

CONSORZIO BEALEROTTO MUSSI
DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO
associato al
Consorzio di irrigazione di II° grado del Pesio

PIANO STRAORDINARIO DI INTERVENTI NEL SETTORE IDRICO
Legge n 205/2017 art. 1 comma 518

CODICE INTERVENTO: 526/4

CUP: D82B17000680001

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELL'APPROVVIGIONAMENTO ED AMMODERNAMENTO
DEL SISTEMA D'IRRIGAZIONE DELLE AREE IRRIGUE SOTTESE ALL'INVASO PIANFEI,
VOLTI AL RISPARMIO DELLE RISORSE IDRICHE, NEI COMUNI DI PIANFEI E CHIUSA PESIO

L'UFFICIO TECNICO CONSORTILE:



CONSORZIO DEL PESIO
Consorzio di irrigazione di II° grado
12084 MONDOVI - Via G. B. Cottolengo, 13
Tel. +39(0174)42724 - email: info@consorziodelpesio.it
pec: posta@pec.consorziodelpesio.it

**CONSORZIO IRRIGUO COMPRESORIO VALLI ELLERO,
CORSAGLIA, CASOTTO**
Consorzio di irrigazione di II° grado

12084 MONDOVI - Via G. B. Cottolengo, 13
Tel. +39(0174)42724 - email: el.cor.ca@tiscali.it / pec: elcorca@pec.it



ASSOCIAZIONE IRRIGAZIONE EST SESIA
28100 NOVARA - Via Negrini, 7
Tel. +39(0321)675211 - Fax +39(0321)398458
email: estsesia.pec@legalmail.it



**CONSORZIO DI BONIFICA DELLA
BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE**
13100 VERCELLI - Via Fratelli Bandiera, 16
Tel. +39(0161)283811 - Fax +39(0161)257425
email: segreteria@consorziobaraggia.it



(Dott. Ing. Domenico CASTELLI)

DIGA DI PIANFEI
(Arch. SND N. 906/229)

DATA

NOVEMBRE 2022

SERIE:

RELAZIONI, DOCUMENTI ECONOMICI ED
AMMINISTRATIVI

AGGIORNAMENTO

APRILE 2023

ELABORATO:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

ELABORATO N°

R1

ATTIVITÀ SPECIALISTICHE:

PERIZIA MODIFICATIVA DI VARIANTE

ARCH. 10459P1

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
DELLA FASE PROGETTUALE:

(Dott. Ing. Massimo DEL GAUDIO)

MODIFICHE

Aggiornamento

1

APRILE 2023

CONTROLLO

Firma

OPERATORE

CONTROLLO

APPROVAZIONE

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE ALL'AGGIORNAMENTO IN DATA "APRILE 2023"	1
2. PREMESSA.....	12
2.1. CARATTERISTICHE DELLA DIGA DI PIANFEL.....	12
3. STORIA E SINTESI DEI CONTENUTI DEL PROGETTO ESECUTIVO	14
3.1. LE INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE	14
3.1.1. <i>LE INDAGINI GEOTECNICHE E LE VALUTAZIONI GEOLOGICHE</i>	14
3.1.2. <i>LE ANALISI CHIMICHE</i>	17
3.2. LE APPROVAZIONI	17
3.3. SINTESI DESCRITTIVA DEI CONTENUTI PROGETTUALI	18
3.3.1. <i>VASCA DI DISSIPAZIONE DI VALLE</i>	18
3.3.2. <i>EDIFICIO DI PRESA</i>	19
3.3.3. <i>GALLERIA DI DERIVAZIONE</i>	19
3.3.4. <i>CONDOTTE DI SCARICO DI FONDO E DI DERIVAZIONE IDRICA</i>	20
3.3.5. <i>CANALE DI PRESA</i>	20
3.4. IL QUADRO DI SPESA APPROVATO.....	21
4. ANDAMENTO DELL'APPALTO	24
4.1. AGGIUDICAZIONE DELL'APPALTO, CONSEGNA DEI LAVORI ED AVVIO DEL CANTIERE.....	24
4.2. IL RINVENIMENTO DELL'AMIANTO E LA SOSPENSIONE DEI LAVORI.....	25
4.3. LE INDICAZIONI DELL'AGENZIA PER L'AMBIENTE DEL PIEMONTE ED IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	26
4.4. LA PROBLEMATICHE DEL RINCARO DEI MATERIALI.....	27
5. CONTENUTI DELLA PERIZIA MODIFICATIVA E DI VARIANTE.....	28
5.1. IL RINVIO AI CONTENUTI DEL PROGETTO ESECUTIVO	30
5.2. DESCRIZIONE DELLE NUOVE SOLUZIONI TECNICHE INTRODOTTE	31
5.2.1. <i>LA RIUBICAZIONE DELLA TORRE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA</i> 31	
5.2.2. <i>L'ESTENSIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE</i>	32
5.2.3. <i>IL NUOVO PONTE DI ACCESSO ALLA TORRE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA</i>	35
5.2.4. <i>L'UNIFICAZIONE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA</i>	38
5.2.5. <i>LA SEMPLIFICAZIONE DEL CANALE DI PRESA DI FONDO LAGO</i>	40
5.2.6. <i>IL RIDIMENSIONAMENTO DELLA GALLERIA IN SPALLA SINISTRA</i>	42
5.2.7. <i>LA NUOVA ORGANIZZAZIONE DELL'EDIFICIO DI RESTITUZIONE DI VALLE</i>	45
5.3. IL PIANO DI GESTIONE E RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	47
5.3.1. <i>SEPARAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE</i>	48
5.3.2. <i>MODALITA' OPERATIVE IN SICUREZZA</i>	49

5.3.3.	<i>STOCCAGGIO FINALE DEL MATERIALE ECCEDENTE</i>	50
5.3.4.	<i>MONITORAGGIO AMBIENTALE</i>	51
5.3.5.	<i>L'INCIDENZA ECONOMICA SULL'APPALTO</i>	52
6.	IL NUOVO CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	54
7.	IL NUOVO QUADRO DI SPESA.....	55
8.	ELENCO ALLEGATI.....	58

CONSORZIO BEALEROTTO MUSSI
Consorzio di irrigazione di II° Grado del Pesio
Provincia di Cuneo

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELL'APPROVVIGIONAMENTO ED
AMMODERNAMENTO DEL SISTEMA D'IRRIGAZIONE DELLE AREE
IRRIGUE SOTTESE ALL'INVASO PIANFEI, VOLTI AL RISPARMIO DELLE
RISORSE IDRICHE, NEI COMUNI DI PIANFEI E CHIUSA PESIO

*Legge n.205/2017 art.1 comma 518. Primo Stralcio del Piano Nazionale degli interventi nel settore
idrico – sezione “invasi” - Codice intervento: 526/4
CUP: D82B17000680001*

PERIZIA MODIFICATIVA E DI VARIANTE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1. INTRODUZIONE ALL'AGGIORNAMENTO IN DATA “APRILE 2023”

La perizia di variante dei lavori adeguamento dell'approvvigionamento ed ammodernamento del sistema d'irrigazione delle aree irrigue sottese all'invaso Pianfei, volti al risparmio delle risorse idriche, nei comuni di Pianfei e Chiusa Pesio è stata trasmessa in data 02.01.2023 alla Direzione Generale per le Dighe – Ufficio di Torino per le debite attività di controllo tecnico amministrativo.

A seguito di esame, l'Ufficio sopracitato, con propria nota N. U-0001953 in data 26.01.2023, ha ritenuto che gli elaborati tecnici prodotti fossero meritevoli di approvazione allorché adeguati alle seguenti prescrizioni:

- a) devono essere ottemperate le prescrizioni impartite con l'approvazione del progetto esecutivo di cui alla nota DG Dighe Divisione 5 prot. n. 8095 del 03/04/2020 (classe di esposizione XC4 per i getti dei calcestruzzi della torre di presa al di sopra della quota 560 m slm; aggiornamento dello studio dell'onda di piena). Nella documentazione consegnata i calcestruzzi per la torre di presa risultano essere prescritti con classe di esposizione XC2 anziché XC4;*
- b) deve essere modificato lo sdoppiamento della tubazione a Y (v. tavola 9) mantenendo un percorso completamente rettilineo per lo scarico di fondo e deviando solamente la*

derivazione al fine di non introdurre perdite di carico nello scarico di fondo. Qualora tale provvedimento non sia possibile è necessario motivare la scelta dello sdoppiamento a Y e verificare l'efficienza dello scarico introducendo le relative perdite di carico;

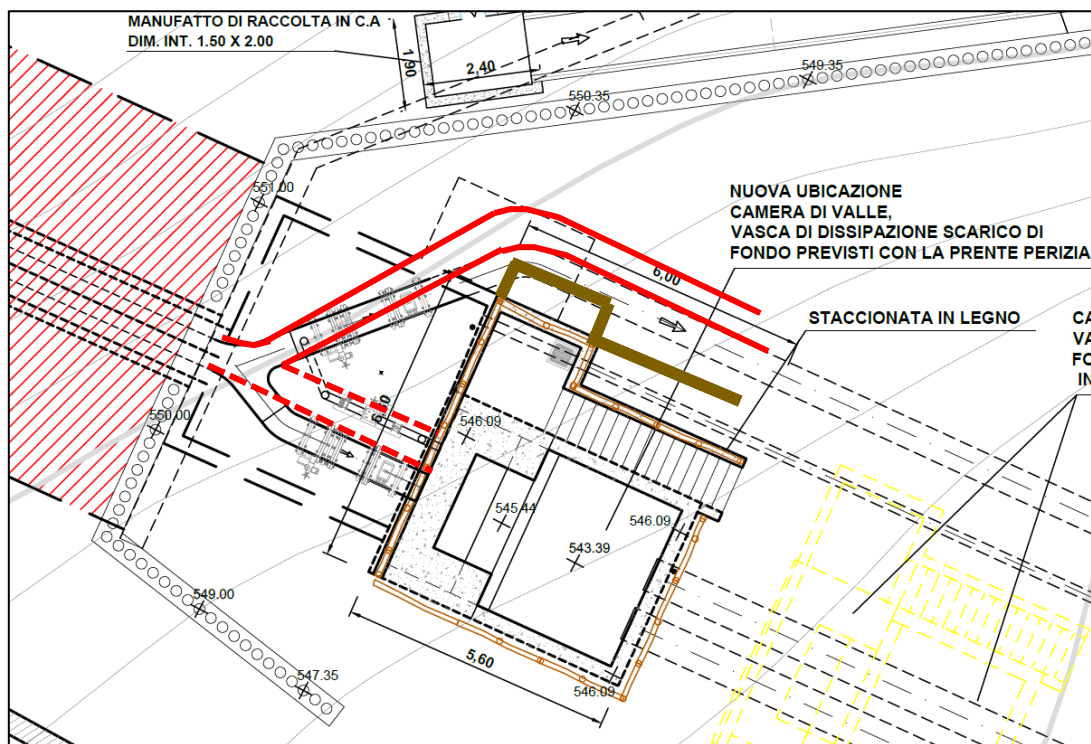
- c) verificare e risolvere le interferenze della galleria diametro 120 cm con la tirantatura dell'opera di sostegno provvisoriale (v. tavola 12, in cui si evince che la fondazione del tirante si trova a pochi decimetri dal tracciato teorico della galleria con rischio di danneggiamento del tirante in caso di deviazioni della galleria e, in ogni caso, mal funzionamento di parte della fondazione a causa della vicinanza dello scavo con conseguenze sulla stabilità dell'opera di sostegno) e con le fondazioni della pila e di una spalla del ponticello (v. tavole 6 e 7 da cui si evince come parte dei micropali potrebbero interferire con la galleria a seguito di leggere deviazioni dal teorico della galleria e/o dei micropali; è necessario inoltre verificare che lo scarico delle sollecitazioni dei micropali non provochi danni alla galleria e, nel caso in cui ciò potesse avvenire, prendere le necessarie precauzioni);*
- d) rivedere la verifica di capacità portante delle fondazioni del ponticello alla luce di quanto riportato al precedente punto c (interferenza con la galleria) e del fatto che, nella documentazione consegnata, i fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna (g_y , g_c , g_d) per la pila e la spalla lato versante sono posti pari a 1.00 mentre il valore di competenza, vista l'inclinazione delle sponde dell'invaso, potrebbe essere attorno a 0.20 con conseguenti riflessi fortemente negativi sulla stabilità delle fondazioni;*
- e) come riportato nei considerata non si ritiene ispezionabile la galleria (diametro interno galleria 120 cm, diametro esterno condotta in acciaio 62.3 cm, presenza sella di appoggio condotta in acciaio, presenza tubo in PVC $d=200$ mm e passerella in vetroresina che lascerebbero una luce libera di circa 25 cm come riportato, per esempio, nella tavola 4E). Predisporre adeguati sistemi per la verifica di eventuali perdite della condotta e/o l'esecuzione di videoispezioni della galleria con attrezzature mobili nonché la definizione di una procedura per l'eventuale estrazione della condotta in acciaio dalla galleria per eventuali interventi manutentivi;*
- f) nella zona della vasca di dissipazione dello scarico di fondo (v. tavola 02) è previsto un intervento definito "in terra armata" (probabilmente ci si riferisce a terra rinforzata viste le pendenze riportate e il fatto che la denominazione "terra armata" fa riferimento a paramenti in cls) di cui non sono riportate le verifiche. E' necessario verificare la stabilità delle terre rinforzate e dell'intervento di rimodellamento del terreno posto poco a valle in sinistra (tali opere si trovano nella zona della vasca di dissipazione dello scarico superficiale ed un'instabilità delle stesse, terre rinforzate e versante, potrebbero occludere la zona di recapito degli scarichi);*

- g) *provvedere al dimensionamento strutturale degli elementi “camera di valle e vasca di dissipazione dello scarico di fondo” (v. tavola 02) anche alla luce dei nuovi carichi gravanti sulla soletta introdotti con le terre rinforzate di cui al precedente punto;*
- h) *si osserva che le date di alcuni protocolli riportati nella relazione illustrativa riportano l’anno 2022 anziché 2021.*

La presente relazione accompagna l’aggiornamento della perizia in argomento redatto al fine di ottemperare alle sopra elencate richieste. In tal senso, tutti gli elaborati tecnici (sia relazionali che grafici) per i quali si è reso necessario apportare delle variazioni sono stati connotati con la notazione di aggiornamento: *Aprile 2023*.

Al fine di semplificare il riscontro degli emendamenti introdotti in ottemperanza alle richieste d’integrazione di cui alla precedente nota N. U-0001953 in data 26.01.2023, si è ritenuto utile produrre il presente capitolo introduttivo che, oltre a riportarne una breve descrizione, cita dove gli elaborati della variante sono stati modificati.

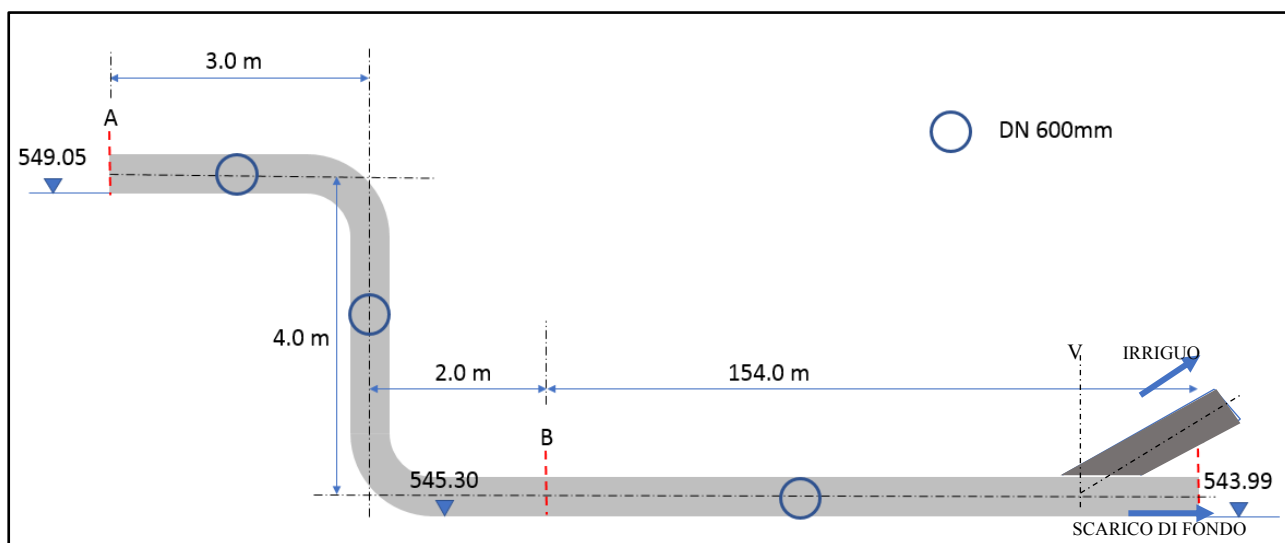
- a) I calcestruzzi relativi ai getti della torre di presa, nonché quelli pertinenti al ponte di collegamento, erano già stati aggiornati e previsti in classe di esposizione XC4+XF1 (vedasi relazione di calcolo strutturale della variante in data Novembre 2022); la dicitura XC2 riportata su alcuni elaborati grafici rappresentava un mero refuso, il quale è stato conseguentemente superato nel presente aggiornamento progettuale (c. In tal senso la classe di esposizione dei getti in calcestruzzo relativi alla torre di presa (e al ponte di collegamento) risulta allineata e conforme alle prescrizioni impartite con l’approvazione del progetto esecutivo di cui alla nota DG Dighe Divisione 5 prot. n. 8095 del 03.04.2020.
- b) Come riscontrabile dagli allegati grafici il diametro della galleria atta ad ospitare la condotta promiscua di esitazione delle portate dello scarico di fondo e dell’opera di presa è stata, per le note motivazioni, sensibilmente ridotta (da 2,20 a 1,20 m con marginalizzazione degli spazi residui per le percorrenze manutentive) mantenendo invariata la posizione planimetrica dell’asse per la necessità di non vanificare la parte di opere già realizzate relative alla berlinese degli imbocchi di valle e di monte. Tale necessità, nell’ipotesi suggerita di realizzare lo sbocco dello scarico di fondo senza deviazioni (tratteggio rosso), renderebbe altrettanto necessario traslare la posizione dell’edificio interrato di valle verso sinistra idrografica (tracciato marrone) al fine di mantenere invariate le geometrie funzionali della vasca di dissipazione secondo il modello USBR tipo IV, traslazione cui conseguirebbe un’ulteriore (ed eccessiva) accentuazione della curvatura della condotta irrigua nel suo tracciato verso valle (tracciato rosso).



Deviazione angolare della condotta irrigua nell'ipotesi di scarico di fondo rettilineo

Il mantenimento del pezzo speciale in acciaio ad Y è, a parere del progettista, vista la contenuta deviazione angolare prodotta (27°) e trattandosi di una condizione di moto idraulico in pressione (il funzionamento dello scarico di fondo è regolato mediante la valvola di tipo multi-foro che mantiene il carico di monte), ammissibile in relazione all'insignificante perdita di carico indotta dalla deviazione angolare in questione al sistema idraulico dello scarico di fondo come di seguito evidenziato.

Lo scarico di fondo, come si può desumere dall'analisi degli elaborati grafici allegati alla documentazione progettuale, è stato schematizzato come indicato nella figura che segue:



Schema dello scarico di fondo in progetto

La relazione idraulica che regola il moto in pressione che si instaura nella condotta promiscua tra la sezione di imbocco e quella della vena affluente a pelo libero nella vasca di dissipazione in condizioni di totale apertura del dispositivo di regolazione delle portate installato in corrispondenza della sezione B, è espressa ne modo seguente:

$$Q = \mu A \sqrt{2g \cdot (H - \Delta h_{AC})}$$

dove Q è la portata effluente, μ è il coefficiente di efflusso pari a 0,82 (si ha contrazione della vena affluente altrimenti, nel caso in cui non si abbia, è posto pari a 1), A è l'area della sezione, H è il carico a monte dell'imbocco rispetto al baricentro della sezione ristretta e $H - \Delta h_{AC}$ sono le perdite di carico complessive.

Il termine Δh_{AC} comprende sia le perdite distribuite Δh_d che quelle concentrate.

Le perdite distribuite lungo il percorso sono state valutate adottando la formula di Chézy:

$$V_c = \chi \sqrt{R_j}$$

dove V_c è la velocità media nel condotto che precede la paratoia.

L'indice di resistenza χ è stato valutato secondo Gauckler– Strickler con l'usuale formula:

$$\chi = K_s \cdot R^{1/6}$$

considerando $K_s = 85 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ (valore scelto tenendo presente che la corrente può trasportare materiali solidi).

Le perdite distribuite totali, facendo riferimento alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, valgono quindi:

$$\Delta h_d = Q^2 \left(\frac{L}{A^2 \cdot R^{4/3} \cdot K_s^2} \right)$$

in cui L è la lunghezza totale della condotta dello scarico di fondo pari a 163,0 m ed avente le seguenti caratteristiche idrauliche:

	Lunghezza [m]	Area [m ²]	Contorno bagnato [m]	Raggio idraulico [m]
Tubo DN 600	163,00	0,283	1.885	0,150

e quindi:

$$\Delta h_d = Q^2 \left(\frac{163,00}{0,283^2 \cdot 0,150^{4/3} \cdot 85^2} \right) = 3,541 \cdot Q^2 (m)$$

La valutazione delle perdite di carico concentrate nei tratti interessati da singolarità sono state calcolate utilizzando le seguenti espressioni determinate in base alla geometria dell'opera ed alla conseguente configurazione della corrente:

- Perdite concentrate all'imbocco dello scarico:

$$\Delta h_{AB,i} = K_1 \frac{V_1^2}{2g}$$

con $K_1 = 1.20$ dove $V_1 = \frac{Q}{A}$ (Q = portata allo scarico e A sezione della condotta dello scarico di fondo)

- Perdite concentrate per effetto delle 2 curve a 90°:

$$\Delta h_{AB,90^\circ} = 2 \cdot K_2 \frac{V_2^2}{2g}$$

con $K_2 = 0.16$ (r/D=2.5, $\vartheta = 90^\circ$)

- Perdita concentrata deviazione di 27° di cui alla forcina a Y:

$$\Delta h_V = K_V \frac{V_3^2}{2g}$$

- con $K_V = 0.32$ (equiparabile a curva a 45° essendo in condizioni di derivazione irrigua chiusa).
- Perdite concentrate valvola di regolazione:

$$\Delta h_B = K_3 \frac{V_3^2}{2g}$$

con $K_3 = 0.5$

- Perdite concentrate per sbocco libero:

$$\Delta h_C = K_4 \frac{V_4^2}{2g}$$

con $K_4 = 1.0$

Le perdite di carico concentrate totali risultano dalla somma delle componenti testè elencate, ottenendo quindi la seguente espressione:

$$\Delta h_c = \Delta h_{AB,i} + \Delta h_{AB,90^\circ} + \Delta h_V + \Delta h_B + \Delta h_C = (1.2 + 2 \cdot 0.16 + 0.3 + 0.5 + 1.0) \frac{Q^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.283} = 0.6015 \cdot Q^2$$

Sostituendo i valori precedentemente trovati, che esprimono l'entità delle perdite di carico concentrate e distribuite in funzione della portata esitata dalla tubazione, nella relazione di partenza dedotta dall'applicazione del teorema di Bernoulli, si ottiene l'equazione della portata dello scarico di fondo in funzione del carico idraulico dato dal livello idrico dell'invaso.

