



# REGIONE LOMBARDIA



## INFRASTRUTTURE LOMBARDE

Via Nicolò Copernico, 38 - 20125 Milano

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Vittorio Peruzzi

# NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO PROGETTO DEFINITIVO

Dott. Ing. TOMMASO TASSI  
n. 2671  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Venezia

PROGETTAZIONE A.T.I.

CAPOGRUPPO



favero&milan ingegneria

Ing. Tommaso Tassi  
Ing. Federico Moro  
Ing. Valentina Cioci  
Ing. Antonio Nuzzo

Via Belvedere 8/10, 30035 Mirano (VE)  
Tel. 041-5785711, Fax 041-4355933  
web: www.favero-milan.com



Prof. Geol. Andrea Cancelli  
Ing. Paolo Cancelli  
Ing. Gianluca Bragonzi

Studio Cancelli Associato  
Via Sansovino 23, 20133 Milano  
Tel. 02-45488725, Fax 02-45488726  
E-mail: sca@sca.fastwebnet.it



Ing. Corrado Petris  
Ing. Giovanni Carretta

Via G.B. Dall'Armi 27/3,  
30027 San Donà di Piave  
Tel. 0421-307700, Fax 0421-307716  
web: www.ingegneria2p.it

Ingegnere  
Giuseppe Baldo  
Ingegneria e Ambiente

Ing. Giuseppe Baldo  
Dott. Elisa Porcelluzzi  
Ing. Francesca Domeneghetti

Via delle industrie 18/A,  
30038 Spinea  
Tel. 041-8221863, Fax 041-8221864  
web: www.ingbaldo.com

MODELLAZIONE FISICA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA  
Prof. Ing. Paolo Mignosa



TITOLO ELABORATO:

## ELABORATI GENERALI OPERE GENERALI RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

SCALA:

-  
-  
-

N. DOCUMENTO:

FASE    REDATTORE    DISCIPLINA    ARGOMENTO    TIPOLOGIA    N. ELABORATO    REVISIONE  
D   A   T   G   N   O   P   G   R   0   0   1   6

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	CONTROLLO
3	14-03-11	AGGIORNAMENTO QUOTA SAVANELLA	F&M	F&M	F&M
4	23-05-12	REVISIONE PER ELIMINAZIONE SOGLIA GALLERIA	F&M	F&M	F&M
5	31-10-13	AGGIORNAMENTO PER OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI MATTM E MIT	F&M	F&M	F&M
6	05-12-14	AGGIORNAMENTO Q.E.	F&M	F&M	F&M

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	FINALITA' DELLE OPERE.....	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA ADOTTATI.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>PRECISAZIONE SULLE QUOTE ALTIMETRICHE.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>VINCOLI ALLA PROGETTAZIONE.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>9</b>
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	9
6.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	10
6.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	11
6.4	CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA .....	12
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>RILIEVI TOPOGRAFICI EFFETTUATI.....</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA .....</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>21</b>
10.1	GLI ATTUALI ORGANI DI REGOLAZIONE .....	21
10.1.1.1	La traversa di sbarramento .....	21
10.1.1.2	La galleria degli agricoltori .....	22
10.1.1.3	La derivazione Enel.....	24
10.2	STIMA DEGLI EFFETTI DI UNA PIENA NELLO SCENARIO DI ASSENZA DI FRANA.....	25
10.3	STIMA DEGLI EFFETTI DI UNA PIENA NELLO SCENARIO DI COLLASSO DI FRANA.....	33
<b>11</b>	<b>DESCRIZIONE OPERE DI PROGETTO.....</b>	<b>36</b>
11.1	NUOVA GALLERIA DI BY-PASS .....	36
11.1.1	OPERE DI IMBOCCO .....	36
11.1.1.1	La scelta della configurazione geometrica .....	36
11.1.1.2	Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali .....	39
11.1.1.3	Opere provvisoriale e fasi realizzative .....	42
11.1.2	LA NUOVA GALLERIA.....	43
11.1.2.1	Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali .....	43
11.1.2.2	Caratteristiche costruttive.....	43
11.1.3	MANUFATTO DI DISSIPAZIONE .....	53
11.1.3.1	Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali .....	53
11.1.4	MANUFATTO DI RESTITUZIONE .....	54
11.1.4.1	Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali .....	54
11.1.4.2	Fasi e metodologie costruttive.....	55
11.2	NUOVA TRAVERSA E SISTEMAZIONI IN ALVEO .....	56
11.2.1.1	Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali .....	56
11.2.1.2	Fasi e metodologie costruttive.....	62
11.3	LE OPERE DI ADEGUAMENTO DELLA TRAVERSA DI SBARRAMENTO ESISTENTE .....	63
11.4	LE OPERE DI MESSA FUORI SERVIZIO DELLA GALLERIA DEGLI AGRICOLTORI .....	66
11.5	OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE.....	69
<b>12</b>	<b>RISOLUZIONE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI.....</b>	<b>71</b>
12.1	ZONA DI IMBOCCO.....	71
12.2	ZONA DI SBocco .....	73
12.3	ZONA NUOVA TRAVERSA .....	74
<b>13</b>	<b>ALLACCIAMENTI CORRENTE ELETTRICA.....</b>	<b>76</b>

13.1	ZONA DI IMBOCCO NUOVA GALLERIA .....	76
13.2	ZONA NUOVA TRAVERSA .....	76
<b>14</b>	<b>DIMENSIONAMENTI IDRAULICI DELLE OPERE ED ANALISI DEGLI EFFETTI.....</b>	<b>77</b>
14.1	DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI IMBOCCO E DELLA GALLERIA DI BY-PASS.....	77
14.2	DIMENSIONAMENTO DELLA GALLERIA .....	77
14.2.1	DIMENSIONAMENTO DEL DISSIPATORE .....	79
14.2.2	DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI RESTITUZIONE .....	81
14.3	DIMENSIONAMENTO DELLA NUOVA TRAVERSA DI SBARRAMENTO .....	83
14.4	ANALISI DEGLI EFFETTI DELL'OPERA SUI SOVRALZI DEL LAGO D'IDRO IN OCCASIONE DI UN EVENTO DI PIENA MILLENARIO.....	87
14.4.1.1	Lo smaltimento delle portate di piena con e senza collasso di frana attraverso la nuova galleria di by-pass .....	87
14.4.1.2	I possibili scenari di gestione delle piene in assenza di collasso di frana.....	99
14.4.2	Gli effetti sul Fiume Chiese dello scarico della portata di piena millenaria attraverso i nuovi organi di regolazione e by-pass.....	100
<b>15</b>	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE .....</b>	<b>103</b>
15.1	COERENZA DEL PROGETTO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI.....	104
15.1.1	Compatibilità del progetto con gli obiettivi del P.T.R. ....	104
15.1.2	Compatibilità del progetto con gli indirizzi di tutela del P.T.P.R. ....	104
15.1.3	Compatibilità del progetto con gli obiettivi e gli indirizzi del P.T.C.P.....	104
15.1.4	Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.T.G. di Idro .....	105
15.1.5	Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.R.G. di Lavenone .....	106
15.1.6	Compatibilità del progetto con gli indirizzi della Autorità di Bacino .....	106
15.1.7	Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.T.U.A. ....	106
15.1.8	Compatibilità del progetto con gli accordi di gestione del Lago d'Idro.....	107
15.2	ANALISI DELLE ALTERNATIVE .....	107
15.3	ANALISI DEGLI IMPATTI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO .....	110
15.3.1	Analisi degli impatti durante la realizzazione degli interventi.....	110
15.3.2	Analisi degli impatti e degli effetti a lungo termine degli interventi .....	117
15.3.3	Conclusioni sull'analisi degli impatti ambientali degli interventi di progetto .....	122
<b>16</b>	<b>VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE .....</b>	<b>124</b>
<b>17</b>	<b>PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO .....</b>	<b>127</b>
<b>18</b>	<b>CRONOPROGRAMMA E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE</b>	<b>127</b>
<b>19</b>	<b>QUADRO ECONOMICO.....</b>	<b>127</b>
<b>20</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>128</b>

