



PORTI
di ROMA
e del LAZIO



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK EXECUTIVE AGENCY
TEN-T EA

Ministero
delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROGETTAZIONE PRELIMINARE ED ANALISI ECONOMICA DEL TRATTO
TERMINALE DEL COLLEGAMENTO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA CON
IL NODO INTERMODALE DI ORTE PER IL COMPLETAMENTO DELL'ASSE
VIARIO EST-OVEST (CIVITAVECCHIA-ANCONA)

2012-IT-91060-P

TRATTA: MONTE ROMANO EST - CIVITAVECCHIA

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

PROGETTISTA: <i>Ing. Maurizio Mancinetti</i> <i>Ordine Ing. di Roma n° 19506</i>		GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS		
IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Stefano Serangeli</i> <i>Ordine Geol. Lazio n. 659</i>		Ing. F. Bario Ing. F. Bezzi Geol. G. Cardillo Ing. L. Cedrone Ing. P. G. D'Armini Sig.ra A. M. D'Aversa Ing. A. De Leo Geom. E. De Masi Geom. M. Diamente Ing. P. Fabbro Ing. G. Giovannini	Geom. R. Izzo Ing. E. Luziatelli Geom. D. Maggi Geom. M. Maggi Ing. E. Mittiga Ing. M. Panebianco Dott.ssa D. Perfetti Ing. A. Petrillo Ing. F. Pisani Arch. R. Roggi	
IL RESPONSABILE DEL S.I.A. <i>Dott. Geol. Serena Majetta</i>				
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Roberto Roggi</i>				
IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Ilaria COPPA</i>		SERVIZI SUPPORTO ESTERNO		
PROTOCOLLO	DATA	VISTO: IL DIRETTORE CENTRALE <i>Ing. Ugo DIBENARDI</i>		

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE – ACQUE SOTTERRANEE
 Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	TAVOLA	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
L0402D	P	1301	A	—	—
C					
B					
A	EMISSIONE	GIUGNO_2014	CARDILLO	MAJETTA	MAJETTA
REV.	DESCRIZIONE		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	Componente acque sotterranee.....	1
1.1	Premessa.....	1
1.2	Normativa di riferimento.....	1
1.3	Metodologia di analisi.....	4
2	Inquadramento territoriale.....	6
2.1	Successione litostratigrafica locale.....	6
2.2	Definizione del grado e del tipo di permeabilità delle unità litostratigrafiche.....	9
2.2.1	<i>Monitoraggio piezometrico</i>	12
2.3	Descrizione del tracciato.....	12
2.3.1	<i>Censimento dei punti d'acqua (pozzi e sorgenti)</i>	14
3	Qualità delle acque sotterranee.....	17
4	Valutazione degli impatti.....	21
4.1	Ambiti di interferenza.....	21
4.2	Azioni di progetto e fattori di pressione.....	22
4.3	Accorgimenti e misure per la riduzione delle interazioni.....	25
4.3.1	<i>Fase di cantiere</i>	25
4.3.2	<i>In fase di esercizio</i>	29
4.4	Valutazione degli impatti residui.....	36
5	Proposta per il monitoraggio ambientale della componente.....	41
6	Considerazioni conclusive.....	43

1 Componente acque sotterranee

1.1 Premessa

Il presente studio è stato affrontato con la finalità principale di definire nel dettaglio gli elementi che permettono di correlare in modo univoco e circostanziato, compatibilmente con i dettagli del progetto e le conoscenze fin qui acquisite dell'ambiente fisico, gli impatti rimanenti generati dalle scelte progettuali, pertinenti alla componente ambientale "acque sotterranee". A tal proposito si precisa che il tracciato selezionato, del quale si valutano i potenziali impatti, è frutto di un processo iterativo preliminare che ha già consentito di mitigare le principali interferenze con il territorio e l'ambiente circostante, giungendo alla definizione del lay-out di studio che ha assicurato il minore impatto sulla componente.

Il territorio analizzato è quello interessato direttamente e/o indirettamente dal tracciato stradale in progetto che si estende dall'area a nord-est dell'abitato di Monte Romano (VT) all'intersezione con la SS 1 Aurelia a sud dell'abitato di Tarquinia (VT). I dati necessari allo studio sono stati acquisiti da informazioni bibliografiche, rilievi in campo e studi idraulici appositamente eseguiti.

Nel presente capitolo sono trattati i seguenti argomenti:

- quadro normativo di riferimento per la componente in esame;
- riferimenti metodologici di analisi e valutazione degli impatti;
- definizione del quadro conoscitivo di area vasta, con la descrizione dell'assetto idrogeologico della fascia di territorio esaminata e delle caratteristiche chimiche delle acque sotterranee;
- individuazione delle azioni di progetto, dei fattori di pressione e stima delle potenziali interazioni (impatti) e delle azioni di controllo e gestione (mitigazioni) in fase di costruzione e di esercizio;
- valutazione degli eventuali impatti residui;
- proposte per il monitoraggio ambientale.

1.2 Normativa di riferimento

L'analisi della normativa di settore ha preso in considerazione gli aspetti cogenti relativi alla tutela delle acque sotterranee, di seguito si riporta un elenco della principale normativa distinguendo quella comunitaria, nazionale e regionale.

Normativa comunitaria:

- Direttiva 91/271/CEE del 21.05.1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane e industriali;

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

- Direttiva 91/676/CEE del 12.12.1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;
- Direttiva 98/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;
- Direttiva 2000/60/CEE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Com_2006_397 Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sugli standard di qualità ambientale in materia di acque e recante modifica alla Dir 2000/60/CE;
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

La Direttiva 2006/118/CE istituisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee, ai sensi dell'articolo 17, paragrafi 1 e 2, della direttiva 2000/60/CE. Queste misure comprendono in particolare: a) criteri per valutare il buono stato chimico delle acque sotterranee; e b) criteri per individuare e invertire le tendenze significative e durature all'aumento e per determinare i punti di partenza per le inversioni di tendenza. La presente direttiva inoltre integra le disposizioni intese a prevenire o limitare le immissioni di inquinanti nelle acque sotterranee, già previste nella direttiva 2000/60/CE e mira a prevenire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici sotterranei.

Normativa nazionale:

- R.D. 11 dicembre 1933 n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici" (eccetto l'art. 42 comma terzo abrogato dal D. Lgs 152/06);
- D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987 n. 187" (eccetto gli artt. 4-5-6-7 abrogati dal D. Lgs 152/06);
- D.Lgs. 12 luglio 1993, n. 275 "Riordino in materia di concessione di acque pubbliche";
- L. 5 gennaio 1994, n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche";
- L. 34/96 "Disposizioni in materia di risorse idriche";
- D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128"
- D.Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano";
- D.Lgs. n. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- D.Lgs. 30/2009 Attuaz. Dir. 2006/118/CE "Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"
- L. 13/2009 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008,

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente";

- Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n. 219: "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque (10G0244) (GU n. 296 del 20-12-2010).

A livello nazionale il quadro legislativo in campo ambientale è molto articolato e per lungo tempo si è caratterizzato per la grande frammentazione della materia in numerose leggi settoriali. Ad oggi, però, la situazione appare più definita grazie all'emanazione della legge quadro in materia ambientale il D. Lgs. 152/2006, che ha coordinato, riordinato e integrato le disposizioni legislative di tutti i settori ambientali, comportando l'abrogazione di tutta una serie di norme tra cui (eccezion fatta per alcuni articoli) la L. n. 36/1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche" nota come "Legge Galli", e il D. Lgl. 152/99 "Gestione e tutela delle acque dall'inquinamento".

Normativa regionale - Lazio:

- L.R. 19 novembre 1983, n. 70 "Primi interventi per la tutela delle acque sotterranee dagli inquinamenti"
- L.R. 22 gennaio 1996, n. 6 Individuazione degli ambiti territoriali ottimali e organizzazione del servizio idrico integrato in attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36.
- L. R 20 novembre 1996, n. 47 "Attribuzione delle funzioni amministrative di interesse locale nella materia della tutela delle acque dall'inquinamento;
- L.R. 7 ottobre 1996, n. 39 "Disciplina Autorità dei bacini regionali";
- L.R. 11 Dicembre 1998, n. 53 "Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 18 maggio 1989, n. 183";
- DGR 14 dicembre 1999 n° 5817 "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano";
- L.R. 1 dicembre 2000 n. 30 "Riconoscimento del diritto, per le piccole derivazioni, di utilizzare e derivare acque sotterranee divenute pubbliche ai sensi della legge 5 gennaio 1994, n. 36, e proroga della durata delle utenze relative alle piccole derivazioni";
- DGR 11 aprile 2003 n. 317 "la designazione delle aree sensibili e dei bacini drenanti della Regione Lazio ai sensi della direttiva 91/271/CEE del 21 maggio 1991.
- DGR del 2 aprile 2004 n.236 "Revisione della prima individuazione delle sezioni di prelievo e di misura sui corpi idrici significativi della Regione Lazio e prescrizioni ad Arpa Lazio per gli adempimenti relativi al Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n.152 e successive

disposizioni correttive ed integrative di cui al D.Lgs 18 agosto 2000, n. 258”.

- L.R. 29 aprile 2013, n. 2 “Legge finanziaria regionale per l’esercizio 2013”;
- Legge Regionale 4 aprile 2014, n. 5 “Tutela, governo e gestione pubblica delle acque”.

1.3 Metodologia di analisi

Le fasi necessarie per il processo di analisi e di formazione del giudizio di valutazione dell’impatto sono le seguenti:

- **Analisi del progetto** che consiste nell’individuazione delle azioni di progetto e delle aree di dominio riferite al comparto ambientale interferito, pertanto si avrà un’articolazione per azioni riferite alle singole infrastrutture (rilevati, trincee, viadotti, ecc.);
- **Analisi conoscitiva ambientale** che si basa sull’inquadramento territoriale di area vasta e sulla caratterizzazione dell’ambito interferito;
- **Valutazione degli impatti** che costituisce la fase centrale della metodologia in quanto si effettua la definizione dei fattori di pressione rispetto ai quali procedere con l’analisi di dettaglio e la definizione degli impatti;
- **Definizione delle azioni** correttive e di controllo che illustra le misure di mitigazione adottate nell’ambito del progetto e dimensionate per la minimizzazione degli impatti; tale aspetto risulta particolarmente importante perché dà evidenza delle soluzioni indicate nell’ottica di una corretta progettazione ambientale;
- **Valutazione degli impatti** che si esplica nella formalizzazione del giudizio di impatto, è utile richiamare il fatto che, poiché la valutazione avviene a valle delle mitigazioni, gli eventuali impatti valutati saranno quelli da considerarsi residui e non mitigabili.

Tali fasi non devono essere concepite come comparti chiusi che seguono un percorso lineare ed a senso unico, ma come strumenti interagenti fra di loro e da analizzare in modo iterativo.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

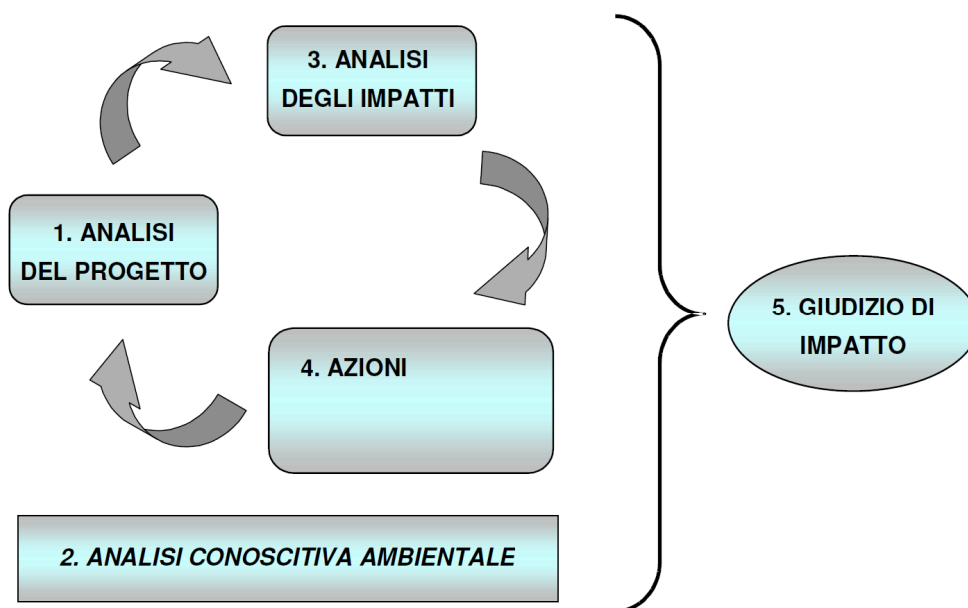


Figura 1 – Processo di analisi e di formazione del giudizio di valutazione dell'impatto ambientale

2 Inquadramento territoriale

Il tracciato stradale in progetto si sviluppa nella Provincia di Viterbo da nord-est verso sud-ovest; tuttavia tra le progressive km 8+200 e km 9+200 circa esso risulta molto prossimo al confine della Provincia di Roma. I comuni attraversati sono quelli di Monte Romano (km 0+000 a km 7+550) e successivamente Tarquinia fino al termine del tracciato in progetto (km 17+594) in corrispondenza dell'intersezione con il km 86+100 della SS 1 Aurelia a sud di Tarquinia.

