



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
acqua
 ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site


SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

aceq
Ingegneria
e servizi



CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO
A194PD S3 R001 5

COD. ATO2 APE10116

DATA **DICEMBRE 2019** SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	MAR-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
2	GEN-21	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO	
3	SETT-21	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
4	OTT-22	AGGIORNAMENTO UVP	
5	APR-23	INTEGRAZIONI ED AGGIORNAMENTI IN AMBITO AUTORIZZATIVO	
6			
7			

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO
 DEL PESCHIERA
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

PROGETTO DEFINITIVO

TEAM DI PROGETTAZIONE
CAPO PROGETTO
 Ing. Angelo Marchetti
ASPETTI AMBIENTALI E COORDINAMENTO SIA
 Ing. Nicoletta Stracqualursi
Hanno collaborato:
 Ing. Geol. Eliseo Paolini
 Ing. Viviana Angeloro
 Paes. Fabiola Gennaro



PARTE 3 – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

RELAZIONE

INDICE

1	Introduzione.....	4
2	Oggetto e scopo dell'intervento	5
3	Inquadramento territoriale	10
4	Analisi dello stato di fatto	12
4.1	Le opere esistenti.....	12
4.2	Criticità dell'assetto attuale	17
5	Requisiti e criteri di progettazione e alternative esaminate.....	19
5.1	Requisiti e criteri di progettazione	19
5.2	Alternative esaminate nelle precedenti fasi progettuali	23
5.2.1	Metodologia adottata per la definizione delle soluzioni progettuali.....	25
5.2.2	Descrizione e prescreening delle alternative progettuali	26
5.2.3	Combinazione delle alternative progettuali scelte per la definizione delle soluzioni progettuali	39
5.2.4	Analisi Multicriteria delle soluzioni progettuali	41
5.2.5	Variazioni introdotte nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica.....	44
5.2.6	Variazioni introdotte nel Progetto Definitivo	45
6	Descrizione delle Opere	46
6.1	Funzionamento idraulico	51
6.2	Aspetti geologici e sismici	57
6.3	Aspetti geotecnici e strutturali	64
6.4	Impianti elettrici	68
6.4.1	Alimentazione degli impianti in BT	69
6.4.2	Alimentazione degli impianti in MT.....	70
7	Modalità di esecuzione delle opere	72
7.1	Descrizione generale.....	72
7.2	Cronoprogramma	73
7.3	Modalità e tecnologie di scavo.....	73
7.3.1	Attività di scavo con tecnologia microtunnelling	73
7.3.2	Attività di scavo con tecnologia tunnel boring machine (TBM)	74

7.3.3	Metodologia di scavo per la realizzazione di pozzi verticali	78
7.3.4	Attività di scavo delle gallerie in tradizionale	79
7.3.5	Scavo dei manufatti – esecuzione paratie di contenimento	83
8	Cantierizzazione	92
9	Indicazioni relative all'utilizzo e alla manutenzione delle opere	110
10	Approvvigionamento e movimentazione materiali.....	114
11	Gestione del materiale di scavo.....	116
11.1	Riferimenti normativi per il materiale di scavo	117
11.2	Analisi delle attività di scavo e gestione del materiale escavato	119
12	Conclusioni.....	123

1 Introduzione

Il presente Quadro di riferimento Progettuale, facente parte dello Studio di Impatto Ambientale, contiene la descrizione del progetto.

Con riferimento all'allegato VII del D.Lgs. 104/2017 che ha modificato ed integrato il Testo Unico dell'Ambiente D.Lgs. 152/2006, il presente documento contiene in particolare:

- la descrizione dell'ubicazione del progetto, anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti;
- una descrizione delle caratteristiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);
- la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili;
- una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero.

Nella presente relazione vengono inoltre descritti lo stato di fatto dell'opera e le precedenti fasi progettuali. Nella descrizione delle opere di progetto si fa particolare riferimento alla fase di esecuzione delle opere, con analisi della cantierizzazione e illustrazione delle fasi di cantiere e delle lavorazioni previste.

2 Oggetto e scopo dell'intervento

L'approvvigionamento idrico dell'ATO2 - Lazio Centrale Roma, gestito da Acea Ato2 S.p.A., è assicurato da una articolata ed interconnessa rete di sistemi acquedottistici e da oltre 250 fonti locali. Il principale sistema è sicuramente quello del Peschiera-Capore, per una portata complessiva di 13,7 m³/s (Tronco Superiore del Peschiera 9 m³/s e Acquedotto delle Capore 4,7 m³/s), che a valle del nodo di Salisano si ripartisce in due rami entrambi diretti verso la Capitale e l'ATO2 (Tronco inferiore in destra del Fiume Tevere e Tronco inferiore in sinistra del Fiume Tevere).

In termini di portate, il Sistema Peschiera-Capore rappresenta la principale risorsa destinata alla Capitale e all'approvvigionamento idrico dell'ATO2 e riveste pertanto un'importanza altamente strategica.

Le motivazioni che giustificano l'importanza e determinano l'urgenza dell'opera di progetto sono di seguito riassunte:

- l'acquedotto del Peschiera esistente risulta essere vetusto poiché realizzato alla fine degli anni '30 ed è in esercizio ininterrotto da oltre 80 anni;
- stante quanto sopra e visto che l'esistente acquedotto si sviluppa quasi totalmente in galleria con coperture di centinaia di metri, lo stesso non è ispezionabile senza effettuare la totale interruzione dei 9 m³/s trasportati; ciò comporta la l'impossibilità verificare in maniera programmata il suo stato di conservazione e, conseguentemente, di eseguirne manutenzione straordinaria;
- il sistema non ha, nella sua configurazione attuale, la possibilità di sorpasso dell'intero nodo di Salisano e quindi non garantisce l'alimentazione idropotabile a prescindere dell'operatività della centrale idroelettrica di Salisano e del manufatto bipartitore;
- il territorio interessato dalle opere è caratterizzato da problematiche geomorfologiche e da significativa sismicità;
- l'interruzione non programmata di un tratto di acquedotto provocherebbe un disservizio alla popolazione dell'intera area metropolitana di Roma per un tempo stimato non inferiore a 6 mesi (tempo minimo stimato necessario per le eventuali

riparazioni e la rimessa in esercizio delle tratte deboli in relazione alla distanza dagli accessi ed alla lunghezza lunghezza dell'area oggetto di possibile dissesto;

- la capacità di trasporto dell'acquedotto del Peschiera esistente risulta essere di 9 m³/s, ossia inferiore di 1 m³/s rispetto alla Concessione di 10 m³/s rilasciata per l'approvvigionamento idrico.

La portata trasportata dal Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera nell'esercizio ordinario e quotidiano non è rimpiazzabile senza causare pesanti disagi alla cittadinanza per periodi di tempo non brevi e non vi sono fonti alternative di approvvigionamento di similare portata.

Dalla situazione sopra rappresentata, che ha sino ad oggi inibito qualsiasi possibilità ispettiva e di manutenzione dell'opera, scaturisce quindi la necessità di realizzare la nuova infrastruttura per il trasporto della portata derivata dalle Sorgenti del Peschiera fino a Salisano e quindi alla Città di Roma ed ai Comuni di ATO2.

In base a quanto esposto, la realizzazione del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera, che si sviluppa dalle Sorgenti alla centrale Salisano, riveste carattere necessario e urgente.

La realizzazione della nuova opera mira direttamente al perseguimento di alcuni obiettivi e consente di raggiungerne indirettamente altri, nel lungo periodo.

I principali obiettivi diretti sono connessi alla possibilità di abbattere il rischio di disservizio del sistema, attualmente elevato per la configurazione in serie delle opere di captazione, acquedotto e nodo di Salisano, nonché di consentire l'adduzione verso Roma della intera portata di Concessione pari a 10 m³/s.

In particolare, procedendo da monte verso valle, i suddetti obiettivi diretti possono essere riepilogati come segue.

Attraverso l'ottimizzazione del sistema di captazione:

- 1) assicurare la possibilità di addurre l'intera portata concessa (10 m³/s) anche in regime di massima magra delle Sorgenti;
- 2) assicurare l'adduzione della stessa portata di Concessione anche a seguito di eventi eccezionali che potrebbero produrre variazioni planimetriche o altimetriche degli affioramenti dell'attuale livello idrico della falda nel versante e nella piana;

con la realizzazione di un nuovo manufatto di partenza della condotta di derivazione per il nuovo acquedotto:

3) ridurre al minimo il rischio di impossibilità di addurre al nodo di Salisano la portata delle Sorgenti del Peschiera;

mediante la realizzazione di un nuovo acquedotto tra le Sorgenti del Peschiera e il nodo di Salisano che:

- consenta di addurre l'intera portata di concessione 10 m³/s dalle Sorgenti a Salisano;
- sia progettato prevedendo materiali e modalità costruttive tali da minimizzare la sua vulnerabilità nei confronti di possibili eventi quali sismi e frane;
- consenta di preservare la qualità dell'acqua addotta da contaminazioni e deterioramento della sua qualità;
- sia posizionato lungo un tracciato che si sviluppi ad una distanza, rispetto a quello attuale, tale da minimizzare il rischio, in occasione di un evento pericoloso, di contemporaneo danneggiamento delle opere esistenti e di quelle di nuova realizzazione;
- addurre l'intera portata di concessione (10 m³/s) ed eliminare le eventuali perdite dell'acquedotto esistente;

questo obiettivo assume particolare rilevanza alla luce del fatto che:

- le risorse delle fonti locali attualmente disponibili nell'area romana e laziale diventano sempre più precarie (anche in relazione alle sempre più stringenti norme sulle acque da destinare al consumo umano);
- nell'orizzonte temporale pluridecennale di vita utile delle nuove opere è da prevedere un significativo incremento demografico dell'area di Roma con la conseguente crescita del fabbisogno idrico;
- i non eludibili cambiamenti climatici determinano impatti negativi sugli acquiferi più superficiali e meno estesi che alimentano le fonti locali di approvvigionamento di numerosi comuni;
- non sono disponibili ulteriori significative sorgenti di acqua potabile e i costi necessari per la loro captazione e adduzione risulterebbero elevatissimi;

- ulteriori possibili fonti di approvvigionamento idropotabile alternative sono rappresentate solo dai corpi idrici superficiali (in particolare il Fiume Tevere) che, comunque, richiedono complessi e molto costosi processi di potabilizzazione; attraverso la realizzazione di un nuovo sorpasso (bypass) del nodo di Salisano:
- trasferire la portata di 10 m³/s addotta dal Nuovo Tronco Superiore direttamente agli acquedotti di valle (Peschiera Destro e Sinistro) con un tracciato completamente esterno alla centrale;
- scongiurare il rischio, in caso di danneggiamento o di fuori servizio per manutenzione del manufatto bipartitore, di interruzione dell'alimentazione degli acquedotti di valle e, conseguentemente, dell'adduzione verso Roma dell'intera portata derivabile dalle Sorgenti Peschiera e Capore.

Oltre agli obiettivi direttamente perseguibili con la realizzazione della nuova opera, potranno essere indirettamente perseguiti ulteriori obiettivi. Tra questi sono da menzionare:

- a) l'eliminazione del pompaggio iniziale della portata delle Sorgenti basse (mediamente pari circa 4,5 m³/s con prevalenza di circa 10m) e conseguentemente:
 - l'eliminazione del rischio di disservizio idrico per interruzione di energia elettrica e per guasti o manutenzione all'impianto di pompaggio;
 - il beneficio ambientale conseguente all'eliminazione del consumo energetico;
 - il beneficio economico per l'eliminazione del costo dell'energia elettrica e per la manutenzione dell'impianto, valutabile attualmente in circa 1,2M€/anno;
- b) la possibilità di poter mettere fuori servizio l'attuale Tronco Superiore, senza ripercussioni insostenibili sull'approvvigionamento idrico di Roma e della sua area Metropolitana, al fine di verificarne l'effettivo stato di conservazione e per poter eseguire gli eventuali interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria necessari per preservarne l'integrità statica e idraulica, per eliminare le perdite e per prevenire possibili fenomeni di inquinamento e deterioramento della qualità della risorsa;
- c) la possibilità di realizzare i manufatti di restituzione, negli acquedotti Peschiera Destro e Peschiera Sinistro, del nuovo bypass di Salisano, in modo tale che, negli

anni futuri, costituiscano i manufatti di partenza dei nuovi acquedotti Destro e Sinistro senza dover realizzare pesanti fuori-servizio per la loro messa in esercizio;

d) la flessibilità, negli anni futuri, di poter disporre al nodo di Salisano di parte della portata addotta dal Nuovo Tronco Superiore con la piezometrica di arrivo al nodo (circa 390m s.l.m.) e non solo con quella a valle dell'impianto idroelettrico (circa 150m s.l.m.).

3 Inquadramento territoriale

L'area di studio investigata per la nuova opera rientra nell'ambito del territorio della Provincia di Rieti interessando dal punto di vista amministrativo i seguenti comuni: Castel Sant'Angelo, Cittaducale, Rieti, Belmonte in Sabina, Monte San Giovanni in Sabina, Montenero Sabino, Mompeo e Salisano.

Si tratta di un territorio dall'orografia collinare, delimitato a nord dalla Piana di San

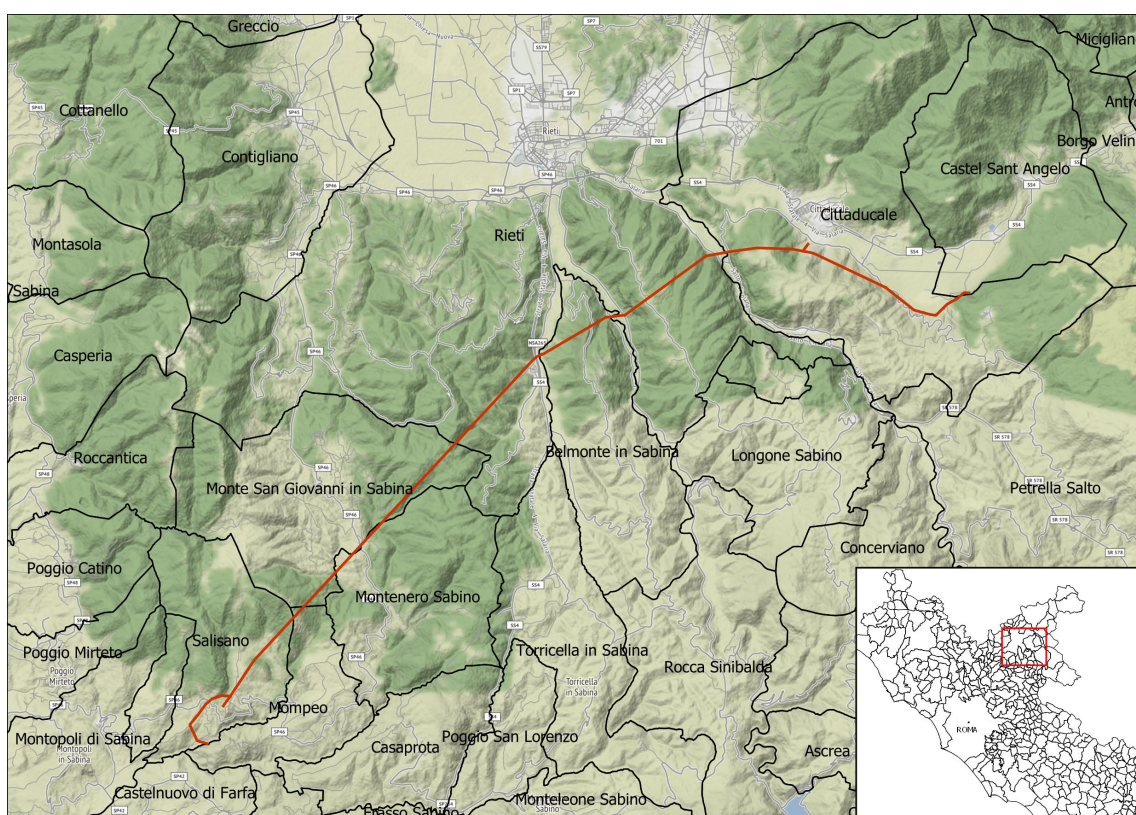


Fig. 1 Inquadramento territoriale dell'opera in progetto

Vittorino e dalla Piana di Rieti e interessato dalle valli del Salto, del Turano e dalla Piana delle Molette. L'abitato di Salisano, punto di arrivo dell'opera, è posto su un promontorio che si affaccia verso la valle del Tevere e delimita a sud l'area investigata.

Dal punto di vista insediativo, si osserva che l'area è a bassa densità abitativa. Tranne Rieti, Cittaducale e Castel Sant'Angelo, i restanti comuni non superano il migliaio di residenti. Nel territorio sono presenti alcuni piccoli nuclei storici, tra i quali si

ricordano Salisano, Mompeo, Montenero Sabino, Belmonte in Sabina, Monte San Giovanni in Sabina e Cittaducale.

La provincia di Rieti è una delle più giovani province italiane, che non nasce da un processo di aggregazione storico – politico, ma dal raggruppamento di più comuni e territori. L'area di studio ha mantenuto per questo gran parte delle caratteristiche di naturalità; i rilievi sono ricoperti da boschi, mentre nei fondivalle vi sono attività agricole. La maggior parte del territorio presenta un paesaggio naturale, localizzato sulle pendici delle zone più a carattere montano, con assenza di insediamenti e con poche vie di comunicazione.

4 Analisi dello stato di fatto

4.1 Le opere esistenti

Di seguito si riporta una descrizione dello stato di fatto delle opere dell'esistente Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera. In particolare, sono descritte le opere di captazione alle Sorgenti del Peschiera, il tracciato del Tronco Superiore esistente e la configurazione delle opere presenti al nodo di Salisano.

Opere di Captazione

Le Sorgenti del Peschiera sono situate nei comuni di Castel Sant'Angelo e Cittaducale in Provincia di Rieti, alla base delle pendici del Monte Nuria.

Le opere di captazione delle Sorgenti del Peschiera sono organizzate su due livelli altimetrici differenti e consistono in:

- opere interne al versante: costituite da un sistema di cunicoli e gallerie con conci drenanti e sezionamenti per la regolazione delle intestazioni nell'acquifero e del deflusso. Le gallerie principali sono denominate galleria Alta (414,00m s.l.m.) e galleria Bassa (412,50m s.l.m.) in funzione della loro quota;
- opere all'esterno del versante: costituite da un sistema drenante sulla piana alluvionale, alla base del versante, con derivazione a quota di 409,00÷408,00m s.l.m., in parte recapitanti direttamente nel Fiume ed in parte sollevate in acquedotto per mezzo di una stazione di pompaggio.

Tale doppia altimetria dell'opera di captazione conferisce all'impianto una buona flessibilità gestionale e una buona capacità di interazione con l'acquifero consentendo la regolazione del richiamo esplicabile dalle gallerie drenanti (all'interno del versante) e l'agevolazione dell'alimentazione del sistema drenante (all'esterno del versante).

Il sistema di gallerie drenanti all'interno del versante si compone delle suddette due gallerie primarie parallele, delimitate da camere di riunione dove intersecano

ortogonalmente i tronchi di raccordo trasversali realizzati in prosecuzione delle gallerie di accesso e scarico.

Sempre all'interno del versante (proseguendo da Nord-Est verso Sud-Ovest) sono presenti:

- un cunicolo drenante ortogonale sviluppato in prosecuzione dell'intersezione tra la galleria Alta e Bassa, denominato trasversale n°4, e un cunicolo drenante in prosecuzione della galleria Alta denominato trasversale Alta;
- il laghetto in caverna naturale dove sbocca la galleria Bassa da cui traggono alimentazione due gallerie longitudinali non drenanti denominate galleria longitudinale Alta e galleria longitudinale Bassa. Tali gallerie sono regolabili da una pluralità di sezionamenti introdotti per preservare la capacità di controllo sull'acquifero ed una corretta interazione sullo stesso;
- due cunicoli drenanti (cunicolo 1 e cunicolo 1A) direttamente connessi al sistema di adduzione. Questi sono posti più in alto delle gallerie drenanti e, conseguentemente, si attivano in maniera episodica nei periodi di alto della falda idrica.

Le portate convogliate dal sistema drenante interno al versante attraverso le due gallerie longitudinali sono determinate dalle quote impresse al richiamo della falda idrica, dipendenti dalle quote di intestazioni dei dreni e dai tiranti idrici che si costituiscono.

Il sistema drenante posto sulla piana alluvionale intercetta le aliquote del deflusso sotterraneo che sottopassano le gallerie drenanti oltre ai flussi ascendenti verso la superficie, e li convoglia alla centrale di pompaggio grazie all'azione di confinamento laterale esplicato da una paratia metallica (infissa sino 12m di profondità sul lato della centrale di pompaggio e 8m sul lato opposto) ed alla pendenza del fondo (2m di dislivello tra monte e valle). Anche l'opera di presa del sistema drenante della piana dispone della capacità di regolare i livelli idrici (quindi le portate ed il richiamo esplicabile) agendo su un sistema idraulico costituito da soglie sfioranti mobili ubicate intorno alla centrale di pompaggio.

Per mezzo di scarichi posti in corrispondenza delle finestre di accesso 2, 4 e 3 è possibile mettere in comunicazione il sistema drenante interno al versante con quello posto sulla piana. Infatti, per mezzo di manovre degli organi di regolazione posti nelle suddette finestre, un'aliquota della portata drenata dalle gallerie interne al versante può essere trasferita al sistema drenante della piana oppure le opere di presa interne al versante possono essere disconnesse del tutto da quelle presenti sulla piana.

Il sistema di adduzione posto all'interno dell'opera di captazione, che ha il compito di trasferire le acque captate verso l'acquedotto, è anche esso organizzato in due linee costituite da:

- una galleria collettrice che invia alla partenza dell'acquedotto sia le acque captate per mezzo delle gallerie drenanti sia quelle in arrivo, per mezzo di un bypass (denominato bypass corto), dalla centrale di pompaggio;
- un bypass (denominato bypass lungo) in doppia tubazione in acciaio alimentato dalla centrale di pompaggio, che convoglia le acque in acquedotto presso la località Micciani.

Infine, sono presenti sistemi di scarico al Fiume Peschiera delle acque drenate dalle opere di presa. Le gallerie drenanti interne al versante dispongono di due scarichi posizionati rispettivamente in testa (in corrispondenza della finestra 1) ed in coda (in corrispondenza della finestra 2). I sezionamenti presenti lungo le gallerie drenanti consentono di isolare i tratti ove sono eventualmente presenti delle problematiche, scaricando così le portate relative e salvaguardando la rimanente aliquota della portata captata. Il sistema di drenaggio esterno dispone, invece, di un unico scarico la cui attivazione comporta il totale fuori servizio dell'opera di presa.

In termini quantitativi, nell'anno medio, l'impianto di captazione esistente è in grado di controllare una portata di circa 12,5 m³/s (convogliandone una parte nell'acquedotto e scaricando la parte eccedente nella rete superficiale naturale). La portata di cui sopra risulta costituita dalle seguenti componenti:

- 5 m³/s provenienti dalle gallerie drenanti realizzate all'interno del versante;
- 7 m³/s provenienti dal sistema drenante della piana;

- 0,5 m³/s provenienti dal sollevamento delle pompe n°5 e n°6 poste nella camera presso l'origine dell'acquedotto esistente.

Durante gli anni particolarmente siccitosi la portata gestita dall'impianto può scendere anche al di sotto di 10 m³/s.

Tracciato

Il Tronco Superiore consente il trasporto della portata proveniente dalle Sorgenti del Peschiera alla centrale idroelettrica di Salisano.

Il Tronco Superiore si sviluppa lungo un tracciato della lunghezza di circa 27km e presenta complessivamente 23 finestre di accesso distribuite in maniera non omogenea rispetto al percorso, in ragione delle inevitabili relazioni tra l'asse di sviluppo del tracciato e la naturale orografia del territorio attraversato. La quasi totalità dell'opera è realizzata in galleria con coperture ricorrenti tra 100 e 400m.

Il Tronco Superiore esistente termina in corrispondenza della centrale idroelettrica di Salisano nel Comune di Salisano, in Provincia di Rieti. Nello specifico, ha sbocco in corrispondenza della vasca di carico 1 della suddetta centrale, dalla quale le portate vengono addotte alle condotte forzate che alimentano le turbine. Allo stesso nodo di Salisano confluiscono anche le acque provenienti dalle Sorgenti delle Capore, situate nella valle del Fiume Farfa, nei comuni di Frasso Sabino e Casaprota in Provincia di Rieti. Dopo aver alimentato la centrale idroelettrica di Salisano, le acque si suddividono nel manufatto bipartitore in due tronchi, uno in destra del Fiume Tevere denominato Tronco inferiore Destro (Peschiera Destro), lungo circa 59km e l'altro, in sinistra del Fiume Tevere, denominato Tronco inferiore Sinistro (Peschiera Sinistro), lungo circa 33km.

Il trasporto lungo l'acquedotto delle acque raccolte dall'opera di captazione avviene con funzionamento a superficie libera. Nel primo tratto (circa 6km), fino all'attraversamento del Fiume Salto, la galleria è caratterizzata da una pendenza di fondo pari al 4x10.000 e da una sezione policentrica di 2,85mx2,70m. Nel tratto successivo (circa 20km), fino all'arrivo nella vasca di carico 1 della centrale

idroelettrica di Salisano, la pendenza di fondo risulta pari al 5x10.000 e la sezione di 2,80mx2,60m.

Nei punti in cui il tracciato della galleria interseca le vallate dei fiumi Salto e Turano, la continuità dell'acquedotto è assicurata da due attraversamenti subalvei mediante sifoni realizzati in doppia tubazione del diametro DN2300 in sostituzione degli originari attraversamenti mediante ponti-canale in calcestruzzo armato.

