



RINA
 ISO 9001 - ISO 14001
 OHSAS 18001 - SA 8000
 BEST[®] Certified Integrated Systems

Società per Azioni Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova
 Via Flavio Gioia 71 37135 Verona
 tel. 0458272222 Fax 0458200051 Casella Postale 460M www.autobspd.it
 AREA COSTRUZIONI AUTOSTRADALI



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

PROGETTO PRELIMINARE

CUP G19J1 00001 40005

COMMESSA 25 2005

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
 Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
 PER LA PROGETTAZIONE
 Dott. Ing. Sergio Mutti

PROGETTISTA



CONSORZIO RAETIA

CAPO PROGETTO:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO:
 Dott. Ing. Andrea Renso

ELABORATO

STUDI ED INDAGINI DEL TRACCIATO SCELTO
 Idrogeologia
 Relazione

Progressivo Rev.
 05 07 01 001 A0

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA -
00	Agosto 2011	Prima Emissione	TECHNITAL	E. Fresia	A. Renso	NOME FILE 2505_050701001_0101_OPP_A0.doc
AO	Settembre 2011	Verifica art. 112 D. Lgs 163/06	TECHNITAL	E. Fresia	A. Renso	CM 2505 ELAB. 0507010010101 Fg. 0101 LIV. 0PP REV. A0

**AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE**

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO PRELIMINARE

STUDI ED INDAGINI DEL TRACCIATO

IDROGEOLOGIA

RELAZIONE

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. OGGETTO E SCOPO	5
3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
4. ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE	8
5. DATI DISPONIBILI	11
6. ELABORATI PRODOTTI	12
6.1. Planimetrie	12
6.2. Profili e sezioni	15
7. MODELLO IDROGEOLOGICO	17
8. PROFILI PIEZOMETRICI	21
9. INTERAZIONI TRA LA FALDA E LE OPERE IN SOTTERRANEO	22
10. VALUTAZIONI PRELIMINARI DEL COMPORTAMENTO DELLE GALLERIE	24
10.1. Introduzione	24
10.2. Modellazioni agli elementi finiti	24
11. PORTATE PREVISTE NELLE GALLERIE	31
11.1. Metodo di calcolo	31
11.2. Risultati ottenuti	32
12. STABILITA' DEL RIVESTIMENTO E CRITERI DI IMPERMEABILIZZAZIONE	36
13. CONCLUSIONI	41
ALLEGATO 1 – Regione Veneto – Schede tecniche delle sorgenti rilevate	43
ALLEGATO 2 – Regione Trentino Alto Adige – Classificazione delle sorgenti presenti	56
Allegato 3 – Regione Trentino Alto Adige – Grotte carsiche nell'area di studio	60

Indice delle figure

Figura 1 – Ubicazione delle sezioni idrogeologiche AA', BB', CC' e DD' realizzate nell'ambito del Progetto Definitivo 1995, rif. [1], e delle sezioni 1-6 oggetto della presente fase di studio	10
Figura 2 – Morfologia a plateau degli altopiani trentini (tratto da "Carta Geologica d'Italia 1:50000, Regione Veneto, foglio 082 Asiago)	18
Figura 3 – Permeabilità dell'ammasso roccioso al variare della profondità	19
Figura 4 – Variazione della permeabilità dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle discontinuità tettoniche	20
Figura 5 – Sezioni di calcolo	25
Figura 6 - Caso 1 - gallerie drenanti, flusso idraulico	26
Figura 7 - Caso 1 - gallerie drenanti, distribuzione delle pressioni idrauliche	26
Figura 8 - Caso 1 - Distribuzione delle pressioni idrauliche con la verticale in corrispondenza delle gallerie	27
Figura 9 – Caso 2 - Gallerie drenanti - Flusso idraulico	28
Figura 10 - Caso 2 - Gallerie drenanti - Distribuzione delle pressioni idrauliche	29
Figura 11 - Caso 2 – Effetto dell'anisotropia – Flusso idraulico	29
Figura 12 - Caso 2 – Effetto dell'anisotropia - Distribuzione delle pressioni idrauliche	30

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Permeabilità degli ammassi rocciosi in relazione a copertura e litologia.....	19
Tabella 2 –Portate previste nelle singole gallerie in funzione dell'altezza piezometrica	35
Tabella 3 – Valutazione della necessità di drenaggio per le diverse gallerie	38
Tabella 4 – Portate previste nelle singole gallerie in corrispondenza delle zone di faglia	39
Tabella 5 – Interventi previsti in corrispondenza delle faglie	40

1. INTRODUZIONE

Il territorio interessato dal progetto è compreso tra la Valdastico ed il fiume Adige, a cavallo tra le Regioni Veneto e Trentino Alto Adige.

Il tracciato rappresenta la prosecuzione dell'autostrada A31, che ad oggi termina in corrispondenza dell'abitato di Piovene Rocchette. Il percorso attraversa l'intera Valdastico, per poi raggiungere l'Adige presso Besenello, sottopassando l'altopiano di Folgaria.

Il fondo valle del fiume Adige e del torrente Astico si collocano a quote variabili intorno a 200 m s.l.m.m., mentre il complesso montuoso compreso tra le due valli e nella zona settentrionale rapidamente si alza fino a quote comprese tra 1500 e 2000 m s.l.m.m.

Caratteristica peculiare delle zone oggetto di studio è la morfologia, dominata dalla presenza di ampi altopiani a quote variabili fra i 1000 e i 2000 metri. Tale aspetto risulta particolarmente importante per quanto riguarda il modello idrogeologico delle aree di progetto, come discusso nel presente studio.

L'analisi dell'assetto idrogeologico delle aree di progetto è stata condotta sulla base della documentazione disponibile e delle osservazioni di campo, effettuate nel corso della campagna di rilevamento.

2. OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha per oggetto la definizione del modello idrogeologico che interessa le aree di progetto.

Lo scopo è quello di definire l'assetto idrogeologico del tracciato in esame, materializzando la superficie piezometrica, e quindi descrivere in che modo le opere in sotterraneo potranno interagire con gli acquiferi attraversati. Si andranno inoltre a descrivere le misure di mitigazione da adottare in modo da preservare il bilancio idrogeologico dell'intera area di studio ed il regime delle sorgenti che ricadono nella zona di influenza delle opere medesime.

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I documenti utilizzati per la realizzazione del presente studio sono i seguenti:

[1] Documenti a base del progetto preliminare (1995):

- *Idrologia e idrogeologia della Valdastico – Relazione (QAM 451);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Relazione (QAM 441);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Carta idrologica e idrogeologica – Tavola 1 (QAM 452);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Carta idrologica e idrogeologica – Tavola 2 (QAM 453);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Sistema idrografico, scala 1:30000 (QAM 3--);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali 1-1' e 2-2', scala 1:10000 (QAM 443);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali A-A' e B-B', scala 1:10000 (QAM 444);*
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali C-C' e D-D', scala 1:10000 (QAM 445)*

[2] Documenti a base del progetto di fattibilità finalizzato alla scelta del tracciato (2011):

- *Relazione idrogeologica;*
- *Carta idrogeologica – Ubicazione di sorgenti, pozzi e cavità carsiche;*
- *Carta idrogeologica con geologia di base;*
- *Profili idrogeologici lungo i tracciati esaminati.*

Per l'ubicazione delle sorgenti e dei pozzi si è fatto ricorso alle informazioni fornite dalle Regioni e precisamente sono state utilizzate le seguenti fonti bibliografiche, attualizzate al 2010.

[3] Carte regionali:

- *Carta delle risorse idriche – Servizio Geologico – Provincia Autonoma di Trento;*
- *Carta Tecnica Regionale delle Regioni Trentino e Veneto*

[4] Catasto sorgenti – Provincia Autonoma di Trento – Protezione Civile

[5] Catasto grotte – Provincia Autonoma di Trento – Protezione Civile

Nel corso della campagna di indagini sono stati eseguiti sopralluoghi in relazione alle sorgenti più rilevanti dal punto di vista idrogeologico.

4. ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

Lo studio idrogeologico di cui al rif. [1] ha interessato l'area compresa tra il fiume Adige ed il torrente Astico, seguendo un tracciato abbastanza simile a quello attualmente in esame. L'assetto geologico di superficie è stato esplicitato con tre sezioni nord-sud AA', BB' e CC', ubicate tra l'Adige e la parte centrale della Valdastico, ed una sezione Est-Ovest DD', ubicata nella zona settentrionale del tracciato a partire dal fiume Adige, vedi Figura 1. Ulteriori sezioni idrogeologiche sono state realizzate lungo i due percorsi autostradali al tempo considerati - prossimi al tracciato T4, oggetto del presente studio - , che attraversano la parte settentrionale dell'area dall'Adige in direzione ovest-est verso la Valdastico, incrociando le menzionate sezioni stratigrafiche, QAM 443/444/445, rif. [1].

Il modello idrogeologico che viene proposto, rif. [1], si basa sulla morfologia degli altopiani, interessati da formazioni calcaree molto permeabili, che rappresentano l'unità di immagazzinamento dell'acqua meteorica. Ciò è grandemente facilitato dal carsismo che interessa questo litotipo e dalla sua notevole estensione, come testimoniato da numerose caverne carsiche. L'acqua immagazzinata viene poi rilasciata alla formazione dolomitica sottostante, di minore permeabilità, attraverso fratture e discontinuità. Tale fenomeno tende a ridursi in profondità in ragione di un miglioramento dell'integrità rocciosa e di uno stato tensionale che favorisce la chiusura di giunti e fessure.

Il regime di flusso che caratterizza questo modello in forma qualitativa porta al seguente stato di fatto: se si accetta l'ipotesi secondo cui i calcari alimentano la Dolomia sottostante, la cui permeabilità decresce con la profondità, mano a mano che l'acqua si infiltra nell'ammasso roccioso incontra sempre più difficoltà a procedere in direzione verticale. Di conseguenza, ad una certa profondità, in ragione della riduzione di permeabilità, la tendenza sarà quella di un flusso prevalentemente orizzontale che si sviluppa lungo fratture e piani di stratificazione, dando origine a sorgenti posizionate al contorno del massiccio roccioso.

L'ubicazione delle sorgenti, di cui al rif. [3], conferma il modello di cui sopra, proprio in relazione all'assetto geomorfologico del territorio.

Viene quindi suggerito, per quanto riguarda le opere in sotterraneo, il seguente comportamento, rif. [1]. Le portate possibilmente emunte dalle gallerie saranno di ridotta entità in relazione alla bassa permeabilità degli ammassi rocciosi interessati, ad eccezione di importanti linee tettoniche, che potranno costituire l'elemento di collegamento tra l'acquifero superiore e l'acquifero inferiore. Ne consegue che la galleria potrà innescare il drenaggio di queste discontinuità, che in relazione alla loro notevole estensione potranno costituire elementi di disturbo sia per l'avanzamento della galleria che per l'assetto idrogeologico del territorio.

Nel presente studio si è cercato di verificare in campo questo modello, migliorandolo e adattandolo al tracciato in esame.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

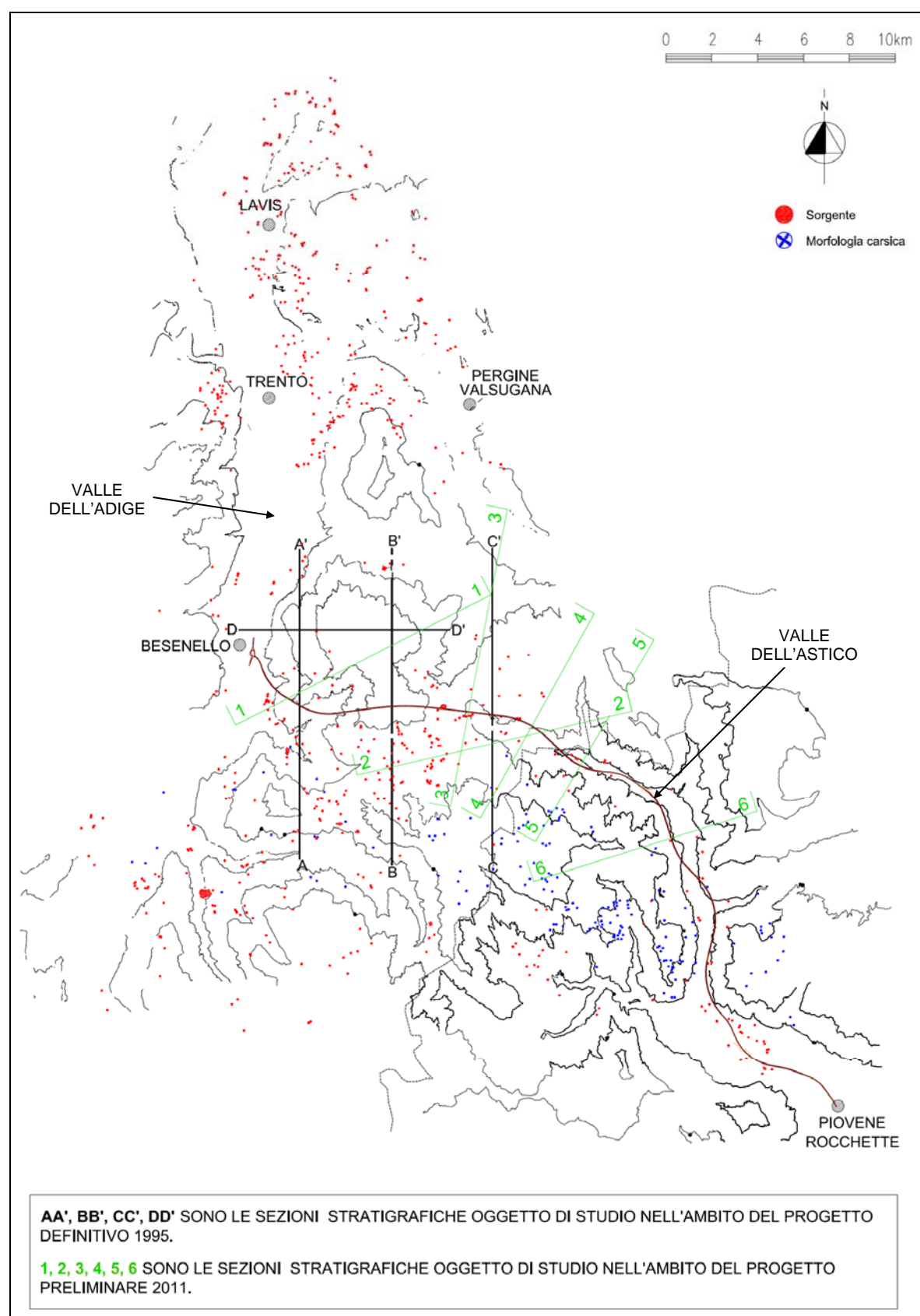


Figura 1 – Ubicazione delle sezioni idrogeologiche AA', BB', CC' e DD' realizzate nell'ambito del Progetto Definitivo 1995, rif. [1], e delle sezioni 1-6 oggetto della presente fase di studio

5. DATI DISPONIBILI

La documentazione esistente è stata integrata con i nuovi dati resi disponibili dalle banche dati regionali, ottenendo così il quadro aggiornato di sorgenti e pozzi presenti nell'area di studio. In particolare, per quanto riguarda le sorgenti in regione Veneto, si è fatto riferimento alla documentazione a base di progetto, rif. [1], e alla Carta Tecnica Regionale, rif. [3].

In Trentino invece la Protezione Civile mette a disposizione un Catasto Sorgenti piuttosto completo e aggiornato, che ha permesso di integrare le informazioni a base di progetto in particolare nell'area della Galleria di Valico, rif. [4].

Per la Regione Veneto le informazioni sono state integrate dal rilievo condotto nella fase di indagine che ha interessato 12 sorgenti, ritenute di notevole importanza tra quelle presenti nel territorio, le cui schede tecniche sono riportate in allegato alla presente relazione.

Tutte le predette fonti sono state esaminate per essere classificate in relazione alle caratteristiche di stagionalità e portata media. Si è così giunti ad una classificazione delle sorgenti stesse, riportata nell'Allegato 2 alla presente relazione. La suddivisione prevede quattro categorie di sorgenti, sulla base delle caratteristiche di frequenza e portata, ovvero:

- sorgenti perenni con portata inferiore ai 10 l/s;
- sorgenti perenni con portata superiore a 10 l/s;
- sorgenti stagionali;
- sorgenti di cui non si dispone di documentazione.

L'ubicazione dei pozzi, presenti in numero molto limitato, deriva dai dati regionali, rif. [3].

Infine, per quanto riguarda l'ubicazione delle principali cavità carsiche, inghiottitoi, grotte e doline, si è fatto riferimento al Catasto Grotte della Provincia Autonoma di Trento per il settore settentrionale, rif. [5], ai documenti a base del Progetto Definitivo 1995 per quello meridionale, rif. [1], alla Carta Tecnica Regionale, rif. [3], con l'ubicazione delle doline presenti nel territorio in esame. Nell'Allegato 3 si riportano le principali cavità carsiche dell'area di progetto, riprese dal Catasto Grotte della Provincia Autonoma di Trento, rif. [5], con indicazioni circa la litologia in cui si sviluppa la grotta e la relativa estensione longitudinale esplorata.

Durante i rilievi di campo è stato possibile verificare la qualità delle informazioni di cui sopra.

Negli elaborati grafici allegati al progetto sono riportate tutte le sorgenti, cavità carsiche, doline e pozzi utilizzati per elaborare il modello idrogeologico.

