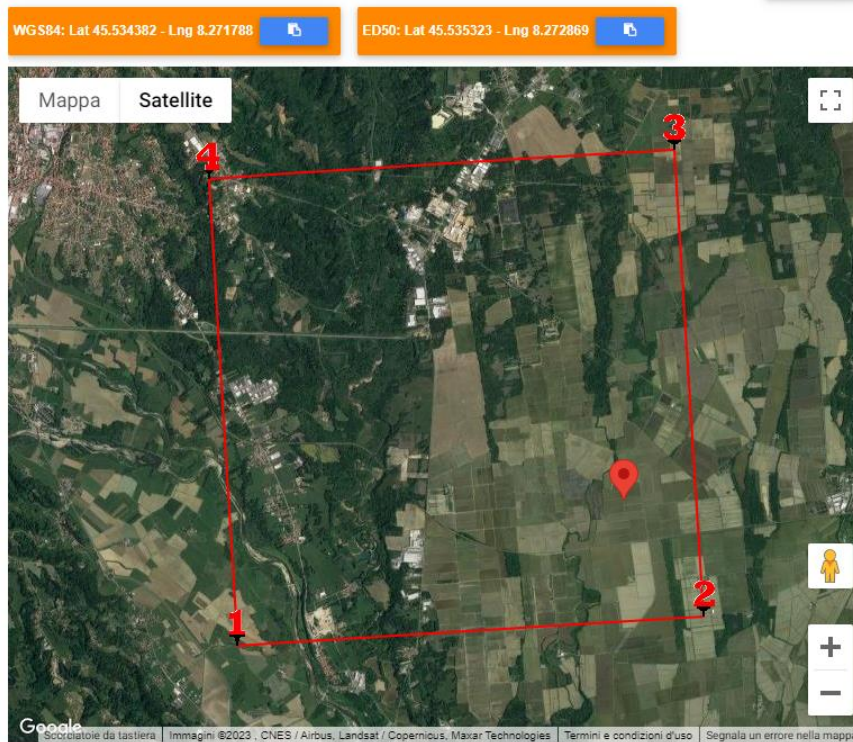
In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come $F_h = k_h \times W$ ed $F_v = k_v \times W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel §7.11.3.5.2 delle NTC2018 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

- $\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)
- $\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 delle NTC2018 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Grandezza	S.I.	Valore
Peso dell'unità di volume (γ_k)	kN/m ³	20
Coesione efficace (c'_k)	kPa	10
Angolo resistenza al taglio (ϕ_k)	°	25

Di seguito si riporta (Figura 26) il calcolo utilizzato per definire l'azione sismica nell'area d'indagine.



Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	ID: 11803	Lat: 45,5198	Lon: 8,2139	Distanza: 4903,118
Sito 2	ID: 11804	Lat: 45,5229	Lon: 8,2851	Distanza: 1676,103
Sito 3	ID: 11582	Lat: 45,5728	Lon: 8,2807	Distanza: 4213,454
Sito 4	ID: 11581	Lat: 45,5697	Lon: 8,2095	Distanza: 6243,649

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0.015	2.577	0.162
Danno (SLD)	35	0.016	2.569	0.165
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.035	2.621	0.261
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.042	2.640	0.292
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.005	0.011	0.013
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s ²]	0.224	0.238	0.519	0.623
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Figura 26 – Stati limite e coefficienti sismici.

10.2.1 Verifiche di stabilità in condizioni statiche

I risultati delle verifiche di stabilità (riportati integralmente nell'Allegato 2) evidenziano una superficie di scivolamento con un **fattore di sicurezza (Fs) minimo = 1.39**.

Tali risultati sottolineano che:

- a seguito della generazione di 15.000 superfici di scivolamento (Figura 27) in cui le 10 superfici con Fs minore (Figura 28) presentano un range di valori compreso tra 1.39 e 1.42;

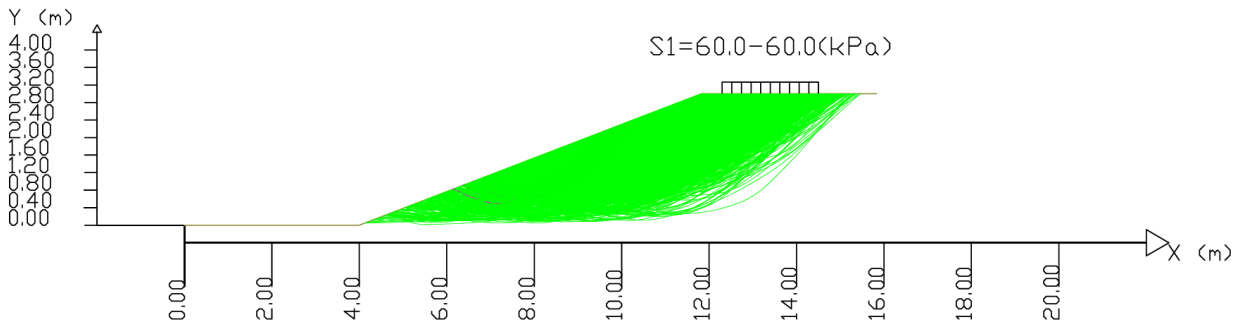


Figura 27 – Sezione con tutte le superfici generate.

SSAP 5.2 (2023) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)
 Localita': Masserano - C.na Sette Sorelle
 Descrizione : Sezione - Condizioni Statiche
 [1] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici di Progetto ai sensi NTC2018				
N.	phi'	C'	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	20.40	8.00	20.00	20.00

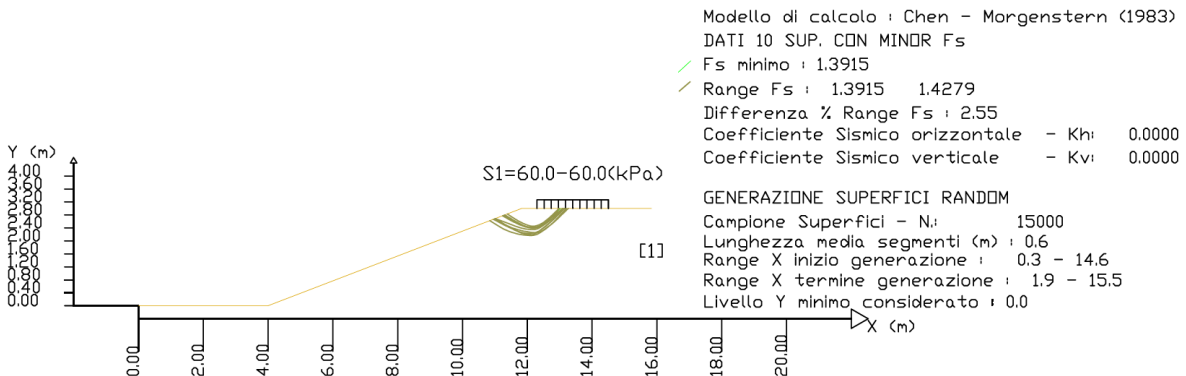


Figura 28 – Le 10 superfici con il minimo valore Fs.

- la riprocessazione, mediante il sistema FEM di Schofield & P. Wroth (1968) e Griffith et al.1999, delle informazioni raccolte per ciascuna delle superfici verificate, utilizzando un algoritmo, quasi Gauss integration, con analisi geostatistica non parametrica ha dato origine ad una mappa 2D a colori del Fattore di FS locale (Figura 29);

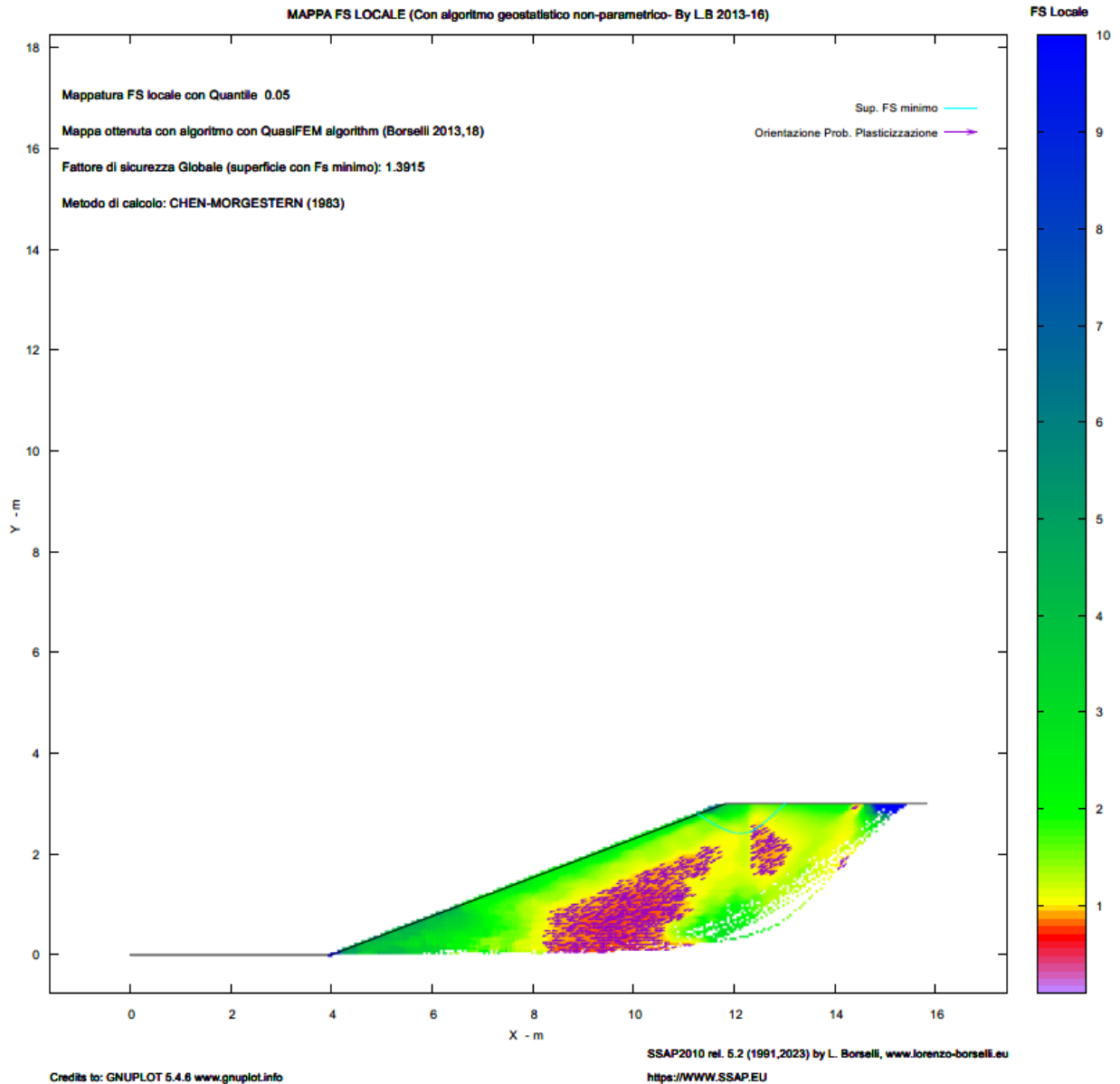


Figura 29 – Sezione 2- Mappa 2D a colori del Fattore di FS locale.

i coefficienti di sicurezza sono superiori ai valori minimi di legge.