La massima capacità di trasporto attuale del Tronco Superiore dell'acquedotto risulta pari circa a 9 m³/s.

Nodo di Salisano

Il nodo di Salisano è luogo di riunione dell'acquedotto Superiore del Peschiera e dell'acquedotto delle Capore. Le acque provenienti dai due acquedotti sono poi immesse e smistate verso Roma nei due tronchi inferiori costituenti l'acquedotto del Peschiera Destro e Peschiera Sinistro (in destra e in sinistra Tevere).

In particolare, al termine del Tronco Superiore, a quota circa 400,00m s.l.m., le acque derivate dalle Sorgenti del Peschiera sono utilizzate nella centrale in caverna di Salisano sfruttando un salto di circa 240m.

In caso d'interruzione del funzionamento della centrale per guasti alle condotte forzate o ai macchinari, il deflusso dell'acqua potabile verso Roma è comunque assicurato in modo automatico e continuativo da un sistema di condotte di sorpasso formato da due pozzi verticali con dissipatore di energia al piede (il primo con imbocco a calice, il secondo con imbocco a vortice), disposti in serie e collegati ad una galleria di scarico che termina, a valle della centrale, nella camera di governo denominata manufatto bipartitore da cui hanno inizio i due tronchi inferiori.

Nello stesso nodo di Salisano confluiscono le acque derivate dalle Sorgenti delle Capore, sfruttando in tal caso un salto di 86,50m, con una portata massima di 5,5 m³/s.

Anche la derivazione Capore è provvista di un sistema di sorpasso formato da un pozzo con imbocco a calice e da una galleria di scarico, destinato a garantire il flusso potabile verso Roma in caso di disservizio della centrale.

Il sistema acquedottistico al nodo di Salisano è completato da scarichi di emergenza posti a monte delle condotte forzate che assicurano lo scarico completo delle acque al fosso Salisano o al torrente Rocca in caso fortuito o doloso, di inquinamento dell'acque e/o messa fuori servizio della centrale.

Presso il nodo di Salisano vi sono, inoltre, le derivazioni verso il Consorzio Idrico Peschiera (CIS) ubicate presso la vasca di carico 2 delle condotte forzate.

4.2 Criticità dell'assetto attuale

Di seguito sono riportate le criticità dell'assetto attuale, dalle quali emergono le necessità prese in considerazione nella realizzazione del Nuovo Tronco Superiore del Peschiera ed i limiti esistenti ai quali l'opera in progetto intende sopperire.

Opere di Captazione

Da quanto sopra esposto, emerge la necessità di ottimizzazione della gestione del sistema di captazione per consentire di assicurare in ogni caso, indipendentemente dal regime idrologico delle Sorgenti, la gestione di una portata che fuoriesce dal sistema sorgentizio di almeno 10 m³/s (Portata di Concessione). Gli interventi di ottimizzazione della gestione delle opere di captazione dovranno assicurarne l'efficacia anche in caso di eventuali variazioni a seguito di cambiamenti climatici o variazioni plano-altimetriche degli attuali affioramenti. Sono state altresì ricercate le soluzioni che potessero migliorare la flessibilità dell'impianto attuale.

È necessario, inoltre, che il nuovo acquedotto garantisca il deflusso a gravità delle portate provenienti dal sistema drenante della piana, al fine di ricollocare a riserva la centrale di pompaggio per migliorare l'affidabilità e l'efficienza energetica complessiva del sistema e mitigare l'esistente rischio geologico nella zona della captazione.

Tronco Superiore dell'acquedotto esistente

Come già sopra esposto, la configurazione attuale del Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera, ha sino ad oggi inibito qualsiasi possibilità di ispezione e di manutenzione dell'opera.

Infatti, le condizioni attuali non consentono di mettere fuori servizio l'attuale Tronco Superiore, senza ripercussioni insostenibili sull'approvvigionamento di Roma, e non consentono di verificarne l'effettivo stato di conservazione e di eseguire eventuali interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria necessari per preservarne l'integrità statica e idraulica, per eliminare le perdite e per prevenire possibili fenomeni di inquinamento e deterioramento della qualità della risorsa.

La nuova opera in progetto, quindi, consentirà anche la possibilità di verifica diretta del Tronco Superiore e di una sua eventuale riabilitazione per mezzo di interventi di manutenzione straordinaria, senza impatti sull'esercizio potabile.

Nodo di Salisano

Allo stato attuale non è presente un sorpasso generale del nodo di Salisano che consenta di sorpassare sia la centrale idroelettrica che il manufatto bipartitore. Questa configurazione rende l'alimentazione idropotabile, garantita dai tronchi inferiori destro e sinistro, subordinata all'operatività della centrale idroelettrica e al manufatto bipartitore.

Per tali considerazioni, la connessione al nodo di Salisano dell'opera in progetto, oltre ad assicurare l'alimentazione idraulica della centrale idroelettrica senza variarne il funzionamento, deve prevedere un sistema di sorpasso generale della centrale in caso di suo fuori servizio, con un nuovo sistema di dissipazione del carico idraulico in eccesso in arrivo al nodo di Salisano e la restituzione delle portate addotte dal Tronco Superiore direttamente nei rami del Peschiera Destro e Peschiera Sinistro di valle.

5 Requisiti e criteri di progettazione e alternative esaminate

5.1 Requisiti e criteri di progettazione

Il presente progetto è stato redatto in conformità e sulla base dei criteri multidisciplinari e dei requisiti indicati all'interno del Quadro Esigenziale (QE) e del Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP), relativo al PD, redatti da Acea AT02. Quest'ultimo, segue ed integra i DIP relativi alle fasi precedenti.

I requisiti e criteri complessivamente identificati, ai quali l'opera in progetto risponde, sono riferibili agli aspetti di funzionalità idraulica, ambientali, gestionali e manutentivi, igienico sanitari e sono sinteticamente riportati di seguito.

Per ogni maggiore dettaglio o approfondimento si rimanda ai documenti suddetti.

CATEGORIA	CRITERI e REQUISITI PROGETTUALI
Idraulici	Adduzione della portata di concessione
	Flessibilità di esercizio con funzionamento simultaneo nuovo e esistente acquedotto
	Mantenimento delle derivazioni esistenti sul nuovo acquedotto
	Sorpasso generale della centrale di Salisano con opere di dissipazione
	Velocità massima e minima (pendenze, sezioni, moto, stato invecchiamento condotte)
	Realizzazione tratti idonei per le misure idrauliche (portate, livelli) in esercizio
	Manufatti speciali (imbocco e sbocco tratti in pressione, scarichi e organi di manovra)
Strutturali	Possibilità di interconnessioni con le opere esistenti configurabili come <i>interventi locali</i>
Ambientali	Interferenza con il sottosuolo – falda acquifera
	Compatibilità con le problematiche geologiche della Piana di San Vittorino
	Compatibilità con corsi d'acqua superficiali e aree di esondazione
	Compatibilità dell'opera con il contesto sismico locale e regionale
	Interferenza con Aree Naturali Protette e/o Rete Natura 2000
	Interferenza con aree di vincolo paesaggistico
	Interferenza con aree a rischio di frana
	Interferenza con sottosuolo - gestione terre di scavo

	Interferenza con infrastrutture viarie, ferroviarie e idroelettriche
	Interferenza con uso del suolo attuale e programmato
	Impatto sul paesaggio
	Impatto su vegetazione, flora e fauna e aree boscate
	Interferenza con aree urbanizzate e centri urbani
	Aree cantiere: impatto sul territorio e accessibilità
Gestionali e Manutentivi	Minimizzazione delle interferenze con l'acq esistente in fase di costruzione e esercizio
	Accessibilità dell'opera ogni 3km
	Tempi di svuotamento del nuovo acquedotto < 12 ore
	Sistemi e procedure di sicurezza degli operatori per l'ispezione e manutenzione
Igienico Sanitari	Funzionamento preferibilmente in pressione in presenza di falda
	Tempo di permanenza idraulica nuovo acquedotto
	Utilizzo di materiali compatibili con l'uso idropotabile e la protezione della risorsa
	Sistemi di procedure e sicurezza per la protezione della risorsa idrica

Tabella 1 – Sintesi dei criteri multidisciplinari e dei requisiti progettuali indicati all'interno del QE e dei DIP per il Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera

Dal punto di vista strutturale, per le grandi infrastrutture complesse risulta particolarmente idoneo avvalersi di un approccio alla progettazione di carattere prestazionale (performance-based design), che fonda le basi sull'esplicitazione a monte della fase di progetto delle prestazioni e dei requisiti richiesti dal sistema durante tutta la vita nominale, definita convenzionalmente come il numero di anni nel corso dei quali è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

In particolare, in accordo con i valori minimi della vita nominale VN da adottare per i diversi tipi di costruzione riportati nella Tab.2.4.I delle NTC2018, si è scelto di inquadrare l'opera come costruzione con livello di prestazione elevato e dunque con VN=100anni.

Tra i requisiti da considerare per una corretta progettazione risultano centrali quelli di affidabilità, durabilità e robustezza.

In particolare, per *affidabilità* si intende la capacità di una struttura o di un elemento strutturale di soddisfare i requisiti specifici, compresa la vita nominale di progetto, per i quali è stato realizzato. In senso stretto, essa esprime la probabilità che una struttura non superi specificati stati limite (stati limite ultimi e stati limite di servizio) durante un prefissato periodo di riferimento. Di conseguenza, più piccola è tale probabilità, maggiore è la sua affidabilità.

La *durabilità* rappresenta la capacità che un sistema ha di mantenere invariato, con il trascorrere del tempo, il margine di sicurezza nei confronti degli stati limite verificati in fase di progetto. Negli anni è stato dimostrato, in modo inequivocabile, come il degrado possa determinare la prematura messa fuori servizio delle strutture.

Infine, per *robustezza* si intende la capacità di un sistema di non essere danneggiato da eventi eccezionali in maniera sproporzionata rispetto alla causa di origine. Particolare rilevanza nelle infrastrutture complesse è da porre anche al possibile collasso progressivo delle opere, ossia un meccanismo che scaturisce da una rottura in maniera localizzata di un elemento del sistema e si estende progressivamente, rendendo non più funzionale l'opera.

Per quanto riguarda il sistema acquedottistico del Tronco Superiore del Peschiera, in ragione della natura dell'opera (infrastruttura prevalentemente a carattere lineare), gli obiettivi di robustezza e affidabilità indicati possono raggiungersi sfruttando fondamentalmente il concetto di ridondanza strutturale; l'affidabilità dell'acquedotto, infatti, cresce al crescere del numero di elementi operanti in parallelo, cioè capaci di svolgere la stessa funzione. Pertanto, considerando che l'acquedotto esistente non può essere ispezionato per l'impossibilità di metterlo fuori servizio, in modo da evitare una lunga e non sostenibile interruzione dell'approvvigionamento idrico dell'ATO2, appare fondamentale prevedere e realizzare una nuova opera che assolva lo stesso compito. Inoltre, è opportuno segnalare come l'assunto di opera strategica, e quindi aver l'assegnazione di una classe d'uso pari a IV, conferisce all'infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

Nella fase di esercizio definitiva, l'incremento dell'affidabilità e in parallelo di robustezza globale di sistema sono garantiti principalmente dalle possibilità di:

- derivare la portata di concessione in caso di emergenza attraverso un singolo vettore (dei due vettori che saranno disponibili) del sistema acquedottistico. In particolare, una volta terminata la nuova infrastruttura, si potranno eseguire i lavori necessari al fine di migliorare la capacità di trasporto di quella esistente;
- eseguire interventi e operazioni di manutenzione straordinaria sull'acquedotto esistente, al fine d'incrementarne i livelli prestazionali.

Sulla base della definizione della durabilità intesa come la capacità dell'opera di resistere ai fenomeni aggressivi ambientali durante la sua vita nominale, mantenendo inalterate le funzionalità per la quale è stata progettata, è necessario prevedere nel progetto non solo i fenomeni meccanici legati ai materiali ma anche i fenomeni di degrado ambientale. Pertanto, particolare attenzione è stata posta oltre alla progettazione dei materiali costituenti le diverse parti dell'opera anche ai dettagli costruttivi e realizzativi, che preservino la costruzione, dall'azione degli agenti atmosferici, dalle infiltrazioni d'acqua, dall'esposizione a sostanze aggressive, etc.

La progettazione che contempla la prestazione di maggiore durabilità delle opere prevede l'elaborazione di un piano di manutenzione ordinaria che mette in relazione le parti d'opera da mantenere con i rischi a cui la struttura va incontro, le diverse tipologie di interventi da attuare, i tempi in cui agire. In maniera parallela, deve essere previsto e messo in opera un sistema di monitoraggio e controllo delle componenti strutturali e funzionali dell'opera, che ne preservi gli specifici livelli prestazionali per cui sono stati progettati per tutta la vita nominale dell'intera infrastruttura.

L'opera in progetto consente in prima analisi anche la riduzione del rischio sismico dell'intero sistema acquedottistico, intervenendo attraverso un miglioramento delle caratteristiche di esposizione del sito e un decremento della vulnerabilità sismica delle infrastrutture del Peschiera. Precisamente, la realizzazione di un secondo acquedotto fornisce carattere di ridondanza all'intero sistema che, in caso di danni o guasti su una delle due infrastrutture, può comunque continuare a soddisfare, in ogni situazione, il fabbisogno idrico delle utenze servite (miglioramento dell'esposizione del sito). Inoltre, è necessario considerare che le nuove opere saranno progettate e

realizzate in conformità delle vigenti norme tecniche in materia di costruzioni, garantendo elevati standard di sicurezza nei confronti di tutte le azioni meccaniche, con particolare riguardo all'azione sismica. Allo stesso modo, saranno scelti materiali e tecniche costruttive in modo da assicurare una elevata durabilità e qualità costruttiva di ogni manufatto, elemento costruttivo e componente dell'impianto. Infine, il nuovo acquedotto, una volta messo in esercizio, renderà possibile effettuare il fuori servizio dell'acquedotto esistente e di conseguenza l'opportunità di eseguire tutti gli interventi necessari per migliorarne il funzionamento e quello delle opere ad esso connesse, il tutto senza interrompere l'apporto di acqua potabile verso la Città di Roma. In questo modo si potrà intervenire migliorando anche la vulnerabilità sismica e la qualità costruttiva delle strutture esistenti.

5.2 Alternative esaminate nelle precedenti fasi progettuali

Nel presente capitolo sono illustrate le precedenti fasi progettuali in cui sono state identificate e analizzate le diverse alternative progettuali comprese l'alternativa zero, come previsto dall'allegato VII del D.lgs. 104/2017 che va a modificare lo stesso nel Testi Unico ambientale 152/2006.

Lo studio delle alternative è stato svolto sulle seguenti componenti progettuali:

- Concezione del progetto
- Tecnologia
- Ubicazione
- Dimensioni e portata
- Alternativa zero.

L'alternativa zero consiste nella non realizzazione del Nuovo Tronco Superiore ed è stata esaminata nel Quadro Esigenziale dell'opera. L'analisi è stata svolta dal punto di vista di costi di manutenzione e gestione delle opere esistenti, che nel lungo

termine andranno sempre di più ad aumentare e a diventare insostenibili. Tali considerazioni economiche sono da affiancare al quadro delle alternative possibili per definire l'alternativa più economicamente vantaggiosa e ottimale dal punto di vista progettuale. In questo senso la considerazione dei costi che la collettività sarebbe in ogni caso tenuta a sostenere, anche nell'ipotesi di non realizzazione della nuova opera, può avvalorare la scelta di realizzarla. Deve però essere chiaramente ribadito che la motivazione della realizzazione del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera sta, in ogni caso, non nella sua convenienza su un piano meramente economico, ma nel fatto che esso è necessario ed improcrastinabile per assicurare nei prossimi anni l'approvvigionamento idropotabile dell'area romana e che tale sicurezza non è perseguibile con il solo acquedotto esistente. Ne consegue quindi che l'alternativa zero non è realizzabile.

Sempre in accordo con quanto indicato nel Quadro Esigenziale dell'opera e come specificato nel Documento di Indirizzo alla Progettazione, la progettazione del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera è stata redatta in ottemperanza alle vigenti norme ed in particolare secondo le prescrizioni dell'art. 23 del Codice dei Contratti Pubblici di cui al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, e anche nel rispetto delle previsioni del emanando Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, previsto dal comma 3 del citato decreto legislativo, secondo lo schema approvato dal CSLP nella adunanza del 20/10/2017.

In base a tali norme e vista la complessità progettuale dell'opera, si è proceduto per fasi e approfondimenti successivi, che hanno visto dapprima la redazione del Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP), quindi la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) e infine la redazione del progetto definitivo e dell'allegato Studio di Impatto Ambientale. Ogni step progettuale è stato frutto di una intensa attività di studio e di coordinamento tra i molteplici aspetti e le problematiche che l'opera comprende, sia per quanto riguarda la fase di esecuzione dei lavori che per quella di esercizio. Gli step progettuali si sono susseguiti in serie, tenendo conto che ognuno di essi rappresenta la risultanza e l'approfondimento delle attività precedentemente svolte.

5.2.1 Metodologia adottata per la definizione delle soluzioni progettuali

Nella prima fase progettuale, la redazione del Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP), sono state analizzate le diverse alternative progettuali per il Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera.

Tale analisi è stata svolta secondo la metodologia seguente:

1. sono individuati diversi aspetti progettuali del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera e definiti per ciascuno di essi le rispettive alternative progettuali;
2. per mezzo di un processo di preesame (*prescreening*), le diverse alternative progettuali sono poste a confronto tra loro e sono selezionate le alternative migliori;
3. le alternative progettuali scelte sono combinate tra loro definendo così le soluzioni progettuali. Nella definizione di tali soluzioni progettuali sono escluse le eventuali combinazioni relative non ottimali (combinazione non fattoriale);
4. le risultanti soluzioni progettuali sono confrontate per mezzo di uno strumento a supporto delle decisioni (SSD), in particolare per mezzo di un'analisi multicriteria al fine di individuare la soluzione ottimale di progetto per la collettività.

Oltre alla analisi multicriteria sopra menzionata, sulle soluzioni individuate è stata svolta anche l'Analisi di Convenienza Socioeconomica e Ambientale, che ha individuato la soluzione migliore; tale soluzione è stata quindi oggetto dei successivi approfondimenti progettuali, in particolare del successivo Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) e quindi del progetto definitivo e nel presente Studio di Impatto Ambientale.

Nei paragrafi successivi è fornito un riassunto di quanto esaminato nel DOCFAP; per ogni maggiore dettaglio si rimanda alla "Relazione Tecnico Illustrativa" e all'"Inquadramento ambientale e analisi preliminare degli impatti" del DOCFAP.

5.2.2 Descrizione e prescreening delle alternative progettuali

Nell'ambito del DOCFAP sono state individuate, per gli aspetti più significativi dell'opera, alcune alternative progettuali.

La generazione di alternative riguarda i seguenti aspetti progettuali:

- le diverse modalità di realizzazione della connessione alle opere di captazione delle Sorgenti, del nuovo manufatto di partenza della condotta di derivazione e dell'attraversamento della Piana di San Vittorino;
- il tracciato del nuovo acquedotto;
- le possibili diverse modalità di funzionamento idraulico preferenziale del Nuovo Tronco Superiore;
- ispezionabilità e manutenibilità dell'opera – sezione della galleria;
- le diverse modalità di connessione e di sorpasso generale del nodo di Salisano con la connessione agli acquedotti inferiori Peschiera Destro e Sinistro.

Sulla base delle informazioni raccolte e delle considerazioni effettuate, si sviluppa l'analisi delle alternative dei diversi aspetti progettuali. Tale analisi si basa sul confronto delle seguenti alternative riguardanti gli specifici elementi qualificanti dell'opera:

- captazione
- attraversamento della Piana di San Vittorino
- tracciato del nuovo acquedotto
- nodo di Salisano
- sorpasso/bypass centrale di Salisano
- funzionamento idraulico (preferenziale)
- ispezionabilità e manutenibilità – sezione gallerie

Su tali aspetti progettuali sono individuate diverse alternative progettuali sulle quali si effettua un processo di prescreening (*prescreening*) al fine di selezionare le migliori e


comporre successivamente le soluzioni alternative oggetto della successiva valutazione multicriteria.


Captazione

L’adduzione delle acque captate dalle Sorgenti del Peschiera verso la nuova infrastruttura necessita della realizzazione di un sistema di derivazione e trasporto che abbia un impatto minimo con l’infrastruttura esistente. Le nuove opere dovranno ottimizzare le potenzialità di esercizio del sistema e, al tempo stesso, garantire anche il funzionamento nella configurazione attuale del sistema.

Per quanto riguarda l’ubicazione del nuovo manufatto di partenza della condotta di derivazione, sono state individuate due possibili alternative progettuali: nella prima alternativa progettuale (**C1**) la realizzazione è prevista in sinistra idraulica della centrale di pompaggio, nella seconda alternativa progettuale (**C2**), al contrario, in destra idraulica della centrale di pompaggio.

Prescreening

<p>C1 manufatto di partenza in sinistra rispetto alla centrale di pompaggio esistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ prossimità con lo sbocco del cunicolo della finestra 1 con possibilità di realizzare un sistema per gestire le acque attualmente scaricate direttamente nel Rio Peschiera ✓ riutilizzo di infrastrutture esistenti (canale) ✓ minore vulnerabilità ai fenomeni di sprofondamento che caratterizzano la piana di San Vittorino 	<ul style="list-style-type: none"> * interferenze con l’esercizio dell’acquedotto * spazi limitati per la realizzazione del manufatto anche per la prossimità con le condotte del bypass dell’attuale stazione di pompaggio * spazi limitati per la realizzazione degli organi di regolazione del livello e delle portate * per convogliare le acque del sistema drenante esterno by-passando la centrale di pompaggio, vi è la necessità di adeguare la capacità, del canale adiacente alla centrale stessa, attualmente ridotta per l’intersezione con la condotta di mandata delle pompe * interessamento ZSC IT6020012 “Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera” (in zona agricola) * il manufatto risulta piuttosto vulnerabile in relazione ai processi morfodinamici che interessano il versante 	
--	---	--	---

<p>C2 manufatto di partenza in destra rispetto alla centrale di pompaggio esistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ interferenze limitate con l'esercizio dell'acquedotto ✓ ampia disponibilità di spazi sia per il manufatto che per gli organi di manovra e regolazione ✓ possibilità realizzare un collegamento idraulico con il sistema drenate esterno per by-passare la centrale di pompaggio ✓ non direttamente interessato dai processi morfodinamici che interessano il versante ✓ se pur ubicato nell'area di piana, le indagini microgravimetriche e geognostiche eseguite hanno evidenziato l'assenza di elementi riconducibili al rischio <i>sinkhole</i> 	<ul style="list-style-type: none"> * distanza dello sbocco del cunicolo della finestra 1 e conseguente difficoltà di realizzare un sistema di gestione delle acque drenate e scaricate dalla condotta alla base di questa finestra * interessamento ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" (in zona agricola) * 	
---	--	--	---


✓ vantaggio * svantaggio


Tabella 2 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative al sistema di captazione del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera

Attraversamento della Piana di San Vittorino

Con riferimento alla problematica descritta in precedenza relativa al fenomeno *sinkhole* presente sulla Piana di San Vittorino, sono state preliminarmente considerate due alternative di tracciato. La prima (**V1**) prevede un tracciato dalle opere di derivazione più prossimo alla linea ferroviaria, ipotizzando che il settore più attiguo all'attuale percorso ferroviario fosse meno suscettibile ai fenomeni di sprofondamento; la seconda (**V2**) prevede un tracciato posto lungo il margine meridionale della piana, in zona limitrofa alla base del versante, dove il substrato calcareo risulta più superficiale.

Prescreening

<p>V1 attraversamento sulla piana</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tracciato più rettilineo ✓ minore lunghezza del tracciato 	<ul style="list-style-type: none"> * interessamento ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" * rischio compromissione habitat prioritari tutelati * necessità di accesso alle aree di lavoro interne alla piana con nuove piste di cantiere * tracciato in area a rischio medio di alluvione * diffuso rischio <i>sinkhole</i> * scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali interessati con falda prossima al piano campagna * 	
---	--	---	---

V2 attraversamento alla base del versante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilità di accesso da viabilità esistente ✓ interessamento ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" in posizione defilata (zone agricole rialzate sulla piana) ✓ tracciato sostanzialmente esterno ad aree a rischio di alluvione ✓ tracciato, posto in area più prossima al versante è caratterizzato dalla presenza più superficiale del substrato calcareo, che fornisce delle maggiori garanzie di stabilità dell'infrastruttura in relazione ai fenomeni <i>sinkhole</i> che caratterizzano la piana ✓ minori difficoltà realizzative con tecnica del microtunnelling 	<ul style="list-style-type: none"> * tracciato meno rettilineo * limitatamente alla porzione iniziale l'area di sedime è più influenzabile dai movimenti del versante che inducono effetti deformativi passivi sui depositi della piana * maggiore vicinanza all'esistente 	
--	---	---	---

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 3 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative all'attraversamento della Piana di San Vittorino del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera

Tracciati

A seguito delle risultanze dell'inquadramento ambientale e territoriale delle opere in progetto, e a causa dell'esigenza di preservare una distanza di sicurezza rispetto all'acquedotto esistente (valutata tra 250÷350m), si individua un'area nell'intorno del Tronco Superiore dell'acquedotto esistente all'interno della quale si definiscono quattro tracciati alternativi. Tali tracciati si differenziano, sostanzialmente, per la loro posizione relativa all'acquedotto esistente e la loro lunghezza.

