
Ing. Angelo S. Rabuffetti
Via Trincea Delle Frasche, 2
20136 Milano.
Tel. 02/89423088 Fax 02/83200126
www.terrain.it

STRUTTURE, FONDAZIONI SPECIALI, CONSOLIDAMENTI GEOTECNICI

**Spett. Amministrazione Comunale
di Travedona Monate (Provincia di
Varese)**

Alla c.a.
Sig. Sindaco Andrea Colombo
Sig. Assessore al LL.PP.
Ing. Giovanni Carnesecchi

**Via Don Sturzo, 204
21028 Travedona Monate**

OGGETTO: Comune di Travedona Monate – Valutazioni geotecniche e idrogeologiche relative all'ampliamento della Cava "Holcim Italia spa" in località Faraona, nell'ambito della Gestione produttiva ATEc2.

L. RAB\dl1 - 12RE848.01

MILANO, 04.12.2012

1 - Premessa

Su incarico dell'Amministrazione di Travedona Monate, nel mesi di ottobre e novembre 2012, in qualità di ingegnere esperto in geotecnica, ho provveduto ad una disamina della documentazione tecnica progettuale relativa all'ampliamento della Cava di proprietà "Holcim Italia spa" nel territorio di Travedona – Monate, con particolare riferimento all'ampliamento previsto nell'ambito della "Gestione produttiva ATEc2 nei Comuni di Travedona Monate e Ternate (Va)".

L'ampliamento costituisce l'oggetto di un pronunciamento di compatibilità ambientale da parte del competente ufficio della Regione Lombardia in data 12.03.2012.

Lo scopo era di accertare eventuali criticità di tipo geotecnico e idrogeologico relativamente alle quali l'Amministrazione stessa debba rendersi parte diligente e richiedere ulteriori approfondimenti ovvero imporre particolari cautele, riguardo alla sostenibilità di un'importante operazione condotta sul proprio territorio e più in generale nell'interesse dei propri concittadini.

Lo studio condotto non ha pretese di esaustività, anche per la necessaria rapidità con la quale si è deciso di procedere nelle more dei tempi di approvazione dei carteggi ufficiali.

La documentazione esaminata è costituita dal Progetto di ampliamento della cava, stralci del testo del Piano provinciale delle cave, dagli atti della Conferenza dei servizi che ha preceduto e accompagnato la stesura del progetto stesso, oltre ad alcuni studi geologici pubblicati relativi al territorio comunale e ad altra documentazione costituita da relazioni idrogeologiche, stratigrafie di pozzi, cartografie, ecc., reperibili presso l'Ufficio tecnico comunale.

In seguito ad una attenta disamina, nel seguito si riportano in estrema sintesi alcune evidenze riguardanti sia lo stato attuale, sia la richiesta l'operazione di ampliamento, evidenze per le quali si raccomanda all'Amministrazione Comunale di attivarsi richiedendo ulteriori delucidazioni.

2 –Alcune evidenze geologiche e dati idrologici essenziali riguardanti il Lago di Monate. Il progetto di ampliamento della Cava Holcim.

L'inquadramento geologico e idrogeologico del contesto lacuale può essere ricavato in accordo con Barnaba (1987), che individua essenzialmente una dorsale eocenica di "calcare nummulitico" emergente tra i bacini idrografici dei laghi di Monate, Varese e Comabbio (Fig. 1). Tale formazione costituisce il materiale calcareo marnoso attualmente oggetto di coltivazione di cava per la produzione di cemento.

Lo stesso Barnaba traccia una serie di sezioni geologiche come sintetizzato in Fig. 2, nelle quali si evidenziano i caratteri del giacimento e le principali relazioni con le formazioni geologiche più superficiali (terreni sciolti).

Sempre in Fig. 1 viene evidenziato il limite del bacino imbrifero del Lago di Monate (con l'avvertenza che esso non coincide con quello sotterraneo, più ampio), del quale è possibile calcolare il bilancio idrico (Barnaba, 1989).

Tale bilancio è dato dalla seguente somma:

$$Q = P - E - q$$

dove Q è la portata in deflusso dell'emissario (roggia Acqua Nera), P è l'afflusso dovuto alle precipitazioni atmosferiche, E è l'evotraspirazione a carico del suolo e della vegetazione insistente, q rappresenta il bilancio delle perdite sotterranee del bacino.

Barnaba considera un'area di bacino idrografico pari a 5.75 kmq (compresa la superficie propria del lago di 2.52 kmq), da aumentare almeno a 6.49 kmq per via di percolazioni sotterranee di origine nota. Il corpo idrico del lago ha un volume pari a 45 milioni di mc. Per la valutazione del bilancio idrico, applica alcuni tipici regimi di precipitazioni meteoriche con il loro andamento stagionale e le loro relazioni temporali tra precipitazioni e variazioni del livello del lago.

Tali regimi vengono individuati nelle precipitazioni registrate negli anni 1962 (annata particolarmente secca) e 1963 (annata particolarmente piovosa), a cui corrispondono bilanci idrologici ovviamente diversi.

In particolare, all'anno 1962 corrisponde una piovosità di 1089 mm/anno, all'anno 1963 una piovosità di 2146 mm/anno. Nel bilancio idrico, tenuto conto di evaporazione e traspirazione a carico della vegetazione, si arriva a deflussi attraverso l'emissario Acqua Nera pari a 45.9 l/sec (annata secca) e 240.3 l/sec (annata piovosa).

Solo mediando tra valori estremi, secondo Barnaba, si può stabilire un'ipotesi temporale di ricambio dell'intero corpo idrico del lago in circa 13 anni, ricambio nei fatti piuttosto lento. In definitiva, si può rilevare come il ridotto bilancio idrico, basato essenzialmente sull'apporto meteorico diretto, garantisca un ricambio difficoltoso della massa liquida lacustre.

Considerato quanto sopra, si passa a rileggere criticamente le ipotesi ed i risultati delle verifiche che compendiano il progetto di ampliamento della Holcim Italia spa.

L'ampliamento si inserisce nell'ambito di sfruttamento dell'esistente cava Holcim che, insieme alla miniera "Santa Maria" situata nel contiguo territorio comunale di Ternate, costituisce il sito di approvvigionamento di materia prima della Cementeria di Ternate.

