

COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA DI ORISTANO

PROGETTO DI PROSECUZIONE, IN AMPLIAMENTO, DELLA CAVA DI INERTI "SA TANCA SORERI"

STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

IL RICHIEDENTE:



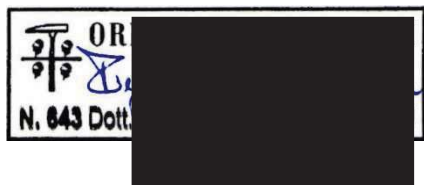
CESPO dei F.lli Manis S.r.l.

Sede Legale/Operativa: S.S. 338 km 6.700 - 09088 Simaxis (OR)

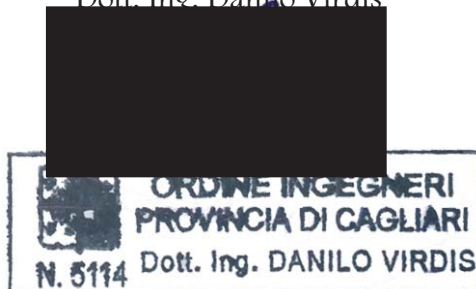
Tel./fax +39 0783 405145 - email: info@cesposrl.it - pec: protocollo@pec.cesposrl.it

I PROFESSIONISTI:

Dott. Geol. Tiziana Carcangiu



Dott. Ing. Danilo Virdis



DATA

Luglio 2022

PREMESSA

Su incarico della società CESPO dei F.lli Manis S.r.l., con sede legale in Simaxis (OR) al km 6.700 della S.S. 388, e attività nei territori dei Comuni di Oristano e Simaxis, è stato predisposto il presente Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica riferito al "Progetto di prosecuzione, in ampliamento, della cava di inerti Sa Tanca Soreri" come da richiesta Prot. DGA 15780 22.06.2022 ARDIS: *"...in applicazione dell'art. 13 delle Norme di Attuazione del PAI, è necessaria la predisposizione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25 delle stesse Norme,"*.

Tale Progetto, redatto in ottemperanza alla normativa vigente in materia di disciplina delle attività di cava, alle norme in materia paesaggistico-ambientali e nel rispetto degli strumenti di pianificazione vigenti, è stato formulato cercando di mediare la necessità di estrarre il materiale, necessario per l'attività della società, con le caratteristiche paesaggistiche ed ambientali della zona, prevedendo anche un adeguato programma di recupero ambientale.

La società, in considerazione della presenza nell'area di cava autorizzata di giacimento utile residuo che si esaurirà in poco meno di 2 anni, ha ritenuto opportuno per la continuità dell'attività e il mantenimento dei cicli produttivi presentare con tale progetto la richiesta di prosecuzione in ampliamento dell'autorizzazione dell'attività estrattiva su un'area adiacente di circa 7.63 ha ubicata a ovest di quella autorizzata.

L'area di cava autorizzata ricadente nel Comune di Simaxis è stata completamente mappata come area di Pericolosità Idraulica Hi1, e in parte come area di Pericolosità da Frana Hg2 a seguito della Proposta di modifiche della perimetrazione e/o classificazione delle aree a pericolosità e rischio dei piani stralcio relativi all'assetto idrogeologico conseguente a "Approfondimenti puntuali o locali del quadro conoscitivo, relativo allo studio comunale di assetto idrogeologico di cui all'art.8 delle Norme di Attuazione del PAI dell'ambito territoriale relativo all'intero territorio del Comune di Simaxis", (Determinazione del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n.97 del 20.05.2022).

L'area di cava autorizzata e adiacente all'ampliamento, ricadente nel territorio del Comune di Oristano, è stata in parte mappata come area di Pericolosità da Frana Hg2 a seguito dello Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 delle NA del PAI relativo a tutto il territorio comunale di Oristano, (Delibera del Comitato Istituzione dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna n. 2 del 03/07/2018).

L'area in ampliamento, pianeggiante, non ricade in aree di Pericolosità da Frana Hg né di Pericolosità Idraulica Hi.

Pertanto ai sensi degli artt. 13 (comma 2, lettera h e comma 7), 23 (commi 5, 6), 25, 31 (comma 5 bis) e 33 e secondo le indicazioni dell'Allegato F delle Norme di Attuazione del P.A.I. e secondo le disposizioni del D.M. 17-01-2018 Norme Tecniche sulle Costruzioni è stato redatto il presente Studio.

La finalità dello Studio di Compatibilità, basato sull'analisi della situazione lito-stratigrafica e l'individuazione dei principali processi morfologici e della loro tendenza evolutiva, sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'intervento, scaturita da un piano di indagini in sito e prove di laboratorio appositamente programmato, e sulla conseguente verifica di stabilità dei fronti di scavo, contenuti nel Progetto di Coltivazione e nelle relazioni specialistiche redatte dalla scrivente, è quella di dimostrare che l'intervento in progetto e tutte le altre attività già autorizzate e in esercizio nell'area di cava autorizzata sono ammissibili, compatibili e non aumenteranno il livello di pericolosità massimo individuato.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-CARTOGRAFICO

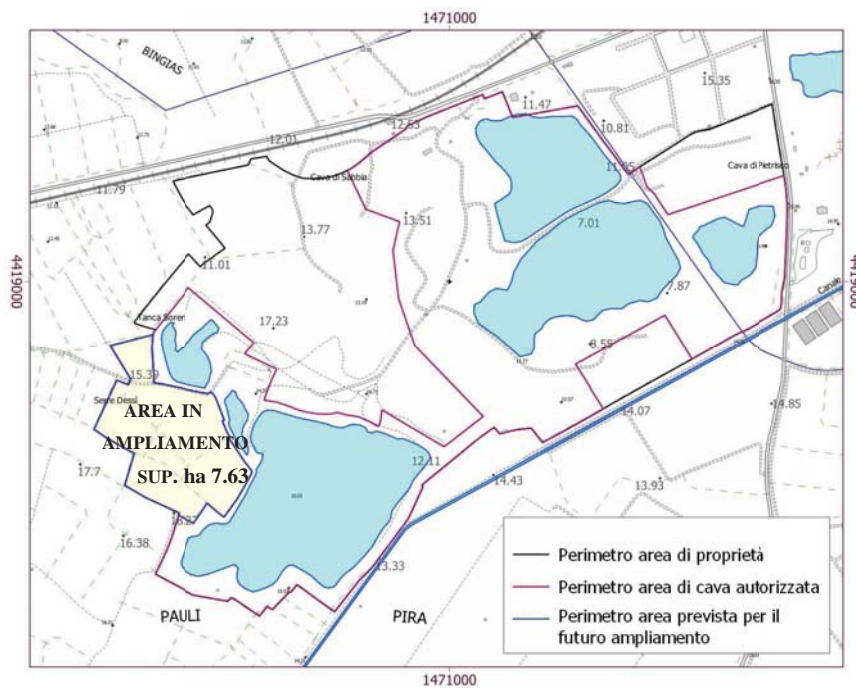
L'area di cava è ubicata nella Sardegna centro-occidentale, in provincia di Oristano, in località denominata Sa Tanca Soreri, circa 6 km ad est nord-est del centro abitato di Oristano e circa 3 km a ovest sud-ovest del centro abitato di Simaxis, in prossimità della S.S.388. L'area di cava autorizzata ricade nei territori comunali di Oristano e Simaxis, mentre l'area in ampliamento ricade esclusivamente nel territorio comunale di Oristano.

L'area si presenta pianeggiante, con quote del terreno naturale che variano fra circa 12 m e 17 m s.l.m.m.

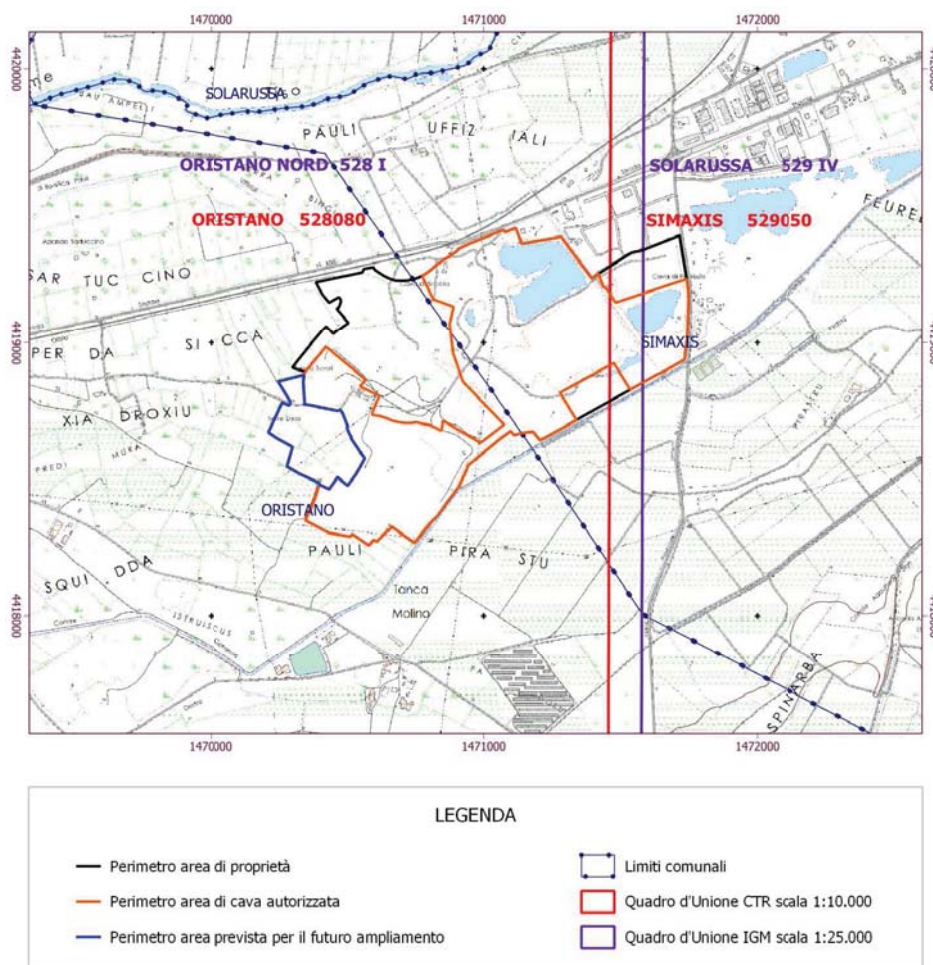


Fig. 1 - Ubicazione area d'intervento su immagine satellitare Google Earth e ortofoto 2019 (AGEA - R.A.S.)

Nella seguente planimetria sono individuate l'area di cava attualmente autorizzata e l'area prevista per il futuro ampliamento; la prima ha un'estensione di 66.55 ha la seconda, ubicata a sud-ovest e con essa confinante, ha un'estensione di 7.63 ha.



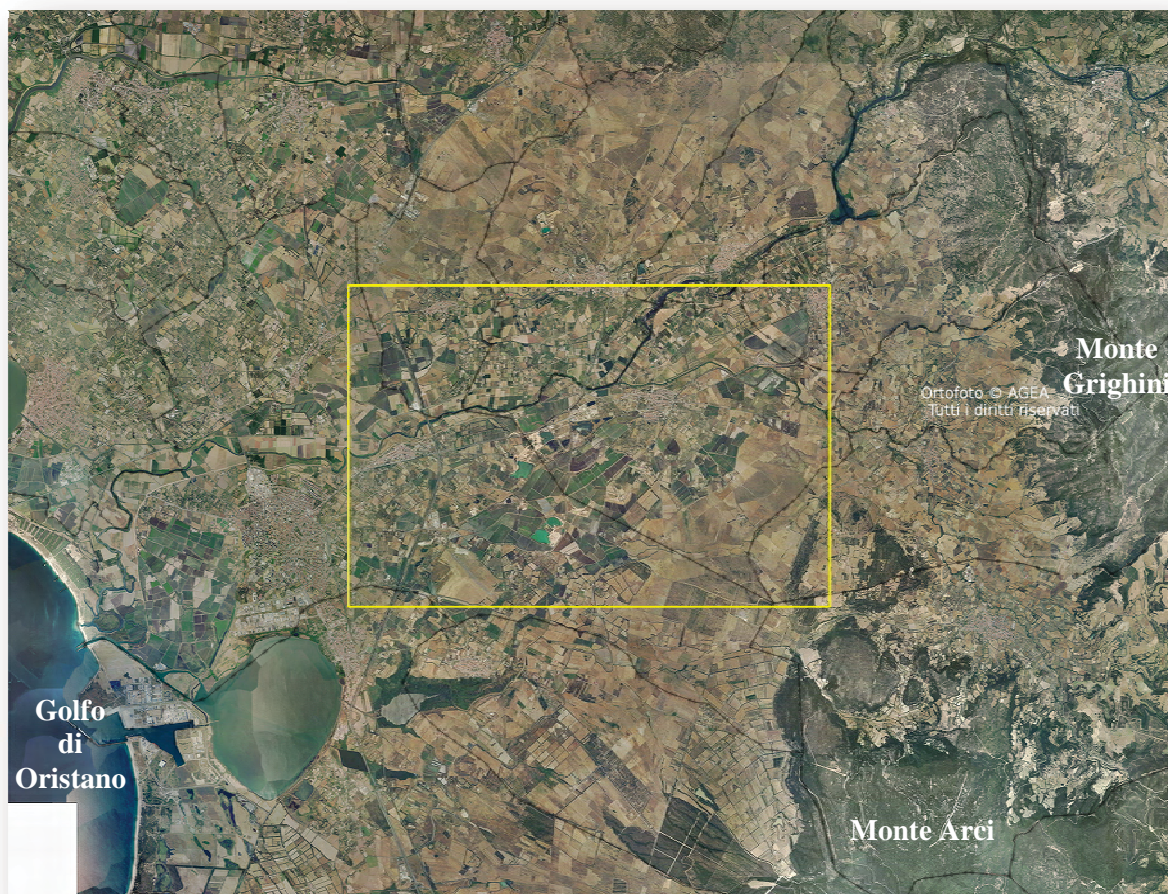
Area prevista per il futuro ampliamento.



Inquadramento cartografico dell'area di studio (DBGT 10K 2020 - R.A.S.)

L'area di studio perimetrata nella seguente ortofoto e rappresentata nella cartografia tematica, è stata così definita ed estesa per circoscrivere condizioni fisiografiche e geomorfologiche significative al fine di individuare genesi, evoluzione e rapporti stratigrafici dei vari litotipi in essa presenti, ed evidenziare fenomeni di instabilità e generali condizioni di pericolosità idrogeologica che possano interessare l'area e il sito d'intervento.

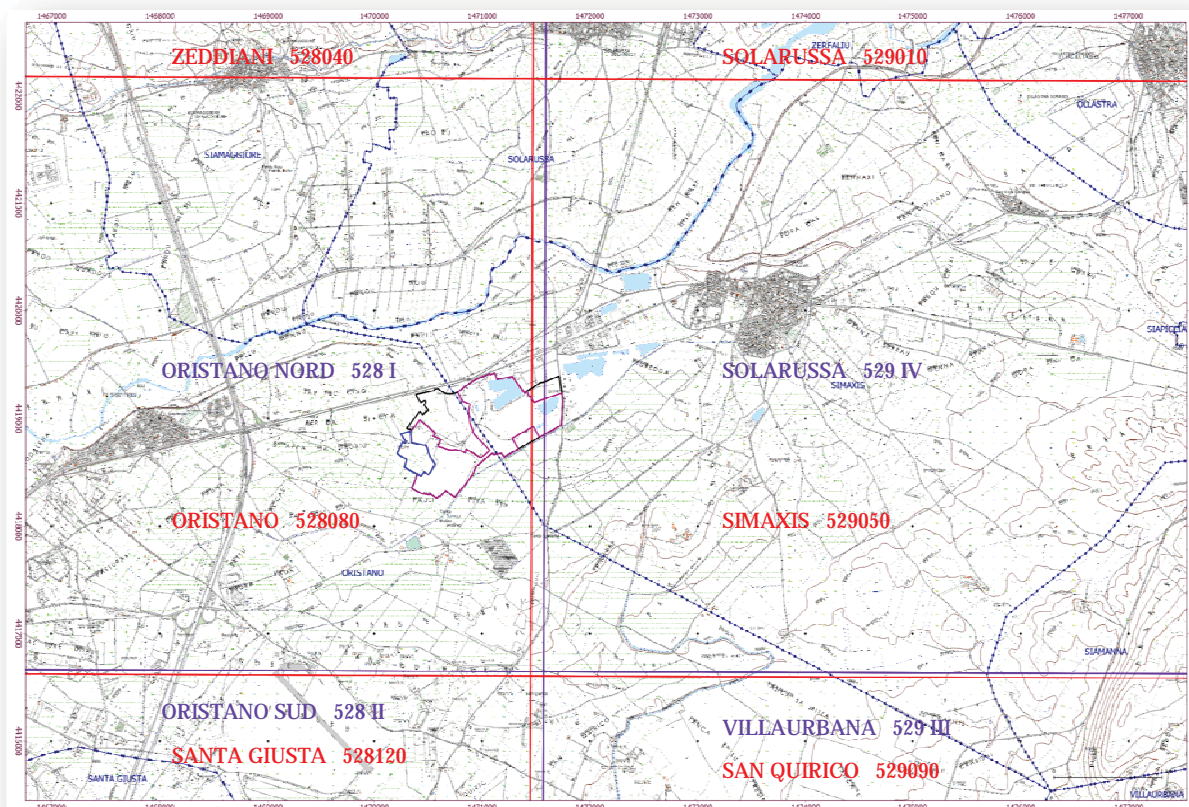
Essa ricade nel settore settentrionale del Campidano compreso fra il Golfo di Oristano, le estreme propaggini meridionali del Montiferru e dell'Altopiano di Abbasanta e i complessi montuosi del Monte Grighini e del Monte Arci.



Ortofoto (2019 AGEA - R.A.S.) dell'area vasta con perimetrazione dell'area di studio

L'area cartografata comprende oltre che parte dei territori dei Comuni di Oristano e Simaxis anche parte di quelli dei Comuni di Siamaggiore, Solarussa, Zerfaliu, Ollastra, Siapiccia, Siamanna, Villaurbana e Santa Giusta ed è individuata come segue:

- Carta Tecnica Regionale Numerica della RAS in scala 1:10.000: Sezioni N. 528040 – ZEDDIANI, N. 528080 – ORISTANO, N. 528120 – SANTA GIUSTA, N. 529010 – SOLARUSSA, N. 529050 – SIMAXIS e N. 529090 – SAN QUIRICO.
- Carta Topografica d'Italia dell'IGM in scala 1:25.000: Foglio 528 – Sezione I – ORISTANO NORD, Foglio 528 – Sezione II – ORISTANO SUD, Foglio 529 – Sezione IV – SOLARUSSA e Foglio 529 – Sezione III – VILLAURBANA.



Inquadramento cartografico dell'area di studio (DBGT 10K 2020 - R.A.S.)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico l'area in studio come sopra definita ricade nel settore settentrionale del Graben Campidanese Plio-Quaternario originato dall'attivazione di un sistema di faglie con direzione preferenziale nord ovest – sud est, impostatosi sulla parte meridionale della preesistente Fossa Sarda, riferibile invece all'Oligo-Miocene.



Immagine satellitare dell'area (Google Earth)

Durante l'Oligocene, il massiccio sardo-corso inizia il movimento di distacco e di deriva verso sud est con rotazione antioraria; la Sardegna si smembra nei suoi horst principali e si crea la Fossa Sarda, una depressione mediana allungata che si estende da nord a sud.

Entro questa si origina un intenso vulcanismo andesitico e riodacitico, con ignimbriti e tufi, dall'Oligocene superiore al Miocene inferiore-medio.

Terminati questi movimenti la sedimentazione miocenica da marina diventa lagunare e continentale alla fine del periodo; segue un'ingressione marina e nel Pliocene inferiore vengono deposte sabbie, marne, conglomerati ed argille.

Nel Pliocene medio ha inizio un ciclo subsidente e si forma il Graben Campidanese, in questa fossa si depositano sabbie, limi, ciottolati e argille, d'ambiente fluvio-lacustre, per uno spessore che raggiunge talvolta i 500 metri; nei bordi più settentrionali inizia un vulcanismo prima acido rappresentato dalle rioliti ed ossidiane del Monte Arci e poi basico con gli espandimenti basaltici del Montiferru che si protrae fino al Quaternario.

Nel corso del Quaternario il mare e i torrenti con la loro attività erosiva e d'accumulo determinano l'attuale configurazione dell'Isola, impostata nelle sue grandi linee durante il Pliocene. Durante il Tirreniano il mare invade le coste della Sardegna e le due estremità del Campidano, isolando il Sinis e qualche altra piccola penisola.

Sulla maggior parte dell'area in esame affiorano depositi alluvionali, eterogenei per granulometria e matrice, localmente terrazzati; dai rapporti stratigrafici e dalle caratteristiche dei materiali costituenti sono distinguibili alluvioni più antiche attribuibili al Pleistocene superiore e alluvioni recenti e attuali dell'Olocene. Subordinati, seppur localmente estesi, sono gli affioramenti di vulcaniti plio-pleistoceniche, nel settore sud orientale, e i depositi palustri olocenici in quello centrale, infine, molto meno estesi, i depositi marnoso arenacei miocenici, nel settore sud orientale e i depositi antropici in quello occidentale centro meridionale.

CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

La successione litostratigrafica, secondo la legenda e la nomenclatura geologica ufficiali, riferite alla normativa definita dal Servizio Geologico d'Italia con il Progetto CARG, è costituita da:

1. Depositi Olocenici dell'Area Continentale: Depositi Antropici, Sedimenti Alluvionali e Sedimenti Lacustri.
2. Depositi Pleistocenici dell'Area Continentale: Sedimenti Alluvionali (Litofacies nel Subsistema di Portoscuso).
3. Successione Vulcano-Sedimentarie Plio-Pleistocenica: Apparato Vulcanico del Monte Arci.
4. Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica della Sardegna Centro-Meridionale: Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica del Campidano Sulcis.

Depositi Olocenici dell'Area Continentale

La serie sedimentaria olocenica è come detto prevalentemente costituita da sedimenti alluvionali. Essi affiorano prevalentemente, quasi esclusivamente e senza soluzione di continuità nella parte centro settentrionale dell'area di studio, intercalati a depositi più antichi in quella meridionale e sono stati depositati dal Fiume Tirso e dai corsi d'acqua che drenano le pendici nord occidentali del Monte Arci. Questi sedimenti sono principalmente costituiti da sabbie con variabile frazione ghiaiosa, subordinatamente limo argillose e in minor misura da limi e argille; di colore bruno, sciolti o debolmente addensati, localmente terrazzati, caratterizzano vaste aree pianeggianti che spesso si sviluppano longitudinalmente secondo la direzione di scorrimento dei principali corsi d'acqua dell'area che incidono sedimenti più antichi.

Gli altri termini della serie sedimentaria olocenica sono costituiti dai depositi palustri e dai depositi antropici.

I depositi palustri, composti da limi, argille limose e torbe, localmente con variabile frazione sabbioso ghiaiosa, fossiliferi, affiorano nella parte centrale dell'area cartografata, a sud e sudovest dell'abitato di Simaxis in corrispondenza di "pauli" bonificati.

I depositi antropici costituiti da materiali di riporto e bonifica, hanno limitata estensione e sono localizzati nel settore occidentale dell'area cartografata.

Nell'area in studio, i depositi olocenici alluvionali e palustri individuano un ambiente dominato dalla dinamica fluviale e assieme ai depositi antropici, in funzione della locale variabilità composizionale e dell'assetto morfologico, sono stati attribuiti a specifiche Unità delle quali segue la descrizione preceduta dai codici alfanumerici convenzionalmente utilizzati per indicarne il Tipo e la Sigla.

AA0_008 h1r Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. Olocene.

AA2_001 b Depositi alluvionali. Olocene

AA2_003 bb Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. Olocene.

AA2_005 bn Depositi alluvionali terrazzati. Olocene.

AA2_007 bnb Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie. Olocene.

AA3_001 e5 Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. Olocene.

Depositi Pleistocenici dell'Area Continentale

I sedimenti alluvionali del Pleistocene superiore, affiorano estesamente nella parte centro meridionale dell'area di studio, sono stati depositati in questo settore dal Fiume Tirso e dai corsi d'acqua che drenano i versanti nord occidentali del Monte Arci e sud occidentali del Monte Grighini; essi sono composti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice argillosa con intercalati livelli francamente sabbiosi e sabbioso argillosi e rappresentano una litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme); gli elementi litici, poligenici, hanno dimensioni da centimetriche a decimetriche.

Il deposito si presenta ben addensato, localmente debolmente cementato; la matrice sabbioso argillosa arrossata indica intensa alterazione in ambiente subaereo in condizioni climatiche caldo-umide. Questi depositi formano la piana alluvionale che senza soluzione di continuità passa a piana costiera. Nel ciclo alluvionale si alternano fasi deposizionali a fasi erosive; in piccola scala, direttamente legate alla dinamica del corso d'acqua determinano la formazione e l'accostamento di corpi sedimentari di diversa forma ed estensione, a grande scala, in relazione alle modificazioni climatiche danno luogo a depositi terrazzati. I depositi alluvionali pleistocenici appartengono all'Unità:

AB0_007 PVM2a Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. Pleistocene superiore.

Successione Vulcano-Sedimentarie Plio-Pleistocenica

Le vulcaniti del Plio-Pleistocene, riferibili all'Apparato Vulcanico del Monte Arci, affiorano con estensioni molto modesta nell'estremo settore sud orientale dell'area di studio. Si tratta del termine sommitale del ciclo vulcanico, di composizione spiccatamente basica, specificamente basaltica, in colate anche potenti.

