

PROGETTO VARIANTE TECNICA

CUNICOLO ESPLORATIVO LA MADDALENA
CUP J41C0700000001

STUDI COMPLEMENTARI PER IL CUNICOLO ESPLORATIVO DELLA MADDALENA

Verifica di ottemperanza alla Delibera CIPE 86/2010
Allegato 1: Prescrizione n. 5RELAZIONE DI QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO DI DEPAUPERAMENTO
DELLE CAPTAZIONI IDRICHE

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Validé par / Validato da
0	09/06/2011	Emissione per commenti	G. Ricci	L. Soldo	A. Eusebio
A	01/07/2011	Recepimento commenti LTF	G. Ricci	L. Soldo	A. Eusebio
B	07/07/2011	Emissione	G. Ricci	L. Soldo	A. Eusebio
C	10/08/2011	Emissione finale	G. Ricci	L. Soldo	A. Eusebio

N° Doc	P	P	2	M	S	1	G	I	A	0	1	0	2	C	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	MS1	//	//	01	00	00	10	02
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse BP 80631 F-73006
CHAMBERY CEDEX (France)
Tél.: +33 (0) 4.79.68.56.50 - Fax: +33 (0) 4.79.68.56.59
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Co-progetto
realizzato con il contributo
dell'Unione europea
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMARIO - TABLE DES MATIERES

SINTESI - RESUME

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Finalità del rapporto	4
1.2	Dati e documenti di base	5
2	QUADRO DEI PUNTI D'ACQUA PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO.....	6
3	METODOLOGIA ADOTTATA	8
3.1	Le variabili del DHI	8
3.2	Calcolo del DHI nell'area di studio	10
4	RISULTATI DELLA DETERMINAZIONE DEL DHI.....	12
4.1	Calcolo del DHI per la sorgente AST_511	12
4.2	Sorgenti Pratovecchio e Boscocedrino.....	15
5	ANALISI DEL GRADO DI VULNERABILITÀ CON L'AVANZAMENTO DELLO SCAVO DEL CUNICOLO.....	18
5.1	Settore d'imbocco del cunicolo.....	20
5.2	Sottoattraversamento del torrente Clarea.....	20
6	CONCLUSIONI.....	22

ALLEGATI:

Tabella dei dati di DHI

SINTESI – RESUME

La presente relazione fa parte degli studi complementari (Missione 1) per l'esecuzione del cunicolo esplorativo della Maddalena.

La missione 1 è finalizzata alla ricerca e valutazione delle soluzioni alternative di approvvigionamento idrico. In questa parte dello studio le sorgenti oggetto della relazione PP2/MS1/GIA/0101/PA/NOT e dei relativi allegati planimetrici sono valutate e classificate criticamente secondo una scala di vulnerabilità.

Il metodo di quantificazione della probabilità di isterilimento delle sorgenti tiene conto della loro natura, della loro localizzazione rispetto al tracciato in progetto e dello stato di fratturazione, e conseguentemente della permeabilità, dell'ammasso roccioso. L'impatto potenziale del progetto sulla rete di acque sotterranee e sulle sorgenti è risultato complessivamente trascurabile.

Ce rapport fait partie des études complémentaires (Mission 1) pour l'exécution de la galerie de reconnaissance de la Maddalena°.

La mission 1 est finalisée à la recherche et évaluation des solutions alternatives d'approvisionnement hydrique. Dans cette partie d'étude les sources décrites dans le rapport PP2/MS1/GIA/0101/PA/NOT et ses annexes sont évaluées et classifiées selon un 'échelle de vulnérabilité.

La méthode de quantification de la probabilité d'assèchement des sources considère leur nature, leur localisation par rapport au tracé de la galerie et l'état de fracturation et, par conséquence, de perméabilité de l'amas rocheux. L'impact potentiel du projet sur l'écoulement des eaux souterraines et sur les sources résulte négligeable.

1 INTRODUZIONE

1.1 Finalità del rapporto

La presente relazione è redatta nell'ambito degli studi complementari per il cunicolo esplorativo della Maddalena, per la presa di conoscenza e la valutazione delle potenziali interferenze di natura idrogeologica.

Nell'ambito della Missione 1, dopo la caratterizzazione idrogeologica dell'area attraversata dal Progetto (riportata nella Relazione di Caratterizzazione Preliminare MS1/GIA/0101/C) questo rapporto valuta la potenziale interferenza del Progetto del cunicolo sul quadro idrogeologico e fornisce gli ambiti per sviluppare, nel prosieguo della Missione, la ricerca e la valutazione delle soluzioni alternative di approvvigionamento idrico.

In questo rapporto si fa riferimento al quadro idrogeologico e progettuale riportato nella relazione PP2/MS1/GIA/0101/C e nei relativi allegati planimetrici (Schema idrostrutturale (scala 1:10000 e 1:5000), cod. elab. PP2/MS1/GIA/0103/C; Carta delle portate di magra delle sorgenti (1:10000), cod. elab. PP2/MS1/GIA/0104/C; Carta delle portate medie delle sorgenti (1:10000), cod. elab. PP2/MS1/GIA/0105/C), con lo scopo principale di quantificare il rischio di depauperamento delle captazioni idriche nell'area di studio.

Nei paragrafi successivi sono esposte:

- la valutazione del quadro delle captazioni/sorgenti presenti nell'area interessata dallo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena;
- l'aggiornamento della classificazione delle sorgenti a rischio secondo una scala di vulnerabilità;
- la definizione di un quadro di rischio-interferenza rispetto allo stato di avanzamento dello scavo del cunicolo della Maddalena.

La presente relazione è corredata dai seguenti elaborati planimetrici:

- Carta dei punti d'acqua potenzialmente soggetti a riduzione di portata (1:10000) - PP2/MS1/GIA/0106/C;
- Carta del massimo deficit di portata in regime di magra (1:10000) - PP2/MS1/GIA/0107/C.

1.2 Dati e documenti di base

I dati e i concetti dei paragrafi successivi sono basati su quanto esposto nella documentazione indicata nell'elenco elaborati allegato al Capitolato Tecnico e in particolare negli studi di seguito elencati:

- “*Studio degli interventi di compensazione a fronte della potenziale interferenza con fonti di approvvigionamento potabile*” del Cunicolo Esplorativo di Venaus” (2005) (PRE/4048/HYDR/RE)

Lo studio PRE/4048/HYDR/RE comprende una relazione idrogeologica e la cartografia di censimento delle sorgenti; oltre all'analisi dei dati di monitoraggio delle sorgenti, in questo rapporto si fa riferimento alle considerazioni sull'impatto degli scavi in galleria sulle acque sotterranee (AST) considerate.