Il tracciato pertanto coinvolge due ambiti territoriali:

- il primo a nord-est ed est dell'abitato di Monte Romano in direzione Vetralla-Viterbo nettamente discosto dal F. Mignone;
- il secondo a sud dell'abitato di Monte Romano e Tarquinia pressochè parallelo all'asta fluviale del Mignone in direzione della costa tirrenica, comprendente i sub-ambiti di "Monterozzi", "Macchia della Turchina" e "Monte Riccio" a nord ovest e "Mole del Mignone", "Brecciaro" e "Piana del Vescovo" a sud-ovest.

Il tracciato ricade nei fogli n. 354110, 354120, 354150 della Carta Tecnica Regionale ("CTR") (rilievo volo anno 1989-1990); le tavole allegate al presente progetto sono state però redatte su una base cartografica tratta da il rilievo aerofotogrammetrico di ottobre 2013 commissionato direttamente dall'ANAS (foglio F05_2D, F04_2D e F09_2D).

Il tracciato in esame si sviluppa quasi interamente all'interno del bacino del Fiume Mignone ad eccezione della parte iniziale (da progressiva km 0+000 a progressiva km 3+000 circa) che rientra nella parte montana del Fiume Marta; inoltre dalla progressiva km 8+000 circa il tracciato in progetto si estende lungo la piana del Fiume Mignone parallelamente al corso d'acqua.

L'area su cui si sviluppa il tracciato ha una prevalente destinazione agricolo-silvo-pastorale; nella zona infatti non sono presenti impianti a carattere industriale dismessi o attualmente in esercizio.

2.1 Successione litostratigrafica locale

Al fine di definire i complessi idrogeologici nell'area d'interesse si descrive brevemente la successione litostratigrafica dei terreni affioranti dal basso verso l'alto (per maggiore grado di dettaglio si rimanda alla relazione della componente suolo e sottosuolo):

Serie dei Flysch tolfetani - Compongono tale gruppo le formazioni a carattere flyscioide, sovrapposte tettonicamente al complesso basale in facies toscana; esse costituiscono, perciò, la copertura alloctona della regione, rappresentando gli affioramenti più meridionali delle Liguridi in senso lato. Questo complesso viene suddiviso in due unità tettoniche composte da formazioni in parte coeve: i terreni presenti nell'area in studio appartengono all'unità esterna, corrispondente alla serie cretacico-oligocenica.

Nell'ambito del presente lavoro, indipendentemente da distinzioni di carattere formazionale ma adottando esclusivamente un criterio litostratigrafico, sono state distinte le unità di seguito descritte.

- **Flysch argilloso-scaglioso (fas):** Comprende la successione di argille scagliettate grigio-piombo, marnose, a tratti attraversate da vene calcitiche, subordinate argille scagliose rosso-vinaccia e verdastre, calcari marnosi e silicei litoidi, in strati anche di notevole spessore. La formazione è cronologicamente riferibile al Cretacico ed è quasi costantemente coperta da una coltre eluviale composta da blocchi planari, o a forma di incudine, di calcari marnosi grigi compatti, immersi in suolo limo-argilloso. All'interno di questa formazione si è riscontrata la presenza, evidenziata soprattutto dai dati di sondaggio, di strati litoidi, di spessore generalmente compreso tra 50 e 200 cm, costituiti da calcari grigi, a frattura concoide o aciculare (**fas-a**).
- **Flysch argilloso-marnoso (fas-b):** Comprende argille limoso-sabbiose, marnose, molto dure con, intercalati, livelli marnoso-arenacei teneri, da semi-litoidi a litoidi, dello spessore di circa 10-20 cm. Queste argille si presentano di colore grigio, con sfumature rosate, in corrispondenza dei livelli maggiormente marnosi e/o arenacei.
- **Flysch calcareo (fc):** Si presenta come un'alternanza di strati calcarenitici, calcilutitici e marnoso-calcarei, da beige a biancastri, fratturati, con interstrati da limoso-argilloso ad argilloso-marnosi. A tratti le porzioni argilloso-marnose si presentano scagliettate. La mancanza di affioramenti non consente di determinare la giacitura prevalente della formazione e, conseguentemente, i rapporti con l'unità argilloso-scagliosa alla quale, nell'area di Monte Romano, risulta costantemente sovrapposta. L'età è riferita al Cretacico superiore-Paleocene.

Unità postorogene - Rappresentano i terreni di colmamento del bacino neogenico del Fiora, comprendente serie marine trasgressive sul substrato flyscioide. Nell'area vengono distinte le formazioni Pa1, Ps1 ed una serie pliocenica "differenziata", in questa zona in rapporto di sovrapposizione trasgressiva sulla precedente. Fra le varie formazioni, in ragione dell'evoluzione tettonica e della differenziazione batimetrica del bacino, i rapporti sono frequentemente di tipo eteropico, il che ostacola la ricostruzione dei relativi rapporti geometrici.

- **Argille grigio-azzurre (Pa1):** Argille limose o con limo, grigio-azzurre, a luoghi debolmente marnose, compatte, da molto consistenti a dure, in facies piacentiana. La composizione granulometrica appare omogenea, priva di intercalazioni di termini differenziati. La loro facies è francamente marina, con abbondante microfauna a foraminiferi planctonici. La formazione di base è costantemente ricoperta, in affioramento, da una coltre eluviale, ossidata ed alterata, localmente interessata da fenomeni di dissesto. Età: Pliocene inferiore.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

- **Calcarea di Tarquinia (cT):** formazione nota come “Macco” Aucct. Si tratta di una biocalcarenite litoide, in facies da tenera (a luoghi escavabile) a più francamente litoide, giallina-biancastra, a struttura nodulare; a tratti si mostra più tenera, con aspetto farinoso. Questo litotipo, stratificato in strati di spessore variabile e banchi (50-300 cm) e depositatosi in continuità di sedimentazione sulle argille Pa1, si mostra, a luoghi, eteropico con Ps1. L'assetto è suborizzontale, con lievi basculamenti. L'età di riferimento è il Pliocene inferiore-medio.
- **Sabbie inferiori (Ps1):** L'unità comprende sabbie giallo-ocree, di diversa granulometria, calcaree, a tratti cementate o intercalate a crostoni calcarei concrezionari, a luoghi affioranti, ricche in macrofossili. Depositi in facies astiana. Localmente eteropiche con l'unità cT. Età: Pliocene inferiore-medio.
- **Argille a coralli (Pa2):** La formazione, insieme alle argille grigio-azzurre bassoplioceniche, rappresenta l'unità più diffusa in affioramento nel settore, e comprende termini che vanno dai limi con argilla alle argille limose, a luoghi sabbiose. Di colore grigio scuro, contengono un'abbondante fauna a coralli (*Cladocora coespitosa*), ed accumuli di frammenti di gusci di lamellibranchi. A tratti contengono livelli nerastrati organici. Plastiche, di consistenza da media a medio-bassa, si distinguono agevolmente da quelle inferiori per il ricco contenuto fossilifero e per i diversi caratteri di consistenza. Cronologicamente sono riferibili al Pliocene medio-superiore.
- **Sabbie superiori (Ps2):** La formazione rappresenta il termine di chiusura del ciclo marino pliocenico. Essa comprende un'alternanza di sabbie, da medio-fini a grossolane, variamente addensate o cementate, di ambiente costiero, con livelli limo-sabbiosi con abbondanti macrofossili (ostreidi, lamellibranchi), frequentemente osservabili in affioramento. Di frequente si intercalano strati di calcari organogeni avana (tipo macco) ad anfistegine, o calcareniti biancastre. Età: Pliocene superiore.

Unità piroclastiche - Ignimbrite III Vicana (θ): La formazione corrisponde al “Tufo rosso a scorie nere” Aucct. ed è rappresentata da piroclastiti prevalentemente cementate, in facies di colata ignimbritica. Di struttura pomiceo-cineritiche, omogenee, compatte, si mostrano in assetto massivo, di colore per lo più giallastro-rossiccio o decisamente rosso, talvolta grigio scuro. Frequente con presenza di grosse pomice nere. Lo stato di fratturazione è quasi assente. Oltre alla facies principale, litoide, si rinviene anche in facies pozzolanica, grigio – nerastra, o agglomeratica. L'età di messa in posto della colata ignimbritica è valutata (De Rita) tra 200.000 e 150.000 anni fa (Pleistocene medio).

Unità recenti e coperture

- **Coltre eluvio-colluviale (e-c):** Coperture eluvio-colluviali, prevalentemente a granulometria limo-sabbiosa, localmente più argillosa, con rari elementi litoidi non elaborati

di natura arenacea, alimentate in gran parte dalle unità plioceniche.

- **Alluvioni (a):** Coperture alluvionali dei principali corsi d'acqua, prevalentemente a grana fine (limo-argillosa), con rare intercalazioni sabbiose. In altri casi a granulometria variabile da limo-argillosa a sabbioso-limoso. Sono comprese, oltre a quelle dei corsi d'acqua minori, le alluvioni del F. Mignone, disposte su più ordini di terrazzi, e dotate di maggior estensione e spessore.
- **Terreni di riporto (R):** Terreni di riporto, riempimenti artificiali, rilevati stradali.

2.2 Definizione del grado e del tipo di permeabilità delle unità litostratigrafiche

Considerata la variabilità litologica dei terreni su cui insistono le opere in progetto, e tenuto conto delle condizioni stratigrafico-strutturali, la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e la circolazione idrica sotterranea presentano caratteristiche diverse in funzione della litologia. Ciò dipende principalmente dalla permeabilità dei litotipi, ma anche dall'estensione, continuità e spessore delle formazioni, che condizionano l'infiltrazione e la circolazione idrica sotterranea.

Per la definizione degli aspetti che riguardano la circolazione idrica sotterranea le diverse unità litostratigrafiche presenti nell'area possono essere accorpate, come di seguito descritto, in complessi idrogeologici a comportamento omogeneo, dotati di caratteristiche di permeabilità relativa ben distinte come indicato nella Tavola Carta Idrogeologica (T00IA32GEOCI01A). Nella tavole sono stati riportati anche i due tracciati stradali presi in considerazione nell'analisi multicriteria condotta sulle alternative di progetto per la valutazione del tracciato selezionato oggetto di studio.

Complesso idrogeologico dei flysch tolfetani - Tale complesso presenta locali distinzioni in relazione alla maggiore o minore incidenza della componente calcareo-calclutitica, che può determinare limitate modifiche al comportamento idrogeologico d'insieme. Per tale motivo è stato deciso di suddividere l'intero complesso in due distinte unità idrogeologiche, congruentemente con le caratteristiche litologiche già descritte nei precedenti paragrafi. Il flysch calcareo, infatti, mostra un grado di permeabilità variabile da medio a basso, correlato alla fessurazione della componente litoide. In tale unità sono segnalate emergenze e piccole sorgenti alimentate da acquiferi di bassa produttività. La permeabilità medio-bassa, di tipo secondario, può essere stimata compresa fra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-8}$ m/sec. L'unità del flysch argillo-scaglioso, in virtù della prevalente componente pelitica scagliettata, è dotata di una permeabilità bassissima, come risulta dalle prove di laboratorio effettuate in questa sede ($k < 1 \cdot 10^{-9}$ m/sec). Risulta evidente come l'elevata variabilità dei livelli costituenti questo complesso flyscioide comporti una altrettanto marcata differenziazione da un punto di vista idrogeologico e di circolazione idrica sotterranea, anche alla piccola e media scala, per la presenza di livelli più sabbiosi e/o parzialmente litoidi,

specie se interessati da forte destrutturazione geomeccanica per effetto di disturbi tettonici. Il flysch nel suo complesso deve essere considerato un *non acquifero* avendo una permeabilità d'insieme da nulla a molto bassa (Ventriglia, 1988). Solo gli elementi lapidei (termini carbonatici ed arenacei) sono permeabili per fessurazione. Essi, pur contenuti in un complesso prevalentemente argilloso od intercalati da livelli argillosi che spesso diventano prevalenti, quando giungono in superficie e sono alimentati dalle acque meteoriche possono divenire sedi di modeste circolazioni d'acqua "effimere", la cui presenza è suggerita dai dati delle letture piezometriche (§ 2.2.1). In relazione a questi termini lapidei nel complesso dei flysch tolfetani si rinvennero pertanto alcune sorgenti che, anche se in qualche caso perenni, hanno sempre portate scarse (frazioni di litro al secondo). In definitiva nell'ambito di questo complesso, potente qualche centinaio di metri, non si instaura se non localmente, una circolazione di acque sotterranee; non si avrà in esso una falda continua, ma solo una modesta circolazione idrica discontinua e di importanza locale (Ventriglia, 1988). E' da segnalare che nell'ambito delle zone interessate dal flysch esiste un po' ovunque, una circolazione molto superficiale legata alla presenza di una fascia molto fratturata e disturbata dei terreni del flysch più superficiali ed alla esistenza di coltri detritiche, più o meno potenti, che costituiscono zone di circolazione preferenziali per le acque.

