

Ministero dell' Ambiente  
e della Tutela del Territorio

  
*Autorità di Bacino del Fiume Arno*



REGIONE TOSCANA  
GIUNTA REGIONALE



Provincia di Pistoia



Comune di Pistoia

## Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

### PROGETTO DEFINITIVO

R.U.P.

Dott. Lorenzo Cecchi de' Rossi  
Via Traversa della Vergine, 81 51100 Pistoia (PT)

PROGETTO:

**Consorzio di Bonifica Ombrone P.se - Bisenzio**

AREA GESTIONE DEL TERRITORIO

Via Traversa della Vergine, 81  
51100 Pistoia



GRUPPO DI LAVORO (Decreto del Direttore n° 255 del 18.12.2006):

Ing. Stefano Burchielli : responsabile della progettazione

Ing. Nicola Giusti : progettista

Ing. jr. Matteo Vaccai: progettista

Geom. Stefania Galardini : procedure espropriative

Rag. Giovanna Vassallo : supporto amministrativo

Arch. Olga Agostini: inquadramento urbanistico e proposta di  
modifica degli strumenti vigenti

Università degli Studi di Firenze - Facoltà di ingegneria

Dipartimento ingegneria Civile: Impatto ambientale  
coordinatore attività: prof. Ing. Enio Paris

Arch. Riccardo Luca Breschi: studio urbanistico e di inserimento  
ambientale

GEOTECNALab S.r.l.: prove geotecniche di laboratorio

Geom. Stefano Loli: rilievi topografici

D.R.E.AM. Italia S.c.r.l. : aspetti geologici

Geologia e Ambiente S.n.C. : indagini geognostiche

Ing. Giancarlo Caroli: progettazione opere idrauliche

Interstudio Firenze S.r.l. : ingegnerizzazione attività di scavo,  
selezione e trasporto materiale interte, progettazione viabilità

Arch. Riccardo Luca Breschi: studio urbanistico e di inserimento  
ambientale

R.T.I. Interstudio Firenze S.r.l. - Geotecna Progetti S.r.l. :

Invaso Giudea in località Gello - Aggiornamento del progetto per  
il ripristino funzionale, per l'aumento della capacità e per  
l'adeguamento al D.M. 24.03.1982 n° 44 e delle verifiche  
sismiche (Progettisti: ingg. Giuseppe Baldovin, Ezio Baldovin -  
D.L.: ing. Sergio Rizzo)

**Quadro di Riferimento Progettuale**

COD.

**181**

Redatto da:

Progettisti:

Ing. S. Burchielli, Ing. N. Giusti  
Ing. Jr. M. Vaccai

DATA

**Maggio 2007**

181\_SIA\_QR\_PROGET.DOC

SCALA

**varie**

<b>1. CASSA DI ESPANSIONE DEI LAGHI PRIMAVERA .....</b>	<b>3</b>
1.1 Generalità.....	3
1.1.1 Inquadramento.....	3
1.1.2 Funzionamento dell’opera .....	3
1.2 Descrizione delle opere idrauliche.....	5
1.2.1 Le arginature.....	5
1.2.2 Le opere di derivazione e lo sfioratore di sicurezza.....	6
1.2.2.1 BRIGLIA.....	6
1.2.2.2 MANUFATTO DI DERIVAZIONE .....	6
1.2.2.3 SFIORATORE DI SICUREZZA.....	7
1.2.3 I manufatti di interconnessione.....	7
1.2.4 Gli scarichi di fondo .....	8
<b>2. ATTIVITÀ DI ESCAVAZIONE, SELEZIONE, STOCCAGGIO E TRASPORTO DEI MATERIALI INERTI PRELEVATI AI LAGHI PRIMAVERA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Introduzione .....	10
2.2 Indagini eseguite .....	10
2.2.1 Indagine geognostica nell’area della futura cassa di espansione.....	10
2.2.2 Indagine geognostica sul corpo diga esistente.....	11
2.3 Piano di coltivazione dei materiali inerti .....	11
2.3.1 Localizzazione area di scavo.....	11
2.3.2 Modalità operative .....	11
2.4 Produzione, selezione, stoccaggio e trasporto dei materiali inerti.....	12
<b>3. ADEGUAMENTO DI VIABILITÀ .....</b>	<b>13</b>
3.1 Introduzione .....	13
3.2 Adeguamento S.C. S.Piero in Vinci.....	13
3.3 Adeguamento S.C. S.Giorgio.....	13
<b>4. RIPRISTINO FUNZIONALE INVASO DELLA GIUDEA.....</b>	<b>15</b>
4.1 Generalità.....	15
4.1.1 Inquadramento.....	15
4.1.2 Dimensionamento dell’opera esistente.....	16
4.1.2.1 DIGA .....	16
4.1.2.2 INVASO .....	16
4.1.2.3 SCARICO DI SUPERFICIE.....	16
4.1.2.4 CANALE FUGATORE .....	16
4.1.2.5 SCARICO DI FONDO.....	17
4.1.2.6 DERIVAZIONE .....	17
4.2 Descrizione degli interventi di progetto.....	17

4.2.1 Premessa.....	17
4.2.2 Il serbatoio .....	17
4.2.3 Lo sbarramento.....	18
4.2.4 Filtri e dreni.....	18
4.2.5 La membrana impermeabile .....	18
4.3 Descrizione delle opere idrauliche.....	19
4.3.1 Lo scarico di superficie .....	19
4.3.2 Lo scarico di fondo.....	19
4.3.3 Derivazione del serbatoio .....	19
4.3.4 Impianto di sollevamento.....	19

# 1. CASSA DI ESPANSIONE DEI LAGHI PRIMAVERA

## 1.1 Generalità

### 1.1.1 Inquadramento

La cassa di espansione prevista in progetto, in località Laghi Primavera, è ubicata nel territorio comunale di Pistoia, in destra idraulica del Torrente Ombrone e in sinistra idraulica del Torrente Torbecchia, a sud della strada comunale Via Gora e Barbatole.

Il territorio interessato dalla realizzazione dell'infrastruttura idraulica ha un andamento degradante da nord a sud, con pendenza di circa lo 0,8%.

La superficie totale della cassa di espansione, comprensiva delle arginature perimetrali, è pari a circa 20,50 ha.

Il volume di invaso statico (quota invaso a 83,00 m.s.m.) è pari a circa 615.000 mc.

Il volume di invaso con un franco idraulico residuo di 50 cm (quota invaso a 83,50 m.s.m) è pari a circa 700.000 mc.

La lunghezza totale delle arginature è pari a 2,542 Km.

### 1.1.2 Funzionamento dell'opera

La cassa di espansione dei Laghi Primavera è stata articolata in tre moduli, interconnessi tra loro mediante tre manufatti scatolari, attrezzati con paratoie piane, necessari per consentirne il riempimento e lo svuotamento.