Queste vulcaniti vengono attribuite all'Unità:

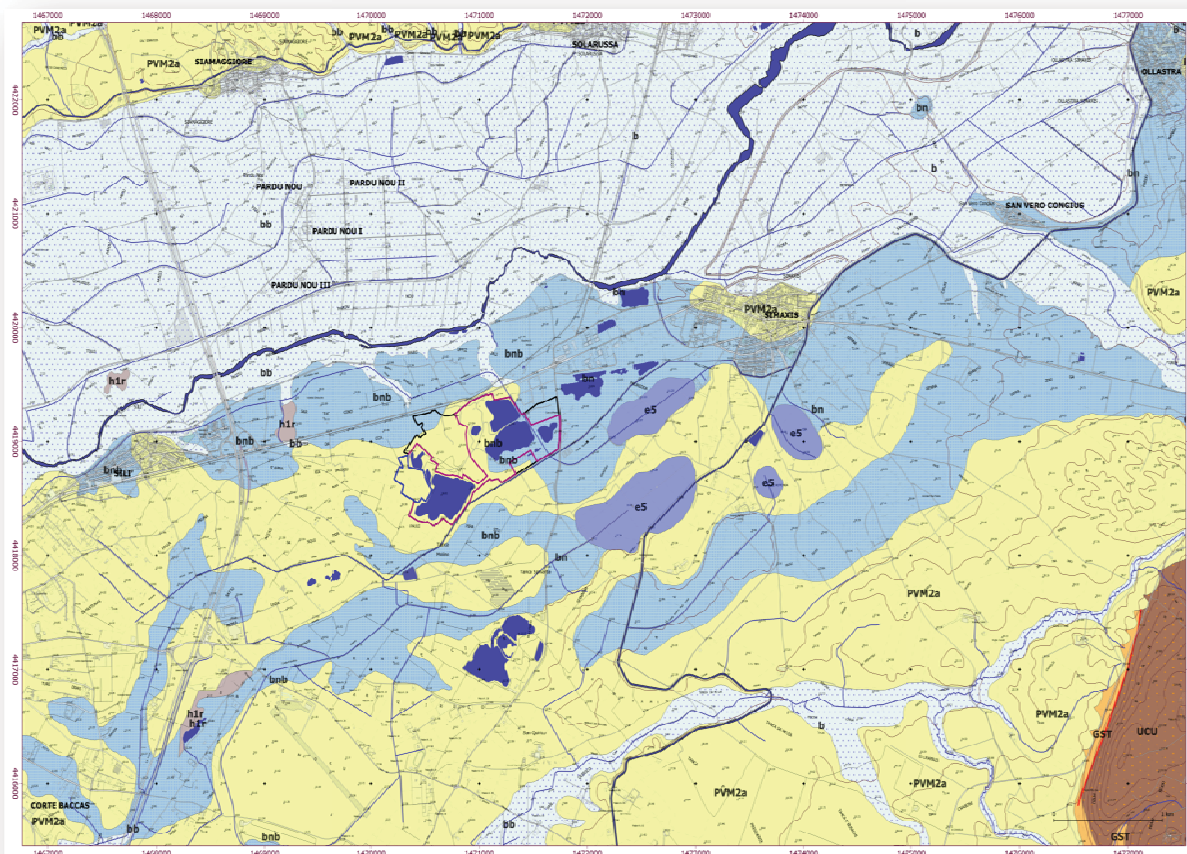
BA3_001 UCU Unità di Cuccuru Aspru. Basalti subalcalini generalmente ipocristallini da afirici a porfirici per fenocristalli di pl, opx, cpx, ol; in colate. Basalti da alcalini a transizionali, generalmente olocristallini, da subafirici a porfirici per fenocristalli di pl, ol e cpx. Plio-Pleistocene.

Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica della Sardegna Centro-Meridionale

I depositi sedimentari oligo-miocenici sono inquadrati nel contesto della Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica del Campidano-Sulcis; potenti diverse centinaia di metri, sono di natura prevalentemente marnoso arenacea e marnoso siltosa, con alcune intercalazioni arenacee, calcarenitiche e calcaree. L'ambiente deposizionale è riferibile a condizioni marine, epibatiali e batiali per la successione marnoso-arenacea e neritiche per i termini calcarenitici e calcarei.

Questi depositi, in base alle caratteristiche composizionali e giaciture, sono stati attribuiti all'Unità:

CC2_007 GST Marne di Gesturi. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. Burdigaliano superiore – Langhiano medio.

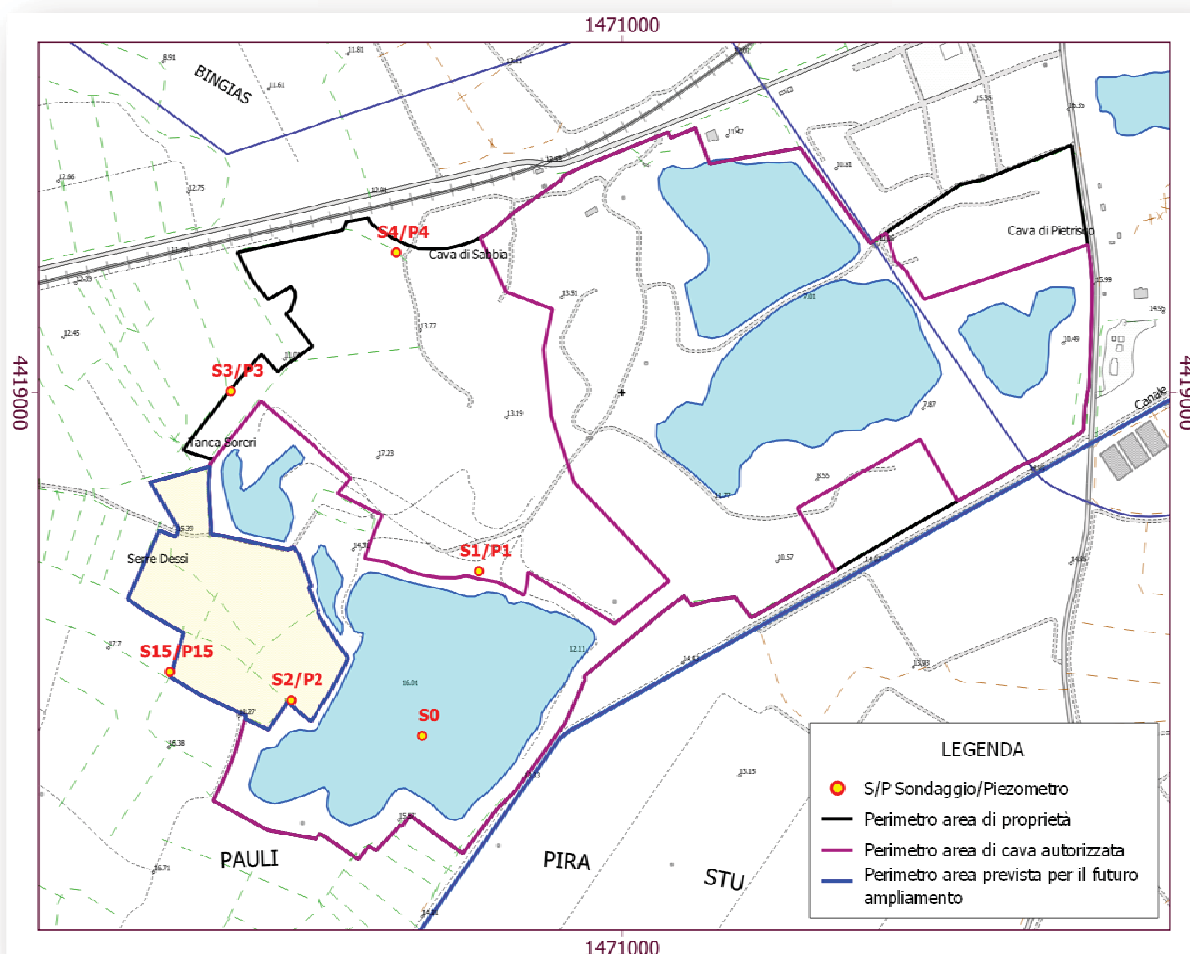


Stralcio Carta Geologica

CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICO DEL SITO D'INTERVENTO

L'area di cava autorizzata è stata in passato oggetto di molteplici campagne di indagini che ne hanno consentito una dettagliata ricostruzione stratigrafica, e precisamente, nel 2003 è stato eseguito il sondaggio a carotaggio continuo S0 che ha raggiunto la profondità di circa 47 m dal p.c., nel 2008 sono stati eseguiti i sondaggi S1/P1, S2/P2, S3/P3 ed S4/P4 che hanno raggiunto la profondità di circa 50 m dal p.c. e sono stati attrezzati a piezometri fino alla profondità di 40 m da p.c. Per il settore in ampliamento, nel 2021, è stato eseguito un ulteriore sondaggio S15/P15, anch'esso attrezzato a piezometro, che ha raggiunto la profondità di 40 m dal p.c. consentendo di estendere, attraverso la correlazione con i sondaggi eseguiti in precedenza, la modellazione geologica del sottosuolo a tale settore.

La planimetria sottostante mostra l'ubicazione dei sondaggi rispetto ai limiti della cava autorizzata e dell'area prevista per il futuro ampliamento.



Di questi si riportano, integrando con le ultime indagini, quanto già elaborato nel "Progetto di coltivazione e recupero ambientale cava di "Sa Tanca S'Oreri" in Comune di Oristano e Simaxis - Richiesta di rinnovo Autorizzazione" redatto nel 2008, i tratti salienti di ciascun sondaggio.

Sondaggio 0 (Anno 2003)

0.00 m

Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, $\varnothing = 1 \div 7$ cm, variamente distribuiti in matrice debolmente limo-argillosa; si intercalano livelli di Argille limose nocciola (14.50 ÷ 14.80 m).

17.75 m

Sabbie limo-argillose e limi argillo-sabbiosi con ciottoli di $\varnothing = 1 \div 3$ cm.

18.50 m

Argille limose e limo-sabbiose.

19.40 m

Sabbie limo-argillose con granuli millimetrici.

19.60 m

Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, $\varnothing = 1 \div 8$ cm.

25.90 m

Argille nocciola localmente limose.

26.80 m

Sabbie limo argillose.

29.90 m

Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, di dimensioni variabili, $\varnothing = 1 \div 7$ cm nei livelli superiori e $1 \div 3$ cm in quelli inferiori, variamente distribuiti in matrice debolmente limo-argillosa; si intercalano livelli di Sabbie limo-argillose nocciola (37.00 ÷ 38.00 m).

42.00 m

Argille limose e limo-sabbiose.

45.50 m

Sabbie medie e grosse e ghiaie, con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, $\varnothing = 1 \div 4$ cm, variamente distribuiti in matrice debolmente limo-argillosa.

47.50 m

Sondaggio 1 (Anno 2008)

0.00 m	Sabbie limo-argillose brune e ocracee con subordinate ghiaie.
1.00 m	Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, $\varnothing = 1 \div 9$ cm, variamente distribuiti in matrice debolmente limo-argillosa; si intercalano livelli di Sabbie fini limose, nocciola (8.50 ÷ 9.30 m).
17.50 m	Sabbie fini e medie limo-argillose, nocciola.
19.80 m	Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, di dimensioni variabili, $\varnothing = 7 \div 8$ cm; si intercalano livelli di Sabbie debolmente limo-argillose con ciottoli \varnothing max 4 cm, (25.60 ÷ 26.70 m).
33.20 m	Argille, argille limose e limo-sabbiose.
35.00 m	Sabbie limo argillose nocciola con ciottoli $\varnothing = 1 \div 6$ cm; intercalate a Sabbie medie e grosse con ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing massimo 6 cm (37.80 ÷ 39.80 m), e argille limose grigio scure in sottili lenti (40.50 ÷ 42.00 m)
46.00 m	Argille limose e limi argillo-sabbiosi grigio scuri.
47.90 m	Argille, argille limose e limi argillosi con striature ocracee e bruno nerastre.
50.10 m	Sabbie debolmente limo-argillose ocracee e nocciola.
50.50 m	

Sondaggio 2 (Anno 2008)

0.00 m	
	Argille limose debolmente sabbiose, brune con alcuni ciottoli e resti vegetali.
1.00 m	
	Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzítica, Ø max 9 cm, in matrice debolmente limo-argillosa nocciola, con intercalati sottili livelli sabbio-argillosi.
13.60 m	
	Argille limose, limi argillo-sabbiosi e sabbie limo-argillose.
15.80 m	
	Sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzítica, Ø max 10 cm; si intercalano livelli argillosi e argillo-limosi (27.30 ÷ 28.50 m), e livelli di sabbie limo-argillose ocracee (28.50 ÷ 29.90 m).
33.80 m	
	Argille, argille limose e argille limo-sabbiose nocciola e brune; si intercalano sabbie medie e grosse con subordinati ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzítica, Ø max di 5 cm (36.90 ÷ 37.70 m) e (42.80 ÷ 45.70 m).
49.40 m	
	Argille e argille debolmente limose e sabbiose grigio scure con striature ocracee e nocciola.
50.50 m	

Sondaggio 3 (Anno 2008)

0.00 m	
	Limo argillo-sabbiosi bruni con alcuni ciottoli quarzitici e resti vegetali.
0.30 m	
	Sabbie limo-argillose bruno nocciola con granuli e ciottoli $\varnothing \leq 1\text{cm}$.
0.95 m	
	Sabbie medie e grosse, ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing max 9 cm; si intercalano livelli argillosi e argillo-limosi (17.30 ÷ 17.95 m) e (21.80 ÷ 22.30 m)
29.80 m	
	Argille, argille limose, limi argillo-sabbiosi e sabbie fini limo-argillose nocciola e ocracee con intercalazioni di argille e argille limose grigio nerastre con sottili resti vegetali carboniosi (39.70 ÷ 42.70 m).
44.60 m	
	Sabbie medie e grosse ghiaiose con ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing max 7 cm, in matrice limo-argillosa nocciola.
50.00 m	

Sondaggio 4 (Anno 2008)

0.00 m	
	Limo argillo-sabbiosi nocciola con alcuni ciottoli e resti vegetali.
0.30 m	
	Sabbie limo-argillose bruno ocracee e nocciola debolmente ghiaiose con ciottoli evoluti.
4.90 m	
	Sabbie medie e grosse ghiaiose con ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing max pari a 6 cm, in matrice limo-argillosa.
14.90 m	
	Sabbie fini e medie limo-argillose e debolmente limo-argillose nocciola.
17.20 m	
	Sabbie medie e grosse ghiaiose con ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing max 9 cm, in matrice limo-argillosa nocciola; si intercalano argille limose e limi argillo-sabbiosi nocciola (21.00 ÷ 21.70 m) e (30.00 ÷ 30.40 m).
31.70 m	
	Argille, localmente sabbiose nocciola, argille limose e limi argillo-sabbiosi.
42.50 m	
	Sabbie medie e grosse ghiaiose con alcuni ciottoli evoluti di natura vulcanica e quarzitica, \varnothing max 10 cm, in matrice limo-argillosa nocciola con intercalazioni sabbio-argillose.
50.00 m	

Sondaggio 15 (2021)

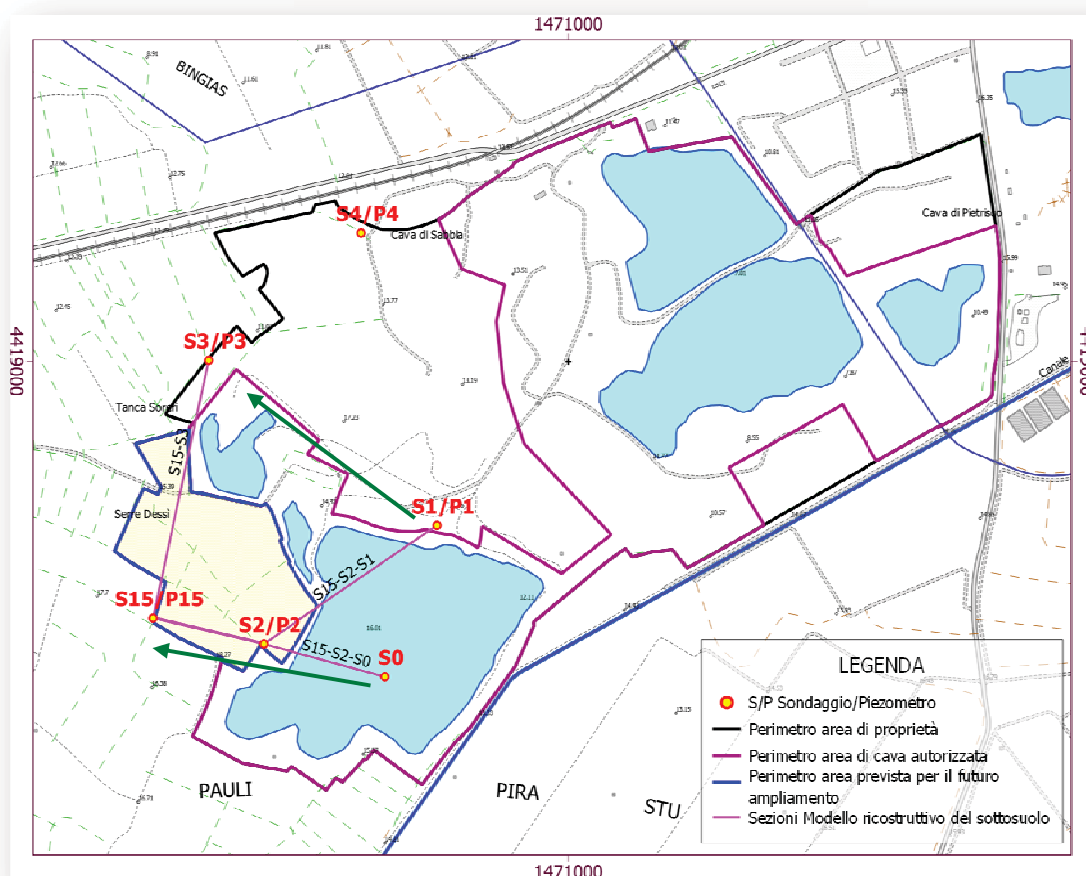
0.00 m	Argille limose debolmente sabbiose con ciottoli Ø max 5 cm.
0.85 m	Sabbie limo argillose da localmente debolmente ghiaiose a ghiaiose ad elementi litici evoluti Ø max 5 cm.
3.10 m	Sabbie medie e grosse, ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica, quarzitica, metamorfica e granitica Ø max 7 cm, in matrice limo-argillosa con intercalazioni sabbioso-argillose decimetriche.
12.60 m	Limi argillo-sabbiosi e argille limo sabbiose.
13.20 m	Sabbie medie e grosse, ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica, quarzitica, metamorfica e granitica Ø max 9 cm, in matrice limo-argillosa.
15.35 m	Limi argillo-sabbiosi.
16.20 m	Sabbie fini e medie limo-argillose e debolmente limo-argillose.
16.60 m	Sabbie medie e grosse, ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica, quarzitica, metamorfica e granitica Ø max 10 cm, in matrice limo-argillosa.
22.40 m	Argille limose e argille.
23.75 m	Sabbie fine, medie e grosse limo argillose localmente debolmente ghiaiose.
25.40 m	Sabbie medie, grosse e ghiaie ad elementi litici evoluti di natura vulcanica, quarzitica, metamorfica e granitica Ø max 6 cm, in matrice limo-argillosa con intercalazioni di sabbie limo argillose.
29.65 m	Argille e argille limose localmente debolmente sabbiose e sabbiose.
30.95 m	Sabbie medie e grosse, ghiaie e ciottoli evoluti di natura vulcanica, quarzitica, metamorfica e granitica Ø max 8 cm, in matrice limo-argillosa con intercalazioni sabbioso-argillose decimetriche.
34.60 m	Argille.
35.90 m	Sabbie e ghiaie con elementi litici evoluti Ø max 3 cm in matrice limo-argillosa.
36.35 m	Argille e argille limose localmente debolmente sabbiose con intercale sabbie medie e grosse da argillose a mediamente argillose.
40.00 m	

L'analisi e il confronto delle diverse stratigrafie ha permesso di individuare, seppur in un contesto abbastanza omogeneo, una certa variabilità nella distribuzione dei livelli coesivi; e più precisamente nei sondaggi S0 ed S1 sono assenti gli orizzonti superficiali costituiti da argille e da sabbie limo argillose e anche il potente banco argilloso che si riscontra in tutti gli altri sondaggi posizionato a quota quasi costante intorno ai 30-34 m s.l.m.m..

Dalla correlazione dei sondaggi S15-S3, S15-S2-S0 e S15-S2-S1 rappresentati nel "Modello ricostruttivo del sottosuolo" risulta evidente che nell'intorno dei sondaggi S0 e S1 gli orizzonti argillosi e argillo sabbiosi sono minori in numero e in spessore e aumentano spostandosi verso i sondaggi S15 ed S3.

Inoltre la caratterizzazione dei sedimenti attraverso le prove in situ e le analisi di laboratorio su campioni prelevati durante l'esecuzione dell'S15 mostra un peggioramento delle caratteristiche geotecniche rispetto ai risultati ottenuti dalle prove eseguite in passato sui sondaggi ubicati nell'area già autorizzata, da ricondurre ad un aumento della matrice limo argillosa negli orizzonti granulari.

Tale evidenza comporterà una modifica nella stima del rapporto sterile/utile rispetto a quanto indicato in precedenza.





SCHEMA INDAGINI

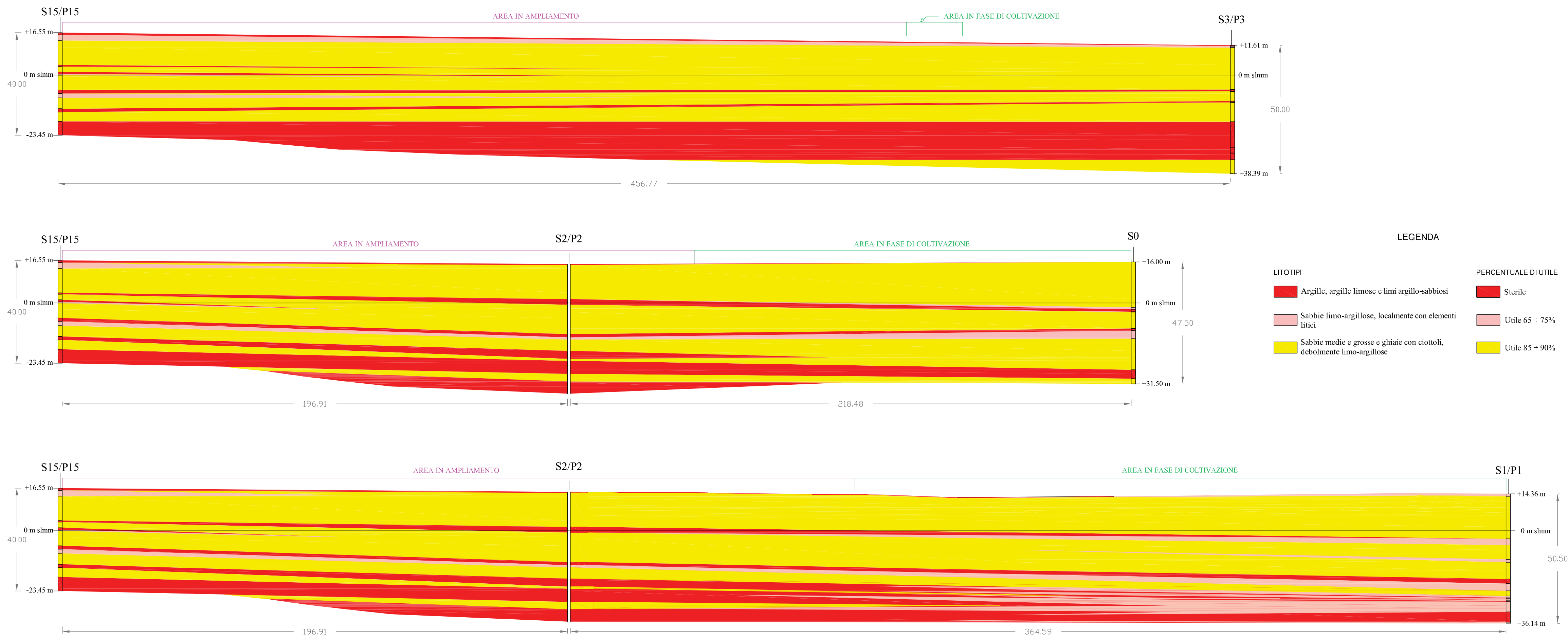
LEGENDA

- Argille, argille limose e limi argillo-sabbiosi
- Sabbie limo-argillose, localmente con elementi litici
- Sabbie fini, medie e grosse
- Sabbie medie e grosse e ghiaie con ciottoli, debolmente limo-argillose
- 0.00

Quote riferite allo 0 assoluto (m s.l.m.m)
- 0.00

Profondità rispetto alla quota di inizio perforazione (p.c.)

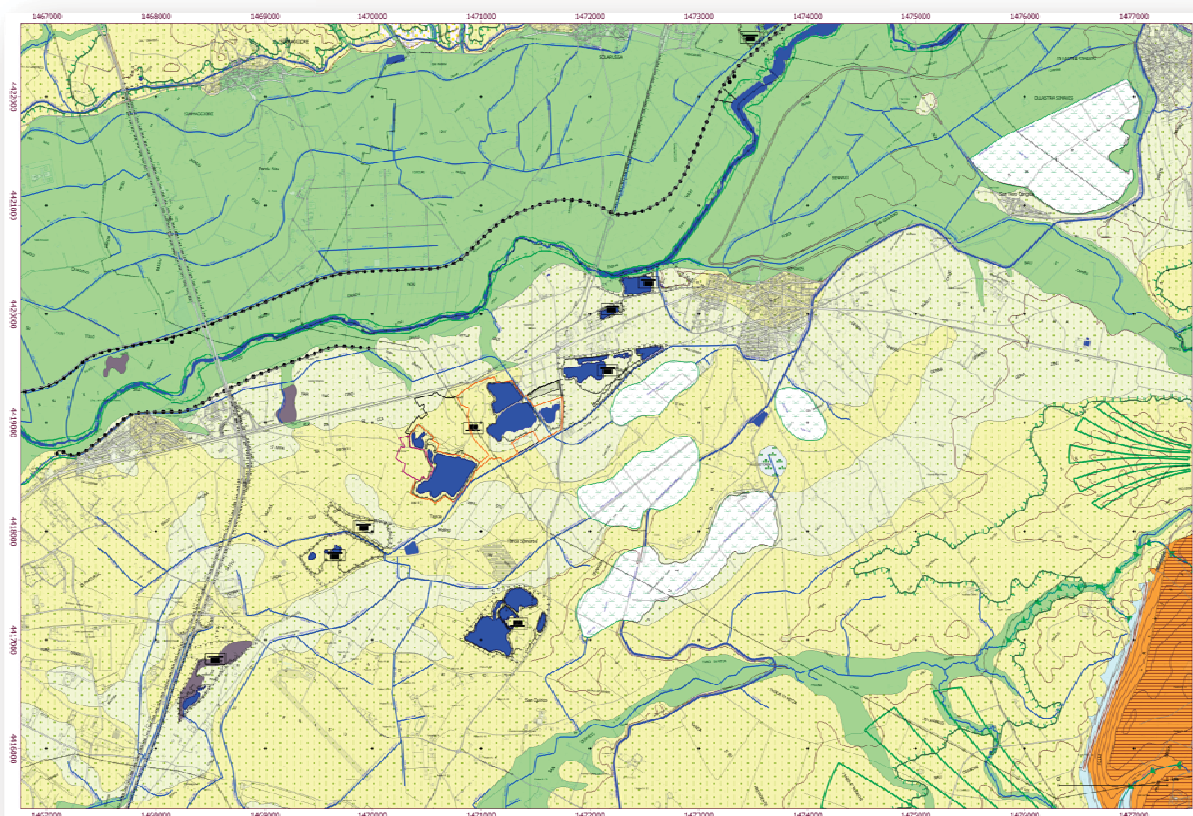
MODELLO RICOSTRUTTIVO DEL SOTTOSUOLO



INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

I lineamenti morfologici di un territorio sono innanzitutto determinati dalla natura dei litotipi affioranti; la genesi, la composizione e la tessitura combinati con i processi esogeni (gravitativi, fluvio-torrentizi, climatici in generale, antropici ecc.) generano le forme peculiari del paesaggio.