6. ELABORATI PRODOTTI

Gli elaborati realizzati in questa fase di studio si possono suddividere in quattro diverse tipologie:

- Planimetrie con ubicazione di sorgenti, pozzi e cavità carsiche nell'area di progetto, in cui è possibile individuare le zone caratterizzate da maggiore criticità idrogeologica;
- Planimetrie che analizzano l'ubicazione di sorgenti, pozzi e cavità carsiche in relazione alla geologia del territorio di interesse. Le formazioni geologiche sono state in questo caso riassunte in quattro macrogruppi in relazione al grado di permeabilità che le caratterizza, per collegarle all'idrogeologia della regione;
- Planimetrie che illustrano il modello idrogeologico proposto;
- Sezioni idrogeologiche e profilo idrogeologico lungo il tracciato T4 che, ereditando la geologia semplificata delle predette planimetrie, descrivono il possibile andamento della superficie piezometrica entro gli ammassi rocciosi.

6.1. Planimetrie

Come precedentemente evidenziato, le planimetrie idrogeologiche mostrano la distribuzione sul territorio di sorgenti, pozzi e manifestazioni carsiche.

Queste sono state realizzate in scala 1:30.000 allo scopo di fornire una visione d'insieme del panorama idrogeologico.

Le planimetrie che riportano la geologia di base sono proposte anche in scala 1:10.000.

Planimetrie idrogeologiche con ubicazione di sorgenti, pozzi e cavità carsiche

Questi elaborati hanno la finalità di localizzare sul territorio i diversi elementi idrogeologici, permettendo così di individuare le zone caratterizzate da un maggior grado di vulnerabilità da un punto di vista idrogeologico. La morfologia dell'area in esame è stata messa in evidenza facendo risaltare sulle planimetrie le curve di livello a quota 500, 1000 e 1500 metri s.l.m.m. E' così possibile apprezzare le zone di altopiano a quote prossime ai 1500 m, associate a scarpate laterali generalmente molto scoscese, e constatare che in tali aree si collocano quasi tutte le evidenze carsiche.

La quota di base dell'acquifero è rappresentata dai fondi vallivi del torrente Astico e del fiume Adige, posti a circa 200-230 m s.l.m.m.

Facendo riferimento in modo dettagliato al tracciato in esame, si evidenzia un assetto geomorfologico del tutto ripetitivo. Le sorgenti si distribuiscono però in maniera disomogenea, nel senso che si osserva una ben diversa frequenza di eventi sorgivi tra la porzione meridionale e quella settentrionale dell'area di progetto. Il tratto iniziale della Valdastico, tra Piovene e S.Pietro Valdastico, infatti, presenta un numero piuttosto limitato di sorgenti, prevalentemente localizzate entro materiali sciolti, e quindi probabilmente ascrivibili ad una falda superficiale non interferente con le opere in sotterraneo. La porzione montana della valle, e l'area in cui è prevista la Galleria di Valico, presentano invece un differente panorama idrogeologico, in cui gli eventi sorgivi sono quasi esclusivamente posizionati in corrispondenza degli ammassi rocciosi, lungo piani interstrato o allineamenti tettonici. Se da un lato tale differenza può trovare ragione nella disuniformità delle informazioni a disposizione, dall'altro esiste anche una ragione idrogeologica, da ricercarsi nella giacitura degli strati rocciosi e nella presenza di numerosi spartiacque idraulici. Infatti nella porzione di tracciato afferente alla Valdastico la valle è prettamente di origine fluviale, con versanti acclivi e depositi alluvio-fluviali al fondo, che determinano una frequenza di sorgenti molto limitata, il livello di scarico delle acque meteoriche è rappresentato dal fiume Astico. Nella porzione settentrionale del tracciato, invece, la morfologia è prevalentemente legata ad un'origine glaciale, con incisioni vallive estese, intervallate da altopiani calcarei e dolomitici. In questa zona, i livelli di base afferenti ai fiumi Astico e Adige si pongono a quote nettamente inferiori rispetto alla maggioranza delle sorgenti. Questo significa che gli altopiani, che, secondo il modello idrogeologico proposto, rappresentano i principali accumuli idrici della zona, vengono drenati in corrispondenza della base, in ragione di una progressiva riduzione della permeabilità con la profondità, e di una giacitura prettamente sub orizzontale. Questo è quanto si è voluto meglio descrivere nelle planimetrie che illustrano il modello idrogeologico di riferimento.

Planimetrie idrogeologiche con ubicazione di sorgenti, pozzi e cavità carsiche, con geologia di base

I rilievi geologici realizzati in parte nella fase di scelta del tracciato in parte nell'ambito della progettazione preliminare, hanno consentito di delineare sull'intera area la presenza di due macroformazioni che nel modello idrogeologico vengono definite come macrounità superficiale di accumulo e macrounità basale. Le due unità nel loro insieme costituiscono l'acquifero, in quanto la porzione superiore immagazzina l'acqua meteorica, mentre quella inferiore, in funzione della permeabilità per fratturazione che la caratterizza, rappresenta il livello di base di accumulo. L'interazione fra le due macrounità, in diverse condizioni di giacitura e copertura, determina il sistema delle sorgenti.

Dai rilievi effettuati è emerso il ruolo fondamentale dei piani di stratificazione della Dolomia: le sorgenti si localizzano infatti molto spesso in corrispondenza di piani interstrato, a quote variabili ma generalmente superiori a quella di base rappresentata dai fondi vallivi.

La planimetria idrogeologica dei precedenti elaborati è stata coniugata in due diverse modalità, da un lato associando gli elementi prettamente idrogeologici alla geologia dell'area in esame, dall'altro descrivendo in modo grafico il modello di riferimento.

La base geologica a cui si è fatto riferimento per la realizzazione delle carte idrogeologiche in questione è di tipo semplificato: i diversi litotipi affioranti sono infatti stati suddivisi in ragione della permeabilità che li caratterizza. Se ne derivano le quattro categorie seguenti:

- Materiali sciolti, permeabili per porosità;
- Carbonatico Superiore (*Calcari Grigi, Rosso Ammonitico, Scaglia Rossa, Biancone*), rappresentato da formazioni carbonatiche permeabili per fratturazione e carsismo;
- Carbonatico Inferiore (*Dolomia Principale*), caratterizzato da permeabilità per fratturazione;
- Formazioni vulcaniche e del basamento cristallino, generalmente massive, caratterizzate da bassa o nulla permeabilità.

Questo secondo elaborato planimetrico consente di evidenziare un importante elemento idrogeologico: le sorgenti si collocano generalmente nella macrounità superiore e al contatto tra le due formazioni carbonatiche, superiore e inferiore. Accade però che localmente siano presenti sorgenti anche nel Carbonatico Inferiore, a testimonianza del fatto che la permeabilità di tale unità geologica, seppur ridotta rispetto ai calcari sovrastanti, consente l'infiltrazione dell'acqua meteorica e la sua diffusione attraverso il reticolo fessurativo.

Osservando la distribuzione delle manifestazioni carsiche entro le due macrounità carbonatiche, si conclude che, a differenza dei calcari superiori, la Dolomia presenta una ridotta carsificabilità, e ad alte coperture rappresenta dunque un orizzonte di bassa permeabilità, proponendosi come livello di base dei fenomeni carsici che si sviluppano nelle rocce sovrastanti.

Planimetrie idrogeologiche – Interpretazione del modello idrogeologico

Gli ultimi elaborati di carattere planimetrico illustrano il modello idrogeologico di riferimento. La carta, oltre a riportare nuovamente l'ubicazione di tutti i principali elementi idrogeologici, evidenzia in modo netto il reticolo idrografico, gli altopiani e i fondi vallivi. Si fornisce inoltre un'indicazione di massima delle principali direzioni di flusso dell'acqua e la

posizione degli spartiacque idraulici. Anche in queste tavole si è voluto evidenziare in modo netto le curve di quota 500, 1000 e 1500 m, con colorazioni differenti, allo scopo di ben testimoniare la particolare conformazione a plateau delle aree in esame, caratterizzate da massicci rocciosi piuttosto elevati, alla sommità quasi orizzontali, con versanti molto acclivi, intervallati da profonde valli di origine fluviale.

A partire dalle sommità degli altopiani, riconosciute quali zone di accumulo e infiltrazione dell'acqua meteorica, il flusso dell'acqua si manifesta, in accordo alla stratificazione rocciosa e alla presenza di spartiacque idraulici, lungo le principali incisioni vallive secondarie. Dopo una prima infiltrazione a direzione prevalentemente verticale, infatti, in ragione di una progressiva riduzione di permeabilità con la profondità, l'acqua tende a muoversi lungo quei piani che oppongono minore resistenza al suo scorrimento, ovvero lungo faglie e superfici di stratificazione. Le manifestazioni sorgive si localizzano dunque sia al contatto tra le due formazioni carbonatiche, sia lungo piani interstrato all'interno di una delle due macrounità geologiche, con quote variabili fra i 300 e i 1000 metri. Esiste poi tutta una serie di sorgenti posizionate a quote ancor più ridotte, la cui posizione è invece ascrivibile alla presenza di faglie a giacitura pressoché verticale, che drenano l'ammasso roccioso convogliando l'acqua verso il livello di base.

6.2. Profili e sezioni

Il panorama idrogeologico del tracciato in esame è stato inoltre analizzato attraverso la realizzazione di un profilo in asse tracciato, e di 6 sezioni idrogeologiche ubicate nelle aree ritenute più significative dal punto di vista dell'assetto idraulico. L'ubicazione delle stesse è definita in Figura 1.

Le sezioni idrogeologiche hanno lo scopo di mettere in relazione la particolare conformazione a plateau degli altopiani con i fondi vallivi, in corrispondenza delle zone a maggiore frequenza di sorgenti e fenomeni carsici.

Lungo ciascun profilo sono evidenziate le principali macrounità geologiche, in accordo alla classificazione geologica semplificata proposta nelle tavole planimetriche con geologia di base, e la posizione della superficie piezometrica a cui fare riferimento per valutare anche solo qualitativamente l'entità dei carichi idrostatici agenti in corrispondenza delle discontinuità alla profondità delle opere in progetto.

Lungo i diversi profili sono state indicate le zone di altopiano, che rappresentano le principali aree di accumulo delle acque meteoriche, generalmente caratterizzate dalla presenza di fenomeni carsici, e le aree in cui è presumibile che la superficie piezometrica venga a giorno, in ragione della presenza di sorgenti o corsi d'acqua. Tale livello idrico rappresenta un livello

di accumulo di acqua da considerare mediamente costante nell'arco temporale di un anno, a cui si collega il regime delle sorgenti.

Le sezioni idrogeologiche realizzate sono proposte in due elaborati in scala 1:20.000.

Il profilo idrogeologico lungo l'asse del tracciato in esame è stato invece realizzato in scala 1:10.000, e riporta per ciascuna tratta l'indicazione dei litotipi intercettati e della loro struttura. Inoltre, al variare delle condizioni di permeabilità e copertura dell'ammasso roccioso, si descrivono le possibili interazioni tra la falda e le opere in progetto, indicando, laddove ce ne sia necessità, le possibili strategie risolutive.

Per ciascuna tratta omogenea, infine, si definiscono categorie di comportamento da un punto di vista idraulico, secondo la seguente classificazione, elaborata in accordo con quella relativa alle condizioni idrauliche dell'RMR₈₉ di Bieniawski, per renderla di più facile riferimento bibliografico:

- Condizioni idrauliche dell'ammasso roccioso:

- umido ($q < 0.02$ l/s/m)

- bagnato ($0.02 < q < 0.04$ l/s/m)

- stillicidi ($0.04 < q < 0.2$ l/s/m)

Per quanto riguarda invece le faglie è stata proposta la seguente classificazione:

- Condizioni idrauliche in corrispondenza delle faglie:

- stillicidi

- modeste venute di acqua ($1 < Q < 5$ l/s)

- forti venute d'acqua ($5 < Q < 10$ l/s)

- ingenti venute d'acqua ($Q > 10$ l/s)

7. MODELLO IDROGEOLOGICO

Gli elaborati realizzati hanno messo in evidenza l'esistenza di un legame diretto tra l'assetto idrogeologico dell'area di studio e la sua configurazione geologica e geomorfologica.

Il modello idrogeologico che ne deriva non può dunque prescindere dall'assetto geologico dell'area di studio. Alla luce di questa affermazione, i litotipi carbonatici presenti sono stati suddivisi in due macrogruppi, caratterizzati da omogenee proprietà idrogeologiche:

- Carbonatico Superiore, posizionato "a cappello" del sottostante Carbonatico Inferiore. Il suo ruolo è quello di accumulare l'acqua meteorica e trasmetterla in profondità con moto prevalentemente verticale. La permeabilità è generalmente legata a fratturazione e a fenomeni di dissoluzione che favoriscono la comparsa di vuoti e condotti carsici;
- Carbonatico inferiore, che, localizzandosi prevalentemente alla base degli altopiani, costituisce la base in cui si accumula parte dell'acqua proveniente dall'acquifero. La sua bassa permeabilità ovviamente favorisce la formazione delle sorgenti verso i contorni della formazione, evidenziati dalle incisioni vallive. Il flusso dell'acqua all'interno di questi materiali avviene generalmente lungo piani di stratificazione e fratture.

Le formazioni di origine vulcanica e metamorfica sono presenti generalmente con alte coperture rispetto alle opere, e di conseguenza la loro permeabilità, legata quasi esclusivamente alla fratturazione, risulta molto ridotta. E' infatti ragionevole pensare che al crescere della copertura la qualità geomeccanica dell'ammasso roccioso tenda ad aumentare di conserva con una progressiva riduzione del grado di fratturazione.

Le formazioni alluvionali, fluvioglaciali e simili, che formano i fondi vallivi, hanno elevata permeabilità e rappresentano zone di drenaggio dell'acqua. Gli acquiferi che le interessano hanno un'importanza legata alla loro estensione plano-altimetrica.

Questa sequenza stratigrafica, che si ripete in modo piuttosto ripetitivo nell'intera area di studio, evidenzia la presenza di due macrostrati sovrapposti, di cui l'inferiore è caratterizzato da una minore permeabilità. Dal punto di vista morfologico, la particolare conformazione a plateau caratterizzata da estesi altopiani facilita l'infiltrazione delle acque nelle aree sommitali dei monti e la successiva percolazione negli strati sottostanti, Figura 2.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

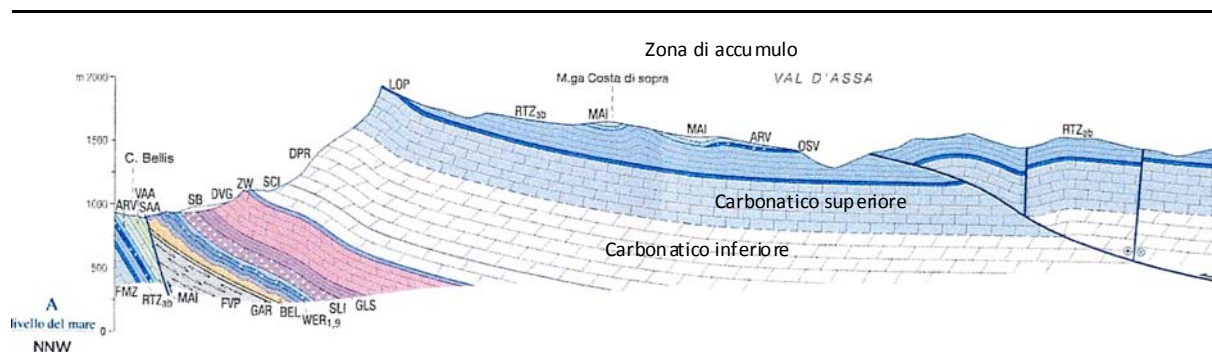


Figura 2 – Morfologia a plateau degli altopiani trentini (tratto da “Carta Geologica d’Italia 1:50000, Regione Veneto, foglio 082 Asiago)

Le vie preferenziali entro cui avviene il passaggio dell’acqua sono rappresentate dal reticolo fessurativo, in quanto la matrice rocciosa presenta una permeabilità ben più ridotta. In questo panorama, faglie, fratture e cavità carsiche sono dunque le vie di circolazione per la raccolta e dissipazione dell’acqua, a partire dalla sommità dei massicci rocciosi fino al livello di base, rappresentato generalmente dai fondi vallivi.

La circolazione sotterranea può essere a sua volta distinta in una componente superficiale, e in una profonda. Gli elementi idrogeologici associati alla circolazione superficiale presentano una stretta correlazione tra la portata che li caratterizza nell’arco dell’anno e la piovosità. Ulteriore evidenza di questo fenomeno, come evidenziato nello studio idrogeologico a base di progetto, è rappresentata dalla buona corrispondenza tra la temperatura dell’acqua sorgiva e quella dell’aria circostante.

La circolazione profonda è invece rappresentata da sorgenti che attingono all’acquifero di base dei massicci rocciosi, le cui acque non risentono dunque, se non a lungo termine, di variazioni di piovosità o temperatura esterna.

Il modello idrogeologico proposto tiene conto di una graduale riduzione di permeabilità dell’ammasso roccioso con la copertura, dovuta ad una maggiore chiusura delle discontinuità all’aumentare della profondità di indagine.

A tale scopo, per ciascuna unità si sono individuate tre classi di profondità, 0-50 m, 50-500 m, 500-1500 m, che definiscono la riduzione di permeabilità dell’ammasso roccioso, Figura 3.

Per ciascuna classe è stata ipotizzata la permeabilità in unità Lugeon, in quanto più semplicemente correlabile alla struttura degli ammassi rocciosi. Quindi la permeabilità secondo Darcy è stata ottenuta dall’equivalenza $1 \text{ U.L.} = 1\text{E-}7 \text{ m/s}$.