In seguito alla programmazione decennale 1985 – 1995 e 1995 – 2005, nel 2010 è stata richiesta una variante in ampliamento nella zona Cava Faraona, ricadente nel Comune di Travedona Monate.

Il progetto dell'intervento è a firma dello Studio Sigma dell'Ing. Marina Leghissa di Monfalcone (Go).

Negli elaborati agli atti viene richiamata anche una relazione idrogeologica preliminare a firma dei Dr. Bortolami e Di Molfetta di Torino dell'Aprile 2010, che non risulta però disponibile presso il Comune di Travedona Monate, né si reperiscono estremi di consegna al Comune stesso.

In sostanza, i dati risultanti dalla lettura della documentazione progettuale sono piuttosto contrastanti rispetto a quelli sopra riferiti. Dal progetto Holcim si ricava infatti quanto segue.

L'estensione di bacino imbrifero è assunta pari a 7.29 kmq.

Viene condotta una verifica del minore apparato idrico al Lago di Monate, dovuto all'ampliamento della cava, considerando un'area di 150 000 mq di nuova coltivazione sottratta al naturale assetto idrologico, pari al 2.1% della superficie originaria complessiva.

L'area di 100 000 mq rappresenta tre delle sei fasi di sfruttamento della cava.

Prendendo in considerazione le registrazioni pluviometriche condotte dalla Holcim Italia spa nel proprio stabilimento di Ternate tra il maggio 2008 ed il febbraio 2010, si determina una diminuzione del 2.1% (in pratica coincidente con la riduzione areale) dell'apporto idrico totale verso il lago.

In base alla relazione Holcim, nello stesso tempo, l'emissario Acqua Nera scarica verso il bacino del Lago Maggiore la quantità annua di 17 479 882 mc di acqua sottratta al Lago di Monate.

Tale efflusso è pari ad una portata media di 320 l/sec per l'intero periodo considerato.

Ovviamente, tenuto conto della reale consistenza e geometria della roggia, si tratta di una portata di una certa rilevanza. In aggiunta, nella relazione Holcim non vengono considerate sia l'evotraspirazione, sia alcune perdite idriche nel sottosuolo di non facile quantizzazione, comunque in diminuzione del bilancio idrico del lago.

Si noti che il dato pluviometrico sul quale si basa l'analisi Holcim è di una piovosità pari a 3465 mm di precipitazioni nell'arco di 22 mesi, pari a 1890 mm/anno, che, paragonato ai minimi e massimi citati nello studio di Barnaba, si posiziona in zona di forte piovosità.

Che del resto si tratti di un dato oggettivamente allineato verso i massimi di precipitazioni si può ricavare anche dai dati pubblicati dal Centro Geofisico Prealpino per la città di Varese, dove nello stesso periodo si è registrata una piovosità complessivamente superiore del 39.1% rispetto alle medie degli ultimi 40 anni.

Come conseguenza, la relazione della Holcim giunge alla conclusione che l'intero ricambio del corpo idrico del lago sia relativamente rapido, nell'ordine temporale di circa 4 anni.

Osservazioni:

Non si può non notare che lo studio del prof. Barnaba porta a conclusioni alquanto differenti rispetto alla relazione Holcim sul bilancio idraulico del Lago di Monate.

Il dato idrologico di per sé potrebbe non essere rilevante, se non vi fosse una importante prevalenza di considerazioni a sfavore della "salute" del lago qualora le previsioni Holcim non si dimostrassero pienamente verificate nei fatti.

Maggiore lentezza del ricambio delle acque significa infatti una minore ossigenazione e soprattutto il rischio di una maggiore concentrazione dell'effetto degli inquinanti, che tendono a permanere per più tempo nel lago.

Riguardo a questo punto sarebbe perciò auspicabile approfondire in un migliore dettaglio alcuni aspetti e assunzioni del progetto Holcim, e precisamente:

- *la superficie reale del bacino idrografico*
- *l'incidenza rispetto a tale bacino dell'intera area di cava nel suo insieme e non solo quella di alcuni ampliamenti. Infatti la diminuzione stimata per la fase di sfruttamento di cui trattasi dovrebbe necessariamente sommarsi alle fasi precedenti, per avere una realistica stima delle variazioni rispetto alla condizione "indisturbata"*
- *la rappresentatività dei dati di precipitazioni utilizzati nei computi agli atti*
- *le portate effettive dell'emissario Acqua Nera*
- *il tempo necessario al completo ricambio del corpo idrico del lago*

3 – Ulteriori implicazioni dello sfruttamento della cava rispetto al territorio. Modelli idrogeologici e geotecnici qualitativi

Per esemplificare le modalità di sfruttamento della cava di calcare marnoso si riporta nella seguente Fig. 3 una sezione verticale, ricavata in base alla Carta Tecnica Regionale, del territorio compreso tra i Laghi di Monate e di Varese, secondo rilievi effettuati nell'anno 1994.

La Carta Tecnica Regionale (CRT) viene aggiornata ogni 10 anni, utilizzando le immagini degli aerofotogrammetrici, ragione per la quale costituisce un ottimo strumento di controllo dell'evoluzione del territorio.

Alla data, parte della dorsale calcarea marnosa evidenziata in Fig. 1 era già oggetto di operazioni di cava, come risulta in modo chiaro dal rilievo del 1994.

In margine, si può notare che la differenza di quota tra il pelo libero del Lago di Monate e quello di Varese genera un naturale moto di filtrazione sotterraneo verso il corpo idrico situato più in basso, contrastato, laddove presente, dal rilievo collinare intermedio.

Un modello idrogeologico qualitativo che può rappresentare la situazione precedente all'inizio delle operazioni di cava lungo la sezione è mostrato in Fig. 4, 1). Nelle sezioni verticali, la formazione naturale di "calcare nummolitico" (marna) è sovrastata da una coltre di terreno sciolto che forma un ricoprimento di spessore compreso tra 1.5 e 34.5 m.

Caratteristica comune dei materiali marna è la loro sostanziale impermeabilità *primaria*, dovuta alla limitata porosità intrinseca del materiale. Nelle condizioni "iniziali" i bacini idrici dei due laghi risultano nettamente separati ed i rispettivi bacini idrografici sono delimitati dalla sommità del rilievo centrale, idraulicamente impervio.