- Progetto Definitivo della Galleria della Maddalena (agosto 2009); comprende una relazione (MA1/ITF/0102/A), la cartografia geologica (carta: MA1/ITF/0107; profilo e sezioni: MA1/ITF/0109/A e 0110/A) e idrogeologica (carta: MA1/ITF/0103/A; profilo e sezioni: MA1/ITF/0105/A e MA1/ITF/0106/A) generali, alla scala 1:5000 e carta, profilo e sezioni per la zona di imbocco del cunicolo (geologia: MA1/ITF/0111/B, idrogeologia: MA1/ITF/0112/B, entrambe alla scala 1:2000); in particolare si fa riferimento all'analisi dell'impatto della galleria sulla circolazione idrica locale.
- Relazioni Piano di Monitoraggio Ambientale e SIA redatte in ambito di Progetto Definitivo (PP2/MRI/SEA/0095/D, PP2/MRI/SEA/0316/B).
- Rilevamento geologico di superficie realizzato nel 2009 (PPD/RDS/SEA/0009), incluse le carte geologico-strutturale (PP2/RDS/SEA/0009) e geomorfologica (PP2/RDS/SEA/0016).
- Censimento delle risorse idriche (2009 – 2011, SEA Consulting); consta della Carta dei punti acqua (comuni di Giaglione, Chiomonte e Exilles) osservati nel periodo 2009/10 (PP2/MRI/SEA/0316), e di tutti i dati di monitoraggio idrico delle sorgenti in corso da novembre 2009 (PP2/MRI/SEA/143-144).
- Documentazione geologica e idrogeologica relativa alla Revisione del Progetto Preliminare, la quale include: Relazione Geologica Generale – Tunnel di Base (PP2/C3B/TS3/0080), Relazione idrogeologica di sintesi (PP2/C3B/TS3/0046), Carta idrogeologica generale (PP2/C3B/TS3/0047), Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti (PP2/C3B/TS3/0051), Carta del rischio di impatto sulle sorgenti 1 e 2/2 (PP2/C3B/TS3/0052-0053), Studio idrogeologico del comune di Chiomonte (2010), (PP2/MRI/SEA/0002).

2 QUADRO DEI PUNTI D'ACQUA PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio di quest'analisi include tutte le sorgenti ed i punti d'acqua descritti nella Relazione di Caratterizzazione Preliminare (Cod. MS1/GIA/0101/C) che, sulla base delle caratteristiche idrogeologiche della regione in cui si sviluppa il tracciato, sono stati cautelativamente considerati sottesi dal cunicolo della Maddalena (Figura 2.1).

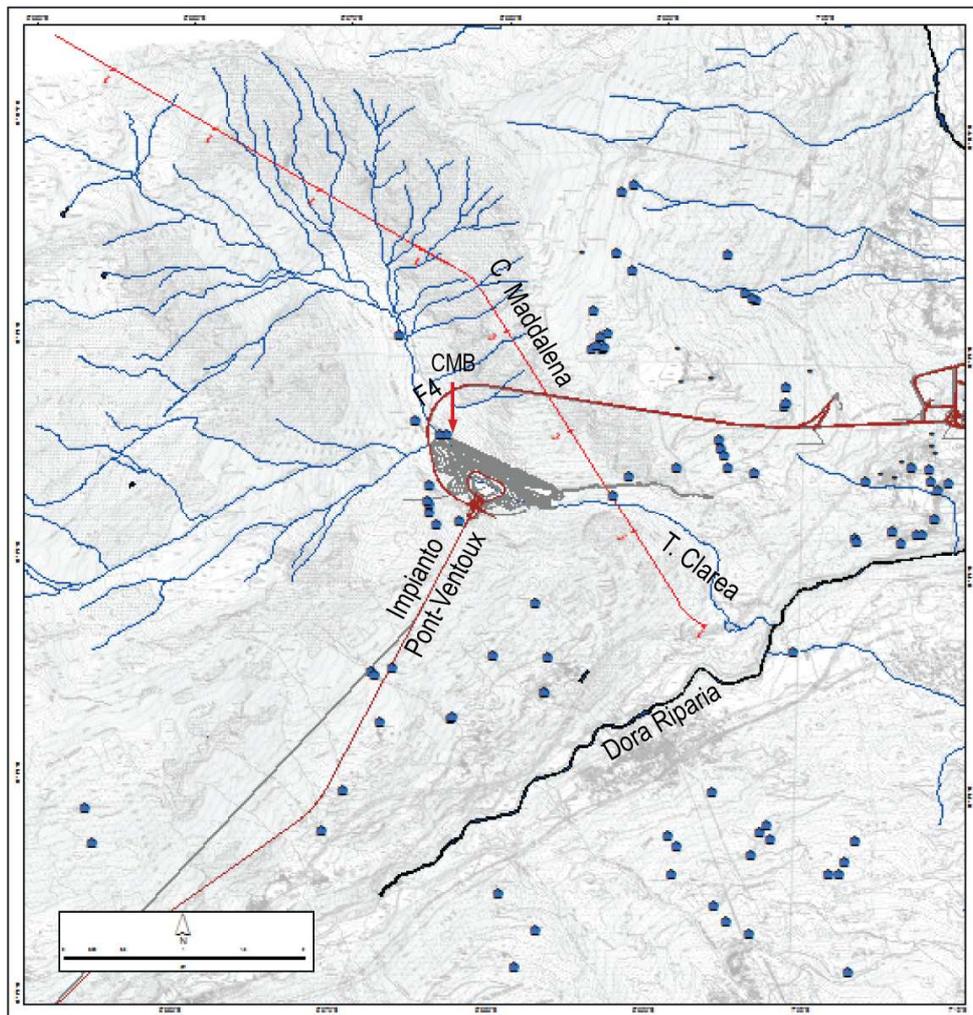


Figura 2.1 Rappresentazione dell'area di studio e delle sorgenti analizzate. CMB: Canale Maria Bona.

In particolare, come mostrato in dettaglio negli elaborati grafici allegati, sono state prese in considerazione tutte le sorgenti conosciute

- del versante sinistro idrografico della Valle di Susa a monte della confluenza del torrente Clarea,
- della valle Clarea,

- del versante di Giaglione, ad est dello spartiacque idrografico tra la valle Clarea e la val Cenischia,
- del versante della val Cenischia ad est e nord-est dello spartiacque idrografico tra la valle Clarea e la val Cenischia (settore compreso tra Pra Piano e Venaus, nel territorio comunale di Giaglione).

Per quanto riguarda il versante idrografico destro della valle di Susa, nel territorio di Chiomonte, questo è stato escluso sulla base dei risultati dell'apposito studio idrogeologico condotto nel 2010 (PP2/MRI/SEA/0002), nel quale si dimostra come i lavori dello scavo del cunicolo non interferiscano con i punti acqua in esso localizzati.

In quest'area sono state quindi considerate tredici sorgenti idropotabili e settantuno sorgenti non idropotabili. I suddetti punti acqua sono localizzati per la maggior parte nei comuni di Giaglione e Chiomonte, e subordinatamente in quello di Exilles (Allegato 1 alla relazione PP2/MS1/GIA/0101/C).

3 METODOLOGIA ADOTTATA

Il modo in cui le acque sotterranee possono influenzare le tecniche di scavo e il progetto di gallerie è uno degli aspetti della progettazione, peraltro largamente studiato in letteratura, che viene normalmente affrontato in fase progettuale. In aggiunta, la progettazione di gallerie comprende anche la valutazione del problema inverso, ovvero quello dell'impatto che la galleria può avere sull'ambiente circostante. Questo impatto, per ognuna delle sorgenti conosciute, può essere quantificato in termini probabilistici mediante il metodo denominato Drawdown Hazard Index (DHI, Dematteis et al. 2001¹). Di seguito si riporta la descrizione del metodo, che prevede criteri di attribuzione dei parametri utili a caratterizzare ogni singolo punto acqua rispetto alla tratta di galleria di riferimento. Si tralascia invece tutta la parte descrittiva della teoria delle matrici su cui si basa il metodo del DHI. Per una trattazione dettagliata di questa parte si rimanda alla lettura diretta della fonte bibliografica citata o alla documentazione dell'APR a cui si fa riferimento (n°doc APR 0050 C AP).

