

Località:

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI ASTI  
**COMUNE di CASTAGNOLE delle LANZE**

Progetto:

**COLTIVAZIONE DELLA CAVA DI SABBIA E GHIAIA  
"CASONE 3"**

Oggetto:

**Elaborato 6  
RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E  
GEOTECNICA**

Data:

dicembre 2021

Proponente:

**Cave Gabbio s.r.l.**

ECO SERVICE

**CAVE GABBIO SRL**

Via Priosa, 3/A  
CANOVE DI GOVONE (CN)  
Tel. 0173.58232 / Fax 0173.961308  
Cod. Fisc. e P. IVA: 01113430043  
CCIAA CN n. 134848

Progettista:

Ing. Federico Burzio



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
1384 Dott. Ing. Federico Burzio

Progettista:

Dott. Geol. Claudio Riccabone  
Erredb studio – geologi associati



**FEDERICO BURZIO  
INGEGNERE**

Via Artuffi, 47 - 12040 Ceresole d'Alba  
Tel. e fax. 0172 574612 - Cell. 328 6016363  
e-mail: f.burzio@libero.it - P.E.C. : federico.burzio@ingpec.eu  
C.F. BRZFRC76T04B111Z - p.iva 02987120041

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. UBICAZIONE GEOGRAFICA E VINCOLI PRESENTI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ASSETTO GEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	6
3.2 ASSETTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO .....	7
<b>4. RICOSTRUZIONE DELLA TENDENZA EVOLUTIVA DEL FIUME TANARO .....</b>	<b>9</b>
4.1 L'EVOLUZIONE STORICA DELL'ALVEO DEL TANARO .....	9
4.2 CARATTERISTICHE DELL'ALVEO E TENDENZE EVOLUTIVE LOCALI .....	11
<b>5. COMPATIBILITA' CON IL QUADRO DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA .....</b>	<b>13</b>
<b>6. SONDAGGI GEOGNOSTICI E POSA PIEZOMETRI.....</b>	<b>15</b>
<b>7. ASSETTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>16</b>
7.1 INQUADRAMENTO GENERALE .....	16
7.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO .....	16
<b>8. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOTECNICO.....</b>	<b>18</b>
8.1 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DI DETTAGLIO .....	18
8.2 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO .....	19
<b>9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>20</b>
9.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA REGIONALE .....	20
9.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) .....	21
9.3 PERICOLOSITÀ DA LIQUEFAZIONE.....	23
<b>10. VERIFICHE DI STABILITA'.....</b>	<b>24</b>

**Allegato 1:** Colonne litostratigrafiche dei pozzetti geognostici

**Allegato 2:** Output procedure di verifiche di stabilità

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 1
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce il documento finale dell'indagine geologica, geomorfologica ed idrogeologica, condotta su un'area ubicata in sponda sinistra idrografica del Fiume Tanaro, in Comune di Castagnole delle Lanze (AT), oggetto di richiesta di concessione per un'attività di estrazione inerti, da parte della Ditta **Cave Gabbio S.r.l.** (amministratore unico Sig. Gabbio Valter) con sede in Via Priosa, 3/A, Govone (CN), C.F./P.IVA: 01113430043.

Il presente documento fa parte della documentazione relativa al progetto di coltivazione di cava (denominato "**Cava Casone 3**") è redatto secondo i disposti della L.R. 23 del 17/11/2016, relativa alla disciplina delle attività estrattive.

L'indagine, i cui risultati sono illustrati nel presente documento e nella cartografia allegata, ha analizzato in particolare i seguenti aspetti:

- l'assetto geologico-geomorfologico di dettaglio;
- l'analisi dei rapporti fra attività estrattiva e regime fluviale;
- la situazione litostratigrafica del giacimento;
- la valutazione della soggiacenza della falda e la ricostruzione della superficie piezometrica nell'area;
- la caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni;
- la valutazione della compatibilità dell'intervento con il quadro della pericolosità geomorfologica ed idraulica, definita dalla documentazione geologica del vigente P.R.G.C..

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 2
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

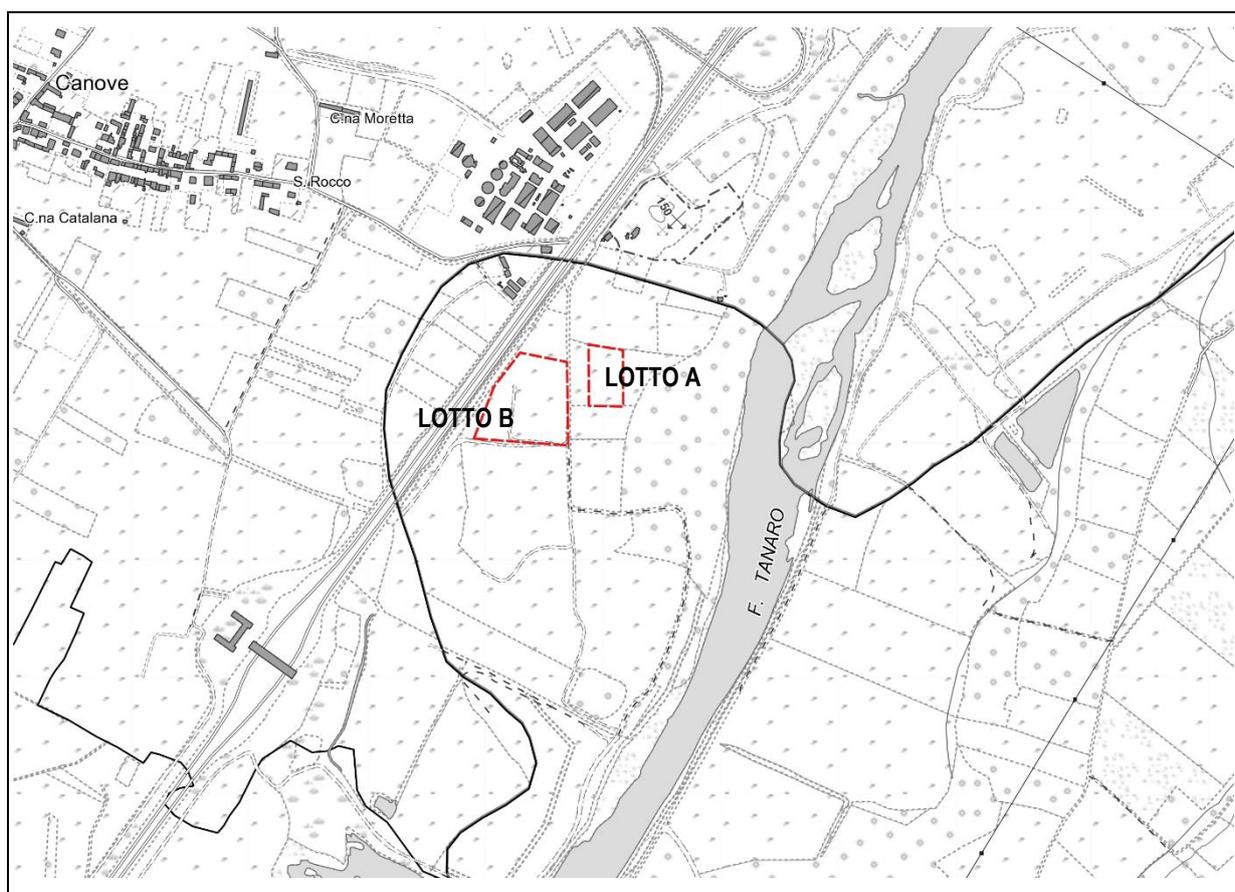
## 2. UBICAZIONE GEOGRAFICA E VINCOLI PRESENTI

L'area in esame (vedi Fig. 1 e Fig. 2 per la corografia generale) appartiene al ripiano di origine alluvionale, costituente la sponda sinistra idrografica del Fiume Tanaro, in Comune di Castagnole Lanze (AT), in prossimità del confine con il comune di Govone (CN).

L'area oggetto di nuova attività estrattiva è suddivisa in due lotti distinti, con baricentro posizionato alle seguenti coordinate (WGS84 – UTM32), le relative quote altimetriche di riferimento e le rispettive superfici:

Lotto	Est	Nord	Quota media slm	Superficie lotto
LOTTO A	429.381	4.958.033	141.70 m	6.790 m <sup>2</sup>
LOTTO B	429.253	4.957.993	141.70 m	24.975 m <sup>2</sup>

Le aree effettive di scavo sono ovviamente leggermente inferiori. Nella citata Fig. 1 è riportata l'ubicazione dell'area in esame con riferimento alla Cartografia Tecnica Regionale BDTre. In Fig. 2, è invece riportata la delimitazione dell'area con riferimento alle riprese aeree (Fonte Google Earth).



**Figura 1:** Corografia dell'area, scala 1:10.000 - Base BDTre della Regione Piemonte.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 3
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21



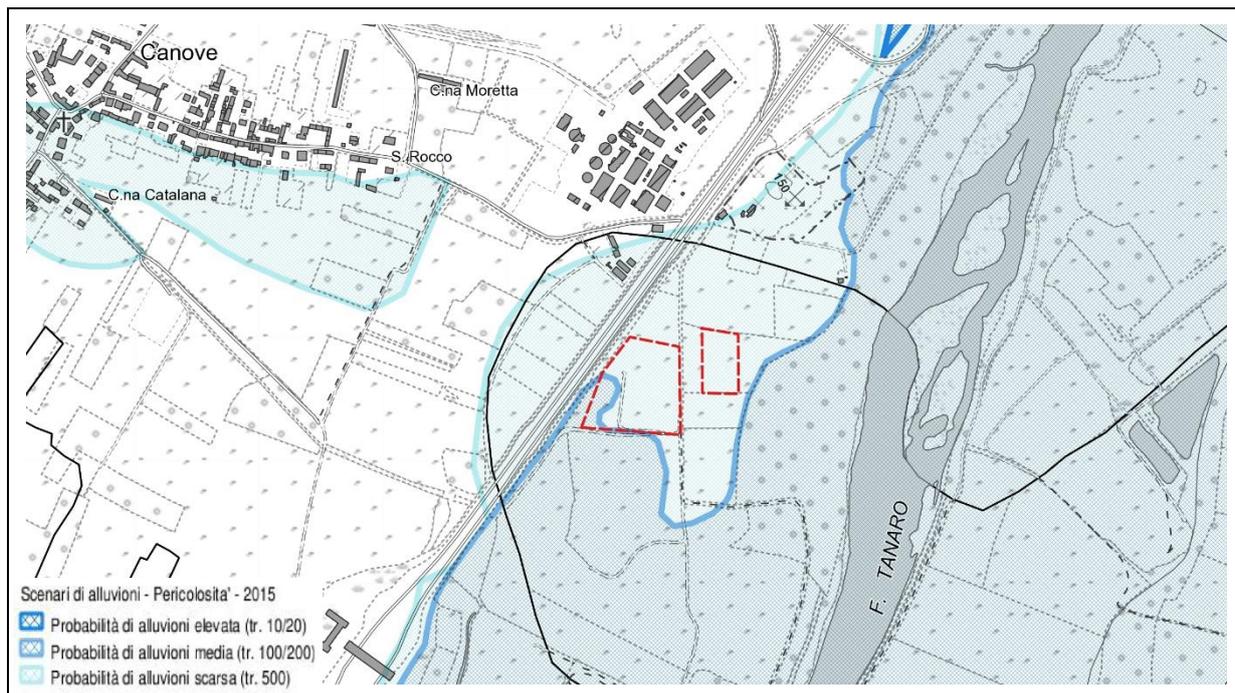
**Figura 2:** ripresa aerea dell'area in esame (Fonte Google Earth)

L'area risulta interna alla fascia di tutela di 150 m dalla sponda del Tanaro, come definita ai sensi della L. 431/1985 e D.Lgs. 42/2004; inoltre risulta compresa all'interno della Fascia Fluviale B del Fiume Tanaro definita dal Piano Stralcio Fasce Fluviali (adottato con Deliberazione n. 26/97 del 11/12/1997 ed approvato con D.P.C.M. in data 24/7/1998) e recepite nel P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po).

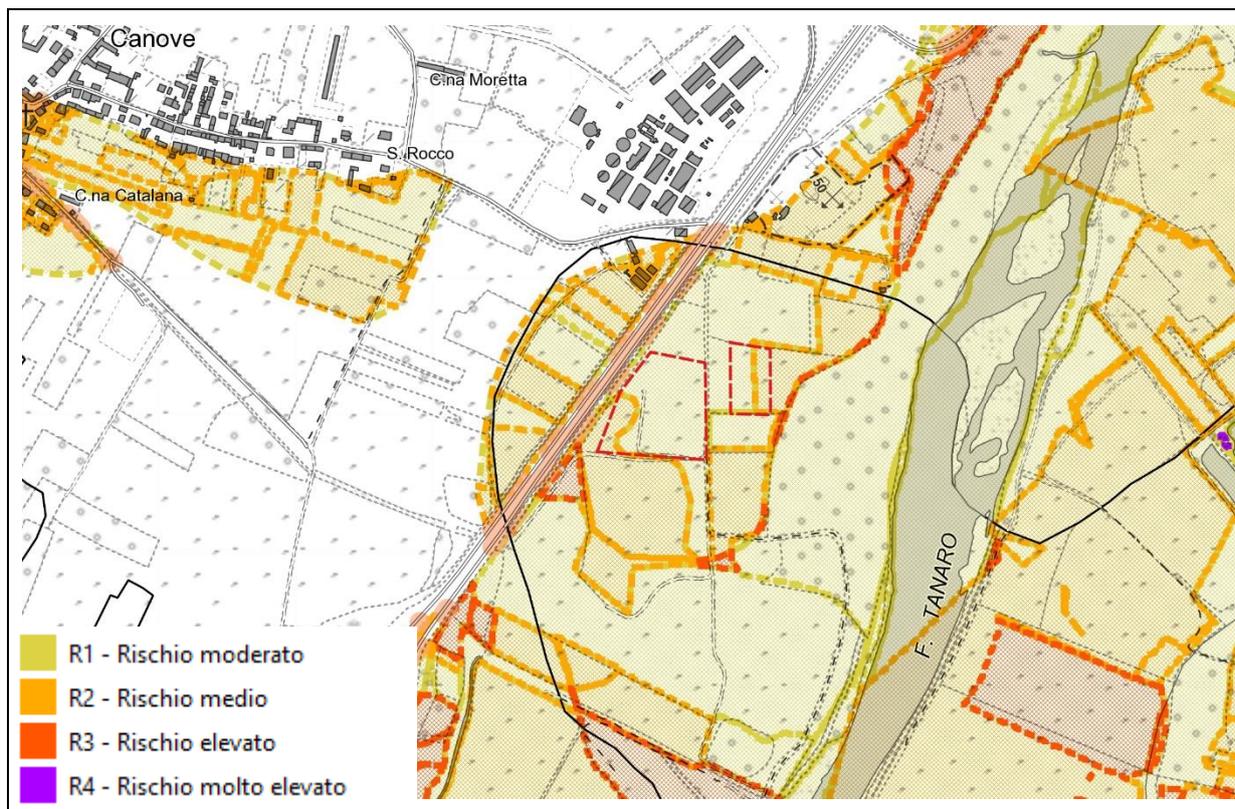
Inoltre, con riferimento al Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) "Direttiva Alluvioni – aggiornamento 2015", di cui sono riportati un estratto relativo agli scenari di pericolosità (Fig. 3) ed uno relativo agli scenari di rischio (cf. Fig. 4), i due lotti dell'area estrattiva in progetto risultano caratterizzati in gran parte da condizioni di Probabilità di alluvioni scarsa (TR 500 anni) e per piccole porzioni da condizioni di Probabilità di alluvioni media (TR 100/200 anni). Analogamente, con riferimento agli scenari di rischio (cf. Fig. 4), i due lotti risultano in prevalenza caratterizzati da condizioni di rischio moderato (R1) e solo in minima parte da condizioni di rischio medio (R2).