10.2.2 Verifiche di stabilità in condizioni dinamiche

I risultati delle verifiche di stabilità (riportati integralmente nell'Allegato 2) evidenziano una superficie di scivolamento con un **fattore di sicurezza (Fs) minimo = 1.74**.

Tali risultati sottolineano che:

- a seguito della generazione di 15.000 superfici di scivolamento (Figura 30) in cui le 10 superfici con Fs minore (Figura 31) presentano un range di valori compreso tra 1.74 e 1.77;

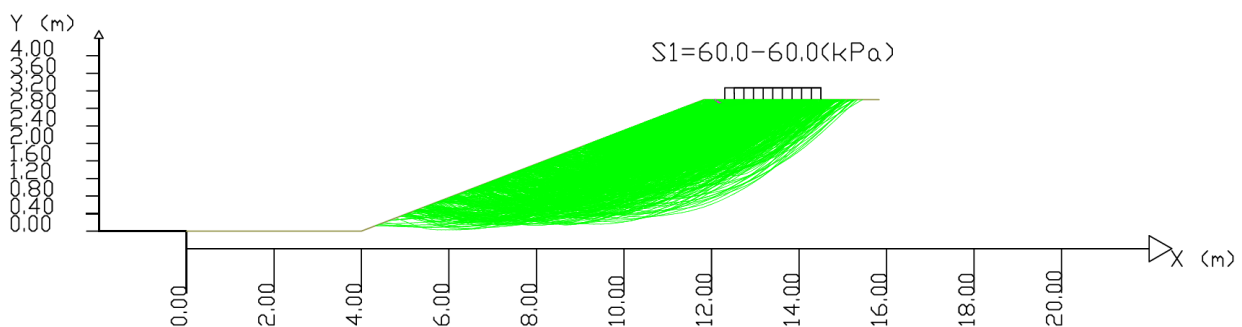


Figura 30 – Sezione con tutte le superfici generate.

SSAP 5.2 (2023) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)
Localita': Masserano - C.na Sette Sorelle
Descrizione: Sezione - Condizioni Dinamiche
[1] = N. strato o lente

Parametri Geotecnici Caratteristici ai sensi NTC2018				
N.	phi'	C'	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	25.00	10.00	20.00	20.00

Modello di calcolo: Chen - Morgenstern (1983)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

✓ Fs minimo: 1.7469

✓ Range Fs: 1.7469 - 1.7787

Differenza % Range Fs: 1.79

Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0110

Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0055

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 15000

Lunghezza media segmenti (m): 0.6

Range X inizio generazione: 0.3 - 14.6

Range X termine generazione: 1.9 - 15.5

Livello Y minimo considerato: 0.0

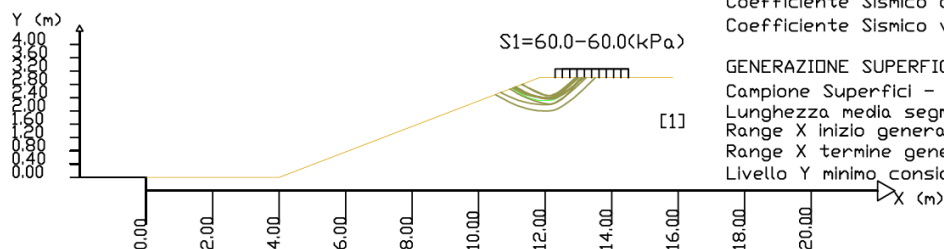


Figura 31 – Le 10 superfici con il minimo valore Fs.

- la riprocessazione, mediante il sistema FEM di Schofield & P. Wroth (1968) e Griffith et al.1999, delle informazioni raccolte per ciascuna delle superfici verificate, utilizzando un algoritmo, quasi Gauss integration, con analisi geostatistica non

parametrica ha dato origine ad una mappa 2D a colori del Fattore di FS locale (Figura 32);

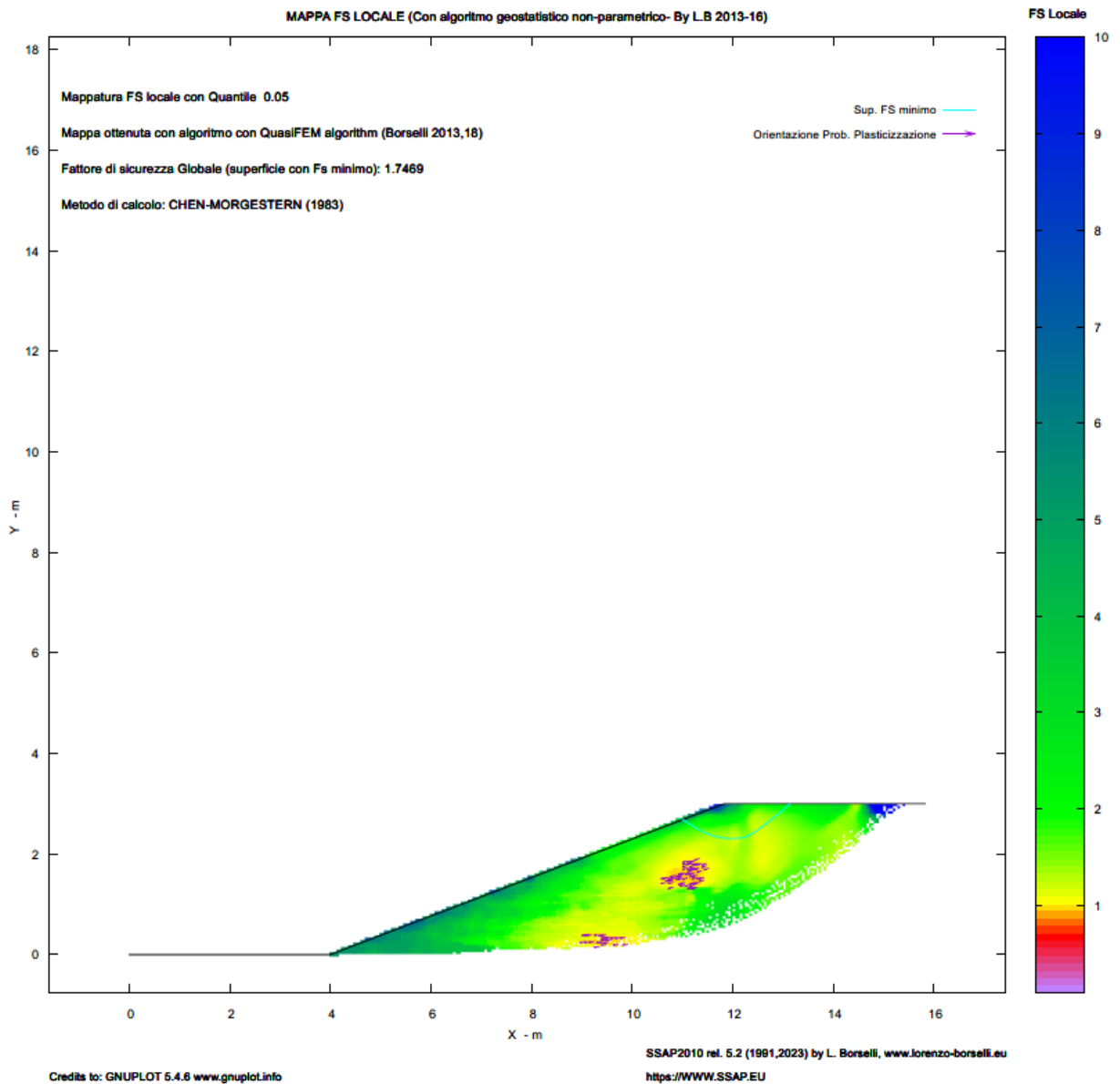


Figura 32 – Sezione 2- Mappa 2D a colori del Fattore di FS locale.

i coefficienti di sicurezza sono superiori ai valori minimi di legge.

Allegato 1

Tabulati verifiche di stabilità

SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023)

WWW.SSAP.EU

Build No. 13366

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI

UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

Ricercatore Associato CNR-IRPI

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 dicembre 2022

Localita' : Masserano - Montino

Descrizione: Sezione in condizioni statiche

----- 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	0.00	-	-	-	-	-	-
4.00	0.00	-	-	-	-	-	-
11.83	3.00	-	-	-	-	-	-
15.83	3.00	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	20.40	8.00	0.00	20.00	20.00	1.313	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/m³)
 Gamm_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 et al.(2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

----- 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.	X1	X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	WsV1	WsV2
	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	12.3000	14.5000	60.00	60.00	90.00	0.00	0.00	60.00	60.00

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)

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.6 (+/-) 50%
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.32 14.56
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.90 15.51
TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : CHEN - MORGENSTERN (Chen & Morgestern, 1983)
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : B (piu' accurato)
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0000
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0000
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

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo #Fattore di sicurezza(FS)= 1.3915 #Lambda= 0.2317
11.285	2.791	
11.435	2.696	
11.511	2.649	
11.564	2.617	
11.610	2.590	
11.653	2.567	
11.696	2.545	
11.740	2.523	
11.786	2.500	
11.838	2.476	
11.881	2.458	
11.921	2.444	
11.958	2.433	
11.999	2.424	
12.037	2.419	
12.079	2.416	
12.126	2.415	
12.187	2.416	
12.232	2.419	
12.271	2.426	
12.305	2.435	
12.345	2.450	
12.380	2.468	
12.418	2.491	
12.461	2.521	
12.515	2.561	
12.563	2.599	
12.608	2.634	
12.651	2.670	
12.694	2.706	
12.742	2.747	
12.795	2.794	
12.871	2.863	
13.020	3.000	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4098	#Lambda= 0.2336
11.388	2.831			
11.503	2.753			
11.561	2.714			
11.602	2.688			
11.638	2.665			
11.671	2.645			
11.703	2.627			
11.736	2.608			
11.771	2.590			
11.807	2.571			
11.841	2.554			
11.873	2.539			
11.905	2.525			
11.937	2.512			
11.969	2.500			
12.003	2.489			
12.040	2.477			
12.082	2.465			
12.116	2.457			
12.145	2.452			
12.172	2.451			
12.202	2.451			
12.229	2.455			
12.259	2.461			
12.294	2.471			
12.339	2.487			
12.375	2.501			
12.407	2.515			
12.437	2.531			
12.469	2.549			
12.499	2.568			
12.530	2.591			
12.563	2.617			
12.601	2.648			