L'area in esame è per la maggior parte della sua estensione pianeggiante o lievemente depressa, degrada in generale da est verso ovest, con un blando rilievo nel settore orientale, ed è caratterizzata dal Fiume Tirso che la attraversa nel settore settentrionale e centrale, da est verso ovest.



Stralcio Carta Geomorfologica

Le vulcaniti basaltiche in località Pranixeddu, nel settore sud orientale dell'area, ne costituiscono il maggior rilievo e si elevano fino a circa 120 m s.l.m.m.; la superficie della colata, subpianeggiante e suborizzontale degrada dolcemente verso nord mentre il versante occidentale, di tipo strutturale, in corrispondenza di una faglia, è ad elevata acclività.

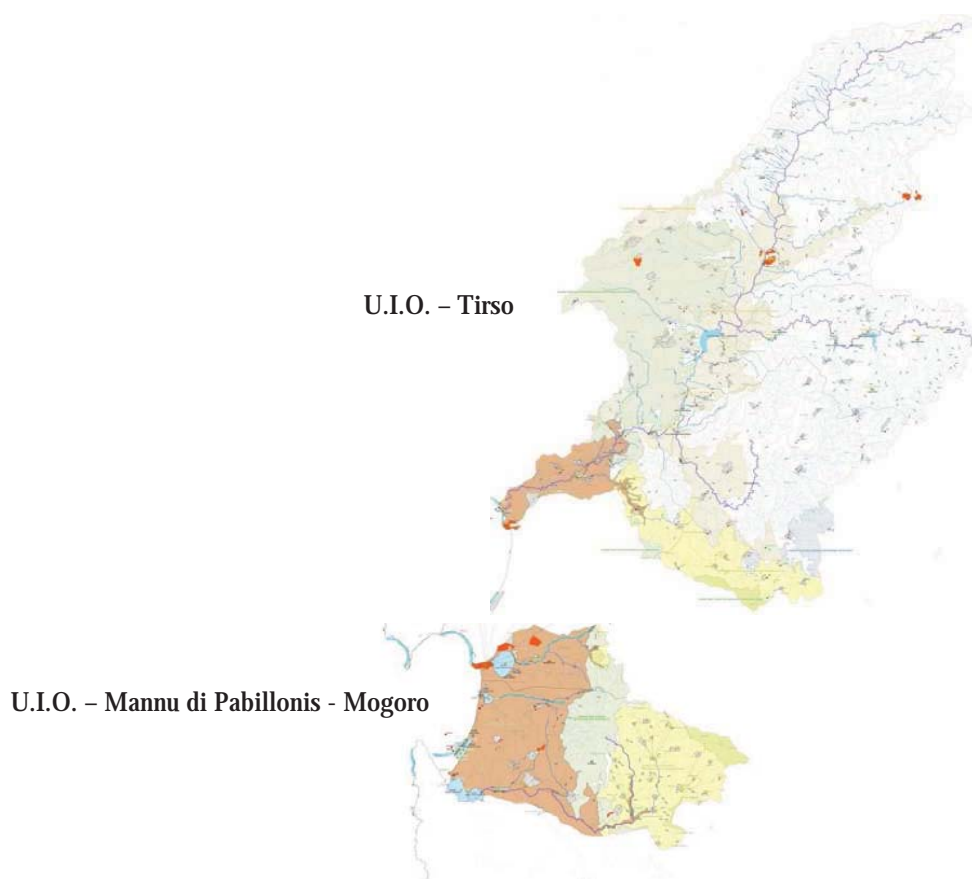
Le alluvioni pleistoceniche, in facies di conoide mediana e distale, terrazzate nel settore orientale centro meridionale e in quello nord occidentale, degradano verso ovest nella piana alluvionale con quote variabili da circa 65 m a circa 8 m s.l.m.m.; le alluvioni oloceniche degradano anch'esse in generale verso ovest, quelle del Fiume Tirso, pianeggianti, dalla quota di circa 20 m fino a circa 6 m s.l.m.m., quelle del Riu Sant'Elena e del Riu Merd'e Cani, che incidono via via meno profondamente il basamento miocenico e le alluvioni pleistoceniche, da quote rispettivamente di circa 27 m e 50 m fino a circa 10 m e 8 m s.l.m.m..

Il settore centrale dell'area, a sud e sudovest dell'abitato di Simaxis, e quello nord orientale, fra i centri abitati di San Vero Congius e Ollastra, sono caratterizzati dalla presenza di vaste aree lievemente depresse, bonificate, le cosiddette "pauli".

Il reticolo idrografico appare complesso e articolato in tutta l'area esaminata per via delle modifiche antropiche subite da quello naturale e delle connessioni fra questo e la fitta rete di canali artificiali; esso, per la porzione ricadente nella parte centro settentrionale dell'area cartografata è compreso nel bacino idrografico del Fiume Tirso (esteso per circa 3336 km² nei settori centro settentrionale e centro occidentale della Sardegna fino alla costa settentrionale del Golfo di Oristano), mentre per quella ricadente nella parte meridionale è compreso nel bacino idrografico del Riu Merd'e Cani (esteso per circa 138 km² dai versanti nord occidentali del Monte Arci fino alla costa centro settentrionale del Golfo di Oristano).

In riferimento al "Piano Di Tutela Delle Acque" (art. 44 D.Lgs 152/99 e s.m.i., art. 2 L.R. 14/2000, Direttiva 2000/60/CE), nell'ambito del Bacino Unico Regionale (L. 183/89) questi bacini appartengono rispettivamente alla Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) Tirso e alla Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) Mannu di Pabillonis - Mogoro.

Le Unità Idrografiche Omogenee sono costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi, ad ognuna di esse oltre alle rispettive acque superficiali interne vengono convenzionalmente attribuite anche le relative acque sotterranee e marino-costiere.



Il corso d'acqua più importante è, come già detto, il Fiume Tirso, altri importanti, ma minori, sono il Roia Caddus - Riu Saoru - Riu Nura Craba, il Riu Sant'Elena e il Riu Merd'e Cani; tutti sono stati interessati da rilevanti interventi antropici, quali l'arginatura e la rettificazione e canalizzazione degli alvei. La restante parte del reticolo idrografico è costituita da una fitta rete di canali artificiali di adduzione e di colo fra i quali, importanti per l'influenza sullo sviluppo delle attività di quest'area, il Canale Adduttore Destra Tirso, il Canale Adduttore Tirso - Arborea, il Canale Generale N. 4, il Riu de Mesu, il Canale di Bonifica Pauli Ufficiali (anche indicato come Canale di Bonifica Pirastu / Canale 4 / Canale 12), il Canale Collettore di Bonifica 1 Zona, il Canale de Sa Pauli, il Canale Generale 2 Zona, il Canale di Bonifica Spinarba e il Canale di Bonifica Pauli Longa.

Il Fiume Tirso attraversa i settori settentrionale e centrale dell'area in esame, immettendovisi dal margine nord orientale e scorrendo con direzione sudovest ovest fino a quello centro occidentale, costeggiando a nord ovest e nord rispettivamente i centri abitati di Simaxis e Sil. L'alveo, limitato da scarpate di erosione, si sviluppa all'interno del settore golenale con corso sinuoso, a tratti con anse e meandri, tipico della piana alluvionale distale e della piana costiera; il regime delle acque è regolato dalla Diga Sa Cantonera, lungo l'alveo sono presenti sabbie e ghiaie legate alla dinamica fluviale attuale.

Il Riu Saoru nasce nel territorio del Comune di Zerfaliu come Roia Caddus, attraversa il territorio del Comune di Solarussa, dove acquisisce la nuova denominazione, e parte di quello del Comune di Oristano dove, poco a sud dell'abitato di Nuraxinieddu, dopo la confluenza del Canale Generale N. 4 diviene Riu Nura Craba (già Riu Tanui) che scorre a nord dell'argine destro del Fiume Tirso e si sviluppa per circa 7 km prima di sfociare nello Stagno di Cabras, come Canale di Bonifica a Mare Bennaxi che costituisce l'asta terminale di un reticolo idrografico che drena un importante bacino che comprende parte dei territori dei comuni di Zerfaliu, Solarussa, Siamaggiore, Oristano, Nurachi e Cabras. Il corso d'acqua, per tutto il tratto cartografato, si presenta rettificato, canalizzato e parzialmente confinato da argini.

Il Riu Sant'Elena è un affluente di sinistra del fiume Tirso, nasce come Riu Perdafitta dalle pendici del monte Pedra Fitta, circa 1,5 km a nord dell'abitato di Mogorella, si sviluppa per circa 24 km ed è alimentato prevalentemente dal drenaggio dei versanti meridionale e occidentale del Monte Grighini e in misura minore del versante settentrionale del Monte Arci. Nell'area in studio è cartografato il suo tratto terminale, fino alla confluenza nel Fiume Tirso, in prossimità dell'abitato di Simaxis; questa parte del corso d'acqua che attraversa un'area bonificata è stata rettificata, canalizzata e confinata da argini che si ricongiungono con quelli del Fiume Tirso. I tratti iniziale e mediano del Riu Sant'Elena (Riu Narampusa) si sviluppano in un settore collinare in cui inizialmente il corso d'acqua, con andamento sinuoso e localmente meandriforme, incide il rilievo con una valle V, questa valle diventa più ampia poco prima della confluenza con il Riu Crannaxiu, nel territorio comunale di Villaurbana, e prosegue con questa tendenza fino allo sbocco nella valle del Fiume Tirso nei pressi dell'abitato di San Vero Congius.

Il Rio Merd'e Cani ha origine nel territorio comunale di Siamanna, in località Campu Isquidda, a nord della SP 68; il suo corso si sviluppa, per il tratto cartografato, prevalentemente con direzione nord est – sud ovest, nella parte intermedia est – ovest, raccogliendo inizialmente, in sponda sinistra, alcuni brevi rii che provengono dal rilievo di Pranu Sara e Pranixeddu e successivamente, a circa 4 km dall'origine, in località Arca Mandas, sempre in sponda sinistra, il suo primo importante immissario, il Rio Ilixi che nella parte iniziale assume il nome di Gora Florissa. Il Rio Merd'e Cani, per tutto questo tratto e fino al punto in cui sovrappassa il canale irriguo Tirso Arborea, presenta pendenze molto modeste e il suo alveo inciso ha un andamento naturale variamente sinuoso, successivamente le pendenze diminuiscono ulteriormente e l'alveo fino alla foce nello Stagno di Pauli Maiori è stato canalizzato e rettificato. Tutti questi corsi d'acqua hanno bacini di estensione comparabile che, per quanto differiscano relativamente all'assetto geomorfologico e all'uso del suolo, determinano periodicamente portate rilevanti.

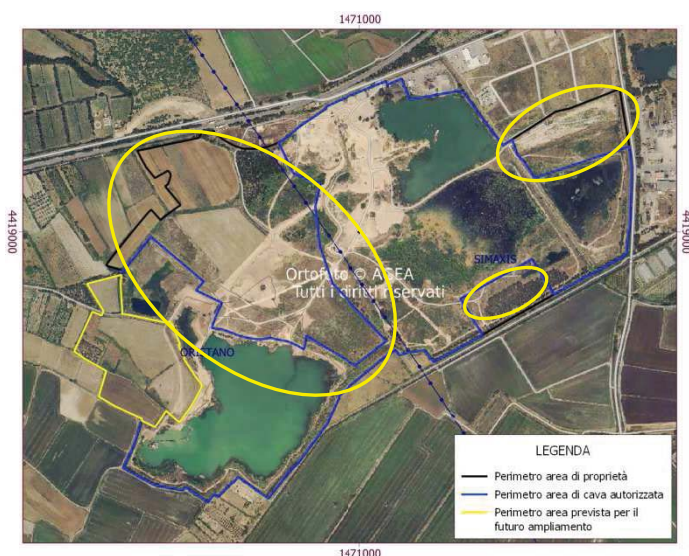
Per quanto riguarda la rete di canali artificiali che completa il reticolo dell'area si precisa che il Canale Adduttore Destra Tirso e il Canale Adduttore Tirso – Arborea, che hanno origine dalla traversa sul Fiume Tirso di Santa Vittoria, e le loro principali diramazioni, hanno una modestissima influenza sul deflusso superficiale dell'area e le loro portate sono regolate quantitativamente e temporalmente in funzione della richiesta. I vari canali di bonifica invece convogliano il deflusso, altrimenti difficoltoso, di vaste superfici pianeggianti nei territori di Oristano, Siamaggiore, Simaxis, Solarussa, Zerfaliu e Ollastra sia verso il Fiume Tirso, sia verso lo Stagno di Cabras sia verso lo Stagno di Santa Giusta.

Le forme e i processi naturali dell'area, legati prevalentemente alla dinamica fluviale del Fiume Tirso e dei corsi d'acqua minori, sono stati integrati e modificati dall'attività antropica attraverso opere di bonifica, costruzione di argini, realizzazione di una rete di canali per la regimazione e distribuzione delle acque superficiali, pratiche agricole, espansione urbana e rurale, infrastrutturazione varia.

Per quanto riguarda le attività antropiche un cenno particolare va fatto a proposito di quelle estrattive, rilevanti per le superfici occupate e per le modifiche del territorio. Tali attività, sia in esercizio sia dismesse, sono prevalentemente ubicate nei territori comunali di Simaxis e Oristano, secondo un allineamento, fra i due centri urbani, nord est – sud ovest, e subordinatamente nei territori comunali di Zerfaliu e Solarussa, in prossimità o nell'alveo del Fiume Tirso. Lo svolgimento dell'attività estrattiva ha prodotto e produce delle cavità che nei casi in cui le stesse sono ormai cessate senza evidenti specifici interventi di ripristino ne di ordinaria manutenzione sono restate tali. Queste cavità, sia sopra sia sotto falda, non incidono sensibilmente sulle dinamiche geomorfologiche del settore, specificamente sul deflusso delle acque superficiali, rigorosamente e capillarmente regimato, né sull'assetto idrogeologico, la messa in comunicazione di diversi acquiferi e diverse falde produce, per quanto verificato, solo una perturbazione alla scala locale dell'intervento. Per quanto riguarda le attività estrattive dismesse l'effetto negativo più evidente consiste principalmente nella perdita di aree destinabili ad altre attività produttive, in primis quelle agricole e zootecniche, e secondariamente nell'insorgenza di una modesta pericolosità geomorfologica legata alla instabilità dei fronti di scavo. Per quanto riguarda le attività svolte in alveo, ormai cessate, a monte e a valle dell'intervento, per un tratto della lunghezza di circa 2 km, si sono verificati importanti fenomeni erosivi delle sponde con modifica del corso e dell'ampiezza dell'alveo cui si è cercato di porre rimedio con alcuni interventi di difesa spondale (gabbionate e pennelli trasversali) che hanno prodotto localizzate lievi regressioni dei fenomeni.

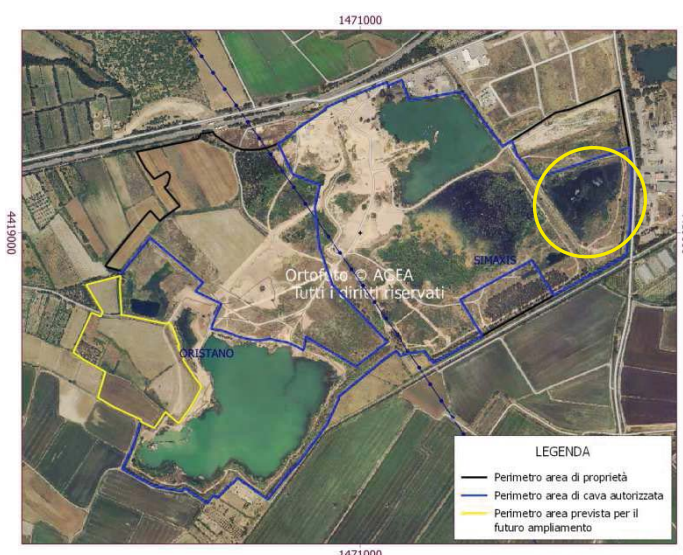
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO

L'intera area di proprietà della CESPO S.r.l., in cui ricade anche l'attività estrattiva, presenta un'alternanza di settori in cui si svolgono diverse fasi dell'attività o sono attualmente destinati ad altri usi.

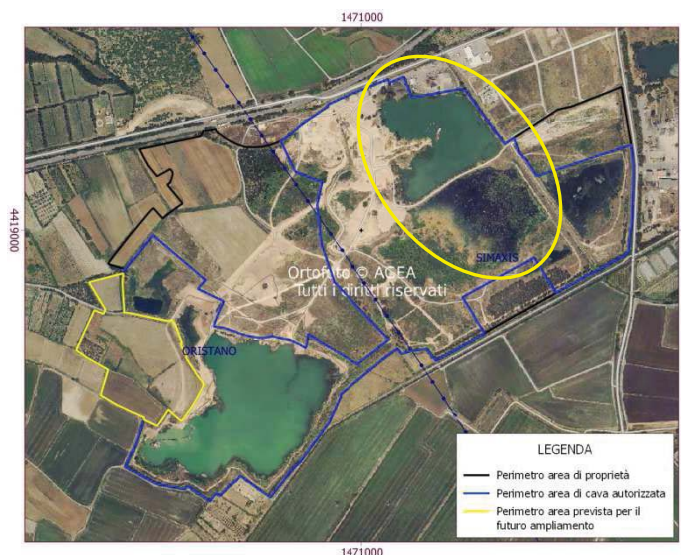
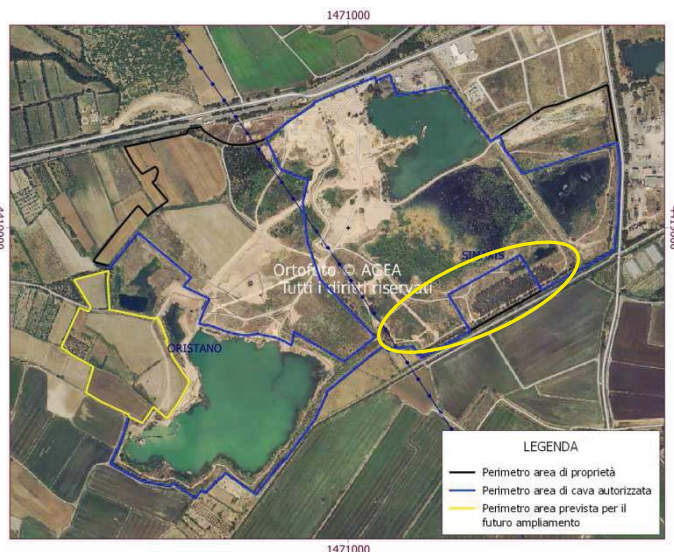


Il settore centro occidentale interessato in passato dall'attività estrattiva si presenta attualmente pianeggiante a seguito dei lavori di ricolmamento e livellamento che hanno ripristinato la morfologia primaria; il settore, orientale anch'esso oggetto di attività estrattiva e successivo recupero ambientale, è sede di una discarica di inerti.

A sud della discarica è presente un'area paludosa instauratasi presso la depressione di scavo, residua di vecchi lavori estrattivi nell'area, con scarpate nel settore occidentale e orientale.

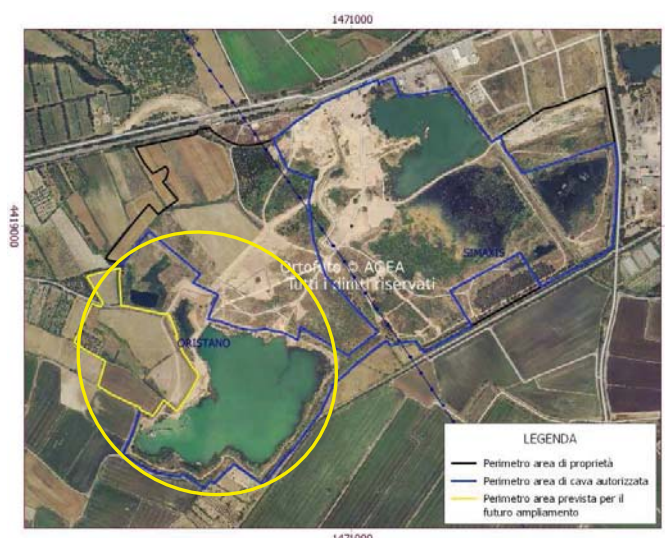


La parte meridionale del settore centro orientale è attualmente oggetto di recupero ambientale, proseguono i lavori di ricolmamento dei bacini e livellamento delle zone depresse sub-pianeggianti al fine di raccordarle altimetricamente e morfologicamente alle aree circostanti.



La parte centro settentrionale di questo settore è sede di aree dedicate all'attuale attività estrattiva, nella parte meridionale è presente un bacino di decantazione in fase di colmamento con sponde a bassa pendenza e letto irregolare caratterizzato da aree depresse

e aree in rilievo a causa del deposito e l'accumulo di materiale in carico nelle acque di lavaggio dei materiali. Nella parte settentrionale è presente un lago residuale originato da un'area di scavo sotto falda.



Nel settore occidentale, è presente un lago generato dall'attività estrattiva in corso che al termine della coltivazione dell'area autorizzata avrà un'estensione di circa 15 ha.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee sono direttamente correlate alle caratteristiche lito-stratigrafiche dell'acquifero e del bacino di alimentazione.

Prima di entrare nel dettaglio dell'area d'intervento si ritiene opportuno fare un inquadramento idrogeologico qualitativo generale dell'area cartografata.

Le acque sotterranee vengono attribuite a una cosiddetta Unità Idrografica Omogenea nella quale ricade la frazione maggiore dell'areale che delimita il medesimo acquifero, o ritenuta più idonea in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero stesso (scambi idrici fra sistemi contigui, verso del moto di filtrazione etc.).

In riferimento al "Piano Di Tutela Delle Acque" (art. 44 D.Lgs 152/99 e s.m.i., art. 2 L.R. 14/2000, Direttiva 2000/60/CE), nell'ambito del Bacino Unico Regionale (L. 183/89) sono state individuate Unità Idrografiche Omogenee costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi, ad ognuna di esse oltre alle rispettive acque superficiali interne vengono convenzionalmente attribuite anche le relative acque sotterranee e marino – costiere.

I litotipi già descritti (vedi Relazione geologica), per le caratteristiche di permeabilità sia rilevate in sito che desunte dai dati bibliografici, possono essere assegnati a specifiche Unità Idrogeologiche individuate a un più ampio livello territoriale (regionale); queste unità sono state concepite in modo tale che oltre il dato sulla permeabilità l'accorpamento dei litotipi segua anche un criterio geocronologico.

La permeabilità, che deve essere intesa come la proprietà delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua sottoposta a un carico idraulico, si distingue in due grandi tipologie, quella per porosità e quella per fessurazione. La prima si manifesta in litotipi porosi, più o meno cementati, caratterizzati da numerosi piccoli vuoti intergranulari e intercomunicanti, mentre la seconda, invece, è tipica di litotipi coerenti e compatti ma solcati da diverse famiglie di fessure e giunti.

La permeabilità, valutata a questo livello di analisi in modo qualitativo in rapporto ai valori del coefficiente di permeabilità K (m/s), viene specificamente definita:

- alta per $K > 10^{-2}$
- medio-alta per $10^{-2} > K > 10^{-4}$
- medio-bassa per $10^{-4} > K > 10^{-9}$
- bassa per $K < 10^{-9}$

Le Unità Idrogeologiche individuate a livello regionale sono 14, quelle presenti nell'area in studio (vedi Tav 2a Carta Idrogeologica) elencate in ordine cronologico dalla più recente sono:

Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie (2): ne fanno parte i depositi alluvionali dell'Olocene e del Pleistocene superiore e i depositi palustri dell'Olocene. La permeabilità di questa unità è del tipo per porosità ed è in generale medio-bassa per la presenza di matrice argillosa e per il grado elevato di addensamento del materiale, localmente può essere media o alta in livelli grossolani con ridotta o assente frazione argillosa.

Unità delle Vulcaniti Plio-Quaternarie (3): ne fanno parte le vulcaniti del Plio-Pleistocene. La permeabilità di questa unità è del tipo per fessurazione ed è in generale medio-bassa e bassa, localmente, nelle facies maggiormente fratturate e con scarsi riempimenti detritici, vescicolari e cavernose può essere media o alta sempre per fessurazione e subordinatamente per porosità.

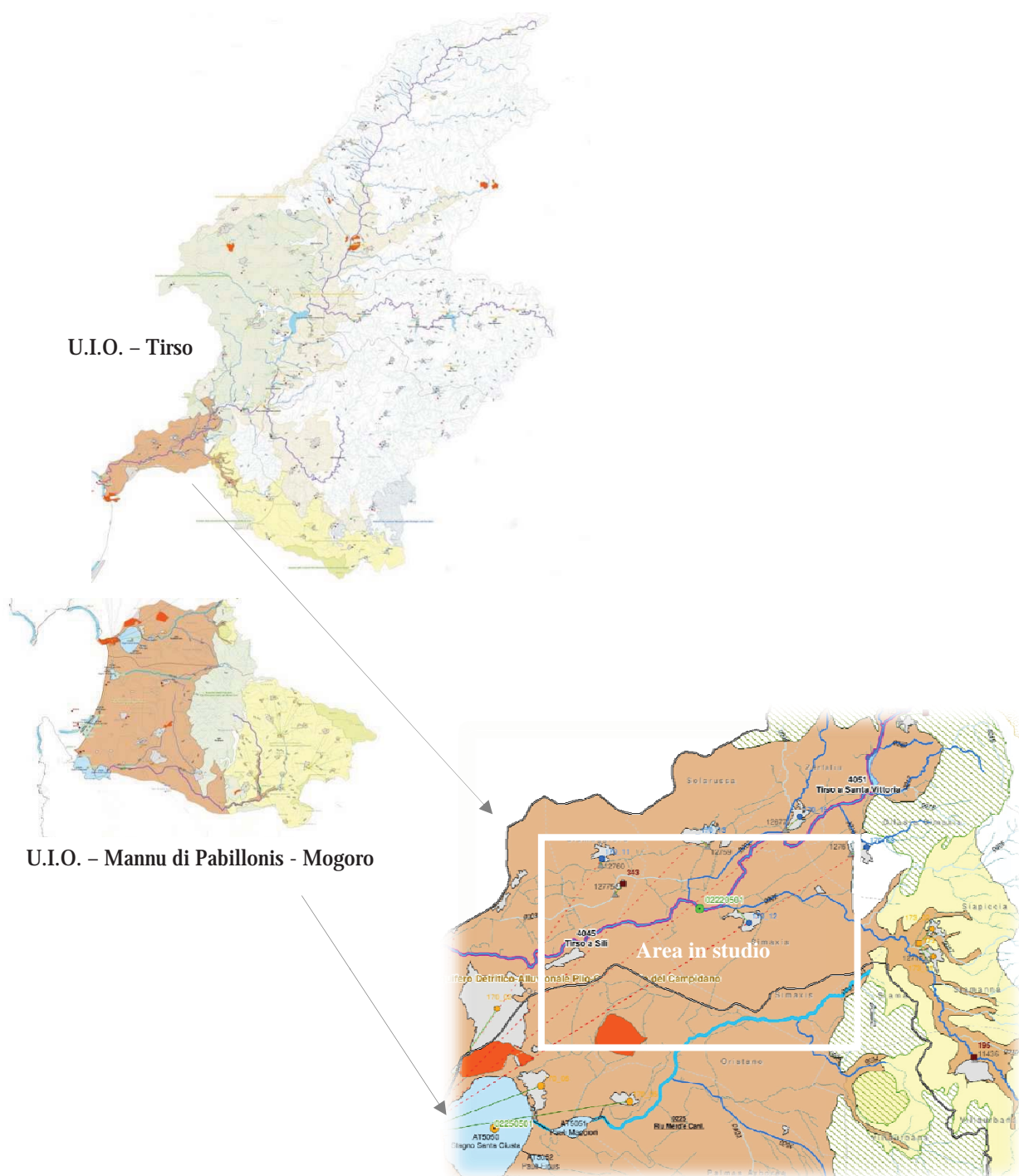
Unità Detritico-Carbonatica Oligo-Miocenica inferiore (6a): ne fanno parte le marne e le arenarie del Miocene inferiore-medio. La permeabilità di questa unità è del tipo per porosità e subordinatamente per fessurazione ed è medio-bassa in corrispondenza dei termini marnosi passando a medio-alta in quelli arenacei.