Complesso delle unità argillose plioceniche - E' costituito dalle unità a prevalente composizione pelitica, subordinatamente limosa (in parte localmente sabbiosa, limitatamente alla formazione Pa2), a permeabilità da bassa a bassissima. Tale complesso, pertanto, tende a condizionare lo schema della circolazione idrica sotterranea dell'area, di cui costituisce il substrato impermeabile. Questa unità svolge pertanto una funzione di acquiclude (o di acquitardo), isolando idraulicamente gli adiacenti complessi a maggior permeabilità relativa ed impedendone gli scambi reciproci. Il valore del coefficiente di permeabilità è valutato inferiore a $1 \cdot 10^{-9}$ m/sec, con possibili locali variazioni, in aumento, per l'unità Pa2.

Complesso idrogeologico delle unità sabbiose plio-pleistoceniche - A questo complesso idrogeologico vengono attribuite, per una sostanziale analogia litologica e, di conseguenza, di permeabilità, i termini delle unità sabbiose con intercalati livelli concrezionari (Ps2). Si tratta di litotipi dotati di un'apprezzabile permeabilità primaria, stimata da media ad alta in funzione della maggiore o minore incidenza della frazione granulometrica più fine, e di una trasmissività generalmente contenuta, per il ridotto spessore del volume saturo. Il valore del coefficiente di permeabilità è considerato compreso fra $1 \cdot 10^{-4}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/sec. Questa formazione può ospitare modesti acquiferi d'importanza limitata, sostenuti dalle sottostanti unità argillose. Tali falde tuttavia esistono in questi sedimenti soltanto quando ubicati a quote poco elevate rispetto alle linee di drenaggio principali.

Complesso delle unità piroclastiche - Comprende le unità ignimbritiche, dotate di un grado di permeabilità medio, variabile in funzione dello stato di cementazione e della fessurazione

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

dell'ammasso. Il coefficiente di permeabilità stimato è compreso tra $1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7}$ m/sec. L'unità in questione, in riferimento alle interazioni con il progetto, è da considerarsi di scarso interesse in quanto non intercettata dal tracciato; tuttavia in essa esiste una circolazione di acqua che si manifesta a quote variabili con numerose sorgenti, talora anche con portata relativamente elevata. Dal punto di vista idrogeologico, la circolazione idrica dei sedimenti vulcanici origina una serie di sorgenti piuttosto importanti utilizzata per l'approvvigionamento idrico per i comuni di Tolfa e Allumiere.

Unità delle alluvioni - Costituita da termini litologici prevalentemente a grana fine, da limo argillosa a debolmente sabbiosa, prevalentemente originatesi a spese dei materiali a composizione pelitica o piroclastica, è dotata mediamente di un grado di permeabilità basso ($k = 1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-9}$ m/sec) che solo localmente, in presenza di una maggiore frazione limosa o sabbiosa fine, acquisisce valori maggiori. Ad eccezione dei corsi d'acqua principali non si evidenziano falde subalvee di particolare rilevanza, esiste generalmente fra il corso d'acqua e la falda subalveo uno scambio di acque regolato dalle alternanze stagionali. L'importanza di questi sedimenti in relazione ai contenuti di acqua aumenta in prossimità della costa dove la continuità della falda e la sua maggiore potenzialità ha permesso la realizzazione di pozzi di emungimento, profondi fino a circa 10 m, utilizzati soprattutto per l'irrigazione.

Complesso idrogeologico	Coefficiente di permeabilità k [m/s]	Grado di permeabilità	Tipo di permeabilità
Unità prevalentemente sabbiose plio-pleistoceniche; detriti	$1 \times 10^{-5} \div 1 \times 10^{-4}$	medio-alto	primaria
Unità piroclastiche	$1 \times 10^{-7} \div 1 \times 10^{-5}$	medio	secondaria/primaria
Unità argillose plioceniche	$< 1 \times 10^{-9}$	molto basso	primaria
Alluvioni	$1 \times 10^{-9} \div 1 \times 10^{-7}$	basso	primaria
Complesso idrogeologico dei flysch tolfetani. (Flysch calcareo)	$1 \times 10^{-8} \div 1 \times 10^{-5}$	Medio	secondaria/primaria
Complesso idrogeologico dei flysch tolfetani. (Flysch argilloso-scaglioso)	$< 1 \times 10^{-9}$	molto basso	secondaria/primaria

Tabella 1 – Definizione del valore e del tipo di permeabilità relativa delle unità litostratigrafiche

2.2.1 Monitoraggio piezometrico

Nel corso della campagna di indagini geognostiche eseguita nel periodo novembre-dicembre 2013 di supporto al progetto preliminare sono stati installati 6 piezometri, di cui 3 a tubo aperto e 3 tipo Casagrande, all'interno 5 verticali di sondaggio (nel sondaggio S3 sono stati installati sia un piezometro a tubo aperto che tipo Casagrande). I piezometri, la cui ubicazione è riportata nella Tavola Planimetria con ubicazione indagini geognostiche (T00IA33GEOPU01A), sono tutti ubicati lungo il tracciato in progetto ad eccezione del piezometro S13pz posto in corrispondenza di uno dei tracciati studiati in l'alternativa (alternativa 2) a quasi 2 km dal tracciato in esame. La strumentazione installata è servita al controllo della piezometrica; di seguito si riportano le letture disponibili alla data del 20.12.2013.

Sond.	Tipo Piezometro	Progressiva [km]	Quota [m s.l.m.]	Prof. sond da p.c. [m]	Prof. di instal [m]	Prof. liv. idrico da p.c. [m]	Quota liv. idrico [m s.l.m.]
S1pz	Tubo aperto	2+560	232,01	30,00	30	2,00	230,01
S3pz	Tubo aperto	4+100	272,36	40,00	13,50	8,00	264,36
	Casagrande				36,00	11,20	261,16
S6pz	Casagrande	5+160	168,00	30,00	27,50	7,10	160,90
S9pz	Casagrande	8+700	31,38	30,00	15,00	6,80	24,58
S13pz	Tubo aperto	42°14'22,8411" 11°50'42,8311"	147,46	30,00	10,50	4,10	143,36

Tabella 2 – Letture piezometriche al 20.12.2013

I piezometri installati in prossimità della galleria Calistro S1pz (prossimità dell'imbocco nord), S3pz (progressiva km 4+100) e S6pz (prossimità dell'imbocco sud) evidenziano dei livelli idrici difficilmente raccordabili fra loro segno di una circolazione idrica discontinua. Si rimanda alle successive fasi progettuali, con l'esecuzione di ulteriori indagini ed installazione di piezometri, più approfondite valutazioni sulla circolazione idrica in corrispondenza della galleria Calistro.

2.3 Descrizione del tracciato

Lo studio geologico e le indagini geognostiche eseguite hanno permesso di ricostruire le formazioni geologiche che saranno interessate dal tracciato:

- **Tratto progressiva km 0+000÷5+600** - il tracciato si sviluppa all'interno dei rilievi costituiti dal complesso idrogeologico dei flysch tolfetani, in questo settore rappresentata, in

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

particolar modo, dal Flysch argilloso-scaglioso (fas), dal Flysch argillo-marnoso (fas-b) e dal Flysch calcareo (Fc). E' importante sottolineare che, soprattutto nella parte iniziale del tracciato, fino alla progressiva km 2+550, il substrato flyscioidale è ricoperto da uno strato di coltre eluvio-colluviale, prevalentemente a granulometria limo-sabbiosa, con rari elementi litoidi, non elaborati, di natura arenacea. Questa coltre presenta spessori generalmente di circa 2 m, come evidenziato dalle indagini geognostiche condotte. L'opera d'arte che maggiormente caratterizza questo tratto è la galleria naturale Calistro, che si sviluppa dalla progressiva km 2+650 alla progressiva km 4+720, per complessivi 2.070 m di lunghezza. Secondo il modello geologico proposto i terreni attraversati si riferiscono alla formazione del Flysch argillo-scaglioso (fas). Solo in limitati settori, come intorno alla progressiva km 2+500, i termini afferenti al complesso del Flysch calcareo (Fc) sono stati intercettati a profondità limitate o direttamente al di sotto dei depositi di copertura. I piezometri installati lungo questa tratta (S1pz, S3pz e S6pz) indicano livelli idrici posti a pochi metri dal p.c. per effetto di una modesta circolazione idrica superficiale presente nei depositi flyscioidi (§ 2.2). La livelletta raggiunge una profondità massima di circa 90 m dal p.c.; sulla base dell'assetto idrogeologico dell'area non si prevedono significative venute d'acqua durante lo scavo della galleria che avverrà con metodo tradizionale (demolitore meccanico).

- **Tratto progressiva km 5+600÷7+600** - in questo settore si riscontra la presenza dei depositi delle unità post-orogene, trasgressive sul complesso flyschoidale della Tolfa, seppur con spessori spesso limitati e mai superiori ai 30 m. In particolare, in questo settore affiorano i termini pliocenici, costituiti sia dalla formazione delle Sabbie superiori (Ps2), sia dalle sottostanti Argille a coralli (Pa2). Dalla progressiva km 7+200 alla progressiva km 7+600, in corrispondenza del versante in sinistra idrografica del Fosso del Nasso, e delle prime pile dell'omonimo viadotto, riaffiorano, a p.c., i termini del Flysch argillo-scaglioso. In questa tratta modesti acquiferi d'importanza limitata, sostenuti dalle sottostanti argille, si potranno riscontrare in corrispondenza delle sabbie superiori. Le fondazioni profonde delle pile del viadotto Selvarella potranno pertanto interessare questa circolazione idrica mentre si esclude che essa possa essere intercettata dai brevi tratti in trincea il cui scavo si spinge a profondità solo di alcuni metri.
- **Tratto progressiva km 7+600÷11+900** - in corrispondenza del Fosso del Nasso si ha il passaggio al dominio delle unità post-orogene, che ricoprono i depositi flyschoidi più antichi. Da un punto di vista morfologico il tracciato entra, definitivamente, nella valle alluvionale del Fiume Mignone. Congruentemente, il modello geologico, derivante sia dalle osservazioni di sito che dalle indagini condotte, riporta la presenza dei depositi alluvionali costituiti, prevalentemente, da materiali a grana fine (limo-argillosa), con rare intercalazioni sabbiose. A questi depositi si alternano, nei tratti più rilevati, i termini pliocenici afferenti

alla formazione della Argille grigio-azzurre (Pa1), plastiche, da molto consistenti a dure, la cui presenza è continua al di sotto delle alluvioni. L'assetto idrogeologico consente la formazione di falde acquifere (subalvee) nei depositi alluvionali; essendo però il tracciato posto ai margini della valle del Fiume Mignone questa circolazione sarà di rilevanza molto modesta considerata la presenza, a debole profondità, del substrato argilloso. In tracciato in questa tratta si sviluppa in rilevato; le uniche opere che potranno interferire con la circolazione idrica sotterranea saranno le pile dei viadotti (Viadotto Fosso di Nasso e viadotto Coppo). Il sondaggio S9pz attrezzato con piezometro tipo casagrande per la misura delle pressioni interstiziali, ubicato alla progressiva km 8+700 nelle argille grigio-azzurre plioceniche a breve distanza dal tracciato, rivela un livello idrico alla profondità di 6,80 m dal p.c.

