

ENERGIA MINERALS ITALIA S.R.L.



**ISTANZA DI RINNOVO DELLA CONCESSIONE MINERARIA
DENOMINATA "MONICA"**

**COMUNI DI OLTRE IL COLLE, ONETA E GORNO - PROVINCIA DI BERGAMO
MINIERE DEL COMPLESSO MINERARIO RISO/PARINA -**



RT03__ RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI PROGETTO

RAGGRUPPAMENTO DI PROGETTAZIONE RTP

20/12/2019



Sommario

1.1.	Introduzione.....	2
1.	Premessa.....	2
2.	Geologia.....	3
3.1	Geologia dell'area in oggetto.....	4
3.2	Caratteri geominerari.....	6
4.	Idrogeologia.....	9
4	Idrogeologia "mineraria".....	14
6.1.	Zone di coltivazione: rilievo di dettaglio degli ammassi rocciosi.....	14
6.2.	Determinazione dei valori di permeabilità.....	19
6.3.	Lugeon test.....	24
6.4.	La galleria Riso Parina.....	33
6.5.	Circolazione idrica locale.....	36
5.	Conclusioni.....	37

1.1. Introduzione

Questa relazione è parte integrante della documentazione richiesta per l'istanza di rinnovo e ampliamento della Concessione Mineraria MONICA da parte della Società Mineraria Energia Minerals (Italia) S.r.l. (EMI).

Ci si propone di riassumere qui geologia ed idrogeologia della zona (peraltro già ampiamente trattate nelle relazioni specialistiche dedicate), ponendole in relazione alla presenza di un importante reticolo minerario pregresso, in prospettiva della nuova Concessione.

1. Premessa.

La Concessione Mineraria denominata "MONICA" è situata nel territorio dei comuni di Gorno, Oneta ed Oltre il Colle, Provincia di Bergamo; i minerali oggetto della coltivazione saranno zinco, piombo ed argento; le Prealpi Lombarde sono infatti sede di importanti mineralizzazioni a Pb, Zn, F e Ba, di cui la principale è situata a Gorno.



Figura 1-1- Affioramento di sfalerite

Si calcola che in questo bacino siano state estratte più di 800.000 tonnellate di Zn+Pb metallico, con uno sviluppo di oltre 250 km di gallerie minerarie.

2. Geologia

Le Alpi Bergamasche fanno parte delle Alpi Meridionali o Sud-alpine che, da un punto di vista paleogeografico, vengono considerate un frammento di un continente (paleo-Africa) originariamente situato a Sud dell'Oceano Ligure-Piemontese. Tale porzione di catena è formata da un basamento cristallino con impronta metamorfica varisica e da una copertura sedimentaria di età compresa tra il Carbonifero superiore ed il Cretacico.

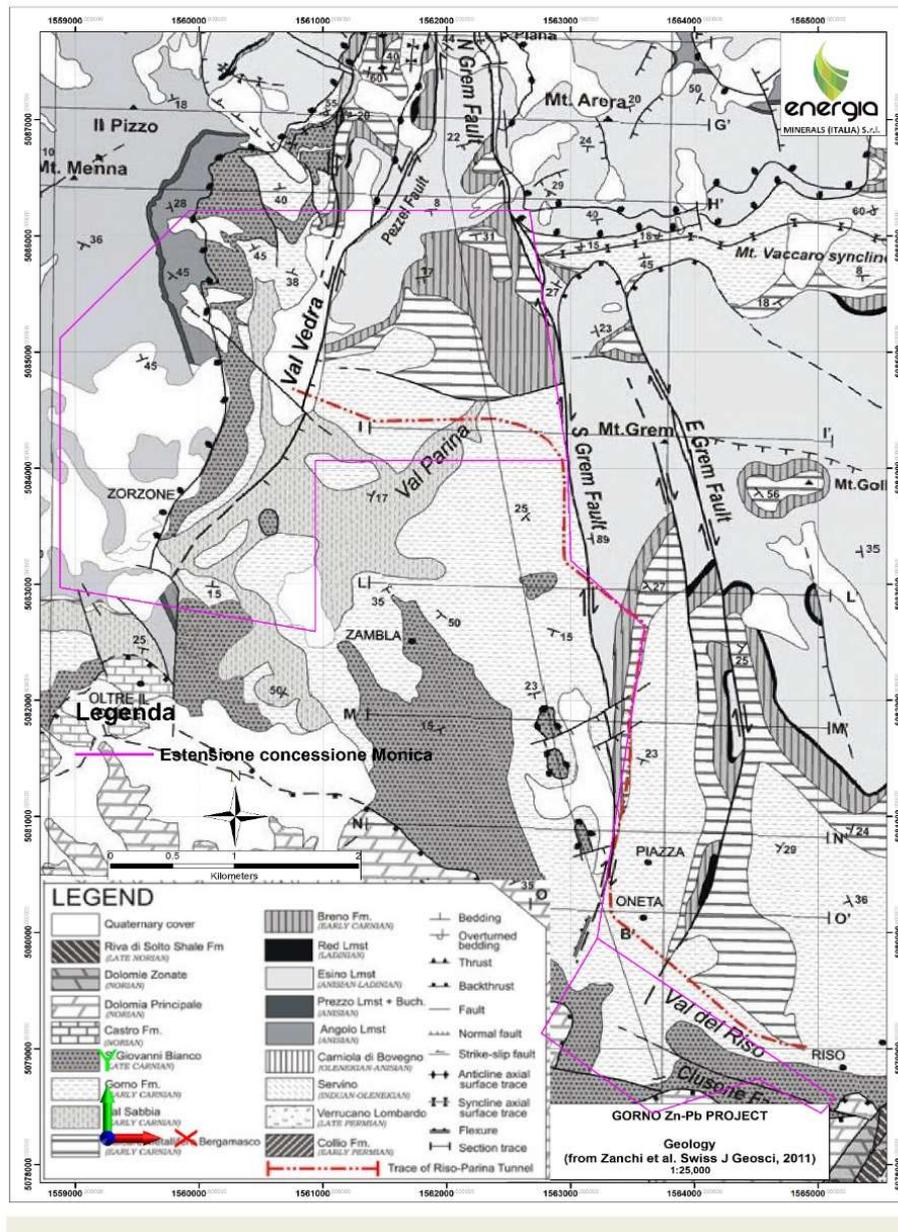


Figura 2-1- Geologia dell'area d'interesse

3.1 Geologia dell'area in oggetto

Si tratta di unità e formazioni stratigrafiche, collegabili a una varietà di ambienti deposizionali che vanno dalla piattaforma carbonatica all'ambiente di laguna costiera, che dal punto di vista idrogeologico hanno caratteristiche differenti.

In sintesi, si riportano le litologie presenti nella serie stratigrafica interessata dalla miniera:

- Calcare di Angelo

- Calcare di Esino
- Formazione di Breno
- Calcare Metallifero Bergamasco (CMB)
- Arenaria di Val Sabbia
- Formazione di Gorno
- Formazione di San Giovanni Bianco

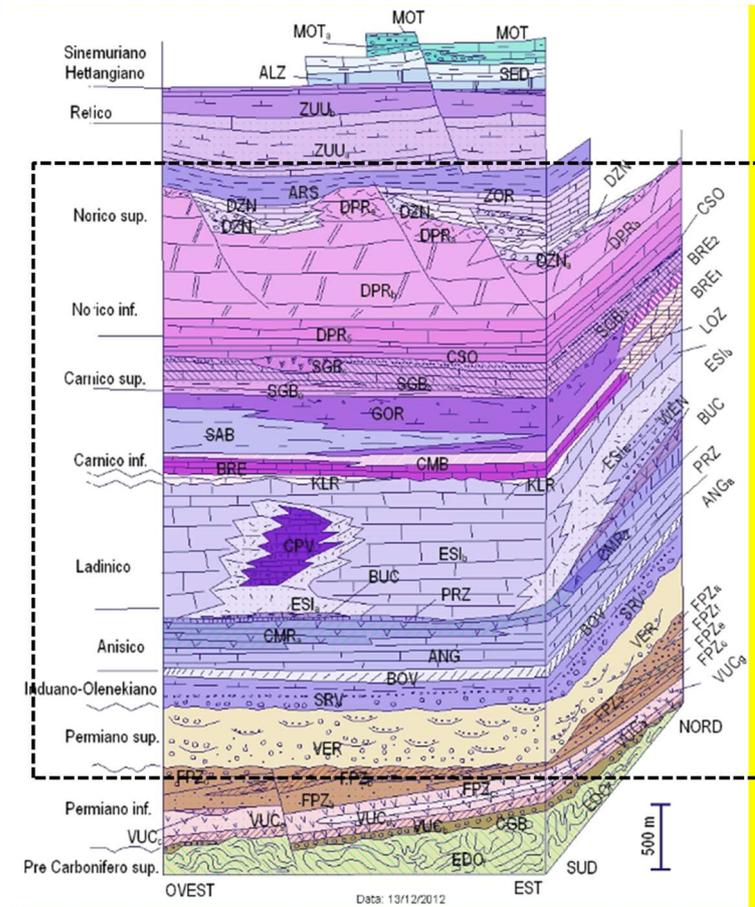


Figura 2-2- Schema stratigrafico estratto dalla Carta Geologica progetto CARG scala 1:50.000), in evidenza le unità interessate dall'area vasta di progetto

In sintesi, un complesso idrogeologico può essere definito come *l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto* (Civita, 1973).

3.2 Caratteri geominerari.

La Valle del Riso è sede del più importante distretto minerario piombo-zincifero della Lombardia. La storia millenaria dell'attività mineraria, cessata nella seconda metà del ventesimo secolo, ha portato allo scavo di circa 250 km di gallerie, con grandi cavità sotterranee e numerose discariche a cielo aperto localizzate soprattutto nella parte medio alta del versante sinistro della valle.