## **1 PREMESSA**

In data 20 luglio 2009, a seguito di gara pubblica, Infrastrutture Lombarde SpA ha affidato all'Associazione Temporanea di Imprese Favero & Milan Ingegneria S.p.A., Ingegneria 2P & associati Srl, Studio Cancelli Associato e Ing. Giuseppe Baldo, la revisione del progetto preliminare e la redazione del progetto definitivo delle nuove opere di regolazione per la messa in sicurezza del lago d'Idro.

La revisione del progetto preliminare è stata approvata il 16 novembre 2009.

La presente relazione, che fa parte del progetto definitivo, fornisce chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo e dei conseguenti costi e benefici attesi.

### **1.1 FINALITA' DELLE OPERE**

Il presente progetto riguarda le opere per la messa in sicurezza idraulica del Lago d'Idro.

Il Lago d'Idro, meno comunemente noto come Eridio, è situato nelle Prealpi Orobiche Bresciane, all'estremità sud-orientale della Provincia di Brescia, delineando a nord per un breve tratto il confine con la Provincia di Trento. Il suo immissario principale è il Fiume Chiese.

Il Chiese rappresenta anche l'emissario naturale dell'Idro e, dopo esser stato ampiamente utilizzato a scopo irriguo nella bassa bresciana, si immette nel Fiume Oglio, tributario di sinistra del Po.

Il Lago d'Idro è uno dei primi laghi alpini europei ed il primo lago naturale italiano ad essere stato sottoposto a regolazione artificiale con il duplice scopo irriguo e di produzione idroelettrica.

La causa prima che genera la necessità di una messa in sicurezza del lago d'Idro è costituita dalla presenza di un fenomeno franoso attivo che interessa la sponda sinistra del fiume Chiese, subito a valle dell'attuale traversa di sbarramento.

Le misure topografiche eseguite a partire dal 1985 hanno evidenziato che l'intera massa franosa, resa particolarmente plastica in periodi di forte imbibizione, è in lento scivolamento verso valle.

La constatazione del movimento in atto indica chiaramente che l'ammasso franoso non ha ancora raggiunto una configurazione definitiva di equilibrio e porta decisamente a considerare la situazione assai pericolosa per la possibilità che, in casi di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati, il movimento dell'ammasso possa accelerare fino a determinare un collasso più o meno generale, con invasione del fondo valle.

Il verificarsi di un calamitoso evento di dissesto causerebbe l'ostruzione dell'emissario del Lago e degli organi di scarico e di regolazione artificiali attualmente presenti (galleria degli Agricoltori e traversa di sbarramento); in tale scenario il lago vedrebbe crescere il proprio livello fino a:

- l'incontrollabile sommersione a monte di vaste aree abitate nei comuni di Idro, Anfo, Bondone, Bagolino;
- la possibilità di collasso improvviso del rilevato che genera l'ostruzione dell'alveo e liberazione improvvisa di una rilevantissima massa d'acqua e altro materiale con effetti devastanti sul territorio a valle.

La presenza della frana rappresenta dunque motivazione prima e sufficiente per provvedere all'attuazione di interventi mirati alla messa in sicurezza del territorio.

E' da notare che l'obbligatorietà di interventi di tal fatta risulta indipendente dallo stato o meno di regolazione artificiale del lago d'Idro: essi dovrebbero essere messi in atto anche se il lago non fosse regolato artificialmente.

Oltre alla presenza del fenomeno franoso sinteticamente descritto, le opere di messa in sicurezza del Lago si rendono necessarie anche per sostituire gli attuali manufatti di scarico e di regolazione in quanto le opere di regolazione attuale hanno caratteristiche funzionali, geometriche e di stato di conservazione tali da non poter garantire la sicurezza dei territori rivieraschi e vallivi anche in assenza del collasso di frana.

In particolare:

- l'attuale traversa di sbarramento ha già dovuto subire un intervento di restringimento di una luce, da 11 a 9 m, a causa delle sollecitazioni indotte dal movimento franoso sul suo fianco in sinistra orografica; anche se il suo stato attuale, dal punto di vista statico, non desta oggi preoccupazioni, è sempre possibile un repentino mutamento di detto stato in funzione dell'evolversi dell'evento franoso con dirette conseguenze sulla sua capacità di tenuta;
- la galleria di scarico risulta inoltre interessata da ricorrenti eventi di instabilità del cavo che, oltre ad averne limitato la portata idraulica, ne hanno fortemente diminuito il grado di affidabilità statica. Attualmente la galleria è inservibile.

Quanto appena asserito chiarisce sinteticamente le ragioni che stanno alla base del titolo del presente progetto di: "regolazione per la messa in sicurezza del lago d'Idro".

REGIONE LOMBARDIA  
NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
PROGETTO DEFINITIVO