- **Tratto progressiva km 11+900÷14+750** - in questo tratto, al di sotto dei depositi alluvionali, il cui spessore supera anche i 30 m, come evidenziato dalle indagini geognostiche condotte, per effetto di una risalita del substrato, si ha la presenza della serie del flysch della Tolfa, sia con i termini argillo-scagliosi, sia con i termini calcarei. Proprio questi ultimi affiorano dalla progressiva km 14+450 alla progressiva km 14+750, in corrispondenza di alcune pile del viadotto Nefrara 1. Anche per questa tratta vale quanto indicato in precedenza
- **Tratto progressiva km 14+750÷15+600** - in questo tratto affiorano direttamente le argille grigio-azzurre, anche se spesso ricoperte dai depositi eluvio-colluviali recenti, con spessori comunque modesti. In questa tratta, ad eccezione del piccolo viadotto Nefrara 2 (L=30m), non sono previste opere in sotterraneo ma solo rilevati.
- **Tratto progressiva km 15+600÷17+595** - nel tratto terminale del tracciato si ha la presenza dei depositi alluvionali del Fiume Mignone, che raggiungono spessori anche piuttosto elevati, superiori ai 40 m. Nel tratto terminale del viadotto Piana del Mignone, nei pressi dello svincolo Aurelia, si ha una risalita del substrato postorogeno, costituito dalle argille grigio-azzurre. In questo ultimo tratto il tracciato si sviluppa in rilevato fino al viadotto Piana del Mignone e allo svincolo di collegamento con la SS1 Aurelia. In questo settore le fondazioni del viadotto interferiranno quasi sicuramente con la circolazione di subalveo.

2.3.1 Censimento dei punti d'acqua (pozzi e sorgenti)

Uno degli aspetti importanti riguarda la verifica dell'eventuale interferenza del tracciato in progetto con sorgenti e pozzi a scopo idropotabile e/o irriguo. Tra le opere d'arte maggiori previste in progetto quella che potrebbe avere un impatto significativo sulla circolazione idrica sotterranea è ovviamente la galleria Calistro la cui livelletta si spinge alla profondità massima di circa 90 m dal

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

p.c. Per le altre opere d'arte principali quali i viadotti l'interferenza con le acque sotterranea può considerarsi trascurabile e limitata solo alla fase realizzativa per l'esecuzione delle fondazioni profonde delle pile. Sulla base di quanto affermato la ricerca dei punti d'acqua si è concentrata nella zona della galleria che attraverserà il complesso dei flysch tolfetani.

Nella vasta zona interessata dagli affioramenti del complesso flyscioide, si rinvennero frequentemente piccole sorgenti, per la massima parte a carattere temporaneo, con portata dell'ordine di frazioni di litro al secondo. Queste sorgenti di solito non sono isolate ma sono raggruppate o al contatto fra termini del flysch a permeabilità diversa, o lungo i versanti delle principali incisioni in corrispondenza dell'intersezione della superficie con strati permeabili o con superfici di discontinuità; si citano ad esempio, nei pressi della galleria Calistro, fontanile Calistro e fontanile Paoloroma. Ciascuno di questi gruppi di sorgenti è collegato ad una particolare, modesta, circolazione di acqua che interessa zone di estensione limitata, ubicate in genere nella parte corticale della formazione ove le condizioni locali, litologiche e stratigrafiche favoriscono la penetrazione e la circolazione delle acque. Di conseguenza non è raro il caso di sorgenti che, anche relativamente vicine, fuoriescono a quote molto diverse e non sono collegate idraulicamente fra loro (Ventriglia, 1988). Ciò conferma la presenza nei terreni flyscioidi, se non localmente, di una circolazione di acque sotterranee di limitata estensione, non vere e proprie falde (in genere non cartografabili), fra loro indipendenti e di importanza del tutto locale.

La maggior parte dei pozzi esistenti nella zona del flysch sono poco profondi (dai 4 m ai 9 m), raccolgono le acque circolanti nella parte corticale dei terreni e si arrestano in corrispondenza della base della fascia più alterata superficiale. Le acque alimentanti questi pozzi sono molto poco abbondanti e la loro permanenza, anche durante la stagione più secca, è attribuibile soltanto alla scarsità degli emungimenti (Ventriglia, 1988). Dati di letteratura (Ventriglia, 1988) rivelano che in accordo all'assetto geolitologico locale nei terreni del complesso flyscioide non si ha alcun miglioramento della produttività dei pozzi anche se spinti a maggiore profondità, pertanto la possibilità di rinvenimento di notevoli quantitativi di acqua nelle zone ove il flysch costituisce il terreno affiorante è collegata soltanto alla condizione di attraversare tutto il complesso flyscioide valutabile in genere alcune centinaia di metri di spessore e di raggiungere la falda acquifera nei sottostanti sedimenti carbonatici mesozoici.

In questo contesto idrogeologico non si rinvennero sorgenti o pozzi di importanza significativa le più vicine sono quelle presenti nell'adiacente complesso delle unità piroclastiche. La sorgente più vicina alla zona della galleria Calistro è quella lineare posta lungo il Torrente Biedano che, attualmente, non risulta utilizzata, la cui portata, da dati di letteratura, risulta pari a circa 200 l/s ed è posta a circa 155 m s.l.m. Questa sorgente è posta ad una distanza di circa 3,5 km dall'inizio del tracciato in direzione NE al contatto tra i depositi flyscioidi e i terreni delle unità piroclastiche (ignimbrite) da cui trae alimentazione.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Per quanto riguarda i pozzi, l'unico di maggiore importanza nella zona è quello idropotabile che pur trovandosi nel territorio del Comune di Vetralla su una proprietà privata, è utilizzato dal Comune di Monte Romano. Il pozzo, realizzato nel 1982, ha una profondità di circa 30 m e la falda si trova a circa 26 m dal p.c. Dal pozzo vengono emunti circa 5 l/s, per circa 158.000 m³/anno, e fornisce circa il 50% del fabbisogno del comune. Anche questo pozzo si colloca a monte idraulica ed a notevole distanza dall'inizio del tracciato in progetto (progressiva km 0+000) a circa 4 km in direzione NE in corrispondenza degli affioramenti vulcanici, quindi in un complesso idrogeologico differente da quello del tracciato in esame.

La localizzazione del pozzo e della sorgente viene riportata nella figura successiva.

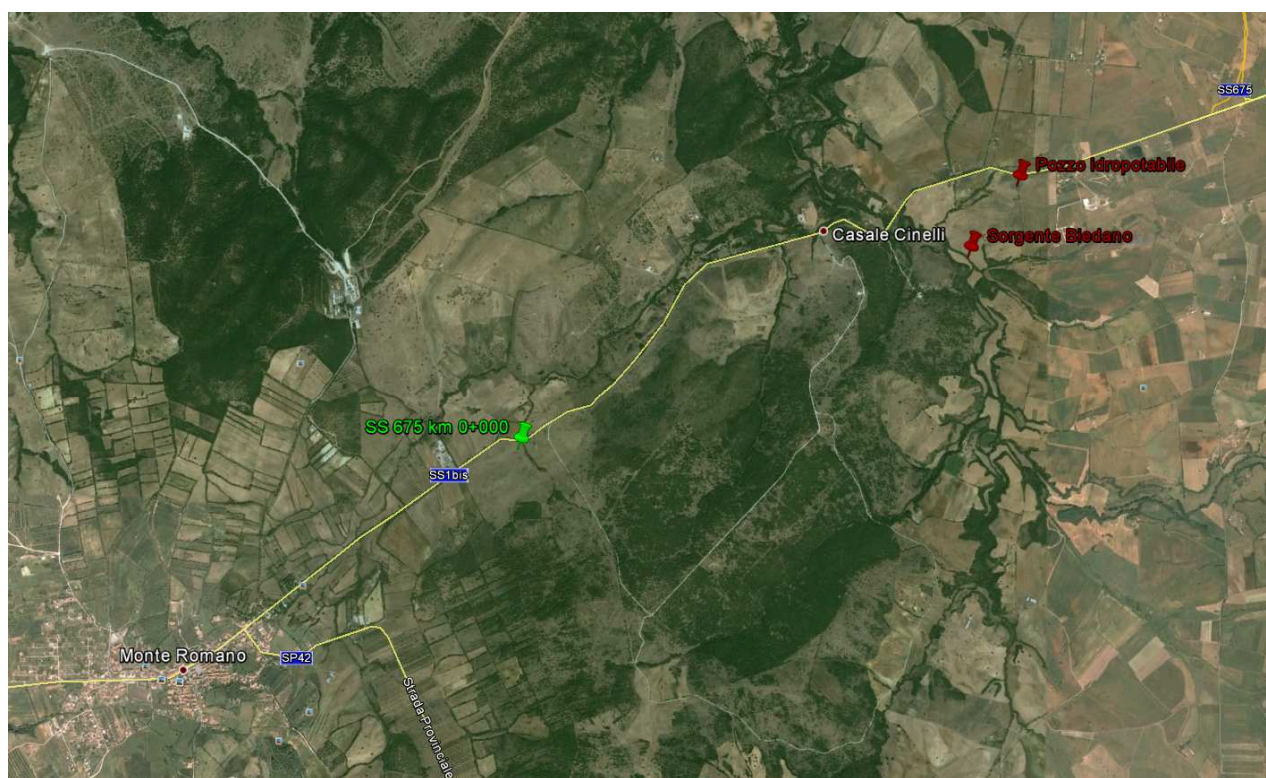


Figura 2 – Ubicazione pozzo idropotabile e sorgente Biedano

3 Qualità delle acque sotterranee

I dati di letteratura sulla qualità delle acque sotterranee sono piuttosto scarsi, probabilmente proprio per il fatto che il settore del fiume Mignone in esame non è interessato da una significativa circolazione di acque di falda.

Ventriglia (1988) rivela che le acque circolanti nei vari termini del complesso flyscioide o nelle altre formazioni sedimentarie di copertura hanno durezza compresa fra 20° IF e 40 ° IF, tenori di cloruri compresi fra 50 e 219 mg/l e residuo secco variabile fra 0,30 e 0,65 g/l.

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) esegue monitoraggi dello stato chimico delle acque sotterranee con regolarità dal 2005 e, conformemente alle disposizioni del D.Lgs. 152/99, sono state monitorate le concentrazioni dei parametri di base e dei parametri addizionali consentendo così la classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee (SCAS). Quest'ultimo, è un indice sintetico che ne valuta lo stato qualitativo attraverso l'attribuzione di un giudizio di qualità espresso in 5 classi, ciascuna delle quali identifica un determinato livello di impatto antropico che incide sulle caratteristiche idrochimiche del corpo idrico. L'indice SCAS viene valutato sulla base delle concentrazioni di 7 parametri chimici di base: conducibilità elettrica, cloruri, manganese, ferro, nitrati, solfati e ammoniaca, e di altri parametri addizionali opportunamente scelti in una lista di inquinanti inorganici ed organici in ragione dei fattori di pericolo presenti e/o delle caratteristiche lito-geologiche dell'acquifero.

La classificazione, in termini qualitativi, dei corpi idrici sotterranei è data dall'indice di stato Chimico se presenta superamenti di inquinanti organici o inorganici, altrimenti dalla classificazione chimica in funzione dei parametri di base. La distribuzione (%) dell'indice di stato CHIMICO rappresenta i superamenti dei parametri addizionali nel corso degli anni considerati.

La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee finalizzata alla classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee (gestita dall'ARPA) comprende 70 stazioni di campionamento, localizzate in corrispondenza di sorgenti che sono state scelte perché sottendono importanti acquiferi su scala regionale o in quanto soggette a variazioni legate a periodi di siccità. Gli indicatori per definire lo stato chimico dei corsi d'acqua sotterranei, fino al 2010 sono stati calcolati secondo il sistema di classificazione previsto dal D. Lgs. 152/99, mentre a partire dall'anno 2011 viene eseguita la classificazione delle acque sotterranee secondo le indicazioni previste dal D.M. 260/10, di modifica al D.Lgs 30/2009 che integra il D. Lgs 152/06.

Secondo il D.M. 260/10 l'ARPA esegue campionamenti periodici, per valutare il buono stato chimico dei corpi idrici sotterranei attraverso la conformità agli standard di qualità delle acque sotterranee individuati a livello comunitario (nitrati e pesticidi) e ai valori soglia definiti a livello nazionale. Per quanto riguarda la conformità agli standard, la valutazione si basa sulla comparazione del valore medio dei dati di un anno di monitoraggio con i valori standard numerici.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Contestualmente il D.M. 260/10 modifica le classi di stato chimico riducendole a 2 rispetto alle 5 classi del decreto 152/99. Le due nuove classi di stato chimico sono "buono" e "scarso". Purtroppo nessuna delle stazioni di monitoraggio rientra nell'ambito del territorio in esame, quelle più prossime all'area riguardano prevalentemente il bacino del Fiume Marta. Si riportano, per alcune delle stazioni di monitoraggio limitrofe all'area esaminata, i risultati del monitoraggio delle acque sotterranee consultabili sul sito web dell'ARPA Lazio <http://www.arpalazio.gov.it/ambiente/acqua/>.