3.1 Le variabili del DHI

Il sistema acquifero – galleria è rappresentato da 8 variabili, che sono in relazione con il fenomeno di abbassamento della falda e dell'isterilimento delle sorgenti.

Al fine di realizzare il calcolo dell'indice di probabilità di inaridimento dei punti d'acqua (DHI), a ogni sorgente viene assegnato il valore numerico di ognuna delle variabili descritte oltre. Tale valore rappresenta la condizione idrogeologica tipica per quel punto d'acqua. L'attribuzione del valore numerico della variabile obbedisce sempre al criterio seguente: valore basso per la condizione di minor probabilità di isterilimento e valore elevato per quella di maggiore probabilità.

Frequenza di fratturazione (FF) – La presenza di fratture maggiori o minori che intersecano la galleria condiziona direttamente la possibilità di drenaggio che essa ha sul massiccio: una maggiore fratturazione determina una maggiore permeabilità e, di conseguenza, una maggiore possibilità di flusso. La frequenza di fratturazione influenza, inoltre, due delle variabili fondamentali descritte nel seguito: la permeabilità del massiccio e l'ampiezza della zona plastica sul contorno della galleria (che aumenta con essa).

Permeabilità del massiccio (MK) – Si tratta del grado di permeabilità assegnato ai vari complessi acquiferi intersecati dalla galleria. Tale variabile considera sia la permeabilità dovuta alla componente omogenea della fratturazione (conducibilità delle fratture che

¹ Dematteis, A., Kalamaras, G., Eusebio, A. (2001). "A systems approach for evaluating springs drawdown due to tunnelling", AITES-ITA 2001 World Tunnel Congress, Milano, Italy 10-13 June, II, pp. 257-264.

normalmente caratterizzano l'acquifero), sia la permeabilità intrinseca della matrice rocciosa (sistema a doppia porosità) e descrive un grado di permeabilità equivalente del complesso.

Spessore della copertura (OV) - Lo spessore della copertura influenza l'effetto drenante della galleria sia nell'intorno del cavo, nella zona plastica, che nel massiccio, dove si osserva una progressiva chiusura delle fratture con la profondità dovuta alla variazione delle condizioni locali di stress.

Ampiezza della zona plastica (PZ) - La zona plastica che si forma nell'intorno dello scavo per effetto della perturbazione del campo locale di stress corrisponde ad una fascia più intensamente fratturata e quindi di permeabilità maggiore, di ampiezza variabile fra 0 e 2-3 volte il diametro del cavo. L'estensione della zona plastica è funzione del diametro della galleria, dello spessore della copertura, delle tecniche di scavo adottate e, più in generale, delle caratteristiche geomeccaniche del massiccio.

Distanza dal tunnel (DT) - Questa variabile è stata valutata determinando la minima distanza in pianta e la differenza di quota fra sorgente e galleria. La quota della galleria è stata calcolata considerando la pendenza media del tracciato. Tale calcolo ha richiesto la valutazione preventiva della progressiva di ciascuna sorgente lungo lo sviluppo del tracciato, determinando i punti di intersezione fra la linea del tracciato e le linee rappresentanti la minima distanza in pianta di ciascuna sorgente dal tracciato stesso. Nel caso di sorgenti legate a strutture acquifere che intersecano il tracciato con angolo non retto, allora la proiezione della sorgente è stata eseguita lungo la direzione della struttura. Per distanze inferiori a 200 m l'effetto è massimo e per distanze superiori a 5.000 m l'effetto è nullo.

Intersezione con zone di faglia o carsiche (IF): questa variabile tiene in considerazione la presenza di zone ad elevata connettività idraulica tra la sorgente e la galleria. In presenza di zone di faglia permeabili o di livelli particolarmente conduttivi che intersecano il tracciato della galleria ed ai quali una determinata sorgente è collegata, si viene a creare un'ideale continuità idraulica tra i due punti. In queste condizioni la probabilità di isterilimento cresce drasticamente.

Tipo di sorgente (TS) - Sono stati distinti tre tipi di sorgente: superficiale, profonda e mista. Nel caso delle sorgenti superficiali l'emergenza idrica è alimentata dai terreni di copertura quaternaria o da una variazione locale dell'intensità di fratturazione della parte corticale del substrato; l'emergenza in questi casi è sovente localizzata in corrispondenza di rotture morfologiche del versante ed è alimentata da sistemi di flusso locali. Le sorgenti profonde sono generalmente alimentate da sistemi di flusso più estesi, sviluppati all'interno del substrato roccioso; esse possono emergere in corrispondenza di un limite di permeabilità rappresentato da faglie o da contatti tettonici o stratigrafici. Le sorgenti miste rappresentano

un caso intermedio, presentando alimentazione sia superficiale che profonda, con percentuali variabili. I criteri di valutazione indiretta che sono stati utilizzati sono:

- la natura geologica dell'acquifero;
- l'altitudine dell'emergenza;
- l'evoluzione nel tempo dei valori (quando disponibili) di conducibilità elettrica (CE), temperatura e portata. Una relativa stabilità della temperatura, della CE e della portata e un valore abbastanza elevato della CE rispetto alla geologia dell'acquifero indicano una circolazione lunga e profonda (tipo 2). Una maggiore variabilità delle portate indica spesso un contributo superficiale (tipo 1,5). La variabilità elevata dei tre criteri, o una sorgente non perenne, caratterizzano i circuiti superficiali (tipo 1).

Effetto topografico (ET): si tratta di una variabile che considera l'ubicazione della sorgente e della galleria sullo stesso versante o su versanti diversi (parametro versante) e la loro reciproca posizione in quota (parametro quota). Nello schema concettuale di Figura 3.1 sono esemplificati i casi possibili, valutati numericamente nella tabella a destra. Il valore assegnato alla variabile ET risulta essere la media dei due parametri versante e quota, assumendo, come per tutte le altre variabili, un valore 1 per la condizione di minor probabilità di isterilimento e un valore 2 per quella di maggiore probabilità.

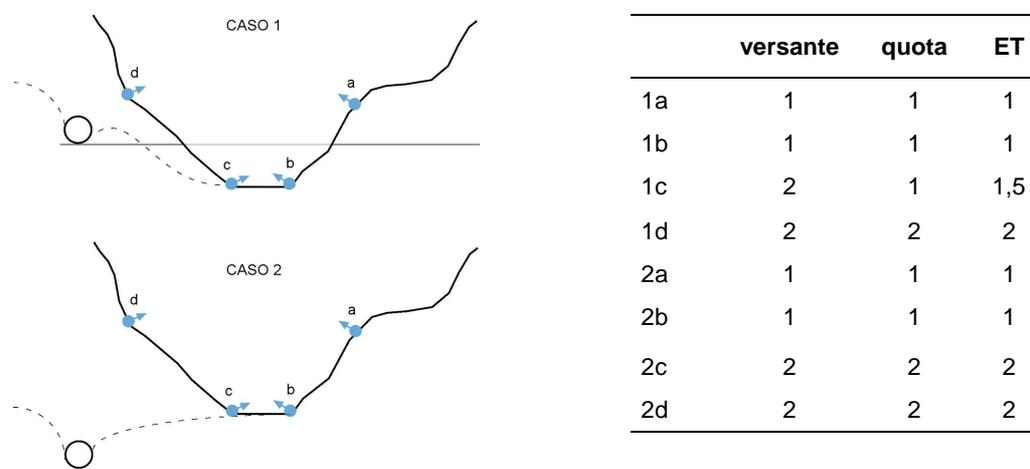


Figura 3.1 Esempificazione concettuale dell'Effetto Topografico (ET). Nella tabella a destra è mostrato il calcolo dei valori assegnati ad ET per ogni possibilità. Il caso 1a coincide con 2a e 2b, il caso 1d coincide con 2c e 2d.