Circa 400 metri a valle del Ponte alle Tavole, sulla sponda destra del T. Ombrone, è stato previsto un manufatto di derivazione a soglia fissa, che consente di derivare parte delle portate defluenti nella cassa di espansione.

Per regolarizzare e rendere efficiente la derivazione, immediatamente a valle del manufatto di derivazione, è stata prevista una briglia in alveo del torrente, in modo da rallentare la corrente liquida e innalzarne il livello.

Il primo modulo, a cui è stata assegnata la funzione di "vasca di calma", è ubicato ad Est, in adiacenza ai manufatti di derivazione e di sfioro; ha una superficie lorda di 37.200 mq; i corrispondenti volumi di invaso risultano pari a 110.000 mc e 123.000 mc rispettivamente con livelli liquidi a 83,00 m.s.m. e a 83,50 m.s.m.

Esso verrà invaso naturalmente, attraverso il manufatto di derivazione, non appena i livelli liquidi in Ombrone raggiungeranno la quota di 82,00 m.s.m.

Il secondo modulo, situato a Nord, è la "vasca di monte" e ha una superficie lorda di 97.300 mq; i corrispondenti volumi di invaso risultano pari a 285.000 mc e 334.000 mc, rispettivamente con livelli liquidi a 83,00 m.s.m. e a 83,50 m.s.m.

Il terzo modulo, situato a Sud, è la "vasca di valle" e ha una superficie lorda di 70.500 mq; i corrispondenti volumi di invaso risultano pari a 220.000 mc e 243.000 mc, rispettivamente con livelli liquidi a 83,00 m.s.m. e a 83,50 m.s.m.

Le acque derivate dal Torrente Ombrone, transitando attraverso il primo modulo, potranno invasare successivamente il secondo e terzo modulo, defluendo attraverso i due manufatti di interconnessione previsti nei corpi arginali alle sezioni 11 e 48 di progetto.

I manufatti di interconnessione sono attrezzati con paratoie piane.

Immediatamente a valle della briglia e del manufatto di derivazione, è stato previsto infine uno sfioratore di sicurezza, necessario per evitare che nella cassa si generino livelli liquidi di invaso indesiderati.

Lo sfioratore di sicurezza, infatti, restituisce le acque di troppo pieno nell'alveo del Torrente Ombrone, a valle della briglia, quando il livello nelle vasche di calma supera gli 83,00 m.s.m.



Fig.1 - Planimetria di progetto della cassa di espansione dei Laghi Primavera.

## 1.2 Descrizione delle opere idrauliche

### 1.2.1 Le arginature

Le arginature, che delimitano la cassa di espansione, sono costituite da rilevati in terra, con altezza variabile da circa 1,00 m a circa 7,00 m.

La quota del coronamento arginale è stata stabilita a 84,00 m.s.m., in modo da assicurare un franco idraulico di circa 80 cm rispetto al livello di massimo invaso.

Il corpo arginale, per altezza minore di 3,00 m, ha una sezione con forma trapezia semplice, con larghezza del coronamento di 4,50 m e scarpate con inclinazione di 3 m su 2 m.

Per altezze maggiori di 3,00 m la sezione trapezia diventa composta, con l’inserimento di due banche laterali larghe 3,50 m ciascuna e sottostanti scarpate con inclinazione di 2 m su 1 m.

Tutte le scarpate verranno inerbite con trattamento di idrosemina.

Sul coronamento è previsto un cassonetto in misto stabilizzato, con larghezza di 3,00 metri e spessore di 30 cm.

E’ prevista la bonifica del terreno di fondazione per uno spessore di 30 cm.

E’ prevista, inoltre, la realizzazione di un taglione in terra sottostante e in asse al corpo del rilevato, necessario per migliorare l’interazione tra il terreno e lo stesso rilevato.

Per la realizzazione degli argini occorrono circa 232.000 mc di terreno del tipo A3-A5.

Il terreno di formazione dei rilevati andrà compattato per strati di 30 cm di spessore fino a raggiungere un grado di addensamento pari al 90% di quello ottenuto nella prova Proctor standard.

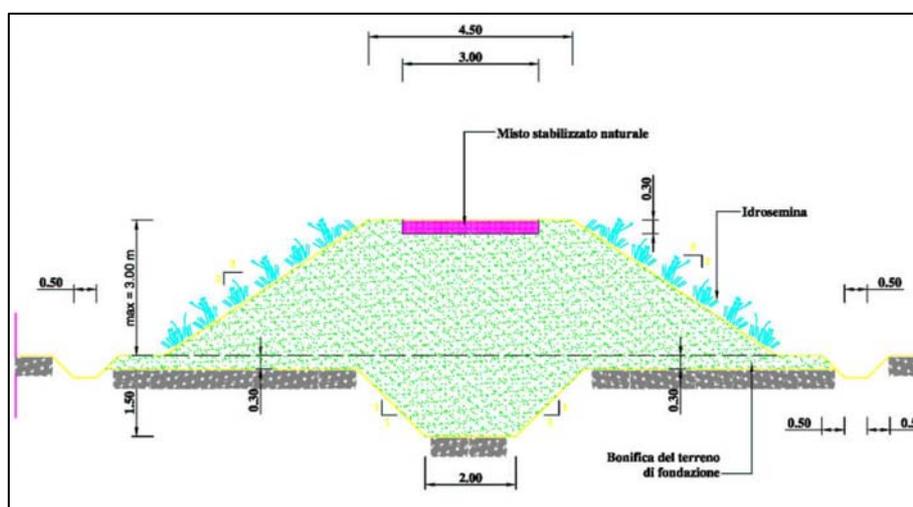


Fig. 2 - Arginatura perimetrale della cassa (altezza inferiore a 3,00 m).