Sui due versanti si determina la presenza di falde idriche nel sottosuolo che assumono superfici abbastanza tipiche e si raccordano con le superfici dei due laghi. La permeabilità dei materiali che forma il ricoprimento non è comunque particolarmente elevata, probabilmente a causa di una discreta componente argillosa.

Nelle sezioni verticali è raffigurato anche il pozzo idropotabile del Comune di Travedona Monate situato a poche centinaia di metri di distanza dall'affioramento marnoso.

Un modello idrogeologico realisticamente corrispondente ad un'ipotetica fase finale di cava, secondo le caratteristiche del progetto Holcim, è mostrato in Fig. 4, 2).

In seguito alla rimozione del calcare marnoso, si determinano nuove relazioni tra i due versanti del precedente rilievo.

I due bacini idrografici dei laghi vengono leggermente modificati, le falde nel terreno assumono nuove superfici in funzione delle mutate condizioni complessive.

Nel complesso è da prevedere un abbassamento delle superfici freatiche intorno all'area di cava, la quale in buona sostanza capta e drena gli apporti idrici sotterranei che in precedenza erano liberi di filtrare verso valle.

Per permettere una razionale raccolta e regimazione sotterranea, il progetto prevede la realizzazione di un laghetto artificiale, la cui quota di pelo libero è prevista alla quota 280.00 m.s.l.m., ovvero più elevata sia rispetto al Lago di Monate, sia rispetto al Lago di Varese.

Dall'esame dei due modelli, emergono nella fase finale alcuni aspetti di criticità, evidenziati nelle aree A e B della Fig. 4,3, ai quali sarà necessario porre particolare attenzione.

Innanzitutto, dal punto di vista idrogeologico, la coltivazione della cava determina una variazione dei regimi delle falde e più in generale nei regimi idrici dei suoli.

L'esposizione di pareti più o meno subverticali (Fig. 5, 1) determina una modifica generalizzata delle falde, provocata dal drenaggio verso l'aperto e verso valle dei fluidi prima circolanti nel terreno. L'effetto più immediato, come ovvio, è la deviazione verso un nuovo recapito di acque che in precedenza defluivano verso le conche lacuali.

In effetti, anche negli elaborati progettuali Holcim si documenta la presenza di almeno un punto di emergenza idrica (stimato un efflusso di 1 l/sec , pari a 31 500 mc/anno) in occasione di piogge particolarmente estese.

Il fatto che l'emergenza sia registrabile solo in concomitanza di piogge importanti lascerebbe pensare ad un prosciugamento ormai stabilizzato delle falde contenute nel terreno (falde limitate per estensione ma potenzialmente numerose), fenomeno che si inverte solamente in occasione di determinati eventi piovosi.

La modifica del regime idrogeologico alle pendici del rilevato può estendersi facilmente alla modifica nell'alimentazione permanente delle risorse idriche esistenti.

Per esempio, anche se non è possibile stabilire un nesso certo di causa-effetto, è da notare che il prosciugamento della Fonte Ceppe, posizionata non distante dalla zona in oggetto, data alla metà degli scorsi anni ottanta, in coincidenza con le prime attività di cava.

Altrettanto contemporaneo risulta l'esaurimento di un pozzo situato in via ai Monti, perforato a profondità sensibili e del tutto compatibili rispetto ad un eventuale effetto di drenaggio a carico delle pareti della cava.

Tali ultime valutazioni sono in ogni caso da intendere a puro titolo di valutazioni di confidenza, non essendovi dati effettivamente probanti e considerando che l'eziologia può essere influenzata da una moltitudine di fattori nei fatti difficilmente controllabili.

Più rilevante, dal punto di vista dell'approvvigionamento idropotabile, è invece la relazione che si determina in corrispondenza del pozzo idropotabile esistente (Fig. 5.2).

Tra gli effetti delle operazioni di cava, condotte anche con uso di esplosivo, non è infatti da escludere la formazione di una zona anche estesa di fessurazione nel terreno con incremento della permeabilità *secondaria* della roccia (Fig. 5.3).

Tale permeabilità riguarda la presenza di faglie, giunti e scistosità naturali, ma anche fratture indotte artificialmente, in particolare in seguito all'utilizzo di esplosivi.

Le quote operative del pozzo, sicuramente interferenti con eventuali perdite del nuovo laghetto previsto a monte (Fig. 5), sono le seguenti:

- sommità a quota 295.00 m.s.l.m.
- base a quota 206.00
- quote di captazione tra 227.00 e 206.00 m.s.l.m.

La captazione avviene a quote rilevanti rispetto ad una eventuale permeabilità secondaria delle marne oggetto di escavazione, permettendo la filtrazione di acqua contaminata fino al pozzo idropotabile e determinando un elemento di vulnerabilità dell'acquifero.

Nei fatti, non è da escludere che una verifica attenta delle condizioni di alimentazione del pozzo dia comunque un esito favorevole. Tuttavia non è neppure ammissibile che tale verifica venga omessa senza specifiche valutazioni di merito.

A parere di chi scrive un approfondimento in tal senso è invece assolutamente doveroso.

Si raccomanda ovviamente anche la verifica della fascia di rispetto prevista dalla normativa regionale (200 m) per i pozzi ad uso potabile.

Non è neppure indifferente notare che il laghetto artificiale presente nella cava ha un bilancio idrico tale da garantirne una quota libera più alta rispetto al Lago di Monate (quota 280.00).

Dal momento che l'equilibrio è all'incirca stabile (è sufficiente infatti una pompa per smaltire eventuali apporti meteorologici in eccesso), è probabile che siano da mettere in conto alcune perdite di fondo. Anche in questo caso si ripresenta il problema delle possibili filtrazioni. Solo alla luce di una attenta analisi, eventualmente anche numerica, si potrà valutare l'effettivo potenziale di vulnerabilità dell'acquifero nel quale viene captata l'acqua potabile del paese.

Infine, sempre in merito alla regimazione "definitiva" del laghetto, sarebbe bene verificare che eventuali portate di piena in occasione di eventi meteorici anche eccezionali sia compatibile con il calibro dei canali di scolo in cui viene attualmente riversata l'acqua in eccedenza.

Un ulteriore aspetto da considerare riguarda infine la stabilità geotecnica dei cigli della cava nella loro parte superiore. Infatti (Fig. 6) la profilatura del pendio esistente necessita di una migliore verifica di stabilità dal punto di vista geotecnico.