L'equazione:

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2g \cdot (H - \Delta h_{AD})}$$

può, quindi, essere scritta come:

$$Q = 0.82 \cdot 0.283 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot [H - (0.6015 \cdot Q^2 + 3.541 \cdot Q^2)]} \cong 0.3324 \cdot \sqrt{H} \quad (m^3/s)$$

ed essendo le quote di massimo invaso e di massima regolazione pari, rispettivamente, a 566,20 m s.l.m. e 565,40 m s.l.m. a fronte della quota di sbocco asse tubo pari a 544,29, il valore della portata esitata dallo scarico di fondo nei due casi sarà:

$$Q_{mi} = 0.3324 \cdot \sqrt{(566.20 - 544.29)} = 1.5560 \, m^3/s$$

$$Q_{mr} = 0.3324 \cdot \sqrt{(565.40 - 544.29)} = 1.5274 \, m^3/s$$

Valori del tutto confrontabili a quelli che si ottengono eliminando il dato della perdita di carico indotto dalla forcina a Y (riportato in precedenza in rosso) secondo quanto di seguito riportato:

$$\Delta h_c = \Delta h_{AB,i} + \Delta h_{AB,90^\circ} + \Delta h_B + \Delta h_C = (1.2 + 2 \cdot 0.16 + 0.5 + 1.0) \frac{Q^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.283} = 0.544 \cdot Q^2$$

$$Q = 0.82 \cdot 0.283 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot [H - (0.544 \cdot Q^2 + 3.541 \cdot Q^2)]} \cong 0.3340 \cdot \sqrt{H} \quad (m^3/s)$$

$$Q_{mi} = 0.3340 \cdot \sqrt{(566.20 - 544.29)} = 1.5634 \, m^3/s$$

$$Q_{mr} = 0.3340 \cdot \sqrt{(565.40 - 544.29)} = 1.5346 \, m^3/s$$

Come evidente la variazione della portata massima esitabile con o senza la deviazione ad Y varia di un ordine di grandezza nemmeno apprezzabile (< 5‰).

- c) Si è provveduto a risolvere la possibile interferenza rilevata tra i tiranti della paratia di valle e la galleria dello scarico di fondo prevedendo una deviazione angolare orizzontale pari a circa 8° dei tiranti adiacenti alla galleria (si veda TAV 12 *agg. Aprile 2023*). Tale accorgimento potrà garantire la sufficiente risoluzione tra la galleria e la tirantatura in progetto.

Per quanto invece riguarda la possibile interferenza tra i pali di fondazione del ponte di accesso alla torre di manovra e la galleria dello scarico di fondo si è provveduto ai seguenti aggiornamenti:

- spalla sx (di valle / lato torre di presa): eliminazione della fila di micropali centrale (baricentrica). Le verifiche geotecniche e strutturali erano già state cautelativamente svolte senza considerare l'apporto fornito dai suddetti micropali. Si è, inoltre, provveduto all'incremento della distanza dei micropali laterali rispetto alla galleria ad una misura almeno pari a 2 diametri dei micropali medesimi. Si è, pertanto, provveduto all'allineamento e conformazione dei relativi elaborati grafici (si vedano TAV 06 *agg. Aprile 2023* e TAV 07 *agg. Aprile 2023*).

- pila: si è provveduto alla riduzione della lunghezza dei micropali della fila centrale (baricentrica) di 1,0 m, con conseguente aumento della distanza di sicurezza rispetto alla sommità della galleria a circa 2,0 m e all'incremento della distanza dei micropali laterali rispetto alla galleria medesima ad una misura almeno pari a 2 diametri dei micropali medesimi.

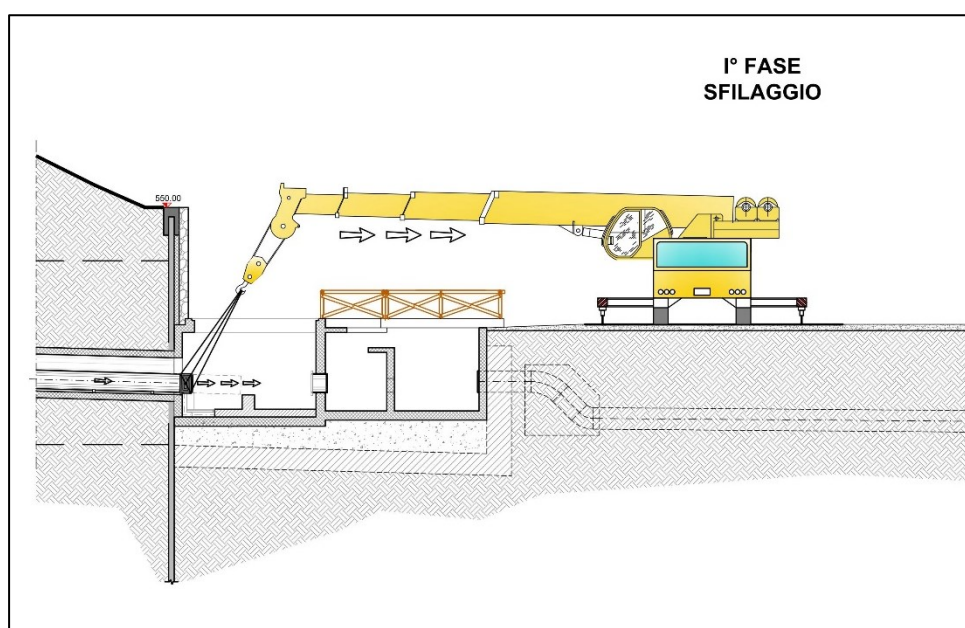
I suddetti accorgimenti e precauzioni tecniche, trattandosi peraltro di micropali (non di pali di medio o grande diametro), la cui verticalità di perforazione è tecnologicamente monitorabile e garantita e la cui capacità portante è sostanzialmente fornita dal contributo laterale/tangenziale e non da quello di punta, garantiranno sia la sufficiente risoluzione delle possibili interferenze operative tra galleria e micropali medesimi, sia l'adeguata limitazione della possibile (comunque remota e di entità trascurabile) influenza delle sollecitazioni trasferite al terreno di fondazione e alla galleria. Si ricorda, inoltre, come riportato in Relazione geotecnica e di calcolo strutturale, che l'introduzione dei micropali di fondazione è stata prevista al solo fine della limitazione dei cedimenti differiti e all'omogeneizzazione dei cedimenti differenziali dell'opera, stante le verifiche a capacità portante già autonomamente soddisfatte dalle fondazioni di tipo diretto del ponte (spalle e pila centrale).

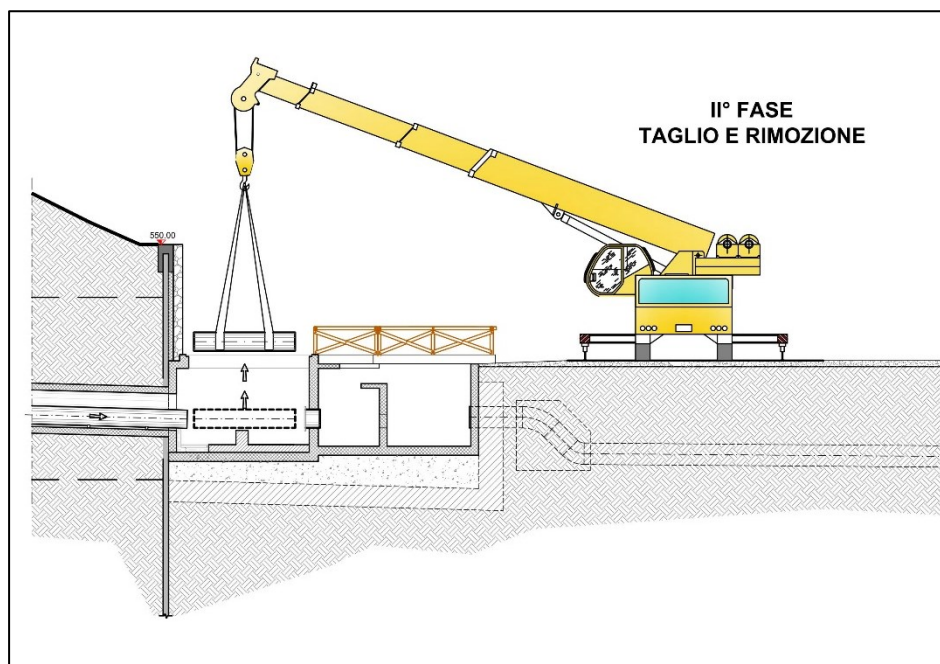
- d) Per quanto concerne la capacità portante delle fondazioni del ponte di accesso alla torre di presa e scarico di fondo nell'allegata Relazione geotecnica e di calcolo strutturale sono state riportate le pertinenti verifiche aggiornate (cap. 6.2 ÷ 6.6 e 7.1) tenendo conto anche dei fattori di inclinazione del piano campagna. Le verifiche a capacità portante delle fondazioni di pila e spalla lato monte (spalla dx) risultano soddisfatte conformemente alle combinazioni previste dalle NTC.
- e) Per quanto riguarda l'ispezionabilità della galleria ospitante la condotta promiscua dello scarico di fondo e della distribuzione irrigua si evidenzia come la sezione indicata nell'elaborato 4E avesse carattere di schema e si è, quindi, provveduto ad aggiornarlo posizionando cavidotti e punti prese nelle reali posizioni in cui saranno installati. Tale situazione (si riscontri TAV. 4E *agg. Aprile 2023*) permette, a parere dello scrivente, un residuo grado di accesso alla galleria, sicuramente non di tipo operativo, ma almeno di tipo ispettivo. Ovviamente si tratta di ambiti molto angusti e l'accesso è riservato solamente a ditte specializzate (non al personale del Consorzio Belaerotto Mussi) esclusivamente in presenza di uno specifico piano operativo e di sicurezza.

Eventuali perdite che dovessero verificarsi in galleria (ipotizzabili più che altro per i giunti della galleria ma molto improbabili per la condotta promiscua in acciaio risultando

quest'ultima nel tratto in galleria continua senza giunzioni flangiate) saranno facilmente riscontrabili al suo sbocco nel locale interrato di controllo di valle e misurabili nel relativo pozzetto di raccolta presente, eventualmente attrezzabile con un piccolo stramazzo triangolare e sonda galleggiante per la misura della portata sfiorata.

Molto remota, infine, è l'ipotesi di un intervento manutentivo sulla condotta in acciaio tale da richiedere il suo sfilamento all'esterno. Al fine, però, di rendere possibile anche tale ipotesi è stata introdotta (si veda TAV. 09 *agg. Aprile 2023*) una botola di larghezza pari a 2,80 m. sulla copertura dell'edificio interrato di controllo di valle in corrispondenza dell'asse della condotta attraverso la quale poter estrarre, ovviamente sezionandola a tratte di circa tre metri, la condotta. L'operazione di estrazione della condotta dovrà essere preceduta dal suo sezionamento ai due stremi: a monte, avendo avuto cura di rimuovere prima la piastra d'acciaio di testata della galleria, rimuovendo la flangia esistente del giunto di smontaggio, a valle rimuovendo le apparecchiature di sezionamento e misura presenti nel locale di regolazione agendo sulle rispettive flange. L'organizzazione dell'estrazione della condotta ha comportato la necessità di liberare lo spazio del locale in questione sulla direttrice dell'asse della galleria mediante il riposizionamento della tubazione di rilascio del DMV e relative strumentazioni di regolazione e misura all'estrema destra (senso idraulico) del locale interrato. Liberata la condotta ai suoi due estremi l'estrazione avverrà traendola, con gradualità, dall'esterno per mezzo di un'autogru da 40 t e braccio 8 metri facendola scorrere sui rulli presenti in galleria verso valle a tratte di circa tre metri e mezzo per poi sezionarla e sollevare all'esterno il tronco così isolato. Si tratta, evidentemente, di un'operazione laboriosa ed impegnativa che, se del caso, dovrà essere programmata ed organizzata.





L'operazione di re-infilaggio della condotta avverrà in senso inverso, procedendo sempre per tratte di lunghezza pari a tre metri e mezzo circa che saranno calati entro l'edificio di regolazione, appoggiati sulle selle in c.a. dotati di rulli di scorrimento, saldati e spinti da valle verso monte per mezzo di due martinetti idraulici contrastati contro la parete in c.a. di valle dell'edificio di regolazione previa l'apposizione di opportuni profili metallici di ripartizione della spinta.

- f) A fronte delle osservazioni mosse si è ritenuto più opportuno modificare le modalità di rivestimento della paratia tirantata di valle abbandonando la parete in terra rinforzata e sostituendola con un rivestimento lapideo di spessore pari a cm. 30. Tale rivestimento troverà fondazione sul solaio superiore del locale di regolazione interrato di valle per la tratta di sovrapposizione e su un'apposita platea in c.a. di dimensioni pari a 0,8 x 0,4 m. per la parte poggiante su terra.

Per quanto concerne il rimodellamento del versante in sinistra idrografica a valle degli edifici di valle, è stata prodotta la richiesta verifica aggiuntiva ai sensi delle NTC finalizzata ad accertarne le necessarie condizioni di stabilità e sicurezza anche in relazione alla possibilità di un'eventuale occlusione della zona di recapito degli scarichi. Si rimanda in tal senso al *paragrafo 7.4* della Relazione geotecnica e di calcolo strutturale *agg. Aprile 2023*.

- g) Come già riportato, il presente aggiornamento progettuale ha previsto lo stralcio della porzione di terre rinforzate prevista in corrispondenza della soletta di copertura della camera

di valle e vasca di dissipazione dello scarico di fondo. In tal senso, quindi, non si vengono a determinare variazioni dei carichi e delle azioni gravanti sul manufatto rispetto a quanto già precedentemente autorizzato.

Si evidenzia, inoltre, che la vasca di dissipazione dello scarico di fondo è stata verificata anche tenendo conto dell'azione trasferita dalla paratia alla stregua di opera di sostegno definitiva, senza considerare il contributo dei tiranti provvisori e includendo anche la pertinente azione sismica. La stessa paratia è stata, in tal senso, verificata sia nella configurazione provvisoria e cantieristica, che nella configurazione finale di opera di sostegno definitiva, conformemente alle combinazioni di verifica previste dalle NTC.

h) Si è provveduto a effettuare il controllo delle date citate nella presente relazione illustrativa riscontrando i seguenti errori ed emendandoli:

- pag. 24 cap. 4.1 è stata corretta la data della nota DGD – Ufficio di Torino prot. U0010606 (21.05.2021 anziché 21.05.2022);
- pag. 25 cap. 4.2 è stata corretta la data di inizio delle perforazioni (luglio 2021 anziché luglio 2022);
- pag. 25 cap. 4.2 è stata corretta la data della nota consortile (prot. 80/2021 anziché prot. 80/2022);
- pag. 26 cap. 4.3 è stata corretta la data della nota DGD – Ufficio di Torino prot. U0010606 (21.05.2021 anziché 21.05.2022).

2. PREMESSA

Nell'ambito del programma idrico di efficientamento ed ammodernamento del sistema d'irrigazione delle aree irrigue sottese all'invaso Pianfei, volti al risparmio della risorsa idrica, nei comuni di Pianfei e Chiusa Pesio, grazie alle provvidenze economiche del Piano Straordinario di interventi nel settore idrico previsti dalla Legge n. 205/2017 è stato possibile predisporre un programma di opere finalizzate alla messa a norma ed in sicurezza degli organi di scarico della diga in argomento ed all'integrazione della strumentazione di monitoraggio del comportamento del corpo diga in terra omogenea.

In conseguenza di della programmazione finanziaria dello stato tale programma d'interventi è stato ripartito in due distinti provvedimenti di finanziamento:

- un primo, di entità economica più corposa, erogato per l'allontanamento dello scarico di fondo dall'attuale corpo diga ove è impropriamente ubicato e lo spostamento in una nuova galleria da realizzarsi nella spalla sinistra della sezione d'imposta;
- un secondo destinato ad interventi di manutenzione straordinaria di tipo strutturale dello scarico di superficie, attualmente in condizioni ammalorate.

Le perizia modificativa e di variante che la presente relazione illustrativa accompagna e afferente alla prima delle due progettazioni.

2.1. CARATTERISTICHE DELLA DIGA DI PIANFEI

L'opera di sbarramento è caratterizzata da una diga del tipo in terra omogenea, ad andamento planimetrico rettilineo, con pendenza del paramento di valle pari ad 1/2 e pendenza del paramento di monte variabile da 1/3 ad 1/4.

Le principali caratteristiche dell'invaso e dello sbarramento, così come risultanti dal certificato di collaudo del 16.07.1969, nonché dai sopralluoghi e dal rilievo GPS appositamente eseguito per la redazione complessiva del Progetto Preliminare, sono le seguenti:

- quota del coronamento: 568,00 m s.l.m.m.;
- sviluppo del coronamento: 81,40 m;
- larghezza coronamento: 5,00 m;
- altezza diga: 20,00 m (calcolata come differenza tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più depresso dei paramenti);
- quota massima di regolazione: 565,40 m s.l.m.m.;
- quota di massimo invasore (rivalutata al deflusso della portata con tempo di ritorno 3000 anni): 566,20 m s.l.m.m.;

- franco: 1.80 m;
- pendenza del paramento di valle: 1/2;
- pendenza del paramento di monte: 1/3 ÷ 1/4;
- area del bacino imbrifero diretto: 1,01 km²;
- superficie dello specchio liquido: 0,11 km²;
- volume totale d'invaso: 544314 m³.

Il piano di fondazione della diga è posto circa 3 metri sotto il piano campagna ed è attraversato da sponda a sponda da un setto drenante centrale collegato ad un canale di raccolta delle eventuali portate di filtrazione posto in corrispondenza dell'unghia di valle della diga.

Gli organi di scarico sono costituiti da una tubazione in acciaio DN 400 mm sotto il piano di fondazione della diga per quanto concerne lo scarico di fondo e da uno stramazzo laterale in sponda sinistra raccordato a valle mediante un canale in c.a. a forte pendenza in condizioni strutturali piuttosto precarie.

Le portate di dimensionamento sono risultate, dagli atti ufficiali di consistenza della diga:

- Scarico di superficie: 20 m³/s;
- Scarico di fondo (DN 400 mm): 0,70 m³/s (ad invaso pieno e ricavata per calcolo in assenza di dati).

La diga di Pianfei è classificata all'archivio della Direzione Generale per le Dighe al N° 526.



Coronamento della diga di Pianfei

3. STORIA E SINTESI DEI CONTENUTI DEL PROGETTO ESECUTIVO

3.1. LE INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE

Nell'ambito della progettazione definitiva ed anche nell'elaborazione del livello esecutivo sono state condotte attente valutazioni di carattere geologiche, geotecniche e chimiche del sito interessato dai lavori.

3.1.1. LE INDAGINI GEOTECNICHE E LE VALUTAZIONI GEOLOGICHE

Le indagini geognostiche del sito interessato dei lavori sono state condotte in tre distinte fasi per la cui dettagliata analisi si rinvia alle specifiche relazioni R2 e R3 allegate alla perizia modificativa e di variante di cui la presente relazione illustrativa è parte integrante.:

- la prima campagna geognostica condotta nel 2012 a corredo degli studi preliminari del nuovo invaso di Serra degli Ulivi. Essa era destinata ad indagare principalmente il corpo diga dello sbarramento in terra omogenea di Pianfei e la continuità geologica delle due principali varici del serbatoio d'invaso poste in sinistra ed in destra idrografica immediatamente a monte della sezione di sbarramento.

Le indagini consistettero in due carotaggi continui nel corpo diga (PF-S03 e PF-S04) e tre carotaggi in corrispondenza delle citate varici (PF-S01 e PF-S02 sponda sinistra e PF-S05 sponda destra).

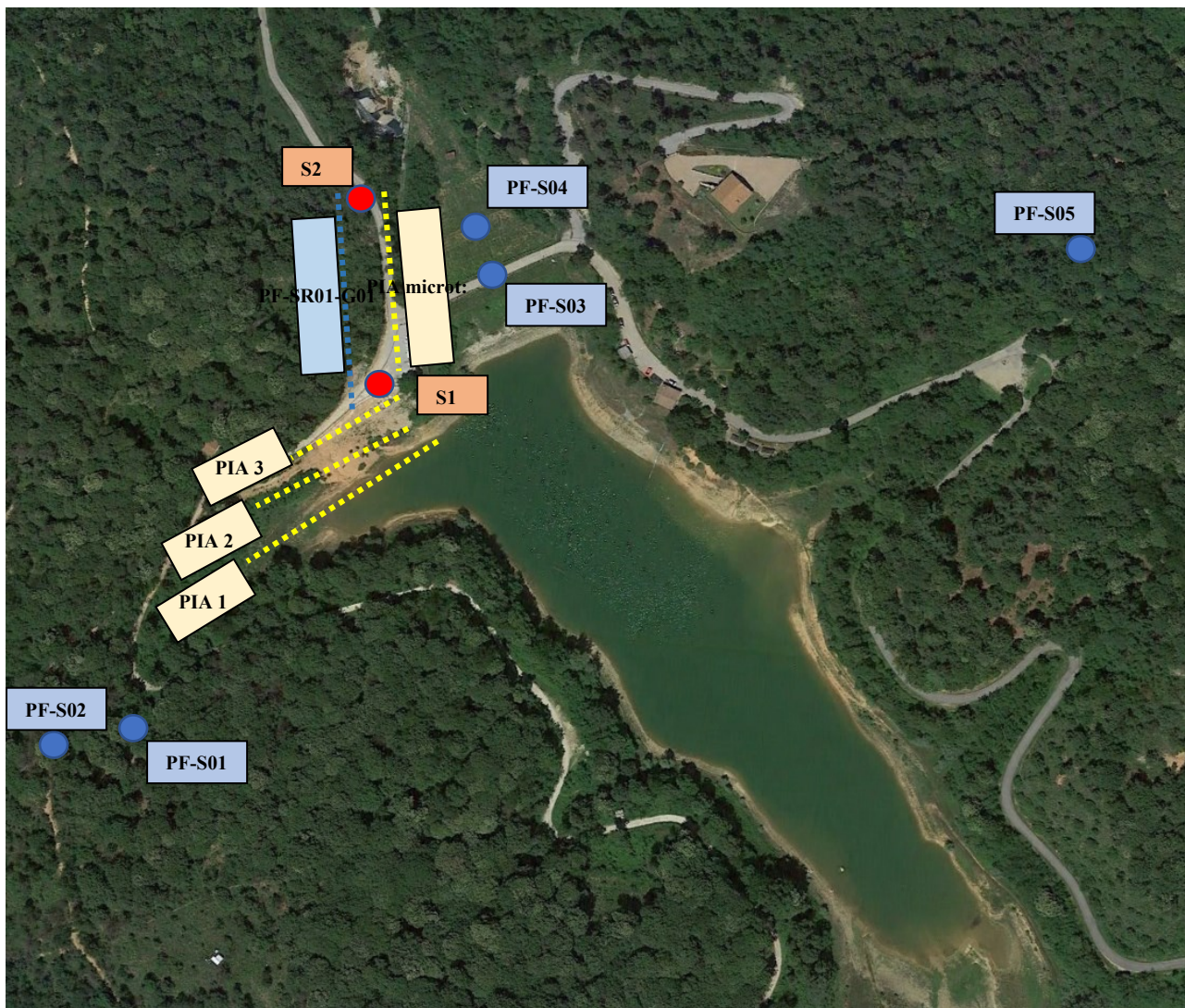
Nel corso della campagna di indagini 2012 sono state eseguite indagini di tipo geofisico di vario tipo: stendimenti di sismica a rifrazione in spalla destra e sinistra, indagini sismiche in foro, stendimenti di geoelettrica in modalità tomografica ed una completa tomografia sismica 3d dello sbarramento, caratterizzato, in termini di densità, secondo una serie di piani orizzontali e verticali. In particolare l'indagine sismica a rifrazione in modalità tomografica PF-SR01 eseguita lungo la spalla in sinistra idrografica è risultata significativa ed attinente al tracciato della galleria in microtunnel del nuovo scarico di fondo.