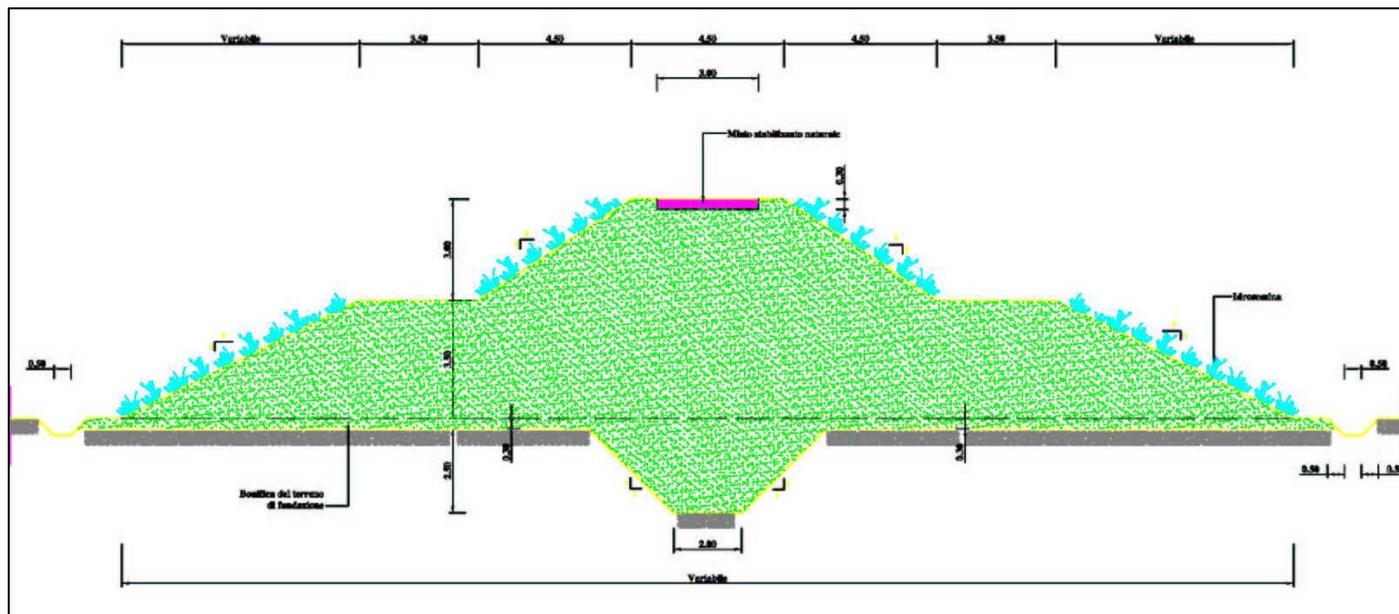


Fig. 3 - Arginatura perimetrale della cassa (altezza superiore a 3,00 m).

## 1.2.2 Le opere di derivazione e lo sfioratore di sicurezza

### 1.2.2.1 BRIGLIA

La briglia è costituita da un’opera trasversale all’alveo del T. Ombrone, realizzata con una soglia, una vasca di dissipazione, una controbriglia e muri d’ala in calcestruzzo armato. L’opera è confinata, a monte e a valle, da due taglioni di ammortamento in cemento armato, necessari per evitare lo scalzamento dovuto alla turbolenza delle portate di piena. Inoltre, l’opera sarà contornata e protetta da grossa scogliera di pietrame ben intasata.

La soglia è sagomata con profilo Creager, la quota del coronamento è 82,00 m.s.l.m., il fondo è a quota 78,00 m.s.l.m.; la lunghezza della soglia è pari a 50,00 m. In posizione baricentrica, nel corpo della soglia, è prevista un’apertura larga 6,00 m, necessaria per consentire alle portate di magra di defluire indisturbate, modificando solo marginalmente lo stato della corrente liquida.

La vasca di dissipazione ha una lunghezza di circa 20,00 m ed è costituita da una platea in cemento armato con spessore di 1,20 m.

Sia la soglia che la vasca di dissipazione sono protette da due muri d’ala in cemento armato, con coronamento a quota 84,50 m.s.l.m.

### 1.2.2.2 MANUFATTO DI DERIVAZIONE

A monte della briglia, in fregio alla sponda destra dell’alveo del T. Ombrone, è previsto il manufatto di derivazione, che è stato progettato con gli stessi criteri della briglia: anch’esso è composto da una soglia sfiorante, da una platea di dissipazione, da una controbriglia e da due muri d’ala.

A monte e a valle del manufatto, sono previsti due taglioni di ammassamento in cemento armato.

Anche il manufatto di derivazione, così come la briglia, sarà contornato e protetto da grossa scogliera di pietrame ben intasata.

Il manufatto di derivazione ha una lunghezza di 50 m.

La quota di sfioro del manufatto è posta a 82,00 m.s.l.m., l’estradosso della platea di dissipazione è a quota 79,00 m.s.l.m., quella del dente di dissipazione finale è a quota 80,00 m.s.l.m.

### 1.2.2.3 SFIORATORE DI SICUREZZA

Lo sfioratore di sicurezza è ubicato sulla sponda destra dell’alveo del T. Ombrone, immediatamente a valle delle briglia; ha una lunghezza di 50,00 m.

La soglia sfiorante è stata impostata alla quota di massimo invaso e quindi a quota 83,00 m.s.l.m.

Il corpo dello sfioratore è costituito dal corpo dello stesso rilevato arginale, ribassato però da quota 84,00 m.s.l.m. a quota 83,00 m.s.l.m.; tutta la superficie dello sfioratore-rilevato verrà rivestita con un adeguato manto di grossa scogliera di pietrame cementata.

Particolare rilievo assume il piazzale sulla destra idraulica, in quanto costituisce il collegamento tra le tre opere principali: briglia, manufatto di derivazione e sfioratore di sicurezza.

Il piazzale, lato cassa, sarà sostenuto da un muro realizzato in gabbioni di pietrame.

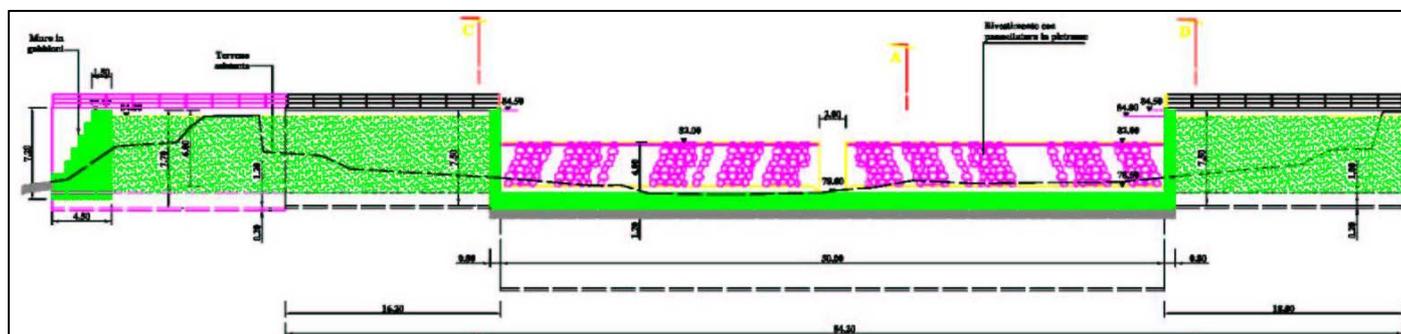


Fig. 4 - Sezione longitudinale briglia sul Torrente Ombrone.

All’interno dei tre manufatti sopraccitati, è stato inserito un sistema di rampe, che, nei periodi di magra del fiume, garantirà la percorribilità arginale della sponda destra.