Figura 1: inquadramento geografico dell'area di intervento

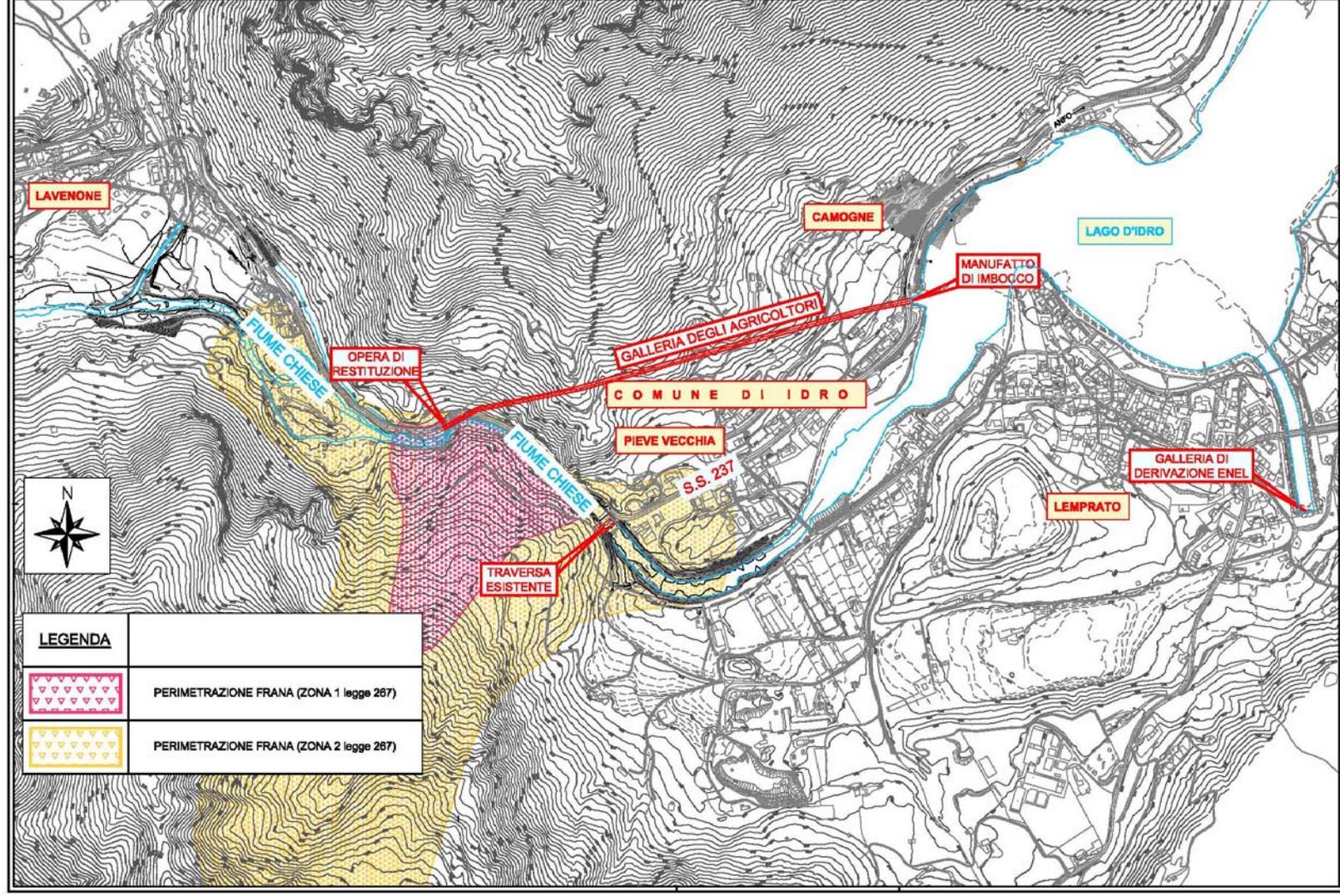


Figura 2: planimetria dello stato di fatto con perimetrazione del pendio in frana (legge 267/98: aree ad elevato rischio idrogeologico)

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti normative:

- D.M. 14/01/2008 - *“Norme Tecniche per le costruzioni”*.
- D.M. LL. PP. 11.3.1988 – *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.
- Circ. Min. LL. PP. 24.9.88 – *“Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”*.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993) – *“Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”*.
- Eurocodice 1 – UNI EN 1991 - *“Azioni sulle strutture”*.
- Eurocodice 2 – UNI EN 1992 - *“Progettazione delle strutture di calcestruzzo”*.
- Eurocodice 7 – UNI ENV 1997 - *“Progettazione geotecnica”*.
- Eurocodice 8 – UNI ENV 1998-5 - *“Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”*.
- Circolare del Consiglio dei Ministri del 13 dicembre 1995 n. DSTN/2/22806: *“Disposizioni attuative ed integrative in materia di dighe”*
- D. Lgs: 152 del 03 Aprile 2006: *“Norme in materia Ambientale”*

## 3 CRITERI DI VERIFICA ADOTTATI

Le verifiche sono condotte con il metodo semibrobabilistico agli stati limite in accordo con quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

## 4 PRECISAZIONE SULLE QUOTE ALTIMETRICHE

Tutte le quote altimetriche del presente progetto sono da considerarsi assolute sul livello del medio mare, collegate alla rete IGM nazionale.

Le quote dell'idrometro di Idro, alle quali si riferiscono i diversi regolamenti di gestione, sono 2.0 m superiori alle quote IGM.

## 5 VINCOLI ALLA PROGETTAZIONE

Come già accennato, la causa prima che genera la necessità di una messa in sicurezza del Lago d'Idro è costituita dalla presenza di un fenomeno franoso attivo che interessa la sponda sinistra del Fiume Chiese, subito a valle dell'attuale traversa di sbarramento i cui rischi sono ampiamente documentati ed immaginabili tanto da costituire motivazione prima e sufficiente per provvedere all'attuazione di interventi mirati alla messa in sicurezza del territorio che diventano urgenti ed indipendenti dalla politica di regolazione dei livelli.

La gestione del Lago è attualmente regolamentata da una serie di accordi:

1. Regolamento per la gestione coordinata del Lago d'Idro e dei serbatoi dell'Alto Chiese – 21 marzo 2002
2. Accordo tra la Regione Lombardia e la Provincia Autonoma di Trento per l'Armonizzazione delle azioni di salvaguardia delle acque del lago d'Idro e del Fiume Chiese – 14 dicembre 2006
3. Accordo di programma per la valorizzazione del Lago d'Idro – 5 agosto 2008.

Il progetto ha dovuto pertanto tener conto e rispettare gli accordi presi tra i diversi enti coinvolti.

Le opere saranno dimensionate per:

- garantire la messa in sicurezza idraulica del lago d'Idro
- garantire la possibilità di attuazione futura della politica di gestione dei livelli di cui al Regolamento di gestione del 2002.

Più nel dettaglio gli obiettivi ed i vincoli imposti alle scelte progettuali sono:

- Realizzazione di una nuova galleria di by-pass che consenta l'evacuazione delle portate di piena anche nella ipotesi di collasso di frana con ostruzione dell'emissario del lago e realizzazione di una nuova traversa di regolazione
- Realizzazione di una nuova traversa di regolazione in posizione esterna alla perimetrazione di frana
- Tempo di ritorno di progetto per il dimensionamento e la verifica delle opere: 1000 anni
- Dimensionamento delle opere di scarico tale da limitare la portata massima rilasciata verso valle ad un valore di circa 300 mc/s, pari a quello scaricato in piena lungo il Chiese dai preesistenti organi di sbarramento, per non compromettere la sicurezza idraulica delle zone rivierasche valle del Lago
- Posizionamento dei manufatti di imbocco e sbocco della galleria di By-pass e della nuova traversa al di fuori dell'area di frana in sponda sinistra.
- Dimensionamento delle opere per consentire un livello massimo di regolazione di 368.00 m slm ed una escursione del lago tra quota massima di regolazione e quota minima di regolazione di 3.25 m.

- Verifica della sicurezza idraulica con l'ipotesi di massima regolazione a 368.00 mslm.
- configurazione della traversa tale da lasciar defluire il D.M.V. anche con il minimo livello di regolazione del lago e possibilità di raddoppio del D.M.V. attualmente previsto (da 2.5 a 5.0 mc/s).
- predisposizione di apposita scala di risalita della fauna ittica in grado di funzionare per ogni livello di regolazione presente nel lago.

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel presente capitolo si fornirà un breve inquadramento geologico, rimandando alle relazioni specialistiche allegate al progetto definitivo per maggiori dettagli.

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

È stato eseguito un rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio a scala 1:5000 dell'area posta in destra orografica del Fiume Chiese tra gli abitati di Pieve Vecchia nel Comune di Idro e di Lavenone nel Comune omonimo, allo scopo di reperire tutte le informazioni geologiche di superficie a supporto della progettazione definitiva della nuova galleria idraulica di regolazione del Lago d'Idro.