- Una seconda campagna geognostica è stata svolta nel 2017 nell'ambito della progettazione definitiva della galleria dello scarico di fondo mediante la realizzazione di due ulteriori carotaggi continui (S1 e S2) posizionati sull'asse della futura opera e spinti ad una profondità di 25 metri corrispondente alla quota di fondo galleria.

I due nuovi sondaggi diretti sono stati utili per la calibratura del modello geotecnico e la caratterizzazione dei parametri meccanici di dimensionamento della MTBM per lo scavo in microtunneling.

- Per l'interpretazione del carattere geologico e geotecnico del sito di costruzione della torre di presa dello scarico di fondo posta all'imbocco di monte della nuova galleria, nel 2019 sono state effettuate nuove stese geosismiche per l'estensione della tomografia già realizzata nel 2012 verso monte (PIA1, PIA2 e PIA3) oltre a ripetere una stesa anche lungo la strada di accesso in spalla sinistra dello sbarramento (PIA_{microtun.}) per rendere tridimensionali le informazioni dell'indagine del 2012 (PF-SR01).

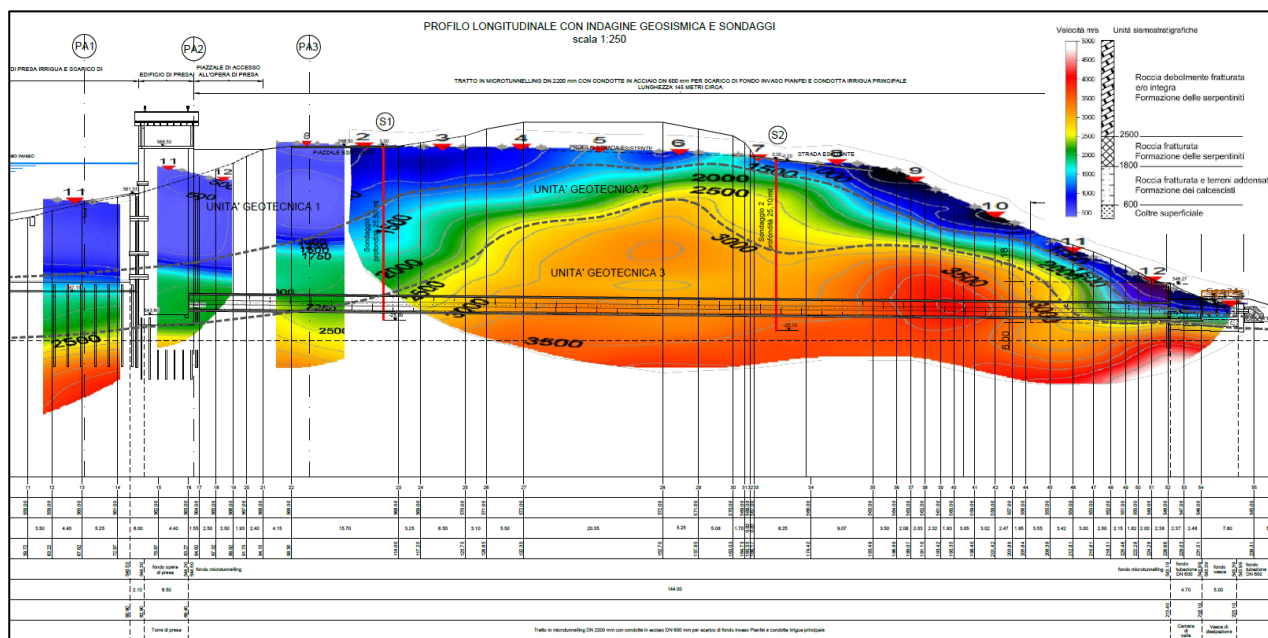
Di seguito si riporta l'ubicazione delle tre campagne di rilievo geognostico



Interpretando i risultati del compendio di indagini sopradescritte è stato definito il modello geotecnico del terreno oggetto dell'intervento, ripartendolo in tre classi di suolo principali utili sia per il dimensionamento geotecnico della fondazione della torre dell'opera di presa e delle relative opere provvisorie di sostegno degli scavi che per la progettazione della galleria da effettuarsi con tecnica del microtunnel:

- **Unità geotecnica I** – da p.c. a Orizzonte I: copertura superficiale e roccia alterata con proprietà geotecniche complessive mediocri e caratterizzata, in riferimento ai dati delle analisi geosismiche, da valori di velocità di onde P di circa 500-1500 m/s.
- **Unità geotecnica II** – da Orizzonte I a Orizzonte II: roccia fratturata, localmente alterata, con proprietà geotecniche discrete, progressivamente crescenti con la profondità e contraddistinta, in relazione ai dati delle analisi geosismiche, da valori di velocità di onde P di circa 1500-2500 m/s.

- **Unità geotecnica III** – scendendo in profondità dall’ Orizzonte II: roccia debolmente fratturata costituente il substrato roccioso, caratterizzata da maggior consistenza e minore alterazione, dotata di caratteristiche geotecniche migliori e contraddistinta da onde P di velocità superiori a 2500 m/s (da 2500 m/s a 3500 m/s).



3.1.2. LE ANALISI CHIMICHE

Nell’ambito delle attività propedeutiche alla progettazione esecutiva sono state condotte indagini mineralogiche su 4 spezzoni di carote prelevati dai fori S1 e S2 alle quote coincidenti con l’asse della galleria.

Tali campioni sono stati consegnati al laboratorio Tecno Piemonte S.p.A. di Romagnano Sesia (NO) che ha effettuato un’indagine elettronica a scansione (SEM) riscontrando in alcuni di essi la presenza di fibre d’amianto crisotilo ma in concentrazione non pericolosa (inferiore a 1000 mg/kg) secondo i parametri definiti dal D. Lgs 152/06 in combinato con il Regolamento UE 1357/2014 del 18.12.2014 (ALLEGATO 1).

3.2. LE APPROVAZIONI

Il progetto esecutivo degli interventi di adeguamento dello scarico di fondo e dell’opera di presa della diga di Pianfei fu redatto nel *luglio 2017*.

Poiché all'epoca tale progetto esecutivo risultava ancora unificato con la porzione di opere destinate alla distribuzione irrigua e sotto la regia del Mipaaf, esso fu trasmesso all'approvazione, oltre che della Direzione Generale per le Dighe – Ufficio di Torino, anche a quella del Provveditorato per le Opere Pubbliche del Piemonte, Valle d'Aosta e Liguria che si esprime favorevolmente con voto n° 3354 in data 26.07.2017 del proprio Comitato tecnico Amministrativo.

A seguito delle prescrizioni formulata dalla Direzione Generale per le Dighe – Ufficio di Torino con il proprio parere n° 23822 in data 24.10.2017, il progetto esecutivo venne in data *Gennaio 2020* adeguato e, in quella circostanza, scorporato dalla parte delle opere irrigue.

In data 03.04.2020 con nota N. 8095 l'Ufficio di Torino della DGD approvò definitivamente il progetto prescrivendo che si ottemperasse a:

1. modificare la classe di esposizione dei conglomerati cementizi, selezionando XC4 in luogo di XC2 prevista in progetto, quantomeno per i getti di calcestruzzo al di sopra della quota 560 m s.l.m.;
2. l'aggiornamento dello studio dell'onda di piena conseguente a manovre di apertura dello scarico di fondo (Circolare Min. LL.PP. n.1125/1986), in funzione dell'aumento della portata esitabile.

3.3. SINTESI DESCRITTIVA DEI CONTENUTI PROGETTUALI

La progettazione esecutiva datata *Gennaio 2020* in argomento riguarda, come già riportato, interventi di messa a norma ed efficientamento tecnico/gestionale degli organi di scarico di fondo e dell'opera di presa dello sbarramento di Pianfei mediante il loro spostamento dal corpo diga in terra omogenea ad una nuova galleria posizionata nell'ammasso roccioso della spalla sinistra della sezione di sbarramento.

Sinteticamente si riporta di seguito una descrizione sintetica delle opere previste in progetto stralciandola dalla progettazione dell'epoca.

3.3.1. VASCA DI DISSIPAZIONE DI VALLE

E' prevista la realizzazione dei due imbocchi di monte e di valle della galleria idraulica costituiti dalla vasca di dissipazione dello scarico di fondo (valle) e dalla torre di presa e regolazione dello scarico fondo (monte). La vasca di dissipazione, ubicata a quota 543,39 m.s.l.m., consentirà di dissipare l'energia posseduta dalla portata rilasciata dallo scarico di fondo prima della sua restituzione all'alveo del rio Fontana Mondina Lo scavo per la sua realizzazione sarà preceduto da una paratia provvisoria in micropali per il contenimento dei versanti lato monte i quali, una volta completate platee e muri perimetrali, prima di dare corso alle opere interne, costituiranno la vasca di spinta della perforatrice per la realizzazione della galleria circolare DN 2200 mm con rivestimento in tubazioni

prefabbricate in c.c.a. Dall'altro lato la perforazione della galleria sbarcherà a quota 544,50 m.s.l.m. all'interno della torre di presa che ospiterà gli organi di sezionamento dello scarico di fondo e dell'opera di presa della derivazione idrica.

3.3.2. EDIFICIO DI PRESA

Il nuovo edificio di presa è previsto in sponda sinistra orografica e verrà realizzato con struttura in c.c.a. gettato in opera con altezza pari a circa 25 m più con pianta quadrata avente dimensioni esterne pari a m 8,10 x 8,10 e dimensioni interne pari a 6,50 x 6,50 m. La sua realizzazione avverrà per mezzo di uno scavo a pozzo contenuto mediante una doppia berlinese perimetrale alla torre, con micropali di diametro 240 mm disposti su doppia fila, a quinconce, ad interasse di 35 cm e distanza delle file di circa 10÷15 cm. in modo da garantire sia la stabilità dello scavo in pozzo sia, congiuntamente ad uno schermo perimetrale realizzato con sistema di iniezioni di miscela cementizia, le necessarie condizioni operative di tenuta idraulica. A mano a mano che lo scavo a pozzo scenderà si provvederà ad effettuare una cerchiatura interna con profilati metallici e profili in acciaio di contrasto disposti ad interasse di circa 4 metri. Una volta così scavata internamente, la torre sarà completata con il getto della platea di fondazione e delle pareti al fine di garantire la perfetta tenuta stagna dell'opera.

Superiormente l'edificio sarà rivestito in pietrame a spacco e la copertura sarà in struttura lignea con manto in tegole locali.

3.3.3. GALLERIA DI DERIVAZIONE

Una volta predisposti i due imbocchi della galleria sarà possibile dare corso alla costruzione della nuova galleria idraulica tra di essi per mezzo di un'apposita perforatrice a sezione piana del tipo MTBM con tecnologia Microtunneling (MMTBM). Il diametro della testata di perforazione sarà di circa 2500 mm per l'accoglimento di una tubazione prefabbricata in c.c.a. idonea alla spinta mediante MMTBM avente diametro interno DN pari a 2200 mm; la lunghezza complessiva della galleria sarà pari a circa 145 m.

A protezione della scarsa consistenza del ricoprimento roccioso dei primi 20 metri circa della terebrazione si provvederà, preliminarmente all'avvio dello scavo, al pre-consolidamento mediante una chiodatura massiva dell'ammasso roccioso con infilaggi sub-orizzontali di tubi in vetroresina ad aderenza migliorata di diametro 60 mm, iniettati con malta cementizia che, verso l'imboccatura, potranno appoggiarsi sulla paratia in micropali già realizzata a sostegno del fronte di scavo per l'esecuzione della vasca di dissipazione.

Terminata la preparazione dell'imboccatura di valle, a mano a mano che la terebrazione della testata rotante procede, si provvederà all'asportazione all'esterno del materiale di smarino

sull'apposito nastro trasportatore ed alla spinta delle tubazioni in c.c.a. fino a formare un rivestimento continuo della galleria tra la vasca di dissipazione e la torre di presa. Non essendo stata rilevata la presenza di falda nell'ammasso roccioso calcescistico non si provvederà all'impermeabilizzazione dei giunti tra le tubazioni, limitandosi ad un impianto di aggottamento dell'acqua nella vasca di dissipazione per l'estrazione dell'acque del circuito del macchinario e di eventuali modeste occasionali infiltrazioni. L'interstizio risultante tra la sezione in roccia della perforazione e l'estradosso della condotta prefabbricata in c.c.a. sarà sigillato a saturazione delle fessurazioni ed eventuali piccole venute idriche mediante iniezione di miscela cementizia additivata con resine di tipo poliuretaniche attraverso gli ugelli appositamente predisposti nelle tubazioni in progetto. La perforazione terminerà nella torre di presa e di sezionamento dello scarico di fondo e da questa sarà estratta la testata della MTBM per mezzo di una gru che avrà avuto accesso alla torre medesima tramite il piazzale in sponda sinistra, ubicato alla stessa quota, e l'addossamento di un modesto rilevato di collegamento.

3.3.4. CONDOTTE DI SCARICO DI FONDO E DI DERIVAZIONE IDRICA

Una volta terminato il tunnel con tecnologia microtunneling, si provvederà ad allestire gli interni di quest'ultimo e della torre di presa. Si provvederà alla posa delle due condotte in acciaio DN 600 mm costituenti lo scarico di fondo e la condotta di derivazione irrigua. Completata la posa delle due condotte in acciaio, anche in relazione alle prescrizioni formulate sulla prima stesura progettuale, non si provvederà più alla saturazione della galleria che risulterà quindi ispezionabile e percorribile con accesso da valle, mentre l'imbocco di monte sarà sigillato mantenendo un dreno di scarico per la torre di presa.

3.3.5. CANALE DI PRESA

Tutte le opere fino a qui elencate potranno essere realizzate ad invaso pieno, stante l'assenza d'interferenza con le strutture esistenti, invece per il collegamento della torre di presa al fondo lago occorrerà operare in un momento di svasso quasi totale e avendo cura di realizzare una tura provvisoria di adeguato dimensionamento per il contenimento delle eventuali pulsazioni d'afflussi derivanti dal bacino imbrifero principale. Dal lato a lago della torre di presa, in direzione si continuerà, quindi, con due paratie in micropali DN 240 mm ad interasse di 30 cm, parallele, distanti tra di loro 6,00 m ed opportunamente contrastate con profili metallici tubolari a passo di circa 2,7 m. debitamente infisse nel sub-strato roccioso di serpentiniti compatte e poco fratturate, finalizzate al contenimento dei fronti di scavo fino al raggiungimento della quota di fondo lago.

Il progetto prevede, a tergo delle suddette paratie, la realizzazione, all'interno del bacino di accumulo, di un canale di presa lungo circa 62 realizzato in aderenza alla torre di presa con struttura in c.c.a. gettato in opera che consentirà il prelevamento di acqua sia per uso irriguo che per lo scarico

di fondo e, nel contempo favorirà l'ispezionabilità e le operazioni future di gestione e di manutenzione delle condotte della derivazione e dello scarico di fondo in progetto.

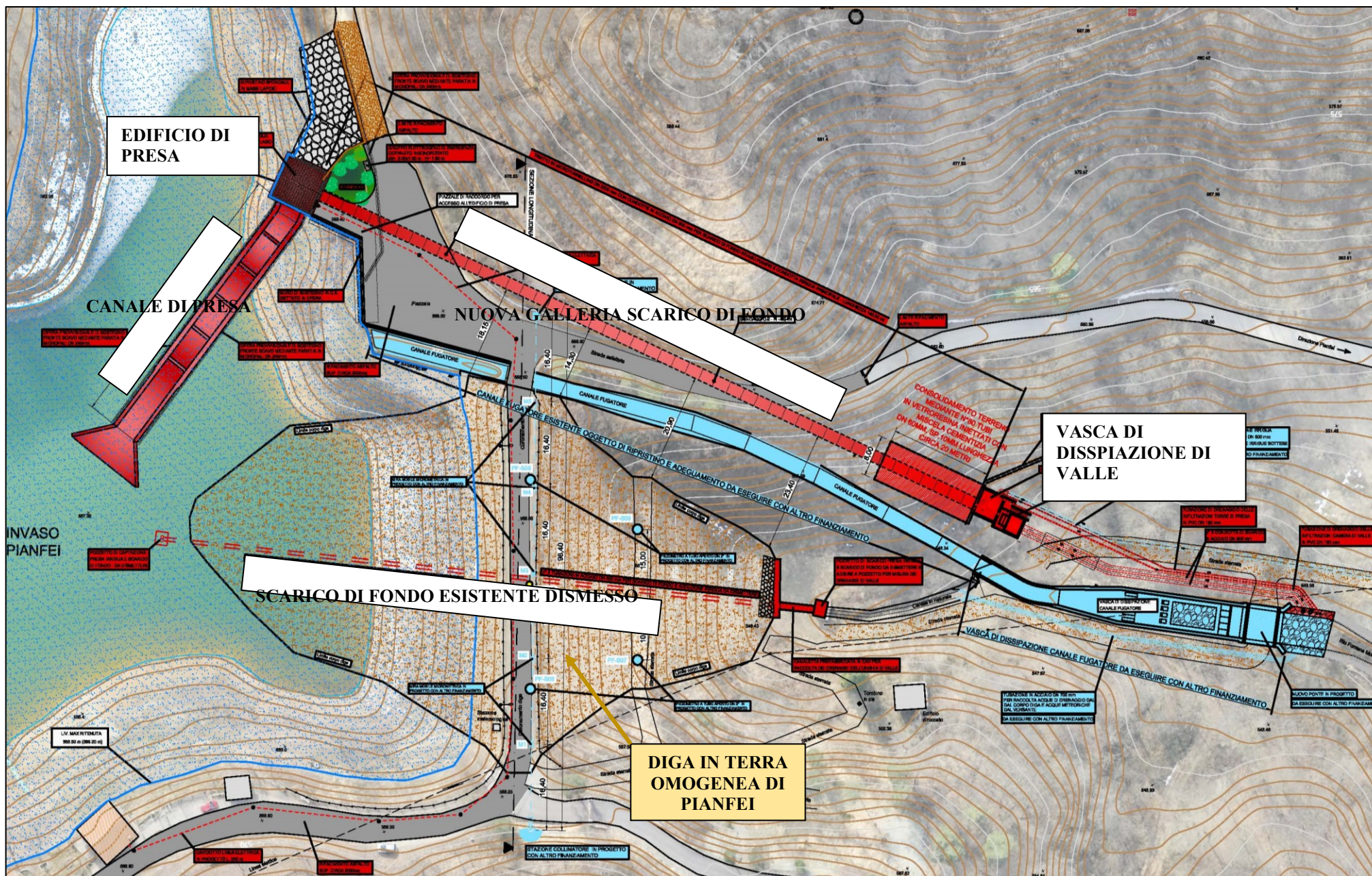
Le pareti laterali del canale sono di altezza variabile decrescente da circa 13 m fino a 2 m, a partire dalla quota di 561,55 m s.l.m. in prossimità della torre di presa, fino ad una quota di 550,55 m s.l.m.. Lo spessore delle pareti è previsto di 1,00 m nel primo tratto adiacente la torre, di 0,80 m successivamente e 0,60 m nel tratto finale verso monte. Nel tratto di parete di spessore 1,00 m, sono previste n. 5 travi di contrasto di dimensioni cm 60x120 funzionali all'ottimizzazione delle deformazioni in esercizio delle pareti del canale a causa dell'interazione struttura-versante. La fondazione è a sua volta caratterizzata da tre diversi spessori: 1,20 m nel primo tratto adiacente la torre, 1,00 m nel tratto centrale e 0,80 m nel tratto conclusivo verso monte.

3.4. IL QUADRO DI SPESA APPROVATO

Il quadro di spesa dei lavori di cui trattasi, così come approvato con dagli iter istruttori in precedenza citati, è risultato il seguente:

A) LAVORI			
Opere a misura	€	208.597,54	
Opere a corpo	€	4.661.149,82	
TOTALE COSTO DI COSTRUZIONE A)	€	4.869.747,36	€ 4.869.747,36
Oneri sicurezza determinati ai sensi Aut. Vig. LL.PP. Determinazione n° 4/2006 del 26/07/2006	€	283.664,55	
a.1 Importo lavori da assoggettare a ribasso d'asta	€	4.869.747,36	
a.3 Spese complessive della Sicurezza non soggette a ribasso d'asta	€	283.664,55	
TOTALE A)	€	5.153.411,91	€ 5.153.411,91
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE:			
b.1 Lavori in economia previsti in progetto	€	-	
b.2 Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini	€	14.500,00	
b.3 Allacciamento ai pubblici servizi	€	5.000,00	
b.4 Imprevisti (max 10% di A)	€	15.035,47	
b.5 Acquisizioni aree o immobili, servitù, occupazioni	€	13.000,00	
b.6 Accantonamento di cui all'art. 133 del D.Lgs 163/2006	€	-	
b.7 Incentivi per funzioni tecniche previste dall'art.113 D.Lgs 50/2016 e s.m.i.	€	21.000,00	
b.8.1 Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€	48.000,00	
b.8.2 Spese per attività di supporto tecnico-amministrativo (enti pubblici o Società in house delle Amministrazioni centrali dello Stato, ovvero, di società in house providing) art. 15 atto di Convenzione	€	20.000,00	
b.9 Spese per commissioni aggiudicatrici	€	9.600,00	
b.10 Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€	2.000,00	
b.11 Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€	76.000,00	
b.12 Spese tecniche relative a progettazione e direzione lavori e oneri diretti e indiretti	€	659.000,00	

b.13	Opere di mitigazione e compensazione ambientale, monitoraggio ambientale	€	-	
b.14	Altro (contributo Anasc)	€	600,00	
			€	
	TOTALE B)		883.735,47	
C)	I.V.A.			
c.1	I.V.A. su lavori	€	1.071.344,42	
c.2	I.V.A. su forniture	€	-	
c.3	I.V.A. su Oneri della sicurezza	€	62.406,20	
c.4	I.V.A. su Somme a disposizione della Stazione Appaltante	€	179.102,00	
	TOTALE C)	€	1.312.852,62	€ 1.312.852,62
	TOTALE GENERALE A)+ B)+C)			€ 7.350.000,00



Planimetria della diga di Pianfei con indicazione delle opere in progetto (in rosso con targa esplicativa in bianco)
In azzurro sono indicate le opere oggetto di altro appalto per la ristrutturazione dello scaricatore di superficie

4. ANDAMENTO DELL'APPALTO

4.1. AGGIUDICAZIONE DELL'APPALTO, CONSEGNA DEI LAVORI ED AVVIO DEL CANTIERE

A seguito di regolare gara d'appalto, in data 05.02.2021 è stato stipulato il contratto delle opere in oggetto con l'Impresa C.C.C. Cantieri Costruzioni Cemento S.p.A.. con sede in via Verdi, n. 21 - 30024 Musile del Piave (VE), per l'ammontare complessivo di € 4.404.785,65 di cui € 283.664,85 per oneri di sicurezza;

In data 22.03.2021 è stato sottoscritto dall'impresa esecutrice dei lavori e dal Direttore dei lavori il verbale di consegna dei lavori senza riserve;

A seguito della sopracitata consegna dei lavori l'impresa ha provveduto ad organizzare il cantiere secondo le previsioni progettuali e le oggettive necessità, ha provveduto all'installazione del cartello di cantiere, predisposto e consegnato al Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione il prescritto POS adeguato ai lavori appaltati. Nel contempo l'impresa esecutrice dei lavori ha anche provveduto alla nomina dell'archeologo incaricato della sorveglianza continuativa agli scavi per conto della Soprintendenza competente che è risultata essere la ditta specializzata F.T. Studio s.r.l. di Peveragno.