Nel muro d’ala della briglia sono previste delle rampe a forma di scalinata, che consentono di raggiungere la sommità del piazzale a quota 84,00 m.s.m..

Dal piazzale, mediante una modesta rampa, si accede sulla sommità dello sfioratore di sicurezza, e da qui, sul coronamento arginale a valle dell’opera.

### 1.2.3 I manufatti di interconnessione

Si tratta di tre manufatti che mettono in comunicazione i tre comparti della cassa di espansione, rendendo in tal modo più flessibile e controllabile il funzionamento della stessa

cassa: sono idraulicamente equivalenti e costituiti da scatolari in cemento armato, a doppia canna, con dimensione interna di ciascuna canna di 3,00 m x 3,00 m.

Gli scatolari sono fondati su un'ampia platea in cemento armato dello spessore di 80 cm, ancorata al terreno di fondazione mediante un sistema di taglioni in cemento armato che si ammorsano sul terreno non rimaneggiato.

Lo spessore della soletta di fondazione è pari a 80 cm; quello delle pareti laterali e della soletta è di 50 cm. Il setto centrale ha uno spessore di 80 cm, in quanto dovrà alloggiare i due gargami delle paratoie.

Tutti i manufatti sono attrezzati con paratoie piane in acciaio zincato e verniciato; le paratoie sono costituite da una struttura portante in travi tipo HEA e da un mantello in lamiera con spessore maggiore di 8 mm.

Le tenute saranno assicurate da elastomeri aventi forma e dimensioni appropriate.

Le paratoie saranno motorizzate e predisposte per il telecomando e il telecontrollo.

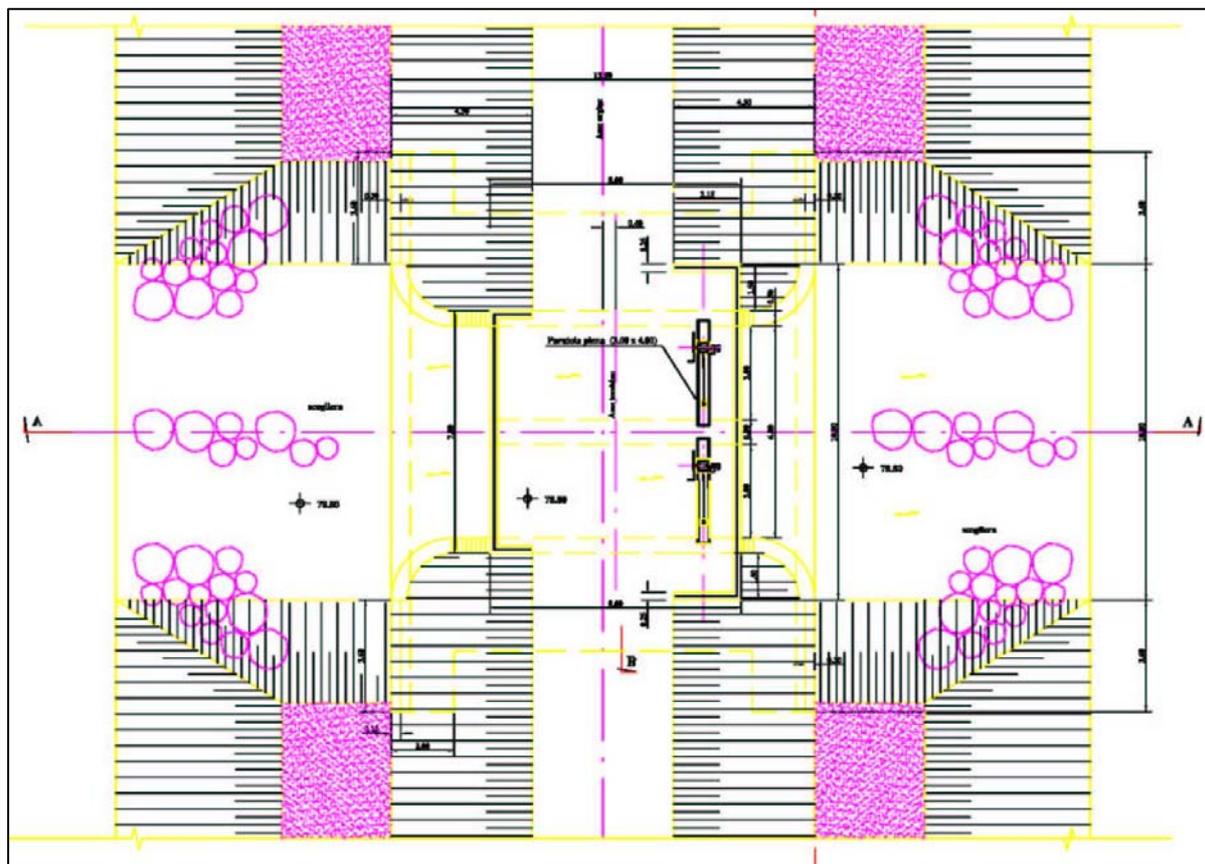


Fig. 5 - Manufatto di interconnessione dei moduli della cassa.

#### 1.2.4 Gli scarichi di fondo

Lo svuotamento della cassa di espansione avverrà a cadente naturale, attraverso due manufatti.



## **2. ATTIVITÀ DI ESCAVAZIONE, SELEZIONE, STOCCAGGIO E TRASPORTO DEI MATERIALI INERTI PRELEVATI AI LAGHI PRIMAVERA**

### **2.1 Introduzione**

Parte fondamentale degli interventi infrastrutturali previsti in progetto, realizzazione della cassa di espansione in località Laghi Primavera e ripristino funzionale dell'invaso di Gello, nonché realizzazione della viabilità di collegamento in adeguamento e in variante, è costituita dalle attività necessarie all'approvvigionamento dei materiali inerti:

- per la ricostruzione della diga di invaso della Giudea, ricavati dagli scavi in località Laghi Primavera, dove si realizzerà la nuova cassa di espansione;
- per la costruzione degli argini perimetrali della cassa di espansione, ricavati dalla parziale demolizione dell'attuale corpo diga di invaso della Giudea;
- per la costruzione dei rilevati stradali della nuova viabilità, occorrente per consentire i trasporti tra i due siti, ricavati dalla parziale demolizione dell'attuale corpo diga di invaso della Giudea.

Si prevede che i lavori per la realizzazione delle due opere abbiano una durata di circa 1.000 giorni, secondo il seguente svolgimento di attività:

- installazione del cantiere in diga;
- inizio delle attività di scavo dell'attuale rilevato, stabilizzazione a calce dei materiali occorrenti per costruzione dei rilevati stradali e inizio della costruzione/adeguamento della viabilità di collegamento;
- inizio delle attività di scavo e selezione dei materiali inerti per produzione materiali occorrenti alla formazione dei cassonetti delle strade;
- l'inizio dei trasporti, dalla diga per la costruzione degli argini e dalla cassa verso la diga per la messa in opera secondo le modalità di progetto.