Una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee costituiscono un Complesso Acquifero.

Alla scala regionale sono stati individuati, sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità, 37 Complessi Acquiferi Principali. In riferimento alla vulnerabilità è stato dato maggiore risalto agli acquiferi quaternari costieri, maggiormente vulnerabili perché in aree a forte impatto antropico (centri abitati, insediamenti turistici, ingressione marina, agricoltura intensiva), rispetto ad alcuni acquiferi profondi siti in aree scarsamente antropizzate.

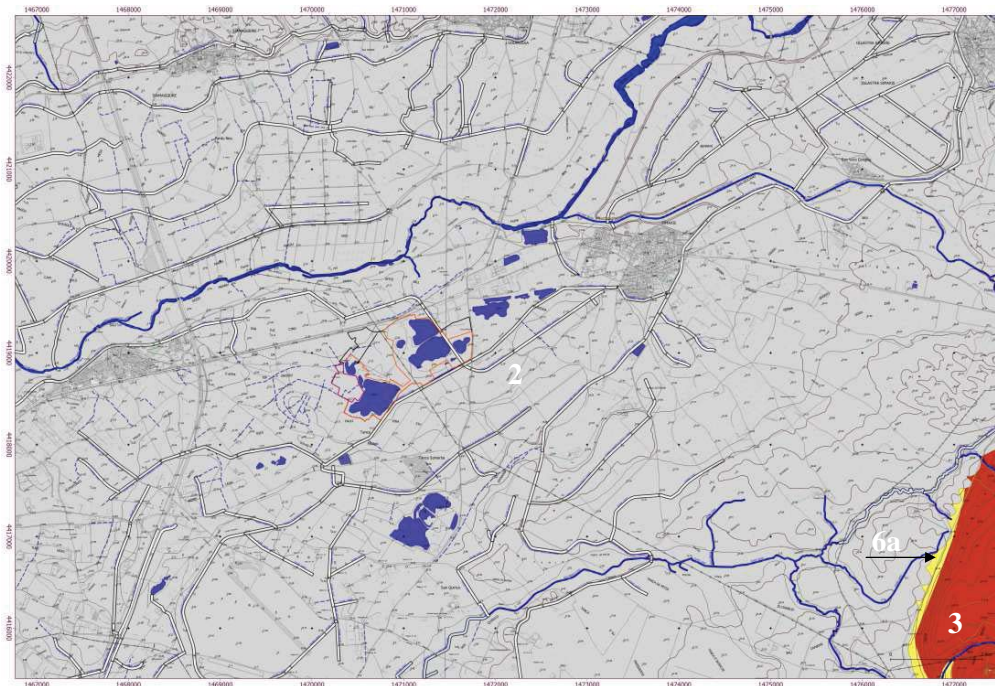
L'area in studio ricade nell'ambito di 3 Complessi Acquiferi Principali:

1. Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano costituito da:
Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie (2)
2. Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale costituito da:
Unità delle Vulcaniti Plio-Quaternarie (3)
3. Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Campidano Orientale costituito da:
Unità Detritico-Carbonatica Oligo-Miocenica inferiore (6a)



Riassumendo quanto già detto, l'area in studio può essere inquadrata come segue:

UNIT IDROGRAFICHE OMOGENEE (U.I.O.)	
TIRSO	
MANNU DI PABILLONIS – MOGORO	
UNIT IDROGEOLOGICHE	
UNIT DELLE ALLUVIONI PLIO-QUATERNARIE (2)	depositi alluvionali e palustri dell'Olocene depositi alluvionali del Pleistocene superiore
UNIT DELLE VULCANITI PLIO-QUATERNARIE (3):	vulcaniti del Plio-Pleistocene
UNIT DETRITICO-CARBONATICA OLIGO-MIOCENICA INFERIORE (6A):	marne e arenarie del Miocene inferiore-medio
COMPLESSI ACQUIFERI PRINCIPALI	
ACQUIFERO DETRITICO-ALLUVIONALE PLIO-QUATERNARIO DEL CAMPIDANO	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie (2)
ACQUIFERO DELLE VULCANITI PLIO-PLEISTOCENICHE DELLA SARDEGNA CENTRO-OCCIDENTALE	Unità delle Vulcaniti Plio-Quaternarie (3)
ACQUIFERO DETRITICO-CARBONATICO OLIGO-MIOCENICO DEL CAMPIDANO ORIENTALE	Unità Detritico-Carbonatica Oligo-Miocenica inferiore (6a)



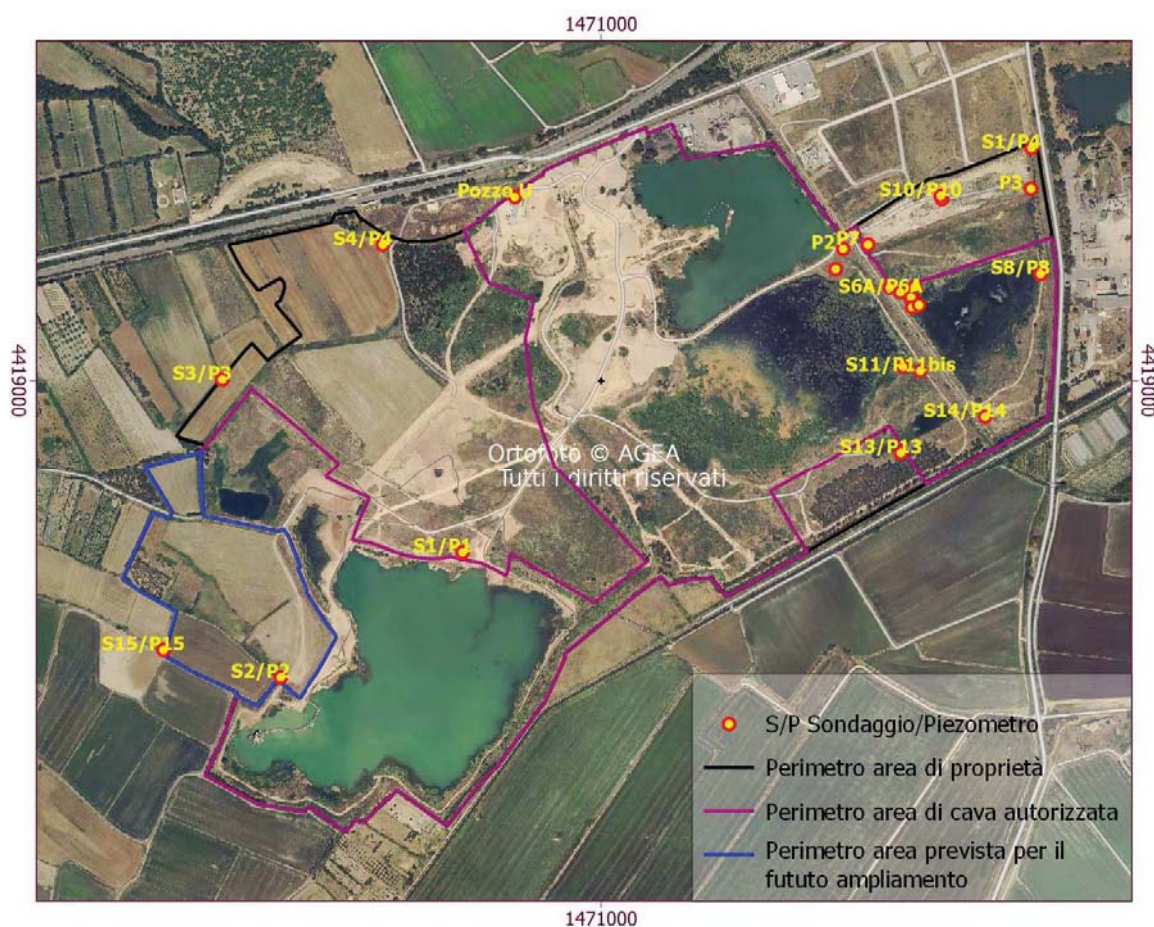
Stralcio Carta Idrogeologica

Fatte tali considerazioni di carattere generale è opportuno precisare che per quanto riguarda l'area in studio e specificamente il sito d'intervento le caratteristiche idrogeologiche fanno riferimento all'Unità Idrogeologica delle Alluvioni Plio-Quaternarie e all'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano. Si ritiene infatti che vi siano limitatissimi rapporti di interscambio con le altre Unità Idrogeologiche e Complessi Acquiferi.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO

Per la ricostruzione del modello idrogeologico dell'area in esame sono stati presi in considerazione i dati risultanti dal monitoraggio continuo della falda esteso al nuovo punto di controllo realizzato, gli studi eseguiti in precedenza in tale settore e i dati bibliografici.

Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione dei piezometri monitorati.



Il modello idrogeologico è rappresentabile da un acquifero stratificato, interdigitato e localmente semi-confinato sede di circolazioni sub-superficiali e acque vadoze i cui apporti sono essenzialmente riferibili alle acque meteoriche e di una falda freatica o localmente in pressione a seconda delle caratteristiche dell'acquifero.

Questa ricostruzione in particolare è valida nell'ambito areale del sito d'intervento e fino alla profondità massima investigata, oltre la quale per la continuità e potenza degli strati impermeabili rilevati si ritiene sia presente un acquifero profondo confinato sede di un'altra falda presumibilmente in pressione.

DESCRIZIONE ATTIVITÀ SVOLTE NELL'AREA DI PROPRIETÀ DELLA SOCIETÀ

L'area di proprietà della società ricadente nel territorio del **Comune di Simaxis** è stata interamente interessata in passato dall'attività estrattiva.

Attualmente la parte nord occidentale ospita gli edifici sede della società, l'impianto di trattamento e le aree di stoccaggio del materiale. La restante parte che si estende lungo il confine con il territorio del Comune di Oristano e lungo il margine meridionale della proprietà si presenta sub-pianeggiante o con blande depressioni, ed è interessata da lavori di rimodellamento dei fronti di scavo e di colmamento e livellamento delle zone debolmente depresse sub-pianeggianti al fine di raccordarle altimetricamente e morfologicamente alle aree circostanti. Le superfici interessate da tali lavori si estendono per 89.712 m² e richiederanno l'utilizzo di 140.849 m³ di terre e rocce da scavo di provenienza esterna.

Si prevede che ai 5 anni sarà stato completato il colmamento e il livellamento di un'area della superficie di circa 41.900 m² con l'utilizzo di circa 60.800 m³ di terre e rocce da scavo di provenienza esterna come da planimetria seguente.

Ai 10 anni sarà stato completato il colmamento e il livellamento dell'area adiacente a quella precedentemente realizzata, per una superficie e un volume di materiale pressoché analoghi, nonché di un'ulteriore area depressa ubicata più a nord, della superficie di circa 5.800 m² con un volume di circa 19.200 m³ di terre e rocce da scavo.

Nel settore centro settentrionale è presente un lago residuale originato da un'area di scavo sotto falda attualmente unicamente utilizzato come punto di prelievo delle acque destinate all'impianto di produzione.

Nella parte centrale è presente un bacino di decantazione in fase di colmamento con sponde a bassa pendenza e letto irregolare caratterizzato da aree depresse e aree in rilievo a causa del deposito e l'accumulo di materiale in carico nelle acque di lavaggio dei materiali.

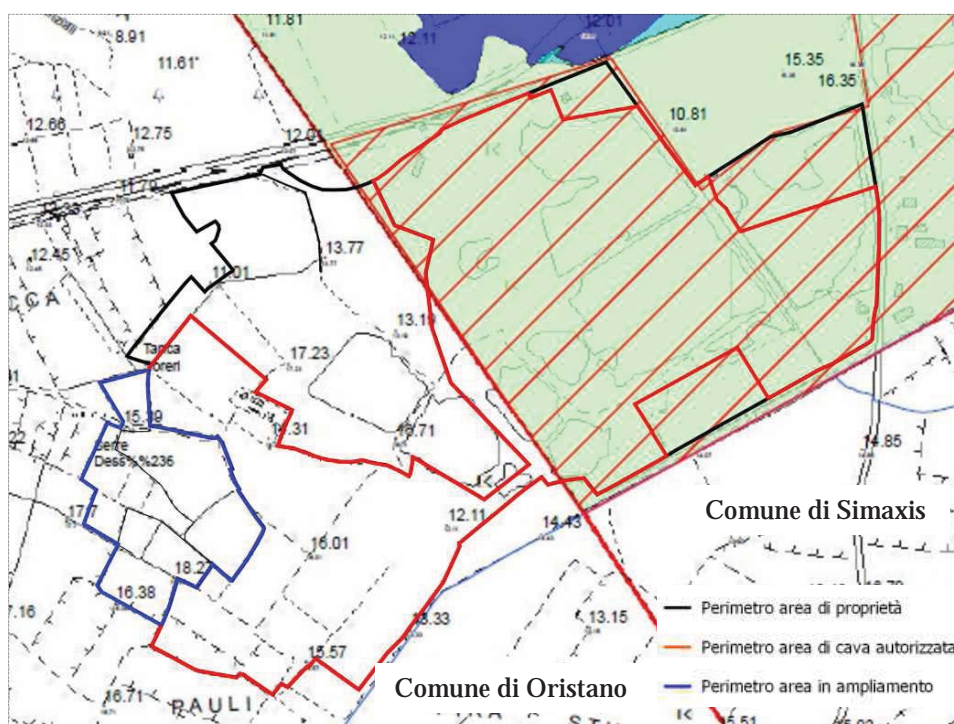
La parte nord orientale è sede di una discarica di inerti.

Nella parte sud orientale è presente un'area paludosa instauratasi presso la depressione di scavo, residua di vecchi lavori estrattivi nell'area, con scarpate lungo i margini occidentali e orientali.

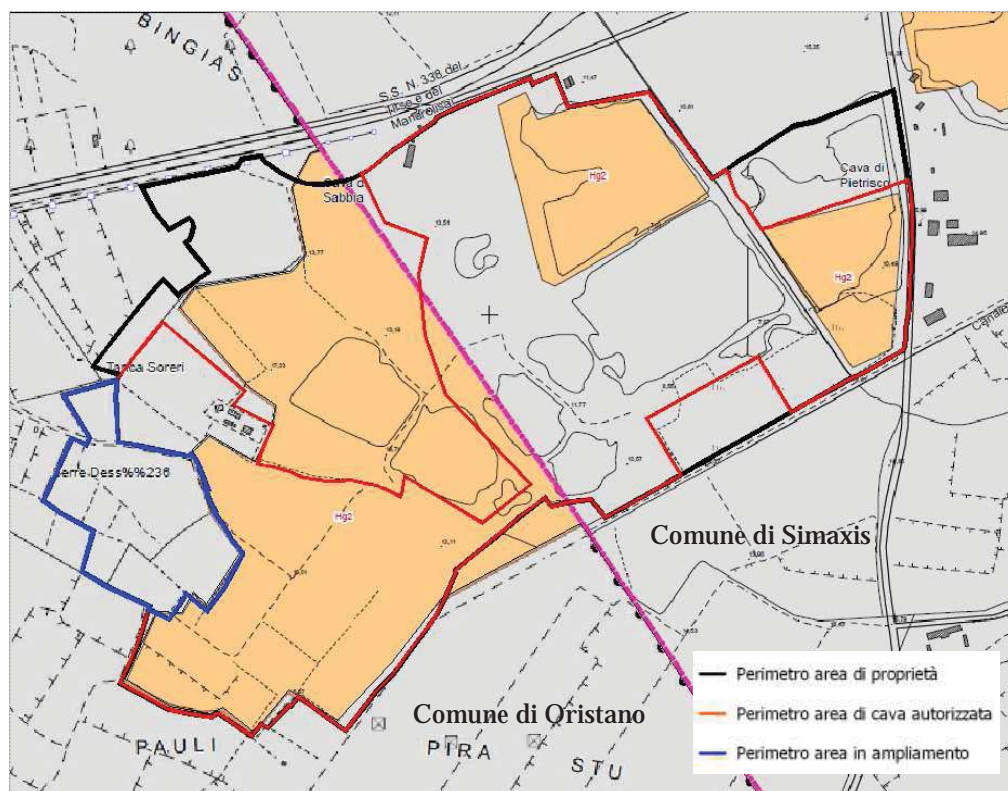
INQUADRAMENTO AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

L'area di cava autorizzata ricadente nel territorio del Comune di Simaxis è stata completamente mappata come area di Pericolosità Idraulica Hi1, e in parte come area di Pericolosità da Frana Hg2 a seguito della Proposta di modifiche della perimetrazione e/o classificazione delle aree a pericolosità e rischio dei piani stralcio relativi all'assetto idrogeologico conseguente a "Approfondimenti puntuali o locali del quadro conoscitivo, relativo allo studio comunale di assetto idrogeologico di cui all'art.8 delle Norme di Attuazione del PAI dell'ambito territoriale relativo all'intero territorio del Comune di Simaxis", (Determinazione del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n.97 del 20.05.2022).

L'area di cava autorizzata e adiacente all'ampliamento, ricadente nel territorio del Comune di Oristano, è stata in parte mappata come area di Pericolosità da Frana Hg2 a seguito dello Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 delle NA del PAI relativo a tutto il territorio comunale di Oristano, (Delibera del Comitato Istituzione dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna n. 2 del 03/07/2018). Come già detto l'area in ampliamento non ricade in aree di Pericolosità da Frana Hg né di Pericolosità Idraulica Hi.

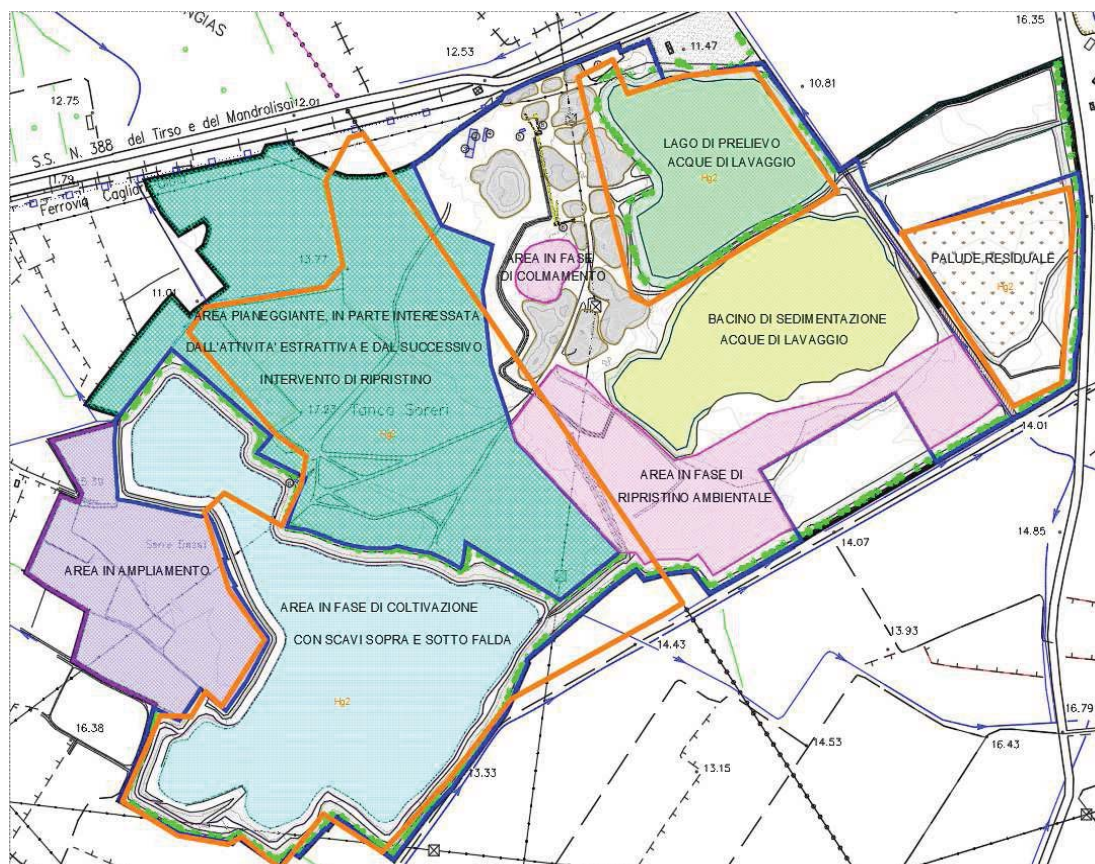


Carta della Pericolosità Idraulica



Carta della Pericolosità da Frana

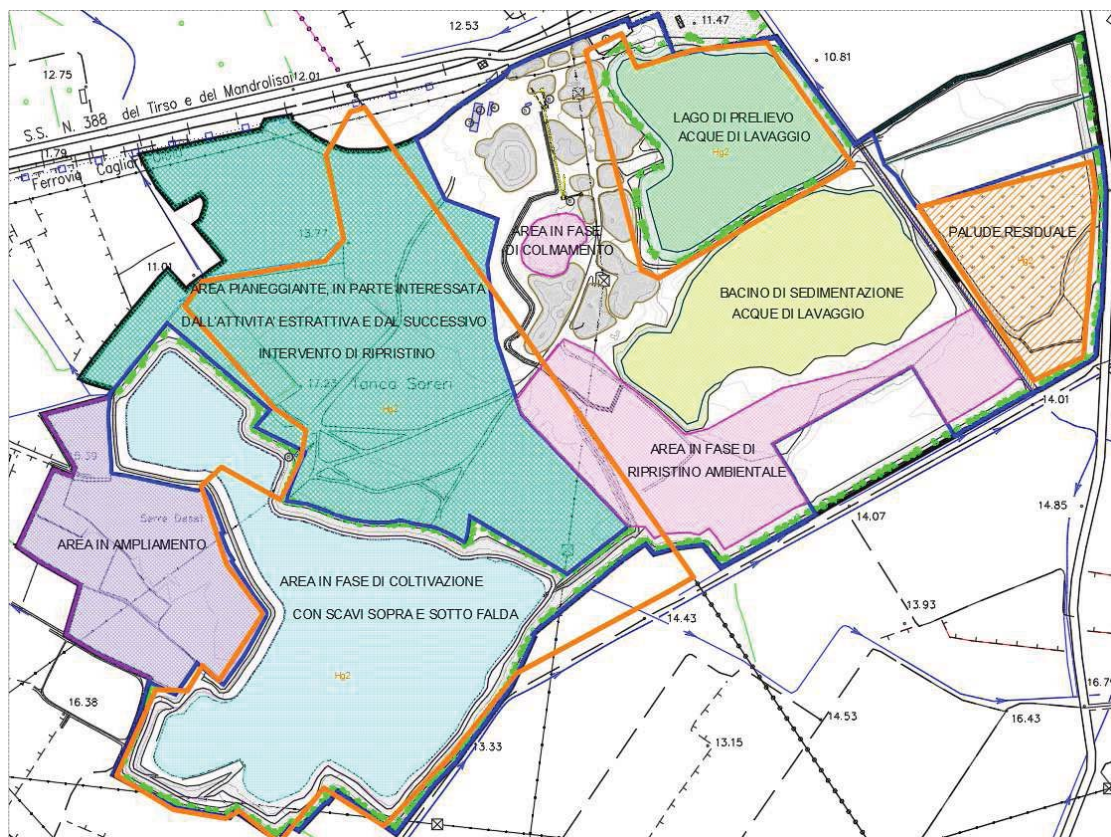
Nella planimetria sottostante sono evidenziate le attività svolte nelle aree a Pericolosità da Frana Hg2.



Sovrapposizione limiti Hg2 su area d'intervento

VALUTAZIONE AMMISSIBILITÀ E COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO

PALUDE RESIDUALE

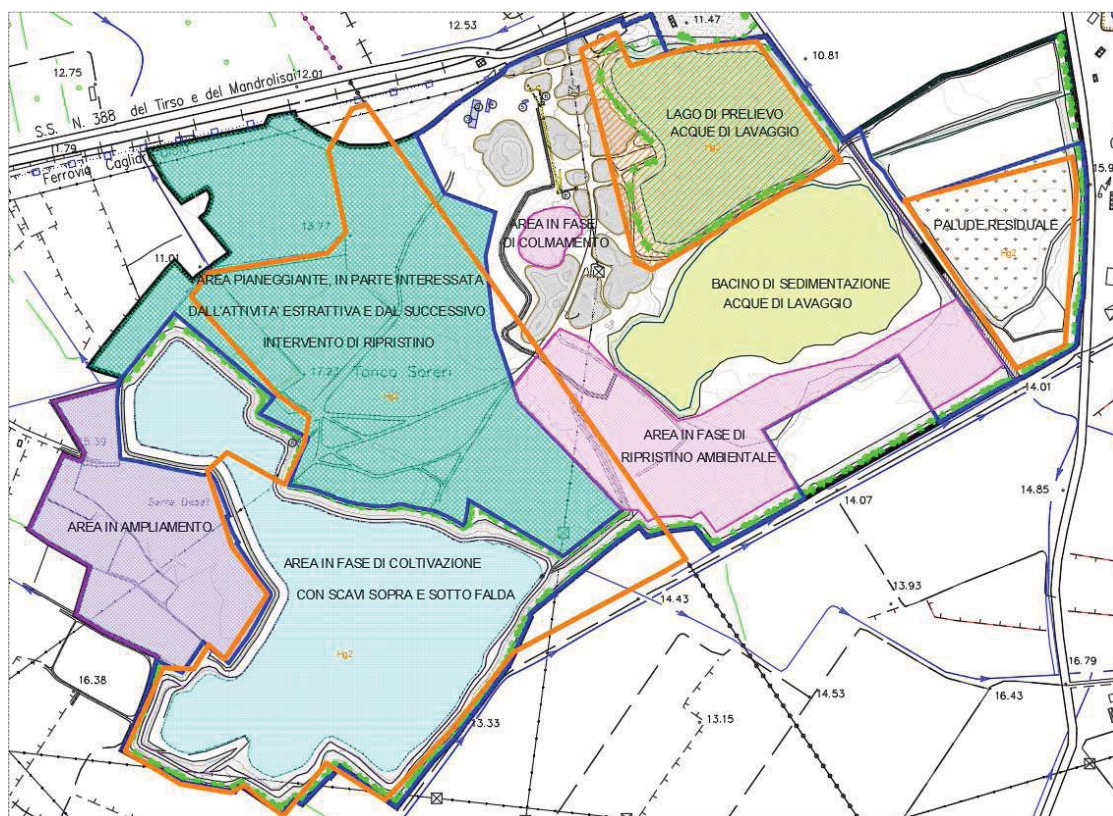


Limiti perimetrazione Hg2 ricadenti sulla palude residuale

L'area occupata dalla palude residuale attualmente è interdetta a qualsiasi attività ad eccezione del solo monitoraggio ambientale e non è in nessun modo connessa al progetto.

