

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

APPROFONDIMENTI PROGETTUALI
GEOLOGIA – GENERALE

APPROFONDIMENTI PER OSSERVAZIONI REGIONE PIEMONTE
Riscontro Osservazioni n. 53b, 54b (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014)

IDROGEOLOGIA
Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabri par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	29/05/2014	Première diffusion / Prima emissione	M. STRA A. DEMATTEIS (SEA)	A. DEMATTEIS V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE
A	10/06/2014	Reception observations LTF/Recepimento osservazioni LTF	M. STRA A. DEMATTEIS (SEA)	A. DEMATTEIS V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE

**Tecnimont
Civil Construction**
Dott. Ing. Carlo Ognibene
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6386 T

**Tecnimont
Civil Construction**
Dott. Ing. Francesco Magnorfi
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8231 J

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
ANTONIO
DEMATTEIS
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 400
ALBO PROFESSIONALE

CODE DOC	P	D	2	C	3	B	T	S	3	2	0	0	1	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	00	02	94	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)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés– Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



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

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	9
1.1 Applicazione del metodo DHI	11
2. ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO DEI PUNTI D'ACQUA (2009-2012)	14
2.1 Settore Ambin-Zona a Scaglie Tettoniche.....	15
2.2 Settore Zona Piemontese	24
2.3 Settore Dora Maira	28
2.4 Analisi isotopiche	31
2.5 Sorgenti calcarizzanti.....	32
3. METODO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELL'INDICE DI PROBABILITÀ D'ISTERILIMENTO DEI PUNTI ACQUA SOTTERRANEA (DHI)	35
3.1 Definizione delle variabili di sistema	35
3.2 Assegnazione dei valori alle variabili riferite alla galleria	39
3.3 Definizione del grado di isterilimento	39
4. METODO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELL'INDICE DI PROBABILITÀ D'ISTERILIMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	41
4.1 Determinazione del punto di valutazione dell'impatto.....	41
4.2 Definizione delle variabili di sistema	41
4.3 Assegnazione dei valori alle variabili riferite alla galleria	43
4.4 Definizione del grado di isterilimento	43
5. RISULTATI DELLO STUDIO DI IMPATTO SUI PUNTI ACQUA SOTTERRANEE..	45
5.1 Settore del Tunnel di Base.....	45
5.2 Piana di Susa.....	47
5.3 Settore della Galleria di Ventilazione di Clarea	47
5.4 Settore della Galleria di Interconnessione	48
6. RISULTATI DELLO STUDIO DI IMPATTO SULLE ACQUE SUPERFICIALI.....	49
6.1 Torrente Clarea	51
7. STUDIO DI INTERFERENZA DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA SOTTERRANEI.....	57
7.1 Cantiere imbocco Clarea.....	57
7.2 Cantiere imbocco Maddalena	58
7.3 Cantiere Piana di Susa	59
7.4 Cantiere imbocco Bussoleno e di connessione alla linea storica.....	59
8. MISURE ALTERNATIVE DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	61
ALLEGATO 1 – SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEI PUNTI ACQUA RELATIVI AL MONITORAGGIO 2009-2012	64
ALLEGATO 2 – ELENCO DEI PUNTI ACQUA PER I QUALI LA VALUTAZIONE DELLA PROBABILITÀ D'ISTERILIMENTO È AVVENUTA IN RIFERIMENTO AL TUNNEL DI BASE LATO ITALIA, CON I VALORI DEI PRINCIPALI PARAMETRI CHE DETERMINANO L'INDICE DHI	73
ALLEGATO 3 – ELENCO DEI PUNTI ACQUA PER I QUALI LA VALUTAZIONE DELLA PROBABILITÀ D'ISTERILIMENTO È AVVENUTA IN RIFERIMENTO	

ALLA GALLERIA DI VENTILAZIONE DI CLAREA, CON I VALORI DEI PRINCIPALI PARAMETRI CHE DETERMINANO L'INDICE DHI	76
ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PROBABILITÀ D'IMPATTO SULLE SORGENTI- GALLERIA DI VENTILAZIONE DI CLAREA	77
ALLEGATO 5 – CARTA DELLA PROBABILITÀ D'IMPATTO DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA-CANTIERE IMBOCCO CLAREA	79
ALLEGATO 6 – CARTA DELLA PROBABILITÀ D'IMPATTO DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA-CANTIERE PIANA DI SUSÀ	80
ALLEGATO 7 – CARTA DELLA PROBABILITÀ D'IMPATTO DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA-CANTIERE BUSSOLENO.....	81

RESUME/RIASSUNTO

Eaux souterraines

L'évaluation de la probabilité d'impact a été réalisée selon la méthode DHI (DrawdownHazard Index, Dematteis et al., 2001), en cohérence avec les phases d'étude précédentes. Cette méthode permet de caractériser le type de source (ou puits) et leur relation entre la géologie et l'ensemble des ouvrages du projet. La probabilité d'impact est exprimée à travers une valeur numérique qui représente l'Index Probabilité d'Impact.

La méthode DHI a été utilisée pour l'évaluation de la probabilité d'impact des points d'eau concernés par les secteurs des ouvrages souterrains avec couvertures topographiques élevées qui ne sont pas équipés avec revêtement définitif imperméabilisé full-round (tunnel de base entre la limite d'Etat et la pk 54+800 environ et galerie de ventilation Clarea).

Pour les points d'eau concernés par les ouvrages dans les secteurs à faible couverture topographique avec équipement avec revêtement avec imperméabilisation full-round on a assumé une probabilité d'impact à long terme nulle ou très basse. Notamment, les points d'eau qui n'ont pas fait l'objet de l'application de la méthode DHI sont ceux concernés par le tunnel de base entre la pk 54+800 environ et le portail de Suse et ceux qui sont localisés dans le secteur de la galerie d'interconnexion.

L'étude a concerné l'ensemble de 221 points d'eau.

L'étude pour le tunnel de base coté Italie a été réalisée pour 194 points d'eau dont 37 inscrits dans le plan du suivi du réseau totale 2012 et 14 dans le plan du suivi du réseau Maddalena qui font partie du suivi LTF. Les résultats de cette étude sont présentés de façon schématique dans le tableau suivant.

Acque sotterranee

La valutazione della probabilità d'isterilimento è stata realizzata applicando il metodo DHI (DrawdownHazard Index, Dematteis et al., 2001; Torri et al., 2007), già utilizzato nelle fasi precedenti di progetto che si basa sulla parametrizzazione del tipo di sorgente (o pozzo) e delle sue relazioni con la geologia e l'insieme delle opere di progetto. La probabilità d'impatto è espressa attraverso un valore numerico che rappresenta l'Indice di Probabilità d'Impatto.

La metodologia DHI è stata applicata esclusivamente per i punti acqua che ricadono nelle aree di influenza delle opere sotterranee ad alta copertura topografica che anche a lungo termine sono progettate in condizioni drenanti per l'assenza di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round* (Tunnel di Base tra il Confine di Stato e la pk 54+800 circa e galleria di Ventilazione di Clarea).

Per i punti acqua che invece ricadono lungo le tratte in sotterraneo caratterizzate da basse coperture in cui è prevista la messa in opera di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round* si è assunto che l'impatto a lungo termine sia nullo o molto basso. Nello specifico, i punti acqua non considerati nel calcolo DHI sono quelli ricadenti nel settore di influenza della tratta del Tunnel di Base compresa tra la pk 54+800 circa ed il portale di Susa e quelli ricadenti nel settore di influenza della galleria di Interconnessione.

L'intero studio ha considerato un numero totale di punti acqua pari a 221.

Lo studio di impatto nel settore del Tunnel di Base lato Italia è stato eseguito per complessivi 194 punti acqua, di cui 37 inseriti nel Piano di Monitoraggio Rete Totale 2012 e 14 nel Piano di Monitoraggio Rete Maddalena entrambi realizzati da LTF. I risultati di questo studio sono presentati in modo schematico nella tabella seguente.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Probabilità d'isterilimento		N.	%
1	nulla o molto bassa	191	98%
2	bassa	3	2%
3	alta	0	0%
		194	100%

L'analyse de la distribution des classes de probabilité montre que la majorité des points d'eau (182 correspondant au 94%) présentent une probabilité d'impact nulle ou très basse tandis que le 6% (12 points d'eau) ont une probabilité basse. Aucun point d'eau ne présente une probabilité d'impact élevée.

Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la maggioranza dei punti acqua (191 equivalenti al 98%), non presentano alcuna probabilità d'isterilimento mentre il 2%, ovvero 3 punti, presentano probabilità bassa. Nessun punto presenta probabilità d'isterilimento alta.

Codice Sorgente	Comune	Tipopuntoacqua	Probabilità di impatto
AST_011	Giaglione	Sorgente idropotabile	bassa
AST_648		Vasca alimentata da AST_011	bassa
AST_184	Susa	Pozzo	bassa

Parmi les sources avec une probabilité d'impact faible, on met en évidence la source potable AST011-Boscocedrino di Giaglione, gérée par ACEA pour les besoins de la commune de Giaglione. Son débit moyen est d'environ 5 l/s.

Cette source, qui fait partie du réseau du suivi pour la galerie Maddalena, bénéficie des mesures de mitigation et de compensation en cours de réalisation et pour répondre aux prescriptions du CIPE au PD approuvé de la galerie Maddalena ; notamment, un puits de 50 m de profondeur a été réalisé par ACEA dans l'aquifère du fond de la vallée Clarea. Il permettra de garantir les besoins en eau potable de l'aqueduc communal sans utiliser la ressource fournie par la source.

L'étude d'impact du secteur de la galerie de ventilation de Clarea a été réalisée sur 13 points d'eau dont 4 faisant partie du réseau du suivi Maddalena. De l'analyse de la distribution de la probabilité d'impact on peut observer comme la totalité des points d'eau présente une probabilité d'impact nulle.

L'étude d'impact pour le secteur de la galerie d'interconnexion de Bussoleno a été réalisée

L'unica sorgente con una probabilità bassa di interferenza è la sorgente idropotabile AST011-Boscocedrino di Giaglione, gestita da ACEA per l'approvvigionamento idrico dell'abitato di Giaglione. La portata media della sorgente AST011-Boscocedrino è di 5 l/s.

Questa sorgente, monitorata anche nell'ambito degli studi per il cunicolo della Maddalena, beneficerà già delle misure di mitigazione e di compensazione in corso di realizzazione in ottemperanza alle prescrizioni del CIPE al PD approvato della Maddalena; in particolare, un pozzo di circa 50 m di profondità è stato realizzato da ACEA nell'acquifero di fondo valle Clarea. Il pozzo garantirà la disponibilità della risorsa all'acquedotto comunale, svincolandolo dal solo contributo della sorgente.

Lo studio di impatto nel settore della Galleria di Ventilazione di Clarea è stato eseguito per complessivi 13 punti acqua, di cui 4 inseriti nel Piano di Monitoraggio Rete Maddalena. Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la totalità dei punti acqua analizzati presentano probabilità d'impacto nulla.

Lo studio di impatto nel settore della Galleria

pour 27 points d'eau dont 5 insérés dans le Plan de Suivi « Réseau Total » du 2012. L'analyse montre comme la totalité des points d'eau ont une probabilité d'impact nulle.

Eaux de surface

L'évaluation de la probabilité d'impact des cours d'eau et des eaux de surface a été réalisée en suivant un approche similaire à celui du DHI pour les eaux souterraines. Les cours d'eau ont été donc paramétrisés selon le type afin de définir les relations entre la géologie du bassin versant et l'ensemble des ouvrages du projet. La probabilité d'impact et également fournie sous forme d'Index de Probabilité d'Impact.

Le choix des cours d'eau analysés a été fait sur la base des trois facteurs suivants :

1. Intersection directe de la projection de l'axe de l'ouvrage en surface et le cours d'eau/bassin versant dans le secteur des ouvrages non équipés avec revêtement imperméabilisé full-round ;
2. Importance du cours d'eau en termes de débit, d'extension du bassin versant et des facteurs environnementaux ;
3. Contexte géologique du bassin versant (zones de fracturation et/ou de faille, karst).

Pour les cours d'eau dans les secteurs des ouvrages avec revêtement imperméabilisé full-round l'évaluation de la probabilité d'impact a été réalisée en considérant un impact nul à long terme.

Seulement le torrent Clarea a fait l'objet d'une évaluation selon la méthode DHI modifiée pour les cours d'eau puisque dans ce cas la projection en surface du tunnel de base croise le cours d'eau dans le secteur avec couvertures élevées sans revêtement imperméabilisé full-round

Les résultats de l'étude d'impact sur les cours d'eau sont présentés dans les tableaux suivantes.

di Interconnessione di Bussoleno è stato eseguito per complessivi 27 punti acqua, di cui 5 inseriti nel Piano di Monitoraggio Rete Totale 2012. Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la totalità dei punti acqua analizzati non presentano alcuna probabilità d'impatto.

Acque superficiali

La valutazione della probabilità d'isterilimento è stata realizzata applicando un approccio simile a quello del metodo DHI utilizzato per le acque sotterranee. Anch'esso si basa sulla parametrizzazione del tipo di corso d'acqua e delle sue relazioni con la geologia e l'insieme delle opere di progetto. La probabilità d'impatto è espressa attraverso un valore numerico che rappresenta l'Indice di Probabilità d'Impatto.

La scelta dei corsi d'acqua per i quali si è effettuata l'analisi è avvenuta sulla base di tre fattori principali:

1. intersezione diretta tra il corso d'acqua/bacino di alimentazione e le tratte dell'opera in sottoterraneo non dotate di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*;
2. importanza del corso d'acqua, in termini innanzitutto di portata, di estensione del bacino di alimentazione e di fattori ambientali;
3. contesto geologico nel quale è impostato il bacino di alimentazione del corso d'acqua (presenza di zone di fratturazione e di fenomeni di dissoluzione).

Il calcolo dell'indice DHI è stato effettuato esclusivamente per il torrente Clarea poiché solo in questo caso l'intersezione bacino di alimentazione-opera si verifica nel tratto del Tunnel di Base in cui non è prevista la messa in opera di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*.

I risultati dello studio d'impacto sul torrente Clarea sono riportati nelle tabella seguente.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Corso d'acqua	Nome tratto	quota inizio tratto (m s.l.m.)	quota fine tratto (m s.l.m.)	quota Punto acqua rappresentativo (m s.l.m.)	classe DHI
Clarea	CL_TR1	2400	1420	1420	1 (nullo o molto basso)
	CL_TR2	1420	1120	1120	1 (nullo o molto basso)
	CL_TR3	1120	1050	1050	1 (nullo o molto basso)
	CL_TR4	1050	850	850	1 (nullo o molto basso)
	CL_TR5	850	600	600	1 (nullo o molto basso)

AVVERTENZA: In rosso sono riportate le modifiche apportate al documento consegnato in fase di progettazione definitiva (PD2_C3B_TS3_0097: Relazione sui punti acqua e valutazione della loro probabilità d'impatto). Queste rispondono alle osservazioni n. 53b e 54b della Regione Piemonte (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014):

oss. 53b: devono essere considerate le interferenze determinate dall'opera al di fuori dello scavo del tunnel, cantieri e viabilità connessa.

oss. 54b: deve essere fornita una cartografia con indicata la perimetrazione geometrica delle aree di salvaguardia delle sorgenti Bosco Cedrino e Prato vecchio e la planimetria del cantiere Clarea comprensivo di piste e viabilità di accesso e delle opere in alveo.

Le parti del documento interessate dalle modifiche sono:

- cap. 7: Studio di interferenza delle opere di superficie sui punti acqua sotterranei
- allegato 5: Carta della probabilità d'impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere imbocco Clarea
- allegato 6: Carta della probabilità d'impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere Piana di Susa
- allegato 7: Carta della probabilità d'impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere Bussoleno

1. Introduzione

Questa relazione illustra il metodo di calcolo ed i risultati ottenuti per la previsione del grado di probabilità che si generino interferenze sulle acque sotterranee e superficiali presenti nel settore di studio a seguito dello scavo dei tunnel della linea ferroviaria ad alta velocità Torino-Lione.

Gli elementi contenuti e descritti nella presente relazione concorrono all'ottemperanza delle seguenti prescrizioni CIPE:

<p>48 - 131</p>	<p>Circolazione idrica nel mezzo fratturato: per questi aspetti, relativi alla permeabilità secondaria, dovrà essere effettuato un rilevamento strutturale di dettaglio finalizzato alla caratterizzazione dei sistemi di fratturazione principali che potrebbero veicolare ingenti quantitativi d'acqua, attraverso una campagna sul terreno che percorra un corridoio corrispondente alla proiezione in superficie dei tunnel. Tale approfondimento da un lato è necessario per valutare quali sorgenti potrebbero subire un impoverimento quantitativo e stimare l'entità dello stesso, dall'altro permette di determinare con più dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle venute d'acqua che si incontreranno durante gli scavi; ad integrazione dello studio idrogeologico le sorgenti ritenute strategiche ai fini dell'approvvigionamento idropotabile dei comuni maggiormente interferiti dall'opera (ad esempio: Giaglione - come già richiesto nell'ambito della procedura riferita al cunicolo della Maddalena, Mompantero e Vaie) dovranno essere strumentate per la misura in continuo di livello, conducibilità e temperatura.</p>	<p>Il rilevamento geologico e idrogeologico di terreno, nonché l'interpretazione delle indagini geognostiche (sondaggi, prove in foro, indagini geofisiche) hanno permesso di caratterizzare ancora più nel dettaglio i settori che sono già stati indicati come critici da un punto di vista della presenza di strutture discrete che possono avere un ruolo importante nella circolazione idrica sotterranea. (cfr. Doc. n° PD2-C3B-TS3-0095-0-PA-NOT).</p> <p>Nella presente relazione sono stati raccolti e analizzati i dati del monitoraggio in corso: essi, incrociati con i dati raccolti nelle campagne di rilevamento geologico di terreno, hanno fornito elementi importanti per la caratterizzazione dei punti di approvvigionamento idrico (regime delle portate, tipo di circuito d'alimentazione) presenti all'interno di un corridoio di almeno 4 km di ampiezza a cavallo del tracciato delle opere. Al fine di mitigare e annullare gli impatti a lungo termine, il progetto prevede l'impermeabilizzazione full-round delle opere sotterranee nei tratti a bassa copertura. Gli impatti sono quindi ridotti alle tratte ad alta copertura in cui sono già previsti in opera piani di approvvigionamento alternativo. Tuttavia, per le sorgenti e i punti acqua strategici da un punto di vista dell'approvvigionamento idrico potabile e per quelli più sensibili sono stati proposti piani di monitoraggio in continuo che permettano di valutare il mantenimento delle caratteristiche idriche dei punti acqua in funzione del loro utilizzo a scopo idropotabile (cfr. § 7).</p>
<p>49</p>	<p>Piani di approvvigionamento di emergenza dei comuni per quelli le cui captazioni idropotabili ricadono nelle aree di influenza delle opere in progetto sono troppo generici: sulla base della rideterminazione del rischio che sarà effettuata a seguito dello studio idrogeologico e dell'effettuazione del monitoraggio sopra prescritto per i comuni a più elevato rischio di interferenza in accordo con il Gestore del S.I.I., dovranno essere redatti specifici piani di emergenza che individuino delle fonti di approvvigionamento alternativo permanenti, prevedendo la fattibilità tecnico amministrativa degli interventi di adduzione e la relativa sostenibilità ambientale.</p>	<p>La valutazione della probabilità d'impatto dei punti acqua è stata ridefinita sulla base dei nuovi dati acquisiti durante questa fase di progettazione, considerando anche l'introduzione nel progetto di sezioni tipo impermeabilizzate a 360° nelle tratte ove la pressione d'acqua prevista a quota galleria sia inferiore a 10 bar. La presenza di questa soluzione progettuale ha di fatto ridotto le probabilità di interferenza con gli acquiferi alle sole tratte ad alta copertura, dove le sorgenti sono di portata modesta e discontinua e generalmente non utilizzate; nelle tratte di galleria a più bassa copertura il rischio di impatto a lungo termine risultano nulli.</p>

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

50	<p>Approvvigionamento idropotabile del comune di Giaglione: si ritiene che il cantiere Clarea e la viabilità connessa possano interferire in modo evidente con il sistema di approvvigionamento e i vincoli di salvaguardia esistenti; è quindi necessario un approfondito studio per definizione, in accordo con il Gestore del S.I.I. sostitutivo da perforarsi nella falda di subalveo del T. Clarea ubicato in posizione idonea e allacciato alla rete prima dell'apertura del cantiere.</p>	<p>Non è possibile nessuna interferenza tra il Cantiere Clarea e la viabilità con il sistema di approvvigionamento e i vincoli di salvaguardia esistenti.</p> <p>Tale misura è già stata considerata nell'ambito della procedura di valutazione del progetto della galleria de La Maddalena e già in fase di realizzazione. È infatti in corso la perforazione di un pozzo nella falda di subalveo del T. Clarea ubicato in posizione idonea e allacciato alla rete prima dell'apertura del cantiere.</p>
133	<p>Risorse Idriche: per gli aspetti inerenti la permeabilità primaria, e quindi riguardanti la circolazione idrica nel mezzo poroso, dovranno essere effettuate valutazioni generali sulle interferenze dell'opera nel suo complesso (non solo i tratti in galleria) con l'andamento della sottostante falda, evidenziando le criticità che si dovessero presentare; tali criticità, in questo caso, potrebbero essere causate, nella zone di fondovalle attraversate trasversalmente dall'opera, dal cosiddetto "effetto diga" ovvero lo sbarramento del naturale deflusso delle acque sotterranee che potrebbe causare un innalzamento (da quantificare) della falda a monte e un conseguente abbassamento (da quantificare) a valle dell'opera. In particolare nelle valli del Clarea, del Cenischia e nelle piane di Susa e di Chiusa dovrà essere effettuata una caratterizzazione litostratigrafica ed idrogeologica del materasso alluvionale fino al substrato (geoelettrica, sismica, sondaggi). Al fine di quantificare l'effetto diga sopra descritto che più probabilmente potrebbe interessare la val Cenischia e la piana di Chiusa dovrà essere inoltre effettuata una modellizzazione matematica che a partire dalle previste indagini di dettaglio simuli l'interferenza dell'opera nei confronti del regime idrogeologico; a questo proposito dovrà essere incrementato il numero dei sondaggi aggiungendone almeno uno a monte dell'opera in senso idrogeologico. Tutti i sondaggi dovranno raggiungere il substrato roccioso dove possibile o la base dell'acquifero superficiale.</p>	<p>I tratti di pianura che in qualsiasi modo sono interessati dalla realizzazione dell'opera sono stati oggetto di studi idrogeologici dettagliati, compresi quindi gli studi litostratigrafici dei settori della Val Clarea (in relazione soprattutto alla possibile alimentazione dalla falda di sub-alveo delle sorgenti ad uso idropotabile del Comune di Giaglione), della Val Cenischia (in relazione alle interferenze sulla falda di fondovalle – effetto diga) e per le zone di cantiere della Piana di Susa (soprattutto in relazione alla vulnerabilità della falda freatica).. (cfr. § 5.2).</p> <p>Per quanto riguarda il settore della Val Cenischia è stato realizzato un modello numerico sulla base dei dati disponibili.. (cfr. doc. n° PD2-C3B-TS3-0021-0-PA-NOT).</p> <p>Detti studi sono riferiti alla sola fase 1</p>

L'analisi della probabilità d'impatto è stata eseguita complessivamente su 221 punti acqua, considerando le tratte in sotterraneo del tracciato ovvero considerando il Tunnel di Base (dal Confine di Stato fino all'imbocco est a Susa), la galleria di Interconnessione e la galleria di ventilazione di Clarea. Benché il metodo di analisi utilizzato sia specifico per l'impatto su punti acqua connesso allo scavo di opere sotterraneo, un'analisi di vulnerabilità dei punti acqua sensibili presenti nella Piana di Susa è fornita (cfr. § 5.2).

La metodologia di calcolo DHI (Dematteis et al., 2001, Torri & Dematteis, 2007¹), utilizzata nelle fasi precedenti di progetto (APR e PP2), è stata applicata esclusivamente per i punti acqua che ricadono nelle aree di influenza delle tratte delle opere sotterranee ad alta copertura topografica che anche a lungo termine sono progettate in condizioni drenanti per l'assenza di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*. Nello specifico, i punti acqua considerati nel calcolo DHI sono quelli ricadenti nel settore di influenza del tratto del Tunnel di Base compreso tra il Confine di Stato e la pk 54+800 circa e nel settore della galleria di Ventilazione di Clarea.

Per i punti acqua che invece ricadono lungo le tratte in sotterraneo caratterizzate da basse coperture e quindi dalla messa in opera di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round* si è assunto che l'impatto a lungo termine sia nullo poiché è predisposto che in tali tratte le venute d'acqua siano pari a zero in regime stabilizzato. Di conseguenza per questi punti non è stato calcolato l'indice DHI poiché si è assunto che ricadano tutti nella classe DHI con probabilità d'impatto nulla o molto bassa (classe 1). Nello specifico, i punti acqua non considerati nel calcolo DHI sono quelli ricadenti nel settore di influenza della tratta del Tunnel di Base compresa tra la pk 54+800 circa ed il portale di Susa e quelli ricadenti nel settore di influenza della galleria di Interconnessione.

1.1 Applicazione del metodo DHI

L'utilizzo del metodo DHI, permette di mantenere la continuità nelle metodologie di valutazione e confrontare direttamente i risultati ottenuti alla luce delle variazioni di tracciato e dell'implementazione della base di dati di nuova acquisizione tra il PP e il presente PD. Tuttavia, a fronte della necessità di rendere più efficace la traduzione dell'indice DHI in una strategia di intervento per definire le misure di mitigazione al rischio (elemento assente nelle fasi precedenti), si è preferito adottare una classificazione dello stesso indice che permetta di meglio focalizzare gli interventi in funzione della probabilità d'impatto assegnata ai singoli punti acqua. La suddivisione in tre classi proposta (Figura 1), come riportato nell'articolo citato (Torri et al., 2007), definisce in maniera più stringente quale tipo di intervento prevedere:

Classe DHI	Probabilità	Intervento
1	nulla o molto bassa	Nessun intervento previsto
2	bassa	Prevedere la progettazione di interventi che permettano l'approvvigionamento idropotabile alternativo
3	alta	Prevedere la progettazione e la realizzazione di interventi che permettano l'approvvigionamento idropotabile alternativo

Tabella 1 – Descrizione del tipo di intervento in relazione alla probabilità d'impatto attribuita ai punti acqua analizzati.

¹Dematteis, 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.

Torri, R., Dematteis, A. (2007). "Drawdown hazard of springs and wells in tunneling: predictive model and verification" Proc. XXXV IAH Congress, Groundwater and Ecosystems, Lisbon 17-21 Sept. 2007, 10 pp.

La suddivisione proposta tra le classi del DHI, rispetto a quanto considerato nelle fasi precedenti di studio (APR e PP2), non prevede la classe media. Questo perché, sulla scorta delle esperienze maturate in progetti già realizzati (ad es. Tunnel del Perthus, Linea ad alta velocità Perpignan – Figueres), le soluzioni di approvvigionamento alternativo proposte per i punti acqua ricadenti nelle classi media ed alta sono coincidenti. Di qui la scelta di non considerare la classe media che, da un lato, aumenta l'incertezza di attribuzione del livello di rischio e, dall'altro, non ha mai fornito elementi specifici dal punto di vista delle azioni da intraprendere a valle dell'analisi di probabilità di impatto.

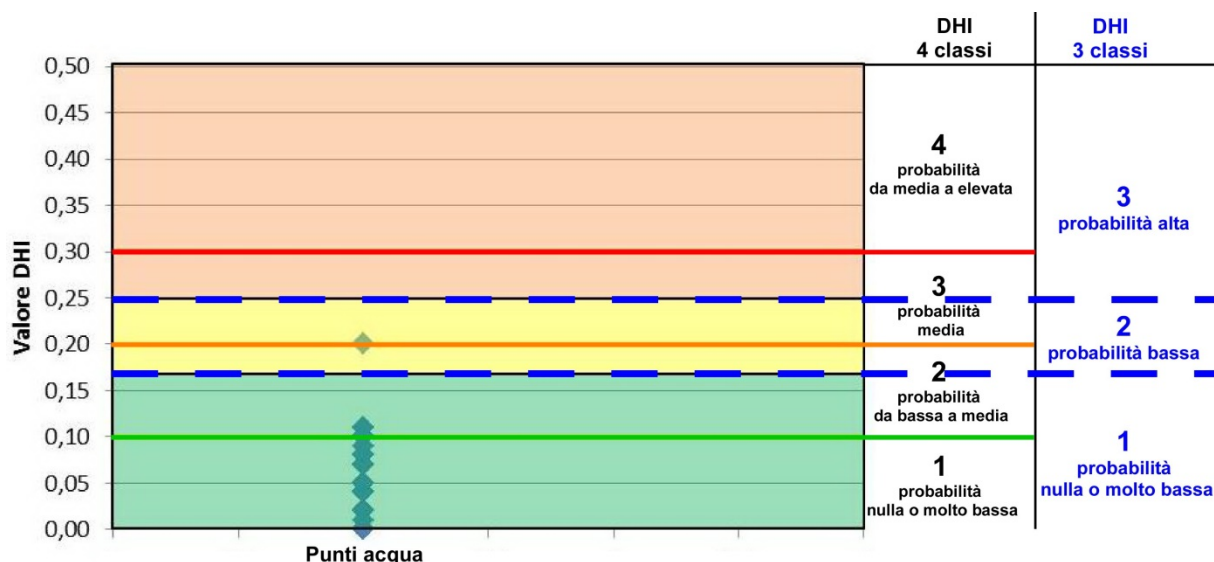


Figura 1 – Corrispondenza tra il calcolo del DHI a tre e a quattro classi

Lo stesso approccio è stato mantenuto per la valutazione della probabilità d'impatto sui corsi d'acqua. Infatti, si è considerato che la messa in opera di rivestimento definitivo impermeabilizzato full-round annulli gli impatti a lungo termine anche sui corsi d'acqua; per le tratte di gallerie ad alta copertura topografica, il metodo di calcolo DHI è stato adattato per la valutazione dei corsi d'acqua per essere più rispondente alla modellizzazione del comportamento dei corsi d'acqua.

Per individuare i diversi parametri utili al calcolo della probabilità di isterilimento dei punti d'acqua, sono stati utilizzati i dati provenienti da diverse fonti:

- L'elenco dei punti acqua (sorgenti, pozzi, piezometri, corsi d'acqua), fornito da LTF, individuati durante la campagna di censimento del 2009 e i parametri fisico-chimici misurati sul terreno nel corso del monitoraggio dal 2009 fino a tutto il primo semestre del 2012. Nell'elenco sono presenti anche i punti acqua facenti parte delle campagne di misurazioni realizzate da LTF precedentemente al 2009.
- I risultati delle analisi di laboratorio realizzate sui punti acqua (sorgenti, pozzi, piezometri, corsi d'acqua) campionati nel periodo 2009-2012. Tramite l'analisi di questi dati è stato possibile individuare differenti sistemi di flusso definiti in relazione al grado di interazione delle acque con i litotipi presenti nel settore di studio. Questi dati hanno contribuito inoltre alla messa a punto del modello idrogeologico di riferimento.
- Il modello geologico e idrogeologico di riferimento sviluppato in questa fase di Progetto Definitivo.

- Informazioni quantitative, dove presenti, ottenute dai sondaggi e dalle prove e diagrafie in foro che descrivono il comportamento idrogeologico dei terreni e delle rocce attraversate dal tracciato delle opere in progetto.
- Osservazioni dirette eseguite durante le campagne di rilevamento geologico e idrogeologico di terreno.

L'insieme delle informazioni sono state organizzate in un progetto GIS, che ha permesso di tematizzare i dati a disposizione mettendo in evidenza i rapporti geometrici dei punti acqua con il tracciato, la topografia e l'assetto geologico e idrogeologico dell'area di studio.

La relazione è articolata in parti distinte:

- la prima parte descrive l'analisi dei risultati del monitoraggio della risorsa idrica e i sistemi di flusso;
- la seconda parte (capitoli 3 e 4) illustra il metodo e i risultati della valutazione della probabilità d'impatto sulle acque sotterranee e superficiali. Le valutazioni sono organizzate secondo l'opera di riferimento (Tunnel di Base, Piana di Susa, Galleria di Ventilazione di Clarea e Galleria di Interconnessione);
- la terza parte (capitolo 5 e 6) illustra lo studio per la valutazione della probabilità d'impatto per ogni corso d'acqua considerato. Le valutazioni sono organizzate secondo l'opera di riferimento (Tunnel di Base, Galleria di Ventilazione di Clarea e Galleria di Interconnessione);
- la quarta parte (capitolo 7) descrive le misure di prevenzione e di mitigazione del rischio di disseccamento da adottare per sorgenti (in modo particolare quelle idropotabili) e corsi d'acqua.