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 4
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.



**Figura 3:** Stralcio del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) - Pericolosità



**Figura 4:** Stralcio del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) - Rischio

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 5
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

### 3. ASSETTO GEOLOGICO

#### 3.1 Inquadramento geologico-geomorfologico generale

Da un punto di vista geologico generale, lungo il fondovalle del Fiume Tanaro possono essere distinti un substrato terziario, costituito da rocce sedimentarie di età miocenica ed una copertura quaternaria, costituita da depositi alluvionali. I depositi marini miocenici, oltre a costituire i versanti della vallata del Tanaro, affiorano localmente anche in lunghi tratti dell'alveo del Tanaro, a causa delle recenti fasi erosive del corso d'acqua. Nei dintorni dell'area esaminata, tali depositi sono costituiti in affioramento dalla Formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili.

La Formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili (denominata M<sup>4</sup> nel Foglio 69, "ASTI", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 di cui in Fig. 5 se ne riporta uno stralcio), di età tortoniana (Miocene) rappresenta una successione sedimentaria di ambiente marino relativamente poco profondo, costituita essenzialmente da "marne più o meno sabbiose, di colore grigio-azzurro, con locali intercalazioni sabbioso-conglomeratiche".

Sul substrato appena descritto, si è deposto il materasso alluvionale quaternario, organizzato in superfici terrazzate separate da deboli scarpate, costituito da materiali ghiaioso-sabbiosi, omogenei a grande scala, mentre a piccola scala sono riscontrabili evidenti variazioni litologiche, a motivo della presenza di lenti od intercalazioni a granulometria fine, limose, limoso-sabbiose e limoso-argillose, caratteristiche di ambienti deposizionali fluviali.

Lo spessore dei depositi alluvionali grossolani può raggiungere, al massimo, la decina di metri.

I depositi grossolani che costituiscono il materasso alluvionale, sono uniformemente ricoperti da un intervallo superficiale a granulometria fine, limoso, talora debolmente sabbioso, il cui spessore è variabile, comunque compreso fra 0,80 ed 1,0 metri.

Dal punto di vista geomorfologico, va osservato che l'originario assetto a terrazzi, connesso ai fenomeni alluvionali fluviali, risulta pressoché interamente obliterato dall'attività agricola e dall'attività estrattiva attuale e pregressa.

Sulla base delle varie coperture aerofotografiche esistenti sull'area, ed i dati disponibili sulle banche dati online, sono state realizzate due carte delle aree esondate (riportate in Fig. 6 e Fig. 7), relative agli eventi alluvionali del 1994 e del 2016, con gli elementi geomorfologici caratteristici, tutti riconducibili a fenomeni di dinamica fluviale.

In carta, in particolare in quella relativa all'evento del '94, sono stati riportati i vari canali secondari, abbandonati dal corso d'acqua, gli argini ed i solchi di erosione facilmente riconoscibili dalle foto aeree, l'estensione dell'area coinvolta dall'esondatazione, le direzioni delle correnti di esondatazione, ricavate dal senso di coricamento della vegetazione, le forme ed i fenomeni di riattivazione di vecchi elementi riconducibili all'attività fluviale passata.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 6
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

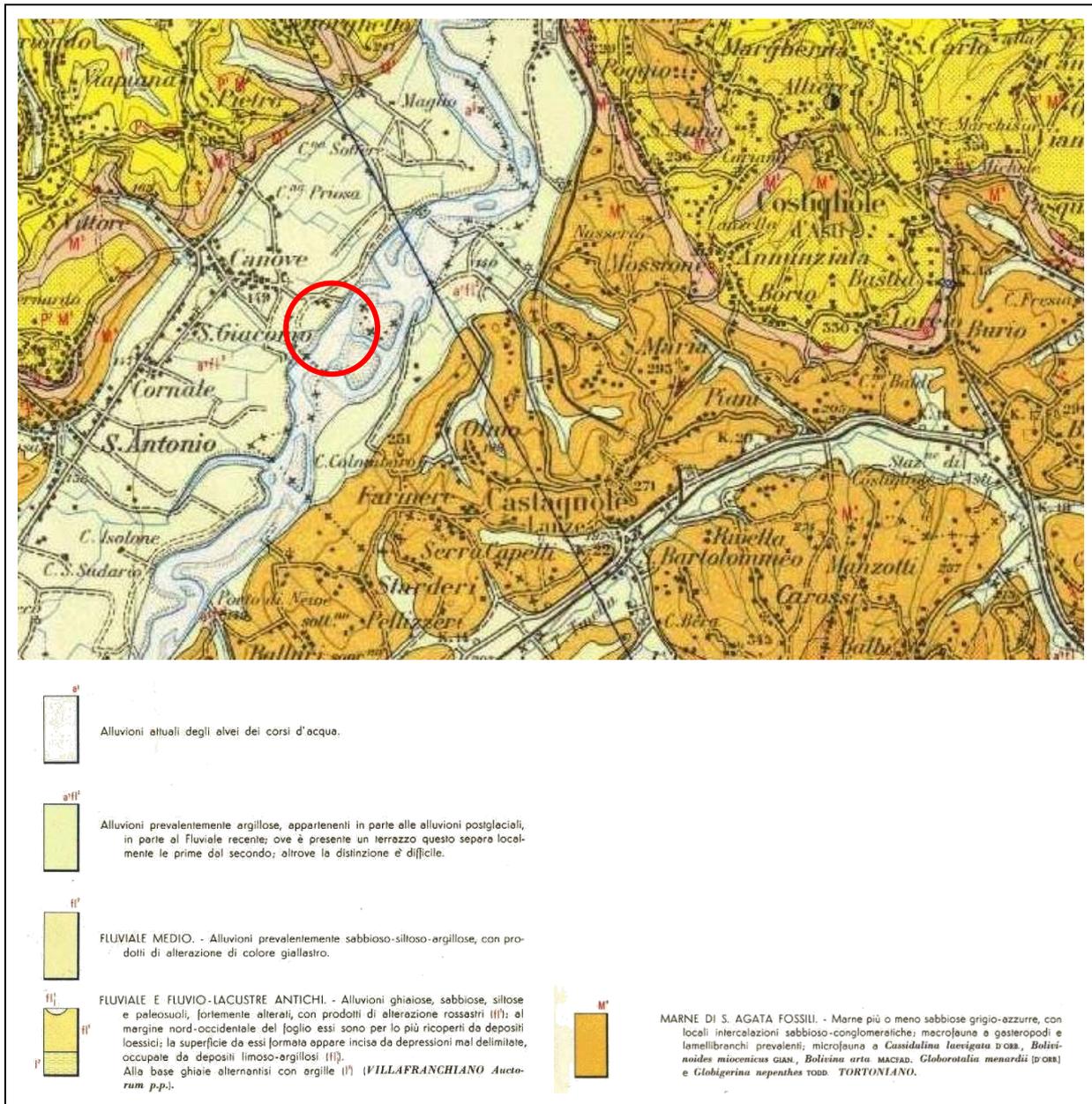


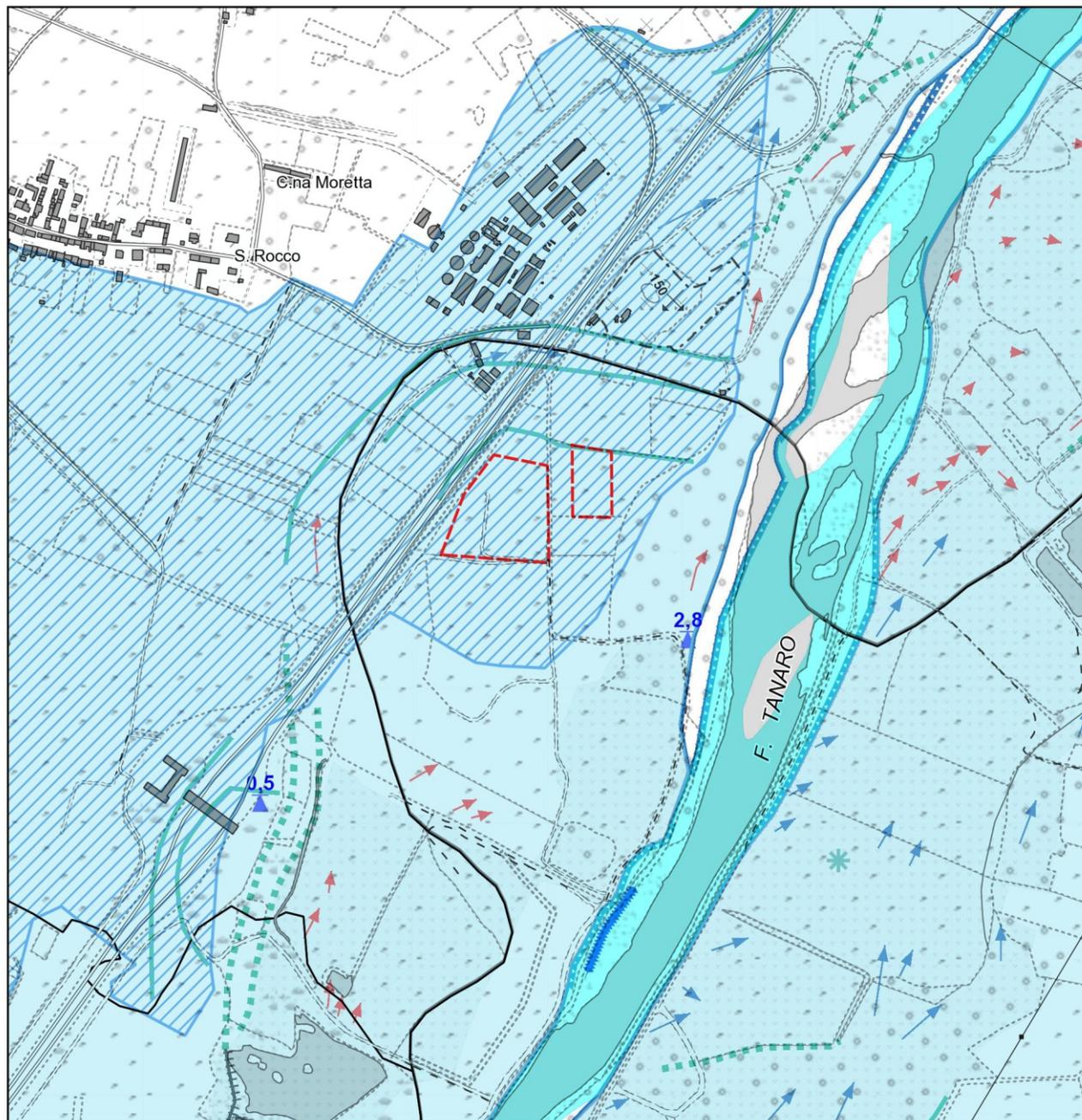
Figura 5: stralcio della carta geologica d'Italia – Foglio 69 - ASTI

### 3.2 Assetto geologico-geomorfologico di dettaglio

I due lotti dell'area destinata alla nuova attività estrattiva risultano compresi in un lembo di pianura alluvionale la cui conformazione morfologica è legata essenzialmente alla dinamica del corso del Fiume Tanaro, che defluisce con andamento sostanzialmente rettilineo da SO a NE e che costituisce l'elemento morfologico predominante. Esso presenta andamento unicursale, meandriforme, a sezione indicativamente trapezia, inciso nei propri depositi e nei materiali del substrato terziario, con scarpate di altezza variabile tra i 3 e i 5 m circa. Tale scarpata costituisce anche il limite fisico che separa le alluvioni attuali del Fiume Tanaro

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 7
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