L'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di un lineamento strutturale di importanza regionale, la Faglia dell'Abbioccolo, struttura evidenziata prevalentemente da dati stratigrafici e ad oggi ancora poco studiata; in particolare essa potrebbe rappresentare una struttura di svicolo tra il sistema Triumplino-Val Suganese orientato E-W e il sistema Giudicariense orientato NNE-SSW.

Le unità geologiche che affiorano nella regione ove si colloca l'area di interesse sono costituite da una successione di rocce sedimentarie triassiche. In particolare la successione stratigrafica presente nell'area di studio è costituita dalla Formazione delle Arenarie di Val Sabbia passante gradualmente verso l'alto alle Formazioni di San Giovanni Bianco, di Castro Sebino e della Dolomia Principale.

Di seguito si riporta la descrizione litologica generale delle Formazioni affioranti nell'area.

Le **Arenarie di Val Sabbia** (Carnico Medio-Inferiore) affiorano nell'area in esame lungo la SS237 a Est dell'abitato di Lavenone. In affioramento si osserva un ammasso costituito da roccia di colore rosso, rosso-grigio, a grana medio-fine, con laminazione sottile piano parallela non sempre visibile. Localmente si osservano intercalazioni di livelli conglomerati di spessore variabile da decimetrico a pluridecimetrico. Sono presenti noduli di natura carbonatica di dimensioni fino a centimetriche e vene di calcite di spessore millimetrico. In affioramento la roccia risulta localmente intensamente fratturata in frammenti scagliosi di dimensioni millimetriche.

La **Formazione di San Giovanni Bianco** (Carnico Superiore) affiora localmente a Est della SS237 a tetto delle Arenarie di Val Sabbia ed è stata segnalata in una estesa porzione alla base della galleria degli agricoltori. In affioramento l'ammasso è costituito da rocce calcaree di colore grigio-marrone, massicce, con presenza di molte cavità, anche centimetriche. Ha una buona reazione all'HCl 5%. Sono localmente presenti lenti di gesso.

Oltre alle unità del substrato lapideo sopra descritte, sono presenti le seguenti unità della copertura quaternaria, costituite da depositi sciolti o debolmente cementati:

I **depositi di versante** sono presenti alla base dei fronti rocciosi, in particolare nella parte orientale dell'area considerata; possono raggiungere spessori di diverse decine di metri. Sono costituiti da ghiaie grossolane con clasti spigolosi con sfericità bassa immersi in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone nella parte orientale, tendente al rosso nel settore occidentale, a cui si alternano livelli conglomeratici da moderatamente a ben cementati con clasti poligenici di natura sia

calcarea che dolomitica. Sono presenti anche blocchi pluridecimetrici immersi nella matrice sabbiosa.

I **depositi alluvionali** sono stati rilevati al di sotto della strada statale e si presentano come depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi con frequenti ciottoli ben arrotondati distribuiti in adiacenza al fiume Chiese. La petrografia dei clasti vede la presenza di litologie estranee alle formazioni affioranti sui versanti a monte, quali ad esempio la formazione del Verrucano Lombardo, tonaliti del Plutone dell'Adamello e rocce effusive. Nella zona appena a valle del ponte di Pieve Vecchia e sino quasi alla traversa esistente sono presenti depositi alluvionali più fini, sabbioso e sabbioso-limosi con presenza di ghiaia e ghiaietto meno abbondanti che nella zone più a valle”.

## 6.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nella carta geologica di dettaglio sono stati riportati i principali elementi geomorfologici distinguendo:

- i terrazzi stabili di origine diversa dai terrazzi di erosione fluviale recente;
- gli orli di scarpata erosionale dagli orli di scarpata rocciosa;
- i fenomeni di ruscellamento concentrato;
- le aree soggette a fenomeni di franosità diffusa;
- i fenomeni franosi attivi, quiescenti o stabilizzati artificialmente;
- i conoidi di deiezione/detritici;
- i corpi di paleofrana di crollo;
- i corpi di paleofrana in lento creep;
- le doline o le evidenze superficiali di fenomeni di sfornellamento a carico della vecchia Galleria degli Agricoltori;
- le sorgenti o emergenze idriche.

Di seguito si riportano alcune fotografie riportanti elementi geomorfologici significativi.



Figura 3 – Particolare di terrazzi stabili e orli di scarpata rocciosa nel tratto di versante interessato dalla realizzazione della galleria in progetto.



Figura 4 – Particolare di corpo di paleofrana di crollo e di conoide di deiezione/detritica e un esempio di evidenza superficiale di fenomeni di sfornellamento a carico della vecchia Galleria degli Agricoltori.

### 6.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per l'area di studio non sono disponibili dati specifici di carattere idrogeologico; di conseguenza, data la complessità geologica s.l. della zona, è possibile solo avanzare alcune ipotesi, basate sulle caratteristiche idrogeologiche generali delle singole formazioni litostratigrafiche.

Sulla base delle caratteristiche delle formazioni precedentemente descritte è possibile formulare un'ipotesi di modello idrogeologico a validità generale, caratterizzato da un acquifero carsico con sede nella Formazione di Castro Sebino, in lenta e continua evoluzione a causa dei fenomeni erosivi e di dissoluzione-collasso controllati dalle variazioni volumetriche dei sottostanti corpi evaporatici presenti irregolarmente all'interno della Formazione di San Giovanni Bianco.

In generale l'acquifero risulta confinato alla base in corrispondenza delle litologie pelitico-marnose, le quali sono frequentemente interessate da deformazioni tettoniche legate al fatto che esse rappresentano uno dei principali orizzonti di scollamento alpino; pertanto localmente sono possibili lineamenti e discontinuità, che possono mettere in comunicazione il reticolo di fratture presenti nella Formazione di Castro Sebino con le strutture tettoniche presenti nella sottostante formazione, inducendo vie preferenziali per la circolazione idrica.

In un simile assetto generale dell'area è possibile aspettarsi, lungo il tracciato della galleria di progetto, locali ed abbondanti venute d'acqua, difficilmente stimabili in ubicazione e portata, localmente concentrate in corrispondenza del lineamento tettonico regionale della Faglia dell'Abbioccolo e dell'interfaccia substrato roccioso-depositi detritici, possibile sede di falde sospese discontinue e di piccola-media entità.

Per quanto riguarda i depositi di versante, in corrispondenza dell'imbocco il livello della falda è governato dalle oscillazioni del lago. In corrispondenza del canale di restituzione la falda è in equilibrio con il F. Chiese.

#### 6.4 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

La campagna di indagini geognostiche inizialmente proposta dalla scrivente ATI e successivamente approvata dal RUP è costituita da 7 sondaggi.

##### Sondaggio n. 1

- profondità 30 m
- inclinazione 50 °
- area di esecuzione: riva lago-area picnic, quota ca. 370.60m s.l.m.

##### Sondaggio n. 2

- profondità 30 m
- inclinazione 25 °
- area di esecuzione: riva lago-area picnic, quota ca. 370.60m s.l.m.

##### Sondaggio n. 3

- profondità 90 m
- inclinazione 45 °
- area di esecuzione: loc. Camogne, a valle delle abitazioni esistenti, quota ca. 399.00m s.l.m.