Le tabelle presentate in allegato (Allegati 2 – Tunnel di Base, 3 – Galleria di Ventilazione di Clarea) contengono i valori attribuiti ai diversi parametri che determinano l'indice DHI per ogni punto analizzato delle acque sotterranee.

I punti acqua considerati e i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo DHI unitamente ai punti acqua per i quali la probabilità d'impatto è stata ritenuta nulla in virtù della impermeabilizzazione delle opere sotterranee sono rappresentati in forma grafica sulla Carta della probabilità di impatto sui punti acqua alla scala 1:25'000 (C3B_0099_00-02-03-30-02).

Per quanto riguarda il settore della Galleria di Ventilazione di Clarea i punti acqua considerati e i risultati ottenuti sono rappresentati in forma grafica in Allegato 4.

2. Analisi dei dati di monitoraggio dei punti d'acqua (2009-2012)

Questo paragrafo rappresenta una sintesi dei dati prodotti nell'ambito del "Monitoraggio della risorsa idrica" realizzato da LTF e attualmente in corso.

I punti acqua analizzati, costituiti da sorgenti, pozzi, piezometri e corsi d'acqua, sono localizzati in territorio italiano e sono compresi nell'area riportata nella figura seguente.

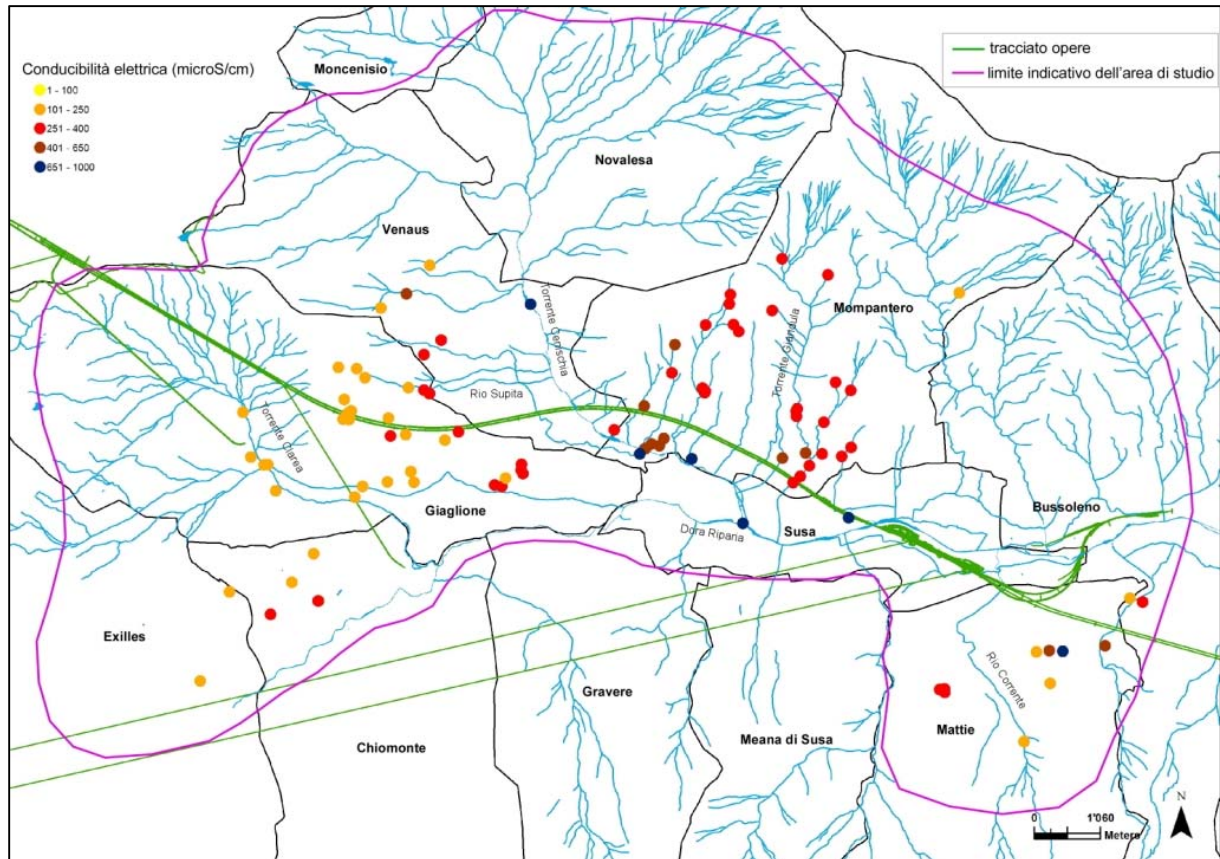


Figura 2 – Valori medi di conducibilità elettrica dei punti inseriti nella rete di monitoraggio della risorsa idrica 2009-2012. Limite indicativo dell'area esaminata (linea viola). Tracciato dell'opera in progetto (linea verde)

Rispetto al medesimo studio eseguito in fase di Progetto Preliminare, le valutazioni di tipo geochimico (maturità delle acque, lunghezza e profondità dei sistemi di flusso, valutazione dei tipi di acquifero) si basano su un numero maggiore di analisi di laboratorio e risultano quindi più affidabili. I dati utilizzati per l'analisi dei principali costituenti ionici e dei principali isotopi fanno riferimento alle campagne di misura e campionamento del periodo novembre 2009-maggio 2012.

Ai fini di una caratterizzazione più completa dei circuiti idrici che alimentano i diversi punti acqua esaminati, nell'area di studio sono stati distinti tre settori sulla base delle diverse caratteristiche geologiche e, di conseguenza, delle diverse caratteristiche degli acquiferi in roccia che in essi si sviluppano. Gli acquiferi più superficiali sono costituiti da depositi sciolti di origine glaciale e detritico-colluviale.

Il Settore Ambin-Zona a Scaglie Tettoniche di Venaus (ZST), nel quale si estende buona parte del Tunnel di Base Lato Italia e la Galleria di Ventilazione di Clarea, è delimitato a Est dalla Val Cenischia e a Sud dalla Dora Riparia. È caratterizzato dalle grandi masse di micascisti e gneiss dell'Ambin e dalle scaglie di calcescisti, gneiss e carnirole che costituiscono il contatto

tettonico con la Zona Piemontese. Vi sono inoltre compresi gli acquiferi porosi dei fondovalle Cenischia e Clarea.

Il Settore Zona Piemontese comprende il tratto del Tunnel di Base ubicato nel versante sinistro della Val Cenischia (comune di Mompantero) ed è costituito principalmente da calcescisti, gneiss, prasiniti e serpentiniti della Zona Piemontese. Comprende inoltre gli acquiferi porosi del fondovalle Cenischia ubicati alla base del versante considerato.

Il Settore Dora-Maira, nel quale si sviluppa il tracciato della galleria di Interconnessione, è delimitato a Est dal bacino del rio Gerardo e a Ovest dal rio Scaglione ed è compreso interamente nei calcemicascisti e gneiss del Complesso di Meana-M.te Muretto del Massiccio Dora-Maira.

Nelle tabelle in allegato sono riportati per ogni sorgente gli elementi di base utili alla comprensione del sistema di flusso di riferimento. Per le sorgenti che probabilmente rappresentano le emergenze di circuiti relativamente profondi, quindi con maggiori potenzialità di interazione con le opere in sotterraneo, sono state riportate descrizioni di maggior dettaglio nei paragrafi e capitoli successivi.

2.1 Settore Ambin-Zona a Scaglie Tettoniche

In questo settore le sorgenti analizzate presentano caratteri idrogeochimici specifici del contesto geologico e strutturale. In particolare vi si riconoscono i seguenti elementi peculiari:

- acquifero di fondovalle della Val Cenischia, caratterizzato da permeabilità di grado medio-alto; esso ospita una falda freatica ipoteticamente in equilibrio con il reticolo idrografico superficiale (T. Cenischia) ed è alimentato, oltre che dai conoidi laterali, dai circuiti in roccia di cui rappresenta probabilmente il livello di base (Figura 3). È il caso delle sorgenti AST018-Esclosa di Venaus e AST737-Stagno di Mompantero, le cui acque potrebbero derivare da circuiti in roccia che lisciviano litotipi a composizione sia carbonatico/evaporitica (carniole), sia silicatica (gneiss e micascisti). In Figura 3 i circuiti alimentanti l'acquifero di fondovalle sono evidenziati dalle frecce blu/viola (acque HCO₃(SO₄)-At);
- fasce intensamente tettonizzate (Zona a Scaglie Tettoniche-ZST) che interessano porzioni del basamento roccioso relativamente superficiali e nelle quali prevalgono fenomeni di dissoluzione chimica di livelli evaporitici (carniole) (Figura 3). I circuiti che si impostano in questi settori alimentano sorgenti a composizione solfato-calcica, come nel caso della sorgente idropotabile AST394-Pian Suffi, e bicarbonato-calcica, come ad esempio la sorgente AST643 di Venaus. In Figura 3 i circuiti impostati nella ZST sono evidenziati dalle frecce rosse (acque SO₄(HCO₃)-At);
- fenomeni gravitativi che interessano ampie porzioni superficiali del basamento roccioso (DGPV) e che costituiscono acquiferi con permeabilità assimilabile ai terreni porosi (Figura 3). I circuiti che vi si sviluppano sono più brevi rispetto ai settori non detensionati circostanti. Ad esempio, i circuiti all'interno della DGPV sviluppata in corrispondenza della testata del bacino del Supita (Figura 3), pur intercettando i livelli evaporitici della Zona a Scaglie Tettoniche, originano sorgenti a composizione prevalentemente bicarbonato-calcica, poco arricchite in solfati. È il caso delle sorgenti idropotabili AST009-Supita 2, AST012-Supita-Poisattoni, AST445-446-S. Chiara e delle sorgenti non potabili AST007, AST013-Tre merli, AST452, AST492, AST493 e AST512. In Figura 3 i circuiti impostati in settori detensionati del versante sono evidenziati dalle frecce azzurre (acque HCO₃-At). Questi circuiti, seppur più superficiali, possono trovarsi in equilibrio idraulico con i circuiti in roccia. Non è

infatti da escludere un'interazione tra i circuiti idrici all'interno del corpo della DGPV e quelli lungo le fasce intensamente tettonizzate che si trovano al di sotto della stessa DGPV.

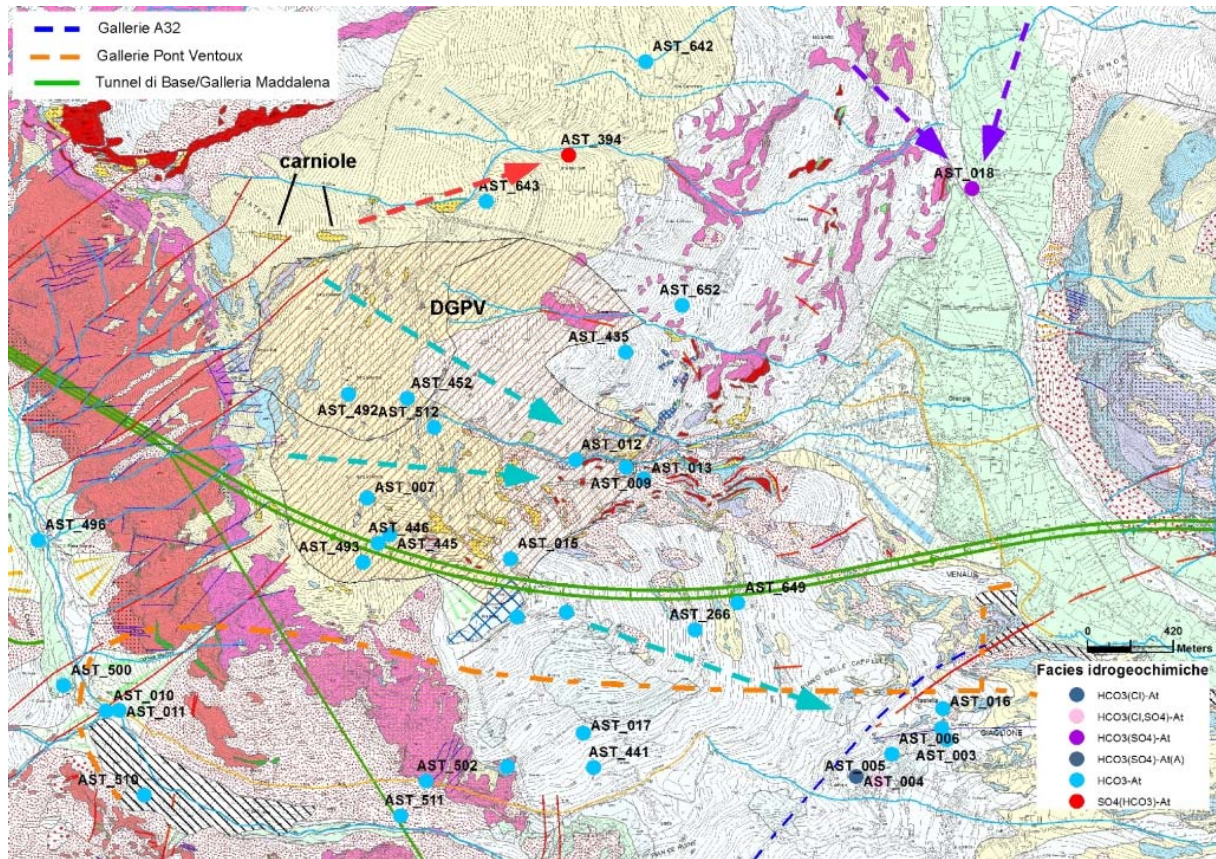


Figura 3 – Ubicazione e facies idrogeochimica delle sorgenti del versante destro della Val Cenischia comprese nel settore Ambin-ZST. Le frecce indicano i sistemi di flusso principali e i loro colori corrispondono alle facies idrogeochimiche in legenda

- acquifero di fondovalle della Val Clarea, caratterizzato da permeabilità di grado medio-alta; esso ospita una falda freatica di cui il T. Clarea rappresenta l'emergenza. Quest'ultimo affiora in modo continuativo solo a valle della confluenza con il torrente Tiraculo. È alimentato principalmente dai flussi provenienti dagli acquiferi di versante e in parte dai flussi idrici in roccia (Figura 4). I flussi in roccia sono sviluppati principalmente lungo bande di fratturazione a direzione NE-SW che caratterizzano il Massiccio d'Ambin, persistenti ma spaziate, e che si prolungano probabilmente a profondità elevate, paragonabili a quelle del Tunnel di Base (Figura 4). In particolare, nel settore della Val Clarea le sorgenti idropotabili AST010-Pratovecchio e AST011-Boscocedrina, entrambe a composizione bicarbonato-calcica, sono probabilmente caratterizzate da alimentazione mista, in parte proveniente dagli acquiferi di versante e di fondovalle Clarea, in parte dalle bande di fratturazione a direzione NE-SW, quindi più profonda. I sistemi di flusso descritti sono evidenziati dalle frecce azzurre in Figura 4.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

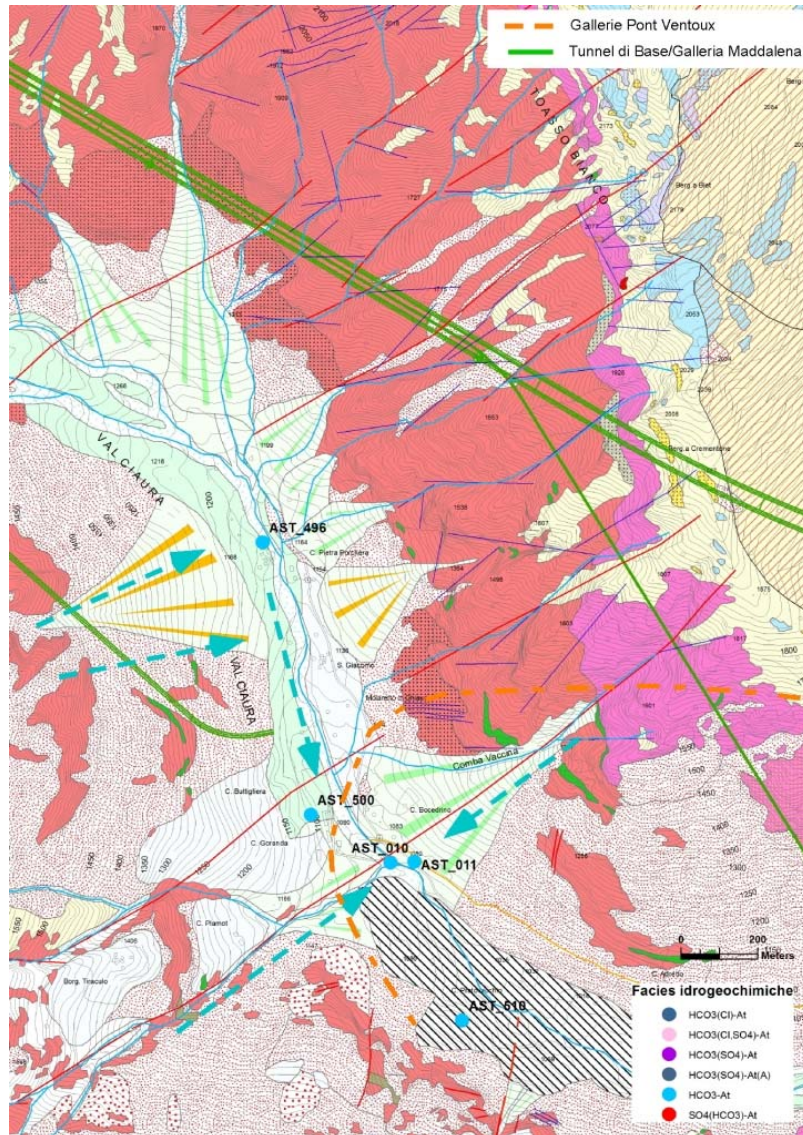


Figura 4 – Ubicazione e facies idrogeochimica delle sorgenti della Val Clarea (settore Ambin-ZST). Le frecce indicano i sistemi di flusso principali e i loro colori corrispondono alle facies idrogeochimiche in legenda

Più in linea generale, dai diagrammi di Piper e dai grafici HCO_3+Cl vs SO_4 si deduce che la maggior parte dei punti acqua analizzati presenta composizione bicarbonato alcalino-terrosa (Figura 5) a salinità ionica bassa (Figura 6), tipica di circuiti superficiali.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

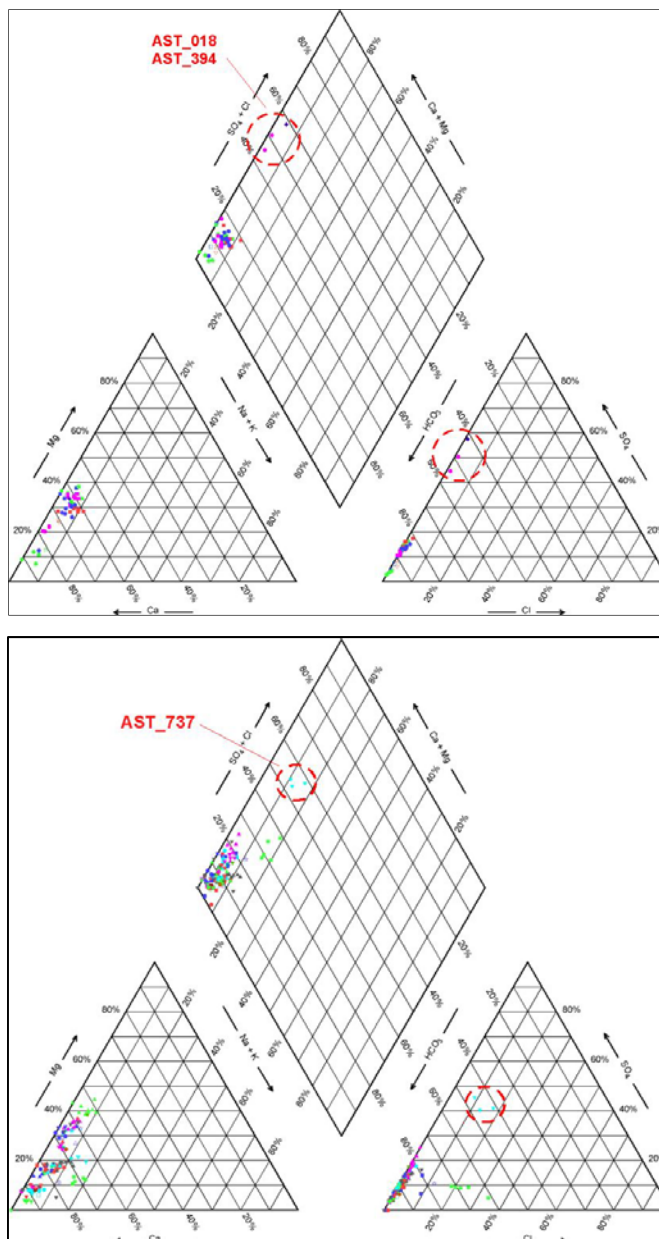


Figura 5– Diagrammi di Piper relativi ai punti acqua idropotabili (in alto) e non potabili (in basso) campionati nel settore Ambin-Zona Piemontese

In Figura queste sorgenti occupano il vertice sinistro sia del diagramma dei cationi, sia di quello degli anioni. Si tratta di acque che circolano soprattutto all'interno delle porzioni detensionate del massiccio (DGPV) e all'interno dei depositi quaternari lungo i versanti e alimentano le sorgenti che si trovano all'interno e allineate ai piedi della frana (DGPV) che interessa la parte medio alta del versante destro della Val Cenischia (AST007, 009, 012, 013, 445, 446, 492, 512, 652) (Figura 3); essi sono relativamente brevi con zone di infiltrazione in corrispondenza delle vallecole connesse al fenomeno gravitativo presenti in prossimità della cresta. Tali circuiti non interessano direttamente le porzioni di massiccio roccioso alla quota del tunnel; tuttavia è possibile che alimentino circuiti più profondi impostati all'interno delle bande di fratturazione profonda, con le quali potrebbero essere in connessione idraulica.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

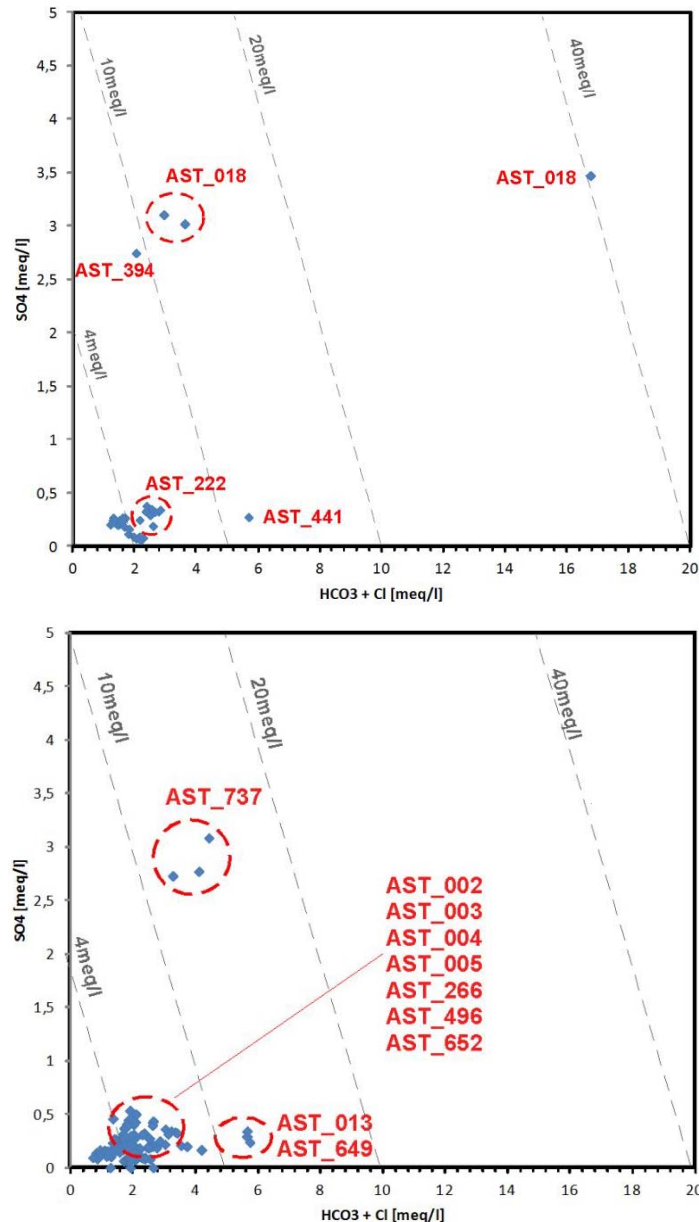


Figura 6 – Grafici HCO₃+Cl vs SO₄ per i punti acqua idropotabili (in alto) e non potabili (in basso) campionati nel settore Ambin-ZST. Le linee tratteggiate riportano i riferimenti per la salinità ionica espressa in meq/l

Tra le sorgenti bicarbonato-calciche ve ne sono alcune che presentano salinità ionica intermedia (Figura 6, AST002, 003, 004, 005, 222, 266, 496, 652), testimoniando un grado di interazione con la roccia maggiore e, di conseguenza, la presenza di circuiti più lunghi. Tra queste sorgenti, alcune sono captate a scopo idropotabile, come l'AST222, che alimenta l'acquedotto di Chiomonte.

Il contenuto in cloruri può essere fuorviante. In questo settore, infatti, bisogna tenere presente che molte acque possono essere inquinate dal sale utilizzato nella stagione invernale per mitigare la formazione di ghiaccio sul fondo stradale. Alcune delle sorgenti non potabili in questione (AST003, 004, 005 di Giaglione), si trovano in prossimità di strade che percorrono il versante destro della Val Cenischia (SS 25 del Moncenisio), a quote inferiori rispetto al piano stradale, o in prossimità dei centri abitati; la sorgente AST737-Stagno e la sorgente

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

idropotabile AST018-Cascina-Esclosa si trovano, invece, nel fondovalle Cenischia in prossimità della SP 210, anch'esse ad una quota inferiore rispetto al piano stradale.

I tenori di Na, Cl e SO₄ di queste sorgenti se plottati sui grafici Cl vs Na (Figura 7) e Cl vs SO₄ (Figura 8) mostrano contenuti in Cl e Na elevati, che possono indicare anche forti contaminazioni antropiche.

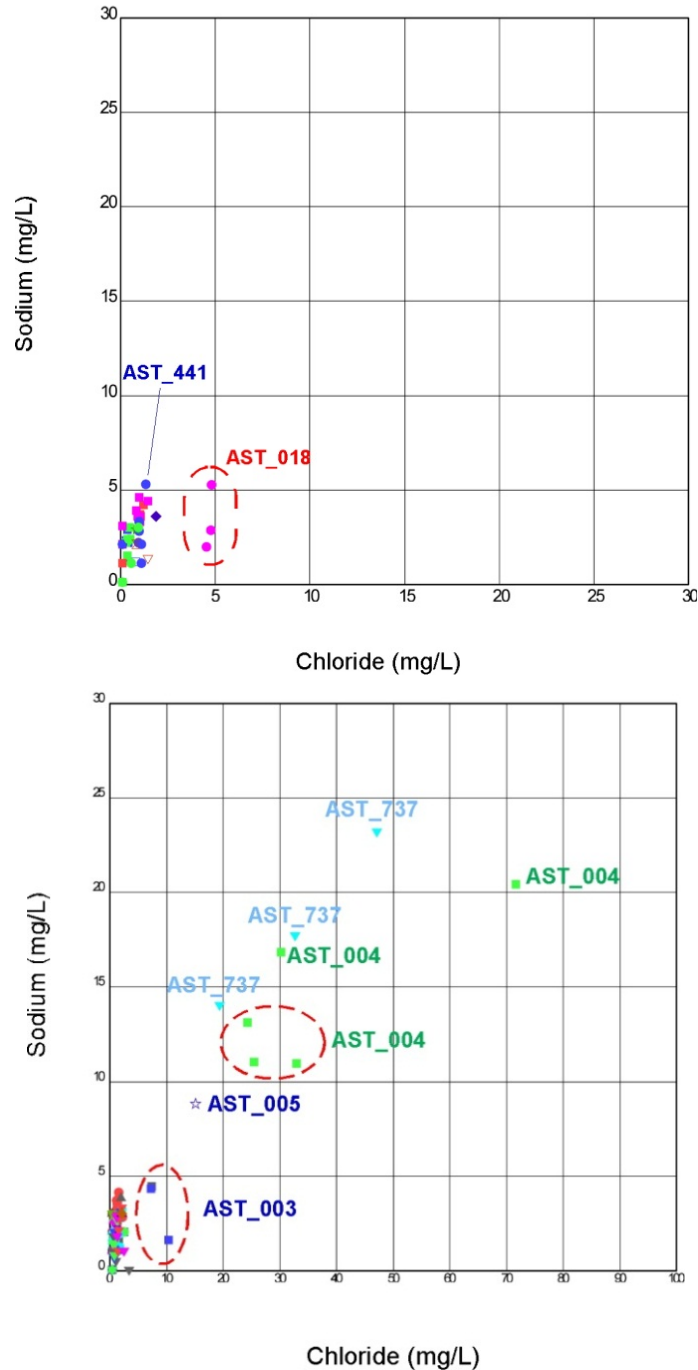


Figura 7 – Grafici Cl vs Na per i punti acqua idropotabili (in alto) e non potabili (in basso) campionati nel settore Ambin-ZST

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

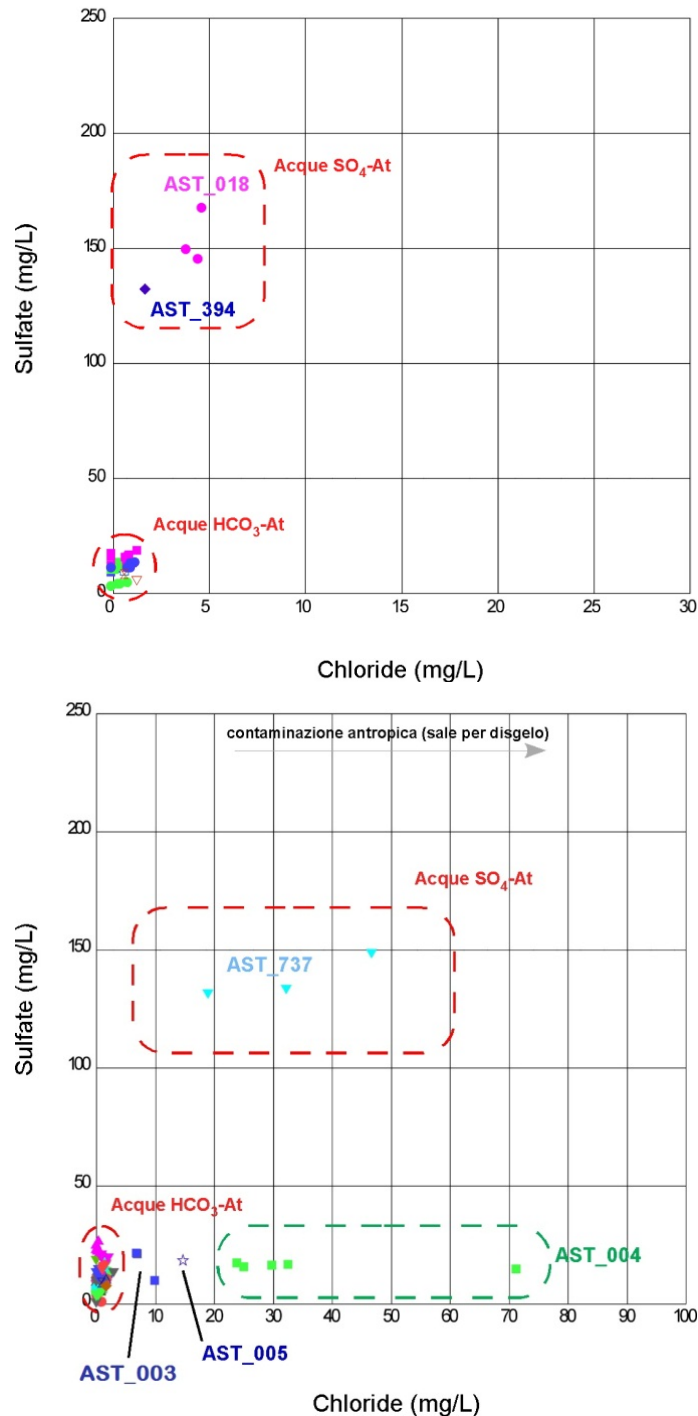


Figura 8 – Grafici Cl vs SO₄ per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Ambin-ZST

A sostegno dell'ipotesi di contaminazioni antropiche si riportano di seguito nella Figura 9 e nella Figura 10 i grafici delle variazioni delle concentrazioni di Cl e Na durante il periodo di campionamento e analisi.