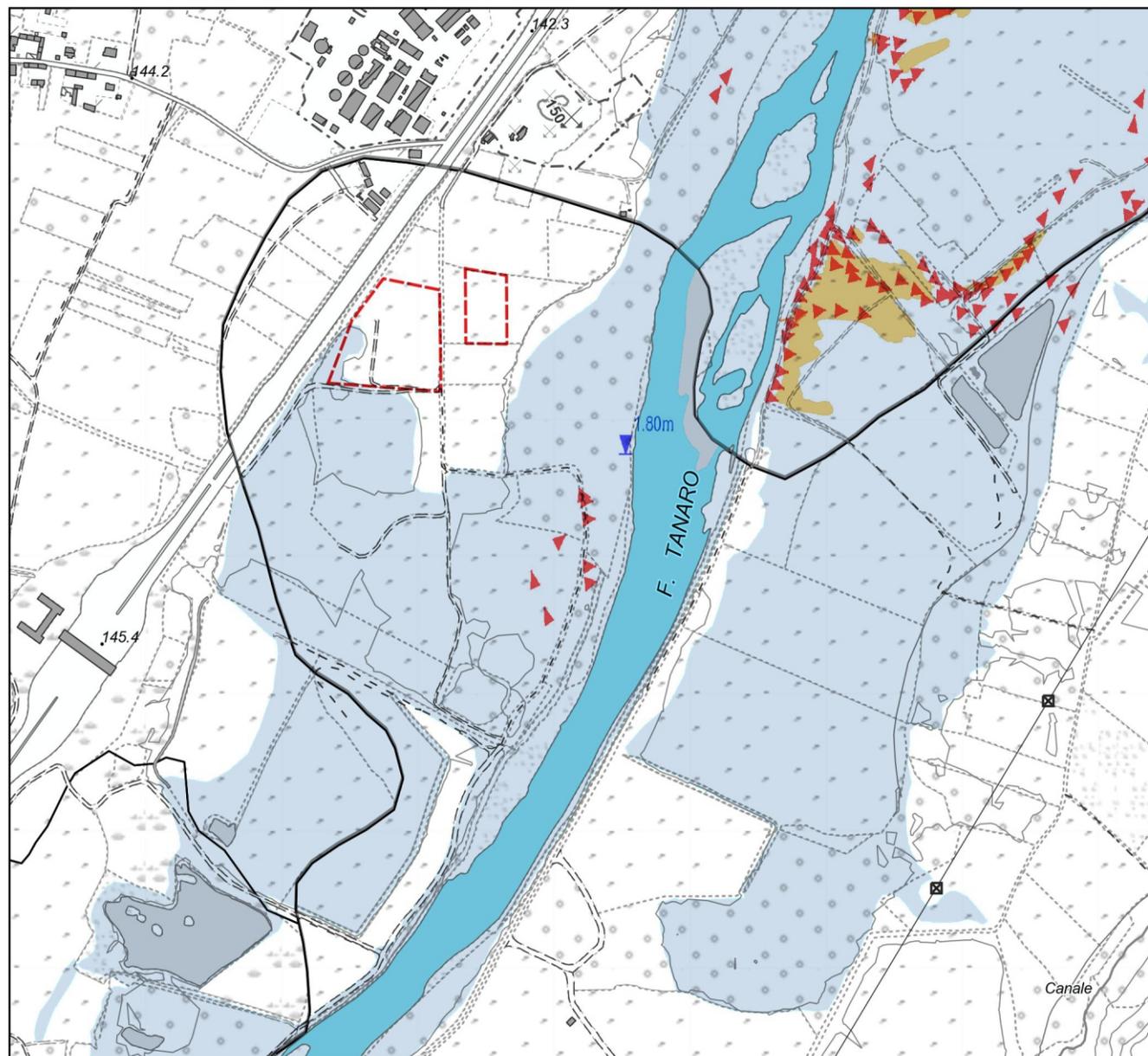


## Alluvione 1994

- Area inondata per apporto del corso d'acqua principale durante l'evento alluvionale del 1994.
- Area inondata anche, o solamente, per apporto della rete idrografica minore e/o dei canali irrigui
- Alveo non differenziato
- direzione di deflusso (correnti ad alta energia)
- direzione di deflusso (generica)
- forma relitta (incisa)
- forma relitta (non incisa)
- orlo di scarpata antropica
- orlo di terrazzo
- sponda erosa
- sponda esterna erosa
- difesa spondale danneggiata o distrutta

Scala: 1:10.000

**Figura 6:** Campo di esondazione dell'evento alluvionale 1994. Processi ed effetti



## Alluvione 2016

### Elementi morfologici - linee

Tipo elemento

- ▶ Direzione di deflusso (correnti ad alta energia)
- ▶ Direzione di deflusso (generica)
- ▶ Punto e direzione di esondazione
- Forma relitta - incisa
- Forma relitta - non incisa
- ▤ Orlo di scarpata antropica
- ▤ Orlo di terrazzo
- ▶ Canale d'erosione
- Sponda erosa
- Sponda esterna erosa
- Canale di transito di piena torrentizia/colata detritica

### Elementi morfologici - poligoni

Tipo elemento

- Area con deposito
- Area erosa
- Canale d'erosione
- Canale riattivato
- Forma deposizionale in alveo
- Colata detritica torrentizia/colamento rapido
- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- Colamento rapido

### Aree inondate/allagate

Tipo elemento

- Alveo non differenziato
- Area allagata in modo discontinuo o di incerta interpretazione
- Area inondata/allagata
- Area inondata/allagata dalla rete idrografica secondaria/canali

**Figura 7:** Campo di esondazione dell'evento alluvionale 2016. Processi ed effetti

(definite a<sup>1</sup> nel Foglio 69, ASTI, della C.G.I. alla scala 1:100.000), dalle alluvioni post-glaciali (definite a<sup>1f3</sup> nel Foglio 69, ASTI, della C.G.I. alla scala 1:100.000), generalmente costituite da materiali a granulometria fine, limoso-argillosa, misti a ghiaie, ciottoli e sabbie.

Il lotto A dell'area in esame è ubicato su un ripiano alluvionale, al O ed all'esterno di un orlo di terrazzo, parzialmente obliterato dall'attività agricola, che presenta un dislivello di circa 2,00 m e che è presumibilmente riconducibile ad un'antica ansa fluviale, abbandonata e completamente stabilizzata.

Il lotto B è posizionato al confine N di un'area già oggetto di attività estrattiva, ribassata di circa 2,00 m rispetto all'attuale quota media del p.c.; il limite O dell'area è posizionato a ridosso del piede del rilevato dell'Autostrada Asti-Cuneo, ad una distanza variabile tra 10 e 40 m circa.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 8
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 4. RICOSTRUZIONE DELLA TENDENZA EVOLUTIVA DEL FIUME TANARO

### 4.1 L'evoluzione storica dell'alveo del Tanaro

Sulla base di materiali bibliografici e dall'esame di cartografie distribuite all'incirca nell'arco di un secolo, possono essere sinteticamente descritte le variazioni morfologiche connesse alla dinamica fluviale, in tale intervallo temporale, per il tratto del fiume Tanaro compreso all'incirca tra Alba ed Asti.

Nell'area in esame, il Fiume Tanaro risulta caratterizzato da un alveo-tipo unicursale, ad andamento debolmente meandriforme, con una tendenza alla progressiva diminuzione della sinuosità, come evidenziato anche dalla sovrapposizione dei vari tracciati del fiume, ricavati dalle Tavole IGM, dal volo aereo Ministero Ambiente 2006 e dalla cartografia tecnica regionale (BDTre), (cf. Fig. 8).

In generale, come riportato dalla Relazione Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'alveo tipo unicursale, da sinuoso a meandriforme, caratterizza i tratti di bassa pianura degli affluenti principali del Fiume Po. Inoltre, un'evoluzione morfologica attuale meno significativa rispetto a quella pregressa, per alcuni corsi d'acqua, fra i quali il Tanaro, è connessa alla stabilizzazione dell'andamento planimetrico, imposto dalla progressiva artificializzazione dell'alveo.

Con riferimento invece all'abbassamento del fondo alveo, i dati riportati nella Relazione Generale del P.A.I., indicano come gran parte dei corsi d'acqua sia interessata da fenomeni medi e significativi di abbassamento: in sintesi risulta che l'erosione di fondo è la tendenza prevalente in atto lungo le aste del reticolo idrografico padano; tale carattere è particolarmente marcato su alcuni corsi d'acqua, fra i quali il Tanaro.

Sulla base di materiali bibliografici, possono essere sinteticamente descritte le variazioni morfologiche connesse alla dinamica fluviale, afferenti al periodo 1900-2000, per il tratto del fiume Tanaro compreso all'incirca tra Alba ed Asti.

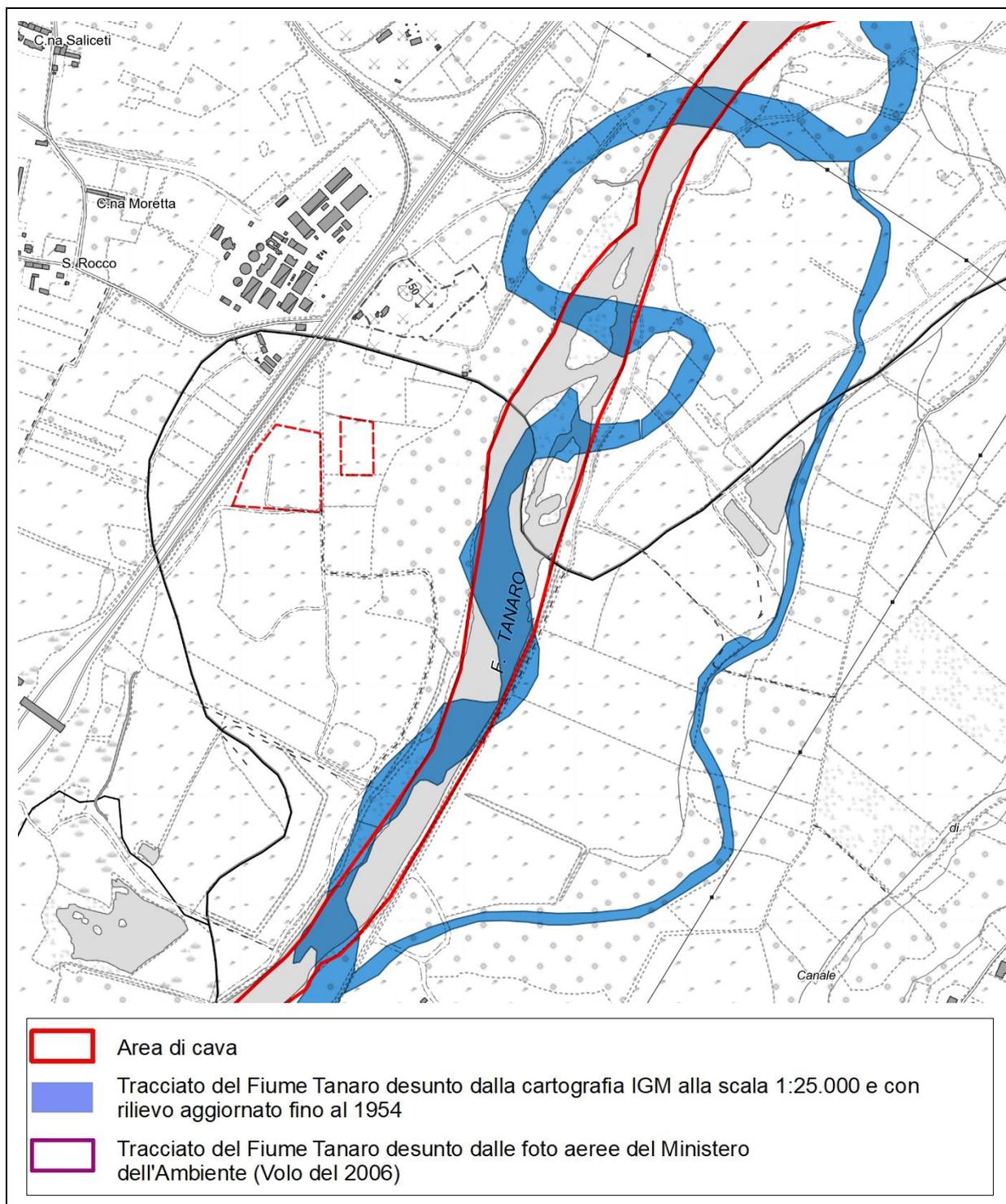
A partire dal 1880 (prima edizione della cartografia IGM alla scala 1:25.000), l'alveo del Tanaro è caratterizzato da una discreta sinuosità e dalla presenza di numerosi canali secondari, separati fra loro da isole, larghe anche più di 200-300 m. La sinuosità sembra crescere nel tempo, come si osserva dal successivo aggiornamento della cartografia IGM del 1923, che mette anche in evidenza la crescita delle dimensioni delle isole e l'allargamento dei canali secondari.

Il nuovo aggiornamento dell'IGM, basato su una ripresa aerofotografica del 1954, mostra un comportamento parzialmente meandriforme, con isole fluviali che sembrano ridurre le loro dimensioni; è anche evidente un graduale processo di abbandono dei rami secondari.

Il periodo immediatamente seguente vede l'espandersi delle attività di estrazione inerti lungo il corso d'acqua; contestualmente, si estendono le opere di difesa spondali. La situazione del corso d'acqua negli anni '80, desunta dall'osservazione delle foto aeree del volo Regione Piemonte del 1987, risulta caratterizzata dalla totale estinzione dei rami secondari: nel tratto

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 9
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

compreso tra Alba ed Asti, il Tanaro presenta un unico canale attivo, che procede per tratti rettilinei, separati da anse spesso accentuate.



**Figura 8:** Sovrapposizione dei vari tracciati storici del fiume Tanaro.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 10
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

In sintesi è possibile affermare che, dopo un periodo in cui il corso d'acqua tendeva progressivamente ad accrescere la sua lunghezza e quindi, la sinuosità (che, sulla base dei documenti esaminati, sembra raggiungere il suo massimo negli anni '50), si ha una brusca inversione di tendenza nel periodo successivo, con un progressivo accorciamento dell'alveo e conseguente riduzione della sinuosità, per arrivare, come si osserva tuttora, ad una notevole rettilinearizzazione dell'alveo. A tale evoluzione planimetrica si sono associati processi erosivi intensi, che hanno portato l'alveo ad approfondirsi incidendo, pressoché ovunque, il substrato marnoso terziario.

La contemporanea presenza di una fase di rettilinearizzazione dell'alveo e di un suo progressivo approfondirsi, fino ad incidere il substrato marnoso terziario, costituiscono la caratteristica evolutiva attuale del Fiume Tanaro fino ad Asti, testimoniando pertanto a favore di una sostanziale stabilità dell'attuale tracciato fluviale.

#### **4.2 Caratteristiche dell'alveo e tendenze evolutive locali**

Nel presente paragrafo, viene descritto l'assetto geomorfologico di dettaglio, relativamente ai processi di dinamica fluviale, come risulta dall'analisi effettuata (in base al rilievo aerofotografico, alla consultazione dei dati bibliografici ed alle indagini in situ) e sintetizzata nelle già citate carte di Fig. 6, 7 e 8. L'analisi ha preso in considerazione il tratto di fiume compreso tra i Comuni di Govone (CN) e di Castagnole Lanze (AT).

Nel tratto in esame, il fiume descrive un percorso sub-rettilineo a canale singolo, con un'unica isola fluviale posta all'incirca in corrispondenza dell'area in esame, accennando una debole ansa e percorre la valle mantenendosi in posizione all'incirca simmetrica rispetto ai versanti limitrofi.