Le verifiche numeriche di progetto evidentemente tengono conto delle caratteristiche geomeccaniche del materiale lapideo e risultano positive sotto l'ipotesi che non sia presente uno spessore di una qualche importanza di materiale sciolto di ricoprimento.

In seguito ad un sopralluogo si è peraltro constatata la presenza di terreno non cementato per uno spessore di alcuni metri. Erano evidenti la potenziale instabilità e lo stato di erosione superficiale dei primi metri della scarpata.

In tali condizioni, in assenza di un contributo di coesione da verificare mediante opportune prove di laboratorio, il ciglio superiore è destinato a modificarsi nel tempo fino ad assumere un angolo di natural declivio compatibile con le caratteristiche geotecniche del terreno sciolto e non della roccia.

In via indicativa (Fig. 6.2) si ipotizza come stabile un tipico angolo di riposo nell'ordine di 30°, che tra l'altro sarebbe incompatibile con la presenza dell'attuale strada carrabile.

Anche in questo caso si consiglia di approfondire fin da ora questo aspetto di criticità, anche per garantire la sicurezza della strada carrabile e prevenire possibili costose opere di consolidamento in una fase successiva.

3 – Conclusioni e suggerimenti di carattere operativo

Quanto sopra viene esposto in risposta alla legittima domanda da parte dei componenti dell'Amministrazione comunale circa l'esistenza di eventuali criticità geotecniche e idrogeologiche nel progetto di ampliamento della Cava Faraona.

Lo scrivente ritiene di essersi basato unicamente su evidenze oggettive ed è del parere che le problematiche esposte costituiscano punti da approfondire nell'interesse di una programmazione dei lavori responsabile e sostenibile in grado ottimale.

Si riassumono in particolare i seguenti punti che meriterebbero un maggiore approfondimento:

- un approfondimento della definizione areale del bacino imbrifero del Lago di Monate, una più realistica percentuale di riduzione da prendere in conto per i bilanci idrici di bacino, una giustificazione dei parametri di piovosità assunti e della conseguente stima del tempo di ricambio completo del corpo idrico
- una più ragionata valutazione della probabilità di inquinamento del pozzo idropotabile, considerando una realistica permeabilità secondaria dovuta alle stesse operazioni di cava. Trattandosi di una problematica di notevole criticità, si raccomanda di eseguire opportune prove e verifiche eventualmente basate anche sul calcolo o comunque motivate
- una verifica più dettagliata della stabilità dei cigli di cava nelle condizioni che si verificano effettivamente in sito, in particolare in presenza di suoli non lapidei. La verifica dovrebbe comprendere anche le fasi di cava pregresse, in quanto dal punto di vista dell'Amministrazione Comunale ciò non costituisce giustificazione per situazioni di instabilità
- una migliore definizione del regime idrico del laghetto attualmente adibito a vasca di decantazione. Si dovrebbe verificare anche l'adeguatezza dello scarico previsto in caso di eventi meteorici di una qualche rilevanza
- nel caso in cui la sistemazione finale della cava preveda apporti di materiali dall'esterno, un controllo particolarmente stringente della qualità di tali materiali (non solo "a campione"), in ragione dei potenziali effetti di un eventuale inquinamento della falda nella quale si alimenta il pozzo idropotabile.

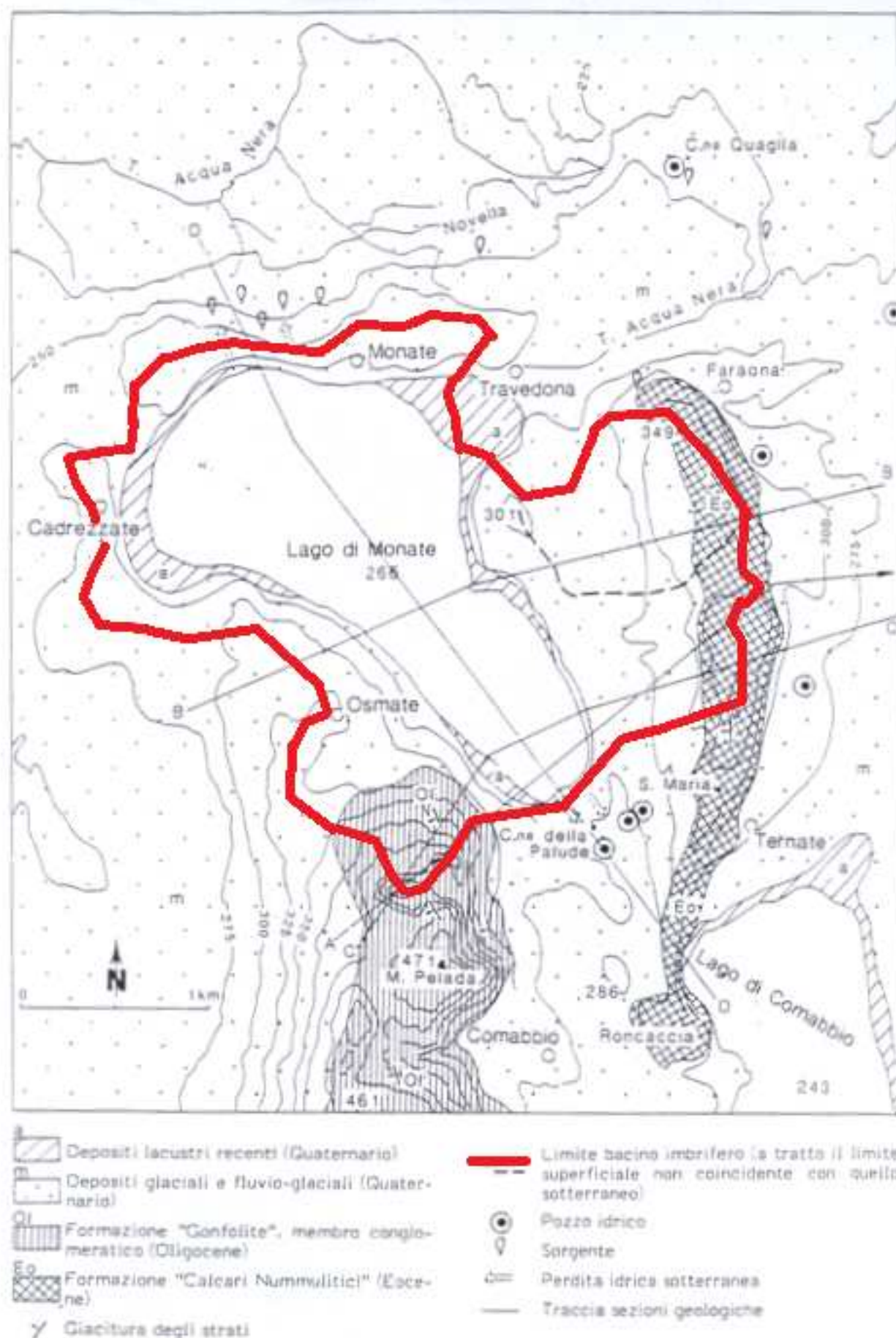
Rimanendo a disposizione per ogni eventuale chiarimento in merito, colgo l'occasione per porgere distinti saluti.