Tabella 1 – Permeabilità degli ammassi rocciosi in relazione a copertura e litologia

Litotipo	Classe di copertura	U.L. – Unità Lugeon	k_m (m/s)
Carbonatico Superiore	0-50 m	50	5E-06
	50-500 m	5	5E-07
	500-1500 m	1	1E-07
Carbonatico Inferiore	0-50 m	10	1E-06
	50-500 m	1	1E-07
	500-1500 m	0.1	1E-08

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO

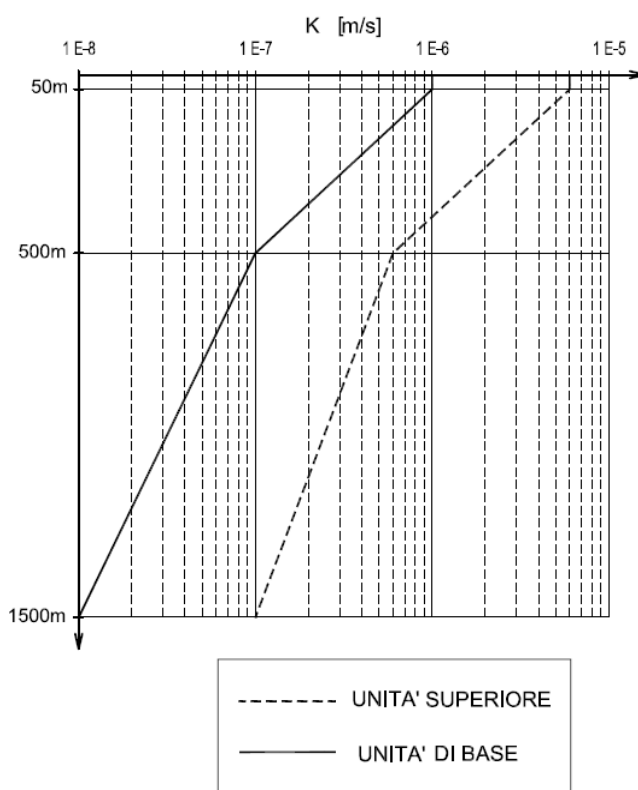


Figura 3 – Permeabilità dell'ammasso roccioso al variare della profondità

Per le zone di faglia si è fatta distinzione tra la zona di faglia vera e propria, in corrispondenza della quale si è verificato lo scorrimento tettonico, e l'area di influenza della stessa, in cui presumibilmente si registra un certo incremento nel grado di fratturazione dell'ammasso, Figura 4. Per l'unità superiore, la zona di influenza è caratterizzata da una permeabilità $k = 2k_m$, la faglia da $k = 5k_m$. Per la dolomia, la zona di influenza è caratterizzata da una permeabilità $k = 5k_m$, la faglia da una $k = 10k_m$.

DISTRIBUZIONE DELLA PERMEABILITA' IN CORRISPONDENZA DI UNA DISCONTINUITA' TETTONICA

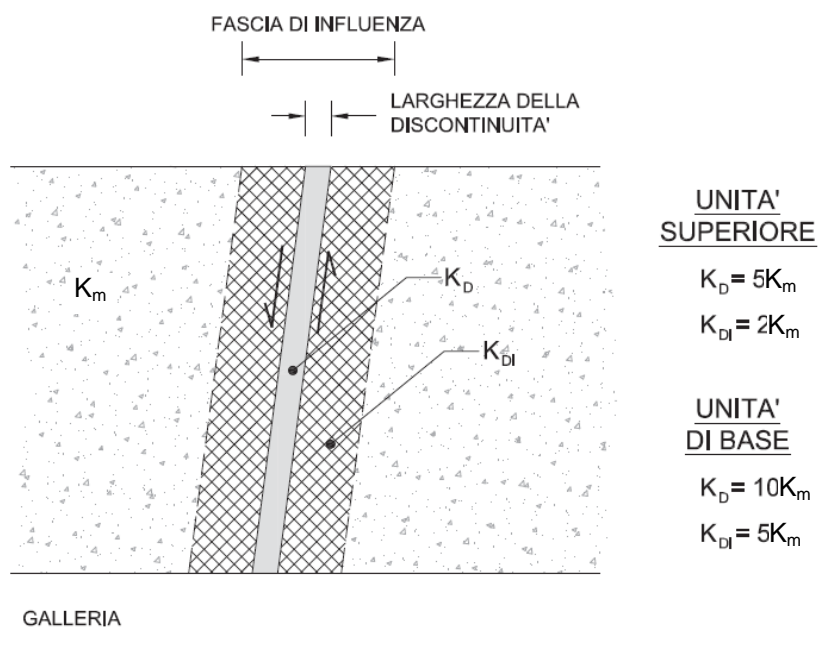


Figura 4 – Variazione della permeabilità dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle discontinuità tettoniche

Come si può osservare negli elaborati planimetrici, il numero di sorgenti presenti è molto elevato. Ciò prova che la corrivazione delle acque meteoriche è limitata, in relazione alla presenza degli altopiani e degli inghiottitoi carsici. Al contrario il volume di acqua assorbita dagli ammassi rocciosi è molto alto e viene laminato dalla decrescente permeabilità degli ammassi rocciosi. L'acqua infiltratasi, dunque, inizialmente si muove entro i massicci rocciosi con flusso prevalentemente verticale, ma all'aumentare della copertura, a cui si associa un progressivo decrescere della permeabilità per fratturazione, incontra sempre maggiore difficoltà a muoversi verso il basso. La conseguenza di questo fenomeno è il passaggio ad un flusso prevalentemente orizzontale, localizzato lungo i piani di interstrato, ed il traboccamento dell'acqua lungo il perimetro dei massicci rocciosi, dando così origine al sistema di sorgenti. Questo processo trova comunque un limite inferiore in corrispondenza delle quote di fondo valle, dove il sistema idrico raggiunge l'equilibrio. Ogni presenza di acqua al di sotto di questo livello altimetrico può considerarsi di natura fossile, ovvero non più oggetto di movimento attivo in relazione ai limiti plano-altimetrici dell'area in studio. Ciò non toglie che queste zone profonde possano essere richiamate verso le aree più basse presenti nel territorio a sud della pianura veneta, fuori dall'area di progetto.

8. PROFILI PIEZOMETRICI

I profili piezometrici sono stati stabiliti rispettando la presenza delle sorgenti lungo il tracciato, che sono manifestazioni della superficie piezometrica in tutta l'area. In questo modo è stato possibile fissare il livello medio della superficie piezometrica nelle diverse sezioni considerate.

Durante quest'analisi si è potuto constatare che la stratificazione degli ammassi rocciosi, ovvero l'anisotropia della filtrazione delle acque sotterranee ad essa collegata, può accentuare la filtrazione. Anche se in modo limitato questo effetto crea un regime di filtrazione delle acque sotterranee in apparente opposizione alla configurazione morfologica dell'area.

Questi profili piezometrici possono essere utilizzati per definire le interferenze con le opere in sotterraneo, con riferimento alla prevedibile portata di filtrazione ed alle possibili pressioni idrostatiche che potranno agire sui rivestimenti.

Le opere in sotterraneo potranno attivare il flusso dell'acqua verso le gallerie, che sarà regolato tanto dal livello piezometrico stabilito quanto dalla distribuzione delle permeabilità nell'ammasso roccioso come stabilito in precedenza.

9. INTERAZIONI TRA LA FALDA E LE OPERE IN SOTTERRANEO

I materiali sciolti, presenti generalmente lungo i fondi vallivi, presentano potenze anche piuttosto rilevanti. I sondaggi che vi sono stati effettuati hanno evidenziato la presenza di una falda superficiale, governata dal livello di base rappresentato dal torrente Astico e dal fiume Adige.

Per quanto riguarda gli ammassi rocciosi, invece, non esistono indicazioni concrete relativamente al livello di falda nella roccia. Il modello idrogeologico proposto prevede che i materiali carbonatici superiori rappresentino i bacini di accumulo dell'acqua meteorica. Quest'acqua viene in parte persa lungo i bordi in corrispondenza del contatto con la Dolomia, per soglia di permeabilità, originando sorgenti di contatto. Se la zona interessata è molto estesa, nella parte centrale l'infiltrazione penetra nella Dolomia, determinando la formazione di sorgenti basali, molto spesso allineate lungo ben definite fasce altimetriche. Questo meccanismo è sostenuto dal particolare assetto morfologico a plateau che caratterizza le zone di studio. E' comunque presumibile che il basamento dolomitico presenti al tetto una fascia più fratturata e quindi a maggiore permeabilità, di spessore pari a circa 50 metri, per poi diventare sempre meno permeabile a mano a mano che aumenta la profondità.

La galleria avanza nell'ammasso roccioso e di conseguenza lo drena in corrispondenza del fronte e del cavo non rivestito. La successiva posa in opera del rivestimento definitivo ristabilisce in parte la superficie piezometrica, in quanto essendo questo caratterizzato da una permeabilità minore, riduce le portate emunte. Da quanto detto in precedenza, la galleria drena principalmente il reticolo fessurativo e le faglie intercettate.

Alla luce di queste considerazioni, in ragione della reciproca posizione della galleria rispetto al livello di falda, in condizioni di copertura medio-bassa si dovrà prevedere l'impermeabilizzazione del rivestimento al fine di ridurre le influenze dello scavo sull'ambiente circostante, limitando così il danno arrecato all'assetto idrogeologico sia in fase di avanzamento che nel lungo termine. Sarà comunque necessario considerare il naturale aumento dei carichi gravanti sul rivestimento a lungo termine, una volta ristabilitosi il preesistente livello piezometrico.

A maggiori coperture, l'abbassamento del livello di falda prodotto dalla galleria in superficie risulta trascurabile, essendo le portate emunte a mano a mano minori in quanto decresce la permeabilità dell'ammasso roccioso. In questa condizione prevale il problema della pressione idraulica gravante sui sostegni: il rivestimento dovrà dunque essere sufficientemente permeabile da abbattere la pressione dell'acqua nel rispetto della sua stabilità.

Si ritiene che le soluzioni progettuali qui elencate siano tali da controllare completamente gli effetti delle gallerie a breve e lungo termine sull'assetto idrogeologico del territorio attraversato.

Localmente la presenza di faglie rappresenta un ulteriore problema da un punto di vista idrogeologico, in quanto queste strutture possono creare un'avversa interazione con l'ambiente ed una critica ripercussione sul sistema di sorgenti che ne risultano influenzate.

Queste discontinuità strutturali, generalmente estese e continue, possono essere infatti caratterizzate da elevata permeabilità. Una volta intercettate, agiscono come estese superfici drenanti con effetti in superficie nelle zone che attraversano e quindi sulle sorgenti.

I possibili effetti in fase di costruzione sono:

- copiose e improvvise venute di acqua in galleria durante l'avanzamento;
- interferenza in superficie con il sistema delle sorgenti durante l'esecuzione dei lavori, con qualsiasi infrastruttura in qualche modo collegata alla superficie freatica.

A lungo termine:

- eccessive pressioni idrostatiche sui rivestimenti;
- parziale ed incontrollabile ritorno all'assetto sorgentizio, nel senso che anche se la superficie piezometrica è ristabilita non necessariamente viene ripristinato il precedente cammino di filtrazione verso la sorgente.

Per evitare che un simile meccanismo possa essere attivato, sarà necessario prevenirlo impermeabilizzando queste discontinuità dal fronte di avanzamento. Dunque, con un accurato rilievo geologico-strutturale, si dovranno individuare le fratture potenzialmente pericolose e per ciascuna progettare a conveniente distanza dal fronte un opportuno e risolutivo intervento di impermeabilizzazione, sia in fase di scavo sia a lungo termine.

10. VALUTAZIONI PRELIMINARI DEL COMPORTAMENTO DELLE GALLERIE

10.1. Introduzione

Nel presente capitolo si analizzano le gallerie in progetto da un punto di vista idrogeologico, ricorrendo a modelli agli elementi finiti e a formulazioni analitiche, con lo scopo duplice di:

- calcolare le portate emunte in corrispondenza di una generica sezione di calcolo con le due metodologie, allo scopo di confrontarne i risultati;
- dimostrare che all'aumentare della copertura la portata emunta dalla galleria, e quindi la sua influenza sull'assetto idrogeologico, si riduce significativamente.

10.2. Modellazioni agli elementi finiti

Per comprendere in termini macroscopici l'effettiva interazione fra galleria e regime piezometrico, si è proceduto alla realizzazione di alcuni modelli agli elementi finiti, che permettono di simulare la filtrazione innescata dallo scavo e valutare la conseguente depressione del livello di falda.

Le analisi sono state realizzate in corrispondenza di due diverse sezioni a copertura medio-massima entro la Galleria di Valico, Figura 5, di cui la prima caratterizza la sequenza stratigrafica Calcari Grigi - Dolomia Principale, mentre la seconda si pone in una zona in cui l'ammasso roccioso è totalmente rappresentato da Dolomia Principale.

Per ragioni di semplicità di calcolo, si è ipotizzata una superficie topografica e piezometrica orizzontale.

Le analisi vengono realizzate ipotizzando una distribuzione idrostatica delle pressioni idrauliche nell'ammasso roccioso e permettendo l'ingresso dell'acqua da entrambi i lati del modello, mentre il flusso dal basso è impedito. Si ipotizza una condizione di libero drenaggio al contorno della galleria.

Le analisi sono state realizzate in regime di flusso stazionario.

Nelle figure seguenti si illustrano le sezioni di calcolo esaminate:

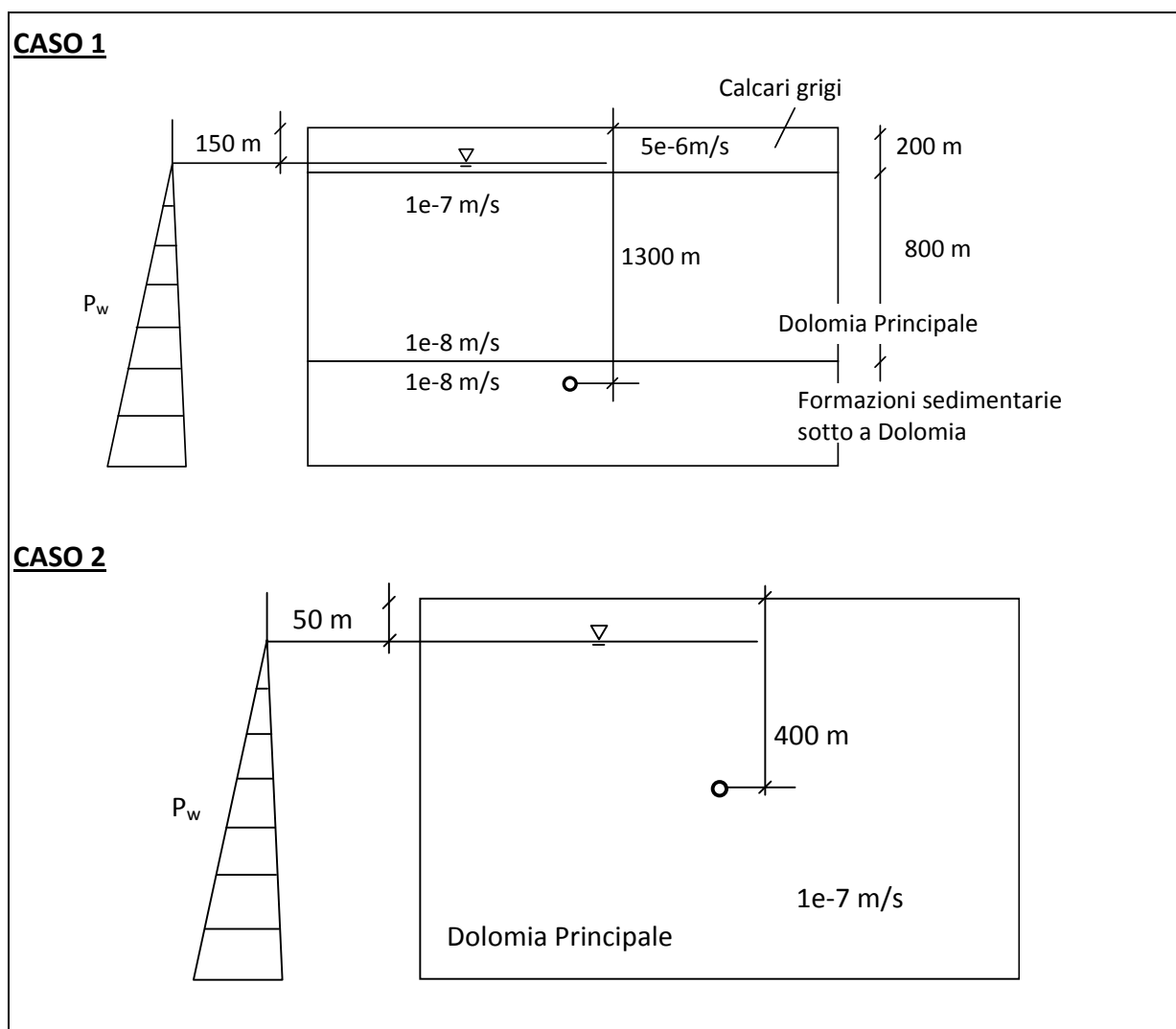


Figura 5 – Sezioni di calcolo

Il modello analizza il comportamento delle due canne affiancate. I risultati vengono mostrati in termini di linee di flusso, ovvero velocità del flusso verso le cavità, e di pressione idrostatica, al contorno del cavo.

Nel caso 1 si è considerata un'altezza d'acqua di 1150 m al di sopra della galleria, corrispondente ad una delle sezioni più gravose lungo la Galleria di Valico. Dai risultati presentati in figura si osserva che la presenza di una galleria a drenaggio aperto non influisce significativamente sulla falda a livello superficiale. Inoltre un eventuale rivestimento impermeabile sarebbe soggetto a carichi idraulici troppo elevati, vedi Figura 6, 7 e 8.