Nella fase di organizzazione dell'avvio dei lavori, l'impresa ha ritenuto di formulare la proposta di alcune modeste modifiche non sostanziali delle opere in appalto e specificatamente:

- la riduzione del diametro interno della galleria ospitante le condotte dello scarico di fondo e dell'opera di presa da 220 cm a 210 cm in ragione della più celere reperibilità sul mercato delle attrezzature di perforazione;
- alcune modifiche del dettaglio costruttivo della paratia provvisoria in micropali di contenimento dello scavo a pozzo della torre di presa consistenti nella concentrazione delle armature tubolari dei pali nella fila interna della paratia e piccoli dettagli costruttivi dei sistemi d'irrigidimento e contrasto della berlinese in fase di scavo.

La positiva disponibilità della Direzione dei lavori, fatti salvi gli aspetti amministrativi ed economici (in modesta riduzione) correlati da definire contrattualmente secondo quanto previsto dal secondo comma dell'art. 106 del D, Lgs 50/06 e s.m.i, trasmessa alla DGD – Ufficio di Torino con nota informativa 101/21/DC in data 17.05.2021, è stata da quest'ultima condivisa con nota N. U0010606 in data 21.05.2021.

In data 26.05.2021 con propria nota N. 544, notificata a mezzo di PEC alla Stazione Appaltante, al Direttore dei lavori ed al Responsabile del procedimento, l'impresa costruttrice ha provveduto a

richiedere il pagamento dell'anticipazione contrattuale prevista dall'art. 35, comma 18, del D. Lgs 50/2016 nella misura di €. 880.957,13 oltre IVA pari al 20% dell'importo contrattuale. A seguito della specifica relazione del Direttore dei lavori in data 24.06.2021 di accertamento dell'avvenuto inizio dei lavori e previa emissione da parte dell'Appaltatore di specifica polizza fidejussoria di garanzia della società Generali Italia S.p.A. N. 410056793 in data 21.06.2021, l'Amministrazione Appaltante ha provveduto con mandato di pagamento N. 4 in data 05.07.2021 al saldo della suddetta somma.

I lavori sono stati avviati a partire dalle due paratie di testata di monte e di valle della galleria da realizzarsi in microtunnel.

4.2. IL RINVENIMENTO DELL'AMIANTO E LA SOSPENSIONE DEI LAVORI

Le operazioni di perforazione delle due paratie di testata sono state avviate nel mese di luglio 2021 e sono procedute, con l'inevitabile rallentamento nelle due settimane centrali del mese di agosto, su entrambi i fronti disgiuntamente.

La colorazione verde che ogni tanto caratterizzava le polveri emergenti dai fori durante le fasi di terebrazione ha indotto alla raccolta di campioni ed alla loro analisi chimica al fine di valutarne la composizione.

Con nota N. 854 in data 13.09.2021 l'impresa C.C.C. Cantieri Costruzioni Cemento S.p.A. comunicava di aver inoltrato i suddetti campioni al laboratorio d'analisi GEM CHIMICA s.r.l. di Busca (CN) i cui risultati evidenziavano dati molto differenti da quelli emersi nelle analisi eseguite all'epoca progettuale con superamenti molto accentuati delle concentrazioni limite di riferimento di cui alla colonna A della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del D. Lgs. 152/2006 per i materiali Cromo, Nichel, Cobalto e Amianto (si veda ALLEGATO 2).

In conseguenza di ciò, pur riconoscendo la probabile origine naturale delle sostanze in questione, l'impresa comunicava di aver sospeso in autotutela le attività lavorative in corso in attesa di disposizioni della Direzione dei lavori.

Non risultando fronti operativi non coinvolti da scavi o perforazioni e quindi dalla problematica ambientale emersa, con verbale in data 15.09.2021 la Direzione dei lavori ha disposto la sospensione dei lavori sul quale l'impresa appaltatrice ha apposto la propria riserva di rimborso dei maggiori costi derivanti valutati nella misura di 4.695,78 €/giorno oltre a danni di natura economica e finanziaria non quantificabili.

Di tali fatti con propria nota N° 80/2021 in data 15/09/2021 il Consorzio Bealerotto Mussi dava pronta comunicazione al MIMS concedente il finanziamento preannunciando la necessità di

impegnare alcune delle somme a disposizione del quadro economico per gli approfondimenti del caso.

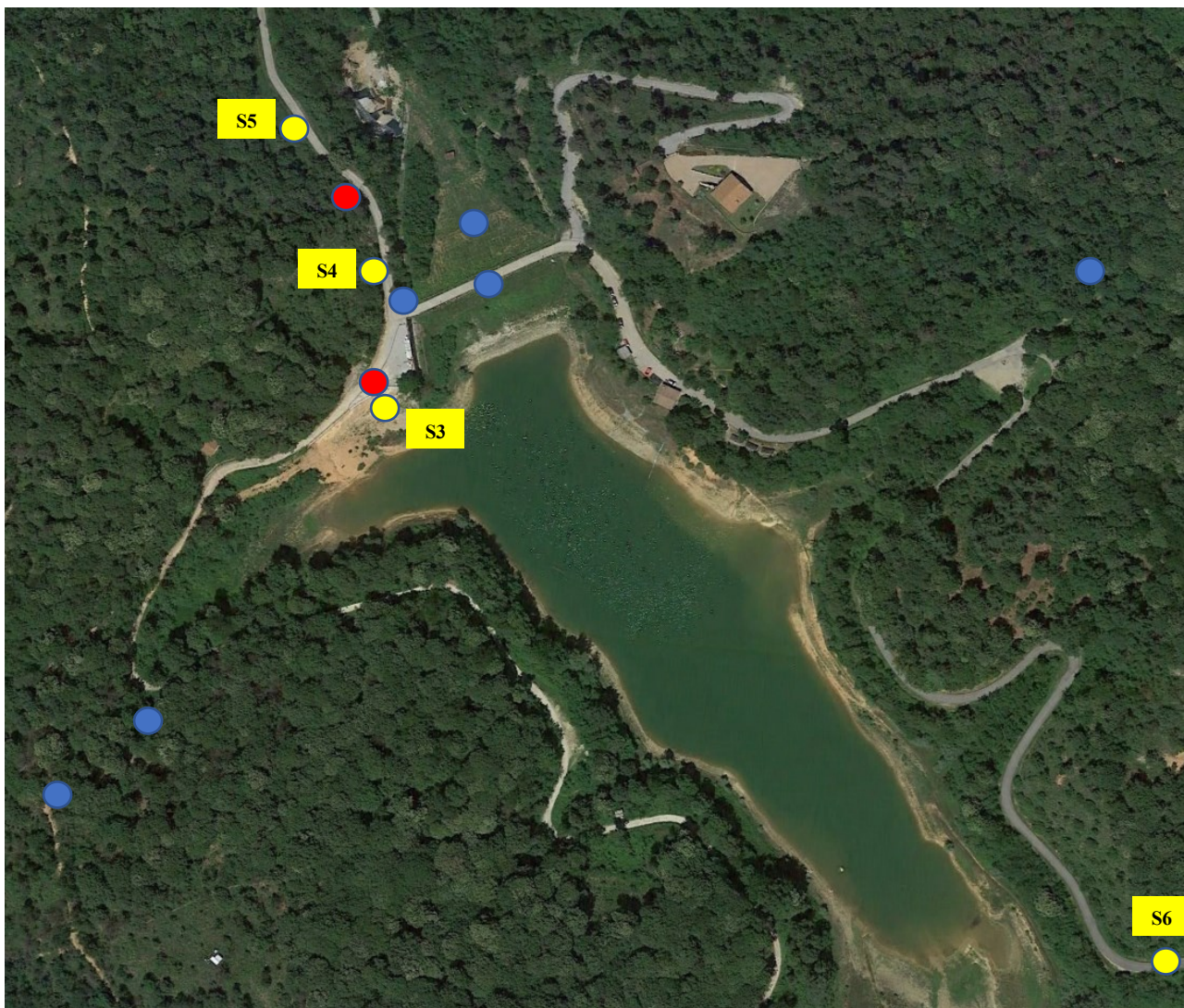
4.3. LE INDICAZIONI DELL'AGENZIA PER L'AMBIENTE DEL PIEMONTE ED IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.

L'approfondimento della problematica, così come interpretato dall'Agenzia Regionale per l'Ambiente – ARPA Piemonte, ha reso necessaria la definizione dei valori di fondo naturali di fondo per quanto riguarda i metalli eccedenti i limiti di concentrazione definiti normali dal D. L.gs 152/06 redigendo un apposito piano di monitoraggio ambientale finalizzato alla dimostrazione che le presenze riscontrate erano da assumere alla componente geologica del sito e non da genesi antropica ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017 ed in osservanza delle *Linee Guida per la Determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee - Delibera del Consiglio SNPA Seduta del 14.11.2017 Doc. n. 20/17*.

Tale piano consisteva nel:

- definire i criteri per l'accertamento delle concentrazioni di fondo di metalli e amianto nei terreni e nelle rocce in corrispondenza del sito;
- stabilire una procedura finalizzata ad indicare le possibili opzioni per il confronto tra le concentrazioni di fondo e le concentrazioni risultanti dalla caratterizzazione proposta.

A seguito del riscontro positivo da parte del MIMS – Direzione Generale per le Dighe con nota N. U.0022799 in data 02/11/2021 all'istanza consortile N° 80/2021 del 15/09/2021 in precedenza citata, il Consorzio, conferito specifico incarico alla ditta Bertolla Ambiente s.r.l. di Torino, ha prontamente provveduto alla redazione del *Piano di monitoraggio ambientale* (ALLEGATO 3) completato nel mese di dicembre 2021 e comprendente, tra l'altro, la realizzazione di quattro nuovi sondaggi (colore giallo S3 ÷ S6) spinti fino alla profondità di 25 m. con successiva analisi chimica di alcuni tronchi di carote estratti.



Planimetria sondaggi integrativi per il Piano di monitoraggio ambientale

Il piano in questione, completato e trasmesso ad ARPA in data 09.03.2022, consentiva a quest'ultima di concludere con propria relazione tecnica istruttoria in data 30.03.2022 (ALLEGATO 4) che : *“Per il sito in questione appare dunque chiaro che il materiale di origine è di natura profonda e litoide per quanto sminuzzato dalle tecniche di estrazione, e visti i contenuti elevati dei tre metalli (Cromo, Nichel e Cobalto) e soprattutto data la presenza dell’amianto, tali materiali è opinione della scrivente debbano restare presso il sito estrattivo di Pianfei e debbano essere riutilizzati tramite interrimento e copertura adeguata in quanto garante ad impedirne la dispersione nella matrice aerea”*. Di fatto, la ripresa dei lavori è condizionata alla predisposizione di un adeguato piano di lavoro contenente le indicazioni delle modalità operative da adottare in sede di riutilizzo delle terre e rocce di scavo con presenza di amianto.

4.4. LA PROBLEMATICITA' DEL RINCARO DEI MATERIALI

Nel mentre i lavori erano stati avviati e, quindi, sospesi per le motivazioni sopra descritte, sono emersi in tutta la loro problematicità i condizionamenti ai prezzi di fornitura delle materie prime derivanti dalla ripresa produttiva post pandemia mondiale da Covid-19 e dalla spinta inflazionistica

innescata dall'impennata dei prezzi dell'energia, a mitigazione dei quali il Governo italiano ha emesso ben tre provvedimenti:

- il D.M. 11.11.2021 per il compenso del rincaro delle materie prime relativamente a lavori realizzati nel primo semestre 2021;
- il D.M. 04.04.2022 per il compenso del rincaro delle materie prime relativamente a lavori realizzati nel secondo semestre 2021;
- il D. L.gs 17 maggio 2022 per il compenso revisionale dei lavori eseguiti e contabilizzati nel primo semestre 2022.

Tali provvedimenti demandano ai quadri di spesa dei singoli interventi il reperimento dei fondi necessari mediante l'assorbimento delle disponibilità derivanti dalle economie d'asta, qualora e nella misura residua, e del 50% della voce per imprevisti.

Come già riportato, i lavori sono fisicamente stati avviati dall'impresa in data 24.06.2021 (come da verbale in pari data) e sono poi stati sospesi per le motivazioni ambientali abbondantemente esposte in data 15.09.2021. Durante tale periodo, quindi completamente ascrivibile al 2° semestre del 2021, l'impresa C.C.C. Cantieri Costruzioni Cemento S.p.A. ha maturato uno stato d'avanzamento lavori, emesso in data 20.12.2021 ai sensi del comma 5 dell'art. 27 del capitolato speciale d'appalto per lavori a tutto il 15.09.2021 di €. 259.580,21.

Il conteggio espresso nelle forme e modalità di cui al D.M. 04.04.2022 del compenso per la rivalutazione del costo dei materiali utilizzati ammonta ad €. 75.959,65 (ALLEGATO 5) sebbene non ancora liquidati all'impresa in attesa della definizione amministrativa della perizia modificativa e suppletiva di variante che la presente relazione accompagna, atteso che l'amministrazione appaltante si trova, attualmente, in una condizione notevole esposizione economica verso l'appaltatore a fronte dell'anticipazione a suo tempo liquidata e visto il lungo tempo di sospensione ormai intercorrente.

5. CONTENUTI DELLA PERIZIA MODIFICATIVA E DI VARIANTE

Di tutte le problematiche in cui si è incappati e sopra richiamate e descritte si è sempre provveduto a tenere debitamente informata l'Amministrazione concedente il finanziamento.

In particolare, valutate le incidenze economiche derivanti da tutti gli oneri di gestione della problematica ambientale delle terre e rocce da scavo e degli aumenti dei costi dei materiali e di revisione prezzi, in data 30.06.2022 il Consorzio Bealerotto Mussi aveva prodotto una *Relazione di aggiornamento* con la quale si evidenziava alla Direzione Generale per le Dighe l'esigenza di un ampliamento del finanziamento concesso di €. 2.430.060,66 come da quadro di spesa riepilogativo di seguito riportato:

DESCRIZIONE		QUADRO ECONOMICO DOPO AGGIUDICAZIONE		QUADRO ECONOMICO VARIANTE		VARIAZIONI
		IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI	IMPORTI
A)	LAVORI					
a.1	Importo lavori da assoggettare a ribasso d'asta	€ 4.121.098,62		€ 5.149.855,26		€ 1.028.756,64
a.2	Importo delle forniture	€ -		€ -		
a.3	Spese complessive della Sicurezza non soggette a ribasso d'asta	€ 283.664,55		€ 402.385,28		€ 118.720,73
	TOTALE A)	€ 4.404.763,17	€ 4.404.763,17	€ 5.552.240,54	€ 5.552.240,54	€ 1.147.477,37
B)	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE:					
b.1	Lavori in economia previsti in progetto	€ -		€ -		€ -
b.2	Rilievi, diagnosi iniziali, accetamenti e indagini	€ 30.000,00		€ 23.577,31		-€ 6.422,69
b.3	Allacciamento ai pubblici servizi	€ 5.000,00		€ 5.000,00		€ -
b.4	Imprevisti	€ 762.929,42	(economie d'asta)	€ 111.044,81	(2% di A)	-€ 651.884,61
b.5	Acquisizioni aree o immobili, servitù, occupazioni	€ 13.000,00		€ 13.000,00		€ -
	Rivalutazione prezzi dei materiali oggetto di contabilizzazione nel 2021 (D.M. 04.04.2022)			€ 62.636,38		€ 62.636,38
b.6	Accantonamento per revisione prezzi dei lavori ancora da eseguire alla data del 01.12.2022 valutata ai sensi del D.M. 17.05.2022	€ -		€ 1.052.876,47		€ 1.052.876,47
b.7	Incentivi per funzioni tecniche previste dall'art.113 D.Lgs 50/2016 e s.m.i.	€ 21.000,00		€ 21.000,00		€ -
b.8.1	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€ 48.000,00		€ 48.000,00		€ -
b.8.2	Spese per attività di supporto tecnico-amministrativo (enti pubblici o Società in house delle Amministrazioni centrali dello Stato, ovvero, di società in house providing) art. 15 atto di Convenzione	€ 20.000,00		€ 20.000,00		€ -
b.9	Spese per commissioni aggiudicatrici	€ -		€ -		€ -
b.10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ 2.000,00		€ 2.000,00		€ -
b.11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed collaudo ex art.14 D.P.R. 1363/59 (VALUTATE AI SENSI ART. 9 DELLA CONVENZIONE)	€ 165.297,51		€ 193.758,00		€ 28.460,49
b.12	Spese tecniche relative a progettazione e direzione lavori e oneri diretti e indiretti	€ 659.000,00		€ 867.598,41		€ 208.598,41
b.13	Opere di mitigazione e compensazione ambientale, monitoraggio ambientale	€ -		€ 212.307,62		€ 212.307,62
b.14	Altro (contributo Anac)	€ 600,00		€ 600,00		€ -
	TOTALE B)	€ 1.726.826,93	1.726.826,93	€ 2.633.399,00	€ 2.633.399,00	€ 906.572,07
C)	I.V.A.					
c.1	I.V.A. su lavori	€ 969.047,90		€ 1.221.492,92		€ 252.445,02
c.2	I.V.A. su forniture	€ -		€ -		€ -
c.3	I.V.A. su Oneri della sicurezza	€ 62.406,20		€ 88.524,76		€ 26.118,56
c.4	I.V.A. su Somme a disposizione della Stazione Appaltante	€ 186.955,80		€ 284.403,44		€ 97.447,64
	TOTALE C)	€ 1.218.409,90	€ 1.218.409,90	€ 1.594.421,12	€ 1.594.421,12	€ 376.011,22
	TOTALE GENERALE A)+ B)+C)		€ 7.350.000,00		€ 9.780.060,66	€ 2.430.060,66

In ragione di detta relazione, nell'ambito di successivi colloqui la Direzione Generale per le Dighe riscontrava l'impossibilità di integrare l'ammontare del finanziamento come richiesto e suggeriva di valutare la possibilità di introdurre alcune variazioni progettuali tali da riuscire a

soddisfare le nuove esigenze emerse in corso d'opera pur conseguendo le finalità originarie dell'intervento e senza eccedere all'importo originariamente concesso di €. 7.350.000.

Quanto sopra è stato oggetto di una prima sintetica proposta di valutazione in data 08.07.2022 mediante la trasmissione alla Direzione generale per le Dighe di un documento sintetico denominato *Valutazioni sulla riduzione dei lavori* e quindi, sulla scorta di approfondimenti tecnici più sviluppati e calibrati, di un incontro in data 14.09.2022 presso l'Ufficio di Torino della Direzione generale per le Dighe. In tale occasione sono state illustrate le variazioni progettuali ritenute compatibili con le indicazioni ricevute nei precedenti incontri e colloqui e concernenti:

- lo spostamento della torre di presa dello scarico di fondo in posizione più centrale del lago d'invaso in modo da ridurre significativamente l'entità delle opere provvisorie di scavo nonché la consistenza del canale di captazione del fondo lago. Questa variazione, assai semplificativa dell'intervento e riduttiva in termini di costo, si è resa possibile solamente in conseguenza di una lunga opera di convincimento e di un notevole sacrificio economico da parte dei consorziati che hanno accettato, pur di pervenire alla conclusione dell'opera, il completo svasso della diga per la durata di un'intera stagione irrigua;
- l'unificazione della condotta dello scarico di fondo e di quella dell'opera di presa irrigua (entrambe DN 600 mm in acciaio saldato) in un'unica tubazione fino al termine della galleria in sponda sinistra ove, nell'apposito edificio di sbocco si dipartirà nei due usi;
- riduzione del diametro della galleria di scarico in sponda sinistra da 2,10 m a 1,20 m (misura interna), riduzione resa possibile dall'unificazione della condotta di cui al punto precedente che. L'ispezionabilità della condotta, pur la galleria non essendo più dotata della stessa semplicità d'accesso, sarà comunque possibile.

La perizia modificativa e di variante in argomento definisce lo sviluppo progettuale di quanto sopra sinteticamente descritto oltre che a integrarlo con tutte le previsioni risolutive della gestione e del riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi in osservanza del piano predisposto in applicazione del D.P.R. 13 giugno 2017 N. 120 nonché completa il quadro economico di progetto tenendo in considerazione sia gli oneri compensativi già maturati che provvedendo a prevedere quelli che, con ragionevole certezza, matureranno nel corso dei lavori. Per quest'ultimo dato si allega (ALLEGATO 6) il l'aggiornamento del costo dei lavori non ancora eseguiti valorizzato secondo i dettami del D. L.gs 17.05.2022 (prezzario regionale 2022 assoggettato al ribasso d'asta ed alea riduttiva del 10%).

5.1. IL RINVIO AI CONTENUTI DEL PROGETTO ESECUTIVO

Alcuni presupposti tecnici del progetto esecutivo approvato restano del tutto validi ed inalterati anche per la presente perizia modificativa di variante.

Gli elaborati trattanti tali tematiche non vengono più allegati ma sono ovviamente disponibili qualora ritenuti necessari per l'esame istruttorio e sono i seguenti:

- *Relazione idrologica ed idraulica.* L'elaborato non viene aggiornato in quanto la variante introdotta non comporta nessuna influenza sui risultati di tale relazione. Per quanto riguarda il calcolo idrologico delle portate di piena caratterizzate dai vari tempi di ritorno non pare necessario dilungarsi su alcuna spiegazione. Per quanto riguarda il dimensionamento idraulico si osserva che:
 - il calcolo della portata e delle perdite di carico dello scarico di fondo non risulta condizionato in alcuna maniera dalla variante in quanto non mutano geometrie, materiali e strumentazioni di misura e regolazione;
 - per lo stesso motivo non varia l'abaco delle portate dello scarico di fondo in relazione alla percentuale di apertura e del livello d'invaso;
 - per lo stesso motivo non varia il tempo di svuotamento del serbatoio d'accumulo nelle condizioni di cui al comma C.7 del D.M. 26 giugno 2014 che rimane essere pari a 55,53 ore per lo svaso del 75% del volume d'invaso a partire dalla quota massima di regolazione;
 - i dati di portata, carico idrostatico e velocità restano immutati e conseguentemente il dimensionamento della vasca di dissipazione tipo USBR IV allo sbocco dello scarico di fondo resta immutato.
- *Relazione geologica.* L'analisi geologica dei siti interessati dalla progettazione esecutiva è ovviamente la stessa anche per la variante in trattazione stante la costanza della tipologia delle opere e della loro ubicazione, se non per una modesta traslazione del posizionamento della torre di presa dello scarico di fondo. In tal senso è stata estesa l'indagine geofisica alla varice in sinistra idrografica (*Relazione geologica sull'estensione dell'indagine geognostica*) per l'interpretazione e l'assunzione dei parametri di calcolo geotecnici da utilizzarsi.
- *Relazione tecnica e calcoli illuminotecnici.* L'impianto di illuminazione interno della torre di presa dello scarico di fondo e della galleria resta invariato pur nella riduzione di diametro di quest'ultima.