Bibliografia citata

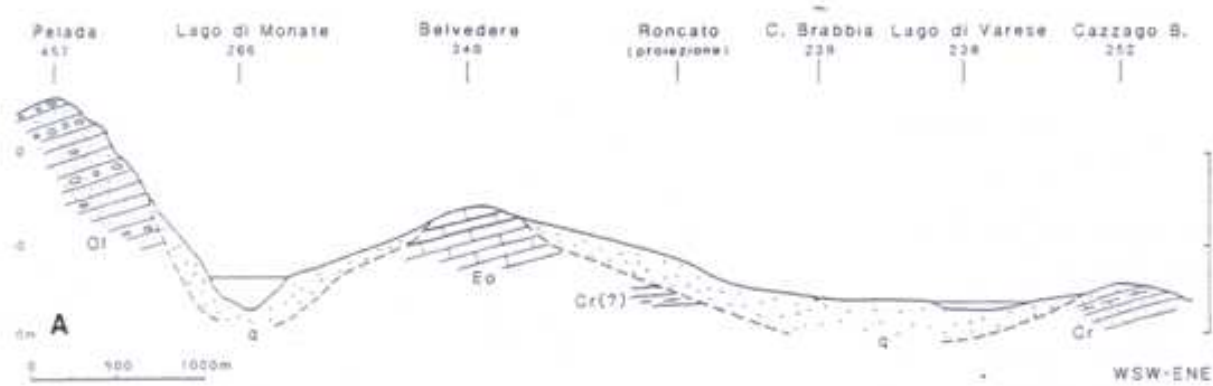
Barnaba, Pier Federico (1987) “Studio idrogeologico a ambientale del bacino del Lago di Monate (Varese)” Padova – Società cooperativa Tipografica

Barnaba, Pier Federico (1989) “Studio geologico della zona ad occidente del Lago di Varese” Milano - CUEM

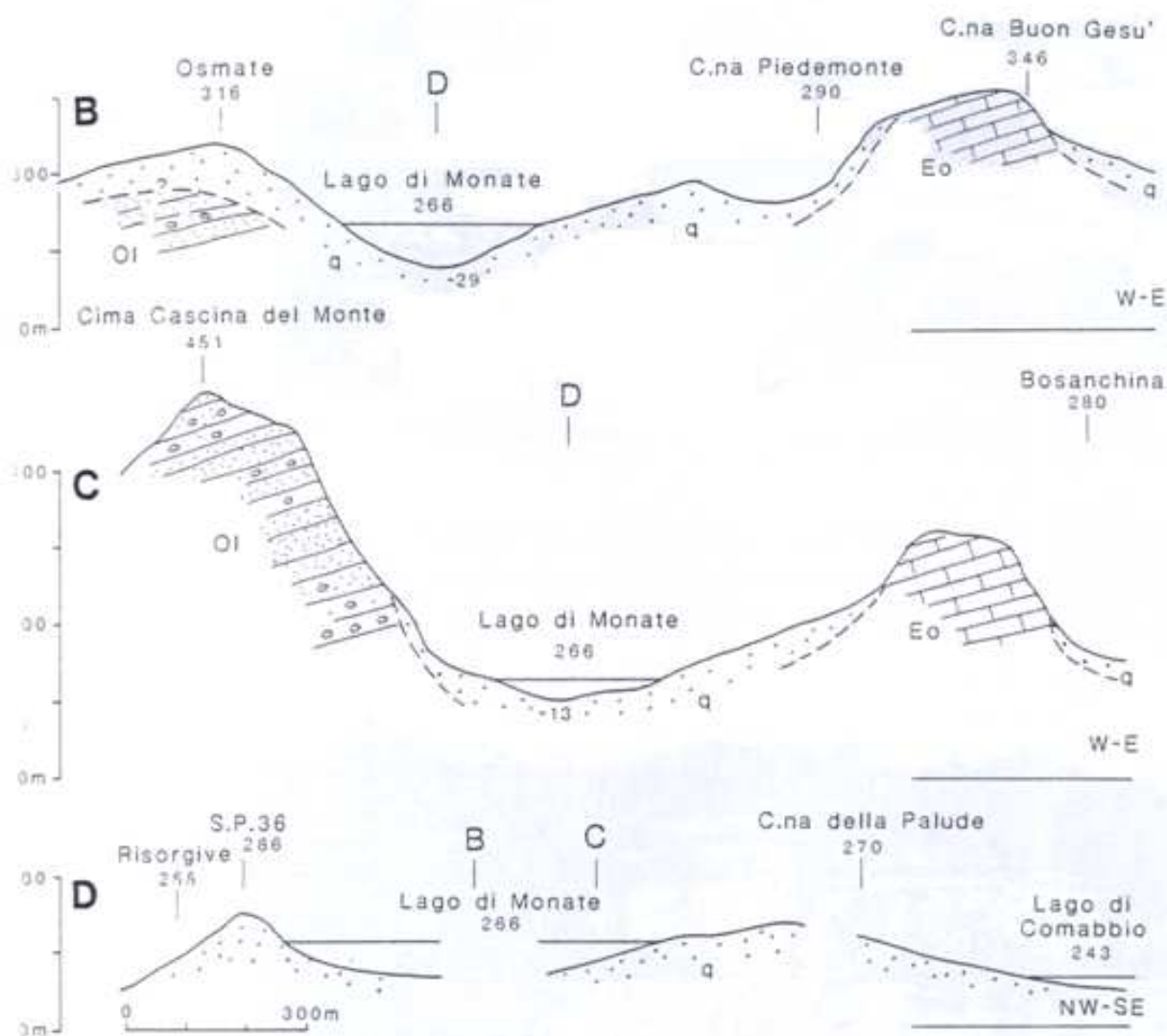


Carta idrogeologica del bacino del Lago di Monate.