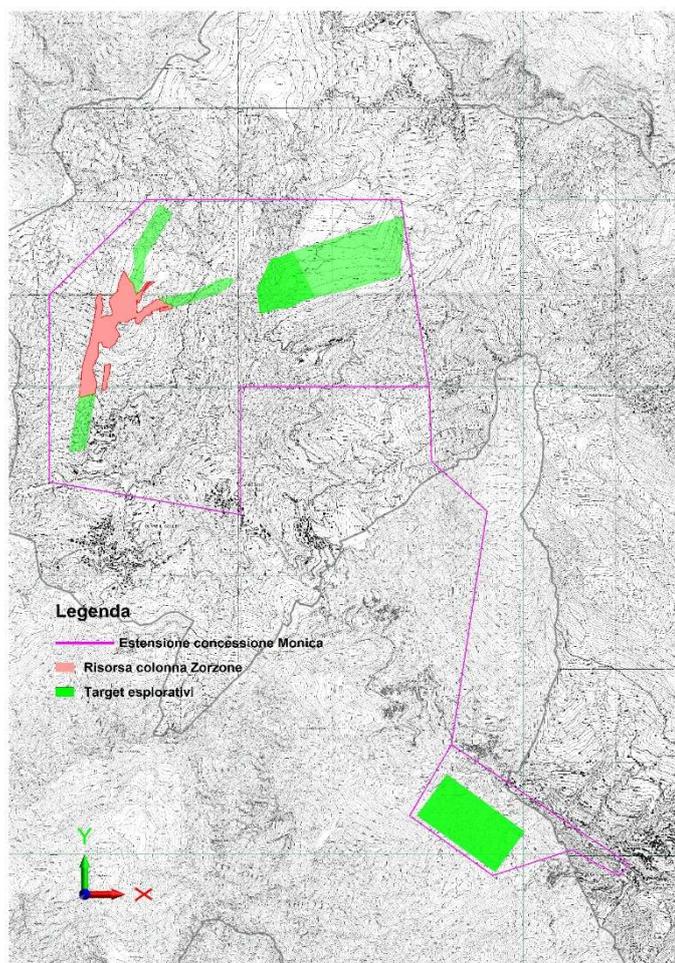


Figura 3.2-1- Rappresentazione dei pannelli minerari entro l'area di concessione

In Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. sono evidenziati i corpi minerari del settore; in rosso, il cosiddetto “Pannello Zorzona” ed in verde, le cosiddette “Estensioni” (oltre ad altri “target esplorativi” più distaccati), entrambi coltivati nel corso delle attività previste in sede di questo progetto.

I filoni hanno una giacitura subverticale e sono ospitati generalmente in faglie o fratture. Essi sono stati coltivati in passato soprattutto per argento e la ganga più frequente è costituita, oltre che da quarzo, da siderite o barite, per cui lo stesso corpo può essere stato sfruttato anche per questi altri minerali.

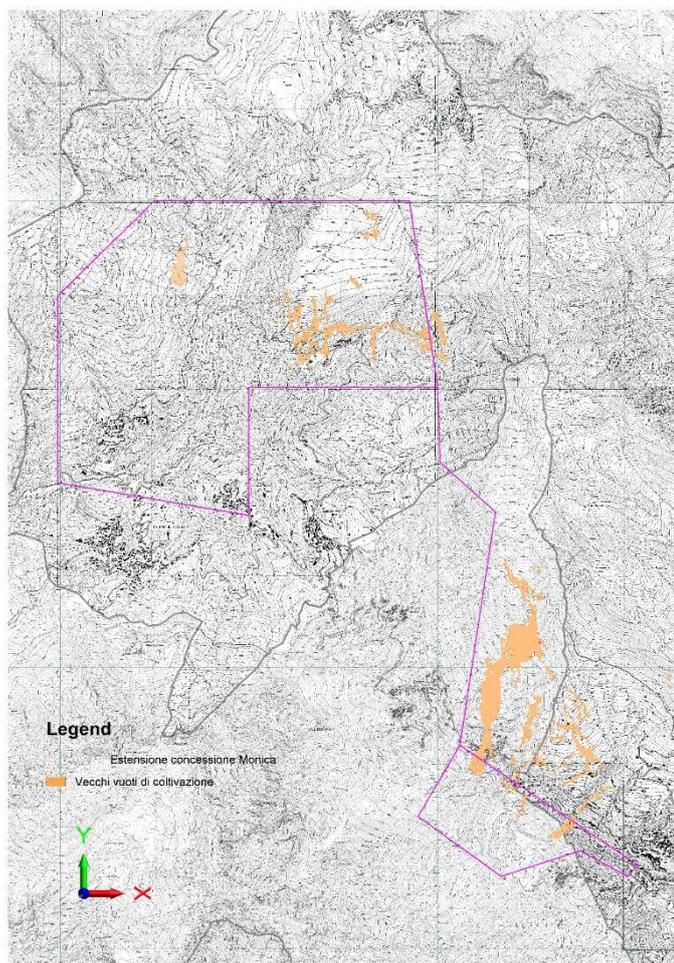


Figura 3.2-2- Rappresentazione dei corpi minerari storici di Gorno-Oltre il Colle

La maggior parte della produzione “recente” di Zn e Pb del Bergamasco non proviene però da questi filoni, ma da corpi a geometria planare e colonnare che, in forma di grosse lenti ramificate e contorte, con estensione anche di centinaia di metri in lunghezza e con spessori di alcuni metri, hanno dato luogo a intense coltivazioni nei calcari del Trias medio-sup.

Questa porzione di rocce, molto limitata (circa 100 m di spessore massimo dell'orizzonte produttivo) rispetto all'intera serie dei terreni sedimentari della Bergamasca (complessivamente, alcune migliaia

di metri), è da tempo conosciuta come potenzialmente ricca in minerali di Zn/Pb ed è nota, sia nella tradizione mineraria locale sia negli studi geologici, come "Metallifero".

La Figura 3.2-3 rappresenta la distribuzione dei vuoti "storici" di coltivazione sull'area presa in considerazione per la nuova Concessione Monica.

Le principali miniere, disseminate in un arco di circa 20 km, sono denominate: *Vaccareggio, Val Vedra, Parina-Plassa, Arera, Grem, Riso, Belloro, Monte Trevasco.*

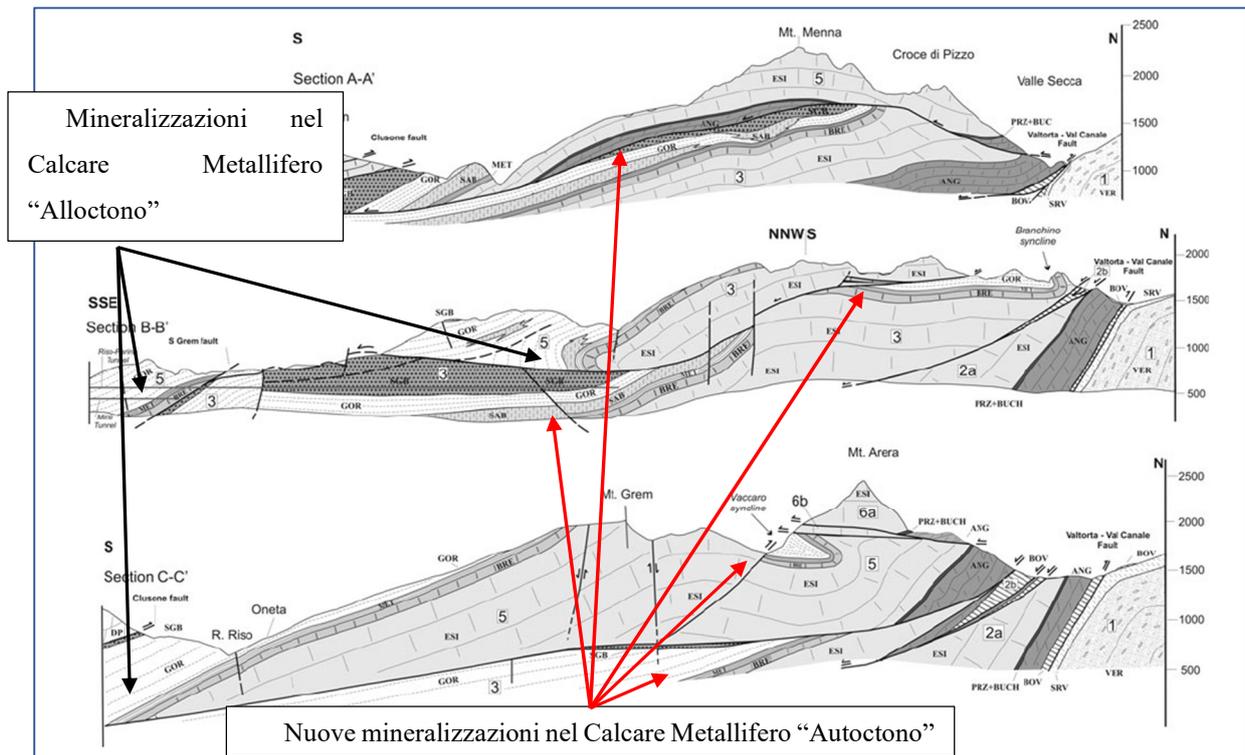


Figura 3.2-3- Rappresentazione delle mineralizzazioni recenti a Gorno-Oltre il Colle

4. Idrogeologia

La differenziazione tra un complesso idrogeologico ed un altro è data principalmente dal diverso grado di permeabilità relativa.

La valutazione della permeabilità a grande scala (argomento come già detto affrontato in specifica relazione) è basata su diversi fattori, principalmente:

- composizione litologica: il grado di permeabilità è molto influenzato dalla presenza di intercalazioni marnose, siltitiche o argillitiche che diminuiscono drasticamente la capacità di immagazzinamento e veicolazione delle acque sotterranee;
- grado di fratturazione e carsismo: la permeabilità secondaria (per fratturazione) è la caratteristica preponderante sulla permeabilità globale dell'ammasso roccioso;
- posizione delle manifestazioni sorgive: la posizione planimetrica delle sorgenti è un fattore indicativo del ruolo idrogeologico che la formazione geologica svolge sulla circolazione sotterranea.