##### Sondaggio n. 4

- profondità 90 m
- inclinazione 0 °
- area di esecuzione: loc. Camogne, a valle delle abitazioni esistenti, quota ca. 426.00m s.l.m.

##### Sondaggio n. 5

- profondità 20 m
- inclinazione 0 °
- area di esecuzione: sponda sinistra della traversa, quota ca. 370.00m s.l.m.

##### Sondaggio n. 6

- profondità 20 m
- inclinazione 0 °
- area di esecuzione: sponda destra della traversa, quota ca. 370.00m s.l.m.

##### Sondaggio n. 7

- profondità 20 m
- inclinazione 0 °
- area di esecuzione: sbocco galleria artificiale, quota ca. 344.00m s.l.m.

All'interno dei fori di sondaggio, sulla base delle caratteristiche geologiche e geotecniche delle unità attraversate, sono state eseguite prove dilatometriche e pressiometriche, prove di permeabilità Lefranc e Lugeon, prove penetrometriche dinamiche discontinue SPT, prove di classificazione granulometrica sui campioni di terreno prelevati, prove di compressione monoassiale, di taglio lungo il giunto e di trazione indiretta tipo "brasiliana" sui campioni di roccia prelevati.

Inoltre sulla base dei riscontri diretti, effettuati nel corso dell'attività di rilievo di dettaglio, si è deciso di aumentare la lunghezza del sondaggio S4 fino a 165m e di realizzare un rilievo con

telecamera ottica con restituzione di diagrammi di Schmidt. Infine per risolvere alcuni problemi di accesso ai fondi privati le inclinazioni dei sondaggi S3 ed S4 sono state poste pari a 30°.

Di seguito si riporta il riepilogo delle prove eseguite all'interno dei fori di sondaggio e delle prove di laboratorio.

<b>PROVE IN SITO SU ROCCIA</b>		
n. sondaggio	Prove di permeabilità	Prove dilatometriche
	-	-
1	-	-
2	-	-
3	-	2
4	1	2
5	-	-
6	-	-
7	-	-
TOT	1	4

<b>PROVE IN SITO SU TERRENO</b>			
n. sondaggio	Prove penetrometriche	Prove pressiometriche	Prove di permeabilità Lefranc
	-	-	-
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	1	1
5	6	-	1
6	2	-	-
7	7	-	-
TOT	15	1	2

<b>PROVE IN LABORATORIO SU ROCCIA</b>					
n. sondaggio	Compressione monoassiale	Taglio su giunti	Prova di trazione indiretta	Peso di volume	Point Load test
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	1	-	1	1	1
4	3	1	3	3	3
5	-	-	-	-	-
6	2	2	2	2	2
7	-	-	-	-	-
TOT	6	3	6	6	6

<b>PROVE IN LABORATORIO SU TERRENO</b>				
n. sondaggio	Analisi granulometriche	Limiti di consistenza	Taglio diretto	Prova edometrica
1	2	-	-	-
2	2	-	-	-
3	-	-	-	-

REGIONE LOMBARDIA  
NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
PROGETTO DEFINITIVO

---

4	2	-	-	-
5	2	1	1	1
6	1	-	-	-
7	2	-	-	-
TOT	11	1	1	1

Sono state inoltre eseguite una prova di caratterizzazione "Terre e rocce da scavo" su un campione rimaneggiato prelevato dal foro di sondaggio n.7 ed una prova di determinazione dei contenuti in cloruri idrosolubili e solfati solubili in acidi accoppiata ad un'analisi semiquantitativa della sezione sottile.

L'analisi critica dei dati provenienti dalle campagne geognostiche del 2007 e del 2009, e l'acquisizione di dati di letteratura, hanno evidenziato, per quanto concerne la qualità degli ammassi rocciosi che interessano la galleria idraulica in progetto, i seguenti tre aspetti principali:

- la scadente resistenza meccanica della formazione del S. Giovanni Bianco;
- la distinzione, all'interno della formazione del S. Giovanni Bianco, di due "facies", di diversa qualità meccanica: la *litofacies arenacea* caratterizzata da un comportamento geotecnico litoide e la *litofacies terrosa* caratterizzata da un comportamento terroso condizionato dalla presenza di carniolate giallastre inglobanti clasti siltitici e soprattutto dalla presenza di gessi e anidriti a laminazione intensamente ripiegata per cause tettoniche associate a gessi a laminazione millimetrico-centimetrica, polverulenti, con intercalazioni di siltiti nocciola-rossastre e dolomie gessose grigie a laminazione ondulata;
- l'aumento dei tratti di galleria da compiersi nella formazione del S. Giovanni Bianco a scapito della riduzione dei tratti di galleria che si realizzeranno nella formazione dell'Arenaria della Val Sabbia. Per quanto riguarda la ricostruzione geologica lungo il tracciato della galleria di progetto le forti disomogeneità laterali ritrovate, in termini litostratigrafici, tra il versante occidentale posto nel Comune di Lavenone e il versante orientale posto nel Comune di Idro, fanno propendere per una struttura molto più complessa di una semplice monocline vergente a NW: probabilmente in prossimità del lineamento tettonico della Faglia dell'Abbioccolo l'andamento degli strati del substrato roccioso interessato risulta perturbato e molto articolato, con una vaga immersione a NE, passando, muovendosi verso E, ad una immersione NW e nuovamente ad una NE. Per maggiori dettagli si rimanda al profilo geologico in asse alla galleria ed al profilo geomeccanico;
- in corrispondenza della nuova traversa i sondaggi a carotaggio continuo S5 ed S6 hanno evidenziato la presenza di depositi lacustri ed alluvionali con lenti torbose e dell'Arenaria della Val Sabbia. In particolare il substrato roccioso si trova ad una profondità di ca. 6m in sponda idrografica destra e superiore a 20m in sponda sinistra. Per maggiori dettagli si rimanda alla sezione geotecnica lungo la traversa.

## 7 INQUADRAMENTO SISMICO

L'area di studio si colloca nell'ambito del contesto sismotettonico dell'Arco Alpino, caratterizzato dalla convergenza tra la placca africana e quella europea ed è ubicata lungo il margine settentrionale della catena Sudalpina, che ha subito un imponente sollevamento (uplift) a partire dal Pliocene (Zanferrari et al., 1982).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004) l'area si colloca al confine tra le zone sismogenetiche 906 e 907, caratterizzate dalle strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate; in particolare l'area è interessata dal sistema di faglie delle Giudicarie, legato a thrusts e strutture transpressive ad andamento NNE-SSW associate al sistema di faglie legate alla flessura dell'Abiocco ad andamento generalmente NW-SE.

Poiché le strutture più importanti del dominio Sudalpino sono thrusts sepolti, gli studi geomorfologici e paleosismologici non hanno identificato le faglie principali responsabili dei terremoti di grande magnitudo (e.g. Galadini et al., 2001).

Tutti i terremoti dell'area mostrano allineamenti di epicentri lungo il sistema delle Giudicarie e profondità ipocentrali dell'ordine dei 5-10 km.