Fig. 1 - Da Barnaba (1987)

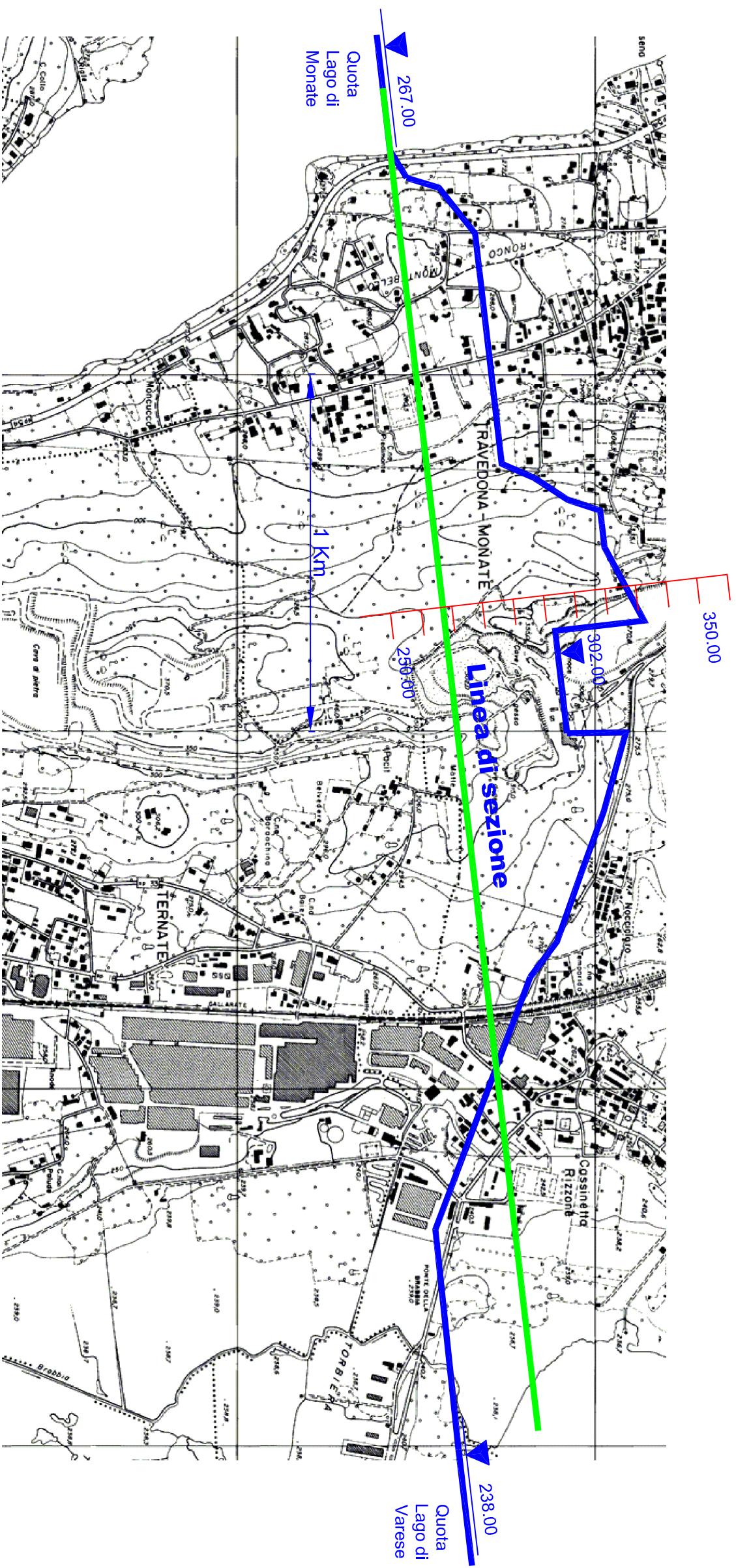


4 - Sezione geologica A: M. Pelada-Cazzago Brabbia (traccia della sezione in fig. 1); q = Quaternario (lacustre e renico); Ol = Oligocene (*Gonfolite*); Eo = Eocene (*Calcarei Nummulitici*); Cr = Cretaceo (*Flysch*).



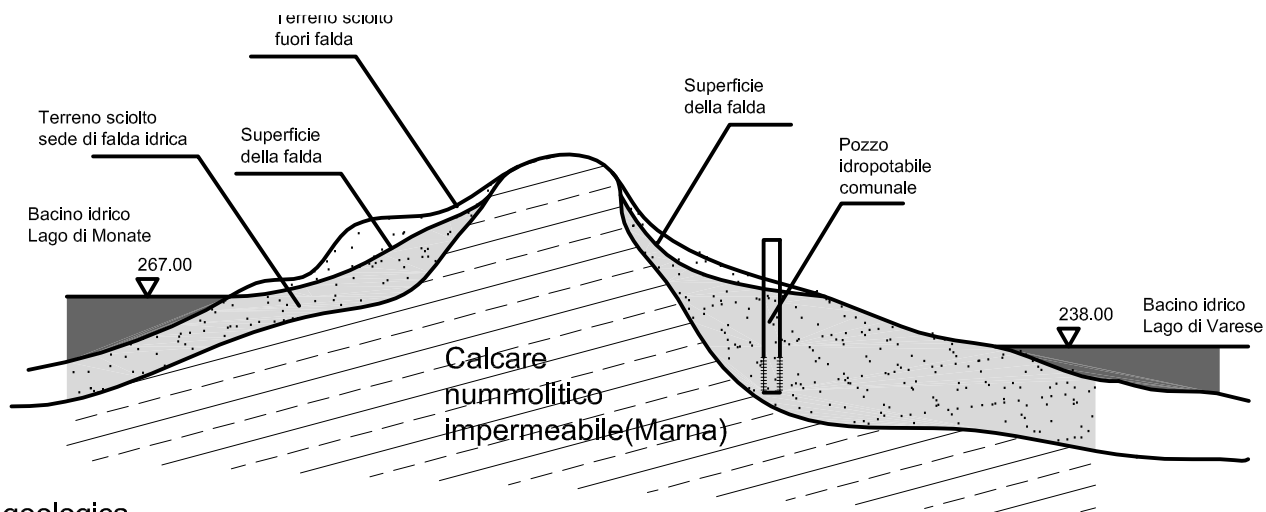
- Sezioni geologiche B, C, D, (tracce delle sezioni in fig. 3); q = Quaternario (lacustre e morenico); Ol = Oligocene (*Gonfolite*); Eo = Eocene (*Calcarei Nummulitici*).