3.2 Calcolo del DHI nell'area di studio

Poiché le variabili FF, MK, OV, PZ sono tutte riferite alle condizioni geomeccaniche ed idrogeologiche previste lungo il tracciato della galleria, è stato necessario proiettare, in pianta, ogni punto d'acqua sul tracciato. Questa operazione ha permesso di determinare la

progressiva di riferimento del punto d'acqua, e ricavare i valori delle variabili in base alle condizioni geomeccaniche ed idrogeologiche previste lungo l'asse della galleria. I valori sono stati assegnati considerando una fascia di 250 m attorno alla proiezione della sorgente sull'asse, poiché si ritiene che, nel caso specifico, le interazioni maggiori si possano manifestare in questo intervallo in funzione della fratturazione dell'ammasso. L'insieme di questi fattori determina il potenziale di drenaggio (PI) del tratto di galleria esaminato.

Da un punto di vista operativo, per l'assegnazione del valore della variabile FF ad ogni singolo punto d'acqua si è considerato che le faglie e le zone di fratturazione influenzino la galleria per un tratto maggiorato di 50 m per parte rispetto alla loro ubicazione sul profilo di Progetto Definitivo.

Per la valutazione di PZ si son presi in considerazione solo due casi estremi: una zona plastica di dimensioni "normali", estesa fino a due volte il raggio di scavo, prevedibile in ammassi rocciosi di buona o discreta qualità (PZ=0) e una zona plastica di dimensioni "estese" (più estesa del diametro della galleria, PZ=1) in ammassi rocciosi di qualità peggiori alle precedenti. Per tutti i casi esaminati si è attribuito un valore di PZ pari a 0.

Per quanto riguarda la variabile IF si sono considerate come collegate da faglie solo le sorgenti situate sopra una faglia o una zona di taglio.

Per altre variabili i valori vanno calcolati/attribuiti caso per caso. Come emerge dalla descrizione delle variabili il tipo di sorgente è specifico di ogni punto d'acqua, a prescindere dalla tipologia della galleria in analisi. Quando non era chiaro se si trattasse di sorgente superficiale, profonda o mista, il punto veniva considerato come sorgente mista.

Analogamente, il valore dell'effetto topografico può essere 1, 1,5 o 2 in base alla posizione della sorgente rispetto alla galleria: 2 = dist. vert. > 0 e stesso versante; 1,5 = dist. vert. > 0 e altro versante o dist. vert. < 0 e stesso versante; 1 = dist. vert. < 0 e altro versante.

4 RISULTATI DELLA DETERMINAZIONE DEL DHI

Il quadro di rischio d'isterilimento delle 85 sorgenti (idropotabili e non) analizzate lungo il tracciato del cunicolo della Maddalena è presentato in Tabella 4.1:

Tabella 4.1 Sintesi dell'analisi DHI per tutte le sorgenti analizzate.

DHI		Probabilità di isterilimento	N.	%
1	0-0.1	da nullo a molto basso	84	99%
2	0.1-0.2	da basso a medio	1	1%
3	0.2-0.3	medio	0	0%
4	0.3-1	da medio a elevato	0	0%

La quasi totalità delle sorgenti ricade nella prima classe DHI, che corrisponde ad una condizione di assenza di rischio di isterilimento. I dati completi del calcolo del DHI, per le sorgenti sia idropotabili che non potabili, sono in Allegato 1.

Questo risultato pare coerente

1. con l'assetto idrogeologico riscontrato nell'area, e cioè caratterizzato da sorgenti legate prevalentemente a falde superficiali alimentate:
 - da depositi detritico colluviali di versante;
 - dalla fascia corticale di fratturazione e alterazione dell'ammasso roccioso;
 - dai depositi alluvionali del fondovalle del torrente Clarea;
2. con la posizione della galleria, la quale non interseca mai questi acquiferi, se non nella zona di imbocco (fortunatamente priva di sorgenti).

Solo la sorgente AST_511 ricade nella classe DHI 2, che presenta una probabilità d'isterilimento da bassa a media. Nel paragrafo successivo è illustrato il contesto di questa sorgente.

Le sorgenti idropotabili Pratovecchio e Boscocedrina che alimentano l'acquedotto di Giaglione non risultano a rischio di isterilimento. Poiché esse risultavano classificate DHI=2 (rischio medio-basso) in ambito di Progetto Definitivo, uno specifico paragrafo viene dedicato alla spiegazione del risultato della presente analisi.

4.1 Calcolo del DHI per la sorgente AST_511

La sola sorgente AST_511 ricade nella classe di DHI 2 (rischio medio-basso), con un indice di probabilità d'isterilimento pari a 0,12 (Tabella 4.2).

Tabella 4.2 Sintesi dei valori dei fattori chiave e delle variabili di sistema usate per il calcolo del DHI e definite nelle sezioni 3.1 e 3.2 di questa relazione. Si fa qui riferimento alle sorgenti idropotabili analizzate e alla sola sorgente non idropotabile risultata a rischio (in giallo). Sotto la tabella del DHI sono riportati i criteri usati per attribuire i valori di ciascuna variabile. C.I. = complesso idrogeologico.

Codice Sorgente	FATTORI CHIAVE DEL SISTEMA					VARIABILI FONDAMENTALI DEL SISTEMA					RISULTATI	
	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Tipo di Sorgente	Effetto Topografico	Frequenza di Fratturazione	Permeabilità del Massiccio	Spessore della copertura	Ampiezza della Zona Plastica	Potenziale di Drenaggio	Indice di Probabilità di Isterilimento	Classe DHI	
	DT	IF	IS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI		
AST 009	1.2	1	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1	
AST 010	1.2	1	1	1	1.00	0.25	0.1	0	0.48	0.04	1	
AST 011	1.1	1	1	2	1.00	0.25	0.1	0	0.48	0.07	1	
AST 218	1.2	1	1.5	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1	
AST 441	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1	
AST 445	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.06	1	
AST 446	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.06	1	
AST 511	1.5	1	1.5	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.12	2	
AST 694	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1	
AST 695	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1	
AST 696	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1	
AST 697	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1	
AST 701	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.02	1	
Dist < 200 m = 1,9	intersezione con faglie che tagliano la galleria = 2	sorgente profonda (alimentata dal substrato roccioso) = 2	2 = dist. vert. > 0 e stesso versante		faglie/zone di fratturazione/dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica = 0,9	permeabilità molto alta = 0,9 (C.I. 1, Q)	copertura < 50 m = 0,9	zona plastica > diametro galleria = 1				
200 m < Dist < 500 m = 1,5	nessuna intersezione = 1	sorgente mista = 1,5	1,5 = dist. vert. > 0 e altro versante o dist. vert. < 0 e stesso versante		faglie/zone di fratturazione/dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica = 0,75	permeabilità alta = 0,75 (C.I. 3)	50 m < copertura < 100 m = 0,5	zona plastica < diametro galleria = 0				
500m < Dist < 1000 m = 1,2		sorgente superficiale (alimentata da depositi quaternari) = 1	1 = dist. vert. < 0 e altro versante		faglie/zone di fratturazione/dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica = 0,6	permeabilità media = 0,5 (C.I. 2, 7a)	100 m < copertura < 500 m = 0,2					
1000m < Dist Ass < 5000m = 1,1					dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica = 0,2	permeabilità bassa = 0,25 (C.I. 4a, 4b, 5, 6, 8b)	copertura > 500 m = 0,1					
Dist Ass > 5000m = 0					assenza = 0,1	permeabilità bassa-molto bassa = 0,1 (C.I. 4c, 7b, 8a)						

Questa sorgente si trova immediatamente a nord dell'intersezione tra il corso del Clarea e del tracciato del cunicolo Maddalena (Figura 4.1).