Pertanto, poich non sono previste modifiche dell'assetto morfologico dell'area, non sono evidenti fenomeni di dissesto gravitativo profondo a carico dei fronti di scavo, il grado di pericolosità individuato resta invariato.

LAGO PRELIEVO ACQUE DI LAVAGGIO



Limiti perimetrazione Hg2 ricadenti sul lago di prelievo acque di lavaggio

Attualmente il lago residuale è unicamente destinato all'emungimento di acqua per uso industriale e specificamente per lavaggio di inerti, abbattimento polveri dell'area impianto, pulizia dell'impianto, irrigazione del verde per ripristino ambientale cos come stabilito dalla Concessione di derivazione di cui alla Determinazione N. 27408/1047 del 01/08/2018 della Direzione Generale Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano (allegata al presente Studio di Compatibilità).

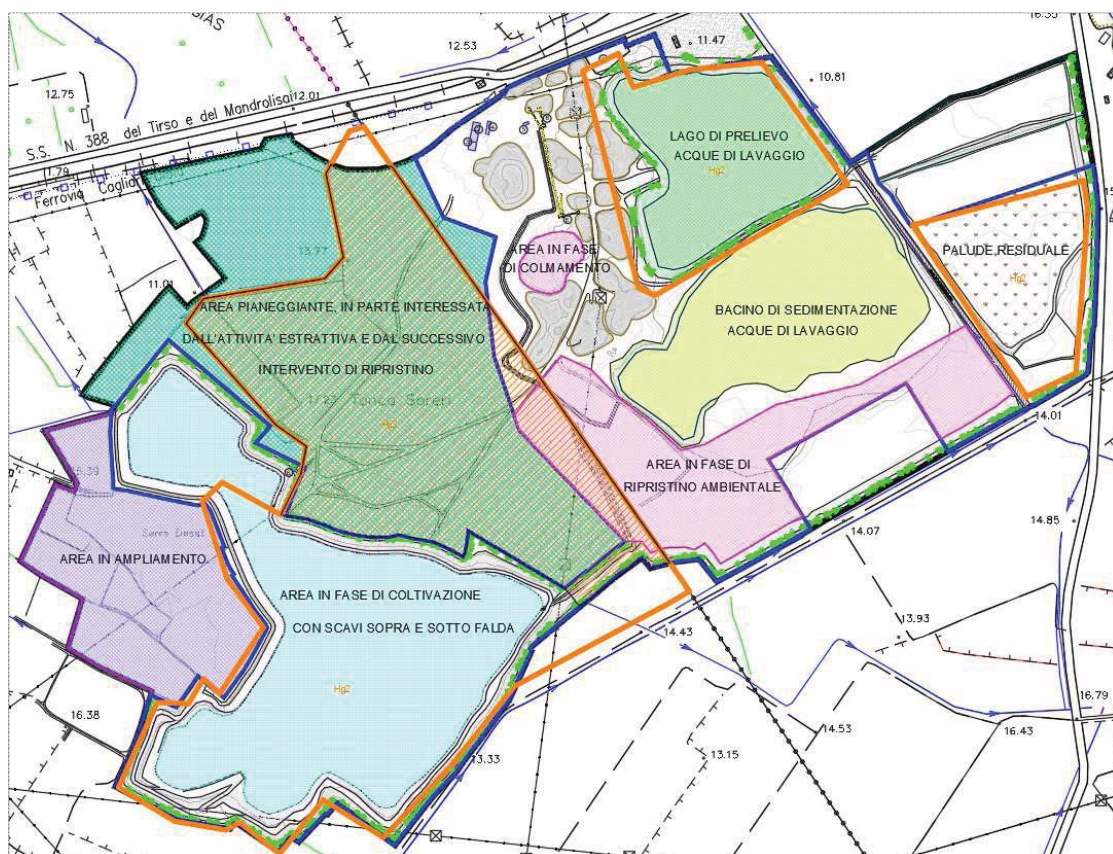
Le acque prelevate per l'impianto di trattamento, alla fine del processo di lavaggio vengono convogliate verso il bacino di decantazione dove avviene la sedimentazione della frazione più sottile e successivamente attraverso uno stramazzo raggiungono nuovamente il lago residuale dal quale sono state prelevate.

Le modalità e i quantitativi prelevati e reimmessi nel lago sono tali da non generare locali anomale oscillazioni nel livello della falda, come dimostrato dai dati rilevati dal monitoraggio periodico.

Pertanto, poich il prelievo della risorsa idrica è effettuato dalla superficie del lago e, per quanto già detto, non genera fenomeni di erosione dei suoli, fenomeni di subsidenza e

alterazioni della circolazione idrica naturale, poichè non sono previste modifiche dell'assetto morfologico dell'area, non sono evidenti fenomeni di dissesto gravitativo profondo a carico dei fronti di scavo, lo stesso è ammissibile e compatibile con il grado di pericolosità dell'area e tale da non modificarlo.

AREE PIANEGGIANTI E IN FASE DI RIPRISTINO AMBIENTALE

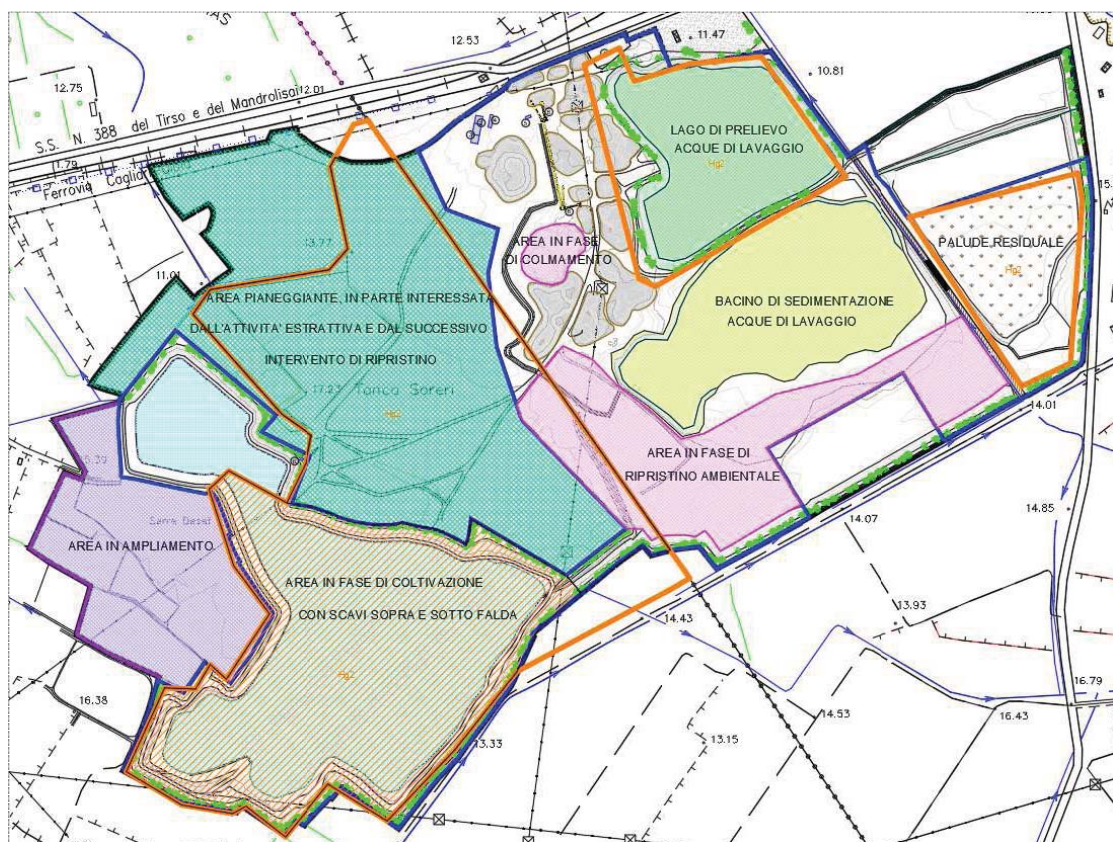


Limiti perimetrazione Hg2 ricadenti su aree pianeggianti e sub-pianeggianti in fase di ripristino ambientale

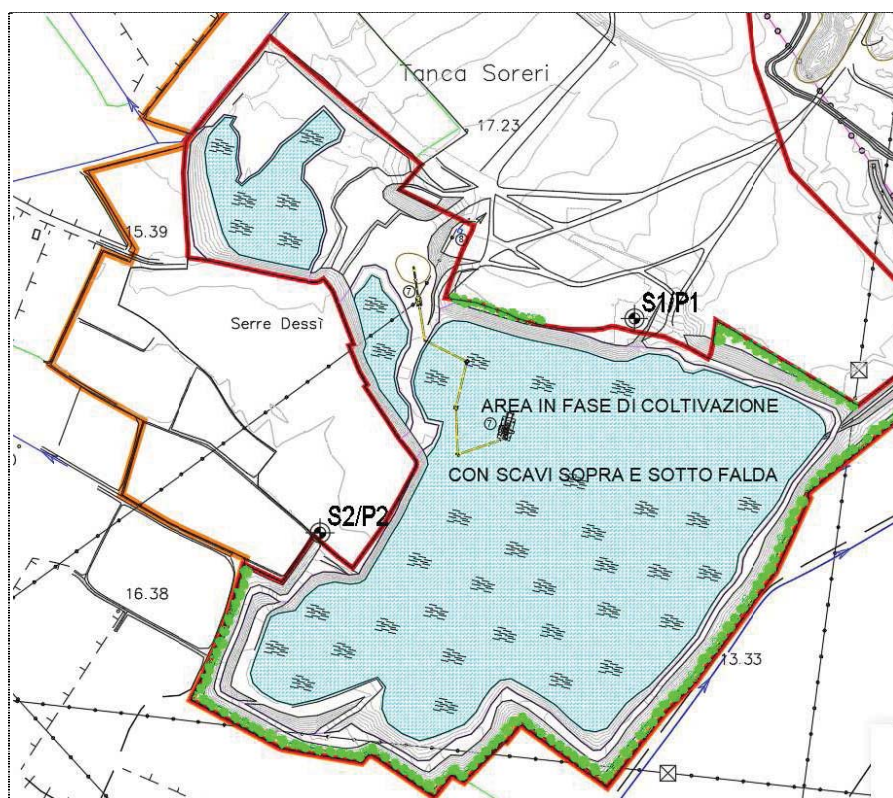
Gran parte di quest'area, in parte interessata in passato dall'attività estrattiva, si presenta attualmente pianeggiante a seguito dell'intervento di ripristino post coltivazione che mediante operazioni di ricolmamento e livellamento ha ricostituito la morfologia primaria ed è stata stralciata dall'area di cava autorizzata. La restante parte, è attualmente oggetto di lavori di colmamento e livellamento delle zone debolmente depresse sub-pianeggianti, anche in questo caso, al fine di raccordarle altimetricamente e morfologicamente alle aree circostanti.

Gli interventi che hanno interessato e interessano attualmente l'area sono ammissibili e compatibili con il grado di pericolosità dell'area e al loro completamento daranno luogo ad una superficie pianeggiante priva di qualsiasi pericolosità.

AREA AUTORIZZATA IN FASE DI COLTIVAZIONE



Limiti perimetrazione Hg2 ricadenti sull'area in fase di coltivazione



Dettaglio area attualmente in fase di coltivazione

-
- Dott. Geol. Tiziana Carcangiu
39 | 65
Valutazione Ammissibilità e Compatibilità del Progetto

- che nell'area verrà realizzato un canale di guardia perimetrale di raccolta e deflusso delle acque piovane e di ruscellamento provenienti dall'esterno che, come già stabilito per l'area in esercizio, dovranno essere recapitate presso le canalizzazioni irrigue e di bonifica presenti nei territori circostanti la cava;
- che per la fase di coltivazione non sarà necessario creare nuova viabilità interna in quanto l'accesso all'area è già garantito da quella esistente e prevista per fine coltivazione dell'area autorizzata;
- che la metodologia di coltivazione sopra falda consisterà nell'asportazione progressiva per strati del materiale producendo fronti di scavo temporanei di altezza di circa 2 m che avanzeranno verso il limite dell'area coltivabile, conservando sempre un piano di lavorazione orizzontale, dove il fronte di scavo definitivo raggiungerà la massima altezza al termine di questa fase;
- che dove la coltivazione proseguirà sotto falda mediante utilizzo di draga, il progressivo arretramento dei fronti, che si conformeranno secondo lo specifico angolo di natural declivio dei materiali che vengono continuamente richiamati, determinerà il conseguente arretramento delle sponde e l'ampliamento del lago;
- il risultato delle verifiche geotecniche eseguite sul profilo finale dei fronti di scavo, sopra e sotto falda, che costituisce la condizione più gravosa dal punto di vista dell'instabilità;

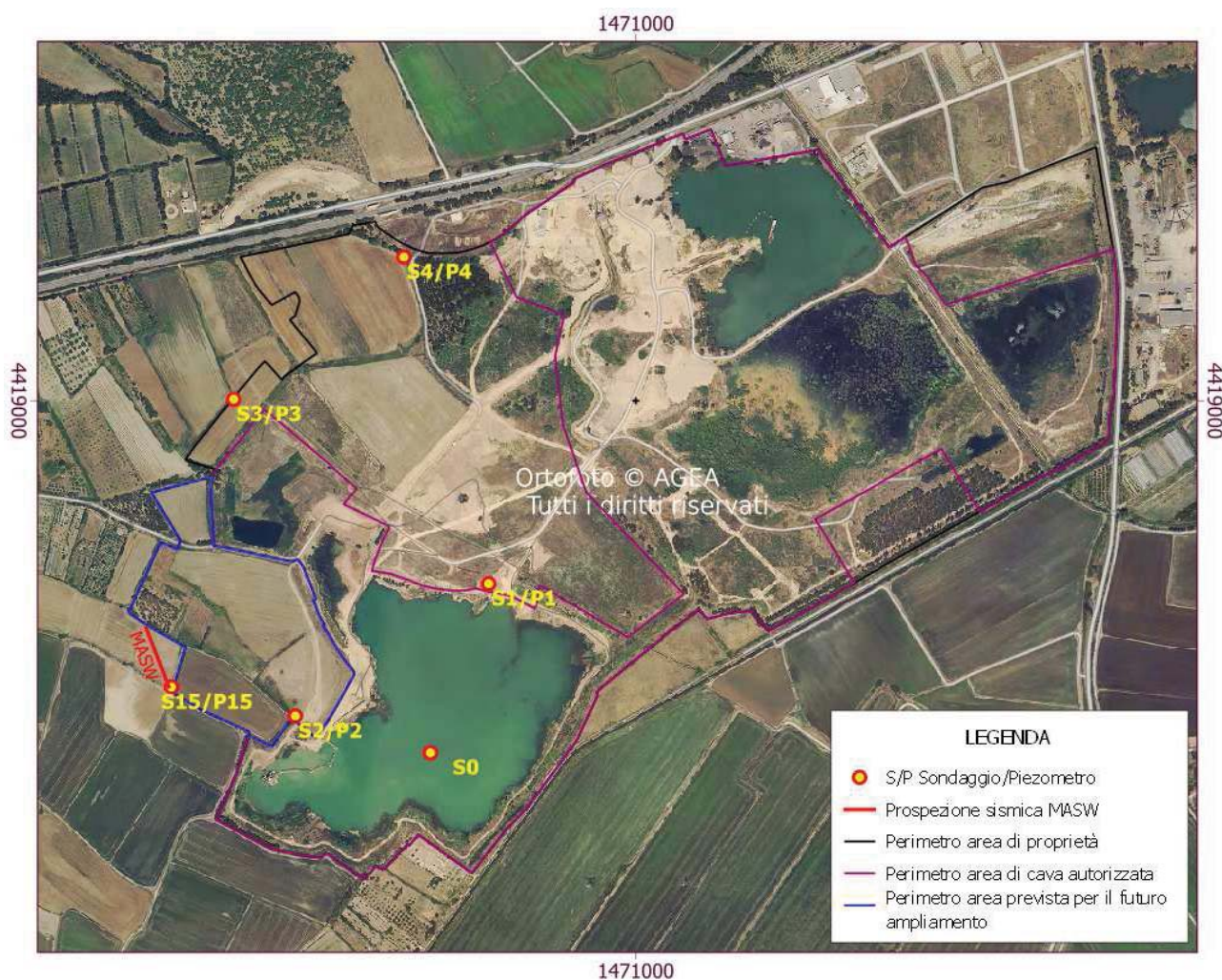
si può concludere che l'intervento, realizzato secondo le indicazioni progettuali, garantirà la stabilità dei fronti di scavo sopra e sotto falda e dell'area di battigia interposta, limiterà i fenomeni erosivi superficiali e determinerà condizioni favorevoli al successivo intervento di ripristino ambientale, che prevede la riprofilatura del fronte di scavo soprafalda, con apporto di idoneo materiale (situazione considerata nella verificata di stabilità), e la riqualificazione anche in termini pedo-vegetazionali sia del fronte soprafalda sia dell'area di battigia, determinando una condizione di pericolosità, limitatamente ai fronti di scavo sopra falda e alle aree immediatamente a monte e a valle, che sarà al massimo equivalente a quella esistente nell'area adiacente.

INDAGINI SVOLTE

Ai fini della caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica dei terreni interessati dall'opera in progetto sono state eseguite le seguenti indagini:

- Sondaggi a carotaggio continuo
- Prove in situ
- Analisi e Prove di laboratorio
- Indagini geofisiche MASW

UBICAZIONE INDAGINI



SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi a carotaggio continuo realizzati nell'area di interesse sono ubicati nell'ortofoto, su riportata, del 2019 (AGEA – R.A.S.), di seguito si descrivono le caratteristiche degli stessi suddivisi per campagna di indagine.

CAMPAGNA INDAGINI 2003

Il sondaggio S0 che ha raggiunto la profondità di -47.50 m dal piano campagna (p.c.) è stato eseguito nel Dicembre 2003 in un area in cui attualmente la coltivazione risulta conclusa. Non essendo disponibili risultati di prove in situ o analisi di laboratorio di campioni provenienti dallo stesso, è stato utilizzato ai fini della correlazione lito-stratigrafica con i sondaggi eseguiti successivamente nell'area circostante.

CAMPAGNA INDAGINI 2008

Nei mesi di Marzo e Aprile 2008, per il "Progetto di coltivazione e recupero ambientale cava di "Sa Tanca S'Oreri" in Comune di Oristano e Simaxis - Richiesta di rinnovo Autorizzazione", sono stati eseguiti n. 4 sondaggi che hanno investigato fino alla profondità di -50.00 m e -50.50 m dal p.c. rispettivamente per l'S3 e S4 e per l'S1 e S2, tutti attrezzati a piezometri da 3" fino alla profondità di -40.00 m da p.c.

Per le perforazioni è stata utilizzata una sonda idraulica Clivio Rap 3 montata su carro cingolato.

CAMPAGNA INDAGINI 2021

Nel mese di Giugno 2021, per il presente progetto di ampliamento, è stato eseguito un ulteriore sondaggio che ha raggiunto la profondità di -40.00 m dal p.c., denominato S15/P15, anch'esso attrezzato a piezometro da 3" fino alla massima profondità raggiunta.

Per le perforazioni è stata utilizzata una sonda idraulica Tecno Fluid FD 80 montata su carro cingolato.

I materiali prelevati (carote) con carotieri semplici Ø 101 mm sono stati alloggiati su apposite cassette catalogatrici porta campioni a scomparti.



POSTAZIONE SONDAGGI



PROVE IN SITU

PROVE PENETROMETRICHE S.P.T.

La prova consiste nel determinare il numero di colpi necessari per infiggere un campionatore cilindrico standard tipo Raymond, utilizzando una punta aperta nei materiali sabbioso-argillosi e una punta chiusa nei livelli ciottolosi, registrando il numero di colpi ottenuti ogni 15 cm di avanzamento, per complessivi 45 cm.

Il dato significativo della prova, è rappresentato dalla somma del numero di colpi ottenuti (Nspt) negli ultimi 30 cm di avanzamento, attraverso il quale possono essere valutate importanti caratteristiche geotecniche dei terreni.

Tale prova, sebbene standardizzata per le sabbie, viene spesso effettuata anche nei terreni coesivi argillosi e limo-argillo-sabbiosi, per una valutazione orientativa del grado di consistenza.

CAMPAGNA INDAGINI 2008

Nel corso dei 4 sondaggi sono state eseguite complessivamente n. 13 prove S.P.T. a partire da una quota minima di -2.00 m ad una massima di -17.80 m, di cui 2 nei livelli coesivi e 11 in quelli granulari.

CAMPAGNA INDAGINI 2021

Nel sondaggio S15/P15 sono state eseguite n. 5 prove S.P.T. a partire da una quota minima di -11.90 m ad una massima di -24.20 m, di cui 1 nei livelli coesivi e 4 in quelli granulari.

PROVE CON VANE TEST (V.t.) E POCKET PENETROMETER (P.p.)

Sui materiali prelevati nei livelli coesivi maggiormente significativi, sono state effettuate valutazioni sulla resistenza al taglio in condizioni non drenate mediante utilizzo del Vane test e Pocket penetrometer.



Estrazione carota



Prova con Vane Test



Prova con Pocket Penetrometer



Prova S.P.T.

ANALISI E PROVE DI LABORATORIO

Nel corso dei sondaggi sono stati selezionati diversi campioni tra le carote estratte e su quelli ritenuti più rappresentativi sono state eseguite analisi e prove di laboratorio.

CAMPAGNA INDAGINI 2008

Opportunamente distribuiti sui 4 sondaggi a diverse profondità sono state eseguite:

- n.10 Analisi Granulometriche (C.N.R. B.U. n.23) - Limiti di Atterberg (C.N.R. U.N.I. 10014) - Classificazioni (CNR-UNI 10006 e Raccomandazioni AGI 1977).

CAMPAGNA INDAGINI 2021

Nel sondaggio S15/P15 sono stati prelevati complessivamente 8 campioni (C) ed eseguite:

- n. 4 Prove di Taglio Diretto con Scatola di Casagrande (ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10) sui campioni C4, C5, C7, C8;
- n. 3 Prove di Compressione Non Confinata (ELL) (ASTM 2166-85) sui campioni C2, C5, C6;
- n. 6 Determinazioni del Peso di Volume sui campioni C1, C2, C3, C4, C5 e C6.

I risultati delle analisi sono riportati su appositi certificati inseriti in relazione.

VERIFICHE GEOFISICHE

E' stata eseguita n.1 indagine geofisica con la metodologia MASW (Multichannels Analysis Surface Waves, vedasi Report MASW allegato alla Relazione sulla pericolosità sismica di base) allo scopo di definire l'assetto sismo-stratigrafico del terreno interessato dal progetto attraverso la misurazione delle velocità medie delle onde Vs fino ad una profondità adeguata per la definizione della categoria di sottosuolo cos come indicato nelle NTC 2018.

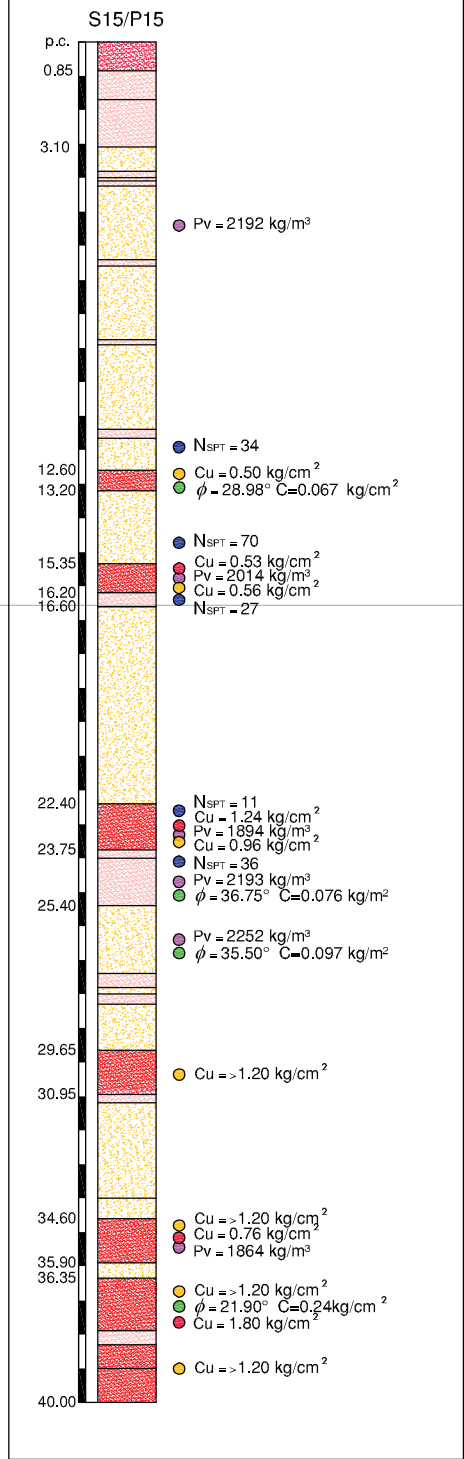
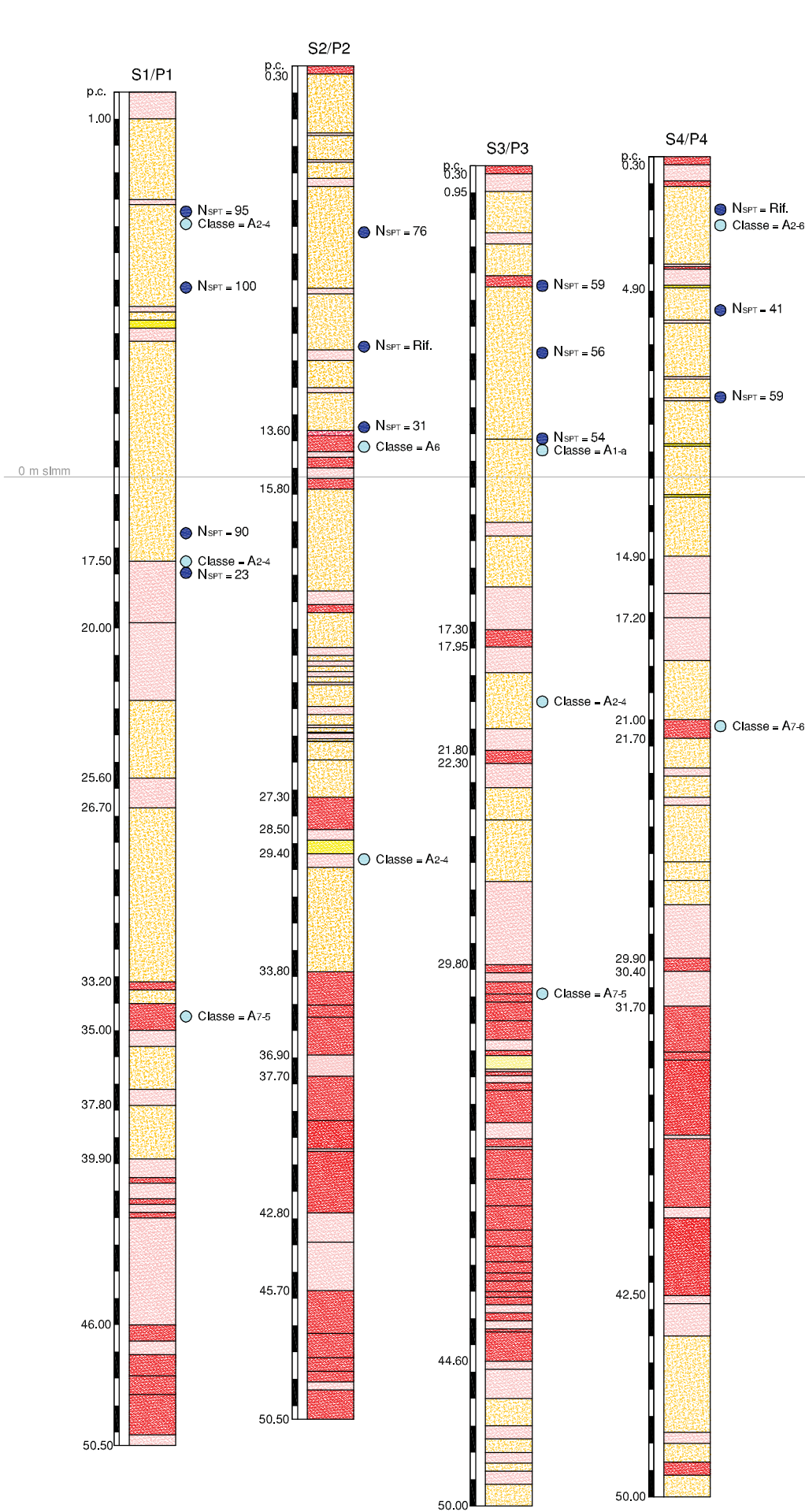
Lo stendimento di 24 geofoni è stato ubicato in un terreno adiacente all'area prevista per l'ampliamento perch sufficientemente distante dall'attività di cava per non subirne le interferenze e in terreni non adibiti a risaie.