Prov.	Cod. stazione	Bacino	Comune	Denominazione stazione	Coordinate UTM ED 50 zona 33	
					coord. x	Coord. y
Roma	S.28	Mignone Arrone Sud	Cerveteri	Termini	262262	4656073
Viterbo	S.06A	Marta	San lorenzo nuovo	Le vene i	247550	4730088
Viterbo	S.06B	Marta	San lorenzo nuovo	Le vene ii	246677	4729546
Viterbo	S.08	Marta	Viterbo	Mensa alta	263825	4698933
Viterbo	S.09	Marta	Viterbo	Mensa bassa	263191	4699240
Viterbo	S.10	Marta	Viterbo	Roncone	264325	4697988
Viterbo	S.29	Marta	Grotte di castro	Cavajuole	245328	4727579
Viterbo	S.30A	Marta	Tuscania	San savino alto (nuovo)	245217	4707233
Viterbo	S.30B	Marta	Tuscania	San savino basso (vecchio)	245300	4706856
Viterbo	S.31	Marta	Vetralla	Grignano	258552	4687361

Tabella 3 – Alcune stazioni della rete di monitoraggio

Prov.	Cod. stazione	Bacino	2010		2009		2008		2007		2006		2005	
			Par. base	Chim	Par. base	Chim	Par. base	Chim	Par. base	Chim	Par. base	Chim	Par. base	Chim
Roma	S.28	Mignone Arrone Sud	3	As	2	As	2	ns	2	As	2	As	2	As
Viterbo	S.06A	Marta	3	S	2	As	0	As	3	As	3	As	3	ns
Viterbo	S.06B	Marta	3	As	2	As	3	As	2	As	3	As	3	As
Viterbo	S.08	Marta	2	As	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns
Viterbo	S.09	Marta	2	As	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns
Viterbo	S.10	Marta	2	s	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns	2	ns
Viterbo	S.29	Marta	2	s	2	As	2	As	2	As	0	ns	2	ns
Viterbo	S.30A	Marta	2	s	2	As	2	As	2	As	2	As	2	ns
Viterbo	S.30B	Marta	2	As	2	As	2	ns	2	As	2	As	2	ns
Viterbo	S.31	Marta	2	s	2	ns	4	s	2	As	2	s	2	As

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Legenda	Giudizio di qualità	Legenda: Chimica	Giudizio di qualità
1	Classe 1 Nullo o trascurabile	ns	Nessun superamento dei parametri aggiuntivi
2	Classe 2 Ridotto o sostenibile	s	Uno o più parametri hanno superato i limiti
3	Classe 3 Significativo	As	Arsenico e/o fluoruri hanno superato i limiti
4	Classe 4 Rilevante		
0	Classe 0 Origine geologica		

Tabella 4 – Risultati degli indici di qualità ambientale tratti dal Sito web dell'Arpa Lazio anno 2005-2010

INDICI DI QUALITA' CHIMICA					
Prov.	Cod. stazione	Bacino	Chimica	Chimica	Chimica
			2013	2012	2011
Roma	S.28	Mignone Arrone Sud	As	As	As
Viterbo	S.06A	Marta	As	ns	ns
Viterbo	S.06B	Marta	As	As	As
Viterbo	S.08	Marta	ns	ns	ns
Viterbo	S.09	Marta	As	As	As
Viterbo	S.10	Marta	ns	ns	ns
Viterbo	S.29	Marta	As	As	As
Viterbo	S.30A	Marta	As	As	As
Viterbo	S.30B	Marta	As	As	As
Viterbo	S.31	Marta	As	ns	s

Legenda	Giudizio di qualità
ns	Nessun superamento dei valori soglia e degli standard di qualità
s	Uno o più parametri hanno superato i limiti
As	Arsenico e/o fluoruri hanno superato i limiti

Tabella 5 – Risultati degli indici di qualità chimica tratta dal Sito web dell'Arpa Lazio anno 2011-2013

I risultati evidenziano dal punto di vista chimico il frequente superamento del parametro Arsenico e/o fluoruri da attribuire a “fondo naturale” per la presenza delle formazioni vulcaniche.

Menzione a parte meritano le problematiche ambientali legate al Radon, gas radioattivo di origine naturale, prodotto dal decadimento dei radionuclidi della serie uranio-radio: in particolare ad essere responsabile della produzione dell'isotopo Radon 222 (radioattivo) è l'Uranio 238. Le principali sorgenti di Radon sono dovute alla presenza dei suddetti radionuclidi nel sottosuolo; questi vengono prodotti continuamente da alcune rocce soprattutto da lave, tufi, pozzolane ed

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

alcuni graniti anche se sono stati rilevati elevati tenori di radionuclidi anche nelle rocce sedimentarie come marmi, marne, flysh, ecc. Il Radon viene rilasciato nei gas del suolo e nell'atmosfera e, pertanto, si può accumulare in ambienti chiusi di diverso tipo, dalle gallerie sotterranee alle abitazioni. Il gas Radon, classificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeno (pubblicazione n. 43 del 1988), è il principale agente radioattivo dell'aria interna per molti paesi europei.

Da molti anni il problema del potenziale rischio per la salute umana, derivante dall'esposizione ad elevati livelli di Radon, è al centro dell'attenzione di autorevoli organismi internazionali, quali l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) e la Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica (ICRP). In Italia è stata condotta un'indagine dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'ANPA, in collaborazione con il Ministero della Sanità e le Regioni attraverso la quale si è evidenziato che i valori dei livelli di Radon rilevati sul territorio nazionale si collocano nella fascia medio alta rispetto a quelli di altri paesi europei. L'indagine, in particolare ha evidenziato una distribuzione territoriale differenziata con valori più elevati in alcune aree tra cui alcune località dell'Alto Lazio ("Radon hot spot"). Il Radon può essere assimilato oltre che attraverso la respirazione anche per ingestione (con rischi comunque minori per la salute). Infatti come gas disciolto viene veicolato anche a grandi distanze dal luogo di formazione può essere presente nelle falde acquifere.

In tutte le fonti idropotabili soggette a contaminazione da Radon occorre distinguere il Radon Ambientale, ossia Radon emesso dalle rocce confinanti con le falde acquifere sottostanti e disciolto nell'acqua durante il suo passaggio. Questo radon, decadendo, non viene sostituito e pertanto la sua concentrazione tende a zero in pochi giorni.

4 Valutazione degli impatti

Per la componente in esame è stato definito, sulla base della tipologia di interventi previsti, un elenco “*checklist*” dettagliato ed esaustivo dei possibili ambiti di interferenza, azioni di progetto e fattori di pressione potenziale che possono generarsi dalle lavorazioni e/o dagli interventi previsti. La definizione della *checklist* a questo livello iniziale di valutazione, è fatta a prescindere dalle caratteristiche specifiche del contesto territoriale in cui si inseriscono gli ambiti di progetto.

L'obiettivo nella fase iniziale è, infatti, quello di non trascurare ed escludere a priori nessun tipo di fattore di pressione ambientale tecnicamente e teoricamente ricollegabile alla categoria di interventi progettuali. Solo, successivamente, mediante l'analisi conoscitiva e la definizione dello stato di qualità/sensibilità della componente è possibile definire la significatività e la pertinenza dei singoli fattori di pressione in funzione dello specifico contesto territoriale.

4.1 Ambiti di interferenza

Per la selezione degli ambiti di interferenza si è proceduto alla discretizzazione delle opere previste lungo il tracciato e ad esso correlate che ha portato all'individuazione delle opere d'arte indicate nella seguente tabella.

Corpo stradale	Opere d'arte maggiore	Opere d'arte minore	Cantieri
Rilevati	Galleria naturale Calistro e relativi imbocchi nord e sud	Sottovia svincolo Monte Romano km 0+850	Operativi
Trincee	Viadotto Fosso del Forcone 1	Sottovia provinciale km 9+750	Base
	Viadotto Fosso del Forcone 2	Cavalcavia km 2 +000	Viabilità di cantiere
	Viadotto Selvarella	Cavalcavia km 17+590	Siti di recupero (ex cave)
	Viadotto Fosso del Nasso	Opere idrauliche (tombini)	
	Viadotto Piane di Monte Riccio	Svincolo Monte Romano	
	Viadotto Fosso del Coppo	Svincolo Aurelia	
	Viadotto Nefrara 1	Opere di sostegno	
	Viadotto Nefrara 2		
	Viadotto Piana del Mignone		

Tabella 6 – Elenco delle opere previste in progetto

4.2 Azioni di progetto e fattori di pressione

Per ciascuna opera prevista, accorpata per tipologia, si è proceduto alla individuazione della corrispondente *azione di progetto* e del relativo *fattore di pressione* ambientale in riferimento alla specifica fase di progetto (di costruzione o di esercizio).

Il *fattore di pressione ambientale* va inteso come la ripercussione sul territorio di una data azione di progetto, misurabile o esprimibile in termini di possibile alterazione dello stato della componente ambientale.

La maggior parte delle azioni progettuali e dei conseguenti fattori di pressione ambientale, si esplicano, con riferimento alla componente in esame, nella fase realizzativa (fase di cantiere). Alla fase di esercizio in linea di massima è ascrivibile un solo fattore di pressione ambientale che potrebbe risultare significativo ossia la potenziale compromissione delle proprietà chimico-fisiche delle acque del Fiume Mignone e dei suoi affluenti per la possibile immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale oppure dovuti a sversamenti accidentali per incidenti stradali.

Di seguito si riporta l'elenco dei fattori di pressione considerati per la componente in oggetto.

Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera

Questo fattore è da valutare esclusivamente nell'ambito dei lavori di scavo per la realizzazione delle opere in sotterraneo.

Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso

Questo fattore di pressione è da valutare nell'ambito dei lavori di scavo in sotterraneo per la realizzazione della galleria Calistro, opera che potrebbe comportare variazioni delle direzioni di flusso in relazione alla realizzazioni di drenaggi a tergo del rivestimento definitivo, nonché, in modo molto limitato e temporaneo, per la realizzazione delle fondazione delle pile dei viadotti.

Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi

Questo fattore di pressione, come il precedente, è stato valutato esclusivamente nell'ambito dei lavori di scavo per la realizzazione della galleria, infatti, l'eventuale impatto sulle captazioni è dovuto alla variazione dello stock idrico in seguito all'eventuale aggotamento di acqua dello scavo che sottrarrebbe risorse idriche.

Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse

La realizzazione di opere di impermeabilizzazione riduce la superficie disponibile per lo svolgimento delle funzioni del suolo, tra cui l'assorbimento dell'acqua meteorica necessaria per la ricarica degli acquiferi, modificando anche le modalità di deflusso della falda. Infatti, "consumando" suolo, le aliquote d'acqua di ruscellamento superficiale prevalgono a scapito di quelle di infiltrazione efficace, sottraendo risorse agli acquiferi. Pertanto tutte le opere fuori terra (cantieri, trincee, rilevati, imbocchi gallerie) sono da valutare nei confronti di questo fattore di pressione; fanno eccezione i viadotti che, data la loro struttura, non comportano sottrazione significativa di risorse idriche in falda (il "consumo" di suolo è limitato alle sole pile).

Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate

Questo fattore trova applicazione in particolare nei cantieri operativi e nelle aree di lavorazione, dove si prevede l'utilizzo di sostanze potenzialmente inquinanti che, in occasione di eventi meteorici, potrebbero trovare recapito negli acquiferi sottostanti.

Si tratta normalmente di sostanze inquinanti dovute al funzionamento delle macchine di cantiere (ad es. olii, lubrificanti, ecc.) e all'utilizzo/produzione di cementi e bentonite (cantiere operativo 1). Il cemento di per se stesso non è da considerarsi una sostanza problematica dal punto di vista dell'inquinamento: il suo effetto principale in acqua può essere quello di generare acque alcaline, con pH basso nell'intorno della zona di intervento. Tali acque, proprio a causa della forte variazione di pH rispetto a quello naturale possono generare precipitazione di specie solide (soprattutto carbonatiche) nella porzione di acquifero "sotto flusso" rispetto alle opere. Si potrà quindi generare nell'acquifero un pennacchio di diffusione, che però normalmente è circoscritto ad una zona piuttosto limitata nell'intorno dell'opera. Assieme al cemento possono essere immesse in acqua altre sostanze usate come additivi, tra i quali il più comune è il silicato di sodio, che però è una molecola poco inquinante e anzi talora utilizzata per potabilizzare l'acqua. Tuttavia questa sostanza può dare origine a incremento della silice disciolta. Per quanto attiene alla bentonite, non è da considerarsi un elemento inquinante vero e proprio. Essa può originare fenomeni di adsorbimento di alcuni cationi disciolti in acqua, quali ad esempio Na^+ , tuttavia si tratta di fenomeni molto localizzati e transitori.