Le strutture tettoniche individuabili da rilievi geologici di superficie non rappresentano l'espressione diretta delle strutture sismogenetiche profonde, che per questo sono definite "cieche"; le strutture individuabili con maggior evidenza in superficie rappresentano, per la maggior parte dei casi, strutture ancestrali pre-orogeniche legate al regime distensivo di età triassica, riattivate ed invertite in tempi diversi durante l'orogenesi alpina.

Per quanto riguarda la valutazione della pericolosità sismica dell'area si fa riferimento ai recenti studi di settore eseguiti nell'ambito dei progetti sismologici INGV-DPC e recepiti nell'ambito della Normativa Tecnica per le Costruzioni, al fine di definire l'azione sismica progettuale.

## 8 RILIEVI TOPOGRAFICI EFFETTUATI

Per la redazione del progetto definitivo delle opere di regolazione per la messa in sicurezza idraulica del lago d'Idro, si sono eseguiti dei rilievi topografici ad integrazione di quanto realizzato in sede di progetto Preliminare dalla A.T.I. Land service, Alpina s.p.a., Land, Altair s.a.s., Studio Griffini, Graia.

I rilievi integrativi hanno riguardato le seguenti aree:

- Zona di imbocco galleria di by-pass, con estensione del rilievo e batimetria a lago
- Zona traverse, con effettuazione del rilievo del tratto terminale di lago dalla nuova traversa di sbarramento fino a quella esistente
- Zona sbocco con rifacimento del rilievo a valle della S.S. 237 per le mutate condizioni morfologiche del sito e realizzazione di un piano quotato lungo il Chiese fino a valle della confluenza con il torrente Abbioccolo.

Si sono poi rilevate 21 sezioni integrative del Fiume Chiese, per circa 3 km a valle della confluenza con il torrente Abbioccolo, necessarie per la modellazione idraulica.

Infine, per l'integrazione a livello cartografico delle aree esterne alle zone di rilievo, ci si è avvalsi del rilievo laser scan realizzato dal Consorzio del Chiese di Bonifica di secondo grado nel marzo 2009 e restituito a curve altimetriche equidistanti 1.0 m.

Le mappe ottenute sono state infine sovrapposte sulle cartografie CTR dei Comuni di Idro e Lavenone.

## 9 ANALISI IDROLOGICA

La definizione degli idrogrammi di piena in ingresso al lago d'Idro rappresenta il principale dato di dimensionamento delle opere di progetto per la messa in sicurezza idraulica del territorio.

Lo studio idrologico condotto, per i cui dettagli si rimanda alla relazione idrologica allegata al progetto definitivo, ha consentito di definire una serie di idrogrammi di piena caratterizzati da:

- diversi tempi di ritorno,
- differenti durate dell'evento di piena
- differenti forme d'onda.

Nel 2006 il Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado, ha commissionato al Prof. Ing. Luigi Natale lo "studio della capacità di laminazione delle piene del Lago d'Idro", avente lo scopo di definire le modalità di esercizio del lago e individuare la quota di massima regolazione.

In tale studio si è condotta una approfondita analisi statistica per la definizione delle onde di progetto in afflusso al lago per diversi tempi di ritorno.

Lo studio ha preso avvio dalla analisi di 37 onde di piena ricavate dalle registrazioni idrometriche del limnigrafo di Idro e dai registri delle manovre agli scarichi, dal 1960 al 2004.

Note infatti le variazioni di livello del lago nel tempo e le manovre agli scarichi con le conseguenti portate in uscita, a mezzo dell'equazione di continuità del lago si sono ricostruiti gli idrogrammi in ingresso analizzati poi statisticamente.

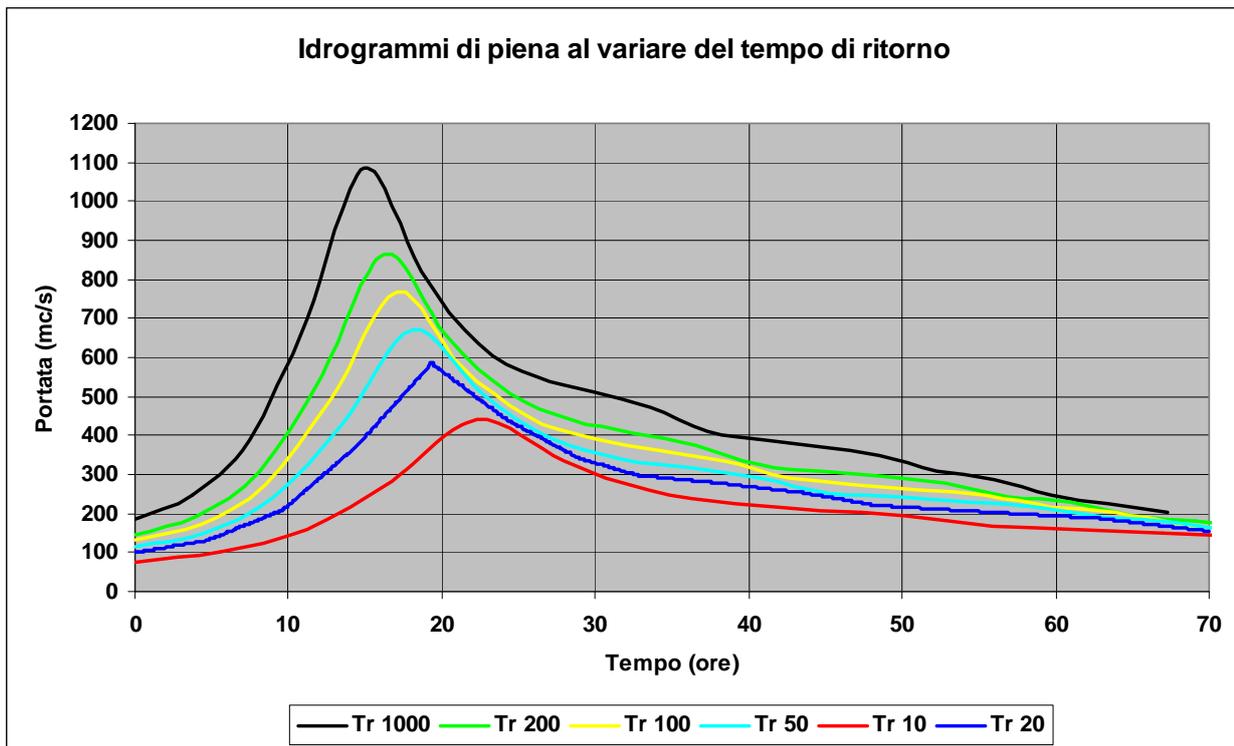


Figura 5: onde di piena con massimizzazione della portata al colmo per diversi tempi di ritorno

Lo studio statistico condotto appare molto accurato e completo.

Tuttavia la definizione della relazione intercorrente tra valore della portata al colmo e volume complessivo del deflusso, ha un grado di correlazione molto basso

La dimensionalizzazione degli idrogrammi di piena adimensionali dipendendo dal volume appare pertanto non completamente affidabile.

Si è ritenuto quindi opportuno procedere con delle verifiche delle onde di piena ricavate dalla analisi statistica mediante modelli di tipo concettuale.

Il seguente grafico riporta l'onda di piena derivante dall'analisi statistica pregressa (Prof. Luigi Natale), confrontata con le elaborazioni condotte mediante l'implementazione di modelli afflussi-deflussi.