12.636	2.677
12.670	2.706
12.703	2.735
12.736	2.764
12.773	2.798
12.814	2.836
12.872	2.891
12.986	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4135	#Lambda= 0.2432
11.009	2.685			
11.193	2.572			
11.286	2.516			
11.351	2.478			
11.409	2.445			
11.461	2.417			
11.514	2.390			
11.568	2.363			
11.625	2.336			
11.689	2.307			
11.742	2.286			
11.791	2.268			
11.837	2.255			
11.887	2.245			
11.933	2.238			
11.984	2.234			
12.043	2.234			
12.117	2.236			
12.172	2.240			
12.221	2.248			
12.263	2.260			
12.312	2.279			
12.354	2.300			
12.403	2.329			
12.456	2.365			

12.523	2.415
12.582	2.460
12.636	2.504
12.688	2.548
12.740	2.595
12.797	2.649
12.862	2.712
12.955	2.807
13.141	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4165	#Lambda= 0.2521
10.953	2.664			
11.087	2.593			
11.156	2.556			
11.204	2.531			
11.248	2.509			
11.287	2.489			
11.326	2.470			
11.364	2.451			
11.404	2.433			
11.443	2.414			
11.483	2.395			
11.522	2.377			
11.562	2.359			
11.601	2.340			
11.641	2.322			
11.682	2.303			
11.724	2.283			
11.768	2.263			
11.806	2.247			
11.843	2.233			
11.877	2.222			
11.915	2.212			
11.950	2.205			
11.989	2.200			

12.033	2.195
12.088	2.192
12.128	2.192
12.162	2.195
12.192	2.202
12.227	2.214
12.257	2.228
12.291	2.249
12.330	2.275
12.378	2.312
12.423	2.346
12.464	2.379
12.505	2.410
12.544	2.441
12.583	2.473
12.622	2.505
12.662	2.538
12.703	2.572
12.742	2.605
12.781	2.639
12.819	2.673
12.858	2.709
12.901	2.749
12.949	2.796
13.018	2.864
13.153	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4181 #Lambda= 0.2284
11.309	2.801	
11.428	2.728	
11.488	2.691	
11.531	2.666	
11.570	2.643	
11.604	2.623	
11.639	2.604	

11.674	2.584
11.709	2.564
11.746	2.545
11.781	2.526
11.814	2.509
11.848	2.493
11.882	2.478
11.916	2.463
11.951	2.449
11.989	2.434
12.032	2.418
12.067	2.407
12.098	2.399
12.127	2.394
12.159	2.391
12.188	2.391
12.220	2.393
12.258	2.399
12.307	2.408
12.343	2.418
12.376	2.429
12.404	2.442
12.436	2.460
12.464	2.479
12.495	2.505
12.530	2.535
12.571	2.575
12.610	2.612
12.646	2.648
12.681	2.684
12.715	2.719
12.754	2.759
12.796	2.805
12.857	2.871
12.976	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4205	#Lambda= 0.2300
10.845	2.623			
11.055	2.491			
11.158	2.428			
11.228	2.388			
11.289	2.356			
11.346	2.330			
11.400	2.307			
11.457	2.286			
11.517	2.266			
11.586	2.245			
11.647	2.228			
11.705	2.214			
11.760	2.202			
11.818	2.192			
11.874	2.184			
11.934	2.177			
12.000	2.171			
12.078	2.167			
12.137	2.167			
12.189	2.171			
12.234	2.180			
12.287	2.197			
12.333	2.217			
12.386	2.246			
12.446	2.285			
12.523	2.338			
12.588	2.386			
12.648	2.433			
12.704	2.480			
12.762	2.531			
12.823	2.591			
12.895	2.663			
12.997	2.773			
13.205	3.000			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4206	#Lambda= 0.2226
11.280	2.789			
11.431	2.687			
11.505	2.637			
11.557	2.604			
11.602	2.577			
11.644	2.554			
11.684	2.534			
11.727	2.513			
11.772	2.494			
11.822	2.473			
11.866	2.456			
11.907	2.442			
11.945	2.432			
11.986	2.422			
12.025	2.415			
12.067	2.410			
12.114	2.406			
12.171	2.403			
12.215	2.403			
12.254	2.406			
12.288	2.413			
12.327	2.424			
12.362	2.437			
12.401	2.457			
12.445	2.482			
12.501	2.517			
12.547	2.548			
12.590	2.579			
12.629	2.611			
12.671	2.648			
12.714	2.690			
12.765	2.743			
12.840	2.826			
12.993	3.000			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 8	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4222	#Lambda= 0.2069
11.016	2.688			
11.196	2.619			
11.289	2.584			
11.355	2.558			
11.415	2.536			
11.468	2.516			
11.522	2.495			
11.576	2.475			
11.632	2.454			
11.690	2.433			
11.742	2.415			
11.792	2.400			
11.841	2.387			
11.892	2.376			
11.942	2.367			
11.995	2.360			
12.054	2.354			
12.126	2.348			
12.179	2.347			
12.226	2.351			
12.267	2.359			
12.315	2.373			
12.356	2.391			
12.403	2.416			
12.456	2.449			
12.522	2.495			
12.582	2.538			
12.637	2.578			
12.690	2.618			
12.743	2.659			
12.800	2.706			
12.865	2.760			
12.958	2.840			
13.141	3.000			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 9	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4239	#Lambda= 0.2180
11.239	2.774			
11.400	2.681			
11.481	2.636			
11.537	2.606			
11.586	2.581			
11.632	2.559			
11.676	2.539			
11.722	2.520			
11.771	2.500			
11.825	2.480			
11.872	2.464			
11.916	2.452			
11.957	2.442			
12.001	2.434			
12.042	2.428			
12.088	2.425			
12.138	2.424			
12.201	2.424			
12.248	2.427			
12.290	2.433			
12.326	2.442			
12.369	2.457			
12.406	2.474			
12.447	2.498			
12.493	2.527			
12.549	2.567			
12.600	2.604			
12.649	2.640			
12.695	2.675			
12.741	2.711			
12.791	2.751			
12.848	2.798			
12.929	2.866			
13.087	3.000			

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4279	#Lambda= 0.2111
10.999	2.681			
11.199	2.565			
11.298	2.510			
11.365	2.474			
11.424	2.446			
11.479	2.422			
11.531	2.402			
11.586	2.382			
11.643	2.364			
11.707	2.346			
11.766	2.330			
11.822	2.317			
11.877	2.304			
11.932	2.293			
11.988	2.283			
12.046	2.274			
12.111	2.266			
12.185	2.257			
12.240	2.254			
12.289	2.256			
12.331	2.263			
12.382	2.277			
12.425	2.295			
12.475	2.322			
12.532	2.358			
12.605	2.409			
12.669	2.456			
12.727	2.500			
12.782	2.544			
12.838	2.591			
12.898	2.645			
12.967	2.709			
13.066	2.805			
13.263	3.000			

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

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR FS *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.391	37.6	27.0	7.9	Surplus
2	1.410	35.1	24.9	7.7	Surplus
3	1.413	48.1	34.1	10.7	Surplus
4	1.417	49.7	35.1	11.1	Surplus
5	1.418	37.0	26.1	8.3	Surplus
6	1.421	53.1	37.4	12.0	Surplus
7	1.421	37.6	26.4	8.5	Surplus
8	1.422	44.4	31.2	10.1	Surplus
9	1.424	39.7	27.9	9.0	Surplus
10	1.428	50.9	35.6	11.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 7.7

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, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
11.285	0.029	-32.35	0.01	0.00	0.00	20.40	8.00
11.313	0.029	-32.35	0.03	0.00	0.00	20.40	8.00
11.342	0.029	-32.35	0.04	0.00	0.00	20.40	8.00
11.371	0.029	-32.35	0.06	0.00	0.00	20.40	8.00
11.400	0.029	-32.35	0.08	0.00	0.00	20.40	8.00

11.429	0.006	-32.35	0.02	0.00	0.00	20.40	8.00
11.435	0.029	-31.88	0.10	0.00	0.00	20.40	8.00
11.464	0.029	-31.88	0.11	0.00	0.00	20.40	8.00
11.492	0.018	-31.88	0.08	0.00	0.00	20.40	8.00
11.511	0.029	-30.96	0.14	0.00	0.00	20.40	8.00
11.539	0.024	-30.96	0.13	0.00	0.00	20.40	8.00
11.564	0.029	-29.95	0.17	0.00	0.00	20.40	8.00
11.592	0.018	-29.95	0.11	0.00	0.00	20.40	8.00
11.610	0.029	-28.66	0.20	0.00	0.00	20.40	8.00
11.639	0.014	-28.66	0.10	0.00	0.00	20.40	8.00
11.653	0.029	-27.60	0.22	0.00	0.00	20.40	8.00
11.682	0.014	-27.60	0.11	0.00	0.00	20.40	8.00
11.696	0.029	-26.56	0.24	0.00	0.00	20.40	8.00
11.724	0.015	-26.56	0.13	0.00	0.00	20.40	8.00
11.740	0.029	-25.57	0.26	0.00	0.00	20.40	8.00
11.768	0.018	-25.57	0.17	0.00	0.00	20.40	8.00
11.786	0.029	-24.69	0.29	0.00	0.00	20.40	8.00
11.815	0.015	-24.69	0.15	0.00	0.00	20.40	8.00
11.830	0.008	-24.69	0.08	0.00	0.00	20.40	8.00
11.838	0.029	-22.56	0.30	0.00	0.00	20.40	8.00
11.867	0.014	-22.56	0.16	0.00	0.00	20.40	8.00
11.881	0.029	-19.66	0.31	0.00	0.00	20.40	8.00
11.910	0.011	-19.66	0.13	0.00	0.00	20.40	8.00
11.921	0.029	-16.09	0.32	0.00	0.00	20.40	8.00
11.950	0.008	-16.09	0.09	0.00	0.00	20.40	8.00
11.958	0.029	-12.41	0.33	0.00	0.00	20.40	8.00
11.987	0.012	-12.41	0.14	0.00	0.00	20.40	8.00
11.999	0.029	-8.42	0.33	0.00	0.00	20.40	8.00
12.028	0.009	-8.42	0.10	0.00	0.00	20.40	8.00
12.037	0.029	-4.47	0.34	0.00	0.00	20.40	8.00
12.066	0.013	-4.47	0.15	0.00	0.00	20.40	8.00
12.079	0.029	-1.17	0.34	0.00	0.00	20.40	8.00
12.108	0.019	-1.17	0.22	0.00	0.00	20.40	8.00
12.126	0.029	1.13	0.34	0.00	0.00	20.40	8.00
12.155	0.029	1.13	0.34	0.00	0.00	20.40	8.00