In particolare, a causa dell'orografia del territorio e all'interferenza con le falde, si individuano tre tracciati in destra idraulica all'acquedotto esistente e un solo tracciato in sinistra idraulica all'acquedotto esistente. I tracciati sono rappresentati nell'elaborato grafico A194FPD014 – Planimetria generale delle alternative progettuali e rappresentano le due possibili "famiglie" di tracciati in destra e sinistra idraulica all'acquedotto esistente.

L'alternativa progettuale **T1** si colloca in destra idraulica all'acquedotto esistente e si posiziona, rispetto all'esistente, ad una distanza minima atta a garantire l'indipendenza tra i due e la robustezza del sistema nel suo complesso.


L'alternativa progettuale **T3** si colloca in destra idraulica all'acquedotto esistente e attraversa la piana di Rieti, posizionandosi alla maggiore distanza tecnicamente giustificabile rispetto al tracciato dell'acquedotto esistente.



L'alternativa progettuale **T2** si colloca in destra idraulica all'acquedotto esistente e si posiziona ad una distanza mediana, rispetto ai tracciati **T1** e **T3**. La sua posizione è tale da avere una maggiore disponibilità di aree idonee ad attività di cantiere in corrispondenza degli attraversamenti del Fiume Salto, del Fiume Turano e della Piana delle Molette.


L'alternativa progettuale **T4** è la sola alternativa posta in sinistra idraulica all'acquedotto esistente ma consente di esaminare le criticità ed i vantaggi di un percorso in tale posizione.

e tre alternative di tracciato T1, T2 e T3 non hanno alcuna interazione con le opere esistenti; le alternative di tracciato T1, T2, T3 sottopassano la galleria di accesso al Vertice 5 con tecnologia microtunneling, ad opportuna distanza piano - altimetrica dall'acquedotto esistente, tale da non creare alcuna interazione significativa in termini tensio-deformativi sulle strutture esistenti.

Prescreening

<p>T1 in destra idraulica all'acquedotto esistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ lunghezza minore rispetto agli altri tracciati in destra idraulica ✓ minore distanza dai punti di consegna alle utenze idriche servite lungo l'acquedotto esistente ✓ attraversamento Salto: presenza di nucleo rurale a media distanza ✓ attraversamento Piana delle Molette. In zona poco abitata (piccoli nuclei rurali) 	<ul style="list-style-type: none"> * vincoli per il profilo idraulico per realizzare scarichi intermedi per lo svuotamento dell'acquedotto. I fiumi Salto, Turano ed il fosso Ariana sono attraversati più a <i>monte</i> e dunque ad una quota altimetrica elevata * interessamento 2 Aree Rete Natura 2000 (ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" e ZSC IT6020029 "Pareti rocciose del Salto e del Turano") * attraversamento Turano: vicinanza nucleo rurale * presenza di zone perimetrate dal PAI come ad elevato rischio frana nelle aree di imbocco e sbocco della galleria presso la valle del Salto * prossimità a tracciato acquedotto esistente (ambiti già interessati da opere analoghe) 	
---	--	---	---

<p>T2 in destra idraulica all'acquedotto esistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ minore difficoltà per gli scarichi intermedi per lo svuotamento dell'acquedotto rispetto all'alternativa T1. I fiumi Salto, Turano ed il fosso Ariana sono attraversati più a valle e dunque ad una quota altimetrica meno elevata ✓ attraversamento Turano: in area sostanzialmente disabitata ✓ buona accessibilità e cantierabilità ✓ minore impatto sul contesto idrogeologico ricostruito 	<ul style="list-style-type: none"> * maggiore distanza rispetto a T1 dei punti di consegna alle utenze idriche servite lungo l'acquedotto esistente * interessamento 2 Aree Rete Natura 2000 (ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" e ZSC IT6020029 "Pareti rocciose del Salto e del Turano") * tracciato di lunghezza media, più lungo di T1 e T3 * attraversamento Salto: presenza di diversi nuclei rurali in prossimità aree di intervento * attraversamento Piana delle Molette: presenza abitato San Giovanni Reatino 	
<p>T3 in destra idraulica all'acquedotto esistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ minor interessamento di aree di interesse naturalistico: il tracciato si mantiene alla base dei versanti della valle del Velino e della piana Reatina 	<ul style="list-style-type: none"> * distanza considerevole dei punti di consegna alle utenze idriche servite lungo l'acquedotto esistente * necessità di realizzare gli scarichi intermedi sollevati, poiché la quota di scorrimento è costantemente al di sotto del piano campagna * maggiori vincoli per il funzionamento idraulico. Data la sua lunghezza per questa alternativa deve necessariamente essere previsto un moto in pressione * tracciato di lunghezza massima (incremento aree di lavoro e residui di scavo) * interessamento 2 Aree Rete Natura 2000 (ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" e ZSC IT6020027 "Formazioni a Buxus sempervirens del Reatino") * accessibilità condizionata da vicinanza capoluogo provinciale (possibili interferenze sul traffico) * interessamento aree a rischio medio di alluvione * maggiore vicinanza a centri abitati nella valle del Velino (Cittaducale) e nella Piana Reatina (Rieti, abitati al piede del versante meridionale della piana) * elevato rischio sismico data l'estrema vicinanza del tracciato con un sistema di faglie attive e capaci (faglia bordiera meridionale della Conca di Rieti) * elevato rischio subsidenza con abbassamenti registrati dell'ordine di 1cm/anno * caratteristiche geotecniche scadenti dei terreni di scavo, costituiti per buona parte del tracciato da depositi alluvionali recenti, in grado di generare effetti significativi di amplificazione sismica 	

<p>T4 in sinistra idraulica all'acquedotto esistente</p>	<p>✓ tracciato lunghezza minore rispetto a tutte le alternative</p>	<ul style="list-style-type: none"> * complessità significativa per realizzare il collegamento con i punti di consegna alle utenze idriche servite lungo l'acquedotto esistente. Alcune di esse si trovano sui versanti opposti dei rilievi attraversati * vincoli per il profilo idraulico per realizzare scarichi intermedi per lo svuotamento dell'acquedotto. I fiumi Salto, Turano sono attraversati più a monte e dunque ad una quota altimetrica elevata * interessamento 2 aree Rete Natura 2000 (ZSC IT6020012 "Piana di S. Vittorino – Sorgenti del Peschiera" e ZSC IT6020018 "Fiume Farfa – corso medio-alto") * attraversamento Salto: interferenza con centro abitato (Villa Grotti) * maggiore interferenza con la falda * difficile raccordo al nodo di Salisano con interferenza con il centro storico di Salisano * accessibilità complessa * criticità dal punto di vista idrogeologico per la sua potenziale interferenza con l'acquifero delle Capore. * elevata criticità dal punto di vista del rischio sismico per l'attraversamento, tra i Comuni di Castel Sant'Angelo e Concerviano, di una sorgente sismogenetica composita (ITCS025) riportata nel catalogo DISS dell'INGV * necessita di sottopassare l'acquedotto esistente in corrispondenza delle Sorgenti e all'arrivo a Salisano 	
---	---	--	---

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 4 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative al tracciato del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera

Ispezionabilità e manutenibilità dell'opera – sezione idraulica

In considerazione della tecnologia di scavo prevista per la realizzazione delle gallerie con TBM, la sezione dell'acquedotto dovrà essere circolare. Sono state analizzate diverse dimensioni della sezione della galleria al fine di garantire il trasporto verso valle della portata e contestualmente agevolare le fasi di ispezione e manutenzione dell'infrastruttura.

Le alternative progettuali ipotizzate per la sezione del Nuovo Tronco Superiore dell'acquedotto del Peschiera, per i tratti in galleria, sono due: una galleria idraulica con savanella (**IM1**) e una galleria carrabile con tubazione interna di acciaio (**IM2**).

L'alternativa progettuale **IM1** è caratterizzata da una sezione circolare di diametro DN4000. La galleria idraulica sarà realizzata con tecnologia di scavo TBM, con rivestimento formato da conci in calcestruzzo armato prefabbricato collegati tra loro longitudinalmente e trasversalmente per mezzo di giunzioni elastomeriche EPDM che assolvono al compito di impermeabilizzare le connessioni strutturali tra gli elementi sia nei confronti delle possibili infiltrazioni verso l'esterno delle acque trasportate in galleria, sia nei confronti delle possibili infiltrazioni delle acque di falda verso l'interno della galleria. All'esterno del rivestimento è prevista l'iniezione, tramite ugelli posti in adiacenza allo scudo della TBM, di malta bicomponente, al fine di creare un ulteriore strato impermeabilizzante e colmare il sovrascavo, creato dalla differenza di diametro dello scudo e quello della galleria definitiva.

La superficie idraulica sarà costituita dai conci prefabbricati. Per tenere in conto dell'eventuale sviluppo di turbolenze locali in prossimità di tali giunti è stata adottato, nelle verifiche di funzionamento idraulico, un valore cautelativo del coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $75\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Per garantire l'accessibilità interna ai fini ispettivi e manutentivi dell'opera, è prevista una banchina della larghezza di circa 2,50m transitabile con mezzi d'opera. Per facilitare le operazioni di scarico della condotta, la parte centrale della banchina è dotata di una savanella che favorisce il deflusso delle acque in caso di svuotamento dell'acquedotto.



L'alternativa progettuale **IM2** è caratterizzata da una sezione circolare di diametro DN8000 al cui interno è collocata una condotta idraulica di acciaio DN3400, posata su baggioli in acciaio. Come nel caso precedente, il rivestimento della galleria è formato da conci in calcestruzzo armato prefabbricato collegati tra loro longitudinalmente e trasversalmente per mezzo di giunzioni elastomeriche EPDM che assolvono al compito di impermeabilizzare in questo caso nei soli confronti delle acque di falda esterne. Allo stesso modo è prevista l'iniezione di malta bicomponente al fine di ridurre il gap creato dal sovrascavo e di impermeabilizzare la galleria.

La condotta di acciaio è poggiata su baggioli installati su una soletta carrabile di calcestruzzo armato, al di sotto della quale è posizionato uno strato drenante con tubazione di scarico.

La parte della galleria non occupata dalla condotta di acciaio, risulterà percorribile anche con mezzi d’opera.

Per quanto riguarda l’alternativa **IM2**, la superficie a contatto con l’acqua risulta essere la parete interna del tubo in acciaio. Ai fini delle verifiche di funzionamento idraulico per la condotta di acciaio interna alla galleria, è stato adottato un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $90m^{1/3s^{-1}}$.

Prescreening

<p>IM1 galleria idraulica con savanella</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ maggiore facilità nel mantenere la livelletta di progetto nel caso di funzionamento a superficie libera ✓ minori volumi di scavo ✓ minore interferenza con la circolazione idrica sotterranea ✓ possibilità di posizionare cavi/sistema di monitoraggio all'interno ✓ tempi e costi intervento in caso di rotture/problematiche sono ridotti ✓ minori costi di realizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> * acqua in transito direttamente a contatto con i conci e i giunti della galleria e conseguente riduzione della durabilità * difficoltà nel realizzare valvole e manufatti nel caso di funzionamento in pressione * ispezionabile solo con fuori servizio * necessità realizzazione di gallerie e finestre per l’ispezionabilità dell’opera con interessamento di ulteriori aree di cantiere * difficoltà di monitoraggio geotecnico-strutturale * maggiori oneri economici per le ispezioni dell’acquedotto 	
<p>IM2 galleria carrabile con tubazione interna</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ galleria ispezionabile con la condotta idraulica in funzione ✓ facilità di percorrenza per lunghe distanze ✓ aumento della robustezza del sistema ✓ maggiore facilità di installazione e manutenzione delle apparecchiature idrauliche per il monitoraggio delle portate, dei livelli e delle pressioni; ✓ limitazione delle aree di intervento alle sole aree funzionali alla realizzazione della galleria ✓ minori oneri economici per le ispezioni dell’acquedotto 	<ul style="list-style-type: none"> * volumi di scavo elevati * difficoltà di garantire alla condotta interna la livelletta di progetto nel caso di funzionamento a superficie libera * ingombro maggiore dei cantieri * maggiori volumi di scavo * maggiore interferenza con la circolazione idrica sotterranea * maggiori tempi di intervento in caso di problematiche * maggiori costi di realizzazione 	

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 5 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative all’ispezionabilità e manutenibilità del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera



Funzionamento idraulico

Il funzionamento idraulico preferenziale del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera si differenzia tra funzionamento in pressione (**FI1**) e a superficie libera (**FI2**), alimentando l’infrastruttura completamente a gravità in entrambe le alternative progettuali. Si evidenzia che per l’attraversamento della Piana di San Vittorino e per i sifoni della valle del Salto e del Turano, a causa delle condizioni orografiche, il funzionamento idraulico è in pressione in ogni configurazione.

Il funzionamento idraulico rappresenta ovviamente un elemento fondamentale per la progettazione del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera. La scelta del funzionamento idraulico condiziona ed indirizza significativamente tutte le scelte progettuali della infrastruttura idraulica (dimensioni, forma, pendenza, materiali, profondità di posa, ecc).

L’analisi ed il confronto delle alternative di funzionamento idraulico devono riferirsi alla funzionalità dell’opera in progetto ed alla garanzia di adeguati margini di sicurezza, nei confronti di portate, pressioni e livelli idrici per tutti gli scenari di esercizio della nuova infrastruttura, sia per le condizioni ordinarie che per quelle straordinarie.

Prescreening

<p>FI1 in pressione</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ maggiore flessibilità di funzionamento rispetto alle diverse condizione di esercizio ✓ minori vincoli sulla pendenza della condotta ✓ limita potenziali infiltrazioni e contaminazioni di acque di diversa provenienza (per soluzione con galleria idraulica DN4000) 	<ul style="list-style-type: none"> * necessità di prevedere sfiati (anche di linea) * verifica degli effetti del moto vario in pressione * necessità di maggiori profondità degli scorrimenti * maggiore difficoltà per gli scarichi intermedi a gravità * profondità di scavo maggiore, con maggiore potenziale impatto sulla circolazione idrica sotterranea 	
<p>FI2 a superficie libera</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ minore profondità degli scorrimenti ✓ possibilità di realizzare gli scarichi intermedi a gravità ✓ profondità di scavo minore e conseguente minore impatto sulla circolazione idrica sotterranea 	<ul style="list-style-type: none"> * maggiori vincoli sulla pendenza della condotta * verifica degli effetti del moto vario a superficie libera 	

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 6 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative al funzionamento idraulico del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera

Connessione al nodo di Salisano



Il Tronco Superiore esistente proveniente dalle opere di captazione si collega alla centrale idroelettrica di Salisano in corrispondenza della vasca di carico. Da quest’ultima si dirama una condotta DN2200 con funzionamento in debole pressione che fa confluire l’intera portata più a valle nel pozzo piezometrico, e alla camera valvole, da cui parte la condotta forzata che alimenta la turbina idraulica. Il sistema è dotato anche di camera di espansione posta in prossimità del calice di sfioro.

La progettazione del nodo terminale del nuovo acquedotto e del nuovo bypass della centrale di Salisano dovrà tener conto delle interferenze delle nuove opere con quelle esistenti, sia in fase di realizzazione, sia in fase di collegamento e messa in esercizio. Per quanto riguarda la connessione alla centrale idroelettrica di Salisano sono previste due alternative progettuali, rispettivamente con arrivo alla vasca di carico (**NS1**) e alla camera di espansione (**NS2**).

La prima alternativa (**NS1**) prevede la realizzazione di un collegamento dal Nodo S alla vasca di carico, da realizzare con tecnologia del microtunnelling e tubazione DN3200. In particolare, si prevede la realizzazione di un manufatto di connessione che si innesta al vecchio scarico di emergenza della vasca di carico oggi in disuso, che assolveva al compito di scaricare le acque nel vicino torrente Rocca in caso di malfunzionamenti e/o eventi imprevisti.

La seconda ipotesi in progetto (**NS2**), invece, prevede l’arrivo del nuovo acquedotto, dal manufatto del Nodo S in prossimità alla vasca di espansione. Tale connessione dovrà effettuarsi prevedendo la minor interferenza possibile con le opere esistenti, in funzione dei nuovi schemi idraulici di funzionamento dell’opera.

Prescreening

<p>NS1 arrivo alla vasca di carico 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ sito localizzato al margine della fascia di rispetto del nucleo storico di Salisano ✓ area meno acclive ✓ realizzazione di un nuovo manufatto di approccio nei pressi della vasca di carico 1 esistente ✓ riutilizzo e riqualificazione di opere esistenti (scarico di emergenza abbandonato) ✓ minimo disturbo al funzionamento idraulico della centrale di Salisano ✓ cantierizzazione indipendente dalle strutture esistenti ✓ minime interferenze con le opere esistenti 	<ul style="list-style-type: none"> * opere da realizzare su versante, spazi esigui, conseguenti difficoltà realizzative e di cantierizzazione * riutilizzo del canale in debole pressione che collega la vasca di carico 1 al pozzo piezometrico della Centrale di Salisano 	
<p>NS2 arrivo alla camera di espansione</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ evita la necessità di riutilizzare il canale in debole pressione che collega la vasca di carico 1 al pozzo piezometrico della Centrale di Salisano. 	<ul style="list-style-type: none"> * sito localizzato all'interno della fascia di rispetto del nucleo storico di Salisano * possibili interferenze con il funzionamento idraulico della centrale e delle condotte forzate * impossibilità di valutare lo stato di consistenza della camera di espansione * marcate interferenze con le opere esistenti * difficile gestione della cantierizzazione 	

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 6 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative alla connessione al nodo di Salisano del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera

Sorpasso generale (bypass) della Centrale di Salisano



Lo schema di funzionamento attuale della centrale prevede, nei casi in cui il flusso idrico attraverso le condotte forzate viene intercettato o ridotto, che la portata in eccesso venga deviata naturalmente verso un sistema di gallerie di sorpasso che collega direttamente il calice con il manufatto bipartitore a valle della centrale.

Il sistema di sorpasso è costituito da 2 pozzi verticali (il primo con imbocco a calice, il secondo con imbocco a vortice), disposti in serie lungo la galleria di sorpasso. Il pozzo a calice provvede a regolare il funzionamento del sistema in base al livello del pelo libero dell’acqua a monte delle condotte forzate. Il pozzo con imbocco a vortice ha la funzione di dissipare l’energia dell’acqua, funzione assolta anche dal primo pozzo e dalla galleria di sorpasso.

Come richiesto dai requisiti posti alla base della progettazione dell’opera, è necessario prevedere il sorpasso del nodo di Salisano e restituire tutta la portata addotta dalle Sorgenti del Peschiera direttamente negli acquedotti inferiori (Peschiera Destro e Peschiera Sinistro), e assicurando la possibilità di escludere completamente l’esistente manufatto bipartitore. Il nuovo bypass terminerà in un nuovo manufatto bipartitore posto in prossimità di quello esistente, previa dissipazione del carico tramite pozzi dissipatori.

Si distinguono le alternative progettuali con sorpasso (bypass) della centrale in sinistra (**B1**) e in destra (**B2**) rispetto alla centrale esistente.

Prescreening

<p>B1 sorpasso della centrale in sinistra</p>	<p>✓ minore lunghezza della condotta di bypass alla centrale</p>	<p>* morfologia acclive * vicinanza "Monumento Naturale Gole del Farfa" * ampie aree boscate * interferenza con gli acquedotti esistenti: Tronco Superiore del Peschiera e Capore</p>	
<p>B2 sorpasso della centrale in destra</p>	<p>✓ morfologia meno acclive ✓ migliore accessibilità e cantierabilità ✓ sostanziale assenza aree boscate ✓ tracciato regolare con possibilità di realizzazione dei pozzi di dissipazione lungo il tragitto</p>	<p>✓ maggiore lunghezza della condotta di bypass alla centrale</p>	

✓ vantaggio * svantaggio

Tabella 7 – Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali relative al sorpasso generale della Centrale idroelettrica di Salisano del Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera

In seguito a tale procedura di prescreening sono state quindi scelte le seguenti alternative progettuali:

- captazione: **C2**
- attraversamento della Piana di San Vittorino: **V2**
- tracciato del nuovo acquedotto: **T2**
- ispezionabilità e manutenibilità – sezione gallerie: **M1** e **M2**
- funzionamento idraulico (preferenziale): **F1** e **F2**
- nodo di Salisano: **NS1**
- sorpasso/bypass centrale di Salisano: **B2**.

5.2.3 Combinazione delle alternative progettuali scelte per la definizione delle soluzioni progettuali

Sulla base di quanto sopra riportato, al termine della procedura di prescreening si effettua una combinazione delle alternative progettuali scelte, scartando le combinazioni "non ottimali". Tale procedura consente di individuare, in sintesi, quattro soluzioni progettuali, da sottoporre all'analisi multicriteria per l'individuazione della soluzione progettuale ottimale per la collettività.

In definitiva, le soluzioni progettuali alternative analizzate sono:

Soluzione 1

- C2 - manufatto di partenza in destra rispetto l'acquedotto esistente
- V2 - attraversamento base versante della piana di San Vittorino
- T2 - in destra idraulica rispetto l'acquedotto esistente L=27km
- NS1 - arrivo alla vasca di carico presso Salisano
- B2 - sorpasso centrale di Salisano in destra
- FI1 - in pressione
- IM2 - galleria carrabile tubazione interna (DN 8000)

Soluzione 2

- C2 - manufatto di partenza in destra rispetto l'acquedotto esistente
- V2 - attraversamento base versante della piana di San Vittorino
- T2 - in destra idraulica rispetto l'acquedotto esistente L=27km
- NS1 - arrivo alla vasca di carico presso Salisano
- B2 - sorpasso centrale di Salisano in destra
- FI2 - superficie libera
- IM1 - galleria idraulica con savanella (DN 4000)

Soluzione 3

- C2 - manufatto di partenza in destra rispetto l'acquedotto esistente
- V2 - attraversamento base versante della piana di San Vittorino
- T2 - in destra idraulica rispetto l'acquedotto esistente L=27km
- NS1 - arrivo alla vasca di carico presso Salisano
- B2 - sorpasso centrale di Salisano in destra

dal Vertice V fino alla Piana delle Molette

- FI2 - superficie libera
- IM1 - galleria idraulica con savanella (DN 4000)

dalla Piana delle Molette al Nodo di Salisano

- FI1 - in pressione
- IM2 - galleria carrabile tubazione interna (DN 8000)

Soluzione 4

- C2 - manufatto di partenza in destra rispetto l'acquedotto esistente
- V2 - attraversamento base versante della piana di San Vittorino
- T2 - in destra idraulica rispetto l'acquedotto esistente L=27km
- NS1 - arrivo alla vasca di carico presso Salisano
- B2 - sorpasso centrale di Salisano in destra

dal Vertice V fino all'attraversamento del Fiume Turano

- FI1 - in pressione
- IM1 - galleria idraulica con savanella (DN 4000)

dall'attraversamento del Fiume Turano al Nodo di Salisano

- FI1 - in pressione
- IM2 - galleria carrabile tubazione interna (DN 8000)

Le soluzioni progettuali sono riepilogate nella seguente tabella.

	C1	C2	V1	V2	T1	T2	T3	T4	NS1	NS2	B1	B2	FI1	FI2	IM1	IM2
soluzione 1																
soluzione 2																
soluzione 3																
soluzione 4																

*Tabella 11 – Combinazioni delle alternative progettuali per il Nuovo Tronco Superiore dell’acquedotto del Peschiera. **C2**: manufatto di partenza in destra - **V2**: attraversamento base versante - **T2**: in destra idraulica acq. esistente - **NS1**: arrivo alla vasca di carico 1 - **B2**: sorpasso centrale in destra - **FI1**: in pressione - **FI2**: superficie libera - **IM1**: galleria idraulica con savanella - **IM2**: galleria carrabile tubazione interna*

Nelle combinazioni delle alternative progettuali è stata scartata la combinazione **FI1** (funzionamento in pressione) - **IM1** (galleria idraulica con savanella), per la difficoltà di garantire, nella posa della tubazione all’interno della galleria carrabile, la precisione circa la pendenza di progetto.

È stata altresì scartata la combinazione **FI2** (funzionamento a superficie libera) - **IM2** (galleria carrabile con tubazione interna), per l’intero tracciato, a causa della difficoltà nella realizzazione degli sfiati lungo il tracciato dell’intero acquedotto.

Le quattro soluzioni progettuali definite sono sottoposte quindi ad una valutazione comparativa attraverso un’analisi multicriteria, per l’individuazione della soluzione progettuale complessivamente più vantaggiosa per la collettività.

5.2.4 Analisi Multicriteria delle soluzioni progettuali

Le quattro soluzioni progettuali alternative definite sono sottoposte ad una valutazione comparativa attraverso un’analisi multicriteria, relativa a tutti i criteri e requisiti considerati per gli aspetti idraulici, geologico-strutturali, ambientali,

gestionali e manutentivi, igienico sanitari al fine di individuare la soluzione progettuale complessivamente più vantaggiosa.

Per quanto riguarda la modalità di valutazione, per ogni criterio e requisito esaminato, è stata rappresentata l'entità dell'impatto o interferenza, adottando la seguente scala di colori:

NULLO O TRASCURABILE	
BASSO	
MEDIO	
ALTO	

Per la valutazione complessiva, è di seguito riportata l'analisi multicriteria relativa a tutti i requisiti e criteri considerati, per gli aspetti idraulici, geologico-strutturali, ambientali, gestionali e manutentivi, igienico sanitari al fine di individuare la soluzione progettuale complessivamente più vantaggiosa.