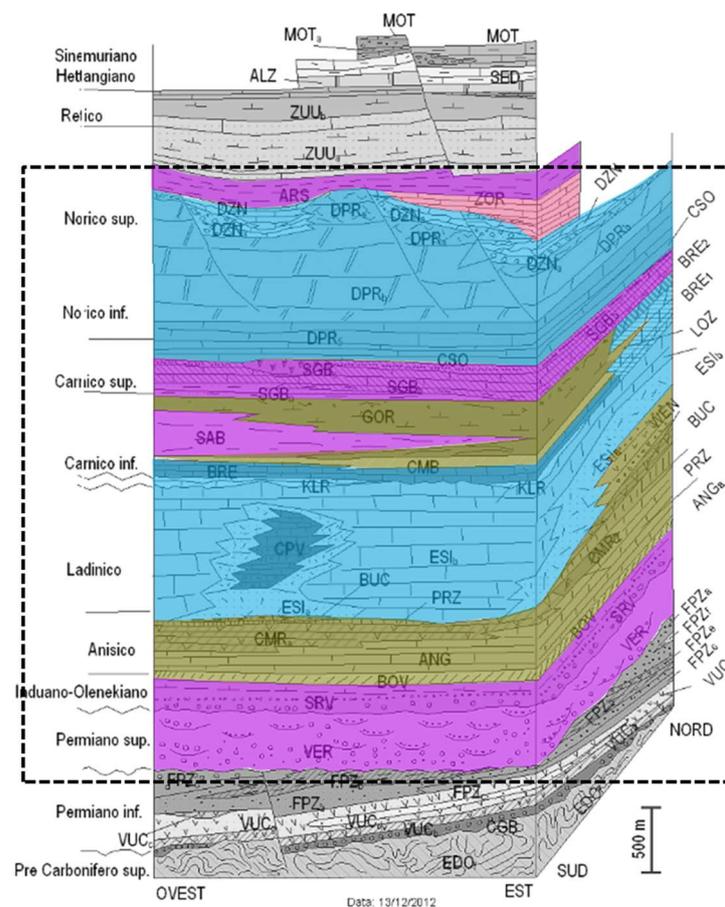


Figura 6 - Identificazione dei Complessi Idrogeologici sullo stratigrafico CARG.

Il Modello idrogeologico, parte integrante dello Studio d’impatto Ambientale, individua i cosiddetti “complessi idrogeologici” come segue:

- 1 - Calcareao Dolomitico
- 2 - Calcareao Marnoso
- 3 – Arenaceo siltitico
- 4 – Depositi cementati
- 5 – Depositi quaternari detritici e alluvionali
- 6 – Depositi di copertura generica e lacustri

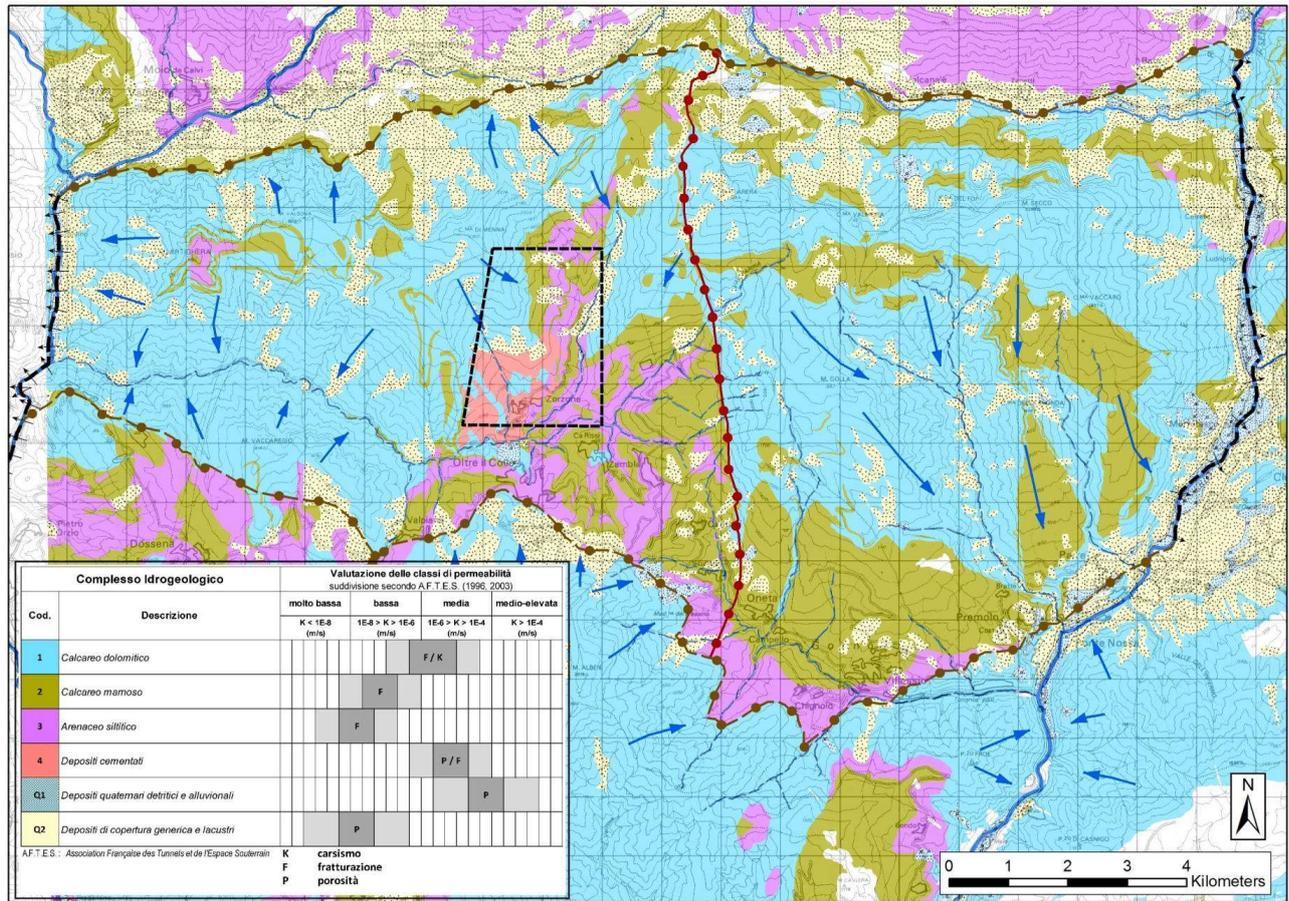


Figura 4-1 - Carta dei Complessi Idrogeologici, è evidenziata (riquadro) l'area di progetto.

Nell'area vasta del progetto, il grado di permeabilità dei vari complessi idrogeologici, la loro giacitura, insieme agli elementi morfologici (alti strutturali, assi drenanti) e agli elementi strutturali (sovrascorrimenti, faglie maggiori, ...) determinano la direzione di scorrimento idrico sotterraneo.

Si possono così riconoscere diverse "idrostrutture", nelle quali le caratteristiche della circolazione idrogeologica sono caratterizzate da relativa omogeneità.

Le unità idrostrutturali sono impostate sui grandi corpi acquiferi costituiti dal Calcarea di Esino e la Dolomia Principale e suddivisi da limiti costituiti da contatti con complessi a minore permeabilità, assi fluviali drenanti e importanti elementi geostrutturali.

Si identificano pertanto 4 Unità Idrostrutturali: Nossana, Parina-Vedra, Alben e Dossena, rappresentate schematicamente in Figura 4-2.

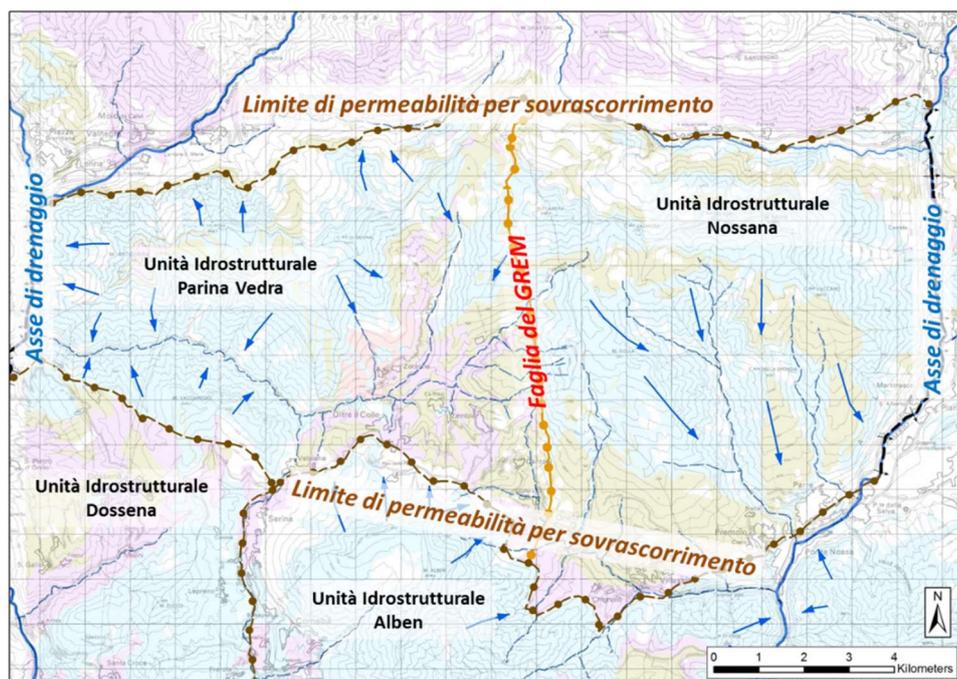


Figura 4-2- Quadro generale delle unità idrostrutturali e limiti idrogeologici

Lo studio idrogeologico redatto dagli specialisti ha inoltre approfondito il quadro complessivo delle numerose sorgenti, strategiche per l'approvvigionamento idrico della Bergamasca, analizzando le caratteristiche chimico-fisiche di ciascuna.

Inoltre, a partire dal 2015, è stata implementata una rete di monitoraggio delle acque, sia sotterranee che superficiali, in due ambiti:

- rispetto dell'area di concessione, allo scopo di capire l'interazione delle acque con il futuro progetto;
- nell'ambito allargato, per comprendere l'eventuale interazione tra le unità geologiche interessate dal progetto con quelle limitrofe.

Ad oggi, la rete di monitoraggio, a corredo delle valutazioni dello Studio d'impatto Ambientale, è costituita da 54 punti di misura, così suddivisi:

- 15 punti di monitoraggio delle acque superficiali in corrispondenza delle principali aste fluviali: Torrente Riso, Terrente Vedra e Torrente Parina;
- 39 punti di misura delle acque sotterranee realizzati in corrispondenza sia di sorgenti che scaturiscono in superficie, che dalle pareti delle gallerie esistenti (Galleria Riso Parina e suoi diversi livelli in particolare).

NB: La maggior parte dei punti di monitoraggio è stata ubicata nei pressi di sorgenti Uniacque per un confronto dei dati in loro possesso; qui, sono state realizzate misure direttamente in sito dei parametri fisici (temperatura, pH, conducibilità e ossigeno disciolto).

Per alcuni punti di monitoraggio, ritenuti più strategici, le acque sono state campionate e su di esse sono state svolte prove di laboratorio per la determinazione di parametri geochimici, microbiologici e ove ritenuto necessario è stata ricercata la presenza di eventuali inquinanti.

I dati raccolti, insieme alle informazioni bibliografiche, hanno permesso di definire il modello idrogeologico di riferimento progettuale.