### **2.2 Indagini eseguite**

#### ***2.2.1 Indagine geognostica nell'area della futura cassa di espansione***

A seguito di un'estesa campagna di indagine geognostica, condotta in tutta l'area nord-occidentale dei Laghi Primavera, sono state determinate le caratteristiche quali-quantitative dei materiali inerti limo-ghiaiosi presenti:

- sotto un sottile strato di terreno agrario, si trova un primo strato di limo sabbioso, talvolta con ghiaie e rari ciottoli di spessore variabile da 0 a 2,00 m;
- aumentando la profondità, ghiaie e ciottoli diventano prevalenti, mentre la matrice limo sabbiosa risulta talvolta assai scarsa;
- nei saggi effettuati con l'escavatore spinti fino a profondità massime di circa 4,00 m il livello inferiore di tale orizzonte non è stato mai raggiunto;
- lungo il margine occidentale dell'area di studio, i sondaggi hanno rinvenuto a profondità comprese tra 8,00 e 9,00 m dal piano campagna, il substrato argillitico.

Le indagini hanno appurato che: nella zona più orientale, il tetto dell'orizzonte ghiaioso si trova a profondità maggiore di 4,00 m; mentre, nella zona nord occidentale, lo si rinviene a modesta profondità.

Nei saggi eseguiti con l'escavatore, la falda è stata rilevata a profondità comprese tra 4,10 m e 2,80 m dal piano campagna.

Le misure di falda, ripetute durante un arco temporale di circa un anno, hanno mostrato una limitata escursione della stessa, stimata nell'ordine del metro.

Dal punto di vista granulometrico, i terreni investigati mostrano caratteristiche tali da renderli idonei agli usi previsti per il ripristino del corpo diga di Gello.

### **2.2.2 Indagine geognostica sul corpo diga esistente**

A seguito di un'accurata campagna di indagine geognostica, espletata nel corpo diga fino entro la formazione di base non alterata, nell'invaso e sulle sponde dello stesso, sono state determinate le caratteristiche quali-quantitative dei materiali inerti presenti.

Con riferimento alla classificazione UNI-CNR 10006, le terre che costituiscono l'attuale rilevato diga esistente risultano del tipo A7-A6.

I terreni di fondazione sono rappresentati da argilloscisti scagliettati di colore giallastro, con inclusi lapidei e quindi riferibili alla parte superficiale alterata della formazione geologica di base.

Dal punto di vista granulometrico, i materiali investigati mostrano caratteristiche tali da renderli idonei agli usi previsti per la formazione dei nuovi argini perimetrali della cassa di espansione in località laghi Primavera e della nuova viabilità prevista in progetto.

## **2.3 Piano di coltivazione dei materiali inerti**

### **2.3.1 Localizzazione area di scavo**

Il piano degli scavi, in località Laghi Primavera, per la produzione dei materiali inerti da reimpiegare per la ricostruzione della diga di Gello, è localizzato nel settore nord-occidentale dell'area interna della futura cassa di espansione.

Il profilo del ciglio di scavo segue, a conveniente distanza di sicurezza, il perimetro del futuro piede argine di progetto della cassa di espansione, discostandosi solo in corrispondenza dei vincoli esistenti: gli scavi varieranno da un massimo di circa 9,00 m nella parte più settentrionale, a circa 6,00 m lungo il perimetro più meridionale.

### **2.3.2 Modalità operative**

Le modalità operative prevedono scavi a campioni, con approfondimenti progressivi prevalentemente dal centro verso i bordi esterni dell'area, con la realizzazione di depressioni che tenderanno a riempirsi di acqua via via che il fondo scavo intercetterà la falda freatica.

In corrispondenza del laghetto esistente più occidentale, si prevede un approfondimento di parte del fondo di circa un metro e mezzo, lungo il perimetro settentrionale ed occidentale dello stesso, operando con drag-line dalle sponde esistenti.

La stessa depressione esistente sarà utilizzata come lagunaggio, per la chiarificazione delle acque di falda intercettate, prima della loro reimmissione nel Torrente Ombrone.

Considerazioni in merito alla necessità di preservare la qualità della falda intercettata, a seguito degli scavi all'interno della futura cassa, hanno suggerito di procedere, al termine delle operazioni di scavo dei materiali inerti, ad un ritombamento degli stessi (a meno di uno specchio d'acqua permanente equivalente per superficie agli attuali) sino alle quote del fondo cassa relative alla capacità di progetto prevista.

Tale operazione potrà avvenire con materiali provenienti dagli scavi per l'ampliamento della discarica del Cassero, nel comune di Serravalle Pistoiese, a circa 11 km di distanza dai

Laghi Primavera; si tratta, infatti, di materiali fini (argilliti), aventi caratteristiche analoghe a quelli provenienti da Gello.

Quando in zone significativamente importanti saranno stati raggiunti i piani di fondo scavo di progetto, si procederà al ritombamento degli stessi. Di conseguenza, mentre in alcune parti dell'area si continuerà a scavare, in altre sarà in corso il ritombamento, che dovrà riportare il fondo cassa alla quota di progetto, al di sopra della falda, che tornerà quindi nuovamente ad essere ricoperta.

Tenuto conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali, le scarpate degli scavi sono state previste con pendenze medie di 2/3, quelle dei successivi ritombamenti saranno poste in opera con pendenze non superiori a 1/3.

La superficie interessata dalle escavazioni risulta di circa 6,50 ettari, mentre i volumi potenzialmente estraibili sono pari a circa 383.000 mc.

## **2.4 Produzione, selezione, stoccaggio e trasporto dei materiali inerti**

Dalla zona di scavo, entro l'area dei Laghi Primavera, i materiali estratti verranno trasportati verso la zona di lavorazione e di stoccaggio, ubicata immediatamente a sud della precedente e avente un'estensione di circa 4,50 ettari.

Le attività di selezione e lavorazione dei vari materiali inerti saranno presumibilmente effettuate con uno o due frantoi mobili.

Per mitigare gli effetti del cantiere di produzione dei materiali inerti sull'ambiente circostante, saranno preliminarmente realizzati, con i materiali provenienti dalla demolizione del corpo diga dell'invaso della Giudea, i tratti di argine perimetrali alla zona di selezione sul lato orientale, occidentale e meridionale. Si creerà così un diaframma continuo di oltre 6,00 m di altezza in cui risulteranno confinate le attività di lavaggio, selezione, trasporto e accumulo dei materiali inerti.