Si prevede quindi, in corrispondenza di zone a coperture molto elevate, di consentire il drenaggio delle acque sotterranee da parte della galleria, mediante un intasamento a tergo dei conchi realizzato con ghiaietto, ed un sistema di collettamento fino a fine galleria.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

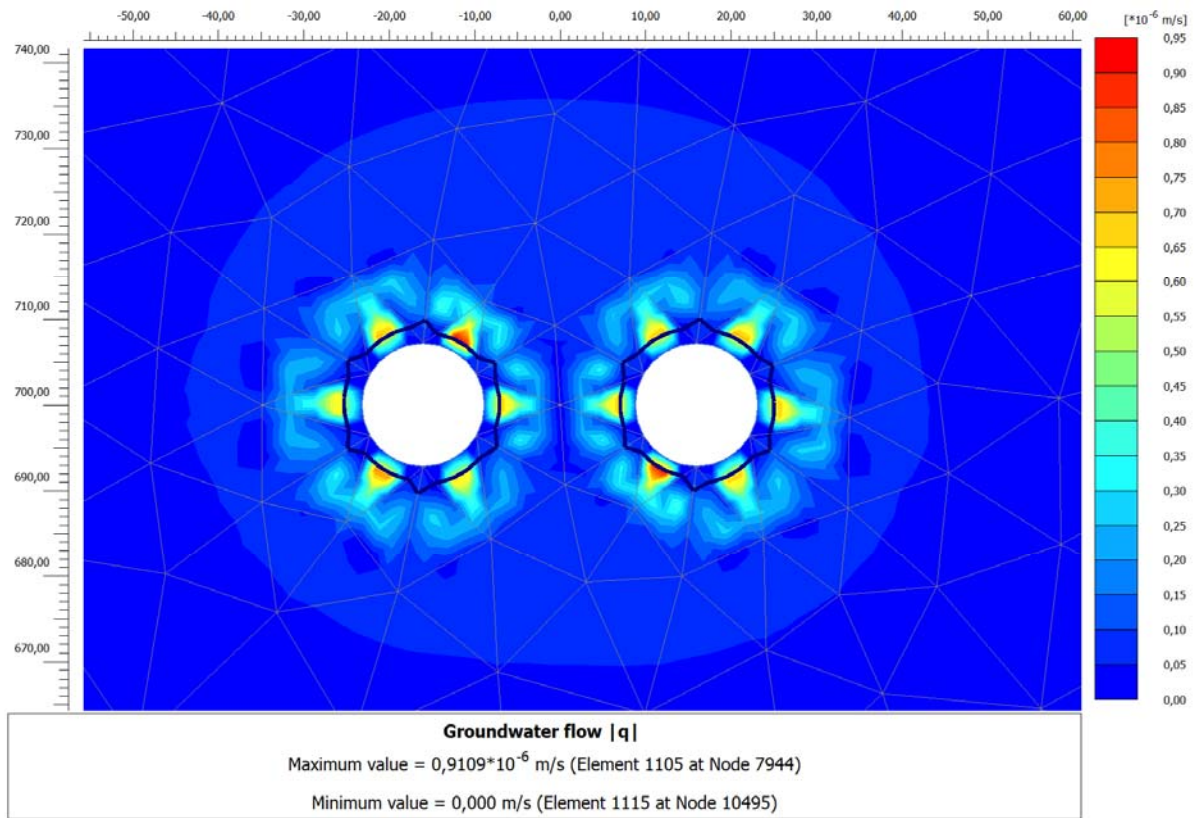


Figura 6 - Caso 1 - gallerie drenanti, flusso idraulico

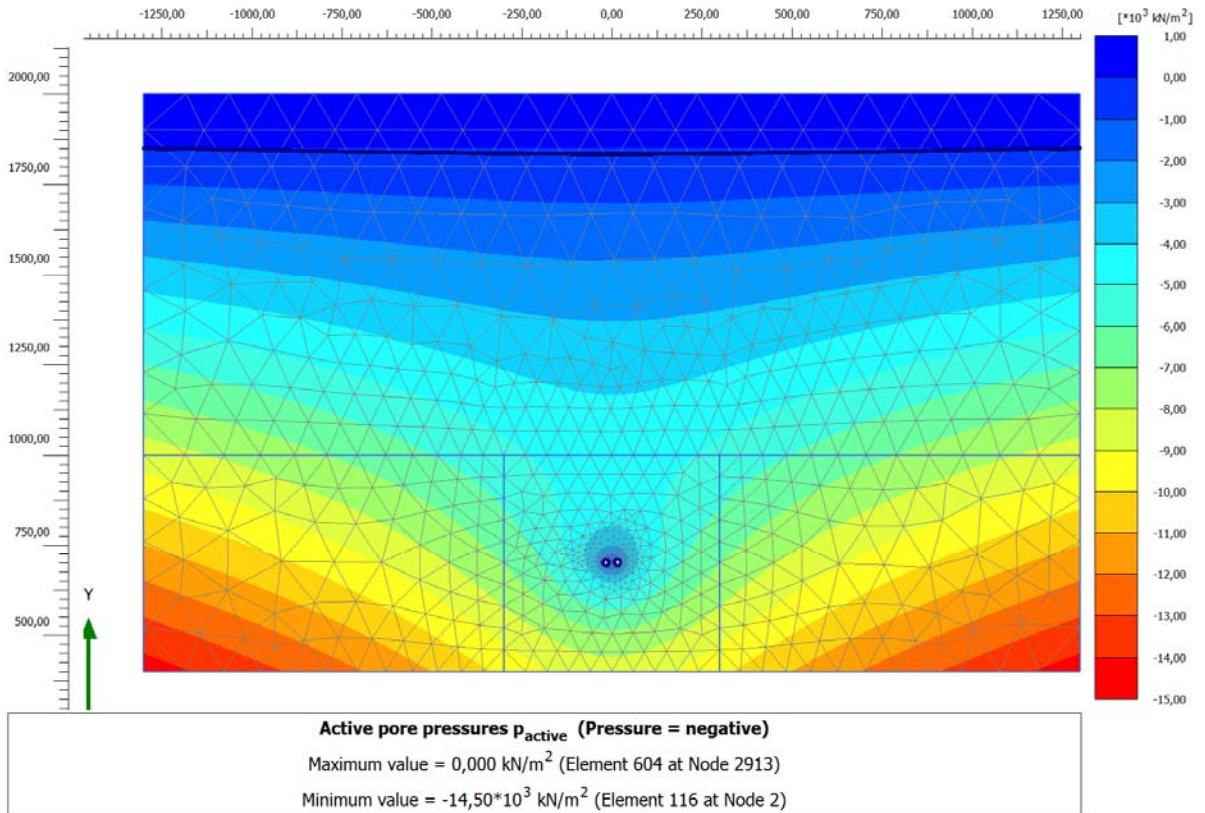


Figura 7 - Caso 1 - gallerie drenanti, distribuzione delle pressioni idrauliche

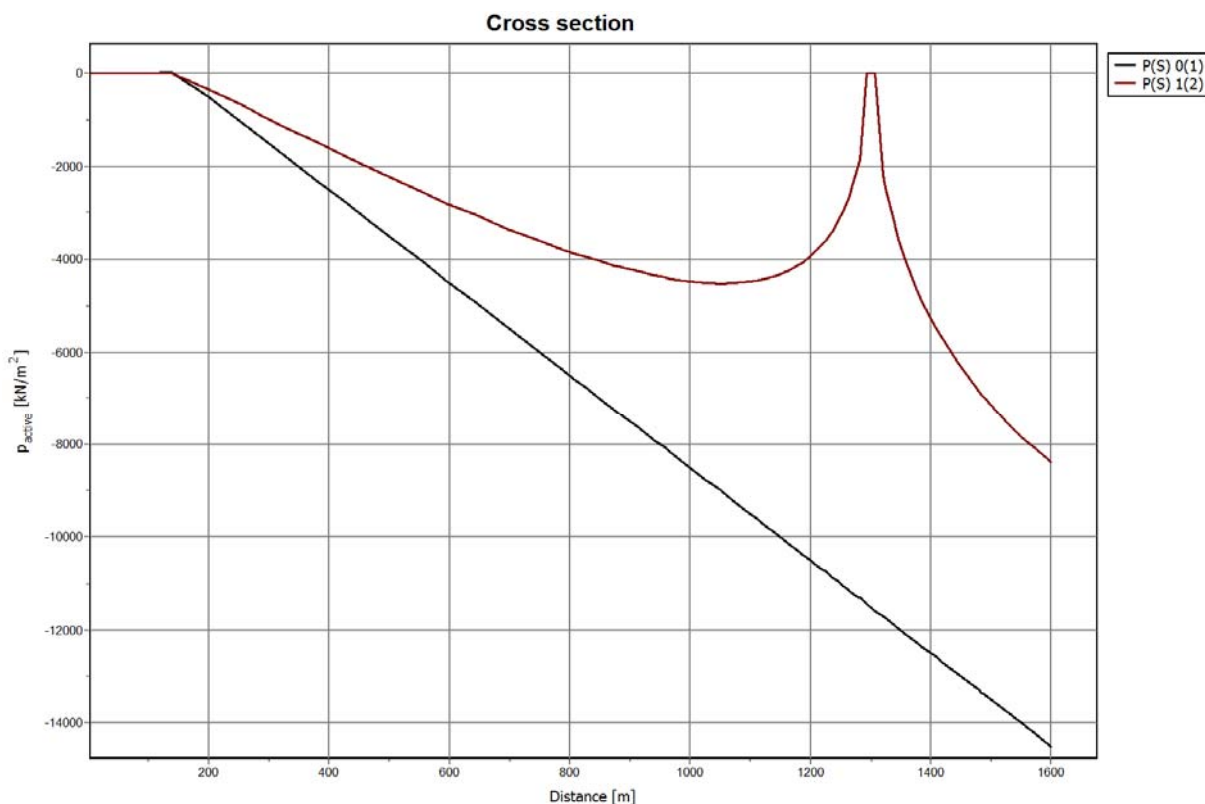


Figura 8 - Caso 1 - Distribuzione delle pressioni idrauliche con la verticale in corrispondenza delle gallerie

Il caso 2 analizza invece una sezione caratterizzata da una copertura di acqua di circa 350 metri, in un ammasso dolomitico la cui permeabilità è 10^{-7} m/s. Nella Figura 9 e 10 si propongono i risultati delle analisi realizzate in condizione di galleria drenante. In tali condizioni la presenza di un cavo drenante influenza in modo significativo l'assetto idrogeologico. Si tenga presente che questi risultati non tengono conto della ricarica che nel lungo termine l'ammasso roccioso riceverà dalla pioggia.

Comunque il caso 2 illustra che può esserci un certo grado di problematicità legato all'interazione tra le gallerie e la falda. E' evidente che in questo caso il problema si riduce considerando a lungo termine un rivestimento di bassa permeabilità, che potrebbe però comportare eccessive pressioni idrostatiche sul rivestimento medesimo.

Considerando nel caso 2 l'anisotropia dell'ammasso roccioso, come si può vedere dalle Figure 11 e 12, l'effetto della depressione della superficie freatica si riduce notevolmente, riportandosi quindi verso una condizione di equilibrio della superficie freatica se si tenesse in conto la ricarica prodotta dalla pioggia.

Si può concludere che un'attenta modellazione del problema che tenga in considerazione in modo corretto la struttura dell'ammasso roccioso interessato e le condizioni di ricarica

imposte dalle precipitazioni porterà a dimostrare che l'emungimento prodotto dalle gallerie ha un effetto trascurabile sulla posizione della superficie freatica interessata.

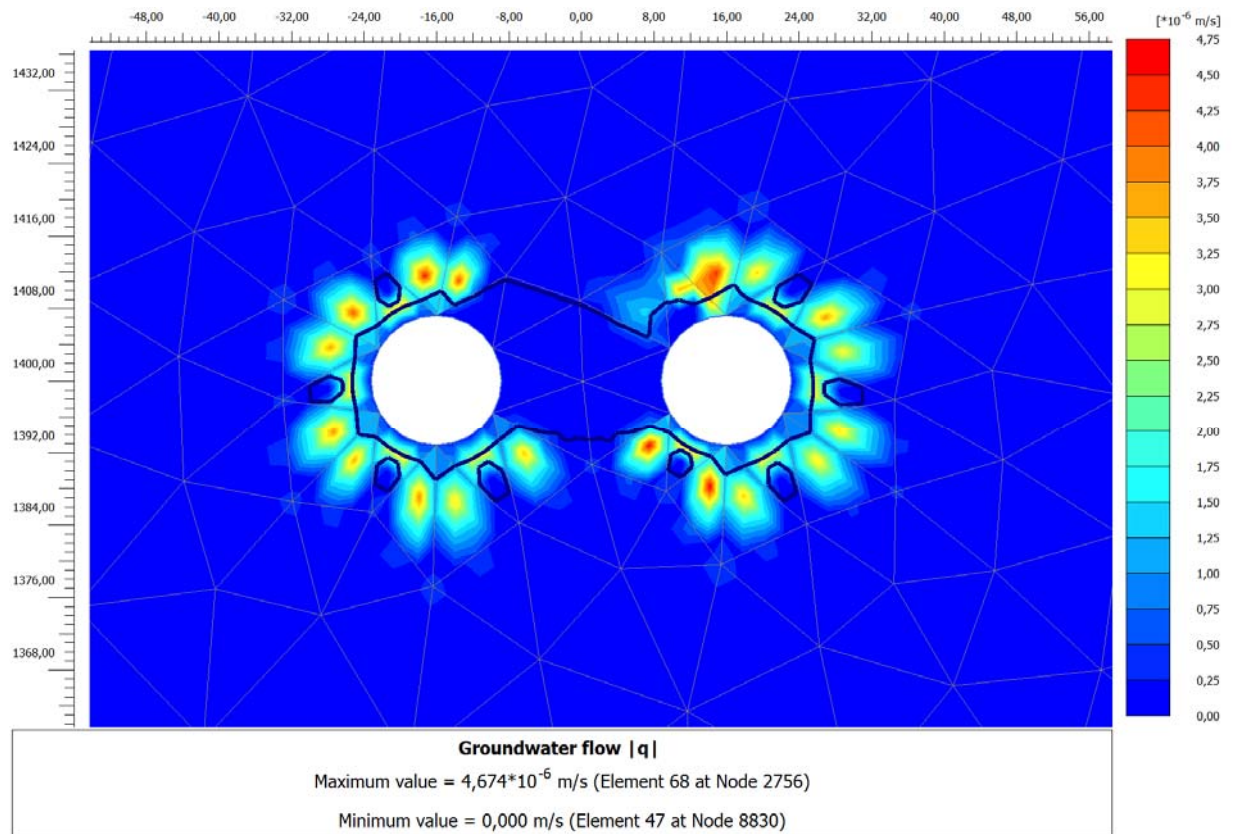


Figura 9 – Caso 2 - Gallerie drenanti - Flusso idraulico

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

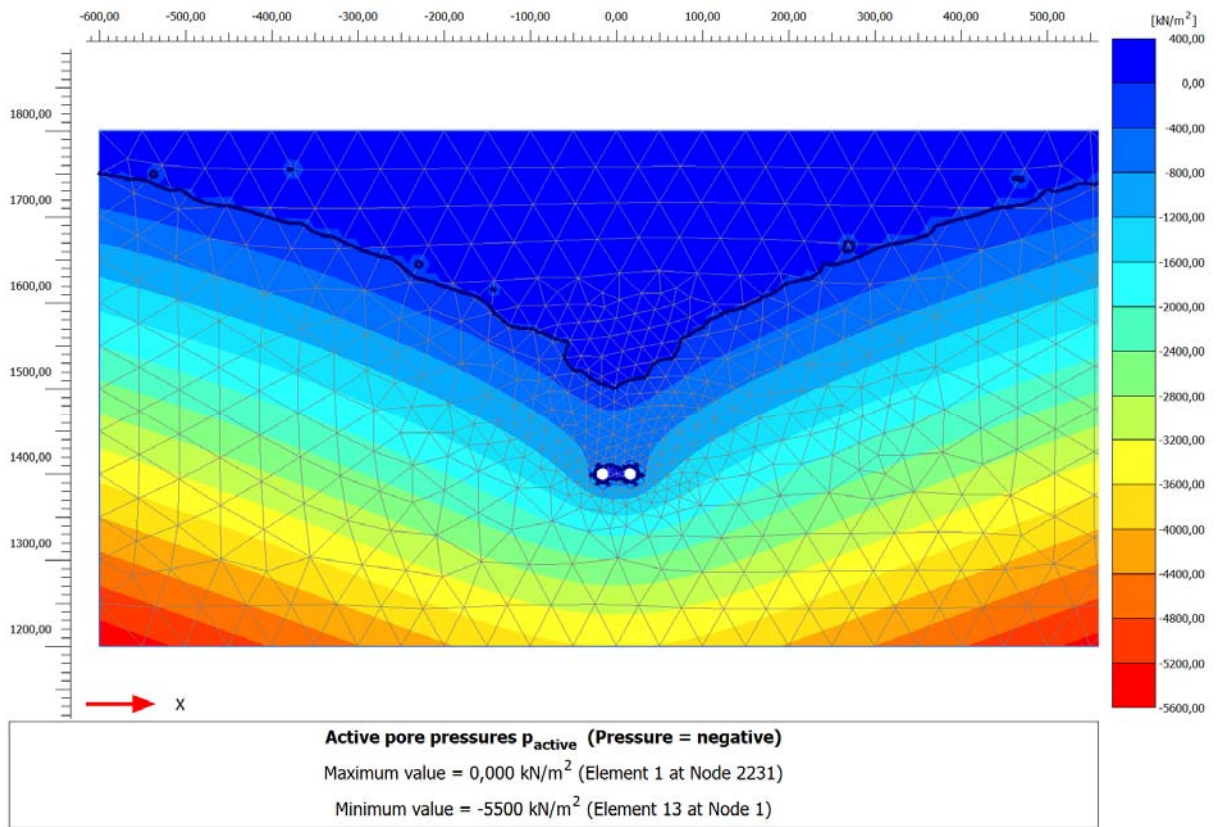


Figura 10 - Caso 2 - Gallerie drenanti - Distribuzione delle pressioni idrauliche