Nelle aree di stoccaggio temporaneo, invece, si fa riferimento a sostanze che non vanno ad alterare la composizione chimica delle acque, ma solo le caratteristiche fisiche; si tratta, infatti, essenzialmente di terre di scavo depositate, in attesa di essere riutilizzate. Si presuppone infatti che queste terre siano conformi alle CSC (T.U. dell'ambiente 152/2006 e s.m.i.); qualora questi terreni non lo fossero potrebbero essere causa di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, ove gli inquinanti predetti raggiungerebbero la falda per percolazione attraverso il terreno insaturo. Le aree più suscettibili a questo tipo di impatto sono quelle ove la falda è di tipo libero e superficiale, in acquiferi con media-alta permeabilità.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Altro fattore da prendere in considerazione nella valutazione di questo impatto è la velocità di flusso dell'acquifero; infatti, eventuali inquinanti, una volta presi in carico dalle acque sotterranee, si diffondono con velocità che dipendono da alcune proprietà tipiche del mezzo poroso acquifero (es. dispersività) ma anche da proprietà tipiche dell'inquinante (coefficiente di diffusione molecolare, concentrazione ecc.). Più il flusso è lento più a lungo il contaminante rimane a contatto con il terreno e l'acqua di falda e quindi più facilmente avvengono processi autodepurativi con il terreno, fino a trasformare e, in alcuni casi, eliminare completamente il contaminante tramite naturali processi chimico-fisici (precipitazione, assorbimento/adsorbimento, scambio ionico, ossidoriduzione, ecc.). Se il flusso è veloce, invece, l'inquinante potrebbe diffondersi più rapidamente e percorre distanze maggiori prima che i processi autodepurativi ne annullino l'effetto.

Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali

La tipologia di inquinanti che potrebbero venire immessi in falda sono prevalentemente idrocarburi sversati accidentalmente durante le lavorazioni e/o altre sostanze utilizzate nelle fasi di scavo delle gallerie e delle opere di fondazioni. Il progetto non prevede l'uso di esplosivi per lo scavo della galleria, né di poliuretani e altri agenti chimici derivanti dall'utilizzo di resine bi-componenti e mono-componenti per l'impermeabilizzazione

Pertanto, questo fattore di pressione sarà valutato con gli stessi criteri in tutti gli ambiti di impatto (sono tutte aree di lavoro in cui è prevedibile uno sversamento accidentale quantomeno di idrocarburi).

La realizzazione della galleria Calistro, da eseguire in zona insatura, potrebbe determinare maggiori possibilità di diffusione di inquinanti, poiché eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti o l'utilizzo di additivi e resine per lo scavo potrebbero propagarsi verso il basso senza preclusioni a causa dell'assenza di flusso diretto verso la galleria, tuttavia la presenza di una zona insatura più o meno potente al di sotto della galleria contribuisce in parte a mitigare l'immissione di inquinanti in falda attraverso meccanismi di interazione terreno/inquinante che possono essere molto importanti nel ritardare o addirittura bloccare la diffusione degli inquinanti. Questo fattore è previsto anche in fase di esercizio ed è legato a possibili inquinanti (essenzialmente oli e idrocarburi) sversati sulla piattaforma autostradale dal traffico veicolare/ferroviario o a seguito di incidenti tra veicoli.

Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale

In fase di esercizio le acque di prima pioggia della piattaforma, potrebbero comportare inquinamento delle acque sotterranee se tali acque fossero lasciate libere di divagare. Questo

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

fattore risulta particolarmente impattante ove gli inquinanti predetti perverranno in falda per percolazione attraverso il terreno insaturo in aree particolarmente vulnerabili.

Nella seguente tabella sono evidenziati gli agenti inquinanti di infrastrutture viarie e loro fonti di emissione.

Agenti inquinanti	Principali fonti di emissione
Particolato	Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale
Azoto e fosforo	Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati nelle fasce di pertinenza
Piombo	Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti
Zinco	Usura pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail
Ferro	Usura delle parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica)
Rame	Usura freni, carrozzeria veicoli, usura delle parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici
Cadmio	Consumo pneumatici
Cromo	Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione
Nickel	Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto, consumo freni
Manganese	Usura parti meccaniche
Sodio, calcio, cloro	Prodotti antigelo (sostanze agglutinanti usate nei sali disgelanti)
Zolfo	Benzine, prodotti antigelo
Petrolio	Perdite dai motori, asfalti e bitumi
Bromo	Gas di scarico dei motori
Gomma	Consumo pneumatici
Amianto	Deposizione atmosferica, consumo frizione e freni (teoricamente da escludere)

Tabella 7 – Agenti inquinanti di infrastrutture viarie e loro fonti di emissione

4.3 Accorgimenti e misure per la riduzione delle interazioni

4.3.1 Fase di cantiere

La fase di costruzione riveste la maggior complessità in termini di azioni di progetto rispetto al contesto ambientale. È stata posta pertanto estrema attenzione nel progettare tutti i manufatti introducendo le necessarie mitigazioni al fine di ridurre gli impatti potenziali sulla componente “acque sotterranee”.

Gli elementi progettuali (opere d'arte) potenzialmente in grado di interferire con il deflusso delle acque sotterranee e tali da poter generare:

- abbassamento della falda acquifera;
- variazione della direzione di deflusso;

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

- disturbo o depauperamento di pozzi o sorgenti di captazione;

sono essenzialmente la galleria Calistro e subordinatamente le fondazioni profonde dei viadotti (pali trivellati); si esclude lo scavo delle trincee in quanto generalmente limitato ad alcuni metri da p.c.

Nel caso in esame i possibili fattori di pressione presi in considerazione sono infatti solo potenziali in quanto l'assetto idrogeologico dell'area in cui è prevista la realizzazione della galleria (complesso dei flysch tolfetani), descritto nei paragrafi precedenti, esclude la presenza di falda idrica in questi terreni. Le informazioni fin qui acquisite (ulteriori approfondimenti saranno eseguiti durante le altre fasi progettuali) indicano che il flysch nel suo complesso deve essere considerato un *non acquifero* avendo una permeabilità d'insieme da bassa a molto bassa (Ventriglia, 1988). In questo complesso è presente solo una circolazione idrica discontinua e scarsamente significativa limitata solo ai termini lapidei carbonatici ed arenacei. L'acquifero produttivo carbonatico è posto a profondità maggiore (dell'ordine di alcune centinaia di metri) pertanto durante lo scavo non sono da attendersi significative venute d'acqua, se si escludono limitati stillicidi. Anche qualora si verificassero modeste venute d'acqua il drenaggio sarebbe limitato alla sola fase di primo avanzamento dello scavo. Il fenomeno di drenaggio della falda si distingue in regime transitorio e regime stabilizzato, a seconda che si è in fase di avanzamento o a seguito della messa in opera del rivestimento finale. Nel caso di scavo in tradizionale (come quello in esame), al regime transitorio, fa seguito, in fase di post rivestimento, un regime stazionario in cui la messa in opera del rivestimento impermeabile con a tergo i tubi di drenaggio posti alla base dei piedritti, innescano un sistema di drenaggio definitivo che in questo caso è molto limitato visto i modesti volumi di acque circolanti nel sottosuolo. In regime stabilizzato la circolazione idrica ha la possibilità di ricaricarsi e ristabilirsi a livelli che possono essere molto prossimi a quelli *ante operam* assicurando anche il ripristino delle direzioni di flusso con delle variazioni solo in corrispondenza del passaggio all'esterno della galleria; il sistema è pertanto reversibile con livello di reversibilità legato essenzialmente alle portate drenate che come si è detto nel caso in esame sono molto limitate. Solo in corrispondenza degli imbocchi della galleria sarà possibile una interferenza con la modesta circolazione idrica superficiale presente nella fascia molto fratturata e disturbata dei terreni flyscioidi e della coltre detritica (§ 2.2).

Inoltre per la galleria naturale Calistro, pur sottopassando alcuni corsi d'acqua in più tratte, non sono attesi impatti significativi; la bassa permeabilità delle formazioni flyscioidi esclude la possibilità che in caso di eventi alluvionali particolarmente intensi i terreni sottostanti il corso d'acqua giungano a saturazione e determinino infiltrazioni significative verso la galleria o la formazione di falde temporanee sospese di una qualche importanza che possano produrre un significativo carico piezometrico sull'opera. Di fatto, se si fa riferimento ai dati stratigrafici dei sondaggi realizzati nella zona, livelli compartimentanti di questo tipo non sembrano esistere,

l'ipotesi di possibili infiltrazioni risulta quindi estremamente conservativa.

L'assenza di pozzi di captazione profondi o sorgenti significative, come ovvio in terreni di questo tipo, esclude possibili interferenze con opere di captazione. Le opere censite (pozzo di approvvigionamento del Comune di Monte Rotondo e sorgente Biedano) sono ubicate a distanza di circa 4 km, sono poste a monte idraulico ed in contesto idrogeologico differente (complesso vulcanico) da quello in cui si sviluppa la galleria Calistro.

Per quanto riguarda le fondazioni profonde delle pile dei viadotti (pali trivellati) in molti casi saranno realizzate in un contesto idrogeologico differente da quello della galleria Calistro, ossia in formazioni alluvionali in cui è possibile la presenza di una falda di subalveo. La mitigazione progettuale è consistita nell'evitare la realizzazione delle pile e/o spalle di viadotti in alveo attivo ossia nella zona in cui è più probabile la presenza di falde di subalveo e/o dove il deflusso sotterraneo può assumere maggiore rilevanza; un'altra mitigazione adottata è stata quella di assicurare una luce sufficientemente ampia tra una pila e la successiva, nonché quella gestionale di effettuare le lavorazioni prevalentemente nel periodo di magra. L'interferenza con la circolazione idrica sarà in ogni caso solo temporanea ed agirà nella sola fase di costruzione. Considerato quindi il fattore scala rispetto al modesto ingombro delle fondazioni e la luce sufficientemente ampia tra una pila e la successiva, ad opera ultimata, ci si aspetta che la circolazione idrica aggiri "l'ostacolo" e si ristabilisca senza perturbazioni, presenti solo nelle immediate vicinanze della stessa fondazione.

Per quanto riguarda la "*modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse*", sulla base delle conoscenze circa i processi di infiltrazione e deflusso superficiale dell'area in esame e delle caratteristiche delle opere in progetto, è possibile che ciò avvenga. L'entità del fenomeno è tuttavia piuttosto modesta considerato che le superfici impermeabilizzate non sono molto ampie ed inoltre gran parte dei terreni affioranti presentano una bassa permeabilità (quindi un basso tasso di infiltrazione), si tratta pertanto di una sottrazione di molto ridotta; inoltre il processo è per sua natura reversibile nel medio o lungo termine, in funzione soprattutto delle portate sottratte. Relativamente a questo fattore, il progetto preliminare ha previsto che le acque meteoriche di piattaforma vengono raccolte e, nella maggior parte dei casi, restituite, dopo trattamenti di depurazione, al ciclo delle acque, tramite immissione delle stesse in corsi d'acqua prossimi alla struttura viaria. Questo sistema consentirà al ciclo idrogeologico di recuperare in parte gli afflussi in falda (il fattore è quindi considerato sempre "parzialmente mitigabile").

In merito ai possibili fenomeni di "*dilavamento meteorico di superfici contaminate*" e "*sversamenti accidentali*" le mitigazioni progettuali hanno operato una selezione per tutte le aree destinate a cantiere operativo, aree di deposito temporaneo e campo base, queste aree infatti sono state poste ad una distanza superiore alla fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua principali. Lungo

il fronte di avanzamento lavori, nei cantieri ed in corrispondenza di aree con lavorazioni potenzialmente contaminanti, si prevede di adottare presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni critiche, con particolare riferimento alle attività che si svolgeranno nell'ambito degli attraversamenti fluviali per la presenza di possibili falde di subalveo. Relativamente ai cantieri, con particolare riferimento a quelli principali (campo base Aurelia e cantiere operativo principale Calistro nord), sono previste specifiche misure organizzative e gestionali, quali aree appositamente studiate ed impermeabilizzate dedicate alla manutenzione dei macchinari, aree di stoccaggio dei materiali, il lavaggio gomme per i mezzi in uscita, dispositivi di captazione idraulica e vasche di raccolta e trattamento delle acque meteoriche e di lavorazione. Lo scopo è quello di evitare l'infiltrazione di acque potenzialmente contaminate in grado di alterare le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee. Nel sistema di gestione ambientale, da predisporre nell'ambito del progetto definitivo, saranno previste procedure di pronto intervento in tutti i casi di sversamento.