Fig. 2

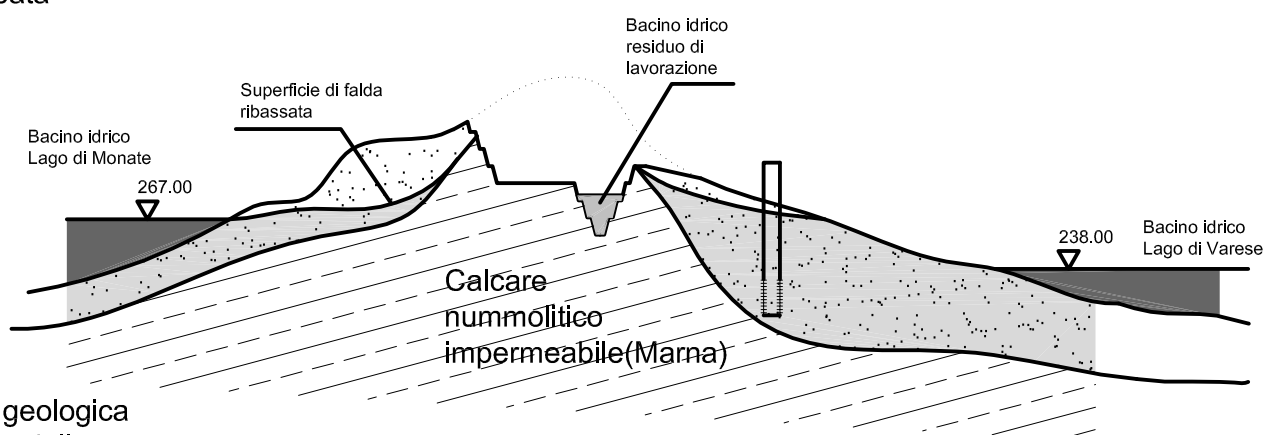


Base:
Carta Tecnica della Regione Lombardia
Voli di riferimento elaborazione
anno 1994

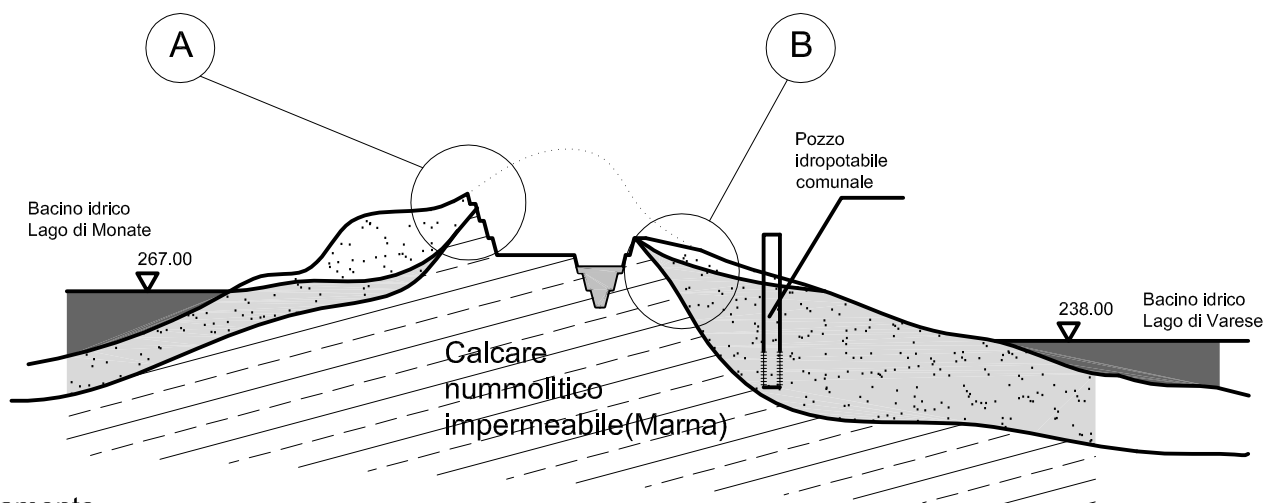
Profilo altimetrico e linea di sezione



1)
Sezione geologica
iniziale
"indisturbata"