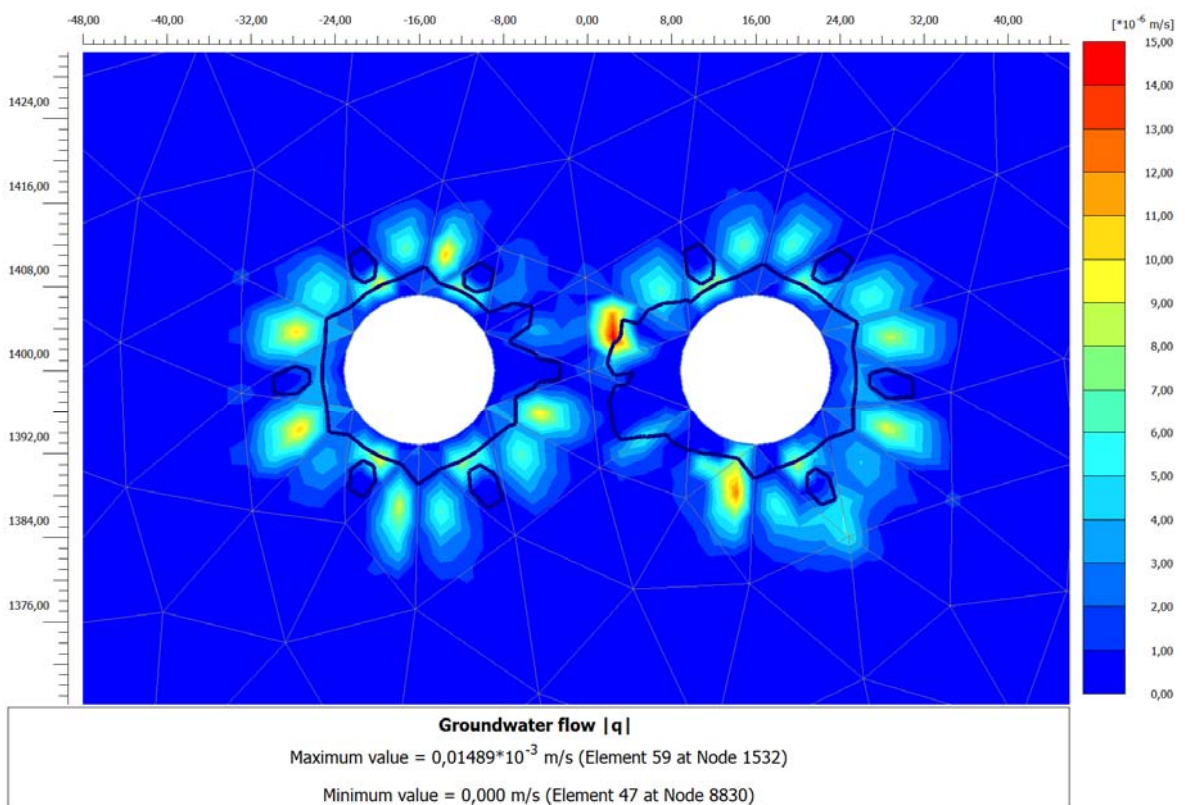


Figura 11 - Caso 2 – Effetto dell'anisotropia – Flusso idraulico

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

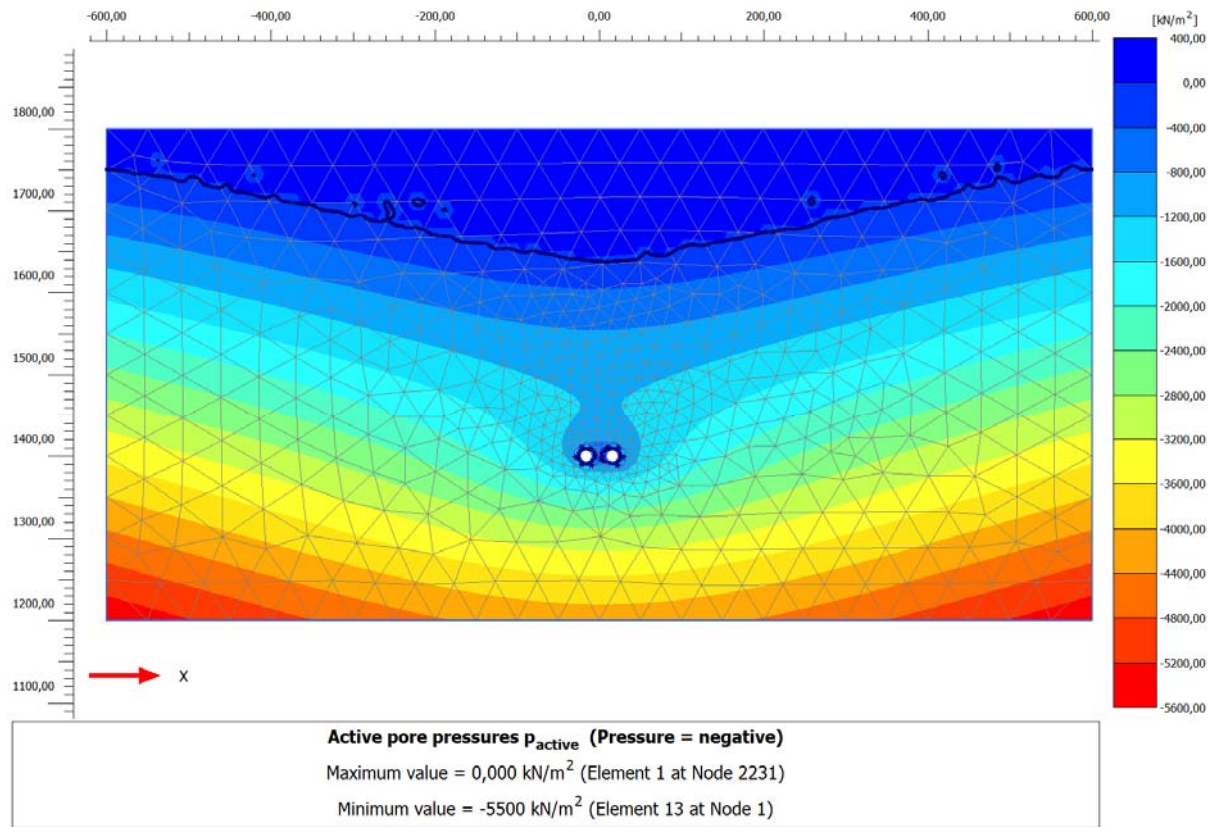


Figura 12 - Caso 2 – Effetto dell'anisotropia - Distribuzione delle pressioni idrauliche

11. PORTATE PREVISTE NELLE GALLERIE

11.1. Metodo di calcolo

Nei paragrafi che seguono si farà ricorso a formulazioni analitiche allo scopo di valutare, al variare delle condizioni idrauliche, geologiche e geometriche, le portate indicativamente emunte dalle gallerie. Tali formule fanno riferimento a mezzi omogenei isotropi in presenza di un solo cavo drenante, e andranno di conseguenza tarate sulla base dei precedenti modelli per tenere conto di eventuali disomogeneità e anisotropie dell'ammasso roccioso.

Di seguito è riportata la formulazione analitica utilizzata per la valutazione della portata emunta dalla galleria per metro lineare:

$$q_0 = \frac{k_m \cdot 2\pi \cdot h_0}{\ln\left(\frac{2h_0}{b}\right)} = \text{portata per metro lineare drenata al contorno scavo}$$

In cui:

D = diametro della galleria

k_m = permeabilità dell'ammasso roccioso

h_0 = carico idrostatico in condizioni indisturbate, misurato rispetto al centro della galleria

b = esame raggio galleria = 7.2 m = $D/2$

Le analisi condotte con gli elementi finiti, confrontate con la formula precedente, forniscono un fattore correttivo di 1.25.

Si procede quindi alla valutazione delle portate nelle gallerie con la seguente formula:

$$q_0 = 1.25 \frac{k_m \cdot 2\pi \cdot h_0}{\ln\left(\frac{2h_0}{b}\right)} = \text{portata per metro lineare drenata al contorno di scavo}$$

Si mette in evidenza che la formula fornisce la portata in assenza di rivestimento, che può ridursi in relazione alle caratteristiche di drenaggio del rivestimento stesso, fino ad annullarla se il rivestimento è impermeabile.

11.2. Risultati ottenuti

Di seguito si trattano tutte le gallerie, fornendo una stima della portata di acqua emunta al fronte e al cavo per le diverse sezioni di avanzamento.

Galleria S.Agata

La galleria attraversa per tutta la sua lunghezza materiali sciolti, di deposizione glaciale e alluvionale. Le permeabilità di tali depositi si assestano attorno a valori dell'ordine di $5e-6$ m/s.

Il livello della falda si pone al di sotto del piano galleria.

Galleria Cogollo

La galleria, dopo aver attraversato un deposito di versante in corrispondenza dell'imbocco sud, entra in Dolomia, con coperture variabili fra 5 e 85 metri. Le permeabilità dei depositi sciolti sono dell'ordine di $5e-6$ m/s, mentre le permeabilità dell'ammasso roccioso vanno determinate sulla base della copertura e della litologia. Se ne deriva che la Dolomia Principale presenta una permeabilità K di $1e-6$ per i primi 50 metri, che decresce di un ordine di grandezza per la classe di 50-500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 30 metri.

Galleria Costa del Prà

La galleria si pone all'interno della Dolomia Principale, a meno dell'imbocco Nord in cui interessa un esteso deposito di versante, con coperture massime di 45-50 metri. Le permeabilità dei depositi sciolti e dell'ammasso roccioso, trattandosi di uno strato di roccia superficiale presumibilmente fratturato e alterato, sono equivalenti, dell'ordine di $1e-6$ m/s.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 20 metri.

Galleria Forte Corbin

La galleria interessa in tutta la sua lunghezza un ammasso roccioso dolomitico, con coperture variabili fra 5 e 170 metri. La permeabilità dell'ammasso roccioso, valutata in relazione alle diverse classi di copertura, si attesta a $1e-6$ m/s per coperture tra 5 e 50 m, a $1e-7$ m/s tra i 50 ed i 500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 30 metri.

La galleria presenta inoltre alcune faglie nel suo sviluppo, la cui permeabilità viene valutata in relazione alla roccia incassante ed alla classe di copertura. Nel caso in esame si tratta di

faglie che interessano sempre la Dolomia Principale, con permeabilità variabili fra $1e-5$ m/s nel caso in cui la copertura sia inferiore ai 50 metri, e $1e-6$ m/s negli altri casi.

Galleria Pedesca

La galleria intercetta in tutta la sua lunghezza la Dolomia Principale, con coperture variabili fra 5 e 230 metri. La permeabilità dell'ammasso roccioso, valutata in relazione alle diverse classi di copertura, si attesta a $1e-6$ m/s per coperture tra 5 e 50 m, a $1e-7$ m/s tra i 50 ed i 500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 30 metri.

Le faglie previste in galleria presentano permeabilità dell'ordine di $1e-5$ m/s fino ai 50 metri di copertura, di $1e-6$ m/s negli altri casi.

Galleria San Pietro

La galleria intercetta in tutta la sua lunghezza la Dolomia Principale, con coperture variabili fra 5 e 300 metri, a meno delle zone di imbocco, posizionate in materiali detritici per brevi tratti. La permeabilità dell'ammasso roccioso, valutata in relazione alle diverse classi di copertura, si attesta a $1e-6$ m/s per coperture tra 5 e 50 m, a $1e-7$ m/s tra i 50 ed i 500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 40 metri.

Le faglie previste in galleria presentano permeabilità dell'ordine di $1e-5$ m/s fino ai 50 metri di copertura, di $1e-6$ m/s negli altri casi.

Galleria Pedemonte

La galleria intercetta in tutta la sua lunghezza la Dolomia Principale, con coperture variabili fra 5 e 300 metri, a meno dell'imbocco Sud, posizionato in depositi di conoide per un breve tratto. La permeabilità dell'ammasso roccioso, valutata in relazione alle diverse classi di copertura, si attesta a $1e-6$ m/s per coperture tra 5 e 50 m, a $1e-7$ m/s tra i 50 ed i 500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 50 metri.

Le faglie previste in galleria presentano permeabilità dell'ordine di $1e-5$ m/s fino ai 50 metri di copertura, di $1e-6$ m/s negli altri casi.

Galleria di Valico

La galleria presenta una lunghezza di circa 15 km, con coperture estremamente variabili. Il tracciato si pone totalmente entro materiali litoidi, appartenenti alla categoria del Carbonatico inferiore. In relazione alle diverse classi di copertura la permeabilità varia fra $1e-$

6, per coperture tra 5 e 50 m, 1e-7 m/s per coperture tra 50 e 500 metri, 1e-8 m/s al di sopra dei 500 metri.

Il carico idrostatico risulta variabile fra 0 e 1100 metri rispetto alla calotta della galleria.

Le faglie previste in galleria presentano permeabilità dell'ordine di 1e-5 m/s fino ai 50 metri di copertura, di 1e-6 m/s fino ai 500 metri, di 1e-7 m/s negli altri casi.

Definiti i dati del problema idrogeologico, si procede alla valutazione delle portate emunte in fase di scavo, al fronte e al contorno. Tali stime vengono realizzate sulla base delle seguenti formulazioni analitiche:

$$Q_f = \pi \cdot D \cdot k_m \cdot h_0 = \text{portata emunta al fronte}$$

$$q_0 = 1.25 \cdot \frac{k_m \cdot 2\pi \cdot h_0}{\ln\left(\frac{2h_0}{b}\right)} = \text{portata per metro lineare emunta dalle due gallerie affiancate}$$

In cui:

D = diametro della galleria

k_m = permeabilità dell'ammasso roccioso

h_0 = carico idrostatico in condizioni indisturbate, valutato rispetto al centro della galleria

b = esame raggio galleria = $D/2 = 7.2$ m

In corrispondenza delle faglie, la portata viene valutata attraverso la formulazione relativa al fronte, Q_f , sostituendo alla permeabilità dell'ammasso roccioso che compete alla zona di faglia.

Nella tabella seguente si riportano i risultati del calcolo per ciascuna galleria, in termini di portata emunta al contorno di scavo, al variare del litotipo e delle coperture.

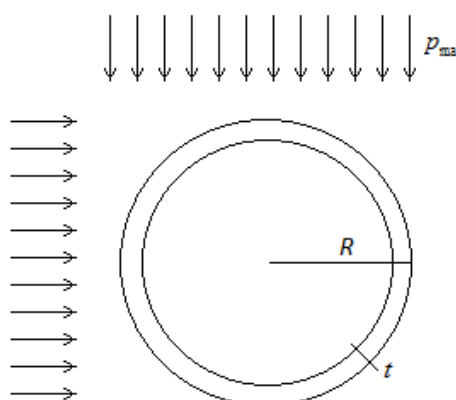
AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Tabella 2 –Portate previste nelle singole gallerie in funzione dell'altezza piezometrica								
GALLERIA	COPERTURA [m]	PERMEABILITA' [m/s]	LITOTIPO	h ₀ [m]	q ₀ [m ³ /s/m]	L [m]	q ₀ [l/s/m]	NOTE
S.Agata	5_25	5.00E-06	Mat.sciolti	-	-	980	-	
Cogollo	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	10	3.08E-04	210	0.31	
	5_50	1.00E-06	Dolomia	20	7.33E-05	220	0.07	
	50_85	1.00E-07	Dolomia	30	8.89E-06	700	0.01	
Costa del Prà	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	8	3.15E-04	260	0.31	
	5_50	1.00E-06	Dolomia	10	6.15E-05	360	0.06	
Forte Corbin	5_50	1.00E-06	Dolomia	15	6.60E-05	450	0.07	
	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	10	3.08E-04	70	0.31	
	50_170	1.00E-07	Dolomia	25	8.11E-06	1420	0.01	
Pedescala	5_50	1.00E-06	Dolomia	15	6.60E-05	190	0.07	
	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	15	3.30E-04	40	0.33	
	50_230	1.00E-07	Dolomia	25	8.11E-06	1420	0.01	
San Pietro	5_50	1.00E-06	Dolomia	25	8.11E-05	290	0.08	
	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	15	3.30E-04	140	0.33	
	50_330	1.00E-07	Dolomia	40	1.04E-05	2940	0.01	
Pedemonte	5_50	1.00E-06	Dolomia	30	8.89E-05	500	0.09	
	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	10	3.08E-04	70	0.31	
	50_350	1.00E-07	Dolomia	40	1.04E-05	640	0.01	di cui 500 m impermeabilizzati
Di Valico	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	15	3.30E-04	80	0.33	
	50_500	1.00E-07	Dolomia	100	1.89E-05	620	0.02	
	50_500	1.00E-07	Dolomia	180	2.89E-05	780	0.03	
	500_1500	1.00E-08	Dolomia	360	4.91E-06	2470	0.00	
	50_500	1.00E-07	Dolomia	420	5.54E-05	590	0.06	
	500_1500	1.00E-08	Dolomia	900	1.02E-05	4900	0.01	
	500_1500	1.00E-08	Dolomia	700	8.35E-06	2200	0.01	
	500_1500	1.00E-08	Dolomia	330	4.59E-06	1020	0.00	
	500_1500	1.00E-08	Dolomia	380	5.12E-06	1270	0.01	
	50_500	1.00E-07	Dolomia	200	3.13E-05	700	0.03	
	5_50	1.00E-06	Dolomia	30	8.89E-05	580	0.09	
	5_50	5.00E-06	Mat.sciolti	15	3.30E-04	100	0.33	tratta impermeabilizzata

12. STABILITA' DEL RIVESTIMENTO E CRITERI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

La scelta delle tratte in cui realizzare un drenaggio della falda oppure impermeabilizzare la galleria è stata realizzata sia considerando gli aspetti ambientali, ovvero tenendo conto delle ripercussioni che un eventuale drenaggio potrebbe determinare sul regime idrogeologico dell'area in oggetto, sia da un punto di vista strutturale per quanto riguarda i carichi idraulici agenti sui rivestimenti definitivi.