Di seguito si riporta lo schema riassuntivo dei risultati delle indagini eseguite.

RISULTATI PROVE IN SITU E DI LABORATORIO

ANNO 2008

ANNO 2021



LEGENDA

PROVE IN SITU E DI LABORATORIO

- S.P.T. Standard Penetration Test
- Prova di Taglio diretto
- Classificazione delle terre
- Peso di Volume
- ELL Prova di compressione non confinata
- Resistenza alla punta del Pocket penetrometer
- Resistenza al taglio con Vane test

CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

L'assegnazione dei principali parametri geotecnici è stata preceduta dall'analisi e la comparazione di tutti i valori ottenuti dalle prove in situ e di laboratorio consentendo la scelta dei risultati più rappresentativi della realtà e riducendo i limiti dovuti al carattere puntuale delle verifiche.

In particolare, dalle prove penetrometriche S.P.T. sono state escluse quelle conclusesi con un "Rifiuto" perché tale risultato si ritiene possa essere attribuito all'interferenza di grossi ciottoli durante l'esecuzione della prova; per quanto riguarda le prove ritenute valide ai valori numerici è stata applicata una correzione che tiene conto della presenza o meno della falda e sono stati normalizzati per la pressione litostatica efficace al fine di poter confrontare prove eseguite a diversa profondità. I risultati così ottenuti, integrati dalle Prove di Taglio Diretto con Scatola di Casagrande (eseguiti sui campioni parzialmente ricostruiti (C4 e C5) per rimuovere gli elementi > di 5 mm e su campioni non ricostruiti per le sabbie limose C8 e le argille C7), hanno consentito di attribuire i valori dell'angolo di resistenza al taglio ϕ e della coesione C dei terreni indagati.

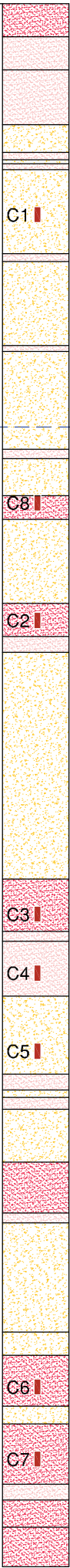
I risultati delle Prove di compressione non confinata ELL eseguite esclusivamente su materiali argillo limosi sono stati confrontati con i valori ottenuti dalle prove P_p e V_t , e definiti i valori di coesione non drenata C_u .

Il peso di volume dei materiali investigati è stato determinato dalle prove eseguite in laboratorio con metodo della pesata idrostatica.

Come già detto, da una valutazione complessiva dei risultati emersi dalle indagini, ricostruzioni stratigrafiche, prove e analisi eseguite sui 6 sondaggi realizzati sull'area in esame, la verticale S15 ha mostrato un peggioramento delle caratteristiche geotecniche rispetto ai risultati ottenuti in passato sulle altre verticali. Tali evidenze sono da ricondurre ad un aumento dei livelli limo argillosi e della matrice limo argillosa negli orizzonti granulari che influisce sfavorevolmente sia sulla stima del rapporto sterile/utile del materiale estratto sia sulla geometria delle scarpate di scavo sotto falda.

Nella verticale S15/P15 sono stati individuati 16 orizzonti principali ed è stata eseguita la parametrizzazione, come da schema seguente.

Sondaggio S15/P15



- Pv = 2192 kg/m³
- $\phi = 30^\circ$
- Cu = 0.50 kg/cm²
- $\phi = 28.98^\circ$ C=0.067 kg/cm²
- $\phi = 33$
- Cu = 0.53 kg/cm²
- Pv = 2014 kg/m³
- Cu = 0.56 kg/cm²
- $\phi = 29^\circ$
- Cu = 1.24 kg/cm²
- Pv = 1894 kg/m³
- Cu = 0.96 kg/cm²
- $\phi = 29^\circ$
- Pv = 2193 kg/m³
- $\phi = 36.75^\circ$ C=0.076 kg/cm²
- Pv = 2252 kg/m³
- $\phi = 35.50^\circ$ C=0.097 kg/cm²
- Cu = >1.20 kg/cm²
- Cu = >1.20 kg/cm²
- Cu = 0.76 kg/cm²
- Pv = 1864 kg/m³
- Cu = >1.20 kg/cm²
- $\phi = 21.90^\circ$ C=0.24 kg/cm²
- Cu = 1.80 kg/cm²
- Cu = >1.20 kg/cm²

	Peso di Volume (kg/m³)	Coesione (kg/m²)	Coesione non drenata (kg/m²)	Angolo di resistenza al taglio (°)
p.c.	1600	0.05	0.40	22
0.85	1800	0.067	0	29
3.10	2190	0.076	0	34
12.60	2000	0.067	0.50	29
13.20	2190	0.076	0	34
15.35	2000	0.067	0.50	29
16.20	2000	0.067	0	29
16.60	2190	0.076	0	35
22.40	1900	0.20	1.10	22
23.75	2100	0.076	0	33
25.40	2200	0.076	0	35
29.65	1800	0.24	1.20	22
30.95	2200	0.076	0	35
34.60	1860	0.24	1.10	22
35.90	2190	0.076	0	35
36.35	1860	0.24	1.80	22
40.00				

SCHEMA PARAMETRIZZAZIONE

LEGENDA

PROVE IN SITU E DI LABORATORIO

- S.P.T. Standard Penetration Test
- Prova di Taglio diretto
- Classificazione delle terre
- Peso di Volume
- ELL Prova di compressione non confinata
- Resistenza alla punta del Pocket penetrometer
- Resistenza al taglio con Vane test

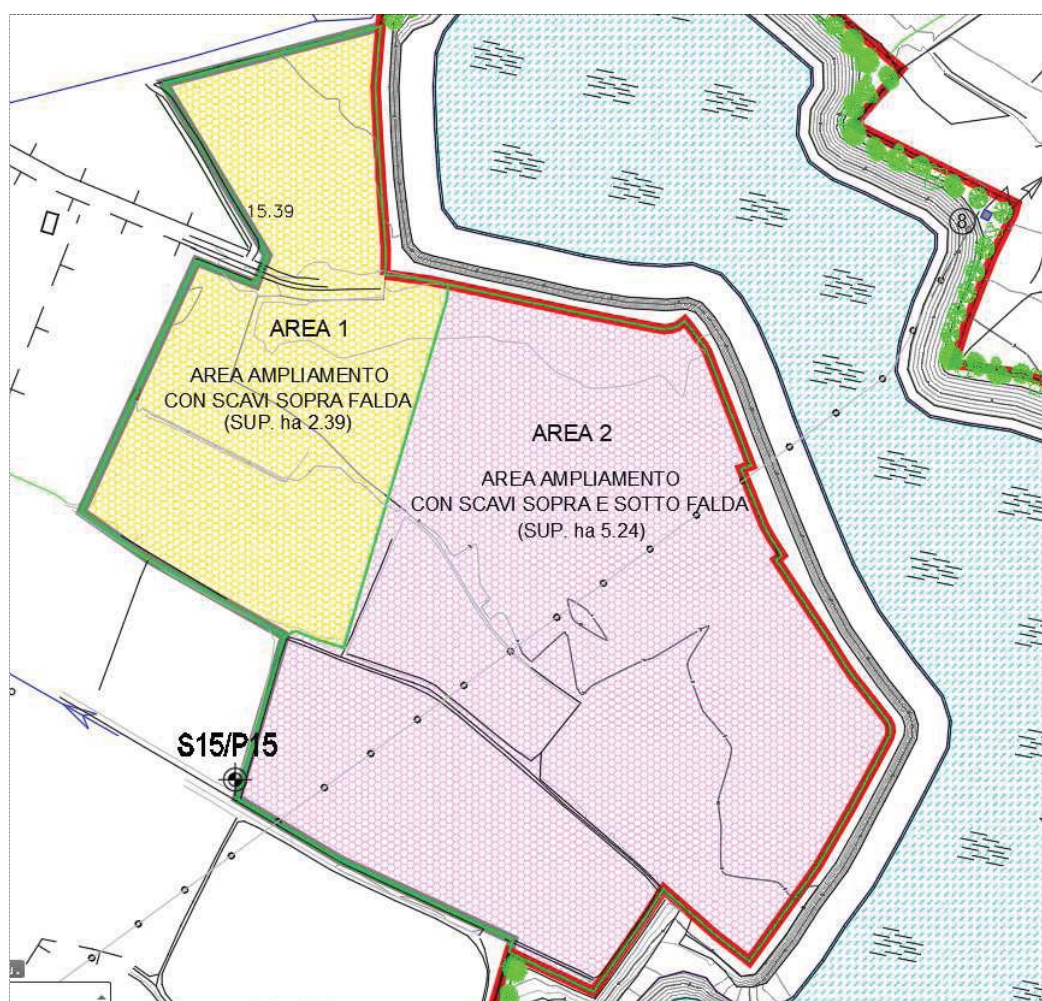
SCHEMATIZZAZIONE LITOLOGICA

- Argille, argille limose e limi argillo-sabbiosi
- Sabbie limo-argillose, localmente con elementi litici
- Sabbie fini, medie e grosse
- Sabbie medie e grosse e ghiaie con ciottoli, debolmente limo-argillose

- 0.00 Quote riferite allo 0 assoluto (m s.l.m.m)
- 0.00 Profondità rispetto alla quota di inizio perforazione (p.c.)
- 0.00 Livello H₂O medio

VERIFICA STABILITÀ FRONTE DI SCAVO AREA IN AMPLIAMENTO

Per tale area il progetto prevede una fase di coltivazione sopra falda del settore nord occidentale (Area 1) e una di coltivazione sopra e sotto falda del settore centro meridionale (Area 2), rispettivamente di ettari 2.39 e 5.24, indicate nell'immagine a lato.



Il metodo di coltivazione utilizzato è quello di un unico gradone sopra e sotto falda, tale metodo prevede:

- una prima fase di coltivazione sopra falda attraverso l'abbattimento meccanico del materiale mediante escavatore idraulico a benna; essendo la quota del terreno naturale intorno ai 15.00 m slmm nell'Area 1 la coltivazione interesserà una potenza media del giacimento di circa 8 m creando un'ampia area pianeggiante alla quota di m 6.70 m slmm. Nell'Area 2 la coltivazione interesserà una potenza media del giacimento di circa 9 m sino al livello medio della falda freatica di 5.71 m slmm.

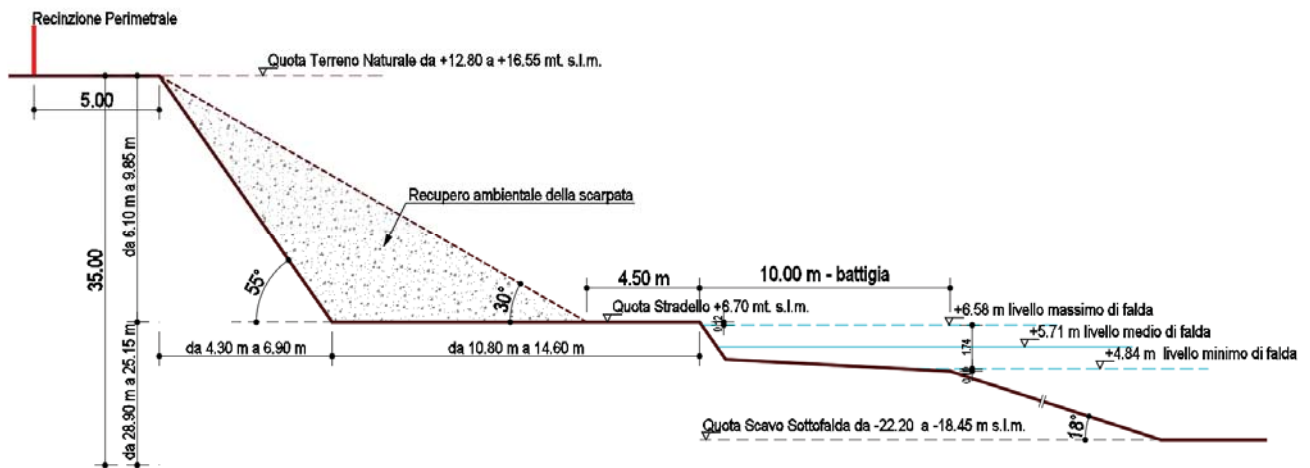
- una seconda fase di coltivazione sotto falda, esclusivamente nell'Area 2, attraverso l'utilizzo di una draga dotata di benna drag-line fino ad una profondità di 35 m dal piano di campagna (circa 26 m al di sotto della falda freatica).

Le pendenze previste per le scarpate a fine coltivazione e ripristino sono: per lo scavo sopra falda $\leq 55^\circ$ e per la successiva riprofilatura della scarpata finale con materiale detritico di composizione prevalentemente ghiaiosa sabbiosa $\leq 30^\circ$; per lo scavo sotto falda $\leq 18^\circ$.

Interposta a tali scarpate è prevista una zona pianeggiante di circa 4.50 m posta alla quota di + 6.70 m slmm adibita a stradello e una a bassissima pendenza (3°) di circa 10.00 m, destinata a realizzare un'area di battigia, con un dislivello massimo di 1,74 m rispetto allo stradello. Nell'area 1 in cui la coltivazione avverrà solo sopra falda tra il primo e il secondo gradone si interporrà un'ampia area pianeggiante.

La scarpata (compresa fra lo stradello e la battigia) e la battigia sono comprese fra +6.70 m e +4.74 m slmm, cioè 12 cm al di sopra del massimo livello di falda (+6.58 m) e 10 cm al di sotto del minimo (+4.84 m) rilevati.

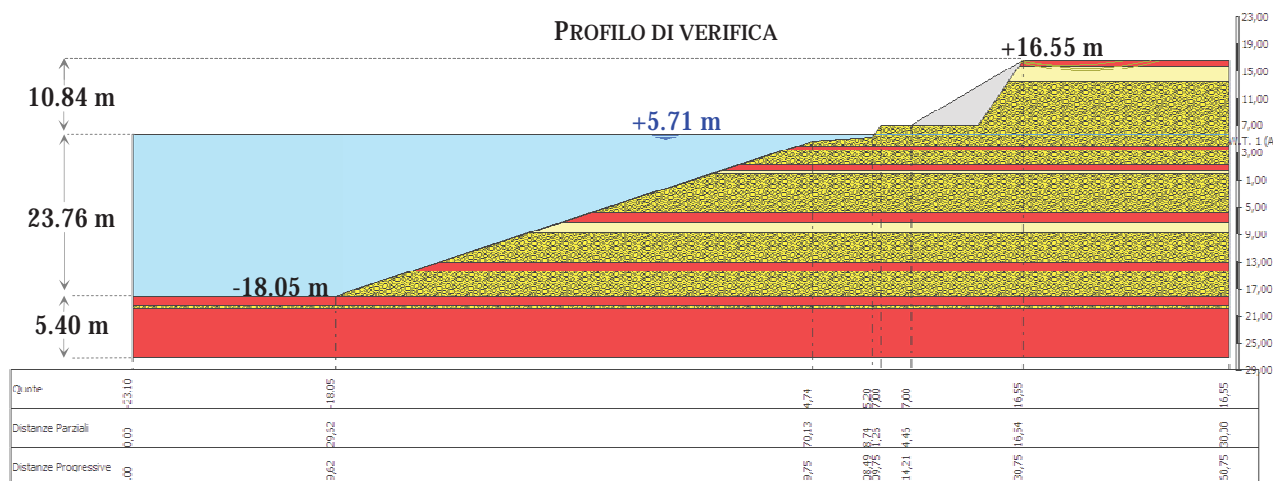
SCARPATA TIPO - AREA COLTIVATA SOPRA E SOTTO FALDA



Questi livelli sono stati dedotti dai dati del monitoraggio del piezometro S2/P2, nel periodo 2014-2021, il livello medio della falda è stato calcolato come media tra il valore massimo e il minimo registrato in questo intervallo di tempo.

Per l'area in ampliamento è stata eseguita una verifica sulla verticale S15/P15 considerando la massima profondità di coltivazione di -36.40 m dal p.c..

Il profilo su cui è stata eseguita la verifica di stabilità è stato costruito applicando i criteri generali su descritti alla verticale di prova S15/P15 in cui il punto iniziale (piano campagna) è posto a +16.55 m e il punto finale a -18.05 m slmm (coincidente con il limite massimo economicamente coltivabile) e poggiante su un basamento prevalentemente argilloso di oltre 5 m; considerando il profilo rispetto alla quota media della falda di +5.71 m slmm la coltivazione avverrà 10.84 m sopra e 23.76 m sotto falda.



Per il materiale di riporto, detritico, di composizione prevalentemente ghiaiosa sabbiosa, impiegato per la riprofilatura della scarpata sopra falda, ai fini della verifica di stabilità del fronte di scavo finale, sono stati utilizzati i seguenti valori cautelativi:

Angolo di res. al taglio $\phi = 38$	Peso di Vol. $\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$	Coesione C e Coesione non drenata Cu = 0
--------------------------------------	---	--

I parametri di resistenza impiegati per l'analisi sono stati valutati seguendo le indicazioni delle NTC 2018, che prevedono di utilizzare il metodo agli stati limite per la definizione dei fattori di sicurezza. Sulla base di queste considerazioni, si assume sempre verificata la condizione in cui il coefficiente di sicurezza F_s (determinato dal rapporto tra le forze agenti lungo la superficie che si oppongono al movimento e le forze che favoriscono il movimento) sia $F_s > 1.1$.

Le analisi di stabilità effettuate indicano fattori di sicurezza pari a $F_s = 1.20$ in condizioni statiche e $F_s = 1.26$ in condizioni sismiche; la superficie a fattore di sicurezza più basso è individuata in entrambe le verifiche nell'area soprafalda a maggiore pendenza.

Si riporta di seguito la relazione di calcolo elaborata utilizzando il software Slope della GeoStru con il metodo di Bishop.

RELAZIONE DI CALCOLO

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate. Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ci rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

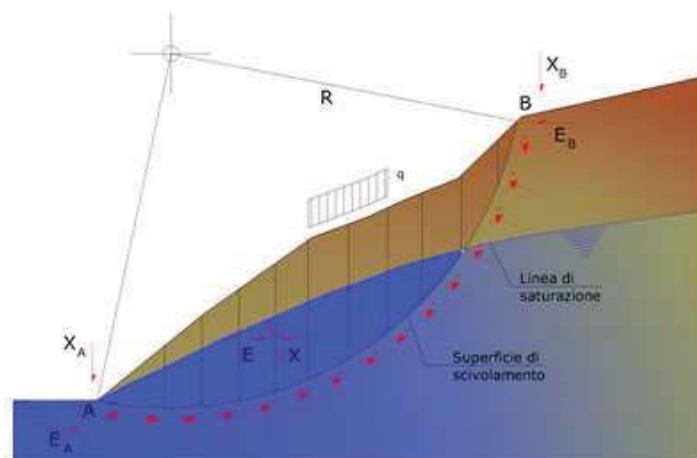
Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ci equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Bishop (1955)

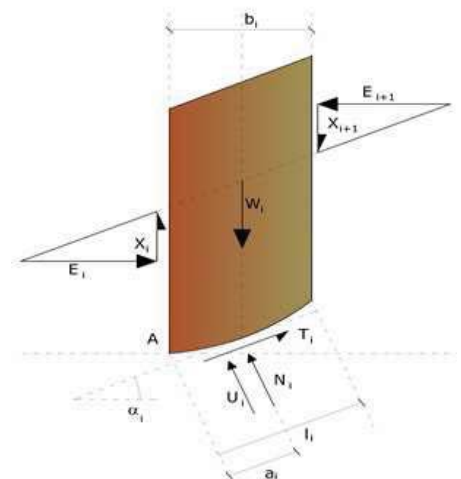
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	17,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore x_i	25,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore y_i	30,0 m
Ascissa vertice destro superiore x_s	140,0 m
Ordinata vertice destro superiore y_s	80,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	99,75	4,74
5	108,49	5,2
6	109,75	7,0
7	114,21	7,0
8	130,75	16,55
9	160,75	16,55

Falda

Nr.	X (m)	Y (m)
1	0,0	5,71
2	78,25	5,71
3	160,75	5,71

Vertici strato 1

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	99,75	4,74
5	108,49	5,2
6	109,75	7,0
7	124,06	7,0
8	130,75	16,55
9	160,75	16,55

Vertici strato 2

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	99,75	4,74
5	108,49	5,2
6	109,75	7,0
7	124,06	7,0
8	130,16	15,7
9	160,75	15,7

Vertici strato 3

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	99,75	4,74
5	108,49	5,2
6	109,75	7,0
7	124,06	7,0
8	128,58	13,45
9	160,75	13,45

Vertici strato 4

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	97,33	3,95
5	160,75	3,95

Vertici strato 5

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	95,48	3,35
5	160,75	3,35

Vertici strato 6

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	88,86	1,2
5	160,75	1,2

Vertici strato 7

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	86,25	0,35
5	160,75	0,35

Vertici strato 8

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	85,02	-0,05
5	160,75	-0,05

Vertici strato 9

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	67,16	-5,85
5	160,75	-5,85

Vertici strato 10

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	-23,1
2	0,0	-18,05
3	29,62	-18,05
4	63,01	-7,2
5	160,75	-7,2

Stratigrafia

Strato	C (kg/cm)	Cu (kg/cm)	ϕ ()	γ (Kg/m)	γ_s (Kg/m)	Litologia
1	0	0	38	1600	1800	Terreno di riporto
2	0.05	0.40	22	1600	1800	Argille limo sabbiose con resti vegetali
3	0.067	0	29	1800	2000	Sabbie limo argillose con litici
4	0.076	0	34	2190	2390	Sabbie, ghiaie e ciottoli in matrice limo argillosa
5	0.067	0.50	29	2000	2200	Limi argillo sabbiosi
6	0.076	0	34	2190	2390	Sabbie, ghiaie e ciottoli in matrice limo argillosa
7	0.067	0.50	29	2000	2200	Limi argillo sabbiosi
8	0.067	0	29	2000	2200	Sabbie limo argillose
9	0.076	0	35	2190	2390	Sabbie, ghiaie e ciottoli con intercalati livelli di sabbie limose
10	0.20	1.10	22	1900	2100	Argille e argille limose
11	0.076	0	33	2100	2300	Sabbie limo argillose con litici
12	0.076	0	35	2200	2400	Sabbie, ghiaie e ciottoli in matrice limo argillosa
13	0.24	1.20	22	1800	2000	Argille e argille limose
14	0.076	0	35	2200	2400	Sabbie, ghiaie e ciottoli in matrice limo argillosa
15	0.24	1.10	22	1860	2060	Argille
16	0.076	0	35	2190	2390	Sabbie e ghiaie in matrice limo argillosa
17	0.24	1.80	22	1860	2060	Argille e argille limose con intercalati livelli sabbioso argillosi

C: coesione; Cu coesione non drenata; ϕ : Angolo di resistenza al taglio; γ : Peso Specifico; γ_s : Peso Specifico Saturo.