5.2. DESCRIZIONE DELLE NUOVE SOLUZIONI TECNICHE INTRODOTTE

5.2.1. LA RIUBICAZIONE DELLA TORRE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA

Come già riportato in precedenza la gravosità degli oneri economici imposti dalle modalità di gestione in sicurezza dei materiali di provenienza dagli scavi unitamente a quelli connessi agli incrementi dei costi dei materiali e di costruzione in combinazione con l'impossibilità di reperire

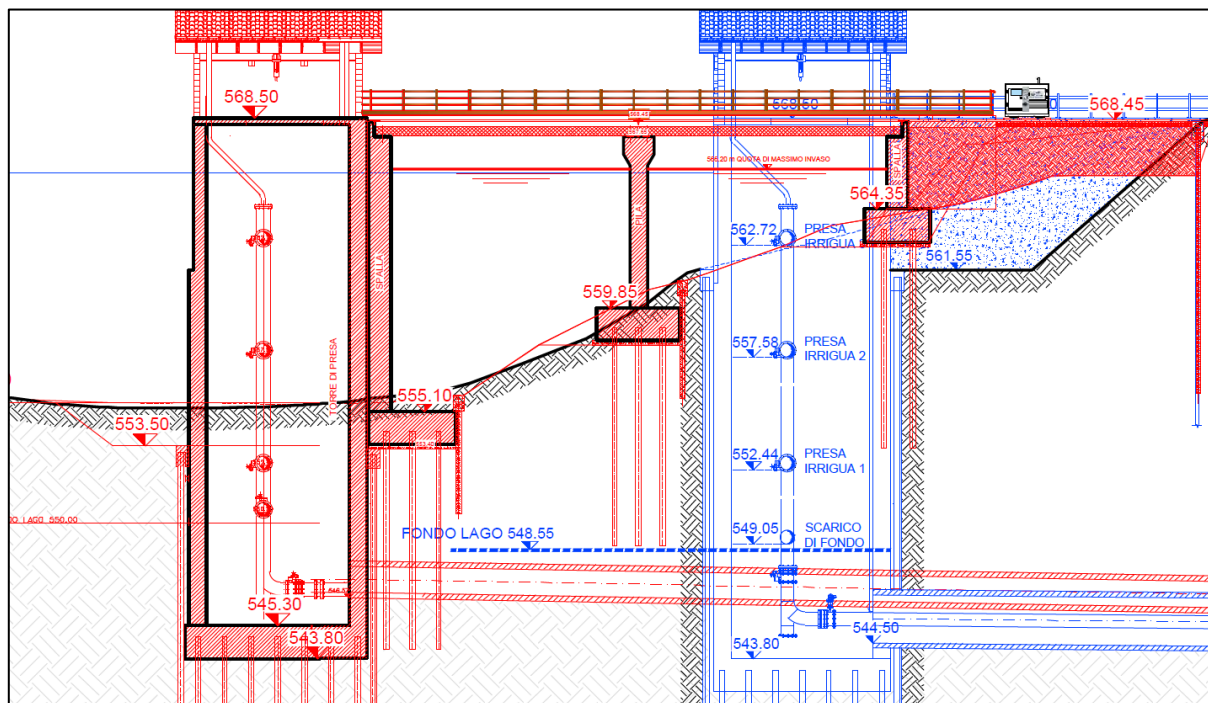
integrazioni di finanziamento, hanno posto i consorziati del Consorzio Beralerotto Mussi di fronte al rischio concreto di dover abbandonare l'iniziativa. Una tale ipotesi risulta, obiettivamente, difficilmente compatibile con il prosieguo ad oltranza della gestione irrigua dell'invaso di Pianfei a fronte delle carenze strutturali descritte e che con il presente progetto si intendeva risolvere.

A fronte di tale scenario il Consorzio Bealerotto Mussi ha dato l'assenso allo svasso completo del lago di Pianfei per un'intera stagione irrigua (quindi un anno e mezzo) al fine di consentire una serie di semplificazioni progettuali finalizzate alla riduzione del costo dell'opera.

La possibilità di operare in assenza dell'invaso consente:

- lo spostamento della torre di presa al centro dell'aneurisma in sinistra idrografica con conseguente minimizzazione delle opere provvisorie di scavo;
- la semplificazione della tura di protezione dell'area di lavoro dall'afflusso principale al bacino d'invaso che potrà essere ridotto ad un modestissimo rilevato.

Il nuovo posizionamento della torre è stato definito 24 metri più a monte sull'asse progettuale della galleria, in modo da non dover variare l'impostazione del cantiere dell'imbocco di valle già avviata. Contemporaneamente, visto anche l'esito dell'estensione dell'indagine geofisica, l'asse della galleria è stato inclinato leggermente verso l'alto in modo da ridurre la profondità dello scavo a pozzo della torre dello scarico di fondo di 1,50 cm (543,80 m.s.m. contro 545,30 m.s.m.).

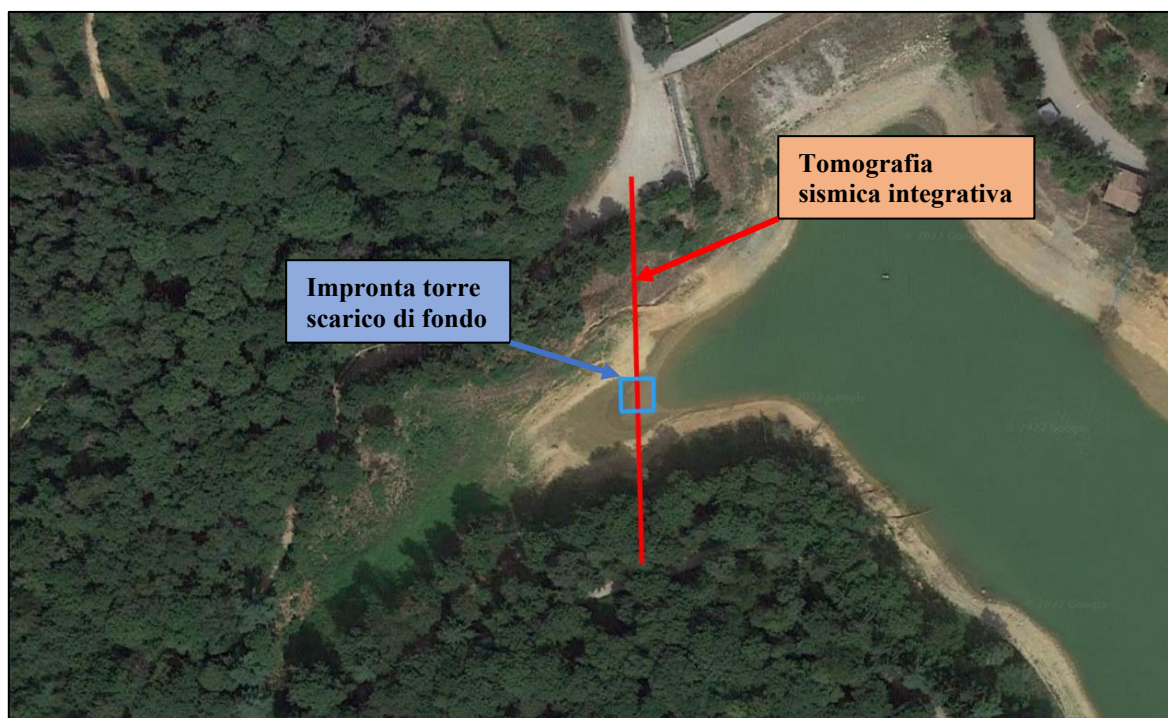


Profilo asse galleria della testata di monte

5.2.2. L'ESTENSIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di accertare la continuità del substrato roccioso in corrispondenza del sito di nuova edificazione della torre dello scarico di fondo, come già riportato, è stata estesa l'indagine geosismica

di tipo tomografico già disponibile dal progetto esecutivo anche alla varice di sinistra a monte dell'opera di sbarramento oggetto della nuova edificazione. La stesa dei geofoni è stata disposta in continuità dell'asse della galleria fino al completo attraversamento della varice.

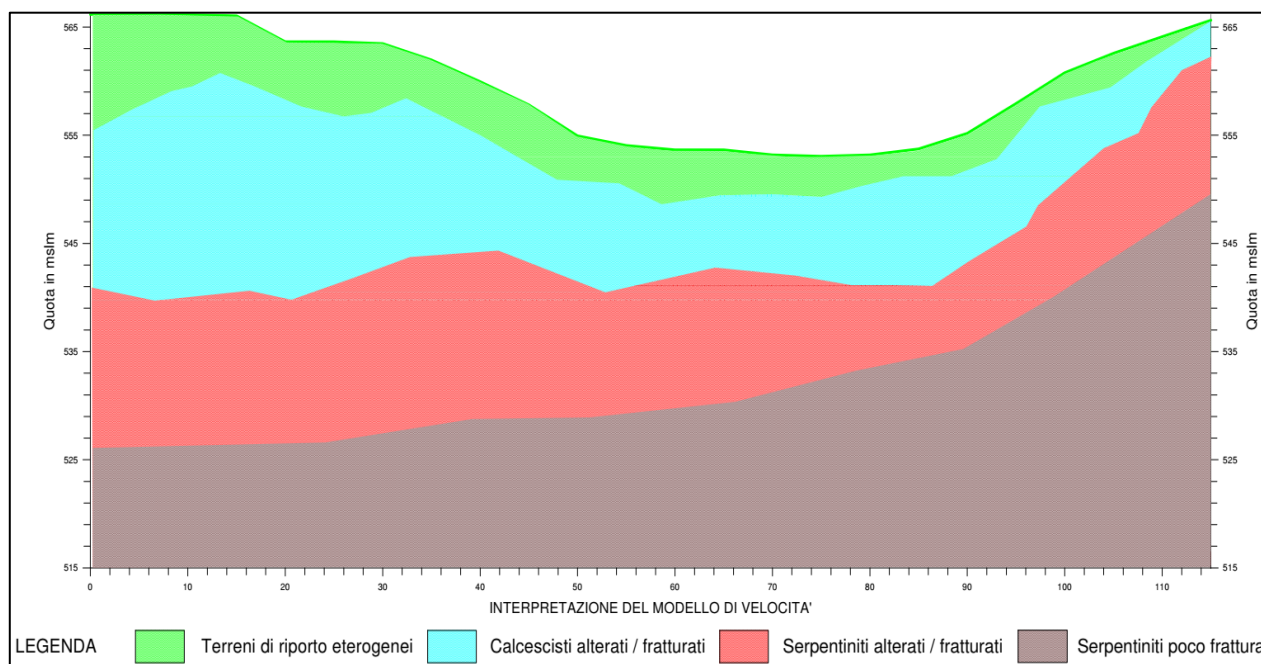


Nuova stesa geosismica sulla varice in sinistra idrografica

Per una completa descrizione dell'analisi condotta ed interpretazione dei dati ricavati si rinvia allo specifico elaborato redatto dal dott. geol. Piero Adamo *Relazione geologica sull'estensione dell'indagine geognostica* sintetizzando, di seguito, come il modello tomografico ha confermato lo stesso assetto di stratificazioni geologica già riscontrato:

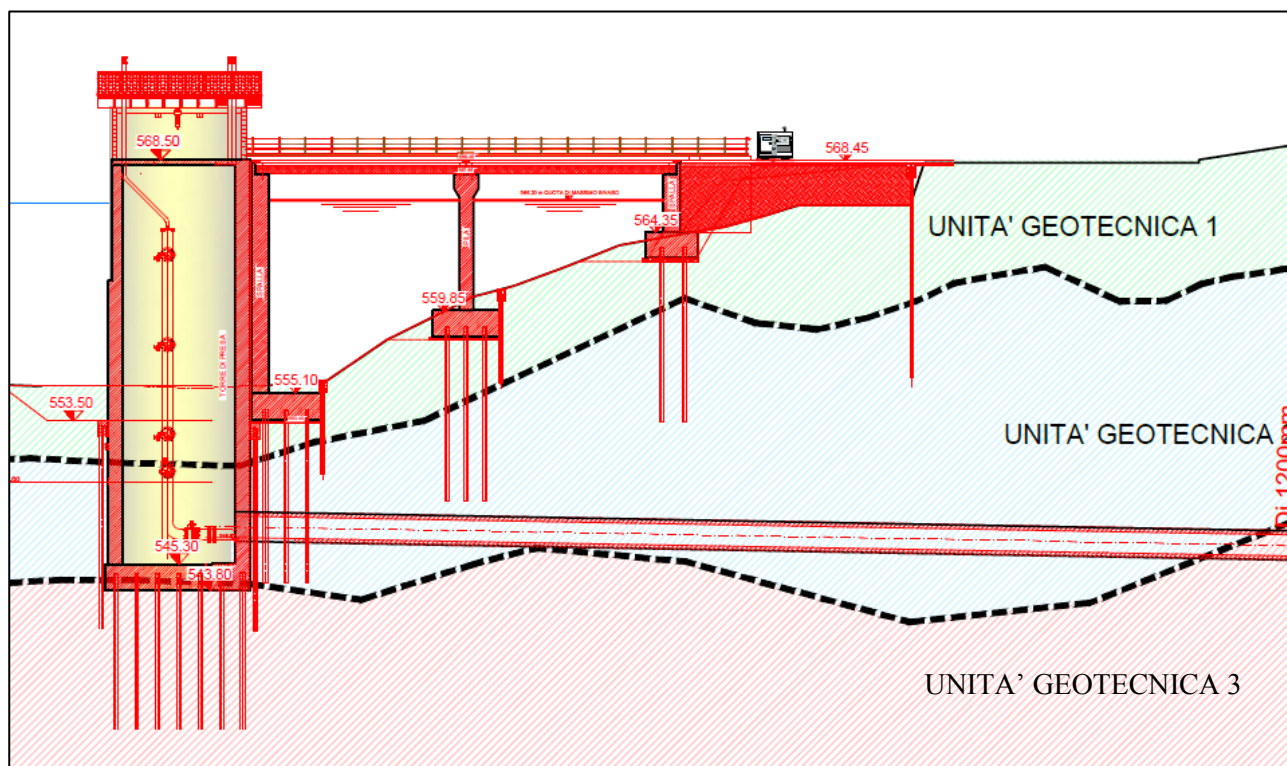
- Un primo sismostrato a bassa velocità ($V_p < 0.8$ km/s) esteso per tutta la lunghezza della sezione, fino alla profondità massima di circa 10 m nella parte iniziale della stessa (A1), che si riduce a circa 4 m in corrispondenza della torre, costituito da materiali sciolti o scarsamente addensati;
- Un sismostrato con un debole gradiente di velocità all'aumentare della profondità e velocità comprese tra 0,8 e 1,2 km/s, che rappresenta verosimilmente i calcescisti/talcoscisti molto alterati;
- Un sismostrato con un buon gradiente di velocità all'aumentare della profondità e velocità comprese tra 1,2 e 2 km/s, che rappresenta verosimilmente i calcescisti freschi o serpentiniti fratturate;
- Un sismostrato di fondo ad alta velocità ($V_p > 2$ km/s) che rappresenta materiali molto compatti, verosimilmente substrato lapideo fratturato passante a molto compatto al di sotto

dei 20 m dal p.c. probabilmente serpentinitico. I materiali più compatti sono collocati verso la fine della sezione (A2).



Interpretazione del modello delle velocità sismiche nel terreno

Rinviando ai contenuti della *Relazione geotecnica e di calcolo strutturale* per una completa disamina del processo dimensionale, dalle indicazioni dell'indagine tomografica geosismica è stato ricostruito il modello delle unità geotecniche cui son state fatte corrispondere, con buona approssimazione e sufficiente cautela, i parametri caratteristici.



Sovrapposizione unità geotecniche/posizione opere d'arte

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO – UNITÀ GEOTECNICA I	
Peso di volume medio	$\gamma_t \cong 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi \cong 30^\circ \div 32^\circ$
Coesione efficace	$c \cong 5 \div 10 \text{ kPa}$
Modulo di deformazione elastica	$E \cong 30 \div 50 \text{ Mpa}$

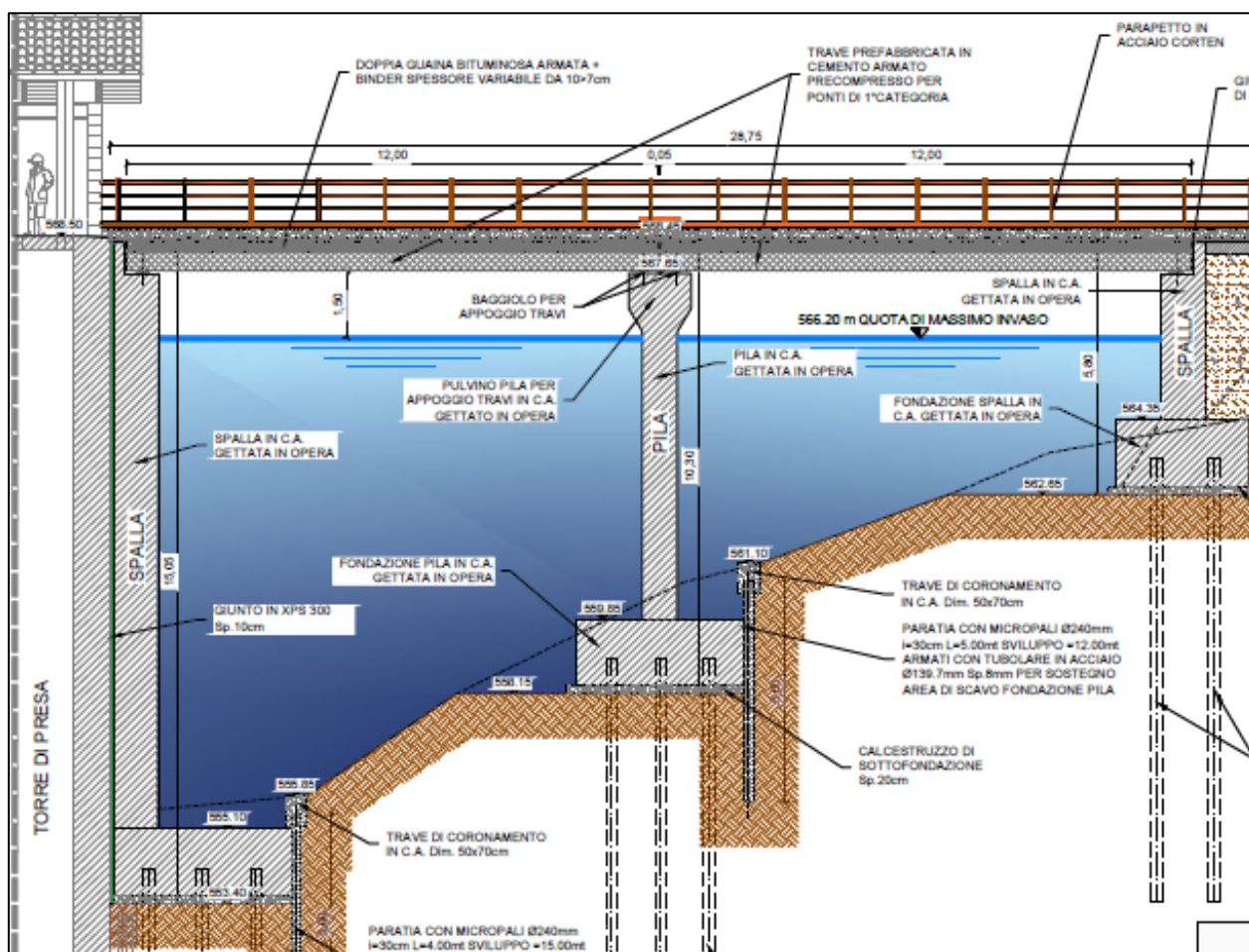
PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO – UNITÀ GEOTECNICA II	
Peso di volume medio	$\gamma_t \cong 24 \text{ kN/m}^3$
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi \cong 34^\circ \div 36^\circ$
Coesione efficace	$c \cong 40 \div 60 \text{ kPa}$
Modulo di deformazione elastica	$E \cong 800 \div 1200 \text{ Mpa}$

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO – UNITÀ GEOTECNICA III	
Peso di volume medio	$\gamma_t \cong 26 \text{ kN/m}^3$
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi \cong 42^\circ \div 45^\circ$
Coesione efficace	$c \cong 130 \div 160 \text{ kPa}$
Modulo di deformazione elastica	$E \cong 2500 \div 3500 \text{ Mpa}$

5.2.3. IL NUOVO PONTE DI ACCESSO ALLA TORRE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA

Ovviamente, come conseguenza dello spostamento della torre dello scarico di fondo in mezzo alla varice in sinistra idrografica del lago di Pianfei, si rende necessaria la realizzazione di un ponte di accesso che la colleghi alla strada circumlacuale esistente.

La distanza tra la muratura perimetrale della torre e la spalla lato terra è di 24,65 metri che verrà ripartita in due luci di 10,93 metri al netto dello spessore di spalle e pila centrale. L'altezza degli elementi di sostegno verticali al netto della fondazione degraderà, ovviamente, dalla terra ferma verso il centro lago da 4,10 m (spalla terra ferma) a 8,60 m (pila centrale) a 13,35 m (lato torre).



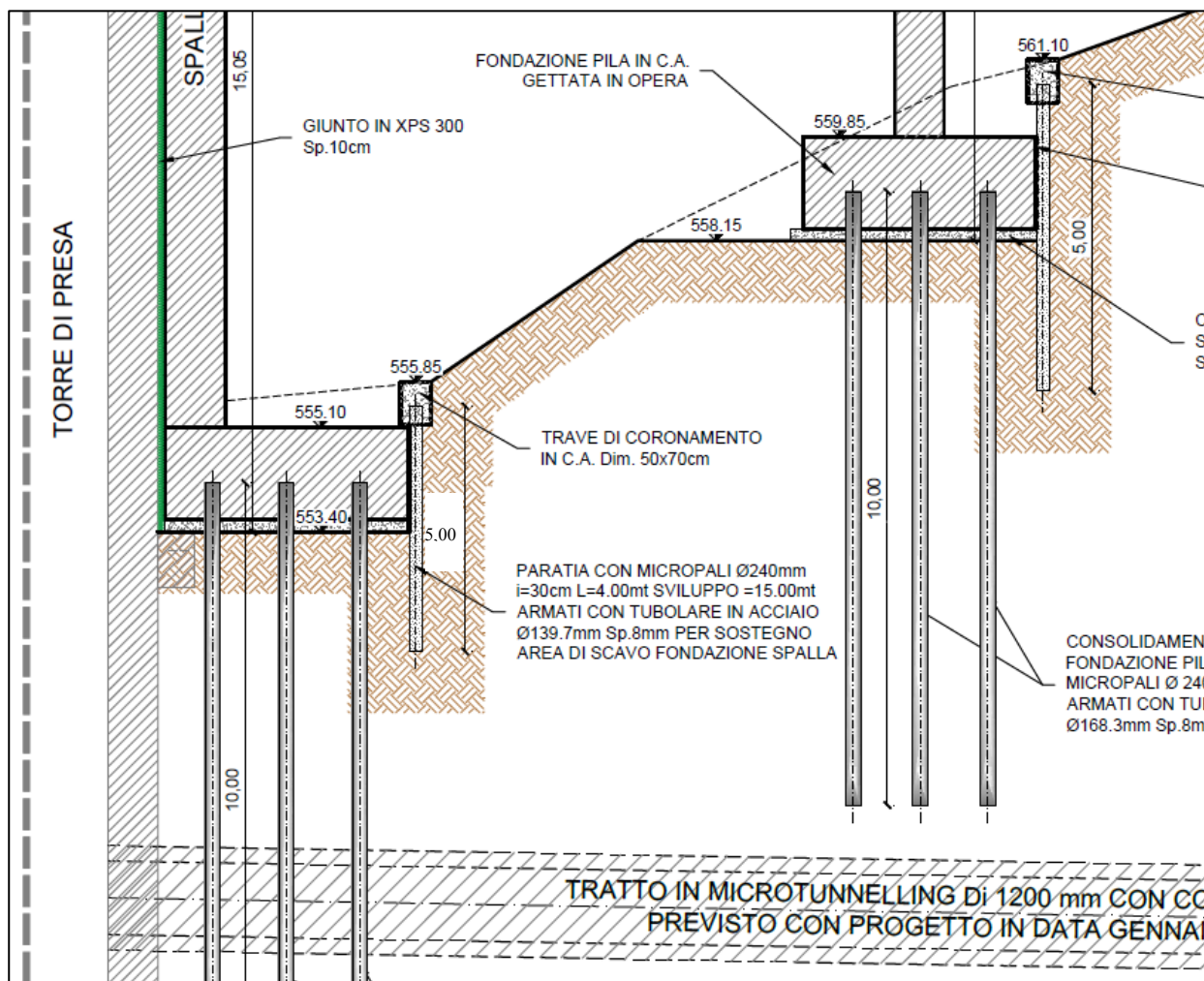
Ponte di accesso alla torre dello scarico di fondo - Sezione trasversale

Le fondazioni saranno costituite da plinti rettangolari in c.a. tutti di spessore pari a 1,50 m ma con dimensioni in pianta differenziate in funzione delle risultanze delle verifiche strutturali così come per quanto riguarda il numero e la distribuzione dei micropali di sottofondazione, tutti caratterizzati da un diametro di perforazione pari a 240 mm, lunghi 10 metri ed armati con elementi tubolari DN 168,3 mm e spessore pari a 8 mm. Per quanto riguarda il plinto della spalla lato torre di presa, stante l'interferenza dei micropali con la quota della galleria dello scarico di fondo, i pali di sottofondazione saranno inclinati di un angolo adeguato.