Da un punto di vista strutturale è necessario considerare i carichi idraulici agenti sul rivestimento definitivo a lungo termine, ovvero quando, una volta rivestita l'intera galleria, la piezometrica tornerà al livello preesistente. In questo caso, si può fare riferimento alla formula di Mariotte:


$$\sigma_c = 2 \frac{R^2}{R^2 - (R - t)^2} \cdot p_{\max}$$

Dove:

p_{\max} = massima sollecitazione agente sui conci, dovuta al carico idraulico

σ_c = resistenza a compressione del calcestruzzo

t = spessore del rivestimento definitivo/conci = 0.5 m

R = raggio di scavo = 7.2 m

Trattandosi di uno scavo realizzato con macchina TBM, il rivestimento definitivo viene messo in opera ad una distanza dal fronte pari alla lunghezza dello scudo, che in questo caso si aggira sui 12 metri. Questo significa che, all'istante di posa del rivestimento definitivo, l'ammasso ha già subito un detensionamento quasi totale. Inoltre, considerando che a lungo termine si ristabilisca il preesistente livello piezometrico, l'acqua al contorno del rivestimento andrà ad agire su questo, facendo sì che al contorno si stabilisca un equilibrio in termini di tensioni efficaci. Considerando che le tensioni litostatiche a lungo termine sono piuttosto ridotte, e che alle alte coperture le pressioni idrauliche risultano molto elevate, è possibile supporre che il contributo dell'acqua renda del tutto trascurabile il carico litostatico

a lungo termine. Si considererà dunque che l'intera resistenza del calcestruzzo dei conci, opportunamente ridotta secondo le indicazioni normative, agisca nei confronti dei carichi idraulici.

Applicando la formulazione precedente si ottiene:

$$p_{\max} = \gamma_w \cdot h_{\lim} = \sigma_c \cdot \frac{R^2 - (R-t)^2}{2R^2} \Rightarrow h_{\lim} = 0.0067 \cdot \sigma_c$$

Si calcolano ora le altezze piezometriche limite in base alle classi di resistenza del calcestruzzo:

$$\text{Classe 25/30} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot 0,85 = \frac{25}{1,5} \cdot 0,85 = 14 \text{ MPa} = 14000 \text{ kPa}$$

$$\text{Classe 35/45} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot 0,85 = \frac{35}{1,5} \cdot 0,85 = 20 \text{ MPa} = 20000 \text{ kPa}$$

$$\text{Classe 40/50} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot 0,85 = \frac{40}{1,5} \cdot 0,85 = 23 \text{ MPa} = 23000 \text{ kPa}$$

Si ottengono i seguenti valori di h_{\lim} :

$$\text{Classe 25/30} \quad h_{\lim} = 0.0067 \cdot 14000 = 93.8 \text{ m}$$

$$\text{Classe 35/45} \quad h_{\lim} = 0.0067 \cdot 20000 = 134 \text{ m}$$

$$\text{Classe 40/50} \quad h_{\lim} = 0.0067 \cdot 23000 = 154 \text{ m}$$

Si esamina ora ciascuna galleria per stabilire il carico idraulico a cui è sottoposta, e quindi la necessità di prevedere un drenaggio attivo. Si differenzia tra le gallerie scavate con metodo tradizionale e meccanizzato.

Per il tradizionale si hanno spessori del rivestimento più elevati con calcestruzzo di classe 25/30, a fronte di una sezione policentrica che presenta maggiori problematiche dal punto di vista strutturale: si accetta dunque un carico idraulico limite di 90 m.

Per il meccanizzato si pensa di adottare la classe media di resistenza del calcestruzzo, con una $h_{\lim} = 120 \text{ m}$.

Tabella 3 – Valutazione della necessità di drenaggio per le diverse gallerie			
Galleria	Carico idrostatico massimo h [m]	Drenaggio	
		attivo	non attivo
S.Agata	-		-
Cogollo	30		x
Costa del Prà	20		x
Forte Corbin	30		x
Pedescala	30		x
San Pietro	40		x
Pedemonte	50		x
Gall. di Valico da pk 0+000 a 24+000 km da pk 24+000 a 37+500 km da pk 37+500 a fine galleria			x
		x	
			x

Dalla tabella precedente si osserva che per tutte le gallerie in scavo tradizionale il carico idraulico è ben più ridotto di quanto il rivestimento possa sopportare. E' comunque preferibile non attivare il drenaggio collegando i tubi di collettamento con le guaine di rivestimento, per non determinare un inutile emungimento della falda. L'influenza dell'opera sull'ambiente circostante è dunque limitata alla fase di esecuzione.

Per la Galleria di Valico si preferisce impermeabilizzare le zone di imbocco, laddove il carico idraulico lo consente, di modo da evitare interferenze alle falde ai piedi dei versanti. Nelle altre zone la galleria sarà drenata, in quanto i carichi idraulici risulterebbero superiori alla resistenza del rivestimento stesso.

Si passa ora a esaminare le faglie, che come detto precedentemente possono apportare notevole acqua al fronte con due importanti conseguenze:

- disturbi in fase di lavorazione;
- emungimento della falda.

Nella Tabella 4 si riportano le portate calcolate in corrispondenza di ciascuna faglia. E' stato adottato il criterio di impermeabilizzare in avanzamento tutte le faglie con portata prevista uguale o superiore a 10 l/s.

Sono state però impermeabilizzate anche altre faglie, come si rivela dai profili idrogeologici, in quanto il trattamento è stato necessario per motivi geomeccanici.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

In Tabella 5 si riporta in sintesi quanto riportato con maggiore dettaglio nel profilo idrogeologico.

Tabella 4 – Portate previste nelle singole gallerie in corrispondenza delle zone di faglia						
GALLERIA	COPERTURA [m]	PERMEABILITA' [m/s]	h ₀ [m]	Qf [m ³ /s]	Qf [l/s]	NOTE
Cogollo	5_50	1,00E-06	30	1,36E-03	1,4	
	5_50	1,00E-05	20	9,05E-03	9,0	
Forte Corbin	5_50	1,00E-06	25	1,13E-03	1,1	
	5_50	1,00E-05	18	8,14E-03	8,1	
Pedescala	5_50	1,00E-06	20	9,05E-04	0,9	
San Pietro	5_50	1,00E-06	35	1,58E-03	1,6	
	5_50	1,00E-06	35	1,58E-03	1,6	
Pedemonte	5_50	1,00E-05	30	1,36E-02	13,6	
	5_50	1,00E-06	40	1,81E-03	1,8	
Di Valico	5_50	1,00E-06	40	1,81E-03	1,8	
	5_50	1,00E-06	60	2,71E-03	2,7	
	5_50	1,00E-06	80	3,62E-03	3,6	
	5_50	1,00E-06	100	4,52E-03	4,5	impermeabilizzata
	5_50	1,00E-06	130	5,88E-03	5,9	impermeabilizzata
	500_1500	1,00E-07	290	1,31E-03	1,3	impermeabilizzata
	500_1500	1,00E-07	370	1,67E-03	1,7	
	500_1500	1,00E-07	300	1,36E-03	1,4	
	50_500	1,00E-06	380	1,72E-02	17,2	impermeabilizzata
	50_500	1,00E-06	460	2,08E-02	20,8	impermeabilizzata
	500_1500	1,00E-07	540	2,44E-03	2,4	
	500_1500	1,00E-07	580	2,62E-03	2,6	
	500_1500	1,00E-07	600	2,71E-03	2,7	
	500_1500	1,00E-07	640	2,90E-03	2,9	
	500_1500	1,00E-07	760	3,44E-03	3,4	
	500_1500	1,00E-07	860	3,89E-03	3,9	
	500_1500	1,00E-07	1000	4,52E-03	4,5	
	500_1500	1,00E-07	1100	4,98E-03	5,0	
	500_1500	1,00E-07	800	3,62E-03	3,6	
	500_1500	1,00E-07	640	2,90E-03	2,9	
	500_1500	1,00E-07	560	2,53E-03	2,5	
	500_1500	1,00E-07	420	1,90E-03	1,9	
	50_500	1,00E-06	320	1,45E-02	14,5	impermeabilizzata
50_500	1,00E-06	360	1,63E-02	16,3	impermeabilizzata	
500_1500	1,00E-07	400	1,81E-03	1,8		
50_500	1,00E-06	70	3,17E-03	3,2		

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Tabella 5 – Interventi previsti in corrispondenza delle faglie	
Galleria	Interventi per le zone di faglia
S.Agata	non presenta problemi di questo tipo.
Cogollo	le faglie non hanno portate ingenti, e quindi non è necessaria un'impermeabilizzazione in avanzamento
Costa del Prà	non si richiede impermeabilizzazione in avanzamento
Forte Corbin	non si richiede impermeabilizzazione in avanzamento
Pedescala	non si richiede impermeabilizzazione in avanzamento
San Pietro	non si richiede impermeabilizzazione in avanzamento
Pedemonte	non si richiede impermeabilizzazione in avanzamento
Gall. di Valico	si impermeabilizzano tutte le faglie in cui si prevedono ingenti venute di acqua, che corrispondono alle zone a maggiore carico litostatico e/o idraulico.

13. CONCLUSIONI

Lo studio idrogeologico è stato condotto sulla base degli studi pregressi, delle carte regionali delle sorgenti e dei pozzi, dei rilievi eseguiti durante le indagini di campo.

L'assetto morfologico del territorio interessato è costituito da altopiani che fungono da ricettori delle acque meteoriche. La formazione geologica superficiale, che fa da "cappello" a questi altopiani, è costituita da formazioni calcaree permeabili, spesso caratterizzate dalla presenza di grotte e inghiottitoi di tipo carsico. E' questa unità geologica quella che si ritiene sede dell'accumulo di acqua meteorica.

La formazione calcarea a sua volta poggia sulla macrounità carbonatica inferiore, di minore permeabilità e che quindi assorbe meno acqua di quella immagazzinata nella parte superiore. In questo modo la quantità eccedente filtra lungo il perimetro e dà luogo ad un abbondante ed esteso complesso di sorgenti posizionate a quote variabili lungo i versanti montuosi.

Il livello di base del modello idrogeologico appena descritto è rappresentato dai fondi vallivi. In questo sistema gli elementi che mettono maggiormente in comunicazione le due formazioni geologiche da un punto di vista idraulico sono le discontinuità tettoniche, che, in ragione di un locale aumento di permeabilità, possono costituire superfici di drenaggio di ampie zone.

Con riferimento all'assetto geologico dell'area ed alla distribuzione delle sorgenti, è stato possibile ricostruire per il tracciato esaminato e per le sezioni idrogeologiche considerate l'andamento della superficie piezometrica riportato sugli elaborati di progetto. Questa superficie indica la linea di carico piezometrico più o meno costante durante tutto l'anno in equilibrio con il regime delle sorgenti presenti nell'area in esame. Ad essa si potrà fare riferimento per valutare l'entità delle pressioni idrostatiche agenti sui rivestimenti in corrispondenza delle diverse opere in sotterraneo previste.

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in sotterraneo con l'assetto idrogeologico bisognerà adottare rivestimenti impermeabili alle basse coperture, per impedire ripercussioni alla superficie di un possibile abbassamento piezometrico. Alle alte coperture, interessando le opere ammassi rocciosi di bassa permeabilità, le portate emunte dalle gallerie non sono rilevanti in relazione al bilancio idrologico della zona né producono effetti in superficie. In questo caso diventa importante considerare le pressioni idrostatiche trasmesse ai rivestimenti, che possono essere molto elevate. Pertanto si dovrà agire in modo da drenare i rivestimenti quanto necessario a mantenere le pressioni dell'acqua nei limiti di sicurezza per la stabilità della struttura.

Le faglie, costituendo un'importante via preferenziale all'acqua con possibili ed estese ripercussioni in superficie, dovranno essere impermeabilizzate preventivamente all'avanzamento, agendo dal fronte medesimo delle gallerie.

Seguendo le linee guida ipotizzate sopra, per il tracciato in esame si hanno le seguenti conseguenze:

- Da inizio tracciato al km 23 tutte le gallerie in cui si prevede di adottare una metodologia di scavo tradizionale presentano un carico d'acqua inferiore a quello critico per il rivestimento. Si ritiene comunque opportuno impermeabilizzare le gallerie, ovvero non attivarne il drenaggio, per limitare le conseguenze dello scavo sull'assetto idrogeologico dell'area in esame;
- Per la Galleria di Valico, si prevede di impermeabilizzare i due tratti agli imbocchi per evitare il depauperamento della falda nelle zone di versante, più sensibili da un punto di vista ambientale. Ciò fino a che non si raggiunga un carico d'acqua di 120 metri, che rappresenta il carico limite accettabile dalla struttura di rivestimento. Per tutte le restanti tratte la galleria dovrà dunque essere drenata, in quanto il carico idraulico previsto è troppo elevato,
- Si prevede inoltre di trattare le faglie alle progressive 25+400, da 27+500 a 28 km, dal km 30 al km 38 per evitare improvvise venute d'acqua in galleria, che interferirebbero con l'avanzamento. Questo tipo di trattamento assolve inoltre anche ad un generale miglioramento geomeccanico della massa rocciosa, necessario ai fini della stabilità del cavo in fase di avanzamento.

Le portate emunte sono in genere trascurabili, praticamente nulle per le gallerie in scavo tradizionale, nelle quali il drenaggio sarà praticamente impedito, e non superiore a 250 l/s per la Galleria di Valico.

ALLEGATO 1 – Regione Veneto – Schede tecniche delle sorgenti rilevate

Fonte Boiadori [SR12]	pag. 44
Sorgente in Vulcaniti [SR14]	pag. 45
Sorgente Torre Alta [SR20]	pag. 46
[SR23]	pag. 47
[SR24]	pag. 48
Sorgente Barcarola [SR29]	pag. 49
Sorgente Rio Tevere [SR33]	pag. 50
[SR37]	pag. 51
Sorgente Rio Torretta [SR38bis]	pag. 52
Sorgente Rio Solo [SR43]	pag. 53
Sorgente Gorgo Santo [SR43]	pag. 54
Fosso Pedemonte [SR46]	pag. 55

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	FONTE BOIADORI [SR 12]
Località	VIA BOIADORI
Comune	COGOLLO DEL CENGIO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 47' 22" N – 11° 24' 11" E
Quota s.l.m.	260 m .
Portata (indicare stagione)	12-20 l\sec (marzo 2011)
Captata si\ no	NO
Secca stagionalmente\ ecc\ no	NO
Diffusa\ Localizzata	Localizzata i
Regimentata	Convogliata in pozzetto con scarico libero



Fonte Boiadori [SR12]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE IN VULCANITI [sr 14]
Località	ARSIERO
Comune	ARSIERO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 49' 51'' N – 11°22'31'' E
Quota s.l.m.	270 m.
Portata (indicare stagione)	0,02 l\sec [4 marzo 2011]
Captata si\no	No
Secca stagionalmente\ecc\no	--
Diffusa\Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si



Sorgente in Vulcaniti [SR14]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE TORRE ALTA [sr 20]
Località	TORRE ALTA
Comune	ARSIERO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 49' 51'' N – 11°22'30'' E
Quota s.l.m.	310 m.
Portata (indicare stagione)	5\10 l\sec [4 marzo 2011]
Captata si\no	No
Secca stagionalmente\ecc\no	No
Diffusa\Localizzata	Localizzata
Regimentata	No



Sorgente Torre Alta [SR20]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	[Sr 23]
Località	MEDA
Comune	VELO D'ASTICO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 46' 59" N - 11° 23' 50" E
Quota s.l.m.	270m c.a.
Portata (indicare stagione)	0,02 l\sec (4 marzo 2011)
Captata si\ no	No
Secca stagionalmente\ ecc\ no	No
Diffusa\ Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si (tubazioni)



[SR23]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	[Sr 24]
Località	MEDA
Comune	VELO D'ASTICO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 46' 47'' N - 11° 24' 9'' E
Quota s.l.m.	260m c.a.
Portata (indicare stagione)	--
Captata si\ no	Si, presenti pozzi e captazioni
Secca stagionalmente\ ecc\ no	--
Diffusa\ Localizzata	Localizzata
Regimentata	SI



[SR24]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE BARCAROLA [sr 29]
Località	BARCAROLA
Comune	VALDASTICO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 50' 23'' N – 11° 22' 11'' E
Quota s.l.m.	310 m c.a.
Portata (indicare stagione)	1\3 l\sec marzo 2011 (acqua in uscita)
Captata si\no	SI
Secca stagionalmente\ecc\no	--
Diffusa\Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si



Sorgente Barcarola [SR29]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE RIOTEVERE [sr 33]
Località	PEDESCALA
Comune	VALDASTICO
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 50' 23'' N – 11° 22' 11'' E
Quota s.l.m.	340 m c.a.
Portata (indicare stagione)	1-2 l\sec (6 marzo 2011)
Captata sì\no	NO
Secca stagionalmente\ecc\no	--
Diffusa\Localizzata	Diffusa, in un canale di 4\7 metri di ampiezza
Regimentata	NO