12.184	0.003	1.13	0.03	0.00	0.00	20.40	8.00
12.187	0.029	4.31	0.34	0.00	0.00	20.40	8.00
12.216	0.016	4.31	0.19	0.00	0.00	20.40	8.00
12.232	0.029	9.22	0.33	0.00	0.00	20.40	8.00
12.261	0.011	9.22	0.12	0.00	0.00	20.40	8.00
12.271	0.029	15.37	0.33	0.00	0.00	20.40	8.00
12.300	0.005	15.37	0.38	0.00	0.00	20.40	8.00
12.305	0.029	21.19	2.05	0.00	0.00	20.40	8.00
12.334	0.011	21.19	0.77	0.00	0.00	20.40	8.00
12.345	0.029	26.46	2.04	0.00	0.00	20.40	8.00
12.374	0.006	26.46	0.41	0.00	0.00	20.40	8.00
12.380	0.029	31.29	2.03	0.00	0.00	20.40	8.00
12.408	0.010	31.29	0.70	0.00	0.00	20.40	8.00
12.418	0.029	34.78	2.01	0.00	0.00	20.40	8.00
12.447	0.014	34.78	0.99	0.00	0.00	20.40	8.00
12.461	0.029	37.08	2.00	0.00	0.00	20.40	8.00
12.490	0.025	37.08	1.70	0.00	0.00	20.40	8.00
12.515	0.029	37.71	1.97	0.00	0.00	20.40	8.00
12.543	0.019	37.71	1.32	0.00	0.00	20.40	8.00
12.563	0.029	38.43	1.95	0.00	0.00	20.40	8.00
12.592	0.016	38.43	1.10	0.00	0.00	20.40	8.00
12.608	0.029	39.18	1.93	0.00	0.00	20.40	8.00
12.637	0.015	39.18	0.97	0.00	0.00	20.40	8.00
12.651	0.029	39.96	1.91	0.00	0.00	20.40	8.00
12.680	0.014	39.96	0.93	0.00	0.00	20.40	8.00
12.694	0.029	40.88	1.89	0.00	0.00	20.40	8.00
12.723	0.019	40.88	1.21	0.00	0.00	20.40	8.00
12.742	0.029	41.60	1.87	0.00	0.00	20.40	8.00
12.770	0.025	41.60	1.58	0.00	0.00	20.40	8.00
12.795	0.029	42.26	1.84	0.00	0.00	20.40	8.00
12.824	0.029	42.26	1.82	0.00	0.00	20.40	8.00
12.853	0.018	42.26	1.15	0.00	0.00	20.40	8.00
12.871	0.029	42.61	1.80	0.00	0.00	20.40	8.00
12.900	0.029	42.61	1.78	0.00	0.00	20.40	8.00
12.928	0.029	42.61	1.77	0.00	0.00	20.40	8.00

12.957	0.029	42.61	1.75	0.00	0.00	20.40	8.00
12.986	0.029	42.61	1.74	0.00	0.00	20.40	8.00
13.015	0.005	42.61	0.31	0.00	0.00	20.40	8.00

 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_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
11.285	0.000	2.791	-0.298	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.3393080689E+000	0.046	13.888	10.154
11.313	0.010	2.782	-0.298	3.8465368850E-002	2.6010469517E-003	1.3327939057E+000	0.046	13.888	10.154
11.342	0.019	2.774	-0.324	7.6743192694E-002	6.0108149267E-003	1.9990648725E+000	0.046	9.507	8.011
11.371	0.027	2.764	-0.325	1.5357290353E-001	1.3827259467E-002	2.9457329563E+000	0.046	7.236	6.523
11.400	0.037	2.755	-0.284	2.4636052882E-001	2.4576189769E-002	3.5322265290E+000	0.048	5.897	5.507
11.429	0.048	2.747	-0.268	3.5696094424E-001	3.7989120033E-002	4.4734067839E+000	0.050	4.767	4.640
11.435	0.050	2.746	-0.263	3.8587036503E-001	4.1558104939E-002	4.8642865838E+000	0.051	4.561	4.471
11.464	0.060	2.738	-0.266	5.5940079214E-001	6.3650756492E-002	7.2726306551E+000	0.057	3.816	3.789
11.492	0.070	2.731	-0.275	8.0463345613E-001	9.6254166082E-002	1.0743741255E+001	0.066	3.198	3.185
11.511	0.076	2.725	-0.294	1.0245235936E+000	1.2653583571E-001	1.3280084177E+001	0.074	2.857	2.837
11.539	0.085	2.717	-0.294	1.4588821441E+000	1.9000876435E-001	1.6060495341E+001	0.091	2.370	2.325
11.564	0.093	2.710	-0.280	1.8678796030E+000	2.5454027069E-001	1.7772360051E+001	0.110	2.064	1.988
11.592	0.101	2.702	-0.267	2.4100846171E+000	3.4962961706E-001	1.8675697279E+001	0.134	1.824	1.701
11.610	0.107	2.697	-0.244	2.7436316605E+000	4.1162537616E-001	1.8594872030E+001	0.150	1.716	1.563
11.639	0.116	2.690	-0.230	3.2797782595E+000	5.2205579336E-001	1.7838030743E+001	0.173	1.616	1.411

11.653	0.121	2.687	-0.219	3.5233012564E+000	5.7505243647E-001	1.8045779217E+001	0.183	1.587	1.356
11.682	0.129	2.681	-0.209	4.0777738476E+000	7.0420078994E-001	1.7490963472E+001	0.205	1.555	1.260
11.696	0.134	2.679	-0.211	4.3047450459E+000	7.5967420382E-001	1.8254400512E+001	0.214	1.552	1.229
11.724	0.142	2.672	-0.221	4.9276290614E+000	9.1976011796E-001	2.1624213121E+001	0.237	1.568	1.157
11.740	0.146	2.669	-0.219	5.2583837927E+000	1.0082455315E+000	2.1911449102E+001	0.249	1.590	1.125
11.768	0.154	2.662	-0.213	5.9050988743E+000	1.1851006908E+000	2.0941306371E+001	0.272	1.659	1.068
11.786	0.159	2.659	-0.211	6.2621419719E+000	1.2848401190E+000	2.0449193444E+001	0.284	1.719	1.041
11.815	0.166	2.653	-0.207	6.8718425604E+000	1.4575443390E+000	1.8303547232E+001	0.304	1.882	0.998
11.830	0.170	2.650	-0.195	7.1231046810E+000	1.5294035435E+000	1.8317540392E+001	0.311	1.976	0.982
11.838	0.172	2.648	-0.225	7.2746909847E+000	1.5732217270E+000	1.9092707134E+001	0.316	2.044	0.972
11.867	0.177	2.642	-0.227	7.8218936387E+000	1.7339550772E+000	1.8647923459E+001	0.332	2.350	0.939
11.881	0.180	2.638	-0.228	8.0892963618E+000	1.8138143006E+000	1.8474030036E+001	0.341	2.508	0.923
11.910	0.184	2.632	-0.225	8.6215380153E+000	1.9756137157E+000	1.8110592584E+001	0.357	2.797	0.891
11.921	0.185	2.629	-0.216	8.8265801470E+000	2.0390839054E+000	1.8051330300E+001	0.363	2.866	0.879
11.950	0.187	2.623	-0.204	9.3528126359E+000	2.2037510426E+000	1.5892146365E+001	0.380	2.940	0.847
11.958	0.188	2.622	-0.152	9.4787959542E+000	2.2436180947E+000	1.5067541062E+001	0.384	2.907	0.839
11.987	0.190	2.617	-0.141	9.8987927228E+000	2.3774514978E+000	1.3957162393E+001	0.397	2.636	0.814
11.999	0.191	2.616	-0.110	1.0064639994E+001	2.4305785349E+000	1.3445166406E+001	0.402	2.479	0.804
12.028	0.193	2.613	-0.098	1.0434860632E+001	2.5497691063E+000	1.1628080972E+001	0.414	2.044	0.781
12.037	0.193	2.612	-0.068	1.0534140453E+001	2.5817921474E+000	1.1231541317E+001	0.417	1.919	0.775
12.066	0.194	2.610	-0.060	1.0855696783E+001	2.6861521399E+000	1.2241244716E+001	0.427	1.525	0.758
12.079	0.194	2.610	-0.036	1.1023230792E+001	2.7407334273E+000	1.2268703382E+001	0.432	1.368	0.752
12.108	0.194	2.609	-0.021	1.1347307266E+001	2.8464969031E+000	1.0974993777E+001	0.443	1.144	0.748
12.126	0.194	2.609	-0.001	1.1547896842E+001	2.9111083088E+000	1.0672163698E+001	0.449	1.072	0.757
12.155	0.194	2.609	0.016	1.1849748335E+001	3.0066014928E+000	9.7245346492E+000	0.459	1.024	0.791
12.184	0.194	2.610	0.028	1.2107842256E+001	3.0841984899E+000	8.4783859973E+000	0.466	1.051	0.857
12.187	0.194	2.610	0.058	1.2132190917E+001	3.0911743520E+000	8.3812220114E+000	0.467	1.055	0.866
12.216	0.193	2.611	0.072	1.2359604986E+001	3.1529244214E+000	7.6205476506E+000	0.473	1.109	0.976
12.232	0.194	2.613	0.104	1.2480893399E+001	3.1839745977E+000	6.8653613585E+000	0.476	1.135	1.049
12.261	0.192	2.616	0.126	1.2648047320E+001	3.2235854434E+000	5.0285360376E+000	0.481	1.161	1.172
12.271	0.192	2.618	0.178	1.2698468055E+001	3.2346240422E+000	4.3078638431E+000	0.483	1.161	1.218
12.300	0.190	2.623	0.191	1.2788603965E+001	3.2523847765E+000	1.1786424470E+000	0.487	1.145	1.319
12.305	0.189	2.624	0.236	1.2792975717E+001	3.2528067117E+000	4.7791615497E-001	0.488	1.138	1.334
12.334	0.185	2.631	0.243	1.2755317192E+001	3.2413212995E+000	-3.1319358243E+000	0.491	1.093	1.376
12.345	0.184	2.634	0.292	1.2714095313E+001	3.2310301731E+000	-4.4335310479E+000	0.492	1.075	1.382