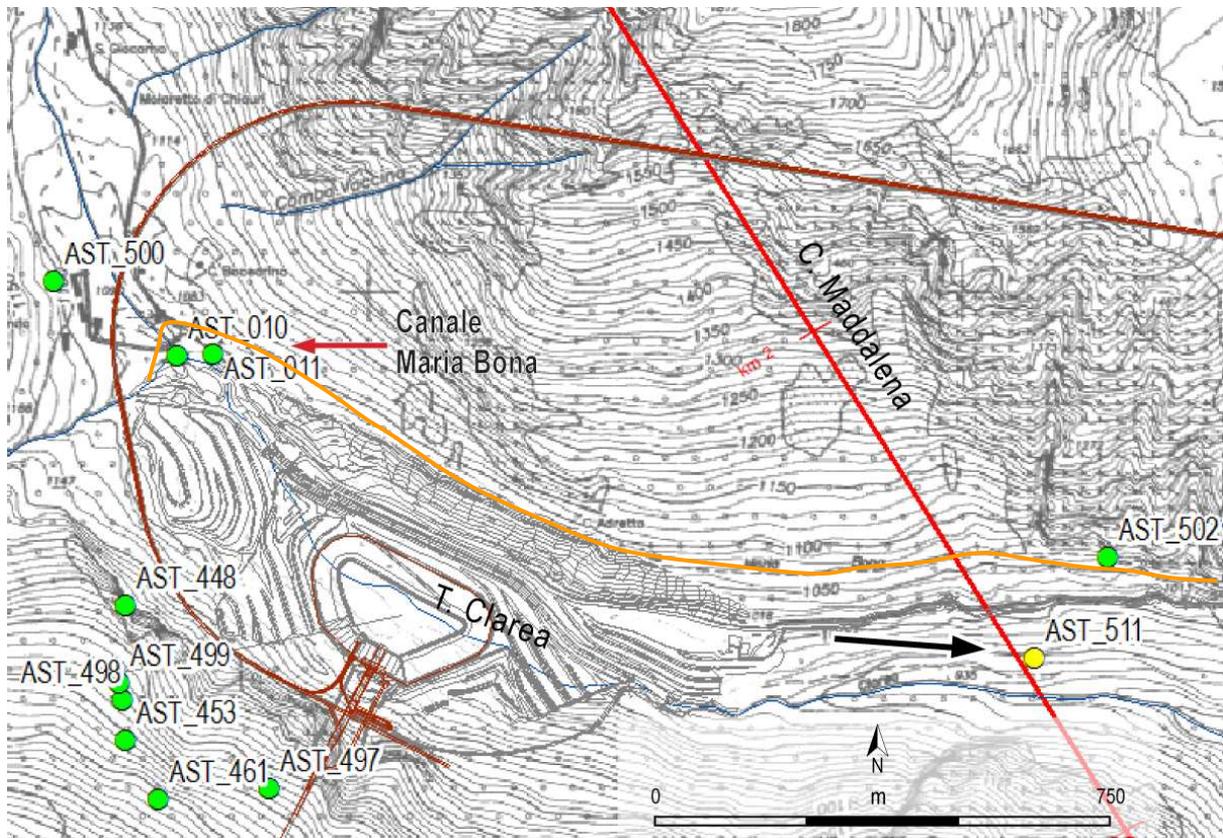


Figura 4.1 Estratto dalla carta del DHI (MS1/GIA/0101/C). Sono rappresentate le sorgenti Pratovecchio e Boscocedrino (AST_010 e 011), la sorgente a rischio medio-basso AST_511 e la traccia del Canale Maria Bona (in arancione).

Si tratta di una sorgente che, sulla base dei monitoraggi di portata e soprattutto chimici condotti da LTF nel periodo 2009-2011, risulta essere alimentata in parte da una perdita del Canale Maria Bona e in parte dal basamento. Poiché essa si trova molto vicino all'asse del tracciato, in prossimità del sottoattraversamento del torrente Clarea da parte del cunicolo, se la presenza e l'estensione di una zona di taglio in questa zona fossero accertate, esisterebbe una probabilità di drenaggio della parte di acqua proveniente dal basamento.

La criticità della sorgente AST_511 è quindi dovuta, oltre alla sua prossimità al sottoattraversamento del torrente Clarea (Pk 1+250, cfr. Figura 4.1) anche alla presenza di una presunta fascia di fratturazione (orientata N60°-70°E e ad alto angolo d'immersione) che attraversa l'ammasso roccioso poco oltre il corso d'acqua (alla PK 1+300 circa), ed intersecante l'alveo del Clarea sotto depositi torrentizi potenti, in questo punto, una ventina di metri. In questo contesto, la diretta connessione di eventuali sistemi di flusso ricaricati dai depositi torrentizi del Clarea lungo la presunta zona di taglio potrebbe veicolare le acque a quota galleria. In merito alla possibile interferenza tra il sottoattraversamento del Clarea

occorre però ricordare che è previsto un trattamento di impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso nel tratto di sottoattraversamento del torrente Clarea, accorgimento che sarà recepito nel Progetto Esecutivo.

All'eventuale isterilimento della sorgente AST_511 non seguirebbe, in ogni caso, alcun deficit idrico, in quanto la sua portata minima è 0 l/s (12 misure di portata su 19 misure eseguite tra agosto 2009 e aprile 2011). Va inoltre segnalato che la sorgente non è captata e pertanto non alimenta acquedotti privati o pubblici.

Simili condizioni di rischio non sono verificate per la vicina sorgente AST_502, che è stata interpretata come alimentata totalmente da una perdita del vicino Canale Maria Bona (Rapporto Finale Rete Maddalena novembre 2009 – dicembre 2010, PP2/MRI/SEA/0095/D).

4.2 Sorgenti Pratovecchio e Boscocedrino

Gli indici di probabilità d'isterilimento ottenuti per le sorgenti Pratovecchio (AST_010) e Boscocedrino (AST_011) risultano pari a 0,04 e 0,07, rispettivamente (DHI=1). I parametri utili alla rianalisi critica del DHI per le due sorgenti, schematizzate in Figura 4.2, sono stati valutati sia tenendo conto delle loro particolari condizioni di emergenza, sia in luce degli studi precedenti (PRE/4048/HYDR/RE, MA1/ITF/0102/A e PP2/C3B/TS3/0051). Particolare attenzione è stata posta nel considerare le risultanze dei sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della realizzazione della galleria idroelettrica denominata F4 dell'impianto di Pont Ventoux, e le evidenze raccolte durante lo scavo di questa galleria.