La pendenza media si aggira sul 1.5-2 per mille. La sezione di deflusso, ampia all'incirca fra 60 e 80 m, presenta un profilo grossomodo trapezoidale, con sponde incise per un'altezza variabile, da 3 a 5 m nei depositi alluvionali circostanti; quasi ovunque, in questo tratto, il fondo dell'alveo è inoltre inciso direttamente sul substrato marnoso, che è osservabile in affioramento alla base delle scarpate delle sponde.

Nell'area, come già osservato, gli orli e le scarpate di terrazzo di origine alluvionale sono stati totalmente oblitterati dall'attività antropica; sono ancora parzialmente osservabili (essenzialmente da foto aerea) alcune evidenze di forme fluviali relitte, scarsamente incise.

Nel corso dell'evento alluvionale del novembre '94, l'area è stata interessata dalle acque di esondazione del Fiume Tanaro, ma non è risultata interessata da fenomeni di erosione canalizzata o da fenomeni erosivi superficiali, che in questa zona hanno asportato la coltre di copertura fine, limoso-sabbiosa nelle porzioni maggiormente depresse del fondovalle.

Si fa comunque osservare che le forme fluviali riattivatesi durante la piena (che risultano tutte esterne alle aree di cava in progetto), come pure i fenomeni di erosione, superficiale e canalizzata, non hanno prodotto effetti morfologici irreversibili, confermando la sostanziale tendenza alla stabilità del corso del Tanaro, in questo tratto.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 11
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Per quel che riguarda la tendenza evolutiva del corso d'acqua, quanto osservato a grande scala (cf. par. 4.1) è riscontrabile in dettaglio, lungo il tratto di fiume corrispondente all'area in studio.

Il confronto tra le varie cartografie disponibili lungo lo sviluppo dell'asse vallivo, permette di evidenziare fenomeni di taglio di meandro e di abbandono di canali secondari, che sono confermate dalle foto aeree consultate (volo 1976 e 1994), dove sono osservabili le tracce degli alvei abbandonati che caratterizzano l'area, testimoni di un processo evolutivo dominato dal progressivo attenuarsi della sinuosità. La nuova cartografia tecnica regionale (base BDTre), conferma questo andamento, fotografando una situazione da cui quella attuale non sembra essersi più discostata di molto (vedasi ancora la citata Fig. 8).

Quanto descritto finora, sulla base dell'evoluzione del tracciato fluviale, testimonia comunque a favore di un processo di sostanziale stabilizzazione del corso d'acqua, con progressiva rettilinearizzazione e sostanziale riduzione della sinuosità. Si è anche riscontrata una diminuzione, in termini di frequenza, dei fenomeni di esondazione, nel caso di piene ordinarie.

L'assetto del Fiume Tanaro, lungo il tratto Alba - Asti, risulta inoltre ulteriormente stabilizzato dalla realizzazione dei nuovi tratti arginati previsti dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino e dai nuovi rilevati realizzati per l'autostrada Asti-Cuneo.

Infine, si segnala come la presenza di numerose cavità, residuo di originarie attività di estrazione inerti, costituisce una possibilità di espansione per le piene del Tanaro, riducendone in parte l'energia e la conseguente attività erosiva.

Si precisa che il rinnovo dell'intervento estrattivo non presenta interazioni negative con le opere idrauliche di difesa e con il regime delle falde freatiche presenti. Inoltre, l'attività di cava non ha influenze negative sulla possibile dinamica delle acque del fiume, in quanto non porta a modificazioni indotte direttamente o indirettamente sulla morfologia dell'alveo attivo, come evidenziato anche nell'analisi geomorfologica: nella prevista area estrattiva e nei suoi immediati dintorni, sono infatti assenti elementi morfodinamici attivi (o riattivati in seguito agli ultimi eventi alluvionali significativi), connessi all'attività fluviale.

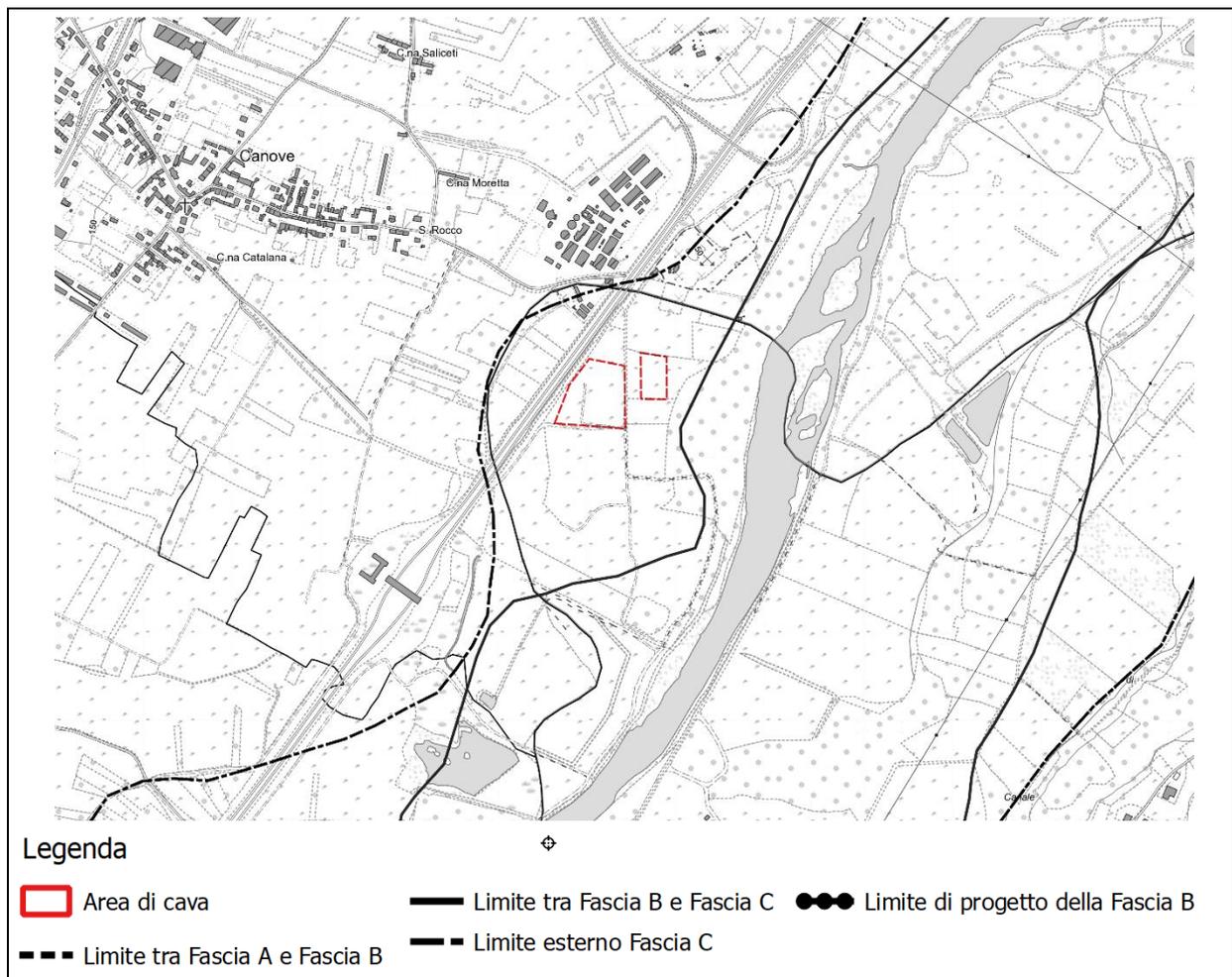
Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 12
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 5. COMPATIBILITA' CON IL QUADRO DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Nel presente paragrafo viene descritto il quadro delle condizioni di pericolosità idraulica e geomorfologica, come definito dalla documentazione geologica di P.R.G. In particolare, viene presentata l'attuale delimitazione delle Fasce Fluviali e la classificazione di pericolosità riportata sulla Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica del P.R.G.C..

Nella Fig. 9 sono riportate le Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino, così come riportate nel vigente P.R.G.C. del Comune di Castagnole Lanze. Sulla base di tale perimetrazione, il sito di cava risulta posto all'interno del limite della Fascia B (cf. Fig. 9).

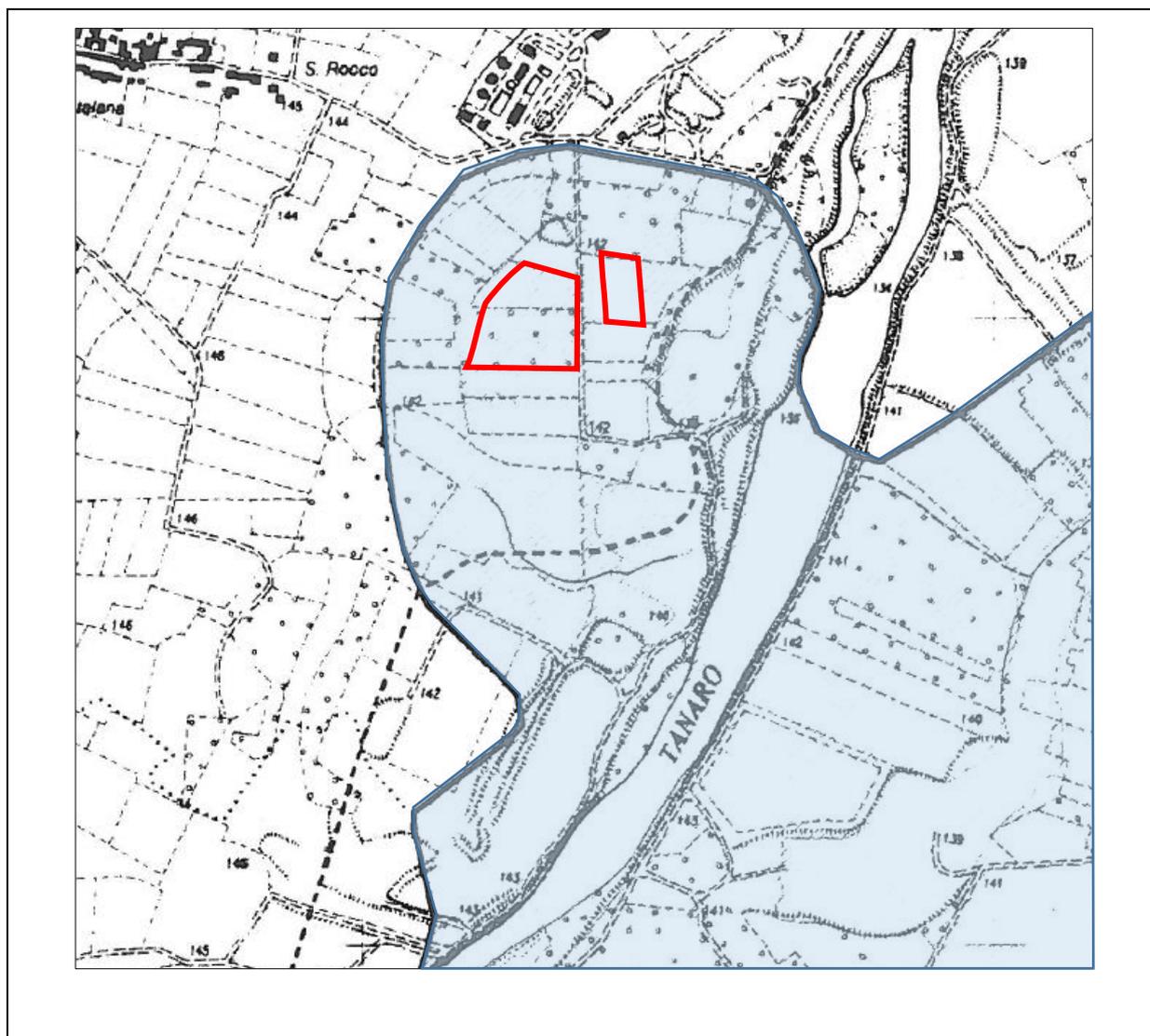
Il comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del Po, con Delibera n. 10/2002, all'Allegato 1, punto 8, prescrive che "i progetti per l'apertura di nuove cave e/o ampliamenti di quelle esistenti nelle Fasce Fluviali A e B e nelle aree in dissesto dovranno essere corredati dallo studio di compatibilità ... e sottoposti al parere vincolante dell'Autorità di Bacino, espresso nell'ambito delle procedure di VIA regionale". Si rimanda pertanto a tali procedure, non oggetto della presente indagine, l'approfondimento del caso.



**Figura 9:** Attuale delimitazione delle Fasce Fluviali

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 13
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Con riferimento al Piano Regolatore Comunale, nella Fig. 10 seguente, è riportato uno stralcio della Carta di Sintesi della Pericolosità geomorfologica, da cui si rileva come il sito di cava risulti compreso totalmente nella Classe III.



**Figura 10:** stralcio degli elaborati geologici allegati al P.R.G.C. vigente. Carta di sintesi. In azzurro l'area classificata in Classe IIIa.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 14
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

## 6. SONDAGGI GEOGNOSTICI E POSA PIEZOMETRI

Nel corso del presente studio, sono stati appositamente realizzati n. 4 sondaggi geognostici, finalizzati all'acquisizione dei dati stratigrafici del banco oggetto di sfruttamento; inoltre, sono stati realizzate 3 perforazioni per la messa in opera di piezometri per il monitoraggio della falda. I sondaggi geognostici sono stati realizzati mediante escavatore a benna rovescia, e sono stati spinti fino a raggiungere la quota del tetto del banco oggetto di sfruttamento. I sondaggi piezometrici sono stati eseguiti con metodologia a distruzione, nel corso dell'estate 2021, attrezzati a piezometro (con canna piezometrica in metallo diam. 2") e spinti sino a profondità di 6,0 m dal p.c..

L'ubicazione dei sondaggi piezometrici (denominati da **PZ1**, **PZ2** e **PZ3**) e dei pozzetti geognostici (denominati **S1**, **S2**, **S3** ed **S4**) è riportata in Fig. 11, mentre nell'Allegato 1 sono riportate le relative colonne litostratigrafiche.