Nei casi di maggior gravità qualora si dovessero verificare fenomeni di contaminazioni, si metteranno in atto interventi di messa in sicurezza, quali trattamenti chimico-fisici in situ (ad es. Dual/Multi Phase Extraction, Ossidazione elettrochimica, Barriere permeabili reattive) o biologici in situ (ad es. Bioremediation, Attenuazione naturale monitorata), oppure trattamenti ex situ (con estrazione delle acque e conferimento in idonei impianti). Inoltre, come già riportato, in riferimento ai possibili inquinanti che potrebbero impattare le falde durante gli scavi delle gallerie, il progetto non prevede l'uso di poliuretani e altri agenti chimici derivanti dall'utilizzo di resine bi-componenti e mono-componenti per l'impermeabilizzazione.

In ogni caso gran parte dei litotipi interessati dalle lavorazioni (depositi flyscioidi, unità argillose, alluvioni) è caratterizzata da bassi valori di permeabilità, la circolazione delle acque sotterranee è in generale modesta e talora discontinua con velocità di flusso piuttosto basse. Ciò determina lunghi periodi di transito in cui si può supporre che altri fenomeni quali la dispersione diffusiva, l'adsorbimento e il decadimento ambientale del contaminante contribuiscano a ridurre i possibili impatti per effetto di una "mitigazione naturale".

In definitiva le azioni di mitigazione previste al fine di limitare le alterazioni del regime di deflusso delle acque sotterranee interferenti con l'Opera in progetto che si potrebbero verificare in fase di costruzione (in particolar modo con la galleria Calistro), si inseriscono in una corretta progettazione delle opere ed eventualmente in una idonea pianificazione degli interventi di manutenzione delle stesse opere. Con tali interventi si ritengono mitigati tutti i possibili impatti generati dalle opere in progetto con le acque sotterranee.

Nelle tabelle seguenti per le tipologie di opere (gallerie, viadotti e aree di cantiere) sono schematizzati i rapporti fra il fattore di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione in fase di cantiere.

4.3.2 In fase di esercizio

Come si è detto, la fase di esercizio non presenta fattori di pressione significativi in quanto già mitigati in fase di costruzione.

Tuttavia, per la fase di esercizio, il fattore di pressione ambientale che potrebbe risultare significativo è quello relativo alla compromissione delle proprietà chimico-fisiche delle acque sotterranee per eventuale *“l'immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale”* oppure dovuti a *“sversamenti accidentali per incidenti stradali”*.

Le peculiarità e sensibilità dei luoghi relazionate alla natura delle lavorazioni o dei potenziali fattori di pressione associati all'esercizio della nuova infrastruttura, hanno determinato le condizioni per la scelta dei più efficaci sistemi di trattamento da adottare per mitigare le interferenze potenziali occorrenti in fase di esercizio tra l'opera in progetto e la qualità delle acque sotterranee, allo scopo di limitarne le alterazioni chimico-fisiche. Tali interventi consistono nella realizzazione di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, destinato all'intercettazione e al conferimento di tutte le acque di piattaforma in opportuni presidi idraulici, disposti a monte dei recapiti, che assolvono alla funzione di accumulo di eventuali sversamenti superficiali ed al trattamento di sedimentazione e disoleazione delle acque di prima pioggia, come riportato nella Carta dei presidi idraulici (T001A31AMBPL01A-07A). Gli schemi della rete di smaltimento sono stati studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato. In merito al dimensionamento si è tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalla pavimentazione, assumendo dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio. Tali sistemi di raccolta sono stati opportunamente dimensionati a seguito di specifici studi idrologici, ovvero mediante l'analisi delle precipitazioni: partendo dai dati delle stazioni pluviometriche esistenti sono state definite, per ciascuna stazione, le curve di possibilità pluviometrica di riferimento per diversi tempi di ritorno e da queste sono state ottenute le altezze di pioggia critiche da utilizzare per il progetto dei sistemi di raccolta e collettamento. Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica assunta alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa è stata verificata che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta. Inoltre relativamente al tratto in galleria, la stessa costituisce un sistema “chiuso” per effetto della cementazione e impermeabilizzazione della calotta e cementazione dell'arco rovescio, pertanto gli scambi di eventuali inquinanti sversati accidentalmente con la circolazione idrica sotterranea potranno avvenire solo in corrispondenza degli imbocchi.

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio secondo le vigenti norme, con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali,

rappresentati da corsi d'acqua naturali.

In definitiva in questa fase sarà quindi necessario verificare periodicamente l'efficienza delle opere idrauliche di mitigazione. Tali interventi si riferiscono principalmente alla gestione e manutenzione degli elementi strutturali adottati per la riduzione delle interazioni, ovvero i presidi di regimazione delle acque di deflusso superficiale (opere di canalizzazione delle acque dilavanti) e per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma.

Nelle tabelle seguenti per ciascuna tipologia di opera sono schematizzati i rapporti fra il fattore di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo in fase di esercizio.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale potenziale	Fase di cantiere			
			Impatto potenziale	Livelli di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	
Opera d'arte maggiore (galleria naturale Calistro)	Scavo di terreno in sotterraneo e realizzazione dell'opera	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NO	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Impermeabilizzazione e realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento definitivo	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	NO	---	---	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	---	
		Immissione di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile	Presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni, specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere	
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---	---	
				Fase di esercizio		
	Presenza della infrastruttura	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NO	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Impermeabilizzazione e realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento definitivo	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	NO	---	---	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	---	
	Transito veicolare	Immissioni di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	SI	Mitigabile	Cementazione dell'arco rovescio, sistema chiuso per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma	
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---	---	

Tabella 8 – Schematizzazione dei fattori di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale potenziale	Fase di cantiere			
			Impatto potenziale	Livelli di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	
Opera d'arte maggiore (imbocchi galleria naturale Calistro)	Scavo di terreno in sotterraneo e realizzazione dell'opera	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	SI	Parzialmente mitigabile	Corretto dimensionamento e progettazione dell'imbocco e realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento definitivo	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI	Parzialmente mitigabile	Realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI	Parzialmente mitigabile	Presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni, specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere	
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile		
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---	---	
				Fase di esercizio		
	Presenza della infrastruttura		Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	SI	Parzialmente mitigabile	Corretto dimensionamento e progettazione della galleria, realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento
			Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento definitivo
			Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---
			Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI	Parzialmente mitigabile	Realizzazione di drenaggi a tergo del rivestimento
			Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	---
	Transito veicolare		Immissioni di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile	Sistema chiuso per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma
Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale			SI	Mitigabile		

Tabella 9 – Schematizzazione dei fattori di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale potenziale	Fase di cantiere			
			Impatto potenziale	Livelli di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	
Opera d'arte maggiore (viadotto)	Scavo di terreno e realizzazioni delle fondazioni (profonde) delle pile e delle spalle	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Corretto dimensionamento e progettazione delle pile, costruzione in periodi di magra e realizzazione di pile dei viadotti fuori alveo e/o sui versanti	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	NA	---	---	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI	Parzialmente mitigabile	Presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni, specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere	
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile		
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---	---	
					Fase di esercizio	
	Presenza della infrastruttura	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI	Parzialmente mitigabile	Corretto dimensionamento e progettazione di pile dei viadotti e realizzazione di pile dei viadotti fuori alveo e/o sui versanti	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	NA	---	---	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	---	
		Transito veicolare	Immissioni di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile	Sistema chiuso per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma
	Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale		SI	Mitigabile		

Tabella 10 – Schematizzazione dei fattori di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale potenziale	Fase di cantiere				
			Impatto potenziale	Livelli di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione		
Corpo stradale (rilevati e trincee)	Abbancamento materiale di riporto/scavo di terreno e realizzazione dell'opera	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---		
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	NA	---	---		
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---		
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI	Parzialmente mitigabile	Ottimizzazione delle superfici occupate		
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI	Parzialmente mitigabile	Presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni, specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere		
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile			
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---		---	
				Fase di esercizio			
	Opera d'arte minore (svincolo, rampe dei cavalcavia e spalle viadotti)	Presenza della infrastruttura	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---	
			Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	NA	---	---	
			Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Transito veicolare	Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI	Parzialmente mitigabile	Ottimizzazione delle superfici occupate, sistema chiuso per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma con restituzione delle acque, previo trattamento, al ciclo delle acque
				Immissione di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile	Sistema chiuso per la raccolta e trattamento delle acque di piattaforma
			Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	
Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale				SI	Mitigabile		

Tabella 11 – Schematizzazione dei fattori di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale potenziale	Fase di cantiere			
			Impatto potenziale	Livelli di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	
Cantieri (operativi, base e viabilità di cantiere)	Spianamento del piano campagna, modeste attività di scavo e abbancamento materiali	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI	Parzialmente mitigabile	Ottimizzazione delle superfici occupate dalle aree cantierabili	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI	Parzialmente mitigabile	Presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni, specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere	
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI	Parzialmente mitigabile		
		Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale	NA	---	---	
				Fase di esercizio		
	Rimozione delle infrastrutture di cantiere e ripristino dei luoghi allo stato quo ante	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	NA	---	---	
		Interferenze con la circolazione idrica sotterranea che comportano disturbo/depauperamento di pozzi	NA	---	---	
		Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	NA	---	---	
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	NA	---	---	
		Immissioni di contaminanti dovuti a sversamenti accidentali	NA	---	---	
Immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale		SI	---	---		

Tabella 12 – Schematizzazione dei fattori di pressione potenziale, gli impatti, i livelli di mitigabilità e le relative azioni/misure di mitigazione/controllo

4.4 Valutazione degli impatti residui

La valutazione degli impatti residuali, ovvero quelli persistenti dopo le mitigazioni già previste nell'ambito del progetto tecnico, si esplica nella formalizzazione del giudizio di impatto, quest'ultimo legato anche alla persistenza dell'effetto del relativo "fattore di pressione ambientale". Come si può facilmente intuire, ci sono fattori di pressione presenti in tutti gli ambiti di interferenza con giudizi che costantemente mostrano livelli più alti rispetto agli altri fattori di pressione valutati, ci si riferisce in questo caso agli impatti relativi alla *modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorsa*. In realtà si tratta di **un impatto certo ma reversibile nel medio o lungo termine**, i cui aspetti sono legati sostanzialmente all'impermeabilizzazione prodotta dal corpo stradale che è un fattore intrinseco all'opera lungo tutto il tracciato stradale e le opere connesse (svincoli ecc..). Tuttavia questo impatto può essere considerato **scarsamente significativo** per le ridotte superfici impermeabilizzate (di fatto solo le carreggiate stradali) e per la scarsa permeabilità delle formazioni geologiche prevalentemente affioranti (Flysch argilloso-scaglioso, argille e alluvioni) che di fatto inibiscono notevolmente l'infiltrazione delle acque meteoriche. Inoltre la presenza del sistema chiuso di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma che, dopo trattamento, restituisce le stesse ai corpi idrici superficiali, consente la "riconsegna" di queste al "ciclo delle acque". Per le aree destinate ai cantieri (operativi, base e alla viabilità di cantiere) l'effetto della impermeabilizzazione del suolo, limitato solo alle aree destinate alla viabilità dei mezzi, stoccaggio di terreno potenzialmente contaminato e all'esecuzione di lavorazioni potenzialmente inquinanti (impianti di betonaggio, stoccaggio oli e carburanti, manutenzione mezzi) è solo temporanea (fase di cantierizzazione), in quanto le stesse aree verranno riportate allo stato *quo ante* con il ripristino dei luoghi alla fine della fase di cantierizzazione, pertanto non si prevede per queste aree nessun impatto residuo a fine lavori per questo fattore di pressione. Questo fattore di pressione agisce solo in fase di cantierizzazione con un impatto che può essere considerato **scarsamente significativo** per la limitata estensione delle aree coinvolte e per l'effetto temporaneo.

I fattori di pressione corrispondenti alle *interferenze con il deflusso delle acque sotterranee* sono stati valutati esclusivamente per le opere in sotterraneo quali lo scavo della galleria Calistro e degli imbocchi e l'esecuzione delle fondazioni profonde (pali trivellati) delle pile dei viadotti. Queste opere potrebbero generare interferenze con il deflusso delle acque sotterranee, in realtà l'assetto idrogeologico delle formazioni interessate dallo scavo della galleria (flysch) esclude la presenza di vere e proprie falde acquifere alla quota di imposta della galleria (più probabili e di limitata potenzialità solo nelle coltri superficiali), pertanto la possibilità di interferenza con il deflusso sotterraneo è di fatto **scarsamente significativa o non significativa** a seconda dell'opera considerata. Inoltre, non essendoci opere di captazione nella zona della galleria, non si

genera interferenza con le stesse. Le mitigazioni progettuali adottate (impermeabilizzazione della galleria e il sistema di drenaggio alla base dei piedritti) consentono la stabilizzazione della modesta circolazione idrica a tergo della galleria. Le acque drenate avranno come recapito finale i corsi d'acqua e pertanto saranno restituite al "ciclo delle acque".