Evidentemente, l'implementazione di controlli sistematici sulle acque sarà garanzia anche in futuro della loro qualità, ed al tempo stesso permetterà di verificare in corsa eventuali cambiamenti qualitativi sul reticolo idrico (non previsti, visti i programmi di sviluppo degli scavi minerari in zone già interessate dalle attività storiche).

4 Idrogeologia “mineraria”

4.1. Zone di coltivazione: rilievo di dettaglio degli ammassi rocciosi

Per la caratterizzazione degli ammassi rocciosi, sono stati effettuati rilievi accurati entro tutto il ribasso Forcella, da cui prenderà il via la futura attività di coltivazione mineraria. I rilievi di dettaglio hanno anche interessato, nelle gallerie esistenti, i così detti “rami in abbandono”.

Nel dettaglio sono stati rilevati e indagati gli undici “rami” del ribasso Forcella al fine di caratterizzare dal punto di vista idrogeologico, il complesso delle formazioni interessate dalla futura coltivazione mineraria.

Per la determinazione dei parametri degli ammassi rocciosi si è fatto riferimento alle elaborazioni dei sondaggi geognostici effettuati dalla committenza codificati con GDD001-12, ricavandone i valori di K (permeabilità).

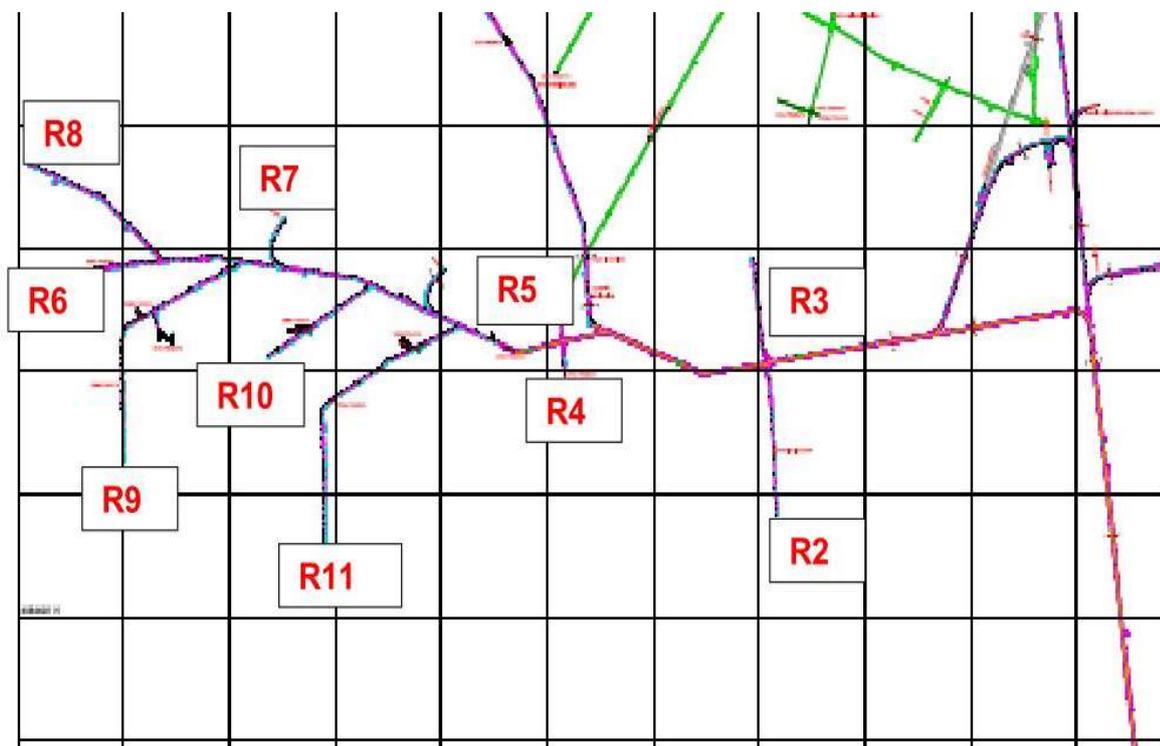


Figura 4-1- Estratto planimetrico con distribuzione in pianta dei tratti di galleria rilevati

Il primo tratto di galleria è caratterizzato da affioramenti calcarei, con stratificazione decimetrica, locali livelli argillitici e presenza di piega in asse con la galleria esistente.



Figura 4-2- Stratificazione lungo le pareti nel ramo 1 ed evidenze di piega in asse nel primo tratto di galleria

In prossimità del bivio di stacco con la galleria principale è presente una faglia, che interseca l'asse della galleria a basso angolo: la roccia in posto calcarea, stratificata in banchi decimetrici, si presenta per uno spessore lineare di circa 5 metri intensamente frantumata in blocchi decimetrici, con diffuse evidenze di milonizzazione e presenza abbondante di materiale fine di riempimento.

presenza di circolazione idrica, è del tutto probabile infatti, che la fascia milonitizzata abbia un grado di permeabilità inferiore rispetto alla roccia in posto.



Figura 4-4- Fascia milonitizzata in corrispondenza della faglia nel primo tratto di galleria

Figura 4-3- Relative concrezioni nel tratto finale del ramo 2



Figura 4-5- Stillicidio di acqua calcarea

Lungo i rami 2, 3,4 e 5 si sono osservate condizioni degli ammassi rocciosi buone, con presenza di calcari stratificati compatti, l'unica evidenza di presenza d'acqua in questo settore è stata rilevata nel terminale del ramo 2, con evidenze di un blando stillicidio di acqua fortemente calcarea.

Lungo il Ramo n° 8 sono rilevabili i passaggi tra Calare Metallifero Bergamasco e Formazione di Breno, in esso non sono presenti venute d'acqua né tracce d'umidità lungo le pareti, gli ammassi rocciosi sono di buona qualità.



Figura 4-6- Contatto stratigrafico lungo il ramo 8

Il
ramo
9, è

invece caratterizzato da un certo grado di instabilità, nel tratto iniziale e finale in cui sono rilevabili crolli importanti di ammasso roccioso, sempre lungo il tratto finale del ramo è affiorante la Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia, con locali mineralizzazioni di pirite in cristalli millimetrici.



Figura 4-7- Formazione dell'Arenaria di Val Sabbia con cristallizzazioni di pirite, tratto terminale del ramo 9

Lungo il ramo 10 gli ammassi rocciosi sono di buona qualità, sono presenti livelli diffusi di “black shales” di natura argillitica, fittamente fogliettati.

Il tratto di galleria N°11 è interessato dalla presenza di calcari scuri stratificati per buona parte del suo corso, lievi tracce di umidità sulla superficie, ma assenza di stillicidio. Circa a metà del primo tratto del ramo, prima che lo stesso pieghi bruscamente verso meridione è presente una piccola faglia, che interseca sempre a basso angolo l’asse della galleria. L’ammasso si presenta disarticolato con presenza di materiale di riempimento fine, milonitizzazione, non si è osservata la presenza o tracce di circolazione idrica.



Nel

Figura 4-8- Faglia con livelli tettonizzati in corrispondenza del ramo 11

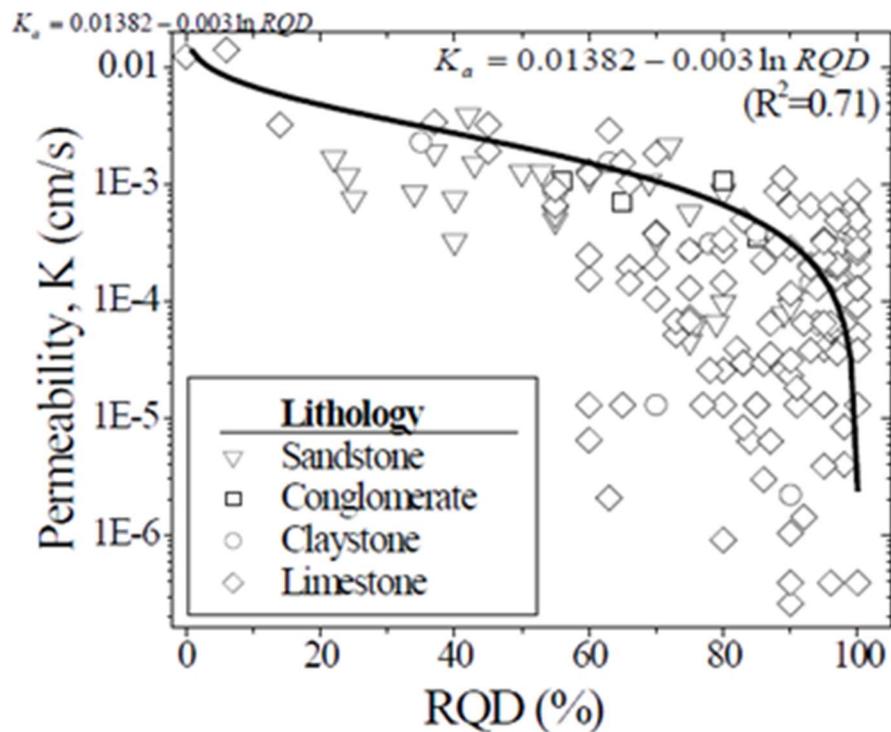
complesso il quadro che emerge dal rilievo di terreno, descrive una situazione generale degli ammassi rocciosi

complessivamente buona, con discontinuità per lo più serrate tracce di filtrazione idrica per lo più assenti. Venute d'acqua, comunque limitate, localizzate esclusivamente nel terminale del ramo 2.

Le faglie rilevate non hanno mostrato evidenze particolari di circolazione idrica, ma addirittura la presenza di miloniti e riempimento fine determina un locale abbassamento della conducibilità idraulica. Infine lungo tutte le aree rilevate non sono state evidenziate forme ipogee o tracce di carsismo di una certa importanza.

4.2. Determinazione dei valori di permeabilità

A partire dai valori di RQD riscontrati durante la perforazione dei sondaggi geognostici nelle vicinanze del pannello mineralizzato, sono stati stimati i valori di permeabilità dell'ammasso roccioso utilizzando la relazione empirica riportata in figura 1 (Qureshi M.U. et al, 2014 ¹).



$$K_a = 0.01382 - 0.003 \ln RQD \quad (R^2=0.71)$$

where K_a is apparent permeability is in cm/s and RQD in percentage.

¹ [1] Qureshi M.U., Khan K.M, Bessaih N., Al-Mawali k. & Al-Sdrani K. 2014. "An empirical relationship between in-situ permeability and RQD of discontinuous sedimentary rocks", Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 19/R, pp.4781-4790.