Per quanto riguarda i materiali provenienti dalla demolizione del corpo diga, impiegati per la formazione dei nuovi argini della cassa in località laghi Primavera e della nuova viabilità prevista, tenuto conto delle loro caratteristiche granulometriche, per renderli idonei alla formazione dei rilevati stradali, dovranno essere sottoposti a un trattamento a calce.

Tale trattamento consiste nella miscelazione intima del materiale con calce, viva o idrata, in quantità tali da modificare, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e le sue proprietà meccaniche, migliorandone le caratteristiche geotecniche.

Si prevede di effettuare il trattamento sulla diga stessa, prima del carico del materiale sui mezzi di trasporto.

A seguito delle attività di scavo, entro l'area della futura cassa di espansione, e di demolizione del corpo diga dell'invaso di Gello, i materiali inerti prodotti, selezionati e lavorati verranno movimentati da un'area di cantiere all'altra, nelle due relazioni Laghi Primavera-Gello e Laghi Primavera-Cassero.

Nel primo caso, si tratta dei trasporti da e per la diga per i materiali di demolizione del corpo diga esistente, riutilizzati per la costruzione della viabilità di progetto e delle arginature della cassa e per quelli occorrenti per il nuovo corpo diga.

Nel secondo caso, si tratta dei trasporti dalla discarica del Cassero verso la cassa per i materiali provenienti dalle escavazioni occorrenti per l'ampliamento della discarica, riutilizzati per colmare i sovrascavi effettuati nella cassa e ricoprire la falda.

### **3. ADEGUAMENTO DI VIABILITÀ**

#### **3.1 Introduzione**

Per consentire il collegamento tra l'area dei Laghi Primavera e la diga di Gello, si rende necessario l'adeguamento della viabilità esistente, le cui caratteristiche geometriche e funzionali non consentono attualmente il passaggio dei mezzi pesanti, che dovranno garantire i trasporti dei materiali inerti verso la futura cassa e verso la diga.

Tale adeguamento comporta sia la riqualificazione della viabilità esistente, che la realizzazione di brevi tratti in variante.

Parte della nuova viabilità verrà mantenuta in esercizio anche dopo l'ultimazione dei lavori complessivi, quale vera e propria arteria di accesso alle opere infrastrutturali di progetto in fase di esercizio, e parte verrà smantellata quale pista di servizio per la fase di cantiere.

Tenuto conto che le infrastrutture viarie previste in progetto saranno impegnate, per oltre un anno, da traffico pesante per la movimentazione del materiale tra i siti di cantiere, è stato previsto il ripristino della piattaforma stradale al termine della fase relativa ai trasporti dei materiali.

In particolare, nella prima fase, il manto pavimentato sarà realizzato privo di tappeto di usura e con binder di 6 cm di spessore (oltre a 10 di base); successivamente si procederà al ripristino della piattaforma, ove ammalorata, alla fresatura dei primi 2 cm di binder e si realizzerà il manto bituminoso definitivo che, sopra la base di 10 cm sarà costituito da uno strato di collegamento di 4 cm e da un tappeto di usura di 3 cm per complessivi 17 cm di pavimentazione.

#### **3.2 Adeguamento S.C. S.Piero in Vincio**

Per un primo tratto di circa 218,00 m a partire dall'innesto con la S.P. n. 17, l'adeguamento della viabilità comunale di San Piero in Vincio consiste nell'allargamento della carreggiata attuale, avente larghezza di circa 4,00 m, per portarla alla tipologia C2 (ai sensi D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade").

Verrà, quindi, realizzata una sede viaria costituita da due corsie di 3,50 m e due banchine pavimentate di 1,25 m per una larghezza complessiva della piattaforma di 9,50 m, a sua volta fiancheggiata da due cigli erbosi di 80 cm.

Per un secondo tratto, di circa 516,00 m fino all'argine sud della nuova cassa di espansione, verrà realizzato un nuovo tracciato in variante, per evitare di accostarsi ad un nucleo edilizio abitativo.

Le caratteristiche geometriche della viabilità, anche in questo tratto, sono quelle della tipologia C2.

Lungo il tracciato, verranno realizzati due tombini scatoari in cemento armato, per il superamento del Rio della Fallita e del Torrente Torbecchia.

La pendenza massima della livelletta nel tratto in variante risulta pari al 6%.

#### **3.3 Adeguamento S.C. S.Giorgio**

Per un primo tratto di circa 310,00 m a partire dall'innesto di raccordo per la diga di Gello, l'adeguamento della viabilità comunale di San Giorgio consiste nell'allargamento della carreggiata attuale, avente larghezza tra 2,90 m e 3,80 m circa, per portarla alla tipologia C2 (ai sensi D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade").

Verrà, quindi, realizzata una sede viaria costituita da due corsie di 3,50 m e due banchine pavimentate di 1,25 m per una larghezza complessiva della piattaforma di 9,50 m, a sua volta fiancheggiata da due cigli erbosi di 80 cm.

Per un secondo tratto, di circa 250,00 m fino all’innesto con la S.R. n. 66, verrà realizzato un nuovo tracciato provvisorio, all’interno di una proprietà privata.

Le caratteristiche geometriche assegnate alla viabilità, in questo tratto, prevedono due corsie di 3,25 m e due banchine di 0,50 m per una piattaforma pavimentata di 7,50 m delimitata da due cigli erbosi di 0,80 m.

Anche il tratto compreso tra la via di San Giorgio e la diga verrà adeguato prevedendo tre tipi di sezione trasversali:

- tipo 1, tra l’incrocio con via S.Giorgio e il cancello della diga, costituita da 2 corsie di 3,25 m e 2 banchine di 0,50 m;
- tipo 2, nel primo tratto di viabilità interna, con piattaforma di 4,00 m e piazzole alle estremità per lo scambio;
- tipo 3, sino al coronamento, con due corsie di 3,50 m.

La pendenza della livelletta del tratto provvisorio risulta pari all’8%, mentre nel tratto centrale non raggiunge il 2%.



Fig. 7 - Planimetria adeguamento viabilità S.C. San Piero in Vincio.



Fig. 8 - Planimetria adeguamento viabilità S.C. San Giorgio.

## 4. RIPRISTINO FUNZIONALE INVASO DELLA GIUDEA

### 4.1 Generalità

#### 4.1.1 Inquadramento

Il serbatoio della Giudea, in località Gello, si colloca ai piedi delle colline in destra idrografica del Torrente Ombrone, a circa 3 km in direzione NNO dal centro della città di Pistoia.

L'invaso, ricavato sull'incisione determinata dal Rio dei Fontanacci, consente l'accumulo e la regolazione di parte dei deflussi del Torrente Vincio di Brandeglio, per essere poi utilizzati a servizio delle esigenze idropotabili di Pistoia.