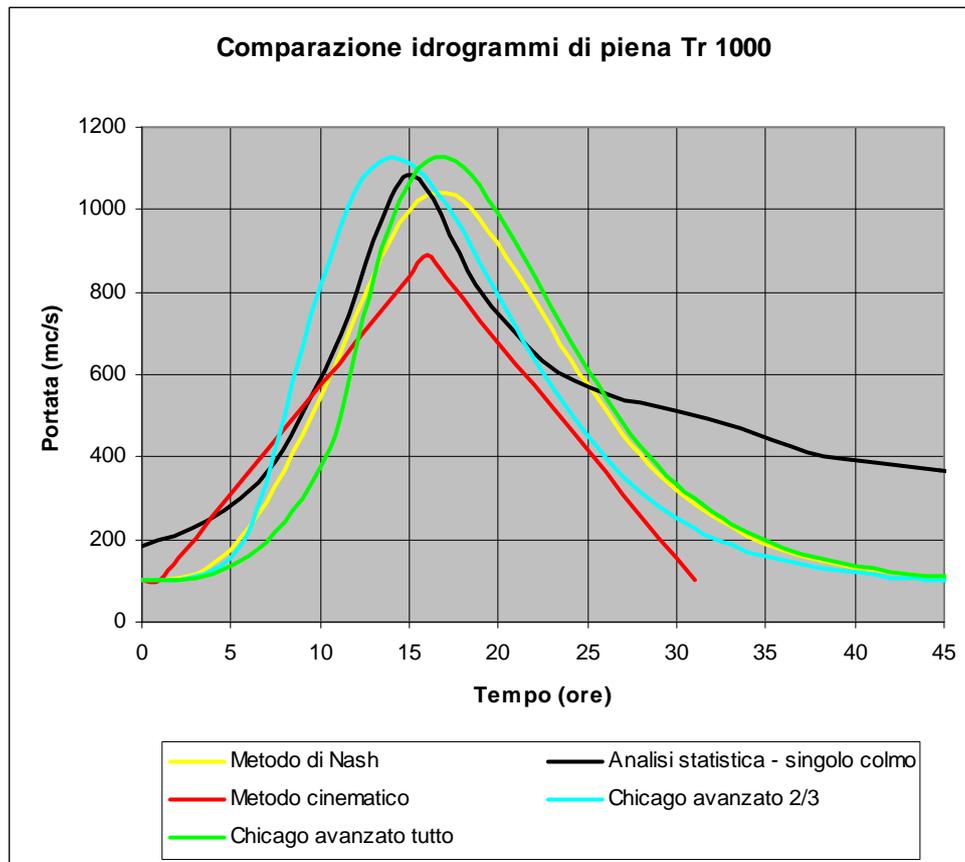


Figura 6: onde di piena con massimizzazione della portata al colmo – Confronto tra l'onda statistica e le onde ricavabili con i modelli afflussi-deflussi.

Pur con tutte le approssimazioni insite nei modelli teorici di calcolo, principalmente dovute alle incertezze nella attribuzione dei parametri di calcolo ( $\phi$ , CN,  $t_c$  ...), si può osservare che:

- I valori della portata al colmo sono simili (con lieve sottostima per il metodo cinematico)
- La coda di esaurimento della piena dell'onda statistica è maggiore rispetto a quanto prevedibile dai modelli afflussi – deflussi)
- Il volume della piena dell'onda statistica è maggiore rispetto al volume di deflusso ricavato con i metodi analitico-sperimentali.

La diversa forma della coda dell'onda di piena deriva dal rilascio dell'acqua accumulata ed infiltratasi nel terreno al termine della precipitazione. Tale fenomeno che si verifica nella realtà non è quantificato dall'analisi afflussi-deflussi che prevede che la parte eccedente la precipitazione netta efficace non venga più rilasciata al bacino.

Si conclude pertanto che l'analisi statistica delle onde di piena effettuata negli studi pregressi è attendibile ed a favore della sicurezza.

Si è infine eseguita una verifica per la stima della portata limite con il modello MG generalizzato (Prof. Majone). Si ottiene  $Q(\text{limite})= 1810$  mc/s e  $Q(1000)=1070$  mc/s, valori concordi con le precedenti elaborazioni.

Gli idrogrammi sopra riportati, ricavati sia con analisi statistiche di registrazioni di portata in eventi di piena che con metodi analitico-sperimentali basati su meccanismi di trasformazione afflussi-deflussi, hanno condotto alla definizione delle forme dell'onda di piena con massimo valore di portata al colmo.

L'applicazione dei suddetti idrogrammi al progetto di messa in sicurezza idraulica del lago d'Idro, potrebbe però non essere del tutto corretta.

La presenza del lago ha infatti un effetto di laminazione delle portate in ingresso.

Può pertanto verificarsi che con idrogrammi aventi minori valori di portata al colmo, ma maggiore durata dell'evento (e pertanto maggiore volume in ingresso al lago), per effetto della laminazione idraulica del lago stesso, si abbiano maggiori incrementi dei livelli lacustri rispetto ad eventi maggiormente intensi ma di inferiore durata.

Sempre mediante l'applicazione di metodi analitico-sperimentali, si sono infine ricavate alcuni idrogrammi di piena, caratterizzati da un volume di afflusso meteorico associabile ad un tempo di ritorno di 1000 anni, con durate dell'evento pluviometrico superiori a quello che massimizza il valore della portata al colmo.

Le onde di piena ottenute risultano intermedie tra l'idrogramma singolo colmo con massimizzazione della portata di piena e l'idrogramma a due colmi ricavato su basi statistiche dal prof. Natale ed associato ad un tempo di ritorno millenario.