La spalla del ponte lato torre dello scarico di fondo sarà svincolata da quest'ultima da cui si discosterà con la costituzione di un giunto verticale dello spessore di 10 cm saturato con lastra in XPS 300 di analogo spessore. Analogamente, la fondazione della spalla del ponte sarà impostata alla quota di 553,40 m. s.l.m., quota di sommità dello scavo a pozzo della torre di presa e della relativa paratia perimetrale di confinamento con la quale, quindi, si avranno interferenze.

Per tutti e tre i plinti di fondazione si provvederà ad effettuare modesti scavi di sbancamento finalizzati a definire il piano d'imposta ad una profondità media di circa 2,00 metri al di sotto dell'attuale fondo lago, rimuovendo così la porzione più deteriorata di quella che è stata definita come

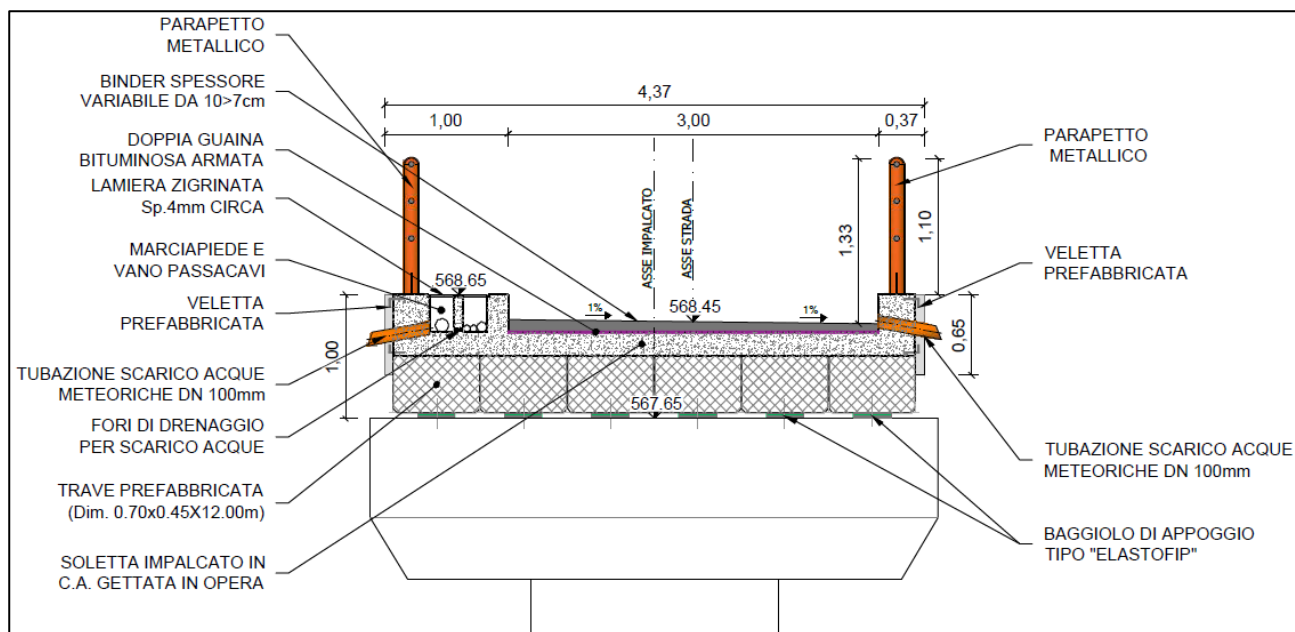
Unità geotecnica I e demandando alla fondazione indiretta il trasferimento della maggior quota delle sollecitazioni all'unità geotecnica successiva, più prestante (si veda la *Relazione geotecnica e di calcolo strutturale*). Per la realizzazione di detti scavi di sbancamento saranno realizzate in corrispondenza delle due più profonde altrettante paratie provvisionali di contenimento del fronte di scavo di profondità di 5 metri.



Dettaglio dei piani d'appoggio dei due plinti centrale e lato torre

L'impalcato del ponte avrà larghezza complessiva pari a 4,37 metri di cui 3,00 costituiranno la carreggiata carrabile. Il marciapiede sarà su un solo lato ed ospiterà al suo interno due passacavi per le alimentazioni elettriche e di segnale. I parapetti saranno in profili metallici in acciaio corten e due velette da 65 cm di altezza tinteggiati con la stessa tonalità della torre di presa avranno il compito di nascondere sia la soletta che le travi prefabbricate sottostanti.

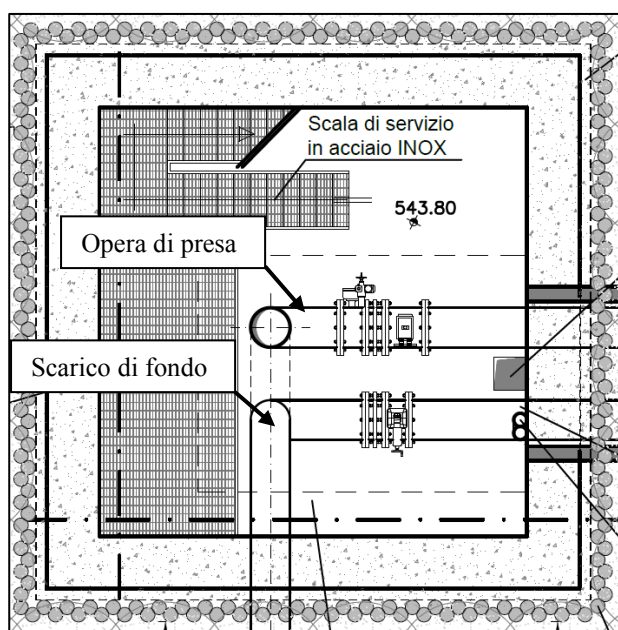
La struttura portante del ponte sarà costituita da N° 6 + 6 travi in c.a.p. prefabbricate accostate di sezione pari a 0,70 x 0,45 m appoggiate su apparecchi in neoprene armato tipo Elastofip EF 50-5.



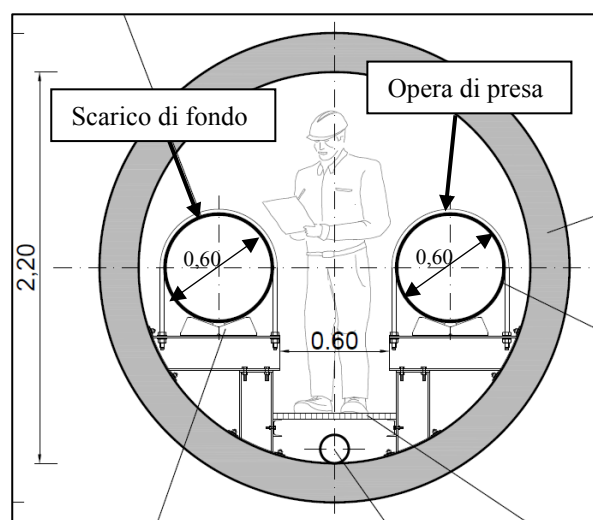
Sezione dell'impalcato

5.2.4. L'UNIFICAZIONE DELLO SCARICO DI FONDO E DELL'OPERA DI PRESA

Uno dei provvedimenti assunti per contenere il costo delle opere è stato quello di “sacrificare” la possibilità di una gestione differenziata per quanto riguarda lo scarico di fondo rispetto all’opera di presa e distribuzione irrigua. La versione progettuale originale era costituita da due distinte tubazioni verticali in acciaio DN 600 mm contenute entro la torre in c.a. fino al raggiungimento dell’imboccatura della galleria che veniva percorsa fino allo sbocco di valle sempre in forma disgiunta come di seguito rappresentato.



Pianta sezionata torre scarico di fondo e opera di presa

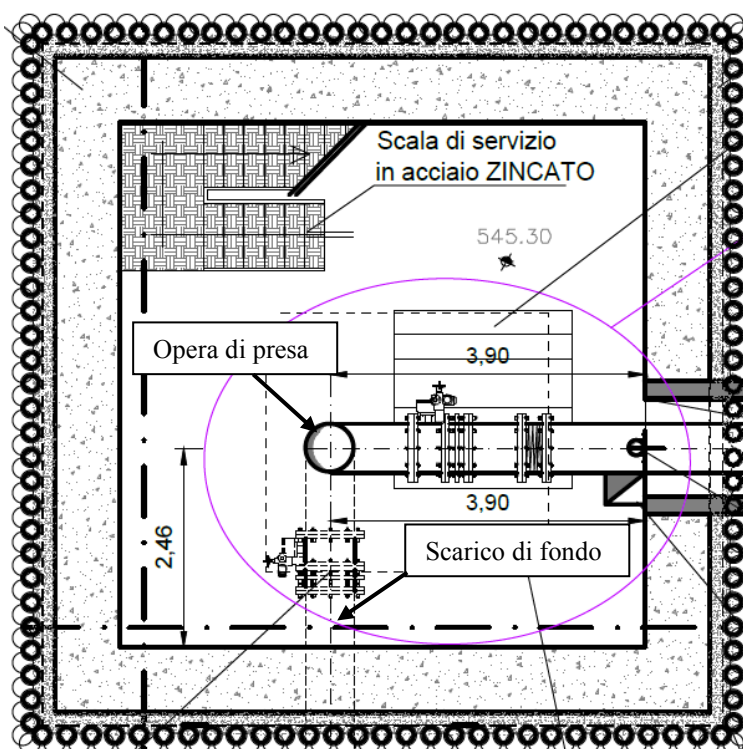


Sezione galleria spalla sinistra

Si è ora provveduto a unificare le canalizzazioni sia per quanto riguarda la struttura verticale di captazione all'interno della torre in c.a. sia per quanto riguarda la percorrenza all'interno della galleria, la quale come più avanti illustrato sarà anche ridotta di diametro.

Tale semplificazione riguardante l'opera di scarico di fondo e di derivazione è stata valutata positivamente in conseguenza delle seguenti considerazioni:

- il diametro (Dn 60 cm) ed il materiale (acciaio saldato) delle due strutture idriche è lo stesso;
- l'utilizzo dello scarico di fondo e dell'opera di presa non sono mai contemporanei e, comunque, la gestione dello scarico di fondo ha un regime piezometrico sempre prevalente sull'opera irrigua le cui bocche di presa sono posizionate a quota superiore;
- la promiscuità riguarda solamente la tubazione di vettoriamento idrico a valle dello sbarramento e non coinvolgerà, ovviamente, nessun organo di sezionamento e di misura che resteranno disgiunti;
- la restituzione delle portate a valle rimane disgiunta e separata per tutti gli aspetti idraulici ed ambientali previsti dalle varie normative esattamente con la stessa configurazione del progetto esecutivo.

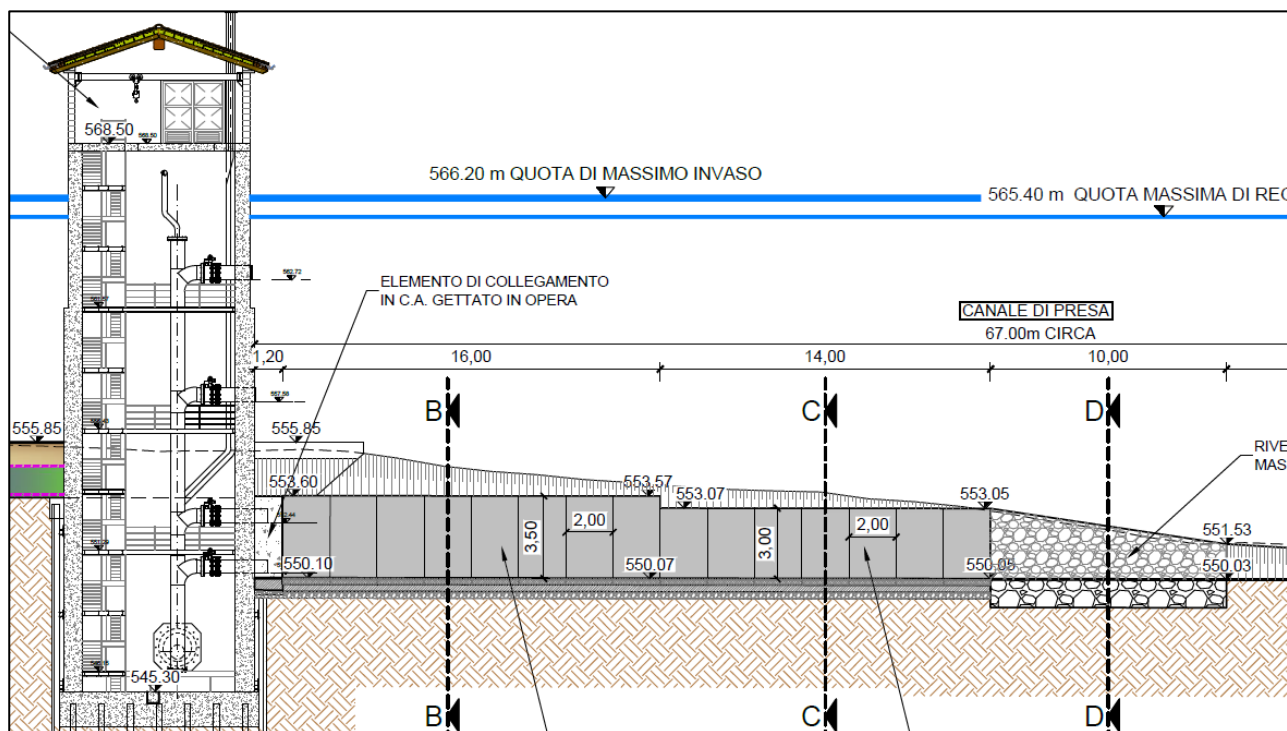


Pianta sezionata della torre dello scarico di fondo e dell'opera di presa - PERIZIA

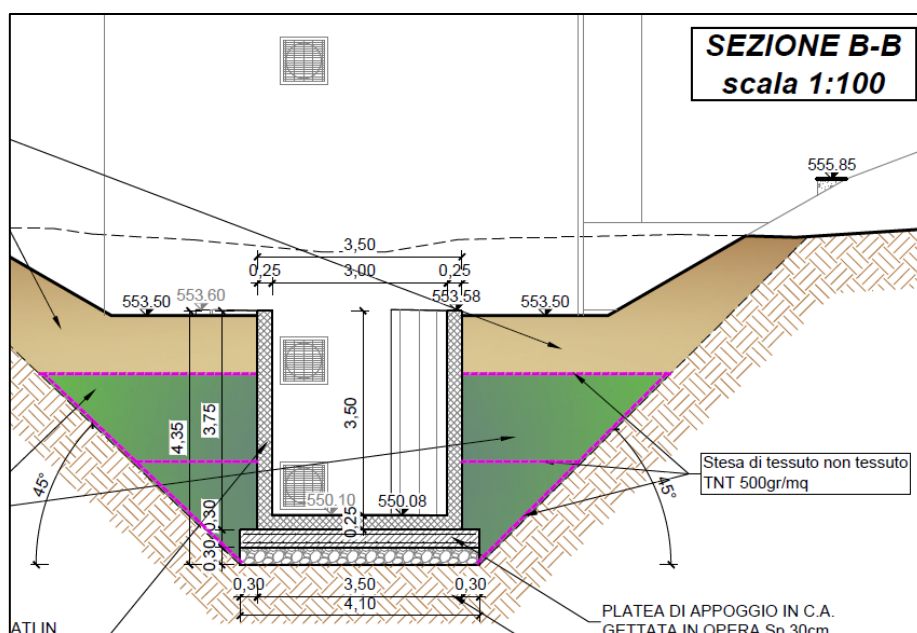
Lo scarico di fondo sarà dotato di una valvola di sezionamento motorizzata del tipo a farfalla e relativo giunto di smontaggio. Un identico sezionamento ridondante è stato prudenzialmente inserito

come visto, non varia) da 19,25 metri a 9,70 metri e con esso la doppia fila di paratie in micropali che da 25 metri di profondità si riduce a 15 metri.

Il nuovo canale di presa sarà un semplice canale a sezione rettangolare costituito da elementi prefabbricati affiancati di altezza massima di 3,50 metri per 16,00 metri e di altezza pari a 3,00 metri per i successivi 14,00 metri.



Canale di presa di fondo lago – Profilo longitudinale



Canale di presa di fondo lago – Sezione trasversale

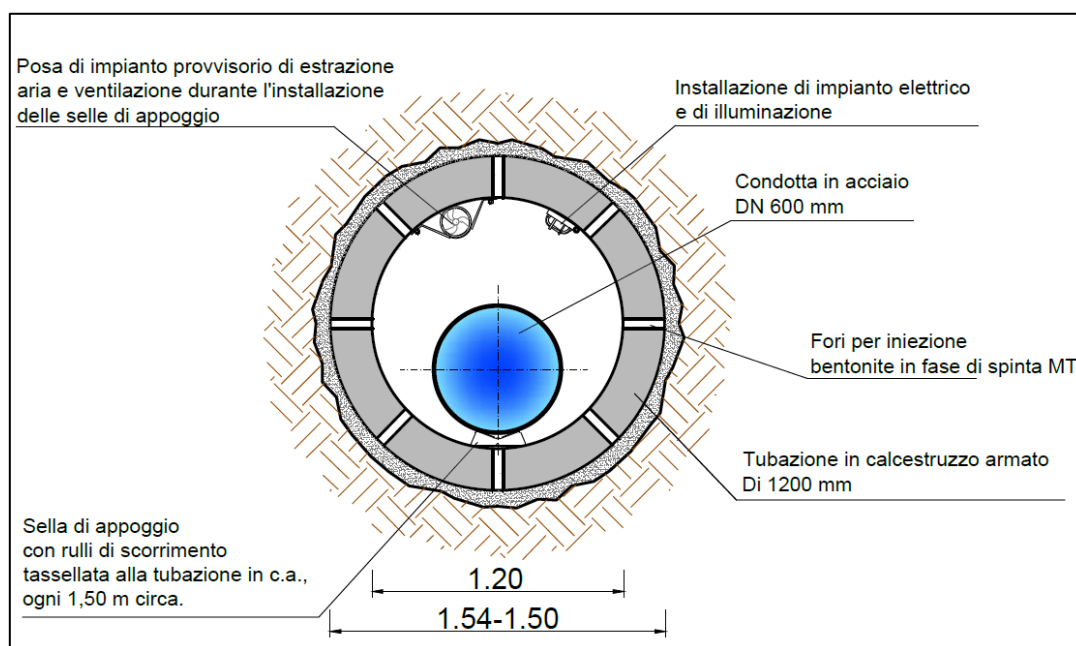
Le semplificazioni costruttive descritte al presente capitolo hanno consentito un grande risparmio economico approssimativamente valutabile come segue:

- economie conseguite a seguito della riduzione dello scavo a pozzo della torre di presa e delle relative opere provvisionali €.
340.000,00
- economie conseguite a seguito della completa revisione del canale di presa del fondo lago e delle relative opere provvisionali: €.
950.000,00
- eliminazione della tura di protezione dal livello dell'invaso: €.
60.000,00

5.2.6. IL RIDIMENSIONAMENTO DELLA GALLERIA IN SPALLA SINISTRA

Come già riferito, un'ulteriore fonte di riduzione dei costi di realizzazione dell'intervento deriva dalla riduzione del diametro della galleria in spalla sinistra adibita ad ospitare la condotta in acciaio saldato DN 600 mm ad uso promiscuo dello scarico di fondo e della derivazione irrigua.

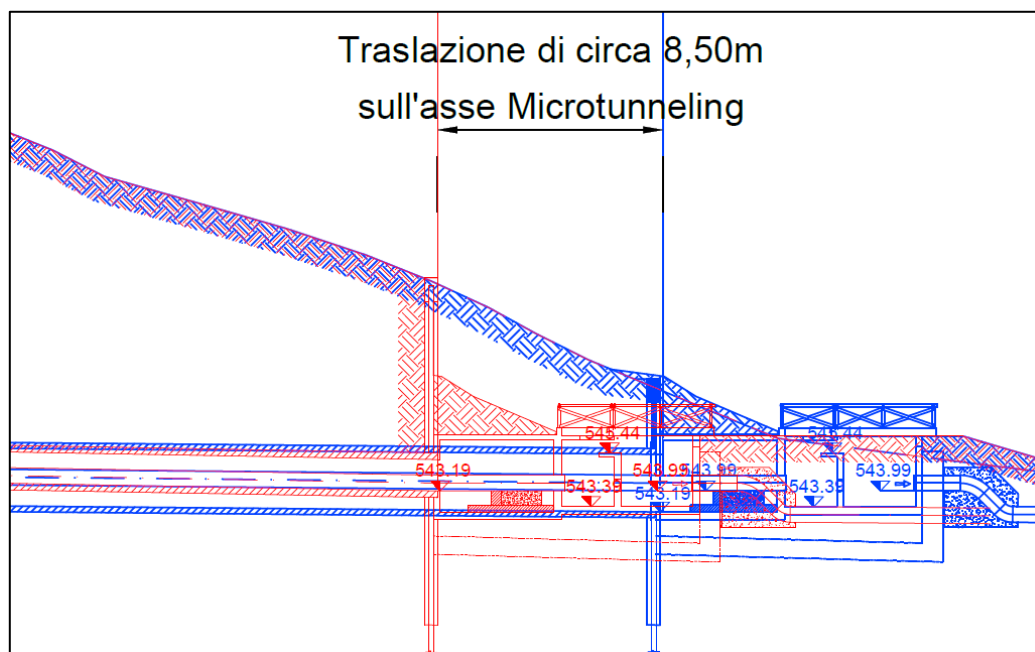
Il diametro interno della galleria che nel progetto esecutivo era stato definito in 2,20 m con l'intento di contenere le due condotte disgiunte e consentire l'accesso manutentivo, poi ridotto su proposta motivata dell'Appaltatore al diametro interno di 2,10 m come da nota N. 101/21/DC in data 17.05.2021 della Direzione dei lavori e successivo nulla osta della Direzione Generale per le Dighe N. U0010606 in data 21.05.2021, è ora stato ridefinito al valore di 1,20 m essendo presente solamente più una tubazione del DN. 600 mm anziché due.



Galleria spalla sinistra- Sezione trasversale

La nuova geometria, pur con un diverso grado di fruibilità, sarà comunque accessibile nel caso di ispezioni da parte di ditta specializzata (confronta *cap. 1 - Introduzione all'aggiornamento in data "aprile 2023"*) tenuto anche conto della ridotta lunghezza di percorrenza che non supera gli 80 metri dai ciascuno dei due imbocchi.

Lo sviluppo lineare della galleria è infatti ora di 160 metri (a fronte dei precedenti 145 metri) in conseguenza dello spostamento verso monte della torre di presa di 24 metri già in precedenza descritto (cap. 4.2.1) ma anche dell'arretramento di 8,50 metri dell'imbocco di valle. Infatti, già in fase di cantierizzazione, a fronte di un'analisi geomorfologica dettagliata del versante possibile solo a seguito del completo taglio della vegetazione insistente sul versante, il fronte di imbocco di valle della galleria era stato avanzato di alcuni metri, laddove la natura dei calcescisti risultava meno allentata.