L'analisi multicriteria è stata condotta considerando, separatamente, sia la fase di esecuzione delle opere, che quella di esercizio.

Rimandando per ogni maggiore dettaglio al DOCFAP, nella tabella che segue sono riportati i risultati della analisi multicriteria effettuata, con la scala cromatica precedentemente descritta:

COMPONENTE / DETTAGLIO	REQUISITI/CRITERI	FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO				
		SOLUZIONI				SOLUZIONI				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
IDRAULICI	-	Flessibilità di esercizio con funzionamento simultaneo nuovo e esistente	-	-	-	-				
		Tempi di regolazione del sistema	-	-	-	-				
		Possibilità di alimentare le derivazioni esistenti dal nuovo e vecchio acquedotto	-	-	-	-				
		Velocità massima e minima (pendenze, sezioni, scabrezza)	-	-	-	-				
		Facilità e precisione delle misure idrauliche (portate, livelli)	-	-	-	-				
		Manufatti speciali (sifoni, imbocco e sbocco, sfiati, scarichi e organi di manovra)								
GEOTECNICI STRUTTURALI	-	Interferenze con infrastrutture esistenti								
		Durabilità dell'opera								
		Robustezza strutturale								
AMBIENTALI	Atmosfera	Interferenza sullo stato di qualità dell'aria								
	Ambiente idrico superficiale	Interferenza con corsi d'acqua e stato qualità delle acque					-	-	-	-
		Compatibilità scarico acquedotto con piena 200ennale	-	-	-	-				
	Contesto geologico Suolo sottosuolo e acque sotterranee	Rischio sinkhole								
		Rischio frane								
		Rischio carsico								
		Interferenza con aree subsidenti								
		Impatti sulla circolazione idrica sotterranea								
		Problematiche di carattere litotecnico, geomeccanico e geologico-strutturale								
		Rischio sismico								
		Interferenza con sottosuolo – gestione terre di scavo								
	Vegetazione flora e fauna	Interferenza con valore naturale copertura, aree boscate, corridoi ecologici, Aree Rete Natura2000								
		Perdita di habitat per presenza opere in soprassuolo	-	-	-	-				
	Salute pubblica	Interferenza con salute pubblica								
	Rumore	Interferenza con aree abitate								
	Vibrazioni	Interferenza con strutture abitative								
	Radiazioni non ionizzanti	Interferenza con linee elettriche esistenti								
	Paesaggio	Interferenza con aree soggette a vincolo paesaggistico e con sistemi ed ambiti di paesaggio					-	-	-	-
		Zone ad elevata sensibilità archeologica					-	-	-	-
		Presenza opere permanenti in superficie	-	-	-	-				
Traffico e viabilità	Interferenze con sistema stradale									
Socioeconomia	Benefici economici									
GESTIONALI e MANUTENTIVI	-	Ripercussioni sull'acquedotto esistente in fase di costruzione								
		Incidenza sul funzionamento idraulico con l'acquedotto esistente in fase di esercizio	-	-	-	-				

COMPONENTE / DETTAGLIO	REQUISITI/CRITERI	FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO			
		SOLUZIONI				SOLUZIONI			
		1	2	3	4	1	2	3	4
	Accessibilità ai fini degli interventi manutentivi	-	-	-	-	■	■	■	■
	Accessibilità ai fini ispettivi	-	-	-	-	■	■	■	■
	Mantenimento dei livelli prestazionali previsti in progetto	-	-	-	-	■	■	■	■
	Velocità di svuotamento del nuovo acquedotto	-	-	-	-	■	■	■	■
	Svuotamento a gravità/sollevalo	-	-	-	-	■	■	■	■
	Sistemi e procedure di sicurezza degli operatori per l'ispezione e gli interventi di manutenzione	-	-	-	-	■	■	■	■
IGIENICO SANITARI	Tempo di permanenza idraulica nuovo acquedotto	-	-	-	-	■	■	■	■
	Utilizzo di materiali compatibili con l'uso idropotabile	-	-	-	-	■	■	■	■
	Possibilità di contaminazioni accidentale della risorsa idrica	-	-	-	-	■	■	■	■
	Sistemi e procedure di sicurezza per la protezione della risorsa idrica	-	-	-	-	■	■	■	■

Oltre alla analisi multicriteria sopra riportata, sulle quattro soluzioni è stata svolta anche l'Analisi di Convenienza Socioeconomica e Ambientale. Come si evince da tale analisi, la soluzione progettuale 3 risulta essere la soluzione migliore; tale soluzione è stata quindi approfondita e portata avanti nel PFTE.

5.2.5 Variazioni introdotte nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

La soluzione progettuale 3 individuata nell'ambito del DOCFAP come soluzione migliore, di seguito definita come l'intervento di progetto, è stata approfondita nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE).

Tale fase ha visto quindi la definizione dell'opera di progetto in ognuna delle sue componenti in modo che potesse essere successivamente oggetto della Progettazione Definitiva.

Rispetto a quanto ipotizzato nel DOCFAP, è stata ottimizzata l'operazione di scavo della galleria Montevecchio, prevedendo un cantiere principale e baricentrico rispetto all'intero tracciato (Piana delle Molette – PDM), nel quale centralizzare, ove possibile, le attività di scavo e quelle accessorie, invertendo la direzione di scavo della galleria Montevecchio, inizialmente prevista dal nodo S e nel PFTE centralizzata nel cantiere PdM.

5.2.6 Variazioni introdotte nel Progetto Definitivo

A seguito di ulteriori approfondimenti progettuali, l'ubicazione del cantiere principale è stata lievemente spostata verso nord, in corrispondenza della pista Go kart presso la località di San Giovanni Reatino, per ottimizzare la posizione di passaggio dello scavo tra TBM doppio scudo e TBM EPB, in funzione della natura dei terreni. L'area di cantiere principale è stata denominata quindi SGR.

In questa fase sono state approfonditi in particolare tutti gli aspetti legati alla cantierizzazione dell'opera, studiando nel dettaglio per ogni area di cantiere le diverse attività previste, gli approvvigionamenti, la produzione di materiali di risulta e le modalità di allontanamento, nonché il destino dei materiali stessi e le eventuali piste di accesso necessarie per raggiungere le aree di cantiere.

6 Descrizione delle Opere

Il progetto del "Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera" consiste nella realizzazione degli interventi che vengono di seguito descritti, partendo da monte verso valle in direzione del flusso idrico del nuovo acquedotto:

- opere di derivazione – sorgenti – Piana di San Vittorino: tali opere consistono nell'ottimizzazione del sistema di gestione della captazione, nella realizzazione del nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione (connesso alla centrale esistente) e nell'attraversamento della piana di San Vittorino, fino ad arrivare al nuovo manufatto di partenza dell'acquedotto.

Interventi sul sistema di captazione

Prevedono la riqualificazione di un tratto (circa 150 metri) del canale esterno al sistema di captazione attraverso la posa in opera, all'interno dell'alveo, di due tubazioni drenanti DN1000 annegate in un riempimento di materiale di grossa pezzatura ad elevata permeabilità.

Il completamento delle opere previste sul canale esterno avverrà con la realizzazione di un rilevato a copertura dell'alveo e la posa in opera di opportuni aeratori; a valle del tratto ricoperto è previsto un manufatto di derivazione che consentirà, attraverso un canale scatolare di dimensioni 1.60m x 1.60m, di far confluire l'acqua al nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione.

Realizzazione del nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione

Il nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione è connesso alla vasca di carico della centrale esistente tramite un canale scatolare di sezione 4.00m x 4.00m, da questa opera partiranno le lavorazioni connesse all'attraversamento della Piana di San Vittorino che prevedono, per una lunghezza totale di circa 2900 m, la posa in opera di una doppia tubazione DN2500 realizzata con la tecnica del microtunnelling.

Attraversamento della piana di San Vittorino – Nuovo manufatto di partenza dell’acquedotto

Per poter eseguire gli scavi in microtunneling sono necessari sei pozzi (tre di spinta e tre di arrivo della fresa meccanica) oltre al nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione: dai manufatti di spinta intermedi M1, M3 ed M5 si scaverà rispettivamente verso nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione e verso M2, verso M2 e verso M4, verso M4 e verso M6 (o nuovo manufatto di partenza dell’acquedotto).

Dal nuovo manufatto di partenza dell’acquedotto il flusso idrico procederà verso valle passando per la galleria Ponzano, scavata con TBM EPB DN4000.

- Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera: il tracciato del nuovo acquedotto è costituito da una galleria scavata con TBM-EPB DN4000 dal Manufatto di Partenza dell’acquedotto, in località Cotilia nel comune di Cittaducale (NMP_A), al comune di San Giovanni Reatino, con l’attraversamento delle valli Salto e Turano mediante dei sifoni costituiti da una doppia tubazione DN 2500 realizzata con la tecnica del microtunneling; da San Giovanni Reatino a Salisano invece sarà realizzata una galleria scavata con ROCK TBM DN7500. Le gallerie scavate tramite TBM avranno le seguenti lunghezze:
 - circa 4700 m per la galleria DN4000 “Ponzano”;
 - circa 2900 m per la galleria DN4000 “Cognolo”;
 - circa 2100 m per la galleria DN4000 “Zoccani”;
 - circa 13400 m per la galleria DN7500 “Montevecchio”.

I due attraversamenti delle valli del Salto e Turano avranno lunghezze rispettivamente di circa 630 m e 530 m. Complessivamente il Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera avrà una lunghezza (dal nuovo manufatto di partenza dell’acquedotto alla vasca di carico esistente di Salisano) di circa 27,4 km.

- Nodo di Salisano e sorpasso generale della centrale: Il Nuovo Acquedotto del Peschiera termina nel Manufatto Nodo S, da cui è previsto il collegamento alla Vasca di Carico esistente (galleria di circa 320 m con scavo in tradizionale) per l'alimentazione della Centrale idroelettrica con l'intera portata di concessione di 10 m³/s. È prevista poi l'esecuzione del sorpasso generale dell'area della centrale, mediante la realizzazione di due pozzi di dissipazione del carico piezometrico (pozzi PZ1 e PZ2), di una galleria di sorpasso di circa 2000 m, da realizzarsi principalmente mediante TBM DN4000. Il sistema di sorpasso è completo di un nuovo manufatto bipartitore (BIP) e di un breve tratto di collegamento al Peschiera Sinistro (galleria con scavo in tradizionale di lunghezza pari a circa 300 m).
Il collegamento al Peschiera Destro viene realizzato in derivazione dalla galleria che collega il secondo pozzo di dissipazione (Pozzo PZ2) e il manufatto Bipartitore, in prossimità del punto in cui tale galleria sottopassa il Peschiera Destro esistente stesso. Durante il tempo necessario a realizzare il collegamento definitivo, per l'alimentazione del ramo è previsto l'utilizzo di una galleria di accesso esistente posta poco a valle, opportunamente attrezzata per il trasporto idropotabile.
In ottemperanza a quanto espresso all'interno degli "Aspetti Geologico – Tecnici" del parere 46/2020 del CSLP, la configurazione del sorpasso è stata ottimizzata nel rispetto del principio generale di non produrre sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti strutturali e di preservare i livelli di sicurezza delle infrastrutture esistenti.
Nella precedente versione del sorpasso, dopo aver sottopassato il Peschiera Destro fino all'area del Bipartitore, era prevista una seconda galleria che da tale nodo tornava verso il Peschiera Destro per poi connettersi direttamente ad esso senza sfruttare la galleria di accesso esistente. La soluzione alla quale si è pervenuti permette di limitare il fuori servizio della infrastruttura esistente, e di realizzare allo stesso tempo il collegamento definitivo con tecniche realizzative non condizionate dalla necessità di contrarre temporalmente le lavorazioni. In questo modo si ha la possibilità di

impostare il cantiere di allaccio con una ridondanza di soluzioni per preservare la sicurezza dell’infrastruttura e di garantire la continuità dell’approvvigionamento idrico di Roma durante lo svolgimento dei lavori.

Complessivamente le nuove opere avranno una lunghezza di circa 27.450 m (opere di derivazione – collegamento alla vasca di carico esistente) come riportato nella tabella e nella figura seguenti per le varie tratte:

TRATTA	Lunghezza [m]
Opere di derivazione (NMP_D – NMP_A)	2.873
Galleria Ponzano (NMP_A – Salto)	4.737
Attraversamento valle del Salto	631
Galleria Cognolo (Salto – Turano)	2.887
Attraversamento valle del Turano	528
Galleria Zoccani (Turano – SGR)	2.080
Galleria Monte Vecchio (SGR – nodo S)*	13.379
Galleria Salisano (nodo S – vasca di carico esist.)	321
Sorpasso Centrale Salisano (nodo S – BIP)**	2.010
Collegamento BIP – Peschiera Sinistro	306

*180 m verranno scavati con tecnica tradizionale

**514 m verranno scavati con tecnica tradizionale

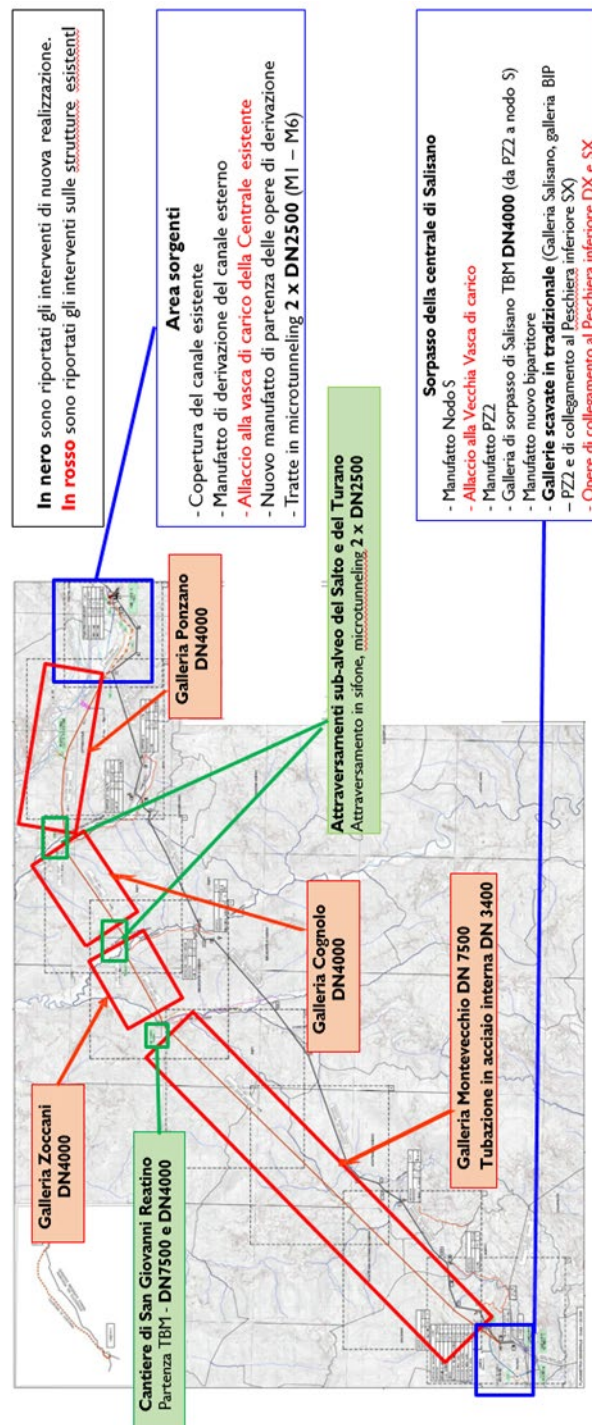


Fig. 2 Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera, Planimetria generale delle opere in progetto.

6.1 Funzionamento idraulico

Come dettagliatamente descritto nella Relazione Idraulica (A194PDR004), l'opera in progetto prevede il trasporto della portata dalle Sorgenti del Peschiera fino a Salisano con funzionamento idraulico misto.

Con particolare riferimento alle caratteristiche idrauliche, di seguito si riporta la descrizione delle opere di progetto costituita in successione dagli elementi di seguito elencati.

Sul canale a cielo aperto esistente del sistema drenante esterno è prevista la realizzazione di un manufatto di derivazione, in cui vengono convogliate le acque provenienti dai tubi fessurati che verranno installati all'interno del canale stesso. Nella nuova struttura viene preservata la soglia esistente, la cui cresta è posta a quota 409,75 m s.l.m., in modo tale da mantenere invariato il livello idrico della falda a monte e negli altri manufatti delle opere di captazione.

Nel manufatto il livello idrico viene regolato tramite una paratoia a ventola che costituisce di fatto una piccola traversa mobile di sbarramento, che all'occasione può essere inoltre abbattuta verso valle così da consentire lo scarico verso il canale esistente il quale, a sua volta, prosegue verso il canale di guardia per poi confluire nel Rio Peschiera.

In fregio all'opera è realizzato l'imbocco, con funzionamento a pelo libero, della condotta di collegamento con il nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione.

La condotta è costituita da uno scatolare 1.6x1.6 m in cemento armato, posato in opera mediante la realizzazione di una trincea.

La portata transitante dovrebbe essere mediamente pari a 2 m³/s, ed il valore di scabrezza da considerare è assunto pari a 75 m^{1/3}s⁻¹.

Per il collegamento tra il sistema drenante che attualmente alimenta la centrale di sollevamento e il nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione è presente un canale in cemento a sezione rettangolare 4x4 m, con pendenza pari a 3x1.000.

La quota di partenza è pari a quella del fondo della vasca della esistente centrale di sollevamento, circa pari a 405,1 m s.l.m., mentre la quota di arrivo al nuovo manufatto è pari a circa 405 m s.l.m..

Il moto nel canale è a superficie libera, e nei calcoli è stato assunto un valore del coefficiente di Gauckler-Strickler pari a $75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Le portate transitanti da considerare variano indicativamente tra 5 e 15 m^3/s in funzione dei diversi possibili scenari di gestione e delle possibili condizioni delle sorgenti.

Il nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione è realizzato con una prima vasca dove confluiscono sia la condotta 1.6x1.6 m sia il canale 4x4 m sopra descritti, e deve quindi risultare idoneo alla gestione di portate che possono variare indicativamente tra 5 e 17 m^3/s . A questo scopo il livello idrico e la ripartizione della portata tra quella da derivare verso l'acquedotto e quella da restituire al Rio Peschiera avviene mediante due sistemi di paratoie a ventola.

Il primo sistema, che svolge la funzione di mantenere la quota assoluta a monte pari a 408,5 m s.l.m., è composto da 4 paratoie di 5 x 1.8 m che complessivamente sviluppano una soglia sfiorante verso il nuovo acquedotto di lunghezza pari a 20 m.

Il secondo sistema, che consente di scaricare verso il Rio Peschiera la portata in eccesso rispetto quella da derivare, è costituito da 6 paratoie a ventola di dimensione 4 x 1.8 m. Il loro funzionamento combinato consentirà di avere una soglia di lunghezza complessiva pari a 24 m. Il numero di paratoie da disporre in posizione di sfioro è funzione della quantità di acqua da restituire al Fiume, variabile in relazione al regime delle sorgenti e allo scenario di esercizio dell'acquedotto.

La portata derivata tramite il primo sistema di paratoie a ventola confluisce in una vasca avente una quota di fondo pari a 398 m s.l.m., nella quale il livello idrico è rigurgitato fino all'altezza necessaria ad avere il carico idraulico di monte utile a far defluire nell'acquedotto la portata stabilita.

Il funzionamento dell'acquedotto è infatti governato da un livello idrico mantenuto costante in prossimità della centrale idroelettrica di Salisano (pari alla quota dello

sfiatore a calice della centrale a cui viene sommata, in condizioni di attivazione del sorpasso, il valore del battente idrico sul calice stesso) da cui, ricostruendo la linea dei carichi fino al manufatto di partenza delle opere di derivazione si può determinare il livello di partenza corrispondente alle diverse condizioni di esercizio.

Dal nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione nell'area delle Sorgenti due condotte di derivazione DN2500 in calcestruzzo (coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler assunto pari a $80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) attraversano in sifone la Piana di San Vittorino e raggiungono il nuovo manufatto di partenza dell'acquedotto. Le pendenze assegnate in tale tratta sono idonee a consentire lo sfiato delle condotte al fine di garantirne il corretto funzionamento. In particolare è previsto un tratto in discesa fino al pozzo M2 a pendenza 4×1.000 , un tratto in salita fino al pozzo M5 con pendenza pari al 2×1.000 e un terzo tratto in discesa fino al manufatto di partenza del nuovo acquedotto avente pendenza nuovamente del 2×1.000 .

In prossimità di M5 è presente un manufatto di sfiato, mentre in prossimità di M2 è prevista la presenza di uno scarico con un sistema di aggettamento tramite pompaggio.

La lunghezza complessiva dell'attraversamento della Piana di San Vittorino è di circa 2873 m, e la quota di scorrimento nel pozzo M1 sarà pari a 398,00 m s.l.m. mentre all'arrivo al pozzo M6 risulterà pari a 395,02 m s.l.m..

Dal manufatto di partenza del nuovo acquedotto fino a San Giovanni Reatino l'opera è caratterizzata, a meno degli attraversamenti dei fondivalle del Fiume Salto e del Fiume Turano in sifone, da un funzionamento idraulico a superficie libera in galleria idraulica DN4000 realizzata con conci di calcestruzzo prefabbricati giuntati tra loro (coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) con base carrabile incisa con una savanella e pendenza costante pari a 3×10.000 .

Dal nuovo manufatto di partenza dell'acquedotto fino al manufatto di partenza della condotta di attraversamento della valle del Salto la galleria idraulica ha una lunghezza di circa 4,7 km. La quota iniziale di scorrimento di tale prima tratta è posta a 403,81m s.l.m., raggiungendo la valle del Fiume Salto a quota 402,39m s.l.m..

A valle del sifone al Salto, l'acquedotto riparte, con funzionamento a pelo libero, con una quota di scorrimento di 402,07m s.l.m. per una lunghezza di 2,9 km fino alla valle del Fiume Turano a quota 401,20m s.l.m..

Tali quote di scorrimento, dell'opera di progetto, consentono lo scarico della portata dell'acquedotto nei due fiumi anche nel caso in cui le acque superino il livello dei rispettivi fondovalle.

Gli attraversamenti in sub-alveo dei Fiumi Salto e Turano, di lunghezza rispettivamente pari a circa 631m e 528m sono realizzati per mezzo di sifoni di attraversamento, per mezzo di due tubazioni DN2500 in calcestruzzo (coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler assunto pari a $80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$). Le quote di scorrimento in partenza sono rispettivamente poste a 387,08m s.l.m. e 384,83m s.l.m. con pendenza costante pari a 2×1.000 in salita, in modo tale da consentire il regolare sfiato delle condotte.

Dopo l'attraversamento in sifone della valle del Turano, l'acquedotto riparte ancora con funzionamento a pelo libero e con galleria idraulica DN4000 di circa 2,1 km fino San Giovanni Reatino sempre con pendenza pari a 3×10.000 . La quota di scorrimento di partenza di tale tratto è pari a 400,83m s.l.m..

Successivamente, da San Giovanni Reatino l'acquedotto prosegue fino a raggiungere il Nodo S (a quota 386,9m s.l.m.) con funzionamento idraulico a pressione in galleria carrabile diametro interno 7.5 m con pendenza costante pari a 3×10.000 , al cui interno è alloggiata una condotta in acciaio DN3400 (coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $90 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) con andamento a dente di sega, in modo da garantire alla condotta le pendenze minime richieste per il regolare sfiato della stessa (2×1.000 in salita e 4×1.000 in discesa). Tale tratto ha lunghezza pari a circa 13,4km e quota di scorrimento iniziale della condotta pari a 390,85 m s.l.m., determinata per minimizzare il rischio di ingresso di aria da monte in caso di oscillazioni del livello idrico di moto vario di insieme conseguente al verificarsi di bruschi transitori idraulici.

Il collegamento tra Nodo S e la centrale di Salisano, avviene mediante galleria idraulica con funzionamento in pressione con quota di scorrimento pari a 386,90m

s.l.m. e diametro DN3400 in calcestruzzo, realizzato attraverso uno scavo in tradizionale (coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler assunto pari a $75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) di lunghezza pari a 321m. Tale galleria raggiunge la vasca di carico della centrale idroelettrica di Salisano in prossimità del canale di scarico della stessa, a quota 391,00m s.l.m..

Nel manufatto, sul lato in destra idraulica, sarà realizzato un petto sulla cui sommità saranno incernierate due paratoie a ventola di dimensione 7,25 x 2 m. La funzione di questi due organi è quella di regolare la portata e il carico idraulico verso la centrale secondo la esigenza di avere il salto idroelettrico ottimale per la produzione di energia corrispondente alla quota assoluta del calice di sfioro (397.80 m s.l.m.).

La quota delle sommità delle paratoie a ventola dovrebbe pertanto essere 399,40 m s.l.m.. Una ulteriore funzione svolta da questa soglia mobile sarà quella di garantire lo sfioro di eventuali portate in eccesso rispetto a quelle richieste dalla centrale.

Con una rotazione verso il basso la portata in arrivo dal Nuovo acquedotto potrà essere ripartita in aliquote differenti verso la centrale e verso lo sfioro. La quota di fondo della vasca è pari a 384,50 m s.l.m.

In corrispondenza del Nodo S, ha origine anche il sistema di sorpasso generale della centrale, che verrà utilizzato anche per addurre le acque al punto di scarico dell'acquedotto, posto a valle nel manufatto denominato Nuovo Bipartitore. Tale sistema è costituito da due pozzi di dissipazione di energia, uno ubicato in corrispondenza del Nodo S e l'altro a circa metà del dislivello geodetico da dissipare.