I
valori
di



Figura 4-10- Punto di attacco in prossimità del pannello mineralizzato con ubicazione sondaggio esplorativo GDD001

permeabilità sono stati calcolati per tratti della lunghezza di 5 metri, considerando all'interno di essi il valore di RQD medio. In tabella 1 e in figura 2 sono riassunti per ciascun sondaggio i valori di

permeabilità minimi, massimi e medi risultanti per ciascun sondaggio, mentre nei grafici riportati nel seguito è raffigurato il dettaglio dell'andamento della permeabilità lungo l'asse della perforazione.

I valori di permeabilità ottenuti variano da minimi nell'ordine di $5e-08$ m/s (GDD007) e massimi di $5e-05$ m/s (GDD004); alcuni sondaggi presentano valori uniformi lungo l'asse della perforazione, mentre altri (es. GDD004-006-008-013-016) mostrano notevoli variazioni legate alla presenza di livelli maggiormente fratturati o di cavità. I valori medi si attestano generalmente attorno a $1e-05$ m/s ad eccezione dei sondaggi prossimi all'imbocco della discenderia (GDD001-015), dei sondaggi GDD0 02-003-006-007-009 che evidenziano valori di $1-6e-06$ m/s.

E' opportuno ricordare che in rocce carbonatiche, come nel caso in esame, i fenomeni carsici rivestono un'importanza primaria nel determinare la permeabilità complessiva degli ammassi rocciosi; pertanto i valori calcolati esclusivamente sulla base degli RQD sono da considerarsi indicativi della situazione presente nell'immediato intorno dei sondaggi eseguiti.

SONDAGGIO	K min (m/s)	K max (m/s)	K media (m/s)
GDD001	4.42E-07	1.38E-05	3.77E-06
GDD002	7.68E-07	2.79E-06	1.45E-06
GDD003	2.47E-06	1.22E-05	6.71E-06
GDD004	1.98E-06	5.50E-05	1.71E-05
GDD005	1.44E-05	3.95E-05	2.59E-05
GDD006	1.06E-06	2.65E-05	6.47E-06
GDD007	4.49E-08	1.09E-05	2.94E-06

GDD008	3.51E-06	3.79E-05	1.76E-05
GDD009	5.09E-07	4.49E-06	1.93E-06
GDD010	7.33E-06	2.73E-05	1.65E-05
GDD011	3.40E-06	2.13E-05	1.05E-05
GDD012	6.02E-06	2.28E-05	1.20E-05
GDD013	8.00E-06	3.11E-05	1.73E-05
GDD014	3.16E-06	1.96E-05	1.08E-05
GDD015	4.49E-08	1.82E-05	4.87E-06
GDD016	6.59E-07	2.70E-05	1.21E-05
GDD017	1.60E-06	2.26E-05	1.27E-05

Tabella 1- valori di permeabilità minimi, massimi e medi calcolati a partire dai valori di RQD lungo i sondaggi geognostici eseguiti

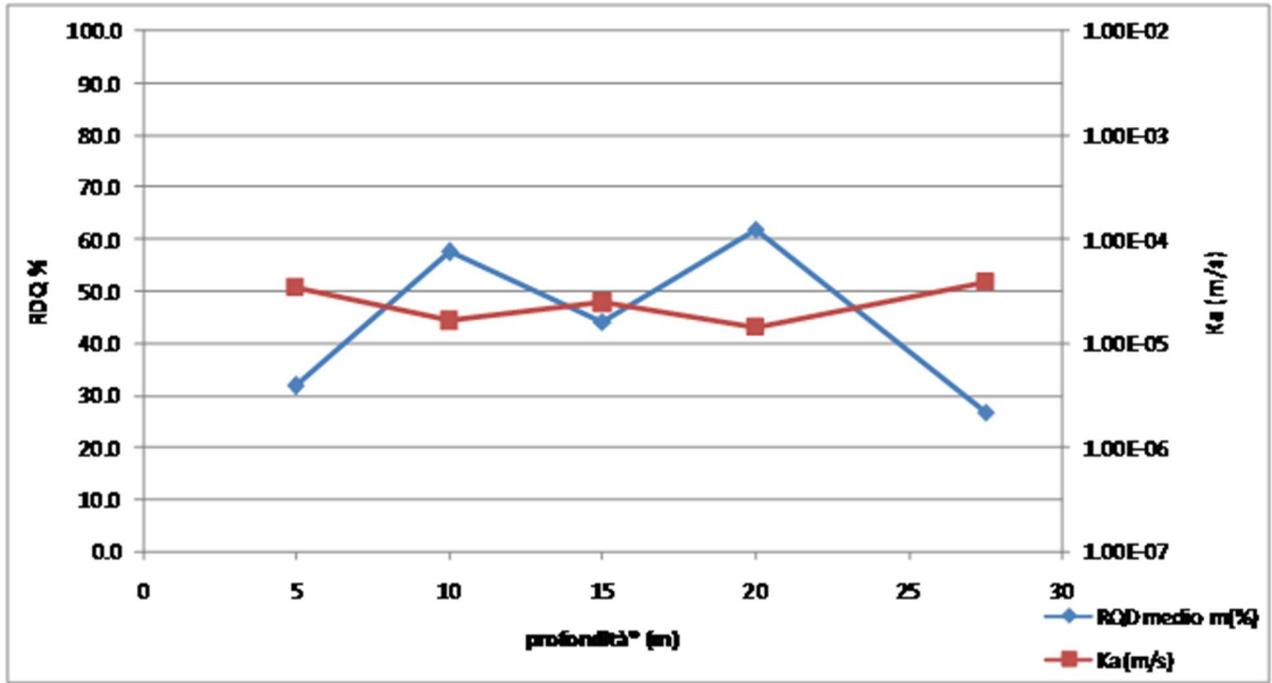


Figura 4-11- Grafico di raffronto tra RQD medio e valori di K

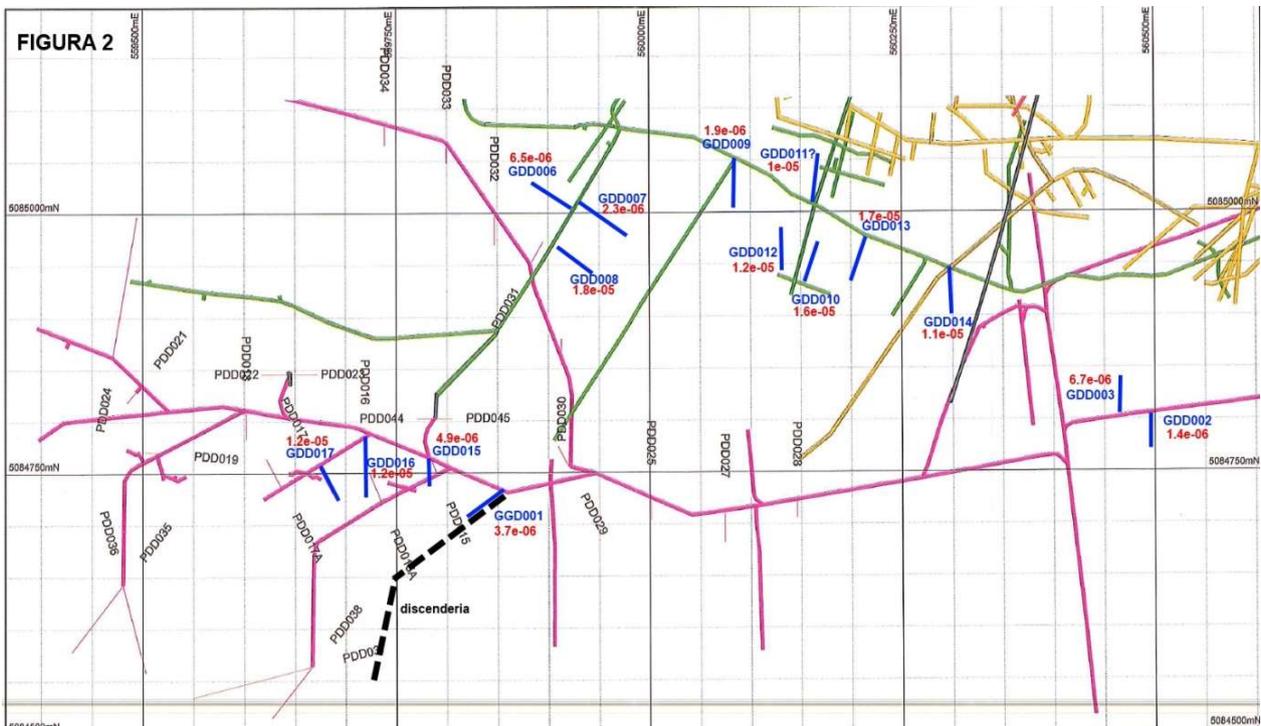


Figura 4-12- Individuazione dei sondaggi esplorativi con relativo codice con i valori medi di k

4.3. Lugeon test

La prova di permeabilità in foro tipo Lugeon (o packer tests) viene realizzata per valutare l'attitudine di un ammasso roccioso a consentire la circolazione d'acqua e si esegue iniettando acqua in pressione in un tratto isolato di foro ricavato in roccia.

Va ricordato che la circolazione dell'acqua in un a roccia avviene principalmente attraverso le fessure (quindi non vale la legge di Darcy) poiché il regime non è laminare.