Per i punti di Giaglione a valle della SS25 (AST_003 e AST_004; Figura 9) le concentrazioni di Cl e Na sono maggiori nei mesi primaverili dopo la stagione invernale e quindi dopo l'ipotetico trattamento del manto stradale con sale da disgelo e minori nei mesi autunnali (settembre-novembre) che seguono la stagione estiva.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Il campionamento della sorgente AST_004 nel mese di maggio 2010 presenta tenori in Cl e Na particolarmente elevati e rispettivamente di 71,2 mg/l e 20,4 mg/l; esso è stato effettuato dopo una stagione invernale caratterizzata da condizioni meteorologiche particolarmente rigide.

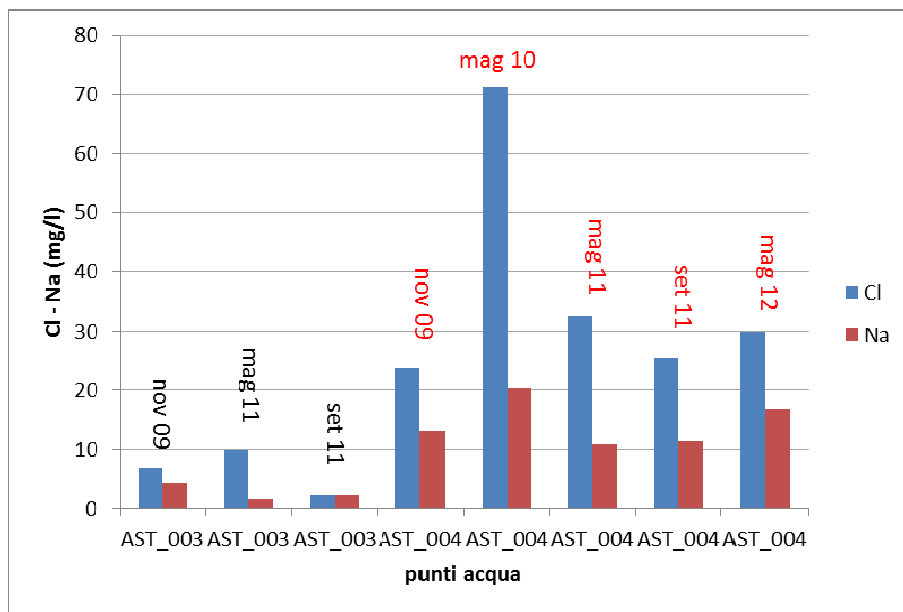


Figura 9 – Grafico Cl – Na vs mese di campionamento per i punti AST003, AST004 e AST005 (versante destro della Val Cenischia sotto piano stradale SS 25 del Moncenisio)

Per quanto riguarda invece i punti situati in prossimità della SP 210 nel fondovalle Cenischia (Figura 10) le concentrazioni di Cl e Na nell'acqua della sorgente idropotabile AST018-Cascina-Esclosa non variano significativamente tra autunno e primavera mentre nell'acqua della sorgente AST737-Stagno di Mompantero le concentrazioni di Cl e Na sono maggiori nei mesi primaverili (maggio) e minori nei primi mesi autunnali (settembre).

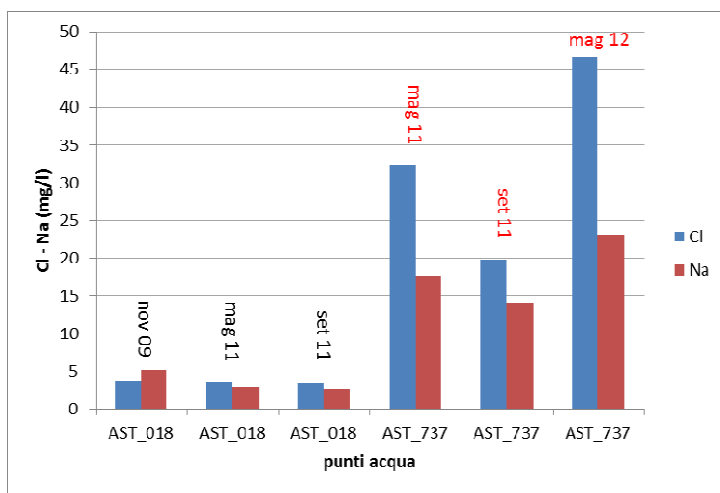


Figura 10 – Grafico Cl – Na vs mese di campionamento per i punti AST018 e AST737 (fondovalle Cenischia sotto piano stradale SP 210)

Il grafico SO4 vs K (Figura 11) mostra che le sorgenti idropotabili AST018-Esclosa (attualmente non in uso) e AST394-Pian Suffi (captata per l'approvvigionamento idrico di alcune borgate del comune di Venaus), ubicate a Venaus, e la sorgente non idropotabile AST737-Stagno di Mompantero hanno chimismo solfato-calcico a salinità ionica medio-alta.

Esse sono caratterizzate da bassi tenori in K ed elevati tenori in SO₄: dato l'assetto geologico locale, queste acque potrebbero derivare da circuiti in roccia più o meno lunghi che lisciviano litotipi a composizione sia carbonatico/evaporitica (carniole e gessi) che silicatica (gneiss e micascisti). In particolare, nel caso delle sorgenti AST018 e AST737, ubicate entrambe nei depositi di fondovalle della Val Cenischia, la particolare composizione idrochimica potrebbe essere legata anche alla lisciviazione di depositi quaternari derivanti dall'erosione delle rocce silicatiche e carbonatiche che affiorano in modo continuativo nella testata della Val Cenischia.

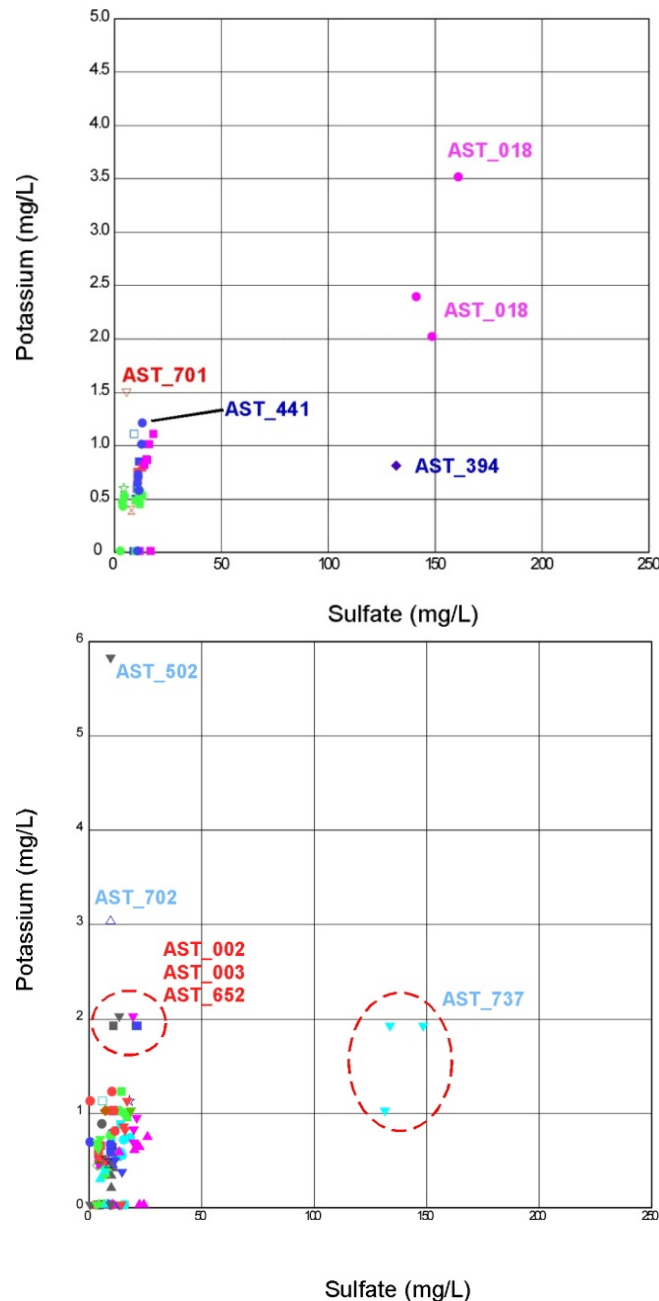


Figura 11 – Grafici SO₄ vs K per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Ambin-ZST

Le acque delle sorgenti AST002, 003, 502 di Giaglione, 652 di Venaus, 702 di Chiomonte e la sorgente idropotabile AST701-Rigaud 1 di Chiomonte presentano tenori relativamente più elevati in K (Figura 11). Esse sono caratteristiche di circuiti sviluppati in depositi glaciali con frazione detritica derivante dall'erosione di litotipi silicatici (gneiss e micascisti).

2.2 Settore Zona Piemontese

In questo settore le sorgenti presentano i seguenti elementi peculiari (Figura 12):

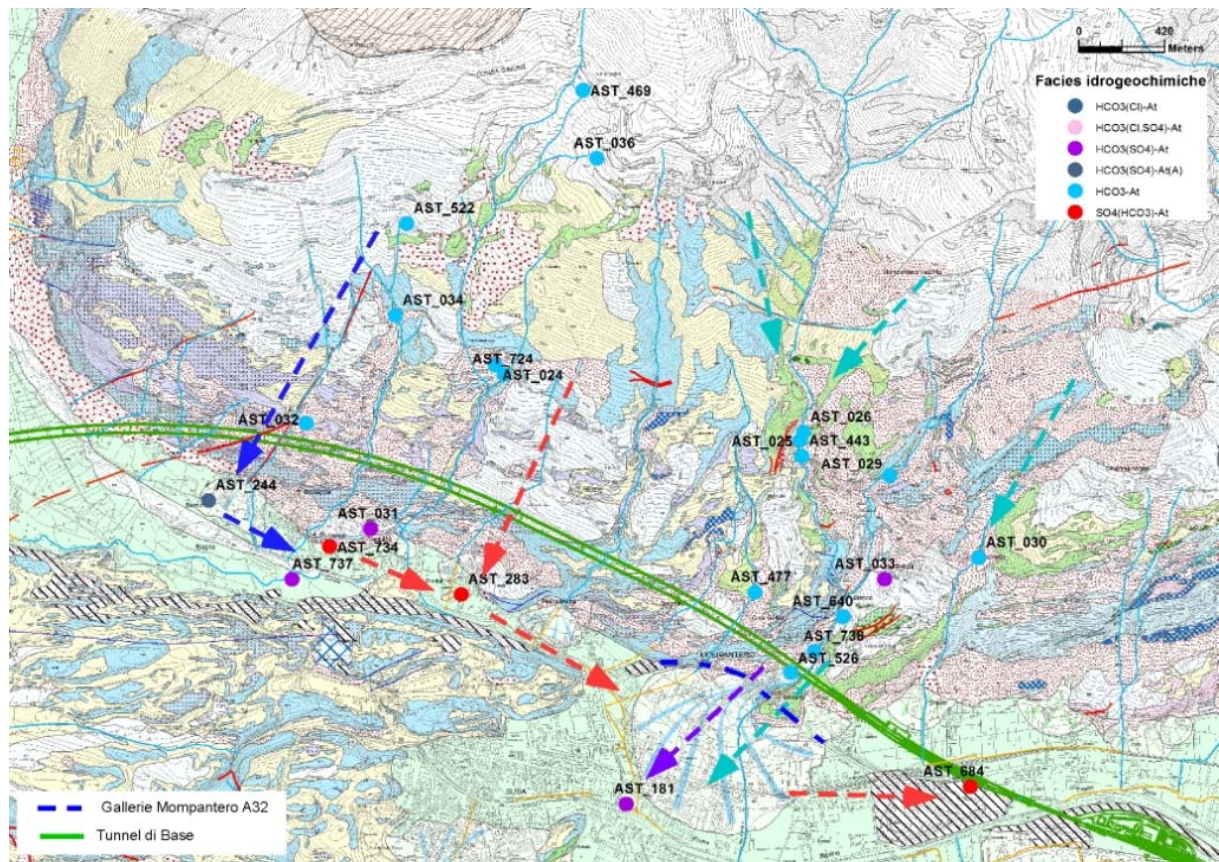


Figura 12 – Ubicazione e facies idrogeochimica delle sorgenti del versante sinistro della Val Cenischia comprese nel settore Zona Piemontese. Le frecce indicano i sistemi di flusso principali e i loro colori corrispondono alle facies idrogeochimiche in legenda

- acquifero di fondovalle della Val Cenischia, caratterizzato da permeabilità di grado medio-alto e alimentato dai conoidi laterali del versante sinistro della Val Cenischia e da circuiti in roccia di cui probabilmente rappresenta il livello di base. Le acque campionate nei pozzi di fondovalle indicano un chimismo tipico di acque mature con tenori anche importanti. È il caso dei piezometri AST244 di Venaus (Berno) e AST684 di Susa e dei pozzi idropotabili AST283 (Mompantero) e AST181 (Susa), le cui acque potrebbero derivare, almeno in parte, da circuiti in roccia o in depositi alluvionali a composizione sia carbonatico/evaporitica (carniole e gessi), sia silicatica (gneiss e micascisti) (vedi Figura 12).
- sistemi di circolazione idrica in roccia lungo le bande di fratturazione persistente a direzione variabile tra NNE-SSW e E-W all'interno dei calcescisti, gneiss, prasiniti e serpentiniti del versante sinistro della Val Cenischia. Tali sistemi di circolazione sono responsabili del chimismo solfatico della sorgente AST734-Galosat e di alcune sorgenti ubicate lungo il versante sinistro della Val Cenischia, tra 500 e 800 m s.l.m. (AST031-Lavatoio Marzano e AST033-Bianco, entrambe di Mompantero). In Figura 12 i circuiti lungo le bande di fratturazione in questione sono evidenziati dalle frecce blu (per circuiti di acque HCO₃(SO₄)-At(A)), rosse (per circuiti di acque SO₄(HCO₃)-At) e viola (per circuiti di acque HCO₃(SO₄)-At).

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Più in generale, dai diagrammi di Piper di Figura e dai grafici HCO_3+Cl vs SO_4 di Figura 14 si deduce che la maggior parte delle acque campionate nelle sorgenti presenta composizione bicarbonato-calcica con salinità da bassa a media, tipica di circuiti brevi e generalmente superficiali. Si tratta delle sorgenti presenti lungo il versante a quota più elevata (sorgenti AST24, 25, 26, 29, 30, 34, 36, 443, 469, 477, 522, 528, 640, 708 e 724).

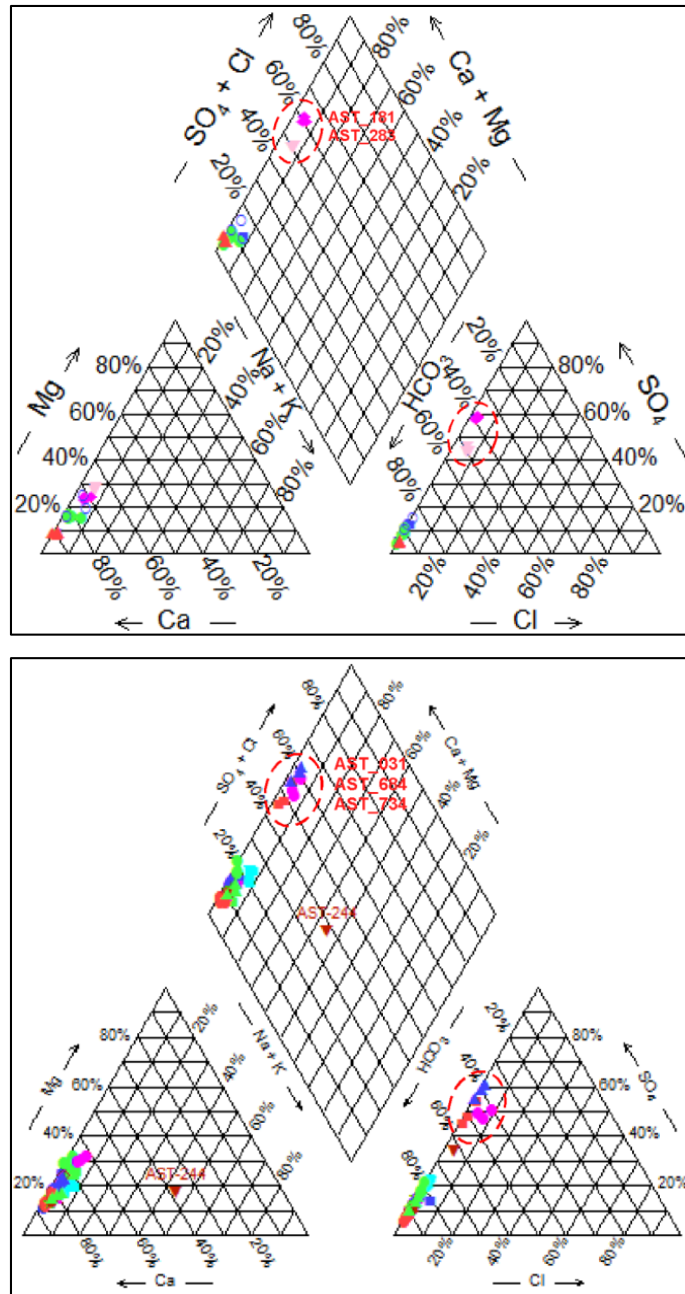


Figura 13 – Diagrammi di Piper relativi ai punti acqua idropotabili (in alto) e non potabili (in basso) campionati nel settore Zona Piemontese

Tuttavia, alcune tra queste sorgenti presentano chimismo che induce a ritenere che, almeno in parte, esse abbiano una ricarica di tipo misto (superficiale e profondo). L'aliquota d'alimentazione di origine profonda potrebbe essere legata a circuiti idrici lungo le faglie a direzione NE-SW che caratterizzano il versante sinistro della Val Cenischia. Esse si impostano all'interno dei potenti orizzonti di gneiss di Charbonnel che caratterizzano questo

versante. La sfumatura solfatica potrebbe essere connessa alla lisciviazione di livelli di gessi e carnioli che caratterizzano le faglie e contatti tettonici di questo settore.

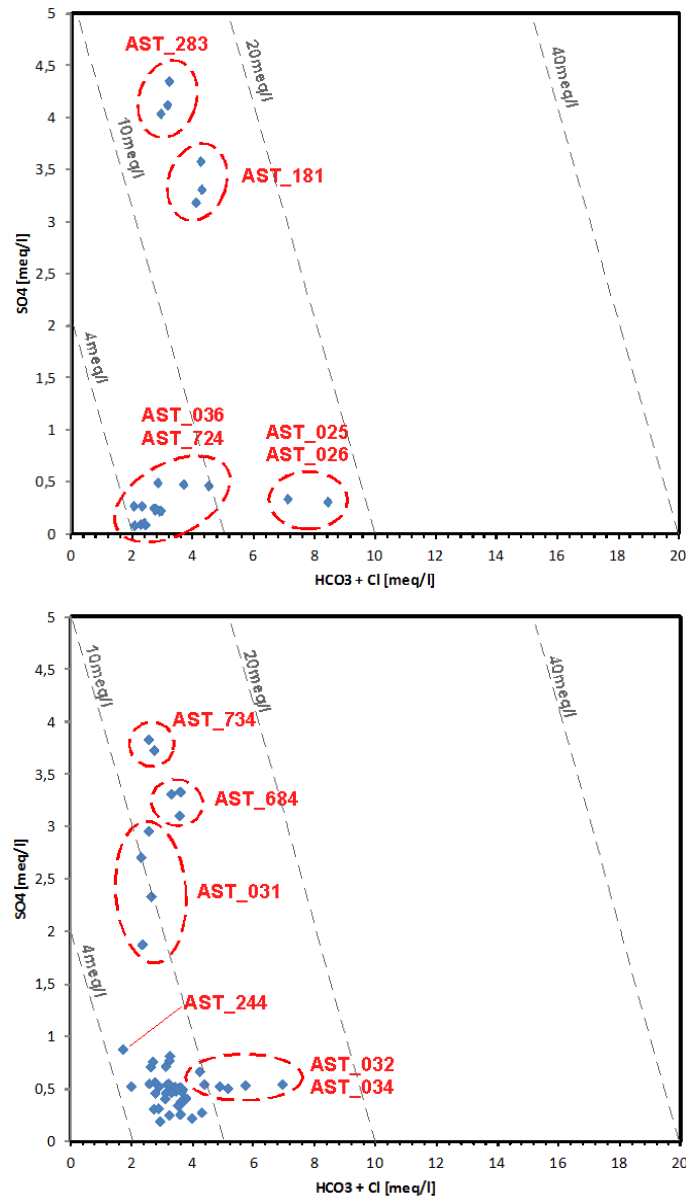


Figura 14 – Grafici HCO3+Cl vs SO4 per i punti acqua idropotabili (in alto) e non potabili (in basso) campionati nel settore Zona Piemontese. Le linee tratteggiate riportano i riferimenti per la salinità ionica espressa in meq/l

Le sorgenti idropotabili AST025-Fontana Maria inferiore e AST026-Fontana Maria superiore di Mompantero e le sorgenti AST032-Tovasiera e AST034-Iclia con acque a salinità ionica intermedia possono essere connesse a circuiti lungo faglia, in ammasso roccioso con lenti o livelli di rocce evaporitiche (marmi dolomitici e calcescisti carbonatici). La componente alcalina può essere connessa alla lisciviazione lungo faglia di litotipi gneissici/prasinidici al contatto con i calcescisti. Questi circuiti sono gli stessi che alimentano i pozzi e i piezometri di fondovalle, nei quali però si ha miscelamento con gli apporti di acque meteoriche a salinità ionica più debole che si infiltrano direttamente nei depositi quaternari di fondovalle.

Anche in questo caso, però, si deve tener conto del possibile inquinamento delle acque di fondovalle in seguito all'uso di sale per il disgelo del manto stradale. Dall'analisi dei grafici

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

di Figura e di Figura 16, le concentrazioni anomale di cloruri nei pozzi e piezometri di fondovalle (AST181, AST283 e AST684) potrebbero essere connesse a questo tipo di inquinamento antropico.

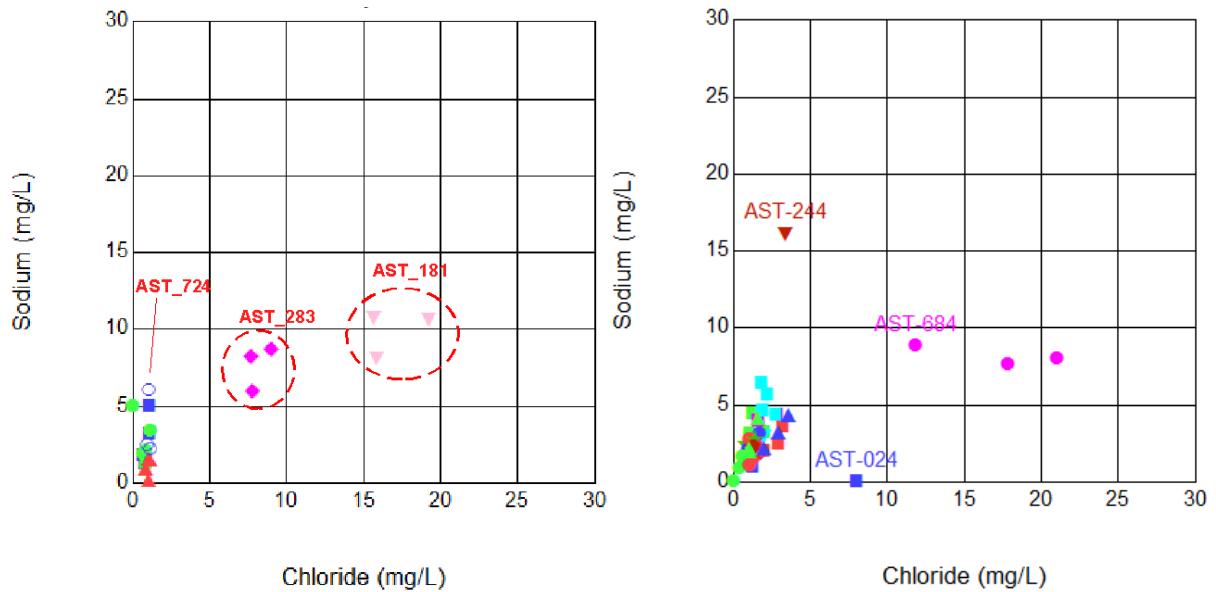


Figura 15 – Grafici Cl vs Na per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Zona Piemontese

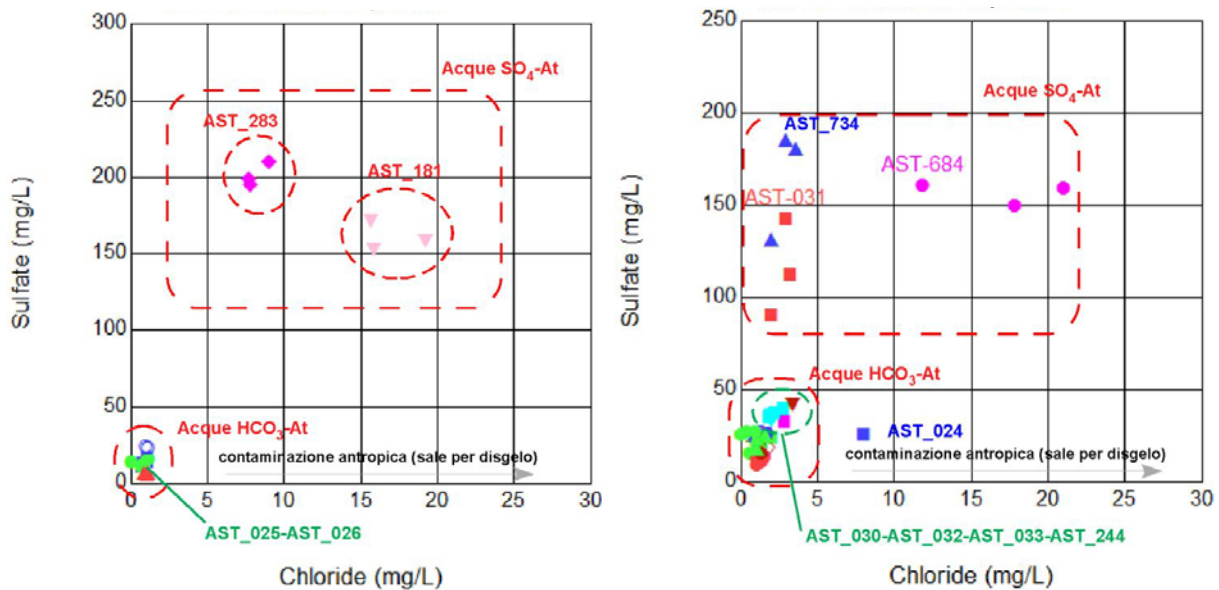


Figura 16 – Grafici Cl vs SO4 per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Zona Piemontese

La variazione dei contenuti in Cl e Na lungo il periodo di campionamento (Figura 17) non risulta essere particolarmente significativa per quanto riguarda il pozzo idropotabile AST283 di Mompantero, ubicato nel fondovalle Cenischia. Allo stesso modo, i valori misurati nei pozzi e piezometri del fondovalle alluvionale della Piana di Susa (pozzo idropotabile AST181 di Susa e piezometro AST_684) non permettono di evidenziare una diretta correlazione con il periodo di utilizzo del sale da disgelo (inverno). Tuttavia, questi campionano la falda di

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

fondovalle che è caratterizzata da fenomeni di diluizione che tendono a stemperare i picchi di concentrazione.

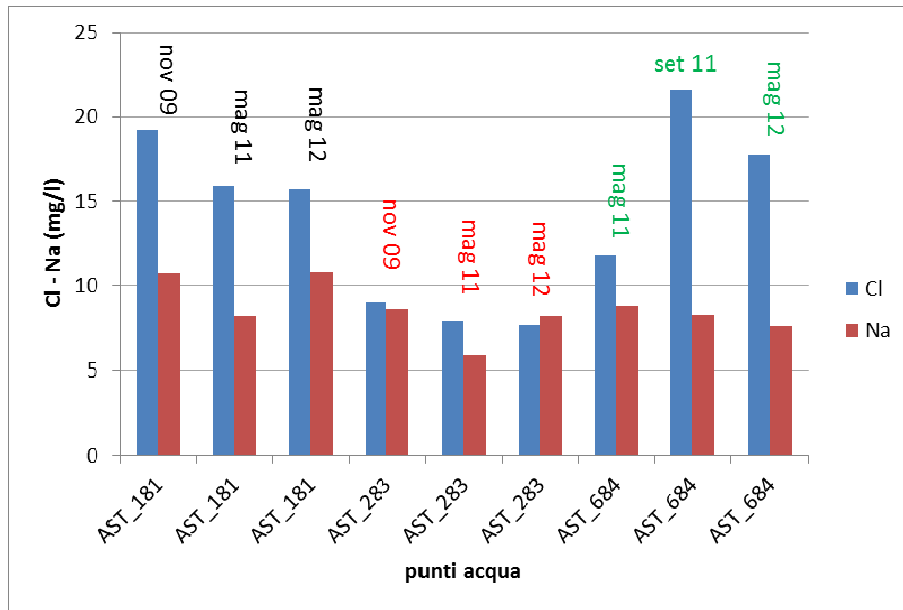


Figura 17 – Grafico Cl – Na vs mese di campionamento per i punti AST_181 e AST_684 (fondovalle Val di Susa) e per il punto AST_283 (fondovalle Cenischia)

Dalla lettura del grafico SO4 vs K (Figura 18) si conferma la possibilità che le sorgenti del versante AST024-Pietrabruna 1, AST025-Fontana Maria inferiore e AST026-Fontana Maria superiore (entrambe idropotabili), AST030-Nicoletti e AST033-Bianco siano alimentate da circuiti che interagiscono ipoteticamente con litotipi silicatici (gneiss) e prasinitici.