12.374	0.178	2.643	0.311	1.2539083654E+001	3.1894965899E+000	-8.1407398490E+000	0.495	1.029	1.382
12.380	0.177	2.645	0.353	1.2490034763E+001	3.1778901967E+000	-8.7976225442E+000	0.496	1.020	1.381
12.408	0.170	2.655	0.362	1.2201182941E+001	3.1105907870E+000	-1.1476479001E+001	0.498	0.991	1.365
12.418	0.168	2.659	0.407	1.2081614043E+001	3.0823669340E+000	-1.2456805903E+001	0.499	0.983	1.359
12.447	0.160	2.671	0.438	1.1683143659E+001	2.9853116382E+000	-1.5961041308E+001	0.501	0.975	1.348
12.461	0.157	2.678	0.499	1.1442113056E+001	2.9244276836E+000	-1.7344263016E+001	0.501	0.975	1.345
12.490	0.149	2.692	0.522	1.0922929833E+001	2.7893224029E+000	-1.8904771771E+001	0.500	0.984	1.347
12.515	0.144	2.705	0.564	1.0439902823E+001	2.6590799843E+000	-2.0339456899E+001	0.499	0.998	1.354
12.543	0.139	2.722	0.561	9.8310398582E+000	2.4924078109E+000	-2.0018939791E+001	0.496	1.018	1.366
12.563	0.134	2.733	0.540	9.4570365646E+000	2.3898031381E+000	-1.9525604523E+001	0.494	1.033	1.375
12.592	0.127	2.748	0.535	8.8834317951E+000	2.2341424181E+000	-1.9144123085E+001	0.491	1.058	1.393
12.608	0.122	2.757	0.524	8.5777310662E+000	2.1517623571E+000	-1.8912131793E+001	0.490	1.073	1.403
12.637	0.114	2.772	0.510	8.0225692154E+000	2.0030595053E+000	-1.7870496386E+001	0.487	1.105	1.427
12.651	0.109	2.779	0.521	7.7729246194E+000	1.9364787683E+000	-1.8044152478E+001	0.485	1.120	1.438
12.680	0.101	2.795	0.535	7.2028709249E+000	1.7811598626E+000	-1.8886331346E+001	0.480	1.161	1.471
12.694	0.096	2.802	0.544	6.9426966079E+000	1.7084562607E+000	-1.8976877483E+001	0.477	1.183	1.490
12.723	0.087	2.818	0.551	6.3647171363E+000	1.5428872426E+000	-1.9450696629E+001	0.468	1.236	1.537
12.742	0.081	2.828	0.604	6.0107373117E+000	1.4372107206E+000	-2.0493647119E+001	0.460	1.273	1.575
12.770	0.074	2.846	0.634	5.3562135949E+000	1.2337215572E+000	-2.2083798398E+001	0.438	1.353	1.663
12.795	0.068	2.862	0.618	4.8271766840E+000	1.0634777135E+000	-2.1431963450E+001	0.415	1.429	1.754
12.824	0.059	2.879	0.615	4.2134063903E+000	8.6355259603E-001	-2.1193658702E+001	0.381	1.532	1.887
12.853	0.051	2.897	0.590	3.6068311927E+000	6.6869664889E-001	-1.9789043406E+001	0.334	1.652	2.056
12.871	0.044	2.907	0.579	3.2611244527E+000	5.6277422415E-001	-1.9566891988E+001	0.295	1.730	2.173
12.900	0.035	2.924	0.607	2.6710543087E+000	3.9865585846E-001	-2.0863936073E+001	0.213	1.871	2.397
12.928	0.026	2.942	0.643	2.0597646180E+000	2.3474742622E-001	-2.2135511124E+001	0.162	2.033	2.661
12.957	0.019	2.961	0.642	1.3964763051E+000	9.3274529932E-002	-2.2436017290E+001	0.108	2.232	3.016
12.986	0.010	2.979	0.616	7.6788326194E-001	2.3786586863E-002	-2.2233388777E+001	0.063	2.350	3.276
13.015	0.002	2.997	0.616	1.1626243869E-001	1.6850187069E-003	-2.2746990809E+001	0.046	2.350	4.174

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_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
11.285	0.029	0.034	-32.348	-0.132	-0.005	8.158	0.278
11.313	0.029	0.034	-32.348	-0.397	-0.014	8.339	0.284
11.342	0.029	0.034	-32.348	-0.661	-0.023	8.631	0.294
11.371	0.029	0.034	-32.348	-0.926	-0.032	8.878	0.303
11.400	0.029	0.034	-32.348	-1.191	-0.041	9.116	0.311
11.429	0.006	0.007	-32.348	-1.352	-0.010	9.303	0.069
11.435	0.029	0.034	-31.876	-1.499	-0.051	9.581	0.325
11.464	0.029	0.034	-31.876	-1.759	-0.060	10.062	0.341
11.492	0.018	0.021	-31.876	-1.970	-0.042	10.670	0.228
11.511	0.029	0.034	-30.965	-2.143	-0.072	11.285	0.379
11.539	0.024	0.028	-30.965	-2.373	-0.067	11.835	0.334
11.564	0.029	0.033	-29.951	-2.550	-0.085	12.556	0.417
11.592	0.018	0.021	-29.951	-2.744	-0.057	12.814	0.266
11.610	0.029	0.033	-28.661	-2.854	-0.094	13.287	0.436
11.639	0.014	0.016	-28.661	-3.022	-0.048	13.369	0.213
11.653	0.029	0.032	-27.603	-3.108	-0.101	14.084	0.458
11.682	0.014	0.015	-27.603	-3.266	-0.050	13.838	0.213
11.696	0.029	0.032	-26.560	-3.333	-0.107	15.229	0.490
11.724	0.015	0.017	-26.560	-3.488	-0.060	15.535	0.266
11.740	0.029	0.032	-25.565	-3.544	-0.113	15.943	0.509
11.768	0.018	0.020	-25.565	-3.701	-0.073	15.594	0.309
11.786	0.029	0.032	-24.695	-3.759	-0.119	16.051	0.509
11.815	0.015	0.016	-24.695	-3.899	-0.064	15.169	0.250

11.830	0.008	0.009	-24.695	-3.961	-0.035	15.819	0.138
11.838	0.029	0.031	-22.557	-3.752	-0.117	15.882	0.495
11.867	0.014	0.016	-22.557	-3.815	-0.060	15.884	0.249
11.881	0.029	0.031	-19.658	-3.464	-0.106	15.937	0.487
11.910	0.011	0.012	-19.658	-3.509	-0.043	15.938	0.193
11.921	0.029	0.030	-16.086	-2.982	-0.089	15.929	0.477
11.950	0.008	0.009	-16.086	-3.010	-0.026	15.317	0.132
11.958	0.029	0.029	-12.411	-2.392	-0.071	15.049	0.444
11.987	0.012	0.012	-12.411	-2.411	-0.030	14.911	0.185
11.999	0.029	0.029	-8.419	-1.673	-0.049	14.546	0.423
12.028	0.009	0.009	-8.419	-1.681	-0.015	14.277	0.127
12.037	0.029	0.029	-4.467	-0.904	-0.026	14.036	0.405
12.066	0.013	0.013	-4.467	-0.907	-0.012	14.298	0.189
12.079	0.029	0.029	-1.167	-0.238	-0.007	13.817	0.398
12.108	0.019	0.019	-1.167	-0.238	-0.004	13.742	0.255
12.126	0.029	0.029	1.130	0.231	0.007	13.492	0.389
12.155	0.029	0.029	1.130	0.230	0.007	13.274	0.382
12.184	0.003	0.003	1.130	0.230	0.001	13.175	0.038
12.187	0.029	0.029	4.308	0.874	0.025	12.882	0.372
12.216	0.016	0.016	4.308	0.871	0.014	12.807	0.209
12.232	0.029	0.029	9.223	1.830	0.053	12.388	0.361
12.261	0.011	0.011	9.223	1.820	0.020	12.316	0.133
12.271	0.029	0.030	15.371	2.916	0.087	11.939	0.356
12.300	0.005	0.006	15.371	18.228	0.102	32.657	0.182
12.305	0.029	0.031	21.190	23.992	0.741	31.074	0.960
12.334	0.011	0.012	21.190	23.941	0.277	31.105	0.360
12.345	0.029	0.032	26.460	28.262	0.909	29.489	0.948
12.374	0.006	0.006	26.460	28.193	0.181	29.587	0.190
12.380	0.029	0.034	31.295	31.281	1.054	27.947	0.942
12.408	0.010	0.012	31.295	31.177	0.364	28.052	0.328
12.418	0.029	0.035	34.779	32.786	1.149	26.909	0.943
12.447	0.014	0.017	34.779	32.646	0.563	27.205	0.469
12.461	0.029	0.036	37.076	33.364	1.204	26.451	0.954
12.490	0.025	0.031	37.076	33.170	1.022	26.617	0.820
12.515	0.029	0.036	37.706	33.171	1.207	26.509	0.965

12.543	0.019	0.025	37.706	32.991	0.810	26.199	0.643
12.563	0.029	0.037	38.427	33.012	1.213	25.904	0.952
12.592	0.016	0.021	38.427	32.838	0.685	25.658	0.535
12.608	0.029	0.037	39.180	32.849	1.220	25.356	0.942
12.637	0.015	0.019	39.180	32.676	0.613	25.007	0.469
12.651	0.029	0.038	39.955	32.670	1.227	25.020	0.940
12.680	0.014	0.018	39.955	32.493	0.598	24.828	0.457
12.694	0.029	0.038	40.880	32.481	1.237	24.693	0.940
12.723	0.019	0.025	40.880	32.278	0.793	24.575	0.604
12.742	0.029	0.039	41.604	32.179	1.239	24.891	0.958
12.770	0.025	0.033	41.604	31.943	1.050	24.725	0.813
12.795	0.029	0.039	42.264	31.784	1.236	24.402	0.949
12.824	0.029	0.039	42.264	31.523	1.226	24.210	0.942
12.853	0.018	0.025	42.264	31.311	0.771	23.657	0.582
12.871	0.029	0.039	42.611	31.130	1.218	23.390	0.915
12.900	0.029	0.039	42.611	30.866	1.207	23.280	0.911
12.928	0.029	0.039	42.611	30.602	1.197	22.790	0.892
12.957	0.029	0.039	42.611	30.338	1.187	21.453	0.839
12.986	0.029	0.039	42.611	30.075	1.176	20.536	0.803
13.015	0.005	0.007	42.611	29.919	0.208	20.258	0.141

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

SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023)

WWW.SSAP.EU

Build No. 13366

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI

UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

Ricercatore Associato CNR-IRPI

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 dicembre 2022

Localita' : Masserano - Montino

Descrizione: Sezione in condizioni dinamiche

----- 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	0.00	-	-	-	-	-	-
4.00	0.00	-	-	-	-	-	-
11.83	3.00	-	-	-	-	-	-
15.83	3.00	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	25.00	10.00	0.00	20.00	20.00	1.749	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/m³)
 Gamm_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 et al.(2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

----- 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.	X1	X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	WsV1	WsV2
	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	12.3000	14.5000	60.00	60.00	90.00	0.00	0.00	60.00	60.00

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)

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.6 (+/-) 50%
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.32 14.56
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.90 15.51
TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : CHEN - MORGENSTERN (Chen & Morgestern, 1983)
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : B (piu' accurato)
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0110
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0055
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 Fs