Il tracciato di F4 si trova a quota 975m s.l.m, come è mostrato in pianta ed in sezione nella Figura 4.2, sotto una copertura di circa 90m di depositi alluvionali e brecce con trovanti di micascisti e gneiss e circa 20-25 m di roccia (100-107 m complessivi). La galleria è rivestita con spritz-beton e impermeabilizzata limitatamente per brevi tratti.

Il primo elemento rilevante che appare dall'analisi di questi dati è che durante lo scavo di F4 non si è verificato nessun disseccamento delle sorgenti. Questa evidenza appare tanto più rilevante se si considera che la galleria F4 sia più vicina all'acquifero in cui si trovano le sorgenti (la copertura d'ammasso roccioso posta tra la base dell'acquifero e la galleria F4 è compresa tra 17m e 28m di spessore) rispetto a quanto non lo sia il cunicolo della Maddalena (posto a quota 650m s.l.m. e, a questa progressiva, ben dentro il versante sx della Val Clarea). Inoltre, come mostrato nella citata figura, l'andamento di F4 è semicircolare e contorna le sorgenti. In questo contesto le principali fratture e faglie presenti nel settore (ad andamento generale circa NE-SW e sub-verticali), ben evidenziate nella carta geologica del Progetto Definitivo del cunicolo, ove presenti, sono state tutte intersecate da F4. Dato che l'unico vettore idraulico di collegamento tra il cunicolo e la superficie è

rappresentato da questi sistemi di fratture, è ammissibile escludere la possibilità di isterilimento delle due sorgenti.

Da quanto emerge dalla caratterizzazione dei punti d'acqua fatta nelle relazioni MS1/GIA/0101/C e MRI/SEA/0095/D le due sorgenti sono impostate in depositi alluvionali con potenza massima intorno ai 100 m (Figura 4.2a). In occasione di un sopralluogo specifico effettuato alla sorgente Boscocedrino è stato constatato che sia il punto di captazione denominato Boscocedrino 1 che quello Boscocedrino 2 sono impostati all'interno dei depositi alluvionali. Anche la sorgente Pratovecchio risulta captata nel conoide alluvionale del torrente Tiraculo. Inoltre, come ben evidenziato nella Relazione di caratterizzazione preliminare allegata a questo studio (MS1/GIA/0101/C par 4.2 e seg.) il chimismo di queste acque è riconducibile a quello delle acque di scorrimento superficiale (Canale Maria Bona).

Per questo motivo il parametro tipo di sorgente (TS) è stato indicato uguale a 1 per entrambe le sorgenti, poiché alimentate da acquifero superficiale nei depositi fluviali e torrentizi dei torrenti Clarea e del Tiraculo. Al parametro Intersezione con Faglie maggiori (IF) è stato attribuito un valore IF=1 (no intersezione, o faglia ininfluyente) (Tabella 4.2).

Per quanto riguarda il parametro Effetto Topografico (ET), la sorgente Pratovecchio si trova sul versante opposto rispetto all'alveo del torrente Clarea e alla posizione del cunicolo (ET=1,5), mentre la sorgente Boscocedrino si trova sullo stesso versante del cunicolo (ET=2 e Tabella 4.2).

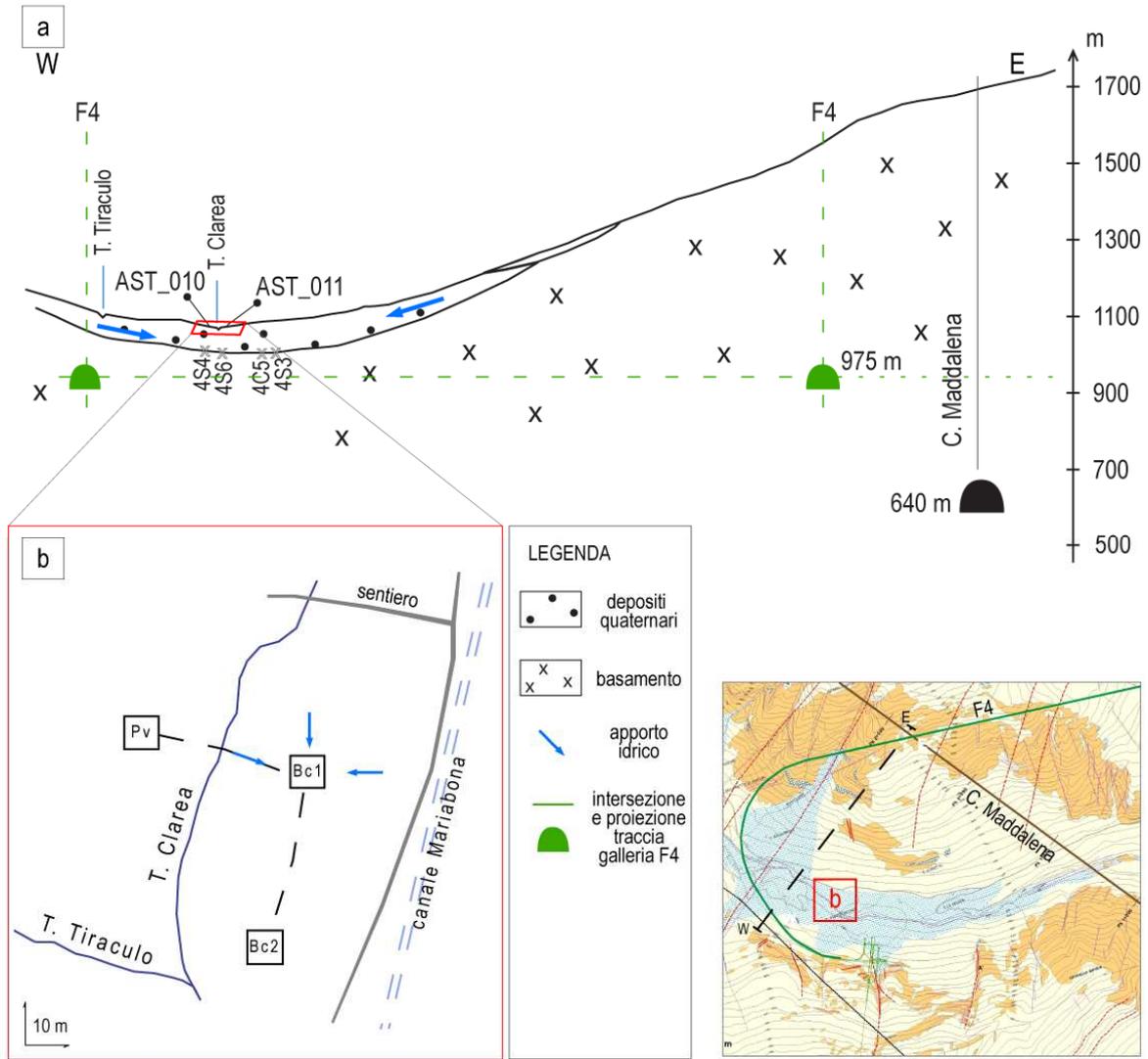


Figura 4.2 Rappresentazione schematica del quadro idro-geologico in corrispondenza delle sorgenti Pratovecchio (AST_010) e Boscocedrina (AST_011). Le sorgenti sono localizzate dove indicato dall'area 'b', in rosso nel riquadro in basso a destra. **a** - Profilo geologico schematico (si veda la traccia E-W in pianta, in basso a destra) raffigurante le due sorgenti e i loro rapporti con i torrenti Clarea e Tiraculo. I dati dei sondaggi 4S9, 4S4, 4S6, 4C5, 4S3, eseguiti durante la progettazione della galleria F4 per l'impianto idroelettrico di Pont-Ventoux (si veda l'allegato 2 della Relazione di caratterizzazione delle sorgenti MS1/GIA/0101/0/PA/NOT), sono usati per ricostruire la potenza dell'acquifero (depositi quaternari) in profilo. **b** - Pianta schematica delle opere di captazione delle sorgenti.