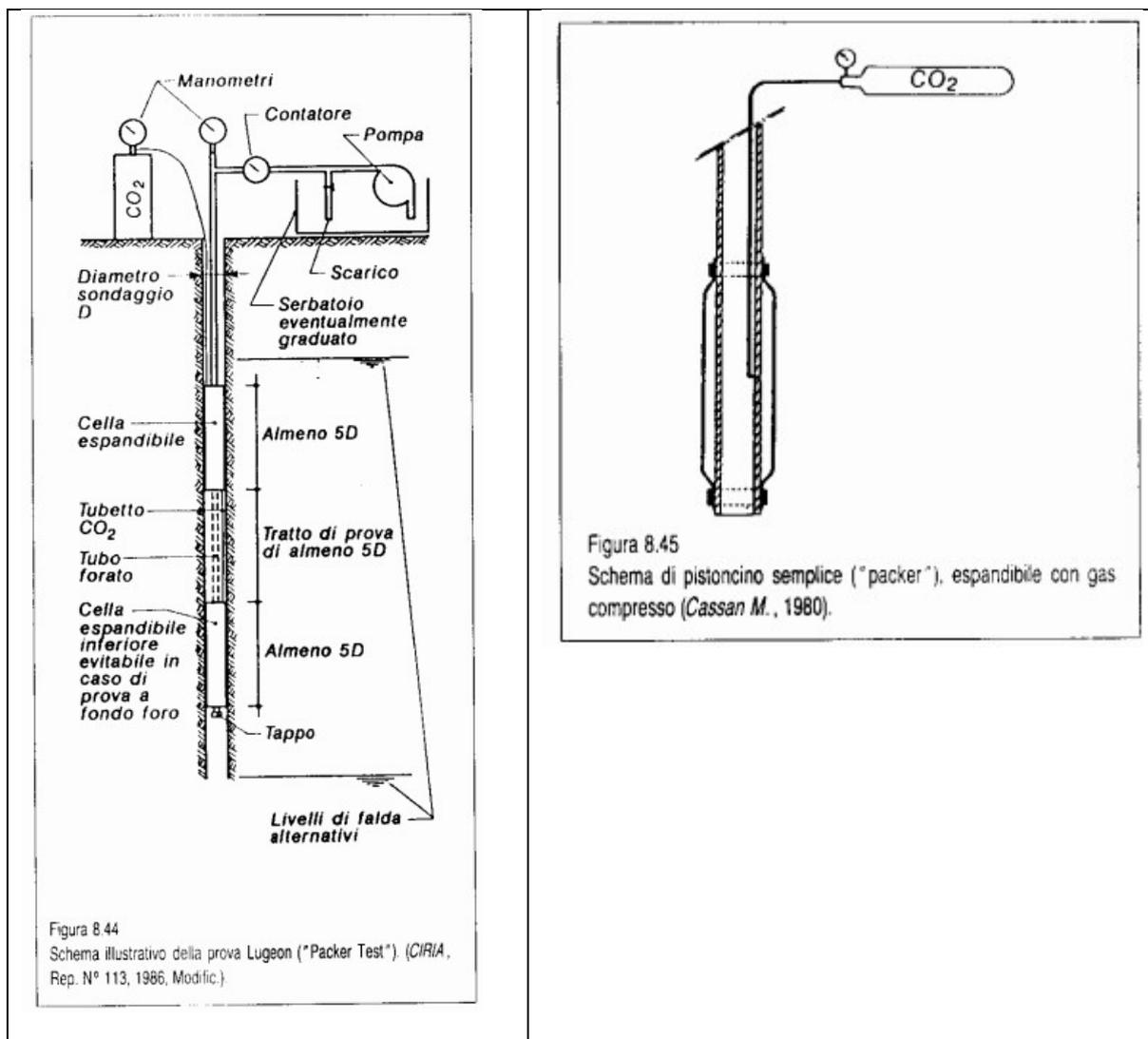


Figura 4-13- Schema concettuale della prova Lugeon e del singolo Packer.

Da quanto appena esposto quindi la quantità d'acqua che attraversa la roccia può variare notevolmente a parità di pressione in relazione all'orientamento del foro rispetto a quello delle fessure. Se il foro è parallelo al sistema di fratture principale la percolazione è molto minore che nel caso in cui il foro lo attraversi perpendicolarmente.

E' perciò molto importante la conoscenza dell'orientamento della fessurazione nella programmazione e interpretazione delle prove Lugeon.

Dalla prova si ricava un parametro di assorbimento d'acqua espresso in Unità Lugeon (1UL= Unità Lugeon=portata di 1 litro al minuto inietta ad una pressione di 1Mpa, per la durata di 10m, in tratto di foro di 1m.

La prova consiste nell'iniettare acqua in pressione entro un tratto isolato di foro di sondaggio in roccia e nel misurare i volumi assorbiti a diverse pressioni

La prova può essere eseguita in avanzamento, cioè con il procedere della perforazione, oppure in risalita, a fine perforazione. Nel primo caso si sottopone a prova il tratto terminale del foro, isolando la parte alta con un otturatore (packer) espandibile contro la parete del foro. Nel secondo caso il tratto di prova viene scelto a piacimento lungo tutta l'altezza del foro, ma deve essere isolato sia verso l'alto che verso il basso con un doppio otturatore.

Le prove Lugeon eseguite all'interno dei fori di sondaggio realizzati, a scopo minerario, all'interno del Ribasso Forcella, sono state realizzate in avanzamento con un solo Packer.



Figura 4-14- Fasi esecutive delle prove Lugeon eseguite all'interno dei fori di sondaggio realizzati nel Ribasso Forcella.



Figura 4-15- Fasi esecutive delle prove Lugeon eseguite all'interno dei fori di sondaggio realizzati nel Ribasso Forcella.

La lunghezza del tratto da provare (L) è variato da 5m a 1m, in relazione alla permeabilità della roccia e è stato deciso in sito dopo l'esame delle caratteristiche della roccia.

In ogni caso è stata sempre rispettata la regola $L \geq 5D$, dove D è di diametro del foro e la pressione di gonfiaggio sia superiore di 0.2-0.3MPa a quella di iniezione dell'acqua.

In linea generale si è cercato di seguire, in base alle condizioni geologiche riscontrate in sito, gli steps di pressione riportati nella tabella seguente.

Condizioni della prova	Gradini di pressione (MPa)
Ammasso roccioso poco resistenti e profondità del foro fino a 20m da piano campagna	0.05 – 0.15 – 0.25 – 0.15 – 0.05
Ammassi rocciosi poco resistenti	0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.2 - 0.1
Ammassi rocciosi mediamente resistenti	0.2 - 0.4 - 0.6 - 0.4 - 0.2
Ammassi rocciosi molto resistenti (*)	0.25 - 0.6 – 1.0 - 0.6 - 0.25

(*) In assenza di fratturazione la prova può essere prolungata fino a 1.2÷1.25MPa

I risultati ottenuti dai vari gradini di pressione hanno permesso di tracciare un grafico delle portate (litri/minuto) in funzione della pressione di iniezione nella camera di prova (MPa) per ciascun gradino in andata e ritorno. La pressione p è quella corretta:

$$p = p_m + \gamma_w \cdot h - p_c$$

dove:

p_m = pressione al manometro

γ_w = densità dell'acqua

h = distanza verticale tra il manometro e il livello di falda misurato prima della prova

p_c = perdite di carico del circuito.

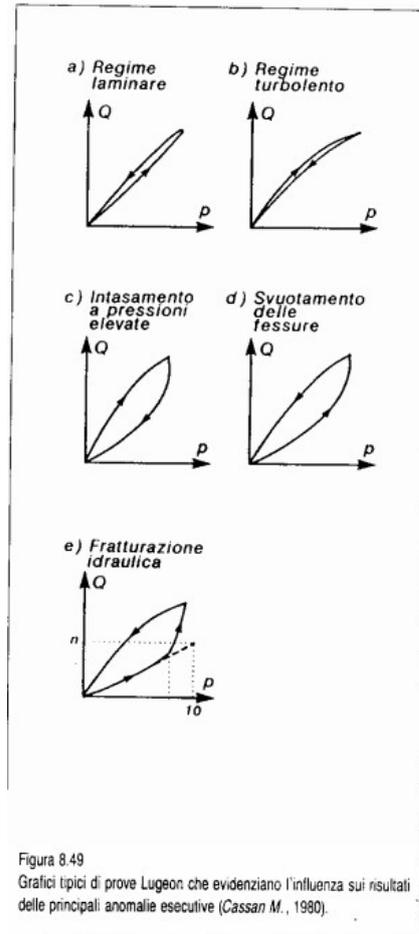


Figura 4-16- Grafici tipo delle prove Lugeon.

I risultati delle quattro prove eseguite all'interno dei fori di sondaggio esplorativi realizzate all'interno del Ribasso Forcella sono riportati nelle figure seguente.

PROVA DI PERMEABILITA': METODO LUGEON

Cantiere:	Miniera Ribasso Forcella a OLTRE il C.	Prova n°:	K1
Committente:	Energia Minerals Italiana S.r.l.	Sondaggio n°:	92
Oggetto:	Caratterizzazione ammasso roccioso	Data:	20/07/2016

INSERIMENTO DATI

Profondità di prova da p.c.:	da	m	41,75
	a	m	44,55
Lunghezza del tratto di prova:		m	2,8
Sporgenza della testa del tubo da p.c.:		m	0,65
Livello statico della falda da p.c.:		m	0,0
Diametro del foro nel tratto di prova:		mm	70,0
Lunghezza dell'otturatore:		m	1,6
Diametro dell'otturatore:		mm	42,0

TABELLA ASSORBIMENTI

Pressioni	Portate
bar	l/min
1,0	68,000
3,0	105,000
1,0	54,000
0,0	58,000
0,0	27,000
0,0	0,000
0,0	0,000

Permeabilità

m/s
1,993E-05
1,276E-05
1,583E-05
5,772E-05
2,687E-05
0,000E+00
0,000E+00

Valore di Permeabilità k **1,902E-05** m/s
 Valore Unità Lugeon (UL) **42,86** (stima)

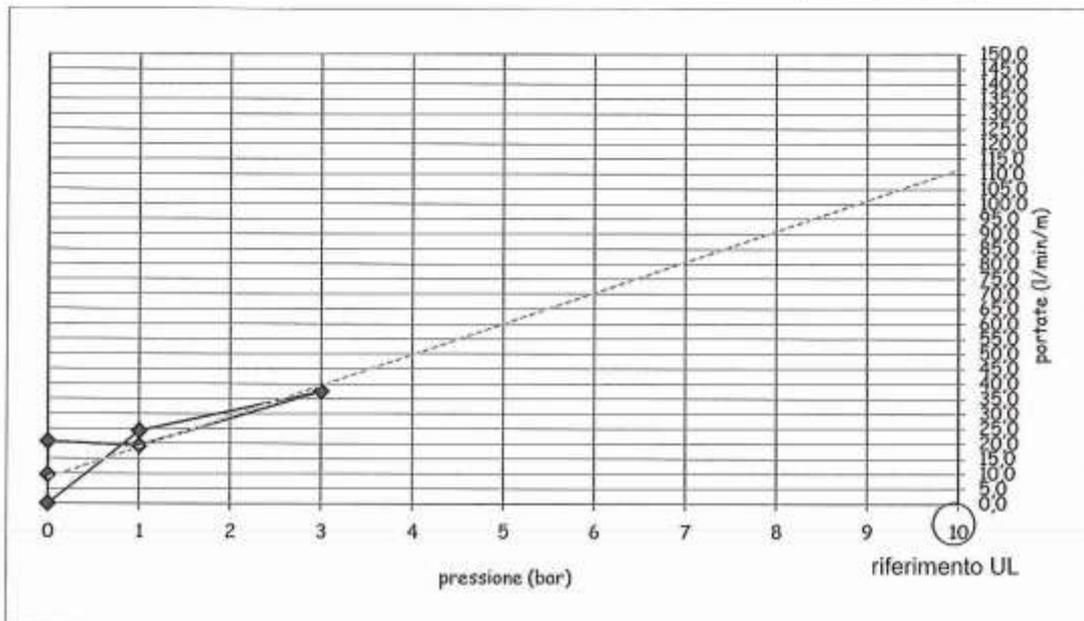


Figura 4-17- Ribasso Forcella – Sondaggio 92 – Prova Lugeon K1 – Prof. 41,75-44,55m.