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7469	#Lambda= 0.2504
11.006	2.684			
11.197	2.564			
11.290	2.507			
11.354	2.471			
11.408	2.443			
11.460	2.419			
11.509	2.400			
11.561	2.381			
11.617	2.364			
11.682	2.346			
11.737	2.332			
11.789	2.322			
11.837	2.315			
11.888	2.309			
11.937	2.307			
11.990	2.307			
12.048	2.309			
12.119	2.313			
12.173	2.320			
12.222	2.330			
12.265	2.343			
12.315	2.363			
12.358	2.385			
12.407	2.414			
12.459	2.450			
12.523	2.497			
12.582	2.541			
12.638	2.584			
12.692	2.625			
12.745	2.667			
12.805	2.715			

12.871	2.769
12.964	2.847
13.147	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7502	#Lambda= 0.2249
11.291	2.793			
11.395	2.745			
11.449	2.719			
11.487	2.701			
11.522	2.685			
11.553	2.671			
11.584	2.657			
11.615	2.642			
11.646	2.628			
11.677	2.614			
11.708	2.600			
11.738	2.586			
11.769	2.572			
11.800	2.559			
11.831	2.545			
11.863	2.531			
11.896	2.517			
11.931	2.502			
11.961	2.491			
11.990	2.481			
12.017	2.474			
12.046	2.467			
12.073	2.463			
12.103	2.460			
12.136	2.458			
12.176	2.457			
12.208	2.458			
12.237	2.461			
12.264	2.465			
12.293	2.472			

12.319	2.480
12.348	2.491
12.379	2.505
12.418	2.523
12.451	2.540
12.481	2.558
12.510	2.575
12.540	2.595
12.568	2.616
12.598	2.638
12.628	2.663
12.661	2.691
12.694	2.719
12.725	2.746
12.756	2.773
12.787	2.799
12.822	2.829
12.861	2.863
12.915	2.910
13.019	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7569 #Lambda= 0.2142
11.083	2.714	
11.219	2.634	
11.285	2.596	
11.331	2.572	
11.370	2.553	
11.408	2.537	
11.442	2.523	
11.479	2.511	
11.517	2.499	
11.559	2.488	
11.599	2.477	
11.638	2.467	
11.676	2.458	

11.714	2.449
11.752	2.440
11.791	2.431
11.831	2.422
11.873	2.413
11.911	2.406
11.947	2.400
11.983	2.396
12.020	2.392
12.056	2.390
12.095	2.389
12.137	2.389
12.187	2.391
12.226	2.394
12.260	2.400
12.289	2.408
12.324	2.422
12.355	2.438
12.390	2.459
12.429	2.487
12.478	2.524
12.520	2.558
12.559	2.592
12.595	2.625
12.632	2.662
12.672	2.705
12.718	2.757
12.785	2.836
12.920	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7571 #Lambda= 0.2341
10.946	2.661	
11.081	2.579	
11.148	2.538	
11.195	2.511	

11.237	2.488
11.275	2.469
11.312	2.451
11.349	2.434
11.388	2.417
11.430	2.400
11.469	2.384
11.508	2.368
11.546	2.354
11.584	2.340
11.622	2.326
11.661	2.313
11.701	2.300
11.742	2.287
11.781	2.275
11.819	2.264
11.856	2.254
11.894	2.245
11.932	2.236
11.972	2.228
12.015	2.220
12.063	2.211
12.101	2.207
12.136	2.205
12.166	2.206
12.202	2.211
12.234	2.218
12.269	2.230
12.310	2.246
12.362	2.269
12.403	2.289
12.441	2.311
12.475	2.333
12.512	2.360
12.546	2.388

12.582	2.421
12.620	2.458
12.664	2.504
12.706	2.547
12.745	2.589
12.784	2.631
12.823	2.673
12.866	2.720
12.914	2.774
12.982	2.850
13.113	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7613 #Lambda= 0.2581
11.317	2.803	
11.432	2.731	
11.490	2.695	
11.531	2.670	
11.567	2.649	
11.600	2.631	
11.632	2.613	
11.665	2.596	
11.700	2.579	
11.736	2.561	
11.770	2.546	
11.802	2.532	
11.833	2.519	
11.866	2.507	
11.898	2.497	
11.932	2.487	
11.968	2.477	
12.011	2.466	
12.045	2.459	
12.074	2.456	
12.101	2.455	
12.131	2.457	

12.158	2.462
12.188	2.470
12.222	2.482
12.266	2.499
12.302	2.515
12.335	2.531
12.366	2.547
12.398	2.567
12.428	2.586
12.460	2.609
12.493	2.634
12.530	2.663
12.565	2.692
12.599	2.720
12.632	2.748
12.665	2.776
12.702	2.808
12.743	2.844
12.801	2.897
12.915	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7737 #Lambda= 0.2383
10.663	2.553	
10.890	2.446	
11.002	2.395	
11.079	2.363	
11.146	2.337	
11.209	2.315	
11.269	2.296	
11.332	2.279	
11.397	2.263	
11.470	2.247	
11.536	2.233	
11.600	2.222	
11.661	2.212	

11.724	2.204
11.786	2.198
11.852	2.192
11.924	2.188
12.006	2.185
12.070	2.186
12.127	2.192
12.177	2.202
12.236	2.220
12.287	2.242
12.345	2.272
12.410	2.311
12.491	2.364
12.562	2.413
12.628	2.461
12.690	2.509
12.753	2.559
12.822	2.617
12.900	2.686
13.012	2.790
13.237	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7739 #Lambda= 0.2265
11.115	2.726	
11.297	2.625	
11.386	2.577	
11.447	2.546	
11.500	2.522	
11.550	2.501	
11.597	2.484	
11.647	2.467	
11.700	2.452	
11.761	2.436	
11.813	2.424	
11.863	2.414	

11.910	2.406
11.960	2.400
12.008	2.396
12.059	2.394
12.115	2.394
12.182	2.395
12.234	2.399
12.280	2.406
12.321	2.417
12.368	2.434
12.410	2.452
12.456	2.478
12.506	2.510
12.568	2.552
12.624	2.592
12.678	2.630
12.730	2.668
12.781	2.705
12.838	2.747
12.901	2.796
12.991	2.865
13.166	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7740 #Lambda= 0.2395
10.503	2.491	
10.768	2.348	
10.899	2.280	
10.989	2.235	
11.067	2.200	
11.141	2.170	
11.211	2.143	
11.285	2.118	
11.363	2.095	
11.450	2.070	
11.527	2.051	

11.600	2.035
11.669	2.023
11.742	2.013
11.812	2.006
11.888	2.001
11.970	1.999
12.069	1.999
12.144	2.003
12.212	2.012
12.272	2.026
12.341	2.050
12.401	2.077
12.469	2.114
12.545	2.161
12.639	2.226
12.722	2.285
12.798	2.343
12.871	2.400
12.945	2.462
13.025	2.532
13.116	2.617
13.247	2.743
13.510	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7754 #Lambda= 0.2240
11.092	2.717	
11.264	2.632	
11.351	2.589	
11.412	2.560	
11.467	2.535	
11.516	2.513	
11.565	2.492	
11.616	2.471	
11.669	2.450	
11.726	2.429	

11.775	2.411
11.823	2.397
11.867	2.386
11.915	2.376
11.960	2.369
12.009	2.364
12.063	2.360
12.129	2.358
12.180	2.359
12.226	2.364
12.267	2.371
12.313	2.384
12.354	2.399
12.400	2.420
12.451	2.447
12.516	2.483
12.569	2.517
12.619	2.550
12.665	2.585
12.713	2.624
12.764	2.669
12.824	2.726
12.911	2.814
13.089	3.000

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7787	#Lambda= 0.2437
11.029	2.693			
11.174	2.612			
11.244	2.573			
11.293	2.548			
11.335	2.529			
11.374	2.512			
11.412	2.498			
11.451	2.485			
11.491	2.473			

11.537	2.461
11.579	2.450
11.620	2.440
11.660	2.431
11.700	2.423
11.740	2.415
11.781	2.408
11.825	2.400
11.872	2.393
11.912	2.388
11.950	2.386
11.986	2.385
12.025	2.387
12.061	2.390
12.100	2.396
12.144	2.404
12.197	2.417
12.239	2.428
12.277	2.442
12.311	2.457
12.349	2.478
12.384	2.499
12.421	2.526
12.461	2.557
12.507	2.597
12.552	2.634
12.594	2.670
12.636	2.705
12.677	2.740
12.722	2.779
12.773	2.822
12.845	2.883
12.982	3.000

----- 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	1.747	57.9	33.1	18.1	Surplus
2	1.750	45.8	26.2	14.4	Surplus
3	1.757	46.6	26.5	14.8	Surplus
4	1.757	60.8	34.6	19.3	Surplus
5	1.761	42.0	23.8	13.4	Surplus
6	1.774	68.7	38.7	22.2	Surplus
7	1.774	54.8	30.9	17.7	Surplus
8	1.774	88.1	49.7	28.5	Surplus
9	1.775	53.6	30.2	17.4	Surplus
10	1.779	49.1	27.6	16.0	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 13.4

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, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
11.006	0.035	-32.23	0.01	0.00	0.00	25.00	10.00
11.041	0.035	-32.23	0.04	0.00	0.00	25.00	10.00
11.077	0.035	-32.23	0.06	0.00	0.00	25.00	10.00
11.112	0.035	-32.23	0.09	0.00	0.00	25.00	10.00
11.148	0.035	-32.23	0.12	0.00	0.00	25.00	10.00

11.183	0.014	-32.23	0.05	0.00	0.00	25.00	10.00
11.197	0.035	-31.35	0.15	0.00	0.00	25.00	10.00
11.233	0.035	-31.35	0.18	0.00	0.00	25.00	10.00
11.268	0.022	-31.35	0.12	0.00	0.00	25.00	10.00
11.290	0.035	-29.51	0.22	0.00	0.00	25.00	10.00
11.326	0.028	-29.51	0.19	0.00	0.00	25.00	10.00
11.354	0.035	-27.28	0.26	0.00	0.00	25.00	10.00
11.390	0.019	-27.28	0.15	0.00	0.00	25.00	10.00
11.408	0.035	-24.39	0.29	0.00	0.00	25.00	10.00
11.444	0.016	-24.39	0.14	0.00	0.00	25.00	10.00
11.460	0.035	-21.99	0.32	0.00	0.00	25.00	10.00
11.496	0.013	-21.99	0.13	0.00	0.00	25.00	10.00
11.509	0.035	-19.54	0.35	0.00	0.00	25.00	10.00
11.545	0.017	-19.54	0.17	0.00	0.00	25.00	10.00
11.561	0.035	-17.29	0.38	0.00	0.00	25.00	10.00
11.597	0.020	-17.29	0.22	0.00	0.00	25.00	10.00
11.617	0.035	-15.45	0.40	0.00	0.00	25.00	10.00
11.652	0.030	-15.45	0.35	0.00	0.00	25.00	10.00
11.682	0.035	-13.67	0.43	0.00	0.00	25.00	10.00
11.717	0.020	-13.67	0.25	0.00	0.00	25.00	10.00
11.737	0.035	-11.36	0.46	0.00	0.00	25.00	10.00
11.773	0.016	-11.36	0.21	0.00	0.00	25.00	10.00
11.789	0.035	-8.68	0.48	0.00	0.00	25.00	10.00
11.824	0.006	-8.68	0.08	0.00	0.00	25.00	10.00
11.830	0.007	-8.68	0.09	0.00	0.00	25.00	10.00
11.837	0.035	-5.95	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
11.872	0.016	-5.95	0.22	0.00	0.00	25.00	10.00
11.888	0.035	-3.09	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
11.924	0.013	-3.09	0.18	0.00	0.00	25.00	10.00
11.937	0.035	-0.31	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
11.972	0.017	-0.31	0.24	0.00	0.00	25.00	10.00
11.990	0.035	2.10	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
12.025	0.023	2.10	0.32	0.00	0.00	25.00	10.00
12.048	0.035	3.90	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
12.083	0.035	3.90	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00