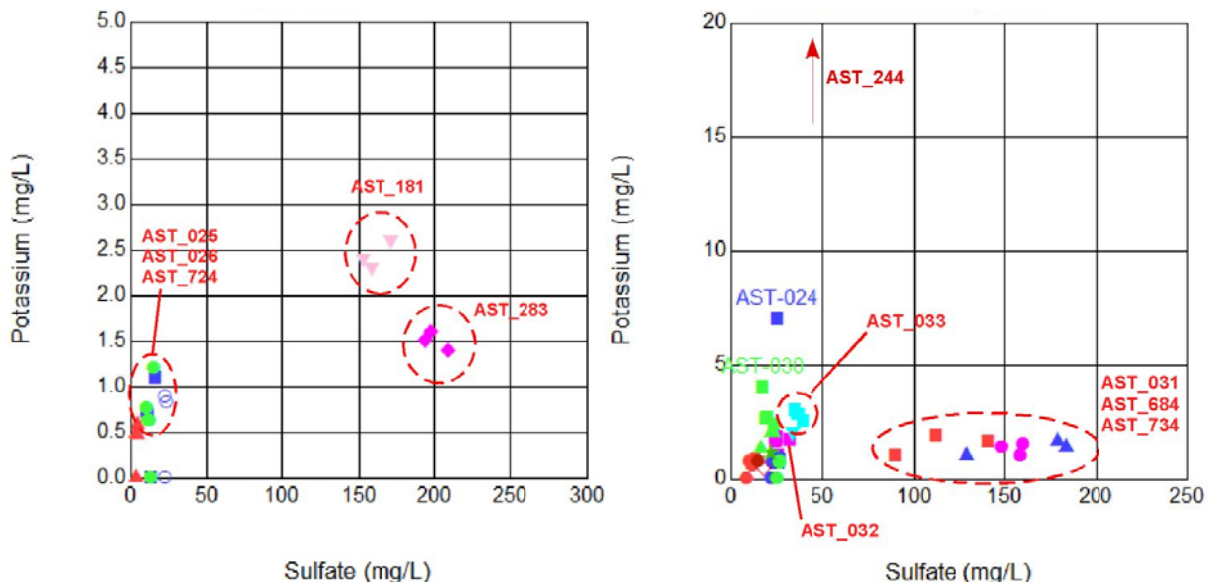


Figura 18 – Grafici SO4 vs K per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Zona Piemontese

2.3 Settore Dora Maira

In questo settore, interessato dallo scavo della Galleria di Interconnessione, si riconoscono i seguenti elementi peculiari (Figura 19):

- falda freatica ospitata nei depositi di fondovalle della Val di Susa con soggiacenza maggiore di 25-30 m nel settore dell'Autoporto di Susa in destra Dora Riparia e che tende a diminuire verso valle; la soggiacenza della falda freatica nel settore compreso tra l'imbocco di valle della galleria d'interconnessione e la stazione di Bussoleno è inferiore ai 10 metri. In questa tratta, tuttavia, non sono presenti punti di monitoraggio che possano indicare univocamente tale dato;
- parte basale del versante destro della Val di Susa con inclinazione modesta (circa 6°), in corrispondenza dei quali affiorano depositi quaternari di riempimento di canali di erosione glaciale (spillway channel), il cui approfondimento non è conosciuto. Gli acquiferi ospitati in questi depositi superficiali sono poco sviluppati, come testimoniato dall'assenza di sorgenti di rilievo;

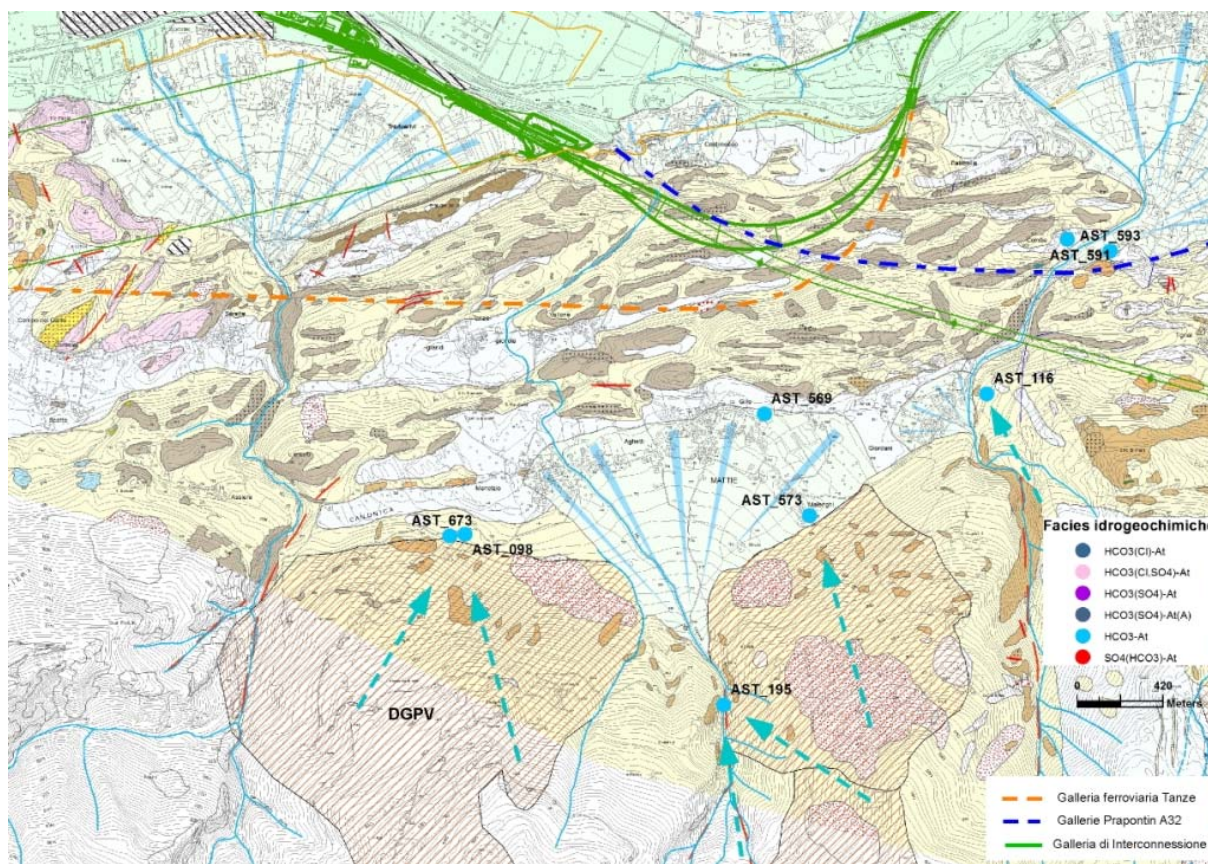


Figura 19 – Ubicazione e facies idrogeochemiche delle sorgenti del versante destro della Val di Susa comprese nel settore Dora-Maira

- depositi fluvio-torrentizi del conoide del rio Corrente caratterizzati da permeabilità medio-alta;
- parti a quote maggiori del versante destro della Val di Susa (al di sopra dell'altopiano di Mattie) caratterizzato da basamento roccioso con grado di permeabilità generalmente basso e scarsi circuiti in roccia. La permeabilità è maggiore in settori detensionati del versante (DGPV) o in settori maggiormente fratturati. I circuiti sviluppati nei settori detensionati alimentano sorgenti a composizione bicarbonato calcica posti al piede del versante, come le sorgenti AST098 e AST673 (sorgenti Barale di Mattie, in passato captate ad uso idropotabile) e la sorgente AST573 di Mattie. I circuiti sviluppati lungo il sistema di fratturazione a direzione N-S alimentano sorgenti a composizione bicarbonato calcica, come ad esempio la sorgente

idropotabile AST195-Pontetto di Mattie. In Figura 19 le frecce azzurre evidenziano sia i circuiti sviluppati in DGPV sia quelli lungo le faglie N-S.

Dai diagrammi di Piper di Figura 20 e dai grafici HCO₃+Cl vs SO₄ (Figura 21) e SO₄ vs K (Figura 22) si deduce che la totalità dei punti acqua analizzati presenta composizione bicarbonato-calcica, con salinità ionica relativamente bassa (<10 meq/l, Figura 21), tipica di circuiti brevi con basso grado di interazione con la frazione solida degli acquiferi.

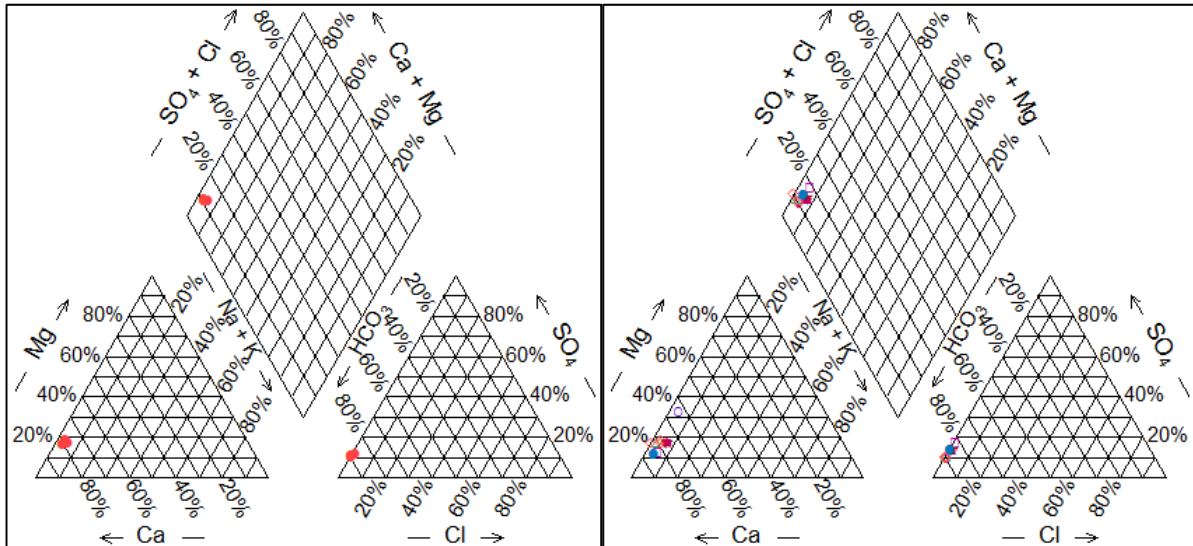


Figura 20 – Diagrammi di Piper relativi ai punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Dora Maira

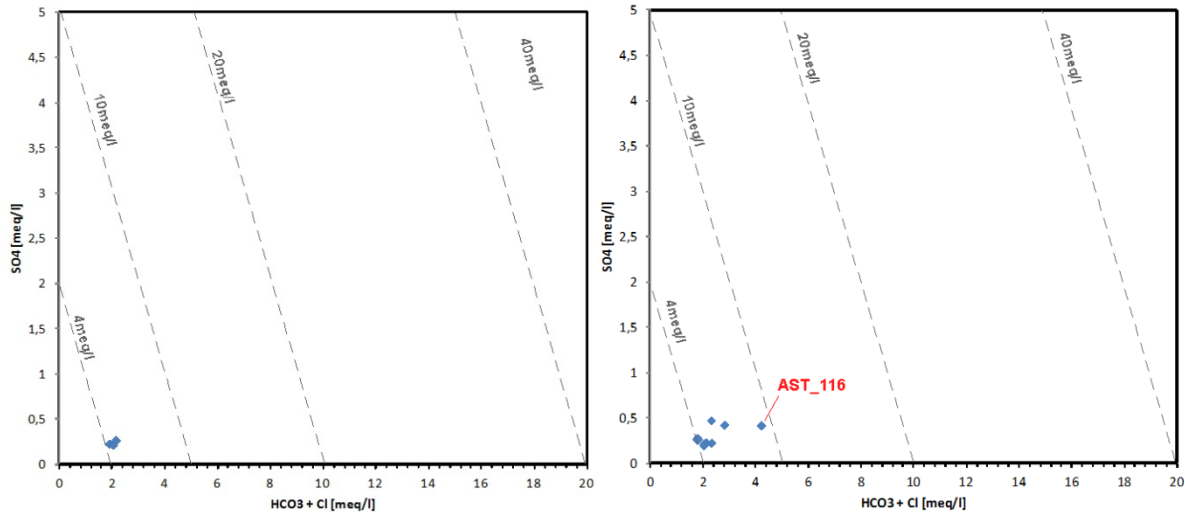


Figura 21 – Grafici HCO₃+Cl vs SO₄ per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Dora Maira. Le linee tratteggiate riportano i riferimenti per la salinità ionica espressa in meq/l

Dall'analisi del grafico SO₄ vs K si osserva che le uniche sorgenti con tenori in solfati relativamente elevati sono quelle ubicate lungo i versanti sviluppati al di sopra dell'altopiano di Mattie: le AST671, AST672, AST673 (sorgenti Barale 1, 2, 3, in passato utilizzate a scopo idropotabile) e la AST116 (captazione non accessibile, campionata sporadicamente dal troppopieno in quanto spesso secco). Questo arricchimento potrebbe essere connesso a circuiti lungo faglia in ammasso roccioso con lenti o livelli di rocce evaporitiche (marmi dolomitici e

calcescisti carbonatici) o comunque alla presenza di circuiti più lunghi in rocce e depositi quaternari in settori detensionati del versante (DGPV).

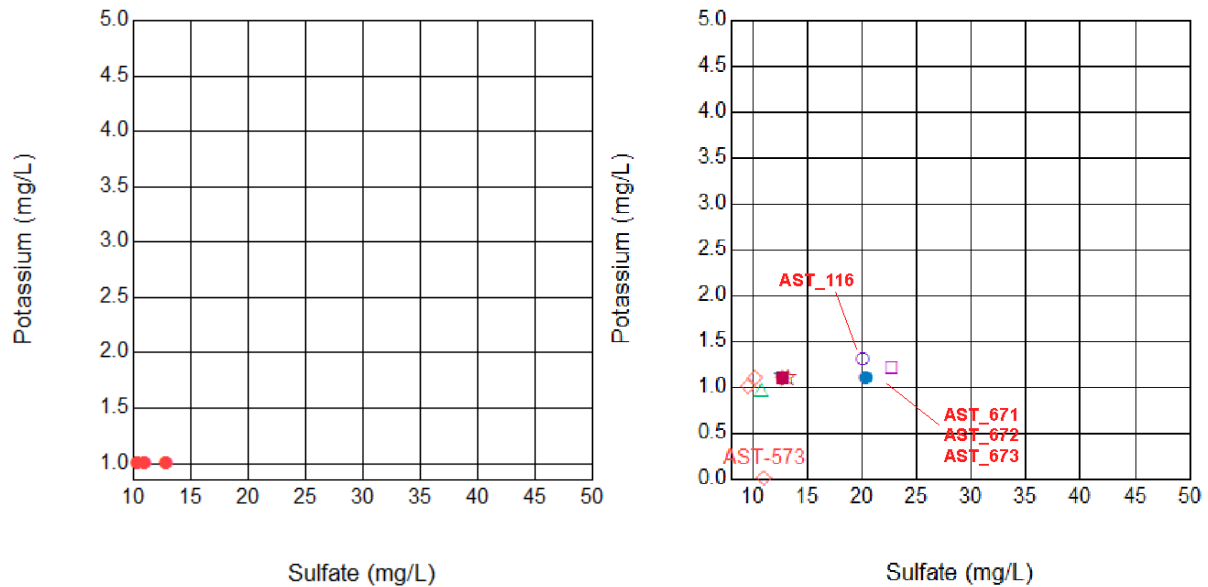


Figura 22 – Grafici SO_4 vs K per i punti acqua idropotabili (a sinistra) e non potabili (a destra) campionati nel settore Dora Maira

2.4 Analisi isotopiche

Per quanto riguarda l'analisi dei valori misurati di Ossigeno 18 (^{18}O) e di Deuterio (2H) (Figura 23), tutte le acque sotterranee considerate in questo studio si proiettano in prossimità della Retta Meteorica Mondiale (*Global Meteoric Water Line GMWL*, Craig, 1961), indicando che esse non hanno subito né fenomeni di scambio isotopico con le rocce dei serbatoi in cui hanno circolato, né fenomeni di evaporazione prima dell'infiltrazione, che causerebbero degli spostamenti della composizione isotopica rispetto alla Retta Meteorica Mondiale.

Le acque sotterranee che presentano massimo impoverimento in isotopi pesanti ricadono nel settore del Massiccio d'Ambin lungo il versante sinistro della Val di Susa (sorgente idropotabile AST766 di Exilles, alimentante vasca AST486; sorgenti AST701, AST702 e AST704 di Chiomonte; sorgente AST500 in Val Clarea), indicando quote di infiltrazione comprese tra 1500 e 2000 m s.l.m. (relazione δ Ossigeno 18-quota di Blavoux, 1978) e possibili contributi all'infiltrazione da parte della fusione nivale. Le acque sotterranee per le quali invece l'impoverimento in isotopi pesanti è minimo sono concentrate nel settore del Massiccio Dora-Maira (sorgenti AST116, AST573, AST671, AST672 e AST673 di Mattie), indicando quote di infiltrazione comprese tra 700 e 1200 m s.l.m. (Blavoux, 1978).

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

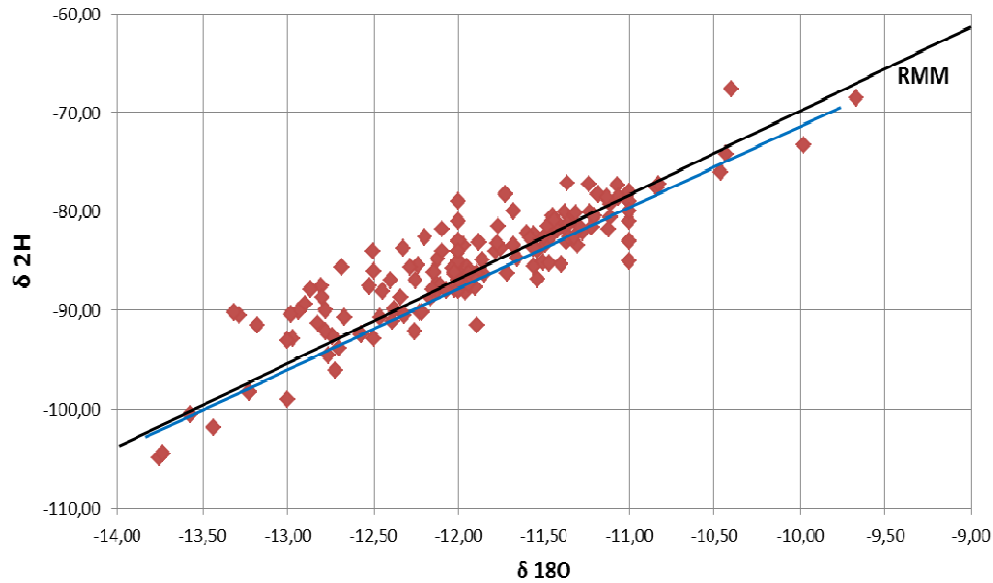


Figura 23 – Grafico $\delta 18O$ vs δ Deuterio. Retta nera: Retta Meteorica Mondiale; retta blu: trend per i punti analizzati

2.5 Sorgenti calcarizzanti

Negli studi di incidenza ecologica effettuati in fase di Progetto Preliminare (C3C_1151_55-01-15-10_Censimento ed individuazione sorgenti – Nota tecnica) sono state censite e descritte cinque aree ubicate nel territorio comunale di Mompantero, nel versante sinistro della Val Cenischia, tra le frazioni Pietrastretta e Marzano, a quote comprese tra 600 e 900 m s.l.m., caratterizzate da concrezioni di travertino. Queste aree sono state interpretate come risultato della presenza di sorgenti calcarizzanti – Sorgenti pietrificate con formazione di travertino-Habitat 7220 – e sono state censite, da ovest verso est, come sorgente-sopra S. Giuseppe, sorgente-Falconere, sorgente-Marzano Falconere, sorgente-Marzano e sorgente-Pietrastretta.

Dai sopralluoghi di terreno è risultato che i punti in cui sono presenti fenomeni di formazione di travertino sono in numero maggiore (Figura 24), e che si tratta di aree ubicate lungo corsi d'acqua in corrispondenza delle quali non sono presenti evidenze di emergenze idriche o sorgenti: in particolare, i punti di studio sono localizzati da est verso ovest, negli alvei dei rii Combasse, Bertabuello, Verda, Fogasso, Nano, Codrea e Ravoira (Figura 25). Di questi corsi d'acqua solo il Bertabuello è stato oggetto di monitoraggio nel 2012, mentre gli altri rii sono oggetto esclusivamente di misura speditiva della portata a cadenza mensile.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

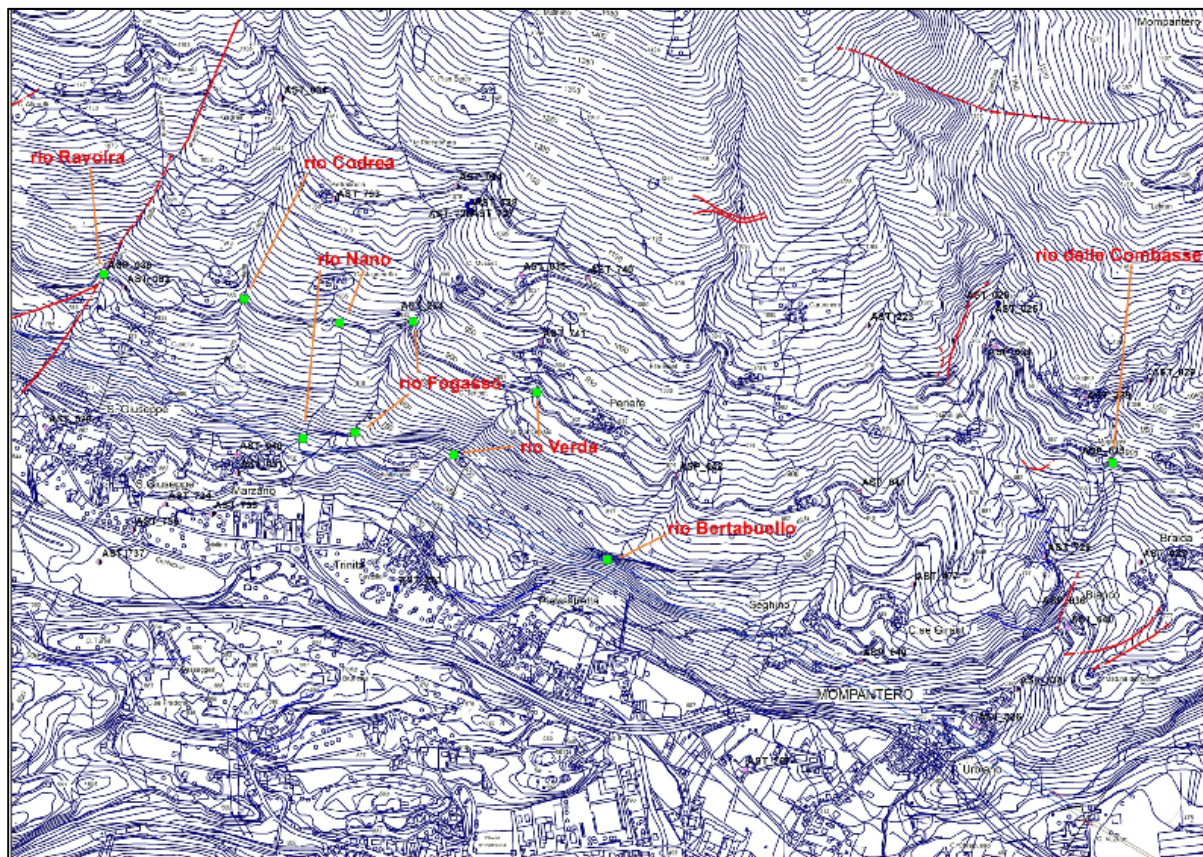


Figura 24– Stralcio cartografico (non in scala) con ubicazione delle aree in cui sono state osservate forme di deposizione di travertino nei corsi d'acqua del versante di Mompantero (quadrati verdi). Nello stralcio cartografico sono riportate anche le faglie (linee rosse).



Figura 25 – Concrezioni calcareizzanti nell'alveo del rio Codrea (850 m s.l.m. circa)

Inoltre i risultati delle attività di censimento e monitoraggio delle risorse idriche condotte nell'area indicano che questi corsi d'acqua sono per la maggior parte alimentati da

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

troppopieni di sorgenti captate a monte o da derivazioni provenienti da altri rii come specificato in Tabella 2.

Nome corso d'acqua	Portata stimata	alimentazione
Rio Combasse	5 l/s	-
Rio Bertabuello	1 l/s	alimentato da derivazione proveniente da Giandula e Rocciamelone (Comba la Pala)
Rio Verda	1 l/s	alimentato da troppopieno vasca AST_741 che raccoglie le sorgenti idropotabili Praletto (AST_036-037-038)
Rio Fogasso	1 l/s	alimentato da troppopieno sorgenti idropotabili Fogasso (AST_724-728) e da derivazione proveniente da Giandula e Rocciamelone (Comba la Pala)
Rio Nano	2 l/s	alimentato da Rio Fogasso a valle della derivazione proveniente da Giandula e Rocciamelone (Comba la Pala)
Rio Codrea	2 l/s	alimentato da derivazione proveniente da Giandula e Rocciamelone (Comba la Pala)
Rio Ravoira	stillicidio	-

Tabella 2 – Descrizione alimentazioni corsi d'acqua versante di Mompantero. Le misure di portata si riferiscono al mese di novembre 2012

Sulla base di questa considerazione le acque presenti in alveo nelle aree calcarizzanti sarebbero costituite totalmente da acque di deflusso superficiale. Non si può escludere la presenza di emergenze d'acqua sotterranea lungo gli alvei, sebbene la bassa portata porti a supporre che, se presenti, si tratti di sistemi di flusso superficiali, alimentati da ruscellamento di acque superficiali. Infine, si ricorda che l'area ove sono presenti le acque calcarizzanti è sottesa dal tunnel di base avente rivestimento definitivo impermeabilizzato a 360°, pertanto non sono previste interferenze con le acque sotterranee.

3. Metodo di calcolo per la valutazione dell'indice di probabilità d'isterilimento dei punti acqua sotterranea (DHI)

Poiché il metodo di valutazione adottato in questa fase di studio resta il medesimo rispetto alle fasi precedenti, di seguito si riporta solamente la descrizione del metodo per quanto concerne i criteri di attribuzione dei parametri utili a caratterizzare ogni singolo punto acqua e la tratta di galleria di riferimento.

Si tralascia invece la parte descrittiva della teoria delle matrici su cui si basa il metodo del DHI. Per una trattazione di questa parte si rimanda alla lettura diretta della fonte bibliografica (Dematteis et al., 2001²).

3.1 Definizione delle variabili di sistema

Il sistema acquifero - galleria è esaurientemente rappresentato da 8 variabili, che sono in relazione con il fenomeno di abbassamento della falda e dell'isterilimento delle sorgenti; di queste 4 sono definite come variabili fondamentali del sistema la cui interazione definisce il potenziale di drenaggio che la galleria ha sulle sorgenti (PI) (cfr. Figura 26).

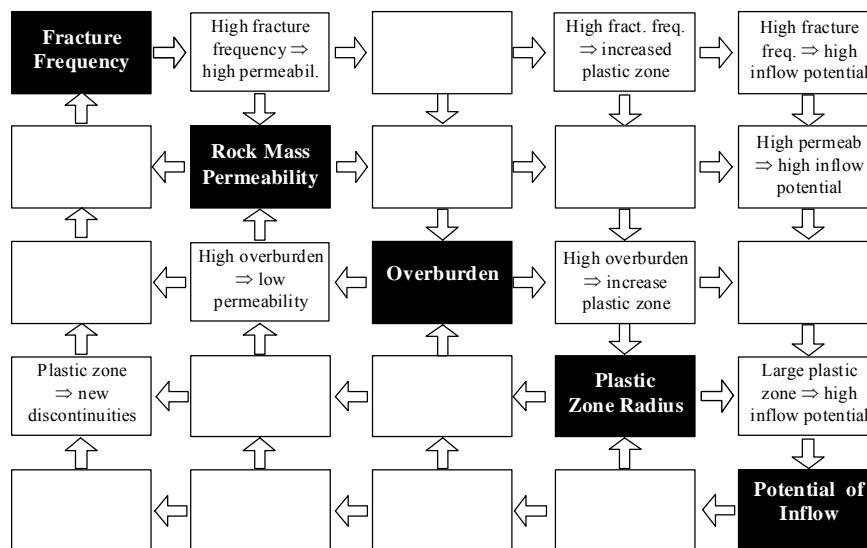


Figura 26 – Esempificazione concettuale della matrice del sistema acquifero - galleria

Al fine di realizzare il calcolo dell'indice di probabilità di inaridimento dei punti d'acqua (DHI), ad ogni sorgente viene assegnato il valore numerico di ognuna delle variabili descritte oltre, valore che 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, in quanto una maggiore fratturazione determina una maggiore permeabilità e, di conseguenza, una maggiore possibilità di flusso. La frequenza di fratturazione influenza, inoltre, due delle

²Dematteis, 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.

variabili fondamentali descritte in 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 idrogeologici riconosciuti nel sistema ed intersecati dalla galleria (cfr. profilo geologico del tracciato). Tale variabile considera sia la permeabilità dovuta alla componente omogenea della fratturazione (conducibilità delle singole fratture), 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. Nella figura seguente è esemplificato il modello concettuale.

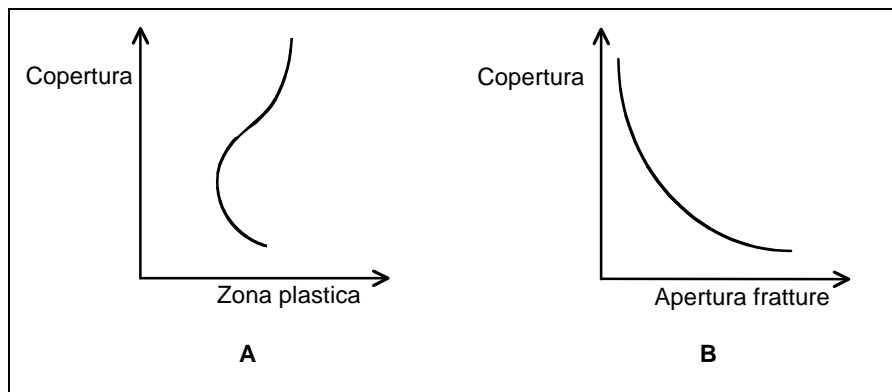


Figura 27 – Schematizzazione dell'influenza che la copertura ha sull'ampiezza della zona plastica che si forma nell'intorno di uno scavo sotterraneo (A) e, alla scala del massiccio, sull'apertura media delle fratture (B).

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. Il valore numerico della variabile PZ è stato assegnato in ciascun caso considerato a partire dalla caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, rappresentata nei profili geologici mediante la classificazione di Bieniawski.

Dal punto di vista idrogeologico la zona plastica può essere intesa come un volume di roccia ove aumenta il potenziale drenante del cavo, implicando un aumento dell'effetto drenante della galleria. La variazione dell'effetto drenante al variare delle dimensioni della zona plastica può essere simulato, in prima approssimazione, con approcci analitici ricavati dalla letteratura (galleria che drena una falda indisturbata infinitamente estesa in un mezzo omogeneo, GOODMAN et al., 1965, BRUCE et al., 1980, ALBERTS & GUSTAFSON, 1983). Assumendo, ad esempio, una conducibilità idraulica dell'ammasso roccioso pari a 10^{-6} m/se un carico idraulico al livello del centro della galleria pari a 100m, appare come il raggio della galleria influenzi in maniera importante la quantità d'acqua drenata (figura seguente). Se si assume che nella zona plastica la permeabilità sia di uno o più ordini di grandezza superiore a quella del massiccio, allora all'effetto drenante del cavo si aggiungerà quello della zona plastica ad esso circostante.

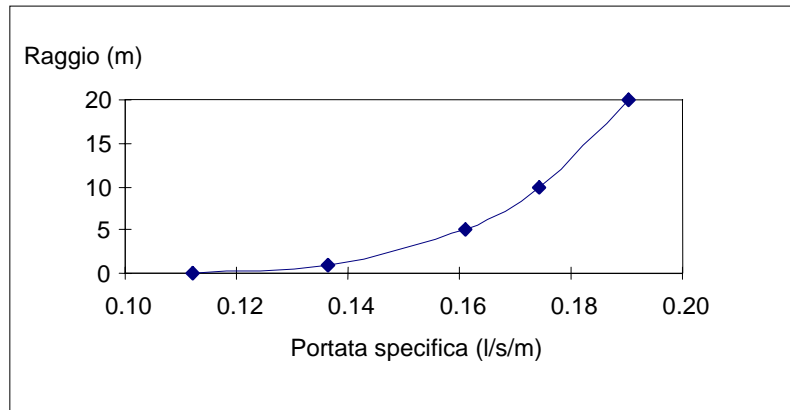


Figura 28 – Relazione tra raggio della galleria e portata drenata (applicazione formula di GOODMAN et al., 1965)

Nel caso in esame la valutazione della variabile PZha cautelativamente preso in considerazione soltanto il caso di una zona plastica di ampiezza maggiore a due volte il raggio del cavo.

Distanza di tunnel (DT): questa variabile è stata valutata determinando la minima distanza in pianta e la differenza di quota fra sorgente e galleria. Sulla base di esperienze maturate in contesti idrogeologici analoghi, sono stati assegnati valori diversi per classi di distanze DT, assumendo che per distanze inferiori a 200m l'effetto è massimo e per distanze superiori a 5.000m l'effetto è nullo (cfr. Tabella 3).

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

Per quanto riguarda il parametro IF, nel caso in esame cautelativamente è stato ipotizzato un collegamento punto acqua-galleria per le sorgenti situate sopra o ad una distanza inferiore/uguale a 100 m da una faglia o zona di fratturazione.

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.

A differenza dalle altre variabili, che mettono sempre in relazione il punto d'acqua con la condizione prevista lungo la galleria considerata, il tipo di sorgente (TS) è specifico di ogni sorgente, a prescindere dalla galleria in analisi.