**Figura 11:** ubicazione dei sondaggi e pozzetti eseguiti

L'esame delle litostratigrafie individuate dai sondaggi permette di ricostruire l'andamento della successione deposizionale oggetto di coltivazione, fino alla profondità indagata di 6 m circa. In tutti i sondaggi, al di sotto della coltre di terreno vegetale superficiale, inizia la sequenza alluvionale, tipicamente caratterizzata dagli orizzonti ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi. Il substrato terziario marnoso non è stato raggiunto durante la realizzazione dei sondaggi geognostici, mentre è stato raggiunto in quelli piezometrici.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 15
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 7. ASSETTO IDROGEOLOGICO

### 7.1 Inquadramento generale

Nell'area esaminata è presente esclusivamente una falda idrica a superficie libera, idraulicamente connessa con il reticolato idrografico di superficie, che è qui costituito essenzialmente dal corso del Fiume Tanaro. Tale falda ha sede nei depositi alluvionali sciolti, grossolani e molto grossolani, che costituiscono il fondovalle e che poggiano, a profondità media di 5,0-6,0 m, sul sottostante substrato terziario. Essa risulta di buona potenzialità ed è sfruttata, localmente, da pozzi ad uso irriguo. Risultano assenti altri complessi acquiferi significativi, ubicati nei sottostanti depositi miocenici, essenzialmente impermeabili.

Per quel che riguarda i rapporti con il corso d'acqua, si osserva che il Tanaro, che presenta il fondo dell'alveo sovrainciso (come testimoniato dal substrato marnoso terziario, affiorante in più tratti del corso del fiume, fra Alba ed Asti), in condizioni normali funge da asse drenante della falda, che è alimentata essenzialmente dagli apporti delle precipitazioni, provenienti dai vari bacini collinari minori, presenti sui versanti. Tale condizione può mutare, in occasione di piene particolarmente intense, quando la portata del fiume aumenta, provocando innalzamento del pelo libero e, conseguentemente, instaurando un rapporto di alimentazione della falda.

### 7.2 Assetto idrogeologico di dettaglio

L'assetto idrogeologico locale può essere ricostruito sulla base dei dati piezometrici, relativi alla falda superficiale, rilevati nei 3 piezometri appositamente realizzati. Nella tabella seguente sono riportate le quote assolute dei sondaggi, i valori di soggiacenza ed i rispettivi valori piezometrici assoluti, relativi al rilevamento piezometrico effettuato il giorno 23/11/2021.

Punto di misura	Quota di riferimento	Soggiacenza	Piezometria assoluta
	m s.l.m.	m	m s.l.m.
<b>PZ1</b>	140,18	-2,21	137,97
<b>PZ2</b>	141,59	-5,78	135,81
<b>PZ3</b>	141,45	-5,87	135,58

Le misure piezometriche effettuate, unitamente al confronto con dati disponibili su altre aree contermini, hanno consentito di ricostruire l'andamento e le caratteristiche idrodinamiche della falda freatica presente nei depositi alluvionali di questo tratto del fondovalle del Tanaro. L'andamento della superficie piezometrica della falda è schematizzato in Fig. 12.

Risulta immediatamente evidente l'effetto drenante esercitato dal corso del Tanaro: infatti, la superficie freatica presenta una direzione di scorrimento da Ovest o ONO verso Est, ESE,

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 16
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

convergente verso l'asse drenante costituito dal fiume. Il gradiente idraulico risulta pari a 1,28 %. La soggiacenza media nell'area si aggira intorno ai **4,50 – 5,00 m** circa.

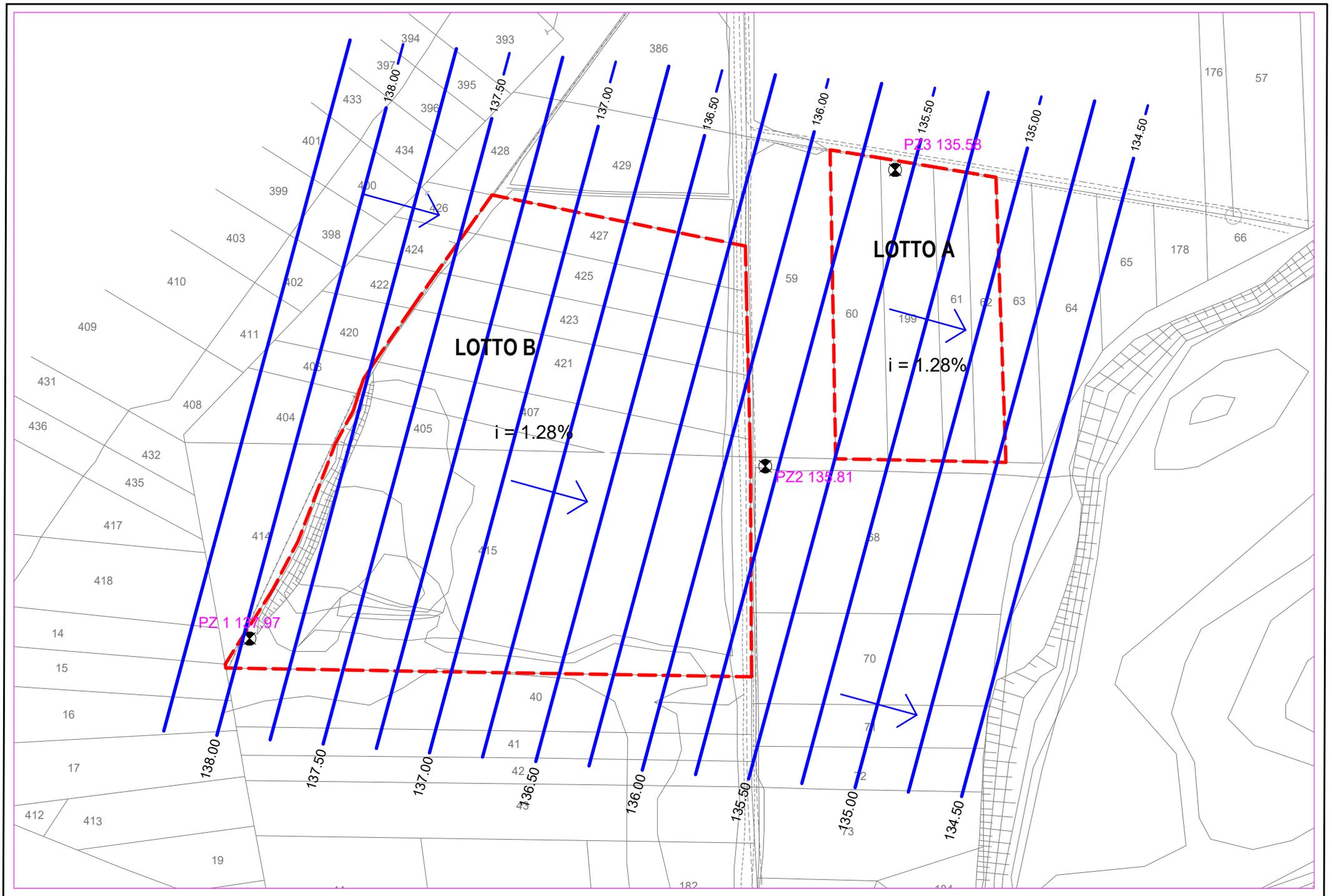
Per quel che riguarda infine la valutazione della massima escursione della falda, risulta dalle conoscenze pregresse sull'area, che i massimi livelli vengono raggiunti nel periodo tardo-primaverile. In effetti, tale periodo corrisponde alla fase di scioglimento delle nevi invernali e quindi, a fasi di elevato livello idrico nel Tanaro.

Pertanto, dal momento che, come già affermato in precedenza, la falda che caratterizza il materasso alluvionale del Fiume Tanaro risulta in diretta dipendenza con esso, anche i massimi livelli freatici (con oscillazioni massime dell'ordine del metro), verranno raggiunti nello stesso periodo, con un ritardo che, a motivo delle caratteristiche del materasso alluvionale e del contesto idrogeologico, risulta minimo.

Si riporta infine che i valori di soggiacenza, rilevati nel periodo invernale 2019 sui piezometri della confinante cava Casone 2, di altra ditta, evidenziavano un media di circa 4,00 m, confermando pertanto che i valori di oscillazione del livello freatico possono aggirarsi sul metro di ampiezza.

Si fa infine notare che i livelli eccezionalmente elevati delle quote di falda, che possono venire riscontrati in seguito a eventi di piena straordinaria, con tempi di ritorno pluridecennali, sono fenomeni transitori, legati appunto ad una condizione anomala di alimentazione della falda da parte del fiume. Poiché tali condizioni sussistono solo per periodi non superiori a qualche giorno, in breve i livelli di falda riprendono il loro assetto normale.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 17
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21



**Figura 12:** Ricostruzione della superficie piezometrica sui lotti dell'area di cava in progetto.

## 8. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOTECNICO

### 8.1 Definizione del modello geologico di dettaglio

L'interpretazione dei dati stratigrafici ricavati dai sondaggi geognostici, ha permesso la ricostruzione litostratigrafica di dettaglio dell'area in esame. L'assetto litologico e stratigrafico locale risulta così schematizzabile:

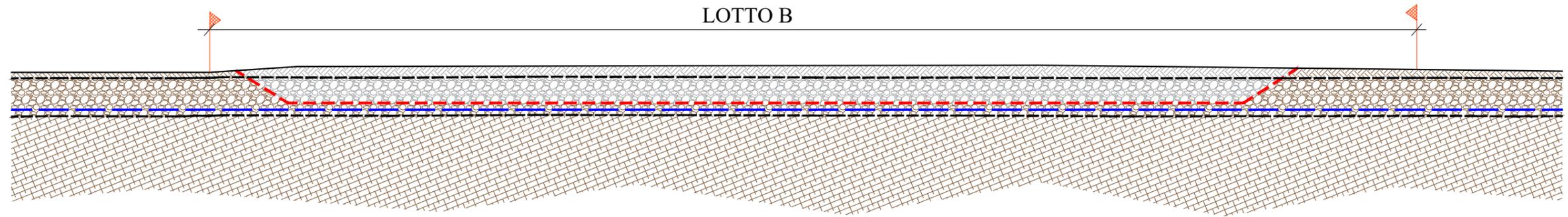
- il livello superficiale è costituito da una coltre di limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore bruno marroncino, che costituisce la coltre di terreno vegetale; gli spessori di questo materiale risultano variabili ma comunque modesti; variano da 0,20 cm in corrispondenza del pozzetto **S4** per arrivare a circa 0,50 m nel pozzetto **S3**;
- al di sotto di tali materiali, si trova il primo livello litotecnico appartenente al materasso alluvionale, costituito da sabbie fini debolmente limose, di spessore variabile tra 1,00 m e 1,20 m;
- al di sotto seguono i depositi più grossolani del materasso alluvionale, fino a profondità medie di circa 4,50 m – 5,50 m (dati ricavati da precedenti indagini eseguite nell'area estrattiva confinante). Litologicamente, i depositi alluvionali sono costituiti da ghiaia eterometrica di natura poligenica, da angolare a subarrotondata, costituita da ciottoli con diametro anche superiore a 10 centimetri, immersi in una matrice sabbiosa moderatamente addensata; localmente sono presenti corpi lenticolari sabbiosi al passaggio tra il primo ed il secondo livello litotecnico.
- in posizione sottostante al materasso alluvionale, si trova il substrato terziario rappresentato da marne sabbiose consistenti di colore grigio cenere, la cui superficie di contatto con il materasso alluvionale è stata ricostruita in base agli affioramenti in corrispondenza delle sponde del Fiume Tanaro.

Unità Litologica	Profondità media <i>m da p.c.</i>	Spessore medio dello strato <i>m</i>	Litologia presunta
<b>0</b>	~ 0,30	~ 0,30	Limi sabbiosi e limi argillosi, superficiali, costituenti la coltre di terreno vegetale
<b>I</b>	1,10	0,80	Sabbie fini debolmente limose
<b>II</b>	4,50 – 5,50	4,00 – 4,50	Serie ciottoloso-ghiaioso-sabbiosa, a granulometria variabile, prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, con locale presenza di livelli iniziali sabbiosi
<b>III</b>	> 4,5 – 5,5	-	Marne e marne sabbiose compatte, attribuibili al substrato in posto

Nella successiva Fig. 13, con riferimento alle fasi realizzative della coltivazione di cava in oggetto, è riportata una sezione litostratigrafica schematica.

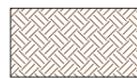
Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 18
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Sez. D - D  
 Scala H 1/1000  
 Scala V 1/1000



Quota rif. = 130 m s.l.m.

Progressiva	70.26	76.47	79.90	92.22	93.82	95.51	96.94	97.17	99.14	117.26	119.36	121.57	139.26	141.71	159.66	161.97	179.89	182.47	199.90	203.10	220.07	223.19	240.52	243.95	261.48	264.82	269.77	275.74	277.11	277.61	281.80	
Parziale		6.22	3.42	12.32					18.12				17.69	2.45	17.96			2.58	17.43	3.19	16.97	3.12	17.32	3.44	17.53	3.34	4.94	5.97	1.38	4.19		
Quota attuale terreno	141.53	141.58	141.57	141.55	141.57	141.62	141.61	141.61	141.70	141.64	141.64	141.62	141.74	141.76	141.72	141.74	141.66	141.65	141.65	141.65	141.65	141.56	141.55	141.58	141.57	141.61	141.62	141.59	141.53	141.58	141.55	141.58
Scavo	Distanza parziale							7.06							160.77													7.00				
	Quota fondo scavo							141.70	137.30																	137.30		141.53				
Quota di ripristino								141.70		141.68			141.66				141.62					141.59				141.55		141.53				



Unità litologica I: Limi sabbiosi e limi argillosi, superficiali, comprendenti circa 0,30 m in media, di coltre di terreno vegetale



Unità litologica II: Serie ciottoloso-ghiaioso-sabbiosa, a granulometria variabile, prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, con locale presenza di livelli iniziali sabbiosi



Unità litologica III: marne e marne sabbiose compatte, attribuibili al substrato in posto



Limite area in disponibilità.



Profilo terreno attuale.



Profilo sezione di scavo.



Falda.

Figura 13: sezione litotecnica schematica dell'area in esame, Lotto B.

## 8.2 Definizione del modello geotecnico

Nel presente paragrafo, viene presentata la modellazione geotecnica dell'area, finalizzata alla valutazione delle problematiche geotecniche poste in essere dal progetto di attività estrattiva, che sono essenzialmente riferibili alla valutazione della stabilità delle scarpate di scavo.

La coltivazione interessa i materiali sabbiosi e ghiaioso-ciottolosi e ghiaioso-sabbiosi, diffusi nell'intera area, al di sotto dei livelli di copertura, limoso-sabbiosi, superficiali.