Profilo asse galleria della testata di valle

La tecnologia costruttiva della galleria e la terebrazione verrà comunque svolta mediante tecnologia MTBM (microtunneling) del tipo a circolazione di fango (slurry system). Questa modalità di estrazione della frazione frantumata del fronte di scavo, diversamente da quanto sarebbe avvenuto con il materiale anidro condotto su carrelli, garantisce contro la problematica della componente detritica originata dalle vene di amianto Crisotilo in quanto estratta in forma umida non presenta rischi di aerodisperione.

La tecnologia MTBM prevede la perforazione dell'ammasso roccioso per mezzo di una fresa dotata di utensili d'incisione della roccia da calibrarsi in numero e quantità in funzione della natura geologica dell'ammasso roccioso da attraversare il cui avanzamento è prodotto dalla spinta di martinetti oleodinamici applicata alle tubazioni in c.a. che vengono a mano a mano introdotte e che costituiscono il rivestimento della galleria. La spinta dei martinetti è contrastata da una delle pareti in c.a., idoneamente dimensionata, della fossa di spinta posta all'imbocco di valle della galleria, che nel caso specifico rappresenterà parte della vasca di dissipazione dello scarico di fondo.

A protezione della minore consistenza del ricoprimento roccioso dei primi metri dell'imbocco di valle della galleria si provvederà, preliminarmente all'avvio dello scavo, al pre-consolidamento del fronte di scavo mediante chiodatura effettuata con infilaggi sub-orizzontali di tubi in vetroresina ad aderenza migliorata di diametro 60 mm, iniettati con malta cementizia che “cuciranno” la roccia fratturata compresa tra la paratia in micropali di testata e la porzione di roccia ben salda più profonda.

Non essendo stata rilevata la presenza di falde significative nell'ammasso roccioso calcescistico che sarà attraversato non si provvederà all'impermeabilizzazione dei giunti tra le singole tubazioni del rivestimento limitandosi ad sigillare l'intercapedine roccia-tubazione con iniezioni di miscela di cemento e resine poliuretaniche attraverso gli ugelli predisposti nelle tubazioni in c.a. Le eventuali piccole infiltrazioni che dovessero prodursi saranno semplicemente raccolte al fondo del tunnel ed evacuate attraverso una condotta di drenaggio appositamente predisposta.

La perforazione terminerà nella torre dello scarico di fondo e dell'opera di presa irrigua, nel frattempo ultimata, e da questa sarà estratta la testata della MTBM per mezzo di una gru che avrà avuto accesso alla torre medesima tramite il nuovo ponte d'accesso, anch'esso nel frattempo ultimato.

Così come già previsto nella progettazione esecutiva, il materiale di scavo estratto con il flusso di fango detritico all'esterno della galleria, che per effetto della riduzione di diametro si ridurrà a circa 300 mc contro i precedenti 800 mc, sarà fatto prima drenare in un'apposita vasca di sedimentazione e quindi disidratato mediante l'utilizzo di una filtropressa da cantiere. Il materiale una volta disidratato sarà trasferito all'area di stoccaggio provvisorio, sempre interna al cantiere, per poi venir sistemato definitivamente a fine lavoro. Tutte le fasi di trattamento del materiale di smarino sopra descritte saranno eseguite in pieno ossequio del piano di gestione delle terre e rocce da scavo preliminarmente deposto alla valutazione delle competenti amministrazioni.

La riduzione della galleria dal diametro interno di 2,20 m a quello di 1,20 metri e l'unificazione della tubazione dello scarico di fondo con quella dell'opera di presa fino all'edificio di restituzione di valle consente una riduzione dei costi approssimativamente pari a € 424.000,00

Una volta terminato la galleria con tecnologia TBM si provvederà ad allestirne l'interno. L'inserimento della condotta DN 600 mm in acciaio avverrà mediante spinta da valle e traino da monte contemporaneo su selle metalliche dotate di rulli appositamente predisposte a passo di 1,5 m circa l'una dall'altra ed ancorate saldamente all'interno della tubazione di rivestimento in c.c.a. (si vedano dettagli esecutivi di tavola 4 - *Galleria per passaggio tubazione scarico di fondo lago realizzata con la tecnica del microtunnelling - Sezioni e particolare costruttivo*). Le singole canne della tubazione in acciaio, di lunghezza presumibilmente pari a 12 metri, saranno fatte progredire facendole scorrere sui rulli fino al punto di giunzione con quella successiva, si procederà alla saldatura

del giunto esternamente dentro il pozzo di spinta e quindi si procederà a farle scorrere per altri 12 metri fino alla tubazione successiva.

5.2.7. LA NUOVA ORGANIZZAZIONE DELL'EDIFICIO DI RESTITUZIONE DI VALLE

La condotta mista in acciaio DN 600 mm terminerà verso valle all'interno dell'edificio di restituzione. Si tratta di un edificio in c.a. completamente interrato ed accessibile mediante una scalinata dal piazzale a valle dell'opera di sbarramento. Esso prende vita all'interno della precedente camera di spinta della fresa in TBM.

In una prima camera la tubazione, grazie ad un pezzo speciale in acciaio a forma di Y asimmetrica sdoppierà la sua funzione tra lo scarico di fondo della diga e l'opera di derivazione irrigua. Tale pezzo speciale sarà debitamente ancorato per mezzo di fasciature in acciaio imbullonate ai blocchi d'ancoraggio in c.a. solidarizzati con la fondazione dell'edificio.

In questo locale saranno quindi ospitate tutte le apparecchiature di sezionamento e regolazione che si sommano a quelle, di sicurezza, previste nella torre di derivazione, secondo il seguente schema idraulico:

- lo scarico di fondo sarà dotato di:
 - valvola di regolazione multiforo motorizzata e relativo giunto di smontaggio DN 600 mm mediante la quale sarà procedere alla regolazione della portata che si intende scaricare verso la vasca di dissipazione. La suddetta valvola sarà dimensionata per una pressione nominale di 16 bar (PN 16) in quanto, sebbene in condizioni di chiusura, sarà assoggettata alle pressioni generate dalla quota altimetrica dell'opera di presa dal torrente Pesio (601,00 m. s.l.m) nella fase di alimentazione dell'invaso.
 - misuratore di portata elettromagnetico delle portate scaricate alla vasca di dissipazione.

Entrambe le apparecchiature avranno il rinvio dei comandi, delle misure e degli allarmi sia in un apposito quadro elettrico ubicato nel locale di valle che nel quadro generale presente in sommità alla torre di presa.

Le grandezze misurate e lo stato delle apparecchiature saranno telecontrollate mediante sistema GSM con rinvio alla sede del Consorzio.

- l'opera di presa irrigua sarà dotata di:
 - valvola di sezionamento a farfalla motorizzata e relativo giunto di smontaggio DN 600 mm mediante la quale inviare alla distribuzione irrigua la portata prelevata da valle dall'impianto di aspersione in pressione secondo la programmazione

stagionale consortile. La suddetta valvola sarà dimensionata per una pressione nominale di 16 bar (PN 16) in quanto in fase di funzionamento in senso contrario rispetto all'erogazione irrigua (caricamento dell'invaso) sarà assoggettata alle pressioni generate dalla quota altimetrica dell'opera di presa dal torrente Pesio (601,00 m. s.l.m.).

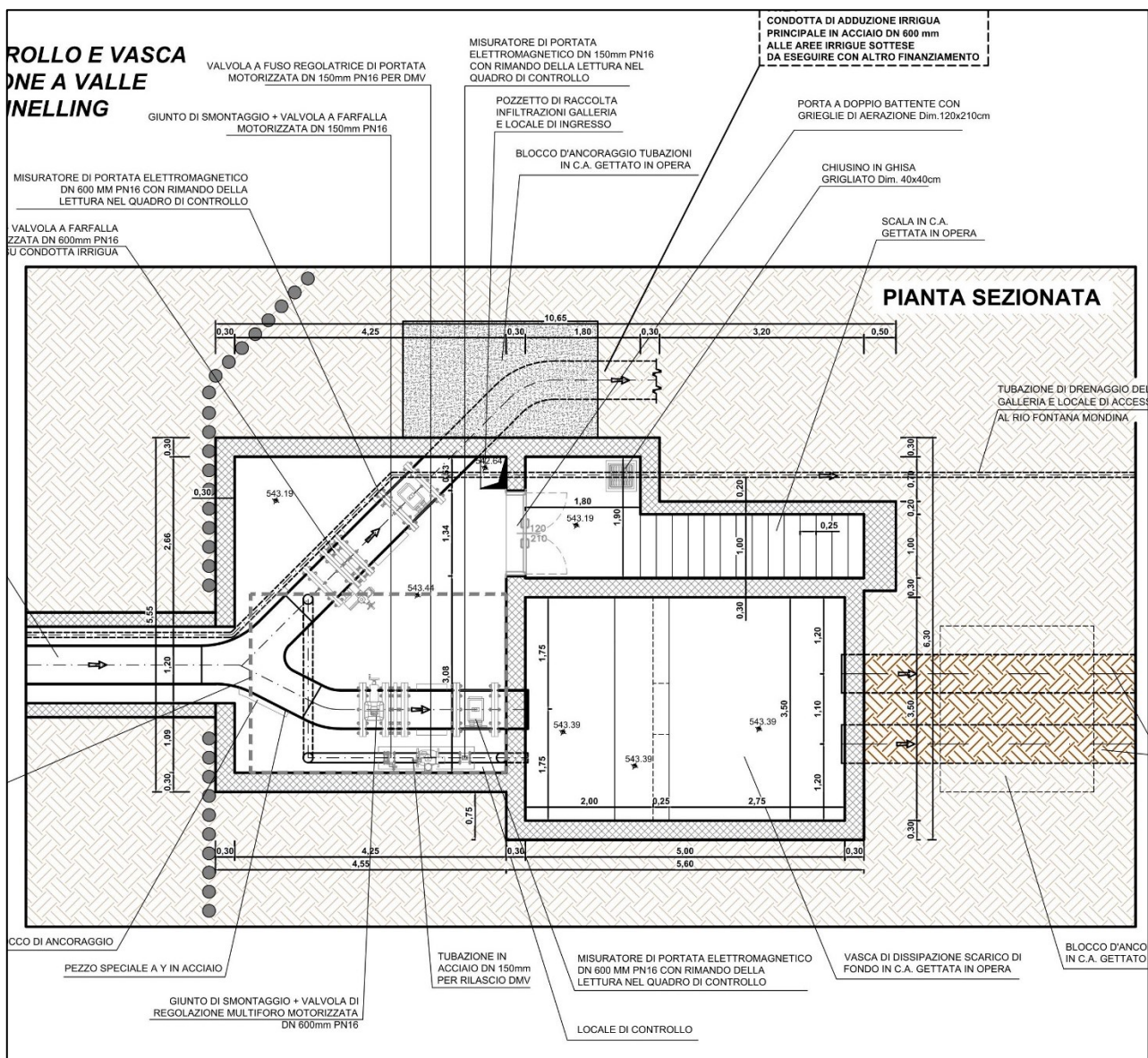
➤ misuratore di portata elettromagnetico delle portate distribuite a valle.

Entrambe le apparecchiature avranno il rinvio dei comandi, delle misure e degli allarmi sia in un apposito quadro elettrico ubicato nel locale di valle che nel quadro generale presente in sommità alla torre di presa.

Le grandezze misurate e lo stato delle apparecchiature saranno telecontrollate mediante sistema GSM con rinvio alla sede del Consorzio.

- dal segmento di condotta diretto alla distribuzione irrigua, a monte del relativo sezionamento con valvola a farfalla, è previsto il distacco della condotta in acciaio DN 150 mm per il rilascio del DMV all'alveo del corso idrico. Su tale tubazione, in sequenza, sono montati una valvola a farfalla motorizzata di sezionamento, una valvola a fuso motorizzata di regolazione della portata un misuratore di portata di tipo elettromagnetico. Anche in questo caso i contatti elettrici per il comando e la lettura dei dati sono duplicati sia nell'edificio di restituzione di valle che nel quadro generale presente in sommità alla torre di presa.

Il DMV (o DE nella nuova accezione del D.P.G.R. 27.12.2021 N. 14/R) verrà rilasciato nell'adiacente vasca di dissipazione dello scarico di fondo ad una quota non rigurgitabile da quest'ultima, e da questa raggiungerà a gravità l'alveo del rio.



Edificio di restituzione di valle e vasca di dissipazione dello scarico di fondo - Pianta

In adiacenza alla camera ospitante le apparecchiature elettromeccaniche descritte, in asse allo scarico di fondo, è prevista la vasca di dissipazione delle portate esitate da quest'ultimo.

Poiché portata e condizioni piezometriche della corrente proveniente dallo scarico di fondo restano del tutto invariate, anche il dimensionamento idraulico della vasca di dissipazione è confermato nel tipo (U.S. Bureau of Reclamation (USBR) tipo VI) e geometrie della progettazione esecutiva.

5.3. IL PIANO DI GESTIONE E RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

A fronte di quanto osservato da ARPA nella propria relazione *Definizione Valori di Fondo ex art. 11 D.P.R. 120/2017 per elementi quali il Cromo, il Cobalto e il Nichel e contenuti di minerali amiantiferi elevati nelle rocce di scavo di sottosuolo sottesi alla realizzazione delle opere di*

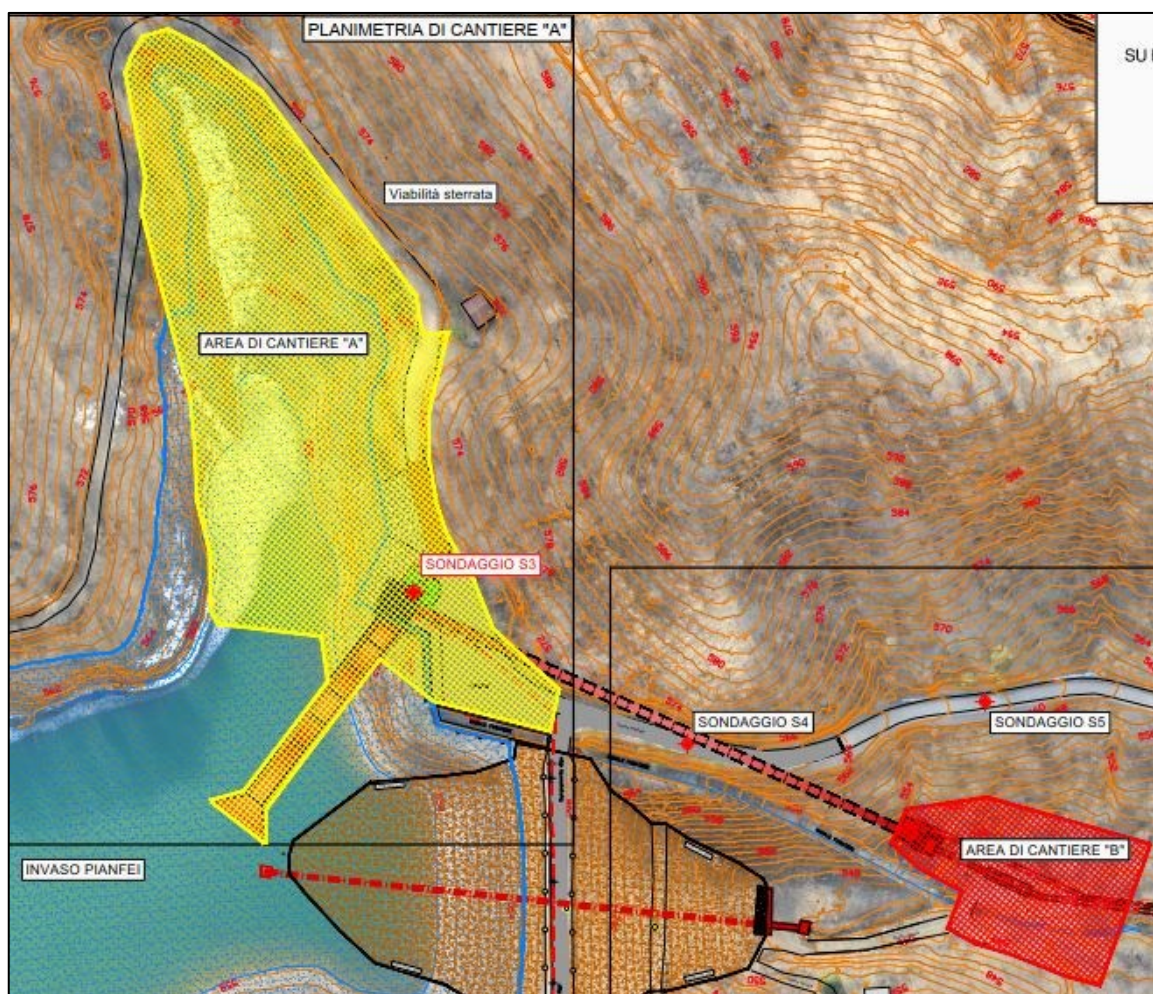
ammodernamento dello scarico di fondo dell'invaso di Pianfei afferente al Consorzio Bealerotto Mussi di miglioramento fondiario associato al Consorzio di irrigazione di II grado del Pesio in data 31.03.2022, il Consorzio Bealerotto Mussi ha proceduto incaricando la ditta specializzata Bertolla Ambiente s.r.l. alla redazione di un apposito piano di gestione e riutilizzo delle terre e rocce da scavo con amianto coinvolte dalle opere in progetto secondo le indicazioni formulate (ALLEGATO 7).

L'attuazione dei contenuti del piano in questione comporta alcune conseguenze non trascurabili sull'organizzazione di cantiere ed i relativi costi di gestione.

5.3.1. SEPARAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE

Al fine di una gestione in sicurezza delle terre e rocce da scavo il cantiere dovrà essere separato in due aree disgiunte fisicamente:

- una, denominata area “A”, a monte del corpo diga e relativa alla realizzazione della torre di presa, alle sue opere di accesso ed al canale di presa di fondo lago;
- la seconda, denominata area “B” a valle del corpo diga e relativa alla galleria dello scarico di fondo ed alla vasca di dissipazione alla vasca di dissipazione.



Area di cantiere “A” (in giallo) e area di cantiere “B” (in rosso)

Ciascuna area di cantiere sarà opportunamente recintata, dotata di segnaletica di sicurezza con i necessari presidi, unità di decontaminazione del personale e vasca di lavaggio e decontaminazione mezzi d'opera. Di fatto si tratterà di aree non penetrabili accidentalmente ma solo con pedissequa osservanza dei protocolli del piano di lavoro che sarà all'uopo predisposto.

5.3.2. MODALITA' OPERATIVE IN SICUREZZA

Tutte le operazioni di cantiere che coinvolgono lo spostamento del suolo dovranno essere effettuate con modalità tali da porre al sicuro il personale operante contro la volatilità delle fibre aerodisperse. Oltre all'impiego di unità DPI da sostituire giornalmente (tuta integrale, guanti, mascherina) provvedendo al loro smaltimento da parte di ditta specializzata, tutto il personale dovrà passare attraverso l'unità di decontaminazione prima di lasciare l'area di cantiere.

Analogamente nessun mezzo meccanico potrà lasciare l'area di cantiere specifica senza prima essere stato lavato nelle apposite vasche di lavaggio con raccolta del sedimento.

Tutti gli spazi di lavoro che, prima della sospensione dei lavori, erano già stati interessati da operazioni di scavo, perforazione o movimentazione terra dovranno essere "rivestiti" mediante un telo in TNT di separazione e da un successivo strato di materiale misto granulometrico di spessore minimi di 30 cm di tipo non contaminato.

L'abbattimento pressoché totale delle fibre aerodisperse durante le lavorazioni avverrà grazie al continuativo utilizzo di cannon fog che irroreranno le superfici oggetto di escavazione o terebrazione.

Il materiale di risulta derivante da scavi e perforazioni dovrà, debitamente umidificato dall'azione dei nebulizzatori idrici, essere a mano a mano caricato su autocarri ed accumulato nelle apposite aree di stoccaggio, preventivamente predisposte mediante uno strato di separazione in TNT e quindi ricoperto con teli in PVC per evitarne la successiva dispersione ad opera del vento. I mezzi impegnati in tali operazioni dovranno essere sempre confinati nelle singole aree di cantiere o, in alternativa, venir preventivamente lavati ogni volta che ne fuoriescono.

L'ambiente circostante al personale operante sarà monitorato grazie all'impiego di centraline di monitoraggio mobili con metodologia MOCF in dotazione al personale stesso con flusso di almeno 6 l/min. Il prelievo dei filtri di raccolta dalle centraline mobili avverrà giornalmente e le analisi saranno condotte in microscopia elettronica a scansione SEM.

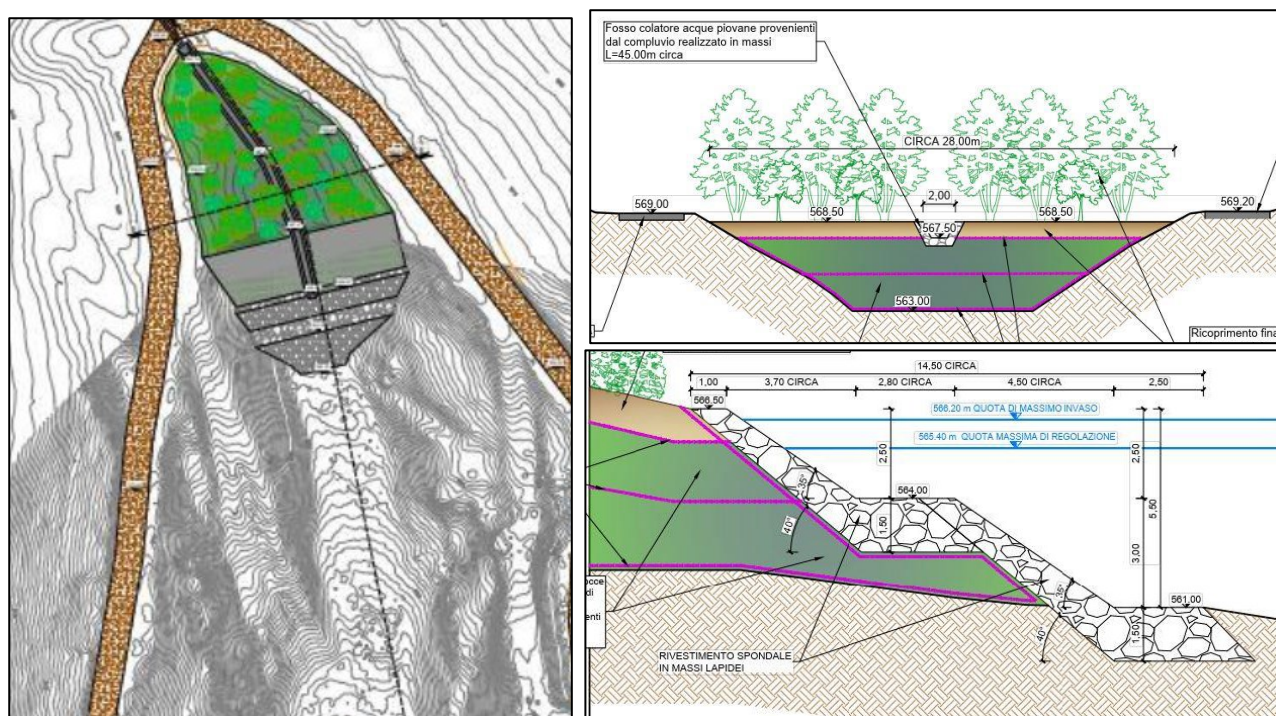
Tutte le aree di lavoro saranno ripristinate avendo cura di rivestirle con uno strato di materiale incontaminato e scevro da contenuti di amianto (ma anche di nickel, cromo e cobalto) di un metro

5.3.3. STOCCAGGIO FINALE DEL MATERIALE ECCEDENTE

A lavoro ultimato è stimato un esubero materiale proveniente dalle operazioni di scavo pari a circa mc 4.500 mc.