Effetto topografico (ET): si tratta di una variabile che considera l'aspetto morfologico del problema, in particolare l'ubicazione di sorgente e galleria sullo stesso versante o su versanti diversi (parametro versante) e la loro reciproca posizione in quota (parametro quota). Nello

schema concettuale seguente sono esemplificati i casi possibili, valutati numericamente nella tabella. Il valore assegnato alla variabile ET risulta essere la somma dei due parametri versante e quota, assumendo, come per tutte le altre variabili, valore 0 per la condizione di minor probabilità di isterilimento e valore 2 per quella di maggiore probabilità.

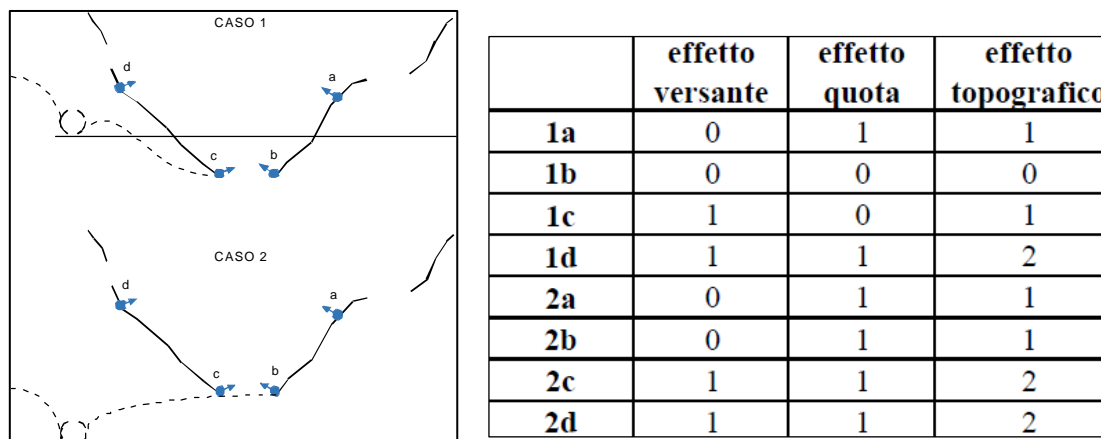


Figura 29 – Esempificazione concettuale dell'Effetto Topografico (ET). Nella tabella a destra è mostrato il calcolo dei valori assegnati ad ET per ogni possibilità.

Codice	Descrizione	Valore numerico
FF	Frequenza di fratturazione	1 = faglie principali e/o zone di fratturazione e dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica; 0,75 = faglie principali e/o zone di fratturazione e dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 0,4 = faglie principali e/o zone di fratturazione o dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica; 0,2 = dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 0,1 = assenza
MK	Permeabilità del massiccio	0,9 = permeabilità alta; 0,75 = permeabilità medio-alta; 0,5 = permeabilità media; 0,25 = permeabilità medio-bassa; 0,1 = permeabilità bassa
OV	Spessore della copertura	0,9 = copertura < 50 m; 0,5 = 50 m < copertura < 100 m; 0,2 = 100 m < copertura < 500 m; 0,1 = copertura > 500 m
PZ	Estensione della zona plastica	1 = raggio zona plastica > diametro galleria; 0 = raggio zona plastica < diametro galleria
DT	Distanza dal tunnel	1,9 = dist. ass. < 200 m; 1,5 = 200 m < dist. ass. < 500 m; 1,2 = 500 m < dist. ass. < 1000 m; 1,1 = 1000 m < dist. ass. < 5000 m; 0 = dist. ass. > 5000 m
CP	Intersezione con canali di permeabilità (faglie maggiori o fenomeni di dissoluzoione)	1 = nessuna intersezione; 1,25 = intersezione con zone interessate da dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 1,5 = intersezione con faglie maggiori che tagliano la galleria; 2 = intersezione con fenomeni di dissoluzione con sviluppo di regime idrodinamico di tipo carsico
TS	Tipo di sorgente	2 = sorgente profonda (alimentata dal substrato roccioso); 1,5 = sorgente mista; 1 = sorgente superficiale (legata solo a depositi quaternari)
ET	Effetto topografico	2 = distanza verticale > 0 e stesso versante; 1 = distanza verticale < 0 e stesso versante o distanza verticale > 0 e altro versante; 0 = distanza verticale < 0 e altro versante

Tabella 3 – Descrizione delle variabili del sistema acquifero-galleria e definizione dei valori assegnati alle variabili.

Il valore numerico delle 8 variabili del sistema acquifero-galleria è stato assegnato in ciascun caso esaminato secondo i criteri esposti nella tabella soprastante.

3.2 Assegnazione dei valori alle variabili riferite alla galleria

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, come indicato nello schema di Figura 30.

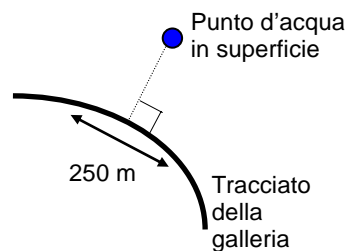


Figura 30 – Schematizzazione della relazione geometrica tra la posizione del punto acqua considerato e il tratto di galleria di riferimento

In particolare, nel caso in esame, nel quale si prevede la costruzione di due gallerie adiacenti, la proiezione di ciascun punto è avvenuta sulla traccia della galleria ad esso più vicina, mentre il valore della progressiva di riferimento del punto si riferisce esclusivamente alla traccia della galleria pari. Per i punti la cui proiezione perpendicolare sul tracciato ricade al di fuori di tratti in galleria, la proiezione è avvenuta sull'ultima progressiva della galleria più vicina al punto. I punti acqua censiti che risultano essere fontane o vasche alimentate da sorgenti non sono stati proiettati sull'Opera e per essi non è avvenuto il calcolo del DHI. Tali punti sono stati connessi alla sorgente dalla quale vengono alimentati, acquisendone in tal modo lo stesso grado DHI.

La proiezione in pianta di ogni punto acqua sul tracciato 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 250m attorno alla proiezione della sorgente sull'asse, poiché si ritiene che, nel caso specifico, le interazioni maggiori si possano manifestare in questo intervallo.

L'insieme dei fattori FF, MK, OV, PZ determina il potenziale di drenaggio (PI) del tratto di galleria esaminato.

3.3 Definizione del grado di isterilimento

L'indice di probabilità di isterilimento espresso in percentuale è il prodotto del potenziale di drenaggio (PI) per i fattori chiave, normalizzato rispetto al suo valore massimo:

$$DHI = PI * CP * TS * DT * ET * 100 / DHI_{max}$$

Il DHI_{max} , che si ottiene nella condizione teorica di più alta probabilità di isterilimento del punto d'acqua (FF = 1; MK = 0,9; OV = 0,9; PZ = 1; DT = 1,9; CP = 2; ST = 2; ET = 2) è pari a 1461.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

La previsione dell'isterilimento delle sorgenti analizzate per ciascun tracciato è stata espressa mediante tre gradi, come riportato nella tabella seguente (Torri &Dematteis, 2007).

DHI	Indice	Probabilità	Colore identificativo
$DHI < 0.17$	1	nulla o molto bassa	verde
$0.17 < DHI < 0.25$	2	bassa	giallo
$DHI > 0.25$	3	alta	arancione

Tabella 4 – Grado di probabilità di isterilimento delle sorgenti in funzione del DHI

4. Metodo di calcolo per la valutazione dell'indice di probabilità d'isterilimento delle acque superficiali

In questo capitolo viene riportato il metodo utilizzato per la valutazione del rischio di impatto sui corsi d'acqua da parte dello scavo del Tunnel di Base e della Galleria di Interconnessione Bussoleno. Il metodo parte dalla metodologia del calcolo del DHI, descritta nel precedente capitolo, modificata ed adattata alle specificità dei corsi d'acqua. Di seguito verrà descritto il metodo utilizzato, rimarcando in particolare le principali differenze rispetto al metodo DHI applicato alle sorgenti.

4.1 Determinazione del punto di valutazione dell'impatto

Il DHI è concepito per la valutazione del rischio di impatto su emergenze puntuali (sorgenti) di acquiferi sotterranei. Per applicare la metodologia sul reticolo idrografico, ogni corso d'acqua preso in esame è stato suddiviso in tratti omogenei sulla base dei dati geologici e idrogeologici (litologie, complessi idrogeologici, presenza di faglie, ecc). Per ogni tratto omogeneo è stato individuato un unico punto rappresentativo del tratto sul quale effettuare il calcolo. La scelta del punto non segue una procedura univoca, ma viene effettuata per ogni tratto valutando sia gli aspetti geometrici (es. quota reciproca punto–galleria, distanza punto–galleria, ecc) sia gli aspetti geologici (es. presenza di faglie, piani di scorrimento, ecc). In linea generale, il punto rappresentativo corrisponde al punto di valle oppure, in caso di presenza di faglie, al punto medio del tratto. Il valore calcolato sul punto viene poi applicato a tutto il tratto.

4.2 Definizione delle variabili di sistema

Le variabili analizzate riprendono quelle già determinate per le sorgenti, ma ricalcolate per i corsi d'acqua. Anche in questo caso, ad ogni punto viene assegnato il valore numerico di ognuna delle variabili descritte, valore che rappresenta la condizione idrogeologica per quel tratto di corso d'acqua che il punto identifica. 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.

La determinazione delle variabili *Frequenza di fratturazione* FF, *Permeabilità del massiccio* MK, *Spessore della copertura* OV e *Ampiezza della zona plastica* PZ non differisce rispetto all'analogo calcolo effettuato per le sorgenti. Si riportano di seguito le variabili modificate per i corsi d'acqua.

Distanza di tunnel (DT): questa variabile è stata valutata proiettando ortogonalmente sulla galleria il punto rappresentativo del tratto di corso d'acqua esaminato e determinando quindi la minima distanza in pianta e la differenza di quota tra il punto rappresentativo e la galleria (cfr. Figura 30). Sulla base di esperienze maturate in contesti idrogeologici analoghi, sono stati assegnati valori diversi per classi di distanze DT, assumendo che per distanze inferiori a 200m l'effetto è massimo e per distanze superiori a 5.000m l'effetto è nullo (cfr. Tabella 3).

Intersezione con canali di permeabilità elevata (CP): questa variabile tiene in considerazione la presenza di zone ad elevata continuità idraulica tra il tratto di corso d'acqua esaminato e la galleria. In presenza di zone di faglia permeabili (IF) o di livelli particolarmente conduttivi caratterizzati da dissoluzione chimica (FD) che intersecano il tracciato della galleria sui quali è impostato il tratto di corso d'acqua, si viene a creare un'ideale continuità tra questi due elementi. In queste condizioni la probabilità di isterilimento cresce drasticamente. Nel caso di corsi d'acqua connessi a strutture acquifere che intersecano

il tracciato la proiezione del punto è stata eseguita lungo la direzione della struttura e non considerando la distanza minore (proiezione ortogonale al tracciato).

Per quanto riguarda il parametro IF, nel caso in esame cautelativamente è stato ipotizzato un collegamento corso d'acqua-galleria per i corsi d'acqua intersecanti o ad una distanza inferiore/uguale a 100 m da una faglia o zona di fratturazione.

Tipo di alimentazione RT: sono stati distinti tre tipi di alimentazione: superficiale (tipo 1), profonda (tipo 2) e mista (tipo 3).

Nel caso di alimentazione superficiale il corso d'acqua è alimentato dai terreni di copertura quaternaria o comunque da depositi superficiali.

L'alimentazione profonda caratterizza quei corsi d'acqua alimentati da sistemi di flusso più estesi, sviluppati all'interno del substrato roccioso. In tali casi l'acqua emerge in corrispondenza di un limite di permeabilità rappresentato da faglie o da contatti tettonici o stratigrafici.

I corsi d'acqua ad alimentazione mista rappresentano un caso intermedio, presentando alimentazione sia superficiale, sia profonda, con percentuali variabili.

La valutazione della variabile RT utilizza criteri di osservazione indiretta, quali principalmente la natura geologica del tratto in cui scorre il corso d'acqua e più precisamente dell'acquifero con cui il tratto di corso d'acqua si trova in equilibrio.

Quando non è chiara la tipologia di sorgente o di alimentazione il punto è considerato ad alimentazione mista.

A differenza delle altre variabili, che mettono in relazione il punto d'acqua con la condizione prevista lungo la galleria considerata, il tipo di alimentazione (RT) è specifico di ogni punto d'acqua esaminato, a prescindere dalla galleria in analisi.

Effetto topografico (ET reticolo): si tratta di una variabile che considera l'aspetto morfologico del problema, in particolare l'ubicazione del tratto di corso d'acqua esaminato rispetto alla galleria. Tale variabile è costituita da due elementi: l'*effetto quota* e l'*effetto bacino*. Il primo tiene in considerazione la differenza di quota tra il corso d'acqua e la galleria, mentre il secondo considera la loro ubicazione reciproca. L'effetto quota è massimo (valore 1) quando la distanza verticale opera-corso d'acqua è maggiore di 0, minimo (valore 0) quando l'opera è topograficamente più elevata del corso d'acqua. L'effetto bacino è massimo (valore 1) quando il bacino interseca l'opera, minimo (valore 0) quando non vi è intersezione tra bacino e opera.

Il valore numerico delle variabili è stato assegnato in ciascun caso esaminato secondo i criteri esposti nella tabella seguente. I valori utilizzati sono gli stessi applicati alle sorgenti.

Codice	Descrizione	Valore numerico
FF	Frequenza di fratturazione	1 = faglie principali e/o zone di fratturazione e dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica; 0,75 = faglie principali e/o zone di fratturazione e dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 0,4 = faglie principali e/o zone di fratturazione o dissoluzione con sviluppo di morfologia carsica; 0,2 = dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 0,1 = assenza
MK	Permeabilità del massiccio	0,9 = permeabilità alta; 0,75 = permeabilità medio-alta; 0,5 = permeabilità media; 0,25 = permeabilità medio-bassa; 0,1 = permeabilità bassa
OV	Spessore della copertura	0,9 = copertura < 50 m; 0,5 = 50 m < copertura < 100 m; 0,2 = 100 m < copertura < 500 m; 0,1 = copertura > 500 m

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice	Descrizione	Valore numerico
PZ	Estensione della zona plastica	1 = raggio zona plastica > diametro galleria; 0 = raggio zona plastica < diametro galleria
DT	Distanza di tunnel	1,9 = dist. ass. < 200 m; 1,5 = 200 m < dist. ass. < 500 m; 1,2 = 500 m < dist. ass. < 1000 m; 1,1 = 1000 m < dist. ass. < 5000 m; 0 = dist. ass. > 5000 m
IF*	Intersezione con faglie maggiori	1,5 = intersezione con faglie che tagliano la galleria; 1 = nessuna intersezione
FD	Fenomeni di dissoluzione	0,5 = fenomeni di dissoluzione con sviluppo di regime idrodinamico di tipo carsico; 0,25 = dissoluzione senza sviluppo di morfologia carsica; 0 = assenza di fenomeni di dissoluzione
RT	Tipo di alimentazione	2 = profonda (alimentata dal substrato roccioso); 1,5 = mista; 1 = superficiale (legata solo a depositi quaternari)
ET	Effetto topografico reticolo	2 = distanza verticale > 0 e intersezione bacino-opera; 1 = distanza verticale < 0 e intersezione bacino-opera o distanza verticale > 0 e no intersezione bacino-opera; 0 = distanza verticale < 0 e no intersezione bacino-opera

Tabella 5 – Descrizione delle variabili del sistema acquifero-galleria e definizione dei valori assegnati alle variabili. *IF e FD vengono sommati per definire la variabile PC (canali di permeabilità) che può variare da 1 a 2. Il valore di PC sarà utilizzato per la valutazione del DHI

4.3 Assegnazione dei valori alle variabili riferite alla galleria

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 rappresentativo del corso d'acqua sul tracciato, come già previsto dal metodo DHI per le sorgenti.

La proiezione in pianta ha permesso di determinare la progressiva di riferimento del punto d'acqua e di 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 del punto sull'asse, poiché si ritiene che, nel caso specifico, le interazioni maggiori si possano manifestare in questo intervallo.

L'insieme dei fattori FF, MK, OV, PZ determina il potenziale di drenaggio (PI) del tratto di galleria esaminato.

4.4 Definizione del grado di isterilimento

L'indice di probabilità di isterilimento espresso in percentuale è il prodotto del potenziale di drenaggio (PI) per i fattori chiave, normalizzato rispetto al suo valore massimo:

$$DHI_{\text{reticolo}} = PI \cdot CP \cdot ST,RT \cdot DT \cdot TESP,TEST \cdot 100 / DHI_{\text{max}}$$

Il DHI_{max} , che si ottiene nella condizione teorica di più alta probabilità di isterilimento del corso d'acqua (FF = 1; MK = 0,9; OV = 0,9; PZ = 1; DT = 1,9; CP = 2; ST,RT = 2; TESP,TEST = 2) è pari a 1461.

La previsione dell'isterilimento dei tratti dei corsi d'acqua analizzati è stata espressa mediante tre gradi, come riportato nella tabella seguente (Torri&Dematteis, 2007).

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

DHI	Indice	Probabilità	Colore identificativo
DHI<0.17	1	nulla o molto bassa	verde
0.17<DHI<0.25	2	bassa	giallo
DHI>0.25	3	alta	arancione

Tabella 6 – Grado di probabilità di isterilimento dei corsi d'acqua in funzione del DHI. Rif.: Torri, R., Dematteis, A. (2007). "Drawdown hazard of springs and wells in tunneling: predictive model and verification" Proc. XXXV IAH Congress, Groundwater and Ecosystems, Lisbon 17-21 Sept. 2007, 10 pp.

5. Risultati dello studio di impatto sui punti acqua sotterranee

In questo capitolo sono riportati i risultati globali della valutazione d'impatto sui punti acqua. Sono quindi considerati in maniera unitaria l'insieme dei punti acqua per i quali è stata effettuata la valutazione della probabilità d'impatto tramite il metodo DHI e quelli per i quali la probabilità d'impatto è ritenuta a lungo termine nulla per la impermeabilizzazione delle opere sotterranee. Tali punti, quindi, ricadono automaticamente nella classe DHI 1 con probabilità di isterilimento nulla o molto bassa.

Nello specifico, i punti acqua per i quali è stato calcolato il DHI sono complessivamente 98 e sono ubicati nell'area d'influenza del tunnel di base ad alte coperture topografiche, tra la pk 48+672 (Confine di Stato) e la pk 54+800 circa, e della galleria di ventilazione Clarea.

I punti acqua che ricadono nell'area di influenza delle tratta del tunnel di base tra la pk 54+800 e il portale di Susa e delle gallerie d'interconnessione per cui è prevista l'impermeabilizzazione full-round sono complessivamente 96.

5.1 Settore del Tunnel di Base

Il settore del Tunnel di Base Lato Italia preso in considerazione per questo studio si estende dal Confine di Stato (pk 48+672) fino all'imbocco lato Susa (pk 61+196). I punti acqua considerati sono compresi in un'area delimitata a Nord dal Confine di Stato, a Est dal bacino del torrente Rocciamelone, a Sud dalla Dora Riparia e a Ovest dal bacino del rio Galambra (Exilles). I punti analizzati sono complessivamente 194, di cui 37 attualmente inseriti nel Piano di Monitoraggio 2012 relativo al settore del Tunnel di Base e 14 nel Piano di Monitoraggio relativo alla galleria Maddalena (Rete Maddalena).

Nella tabella seguente si riassumono i risultati complessivi dello studio di impatto sui punti acqua ricadenti nell'area di influenza del Tunnel di Base Lato Italia. I punti sono complessivamente 194. Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la maggioranza (98%) dei punti acqua analizzati, ovvero 191 punti, non presentano alcuna probabilità d'impatto mentre il 2%, ovvero 3 punti, presentano probabilità bassa. Nessun punto presenta probabilità d'isterilimento alta.

Probabilità d'impatto		N.	%
1	nulla o molto bassa	191	98%
2	bassa	3	2%
3	alta	0	0%
		194	100%

Tabella 7 – Punti acqua del settore Tunnel di Base Lato Italia: distribuzione percentuale delle sorgenti per grado di probabilità di impatto e numero di sorgenti ricadenti in ciascuna classe

La tabella che segue elenca i punti che presentano probabilità d'impatto bassaspecificando il comune di appartenenza e il tipo di utilizzo. Nella tabella in Allegato 2 sono invece contenuti i rating attribuiti ai diversi parametri che determinano l'indice DHI per la totalità dei punti per i quali è avvenuto il calcolo del DHI. Attraverso quest'ultima tabella è possibile comprendere il percorso logico che ha portato a valutare le probabilità di isterilimento di ogni sorgente.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice Sorgente	Comune	Tipo punto acqua
AST_011	Giaglione	Sorgente idropotabile
AST_648		Vasca alimentata da AST_011
*AST_184	Susa	Pozzo abbandonato

Tabella 8 – Ubicazione e tipologia di utilizzo dei punti acqua con DHI basso. *Il pozzo AST_184 presenta rischiobasso rispetto all'opera in rilevato ad esso adiacente

La sorgente idropotabile AST_011 (Boscocedrino), ubicata nel comune di Giaglione in Val Clarea, dista dall'opera più di un chilometro. La medesima tipologia di studio di impatto sulle sorgenti, effettuata in fase di Progetto Preliminare del Tunnel di Base e di Progetto Definitivo del Tunnel de La Maddalena, attribuiva al punto in questione probabilità d'isterilimento da nulla a molto bassa. Nello studio attuale il punto risulta soggetto a probabilità d'isterilimento bassasulla base delle seguenti motivazioni:

- rispetto agli studi precedenti la AST_011 è stata classificata come sorgente di tipo profondo-misto e non di tipo superficiale. Infatti, il confronto dei caratteri idrochimici ed isotopici (¹⁸O e Deuterio) dei torrenti Clarea e Tiraculo e di AST_011 effettuato in luglio 2012 (PD2_MRI_0006_01-05-00_10-01_Rapportoluglio2012_A), permette di ipotizzare un'alimentazione del Clarea e del punto in questione, entrambi a monte della confluenza con il Tiraculo, sia da parte dei flussi dell'acquifero di fondovalle del Clarea stesso, sia da parte di acque profonde, provenienti dal basamento ed alimentate da un sistema di flusso più esteso, a sua volta alimentato esternamente ai bacini sottesi dal Clarea e dal Tiraculo. Quest'ipotesi è validata dal particolare contesto geologico-strutturale dell'area, caratterizzato da un basamento cristallino con persistenti bande di fratturazione a direzione media NE-SW e andamento subverticale;
- sulla base di questi dati, in fase di calcolo è stata cautelativamente presa in considerazione la possibilità di connessione idraulica tra AST_011 e galleria tramite una zona di faglia a direzione NE-SW (parametro IF=1,5).

Si sottolinea che durante lo scavo della galleria idroelettrica denominata F4 dell'impianto di Pont Ventoux (IREN) non si è verificato nessun disseccamento della sorgente AST_011-Boscocedrino. Tale galleria è ubicata al di sotto del fondovalle Clarea. La copertura d'ammasso roccioso tra la base dell'acquifero di fondovalle e la galleria è compresa tra 17 e 28 m. Il suo andamento è semicircolare e contorna le sorgenti AST_010-Pratovecchio e AST_011Boscocedrino. In questo contesto lo scavo della galleria F4 non ha generato interferenze apprezzabili sulle sorgenti soprastanti, né sono state rilevate venute d'acqua significative in galleria durante lo scavo.

Rispetto al medesimo studio di impatto sulle sorgenti in fase di Progetto Preliminare, nello studio attuale la probabilità di isterilimento è diminuita da media a nulla - molto bassa per i punti AST_012 e AST_435. Per quanto riguarda il punto AST_012, le campagne di monitoraggio del periodo 2009-2012 hanno permesso di constatare che si tratta di una vasca di rottura alimentata esclusivamente dalla sorgente idropotabile AST_750-Poisattoni, ubicata sul medesimo versante, ma a distanza maggiore rispetto al tracciato. Il calcolo è avvenuto considerando la sorgente AST_750 e non più la vasca AST_012, alimentata dalla stessa sorgente, che si trova ad una distanza maggiore dal tracciato del Tunnel di Base e che ha fornito probabilità d'isterilimento nulla-molto bassa.. La sorgente AST_435, anch'essa oggetto di monitoraggio tra il 2010 e il 2012, ha portata molto bassa, solitamente minore di 0,02 l/s, ed è alimentata da un acquifero superficiale, senza sviluppo di fenomeni di dissoluzione significativi; di conseguenza in fase di calcolo il parametro Fenomeni di

dissoluzione FD è stato considerato intermedio (0,25) e non più massimo (0,5) come avvenuto in fase di Progetto Preliminare.

Rispetto al medesimo studio di impatto sulle sorgenti, effettuato nel 2005 in fase di progetto APR, che attribuiva ai punti AST_218-Greisona idropotabile (GI/SC/10) e AST_016(GI/SP/04) probabilità rispettivamente bassa-media e media, sia nello studio del 2010 in fase di Progetto Preliminare, sia in quello attuale questi punti presentano un'assoluta probabilità d'isterilimento nulla – molto bassa data la loro distanza maggiore rispetto al tracciato attuale.

5.2 Piana di Susa

Il punto AST_184-Autoporto (in passato captato come idropotabile, ora in disuso) consiste in un pozzo ubicato in asse al tracciato nella Piana di Susa, in corrispondenza della tratta in esterno: esso dunque pur non essendo influenzato dallo scavo del Tunnel di Base, è stato classificato come pozzo con interferenza data la sua vicinanza rispetto alle opere in rilevato ed all'interazione del tracciato con le sue aree di salvaguardia (Zona di Tutela Assoluta).

5.3 Settore della Galleria di Ventilazione di Clarea

Il calcolo dell'indice DHI è avvenuto per tutti e 13 i punti acqua poiché per la galleria di Ventilazione di Clarea non si prevede la messa in opera di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*. I risultati del calcolo sono riassunti in Tabella.

Il settore della Galleria di Ventilazione di Clarea preso in considerazione si estende dal Confine di Stato (pk 0+750) fino all'imbocco lato Val Clarea (pk4+537). I punti acqua sotterranea considerati sono ubicati nel territorio comunale di Giaglione, sono compresi in un'area delimitata a Nord dal Confine di Stato, a Est dallo spartiacque Val Clarea-Val Cenischia, a Sud dal bacino del rio Tiraculo e a Ovest dalla quota 2700 m e sono complessivamente 13, di cui 4 attualmente inseriti nel Piano di Monitoraggio Rete Maddalena. Tutti e 13 i punti acqua in questione sono stati considerati anche nel calcolo dell'indice DHI per il Tunnel di Base.

Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la totalità dei 13 punti acqua analizzati non presenta alcuna probabilità d'impatto.

Nella tabella in Allegato 3 sono contenuti i rating attribuiti ai diversi parametri che determinano l'indice DHI per la totalità dei punti analizzati.

In Allegato 4 i risultati del calcolo DHI per i punti analizzati nel settore della Galleria di Ventilazione Clarea sono rappresentati in forma grafica.

DHI	Indice	Probabilità	N.	%
1	DHI<0.17	nulla o molto bassa	13	100%
2	0.17<DHI<0.25	Bassa	0	0%
3	DHI>0.25	alta	0	0%
			13	100%

Tabella 9– Settore Tunnel di Ventilazione di Clarea: distribuzione percentuale delle sorgenti per grado di probabilità di impatto e numero di sorgenti ricadenti in ciascuna classe

La sorgente AST_752 (monitorata presso la vasca AST_496), ubicata nella parte basale del versante destro della Val Clarea presentano probabilità nulla o molto-bassa per l'assenza di intersezione di zone di faglia e di fenomeni di dissoluzione significativi tra sorgente e galleria. Inoltre, i punti AST_010 e AST_011, idropotabili, hanno una posizione più bassa di circa 50-

60 m rispetto alla quota di riferimento della galleria, di conseguenza il parametro Effetto topografico ET è minimo.

Le sorgenti AST_758, AST_759, AST_760, AST_761, AST_762, AST_763, AST_764 e AST_765, ubicate nella testata della Val Clarea a quote comprese tra 2350 e 2500 m, presentano probabilità d'isterilimento nulla-molto bassaper la loro notevole distanza verticale dall'Opera, compresa tra 1550 e 1700 m e per l'assenza di zone di faglia estesamente sviluppate nel massiccio. Ad esempio, le sorgenti AST_758 e AST_759 si trovano all'interno di una fascia intensamente fratturata a direzione ENE-WSWche però è sviluppata solo nella parte superficiale del massiccio.

5.4 Settore della Galleria di Interconnessione

Per tutti e 27 i punti acqua in questione non è stato calcolato l'indice DHI poiché lungo l'intera lunghezza della Galleria di Interconnessione è prevista la messa in opera di rivestimento con impermeabilizzazione *full round*. Si è assunto quindi che tutti e 27 i punti acqua ricadano nella classe con probabilità d'impatto nulla o molto bassa (classe 1). I risultati di questo studio sono presentati in modo schematico in Tabella.

Il settore della Galleria di Interconnessionepreso in considerazione per questo studio si estende dall'imbocco Traduerivi (pk 0+000) fino all'imbocco Coldimosso (pk 2+000 circa). I punti acqua sotterranei considerati nello studio di impatto sono compresi in un'area delimitata a Nord dalla Dora Riparia, a Est dal bacino del rio Gerardo, a Sud dalla quota 1100 m e a Ovest dal rio Scaglione e sono complessivamente 27, di cui 5 attualmente inseriti nel Piano di Monitoraggio 2012.

Probabilità d'impatto		N.	%
1	nulla o molto bassa	27	100%
2	bassa	0	0%
3	alta	0	0%
		27	100%

Tabella 10– Settore Galleria di Interconnessione: distribuzione percentuale delle sorgenti per grado di probabilità d'impatto e numero di sorgenti ricadenti in ciascuna classe

6. Risultati dello studio di impatto sulle acque superficiali

I corsi d'acqua considerati nello studio di impatto ricadono nei settori interessati o comunque ipoteticamente influenzati dallo scavo del Tunnel di Base Lato Italia e della Galleria di Interconnessione di Bussoleno. Tali settori sono gli stessi considerati nello studio d'impatto per le sorgenti (vedi paragrafi 5.1 e 5.4): il settore del Tunnel di Base è delimitato a Nord dal Confine di Stato, a Est dal bacino del torrente Rocciamelone, a Sud dalla Dora Riparia e a Ovest dal bacino del rio Galambra (Exilles); il settore della Galleria di Interconnessione è delimitato a Nord dalla Dora Riparia, a Est dal bacino del rio Gerardo, a Sud dalla quota 1100 m e a Ovest dal rio Scaglione. All'interno di ciascun settore la scelta dei corsi d'acqua è avvenuta sulla base di tre fattori principali:

- intersezione diretta tra il corso d'acqua/bacino di alimentazione e le tratte dell'opera in sotterraneo che anche a lungo termine restano drenanti per l'assenza di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*; i corsi d'acqua che intersecano o che possono essere influenzati dallo scavo delle gallerie nelle tratte in cui sarà posto in opera rivestimento definitivo impermeabilizzato *full-round*, sono stati considerati con probabilità d'impatto a lungo termine nulla;
- importanza del corso d'acqua, in termini innanzitutto di portata, di estensione del bacino di alimentazione e ambientali;
- contesto geologico nel quale è impostato il bacino di alimentazione del corso d'acqua. Questo fattore è riferito soprattutto alla presenza di fasce intensamente deformate, con sviluppo di zone di fratturazione e di fenomeni di dissoluzione che potrebbero costituire una connessione tra l'opera e corsi d'acqua anche non intersecanti direttamente l'opera.

Sulla base dei fattori appena elencati, nel settore del Tunnel di Base Lato Italia (Figura 31) sono stati considerati inizialmente nello studio di impatto, da ovest verso est, il torrente Clarea (comune di Giaglione), il rio Supita (comuni di Giaglione e Venaus), il torrente Cenischia (comuni di Moncenisio, Novalesa, Venaus, Mompantero e Susa) e il rio Giandola (comuni di Mompantero e Susa). Nel settore della Galleria di Interconnessione (Figura 31) il rio Corrente (comuni di Mattie e Susa).