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,2
Ascissa centro superficie	111,25 m
Ordinata centro superficie	40,0 m
Raggio superficie	32,53 m

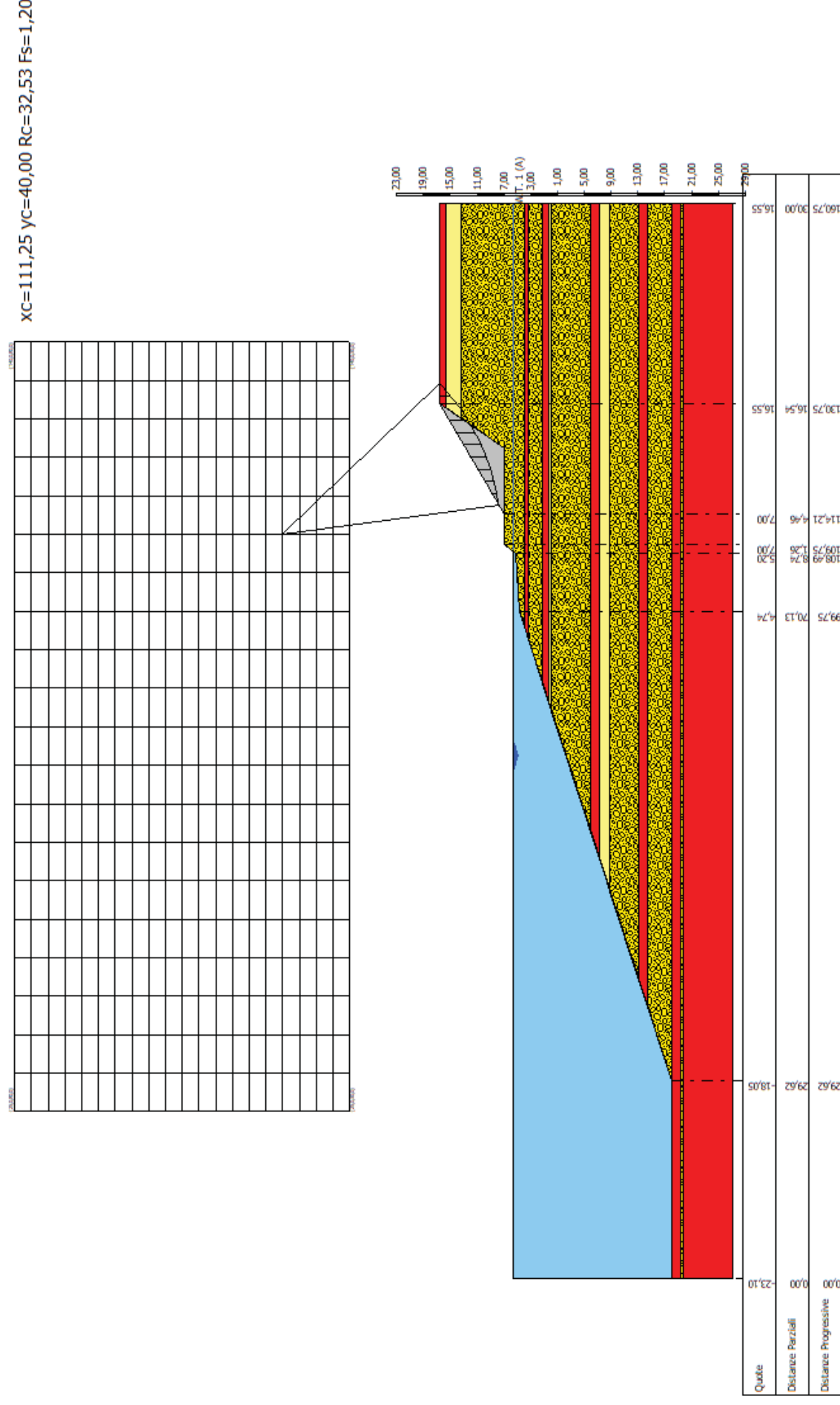
Analisi dei conci

xc = 111,25 yc = 40,00 Rc = 32,53 Fs=1,202

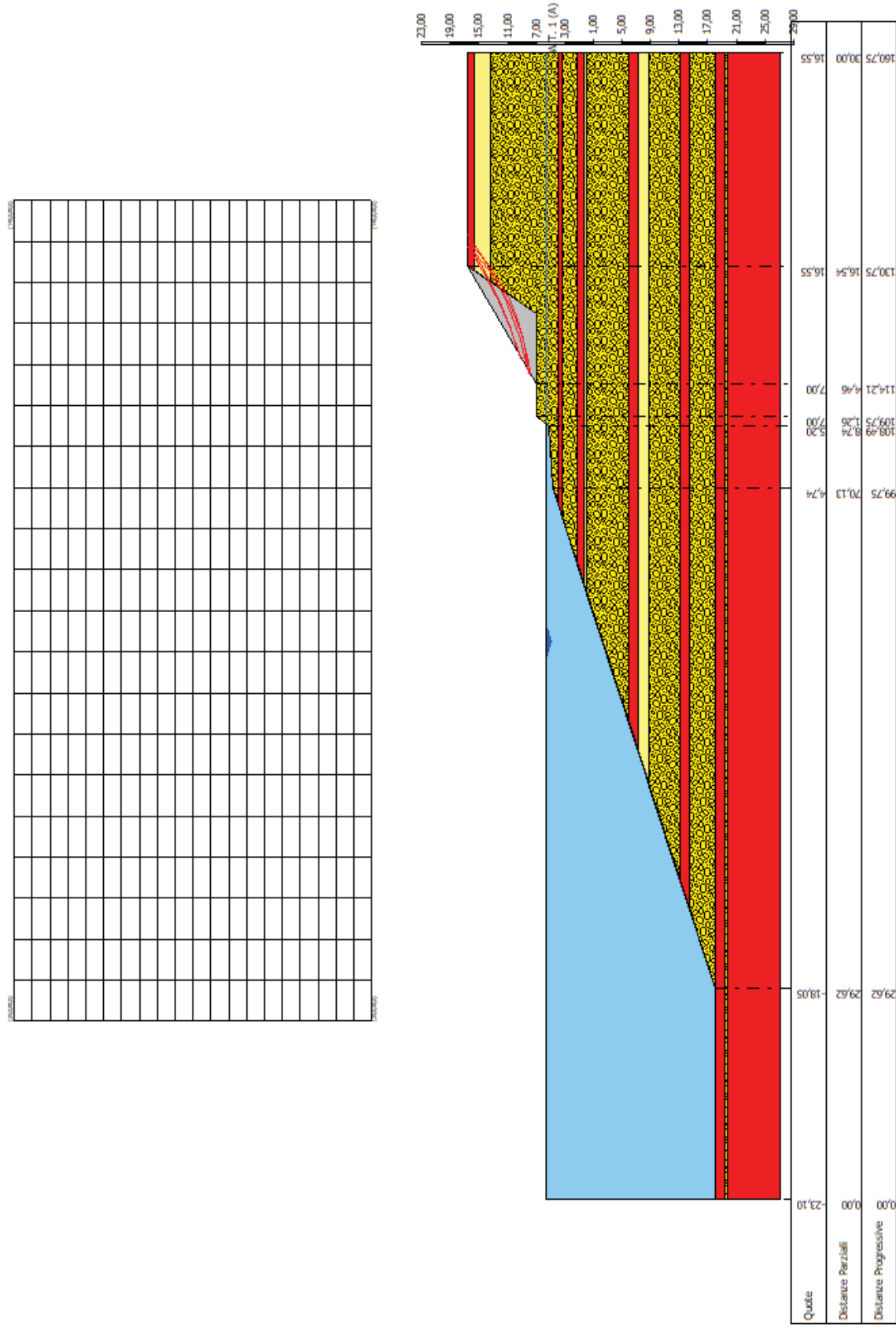
Nr.	B m	Alfa ()	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm)	Fi ()	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,83	9,2	1,85	1152,33	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	1084,6	512,7
2	1,83	12,4	1,87	3221,34	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	2987,3	1412,2
3	1,83	15,8	1,9	4967,03	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	4553,6	2152,6
4	1,83	19,1	1,94	6375,15	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	5797,1	2740,5
5	1,83	22,6	1,98	7426,09	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	6721,3	3177,3
6	1,83	26,1	2,04	8094,49	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	7318,7	3459,8
7	1,83	29,8	2,11	8346,55	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	7568,9	3578,1
8	2,44	34,2	2,95	11930,52	0,0	0,0	0,06	28,4	0,0	10570,9	5672,1
9	1,22	38,2	1,55	4432,33	0,0	0,0	0,05	23,9	0,0	4071,9	1992,8
10	1,83	41,7	2,45	2474,84	0,0	0,0	0,04	17,9	0,0	2179,8	1274,0

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

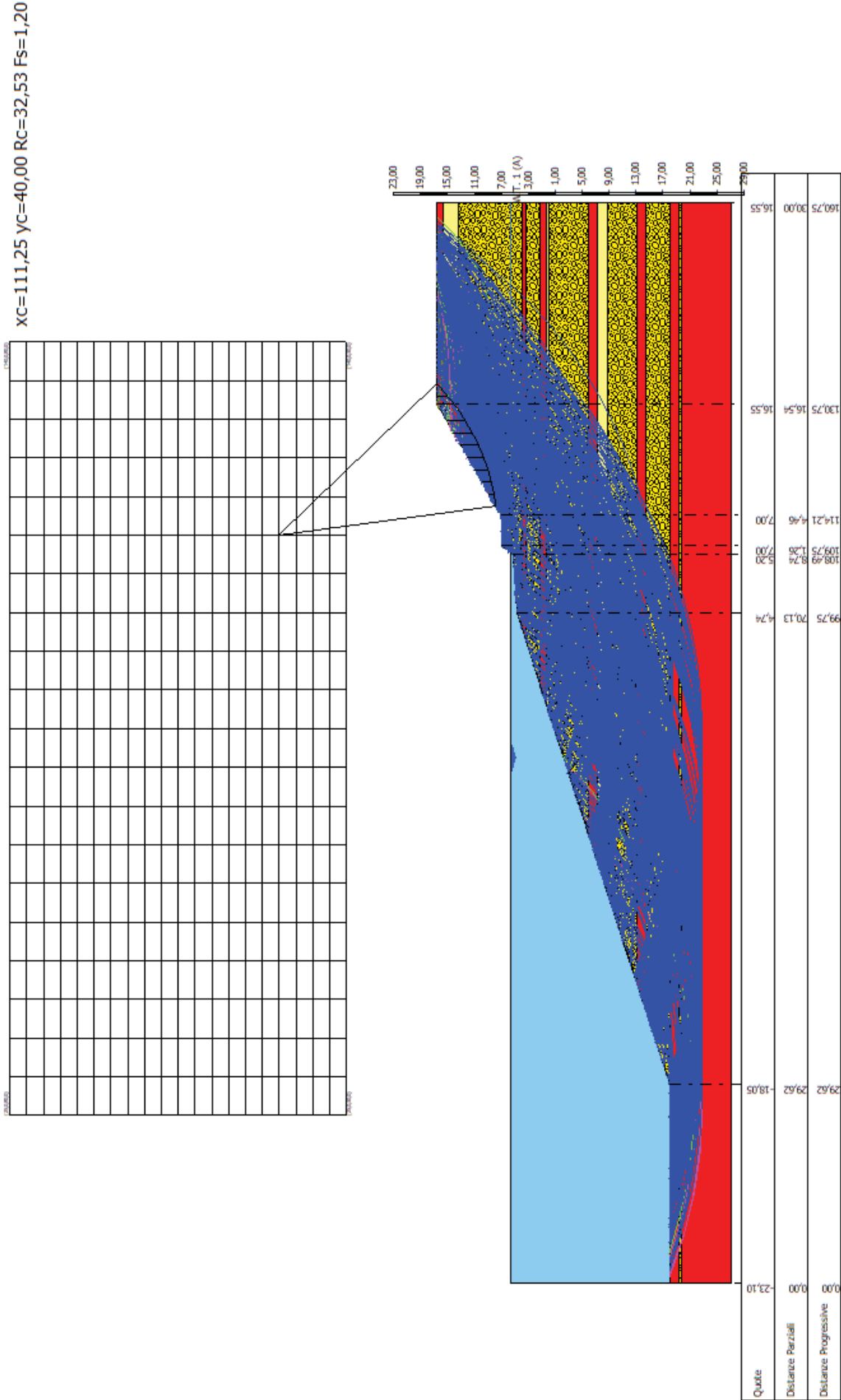
Superficie a fattore minimo individuato $F_s=1,20$



Superficie a fattore con Fs compreso tra 1,20 e 1,30



Superfici calcolate



VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

Analisi di stabilit  dei pendii con: BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	17,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	25,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	30,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	140,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	80,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe I
Vita nominale: 50,0 [anni]
Vita di riferimento: 35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,2	2,63	0,28
S.L.V.	332,0	0,44	2,86	0,33
S.L.C.	682,0	0,54	2,93	0,36

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Classe I

S.L. Stato limite	amax [m/s]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,342	1,0	0,0349	0,0174
S.L.D.	0,36	0,47	0,0173	0,0086
S.L.V.	0,792	0,38	0,0307	0,0153
S.L.C.	0,972	1,0	0,0991	0,0496

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0307
Coefficiente azione sismica verticale 0,0153

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,26
Ascissa centro superficie	111,25 m
Ordinata centro superficie	40,0 m
Raggio superficie	32,53 m

Vertici di profilo, falda e strati come da verifica statica

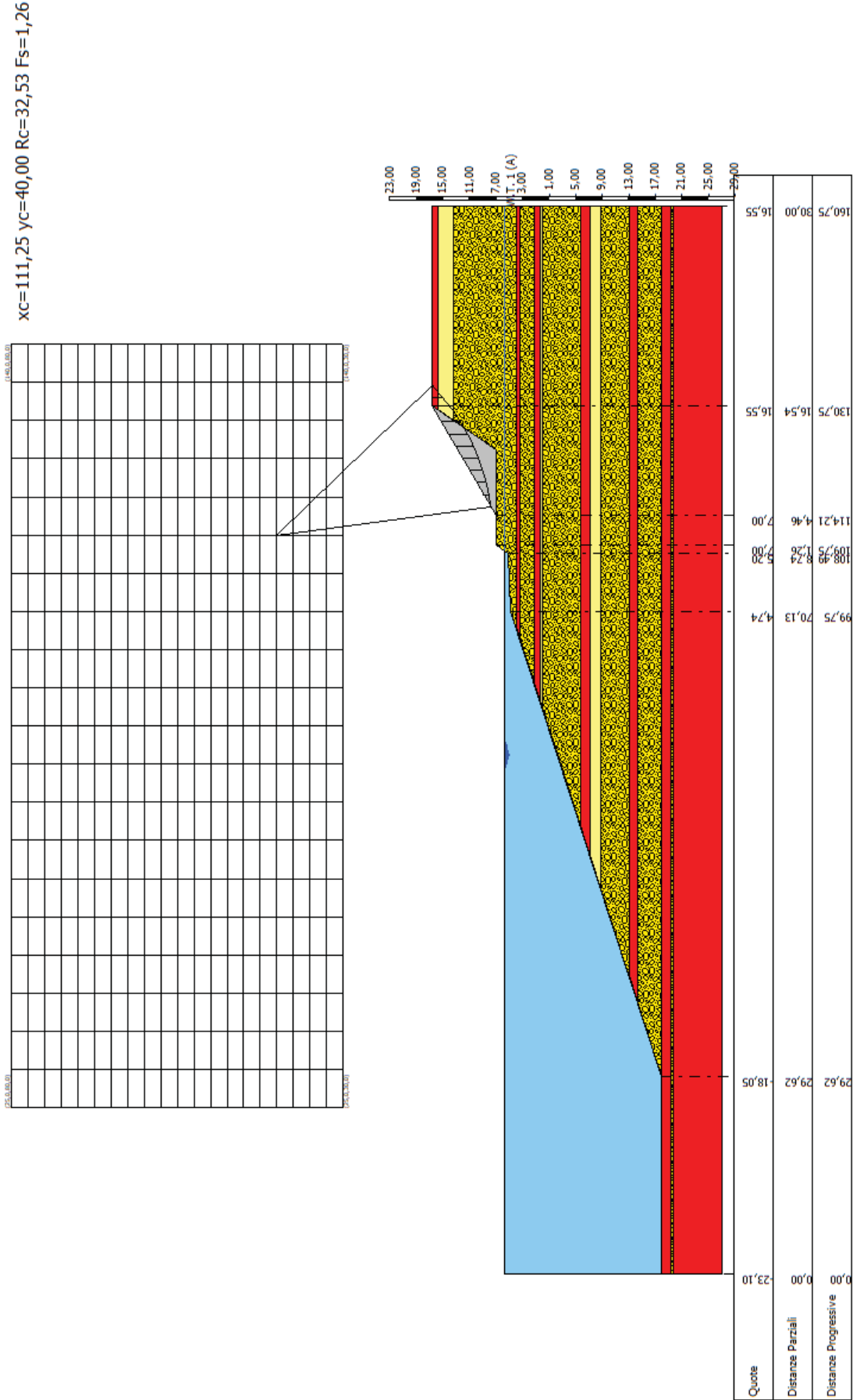
Analisi dei conci

$x_c = 111,25$ $y_c = 40,00$ $R_c = 32,53$ $F_s = 1,259$

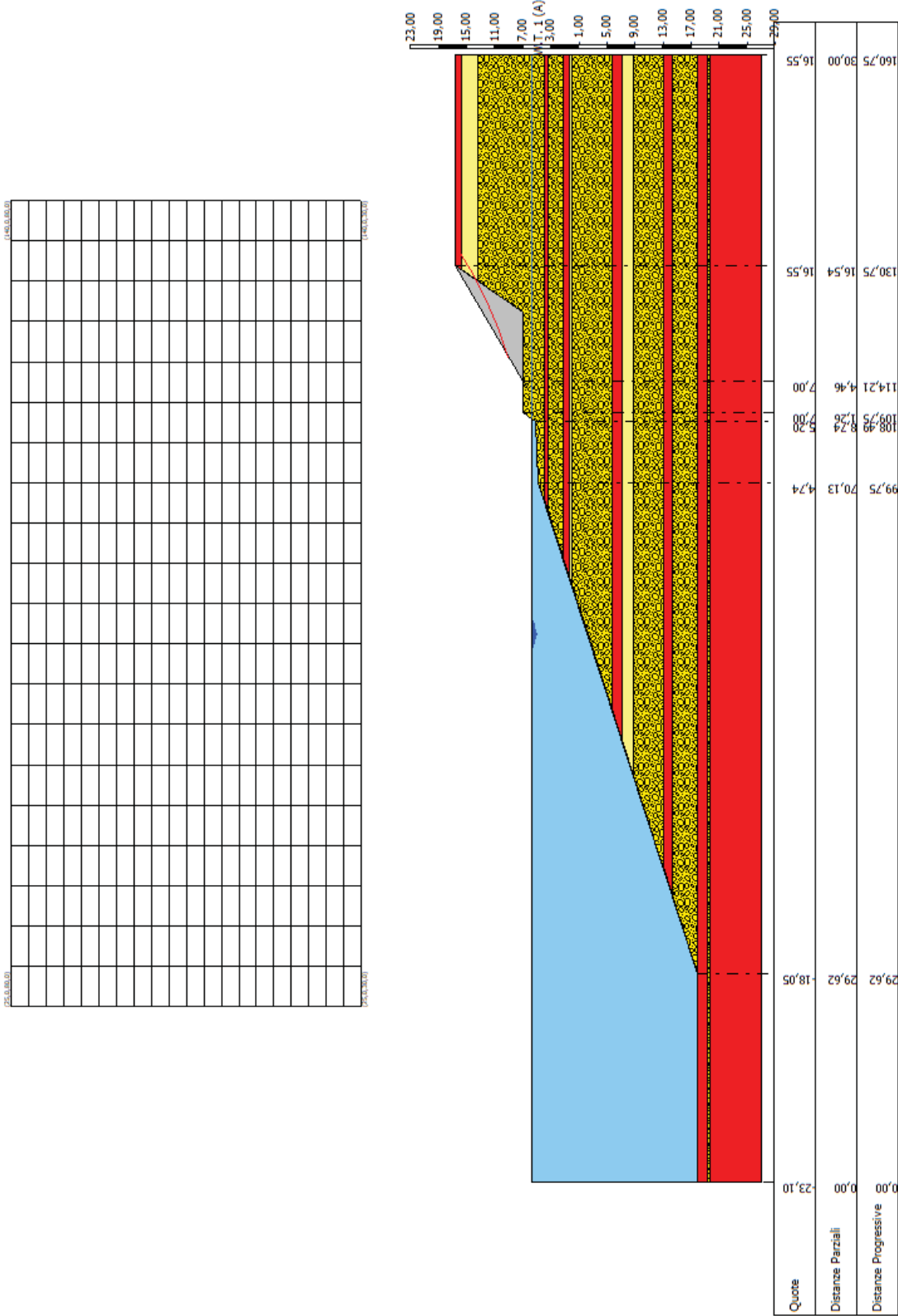
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,83	9,2	1,85	1152,33	35,38	17,63	0,0	38,0	0,0	1077,4	557,3
2	1,83	12,4	1,87	3221,34	98,9	49,29	0,0	38,0	0,0	2960,9	1531,8
3	1,83	15,8	1,9	4967,03	152,49	76,0	0,0	38,0	0,0	4503,6	2329,8
4	1,83	19,1	1,94	6375,15	195,72	97,54	0,0	38,0	0,0	5721,1	2959,6
5	1,83	22,6	1,98	7426,09	227,98	113,62	0,0	38,0	0,0	6618,7	3424,0
6	1,83	26,1	2,04	8094,49	248,5	123,85	0,0	38,0	0,0	7191,1	3720,1
7	1,83	29,8	2,11	8346,55	256,24	127,7	0,0	38,0	0,0	7419,9	3838,5
8	2,44	34,2	2,95	11930,52	366,27	182,54	0,08	34,0	0,0	10291,7	6082,5
9	1,22	38,2	1,55	4432,33	136,07	67,81	0,07	29,0	0,0	3957,1	2138,6
10	1,83	41,7	2,45	2474,84	75,98	37,86	0,05	22,0	0,0	2093,3	1371,0

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

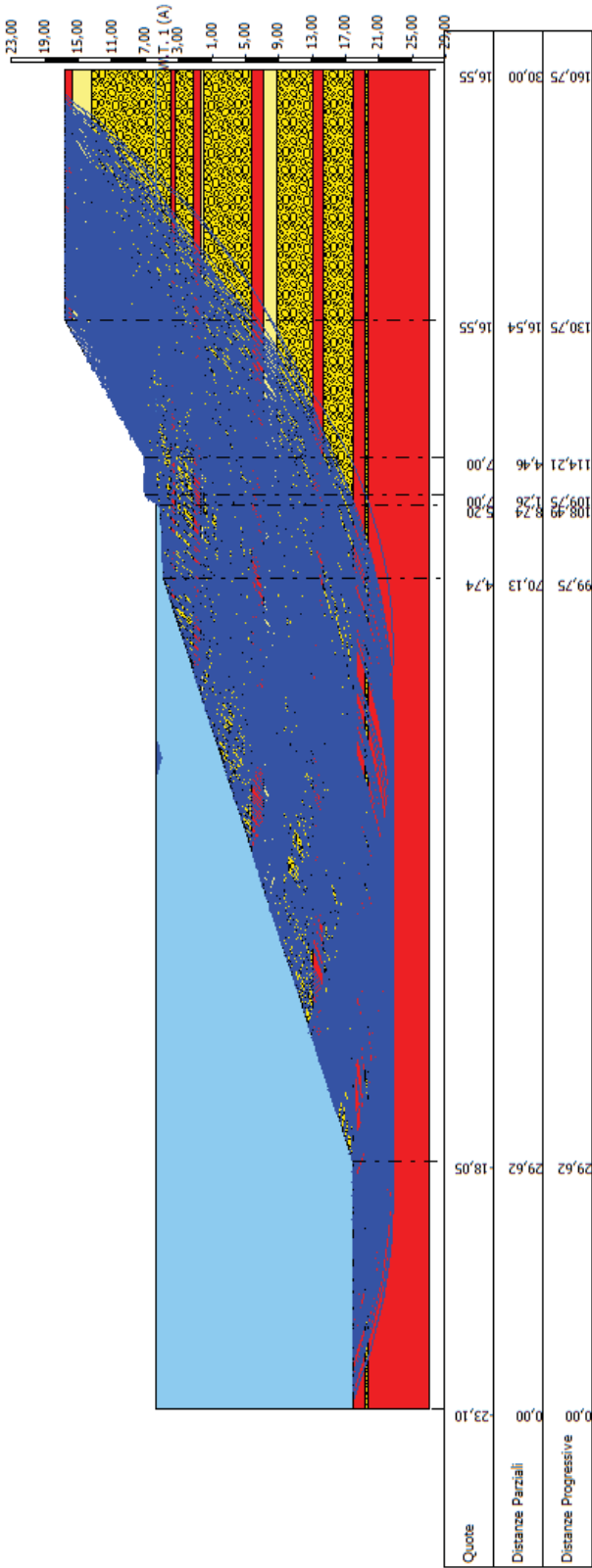
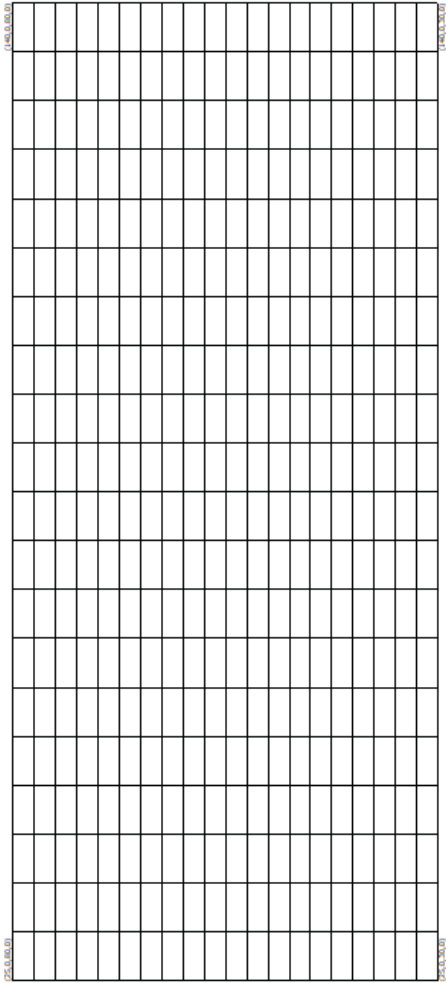
Superficie a fattore minimo individuato Fs=1,26



Superficie a fattore con Fs compreso tra 1,26 e 1,30



Superfici calcolate



INDICE

PREMESSA	1
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-CARTOGRAFICO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	8
CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICO DEL SITO D’INTERVENTO.....	12
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	19
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO D’INTERVENTO.....	24
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	26
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO D’INTERVENTO	30
DESCRIZIONE ATTIVITÀ SVOLTE NELL’AREA DI PROPRIETÀ DELLA SOCIETÀ	31
INQUADRAMENTO AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	33
VALUTAZIONE AMMISSIBILITÀ E COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO	35
INDAGINI SVOLTE	41
CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	47
VERIFICA STABILITÀ FRONTE DI SCAVO AREA IN AMPLIAMENTO	48
INDICE	65

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 12439/21

Committente: Cespo dei F.lli Manis srl

Data consegna campione: 14/06/21

Provenienza campione : Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Orieri" - Comune di Simaxis (OR)

Campione : C4

Profondità (m dal p.c.): 24,65 - 25,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione : Sabbia grossa in matrice debolmente argillosa, presenza di elementi ghiaiosi anche grossolani

Caratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini parzialmente ricostruiti per rimozione dei clasti > 5mm

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :



Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	15,6			
Peso di volume umido iniziale	1,988	1,970	2,052	1,982

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min			
Tempo minimo di durata della prova	min			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	46,7	86,1	153,6	235,5
Deformazione orizzontale alla rottura	%	5,2	7,2	4,8	9,3
Velocità di prova	mm/min	0,2000			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

36,75 °

COESIONE

7,5 kPa

Data : 18/06/2021

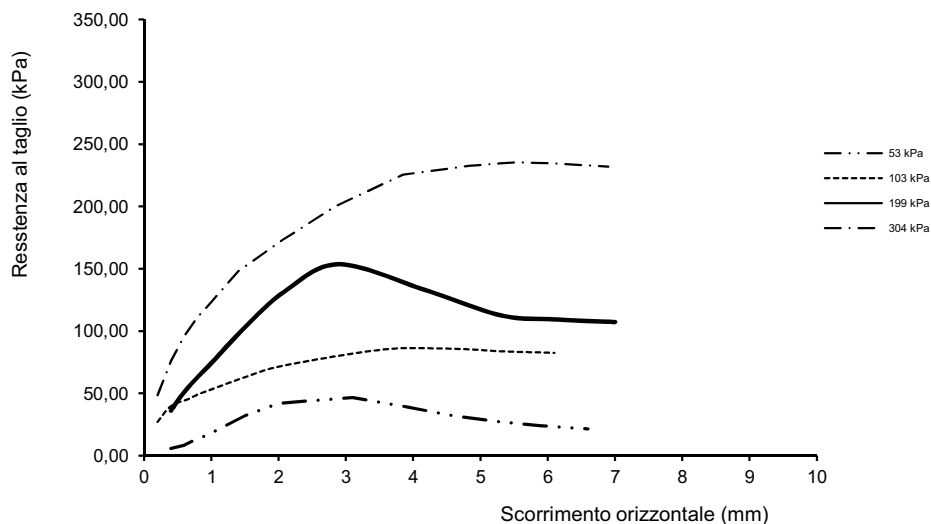
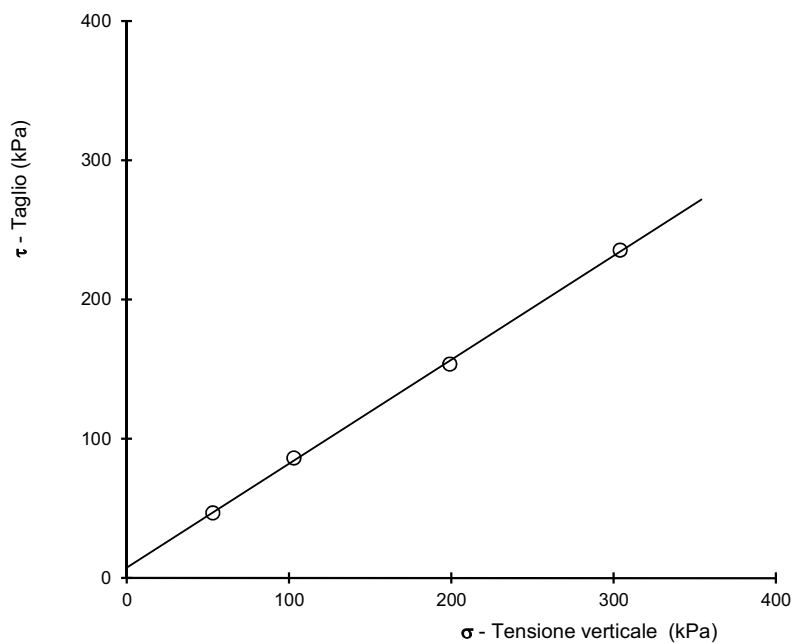
Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.