12.119	0.035	6.97	0.49	0.00	0.00	25.00	10.00
12.154	0.019	6.97	0.26	0.00	0.00	25.00	10.00
12.173	0.035	11.45	0.48	0.00	0.00	25.00	10.00
12.209	0.013	11.45	0.18	0.00	0.00	25.00	10.00
12.222	0.035	16.86	0.47	0.00	0.00	25.00	10.00
12.258	0.008	16.86	0.10	0.00	0.00	25.00	10.00
12.265	0.035	21.95	0.45	0.00	0.00	25.00	10.00
12.300	0.015	21.95	1.08	0.00	0.00	25.00	10.00
12.315	0.035	26.61	2.59	0.00	0.00	25.00	10.00
12.350	0.008	26.61	0.60	0.00	0.00	25.00	10.00
12.358	0.035	30.95	2.57	0.00	0.00	25.00	10.00
12.394	0.013	30.95	0.92	0.00	0.00	25.00	10.00
12.407	0.035	34.19	2.55	0.00	0.00	25.00	10.00
12.442	0.017	34.19	1.23	0.00	0.00	25.00	10.00
12.459	0.035	36.42	2.52	0.00	0.00	25.00	10.00
12.495	0.029	36.42	2.03	0.00	0.00	25.00	10.00
12.523	0.035	36.82	2.49	0.00	0.00	25.00	10.00
12.559	0.024	36.82	1.65	0.00	0.00	25.00	10.00
12.582	0.035	37.28	2.46	0.00	0.00	25.00	10.00
12.618	0.020	37.28	1.40	0.00	0.00	25.00	10.00
12.638	0.035	37.75	2.43	0.00	0.00	25.00	10.00
12.674	0.019	37.75	1.26	0.00	0.00	25.00	10.00
12.692	0.035	38.24	2.40	0.00	0.00	25.00	10.00
12.728	0.018	38.24	1.19	0.00	0.00	25.00	10.00
12.745	0.035	38.83	2.37	0.00	0.00	25.00	10.00
12.781	0.024	38.83	1.57	0.00	0.00	25.00	10.00
12.805	0.035	39.30	2.33	0.00	0.00	25.00	10.00
12.840	0.031	39.30	2.01	0.00	0.00	25.00	10.00
12.871	0.035	39.74	2.29	0.00	0.00	25.00	10.00
12.906	0.035	39.74	2.27	0.00	0.00	25.00	10.00
12.942	0.023	39.74	1.45	0.00	0.00	25.00	10.00
12.964	0.035	39.97	2.24	0.00	0.00	25.00	10.00
13.000	0.035	39.97	2.22	0.00	0.00	25.00	10.00
13.035	0.035	39.97	2.19	0.00	0.00	25.00	10.00
13.071	0.035	39.97	2.17	0.00	0.00	25.00	10.00

13.106	0.035	39.97	2.15	0.00	0.00	25.00	10.00
13.142	0.005	39.97	0.33	0.00	0.00	25.00	10.00

 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_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
11.006	0.000	2.684	-0.296	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.6770489637E+000	0.058	14.243	10.797
11.041	0.012	2.674	-0.296	5.9208347407E-002	4.8846280902E-003	1.6639237867E+000	0.058	14.243	10.797
11.077	0.024	2.663	-0.318	1.1795148896E-001	1.1150239083E-002	2.4510037957E+000	0.058	9.015	7.956
11.112	0.034	2.651	-0.316	2.3295401380E-001	2.8428508496E-002	4.3018003200E+000	0.060	6.255	5.941
11.148	0.046	2.641	-0.284	4.2289559578E-001	5.3938731773E-002	6.3855930896E+000	0.066	4.865	4.791
11.183	0.059	2.631	-0.273	6.8561309520E-001	8.7278526900E-002	8.5079527728E+000	0.074	3.719	3.839
11.197	0.064	2.627	-0.265	8.1216060936E-001	1.0348423928E-001	9.6512140431E+000	0.078	3.403	3.549
11.233	0.076	2.618	-0.267	1.2169230703E+000	1.5585058519E-001	1.2935471562E+001	0.091	2.860	2.976
11.268	0.088	2.608	-0.269	1.7291245613E+000	2.2848846352E-001	1.5728983546E+001	0.108	2.521	2.554
11.290	0.095	2.602	-0.273	2.0954317329E+000	2.8503372465E-001	1.7511113068E+001	0.121	2.374	2.340
11.326	0.106	2.593	-0.261	2.7718157828E+000	4.0130652341E-001	1.8645175703E+001	0.146	2.227	2.048
11.354	0.115	2.586	-0.233	3.2878685151E+000	4.9938532231E-001	1.8626766779E+001	0.166	2.189	1.882
11.390	0.125	2.578	-0.217	3.9627801411E+000	6.4373833156E-001	1.8361552051E+001	0.192	2.253	1.728
11.408	0.131	2.574	-0.188	4.3040487391E+000	7.2176960445E-001	1.8031730977E+001	0.205	2.326	1.666
11.444	0.141	2.568	-0.172	4.9454189226E+000	8.7934903301E-001	1.6791766381E+001	0.229	2.570	1.575
11.460	0.146	2.565	-0.145	5.2096512373E+000	9.4851601176E-001	1.6503490909E+001	0.238	2.726	1.547

11.496	0.155	2.560	-0.136	5.8186121947E+000	1.1160566085E+000	1.5872469547E+001	0.259	3.229	1.491
11.509	0.159	2.559	-0.116	6.0259627576E+000	1.1756816455E+000	1.5780133617E+001	0.266	3.451	1.475
11.545	0.167	2.554	-0.110	6.6230500016E+000	1.3554579496E+000	1.6165068543E+001	0.286	4.248	1.433
11.561	0.172	2.553	-0.093	6.8864481298E+000	1.4381418709E+000	1.6290923405E+001	0.295	4.659	1.416
11.597	0.179	2.550	-0.087	7.4975076409E+000	1.6388043572E+000	1.7128593193E+001	0.316	5.557	1.380
11.617	0.184	2.548	-0.075	7.8417608851E+000	1.7566920571E+000	1.7731050068E+001	0.328	5.954	1.360
11.652	0.191	2.545	-0.064	8.5116913694E+000	1.9927420106E+000	1.8026128898E+001	0.351	6.339	1.323
11.682	0.198	2.544	-0.047	9.0225308977E+000	2.1772012201E+000	1.8523433775E+001	0.369	6.149	1.296
11.717	0.205	2.542	-0.037	9.7312415315E+000	2.4340097330E+000	1.7803507164E+001	0.391	5.220	1.261
11.737	0.209	2.542	-0.024	1.0060414090E+001	2.5526889794E+000	1.5960676360E+001	0.401	4.644	1.246
11.773	0.216	2.541	-0.020	1.0587232553E+001	2.7399858625E+000	1.3195630219E+001	0.415	3.640	1.222
11.789	0.219	2.541	-0.018	1.0787049298E+001	2.8099047996E+000	1.2315792424E+001	0.420	3.257	1.213
11.824	0.223	2.540	-0.019	1.1213871153E+001	2.9576814464E+000	1.1563824329E+001	0.430	2.553	1.193
11.830	0.224	2.540	-0.023	1.1281632368E+001	2.9810646029E+000	1.0745366790E+001	0.431	2.456	1.189
11.837	0.225	2.540	-0.029	1.1349032698E+001	3.0041395962E+000	1.0119068954E+001	0.433	2.376	1.186
11.872	0.228	2.539	-0.030	1.1749517226E+001	3.1420114358E+000	1.1039861904E+001	0.443	1.956	1.163
11.888	0.229	2.538	-0.029	1.1923326817E+001	3.2021848146E+000	1.1102892100E+001	0.447	1.812	1.153
11.924	0.230	2.537	-0.028	1.2331021772E+001	3.3447728847E+000	1.0973466301E+001	0.458	1.550	1.124
11.937	0.230	2.537	-0.020	1.2473469371E+001	3.3950072004E+000	1.0992539063E+001	0.462	1.473	1.114
11.972	0.230	2.536	-0.013	1.2883652935E+001	3.5413517755E+000	1.0720839058E+001	0.475	1.309	1.081
11.990	0.230	2.536	0.008	1.3062463405E+001	3.6055204234E+000	1.0069748424E+001	0.480	1.270	1.067
12.025	0.229	2.537	0.020	1.3402437204E+001	3.7276153588E+000	9.7579033159E+000	0.491	1.248	1.041
12.048	0.229	2.537	0.043	1.3627495563E+001	3.8078464565E+000	1.0047063072E+001	0.499	1.287	1.032
12.083	0.228	2.539	0.060	1.3993640677E+001	3.9367449083E+000	9.8467124468E+000	0.510	1.405	1.034
12.119	0.228	2.542	0.084	1.4325423958E+001	4.0491198888E+000	8.8221286625E+000	0.521	1.580	1.069
12.154	0.227	2.545	0.107	1.4618929486E+001	4.1417607437E+000	7.9131607420E+000	0.529	1.750	1.150
12.173	0.227	2.548	0.130	1.4766024150E+001	4.1840661168E+000	7.0078617717E+000	0.534	1.819	1.211
12.209	0.225	2.552	0.145	1.4967789542E+001	4.2351928694E+000	4.7371741554E+000	0.539	1.877	1.332
12.222	0.225	2.555	0.184	1.5026389619E+001	4.2477039374E+000	3.9885745183E+000	0.541	1.871	1.385
12.258	0.220	2.561	0.195	1.5131390244E+001	4.2653735796E+000	1.4668490332E+000	0.545	1.809	1.515
12.265	0.220	2.563	0.245	1.5140220086E+001	4.2653080752E+000	8.3847653511E-001	0.546	1.786	1.543
12.300	0.214	2.572	0.256	1.5122433257E+001	4.2498736761E+000	-2.5008433238E+000	0.550	1.657	1.650
12.315	0.213	2.576	0.300	1.5073272089E+001	4.2340744392E+000	-4.1352577480E+000	0.552	1.598	1.684
12.350	0.206	2.587	0.318	1.4859044912E+001	4.1747262181E+000	-8.1875823788E+000	0.555	1.456	1.739
12.358	0.205	2.590	0.356	1.4787887132E+001	4.1555483091E+000	-9.0317447461E+000	0.556	1.425	1.748