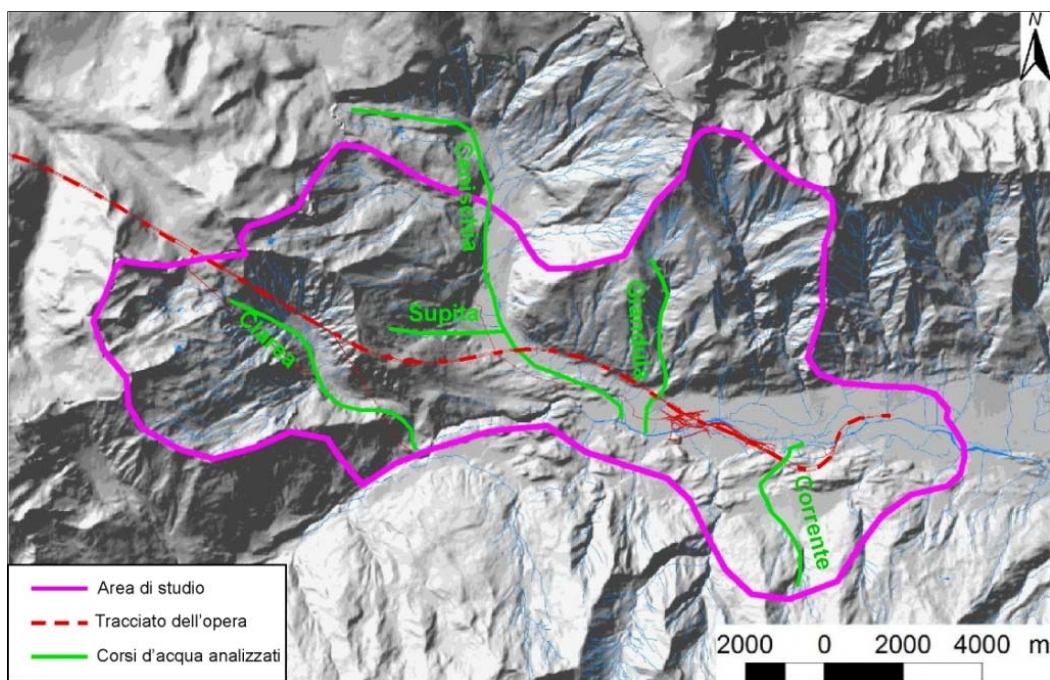


Figura 31– Corsi d'acqua considerati nell'analisi di potenziale interruzione con le gallerie

Il calcolo dell'indice DHI è stato effettuato esclusivamente per il torrente Clarea poiché solo in questo caso l'intersezione bacino di alimentazione-opera si verifica nel tratto del Tunnel di Base compreso tra la pk 48+672 (Confine di Stato) e la pk 54+800 circa, tratto previsto drenante a lungo termine per l'assenza di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*.

Per quanto riguarda gli altri corsi d'acqua inizialmente presi in considerazione nello studio di impatto non è stato calcolato l'indice DHI poiché intersecanti l'opera in tratti in sotterraneo caratterizzati dalla messa in opera di rivestimento definitivo con impermeabilizzazione *full round*. Per questo motivo si è assunto che l'impatto a lungo termine sia nullo e che quindi ricadano tutti nella classe DHI con probabilità d'impatto nulla o molto bassa (classe 1).

Per ricavare i diversi parametri utili nell'analisi di potenziale interruzione sono stati utilizzati dati provenienti da diverse fonti:

- i risultati del monitoraggio sui corsi d'acqua, svolto da LTF dal 2009 al 2012 (parametri fisico-chimici e portata misurati sul terreno);
- i risultati delle analisi di laboratorio realizzate sui corsi d'acqua campionati nel periodo 2009-2012;
- indagini idrogeologiche, prove di tracciamento e campionamenti per analisi geochimiche ed isotopiche realizzati dagli scriventi nell'ambito di approfondimenti del Progetto Definitivo
- il modello geologico e idrogeologico di riferimento sviluppato in questa fase di Revisione del Progetto Definitivo.

Le informazioni già disponibili sono state implementate con una specifica campagna di terreno nei mesi di giugno e luglio 2012. Per ogni corso d'acqua (eccetto il Rio Corrente) sono state effettuate delle addizionali misure puntuali di conducibilità, temperatura e, dove possibile, di portata lungo tutta l'asta fluviale, considerando con particolare attenzione i punti a monte e a valle di immissioni o derivazioni significative e i settori intersecati dal tracciato.

Il bacino del torrente Clarea è stato esaminato più dettagliatamente con la realizzazione di prove di tracciamento volte ad ottenere informazioni più precise di portata del corso d'acqua principale e del rio Tiraculo, il suo tributario più importante. Sono state anche eseguite analisi chimiche ed isotopiche sulle acque del Clarea, del Tiraculo e delle sorgenti idropotabili AST_010-Pratovecchio e AST_011-Boscocedrino, ubicate entrambe alla confluenza Clarea-Tiraculo, con lo scopo di caratterizzare i sistemi di flusso alimentanti la falda di fondovalle Clarea.

Le informazioni raccolte hanno consentito la definizione di tratti omogenei per ciascun corso d'acqua. A tale proposito sono stati considerati i punti di *inflow*, nei quali la portata del corso d'acqua è implementata per la presenza di corsi d'acqua tributari o di immissioni legate ad attività antropiche (restituzioni di impianti idroelettrici), e i punti di *outflow*, nei quali la portata del corso d'acqua diminuisce sia per la presenza di zone con maggiore permeabilità (zone di fratturazione) che facilitano l'infiltrazione, sia per la presenza di derivazioni antropiche (canali irrigui, derivazioni a scopo idroelettrico).

6.1 Torrente Clarea

Il torrente Clarea è situato nel Massiccio d'Ambin, nel quale sviluppa la quasi totalità del suo bacino idrografico fatta eccezione per la parte terminale, quasi alla confluenza con la Dora Riparia, in cui attraversa i litotipi della Zona Piemontese.

Il torrente Clarea è oggetto di monitoraggio in relazione allo scavo del Cunicolo esplorativo Maddalena: sono presenti due punti di misura mensile della portata, ubicati a quota 960 m s.l.m. (ASP_033, a valle della vasca dell'impianto di IREN, Figura 32), e a quota 643 m s.l.m. (ASP_001, a monte della confluenza nella Dora, Figura 33).

Il Tunnel di Base non interseca direttamente tale torrente (se non qualche ruscello tributario sinistro nel settore della testata della Val Clarea), ma lo affianca passando sotto il versante sinistro della Val Clarea.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

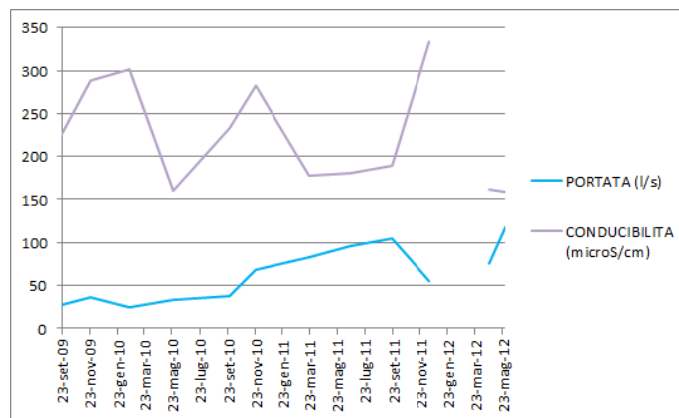


Figura 32– Grafici dei valori di portata (Q) e conducibilità elettrica (CE) misurati al punto ASP_033 (T. Clarea a valle della vasca IREN) durante la campagna LTF di monitoraggio della risorsa idrica

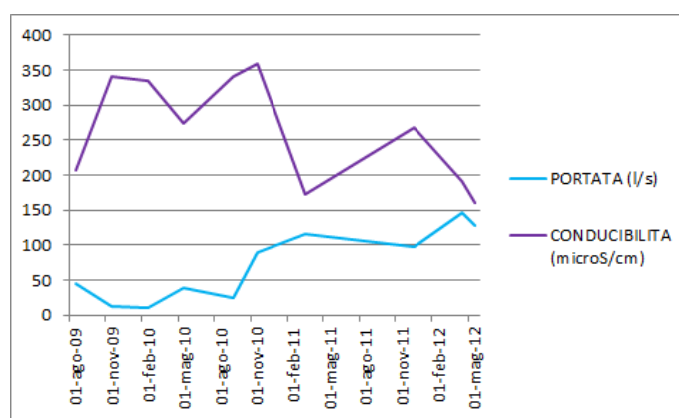


Figura 33– Grafici dei valori di portata (Q) e conducibilità elettrica (CE) misurati al punto ASP_001 (T. Clarea quota 643 m slm a monte della confluenza nella Dora)

Le misure fatte negli studi precedenti (PP, Studi delle compensazioni, APR/PD) non hanno evidenziato l'ipotesi di una connessione diretta dei flussi superficiali con quelli profondi. Bisogna però sottolineare che lo studio idrogeologico ARCADIS-SEA-SILENE-Baptendierdel 2002-2004 aveva ipotizzato la possibilità che il torrente, attraversando le fasce fratturate ad alto angolo ad andamento NE-SW potesse avere un certo grado di connessione con le circolazioni profonde del massiccio.

Nell'ambito di questa fase progettuale è stato eseguito uno studio di maggior dettaglio lungo l'asta del torrente Clarea, mirato a definire in particolare l'estensione della circolazione in subalveo e l'eventuale presenza di una circolazione più profonda all'interno del substrato prequaternario ubicato al di sotto dei depositi.

In primo luogo è stato eseguito un Log di conducibilità elettrica e temperatura nell'alveo del Clarea in alcuni punti significativi: le misure di conducibilità elettrica, temperatura e, saltuariamente, di portata utilizzando traccianti artificiali (Tinopal), sono riportati in Tabella.

Sui punti principali sono state realizzate analisi chimiche degli elementi principali e analisi isotopiche (Ossigeno 18 e Deuterio). I punti sono i seguenti (indicati da monte verso valle, Figura 34):

- torrente Clarea in corrispondenza del piede del versante (Clarea 1 – ASP_047);
- rio Tiraculo, a monte della derivazione presente prima dell'immissione nel Clarea (ASP_050);

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

- sorgente Pratovecchio (AST_010);
- sorgente Boscocedrino (AST_011);
- torrente Clarea, a valle dell'immissione del rio Tiraculo (Clarea 3 – ASP_049).

Il campionamento in corrispondenza del Clarea a monte dell'immissione del Tiraculo (ASP_048) non è stato realizzato perché secco nel mese di luglio 2012.

CODICE PUNTO	DESCRIZIONE	Quota	T [°C]	CE [microsiemens/cm]	data	NOTE
ASP_047	Tributario Clarea	1404	16.1	166	04/07/2012	
ASP_049	Clarea a valle dell'immissione del Tiraculo		10.1	173	04/07/2012	Q=88 l/s con tracciamento
ASP_050	Tiraculo a monte della biforcazione	1114	14.5	164	04/07/2012	Q=76 l/s con tracciamento
AST_010	Pratovecchio		7.7	201.6	04/07/2012	Q=5.7 l/s
AST_011	Boscocedrino		7.3	177	04/07/2012	Q=4,8 l/s
1	Clarea valle invaso IREN	985	13.3	192	10/07/2012	
2	Clarea	966	13.3	203	10/07/2012	
3	Clarea	957	12.9	211	10/07/2012	
4	Clarea	930	13.2	211	10/07/2012	
5	Clarea	930	13.2	213	10/07/2012	
6	Clarea	909	13.4	214	10/07/2012	
7	Clarea	891	13.8	213	10/07/2012	
8	Clarea in prossimità di b.taCiereina	877	14.2	208	10/07/2012	
9	Clarea a monte di zona di taglio	845	14.4	209	10/07/2012	

Tabella 11– Log di conducibilità elettrica, temperatura e portata nell'alveo del Clarea

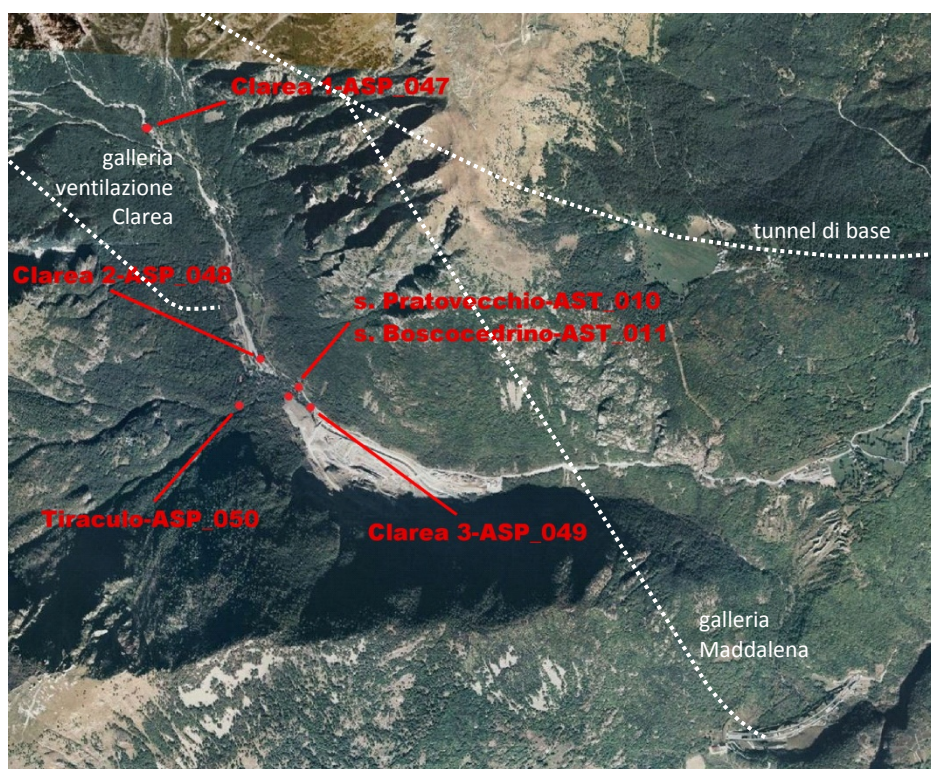


Figura 34 – Punti analizzati lungo il torrente Clarea

Per quanto riguarda i risultati delle analisi chimiche degli elementi principali, una interpretazione effettuata mediante il diagramma di Shoeller (Figura 35) indica che la composizione delle acque del rio Tiraculo è differente dalle altre. In particolare queste, meno

profonde e meno mineralizzate, rappresentano l'*end member* di alimentazione di origine superficiale. Le acque delle due sorgenti AST_010 e AST_011, come quelle campionate in alveo Clarea, presentano invece una composizione chimica più mineralizzata, che potrebbe testimoniare un'origine almeno in parte alimentata da flussi che circolano nel basamento roccioso, lungo le numerose faglie e zone di fratturazione presenti in questo settore.

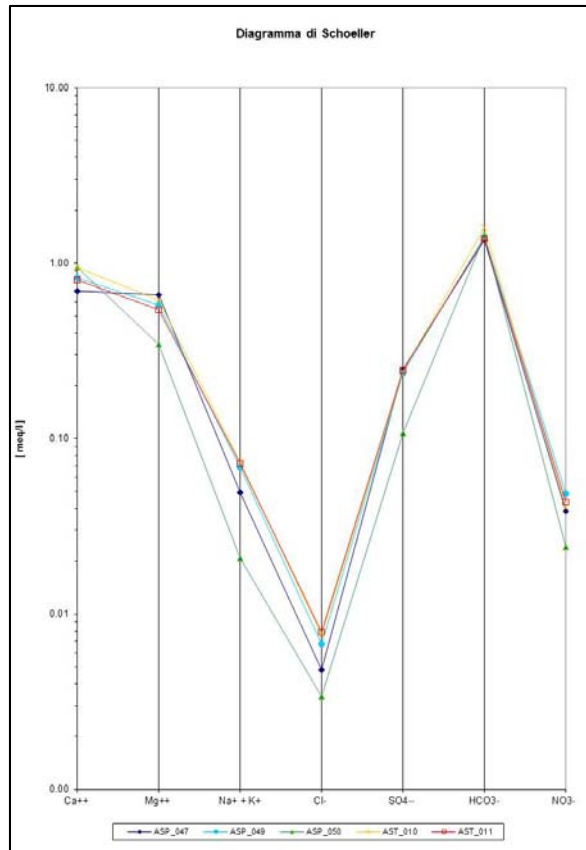


Figura 35– Risultati delle analisi chimiche plottati sul diagramma di Shoeller

Anche i valori di $\delta^{18}O$ e Deuterio mostrano una differenza tra le acque del torrente Clarea (ASP_047, ASP_049) e quelle delle sorgenti AST_010-Pratovecchio e AST_011-Boscocedrino da un lato e quelle del torrente Tiraculo (ASP_050) dall'altro (Figura 36). In particolare, quest'ultimo risulta nettamente più negativo, ad indicare una provenienza di acque più fredde, e quindi presumibilmente provenienti da quote più elevate, rispetto a quelle del Clarea.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

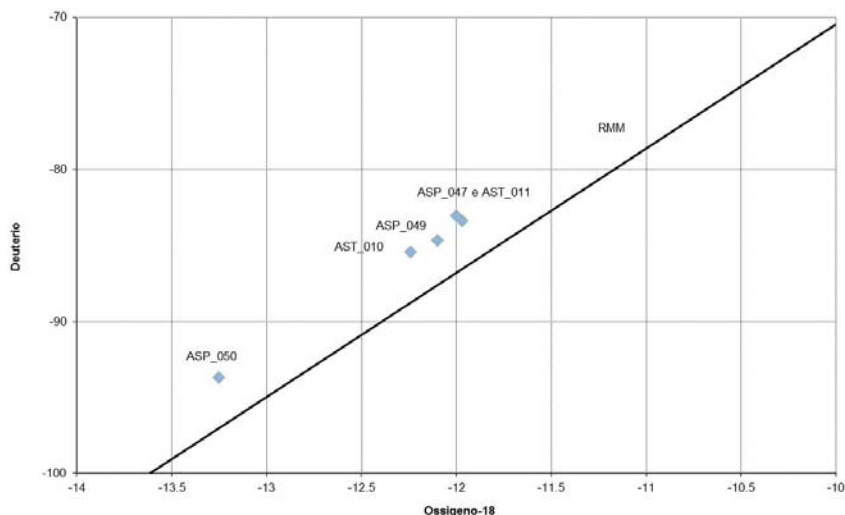


Figura 36– Risultati delle analisi isotopiche riportate su un grafico Ossigeno18-deuterio. La linea nera rappresenta la Retta Meteorica Mondiale

Questo fatto non è coerente con le quote medie dei due bacini che alimentano il Clarea e il Tiraculo, entrambi aventi quote medie dell'alto bacino comprese tra 2500 m e 3200 m s.l.m., entrambi orientati E-W, con uguale esposizione, leggermente più esteso quello del Clarea, e quindi in linea teorica confrontabili dal punto di vista climatico e del segnale isotopico delle precipitazioni.

Un'alimentazione del Clarea a monte della confluenza con il Tiraculo da acque profonde, provenienti dal basamento ed alimentate da un sistema di flusso più esteso, a sua volta alimentato esternamente ai bacini sottesi dal Clarea e dal Tiraculo, pare quindi essere un'ipotesi da considerare, che permetterebbe di giustificare queste evidenze.

Sulla base delle osservazioni di terreno e dei risultati delle analisi di laboratorio il Clarea è stato diviso in 5 tratti (Figura 37), su ciascuno dei quali è stato effettuato il calcolo del DHI sul punto di valle (Tabella 12):

- tratto 1: dalla testata del Clarea fino a quota 1400 m circa, in corrispondenza dell'inizio dei depositi alluvionali di fondovalle. In questo tratto il Clarea scorre principalmente sul substrato roccioso;
- tratto 2: in questo tratto il torrente scorre in subalveo all'interno dei depositi alluvionali di fondovalle;
- tratto 3: questo tratto si estende in un settore caratterizzato da numerose faglie intersecanti il substrato sottostante ai depositi alluvionali. Il Clarea in questo tratto scorre generalmente in subalveo ed emerge al termine del tratto in corrispondenza delle sorgenti Boscocedrino e Pratovecchio;
- tratto 4: caratterizzato dall'alveo quasi continuamente in roccia;
- tratto 5: caratterizzato da alveo in depositi alluvionali. In questo tratto il Clarea scorre spesso in subalveo e riaffiora poco a monte della confluenza nella Dora.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

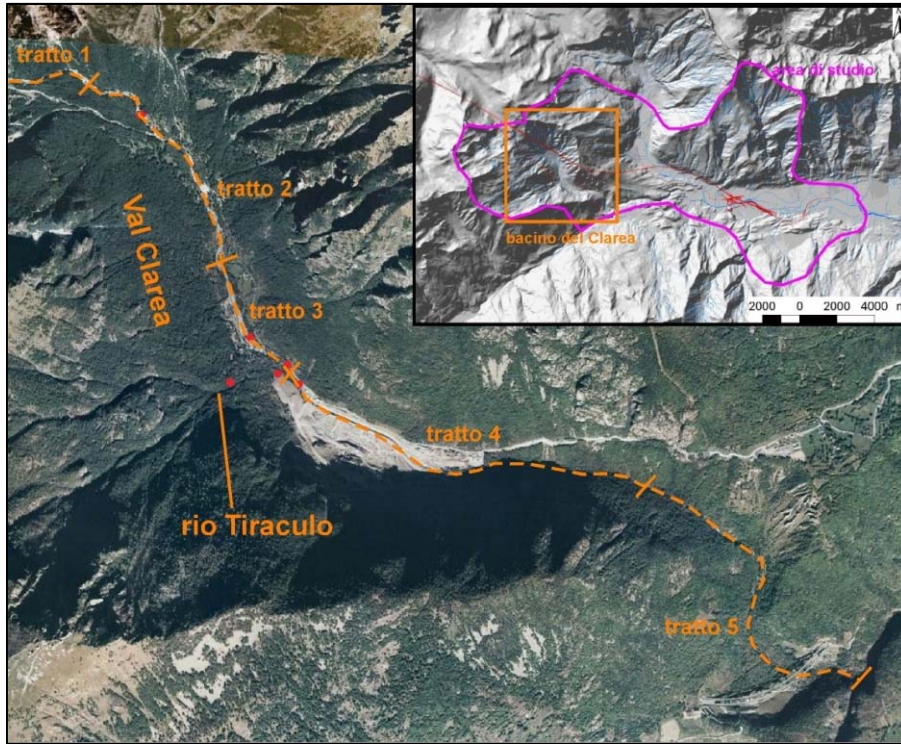


Figura 37– Tratti considerati per il Torrente Clarea

Nome tratto	quota inizio tratto (m s.l.m.)	quota fine tratto (m s.l.m.)	Quota Punto acqua rappresentativo (m s.l.m.)	Classe DHI
CL TR1	2400	1420	1420	1
CL TR2	1420	1120	1120	1
CL TR3	1120	1050	1050	1
CL TR4	1050	850	850	1
CL TR5	850	600	600	1

Tabella 12– Classi DHI per ogni tratto del torrente Clarea

Come per le sorgenti AST_011-Boscocedrino e AST_010-Pratovecchio, si ipotizzache il Clarea possa in parte essere alimentato da una circolazione profonda, non esclusivamente limitata ai depositi alluvionali, in particolare nel tratto n° 3. Tuttavia, bisogna sottolineare che lo scavo delle opere connesse alla centrale IREN di Pont Ventoux, in particolare la galleria F4, che sottopassa il T. Clarea, non ha determinato alcuna interferenza sul naturale deflusso del Clarea. Pertanto, la probabilità di interferenza di tutte le tratte considerate, inclusa la n° 3, è classificata nulla o molto bassa.

7. Studio di interferenza delle opere di superficie sui punti acqua sotterranei

È stata realizzata una analisi della probabilità di interferenza sulle risorse idriche sotterranee prodotte dalle opere in esterno del progetto (tratti a cielo aperto, cantieri e viabilità connessa). I cantieri considerati da questa analisi comprendono:

- cantiere imbocco Clarea;
- cantiere imbocco Maddalena;
- cantiere Piana di Susa (comprendente imbocco Mompantero e imbocco Traduerivi);
- cantiere imbocco Bussoleno e di connessione alla linea storica.

Sono state prese in considerazione le risorse idriche ubicate fino a circa 1km di distanza dalle aree di cantiere citate.

In linea generale le interferenze possibili tra opere superficiali e la risorsa idrica sotterranea sono riconducibili ai due casi seguenti:

- infiltrazione di acque inquinate provenienti dalla aree di cantiere (alterazione qualitativa della componente);
- fenomeni di drenaggio della falda legati alle fasi di scavo con possibile interferenza su punti acqua alimentati dai circuiti idrici superficiali (alterazione quantitativa della componente).

La probabilità di interferenza delle opere progettuali di superficie sui punti d'acqua è stata suddivisa in tre classi, come per le opere in sotterraneo. Le classi utilizzate comprendono:

- probabilità di interferenza nulla o molto bassa;
- probabilità di interferenza bassa;
- probabilità di interferenza elevata.

7.1 Cantiere imbocco Clarea

Per quanto concerne il cantiere dell'imbocco Clarea e la viabilità connessa sono stati analizzati 15 punti acqua. La probabilità di interferenza che ne deriva è riassunta nella Tabella 13 e riportata graficamente nell'allegato 5.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo punto acqua	Comune	Gestore	Probabilità interferenza
AST_011	sorgente idropotabile	Giaglione	ACEA	nulla o molto bassa
AST_496	Vasca	Giaglione		
AST_498	Sorgente	Giaglione		
AST_499	Sorgente	Giaglione		
AST_500	Sorgente	Giaglione		bassa
AST_448	Sorgente	Giaglione		nulla o molto bassa
AST_504	Piezometro	Giaglione		
AST_505	Piezometro	Giaglione		
AST_506	Piezometro	Giaglione		
AST_507	Piezometro	Giaglione		
AST_508	Piezometro	Giaglione		
AST_509	Piezometro	Giaglione		
AST_510	Piezometro	Giaglione	IREN	
AST_010	sorgente idropotabile	Giaglione	ACEA	
AST_752	Sorgente	Giaglione		

Tabella 13 – Risultati dello studio di interferenza tra opere di superficie e risorse idriche sotterranee in val Clarea

Solamente alla sorgente AST_500 è stata assegnata una probabilità di interferenza bassa in quanto, ricadendo a valle di una pista di accesso dell'area di cantiere e trattandosi di una sorgente derivante da un sistema di flusso superficiale in depositi quaternari per porosità, le lavorazioni previste possono creare un'interferenza sulle sue caratteristiche sia qualitative sia quantitative.

E' importante rilevare come la sorgente AST_500 non alimenta nessuna rete di distribuzione acquedottistica, anche perché di tipo non perenne. Le sue portate rilevate nel periodo 2009-2011 sono variabili tra 0 e 3 l/s, picco massimo registrato nei mesi estivi.

Qualora tale interferenza dovesse manifestarsi, e il ripristino della portata si rendesse necessario, sarà possibile un approvvigionamento alternativo dal pozzo in progetto presso Case Porchera.

I punti AST_010 e AST_011, che ricadono nelle immediate vicinanze delle opere in progetto, presentano una probabilità di interferenza nulla o molto in quanto presentano una alimentazione di tipo profondo (AST_011) e una alimentazione dal bacino laterale del rio Tiraculo (AST_010).

Visti gli esigui scavi previsti da progetto nelle aree di lavoro e l'inutilizzo di sostanze inquinanti, per gli altri punti esaminati, a monte e a valle di tali aree, la probabilità di interferenza individuata è nulla o molto bassa.

7.2 Cantiere imbocco Maddalena

In un intorno di circa 1km dall'area del cantiere della Maddalena non sono presenti risorse idriche sotterranee pertanto non sussistono interferenze tra risorse idriche sotterranee e lavori in progetto.

7.3 Cantiere Piana di Susa

Nel settore della Piana di Susa, che si estende dall'imbocco Mompantero all'imbocco Traduerivi, sono stati analizzati 17 punti d'acqua (Tabella 14). Come mostrato graficamente nell'allegato 6, di questi l'unico punto a presentare una probabilità di interferenza bassa è il punto AST_184, ubicato in asse al tracciato in progetto. Questo punto consiste in un pozzo di captazione idropotabile (attualmente in disuso) e l'interferenza assegnata è data dalla sua vicinanza rispetto alle opere in rilevato ed all'interazione del tracciato con le sue aree di salvaguardia (Zona di Tutela Assoluta). Un secondo punto il punto AST_684 è ubicato all'interno di un'area di cantiere ma trattandosi di un piezometro di minor vulnerabilità rispetto al pozzo AST_184 la probabilità di interferenza è nulla o molto bassa. Gli altri punti esaminati sono localizzati all'esterno delle aree interessate dai lavori e non presentano interferenze.

Codice punto acqua	Tipo punto acqua	Comune	Gestore	Probabilità interferenza
AST_223	Sorgente	Mompantero		nulla o molto bassa
AST_181	Pozzo idropotabile	Susa	SMAT	
AST_184	Pozzo	Susa	SMAT	bassa
AST_033	Sorgente	Mompantero		nulla o molto bassa
AST_526	fontana	Mompantero		
AST_030	Sorgente	Mompantero		
AST_239	fontana	Mompantero		
AST_443	fontana	Mompantero		
AST_477	Sorgente	Mompantero		
AST_640	fontana	Mompantero		
AST_682	Piezometro	Susa	LTF	
AST_683	Piezometro	Susa	LTF	
AST_684	Piezometro	Susa	LTF	
AST_685	Piezometro	Susa	LTF	
AST_729	Sorgente	Mompantero		
AST_730	Sorgente	Mompantero		
AST_738	Sorgente	Mompantero		

Tabella 14 – Risultati dello studio di interferenza tra opere di superficie e risorse idriche sotterranee nella piana di Susa

7.4 Cantiere imbocco Bussoleno e di connessione alla linea storica

Nel settore di cantiere imbocco Bussoleno e ricongiungimento alla linea storica sono stati esaminati 13 punti d'acqua riportati graficamente nell'allegato 7 e sintetizzati in Tabella 15. Nessuno di questi punti presenta una probabilità di interferenza. Solamente il piezometro AST_462 è ubicato all'interno dell'area di cantiere ma non essendo previste attività con l'utilizzo di sostanze inquinanti la probabilità di interferenza risultante è nulla o molto bassa.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo punto acqua	Comune	Gestore	Probabilità interferenza
AST_104	fontana	Mattie		nulla o molto bassa
AST_107	Sorgente	Mattie		
AST_109	Sorgente	Mattie		
AST_111	Sorgente	Mattie		
AST_114	Vasca	Mattie		
AST_116	Sorgente	Mattie		
AST_462	Piezometro	Susa		
AST_528	Piezometro	Bussoleno		
AST_569	fontana	Mattie		
AST_575	Vasca	Mattie	SMAT	
AST_591	fontana	Mattie		
AST_592	Vasca	Mattie		
AST_593	fontana	Bussoleno		

Tabella 15 – Risultati dello studio di interferenza tra opere di superficie e risorse idriche sotterranee nel cantiere Bussoleno

8. Misure alternative di approvvigionamento idrico

Per quanto riguarda le acque sotterranee, alcune delle sorgenti che presentano una probabilità d'isterilimento bassissimo sono captate ad uso idropotabile. Per queste sorgenti è stato studiato al livello di fattibilità un sistema di approvvigionamento alternativo, descritto in questo capitolo. Tali interventi sono stati definiti sulla scorta dei dati forniti dai gestori delle sorgenti studiate.

In accordo a quanto previsto in relazione alla probabilità di impatto riconosciuta (vedi Tabella 1), per le sorgenti con probabilità d'impatto bassa gli interventi descritti di seguito dovranno essere sviluppati a livello di progetto nelle prossime fasi di studio.

La sorgente AST_011 (Boscocedrina) ubicata a Giaglione e gestita da ACEA Pinerolese rappresenta un punto di approvvigionamento a scopo idropotabile.