I materiali in esame, oggetto di attività estrattiva, risultano costituiti essenzialmente da ghiaie grossolane e molto grossolane, talora con abbondanti ciottoli, con frazione sabbiosa, privi di coesione e talvolta addensati.

Di tali materiali, prelevati in aree contigue, è stata più volte effettuata la caratterizzazione granulometrica di laboratorio, che consente di definirli come ghiaie eterometriche con sabbia e qualche ciottolo, di diametro max. 10-15 cm, e frazione sabbiosa pari a circa il 30 %.

Sulla base di quanto noto in letteratura e dalle conoscenze dirette dello Scrivente in contesti analoghi, i depositi di questo tipo possono essere caratterizzati dai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

<b>Unità litologica I – Limi sabbiosi e limi argillosi, sciolti e superficiali</b>				
<b>Densità relativa</b> (%)	<b>Peso di volume</b> (kN/m <sup>3</sup> )	<b>Resistenza al taglio</b> (°)	<b>Coesione drenata</b> (kPa)	<b>Modulo edometrico</b> (kPa)
30 - 40	18	24-25	0,00	5.000

<b>Unità litologica II – ghiaie e sabbie grossolane in matrice sabbiosa, sciolte</b>				
<b>Densità relativa</b> (%)	<b>Peso di volume</b> (kN/m <sup>3</sup> )	<b>Resistenza al taglio</b> (°)	<b>Coesione drenata</b> (kPa)	<b>Modulo edometrico</b> (kPa)
30 - 40	19,60	38 - 40	0,00	35.000

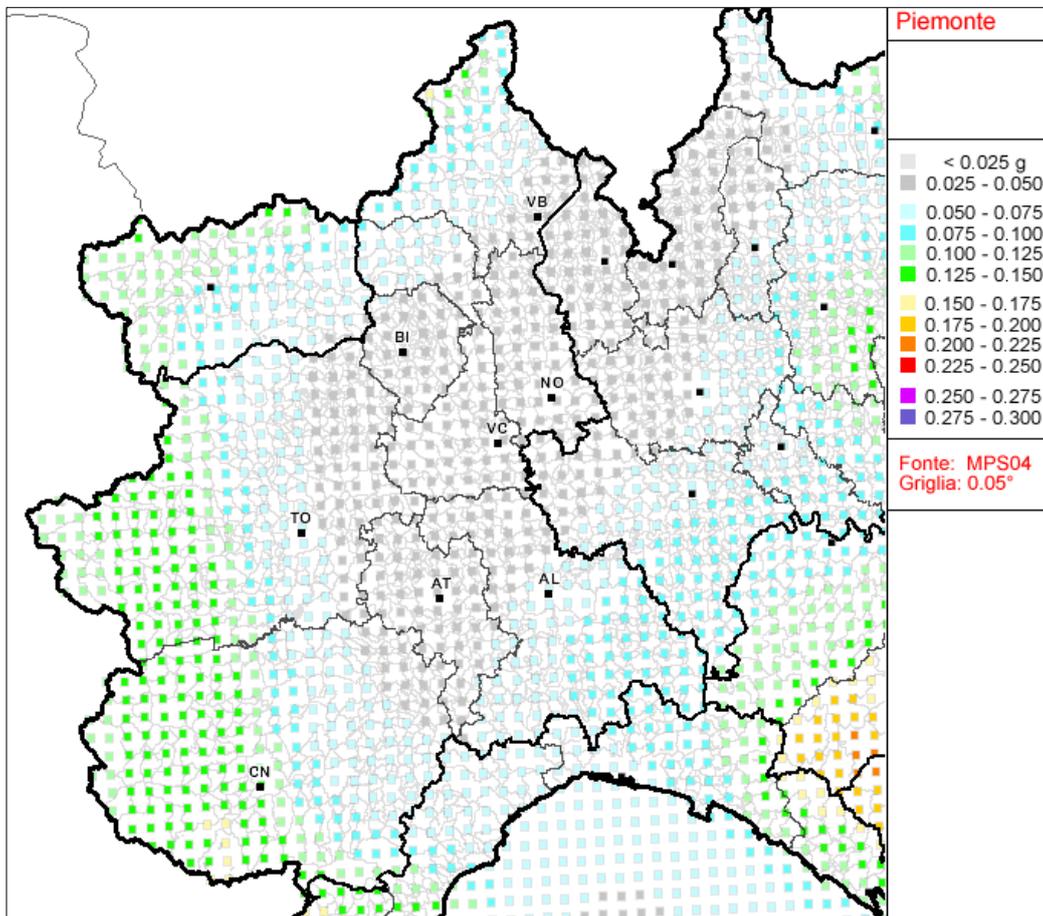
<b>Unità litologica III – marne sabbiose del substrato</b>				
<b>Densità relativa</b> (%)	<b>Peso di volume</b> (kN/m <sup>3</sup> )	<b>Resistenza al taglio</b> (°)	<b>Coesione drenata</b> (kPa)	<b>Modulo edometrico</b> (kPa)
70 - 90	20,60	38 - 40	0,00	45.000

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 19
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 9.1 Caratterizzazione sismica regionale

Il quadro sismotettonico locale e le analisi eseguite dall'INGV individuano per il territorio di Castagnole Lanze un grado basso di rischio sismico, risentendo la zona, in modo più o meno intenso, degli effetti di propagazione e attenuazione di sismi con epicentro nelle Langhe e nel Monferrato, nelle Alpi Occidentali e nell'Appennino Settentrionale. Nella carta probabilistica di pericolosità sismica, redatta dall'INGV (2006) adottata nell'O.P.C.M. 3519 del 28/4/06, nel territorio di Castagnole Lanze sono attese accelerazioni al bedrock comprese fra 0,025 e 0,050 g. Tali accelerazioni sismiche sono calcolate con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (corrispondenti ad un tempo di ritorno di 475 anni), riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s, ovvero categoria A, punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018).



**Figura 14:** Valori dell'accelerazione sismica con probabilità di superamento di 1 volta ogni 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018). Fonte INGV.

Nella nuova classificazione sismica del territorio nazionale, introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274 e successivamente rivista con le correzioni regionali, il Comune di Castagnole Lanze è stato

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 20
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

riconfermato in zona 4, alla quale è associata una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ ), pari a 0,05 (cf. Fig. 14).

## 9.2 Risposta Sismica Locale (RSL)

Le azioni sismiche di progetto vengono definite a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di analisi che, per il caso in esame, è stata descritta al paragrafo precedente. Oltre a questa classificazione, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) può essere valutata mediante specifiche analisi e metodologie di indagine sperimentale ovvero, in assenza di ciò, mediante una procedura semplificata, basata sull'attribuzione dei terreni di fondazione alle categorie di sottosuolo di riferimento, così come determinati a partire dall'OPCM 3274/2003 e successivamente al punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018 (nuove NTC).

Ai fini della normativa vigente, riferiti al sito in esame (**Latitudine 44,770828 e Longitudine 8,107429<sup>1</sup>**), le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei parametri riportati nella tabella sottostante:

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,018	2,628	0,161
Danno (SLD)	50	0,022	2,607	0,187
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,044	2,699	0,291
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,052	2,796	0,307

Dove:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T\*c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Data l'assenza di analisi specifiche, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. In particolare, sulla base dell'assetto geologico locale e della ricostruzione litostratigrafica effettuata, il terreno di fondazione dell'opera può essere classificato adottando una delle categorie di suolo di cui al punto 3.2.2. del D.M. 17/01/2018, tabella 3.2.II e, in particolare, il terreno di categoria **C**.

<sup>1</sup> Le coordinate sono espresse nel sistema WGS84

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

Per cui, data la tipologia di intervento in esame (Classe **II**), nel caso della categoria di suolo **C** (§ 3.2.2 del D.M. 17/01/2018, tabella 3.2.II) con riferimento alla velocità delle onde sismiche e data la categoria topografica **T1** (§ 3.2.2, tabella 3.2.III), i parametri correttivi risultano essere riassunti nella tabella sottostante:

	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>Ss</b> (Amplificazione stratigrafica)	1,50	1,50	1,50	1,50
<b>Cc</b> (Coeff. Funz. categoria)	1,92	1,83	1,58	1,55
<b>St</b> (Amplificazione topografica)	1,00	1,00	1,00	1,00

I valori dei rispettivi coefficienti  $k_h$ ,  $k_v$ ,  $A_{max}$  ( $m/s^2$ ) e  $\beta$  sono pertanto:

	<b>Stabilità dei pendii e fondazioni</b>			
	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>Kh</b>	0,005	0,006	0,012	0,014
<b>Kv</b>	0,002	0,003	0,006	0,007
<b>Amax</b>	0,265	0,327	0,650	0,770
<b>Beta</b>	0,180	0,180	0,180	0,180

### 9.3 Pericolosità da liquefazione

Le indagini eseguite hanno consentito di effettuare alcune considerazioni in ordine al possibile verificarsi di fenomeni di liquefazione. In particolare, con riferimento a quanto riportato al punto 7.11.3.4.2 delle NTC., il sito in esame presenta le seguenti caratteristiche:

1. le accelerazioni massime attese al piano di campagna, in assenza di manufatti, sono inferiori a 0,1 g in quanto il Comune di Castagnole Lanze presenta un valore massimo di ag (accelerazione al suolo) di riferimento pari a 0,05 g;
2. materiali a granulometria eterogenea, evidentemente esterni ai fusi granulometrici di cui alla Fig. 7.11.1. delle NTC 2018;

Sulla base di quanto riportato in N.T.C. al punto 7.11.3.4.2, le condizioni elencate soddisfano i requisiti per omettere la verifica alla liquefazione.

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 23
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

## 10. VERIFICHE DI STABILITA'

Nel presente paragrafo vengono presentati i risultati della procedura di verifica di stabilità effettuata per valutare le condizioni di stabilità delle scarpate, durante le fasi di scavo. Non sono previste le verifiche in condizioni finali in quanto l'area di cava verrà totalmente ritombata. La procedura di verifica fa riferimento a quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 17/01/2018, per le opere in materiali sciolti e fronti di scavo (cf. N.T.C., punto 6.8).

La verifica è stata effettuata con l'introduzione delle azioni sismiche, come ricavate in base alla caratterizzazione sismica del territorio di Castagnole Lanze (cf. par. 8), pertanto con l'introduzione dei parametri sismici di riferimento ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ) determinati per lo Stato limite Ultimo (SLU) e lo stato limite di esercizio (SLE), previsti dalla norma. L'analisi è stata effettuata in condizioni drenate, in considerazione della tipologia di materiali presenti, che vengono assunti privi di coesione.

Data la situazione idrogeologica descritta, le verifiche sono state effettuate impostando la presenza di falda alla profondità di un metro dalla quota di fondo scavo, ipotizzando cautelativamente la situazione di massimo innalzamento della falda. Infine, per quanto riguarda la progettazione geotecnica, si specifica che la verifica di stabilità delle scarpate deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei seguenti coefficienti parziali.

### Coefficienti parziali relativi alle azioni di progetto (A2)

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale	A2
Permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,0
	Sfavorevole		1,0
Permanenti $G_2$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8
	Sfavorevole		1,3
Variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0
	Sfavorevole		1,3

### Coefficienti parziali relativi ai parametri geotecnici (M2)

Parametro	Coefficiente parziale	M2
Tangente angolo resistenza al taglio $\phi'$	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Coesione efficace $c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,4
Peso di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,0

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 24
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Coefficiente parziale relativo alla resistenza

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1,1

La valutazione delle condizioni di stabilità delle scarpate in esame è stata condotta analizzando le condizioni di equilibrio limite, applicando il metodo rigoroso di Morgenstern-Price (1965), con apposite funzioni per la valutazione delle forze laterali fra i conci. Sono state effettuate verifiche in condizioni drenate (regime di tensioni efficaci), che risultano le più cautelative, in particolare per la verifica della condizione di ripristino finale. Le procedure di verifica sono state eseguite utilizzando il Software SSAP 2010 (versione 4.9.8 del 2018).

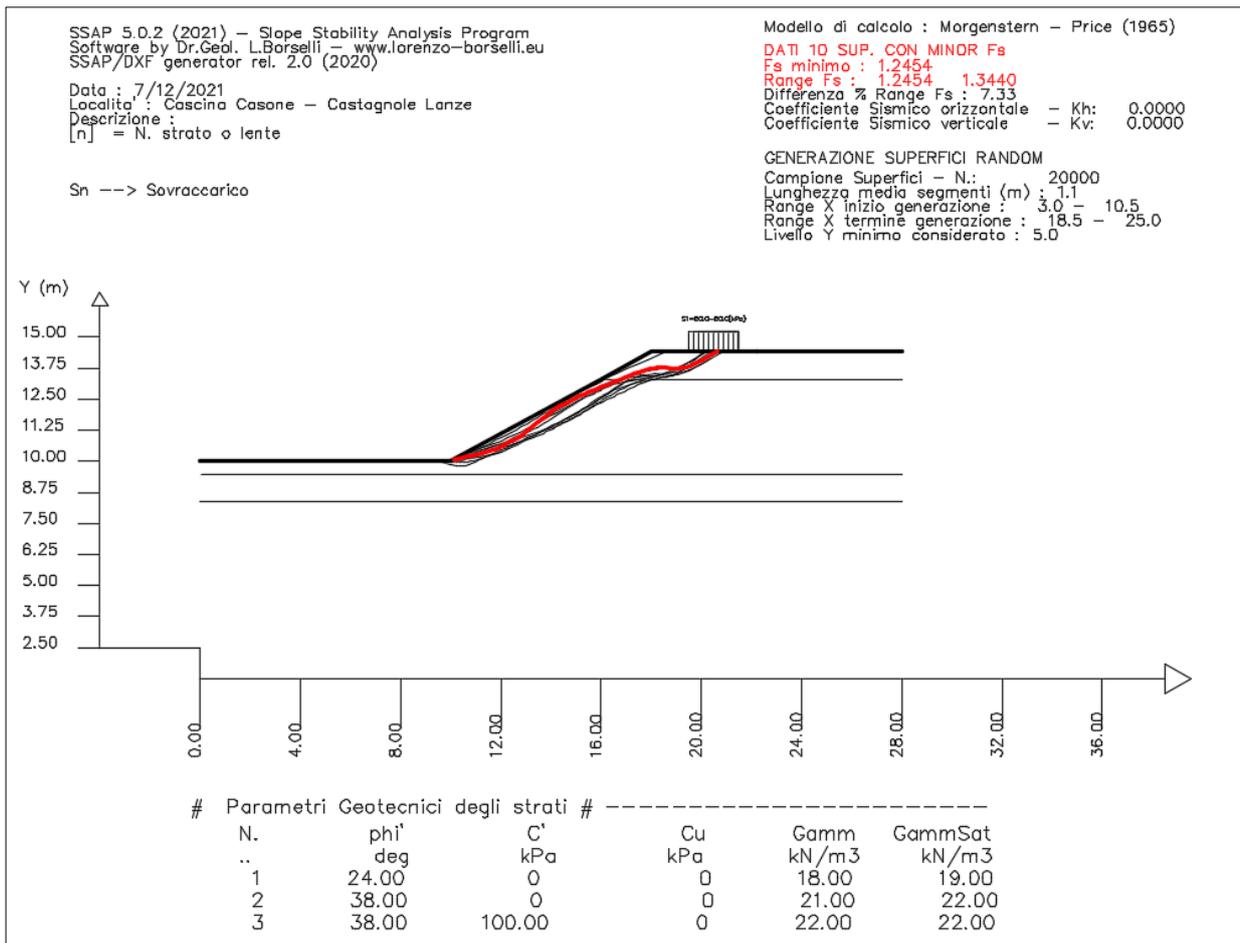
Come condizione di servizio (verifica allo S.L.O.), relativa alla scarpata in fase di coltivazione, si assume la possibilità che un mezzo di carico, per errore, possa raggiungere il ciglio della scarpata: in tale caso, si ritiene che il cedimento minimo del ciglio superiore della scarpata debba risultare pari a 0, in quanto qualsiasi piccola deformazione potrebbe evolvere nell'innescare di un fenomeno dissestivo, pregiudizievole per le condizioni di sicurezza della scarpata finale.