Sorgente Rio Tevere [SR33]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	[sr 37]
Località	VALPEGARA
Comune	VALDASTICO (S.PIETRO)
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 52' 28'' N – 11° 21' 1'' E
Quota s.l.m.	500 m. c.a.
Portata (indicare stagione)	1\5 l\sec (6 marzo 2011)
Captata si\no	SI
Secca stagionalmente\ecc\no	--
Diffusa\Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si, regimentazione idraulica presente



[SR37]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE RIO TORRETTA [sr 38bis]
Località	S.PIETRO
Comune	VALDASTICO (S.PIETRO)
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 53' 42'' N – 11° 21' 29'' E
Quota s.l.m.	370 m. c.a.
Portata (indicare stagione)	4\8 l\sec (6 marzo 2011) (alta portata estiva)
Captata sì\no	SI (a fondo valle)
Secca stagionalmente\ecc\no	NO
Diffusa\Localizzata	Diffusa (attività carsica profonda)
Regimentata	Si, regimentazione idraulica presente



NOTE: *Sorgente Rio Torretta; in dolomia giacitura 342/12° ; 0/14°. Sviluppo di 1500 m di cunicoli (attività speleologica subacquea presente).*

Sorgente Rio Torretta [SR38bis]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE RIO SOLO [sr 43]
Località	POSTA
Comune	PEDEMONTE
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 54' 30'' N – 11° 18' 50'' E
Quota s.l.m.	480 m c.a.
Portata (indicare stagione)	2\4 l\sec (6marzo 2011)
Captata sì\no	SI
Secca stagionalmente\ecc\no	--
Diffusa\Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si, regimentazione idraulica presente



Sorgente Rio Solo [SR43]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

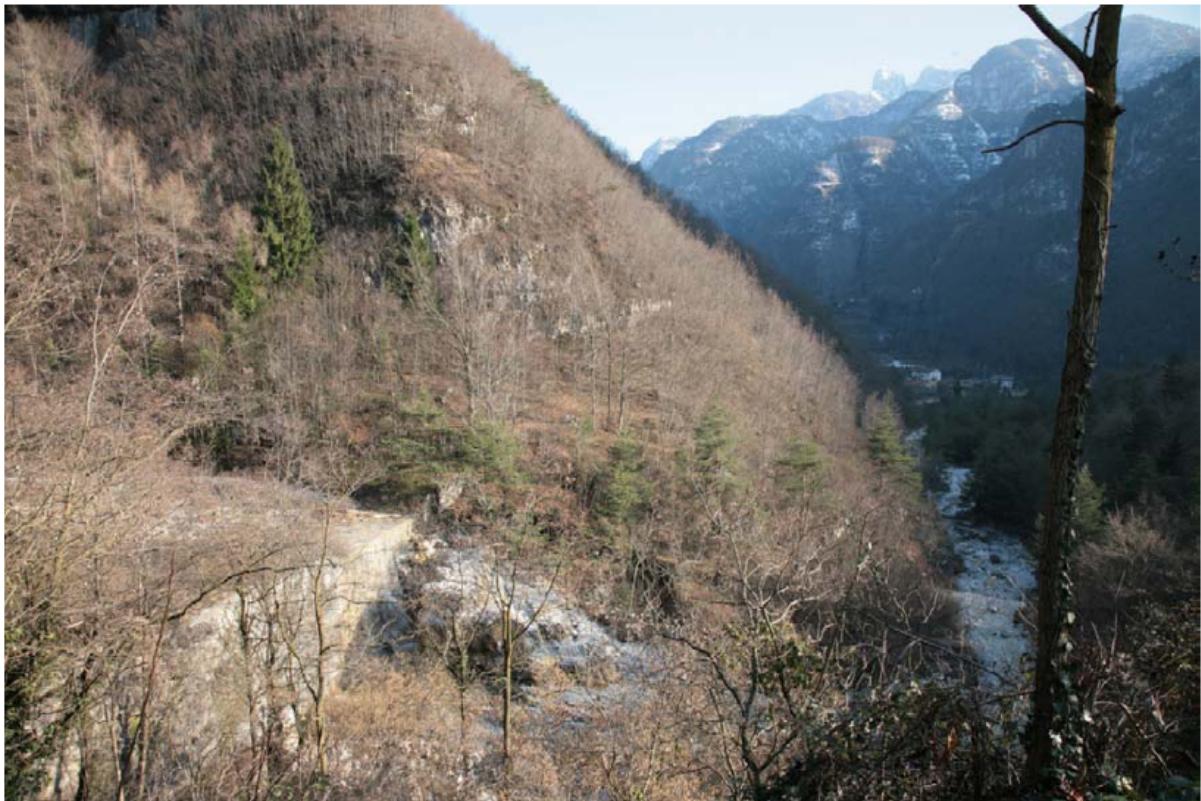
n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	SORGENTE GORGO SANTO [sr 43]
Località	POSTA
Comune	PEDEMONTE
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 54' 29" N – 11° 18' 47" E
Quota s.l.m.	500 m c.a.
Portata (indicare stagione)	3\5 l\sec (marzo 2011)
Captata si\ no	SI
Secca stagionalmente\ ecc\ no	--
Diffusa\ Localizzata	Localizzata
Regimentata	Si, regimentazione idraulica presente in paesino di POSTA.



Sorgente Gorgo Santo [SR43]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

n° stazione rilevamento (sr)\ denominazione	FOSSO PEDEMONTE [sr 46]
Località	PEDEMONTE
Comune	PEDEMONTE
Provincia	VICENZA
Coordinate geografiche	45° 54' 53" N – 11° 18' 22" E
Quota s.l.m.	500 m c.a.
Portata (indicare stagione)	>> 20 l\sec (marzo 2011)
Captata si\no	NO
Secca stagionalmente\ecc\no	NO
Diffusa\Localizzata	Diffusa , alveo carico di detriti
Regimentata	Regimentazione insufficiente e scarsa



Fosso Pedemonte [SR46]

**ALLEGATO 2 – Regione Trentino Alto Adige – Classificazione delle
sorgenti presenti**

Classificazione delle sorgenti presenti in base a:

- portata
- stagionalità
- tipologia

[ripreso da Catasto sorgenti – Protezione civile – Regione Trentino Alto Adige]

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

REGIONE TRENTO ALTO ADIGE – CATASTO SORGENTI – 2010 -

Cod. Sorgente	Nome	Località - Comune	Quota [m]	Captata	Portata l/s	Stagionale	Note	Tipologia
439	Rio Torretta	S. Pietro - Valdastico	370	si	4-7	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
1210	Acquetta	Caldonazzo	750	n.d.	5-30	si	da roccia	stagionale
1211	Valun pach	Caldonazzo	757	n.d.	15-30	si	da roccia	stagionale
1213	Masere dei fontani	Centa S. Nicolò	800	n.d.	0.1	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1214	Doss	Centa S. Nicolò	775	n.d.	0.8	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1215	Fontani 4 a	Centa S. Nicolò	803	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1216	Fontani	Centa S. Nicolò	865	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1217	Fontani 2 a	Centa S. Nicolò	850	n.d.	0.4	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1218	Fontani 3	Centa S. Nicolò	805	n.d.	0.1	si		stagionale
1219	Valletta destra stauderi	Centa S. Nicolò	920	n.d.	0-1	si	puntiforme	stagionale
1220	Stauderi	Centa S. Nicolò	930	n.d.	0,01-0,3	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1221	Zelè	Centa S. Nicolò	1050	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1222	Prai piani	Centa S. Nicolò	1115	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1223	Fondi	Centa S. Nicolò	1190	n.d.	0,35-5	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1224	Campioni	Centa S. Nicolò	1065	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1226	Val Cioli sup. Nord	Centa S. Nicolò	1040	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1227	Val Cioli alta	Centa S. Nicolò	1035	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1228	Cioli	Centa S. Nicolò	980	n.d.	0,14-0,3	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1230	Beverthal	Centa S. Nicolò	1000	n.d.	5-20	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
1231	Sotto K 19	Centa S. Nicolò	975	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1232	Croz del pasio	Centa S. Nicolò	1020	n.d.	0.1	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1233	Prai dei Pancheri nord	Centa S. Nicolò	1075	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1234	Prai dei Pacheri	Centa S. Nicolò	1100	n.d.	0.4	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1235	Val Tovara strada	Centa S. Nicolò	1123	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1236	Val Tovara bassa	Centa S. Nicolò	1160	n.d.	0.2	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1237	V. Tovara media	Centa S. Nicolò	1165	n.d.	0.5-1.5	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1238	V. Tovara Alta	Centa S. Nicolò	1170	n.d.	0.5	no	sorg. diffusa, in detrito	sorgente perenne, q < 10 l/s
1239	V. Tovara Bassa	Centa S. Nicolò	1070	n.d.	<0.5	no	in detrito	sorgente perenne, q < 10 l/s
1240	Sadeli	Centa S. Nicolò	1125	n.d.	0.3-1	no	in detrito	sorgente perenne, q < 10 l/s
1241	Acquetta 2	Centa S. Nicolò	1175	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1242	Acquetta 1	Centa S. Nicolò	1160	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1244	Menegoi	Centa S. Nicolò	1065	n.d.	0.23	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1245	Val del Poster	Centa S. Nicolò	1053	n.d.	5	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1246	Val del Poster	Centa S. Nicolò	1040	n.d.	0.2	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1247	Busa Locheri	Centa S. Nicolò	940	n.d.	0.1	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1248	Sadleri	Centa S. Nicolò	1010	n.d.	0,29-1,5	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1249	Masere	Centa S. Nicolò	965	n.d.	0,19-2,5	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1250	Croce del sindec	Centa S. Nicolò	1045	n.d.	0.2	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
1251	Lagheti	Centa S. Nicolò	1132	n.d.	2,2-5,7	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1252	Sindec	Centa S. Nicolò	1140	n.d.	0,49-1,5	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
1255	Fricca nuova bassa	Centa S. Nicolò	1132	n.d.	4-10	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1256	Fricca nuova media	Centa S. Nicolò	1135	n.d.	2-10	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1257	Fricca nuova alta	Centa S. Nicolò	1140	n.d.	1,5-9	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1259		Folgaria	1100	fontana	0.6	no	fontana	sorgente perenne, q < 10 l/s
1260	Fricca vecchia	Folgaria	1190	n.d.	0.6	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1261	Fricca vecchia	Folgaria	1190	n.d.	0,5-2,5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1262	Fricca vecchia	Folgaria	1210	n.d.	2-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1263	Fricca vecchia	Folgaria	1195	n.d.	0,6-1,5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1264	S. della salute	Folgaria	1275	n.d.	1-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1265	Bosco	Folgaria	1140	n.d.	1-3	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1266	Bosco	Folgaria	1140	n.d.	1-10	si	sviluppo lineare	stagionale
1267	S. Viti	Folgaria	1090	n.d.	0,5-7	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
1270	Presetta (per fontana di Lanzino)	Lavarone	1210	fontana	0,04-0,8	no	puntiforme, di fessura	sorgente perenne, q < 10 l/s
1271	Casara alta	Lavarone	1190	n.d.	0,1-1,8	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1272	Casara bassa	Lavarone	1165	n.d.	0.1	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1273	Casare	Lavarone	1167	n.d.	0.3	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
1274	Presetta di viti	Lavarone	1140	n.d.	0-0,3	si	puntiforme	stagionale
1275	Vasca e presa di viti	Lavarone	1130	n.d.	0-0,4	si	puntiforme	stagionale
3357	Dato non disponibile	Lavarone	1330	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3358	Dato non disponibile	Lavarone	1245	n.d.	0.1	si	diffusa, di contatto	stagionale
3362	Slaghenaufi	Lavarone	1265	n.d.	0.2	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
3363	Slaghenaufi	Lavarone	1295	n.d.	0.3	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
3364	Fontanella del fiorio	Lavarone	1290	n.d.	0,01-0,3	no	puntiforme, di fessura	sorgente perenne, q < 10 l/s
3365	Dato non disponibile	Lavarone	1320	n.d.	no dati	no	diffusa	no dati
3366	Dato non disponibile	Lavarone	1200	n.d.	0.4	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
3367	Gasperi	Lavarone	1230	n.d.	0.3	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
3368	Longhi	Lavarone	1220	n.d.	0,5-1,5	si		stagionale
3369		Lavarone	1215	n.d.	0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3370	Longhi	Lavarone	1210	n.d.	0.5	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3371		Lavarone	1140	n.d.	n.d.	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3372		Lavarone	1000	n.d.	n.d.	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Cod. Sorgente	Nome	Località - Comune	Quota [m]	Captata	Portata l/s	Stagionale	Note	Tipologia
3373	La Rimonta	Folgaria	900	Pres. di galleria drenante	0.5-1.5	n.d.	allineam. di sorgenti	sorgente perenne, q > 10 l/s
3374		Folgaria	965	n.d.	0.5-2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3375		Folgaria	995	n.d.	2-2.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3376	Buse alta	Folgaria	1040	si	0.7-1.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3379	Maio Alto	Folgaria	1050	n.d.	0.3-1.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3380	Maio Alto	Folgaria	1050	n.d.	0.2-0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3381	Maio Alto	Folgaria	1040	n.d.	0.2-0.5	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3382	Vecchia segheria	Folgaria	1050	n.d.	<0.6	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3383		Folgaria	1100	n.d.	0.5-1	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3384		Folgaria	1350	n.d.	<0.5	si		stagionale
3385		Folgaria	1320	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3386	Val Fredda	Folgaria	1330	n.d.	0.5-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3387		Folgaria	1260	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3388		Folgaria	1270	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3389	Vespenbach	Folgaria	1180	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3390	Prombis	Folgaria	1180	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3391	Perpruneri	Folgaria	1290	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3392	Cueli	Folgaria	1140	n.d.	1-1.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3393	Cueli Alta	Folgaria	1145	n.d.	1-2.5	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
3394	Malga Clama	Folgaria	1280	n.d.	1-1.5	n.d.		sorgente perenne, q < 10 l/s
3396	Dato non disponibile	Folgaria	1215	n.d.	0.1	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
3413	Malga grimme	Folgaria	1255	n.d.	0.2	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
3611	Struffi	Besenello	235	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3612	Alzelini	Besenello	240	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3613	Colapiccol	Besenello	300	n.d.	0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3614	Masera	Besenello	210	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
3615	Sottocastello	Besenello	200	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4198	Erspameri (prato faller)	Folgaria	1190	n.d.	0,15-0,4	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4199	Feller	Folgaria	1215	n.d.	0.2	si	diffusa	stagionale
4200	Espameri	Folgaria	1200	dismessa per inquinamento presunto	0,01-0,4	no dati	diffusa, di contatto	no dati
4201	Espameri	Folgaria	1190	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4202	Colpi sud	Folgaria	1220	n.d.	0,02-2	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4203	Colpi	Folgaria	1255	n.d.	0.5	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4204	Dato non disponibile	Folgaria	1290	n.d.	0.5	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4205	Ingher alta	Folgaria	1260	n.d.	1.5-2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4206	Colpi nord	Folgaria	1208	n.d.	0-0,05	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4207	Dato non disponibile	Folgaria	1175	n.d.	0.1	no	diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4208	Valle	Folgaria	1170	n.d.	2-10	no	orig. carsica	sorgente perenne, q < 10 l/s
4221	Mezzomonte	Folgaria	575	n.d.	1,5-30	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q > 10 l/s
4227	Fontanelle	Folgaria	1445	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4228	Cheizen alta	Folgaria	1350	n.d.	0.5-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4229	Cheizen bassa	Folgaria	1315	n.d.	3-10	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4230	Nocchi	Folgaria	1330	n.d.	0,05-0,5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4231	Ongher bassa	Folgaria	1250	n.d.	1.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4232	Negheli	Folgaria	1250	n.d.	0.5-10	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4233	Presa comunale	Folgaria	1235	n.d.	0.5-5	no	sorg. diffusa - un tempo presa comunale, ora abbandonata	sorgente perenne, q < 10 l/s
4234	Forrer	Folgaria	1310	n.d.	1-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4235		Folgaria	1410	n.d.	0.5-1	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4236	Val Rindele	Folgaria	1400	n.d.	<0.7	n.d.		sorgente perenne, q < 10 l/s
4237	Cason	Folgaria	585	n.d.	0-0,2	si	puntiforme, di contatto	stagionale
4238	Val di gola	Folgaria	450	n.d.	0,05-0,3	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4239	Rozzette besenello bassa	Folgaria	423	n.d.	1-3	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4240	Rozzette besenello media	Folgaria	426	n.d.	2,23-15	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q > 10 l/s
4242	Maso Trapp	Besenello	350	n.d.	0.05-0.5	n.d.		sorgente perenne, q < 10 l/s
4243	Don Bosco	Besenello	400	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4244	Dietrobeseo di fuori	Besenello	350	n.d.	0.2-2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4245	Maso dell'aria	Besenello	400	n.d.	0.2-2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4246	Dietrobeseo di dentro	Besenello	465	n.d.	0.1-1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4247	Compet	Besenello	520	n.d.	0.5-10	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4248	Gola	Besenello	930	n.d.	<0.5	si		stagionale
4249		Besenello	1195	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4250	Chior	Folgaria	1000	n.d.	10-30	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
4251	Bus del bech	Besenello	1710	n.d.	0.5	no	diffusa, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
4252	Val Tedesca	Besenello	1545	n.d.	0.1-0.5	n.d.		sorgente perenne, q < 10 l/s
4253	Acqua dello Spiz	Besenello	1460	n.d.	0.5-1	no	sorg. diffusa	sorgente perenne, q < 10 l/s
4254	Baito dei struffi	Besenello	1145	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4255	La Val	Besenello	975	n.d.	0.05-1.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4256	Busental	Besenello	670	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
4283	Brusaferro (ducati)	Trento	475	n.d.	0,27-0,65	no	puntiforme	sorgente perenne, q < 10 l/s
8878	Carpeneda	Folgaria	1055	n.d.	no dati	no		no dati
8879	Chiezen	Folgaria	1340	n.d.	no dati	n.d.		no dati
8880	Floz	Folgaria	1250	n.d.	no dati	n.d.		no dati