5 ANALISI DEL GRADO DI VULNERABILITÀ CON L'AVANZAMENTO DELLO SCAVO DEL CUNICOLO

Prendendo qui come riferimento lo studio condotto in fase di progetto definitivo sull'impatto dell'opera sulle sorgenti della media Val Clarea, e la relazione di caratterizzazione ad esse relativa (MS1/GIA/0101/C) si evidenziano, a partire dall'imbocco i seguenti settori (Figura 5.1):

- il tratto iniziale del cunicolo attraversa depositi quaternari per circa 120 m (complesso Q), con permeabilità da media a elevata (da circa 10^{-7} a oltre 10^{-4} m/s);
- per i successivi 85 m il cunicolo attraversa il complesso idrogeologico dei calcescisti e flysch (complesso 6), con permeabilità da bassa a media (circa 10^{-8} – 10^{-6} m/s);
- un settore di 25 m dove una fascia di carniole con permeabilità mediamente elevata (da 10^{-6} m/s a oltre 10^{-4} m/s) marca il contatto tettonico tra le rocce del complesso 6 e i micascisti e gneiss del complesso idrogeologico 5 (a bassa permeabilità: circa 10^{-8} – 10^{-7} m/s). Fino a questo punto è previsto uno scavo con metodo tradizionale (Drill & Blast).
- Successivamente, a partire dalla progressiva chilometrica 0+230, il cunicolo prosegue con scavo meccanizzato all'interno dei micascisti e gneiss del complesso idrogeologico 5, fino al termine. All'interno di questo settore erano state individuate, in ambito di progettazione definitiva, tre zone critiche per la presenza di faglie (pk 1+340, pk 5+000 e pk 6+000).

In seguito alla caratterizzazione delle sorgenti e alla presente quantificazione del rischio di depauperamento delle captazioni idriche, si segnala una sola zona da considerarsi critica in fase di scavo. Questa zona corrisponde a una fascia a rischio medio-basso dalla pk 1+100 alla pk 1+400 di progetto (in giallo in Figura 5.1).

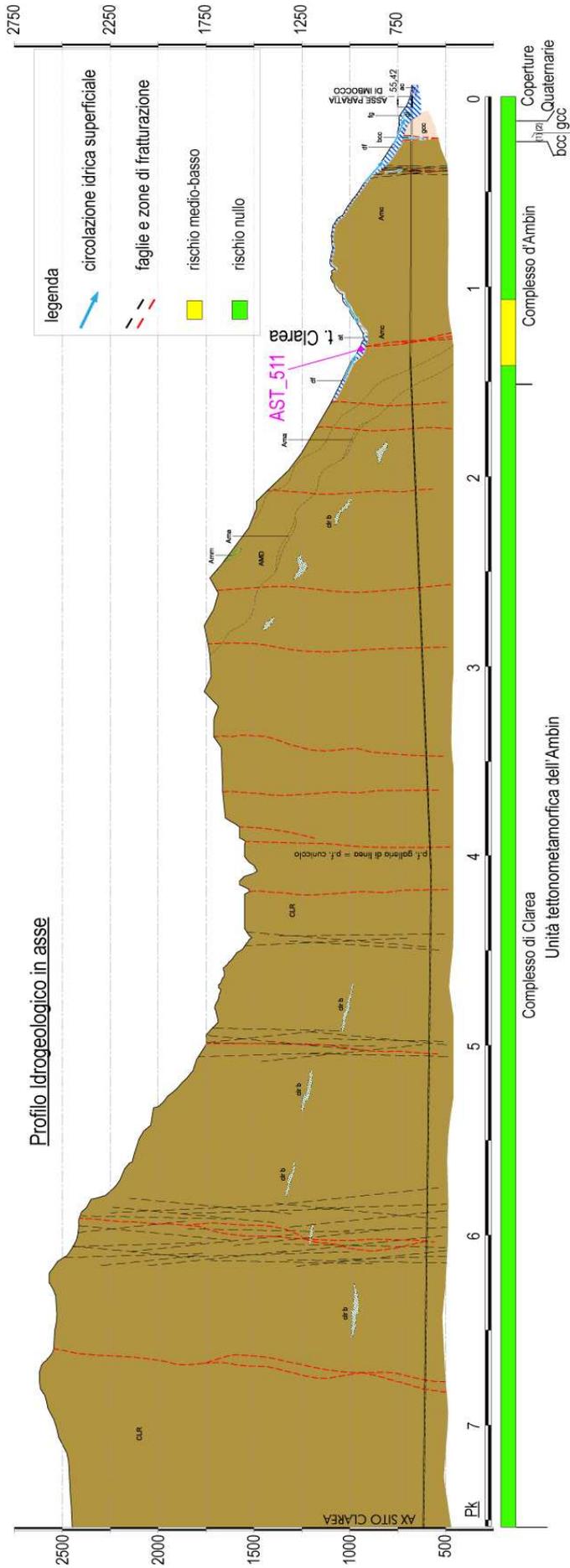


Figura 5-1 Profilo idrogeologico in asse al cunicolo. Sono evidenziati i settori di criticità segnalati nel Progetto Definitivo e la zona di emergenza della sorgente AST_511 (v. testo).

5.1 Settore d'imbocco del cunicolo

Per quanto riguarda il settore d'imbocco del cunicolo esplorativo, l'analisi del DHI non evidenzia condizioni di criticità per le sorgenti. Innanzitutto, né nei depositi quaternari che formano parte del versante in cui è situato l'imbocco, né intorno al contatto tettonico tra le unità di Puys-Venaus e del complesso d'Ambin si trovano sorgenti direttamente sottese dal cunicolo.

Le sorgenti più vicine si trovano ad oltre 1150 metri di distanza. Esse sono impostate in depositi della coltre colluviale sui versanti meridionali della bassa Val Clarea, o nei depositi della pianura alluvionale del fiume Dora Riparia, com'è discusso nel *Rapporto Finale Rete Maddalena novembre 2009 – dicembre 2010* (cod. elab. PP2/MRI/SEA/0095/D), nella relazione di caratterizzazione PP2/MS1/GIA/0101/C e nei relativi elaborati planimetrici.

L'impatto su tali sorgenti per effetto di eventuali scavi è da escludere, sia per:

- la localizzazione delle sorgenti rispetto all'imbocco;
- sia per l'orientazione di scistosità, fratturazione principale e faglie nelle rocce del basamento (con immersione ad alto angolo verso sud, quindi verso la pianura alluvionale della Dora Riparia, si veda la Figura 5-1).

5.2 Sottoattraversamento del torrente Clarea

La proiezione della sorgente AST_511 sul tracciato ricade nei pressi di una delle due zone di faglia indicate in Tabella 5.1 (Pk 1+310, si veda anche la Figura 5-1).