PROVA DI PERMEABILITA': METODO LUGEON

Cantiere:	Miniera Ribasso Forcella a OLTRE il C.	Prova n°:	K2
Committente:	Energia Minerals Italiana S.r.l.	Sondaggio n°:	93
Oggetto:	Caratterizzazione ammasso roccioso	Data:	26/07/2016

INSERIMENTO DATI

Profondità di prova da p.c.:	da	m	33,60
	a	m	35,60
Lunghezza del tratto di prova:		m	2,0
Sporgenza della testa del tubo da p.c.:		m	0,65
Livello statico della falda da p.c.:		m	0,0
Diametro del foro nel tratto di prova:		mm	70,0
Lunghezza dell'otturatore:		m	1,6
Diametro dell'otturatore:		mm	42-80

TABELLA ASSORBIMENTI

Pressioni	Portate
bar	l/min
3,0	0,900
5,0	0,700
10,0	1,400
5,0	0,400
3,0	0,200
0,0	0,000
0,0	0,000

Permeabilità
m/s
1,449E-07
7,046E-08
7,275E-08
4,026E-08
3,220E-08
0,000E+00
0,000E+00

Valore di Permeabilità k **5,151E-08** m/s
 Valore Unità Lugeon (UL) **60,00** (stima)

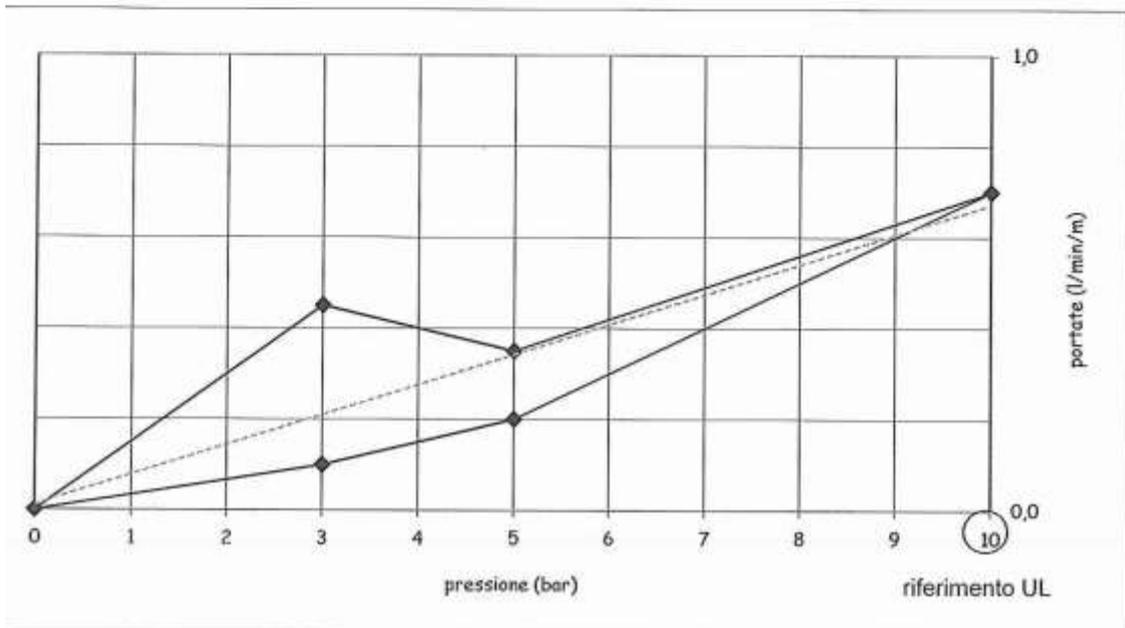


Figura 4-18- Ribasso Forcella – Sondaggio 93 – Prova Lugeon K2 – Prof. 33,60-35,60m.

PROVA DI PERMEABILITA': METODO LUGEON

Cantiere:	Miniera Ribasso Forcella a OLTRE il C.	Prova n°:	K3
Committente:	Energia Minerals Italiana S.r.l.	Sondaggio n°:	95
Oggetto:	Caratterizzazione ammasso roccioso	Data:	08/08/2016

INSERIMENTO DATI

Profondità di prova da p.c.:	da	m	44,50
	a	m	47,90
Lunghezza del tratto di prova:		m	3,4
Sporgenza della testa del tubo da p.c.:		m	1,00
Livello statico della falda da p.c.:		m	0,0
Diametro del foro nel tratto di prova:		mm	70,0
Lunghezza dell'otturatore:		m	1,6
Diametro dell'otturatore:		mm	42-80

TABELLA ASSORBIMENTI

Pressioni	Portate
bar	l/min
3,0	101,000
5,0	215,000
10,0	275,000
5,0	240,000
3,0	120,000
0,0	0,000
0,0	0,000

Permeabilità
m/s
1,047E-05
1,411E-05
9,406E-06
1,575E-05
1,244E-05
0,000E+00
0,000E+00
8,883E-06

Valore di Permeabilità k **8,883E-06** m/s
 Valore Unità Lugeon (UL) **35,29** (stima)

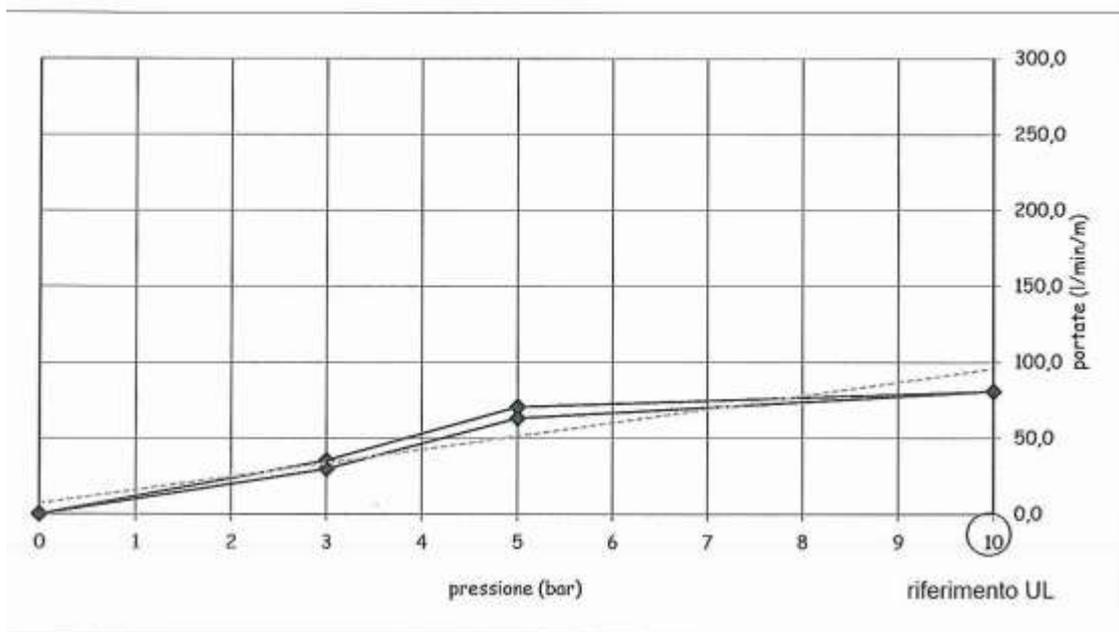


Figura 4-19- Ribasso Forcella – Sondaggio 95 – Prova Lugeon K3 – Prof. 44,50-47,90m.

PROVA DI PERMEABILITA': METODO LUGEON

Cantiere:	Miniera Ribasso Forcella a OLTRE il C.	Prova n°:	K4
Committente:	Energia Minerals Italiana S.r.l.	Sondaggio n°:	97
Oggetto:	Caratterizzazione ammasso roccioso	Data:	01/09/2016

INSERIMENTO DATI

Profondità di prova da p.c.:	da	m	54,75
	a	m	56,00
Lunghezza del tratto di prova:		m	1,3
Sporgenza della testa del tubo da p.c.:		m	0,35
Livello statico della falda da p.c.:		m	0,0
Diametro del foro nel tratto di prova:		mm	70,0
Lunghezza dell'otturatore:		m	1,6
Diametro dell'otturatore:		mm	42-80

TABELLA ASSORBIMENTI

Pressioni	Portate
bar	l/min
3,0	5,900
5,0	7,500
10,0	11,300
5,0	7,700
3,0	5,900
0,0	0,000
0,0	0,000

Permeabilità

m/s
1,264E-06
1,028E-06
8,144E-07
1,055E-06
1,264E-06
0,000E+00
0,000E+00

Valore di Permeabilità k	7,751E-07	m/s
Valore Unità Lugeon (UL)	96,00	(stima)

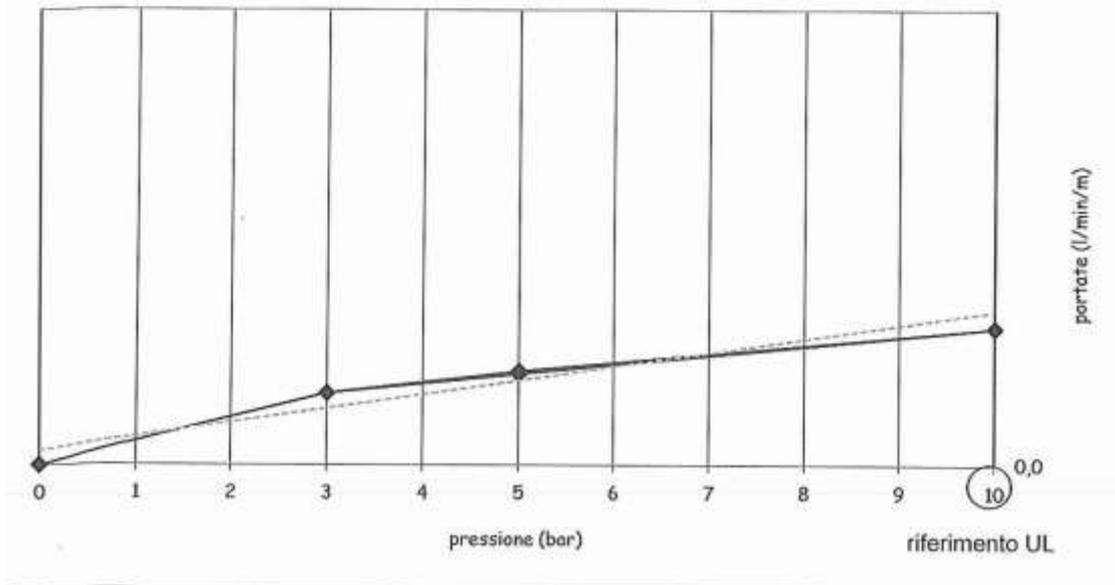


Figura 4-20- Ribasso Forcella – Sondaggio 97 – Prova Lugeon K4 – Prof. 54,75-56,00m.