L'invaso ha una capacità utile dichiarata di circa 759.500 mc, grazie ai contributi idrici derivati dalla presa sul Torrente Vincio di Brandeglio, che sottende un bacino imbrifero di circa 13 kmq, mentre il bacino diretto del serbatoio è praticamente trascurabile.

Le durate delle portate dell'anno medio alla sezione di presa del Vincio di Brandeglio, secondo il progetto eseguito nel 1965, comportano un volume di deflusso naturale di circa 12,3 Mmc.

Nell'ipotesi di derivare solo le portate che superano i 70 l/s, nell'anno medio si è stimato che vengano rilasciati nell'alveo del Torrente Vincio di Brandeglio circa  $2 \times 10^6$  mc ai quali vanno

aggiunti altri  $2,4 \times 10^6$  mc di sfiori alla presa; in definitiva il volume medio disponibile all'utilizzazione si stima che sia dell'ordine dei  $7 \times 10^6$  mc/anno.

Del suddetto schema in essere, il progetto di ripristino conserva sia i parametri idrologici del progetto originario, sia quelli relativi agli afflussi al serbatoio per il dimensionamento dello scarico di superficie.

L'area di imposta della diga esistente ed il serbatoio ricadono in una formazione di base costituita da argilloscisti ed argilliti, più o meno litificati e tettonizzati, con intercalazioni di livelli prevalentemente calcarei, arenacei e marnosi.

Con il presente progetto, dunque, da una parte si prevedono opere di placcaggio per la stabilizzazione della sponda sinistra e dall'altra la riprofilatura di tutti i versanti sotto invaso su pendenze stabili.

#### **4.1.2 Dimensionamento dell'opera esistente**

Di seguito si riportano le caratteristiche principali, al momento del collaudo dell'opera esistente, avvenuto in data del 15/11/1975 (ai sensi art.14 del Regolamento Dighe n. 1363 del 1/11/1959).

##### **4.1.2.1 DIGA**

Diga omogenea in materiali impermeabili con protezione del paramento di monte in scogliera e tappeto filtrante al piede di valle:

- Lunghezza al coronamento 295 m;
- Larghezza coronamento 6 m;
- Quota coronamento 150.06 m s.m.;
- Quota minima piede di monte ~125.0 m s.m.;
- Quota minima piede di valle ~118.2 m s.m.;
- Altezza massima 31.9 m;
- Quota di massima regolazione 147.76 m s.m.;
- Quota di massimo invaso 148.26 m s.m.;
- Franco netto 1.80 m;
- Pendenze paramento di monte ~2/1, 2.5/1, 3.2/1, 5/1;
- Pendenza paramento di valle ~2/1;
- Quote banchine a valle (b = 4 m) ~142.5, 135.0, 127.5;

##### **4.1.2.2 INVASO**

- Capacità morta (sotto quota 134.0) 90.830 mc;
- Volume utile di regolazione 759.534 mc;
- Volume totale di invaso 870.000 mc;

##### **4.1.2.3 SCARICO DI SUPERFICIE**

Soglia sfiorante rettilinea in sponda destra:

- Quota della soglia 147.76 m s.m.;
- Sviluppo della soglia 10.80 m;
- Sovralzo per Q = 6.8 mc/s 0.50 m;

##### **4.1.2.4 CANALE FUGATORE**

Nella documentazione di collaudo il canale di scarico risulta ricavato in un'incisione del versante sinistro della valle del Rio Tazzera nel quale confluisce dopo aver attraversato il pianoro di fondo valle, in realtà, però, quest'opera non venne realizzata.

#### **4.1.2.5 SCARICO DI FONDO**

- Quota di imbocco 126.26 m s.m.;
- Tubazione acciaio  $\varnothing$  450 mm, sottopassante la fondazione della diga L = 195 m;
- Organo di manovra: saracinesca  $\varnothing$  450 mm ad azionamento manuale;
- Restituzione nel Rio Fontanacci al piede della diga;

#### **4.1.2.6 DERIVAZIONE**

- Quota di imbocco 134.00 m s.m.;
- Tubazione acciaio  $\varnothing$  400 mm affiancata a quella dello scarico di fondo;
- Sviluppo fino alla cabina di manovra 195 m;
- Sviluppo dalla cabina al serbatoio della potabilizzazione  $\square$  160 m;
- Organo di manovra: saracinesca  $\varnothing$  400 mm ad azionamento manuale;
- Quota di massima regolazione della vasca della potabilizzazione 134.00 m.

### **4.2 Descrizione degli interventi di progetto**

#### **4.2.1 Premessa**

Il bacino della Giudea costituisce la parte cruciale del più ampio sistema comprendente la presa sul Vincio di Brandeglio, l'acquedotto di adduzione e l'impianto di potabilizzazione: lo stesso sistema, privato del serbatoio, non sarebbe più in grado né di modulare le fluenze invernali e primaverili del Vincio, né tanto meno, di accumularle per l'utilizzo estivo.

Le ipotesi di intervento sono indirizzate a sostituire il terreno smosso con altro di migliori caratteristiche, poi ad isolare dal contatto con l'acqua il paramento di monte della diga con l'interposizione di una membrana impermeabile, a placcare la sponda sinistra del serbatoio, infine a profilare le sponde rimanenti secondo una pendenza sicuramente stabile.

Per quanto concerne lo scarico di fondo e la derivazione, le acque verranno convogliate nell'attigua valle del Torrente Tazzera, attraverso una nuova specifica galleria al cui interno sarà sistemato un unico tubo di eduazione, che, limitatamente al tratto in galleria, servirà sia lo scarico di fondo che la derivazione verso l'impianto di potabilizzazione.

Lo sbocco è stato spostato in destra del fosso che raccoglie le acque dello scarico di superficie: la derivazione, invece, si diramerà verso la sommità della dorsale, per poi discendere al piede della diga, dove si ricongiungerà con l'esistente condotta.

Per quanto concerne lo scarico di superficie, si prevede di realizzare una canalizzazione di tale scarico tra il piede del versante sinistro e l'immissione nel Torrente Tazzera, al limite destro del fondo valle.

#### **4.2.2 Il serbatoio**

La nuova quota di massima regolazione è fissata a 149,15 m s.m. contestualmente al livello di massimo invaso posto alla quota 149,65 m s.m. Rispetto alla situazione attuale si prevede, pertanto, di sovralzare di 1,39 m ciascuno dei due suddetti livelli; la massima semialtezza di onda è stata assunta di 30 cm.

Al livello di massima regolazione attuale (147,76 m), risulta un invaso di 705.000 mc, per cui, dedotto il volume morto di circa 40.000 mc (sotto il livello 134,00 m), si stima che allo stato attuale il volume utile sia attorno ai 665.000 mc.