La galleria di sorpasso ha diametro interno DN4000 a fondo piatto nel primo tratto, con una lunghezza 1500m circa. Il funzionamento è a superficie libera con sezione circolare a fondo piatto, al disotto del quale sarà posizionata una condotta $\Phi 800$ in acciaio atta a favorire il deflusso anche in condizioni di bassa portata. Tale galleria collega di fatto, il pozzo di dissipazione PZ1 al pozzo di dissipazione PZ2.

I pozzi di dissipazione PZ1 e PZ2 hanno un diametro interno a $\Phi 6,5\text{m}$ e profondità di 130m circa, all'interno del quale è realizzato un pozzo di diametro $\Phi 2,50\text{m}$ per la dissipazione del carico disponibile, in adiacenza vengono posate due tubazioni di

acciaio una per l'ingresso dell'aria (aeroforo) e l'altra atta ad evitare fenomeni di alterazioni dell'equilibrio calcio carbonico con conseguente precipitazione di carbonato di calcio negli acquedotti di valle, per la dissipazione del carico nel funzionamento a bassa portata.

Il secondo tratto della galleria di sorpasso ha una geometria della sezione trasversale policentrica, con al suo interno una sezione circolare con DN3400, con funzionamento in pressione, per una lunghezza di 500m circa. Al disotto della sezione policentrica sarà posizionata una condotta $\Phi 800$ in acciaio atta a favorire il deflusso anche in condizioni di bassa portata. Collegherà il pozzo di dissipazione PZ2 al nuovo manufatto Bipartitore.

La condotta in acciaio $\Phi 800$ si sviluppa con continuità dal Nodo S, attraverso i due pozzi di dissipazione e le due gallerie di collegamento, fino al nuovo manufatto Bipartitore. In corrispondenza del manufatto di imbocco del PZ2 e del nuovo Bipartitore saranno posizionate due set di valvole per la riduzione del carico e un misuratore di portata elettromagnetico per il monitoraggio della portata.

Il nuovo manufatto Bipartitore ha la funzione di suddividere direttamente la portata proveniente dal Manufatto Nodo S e ripartirla ai tronchi inferiori DX/Sx dell'acquedotto del Peschiera.

Rientrano tra le opere previste nel by-pass della centrale di Salisano anche i collegamenti con i tronchi Peschiera Inferiore Sinistro e Peschiera Inferiore Destro.

Il manufatto di collegamento al Peschiera Inferiore Destro è realizzato direttamente in derivazione dalla galleria di sorpasso, in prossimità della sezione in cui questa sottopassa l'infrastruttura esistente. Dal secondo tratto della galleria di sorpasso, in prossimità del Peschiera Destro, in verticale sale un pozzo fino a una quota circa pari alla quota di fondo dell'infrastruttura esistente. Tale pozzo termina in un manufatto sotterraneo, accessibile dall'alto, in cui sono presenti le tubazioni che mettono in collegamento idraulico il pozzo stesso con il Peschiera destro.

Per quanto riguarda invece il Tronco Inferiore Sinistro, dal Bipartitore parte una galleria con funzionamento idraulico in pressione, avente sezione circolare DN3400 e

lunghezza di 300m, che termina anche essa in un pozzo di risalita con quota analoga a quella del punto di connessione con l'infrastruttura esistente, ossia il manufatto di monte dell'attraversamento in ponte canale del fosso Rasciano.

6.2 Aspetti geologici e sismici

L'area interessata dal presente progetto è situata in Appennino Centrale e ricade, quasi interamente, nel gruppo dei Monti Sabini, con la sola eccezione dell'area della sorgente del Peschiera, situata in corrispondenza del contatto tettonico tra la struttura sabina e le unità carbonatiche di piattaforma della dorsale di M. Nuria.

Le unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio comprendono:

- nel settore sudoccidentale i depositi pre-orogenici di ambiente marino appartenenti alla successione stratigrafica Sabina;
- nel settore nordorientale le unità postorogeniche di ambiente continentale, appartenenti al Sintema del paleo-Farfa.

In particolare, le formazioni pre-orogeniche sono unità essenzialmente calcaree e calcareo-marnose depositatesi in ambiente marino in un intervallo compreso tra il Giurassico e il Miocene inferiore.

I depositi quaternari post-orogenici appartenenti al Sintema del paleo-Farfa (Unità di Cenciara, Unità di Monteleone Sabino), sono rappresentati essenzialmente da facies conglomeratiche che, per via del loro spessore e della loro estensione areale, obliterano quasi completamente i caratteri del substrato pre-orogenico, affiorante unicamente in alcuni settori limitati delle valli del Salto e del Turano.

Le principali morfologie presenti nell'area di studi sono riferibili a forme strutturali, di versante dovute alla gravità, fluviali e carsiche. Le forme strutturali, a piccola e

grande scala, caratterizzano diffusamente i settori occidentali, sud-orientali e nord-orientali dell'area di studio, in particolar modo le dorsali carbonatiche dei Monti Sabini occidentali e orientali e la Conca di Rieti. Queste forme sono costituite da scarpate di faglia, di linea di faglia e di erosione selettiva. Esse si sono sviluppate lungo i principali sovrascorrimenti e faglie presenti, in corrispondenza dei contatti litologici tra formazioni a diversa erodibilità nella successione meso-cenozoica. Sono, inoltre, da segnalare dissesti legati alla presenza di frane di diversa tipologia, quali:

- crolli e ribaltamenti di blocchi, interessando i versanti sub-verticali delle valli dei fiumi Salto e Turano;
- frane con movimenti complessi, di estensione variabile, interessano in diversi punti terreni a prevalente componente marnoso-argillosa e le successioni sabbioso-conglomeratiche post-orogenesi; localmente si sviluppano lungo i principali sovrascorrimenti dell'area, sui ripidi versanti calcarei.

La piana di San Vittorino, ubicata ai margini orientali della Conca di Rieti, è caratterizzata da frequenti fenomeni di sprofondamento rapido, i quali originano depressioni circolari con diametro fino a 100m e profondità fino a 10m (sinkhole). L'origine di questi sprofondamenti è da ricercarsi nell'assetto tettonico, geologico ed idrogeologico dell'area. In particolare, la genesi dei sinkhole nell'area di San Vittorino è ricollegabile alla contemporanea presenza di due processi:

1. processi carsici, caratterizzati dalla dissoluzione chimica dei travertini intercalati nei sedimenti alluvionali, ad una profondità variabile da molto superficiali fino a 40-45m, a causa della risalita di fluidi ricchi in gas, quali CO₂ e H₂S, lungo alcune linee di faglia aventi direzione appenninica;
2. processi fisico-meccanici, determinati dalla riduzione delle pressioni efficaci ad opera di moti di filtrazione ascensionali.

Relativamente all'area delle sorgenti del Peschiera, sussiste una problematica legata alla presenza di una Deformazione Gravitativa di Versante Profonda (DGPV) evidenziata nella cartografia IFFI, recepita dal PAI, oggetto di numerosi studi (Martino et al., 2004, Lenti et al., 2012, Fiorucci et al., 2015, 2017).

Analisi e rilievi LIDAR eseguiti nel giugno 2009, hanno evidenziato diffusamente sull'intero versante morfologie di origine carsica (quali depressioni ellissoidali, doline e pozzi di crollo), a luoghi colmate da terreni residuali ("terre rosse"), scarpate di frana trasversali e trincee longitudinali conseguenza dei fenomeni di deformazione gravitativa che, agendo a scala dell'intero versante, coinvolgono pervasivamente l'ammasso roccioso.

Le principali sorgenti dell'area in studio sono costituite dalle sorgenti del Peschiera, contenute rispettivamente nel complesso idrogeologico di Transizione di Piattaforma-Bacino ed in quello proprio della serie Sabina, con una portata di circa 5mc/s per la sorgente Capore e di circa 1mc/s per i fiume Salto e Turano, aventi area di ricarica estesa ai Monti Sabini meridionali e occidentali. Le sorgenti del Peschiera, insieme alle emergenze della piana di San Vittorino e al drenaggio sotterraneo verso il fiume Velino, individuano una portata di circa 30mc/s, espressione del complesso idrogeologico di piattaforma carbonatica.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area di interesse progettuale vede un'importante falda regionale in cui si conferma lo spartiacque presente sulla dorsale di Monte San Giovanni, ad orientazione ENE-WSW, con direzioni di deflusso sotterraneo orientate NE e SW in cui si evidenziano gli acquiferi sovrapposti presenti nella Scaglia e nella Maiolica separati dall'aquiclude costituito dalle marne a Fucoidi; le porzioni più orientali dell'area in studio vedono invece un deflusso sostanzialmente orientato verso la piana di Rieti e una falda contenuta prevalentemente nei depositi conglomeratici e della scaglia detritica. In tal modo il tracciato dell'acquedotto si posiziona quasi sempre in direzione sostanzialmente perpendicolare alle direzioni di flusso degli acquiferi, eccezion fatta per alcuni tratti che attraversano la piana di S. Vittorino e la dorsale di Casali Ponzano. A livello di circolazione regionale i flussi dell'acquifero propri delle dorsali Salto e Turano e della piana di S. Vittorino possiedono come recapito di base la piana di Rieti mentre quelli della dorsale di Monte San Giovanni non è ben chiaro se affiorino più a valle della sorgente Capore, lungo il fiume Farfa, oppure alimentino direttamente la sorgente stessa.

In base ai dati editi e inediti riportati nella relazione specifica, sono state distinte due unità idrogeologiche separate da un importante lineamento tettonico orientato circa N-S (sovrascorrimento cieco di valle Ariana) ed una terza unità, di cui sono da approfondire i limiti fisici, relativa all'acquifero in pressione della *Sorgente delle Capore*. L'unità idrogeologica orientale, denominata *Unità della Scaglia e Conglomerati*, presenta una falda freatica più o meno continua circolante nei conglomerati e nella scaglia sottostante. Questa falda è caratterizzata da una direzione media di flusso orientata circa SE-NW e valori di carico idraulico che variano dagli oltre 420m s.l.m. della zona meridionale ai 390m s.l.m. in prossimità della piana di Rieti. La sequenza dei conglomerati, in relazione a possibili intercalazioni di orizzonti poco permeabili, può inoltre essere sede di più circolazioni idriche sospese, che vanno ad alimentare piccole sorgenti locali, con portate limitate. Procedendo verso i settori occidentali, ad Ovest del fronte di sovrascorrimento sepolto sotto la valle Ariana, si individua una seconda unità idrogeologica, denominata *Unità della Scaglia e Maiolica*. In questa unità è stata rilevata la presenza di due falde freatiche. La prima falda è ospitata dalle formazioni della *Scaglia Bianca e Rossa* e sospesa sulla sottostante formazione impermeabile delle *Marne a Fucoidi*. In base a quanto ricostruito questa falda presenterebbe, in questa zona, uno spartiacque sotterraneo orientato circa ENE-WSW, associato ad un alto piezometrico. La seconda falda, più profonda, è ospitata dalla formazione della Maiolica e presenta un carico idraulico di circa 300m s.l.m.

Il tetto della falda idrica interseca ripetutamente la superficie topografica dando luogo a fenomeni di drenaggio in alveo dei principali corsi d'acqua che si presentano perenni nei fiumi Salto Turano e Velino e intermittenti in quelli della dorsale di Monte San Giovanni quali il torrente Ariana e il reticolo del fosso di Montenero.

Dagli elaborati A194PDG0017, A194PDG0018, A194PDG0019, A194PDG0020–Sezioni idrogeologiche sono visibili i tratti in cui il tracciato dell'acquedotto interseca la falda regionale con gli spessori in calotta su tratte acquifere omogenee alla scala analizzata e vengono inoltre riportati la tipologia delle venute d'acqua funzione della

permeabilità della formazione e dello stato di fratturazione dell'ammasso. I tratti caratteristici delle singole tratte vengono di seguito elencate:

- Area sorgiva-Piana di Micciani: i manufatti realizzati nei pressi dell'opera di captazione possiedono quote che digradano dalla 407 m s.l.m. delle sorgenti sino alla 406 m s.l.m. circa, registrata fuori l'influenza dell'idrostruttura del Peschiera in prossimità della piana di Micciani. In questo tratto le opere di progetto possiedono battenti idrici di circa 10 m e gli scavi saranno caratterizzati dalla presenza di venute d'acqua funzione della permeabilità connessa alla facies dei depositi alluvionali incontrati che presumibilmente dovrebbe tendere a presentare depositi relativamente meno permeabili in direzione del sondaggio Si3; in tali zone si prevede anche l'intercettamento di fluidi profondi in risalita; il battente sull'opera decresce andando in direzione del termine della piana alluvionale con valori compresi tra 5 e 10 m;
- Dorsale Casali Ponzano: dal sondaggio S1(2) in poi le opere di progetto non interferiscono con la falda idrica sino all'intersezione con il fiume Salto; l'acquedotto infatti si pone in un intervallo tra i 2-5 metri circa sopra la quota di saturazione regionale;
- Salto-Turano: in corrispondenza di questo tratto e sino alle porzioni orientali del fiume Turano non si prevedono interazioni con la falda idrica regionale, eccezion fatta per gli attraversamenti in sifone dei due corsi d'acqua con battenti massimi non superiori ai 5 m;
- Monte Zoccali-Sondaggio S10(2): lo sviluppo planoaltimetrico della condotta di progetto di questa porzione interseca l'acquifero della scaglia e presumibilmente con quello della Maiolica che possiedono recapiti di base identificati con la piana di Rieti; i battenti massimi che si presentano da Monte Zoccali a fosso Ariana sono dell'ordine di 5 m e successivamente compresi tra 10 e 20 m prima dell'intersezione con le Marne a Fucoidi poste in sinistra idraulica del fosso; anche all'interno della maiolica i battenti in calotta ipotizzati dalla ricostruzione piezometrica risultano compresi tra i 5 e i 10 m; in corrispondenza del sondaggio S10(2), lì dove la galleria fora il setto delle

Marne a Fucoidi e si entra nell'acquifero della scaglia si arriva a riconoscere battenti massimi di circa 40 m;

- S10(2) - Salisano: nelle porzioni iniziali, che corrispondono alle zone sud occidentali rispetto al lineamento tettonico su cui si impostano i pozzi di APS nel Comune di S. Giovanni Reatino, non vi è interazione con la falda idrica poiché il tracciato si sviluppa in maiolica e possiede un flusso diretto verso i quadranti sud occidentali presentando carichi idraulici di circa 300 m s.l.m. Venute d'acqua si rintraccerebbero invece, dalla piezometria ipotizzata, in corrispondenza dell'attraversamento del tetto delle Marne a Fucoidi a valle del toponimo "Macchiette Mandrie", rientrando quindi nell'acquifero della Scaglia in prossimità del fosso a direzione N-S del reticolo del fosso di Montenero con battenti dell'ordine di 30-40 m. Nelle porzioni di tracciato più sud occidentali è stata comunque ipotizzata una interazione della falda con battenti che vanno da 20 m presso la località Montagnoli a degradare progressivamente a battenti minimi prima di Salisano. Si segnala inoltre che anche all'interno degli aquicludi, quali scaglia cinerea Bisciario e variegata della località Villanette, in giacitura sinclinalica, nell'attraversare i lineamenti tettonici potrebbero generarsi delle venute d'acqua concentrate in corrispondenza di zone intensamente cataclaste;

Sorpasso di Salisano: le quote piezometriche in questo tratto di progetto risentono della notevole tettonizzazione cui sono stati sottoposte le formazioni, causati da raccorciamenti della serie in corrispondenza di un sovrascorrimento a carattere regionale che ha causato la diminuzione della porosità secondaria dei litotipi; tale fenomeno è evidente nella misura del gradiente idrico misurato in alcuni punti singolari che localmente risulta molto elevato. Su questa zona andranno effettuati approfondimenti che metteranno in luce l'effettiva presenza di un acquifero piuttosto che aquitard o aquicludi.

La scelta della tecnologia di scavo in meccanizzato mediante l'utilizzo di Tunnel Boring Machines fornisce ampie garanzie sulla possibilità di controllare e minimizzare gli effetti sulla falda e costituisce, di fatto, la soluzione più efficace ed avanzata per la

riduzione degli effetti indesiderati di interazione delle attività di scavo con l'ambiente. Questo sia per la presenza di scudo e testa di scavo, sia per le velocità di scavo decisamente superiori a quelle ottenibili mediante scavo in tradizionale che permettono di ridurre i tempi tra lo scavo e la posa del rivestimento definitivo, sia per la presenza in continuo di iniezioni di miscele bicomponenti (backfilling) a tergo del rivestimento definitivo, garanzia del completo ripristino della continuità tra ammasso e opera. Nel caso dell'utilizzo di TBM con tecnologia Earth Pressure Balance (EPB), inoltre, la possibilità di applicare e regolare la contropressione al fronte fornisce ulteriori importanti garanzie sulla possibilità di controllare e ridurre a valori pressoché nulli gli impatti sulla falda.

La sismicità relativa all'area interessata dal presente progetto, è principalmente legata ai terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale (settore umbro-marchigiano e aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100km), oltre che, secondariamente, a risentimenti di terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore 100km) o telesismi.

In riferimento al Catalogo ITHACA, all'interno del quale è riportata la collocazione spaziale delle faglie attive e capaci presenti sul territorio italiano, nell'area si individuano n. 7 faglie che risultano aver avuto attività dal tardo Pleistocene all'Olocene. Nel complesso, data la vicinanza di tali sorgenti sismogeniche in grado di generare terremoti di magnitudo compresa tra 6 e 7, l'area di progetto del nuovo acquedotto del Peschiera risulta caratterizzata da una sismicità medio-alta come confermato anche dai dati storici disponibili.

In base alla vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009), i Comuni interessati dall'area di progetto rientrano quasi esclusivamente nella Sottozona Sismica 2B ad eccezione del Comune di Castel Sant'Angelo classificato in Zona Sismica 1, del Comune di Cittaducale classificato in zona sismica 2A e del Comune di Rieti diviso in Sottozona Sismica 2A e 2B (rispettivamente zona Est e zona Ovest).

Inoltre, ai sensi del D.P.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica del territorio della Regione Lazio, risultano pubblicati per i Comuni intercettati dal tracciato del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1. Attraverso quest'ultimi è possibile individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone soggette a instabilità, quali frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni dinamiche del terreno.

6.3 Aspetti geotecnici e strutturali

Per le grandi infrastrutture complesse risulta particolarmente idoneo avvalersi di un approccio alla progettazione di carattere prestazionale (*performance-based design*), che fonda le basi sull'esplicitazione a monte della fase di progetto delle prestazioni e dei requisiti richiesti dal sistema durante tutta la vita nominale, definita convenzionalmente come il numero di anni nel corso dei quali è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

In particolare, in accordo con i valori minimi della vita nominale V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione riportati nella Tab.2.4.I delle NTC2018, si è scelto di inquadrare l'opera come costruzione con livello di prestazione elevato e dunque con $V_N=100$ anni.

Tra i requisiti da considerare per una corretta progettazione risultano centrali quelli di affidabilità, durabilità e robustezza.

In particolare, per *affidabilità* si intende la capacità di una struttura o di un elemento strutturale di soddisfare i requisiti specifici, compresa la vita nominale di progetto, per i quali è stato realizzato. In senso stretto, essa esprime la probabilità che una struttura non superi specificati stati limite (stati limite ultimi e stati limite di servizio)

durante un prefissato periodo di riferimento. Di conseguenza, più piccola è tale probabilità, maggiore è la sua affidabilità.

La *durabilità* rappresenta la capacità che un sistema ha di mantenere invariato, con il trascorrere del tempo, il margine di sicurezza nei confronti degli stati limite verificati in fase di progetto. Negli anni è stato dimostrato, in modo inequivocabile, come il degrado possa determinare la prematura messa fuori servizio delle strutture.

Infine, per *robustezza* si intende la capacità di un sistema di non essere danneggiato da eventi eccezionali in maniera sproporzionata rispetto alla causa di origine. Particolare rilevanza nelle infrastrutture complesse è da porre anche al possibile collasso progressivo delle opere, ossia un meccanismo che scaturisce da una rottura in maniera localizzata di un elemento del sistema e si estende progressivamente, rendendo non più funzionale l'opera.

Per quanto riguarda il sistema acquedottistico del Tronco Superiore del Peschiera, in ragione della natura dell'opera (infrastruttura prevalentemente a carattere lineare), gli obiettivi di robustezza e affidabilità indicati possono raggiungersi sfruttando fondamentalmente il concetto di ridondanza strutturale; l'affidabilità dell'acquedotto infatti, cresce al crescere del numero di elementi operanti in parallelo, cioè capaci di svolgere la stessa funzione. Pertanto, considerando che l'acquedotto esistente non può essere ispezionato per l'impossibilità di metterlo fuori servizio, in modo da evitare una lunga e non sostenibile interruzione dell'approvvigionamento idrico dell'ATO2, appare fondamentale prevedere e realizzare una nuova opera che assolva lo stesso compito. Inoltre, è opportuno segnalare come l'assunto di opera strategica, e quindi aver l'assegnazione di una classe d'uso pari a IV, conferisce all'infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

Nella fase di esercizio definitiva, l'incremento dell'affidabilità e in parallelo di robustezza globale di sistema sono garantiti principalmente dalle possibilità di:

- derivare la portata di concessione in caso di emergenza attraverso un singolo vettore (dei due vettori che saranno disponibili) del sistema acquedottistico. In particolare, una volta terminata la nuova infrastruttura, si potranno eseguire

i lavori necessari al fine di migliorare la capacità di trasporto di quella esistente;

- eseguire interventi e operazioni di manutenzione straordinaria sull'acquedotto esistente, al fine d'incrementarne i livelli prestazionali.

Sulla base della definizione della *durabilità* intesa come la capacità dell'opera di resistere ai fenomeni aggressivi ambientali durante la sua vita nominale, mantenendo inalterate le funzionalità per la quale è stata progettata, è necessario prevedere nel progetto non solo i fenomeni meccanici legati ai materiali ma anche i fenomeni di degrado ambientale. Pertanto, particolare attenzione è stata posta oltre alla progettazione dei materiali costituenti le diverse parti dell'opera anche ai dettagli costruttivi e realizzativi, che preservino la costruzione, dall'azione degli agenti atmosferici, dalle infiltrazioni d'acqua, dall'esposizione a sostanze aggressive, etc.

La progettazione che contempla la prestazione di maggiore durabilità delle opere prevede l'elaborazione di un piano di manutenzione ordinaria che mette in relazione le parti d'opera da mantenere con i rischi a cui la struttura va incontro, le diverse tipologie di interventi da attuare, i tempi in cui agire. In maniera parallela, deve essere previsto e messo in opera un sistema di monitoraggio e controllo delle componenti strutturali e funzionali dell'opera, che ne preservi gli specifici livelli prestazionali per cui sono stati progettati per tutta la vita nominale dell'intera infrastruttura.

Le principali opere della nuova infrastruttura acquedottistica sono di seguito elencate (da monte verso valle):

- Copertura del canale esistente (Sorgenti del Peschiera)
- Manufatto di derivazione del canale esterno al sistema di captazione (Sorgenti del Peschiera)
- Nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione (Sorgenti del Peschiera)

- Tratte in microtunneling DN2500 per l'attraversamento della Piana di San Vittorino (Sorgenti del Peschiera – dal nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione al nuovo manufatto di partenza dell'acquedotto)
- Gallerie realizzate con scavo meccanizzato DN4000 (Galleria Ponzano, Cognolo e Zoccani)
- Galleria realizzata con scavo in tradizionale (Finestra di accesso Cotilia)
- Sifoni realizzati con tecnica del Microtunneling (Sifone Fiume Salto e Sifone Fiume Turano)

- Galleria realizzata con scavo meccanizzato DN7500 + tubazione in acciaio interna DN3400 (Galleria Monte Vecchio DN7500)
- Manufatto Nodo S (By-pass della centrale di Salisano)
- Galleria realizzata con scavo meccanizzato DN4000 (Galleria di sorpasso della centrale di Salisano, da Nodo S a PZ2)
- Manufatto PZ2
- Manufatto nuovo bipartitore
- Gallerie scavate con tecnica tradizionale (Galleria Salisano, Galleria di sorpasso da manufatto bipartitore a PZ2, Galleria di collegamento da manufatto bipartitore al Peschiera inferiore sinistro)

Inoltre, lungo il tracciato del Nuovo Acquedotto del Peschiera sono previsti interventi di collegamento alle infrastrutture esistenti. I nodi principali dell'acquedotto esistente interessati dagli interventi di progetto sono di seguito riportati:

- Allaccio alla vasca di carico della Centrale esistente (Sorgenti del Peschiera)
- Allaccio alla vecchia vasca di carico (Nodo S)
- Collegamento al Tronco del Peschiera Inferiore Destro

- Collegamento al Tronco del Peschiera Inferiore Sinistro

Si precisa che nel presente progetto sono state eseguite delle attente valutazioni tecniche sugli aspetti strutturali e geotecnici sulle interferenze delle opere di progetto con le infrastrutture esistenti, che hanno indirizzato le scelte di progetto sia in termini di tecnologie che modalità esecutive.

Secondo quanto previsto nel paragrafo 8.4 delle NTC2018 e relative Istruzioni, gli interventi sulle strutture esistenti di progetto ricadono nel caso di riparazione o intervento locale, dal momento che essi sono stati concepiti al fine di non alterare significativamente il comportamento globale della struttura.

6.4 Impianti elettrici

L'intervento riguarda la realizzazione di tutte le opere elettriche di asservimento al sistema di tubazioni di derivazione e trasporto delle acque del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto Peschiera, per l'approvvigionamento idrico potabile del Comune di Roma e di molti Comuni dell'ATO2.