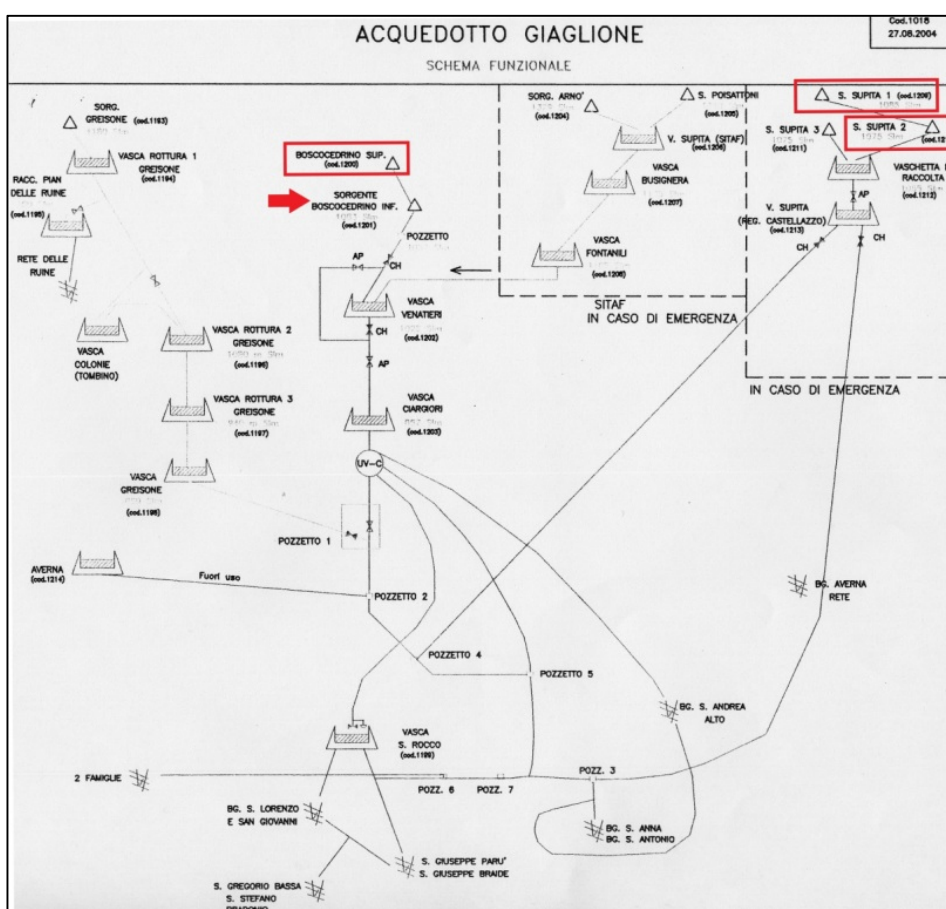


Figura 38– Schema funzionale dell'Acquedotto di Giaglione. Si specifica che la sorgente Boscocedrina inferiore (evidenziata dalla freccia rossa) non è più captata ed è stata sostituita dalla sorgente AST_010-Pratovecchio

La portata totale mediadelle sorgenti dell'acquedotto di Giaglione è pari a circa 12 l/s, di cui la quasi totalità è però captata presso le sorgenti AST_011-Boscocedrina e AST_010-Pratovecchio (adiacente a AST_011, ma con probabilità d'isterilimento nulla o molto bassa). I valori di portata delle sorgenti tra il 2009 e il 2012, oggetto di monitoraggio da parte di LTF, sono riportate in Figura 39.

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

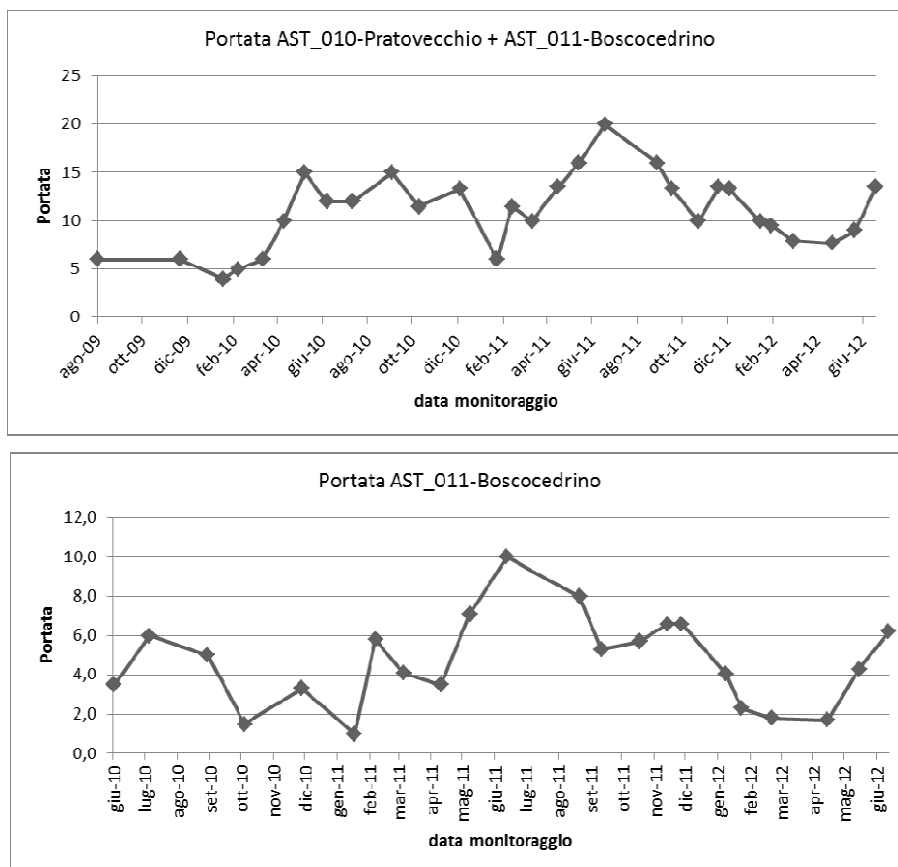


Figura 39– Grafici dei valori di portata relativi alla somma delle sorgenti AST_010+AST_011 (grafico in alto) e alla sola sorgente AST_011 (grafico in basso) misurati durante la campagna LTF di monitoraggio della risorsa idrica

La portata media delle sorgenti AST_010-Pratovecchio e AST_011-Boscocedrina è di 10,9 l/s, mentre la portata media della sola sorgente AST_011 è di 4,7 l/s.

Questa sorgente, interessata anche dal cunicolo della Maddalena, beneficerà già delle misure in corso di realizzazione, in ottemperanza alle prescrizioni del CIPE al PD approvato della Maddalena, ed in particolare di un pozzo di circa 50 m realizzato da ACEA in Val Clarea. Il pozzo garantirà la disponibilità della risorsa all'acquedotto comunale, svincolandolo dal solo contributo della sorgente.

In parallelo, e sempre sulla base della medesima Delibera CIPE, la sorgente AST_011 viene monitorata in continuo per valutare l'effettiva interferenza con lo scavo(Figura 40).

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti



Figura 40 – Sistema di monitoraggio in continuo presso la sorgente AST_011-Boscocedrina. A sinistra antenna per accesso remoto; a destra: cabina interna alla captazione

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Allegato 1 – Sintesi delle caratteristiche dei punti acqua relativi al monitoraggio 2009-2012

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
AST_002	fontana	Giaglione	Fontana Contraerea2		da riferire a AST_749	38	0,25		10,6	351,52	8,03	6,0845	HCO3-At	SR	P, f
AST_003	fontana	Giaglione	Fontana Contraerea3		da riferire a AST_749	38	0,09		11,7	344,66	8,03	6,0268	HCO3-At	SR	P, f
AST_004	Sorgente	Giaglione				38	0,55		10,1	395,13	7,51	7,7810	HCO3(Cl)-At	SQ	P
AST_005	fontana	Giaglione				15	0,20		11,4	355,75	8,02	7,0636	HCO3(Cl,S O4)-At	SQ	P
AST_006	fontana	Giaglione				15	0,66		11,5	176,97	7,85	3,7264	HCO3-At	SQ	P
AST_007	Sorgente	Giaglione	Portonero o Pratonero			32	0,64		5,7	221,42	7,95	4,0487	HCO3-At	SR	A, P
AST_008	fontana	Giaglione	Pra Piano			104	0,20		7,9	234,47	7,81	5,0248	HCO3-At	SR	A, P
AST_009	Sorgente idropotabile	Giaglione	Supita2	ACEA		100	1,10		7,8	264,29	7,73	5,2765	HCO3-At	SR	A, P
AST_010	Sorgente idropotabile	Giaglione	Pratovecchio	ACEA		79	9,17		8,0	176,06	7,55	3,4883	HCO3-At	SR	P, F
AST_011	Sorgente idropotabile	Giaglione	Boscocedrin o superiore	ACEA		88	9,51		7,9	165,89	7,65	3,3321	HCO3-At	SR	P, F
AST_012	Vasca	Giaglione	Vasca Supita SITAF	ACEA	da riferire a AST_750	11	1,80		8,6	233,71	7,92	3,9881	HCO3-At	SR	A, P
AST_013	Sorgente	Giaglione	Tre Merli			37	0,07		7,2	280,45	8,09	6,8089	HCO3-At	SR	A, P
AST_014	fontana	Giaglione	S. Chiara fontana		da riferire a AST_446	32	0,31		7,7	221,38	7,86	5,2119	HCO3-At	SR	A, P
AST_015	fontana	Giaglione	S. Chiara tubo		da riferire a AST_446	33	0,86		6,7	221,78	7,78	5,6274	HCO3-At	SR	A, P
AST_016	fontana	Giaglione	Fontana Contraerea1		da riferire a AST_749	38	0,13		12,4	317,50	7,96	5,4799	HCO3-At	SR	P, f
AST_017	Sorgente	Giaglione	Fontani' o Supita			95	0,43		8,9	210,01	7,67	4,2353	HCO3-At	SQ	P
AST_018	Sorgente	Venaus	vasca Esclosa	ACEA	da riferire a AST_751	80	10,43		10,1	619,75	7,42	21,8219	HCO3-At/SO4(HCO3)-At/HCO3(SO4)-At	SQ	P
AST_024	Sorgente	Mompalano	Pietrabruna I			32	0,35		8,6	351,59	7,78	6,9562	HCO3-At	SR	P, f
AST_025	Sorgente idropotabile	Mompalano	Fontana Maria inferiore	ACEA		106	1,74		8,1	288,76	7,91	8,1646	HCO3-At	SR	P, F

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
AST_026	Sorgente idropotabile	Mompantero	Fontana Maria superiore	ACEA		107	10,46		7,9	284,60	7,91	8,2686	HCO3-At	SR	P, F
AST_029	Sorgente	Mompantero	Cugno	consorzio privato		83	0,46		9,8	350,00	7,59	7,8477	HCO3-At	SR	P, F
AST_030	Sorgente	Mompantero	Nicoletto			122	0,51		11,7	380,65	7,52	7,9206	HCO3-At	SQ	P
AST_031	Sorgente	Mompantero	Lavatoio Marzano			22	0,33		11,0	521,89	7,49	9,5060	HCO3(SO4) - At/SO4(HC O3)-At	SR	P, D
AST_032	Sorgente	Mompantero	Tuasiera o Tovasiera			103	0,38		11,6	519,99	7,15	10,8204	HCO3-At	SR	F, P
AST_033	Sorgente	Mompantero	Murisi			115	0,58		10,9	352,17	7,59	7,5286	HCO3(SO4) -At/HCO3- At	SR	F, D, P
AST_034	Sorgente	Mompantero	Iclia			113	1,89		9,7	357,84	7,44	9,2075	HCO3-At	SR	P, f
AST_035	fontana	Mompantero	Fontana C. Muscet		da riferire a AST_024	79	0,31		9,0	325,94	7,72		HCO3-At	SR	P, f
AST_036	Sorgente idropotabile	Mompantero	Praletto2	ACEA		20	1,46		5,8	260,08	7,97	4,7300	HCO3-At	SQ	P
AST_037	Sorgente idropotabile	Mompantero	Praletto3	ACEA		1	0,80		6,7	262,70	7,75		HCO3-At	SQ	P
AST_038	Sorgente idropotabile	Mompantero	Praletto1	ACEA		0							HCO3-At	SQ	P
AST_039	Sorgente	Mompantero	Labrun (Evetà)			79	1,76		8,5	302,30	7,56				
AST_040	fontana	Mompantero	Marzano 1		da riferire a AST_724	80	0,48		10,8	486,42	7,47		HCO3-At	SR	P, f
AST_042	Sorgente	Venaus				1	4,00		5,9	216,00	7,50				
AST_098	Vasca	Mattie		SMAT	da riferire a AST_671	5	0,87		8,6	306,26	7,86	5,6613	HCO3-At	SR	A, P
AST_099	Sorgente	Mattie				1	0,10		10,9	313,00	7,62				
AST_100	Sorgente	Mattie				1	0,10		11,8	320,00	7,35				
AST_101	Sorgente	Mattie				1	0,02		10,3	181,00	7,59				
AST_102	Sorgente	Mattie				0									
AST_104	Sorgente	Mattie	Sorgente Ciaretia			38	0,07		10,4	417,43	7,58				
AST_107	Sorgente	Mattie				11	0,00		9,0	587,13					
AST_109	fontana	Mattie				1	0,40		15,1	235,00	8,01				
AST_111	Sorgente	Mattie	NEVAU			0									
AST_116	Sorgente	Mattie				38	0,00		10,3	494,98	7,44	9,3323	HCO3-At	SR	F, f, P
AST_181	Pozzo	Susa	Pozzo Enel	SMAT- Comune Susa		26		51,28	11,3	724,61	7,37	15,1282	HCO3(SO4) -At	SQ/SR	P, D, F

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
AST_184	Pozzo	Susa	Pozzo Autoporto	SMAT-Comune Susa		31		36,76							
AST_195	Sorgente idropotabile	Mattie	PONETTO	SMAT		0			6,8	250,80	7,72	4,6549	HCO3-At	SR	F, f, A
AST_218	Sorgente idropotabile	Giaglione	GREISONE	ACEA		21	1,29		8,6	178,36	7,97	3,3793	HCO3-At	SR	P, f
AST_220	Sorgente	Chiomonte				1	0,14		12,5	154,00	7,78				
AST_221	Sorgente idropotabile	Chiomonte		ACEA		0									
AST_222	Sorgente idropotabile	Chiomonte	Verger	ACEA		20	0,44		10,6	288,27	7,66	5,7183	HCO3-At	SR	P, f
AST_225	Sorgente	Novalesa		ACEA	ubicazione incerta	0									
AST_226	Sorgente	Novalesa			ubicazione incerta	0									
AST_228	Sorgente idropotabile	Novalesa				1	4,00		7,9	924,00	7,27				
AST_231	Sorgente idropotabile	Venaus		ACEA		0			5,7	192,30	7,41				
AST_233	Sorgente idropotabile	Moncenisio	Larice	SMAT		0									
AST_234	Sorgente idropotabile	Moncenisio	Paradiso 1			0									
AST_239	fontana	Mompantero		consorzio privato	da riferire a AST_029	1	0,12		16,6	356,40	7,69		HCO3-At	SR	P, F
AST_244	Piezometro	Venaus				3		4,53	15,1	392,70	8,40	6,4229	HCO3(SO4)-At(A)	SR	P, F
AST_261	Sorgente	Giaglione				1	0,33		12,4	223,00	7,33				
AST_265	Sorgente idropotabile	Giaglione				1	0,08		11,4	257,00	7,64				
AST_266	Sorgente	Giaglione				37	0,20		6,3	237,60	7,92	4,3519	HCO3-At	SR	P, F
AST_283	Pozzo	Mompantero	Pozzo Mompantero	SMAT-Comune Susa		7		0,95	10,6	668,38	7,47	13,9772	SO4(HCO3)-At	SR	P, F
AST_319	Sorgente	Novalesa				0									
AST_321	Sorgente idropotabile	Novalesa		ACEA		1	3,70		8,3	893,00	7,38				
AST_323	fontana	Venaus				1	0,05		13,2	178,00	7,90				
AST_325	Sorgente	Venaus				0			12,6	254,00	7,45				
AST_352	Sorgente idropotabile	Novalesa		ACEA		0									
AST_368	Sorgente	Venaus	CAMPO BERTRANDO			1	2,00		13,2	208,00	7,68				

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
AST_369	Sorgente	Venaus				1	3,00		6,8	38,00	7,74				
AST_378	Sorgente	Chiomonte				1	0,33		13,3	127,00	8,23				
AST_381	Sorgente	Chiomonte	Chejera			26	0,05		6,8	149,00	7,84	2,8311	HCO3-At	SR	P, f
AST_394	Sorgente idropotabile	Venaus	PIAN SUFFI	ACEA		7	0,78		6,1	445,29	7,75	8,7208	SO4(HCO3)-At	SR	D, P
AST_411	Sorgente idropotabile	Moncenisio	Paradiso 2			0									
AST_435	Sorgente	Venaus				23	0,06		9,8	377,10	7,72	7,8233	HCO3-At	SQ	P
AST_441	Sorgente	Giaglione	Vasca rottura 2 Greisone	ACEA		23	0,48		8,3	176,25	7,98	4,4950	HCO3-At	SR	P, f
AST_442	Vasca	Giaglione			da riferire a AST_750	0							HCO3-At	SR	A, P
AST_443	fontana	Mompalano			da riferire a AST_026	5	0,20		9,2	300,24	7,82	6,4377	HCO3-At	SR	P, F
AST_444	Sorgente	Giaglione	Boi Sonat 2			10	0,95		7,1	196,40	8,15				
AST_445	Sorgente idropotabile	Giaglione	S. Chiara-ACEA	ACEA		6	0,93		6,8	222,46	7,87	4,1788	HCO3-At	SR	A, P
AST_446	Sorgente idropotabile	Giaglione	S. Chiara-ACEA	ACEA		16	1,11		5,4	236,29	7,94	4,3815	HCO3-At	SR	A, P
AST_447	Sorgente	Giaglione		ACEA		0									
AST_448	Sorgente	Giaglione				1	0,50								
AST_450	Sorgente	Giaglione	S. Giuseppe n°72			11	0,46		12,6	372,91	7,24				
AST_451	Sorgente	Giaglione	Boi Sonat 1			11	3,42		6,7	212,64	8,07				
AST_452	Sorgente	Giaglione	Boi Sonat 3			24	0,56		6,2	220,14	7,91	4,3813	HCO3-At	SR	A
AST_453	Sorgente	Giaglione	Barigard 1			1	0,50		7,8	210,00	8,07				
AST_454	Sorgente	Giaglione	S. Andrea			11	0,19		12,0	413,27	7,38				
AST_455	Sorgente	Giaglione	S. Giuseppe n°24			11	0,53		11,1	239,18	6,90				
AST_456	Sorgente	Giaglione	S. Giuseppe n°54			11	0,88		12,0	433,27	8,00				
AST_457	Sorgente	Giaglione	S. Gregorio n°1			1	0,16		13,7	344,00	7,00				
AST_458	Sorgente	Venaus	Cantoniera 1 N3/2			9	0,44		10,1	435,11	7,66				
AST_459	Sorgente	Venaus				1	0,10		16,9	263,00	7,85				
AST_460	Sorgente	Giaglione	S. Giuseppe - Catena			11	0,23		11,9	356,73	7,39				
AST_461	Sorgente	Giaglione	Barigard 2			1	1,50		11,9	227,00	7,93				
AST_468	Vasca	Mompalano		Consorzio Alpeggio Prariondetto	da riferire a AST_523	0									

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
AST_469	Sorgente	Mompalano	Prariondetto Centralina			36	1,28		6,5	329,75	7,78	5,9337	HCO3-At/HCO3(SO4)-At	SQ	P
AST_470	Sorgente	Venaus	Barcenisio	ACEA		1	0,06		10,0	269,00	7,53				
AST_471	Sorgente	Venaus	GranPlan			1	7,00		5,4	212,00	7,55				
AST_472	Sorgente idropotabile	Venaus	Cruelli dx	ACEA		8	1,83		5,4	191,63	7,71				
AST_473	Sorgente idropotabile	Venaus	Pisch - Fondo di bar		ubicazione incerta	7	5,47		5,7	167,56	7,64				
AST_474	Sorgente idropotabile	Venaus	Pareni acque Moncenisio			1	0,30		7,2	214,00	7,60				
AST_477	Sorgente	Mompalano	Seghino			62	0,06		10,1	375,42	7,65	7,7405	HCO3-At	SR	P, F
AST_486	Vasca	Exilles	Vasca Cels	ACEA	da riferire a AST_766	18	7,03		7,0	130,02	7,95	2,5324	HCO3-At	SQ	P
AST_487	Sorgente	Exilles				1	0,60		11,0	242,00	7,71				
AST_488	Sorgente	Exilles				1	0,06		15,3	255,00	8,38				
AST_489	Sorgente	Exilles				1	0,50		6,8	250,00	8,12				
AST_490	Altro	Giaglione			da riferire a AST_750	1	0,05		15,0	217,00	8,04		HCO3-At	SR	A, P
AST_491	Sorgente	Giaglione				1	0,16		8,7	213,00	7,54				
AST_492	Sorgente	Giaglione				12	0,45		7,1	218,81	7,90	4,4167	HCO3-At	SR	A, P
AST_493	Sorgente	Giaglione				8	0,27		12,6	197,72	7,69	3,8740	HCO3-At	SR	A, P
AST_494	Sorgente	Giaglione				8	1,06		6,9	227,03	7,52			SR	A, P
AST_495	Sorgente	Giaglione				8	0,44		6,6	220,74	7,76			SR	A, P
AST_496	Vasca	Giaglione			da riferire a AST_752	26	0,36		8,4	235,73	7,91	4,3887	HCO3(SO4)-At/HCO3-At	SR	P, f
AST_497	Sorgente	Giaglione				1	0,03		7,4	220,00	7,33				
AST_498	Sorgente	Giaglione				1	0,80		8,1	230,00	7,97				
AST_499	Sorgente	Giaglione				1	0,50		7,6	183,00	8,07				
AST_500	Sorgente	Giaglione				25	0,77		11,8	145,64	7,86	2,6984	HCO3-At	SQ	P
AST_502	Sorgente	Giaglione			perdita canale maria bona	22	0,04		9,2	177,42	8,01	3,0157	HCO3-At		
AST_503	Sorgente	Giaglione				1	0,07		13,1	184,00	8,24				
AST_504	Piezometro	Giaglione	PZ6	IREN		1		9,35	9,9	220,00	7,98				
AST_505	Piezometro	Giaglione	PZ5	IREN		1		8,55							
AST_506	Piezometro	Giaglione	PZ4	IREN		1		9,16	15,3	290,00	11,26				
AST_507	Piezometro	Giaglione	PZ1	IREN		1		20,15							
AST_508	Piezometro	Giaglione	PZ2	IREN		1		19,35							
AST_509	Piezometro	Giaglione	PZ3	IREN		1		19,40							
AST_510	Piezometro	Giaglione	PZ7	IREN		26		26,16	11,7	221,11	8,00	4,2875	HCO3-At	SQ/SR	P, f
AST_511	Sorgente	Giaglione			probabile	25	0,34		6,3	178,78	7,86	3,4509	HCO3-At	SQ	P

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
					perdita canale maria bona										
AST_512	Sorgente	Giaglione				36	0,74		6,1	208,11	8,12	3,9539	HCO3-At	SR	A, P
AST_520	fontana	Mompantero	Fontana Casa Bianca		da riferire a AST_724	1	1,20		13,4	337,90	8,25		HCO3-At	SR	P, f
AST_521	fontana	Mompantero			da riferire a AST_731	1	0,12		15,3	322,00	7,69				
AST_522	Sorgente	Mompantero				13	0,04		7,7	417,53	7,78	7,8992	HCO3-At	SQ	P
AST_523	Sorgente	Mompantero	Fontana del re	Consorzio alpeggio Prariondetto		2	0,45		7,1	260,80	7,81				
AST_524	fontana	Mompantero		Consorzio alpeggio Prariondetto	da riferire a AST_523	1	1,15		8,1	252,90	8,04				
AST_525	Sorgente	Mompantero	Prariondetto			1	0,21		7,2	300,00	7,70				
AST_526	fontana	Mompantero			da riferire a AST_026	7	0,68		10,2	345,53	7,94	7,6540	HCO3-At	SR	P, F
AST_568	Sorgente	Mattie				1	0,01		14,2	352,00					
AST_569	fontana	Mattie			da riferire a AST_195	15	0,08		10,3	231,58	7,83	4,1932	HCO3-At	SR	F, f, A
AST_570	Sorgente	Mattie				1	0,06		11,4	356,00	7,76			SR	A, P
AST_571	Sorgente	Mattie				0			14,0	359,00					
AST_572	Sorgente	Mattie				0			13,7	312,00					
AST_573	fontana	Mattie			da riferire a AST_570	37	0,22		8,8	238,92	7,92	4,3811	HCO3-At	SR	A, P
AST_574	fontana	Mattie			da riferire a AST_195	0								SR	F, f, A
AST_575	Vasca	Mattie		SMAT	da riferire a AST_195	0								SR	F, f, A
AST_591	fontana	Mattie			da riferire a AST_195	6	0,09		7,6	238,67	7,76	4,2531	HCO3-At	SR	F, f, A
AST_592	Altro	Mattie				0									
AST_593	fontana	Bussoleno	Fornelli		da riferire a AST_195							4,2555	HCO3-At	SR	F, f, A
AST_596	Sorgente	Mattie	SAGNES			0									
AST_637	Sorgente	Venaus	Cantoniara N3/4			9	0,58		9,8	431,11	7,55				
AST_640	fontana	Mompantero	Fontana Pian Mulino		da riferire a AST_026	6	0,07		10,6	300,47	8,01	6,5224	HCO3-At	SR	P, F
AST_641	Altro	Mompantero			da riferire a AST_747	1	1,50		10,8	214,20	8,00				
AST_642	Sorgente	Venaus	Sorgente	ACEA		9	2,38		7,3	244,71	7,30	4,0760	HCO3-At	SQ	P

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
	idropotabile		Pravareno												
AST_643	Sorgente	Venaus				13	4,76		6,9	280,58	8,04	5,2885	HCO3-At	SR	D, P
AST_644	Sorgente	Venaus				1	0,33		14,7	358,00	7,75				
AST_645	Sorgente	Giaglione				1	0,03		11,0	259,00	7,00				
AST_646	Sorgente	Giaglione				1	0,30		21,2	620,00	7,00				
AST_647	Sorgente	Giaglione				1	0,20		17,1	174,00	7,00				
AST_648	Vasca	Giaglione		ACEA	da riferire a AST_011	0							HCO3-At	SR	P, F
AST_649	Sorgente	Giaglione				37	0,12		8,4	276,28	7,75	6,8170	HCO3-At	SQ	P
AST_650	Sorgente	Giaglione				1	0,02		11,5	525,00	7,00				
AST_651	Sorgente	Giaglione				0			15,5	556,00	7,00				
AST_652	Vasca	Venaus	Vasca S. Martino		da riferire a AST_753	33	2,71		8,4	275,16	7,88	4,8591	HCO3-At	SR	A, P
AST_653	Sorgente	Venaus				1	0,01		10,5	259,00	7,90				
AST_654	Sorgente	Venaus				0			17,8	662,00	7,51				
AST_655	Sorgente	Giaglione				1	0,25		13,1	573,00	7,00				
AST_656	Sorgente	Giaglione				1	0,25		13,5	637,00	7,00				
AST_657	Sorgente	Giaglione				1	0,25		12,8	625,00	7,00				
AST_658	Sorgente	Venaus				1	0,20		13,4	249,00	7,90				
AST_659	Sorgente	Venaus				1	0,50		17,5	188,00	7,55				
AST_665	Sorgente idropotabile	Exilles		ACEA	ubicazione incerta	0									
AST_666	Sorgente idropotabile	Exilles		ACEA	ubicazione incerta	0									
AST_668	Piezometro	Giaglione		AEM		1		0,30	14,8	493,00	7,80				
AST_669	Piezometro	Giaglione				0									
AST_670	Piezometro	Susa				1		29,81							
AST_671	Sorgente	Mattie	Barale 1	SMAT		2	0,22		9,4	300,50	7,49		HCO3-At	SR	A, P
AST_672	Sorgente	Mattie	Barale 2	SMAT		2	0,33		9,3	301,95	7,42		HCO3-At	SR	A, P
AST_673	Sorgente	Mattie	Barale 3	SMAT		9	2,32		9,2	294,51	7,81	6,4187	HCO3-At	SR	A, P
AST_682	Piezometro	Susa	S65	LTF		0									
AST_683	Piezometro	Susa	S67	LTF		0									
AST_684	Piezometro	Susa	S66	LTF		31		49,11	11,5	692,75	7,50	13,5207	SO4(HCO3)-At	SQ/SR	P, D
AST_685	Piezometro	Susa	S72	LTF		4		25,40							
AST_701	Sorgente idropotabile	Chiomonte	Sorgente Rigaud-1	ACEA		1	2,07		7,4	150,80	7,20	3,5759	HCO3-At	SR	P, f
AST_702	Sorgente	Chiomonte	Sorgente Alberejo-3			1	2,50		9,6	193,00	7,10	4,6921	HCO3-At	SR	P, f
AST_703	Sorgente	Chiomonte	Sorgente Garnie-5			1	0,00								
AST_704	Sorgente	Chiomonte	Sorgente S.Giuseppe-			1	0,60		12,5	200,00	7,05	4,3700	HCO3-At	SR	P, f

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
			6												
AST_705	Sorgente	Chiomonte	Sorgente S.Giuseppe 2-6b			1	0,13		12,3	348,00	7,37				
AST_724	Sorgente idropotabile	Mompantero	Sorgente Fogasso 1	ACEA		21	3,29		8,6	372,60	7,90	8,2038	HCO3-At	SR	P, f
AST_725	Sorgente idropotabile	Mompantero	Sorgente Fogasso 2	ACEA		1	0,00						HCO3-At	SR	P, f
AST_726	Sorgente idropotabile	Mompantero	Sorgente Fogasso 3	ACEA		1	1,10		7,8	344,20	7,93		HCO3-At	SR	P, f
AST_727	Sorgente idropotabile	Mompantero	Sorgente Fogasso 4	ACEA		1	0,90		7,9	348,90	7,78		HCO3-At	SR	P, f
AST_728	Sorgente idropotabile	Mompantero	Sorgente Fogasso 5	ACEA		1	0,27		7,9	373,00	7,78		HCO3-At	SR	P, f
AST_729	Sorgente	Mompantero	Sorgente Gran Cumba			1	0,90		11,0	419,70	7,56				
AST_730	Sorgente	Mompantero	Sorgente Nicoletto-Braida			0			10,3	393,50	8,28				
AST_731	Sorgente	Mompantero	Sorgente Ciatlar			1	0,85		6,5	319,50	7,85				
AST_733	Sorgente	Mompantero	Pietrabruna 2												
AST_734	Sorgente	Mompantero	Sorgente Galosat 1			22	9,81		9,1	601,86	7,54	11,2847	SO4(HCO3)-At	SQ/SR	P, D, F
AST_735	Sorgente	Mompantero	Sorgente Galosat 2			1	6,50		7,7	553,60	7,77				
AST_736	Sorgente	Mompantero	Sorgente Mulino			1	25,00		7,6	584,60	7,85				
AST_737	Sorgente	Mompantero	Sorgente Stagno			22	42,09		10,4	719,65	7,40	13,0582	HCO3(SO4)-At	SQ/SR	P, D
AST_738	Sorgente	Mompantero	Sorgente Barnasse			22	0,11		9,7	375,27	7,57	7,1392	HCO3-At	SR	P, F
AST_739	Sorgente	Mompantero	Sorgente Trucco	Consorzio acquedotto Trucco		1	0,50		8,6	292,00	7,63				
AST_740	Vasca	Mompantero		ACEA	da riferire a AST_724								HCO3-At	SR	P, f
AST_741	Vasca	Mompantero		ACEA	da riferire a AST_724								HCO3-At	SR	P, f
AST_745	Sorgente	Mompantero	Pietracassa			1	3,60		7,4	298,40	8,09				
AST_746	Sorgente	Mompantero	Crua-Doi			1	7,40		5,0	269,10	7,67				
AST_747	Sorgente	Mompantero	Chiamberlan	Consorzio		1	4,20		6,7	226,50	7,94				