Considerato il contesto idrogeologico che si evince dalla tabella precedente, delineato in fase di PD, appare opportuno prevedere la possibilità di isterilimento della sorgente AST_511 (sorgente a portata media di 0,44 l/s, portata minima 0 l/s e non captata) quando lo scavo del cunicolo si trovi tra le PK 1+100 e PK 1+400, in corrispondenza del sottoattraversamento del torrente Clarea.

Come indicato di seguito, le misure cautelative di messa in sicurezza dei fronti di scavo previste nel PD per la zona di sottoattraversamento del torrente Clarea sono da considerarsi utili ed auspicabili, anche per ridurre la possibilità di interferenza con la sorgente AST_511. Non sono invece considerate criticità per le sorgenti sottese dal cunicolo nei settori oltre la PK 1+400 (Figura 5-1).

Tabella 5.1 Criticità idrogeologiche (in rosso) previste nel Progetto Definitivo lungo il cunicolo della Maddalena.

PK (km)	Complesso Idrogeologico	Lunghezza (m)
sito Clarea 7+540	5	
7+540-6+000	5	1540
faglia 6+000	5	
6+000-5+000	5	1000
faglia 5+000	5	
5+000-1+340	5	3660
faglia 1+340	5	
1+340-0+230	5	1110
condotto dissoluzione 0+230-0+205	1	25
0+205-0+120	6	85
0+120-0+000	Q	120

6 CONCLUSIONI

L'area analizzata include un ampio settore intorno al tracciato del cunicolo della Maddalena, che risulta ben caratterizzato da un punto di vista geologico ed idrogeologico dagli studi precedenti, dai monitoraggi in corso e dagli elaborati geologici del progetto definitivo della galleria.

La valutazione delle sorgenti di questa zona (13 sorgenti captate per usi idropotabili e 71 non idropotabili) in termini di fattori quali la natura delle sorgenti e le portate, la loro localizzazione rispetto al tracciato e lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso, ha evidenziato come l'impatto potenziale del progetto sulla rete di acque sotterranee locali sia complessivamente trascurabile. Una sola sorgente (AST_511) risulta a rischio d'isterilimento medio-basso, soprattutto a causa della sua localizzazione sopra il settore di tracciato compreso tra il sottoattraversamento del torrente Clarea e una fascia di fratturazione/taglio che attraversa il basamento cristallino. Si tratta di una sorgente non perenne, non captata e pertanto che non alimenta acquedotti privati o pubblici. Il deficit idrico complessivo massimo possibile che si genererebbe dal completo isterilimento della sorgente (non captata) AST_511 è nullo in regime di magra (perché la sorgente non è perenne) ed è pari a 0,44 l/s in media. Considerato il contesto idrogeologico che si evince dagli studi eseguiti in fase di PD, l'interferenza con l'acquifero che alimenta la sorgente AST_511 potrebbe verificarsi quando lo scavo del cunicolo si trovi tra le PK 1+100 e PK 1+400.

Va infine segnalato che il possibile drenaggio della sorgente AST_511 può essere mitigato mediante l'adozione di opportune misure d'impermeabilizzazione in galleria, per altro prescritte dagli Enti preposti in fase d'istruttoria del Progetto Definitivo.

ALLEGATO 1 –
TABELLA DI SINTESI DEL CALCOLO DI DHI

Codice Sorgente	Tipo punto acqua	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Tipo di Sorgente	Effetto Topografico	Frequenza di Fratturazione	Permeabilità del Massiccio	Spessore della copertura	Ampiezza della Zona Plastica	Potenziale di Drenaggio	Indice di Probabilità di Isterimento	Classe DHI
		DT	IF	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI	
AST 007	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 009	sorgente idropotabile	1.2	1	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 010	sorgente idropotabile	1.2	1	1	1	1.00	0.25	0.1	0	0.48	0.04	1
AST 011	sorgente idropotabile	1.1	1	1	2	1.00	0.25	0.1	0	0.48	0.07	1
AST 013	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.04	1
AST 016	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0	0	0.10	0.01	1
AST 017	Sorgente	1.1	1	1.5	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 218	sorgente idropotabile	1.2	1	1.5	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 220	Sorgente	1.1	1	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 221	Sorgente	1.1	1	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 222	sorgente idropotabile	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.01	1
AST 261	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 265	Sorgente	1.1	1	1.5	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 266	Sorgente	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.2	0	0.42	0.06	1
AST 378	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.01	1
AST 381	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 441	sorgente idropotabile	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 442	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.02	1
AST 444	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 445	sorgente idropotabile	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.06	1
AST 446	sorgente idropotabile	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.06	1
AST 447	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 448	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 450	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0	0	0.10	0.01	1
AST 451	Sorgente	1.1	2	1	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 452	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 453	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 454	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.80	0.25	0.9	0	0.54	0.06	1
AST 455	Sorgente	1.1	2	1	1.5	0.10	0.25	0	0	0.10	0.02	1
AST 456	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0	0	0.10	0.01	1
AST 460	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0	0	0.10	0.01	1
AST 461	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 487	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.04	1
AST 488	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.04	1
AST 489	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.01	1
AST 490	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.02	1
AST 491	Sorgente	1.1	1	1	2	1.00	0.25	0.1	0	0.48	0.07	1
AST 493	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 494	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 495	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 496	Sorgente	1.2	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.04	1
AST 497	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 498	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 499	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 500	Sorgente	1.1	1	1	1	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.01	1
AST 502	Sorgente	1.5	1	1	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.08	1
AST 503	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 511	Sorgente	1.5	1	1.5	2	0.80	0.25	0.1	0	0.40	0.12	2
AST 512	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.03	1
AST 645	Sorgente	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 646	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.01	1
AST 647	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.9	0	0.25	0.03	1
AST 648	Sorgente	1.1	1	1.5	1	0.80	0.9	0.2	0	0.56	0.06	1
AST 650	Sorgente	1.1	1	1	1	0.10	0.9	0.2	0	0.27	0.02	1
AST 651	Sorgente	1.1	1	1	1	0.10	0.9	0.2	0	0.27	0.02	1
AST 655	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.9	0	0.25	0.03	1
AST 656	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.9	0	0.25	0.03	1
AST 657	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.5	0	0.18	0.02	1
AST 665	Sorgente	1.1	1	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.02	1
AST 666	Sorgente	1.1	2	1.5	1.5	0.10	0.25	0.1	0	0.11	0.04	1
AST 675	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 676	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 677	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 678	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 679	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 680	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 686	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 687	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 688	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 689	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 692	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 693	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 694	sorgente idropotabile	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 695	sorgente idropotabile	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 696	sorgente idropotabile	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 697	sorgente idropotabile	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 701	sorgente idropotabile	1.1	1	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.02	1
AST 702	Sorgente	1.1	2	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.04	1
AST 703	Sorgente	1.1	1.5	1	2	0.10	0.25	0.2	0	0.13	0.03	1
AST 704	Sorgente	1.1	1.5	1	2	0.80	0.25	0.2	0	0.42	0.09	1
AST 705	Sorgente	1.1	1	1	2	0.80	0.25	0.2	0	0.42	0.06	1
AST 709	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 710	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.25	0.9	0	0.25	0.03	1
AST 711	Sorgente	1.1	1	1	1.5	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.03	1
AST 712	Sorgente	1.2	1	1	1	0.10	0.5	0.9	0	0.30	0.02	1