Essendo un'opera che si sviluppa longitudinalmente, sono stati individuati diversi siti, che per motivi di gestione della nuova opera e per scelte progettuali, dovranno essere accessibili al personale. Tali siti avranno necessità di potenze differenti nell'opera finale. Le elevate distanze tra ogni sito comportano la necessità di prevedere diversi punti di allaccio alla rete pubblica gestita da Enel Distribuzione. A seconda della potenza richiesta e delle disponibilità della rete esistente le tipologie di fornitura saranno differenti. Come prescrive la CEI 0-16:2019-04, per utenze che richiedono potenze inferiori ai 100kW si prescriverà un l'allaccio in BT, per utenze con potenze superiori, fino a 3MW, si prescriverà un l'allaccio in MT.

Con riferimento a quanto riportato nella tabella 3-A della guida CEI 0-2:2002, la destinazione d'uso dell'opera in progetto rientra fra quelle indicate nella colonna "g"

ed identificate come "opere pubbliche ai sensi del D. Lgs. 163/2006 e DPR 554/99" e loro s.m.i.

I criteri di base con i quali è stato impostato il presente studio di fattibilità tecnica sono stati i seguenti: sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti, semplicità ed economia di manutenzione, scelta di apparecchiature improntata su criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza per sostenere le condizioni di lavoro più gravose, risparmio energetico, affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio, cura dei vincoli ambientali e paesaggistici, in modo da non interferire negativamente con il contesto ambientale circostante.

6.4.1 Alimentazione degli impianti in BT

La consistenza dei lavori, relativa ai siti i cui impianti necessiteranno di un'alimentazione in BT, può essere riassunta nelle seguenti opere:

- alimentazione: tramite nuovo allaccio alla rete Enel per la fornitura di energia elettrica in BT (400V – 3F+N; 50Hz) oppure tramite interruttore installato su quadro di impianto esistente;
- distribuzione secondaria dei circuiti luce e FM;
- quadri elettrici;
- realizzazione dell'impianto di messa a terra;
- realizzazione dell'impianto di rivelazione intrusi, telesorveglianza TVCC e telecomunicazione;
- predisposizione dei quadri e degli strumenti per la telegestione.

Dal punto di alimentazione, il cavo della linea montante dovrà essere collegato sull'interruttore generale del quadro di bassa tensione del manufatto, che alimenterà le utenze presenti nel sito, quali:

- paratoie motorizzate;
- elettropompe;
- paranchi motorizzati;
- illuminazione;
- circuiti FM;
- sistemi per alimentazione di emergenza/riserva e di continuità (UPS);
- PLC;
- Impianto antintrusione;
- Impianto di videosorveglianza;
- strumenti di misura.

6.4.2 Alimentazione degli impianti in MT

Il manufatto che verrà alimentato da una dorsale in MT è la Galleria Monte Vecchio. Questa sarà percorribile tramite automezzo, per dare la possibilità di ispezionare la condotta che verrà posata al suo interno. La galleria sarà lunga all'incirca 13km, gli ingressi saranno ubicati nel sito di San Giovanni Reatino (SGR) e nel Nodo S.

Le utenze in galleria saranno alimentate da due punti di fornitura in MT, posti agli ingressi, dove saranno previste due cabine MT/BT. Altre 5 cabine dovranno essere previste internamente alla galleria e poste all'interno di camere dedicate lungo la banchina.

Le 7 cabine dovranno prevedere due trasformatori MT/BT da 160kVA. Solo un trasformatore sarà in esercizio, mentre l'altro dovrà essere pronto ad entrare in funzione in caso di guasto mediante l'intervento del personale di ACEA ATO2 SpA. Saranno collegate con una dorsale di MT che verrà posata all'interno di un cavidotto predisposto a fine scavo. L'allestimento delle cabine garantirà la selettività di

intervento delle protezioni a seguito di un guasto l'ungo la dorsale. Il cavo sarà di tipo non propagante l'incendio, non propagante la fiamma, senza emissioni di gas corrosivi e a ridottissima emissione di gas tossici e di fumi opachi in caso di incendio. Ogni cabina avrà un quadro generale di bassa tensione, al quale si collegheranno i due trasformatori tramite due interruttori opportunamente dimensionati e interbloccati.

Le utenze da alimentare saranno le stesse previste al paragrafo precedente, per i siti allacciati alla rete in BT. Gli unici impianti che differiscono saranno: l'impianto telefonico interno, da installare in galleria per garantire un'efficace e istantanea comunicazione con la Sala Controllo e l'impianto di ventilazione che sarà alimentato da un quadro dedicato in ogni cabina.

7 Modalità di esecuzione delle opere

7.1 Descrizione generale

Come già descritto in precedenza e data l'orografia del territorio da attraversare, la nuova opera sarà realizzata prevalentemente in galleria con elevate coperture. Solo nei tratti di attraversamento della Piana di San Vittorio e dei fondivalle dei fiumi Salto, Turano e Ariana le coperture saranno minori e l'acquedotto sarà costituito da tubazioni con funzionamento idraulico in pressione.

In funzione delle caratteristiche dell'opera da realizzare, delle coperture e della natura dei terreni sono state definite le modalità di esecuzione delle opere. Considerata la lunghezza e le dimensioni dell'opera, si è optato, ove possibile, per tecnologie di scavo meccanizzato.

Rimandando ai paragrafi che seguono per tutti gli ulteriori approfondimenti, in generale sono state adottate le seguenti tecnologie per l'esecuzione delle opere:

- Posa delle tubazioni in tratti di fondovalle (basse coperture): tecnica del microtunnelling con posa di due tubazioni affiancate
- Gallerie: scavo meccanizzato con tunnel boring machine TBM, in versione *EPB* ovvero *Double Shield* in funzione dei terreni da attraversare e della dimensione della galleria, ovvero scavo in tradizionale per brevi tratti di collegamento ad opere esistenti.
- Manufatti puntuali: scavo a cielo aperto dalla corrispondente area di cantiere.

Ne consegue che, in termini di cantierizzazione, l'opera, di per sé lineare, può essere considerata come un insieme di aree puntuali corrispondenti ai singoli cantieri.

Nel prosieguo della presente relazione vengono dapprima esaminate le diverse tecnologie per l'esecuzione delle opere, e quindi fornita una analisi e descrizione di ogni singola area di cantiere e delle attività in essa previste.

7.2 Cronoprogramma

La durata dei lavori, dettagliati nel cronoprogramma allegato al progetto (A194PDT008), è stata valutata complessivamente in circa 6 anni.

Per l'analisi e la durata delle varie attività in relazione ai diversi cantieri, si rimanda ai paragrafi che seguono e, più nello specifico, alla Relazione sulla Cantierizzazione, elab. A194PDR016.

7.3 Modalità e tecnologie di scavo

Di seguito viene fornita una descrizione di tutte le modalità e tecnologie di scavo previste per la realizzazione delle opere; per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione Geotecnica (elab. A194PDR005).

7.3.1 Attività di scavo con tecnologia microtunnelling

Come dettagliatamente descritto nella Relazione Geotecnica (A194PDR005), per l'attraversamento della Piana di San Vittorino e per l'attraversamento dei fondivalle delle valli Salto e Turano è previsto il ricorso alla tecnologia del microtunnelling, mediante la posa di due tubazioni DN2500 affiancate.

La tecnologia del *microtunnelling* rientra tra le tecnologie *no dig* e consente di effettuare la posa di condotte riducendo al minimo, o eliminando del tutto, lo scavo a cielo aperto.

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. La sezione più avanzata del tubo è costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie

tramite un sistema chiuso di circolazione d' acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe.

L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.

La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno.

La tecnologia descritta può eventualmente prevedere l'utilizzo di additivi e fluidificanti e l'utilizzo di bentonite.

Per tale tecnologia è stata stimata all'interno del cronoprogramma una velocità di avanzamento di 5 m/d.

7.3.2 Attività di scavo con tecnologia tunnel boring machine (TBM)

Gran parte del tracciato dell'opera verrà realizzato in galleria mediante scavo meccanizzato, ricorrendo all'utilizzo di un tunnel boring machine (TBM).

Come dettagliatamente descritto nella Relazione Generale e nelle relazioni specialistiche, in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei litotipi attraversati, è previsto il ricorso a due differenti tipologie di TBM:

- *Rock TBM – double shield*: nel tratto tra San Giovanni Reatino e Salisano (galleria Monte Vecchio);
- *TBM EPB*: nel tratto tra nuovo manufatto origine dell'acquedotto e Piana delle Molette- San Giovanni Reatino, ed in particolare per le gallerie Ponzano, Cognolo, Zoccani.

La descrizione dettagliata delle due differenti tipologie di TBM è rimandata alla Relazione Geotecnica (A194PDR005).

Rock TBM – double shield

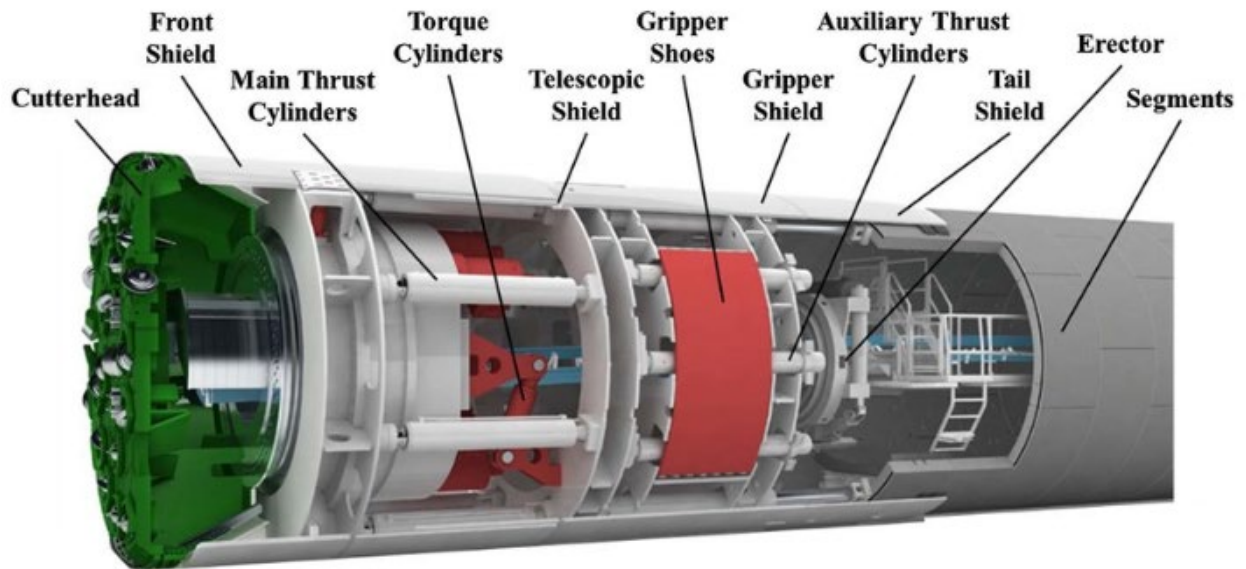
Le TBM aperte o *Gripper TBM* si utilizzano per lo scavo in ammassi rocciosi con buone caratteristiche meccaniche, dove si permette agli operatori di lavorare in sicurezza senza una installazione di opere di sostegno di prima fase.

Le rock TBM a singolo scudo o mono-scudate vengono impiegate in ammassi rocciosi con proprietà meccaniche non sufficienti a garantire lo sviluppo del contrasto richiesto per l'applicazione della forza di accostamento nelle TBM aperte. Inoltre, in ammassi rocciosi particolarmente fratturati, le TBM monoscudate offrono un'importante soluzione tecnologica in quanto, sfruttando l'azione dello scudo, consentono di realizzare in sicurezza il cavo della galleria.

Le TBM doppio scudate o frese a doppio scudo telescopico, sono una combinazione di una TBM aperta e di una TBM monoscudata. Sono composte da uno scudo anteriore, che protegge la testa fresante e il cuscinetto reggispinta, da uno scudo telescopico e da uno scudo posteriore, dal quale si estrudono i gripper, e nella cui coda vengono messi in opera, quando richiesto o necessario, i sostegni temporanei o i conci prefabbricati per mezzo di un erettore. La differenza sostanziale con una TBM monoscudata è che la fase di avanzamento e quella di erezione del sostegno possono essere svolte contemporaneamente aumentando notevolmente la velocità di avanzamento e conseguentemente le produzioni attese.

Vengono di seguito riportate le caratteristiche della ROCK-TBM che verrà usata per lo scavo della galleria il cui diametro nominale interno corrisponde a 7500 mm (galleria Montevecchio).

Per tale tecnologia è stata stimata una velocità di avanzamento di 15 m/d.



Caratteristiche della ROCK-TBM DN7500

D-scavo (mm)	8700
sovrascavo sul raggio (mm)	20
conicità sul raggio (mm)	20
D-ext fine scudo (mm)	8620
D-interno tubazione (mm)	7500
Spessore conci (mm)	400
D esterno conci (mm)	8300
Spessore malta di riempimento (mm)	160

Rock TBM EPB

Le tipologie di tunnel boring machine EPB (*Earth Pressure Balance*) sono utilizzate principalmente per lo scavo di gallerie in terreni sciolti nei quali, oltre alla necessità di contenere eventuali fenomeni di instabilità del fronte mediante la testa fresante, è necessario applicare una pressione al fronte necessaria a ridurre la variazione dello stato tensionale indotto dallo scavo della galleria al fronte e nelle zone intorno alla galleria durante tutte le operazioni di scavo e di installazione del rivestimenti definitivo in conci. La realizzazione di gallerie mediante TBM-EPB si basa, quindi, sul principio del sostegno del fronte di scavo con il medesimo materiale scavato, transitante nella *camera di scavo*, mantenuto in pressione mediante la spinta della

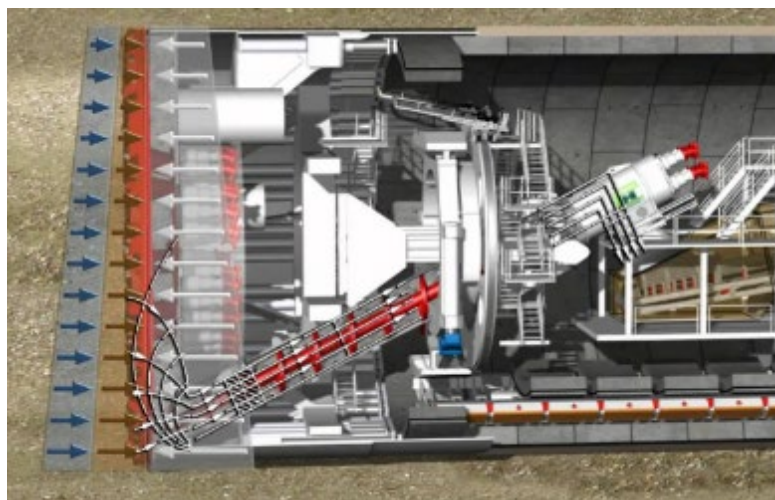
macchina ed un sistema controllato di rimozione del terreno (coclea) dalla stessa camera di scavo.

Sotto l'impulso applicato allo scudo della TBM e, quindi, alla testa di scavo in rotazione, il terreno viene asportato dal fronte fluendo nella camera di scavo da cui viene estratto mediante la coclea nei volumi voluti. In questo processo, il materiale riceve costantemente la compressione necessaria tale che la pressione esercitata sia proprio quella necessaria a sostenere il fronte di scavo.

Contemporaneamente allo scavo, lo scudo della TBM si sfilava dall'anello formato da elementi prefabbricati in calcestruzzo (conci) costituente il rivestimento definitivo, precedentemente montato, ed il vuoto anulare tra la superficie di estradosso dell'anello di rivestimento e il profilo naturale del terreno vengono riempiti con iniezioni di malta a pressione fino alla completa saturazione del vuoto anulare anzidetto. L'utilizzo della TBM-EPB prevede l'adozione di additivi e pertanto, nel caso di riutilizzo del materiale di scavo come sottoprodotto, la necessità di dimostrare la biodegradabilità e l'assenza di eco tossicità.

Vengono di seguito riportate le caratteristiche della TBM-EPB che verrà usata per lo scavo delle gallerie il cui diametro nominale interno corrisponde a 4000 mm (galleria Ponzano, Cognolo, Zoccani, Piana delle Molette-San Giovanni Reatino e Sorpasso di Salisano).

Per tale tecnologia è stata stimata una velocità di avanzamento di 10 m/d.



Caratteristiche della TBM-EPB DN4000

D-scavo (mm)	4940
sovrascavo sul raggio (mm)	20
conicità sul raggio (mm)	20
D-ext fine scudo (mm)	4860
D-interno tubazione (mm)	4000
Spessore conci (mm)	300
D esterno conci (mm)	4600
Spessore malta di riempimento (mm)	130

7.3.3 Metodologia di scavo per la realizzazione di pozzi verticali

Per la realizzazione dei pozzi di dissipazione PZ1 e PZ2, e per i pozzi presenti al di sotto dei manufatti di accesso alle opere di collegamento con il tronco Peschiera Inferiore Destro e Peschiera Inferiore Sinistro è prevista l'esecuzione di scavi a foro cieco.

Questa tecnologia di scavo è molto simile a quella utilizzata normalmente per lo scavo di gallerie tradizionali, necessita della presenza di una adeguata area di cantiere sulla sommità del pozzo, in particolare è indispensabile l'utilizzo di carroponti o gru a cavalletto che consentano di eseguire in sicurezza le operazioni di smarino e di posizionamento dei macchinari necessari ad eseguire tutte le lavorazioni.

Fondamentale è anche la predisposizione di un adeguato sistema di ventilazione per consentire alle maestranze di operare in condizioni ottimali anche in prossimità del fronte di scavo.

le fasi lavorative possono essere così riassunte:

- Preparazione dell'area di cantiere e di tutte le attrezzature necessarie (autogru o carroponete, sistema di ventilazione, sistema di pompaggio per rimozione dell'acqua residua, posizionatore per l'inserimento di cariche esplosive o per l'esecuzione di consolidamenti e impermeabilizzazioni in caso di ingenti venute d'acqua)
- Scavo con benna mordente per i primi metri (fino a dove possibile)
- Realizzazione di un avampozzo in calcestruzzo armato
- Eventuali consolidamenti e impermeabilizzazioni del fronte di scavo, necessarie in presenza di ingenti venute d'acqua)
- Scavo con benna mordente, con esplosivo e/o mezzo meccanico puntuale, a seconda delle condizioni al contorno (caratteristiche del terreno da asportare, vicinanza con strutture esistenti, profondità di scavo)
- Smarino: una volta rimosso tutto il materiale al fronte sarà necessario raccoglierlo e, mediante cestelli calati con l'ausilio di un carroponete o autogru, trasferirlo all'esterno del pozzo
- Installazione del sistema di rivestimento provvisorio costituito da centine posizionate il più a ridosso possibile del fronte e calcestruzzo proiettato
- Installazione di telo in PVC impermeabilizzante
- Una volta completato lo scavo e ultimato, per tutta la sua lunghezza, il rivestimento provvisorio si procederà al getto del rivestimento definitivo dal fondo del pozzo verso l'alto, grazie all'ausilio di un apposito cassero rampante.

7.3.4 Attività di scavo delle gallerie in tradizionale

Lo scavo tradizionale, con successivo consolidamento in calcestruzzo proiettato, rappresenta un metodo di scavo flessibile, che si rivela molto efficace in presenza di

ammassi rocciosi instabili e mutevoli, in caso di geometrie delle sezioni di dimensioni variabili e complesse e nei casi in cui non sia tecnicamente ed economicamente conveniente realizzare lo scavo meccanizzato (TBM).

Nel caso di scavo tradizionale, le fasi lavorative e la loro successione sono consequenziali e cioè:

- l'abbattimento dell'ammasso roccioso a mezzo di esplosivo e/o mezzo meccanico puntuale (escavatore, martellone, fresa puntuale) che, naturalmente, avviene al fronte di scavo;
- l'installazione dei sostegni di 1° fase generalmente costituire da centine posizionate il più a ridosso possibile del fronte e calcestruzzo proiettato;
- l'installazione dei rivestimenti definitivi in calcestruzzo gettato in opera che è effettuata ad una certa distanza dal fronte, compatibilmente con il comportamento allo scavo dell'ammasso.

Nello specifico poi, a queste macro-fasi descritte in precedenza devono essere aggiunte una serie di fasi intermedie rappresentate, ad esempio da:

- ventilazione: nel caso di scavo con esplosivo è necessario attendere che, mediante il sistema di ventilazione, le polveri causate dalla volata vengano raccolte e convogliate all'esterno e che un ambiente di lavoro salubre sia ripristinato al fronte di scavo della galleria;
- disaggio: la fase intermedia tra l'abbattimento dell'ammasso roccioso e l'installazione del rivestimento di prima fase, caratterizzata dalle operazioni di rimozione delle parti di roccia non ancora del tutto staccate dal fronte e dalla calotta che potrebbero costituire motivo di rischio per il personale successivamente coinvolto nelle operazioni al fronte;
- smarino: una volta rimosso tutto il materiale al fronte sarà necessario raccogliarlo e, mediante mezzi di trasporto e nastri, trasferirlo all'esterno della galleria;

- rilievo geologico del fronte di scavo: questa fase è necessaria per avere una idea precisa delle caratteristiche geomeccaniche del fronte di scavo e verificare la correttezza delle ipotesi progettuali e delle conseguenti scelte in merito alle fasi di realizzazione e alle caratteristiche del rivestimento da installare;
- consolidamento: spesso, prima che il personale possa avvicinarsi al fronte di scavo in sicurezza è necessario mettere in opera una serie di consolidamenti dell'ammasso roccioso al fronte e all'esterno del cavo.

Questo metodo di scavo è da sempre utilizzato per la sua economicità e flessibilità in termini di:

- geometrie di scavo dalla forma e dimensione qualsiasi e variabili nell'ambito di pochi metri: al fine di realizzare grandi sezioni è infatti possibile parzializzare gli scavi attraverso l'utilizzo di strutture temporanee;
- variabilità della distanza d'installazione dei sostegni dal fronte;
- possibilità di adeguare le dimensioni dello scavo anche in funzione delle deformazioni attese e possibilità di installare sostegni deformabili;
- estrema facilità nell'adeguare il metodo di abbattimento alle caratteristiche dell'ammasso roccioso attraversato;
- possibilità di eseguire con relativa facilità trattamenti della massa rocciosa in avanzamento rispetto al fronte di scavo.

Nell'ambito del progetto, tale metodo dovrà essere applicato lungo le gallerie laddove non sarà possibile prevedere l'impiego di una qualunque tipologia di TBM ed in particolare per i piccoli tratti di collegamento tra le opere di progetto e quelle esistenti, è previsto il ricorso allo scavo in tradizionale. Si tratta in particolare della realizzazione del collegamento tra il Nodo S e la vasca di carico esistente, per i collegamenti tra nuovo manufatto bipartitore e il pozzo di dissipazione PZ2 (lungo la quale viene realizzato in derivazione il collegamento con il Peschiera inferiore destro, per il collegamento tra nuovo manufatto bipartitore e il Peschiera inferiore sinistro e per la finestra di accesso Cotilia.

Particolare attenzione sarà posta per la realizzazione dell'opera di sottoattraversamento e allaccio all'esistente galleria del tronco inferiore destro dell'Acquedotto del Peschiera, riducendo al minimo gli effetti indotti dallo scavo, sia in termini di cedimenti che di vibrazioni indotte.

Di seguito viene descritto il metodo di scavo, Drill end Split, alternativo a quelli tradizionali (Drill end Blast, escavatore, martellone e fresa puntuale) che permette di ridurre in maniera considerevole lo sviluppo di vibrazioni indotte all'interno degli ammassi rocciosi.

Per tale tecnologia è stata stimata all'interno del cronoprogramma una velocità di avanzamento di 3 m/d.

Drill & Split

Il metodo "Drill and Split" (D&S) è un metodo di scavo che può essere utilizzato per il tunneling senza l'uso di esplosivi, di conseguenza risulta molto pratico e utile nel caso in cui lo scavo venga eseguito nelle vicinanze di opere sensibili alle vibrazioni indotte dall'esplosione di cariche o da frese meccaniche, prevenendo problematiche legate alla generazione di vibrazioni, polveri e rumore.

Questo metodo prevede l'esecuzione di numerosi fori sul fronte di scavo con l'ausilio di macchine perforatrici, e successivamente in seconda fase produrre la rottura meccanica della roccia circostante ogni foro, attraverso l'infissione a mezzo di martinetti idraulici di cunei di acciaio.

Il diametro dei fori di perforazione può variare di in funzione del macchinario di perforazione in un range tra i 70 e 130 mm a cui corrisponderà una distanza tra gli assi dei fori variabile in funzione del diametro del foro tra i 250 e 1000 mm, mentre la profondità in asse della perforazione varierà tra i 1,6 e 2,5 m.

Nella porzione al centro del fronte di scavo verranno eseguiti un numero maggiore di fori (minore distanza tra gli assi) in modo tale da agevolare la propagazione delle

fessure nella fase iniziale del procedimento. Allo stesso modo i fori al contorno della galleria saranno più ravvicinati tra loro, in modo da permettere un distacco più omogeneo.

La spaziatura delle perforazioni dipenderà principalmente dalla tipologia di roccia in esame e di conseguenza, prevedere delle prove specifiche in loco per la determinazione dei parametri di perforazione, risulterà fondamentale per la corretta esecuzione di tale tecnologia.