Di questi 2.000 mc resteranno stoccati definitivamente nell'ansa dell'area di stoccaggio A a costituzione di un'ampia area che sarà ricondizionata a bosco di biotipi locali contenuta lato lago da una scogliera in massi a doppia banca alta 5,5 metri circa.

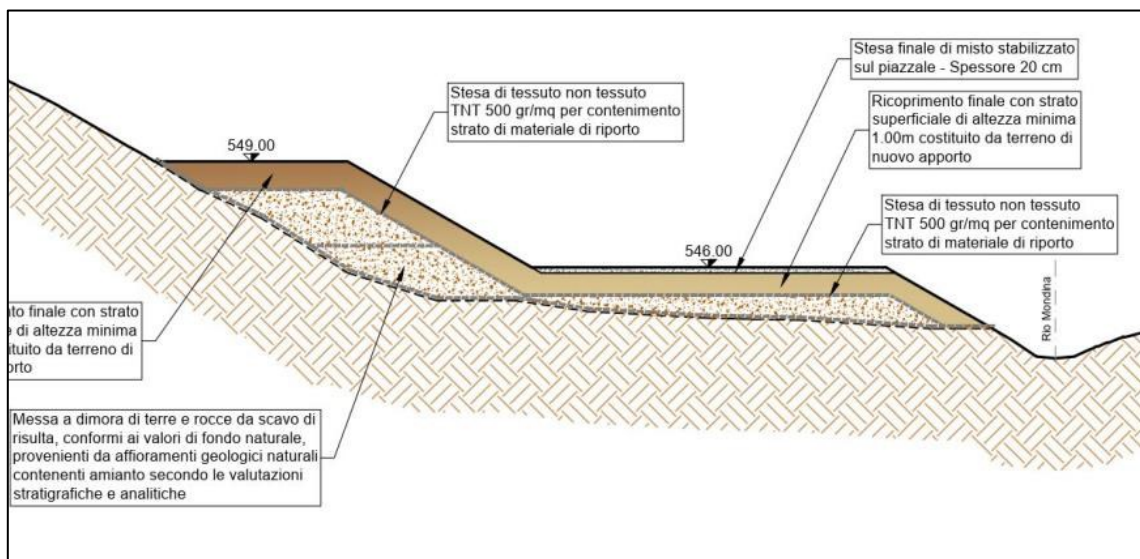
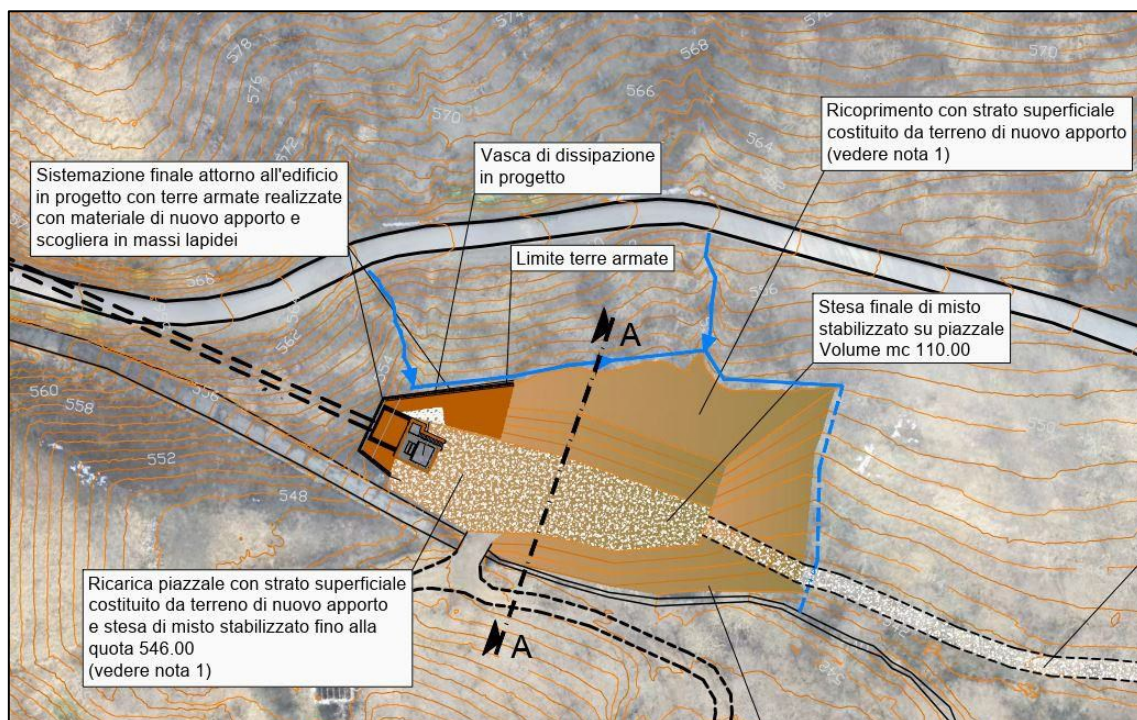
Tale risagomatura dell'ansa mediante il riempimento del materiale di risulta contenente amianto sarà superiormente confinata mediante la stesa di un telo in geotessuto TNT 500 gr/mq ed isolata mediante l'apporto di 1 metro di terreno vegetale non contaminato.



Sistemazione finale area A

I restanti 1.500 mc troveranno messa a dimora definitiva a rinfianco del piazzale di valle della galleria dello scarico di fondo che era stato ricavato nella fase di cantierizzazione dello scavo in tecnologia MTBM.

Anche tale rinfianco sarà successivamente confinato superiormente con un telo in TNT da 500 gr/mq ed uno strato di terreno vegetale dello spessore di un metro.



Planimetria e sezione trasversale della sistemazione finale dell'area B

5.3.4. MONITORAGGIO AMBIENTALE

In corso d'opera saranno eseguiti monitoraggi di controllo delle fibre aerodisperse durante le fasi di movimentazione, scavo e perforazione del terreno contenente amianto sia all'interno del cantiere a tutela dei lavoratori che all'esterno, a confine del cantiere e presso il recettore ricreativo in sponda destra del lago.

Il monitoraggio sulla salubrità dei luoghi di lavoro sarà effettuato con metodologia MOCF.

I due punti di monitoraggio ambientale, esterni al cantiere e dove sarà eseguita una campagna di monitoraggio di "bianco", ante operam, di 15 giorni consecutivi, saranno concordati con il personale del Polo Amianto dell'ARPA previo sopralluogo congiunto.

Per tale monitoraggio sarà garantito un volume campionato di almeno 3.000 litri, con flussi pari a 6 – 9 litri al minuto nella stessa fascia oraria di attività del futuro cantiere. Le analisi saranno condotte in microscopia elettronica a scansione, SEM. Le membrane campionate saranno divise a metà di cui la prima analizzata in microscopia elettronica a scansione e la seconda adeguatamente conservata e tenuta a disposizione degli organi di controllo.

Nel caso in cui si rilevassero dei superamenti della soglia di 1 fibra/litro, o diversa soglia decisa a seguito del monitoraggio ante operam, durante il monitoraggio in corso d'opera delle fibre di amianto aerodisperse, i lavori saranno sospesi, verrà identificata la presunta causa del superamento e le misure correttive che si intendono mettere in atto. I lavori saranno riavviati solo previo assenso dello S.PreSAL e dell'ARPA.

5.3.5. L'INCIDENZA ECONOMICA SULL'APPALTO

La descrizione sopra sintetizzata (e la lettura dell'intero piano) delle modalità operative discendenti dall'applicazione delle procedure operative a garanzia della salute dei lavoratori e pubblica evidenza come le modalità operative per la realizzazione delle opere appaltate siano non indifferentemente condizionate.

Dal punto di vista macroscopico i principali centri di incremento dei costi sono da ascrivere a:

- necessità di formare il personale per le procedure di protezione individuale dai rischi di contaminazione e di contenimento dell'aerodispersione delle fibre di amianto crisotilo;
- incremento delle dotazioni di protezione individuale per tutti i dipendenti presenti in cantiere;
- incremento di mezzi e personale dovuto al fatto di suddividere il cantiere in due aree di lavorazione e gestione delle terre e rocce da scavo del tutto indipendenti e recintate e dotate di sistemi di decontaminazione sia del personale che dei mezzi ogni qual volta in uscita;
- incremento di mezzi e personale necessari ad assicurare la continua idratazione tramite nebulizzazione di acqua (cannon fog) del materiale di scavo in modo che non si aerodisperdano fibre di amianto crisotilo;
- costo di allontanamento del materiale proveniente dagli scavi e messa dimora nelle apposite aree di stoccaggio provvisorie e successivamente del loro trasferimento alle aree definitive inclusi i costi di sistemazione delle aree, protezione con TNT, ecc;
- costi di monitoraggio da stazione fissa (3) e da stazione mobile (2) dell'aria nella zona di lavorazione con trasferimento giornaliero dei filtri a laboratorio certificato e valutazione delle concentrazioni di amianto;
- rallentamento dell'avanzamento dei lavori in relazione ai suddetti condizionamenti lavorativi;

Per definire la stima economica di tutte le incidenze in precedenza elencate, coordinatamente al cronoprogramma dei lavori, è stato sviluppato l'elenco delle maestranze e mezzi d'opera che si renderà necessario impiegare con i relativi costi che si riporta al termine della presente relazione (ALLEGATO 8). Tale ammontare complessivo, che si è stimato essere pari ad €. €. 630.194,37, è stato poi condensato in tre analisi prezzi (NP 32 ÷ NP 34) che costituiscono altrettanti sovrapprezzi da applicarsi alle corrispondenti lavorazioni in appalto cui si riferiscono al fine di rendere facilmente commisurabili le prestazioni in funzione dell'avanzamento dei lavori. Ad esempio l'NP32 *"Sovrapprezzo allo scavo"* ristorerà l'Appaltatore dei maggiori oneri derivanti dell'attuazione delle procedure previste nel piano di gestione delle terre e rocce da scavo nelle operazioni di scavo in generale previste in appalto a mano a mano che gli scavi avanzano. Analogamente l'NP 33 sarà applicato agli sviluppi lineari di perforazioni di micropali ancora da eseguire e l'NP 34 sarà applicato all'avanzamento della galleria con tecnologia TBM. Inevitabilmente lo sviluppo delle analisi dei sovrapprezzi di cui sopra ha introdotto modesti arrotondamenti sugli importi calcolati con l'elenco delle maestranze e dei mezzi d'opera.

Il NP 35 è stato concordato per compensare il maggior tempo impegnato nelle operazioni di scavo, perforazione e avanzamento della galleria rispetto al tempo che si sarebbe impiegato in assenza della problematica di gestione delle terre e rocce da scavo. Tale importo, pari ad €. 169.538,58, deriva dal confronto dei tempi da cronoprogramma di progetto con quelli di perizia impiegati necessari per l'esecuzione di tali lavorazioni il cui differenziale è stato applicato ai costi di personale e mezzi d'opera impegnati. L'analisi del prezzo così composta è sviluppata e consultabile sempre nell'ALLEGATO 8.

Sempre nello stesso ALLEGATO 8 è riportato l'aggiornamento del quantitativo delle dotazioni di protezione individuali (DPI) del personale dell'impresa in relazione a:

- nuove lavorazioni introdotte in perizia per la gestione del piano delle terre e rocce da scavo;
- estensione del tempo impegnato per le lavorazioni già previste nel progetto esecutivo per effetto dell'attuazione del piano sopraccitato.

Complessivamente l'incremento degli oneri della sicurezza relativamente al solo costo dei DPI è risultato essere pari ad €. 153.789,07.

La diversa valutazione per quanto riguarda, invece, l'applicazione dei costi della sicurezza complessivi in ragione delle attività come modificate per effetto della variante in argomento è esplicitata e quantificata negli appositi fascicoli di aggiornamento del piano di sicurezza e coordinamento.

Complessivamente, per quanto sopra sintetizzato, l'incidenza economica gravante sull'appalto dell'attuazione del piano di gestione delle terre e rocce da scavo come definito e trasmesso alle competenti autorità è desumibile dalla seguente tabella riepilogativa nella quale sono riportati gli importi determinati mediante l'elenco delle maestranze e dei mezzi d'opera (A) e come ottenuti mediante l'applicazione dei corrispondenti nuovi sovrapprezzi (B):

DESCRIZIONE	IMPORTO (A)	IMPORTO (B)	
Maggiori oneri di gestione del materiale proveniente dagli scavi in generale	€. 219.707,49	NP 32	€. 220.662,00
Maggiori oneri di gestione del materiale proveniente dalle perforazioni	€. 296.490,61	NP 33	€. 296.503,40
Maggiori oneri di gestione del materiale proveniente dalla perforazione della galleria con tecnologia TBM	€. 113.996,88	NP 34	€. 113.564,80
Maggiori oneri per allungamento dei tempi operativi	€. 169.538,58	NP 35	€. 169.773,68
Maggiori oneri per dotazioni di protezione individuale (DPI)	€. 153.789,07		€. 153.789,07
SOMMANO	€. 953.522,63		€. 954.292,95

All'ammontare indicato nella precedente tabella (colonna importo B), per la valutazione del costo conseguente allo svolgimento della totalità delle attività comprese nel piano di gestione delle terre e rocce da scavo occorre fare riferimento allo specifico capitolo del computo metrico estimativo ove sono computati anche quei maggiori lavori afferenti a nuove lavorazioni ordinarie (fpo tessuto non tessuto, tubazioni, ricariche in ghiaia ecc.) non ricompresi dai sovrapprezzi in precedenza elencati che incidono per ulteriori €. 235.489,67 e che portano l'ammontare complessivo ad €. 1.035.993,55. Tale somma non comprende l'importo relativo ai DPI di €. 153.789,07 sopra riportato in quanto computato nello specifico capitolo dei costi della sicurezza definiti nell'aggiornamento del PSC.

6. IL NUOVO CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

In allegato alla presente variante è stato riportato il nuovo cronoprogramma dei lavori.

Esso è stato predisposto seguendo lo stesso schema di lavorazioni del progetto esecutivo avendolo integrato per quanto concerne le nuove attività introdotte e avendo corretto le durate temporali stimate, anche in relazione all'applicazione del piano di gestione delle terre e rocce da scavo descritto nei precedenti capitoli.

Complessivamente il numero di giorni per il completamento del contratto è rimasto immutato, pari a 540, essendo stata assorbita la riduzione di tempo per la minore consistenza delle opere da realizzare dall'incremento derivante dall'attuazione delle modalità di gestione delle terre e rocce da scavo secondo lo specifico piano.

7. IL NUOVO QUADRO DI SPESA

Il nuovo quadro di spesa è stato redatto sulla scorta di quanto già predisposto per il progetto definitivo ed è stato suddiviso in due parti: la parte A relativa ai costi dei lavori veri e propri e la parte B relativa alle somme a disposizione della Stazione appaltante.

Il quadro economico di spesa per la realizzazione delle opere contenute nella presente perizia modificativa di variante è stato composto in riferimento a quanto previsto all'art. 23 comma 3 e all'art. 216 comma 4 D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. ed ammonta a complessivi € **7.350.000,00**, così distinti:

▪ Lavori:	€.	4.250.344,50;
▪ Oneri della sicurezza:	€.	<u>599.759,08</u>
▪ Sommano:	€.	4.850.103,58
▪ Somme a disposizione:	€.	<u>2.499.896,42</u>
▪ TOTALE	€.	7.350.000,00

Relativamente alla determinazione del costo dei lavori, il computo metrico estimativo ha fatto riferimento ai prezzi netti di contratto già in essere e, in quanto necessario, si è fatto ricorso alla composizione di 35 analisi nuovi prezzi secondo le indicazioni di cui all'art. 40 del capitolato speciale d'appalto ricorrendo ai prezzi elementari dell'elenco prezzi unitari contrattuali, al prezziario regionale vigente alla data dell'offerta cui è stato debitamente applicato il ribasso d'asta offerto in sede di gara.

Il quadro di spesa comprende, oltre ai costi di costruzione determinati nel computo metrico estimativo e assoggettati al ribasso d'asta, gli oneri specificatamente afferenti la sicurezza del cantiere, non soggetti a ribasso, determinati nell'aggiornamento del Piano di Sicurezza e Coordinamento ai sensi del D. L.gs. 81/2008 e s.m.i.

Tra le somme a disposizione dell'Amministrazione Appaltante, oltre agli importi percentualizzati quali l'IVA, si è provveduto ad adeguare le seguenti voci di spesa:

- *b.2 - Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini.* Da € 14.500,00 a € 57.477,31 in conseguenza delle accresciute attività di rilievo ed indagine geognostica necessarie alla redazione del piano di monitoraggio ambientale come preventivamente autorizzato con Direzione Generale per le Dighe con nota N. U.0022799 in data 02/11/2021;
- *b.4 – Imprevisti.* Ai sensi del comma 2 dell'art. 11 della convenzione sottoscritta accorpa tutti gli importi ancora disponibili;

- *b.6 - Accantonamento per eventuale revisione prezzi ex art. 29 D.L. n. 4 del 27 gennaio 2022 - Decreto Sostegni Ter, valutato come da indicazione di calcolo del D.L. 17.05.2022.* E' stata inserita la previsione di spesa di €. 678.131,15 che corrisponde alla revisione dei prezzi sull'ammontare di lavori non ancora eseguita computata secondo i disposti del D.L. 17.05.2022 utilizzando il prezziario della Regione Piemonte edito straordinariamente nel luglio 2022, o se del caso aggiornando le analisi dei prezzi non desunti da tale prezziario presenti in perizia, assoggettandolo alla ritenuta del 10% e sottoponendolo al ribasso d'asta contrattuale.
- *b.7 - Incentivi per funzioni tecniche previste dalle normative.* Da €. 21.000,00 a €. 25.000,00 per effetto della variazione degli importi di variante;
- *b.8.1 - Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione.* Da €. 48.000,00 a €. 13.156,28 per effetto del reale costo sostenuto per l'attività di verifica;
- *b.10 - Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche.* Voce di spesa afferente ai costi di pubblicazione bandi, risultati di gara, noleggio di piattaforma telematica che è stata incrementata da €. 2.000,00 a €. 4.242,98 in relazione alla consistenza dei costi rendicontati.
- *b. 11 - Spese per attività di collaudo tecnico amministrativo e collaudo statico (art. 9 della convenzione).* Importo confermato in €. 128.873,92 (rispetto all'ultima comunicazione di rimodulazione in data 15.09.2021 e relativa presa d'atto in data 02.11.2021) in quanto la variante non comporta incremento dell'importo contrattuale;
- *b.12 - Spese tecniche relative a progettazione e direzione lavori e oneri diretti e indiretti.* Variano da €. 659.000,00 a €. 732.370,44 per effetto dell'applicazione degli importi della variante alle modalità di calcolo del D.M. 17 giugno 2016;
- *b.14 - Altro (contributo Anac, competenze bancarie, ecc...).* Importo incrementato da €. 600,00 a €. 1.000,00 in relazione ai costi di bollo, bancari, ecc. già sostenuti e che si prevede di sostenere fino alla fine dei lavori.
- *b.15 - Compensazioni 2021 1° e 2° sem. ex DD.MM.11.11.2021 e 04.04.2022.* Trattasi di una nuova voce di spesa dell'ammontare di €. 75.959,65 introdotta per compensare il rincaro del costo dei materiali da costruzione relativamente al primo ed unico stato d'avanzamento dei lavori emesso in data 20.12.2021 per i lavori eseguiti a tutto il 15.09.2021, data della sospensione dei lavori tutt'ora vigente;

Di seguito si riporta il quadro di spesa aggiornato.

A)	A) COSTO DI COSTRUZIONE		
	Opere a misura	€ 194.239,90	
	Opere a corpo	€ 3.456.345,52	
	TOTALE COSTO DI COSTRUZIONE A)	€ 3.650.585,42	€ 3.650.585,42
	CSC - Costi della Sicurezza Contrattuali derivanti dalla particolarità dell'intervento come evidenziato nel piano della Sicurezza e computati analiticamente	€ 599.759,08	
	Sommano	€ 599.759,08	
	a.1 Importo lavori da assoggettare a ribasso d'asta	€ 3.650.585,42	
	a.3 Spese complessive della Sicurezza non soggette a ribasso d'asta	€ 599.759,08	
	TOTALE A)	€ 4.250.344,50	€ 4.250.344,50
B)	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE:		
	b.1 Lavori in economia previsti in progetto	€ -	
	b.2 Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini, analisi ed accertamenti di laboratorio	€ 57.477,31	
	b.3 Allacciamento ai pubblici servizi	€ 5.000,00	
	b.4 Imprevisti ed accantonamenti	€ 37.421,39	
	b.5 Acquisizioni aree o immobili, servitù, occupazioni	€ 13.000,00	
	b.6 Accantonamento per eventuale revisione prezzi ex art. 29 D.L. n. 4 del 27 gennaio 2022 - Decreto Sostegni Ter, valutato come da indicazione di calcolo del D.L. 17.05.2022	€ 678.131,15	
	b.7 Incentivi per funzioni tecniche previste dall'art.113 D.Lgs 50/2016 e s.m.i.	€ 25.000,00	
	b.8.1 Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€ 13.156,28	
	b.8.2 Spese per attività di supporto tecnico-amministrativo (enti pubblici o Società in house delle Amministrazioni centrali dello Stato, ovvero, di società in house providing) art. 15 atto di Convenzione	€ 20.000,00	
	b.9 Spese per commissioni aggiudicatrici	€ -	
	b.10 Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ 4.242,98	
	b.11 Spese per collaudo tecnico amministrativo e collaudo statico ai sensi dell'art. 9 della convenzione	€ 128.873,92	
	b.12 Spese tecniche relative a progettazione e direzione lavori e oneri diretti e indiretti	€ 732.370,44	
	b.13 Opere di mitigazione e compensazione ambientale, monitoraggio ambientale	€ -	
	b.14 Altro (contributo Anac, competenze bancarie, ecc...)	€ 1.000,00	
	b.15 Compensazioni 2021 1° e 2° sem. ex DD.MM.11.11.2021 e 04.04.2022	€ 75.959,65	
	TOTALE B)	€ 1.791.633,13	€ 1.791.633,13
C)	C) I.V.A.		
	c.1 I.V.A. su lavori	€ 803.128,79	
	c.2 I.V.A. su somme a disposizione della stazione Appaltante	€ 372.946,58	
	c.3 I.V.A. su Oneri della sicurezza	€ 131.947,00	
	Economie d'asta	€ -	
	TOTALE C)	€ 1.308.022,37	€ 1.308.022,37
TOTALE GENERALE A)+ B)+C)			€ 7.350.000,00

8. ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1	RAPPORTI DI PROVA TECNOPIEMONTE S.P.A.
ALLEGATO 2:	RAPPORTI DI PROVA GEM CHIMICA S.R.L.
ALLEGATO 3:	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
ALLEGATO 4:	ARPA_PARERE PIANO DI MONITORAGGIO
ALLEGATO 5:	VARIAZIONE PREZZI 2° SEM 2021 LAVORI GIA' ESEGUITI (D.M. 04.04.2022)
ALLEGATO 6:	AGGIORNAMENTO DEL COSTO DEI LAVORI NON ANCORA ESEGUITI AI SENSI DEL D. L.GS. 17.05.2022
ALLEGATO 7:	RELAZIONE MODALITA GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO CON AMIANTO
ALLEGATO 8:	SVILUPPO DEI COSTI DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO CON AMIANTO