4.4. La galleria Riso Parina

Come noto, la galleria Riso Parina si sviluppa per oltre 11 km di lunghezza dal comune di Gorno (località Riso) ed è ricompresa nell'area della Concessione Monica.

La quota di imbocco si trova a circa 550 m s.l.m., mentre a monte, nella parte terminale, raggiunge quota 609 m s.l.m. circa.

La galleria è parte integrante e strategica della richiesta di concessione, come infrastruttura mineraria destinata al trasporto del minerale dal sotterraneo all'impianto di flottazione; dal punto di vista idrogeologico, è stata e sarà analizzata per definire l'impatto attuale e potenzialmente futuro del progetto in relazione al quadro della circolazione idrica sotterranea.



Figura 4-21- Galleria Riso Parina: evidenziato lo scarico delle acque nel torrente Riso

Dal punto di vista strettamente idrogeologico, la Riso Parina si può configurare come una sorta di asse drenante artificiale, che nel complesso modello concettuale della circolazione delle acque sotterranee costituisce una sorta di unità idrogeologica artificiale.

Le acque dell'ammasso roccioso vengono infatti drenate nel loro complesso lungo la rigola mineraria fino allo sbocco del portale di Riso, immettendosi direttamente nel torrente omonimo.

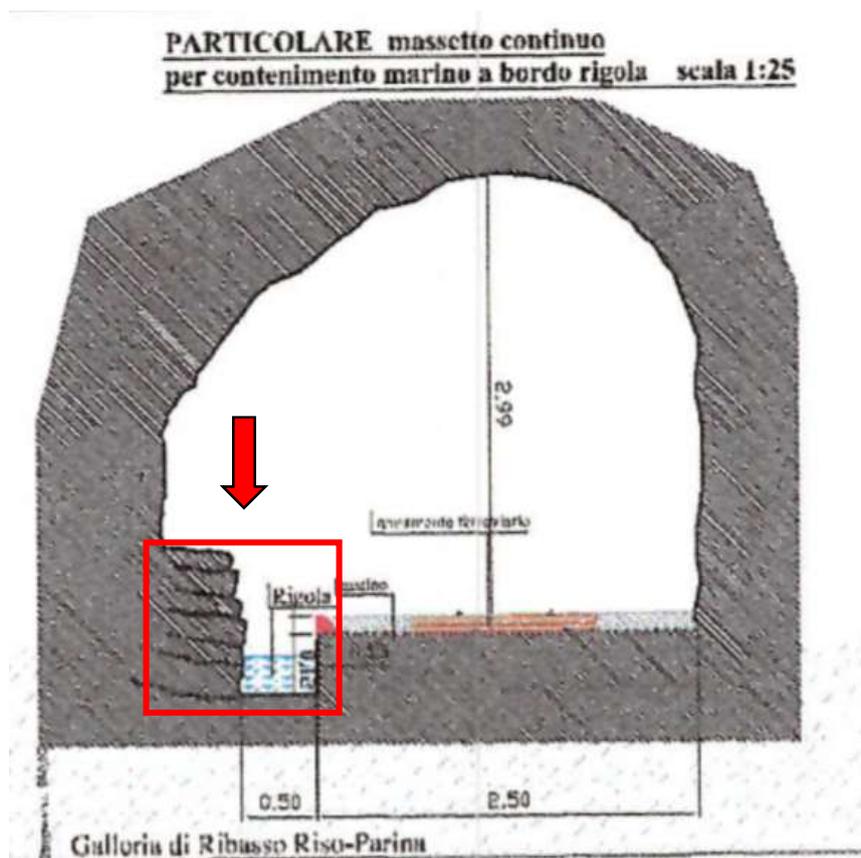


Figura 4-22- Rappresentazione schematica in sezione della galleria con evidenziata la rigola

Per l'analisi delle portate e del regime idrico della galleria Riso Parina, sono stati eseguiti numerosi rilievi e ricognizioni; per la raccolta dati sono state definite alcune sezioni di riferimento.

A livello generale la portata idrica, almeno per il tratto terminale della galleria tra la progressiva PK 3000 m e lo sbocco a valle, risente fortemente degli eventi meteorici esterni con tempi di ricarica piuttosto brevi, in cui l'aumento della portata si realizza in maniera assai repentina durante eventi meteorici brevi intensi. A questo contributo si somma una portata di fondo, proveniente dalle numerose porzioni di galleria oltre tale progressiva, con tempi di corrvazione decisamente più elevati e che garantisce, in parte, un'aliquota di portata costante nel tempo ed utilizzabile.

Attualmente la portata idrica scorre interamente nella sezione della canaletta di raccolta collocata sul fianco destro del cavo di galleria; solo in occasione di particolari eventi meteorici si assiste ad un notevole quanto repentino incremento della circolazione idrica, tanto che la stessa invade la sede dei binari.

Vista l'importanza di questo punto di osservazione, è stata installata una centralina di acquisizione "Datalogger D200" alla progressiva PK 1900 m (unico punto che, a partire dal Portale di Riso, non

subisce commistioni o perdite di portata e che raccoglie direttamente le numerose venute idriche dalle diverse nicchie a lato della galleria); il sistema di lettura registra in automatico il livello che viene memorizzato su apposita scheda.



FIGURA 4-23-controllo dei dati in corrispondenza DELLA PK 1900 con dispositivo di misurazione del livello

Il periodo di monitoraggio è iniziato a fine maggio 2016 e si è concluso nel 2018.

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva delle portate, allo scopo progettuale

Valore	Portata (l/s)	Portata (m ³ /h)
Portata media	40	145
Portata di picco	85	310
Portata di morbida o esercizio	15-20	54-72

Tabella 2- sintesi riassuntiva dei valori delle portate

Oltre al dato quantitativo delle portate, utile a definire lo stato del drenaggio ormai stabilizzato nel tempo che la Riso Parina esercita sull'ammasso roccioso su cui insistono le miniere, sono stati prelevati 10 campioni di acqua per una successiva analisi chimica completa.

In definitiva, il drenaggio delle acque sotterranee attuato della galleria Riso Parina ha raggiunto, nel corso dei decenni, uno stato di totale stabilizzazione e risente solo delle variazioni di ricarica meteorica o laterale che, con tempi diversi, causano aumenti della portata in uscita dal portale.

4.5. Circolazione idrica locale

La struttura idrogeologica dell'area ricompresa entro i pannelli mineralizzati è caratterizzata da una tettonica complessa, costituendo un cuneo ristretto fra un sovrascorrimento del Calcare di Esino, che sovrasta la zona di studio, e una serie di faglie vicarianti con prevalente direzione NNE-SSO. In tale area predominano in superficie le rocce nelle quali non è finora stata identificata una circolazione idrica di qualche interesse.

Le cavità presenti in queste unità e i valori di RQD tra 30 e 60 indicano peraltro una permeabilità $4e-06$ m/s e $1e-05$ m/s. Le sezioni geologiche di previsione mostrano che le rocce che saranno incontrate dalla discenderia avranno parametri meccanici indicatori di permeabilità molto basse; i sondaggi e le verifiche geotecniche da eseguire in corso d'opera, accerteranno con maggiore dettaglio lo stato degli ammassi rocciosi e della circolazione idrica sotterranea.

5. Conclusioni

Alla luce degli studi approfonditi sull'idrogeologia di area vasta, con particolare attenzione alle sorgenti ed ai corsi d'acqua presenti, integrati dalle osservazioni svolte sulla circolazione idrica nelle strutture minerarie (in particolar modo sulla Galleria Riso Parina), l'interazione tra le previsioni progettuali e l'assetto idrogeologico, sia su scala vasta che locale può essere riassunto come segue:

- Le nuove coltivazioni minerarie previste dal presente progetto si svilupperanno all'interno delle stesse formazioni geologiche interessate dalla "miniere storiche" (ricordiamo, oltre 250 km di gallerie già scavate);
- Storicamente, le miniere della Valle del Riso (ad eccezione di alcuni livelli alle quote inferiori, sottostanti la Galleria Riso Parina) sono caratterizzate da una circolazione di acqua minima, condizione confermata anche nel corso delle recenti campagne esplorative (es: scavo della discenderia nel 2015);
- Sulla base dei valori di RQD risultanti dalla campagna di sondaggi geognostici eseguiti nei mesi estivi del 2015 è stato possibile stimare la permeabilità degli ammassi rocciosi nell'area del pannello mineralizzato, che risultano mediamente compresi tra $4e-06$ m/s e $1e-05$ m/s, confermando la scarsa attitudine di queste rocce ad ospitare una circolazione idrica significativa. (cfr. par 9).
- La nuova Concessione Monica si presenterà – per sviluppo dimensionale – ridotta, rispetto all'enorme reticolo di gallerie pregresso, con ancora minor impatto sulle acque circolanti;
- Il comportamento dei nuovi vuoti dal punto di vista idrogeologico sarà pertanto presumibilmente identico a quello delle strutture pre-esistenti, essendo questi compresi tra le formazioni più drenanti al tetto del giacimento e le litologie meno permeabili al letto dello stesso;
- Gli interventi previsti a progetto per il ripristino della galleria di carreggio Riso-Parina, ne manterranno sostanzialmente l'attuale conformazione, prevedendo la pulizia e il miglioramento funzionale della rigola, che verrà mantenuta nella sua funzione principale di "canale drenante"
- In ogni caso, la rete di monitoraggio delle acque installata, descritta nei paragrafi precedenti, è assolutamente in grado di recepire con tempestività eventuali cambiamenti quali-quantitativi del regime idrico, consentendo azioni di mitigazione e controllo.