Rispetto alle prime ipotesi di regolarizzazione delle sponde, la massima pendenza è stata ridotta da 3/1 a 4/1, mentre alle quote inferiori a 134,00 m s.m. il profilo di scavo viene previsto con pendenze attorno a 10/1.

La sezione tipo del placcaggio sarà costituita da uno strato a spessore variabile, crescente dall'alto in basso, di materiale alluvionale drenante; al piede terminerà con una zoccolatura orizzontale alla quota 136,00.

La protezione contro acqua, nei riguardi delle sollecitazioni ondose, verrà realizzata con una scogliera di pietrame calcareo di 60 cm di spessore.

Il placcaggio è stato sopraelevato fino a quota 152,00 m s.m, salvo il tratto adiacente alla diga nel quale si realizza il raccordo altimetrico con il coronamento a quota 153,40 m s.m.

L'intervento di placcaggio comporterà un volume complessivo di scavo di circa 34.400 mc e la posa a rilevato dei seguenti materiali letto sabbio-ghiaioso, ghiaie alluvionali e scogliera di pietrame calcareo per un totale di 41.400 mc.

#### **4.2.3 Lo sbarramento**

Il coronamento è posto alla nuova quota 153,40 m s.m. con una sopraelevazione, rispetto al vecchio, di 3,34 m: il franco netto risulta ora di 3,45 m.

L'altezza massima sul punto più depresso della fondazione è ora di 33,40 m e quindi la larghezza del coronamento viene portata a 7,00 m.

I paramenti della diga di monte hanno pendenza costante 1/3, mentre i paramenti di valle una pendenza variabile da 1/2 a 1/7.

La larghezza massima alla base dello sbarramento raggiunge i 175,60 m, che diventano 260,00 m circa con le colmate di monte e di valle: l'altezza massima rispetto ai punti più depressi della fondazione e del piede di valle è rispettivamente di 27,90 m e 33,40 m.

Il nuovo rilevato verrà strutturato in quattro zone principali, con tenuta idraulica sul paramento di monte, che sono: il tampone impermeabile di monte; il rinfiango di monte, in alluvione ghiaiosa; la zona del "nucleo" centrale, in limo ghiaioso; il rinfiango di valle, costituito da alluvioni ghiaiose.

#### **4.2.4 Filtri e dreni**

All'interfaccia con la fondazione argillitica e con il "tampone" impermeabile, verrà predisposto un tappeto filtrante quale elemento di transizione granulometrica e di tutela nei riguardi di fenomeni di sifonamento a seguito di ipotetiche filtrazioni in fondazione.

#### **4.2.5 La membrana impermeabile**

La tenuta della diga è affidata ad una membrana di PVC dello spessore di 1,50 mm posta sul paramento di monte ed adeguatamente protetta, nei riguardi di fattori fisico-chimici e di sollecitazioni meccaniche di varia natura.

La membrana sarà interposta tra due teli di geotessile, a salvaguardia da punzonamenti, strappi e vandalismi; si prevede l'impiego di un geotessile polipropilenico a filo continuo da 350 g/mq, con caratteristiche meccaniche adeguate alla funzione di assorbimento e di redistribuzione di eventuali sollecitazioni concentrate.

## **4.3 Descrizione delle opere idrauliche**

### **4.3.1 Lo scarico di superficie**

La ricostruzione dello sfioratore nella stessa posizione ed in analogia a quello esistente si rende necessaria per le mutate condizioni di ritenuta adottate.

Fermi restando la portata di massima piena di progetto (6,80 mc/s), il battente idraulico ad essa riservato (50 cm), il tipo di sfioratore a soglia libera, si è prevista la ricostruzione dello sfioratore alla nuova quota di sfioro 149,15 m s.m., con una larghezza di 11,50 m.

Il manufatto, da realizzarsi con strutture in cemento armato, è stato studiato in guisa da risultare raccordato adeguatamente con l'estremità destra dello sbarramento.

Con livello al massimo invaso (149,65 m.s.m.), la portata scaricata di 6,80 mc/s ruscellerà lungo il compluvio esistente sul versante sinistro del Torrente Tazzera, con velocità massima di 6,50 m/s, che si ritiene compatibile con il terreno argillo-scistoso inerbito e boscato delle sponde del compluvio stesso.

Al piede del versante avviene la dissipazione tramite vasca di smorzamento, con convogliamento laterale delle acque di scarico in un canale di restituzione: quest'ultimo, con una sezione tipo trapezia inerbita, potrà far defluire la portata di progetto con un tirante di circa 0,89 m ed una velocità di circa 1,43 m/s nel tratto a minore pendenza, preservando un franco di 40 cm rispetto al bordo superiore del canale.

### **4.3.2 Lo scarico di fondo**

Lo sbocco della galleria è stato spostato in destra del fosso di restituzione dello scarico di superficie, alle estremità dove le coperture sono minori.

Complessivamente la tratta in naturale avrà uno sviluppo di 157,00 m ed una pendenza dell'1.9 per mille verso valle: la sezione avrà diametro interno 2,40 m mentre l'imbocco dello scarico di fondo sarà costituito da una luce rettangolare 1,20 x 1,40 m.

Poco a valle dell'imbocco, è prevista una valvola a farfalla DN 800 mm, ad azionamento manuale, che presidia il condotto di pari diametro.

La massima portata dello scarico di fondo, facendo riferimento alla quota di massima regolazione del serbatoio risulta di 3,00 mc/s.

Il tempo di svuotamento dell'invaso, fino alla quota di 134,00 m, in assenza dei contributi dalla presa e con il solo impiego dello scarico di fondo, è di circa 101 ore, pari a 4,2 giorni.

### **4.3.3 Derivazione del serbatoio**

La prima considerazione riguarda la funzionalità della condotta di utilizzazione: in effetti la coincidenza del livello di minimo invaso del serbatoio della Giudea con il massimo livello (134,00 m.s.m.) del serbatoio di testa dell'utilizzazione, impone il ricorso ad un impianto di pompaggio.

La seconda considerazione riguarda l'adozione di un'unica condotta DN 800 mm, al posto delle due separate che si prevedevano nel già redatto Progetto di Massima.

### **4.3.4 Impianto di sollevamento**

E' prevista l'installazione di due elettropompe centrifughe, azionate tramite due motori elettrici da 380/660 V a 4 poli da circa 15 kW, capaci di convogliare, in corrispondenza del minimo invaso, 125 l/s ciascuna con una prevalenza di circa 5,00 m e quindi con una potenza di circa 10 kW.

A valle della cabina pompe, la condotta DN 450 mm si svilupperà per circa 450,00 m fino a ricongiungersi con un ultimo tratto di circa 155,00 m e raggiunge il serbatoio dell'impianto di potabilizzazione.