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Cod. Sorgente	Nome	Località - Comune	Quota [m]	Captata	Portata l/s	Stagionale	Note	Tipologia
8881	Eimela	Folgaria	1195	n.d.	no dati	n.d.		no dati
8884	Gionghi	Lavarone	1190	n.d.	no dati	no		no dati
8885	Oselli	Lavarone	1135	n.d.	no dati	n.d.		no dati
8887	Azzolini	Lavarone	1155	n.d.	no dati	no		no dati
9787	Sasso	Folgaria	1065	n.d.	0.1-0.5	no	allineam. di	sorgente perenne, q < 10 l/s
9991	Sasso	Folgaria	1070	n.d.	0.1-0.5	no	allineam. di	sorgente perenne, q < 10 l/s
10000	Peschiera	Folgaria	640	n.d.	no dati	n.d.		no dati
10001	Gall. Fricca	Folgaria	1090	n.d.	2.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10519	Sorgente conoti	Centa S. Nicolò	1065	n.d.	0.01	no	puntiforme, di contatto	sorgente perenne, q < 10 l/s
10593	Fricca vecchia	Folgaria	1190	n.d.	0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10594	Fricca vecchia	Folgaria	1195	n.d.	<0.1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10595	Fricca vecchia	Folgaria	1200	n.d.	0.3-0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10596	Fricca vecchia	Folgaria	1210	n.d.	<0.1	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10609	Perpruneri	Folgaria	1350	n.d.	0.2-0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10631	Prombis	Folgaria	1180	n.d.	0.2-0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10632	Vespenbach	Folgaria	1180	n.d.	0.2-0.7	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10682	Tambosi	Besenello	200	n.d.	no dati	n.d.		no dati
10683	Piva	Besenello	250	n.d.	0.2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10683	Piva	Besenello	254	n.d.	0.19	SI		stagionale
10684	Cesuret	Besenello	220	n.d.	0.07	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10685	Tommasi	Besenello	215	n.d.	0.2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10686	Piffer	Besenello	255	n.d.	0.2-0.3	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10687	Spiazzi	Besenello	305	n.d.	<0.5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
10791	Bosco centrale	Folgaria	1140	n.d.	1	no	allineam. di	sorgente perenne, q < 10 l/s
10792	Bosco sud	Folgaria	1145	n.d.	0.2-0.5	no	allineam. di	sorgente perenne, q < 10 l/s
	sorgente masera			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	fontana di etrobese			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente di quota 550			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente di quota 500			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente acqua nera			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente neghelli			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente cueli			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente busatti ovest			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente busatti est			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente busatti			captata in roccia fratturata o carsica	n.d.	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
	sorgente covel di rio malo			captata in roccia fratturata o carsica	n.d.	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
	sorgente covel dell'angiolona			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente nosellari est			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente nosellari ovest			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	emisario del lago lavarone			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente Bosco			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente gionghi			n.d.	n.d.	n.d.		no dati
	sorgente pom			captata in roccia fratturata o carsica	n.d.	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
	sorgente fiorentini			captata in roccia fratturata o carsica	n.d.	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
	sorgente slaghenaufl			n.d.	n.d.			no dati
sr 12	Sorgente Boiadori	via Boiadori - Cogollo del Cengio	260	no	12-20	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
sr 24		Meda - Velo d'Astico	260	si	no dati	no		sorgente perenne, q > 10 l/s
sr 20	Sorgente Torre Alta	Torre Alta - Arsiero	310	no	5-10	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 14		Meda - Velo d'Astico	270	no	0,02	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 29	Sorgente Barcarola	Barcarola - Valdastico	310	si	1-3	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 33	Sorgente Rio Tevere	Pedescala - Valdastico	340	no	1-2	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 37		Valpegara - Valdastico	500	si	1-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 43	Sorgente Rio Solo	Posta - Pedemonte	480	si	2-4	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 43bis	Sorgente Gorgo Santo	Posta - Pedemonte	500	si	3-5	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 46	Fosso Pedemonte	Pedemonte - Pedemonte	500	no	>>20	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 105	Sorgente Stenghelli	Stenghelli - Lavarone	1230	no	no dati	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 104	Sorgente Bertoldi	Bertoldi - Lavarone	1250	si	no dati	no		sorgente perenne, q < 10 l/s
sr 130	Sorgente Valimpach	San Nicolò - Centa San Nicolò	700	no	>>100	no		sorgente perenne, q < 10 l/s

Allegato 3 – Regione Trentino Alto Adige – Grotte carsiche nell’area di studio

Covelo di Rio Malo, ID PAT 12	pag. 61
Zahnloch, ID PAT 32	pag. 62
Crepaccio la spaccata, ID PAT 37	pag. 63
Antro ai Murazzi, ID PAT 107	pag. 64
Caverna Besenello, ID PAT 107	pag. 65
Coel dell’Angelona, ID PAT 230	pag. 66
Caverna sotto il Coel dell’Angelona, ID PAT 231	pag. 67
Covolo di Centa, ID PAT 1549	pag. 68

[Ripreso da: Catasto grotte carsiche – Provincia Autonoma di Trento]



Scheda Anagrafica grotta ID PAT 12

ID PAT:	<input type="text" value="12"/>	n. VT:	<input type="text" value="12"/>	invariante:	<input type="text" value="Si"/>	geosito:	<input type="text" value="Si"/>
nome cavità:	<input type="text" value="Covelo di Rio Malo"/>	<i>CTP</i> sezione: <input type="text" value="81080"/> ed: <input type="text" value="1983"/>					
nome località o alternativo:	<input type="text" value="Covelo di Pissavacca"/>						
comune:	<input type="text" value="LAVARONE"/>	nome: <input type="text" value="LAVARONE"/>					
località:	<input type="text" value="Piccoli"/>	annotazioni: <input type="text"/>					
valle:	<input type="text"/>						
monte:	<input type="text"/>						
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI LAVARONE"/>						
area carsica PUP:	<input type="text"/>						
unità geologica:	<input type="text" value="CALCARI GRIGI"/>						
età o piano:	<input type="text" value="HETTANGIANO?-DOMERIANO"/>						
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>			<i>dislivello</i>		
X (m):	<input type="text" value="675560"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="81"/>	totale (m):	<input type="text" value="35"/>		
Y (m):	<input type="text" value="5088436"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text" value="35"/>		
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="980"/>				negativo (m):	<input type="text"/>	

Covelo di Rio Malo, ID PAT 12

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 32

ID PAT:	<input type="text" value="32"/>	n. VT:	<input type="text" value="32"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="No"/>
nome cavità:	<input type="text" value="Zahnloch"/>	<i>CTP</i> sezione: <input type="text" value="81080"/> ed.: <input type="text" value="1983"/> nome: <input type="text" value="LAVARONE"/>					
nome località o alternativo:	<input type="text"/>						
comune:	<input type="text" value="LAVARONE"/>	annotazioni: <input type="text"/>					
località:	<input type="text" value="Piccoli"/>						
valle:	<input type="text"/>						
monte:	<input type="text"/>						
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI LAVARONE"/>						
area carsica PUP:	<input type="text"/>						
unità geologica:	<input type="text" value="CALCARI GRIGI"/>						
età o piano:	<input type="text" value="HETTANGIANO?-DOMERIANO"/>						
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>			<i>dislivello</i>		
X (m):	<input type="text" value="675588"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="30"/>	totale (m):	<input type="text" value="4"/>		
Y (m):	<input type="text" value="5088189"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>		
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="950"/>				negativo (m):	<input type="text" value="4"/>	

Zahnloch, ID PAT 32

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 37

ID PAT:	<input type="text" value="37"/>	n. VT:	<input type="text" value="37"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="Si"/>
nome cavità:	<input type="text" value="Crepaccio la spaccata"/>	<i>CTP</i> sezione: <input type="text" value="81080"/> ed.: <input type="text" value="1983"/> nome: <input type="text" value="LAVARONE"/>					
nome località o alternativo:	<input type="text" value="Lunt"/>						
comune:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>	annotazioni: <input type="text"/>					
località	<input type="text" value="Dazio"/>						
valle:	<input type="text"/>						
monte:	<input type="text"/>						
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI LAVARONE"/>						
area carsica PUP:	<input type="text"/>						
unità geologica:	<input type="text" value="CALCARI GRIGI"/>						
età o piano:	<input type="text" value="HETTANGIANO?-DOMERIANO"/>						
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>		<i>dislivello</i>			
X (m):	<input type="text" value="674916"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="50"/>	totale (m):	<input type="text" value="50"/>		
Y (m):	<input type="text" value="5088356"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>		
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="1035"/>			negativo (m):	<input type="text" value="50"/>		

Crepaccio la spaccata, ID PAT 37

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 107

ID PAT:	<input type="text" value="107"/>	n. VT:	<input type="text" value="107"/>	invariante:	<input type="text" value="Si"/>	geosito:	<input type="text" value="Si"/>																		
nome cavità:	<input type="text" value="Antro ai Murazzi"/>	<table border="1"><tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>CTP</i></td></tr><tr><td>sezione:</td><td><input type="text" value="81020"/></td><td>ed.:</td><td><input type="text" value="1983"/></td></tr><tr><td>nome:</td><td colspan="5"><input type="text" value="ALDENO"/></td></tr><tr><td>annotazioni:</td><td colspan="5"><input type="text"/></td></tr></table>						<i>CTP</i>		sezione:	<input type="text" value="81020"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>	nome:	<input type="text" value="ALDENO"/>					annotazioni:	<input type="text"/>				
<i>CTP</i>																									
sezione:	<input type="text" value="81020"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>																						
nome:	<input type="text" value="ALDENO"/>																								
annotazioni:	<input type="text"/>																								
nome località o alternativo:	<input type="text" value="Bus dela Vecia"/>																								
comune:	<input type="text" value="BESENELLO"/>																								
località	<input type="text" value="Murazzi - Dosso della Soga"/>																								
valle:	<input type="text" value="Valle dell'Adige"/>																								
monte:	<input type="text" value="Vigolana"/>																								
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="M.MARZOLA, VIGOLANA"/>																								
area carsica PUP:	<input type="text"/>																								
unità geologica:	<input type="text" value="DOLOMIA PRINCIPALE"/>																								
età o piano:	<input type="text" value="NORICO-RETICO"/>																								
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>		<i>dislivello</i>																					
X (m):	<input type="text" value="663703"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="10"/>	totale (m):	<input type="text"/>																				
Y (m):	<input type="text" value="5090951"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>																				
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="320"/>			negativo (m):	<input type="text"/>																				

Antro ai Murazzi, ID PAT 107

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 108

ID PAT:	<input type="text" value="108"/>	n. VT:	<input type="text" value="108"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="No"/>														
nome cavità:	<input type="text" value="Caverna Besenello"/>	<table border="1"><tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>CTP</i></td></tr><tr><td>sezione:</td><td><input type="text" value="81060"/></td><td>ed.:</td><td><input type="text" value="1983"/></td></tr><tr><td>nome:</td><td colspan="3"><input type="text" value="CALLIANO"/></td></tr><tr><td>annotazioni:</td><td colspan="3"><input type="text"/></td></tr></table>						<i>CTP</i>		sezione:	<input type="text" value="81060"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>	nome:	<input type="text" value="CALLIANO"/>			annotazioni:	<input type="text"/>		
<i>CTP</i>																					
sezione:	<input type="text" value="81060"/>							ed.:	<input type="text" value="1983"/>												
nome:	<input type="text" value="CALLIANO"/>																				
annotazioni:	<input type="text"/>																				
nome località o alternativo:	<input type="text"/>																				
comune:	<input type="text" value="BESENELLO"/>																				
località	<input type="text" value="Crocetta"/>																				
valle:	<input type="text" value="Val della Scaletta"/>																				
monte:	<input type="text" value="Vigolana"/>																				
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="M.MARZOLA, VIGOLANA"/>																				
area carsica PUP:	<input type="text"/>																				
unità geologica:	<input type="text" value="DOLOMIA PRINCIPALE"/>																				
età o piano:	<input type="text" value="NORICO-RETICO"/>																				
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>		<i>dislivello</i>																	
X (m):	<input type="text" value="664946"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="63"/>	totale (m):	<input type="text" value="20"/>																
Y (m):	<input type="text" value="5090337"/>	planimetrico (m):	<input type="text" value="34"/>	positivo (m):	<input type="text" value="20"/>																
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="590"/>			negativo (m):	<input type="text"/>																

Caverna Besenello, ID PAT 107

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 230

ID PAT:	<input type="text" value="230"/>	n. VT:	<input type="text" value="230"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="No"/>														
nome cavità:	<input type="text" value="Coel dell' Angelona"/>	<table border="1"><tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>CTP</i></td></tr><tr><td>sezione:</td><td><input type="text" value="81080"/></td><td>ed.:</td><td><input type="text" value="1983"/></td></tr><tr><td>nome:</td><td colspan="3"><input type="text" value="LAVARONE"/></td></tr><tr><td>annotazioni:</td><td colspan="3"><input type="text"/></td></tr></table>						<i>CTP</i>		sezione:	<input type="text" value="81080"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>	nome:	<input type="text" value="LAVARONE"/>			annotazioni:	<input type="text"/>		
<i>CTP</i>																					
sezione:	<input type="text" value="81080"/>							ed.:	<input type="text" value="1983"/>												
nome:	<input type="text" value="LAVARONE"/>																				
annotazioni:	<input type="text"/>																				
nome località o alternativo:	<input type="text"/>																				
comune:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>																				
località	<input type="text" value="Dazio"/>																				
valle:	<input type="text"/>																				
monte:	<input type="text"/>																				
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI LAVARONE"/>																				
area carsica PUP:	<input type="text"/>																				
unità geologica:	<input type="text" value="CALCARI GRIGI"/>																				
età o piano:	<input type="text" value="HETTANGIANO?-DOMERIANO"/>																				
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>		<i>dislivello</i>																	
X (m):	<input type="text" value="675147"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="7"/>	totale (m):	<input type="text"/>																
Y (m):	<input type="text" value="5088547"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>																
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="1040"/>			negativo (m):	<input type="text"/>																

Coel dell'Angelona, ID PAT 230

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 231

ID PAT:	<input type="text" value="231"/>	n. VT:	<input type="text" value="231"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="No"/>
nome cavità:	<input type="text" value="Caverna sotto il Coel dell' Angelona"/>			<i>CTP</i>			
nome località o alternativo:	<input type="text"/>			sezione:	<input type="text" value="81080"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>
comune:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>			nome:	<input type="text" value="LAVARONE"/>		
località	<input type="text" value="Dazio"/>			annotazioni:			
valle:	<input type="text"/>			<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>			
monte:	<input type="text"/>						
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI LAVARONE"/>						
area carsica PUP:	<input type="text"/>						
unità geologica:	<input type="text" value="CALCARI GRIGI"/>						
età o piano:	<input type="text" value="HETTANGIANO?-DOMERIANO"/>						
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>			<i>dislivello</i>		
X (m):	<input type="text" value="675147"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="7"/>	totale (m):	<input type="text" value="1"/>		
Y (m):	<input type="text" value="5088547"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>		
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="1032"/>				negativo (m):	<input type="text" value="1"/>	

Caverna sotto il Coel dell'Angelona, ID PAT 231

Scheda Anagrafica grotta ID PAT 1549

ID PAT:	<input type="text" value="1549"/>	n. VT:	<input type="text" value="1549"/>	invariante:	<input type="text" value="No"/>	geosito:	<input type="text" value="No"/>																		
nome cavità:	<input type="text" value="Covolo di Centa"/>	<table border="1"><tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>CTP</i></td></tr><tr><td>sezione:</td><td><input type="text" value="81070"/></td><td>ed.:</td><td><input type="text" value="1983"/></td></tr><tr><td>nome:</td><td colspan="3"><input type="text" value="FOLGARIA"/></td></tr><tr><td colspan="4">annotazioni:</td></tr><tr><td colspan="4"><div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div></td></tr></table>						<i>CTP</i>		sezione:	<input type="text" value="81070"/>	ed.:	<input type="text" value="1983"/>	nome:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>			annotazioni:				<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>			
<i>CTP</i>																									
sezione:	<input type="text" value="81070"/>							ed.:	<input type="text" value="1983"/>																
nome:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>																								
annotazioni:																									
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>																									
nome località o alternativo:	<input type="text" value="La Covela"/>																								
comune:	<input type="text" value="FOLGARIA"/>																								
località	<input type="text" value="Passo della Fricca"/>																								
valle:	<input type="text" value="Testata Val di Centa"/>																								
monte:	<input type="text" value="Vigolana"/>																								
dominio carsico PUP:	<input type="text" value="ALTOPIANO DI FOLGARIA"/>																								
area carsica PUP:	<input type="text"/>																								
unità geologica:	<input type="text" value="DOLOMIA PRINCIPALE"/>																								
età o piano:	<input type="text" value="NORICO-RETICO"/>																								
<i>coordinate</i>		<i>sviluppo</i>		<i>dislivello</i>																					
X (m):	<input type="text" value="671227"/>	spaziale (m):	<input type="text" value="6"/>	totale (m):	<input type="text"/>																				
Y (m):	<input type="text" value="5090476"/>	planimetrico (m):	<input type="text"/>	positivo (m):	<input type="text"/>																				
quota ingresso slm (m):	<input type="text" value="1090"/>			negativo (m):	<input type="text"/>																				

Covolo di Centa, ID PAT 1549