12.394	0.196	2.602	0.364	1.4414331494E+001	4.0579462363E+000	-1.1816215284E+001	0.558	1.323	1.758
12.407	0.193	2.607	0.406	1.4257058663E+001	4.0165470814E+000	-1.2959752538E+001	0.559	1.290	1.758
12.442	0.184	2.622	0.430	1.3730823461E+001	3.8754181030E+000	-1.6424207474E+001	0.560	1.240	1.743
12.459	0.180	2.630	0.484	1.3434437020E+001	3.7932083383E+000	-1.7668586425E+001	0.560	1.224	1.736
12.495	0.172	2.647	0.502	1.2773421918E+001	3.6035110819E+000	-1.9117988862E+001	0.560	1.211	1.723
12.523	0.165	2.662	0.540	1.2213957573E+001	3.4378232100E+000	-2.0338090457E+001	0.558	1.214	1.721
12.559	0.159	2.682	0.537	1.1456281120E+001	3.2102058340E+000	-1.9913143272E+001	0.555	1.228	1.728
12.582	0.153	2.694	0.519	1.1008975680E+001	3.0756187525E+000	-1.9419460776E+001	0.553	1.241	1.737
12.618	0.145	2.713	0.516	1.0295054575E+001	2.8628999940E+000	-1.9008754170E+001	0.549	1.266	1.756
12.638	0.139	2.723	0.501	9.9218822779E+000	2.7527224680E+000	-1.8650232964E+001	0.547	1.281	1.768
12.674	0.130	2.741	0.488	9.2428262866E+000	2.5533195329E+000	-1.7625895143E+001	0.544	1.314	1.795
12.692	0.123	2.749	0.491	8.9305724983E+000	2.4622324002E+000	-1.7624954125E+001	0.542	1.330	1.809
12.728	0.114	2.767	0.504	8.2516135514E+000	2.2604589128E+000	-1.8265311355E+001	0.537	1.372	1.847
12.745	0.108	2.776	0.510	7.9367974369E+000	2.1646919227E+000	-1.8287844032E+001	0.534	1.394	1.870
12.781	0.098	2.794	0.515	7.2554374197E+000	1.9525055186E+000	-1.8571875035E+001	0.524	1.449	1.926
12.805	0.091	2.806	0.559	6.8252498218E+000	1.8131308746E+000	-1.9449689720E+001	0.515	1.490	1.973
12.840	0.083	2.827	0.587	6.0662868802E+000	1.5570872692E+000	-2.0814705401E+001	0.492	1.576	2.080
12.871	0.076	2.845	0.569	5.4414339160E+000	1.3388482841E+000	-2.0045843815E+001	0.467	1.663	2.195
12.906	0.066	2.865	0.562	4.7410939098E+000	1.0905322978E+000	-1.9618301298E+001	0.431	1.781	2.361
12.942	0.057	2.885	0.540	4.0507405036E+000	8.4806368151E-001	-1.8331319891E+001	0.379	1.924	2.573
12.964	0.049	2.896	0.529	3.6504282358E+000	7.1326717275E-001	-1.8079007002E+001	0.336	2.022	2.726
13.000	0.039	2.916	0.552	2.9829501576E+000	5.0769475969E-001	-1.9116676949E+001	0.244	2.200	3.014
13.035	0.029	2.936	0.585	2.2952937470E+000	3.0044406761E-001	-2.0236125112E+001	0.189	2.409	3.358
13.071	0.021	2.957	0.586	1.5484607256E+000	1.1988353713E-001	-2.0491602394E+001	0.127	2.677	3.828
13.106	0.011	2.977	0.562	8.4269415503E-001	3.0379073696E-002	-2.0266668292E+001	0.074	2.871	4.201
13.142	0.001	2.997	0.562	1.1180616221E-001	1.9465466806E-003	-2.0704192625E+001	0.058	2.871	5.355

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_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

 TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
11.006	0.035	0.042	-32.225	-0.160	-0.007	10.276	0.431
11.041	0.035	0.042	-32.225	-0.480	-0.020	10.562	0.443
11.077	0.035	0.042	-32.225	-0.800	-0.034	11.154	0.467
11.112	0.035	0.042	-32.225	-1.121	-0.047	11.657	0.488
11.148	0.035	0.042	-32.225	-1.441	-0.060	12.147	0.509
11.183	0.014	0.017	-32.225	-1.665	-0.028	12.547	0.210
11.197	0.035	0.042	-31.348	-1.856	-0.077	13.106	0.544
11.233	0.035	0.042	-31.348	-2.164	-0.090	13.986	0.580
11.268	0.022	0.026	-31.348	-2.415	-0.063	14.743	0.383
11.290	0.035	0.041	-29.506	-2.562	-0.104	15.781	0.643
11.326	0.028	0.032	-29.506	-2.817	-0.091	16.214	0.525
11.354	0.035	0.040	-27.278	-2.907	-0.116	17.100	0.682
11.390	0.019	0.021	-27.278	-3.103	-0.066	17.328	0.370
11.408	0.035	0.039	-24.390	-3.029	-0.118	17.849	0.695
11.444	0.016	0.018	-24.390	-3.188	-0.057	17.801	0.319
11.460	0.035	0.038	-21.995	-3.076	-0.118	18.430	0.704
11.496	0.013	0.015	-21.995	-3.207	-0.047	18.277	0.266
11.509	0.035	0.038	-19.539	-3.013	-0.113	18.994	0.714
11.545	0.017	0.018	-19.539	-3.131	-0.055	19.060	0.336
11.561	0.035	0.037	-17.291	-2.908	-0.108	19.744	0.733
11.597	0.020	0.021	-17.291	-3.014	-0.064	20.077	0.424
11.617	0.035	0.037	-15.453	-2.808	-0.103	20.820	0.766
11.652	0.030	0.031	-15.453	-2.914	-0.089	20.642	0.632
11.682	0.035	0.036	-13.665	-2.682	-0.098	21.497	0.784
11.717	0.020	0.020	-13.665	-2.758	-0.056	20.583	0.421

11.737	0.035	0.036	-11.360	-2.358	-0.085	19.953	0.721
11.773	0.016	0.016	-11.360	-2.413	-0.040	19.357	0.317
11.789	0.035	0.036	-8.684	-1.870	-0.067	19.151	0.687
11.824	0.006	0.006	-8.684	-1.901	-0.011	19.105	0.114
11.830	0.007	0.007	-8.684	-1.907	-0.013	18.711	0.129
11.837	0.035	0.036	-5.947	-1.273	-0.045	18.876	0.673
11.872	0.016	0.016	-5.947	-1.278	-0.020	18.831	0.301
11.888	0.035	0.035	-3.093	-0.597	-0.021	18.719	0.664
11.924	0.013	0.013	-3.093	-0.598	-0.008	18.607	0.246
11.937	0.035	0.035	-0.313	0.077	0.003	18.466	0.655
11.972	0.017	0.017	-0.313	0.077	0.001	18.262	0.317
11.990	0.035	0.035	2.096	0.662	0.023	17.870	0.634
12.025	0.023	0.023	2.096	0.661	0.015	17.889	0.408
12.048	0.035	0.036	3.897	1.093	0.039	17.694	0.629
12.083	0.035	0.036	3.897	1.089	0.039	17.511	0.622
12.119	0.035	0.036	6.973	1.807	0.065	16.965	0.606
12.154	0.019	0.019	6.973	1.799	0.035	16.836	0.323
12.173	0.035	0.036	11.448	2.789	0.101	16.234	0.587
12.209	0.013	0.014	11.448	2.769	0.038	16.135	0.220
12.222	0.035	0.037	16.860	3.844	0.142	15.660	0.580
12.258	0.008	0.008	16.860	3.807	0.031	15.633	0.127
12.265	0.035	0.037	21.945	4.654	0.174	15.311	0.573
12.300	0.015	0.016	21.945	26.067	0.413	39.455	0.625
12.315	0.035	0.040	26.605	29.857	1.184	37.596	1.490
12.350	0.008	0.009	26.605	29.767	0.273	37.732	0.346
12.358	0.035	0.041	30.946	32.555	1.345	35.876	1.483
12.394	0.013	0.015	30.946	32.425	0.484	35.981	0.537
12.407	0.035	0.043	34.188	33.950	1.455	34.725	1.488
12.442	0.017	0.021	34.188	33.780	0.704	34.999	0.729
12.459	0.035	0.044	36.416	34.490	1.519	34.157	1.504
12.495	0.029	0.036	36.416	34.259	1.222	34.239	1.221
12.523	0.035	0.044	36.822	34.165	1.513	34.261	1.517
12.559	0.024	0.030	36.822	33.948	1.002	33.739	0.996
12.582	0.035	0.045	37.277	33.875	1.509	33.566	1.495
12.618	0.020	0.026	37.277	33.666	0.860	33.123	0.846

12.638	0.035	0.045	37.748	33.594	1.506	32.897	1.475
12.674	0.019	0.023	37.748	33.388	0.784	32.377	0.760
12.692	0.035	0.045	38.237	33.313	1.503	32.470	1.465
12.728	0.018	0.022	38.237	33.105	0.745	32.198	0.724
12.745	0.035	0.045	38.831	33.042	1.503	32.131	1.462
12.781	0.024	0.030	38.831	32.805	0.999	31.933	0.972
12.805	0.035	0.046	39.300	32.670	1.496	32.369	1.483
12.840	0.031	0.040	39.300	32.400	1.289	32.140	1.279
12.871	0.035	0.046	39.737	32.215	1.485	31.756	1.464
12.906	0.035	0.046	39.737	31.920	1.471	31.498	1.452
12.942	0.023	0.030	39.737	31.678	0.937	30.831	0.912
12.964	0.035	0.046	39.971	31.478	1.456	30.524	1.412
13.000	0.035	0.046	39.971	31.180	1.442	30.390	1.405
13.035	0.035	0.046	39.971	30.882	1.428	29.786	1.378
13.071	0.035	0.046	39.971	30.584	1.414	28.118	1.300
13.106	0.035	0.046	39.971	30.286	1.401	26.946	1.246
13.142	0.005	0.007	39.971	30.114	0.212	26.594	0.187

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