Per quanto riguarda l'esecuzione delle fondazioni delle pile dei viadotti, la mitigazione progettuale è consistita nell'evitare la realizzazione di fondazioni di pile e/o spalle di viadotti in alveo, ossia nella zona in cui è più probabile la presenza di falde di subalveo e/o dove il deflusso sotterraneo può assumere maggiore rilevanza; inoltre si è adottata una luce sufficientemente ampia tra le pile. Con tali accorgimenti progettuali l'interferenza con la circolazione idrica sarà in ogni caso solo temporanea ed agirà nella sola fase di costruzione. Ad opera ultimata ci si aspetta che la circolazione idrica aggiri "l'ostacolo" e si ristabilisca senza perturbazioni, presenti solo nelle immediate vicinanze della stessa fondazione, **si tratterà pertanto di un impatto certo ma "scarsamente significativo"**.

Relativamente al fattore "sversamenti accidentali", in tutti gli ambiti di interferenza la valutazione ha tenuto conto delle mitigazioni previste, adozione lungo il fronte avanzamento lavori e nelle aree di cantiere di presidi idraulici provvisori per la raccolta di acqua durante le lavorazioni critiche, nonché procedure di pronto intervento in tutti i casi di sversamento accidentale, secondo quanto stabilito dal sistema di gestione ambientale che sarà adottato. La probabilità che la qualità delle acque sotterranee venga alterata a causa di contaminanti sversati accidentalmente è, data l'accidentalità dell'azione, molto remota mostrando così un livello "**scarsamente significativo**" in relazione anche all'assetto idrogeologico (assenza di vere e proprie falde acquifere) e alla capacità autodepurativa della maggior parte dei litotipi interessati per effetto della bassa permeabilità. Per quanto riguarda il fattore di pressione "*immissione di carichi inquinanti provenienti dal dilavamento meteorico della piattaforma stradale*" che si può manifestare in fase di esercizio si prevede l'adozione di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, destinato all'intercettazione e al conferimento di tutte le acque di piattaforma (incluse quelle della galleria Calistro) in opportuni presidi idraulici, disposti a monte dei recapiti. Tali presidi assolvono alla funzione di trattamento di sedimentazione e disoleazione delle acque di prima pioggia e parzialmente anche all'accumulo di eventuali sversamenti superficiali. **L'adozione di questo sistema di raccolta delle acque di piattaforma consente di mitigare l'impatto generato da questo fattore di pressione ad un livello "scarsamente significativo"**. Gli interventi previsti sono riportati nella Carta di sintesi interventi di mitigazione/compensazione (elaborato T00IA23GENPL02-03A).

Nelle tabelle seguenti per le tipologie di opere capaci di generare impatti sono schematizzati i rapporti fra il fattore di pressione potenziale, gli impatti residui, i livelli di mitigabilità, effetti e significatività.

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale reale	Giudizio di impatto residuo			
			Impatto residuo	Livello di mitigabilità	Effetti	Livello
Opera d'arte maggiore (galleria naturale Calistro)	Scavo di terreno in sotterraneo e realizzazione dell'opera	Interferenza con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, temporaneo, reversibile, locale	Non significativo
	Presenza della infrastruttura	Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Indiretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale reale	Giudizio di impatto residuo			
			Impatto residuo	Livello di mitigabilità	Effetti	Livello
Opera d'arte maggiore (imbocchi e galleria)	Scavo di terreno in sotterraneo e realizzazione dell'opera	Interferenza con la circolazione idrica che comporta abbassamento della falda acquifera	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, permanente, irreversibile, locale	Non significativo
		Interferenza con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, permanente, irreversibile, locale	Scarsamente significativo
	Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, permanente, irreversibile, locale	Scarsamente significativo	
	Presenza della infrastruttura	Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Indiretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Indiretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo

Tabella 13 – Schematizzazione degli impatti residui

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale reale	Giudizio di impatto residuo			
			Impatto residuo	Livello di mitigabilità	Effetti	Livello
Opera d'arte maggiore (viadotto)	Scavo di terreno e realizzazione delle fondazioni (profonde) delle pile e delle spalle Presenza della infrastruttura	Interferenza con la circolazione idrica sotterranea che comportano variazioni delle direzioni di deflusso	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, permanente, irreversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Indiretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Indiretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale reale	Giudizio di impatto residuo			
			Impatto residuo	Livello di mitigabilità	Effetti	Livello
Corpo stradale (rilevati e trincee) Opera d'arte minore (svincolo, rampe dei cavalcavia e spalle viadotti)	Abbancamento materiale di riporto/scavo di terreno e realizzazione dell'opera Presenza della infrastruttura	Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a lungo termine, permanente, irreversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI (cant. e eserciz.)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo

Tabella 14 – Schematizzazione degli impatti residui

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

Ambito di interferenza	Azione di progetto	Fattore di pressione ambientale reale	Giudizio di impatto residuo			
			Impatto residuo	Livello di mitigabilità	Effetti	Livello
Cantieri (operativi, base e viabilità di cantiere)	Spianamento del piano campagna, modeste attività di scavo e abbancamento materiali	Modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda che comporta sottrazione di risorse	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Non significativo
		Immissione di acque di dilavamento meteorico di superfici contaminate	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo
		Immissione di contaminanti dovuto a sversamenti accidentali	SI (cantierizzazione)	Parzialmente mitigabile	Diretto, a breve termine, temporaneo, reversibile, locale	Scarsamente significativo

Tabella 15 – Schematizzazione degli impatti residui

5 Proposta per il monitoraggio ambientale della componente

Il monitoraggio ambientale costituisce l'insieme delle attività di misurazioni mediante le quali viene effettuata la verifica e la sorveglianza delle interferenze opera-componente che possono avere un impatto ambientale significativo; esso viene realizzato attraverso l'analisi delle potenziali alterazioni dello stato della componente ambientale interferita secondo l'esito del SIA. Ovviamente le attività di monitoraggio ambientale, eseguite a partire dalla fase *ante operam* (definizione del bianco), previste durante la fase di realizzazione (*in opera*), dovranno proseguire anche in quella *post operam* con l'obiettivo di misurare e documentare l'evoluzione della situazione ambientale.

Sulla base delle valutazioni espresse nei paragrafi precedenti per la componente "acque sotterranee" gli interventi progettuali adottati mitigano i possibili impatti potenziali, pertanto non sono stati individuati impatti residui significativi, tuttavia per la peculiarità e sensibilità dei luoghi interessati sarà comunque da prevedere un monitoraggio ambientale al fine di verificare l'efficacia degli interventi adottati.

La valutazione dello stato di integrità della componente acque sotterranee sarà valutato sia attraverso la verifica della soggiacenza della falda per monitorare eventuali interferenze che attraverso il prelievo e l'analisi di campioni di acque sotterranee per la determinazione dello stato di qualità ambientale delle stesse. I punti di campionamento saranno posizionati in base a criteri di rappresentatività soprattutto in corrispondenza della Galleria Calistro. In linea di massima saranno previste quattro stazioni di monitoraggio nel settore più prossimo alla galleria Calistro di cui due a monte e due a valle idraulica dell'Opera. I punti potranno essere rappresentati dai sondaggi geognostici eseguiti nelle successive fasi di progettazione attrezzati a piezometro a tubo aperto (se di dimensione sufficiente \varnothing 3-4"), oppure pozzi di monitoraggio appositamente realizzati. Dovrà porsi particolare attenzione alla realizzazione dei piezometri facendo in modo di installare i tubi finestrati solo in corrispondenza della quota di imposta della galleria, ponendo il tubo cieco nella restante parte superiore e sigillando adeguatamente l'intercapedine tra tubo cieco e foro in modo da non mettere in comunicazione eventuali livelli idrici superiori. Non bisognerà inoltre trascurare la verifica della qualità delle acque su eventuali pozzi di captazione presenti sul territorio la cui ubicazione (in prossimità dei viadotti) sarà ritenuta significativa ai fini del monitoraggio sulla componente; per questi pozzi sarà necessario acquisire lo schema di condizionamento.

I punti di monitoraggio delle acque sotterranee saranno destinati alla determinazione dei seguenti parametri:

- misura di soggiacenza;
- log dei parametri chimico-fisici in sito;
- prelievo di campioni di acqua per le analisi di laboratorio con la scelta di un opportuno set

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

di parametri da confrontare con i limiti indicati dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.lgs. 152/06.

6 Considerazioni conclusive

Sulla base delle analisi effettuate emerge che l'area di intervento non presenta particolari criticità nei confronti dell'Opera in progetto relativamente alla componente acque sotterranee.

Analizzando nello specifico ogni aspetto della componente, si può concludere che:

- Lo studio condotto ha consentito di distinguere diversi complessi idrogeologici nell'area d'interesse accorpati per analoghe caratteristiche idrauliche;
 - Alluvioni;
 - Unità piroclastiche;
 - Unità prevalentemente sabbiose plio-pleistoceniche, detriti;
 - Unità argillose plioceniche;
 - Complesso idrogeologico dei flysch tolfetani;

essi sono caratterizzati (ad esclusione delle unità prevalentemente sabbiose plio-pleistoceniche) da bassi valori di permeabilità (flysch argilloso-scaglioso, argille plioceniche e alluvioni) in cui generalmente non è presente una circolazione di acque in falda ad eccezione di modeste falde ospitate nella coltre superficiale o falde di subalveo che si possono originare nei depositi alluvionali di fondovalle. L'opera d'arte principale che potrebbe interferire con il deflusso delle acque sotterranee è la galleria Calistro e subordinatamente vanno considerate anche le fondazioni profonde (pali trivellati) delle pile dei viadotti.

- La galleria Calistro che si sviluppa interamente nel flysch argilloso scaglioso non genera impatti significativi nei confronti delle acque sotterranee in virtù del fatto che nel complesso flyschiodo, potente qualche centinaio di metri, non si instaura, se non localmente, una circolazione di acque sotterranee; non si avrà in esso una falda continua, ma solo una modesta circolazione idrica discontinua e di importanza locale. Durante lo scavo non sono da attendersi pertanto significative venute d'acqua, se si escludono limitati stillicidi. L'assenza di pozzi di captazione profondi o sorgenti significative, come ovvio in terreni di questo tipo, esclude possibili interferenze con opere di captazione.
- Per quanto riguarda le pile dei viadotti, la cui realizzazione è prevista anche in corrispondenza di unità idrogeologiche diverse dai flysch, la mitigazione progettuale adottata è consistita nell'evitare la realizzazione delle pile e/o spalle in alveo ossia nella zona in cui è più probabile la presenza di falde di subalveo e/o dove il deflusso sotterraneo può assumere maggiore rilevanza; un'altra mitigazione adottata è stata quella di assicurare una luce sufficientemente ampia tra le pile successive e di effettuare i lavori

Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale

principali nel periodo di magra. Pertanto il possibile impatto seppur scarsamente significativo si avrà solo in corrispondenza della fase di costruzione. Ad opera ultimata ci si aspetta che la circolazione idrica aggiri “l’ostacolo” e si ristabilisca senza perturbazioni, presenti solo nelle immediate vicinanze della stessa fondazione.

- Il fattore di pressione cui compete un impatto residuo, anche se **scarsamente significativo**, è legato alla modifica del processo di infiltrazione delle acque superficiali in falda dovuto all’impermeabilizzazione del manto stradale che comporta sottrazione di risorsa che è un fattore intrinseco all’Opera in progetto lungo tutto il tracciato stradale e le opere connesse (svincoli ecc..). Per le aree destinate ai cantieri (operativi, base e alla viabilità di cantiere) l’effetto dell’impermeabilizzazione sarà solo temporaneo (fase di cantierizzazione), in quanto le stesse aree verranno riportate allo stato *quo ante* con il ripristino dei luoghi alla fine della fase di cantierizzazione.
- Per quanto riguarda il potenziale sversamento, sia in fase di cantiere che di esercizio di sostanze inquinanti, incluse quelle provenienti dal dilavamento della piattaforma stradale (fase di esercizio), si può considerare tale fattore di pressione “scarsamente significativo” grazie all’adozione dei presidi idraulici provvisori per la raccolta di acqua durante le lavorazioni critiche (cantierizzazione) e la realizzazione di un sistema chiuso di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma (in esercizio), nonché l’adozione di procedure di pronto intervento in tutti i casi di sversamento accidentale.