La parametrizzazione geotecnica dei materiali è riportata al precedente par. 8.2; con riferimento ai coefficienti parziali per le azioni di progetto, viene adottato il coefficiente  $\gamma_{Q1}$  pari a 1,3 (per carichi variabili sfavorevoli), che verrà applicato al carico concentrato attribuito alla presenza dell'autocarro sul ciglio della scarpata. Infatti, è stato assunto un carico concentrato, posto ad 1,5 m di distanza dal ciglio della scarpata, corrispondente ad un autocarro, cui corrisponde un carico concentrato di 60 kPa. A tale valore è stato applicato il coefficiente parziale  $\gamma_{Q1}$  di 1,3 per cui il valore del carico adottato nella procedura di calcolo è risultato pari a 80 kPa. Come sezione critica da sottoporre al procedimento di verifica di stabilità, è stata individuata la sezione sulla scarpata di scavo O del Lotto A, sezione B-B, corrispondente a quella riportata nella Tavola 5 degli elaborati progettuali.

E' stata pertanto verificata una sezione di scavo con fronte inclinato di **29°**, impostata per 1,10 m nei materiali sabbioso limosi superficiali e per 3,30 m nei materiali ghiaioso-sabbiosi sottostanti, per un dislivello massimo di scavo pari a 4,40 m; la falda è stata impostata a 5,2 m dal piano campagna, simulando pertanto un periodo di risalita anomala della superficie freatica, con un franco di 0,50 m rispetto al fondo scavo.

La prima analisi effettuata, in condizioni statiche evidenzia un valore minimo di F.S pari a **1,2454** che risulta pienamente accettabile, coerentemente con il valore del F.S. minimo richiesto dalla normativa, pari a 1,10. Il range delle 10 superfici a minor F.S. (su 20000 esaminate) si estende da 1,2454 a 1,3440 come illustrato nella Fig. 15, che riporta l'andamento della "fascia critica" che comprende le 10 superfici a minor F.S.. Nella Fig. 16 è riportata la mappatura della distribuzione locale dei F.S.. In Allegato 2 è riportato il listato semplificato di output del programma di calcolo.

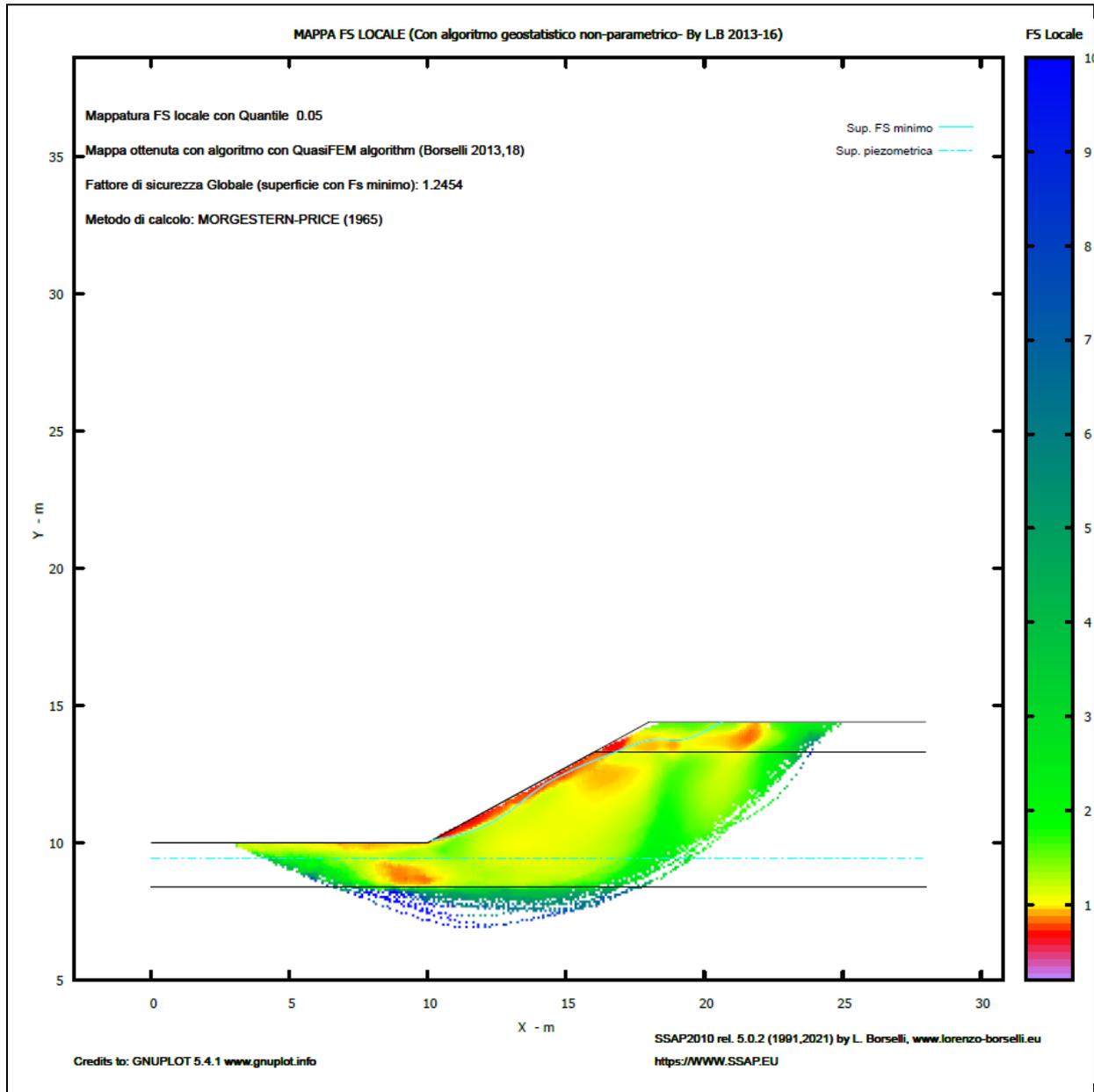
Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 25
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21



**Figura 15:** Verifica di stabilità della scarpata (condizioni statiche).

E' stata quindi effettuata la verifica della medesima scarpata di scavo, in condizioni di stato limite ultimo, ovvero S.L.C., introducendo i corrispondenti valori di accelerazione sismica orizzontale (cf. par. 9.2). In tali condizioni, si è ottenuto un valore minimo di F.S. pari a **1,21**; Il range delle 10 superfici a minor F.S. (su 20000 esaminate) si estende da 1,2096 a 1,2858, come illustrato nella Fig. 17, che riporta l'andamento della "fascia critica" che comprende le 10 superfici a minor F.S.. Nella Fig. 18 è riportata la mappatura della distribuzione locale dei F.S.. In Allegato 2 è riportato il listato semplificato di output del programma di calcolo.

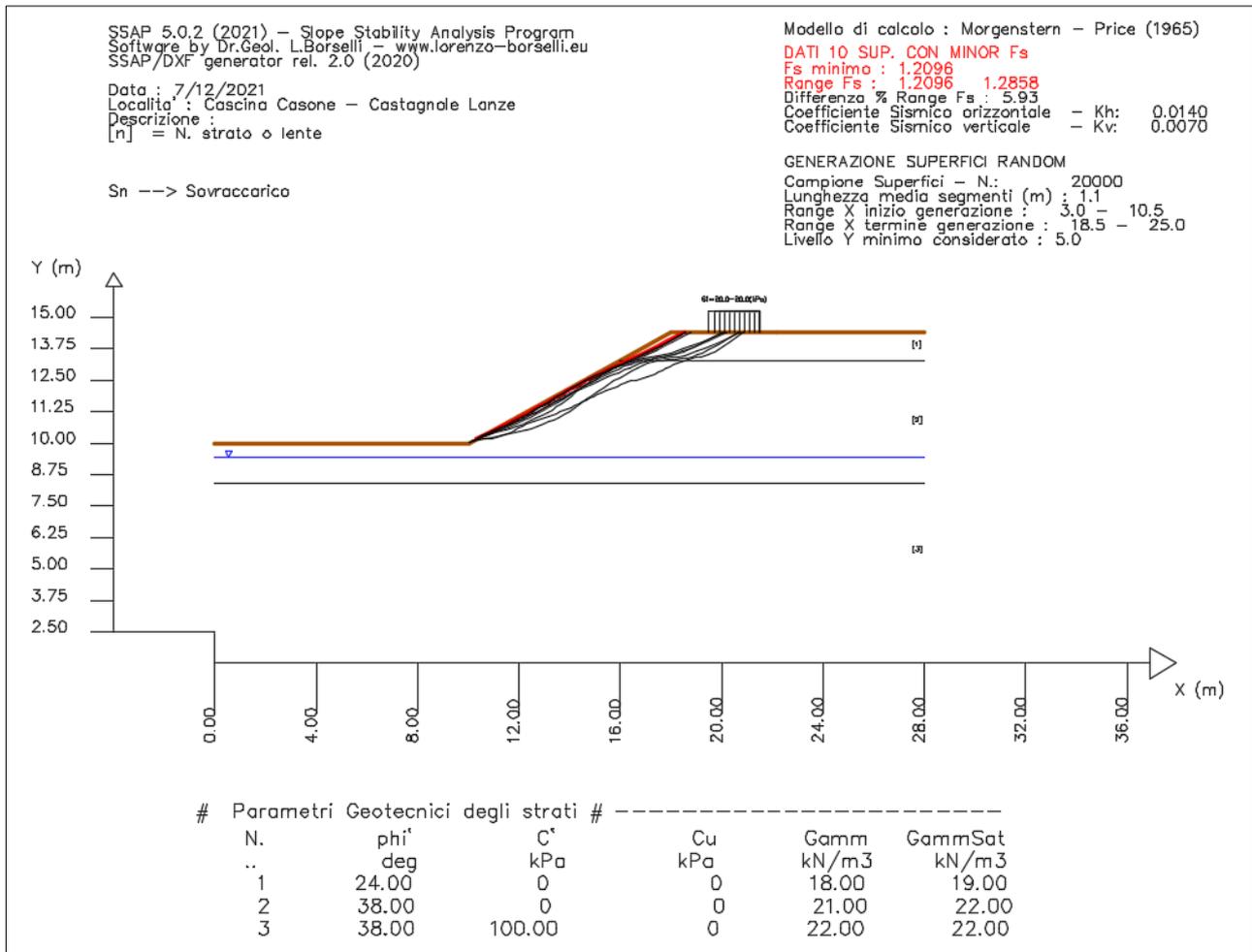
Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 26
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21



**Figura 16:** *Mappa di distribuzione dei fattori di sicurezza individuati. Condizioni statiche.*

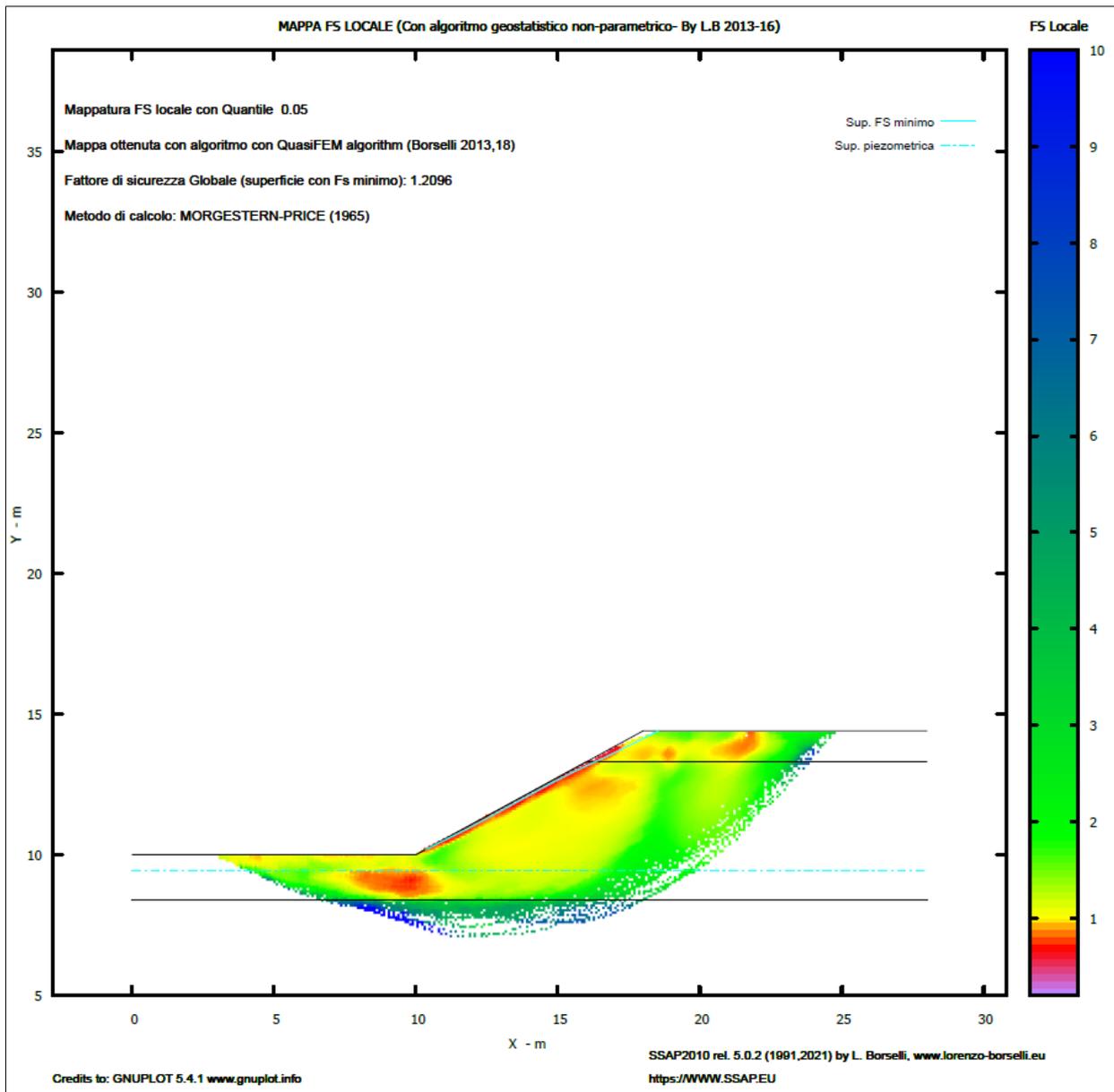
Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 27
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.