Una volta eseguita la perforazione, attraverso un cuneo montato su un pistone idraulico, di diametro massimo maggiore del foro di perforazione, si produrrà, inserendolo all'interno del foro, una rottura meccanica della roccia sul fronte, generando delle fratture che si propagheranno fino a raggiungere i fori circostanti.

7.3.5 Scavo dei manufatti – esecuzione paratie di contenimento

Le opere di contenimento degli scavi saranno eseguite con pali di diametro Ø800 mm e Ø1000 mm, le differenti tecnologie realizzative adottate possono essere riassunte come di seguito:

- Pali trivellati classici
- Pali compenetrati CSP (dove è necessario limitare i livelli di vibrazione)
- O-Pile

Di seguito si riportano le descrizioni dettagliate delle singole metodologie realizzative.

Pali trivellati classici

La tipica sequenza di un palo trivellato prevede:

- 1) La rimozione del terreno mediante utensili di scavo adatti alla natura del terreno stesso;
- 2) La "rigenerazione" dal fango di perforazione tramite asportazione della frazione più grossolana di terreno in esso contenuta (operazione denominata "dissabbiamento");
- 3) L'inserimento all'interno del foro della gabbia di armatura;
- 4) Il riempimento del foro con calcestruzzo.

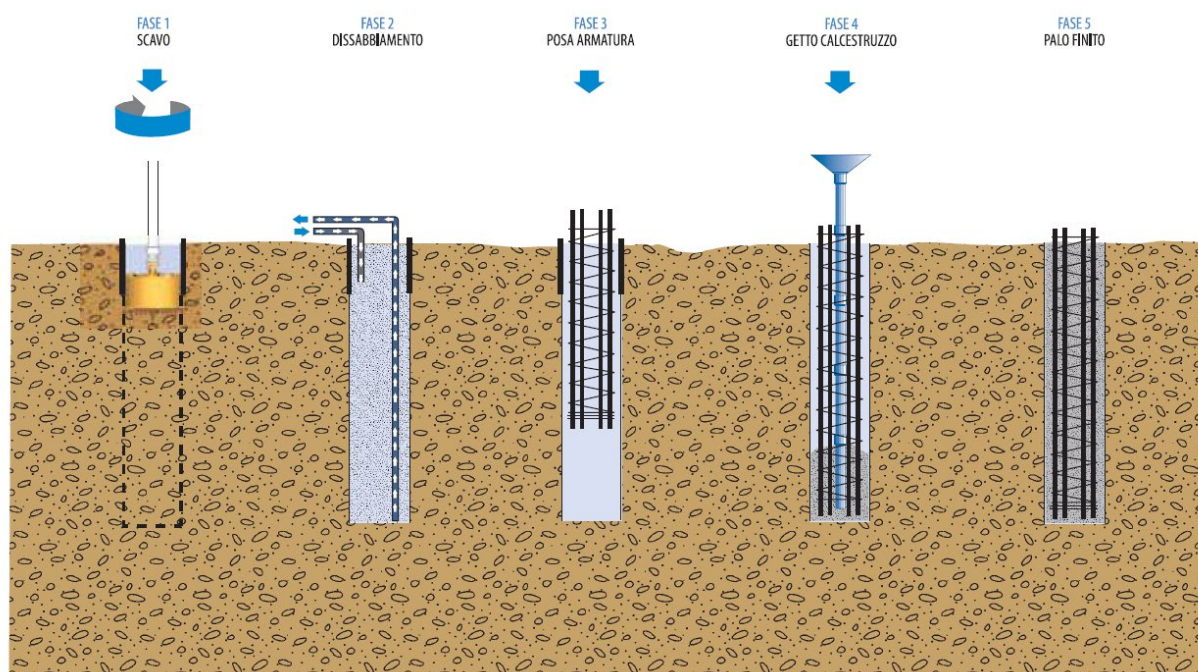


Figura 7.1 - Schema esecutivo pali trivellati classici

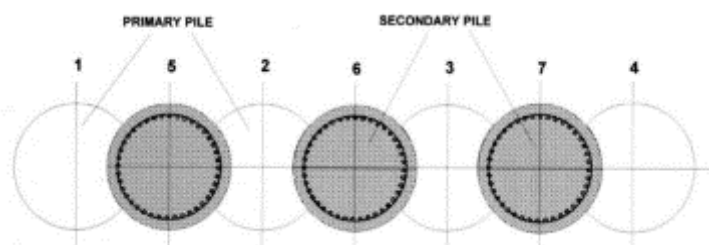
Allo scopo di evitare possibili franamenti del terreno più superficiale, è pratica consolidata la preliminare infissione, in asse al palo da realizzare, di un tubo di rivestimento di diametro leggermente superiore al diametro dell'utensile, L'effettiva lunghezza di tale rivestimento dovrà essere definita in relazione alla natura dei terreni da attraversare nei primi metri di scavo.

Tale avampozzo è generalmente infisso nel terreno per mezzo della testa di rotazione della perforatrice o di un vibro-infissore idraulico agganciato alla gru di servizio.

Pali compenetrati CSP

La tecnica CSP (Cased Secant Piles) consiste nell'eseguire pali trivellati isolati (palo primario) a distanza inferiore a 2 volte il diametro mediante un'elica continua coassiale ad un rivestimento esterno. La realizzazione di una seconda serie di pali intermedi (Palo secondario) consente di realizzare una paratia continua di pali secanti.

Elica e rivestimento sono azionati da due rotary indipendenti e reciprocamente controrotanti, che scorrono lungo l'antenna della perforatrice.



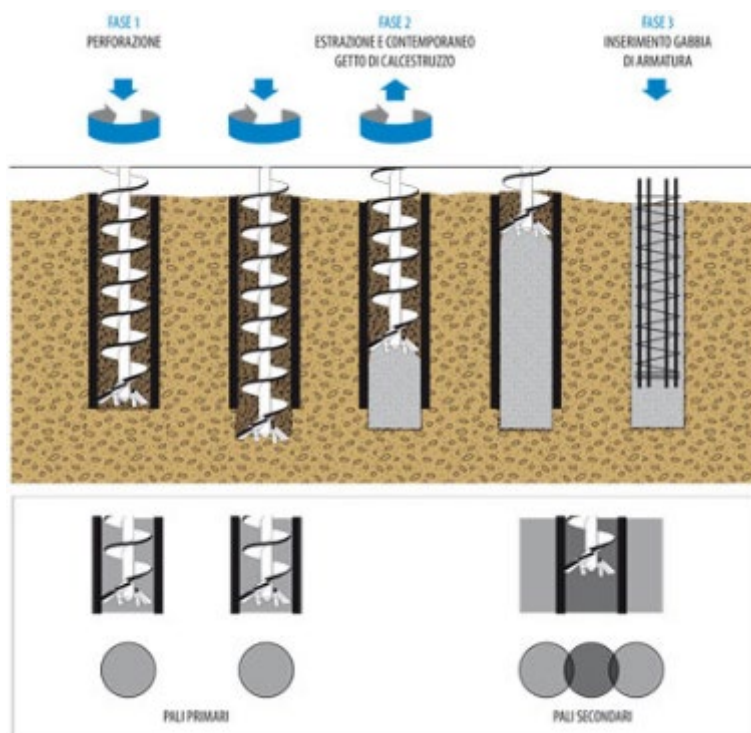


Figura 7.2 - Schema esecutivo pali secanti CSP

Con questa tecnica è possibile eseguire pali aventi diametro nominale da Ø600 a Ø1200 mm.

La massima profondità raggiungibile dal rivestimento è pari a 21 metri, mentre la massima profondità tecnicamente consentita dall'elica è pari a circa 30 metri (a seconda del diametro e dell'attrezzatura di perforazione).

Le due rotary possono scorrere in maniera indipendente lungo l'antenna, consentendo quindi l'avanzamento relativo dell'una rispetto all'altra a seconda del tipo di terreno da scavare. In generale, in materiali coesivi ed in presenza di materiali incoerenti fini, la punta dell'elica e del rivestimento sono mantenuti alla stessa quota, mentre in materiali incoerenti grossolani l'elica viene tenuta leggermente in avanzamento rispetto alla scarpa per alleggerire il terreno e facilitare il suo trasporto all'interno del rivestimento.

La punta dell'elica e la corona del rivestimento sono equipaggiati con idonei denti, a seconda del tipo di materiale da scavare.

La sequenza operativa prevede l'infissione contemporanea dell'elica e del rivestimento. Una volta raggiunta la profondità massima di infissione del rivestimento, è possibile proseguire la perforazione con la sola elica continua fino alla quota di progetto. Successivamente l'elica carica di terreno viene estratta, mentre contemporaneamente si pompa calcestruzzo attraverso l'asta centrale dell'elica, rimpiazzando in tal modo il volume di terreno scavato fino al piano di lavoro.

Il rivestimento viene solitamente estratto quando l'elica è già risalita al suo interno di alcuni metri. Ultimata la completa estrazione di elica e tubo, si procede alla posa in opera della gabbia di armatura nel calcestruzzo fresco.

Per garantire il corretto allineamento e la corretta sovrapposizione dei pali, sarà preventivamente costruita una correa in calcestruzzo armato con le sagome delle perforazioni (dima).



Figura 7.3 - Esempio di correa con sagoma delle perforazioni

O-Pile

Si tratta di pali in acciaio interconnessi con gargami, eventualmente a tenuta, realizzati con martello fondoforo e smarino idraulico o pneumatico.

Per eseguire l'operazione di trascinamento del rivestimento, che ha anche funzione statica, il martello ha una testa a perdere in grado di eseguire un sovrascavo necessario, da un lato, all'avanzamento del tubolare e, dall'altro, ad inserire il gargame di interconnessione con il palo limitrofo.



Figura 7.4 - Elementi di composizione del martello fondoforo e della "scarpa a perdere"

Il gargame, al fine di garantire maggiore resistenza e maggiore contenimento dell'eventuale sigillante di impermeabilizzazione dovrà avere la tipica conformazione ad omega come riportato nelle figure seguenti.

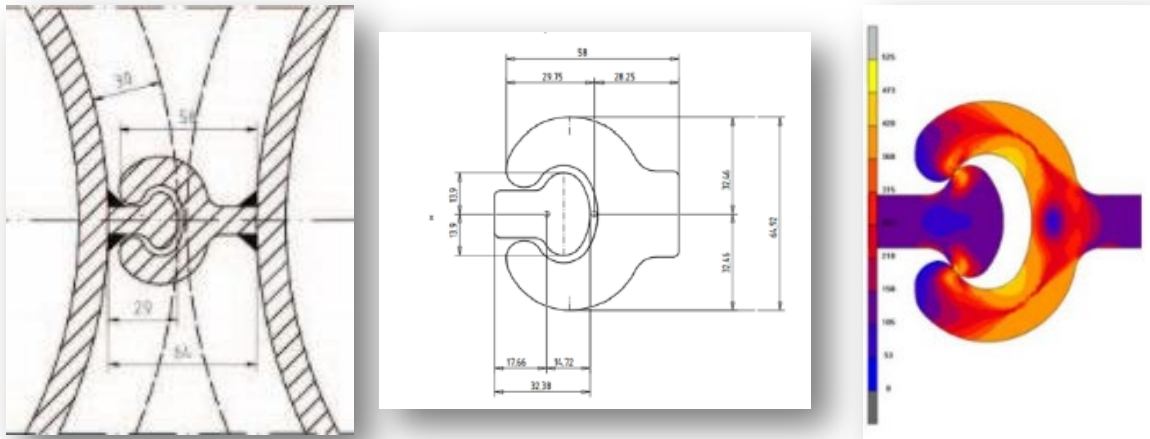


Figura 7.5 - Gargame ad omega



Figura 7.6 - Gargame ad omega durante la fase di saldatura lungo il fusto del lamierino.

La possibilità di iniettare anche l'anulus di sovrascavo dovuto alla perforazione, nel caso di gargame fino al piede dell'opera, garantisce l'impermeabilizzazione a tenuta evitando l'aggiramento delle opere. È infatti possibile, utilizzando un canale di iniezione adiacente al gargame, iniettare del betoncino a completa saturazione dell'anulus come riportato nella figura seguente.



Figura 7.7 - Sovrascavo realizzato in O-Pile perforato in granito e riempito dal betoncino

L'utilizzo di una dima di attacco dello scavo consente di mantenere la precisione e la verticalità stessa dell'istallazione ed il corretto incardinamento del gargame femmina sul gargame maschio che, quando si necessita della tenuta idraulica, garantisce il corretto funzionamento del sigillante. Ulteriori soluzioni tecnologiche come il flusso d'aria coassiale interno alle aste ed il relativo smarino pneumatico, in luogo delle alette di sovrascavo laterali ed il flusso d'aria diretto esternamente al palo, consentono di mantenere l'allineamento evitando al contempo cedimenti alle aree circostanti.

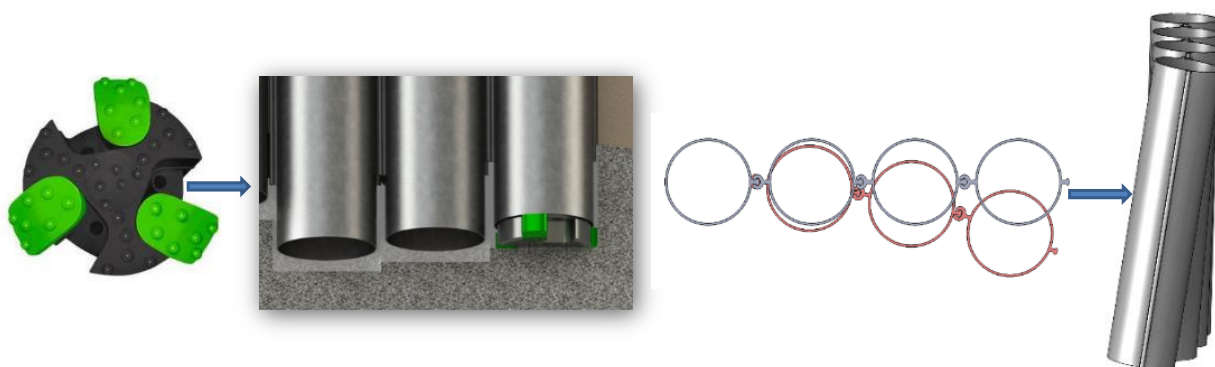


Figura 7.8 - Disallineamento provocato dall'uso di alette laterali



Figura 7.9 - Installazione dei pali interconnessi in un cantiere a Skanska, Helsinki

8 Cantierizzazione

Rimandando a tutti gli elaborati di dettaglio per ogni particolare, di seguito si fornisce un'immagine con l'ubicazione dei cantieri ed una breve descrizione delle attività previste in ciascuno di essi.

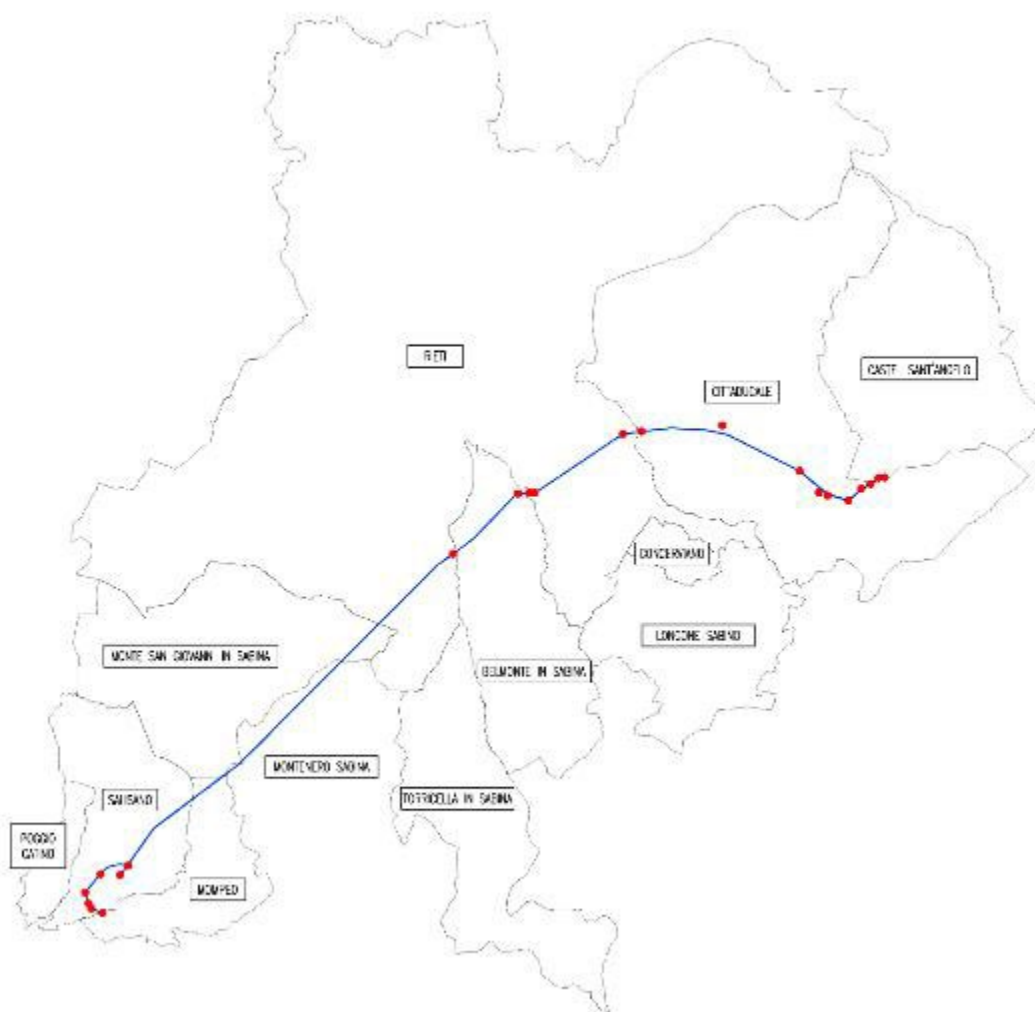


Figura 8.1 – Aree di cantiere lungo il tracciato dell'opera di progetto

Nell'area delle opere di derivazione è ubicato, in corrispondenza dell'area delle sorgenti, il cantiere per l'esecuzione della copertura del canale del sistema drenante esterno al versante e per la realizzazione del nuovo manufatto di partenza delle opere di derivazione (**NPM_D**).

Sono poi presenti, sulla Piana di San Vittorino, i cantieri relativi al tratto da realizzare in microtunnelling (cantieri **M1, M2, M3, M4, M5** ed **M6**). Per quanto riguarda questi cantieri, si evidenzia come la maggior parte delle attività (sia in termini di intensità che di durata del cantiere) siano concentrate nei manufatti di spinta (M1, M3, M5), mentre nei cantieri di arrivo le attività sono limitate al recupero della testa fresante e alla realizzazione dei manufatti.

Tutte le tratte sopra descritte saranno realizzate con la seguente modalità: vista la necessità di posare 2 condotte parallele, si procederà dal manufatto di spinta a quello di arrivo utilizzando due teste fresanti che partiranno dal pozzo di spinta non nel medesimo istante, ma avranno un ritardo temporale l'una rispetto all'altra di circa 10 giorni.

Una volta giunte nel pozzo di arrivo entrambe le frese meccaniche verranno smontate e trasportate nuovamente al pozzo di partenza iniziale, per poter procedere con la realizzazione delle due canne DN2500 anche nella direzione opposta.

La procedura descritta verrà adottata per tutti i pozzi di spinta: in sequenza M1, M3 e M5.

Tra i manufatti M1 e M2, al fine di scongiurare fenomeni di instabilità del fronte scavo durante le fasi di avanzamento del microtunneling, verranno realizzate, nelle zone a bassa copertura (coincidenti con l'alveo del Rio Peschiera), delle opere di consolidamento dall'alto attraverso colonne di Jet- Grouting.

Di seguito una planimetria dell'area oggetto dell'intervento.

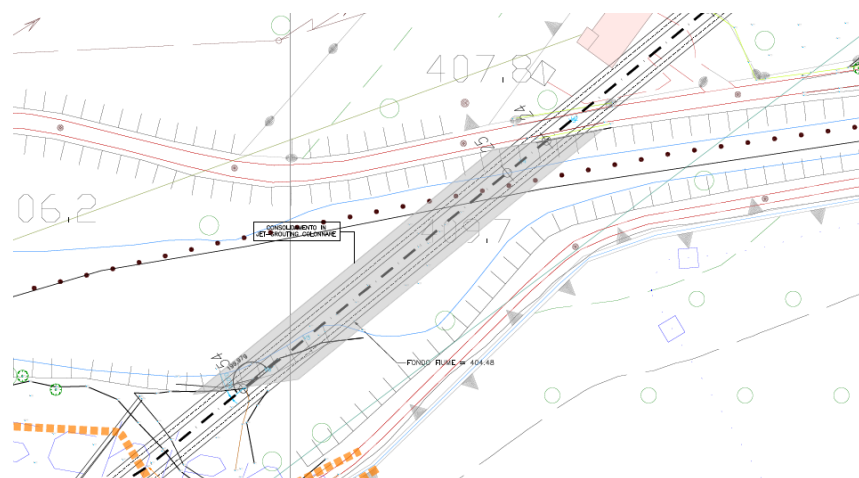


Figura 8.2 – Consolidamento in Jet-Grouting



Figura 8.3 – Aree di cantiere sorgenti



Figura 8.4 – Aree di cantiere M1



Figura 8.5 – Aree di cantiere M2



Figura 8.6 – Aree di cantiere M3



Figura 8.7 – Aree di cantiere M4



Figura 8.8 – Aree di cantiere M5

L'ultima area di cantiere del microtunnelling, la **M6** (manufatto di uscita), coincide con quella relativa al nuovo manufatto di partenza dell'acquedotto (**NMP_A**) e allo

sbocco della "Galleria Ponzano", che verrà scavata con TBM EPB DN 4000 a partire dalla Valle del Salto.



Figura 8.9 – Aree di cantiere M6 – NMP_A – uscita galleria Ponzano

Lungo il tracciato della galleria Ponzano è prevista la realizzazione di una finestra di accesso, che verrà scavata in tradizionale a partire dall'area di cantiere "**Finestra Cotilia**". Le attività previste sono quelle relative allo scavo in tradizionale della finestra di accesso, di dimensioni e lunghezza ridotte.



Figura 8.10 – Area di cantiere Finestra Cotilia

La galleria Ponzano verrà scavata a partire dall'area di cantiere **Salto Monte (S1)**, nella quale è previsto anche il pozzo di spinta del tratto in microtunnelling necessario per l'attraversamento della Valle del Salto. Tale attraversamento sarà realizzato con la seguente modalità: vista la necessità di posare 2 condotte parallele per gli attraversamenti, si procederà alla spinta dal manufatto **Salto Monte (S1)** (pozzo di spinta) al manufatto Salto Valle (S2) (pozzo di arrivo), nello svolgere questa operazione verranno utilizzate due teste fresanti che partiranno dal pozzo di spinta non nel medesimo istante, ma avranno un ritardo temporale l'una rispetto all'altra di circa 10 giorni.

L'area di cantiere è ubicata in prossimità della SS 578 Salto Cicolana.



Figura 8.11 – Aree di cantiere Salto Monte

Sempre nell'area di cantiere Salto Valle (S2) è previsto lo sbocco della galleria Cognolo, che verrà scavata con TBM EPB DN 4000 a partire dalla Valle del Turano.



Figura 8.12 – Aree di cantiere Salto Valle

La galleria Cognolo verrà scavata con TBM EPB DN 4000 a partire dall'area di cantiere **Turano Monte (T1)**, nella quale è previsto anche il pozzo di spinta del tratto in

microtunnelling necessario per l'attraversamento della Valle del Turano. Tale attraversamento sarà realizzato con la seguente modalità: vista la necessità di posare 2 condotte parallele per gli attraversamenti, si procederà alla spinta dal manufatto **Turano Monte (T1)** (pozzo di spinta) al manufatto Turano Valle (T3) (pozzo di arrivo), nello svolgere questa operazione verranno utilizzate due teste fresanti che partiranno dal pozzo di spinta non nel medesimo istante, ma avranno un ritardo temporale l'una rispetto all'altra di circa 10 giorni.

L'area di cantiere è ubicata in prossimità della SP31 Rieti – Rocca Sinibalda, in località Casa Fiocca.



Figura 8.13 – Area di cantiere Turano Monte

Tra le due aree di cantiere (monte e di valle) si inserisce l'area di cantiere **Turano 2 (T2)** che consentirà di dare continuità al sistema di movimentazione del marino e di trasporto dei concii per gli scavi in TBM mediante rispettivamente un nastro trasportatore e una pista di cantiere dedicata al transito dei mezzi d'opera.



Figura 8.14 – Area di cantiere Turano Monte

Sempre nell'area Turano Valle (T3) è previsto lo sbocco della galleria Zoccani, che verrà scavata a partire dalla Piana delle Molette.



Figura 8.15 – Aree di cantiere Turano Valle

L'area principale di cantiere, nella quale sono concentrate le principali attività, è ubicata lungo la via Salaria SS4 all'altezza della pista Go Kart, poco a nord dello svincolo per la frazione di San Giovanni Reatino (Comune di Rieti), nei pressi del centro abitato.

Nell'area denominata **SGR** è previsto l'imbocco della galleria Cognolo scavata con TBM EPB DN 4000 (verso area Turano Valle) e l'imbocco della galleria carrabile Montevecchio, verso il nodo S. Lo scavo di quest'ultima galleria, di lunghezza pari a quasi 13 km e con diametro interno 7500 mm, comporta una elevata intensità di cantiere, sia in termini di attività previste che di durata del cantiere stesso.