Rif. Lab. : 12439/21**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 18/06/2021

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 12440/21

Committente: Cespo dei F.lli Manis srl

Data consegna campione: 14/06/21

Provenienza campione : Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri" - Comune di Simaxis (OR)

Campione : C5

Profondità (m dal p.c.): 26,65 - 27,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione : Sabbia grossa in matrice debolmente argillosa, presenza di elementi ghiaiosi anche grossolani

Caratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini parzialmente ricostruiti per rimozione dei clasti > 5 mm

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :



Caratteristiche del provino

Caratteristiche del provino	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	16,1			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	2,152	2,105	2,251	2,062

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	1,1		
Tempo minimo di durata della prova	min	14,0		
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,2143		

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	44,9	89,8	144,0	229,2
Deformazione orizzontale alla rottura	%	5,2	5,8	6,1	12,8
Velocità di prova	mm/min	0,2000			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

35,50 °

COESIONE

9,5 kPa

Data : 18/06/2021

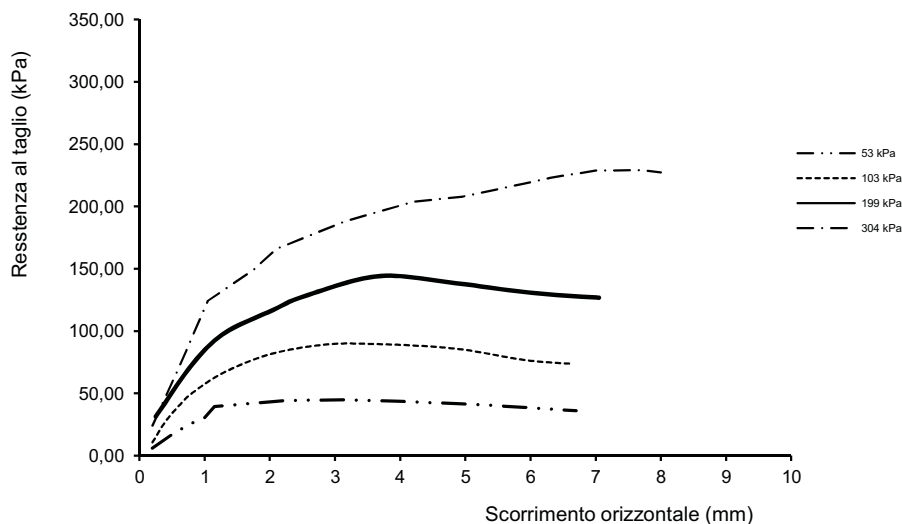
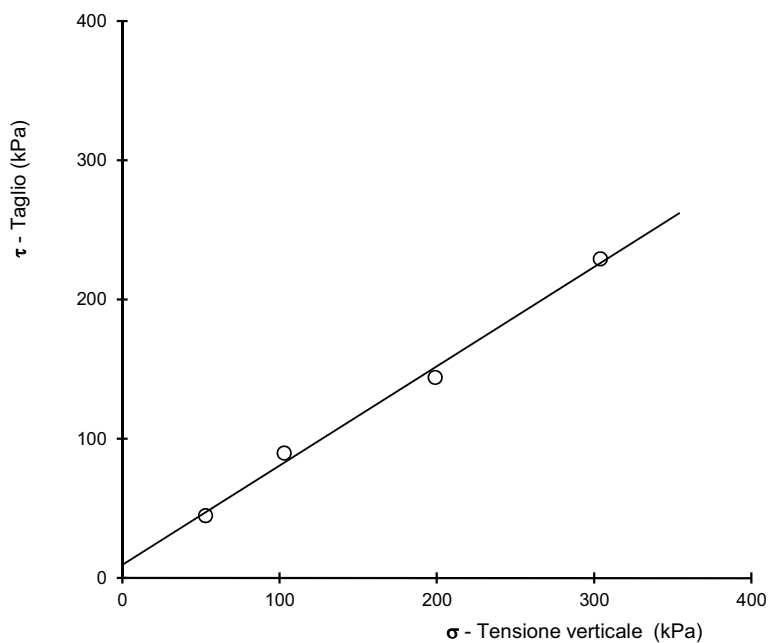
Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche

Rif. Lab. : 12440/21**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 18/06/2021

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 12467/21

Committente: Cespo dei F.lli Manis srl

Data consegna campione: 14/06/21

Provenienza campione : Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)

Campione : C7

Profondità (m dal p.c.): 37,1 - 37,4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione : Argilla estremamente consistente

Caratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no
--	-----------------------------

Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	16,1			
Peso di volume umido iniziale	1,943	1,945	1,967	1,935

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min 14,4			
Tempo minimo di durata della prova	min 183,4			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min 0,0082			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	47,0	63,3	102,4	147,0
Deformazione orizzontale alla rottura	%	2,2	2,3	3,1	3,0
Velocità di prova	mm/min	0,0080			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO
21,90 °

COESIONE
23,7 kPa

Data : 28/06/2021

Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche

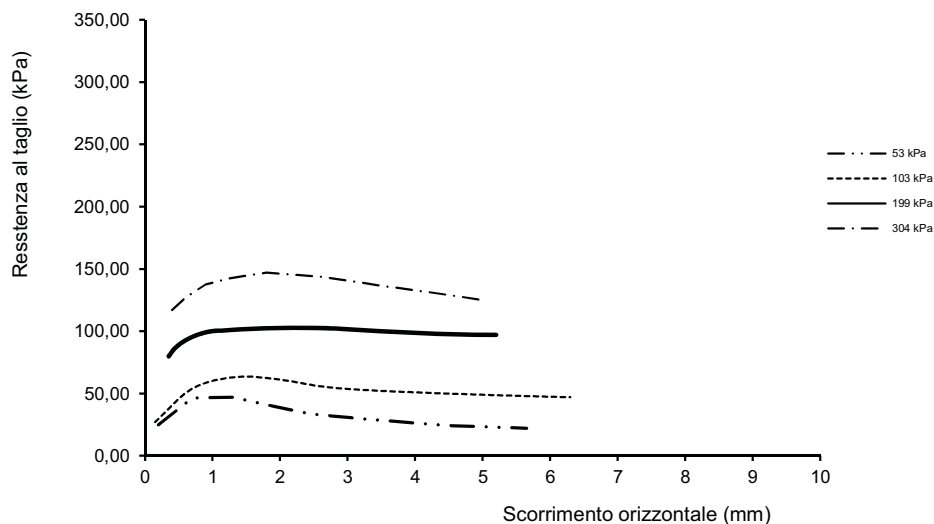
Rif. Lab. : 12467/21

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

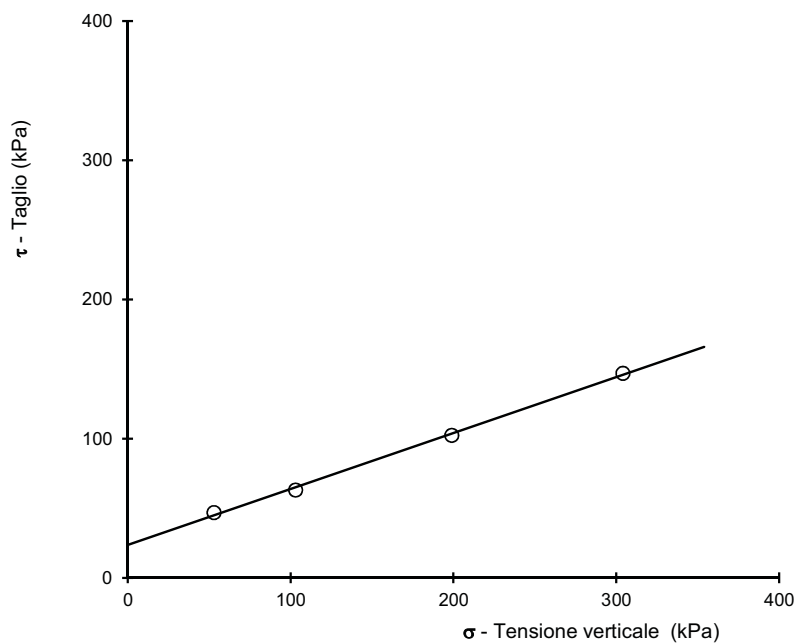
ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI



INVILUPPO DI ROTTURA



Data : 28/06/2021

Pag. : 2/2

soiltech s.n.c.

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 12469/21

Committente: Cespo dei F.lli Manis srl

Data consegna campione: 14/06/21

Provenienza campione : Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri" - Comune di Simaxis (OR)

Campione : C8

Profondità (m dal p.c.): 12,7 - 12,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione : Sabbia fine con limo e argilla di color nocciola, poco addensata

Caratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :



Caratteristiche del provino

	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	23,3			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,921	1,902	1,911	1,942

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

	Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	4,0			
Tempo minimo di durata della prova	min	50,8			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,0492			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	33,7	67,8	114,5	175,6
Deformazione orizzontale alla rottura	%	3,8	4,7	5,0	6,9
Velocità di prova	mm/min	0,0400			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

28,98 °

COESIONE

6,6 kPa

Data : 28/06/2021

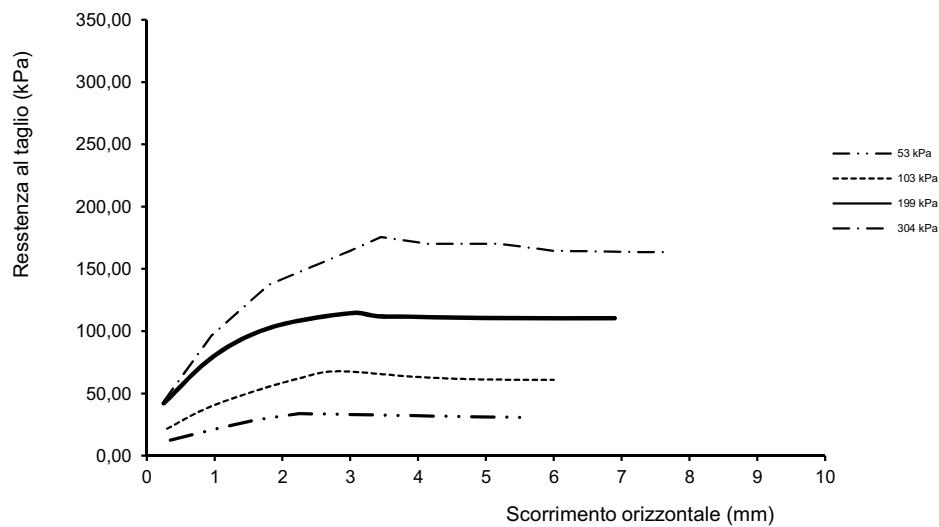
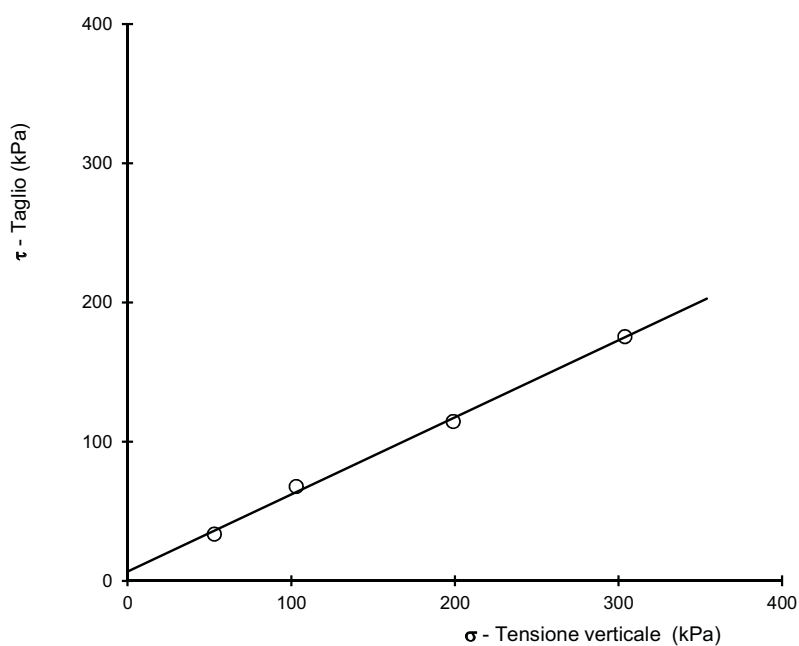
Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche

Rif. Lab. : 12469/21**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 28/06/2021

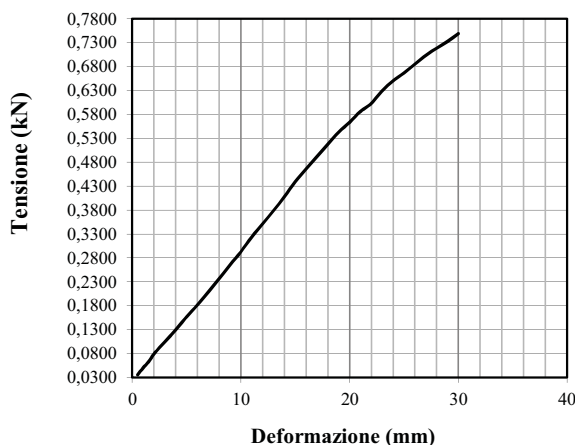
Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche

DOCUMENTO DI PROVACertificato n° : 12440/21**Committente:** Cespo dei F.lli Manis srl**Data consegna campione:** 14/06/21**Opera::** Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)**Sigla campione:** C2**Profondità (m dal p.c.):** 15,60 - 16,00**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)
ASTM 2166-85****Descrizione del campione** Argilla e limo di bassa consistenza**Condizioni del provino:** Omogeneo, assenza di discontinuità**Caratteristiche del provino**

altezza (cm):	<u>16,5</u>	rapporto altezza/diametro :	<u>2,0</u>
diametro (cm):	<u>8,3</u>	peso di volume (g/cm ³):	<u>2,092</u>
sezione iniziale del provino (cm ²):	<u>54,1</u>	sezione media (cm ²):	<u>63,6</u>

Deformazione assiale mm	Deformazione anello dinamometrico kN
0,5	0,0355
1	0,0502
1,5	0,0627
2	0,0794
2,5	0,0920
3	0,1046
3,5	0,1171
4	0,1297
5	0,1569
6	0,1820
7	0,2092
8	0,2364
9	0,2656
10	0,2928
11	0,3242
12	0,3514
13	0,3786
14	0,4079
15	0,4393
16	0,4665
17	0,4916
18	0,5185
19	0,5432
20	0,5637
21	0,5864
22	0,6030
23	0,6296
24	0,6502
25	0,6666
26	0,6851
27	0,7037
28	0,7181
29	0,7325
30	0,7489



Provino dopo la prova

Velocità di esecuzione (mm/min) :	<u>0,52</u>
Deformazione assiale massima (mm)	<u>24,8</u>
Deformazione assiale massima (%)	<u>15,0</u>
Deformazione dell'anello dinamometrico (kN):	<u>0,660</u>
Pressione a rottura (kPa):	<u>103,74</u>

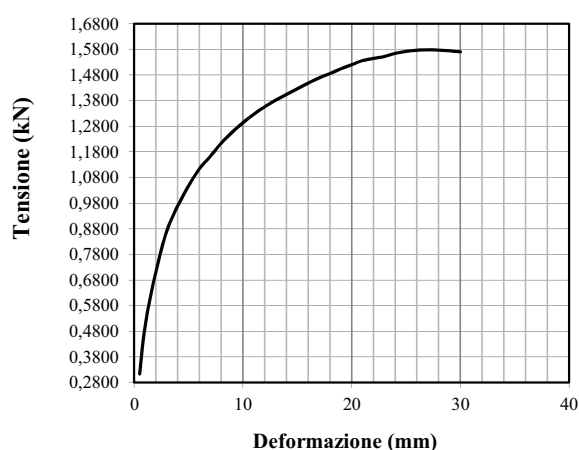
Data: 18-giu-21

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
responsabile della Sperimentazione

DOCUMENTO DI PROVACertificato n° : 12441/21**Committente:** Cespo dei F.lli Manis srl**Data consegna campione:** 14/06/21**Opera::** Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)**Sigla campione:** C3**Profondità (m dal p.c.):** 23,10 - 23,50**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)
ASTM 2166-85****Descrizione del campione**Argilla e limo molto consistente**Condizioni del provino:**Omogeneo, assenza di discontinuità**Caratteristiche del provino**

altezza (cm):	<u>16,1</u>	rapporto altezza/diametro :	<u>1,9</u>
diametro (cm):	<u>8,3</u>	peso di volume (g/cm ³):	<u>1,999</u>
sezione iniziale del provino (cm ²):	<u>54,1</u>	sezione media (cm ²):	<u>65,0</u>

Deformazione assiale mm	Deformazione anello dinamometrico kN
0,5	0,3138
1	0,5020
1,5	0,6152
2	0,7139
2,5	0,8004
3	0,8724
3,5	0,9238
4	0,9691
5	1,0479
6	1,1145
7	1,1624
8	1,2145
9	1,2562
10	1,2937
11	1,3270
12	1,3562
13	1,3812
14	1,4041
15	1,4270
16	1,4479
17	1,4687
18	1,4854
19	1,5040
20	1,5201
21	1,5362
22	1,5443
23	1,5524
24	1,5645
25	1,5725
26	1,5766
27	1,5787
28	1,5766
29	1,5745
30	1,5705

**Provino dopo la prova**

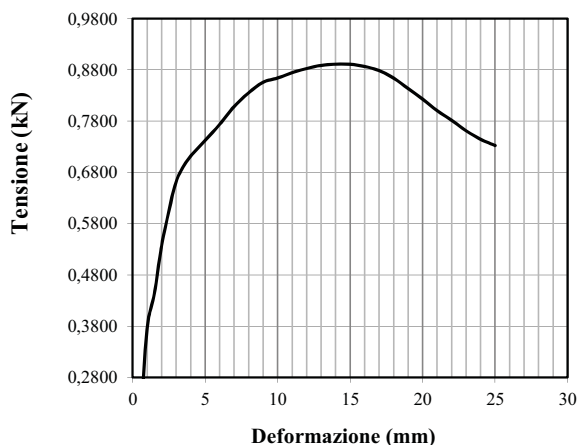
Velocità di esecuzione (mm/min) :	<u>0,52</u>
Deformazione assiale massima (mm)	<u>27,0</u>
Deformazione assiale massima (%)	<u>16,8</u>
Deformazione dell'anello dinamometrico (kN):	<u>1,579</u>
Pressione a rottura (kPa):	<u>242,97</u>

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche**Data:** 18-giu-21

DOCUMENTO DI PROVACertificato n° : 12442/21**Committente:** Cespo dei F.lli Manis srl**Data consegna campione:** 14/06/21**Opera::** Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)Sigla campione: C6Profondità (m dal p.c.): 35,20 - 35,60**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)
ASTM 2166-85****Descrizione del campione** Argilla e limo, consistente**Condizioni del provino:** Omogeneo, assenza di discontinuità**Caratteristiche del provino**

altezza (cm):	16	rapporto altezza/diametro :	1,9
diametro (cm):	8,3	peso di volume (g/cm ³):	1,937
sezione iniziale del provino (cm ²):	54,1	sezione media (cm ²):	59,3

Deformazione assiale mm	Deformazione anello dinamometrico kN
0,5	0,1778
1	0,3765
1,5	0,4435
2	0,5370
2,5	0,6049
3	0,6625
3,5	0,6913
4	0,7119
5	0,7427
6	0,7736
7	0,8086
8	0,8353
9	0,8559
10	0,8641
11	0,8744
12	0,8827
13	0,8888
14	0,8909
15	0,8909
16	0,8868
17	0,8786
18	0,8641
19	0,8436
20	0,8230
21	0,8004
22	0,7818
23	0,7613
24	0,7448
25	0,7325



Provino dopo la prova

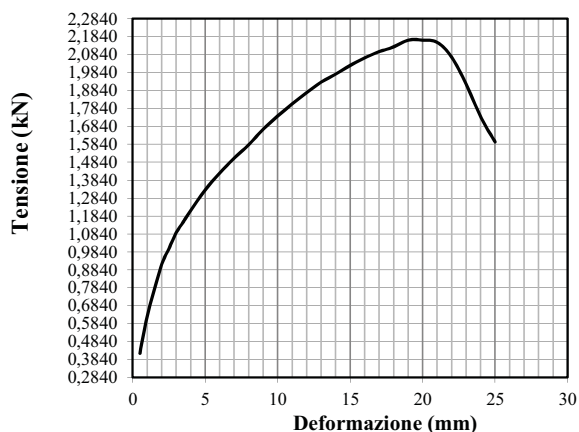
Velocità di esecuzione (mm/min) :	0,52
Deformazione assiale massima (mm)	14,0
Deformazione assiale massima (%)	8,8
Deformazione dell'anello dinamometrico (kN):	0,891
Pressione a rottura (kPa):	150,33

Data: 18-giu-21**soiltech s.n.c.**
Laboratorio prove geotecniche

DOCUMENTO DI PROVACertificato n° : 12568/21**Committente:** Cespo dei F.lli Manis srl**Data consegna campione:** 14/06/21**Opera::** Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)**Sigla campione:** C7**Profondità (m dal p.c.):** 37,10 - 37,40**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)
ASTM 2166-85****Descrizione del campione** Argilla estremamente consistente**Condizioni del provino:** Omogeneo, assenza di discontinuità**Caratteristiche del provino**

altezza (cm):	16,5	rapporto altezza/diametro :	2,0
diametro (cm):	8,3	peso di volume (g/cmc):	2,077
sezione iniziale del provino (cmq):	54,1	sezione media (cmq):	61,1

Deformazione assiale mm	Deformazione anello dinamometrico kN
0,5	0,4184
1	0,6255
1,5	0,7736
2	0,9135
2,5	1,0020
3	1,0895
3,5	1,1520
4	1,2145
5	1,3291
6	1,4229
7	1,5060
8	1,5806
9	1,6673
10	1,7407
11	1,8084
12	1,8709
13	1,9294
14	1,9737
15	2,0240
16	2,0640
17	2,1000
18	2,1260
19	2,1640
20	2,1640
21	2,1520
22	2,0700
23	1,9193
24	1,7379
25	1,5967



Provino dopo la prova

Velocità di esecuzione (mm/min) :	0,52
Deformazione assiale massima (mm)	19,0
Deformazione assiale massima (%)	11,5
Deformazione dell'anello dinamometrico (kN):	2,164
Pressione a rottura (kPa):	354,08

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecnicheData: 28-giu-21

DOCUMENTO DI PROVAData consegna campione: 14-giu-21Certificato n° : 12438/21COMMITTENTE : Cespo dei F.lli Manis srlProvenienza campione : Progetto di prosecuzione della coltivazione e di recupero ambientale della cava "Tanca 'e S'Oreri"- Comune di Simaxis (OR)**PESO DI VOLUME**

METODO DELLA PESATA IDROSTATICA

Descrizione visiva del materiale	Sigla campione	Profondità prelievo <i>m da p.c.</i>	Caratteristiche del provino		Peso di volume <i>g/cmc</i>
			Volume <i>cmc</i>	Peso <i>g</i>	
Sabbia grossa con ghiaia in matrice limo-argillosa, molto addensata	C1	5,35 - 5,45	550,0	1205,6	2,192
Argilla e limo, di bassa consistenza	C2	15,60 - 16,00	688,4	1386,7	2,014
Argilla e limo molto consistente	C3	23,10 - 23,50	591,8	1120,6	1,894
Sabbia grossa con ghiaia in matrice deb. argillosa, poco addensata	C4	24,65 - 25,00	770,2	1688,8	2,193
Sabbia grossa con ghiaia, addensata	C5	26,65 - 27,00	639,8	1440,6	2,252
Limo e argilla, consistente	C6	35,20 - 35,60	605,6	1129	1,864

soiltech s.n.c.

Data: 18-giu-21