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice punto acqua	Tipo	Comune	Nome	Proprietario/ Gestore	Note	Numero misure in sito	Portata media (l/s)	Soggiacenza media (m dal p.c.)	T acqua media (°C)	Conducibilità media (microS/cm)	pH medio	Salinità ionica media (meq/l)	Facies	Tipo sistema di flusso (*)	Tipo acquifero (**)
			do	Chiamberland o-Solietti-Fago											
AST_748	Sorgente	Mompalano	Labrun (nuovo)	privato		1	0,30		7,9	319,70	7,80				
AST_749	Sorgente	Giaglione	Contraerea										HCO3-At	SR	P, f
AST_750	Sorgente idropotabile	Giaglione	Poisattoni	ACEA	dati misurati in AST_012								HCO3-At	SR	A, P
AST_751	Sorgente idropotabile	Novalesa	Cascina-Esclosa	ACEA	dati misurati in AST_018								HCO3-At/SO4(HCO3)-At/HCO3(SO4)-At	SQ	P
AST_752	Sorgente	Giaglione	Pietra Porchera	privato	dati misurati in AST_496								HCO3(SO4)-At/HCO3-At	SR	P, f
AST_753	Sorgente	Venaus	San Martino		dati misurati in AST_652								HCO3-At	SR	A, P
AST_758	Sorgente	Giaglione													
AST_759	Sorgente	Giaglione													
AST_760	Sorgente	Giaglione													
AST_761	Sorgente	Giaglione													
AST_762	Sorgente	Giaglione													
AST_763	Sorgente	Giaglione													
AST_764	Sorgente	Giaglione													
AST_765	Sorgente	Giaglione													
AST_766	Sorgente idropotabile	Exilles	Grange della Valle	ACEA	dati misurati in AST_486								HCO3-At	SQ	P
AST_767	Pozzo	Susa		privato		1		54,30	15,4	313,00					

* *Tipi di sistema di flusso: SQ – sistema di flusso superficiale in depositi quaternari; SR – sistema di flusso superficiale in roccia (profondità < 300 m) e nelle porzioni di ammasso detensionato per deformazione gravitativa; PR – sistema di flusso profondo nel substrato roccioso (profondità > 300 m).*

** *Tipi di acquifero: P – circuiti in mezzi porosi; A – circuiti in ammasso detensionato (DGPIV); D – circuiti lungo orizzonti di dissoluzione; F – circuiti lungo faglia; f – circuiti lungo reticolo di fratture.*

Allegato 2 – Elenco dei punti acqua per i quali la valutazione della probabilità d'isterilimento è avvenuta in riferimento al Tunnel di Base Lato Italia, con i valori dei principali parametri che determinano l'indice DHI

Codice Sorgente	Tipo punto acqua	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Fenomeni di dissoluzione	Canali di permeabilità	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	FD	CP	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI	
AST 007	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 008	Sorgente	1,2	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 009	Sorgente	1,2	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,11	1
AST 010	Sorgente	1,1	1,5	0	1,5	1,5	1	0,40	0,25	0,1	1	0,44	0,07	1
AST 011	Sorgente	1,1	1,5	0	1,5	2	2	0,40	0,25	0,1	1	0,44	0,20	2
AST 012	Vasca	DHI riferito a AST 750-sorgente idropotabile Poisattoni											0,10	1
AST 013	Sorgente	1,2	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,11	1
AST 014	fontana	DHI riferito a AST 446-sorgente idropotabile S. Chiara											0,10	1
AST 015	fontana	DHI riferito a AST 446-sorgente idropotabile S. Chiara											0,10	1
AST 017	Sorgente	1,2	1	0	1	1,5	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,08	1
AST 042	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 218	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,07	1
AST 220	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 221	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 222	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 231	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 233	Sorgente	0	1	0	1	2	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1
AST 234	Sorgente	0	1	0	1	2	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1
AST 261	Sorgente	1,2	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 265	Sorgente	1,2	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,11	1
AST 266	Sorgente	1,2	1	0	1	1,5	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,08	1
AST 323	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 325	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 368	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 369	Sorgente	1,1	1	0	1	2	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 378	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 381	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 394	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 411	Sorgente	0	1	0	1	2	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1
AST 435	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 441	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 442	Vasca	DHI riferito a AST 750-sorgente idropotabile Poisattoni											0,10	1
AST 444	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 445	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 446	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 447	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

Codice Sorgente	Tipo punto acqua	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Fenomeni di dissoluzione	Canali di permeabilità	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	FD	CP	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI	
AST 448	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 451	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 452	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,07	1
AST 453	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 459	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 461	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 470	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 471	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 472	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 473	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 486	Vasca	DHI riferito a AST 766-sorgente idropotabile Grange della valle											0,00	1
AST 487	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 488	Sorgente	0	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1
AST 489	Sorgente	0	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1
AST 490	fontana	DHI riferito a AST 750-sorgente idropotabile Poisattoni											0,10	1
AST 491	Sorgente	1,2	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 492	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 493	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 494	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 495	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 496	Vasca	DHI riferito a AST 752-sorgente Pietra Porchera											0,04	1
AST 497	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 498	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 499	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 500	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	2
AST 502	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 503	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 504	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 505	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 506	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 507	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 508	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 509	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 510	Piezometro	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 511	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 512	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 642	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 643	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 645	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 648	Vasca	DHI riferito a AST 011-sorgente idropotabile Boscocedrino											0,20	2
AST 652	Vasca	DHI riferito a AST 753											0,07	1

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti

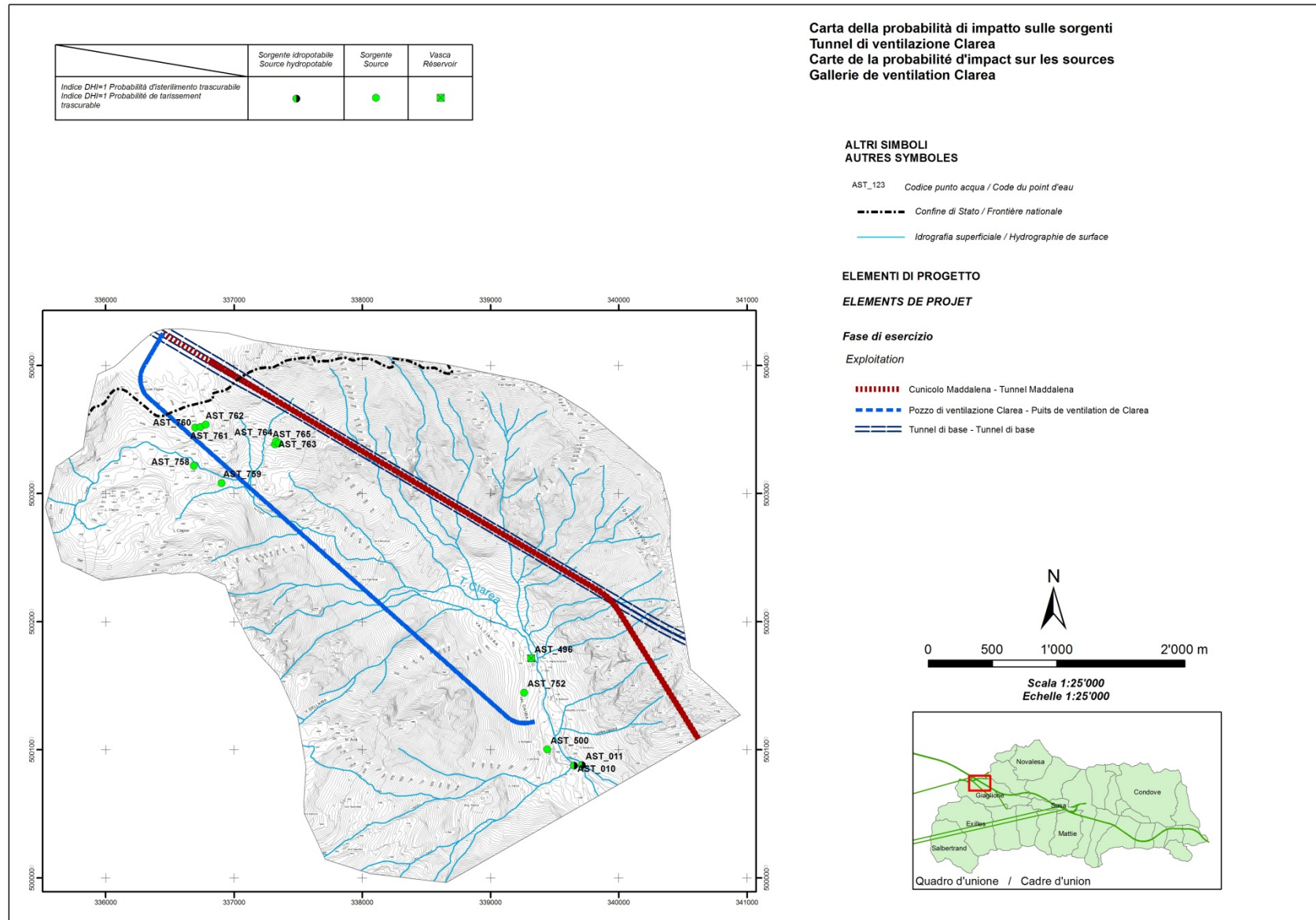
Codice Sorgente	Tipo punto acqua	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Fenomeni di dissoluzione	Canali di permeabilità	Tipo di Sorgente	Effetto topografico	Frequenza di Fratturazione	Permeabilità del Massiccio	Spessore della copertura	Ampiezza della Zona Plastica	Potenziale di Drenaggio	Indice di Probabilità di Isterilimento	Classe DHI
		DT	IF	FD	CP	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI	
AST 653	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 659	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 665	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 666	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 701	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 702	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 703	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 704	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 705	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 750	Sorgente	1,1	1	0,25	1,25	1,5	2	0,20	0,25	0,1	1	0,35	0,10	1
AST 752	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,04	1
AST 753	Sorgente	1,1	1	0	1	1,5	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,07	1
AST 758	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 759	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 760	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 761	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 762	Sorgente	1,1	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,02	1
AST 763	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 764	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 765	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST 766	Sorgente	0	1	0	1	1	1	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,00	1

Allegato 3 – Elenco dei punti acqua per i quali la valutazione della probabilità d'isterilimento è avvenuta in riferimento alla Galleria di Ventilazione di Clarea, con i valori dei principali parametri che determinano l'indice DHI

Codice Sorgente	Tipo punto acqua	Distanza di Tunnel	Intersezione con Faglie maggiori	Fenomeni di dissoluzione	Canali di permeabilità	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	FD	CP	TS	ET	FF	MK	OV	PZ	PI	DHI	
AST_010	Sorgente idropotabile	1,5	1	0	1	1,5	1,2	0,10	0,25	0,9	1	0,45	0,08	1
AST_011	Sorgente idropotabile	1,2	1	0	1	1,5	0,2	0,10	0,25	0,9	1	0,45	0,01	1
AST_496	Vasca	DHI riferito a AST_752-sorgente Pietra Porchera											0,10	1
AST_500	Sorgente	1,5	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,9	1	0,45	0,09	1
AST_752	Sorgente	1,5	1	0	1	1,5	2	0,10	0,25	0,2	1	0,33	0,10	1
AST_758	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_759	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_760	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_761	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_762	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_763	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_764	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1
AST_765	Sorgente	1,1	1	0	1	1	2	0,10	0,25	0,1	1	0,31	0,05	1

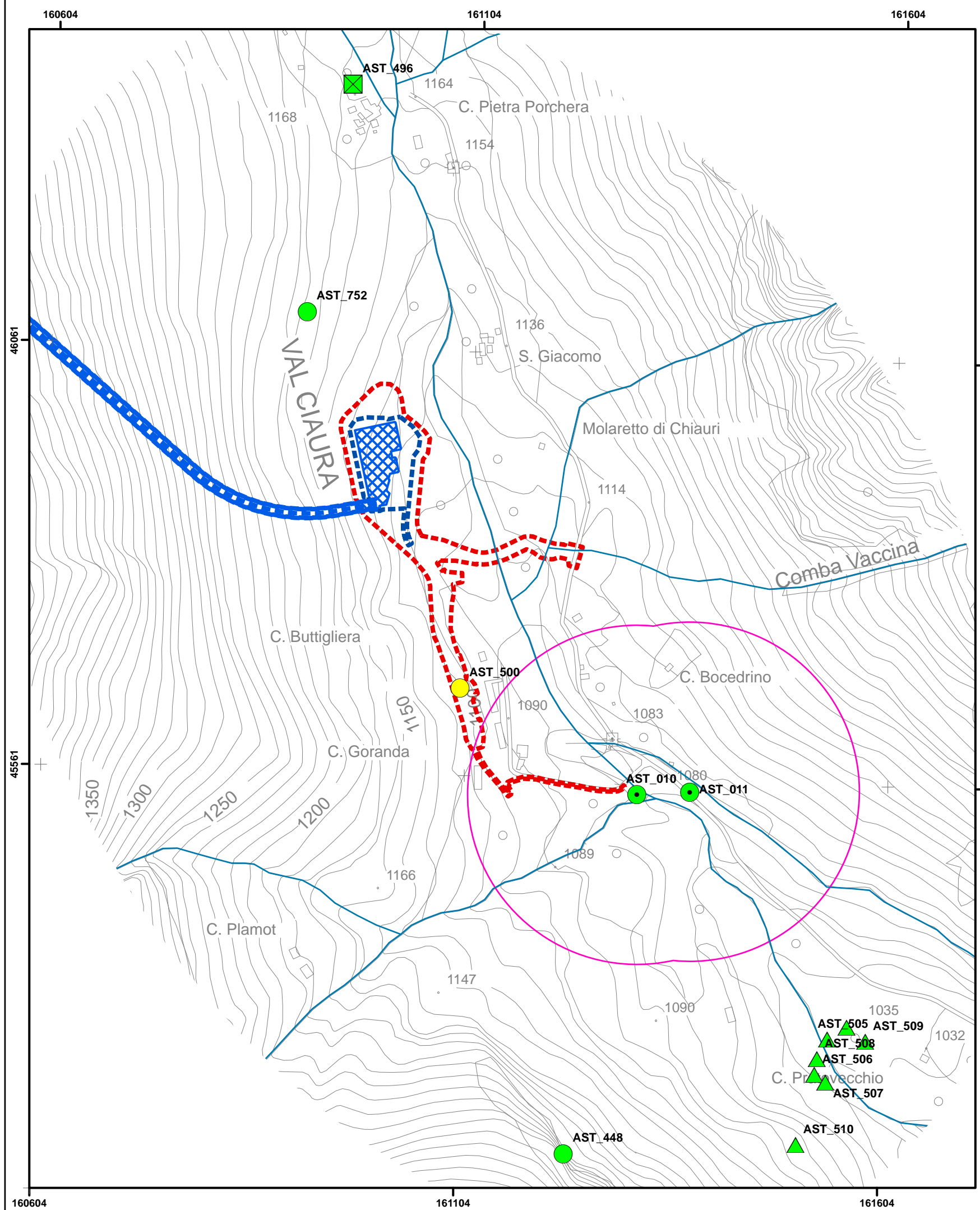
Allegato 4 – Carta della probabilità d’impatto sulle sorgenti-Galleria di Ventilazione di Clarea

Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti



Allegato 5 – Carta della probabilità d’impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere imbocco Clarea

CARTA DELLA PROBABILITA DI INTERFERENZA DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA - CANTIERE IMBOCCO CLAREA
CARTE DE LA PROBABILITE D'INTERFERENCE DES OEUVRES DE SURFACE SUR LES POINTS D'EAU - CHANTIER PORTAIL CLAREA



TIPOLOGIA DEI PUNTI ACQUA
TYPLOGIE DES POINTS D'EAU

- Sorgente idropotabile
Source hypopotable
- Sorgente
Source
- ◻ Pozzo idropotabile
Puit hypopotable
- ◻ Pozzo
Puits
- △ Piezometro
Piézomètre
- ⊗ Fontana
Fontaine
- ⊠ Vasca
Réservoir

ELEMENTI DI PROGETTO
ELEMENTS DE PROJET

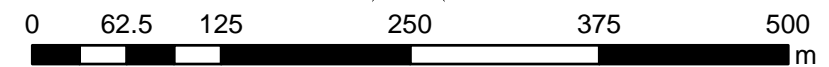
- Pozzo di ventilazione Clarea
Puits de ventilation de Clarea
- Fase di cantiere**
Chantier
- ▭ Cantiere
Chantier
- Fase di esercizio**
Exploitation
- ▭ Fabbricati
Batiments
- ▭ Area interessata dal progetto, occupazione definitiva
Zone d'interet du projet, occupation définitif

ALTRI SIMBOLI
AUTRES SYMBOLES

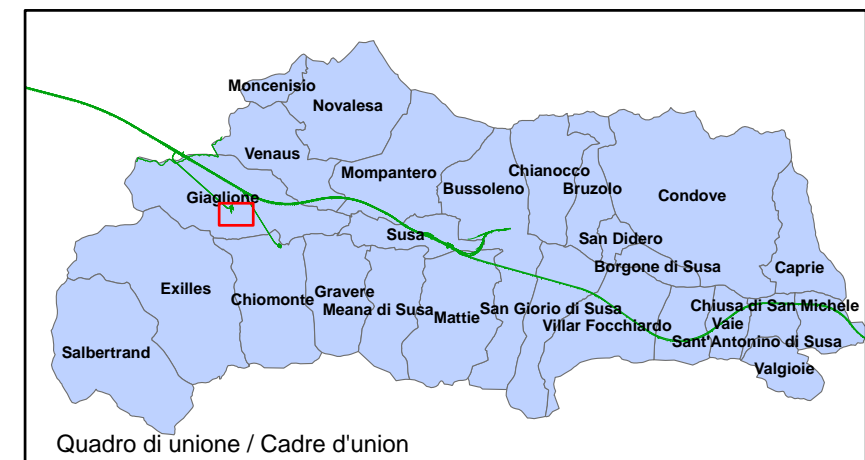
- AST-500 Codice punto acqua
Code du point d'eau
- Idrografia superficiale
Hydrographie de surface
- ▭ Area di Salvaguardia delle sorgenti potabili
Zone de protection des sources potables

PROBABILITA DI INTERFERENZE CON LE OPERE DI SUPERFICIE
PROBABILITE D'INTERFERENCE AVEC LES OEUVRES DE SURFACE

- ▲ ▭ Punto acqua con probabilità d'interferenza nulla o molto bassa
Point d'eau avec probabilité de interference nulle ou très faible
- Punto acqua con probabilità d'interferenza bassa (colore giallo)
Point d'eau avec probabilité d'interference faible (couleur jaune)
- Punto acqua con probabilità d'interferenza alta (colore arancio)
Point d'eau avec probabilité d'interference élevée (couleur orange)



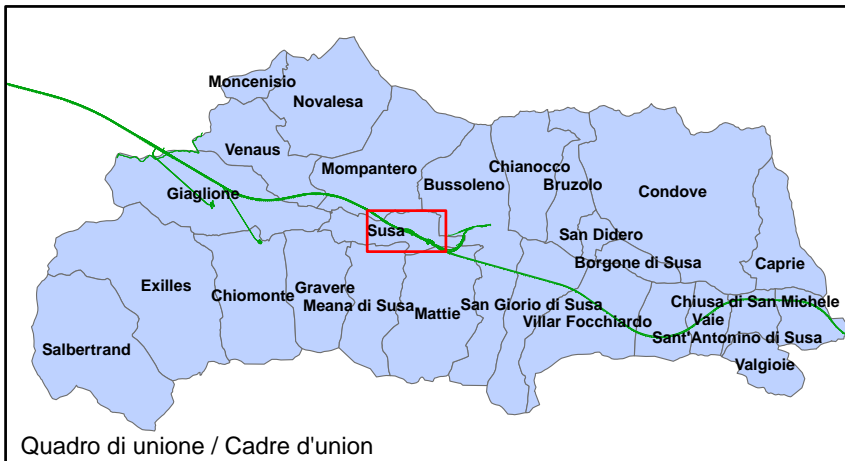
scala 1:5000
 échelle 1:5000



Quadro di unione / Cadre d'union

Allegato 6 – Carta della probabilità d’impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere Piana di Susa

CARTA DELLA PROBABILITA DI INTERFERENZA DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA - PIANA DI SUSA
CARTE DE LA PROBABILITE D'INTERFERENCE DES OEUVRES DE SURFACE SUR LES POINTS D'EAU - PIANA DE SUSA



TIPOLOGIA DEI PUNTI ACQUA
TYPLOGIE DES POINTS D'EAU

- Sorgente idropotabile / Source hypodotable
- Sorgente / Source
- Pozzo idropotabile / Puit hypodotable
- Pozzo / Puits
- Piezometro / Piézomètre
- Fontana / Fontaine
- Vasca / Réservoir

ALTRI SIMBOLI
AUTRES SYMBOLES

- AST-500 Codice punto acqua / Code du point d'eau
- Idrografia superficiale / Hydrographie de surface

ELEMENTI DI PROGETTO
ELEMENTS DE PROJET

- Interconnessione a cielo aperto / Interconnexion à ciel ouvert
- Interconnessione in galleria / Interconnexion en souterrain
- NLTL: Galleria naturale / Tunnel naturel

Fase di esercizio
Exploitation

- Fabbricati / Batiments
- Area interessata dal progetto, occupazione definitiva / Zone d'interet du projet, occupation définitif
- Sovrappassi / Passage supérieur
- Piazzali di servizio / Esplanades de service
- Piazzali di soccorso / Esplanades de secours
- Stazione Internazionale di Susa / Gare Internationale de Susa

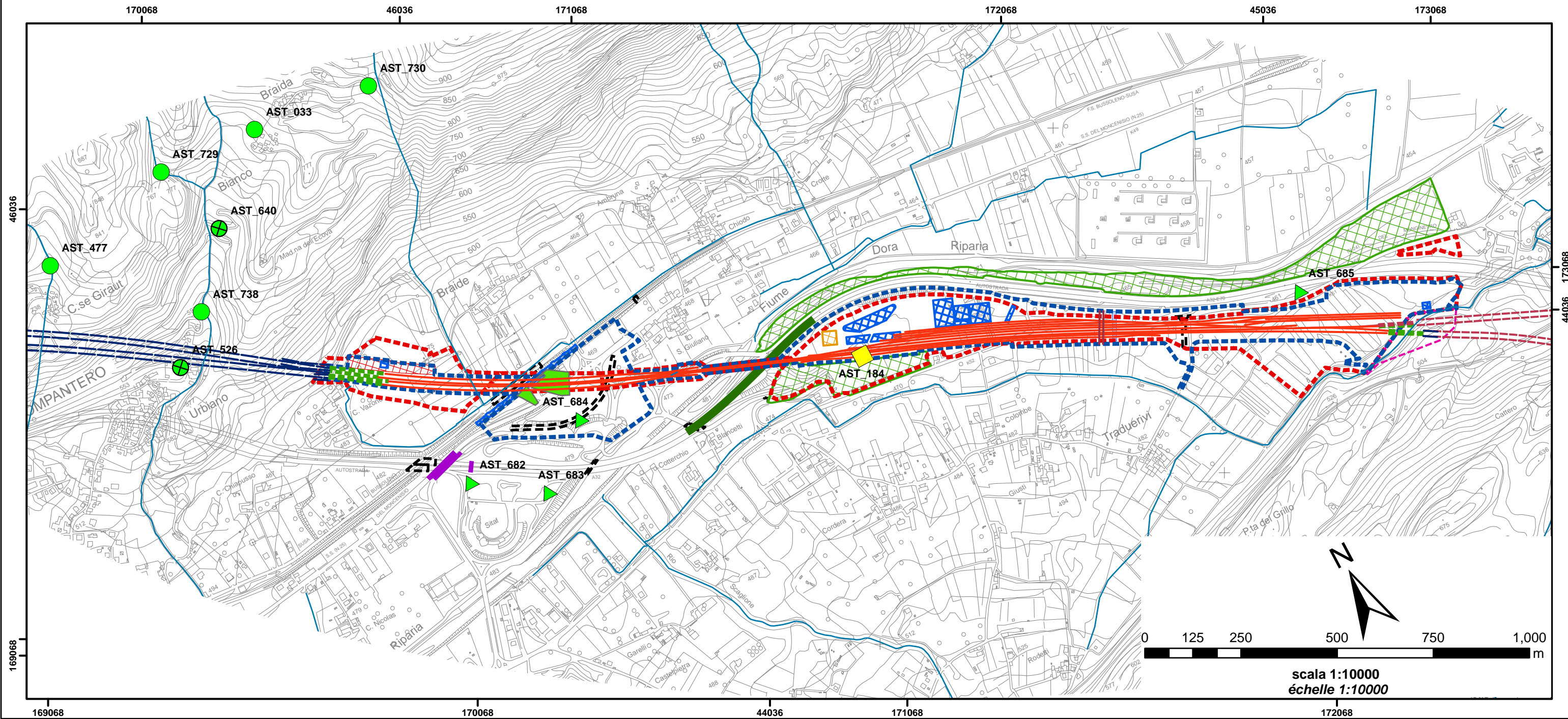
- Agriparco / Parc agricole

Fase di cantiere
Chantier

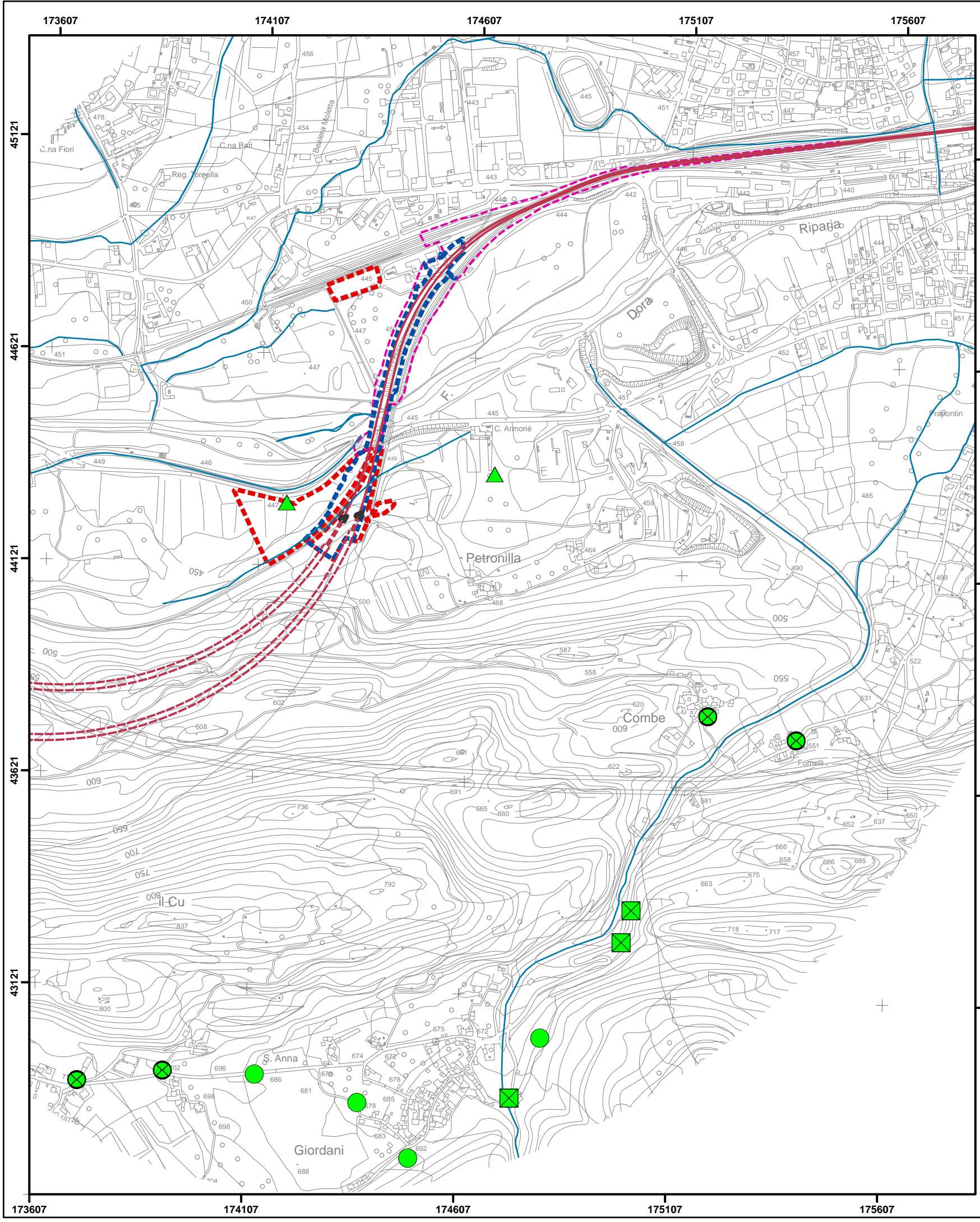
- Cantiere / Chantier
- Area di lavoro / Espace de travail

PROBABILITA DI INTERFERENZE CON LE OPERE DI SUPERFICIE
PROBABILITE D'INTERFERENCE AVEC LES OEUVRES DE SURFACE

- Punto acqua con probabilità d'interferenza nulla o molto bassa / Point d'eau avec probabilité de interference nulle ou très faible
- Punto acqua con probabilità d'interferenza bassa / Point d'eau avec probabilité de interference faible
- Punto acqua con probabilità d'interferenza elevata / Point d'eau avec probabilité de interference élevée



Allegato 7 – Carta della probabilità d’impatto delle opere di superficie sui punti acqua-Cantiere Bussoleno



CARTA DELLA PROBABILITA DI INTERFERENZA DELLE OPERE DI SUPERFICIE SUI PUNTI ACQUA - CANTIERE BUSSOLENO
CARTE DE LA PROBABILITE D'INTERFERENCE DES OEUVRES DE SURFACE SUR LES POINTS D'EAU - CHANTIER BUSSOLENO

TIPOLOGIA DEI PUNTI ACQUA
TYPLOGIE DES POINTS D'EAU

- Sorgente idropotabile
Source hypopotable
- Sorgente
Source
- ◻ Pozzo idropotabile
Puit hypopotable
- ◻ Pozzo
Puits
- △ Piezometro
Piezomètre
- ⊗ Fontana
Fontaine
- ⊠ Vasca
Réservoir

ELEMENTI DI PROGETTO
ELEMENTS DE PROJET

- Interconnessione a cielo aperto
Interconnexion à ciel ouvert
- Interconnessione in galleria
Interconnexion en souterrain

Fase di cantiere
Chantier

- ▭ Cantiere
Chantier
- ▭ Area di lavoro
Espace de travail

Fase di esercizio
Exploitation

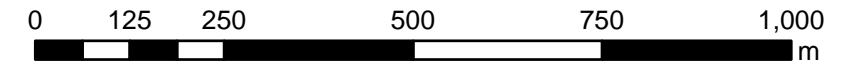
- ▭ Fabbricati
Batiments
- ▭ Area interessata dal progetto, occupazione definitiva
Zone d'interet du projet, occupation définitif

ALTRI SIMBOLI
AUTRES SYMBOLES

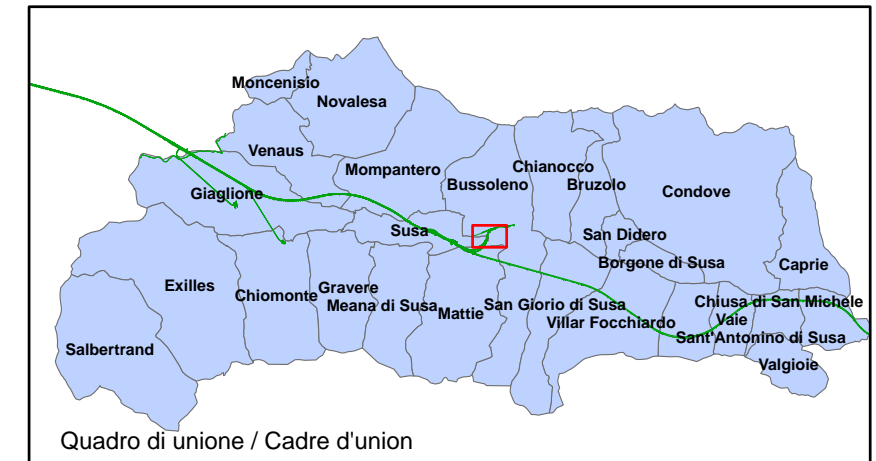
- AST-500 Codice punto acqua
Code du point d'eau
- Idrografia superficiale
Hydrographie de surface

PROBABILITA DI INTERFERENZE CON LE OPERE DI SUPERFICIE
PROBABILITE D'INTERFERENCE AVEC LES OEUVRES DE SURFACE

- ▲ ▣ Punto acqua con probabilità d'interferenza nulla o molto bassa
Point d'eau avec probabilité de interference nulle ou très faible
- Punto acqua con probabilità d'interferenza bassa
Point d'eau avec probabilité de interference faible
- Punto acqua con probabilità d'interferenza elevata
Point d'eau avec probabilité de interference élevée



scala 1:10000
 échelle 1:10000



Quadro di unione / Cadre d'union