Nel cantiere sono previste tutte le attività accessorie alla corretta esecuzione delle opere, incluso l'alloggiamento delle tubazioni in acciaio all'interno della galleria carrabile di Montevecchio e un impianto di prefabbricazione dei conci per le tutte le gallerie di progetto.

Nello specifico, i primi 180 metri di scavo a partire dal manufatto di SGR saranno realizzati mediante la tecnologia di scavo in tradizionale, con sezione policentrica di circa 70 mq, per poi consentire l'imbocco della ROCK TBM DN7500 e la prosecuzione degli scavi con tecnologia meccanizzata.

Tra le lavorazioni da eseguire sono stati previsti, per l'area limitrofa alla strada statale SS4 – Via Salaria, per una lunghezza di 135 m circa, dove sono consentite le operazioni dal piano campagna, dei consolidamenti dall'alto da realizzare mediante la tecnologia del Jet-grouting, in modo da impermeabilizzare e consolidare la zona a basse coperture relativa ai primi metri di scavo della galleria Montevecchio. Nei restanti 45m circa di scavo in attraversamento al di sotto della sede stradale della SS4 Salaria, i consolidamenti saranno effettuati in galleria direttamente sul fronte scavo.



Figura 8.16 – Aree di cantiere San Giovanni Reatino SGR



Figura 8.17 – SS.4 Salaria - area cantiere SGR

Nei pressi del cantiere principale, circa 2 km più a sud lungo la SS4 Salaria, è previsto un cantiere accessorio denominato **SGR2**, necessario per consentire l'inversione di marcia dei mezzi di cantiere che, provenienti sulla SS4 Salaria da nord in direzione sud, devono svoltare a sinistra sulla SP34 ed effettuare una inversione di marcia (all'interno di SGR2) per entrare nel cantiere SGR. Sempre in SGR2 è prevista un'area di sosta dei mezzi e una area di deposito intermedio del materiale capace di ospitare una quantità di terreno corrispondente a circa un mese di scavo (avanzamento contemporaneo delle due TBM DN4000 e DN7500).



Figura 8.18 – Area cantiere SGR2

Lo sbocco della Galleria Montevecchio è previsto nell'area di cantiere **Nodo S**, ubicata all'ingresso dell'abitato di Salisano. Sempre al nodo S è previsto lo sbocco della galleria del sorpasso generale di Salisano (che verrà scavata con TBM EPB DN 4000 a partire dall'area di cantiere del secondo pozzo di dissipazione PZ2), e la realizzazione del primo pozzo di dissipazione PZ1 avente una profondità di circa 120m. È previsto inoltre il cantiere di imbocco della galleria di collegamento alla vasca di carico esistente della Centrale, che verrà scavata in tradizionale.



Figura 8.19 – Aree di cantiere Nodo S

L'allaccio del Nuovo Acquedotto alle opere esistenti è previsto in corrispondenza della **vasca di carico esistente**. Tale galleria verrà scavata in tradizionale a partire dal nodo S. Tutte le operazioni verranno effettuate in modo tale da non compromettere né interferire con il funzionamento della Centrale e dell'acquedotto esistente. È previsto il fuori servizio dell'acquedotto esistente solo per i tempi strettamente necessari all'allaccio della galleria di collegamento alle opere esistenti.



Figura 8.20 – Aree di cantiere vasca di carico

Per il sorpasso generale di Salisano è prevista la realizzazione di una galleria e di opportune opere di dissipazione (pozzi PZ1 e PZ2). La galleria di sorpasso verrà scavata mediante TBM DN 4000 dall'area di cantiere del **pozzo PZ2** verso il nodo S, presso il quale è previsto anche il pozzo PZ1. Nell'area di cantiere PZ2, oltre all'imbocco della galleria di sorpasso, è prevista la realizzazione del pozzo PZ2.



Figura 8.21 – Aree di cantiere pozzo PZ2

Nell'area di cantiere del **Nuovo Bipartitore (BIP)** è prevista, oltre alla realizzazione del Nuovo Manufatto Bipartitore, l'imbocco di tre gallerie da realizzare mediante scavo in tradizionale: il tratto di galleria di sorpasso tra PZ2 e BIP, e i due tratti di collegamento tra il Nuovo Manufatto Bipartitore e i tratti di acquedotto esistente Peschiera Inferiore Destro e Sinistro. Nel tratto di galleria tra PZ2 e BIP è previsto il sotto - attraversamento dell'Acquedotto Peschiera DX.



Figura 8.22 – Aree di cantiere nuovo manufatto bipartitore BIP

Il tratto di collegamento tra il Nuovo Manufatto Bipartitore e l'esistente acquedotto Peschiera Inferiore Destro termina nell'area di cantiere **Peschiera Dx**, presso la quale è previsto l'allaccio all'opera esistente. La galleria verrà scavata in tradizionale a partire dall'area di cantiere BIP.



Figura 8.23 – Aree di cantiere allaccio Peschiera Dx

Il tratto di collegamento tra il Nuovo Manufatto Bipartitore e l'esistente acquedotto Peschiera Inferiore Sinistro termina nell'area di cantiere **Peschiera Sx**, presso la quale è previsto l'allaccio all'opera esistente. La galleria verrà scavata in tradizionale a partire dall'area di cantiere BIP.



Figura 8.24 – Aree di cantiere allaccio Peschiera Sx

9 Indicazioni relative all'utilizzo e alla manutenzione delle opere

L'opera in oggetto necessita per il suo corretto funzionamento e mantenimento delle prestazioni nel tempo di interventi di manutenzione programmati e dettagliatamente descritti nel *Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti*, elab. A194PDR013.

Il Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti è tesa a prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione dell'opera e delle sue parti, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Gli strumenti, previsti dalla legislazione vigente, che compongono il piano comprendono *il manuale d'uso, il manuale di manutenzione e il programma di manutenzione*.

Il **manuale d'uso** viene inteso come uno strumento finalizzato ad evitare e/o limitare modi d'uso impropri del bene immobile, far conoscere le corrette modalità di funzionamento degli impianti, istruire sul corretto svolgimento delle operazioni di conduzione, favorire una corretta gestione delle parti edili ed impiantistiche che eviti un degrado anticipato, permettere di riconoscere tempestivamente i fenomeni di deterioramento anomalo da segnalare ai tecnici responsabili.

Il fine principale dei manuali d'uso e di conduzione, soprattutto per i sistemi impiantistici, è di prevenire e limitare i casi di guasto che comportano l'interruzione del funzionamento e di evitare un invecchiamento precoce degli elementi tecnici e dei componenti costitutivi, attraverso l'indicazione delle modalità di un corretto uso dell'opera, in modo da ridurre, quanto più possibile, i danni derivanti da una cattiva gestione tecnica.

Si perseguono inoltre obiettivi specifici e trasversali alla manutenzione, quali:

- l'istruzione sul corretto utilizzo dell'opera, sugli interventi di pulizia ordinaria e sulla gestione periodica delle principali unità tecnologiche;

- il risparmio energetico e la riduzione dei costi di esercizio e d'uso dei sistemi impiantistici;
- il rispetto dei requisiti di sicurezza nell'esercizio e uso delle dotazioni impiantistiche.

Le indicazioni che vengono fornite sono finalizzate all'impostazione del manuale d'uso, inteso come strumento di supporto alle attività del servizio di conduzione impiantistica. Per l'impostazione dei manuali d'uso occorre delineare preliminarmente i criteri generali e le procedure di raccolta dell'informazione tecnica, utile alla loro compilazione, per la quale vengono definiti la terminologia, i criteri generali e, appunto, le procedure di raccolta e di elaborazione.

Il manuale deve inoltre contenere tutte le informazioni di base utili per la pianificazione e l'esecuzione della manutenzione dell'opera e prevedere la registrazione e l'aggiornamento delle informazioni di ritorno a seguito della manutenzione stessa.

L'adozione dei manuali d'uso consente inoltre di conseguire vantaggi:

- di natura tecnico-funzionale, in quanto aiutano a conoscere ed a utilizzare correttamente l'opera e le sue parti, permettendo di selezionare le politiche di conduzione più idonee contribuendo a ridurre i guasti e i degradi generati da un non corretto uso;
- di ordine economico, in quanto con la predisposizione di appropriate procedure di conduzione contribuiscono a minimizzare i costi di esercizio degli impianti.

Il **manuale di manutenzione** viene inteso come uno strumento che deve fornire agli operatori tecnici del servizio di manutenzione le indicazioni necessarie per l'esecuzione di una corretta manutenzione edile ed impiantistica.

Il manuale può avere come oggetto una unità tecnologica o specifici componenti che costituiscono un sistema tecnologico e deve porre particolare attenzione agli impianti tecnici presenti.

Il manuale di manutenzione si configura pertanto come uno strumento di supporto all'esecuzione delle attività di manutenzione programmata ed è essenzialmente

finalizzato a fornire le informazioni occorrenti a rendere razionale, economica ed efficiente la manutenzione dell'opera e delle sue parti.

Il manuale di manutenzione deve inoltre contenere tutte le informazioni di base utili per l'esecuzione del servizio di manutenzione e prevedere la registrazione e l'aggiornamento delle informazioni di ritorno a seguito degli interventi manutentivi eseguiti.

L'adozione dei manuali di manutenzione consente inoltre di conseguire vantaggi:

- di natura tecnico-funzionale, in quanto aiutano a selezionare le politiche e le strategie di manutenzione più idonee; contribuiscono a ridurre i guasti e i degradi generati da una mancata programmazione della manutenzione; pongono le condizioni per controllare l'esecuzione e la qualità del servizio di manutenzione;
- di ordine economico, in quanto con la predisposizione di procedure di programmazione e di controllo contribuiscono a migliorare ed accrescere l'utilizzo degli impianti tecnologici e a minimizzare i costi di esercizio e manutenzione, con l'introduzione di strategie predittive e di opportunità pongono le condizioni per ottimizzare i costi di manutenzione;
- di ordine normativo-giuridico, in quanto consentono di individuare compiti e responsabilità, di evidenziare ed integrare le prestazioni oggettuali e prestazionali relative alle diverse fasi di attuazione della manutenzione.

Il **programma di manutenzione** costituisce il principale strumento di gestione degli interventi manutentivi pianificabili e/o programmabili. Attraverso tale strumento si programmano nel tempo gli interventi, si individuano ed allocano le risorse occorrenti, si perseguono obiettivi trasversali, rivolti ad ottimizzare le economie gestionali e organizzative, ad innalzare il livello prestazionale dell'opera, ad ottimizzare l'affidabilità complessiva dell'opera e di ogni sua singola parte.

Il programma di manutenzione viene inteso come uno strumento che struttura un insieme di controlli e di interventi di manutenzione da eseguirsi a cadenze temporali

prefissate, al fine di una corretta gestione della qualità dell'opera e delle sue parti nel corso degli anni.

La struttura del programma proposto dai regolamenti legislativi si articola in tre sottoprogrammi:

- parte a) che riguarda il sottoprogramma temporale dei controlli delle prestazioni, in cui per ogni classe di requisito si dovranno verificare le prestazioni fornite dall'opera e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita utile;
- parte b) che si riferisce al sottoprogramma temporale delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita utile dell'opera, individuando in tal modo la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- parte c) che riguarda il sottoprogramma temporale degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione da eseguirsi nel corso del ciclo di vita utile dell'immobile.

Il programma di manutenzione deve, inoltre, essere aggiornato sulla base dei dati di ritorno provenienti dall'esecuzione degli interventi manutentivi.

Per ogni ulteriore approfondimento si rimanda all'elaborato citato.

10 Approvvigionamento e movimentazione materiali

Ai fini del dimensionamento delle aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali e per definire i flussi di traffico lungo la viabilità di accesso alle diverse aree di cantiere (vedi relazione sulla cantierizzazione) è stata eseguita una stima dei quantitativi dei principali materiali impiegati per la costruzione dell'opera.

Per maggiori dettagli sui quantitativi dei materiali da movimentare durante i lavori e sulle caratteristiche dei siti di approvvigionamento e smaltimento dei volumi escavati si rimanda agli elaborati di progetto specifici.

I materiali principali (dal punto di vista quantitativo) coinvolti nella realizzazione delle opere oggetto dell'appalto sono costituiti da:

In ingresso

- calcestruzzo;
- barre in ferro e gabbie di armatura;
- tubi prefabbricati in cls per microtunnelling;
- tubi in acciaio per tratto acquedotto in pressione;

In uscita:

- rifiuti
- terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotti (da conferire a cava).

Si evidenzia che la realizzazione dei conci di rivestimento delle gallerie scavate con TBM è prevista con impianto di prefabbricazione all'interno dell'area del cantiere SGR.

Relativamente all'approvvigionamento del calcestruzzo è prevista la possibilità da parte dell'appaltatore di prevedere un proprio impianto di betonaggio di cantiere per la sua produzione.

Relativamente ai materiali in uscita nella tabella di seguito riportata sono indicati i volumi totali di scavo prodotti ed i totali relativi ai quantitativi gestiti come sia come rifiuti che come sottoprodotti. I volumi delle terre riportati nella seguente tabella sono da intendersi in banco (coefficiente moltiplicativo per il passaggio da banco a cumulo è stimabile pari a 1.20).

MODALITA' DI SCAVO	VOLUMI TOTALI DI MATERIALE ESCAVATO		CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL MATERIALE SCAVATO (Volumi in cumulo)		
	VOLUME IN BANCO [mc]	VOLUME IN CUMULO [mc]	RIFIUTO [mc]	SOTTOPRODOTTO (DPR 120/17) CON UTILIZZO INTERNO AL CANTIERE (conci + sottofondo Montevercchio) [mc]	SOTTOPRODOTTO (DPR 120/17) CON CONFERIMENTO ESTERNO AL CANTIERE [mc]
Rock TBM	750.000	900.000	-	150.000	750.000
TBM EPB	200.000	240.000	-	40.000	200.000
Microtunneling	58.000	69.600	69.600	-	-
Scavo in tradizionale	120.000	144.000	144.000	-	-
Manufatti	842.000	1.010.400	1.010.400	-	-
Aree di cantiere	260.000	312.000	312.000	-	-
TOTALE [mc]	2.230.000	2.676.000	1.536.000	190.000	950.000

11 Gestione del materiale di scavo

Il progetto del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto Peschiera prevede la realizzazione di un complesso sistema di gallerie con diametri e lunghezze differenti in terreni e ammassi rocciosi con differenti caratteristiche litotecniche.

Tenendo conto delle differenti condizioni in cui le gallerie devono essere realizzate, anche le modalità di scavo saranno a loro volta differenti. La gran parte delle gallerie verranno realizzate mediante lo scavo meccanizzato (con l'utilizzo di Tunnel Boring Machines) in grado di garantire i più elevati standard di sicurezza, precisione e velocità di scavo. Una serie di brevi tratti di collegamento tra manufatti esistenti e di progetto verranno realizzati "in tradizionale" mediante l'utilizzo di mezzi meccanici (martellone) e malte disgreganti; tutti i sottoattraversamenti del Fiume Salto, del Fiume Turano e della Piana di Micciani verranno eseguiti mediante la tecnologia del microtunnelling.

Con particolare riferimento alle tematiche ambientali, le tratte eseguite con la tecnologia del microtunnelling prevedono la miscelazione del terreno scavato con la bentonite e pertanto sarebbe estremamente complesso da un punto di vista tecnico ed ambientale riutilizzare il terreno stesso dopo lo scavo. Tale terreno, visti i modesti volumi e le problematiche accennate, verrà gestito, come dettagliatamente descritto nel prosieguo della presente relazione nel capitolo relativo alle indicazioni preliminari sulla gestione delle terre e rocce da scavo, come rifiuto.

Lo scavo meccanizzato di gallerie mediante TBM, invece, verrà realizzato con due differenti tecnologie di scavo:

1. la tecnologia di scavo con Rock TBM per la galleria Monte Vecchio e per il Sorpasso di Salisano, la quale produrrà roccia frantumata già riutilizzabile come sottoprodotto (come dettagliatamente descritto in seguito) previa caratterizzazione;
2. la tecnologia di scavo con TBM-EPB, la quale richiede l'iniezione durante lo scavo di acqua e agenti chimici sotto forma di schiuma (processo di

condizionamento), la quale produrrà roccia frantumata ma additivata con tali agenti chimici residui la quale potrà essere riutilizzata come sottoprodotto (come dettagliatamente descritto in seguito) previa caratterizzazione e previa studio dell'interazione tra gli agenti chimici iniettati e il terreno/roccia.

Nell'ambito dello scavo meccanizzato di gallerie con TBM-EPB, si definisce condizionamento l'insieme delle attività di iniezione e miscelazione del terreno durante lo scavo necessaria a modificare le caratteristiche fisiche e meccaniche dello stesso, per renderlo adatto all'applicazione della corretta pressione al fronte di scavo e agevolare le operazioni scavo (riduzione usura ed effetto clogging).

Per questi ultimi aspetti si rimanda alla relazione sulle attività sperimentali svolte.

11.1 Riferimenti normativi per il materiale di scavo

Terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti

Secondo la definizione di "rifiuto", di cui all'articolo 183, comma 1, lettera a) del Dlgs 152/2006 e s.m.i., le Terre e Rocce provenienti da operazioni di scavo devono essere considerate tali laddove il soggetto che ha in carico l'opera "si disfa, ha intenzione di disfarsi o è obbligato a disfarsi" delle stesse.

In particolare, alla luce dell'elenco dei rifiuti, modificato con la Decisione UE 955/2014 e riportato nell'allegato D alla Parte IV del Dlgs 152/2006, queste possono essere ricercate all'interno della famiglia 17, relativa ai rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione, contenente i seguenti due codici CER:

- 17 05 03* terra e rocce, contenenti sostanze pericolose
- 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

Trattasi pertanto di un rifiuto con "codice a specchio", da classificarsi e caratterizzarsi secondo quanto riportato nella premessa all'Allegato D del D.Lgs.152/2006.

Pertanto, indipendentemente dal fatto che le terre e rocce siano o meno da considerarsi "pericolose", queste rientrano per definizione nel campo di applicazione della disciplina in materia di rifiuti.

Qualora qualificate come tali, esse vanno di conseguenza gestite secondo quanto previsto dalla Parte IV del D.Lgs.152/2006, con particolare riferimento alle modalità operative del "deposito temporaneo" ed avviate a recupero (operazioni R) o a smaltimento (operazioni D) in accordo con la normativa vigente.

Per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate con i codici CER 170504 o 170503* valgono le disposizioni di cui all'art.183 lett.bb del D.Lgs.152/06 e s.m.i. così come modificate dal Titolo III del D.P.R. 120/2017.

Per quanto riguarda il materiale gestito come rifiuto, si rimanda per ulteriori analisi e dettagli alla Parte 4 Quadro di Riferimento Ambientale – Sezione J – Rifiuti (elab.- A194PD S4J R001)

Terre e rocce da scavo non qualificate come rifiuti

Esistono determinate condizioni alle quali le terre e rocce possono essere gestite in deroga alla normativa in materia di rifiuti, con ovvie conseguenze sui benefici economici ed operativi delle imprese di settore, fermi restando i principi quadro europei di rispetto di tutela della salute umana e dell'ambiente naturale sotto la cui egida muove la normativa nazionale.

Sinteticamente, le eccezioni possono essere di due generi:

- Esclusione effettiva dal campo di applicazione della normativa dei rifiuti (art. 185 del D.Lgs.152/2006, riutilizzo "in situ" materiale non contaminato);
- Gestione come "sottoprodotto" (art. 184-bis del D.Lgs.152/2006).

Le terre e rocce gestite come terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017, trattandosi di grande cantiere soggetto a VIA, sono oggetto di Piano di Utilizzo, allegato al presente Studio di Impatto Ambientale, al quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio. (elab. A194PD S7 R001)

11.2 Analisi delle attività di scavo e gestione del materiale escavato

Nel presente paragrafo si identificano le principali operazioni messe in atto per la realizzazione delle opere che determineranno la produzione di materiali di scavo al fine di valutare, in funzione dell'origine e delle caratteristiche del materiale, sin da questa fase, le opzioni gestionali applicabili ai materiali di risulta.

Attività di scavo per preparazione aree cantiere e scavi a cielo aperto

Parte delle opere di progetto saranno eseguite con scavi a cielo aperto mediante l'esclusivo ricorso a mezzi meccanici e, dunque, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

Gli scavi all'aperto saranno eseguiti con le seguenti metodologie (per i dettagli delle diverse fasi di scavo e del tipo di intervento si rimanda agli elaborati di progetto relativi alla cantierizzazione):

- scavi di sbancamento eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz).

Relativamente a queste aree, è in corso la caratterizzazione ambientale per la verifica di conformità ai limiti di concentrazione di inquinanti (CSC) di cui alla Tab. 1, All. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi.

È stata, inoltre, verificata l'assenza di interferenza dell'opera con aree contaminate di cui è nota l'ubicazione, mediante una sovrapposizione del tracciato e dei cantieri con eventuali siti contaminati o a potenziale rischio di contaminazione.

Pertanto, considerati gli usi pregressi delle aree, verificato che non si è in presenza di siti contaminati e considerato che gli scavi verranno eseguiti esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, si ritiene che i materiali generati dalle operazioni di scavo non risulteranno essere alterati nelle caratteristiche chimiche naturali.

Alla luce di quanto sopra esposto, si ipotizza di poter gestire il materiale escavato dalle attività precedentemente descritte prioritariamente per riutilizzo in situ ove possibile e necessario, oppure come sottoprodotto ai sensi della normativa vigente e come dettagliatamente descritto nel Piano di Utilizzo.

Attività di scavo con tecnologia microtunnelling

Come dettagliatamente descritto nella Relazione Generale, per l'attraversamento della Piana di San Vittorino e per l'attraversamento dei fondivalle delle valli Salto e Turano è previsto il ricorso alla tecnologia del microtunnelling, mediante la posa di due tubazioni DN2500 affiancate.

La tecnologia del "microtunnelling" rientra tra le tecnologie "no dig" e consente di effettuare la posa di condotte riducendo al minimo, o eliminando del tutto, lo scavo a cielo aperto.

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. La sezione più avanzata del

tubo è costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe.

L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.

La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno.

La tecnologia descritta può eventualmente prevedere l'utilizzo di additivi e fluidificanti e l'utilizzo di bentonite.

Alla luce di quanto sopra esposto in considerazione dell'eventuale utilizzo di additivi o fluidificanti, si ipotizza di gestire il materiale escavato dalle attività sopra descritte come rifiuto.

Nelle successive fasi progettuali verranno effettuati approfondimenti atti a confermare la possibilità considerare per il conferimento del rifiuto, oltre alla discarica (D1), anche le operazioni R5 (recupero come materia prima secondaria) oppure R10 (recupero per colmatazione vuoti).

Attività di scavo con tecnologia tunnel boring machine (TBM)

Gran parte del tracciato dell'opera verrà realizzato in galleria mediante scavo meccanizzato, ricorrendo all'utilizzo di un tunnel boring machine (TBM).

Come dettagliatamente descritto nella Relazione Generale e nelle relazioni specialistiche, in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei litotipi attraversati, è previsto il ricorso a due differenti tipologie di rock TBM:

- Rock TBM EPB: nel tratto tra nuovo manufatto origine dell'acquedotto e Piana delle Molette, ed in particolare per le gallerie Ponzano, Cognolo, Zoccani
- Rock TBM doppio scudo: nel tratto tra Piana delle Molette e Salisano (galleria Monte Vecchio) e per il sorpasso generale del nodo di Salisano.

Attività di scavo delle gallerie "in tradizionale"

Per la realizzazione di brevi gallerie di collegamento tra le opere di progetto e quelle esistenti, è previsto il ricorso allo scavo in tradizionale. Si tratta in particolare della realizzazione del collegamento tra il nodo S e la vasca di carico esistente, per i collegamenti tra Nuovo Manufatto Bipartitore e gli acquedotti esistenti Peschiera inferiore Destro e Sinistro e per la finestra di accesso Cotilia.

Vista la vicinanza delle attività di scavo ad opere esistenti, al fine di minimizzare le vibrazioni indotte dalle attività di scavo, è previsto, ove necessario, l'utilizzo di malte disgreganti.

Alla luce di quanto sopra esposto, si ipotizza di gestire il materiale escavato dalle attività sopra descritte, peraltro di volume trascurabile rispetto alle altre modalità di scavo, come rifiuto.

Nelle successive fasi progettuali verranno effettuati approfondimenti atti a confermare la possibilità considerare per il conferimento del rifiuto, oltre alla discarica (D1), anche le operazioni R5 (recupero come materia prima secondaria) oppure R10 (recupero per colmatazione vuoti).

12 Conclusioni

Il Progetto Definitivo del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera sviluppa la soluzione progettuale individuata nel DOCFAP e sviluppata a livello di fattibilità Tecnica ed Economica nella precedente fase progettuale.

L'opera è stata progettata in base ai vincoli, requisiti e criteri di progettazione indicati all'interno del Quadro Esigenziale e dei Documenti di Indirizzo alla Progettazione, atti di programmazione redatti e ratificati da Acea ATO2 per l'elaborazione del Progetto medesimo.

L'opera è stata analizzata e sviluppata dal punto di vista degli aspetti idraulici, ambientali, geologici, geotecnici e strutturali, e risponde alle esigenze indicate, svolgendo a pieno le sue funzioni.

Nel Quadro Ambientale del presente SIA vengono analizzate le interazioni ed i possibili impatti che l'opera può avere nei confronti delle diverse componenti ambientali, con riferimento sia alla fase di esecuzione delle opere, che a quella di esercizio.