**Figura 17:** Verifica di stabilità della scarpata (S.L.C.).

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 28
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21



**Figura 18:** *Mapa di distribuzione dei fattori di sicurezza individuati. S.L.C.*

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 29
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

## ALLEGATO 1

### COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE DEI POZZETTI GEOGNOSTICI

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 30
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

## POZZETTO GEOGNOSTICO S1

da	a	Litologia
0,00 m	0,30 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso nocciola scuro
0,30 m	1,30 m	Sabbia fine debolmente limosa di colore bruno chiaro
1,30 m		Depositi sabbioso – ghiaioso – ciottolosi del materasso alluvionale
4,50 m ca.		Substrato marnoso – sabbioso - argilloso



## POZZETTO GEOGNOSTICO S2

da	a	Litologia
0,00 m	0,40 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso nocciola scuro
0,40 m	1,40 m	Sabbia fine limosa e limo sabbioso di colore bruno chiaro
1,40 m		Depositi sabbioso – ghiaioso – ciottolosi del materasso alluvionale
4,50 m ca.		Substrato marnoso – sabbioso - argilloso



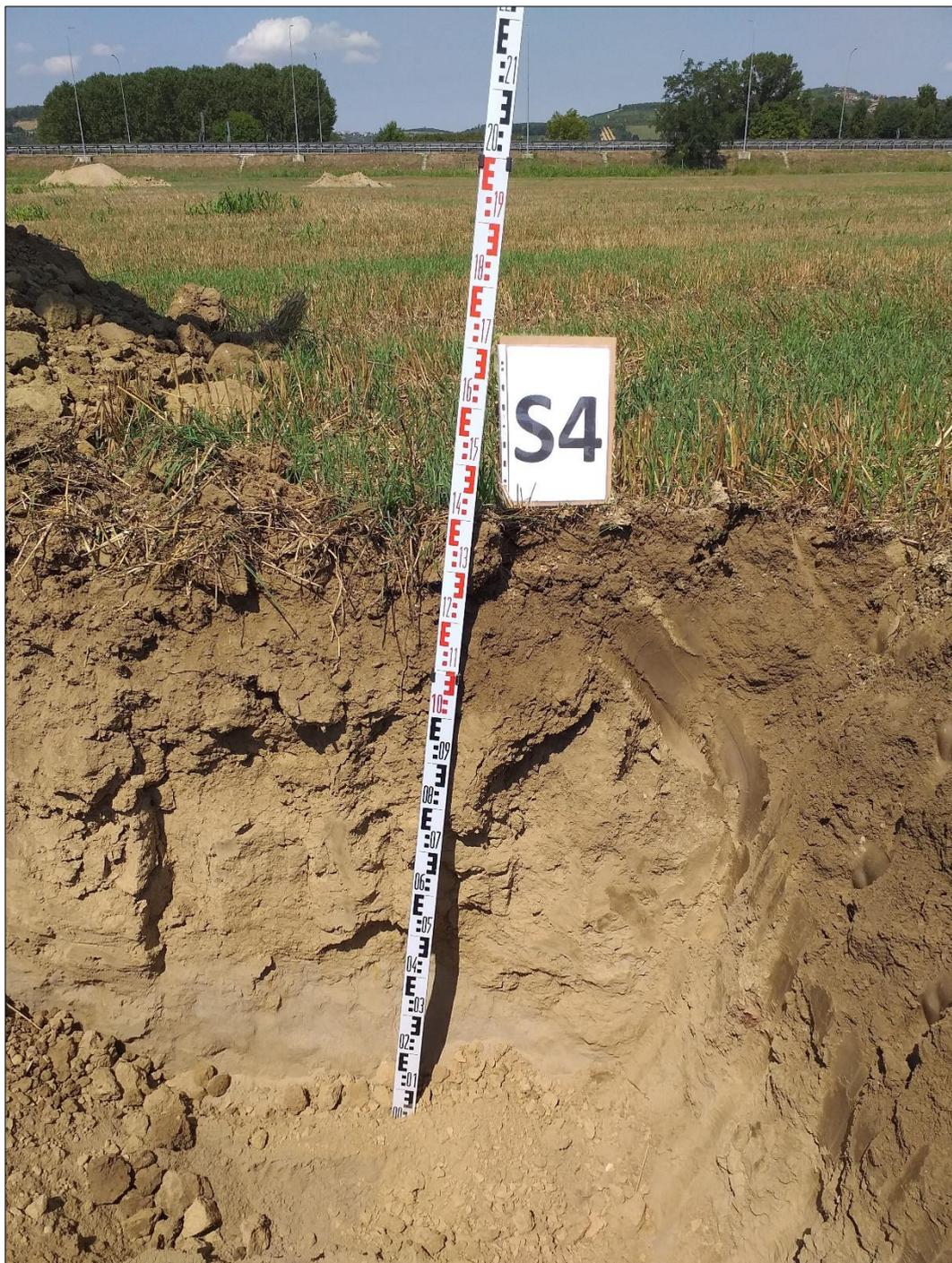
## POZZETTO GEOGNOSTICO S3

da	a	Litologia
0,00 m	0,50 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso nocciola scuro
0,50 m	1,60 m	Sabbia fine limosa e limo sabbioso di colore bruno chiaro
1,60 m		Depositi sabbioso – ghiaioso – ciottolosi del materasso alluvionale
4,50 m ca.		Substrato marnoso – sabbioso - argilloso



## POZZETTO GEOGNOSTICO S4

da	a	Litologia
0,00 m	0,20 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso nocciola scuro
0,20 m	1,40 m	Sabbia fine limosa e limo sabbioso di colore bruno chiaro
1,40 m		Depositi sabbioso – ghiaioso – ciottolosi del materasso alluvionale
4,50 m ca.		Substrato marnoso – sabbioso - argilloso



## ALLEGATO 2

### OUTPUT PROCEDURA VERIFICA DI STABILITA' DELLA SCARPATA DI SCAVO

Oggetto: Progetto Cava Casone 3 – Relazione geologica	File 01.102.21.R1.docx	Pag. 31
Committente: Cave Gabbio S.r.l. di Gabbio Valter	Data: dicembre 2021	Codice: 01.102.21

Il presente elaborato è di proprietà riservata di Erredb Studio e non può essere riprodotto, copiato, né utilizzato per nessuno scopo diverso da quello per il quale è stato specificatamente fornito, senza previa autorizzazione scritta di Erredb Studio.

# Report elaborazioni #

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

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

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: L:\01.102.21\verif\output\STATICA.txt

Data: 7/12/2021

Localita' : Cascina Casone - Castagnole Lanze

Descrizione:

Modello pendio: Casone3.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

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

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	8.40	-	-
10.00	10.00	10.00	10.00	28.00	8.40	-	-
16.00	13.30	16.00	13.30	-	-	-	-
18.00	14.40	28.00	13.30	-	-	-	-
22.20	14.40	-	-	-	-	-	-
28.00	14.40	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 9.45

28.00 9.45

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

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

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

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE  
CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE ATTIVATO (METODO D King(1989),Sun et al.(2018))

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	24.00	0.00	0.00	18.00	19.00	1.316	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	38.00	0.00	0.00	21.00	22.00	2.781	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	38.00	100.00	0.00	22.00	22.00	21.867	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nota Bene:

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

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N.	da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	WsV1	WsV2
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	19.5000	21.5000	80.00	80.00	90.00	0.00	0.00	80.00	80.00

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : NUMERO SOVRACCARICO

X1(m) : Posizione carico da X1

X2(m) : a X2

SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)

SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)

Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi):

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

WsH1,WsH2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)

WsV1,WsV2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

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

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

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)  
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO  
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 1.1 (+/-) 50%  
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 3.00 10.50  
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 5.00  
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 18.50 25.00  
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 20000  
 \*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANDOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI ( $\lambda_0, F_{s0}$ ) ADOTTATO : B (piu' accurato)  
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_h$  : 0.0000  
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_v$  (assunto Positivo): 0.0000  
 COEFFICIENTE  $c=K_v/K_h$  UTILIZZATO : 0.5000  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

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

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

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

Fattore di sicurezza (FS)	1.2454	- Min.	-	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2773	- N.2	--	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2996	- N.3	--	X	Y	Lambda=	1.1348
Fattore di sicurezza (FS)	1.3071	- N.4	--	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.3096	- N.5	--	X	Y	Lambda=	0.8417
Fattore di sicurezza (FS)	1.3120	- N.6	--	X	Y	Lambda=	0.9283
Fattore di sicurezza (FS)	1.3127	- N.7	--	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.3202	- N.8	--	X	Y	Lambda=	0.5802
Fattore di sicurezza (FS)	1.3426	- N.9	--	X	Y	Lambda=	0.7962
Fattore di sicurezza (FS)	1.3440	- N.10	--	X	Y	Lambda=	0.5706

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

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

# Analisi Deficit in riferimento a  $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.245	85.2	68.4	3.1	Surplus
2	1.277	102.6	80.3	6.2	Surplus
3	1.300	129.4	99.6	9.9	Surplus
4	1.307	135.1	103.4	11.1	Surplus
5	1.310	11.9	9.1	1.0	Surplus
6	1.312	131.8	100.5	11.3	Surplus
7	1.313	89.9	68.5	7.7	Surplus
8	1.320	107.1	81.1	9.8	Surplus

9	1.343	77.5	57.7	8.2	Surplus
10	1.344	122.6	91.2	13.1	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 1.0

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

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

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

---

# Report elaborazioni #

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

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

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: L:\01.102.21\verif\output\SLC.txt

Data: 7/12/2021

Localita' : Cascina Casone - Castagnole Lanze

Descrizione:

Modello pendio: Casone3.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

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

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	8.40	-	-
10.00	10.00	10.00	10.00	28.00	8.40	-	-
16.00	13.30	16.00	13.30	-	-	-	-
18.00	14.40	28.00	13.30	-	-	-	-
22.20	14.40	-	-	-	-	-	-
28.00	14.40	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 9.45

28.00 9.45

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

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

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

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprappressione oltre pressione idrostatica 1.00  
 Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA  
 STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN  
 DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE ATTIVATO (METODO D King(1989),Sun et al.(2018))

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	24.00	0.00	0.00	18.00	19.00	1.316	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	38.00	0.00	0.00	21.00	22.00	2.781	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	38.00	100.00	0.00	22.00	22.00	21.867	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nota Bene:

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

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N. da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	WsV1	WsV2	
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	19.5000	21.5000	80.00	80.00	90.00	0.00	0.00	80.00	80.00

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : NUMERO SOVRACCARICO

X1(m) : Posizione carico da X1

X2(m) : a X2

SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)

SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)

Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi):

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

WsH1,WsH2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)

WsV1,WsV2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

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

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

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 1.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 3.00 10.50

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 5.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 18.50 25.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 20000

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

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI ( $\lambda_0, F_{s0}$ ) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_h$  : 0.0140

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_v$  (assunto Positivo): 0.0070

COEFFICIENTE  $c=K_v/K_h$  UTILIZZATO : 0.5000

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

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

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

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

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

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

Fattore di sicurezza (FS)	1.2096	- Min. -	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2402	- N.2 --	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2531	- N.3 --	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2578	- N.4 --	X	Y	Lambda=	1.2500
Fattore di sicurezza (FS)	1.2695	- N.5 --	X	Y	Lambda=	0.9605
Fattore di sicurezza (FS)	1.2772	- N.6 --	X	Y	Lambda=	1.0177
Fattore di sicurezza (FS)	1.2782	- N.7 --	X	Y	Lambda=	0.8079
Fattore di sicurezza (FS)	1.2810	- N.8 --	X	Y	Lambda=	0.7254
Fattore di sicurezza (FS)	1.2819	- N.9 --	X	Y	Lambda=	1.0667
Fattore di sicurezza (FS)	1.2858	- N.10 --	X	Y	Lambda=	1.2122

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

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

# Analisi Deficit in riferimento a  $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.210	10.3	8.5	0.1	Surplus
2	1.240	13.8	11.1	0.4	Surplus
3	1.253	14.7	11.7	0.6	Surplus
4	1.258	88.6	70.5	4.1	Surplus
5	1.269	61.1	48.1	3.3	Surplus
6	1.277	131.8	103.2	8.0	Surplus

7	1.278	63.4	49.6	3.9	Surplus
8	1.281	19.0	14.9	1.2	Surplus
9	1.282	53.8	42.0	3.4	Surplus
10	1.286	156.5	121.7	10.4	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 0.1

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

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie  
di scivolamento

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

---