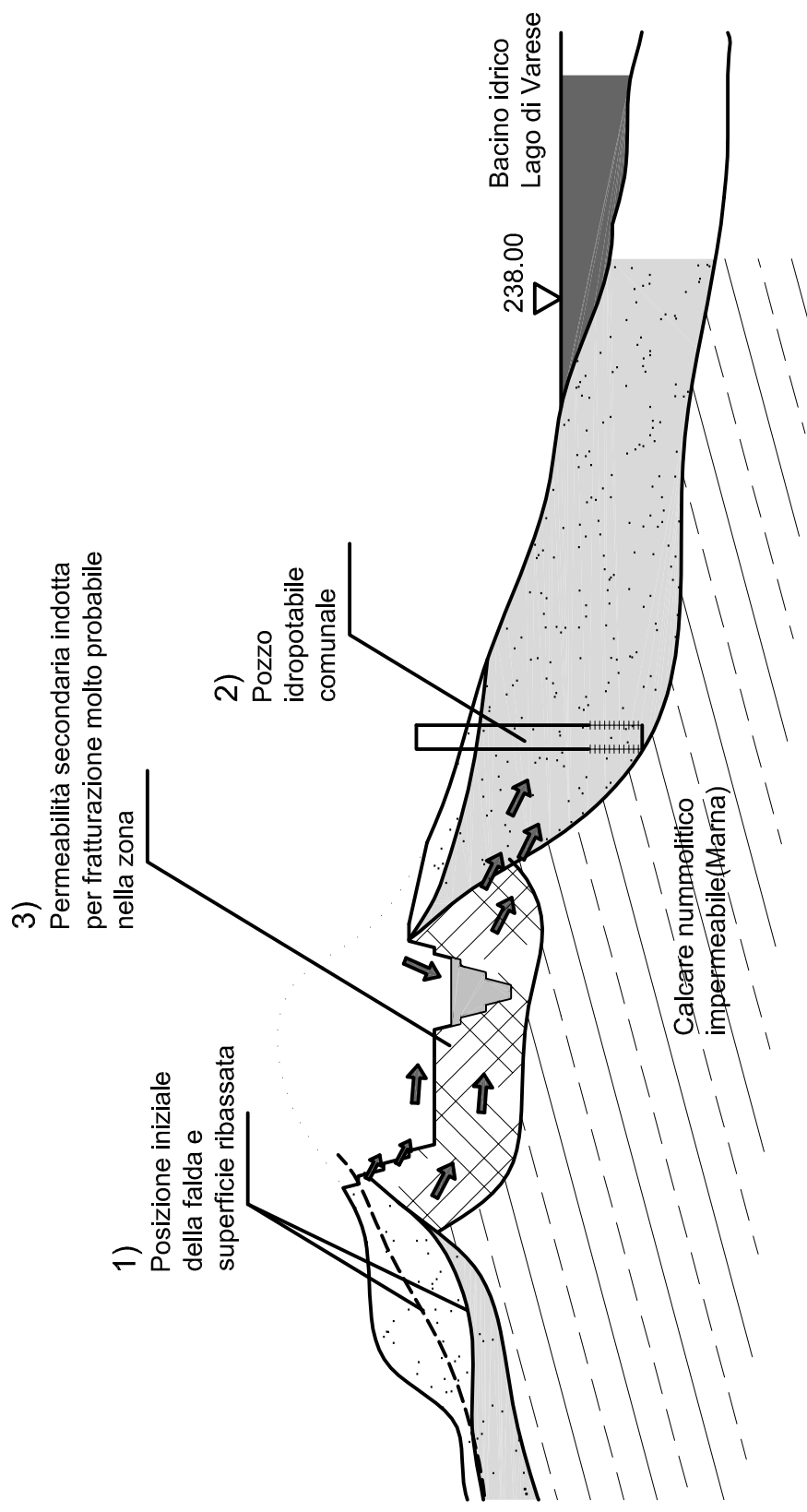


2)
Sezione geologica
al termine delle
operazioni di cava



3)
Evidenziamento
di alcune criticità

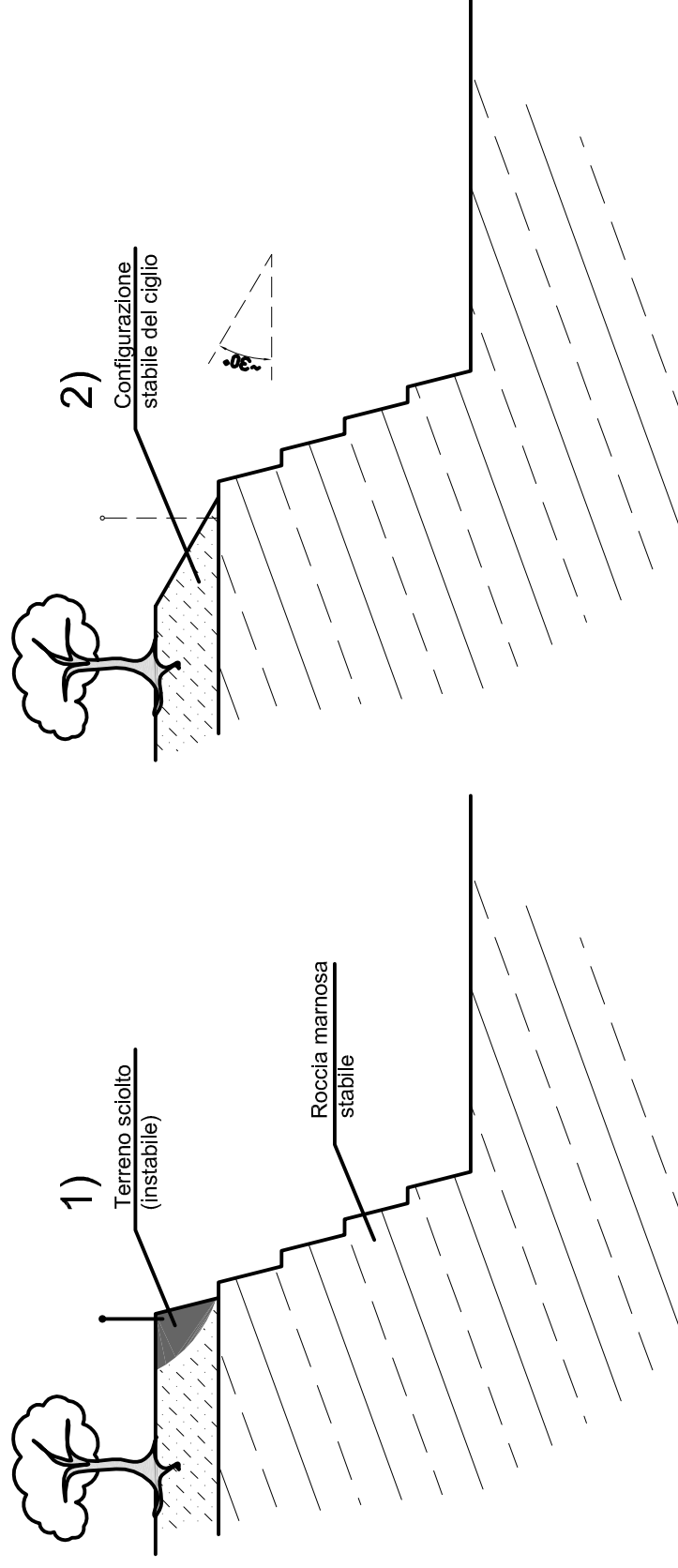
Fig. 4 - Modelli idrogeologici qualitativi



Criticità idrogeologiche:

- 1) impoverimento idrico sul lato Monate e
- 2-3) filtrazioni verso lato opposto, in presenza di un pozzo idropotabile

Fig. 5



Criticità geotecniche:

- 1) senza consolidamenti, il terreno sciolto di ricoprimento è in condizione di instabilità ed è destinato a crollare
- 2) in condizioni stabili il passaggio pubblico non è più garantito

Fig. 6