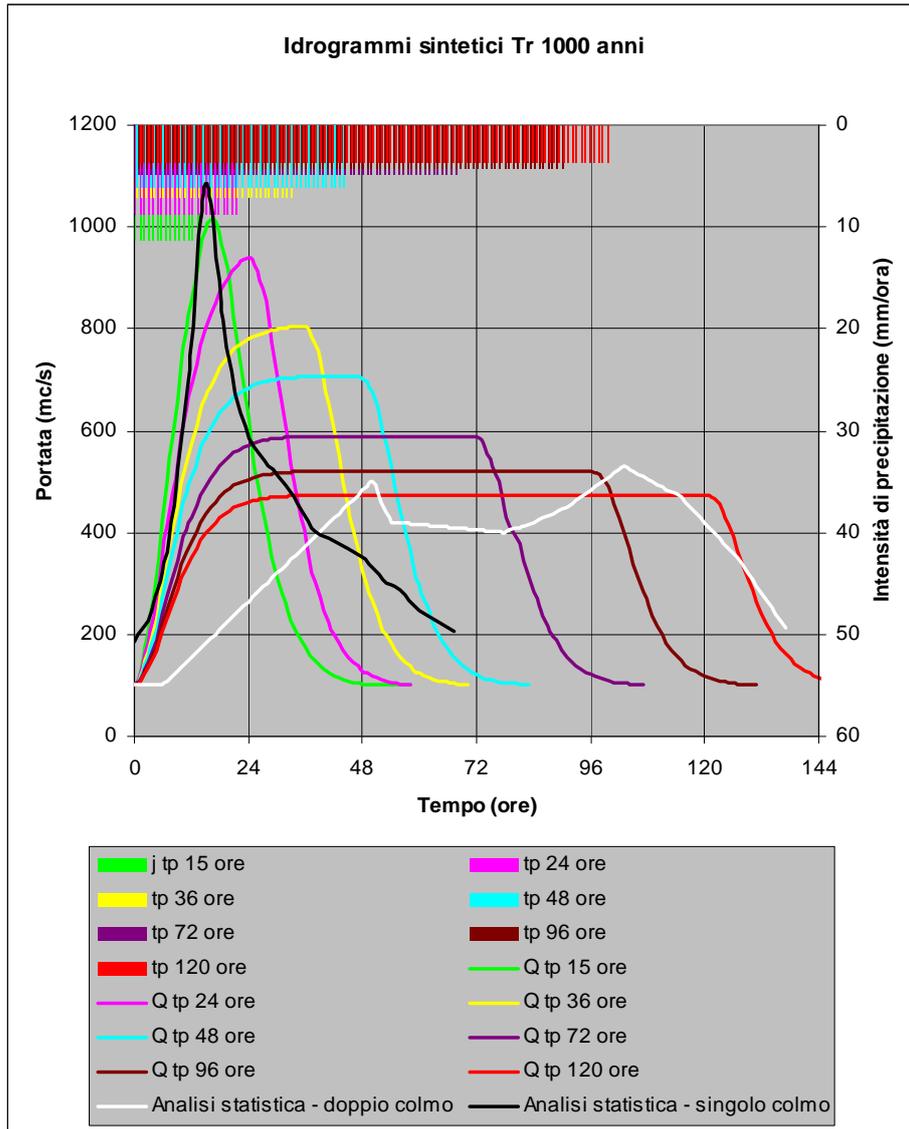


Figura 7: idrogrammi di piena associabili ad un tempo di ritorno di 1000 anni.

## 10 ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO

Per dimensionare gli interventi di progetto e valutarne gli effetti di messa in sicurezza idraulica del territorio, confrontandoli con lo stato di fatto, si è preventivamente analizzato lo stato ante operam in due ipotetici scenari:

- Con un fenomeno di piena intensa ed assenza di collasso di frana
- Con collasso di frana ed occlusione dell'emissario del Lago.

### 10.1 GLI ATTUALI ORGANI DI REGOLAZIONE

Le opere di regolazione del lago d'Idro sono costituite da:

- una traversa di sbarramento con paratoie mobili
- uno scarico di fondo denominato "galleria degli agricoltori"
- una derivazione ad uso idroelettrico della centrale ENEL di Vobarno.

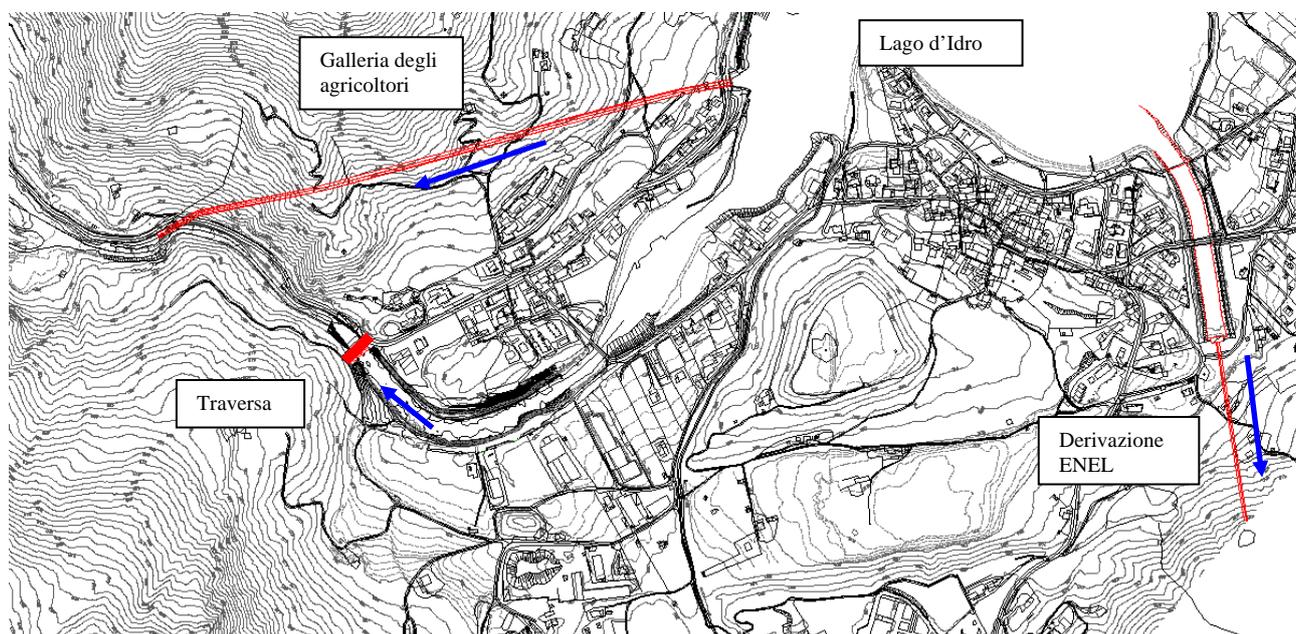


Figura 8: inserimento planimetrico delle opera di derivazione esistenti

#### 10.1.1.1 La traversa di sbarramento

L'attuale traversa è di tipo mobile con paratoie a settore; è sita al termine meridionale del lago circa 500 m a valle del ponte in Comune d'Idro. La traversa è costituita da una struttura massiccia di calcestruzzo munita di platea e muri d'ala verticali, con pila centrale che delimita due luci d'efflusso intercettate da paratoie. La soglia ha ciglio di monte a quota 365 mslm e scende a valle a quota 364 mslm. Le luci, originariamente di larghezza pari a 11,00 m ciascuna, sono controllate da due paratoie metalliche del tipo a settore con contrappeso il cui sollevamento è attuato da motore elettrico a comando manuale. Le paratoie di altezza pari a 3,12 m consentivano di stabilizzare il livello massimo del lago a quota 368,0 mslm.



Figura 9 : l'attuale traversa vista da monte

L'attuale traversa di sbarramento ha dovuto subire un intervento di restringimento della luce sinistra, da 11 a 9 m, a causa delle sollecitazioni indotte dal movimento franoso sul suo fianco; anche se il suo stato attuale, dal punto di vista statico, non desta oggi preoccupazioni, è sempre possibile un repentino mutamento di detto stato in funzione dell'evolversi dell'evento franoso con dirette conseguenze sulla sua capacità di tenuta.

Infine la traversa non è munita di dispositivi per il rilascio ed il controllo del minimo deflusso vitale e per la risalita della fauna ittica.

#### **10.1.1.2 La galleria degli agricoltori**

La galleria esistente, denominata galleria degli agricoltori, ha la duplice funzione di scarico in corrispondenza di eventi di piena, con portata massima di 100 m<sup>3</sup>/s e di derivazione anche al disotto della quota soglia della traversa di sbarramento così da consentire l'utilizzo della capacità d'invaso compreso fra quota 361,0 mslm e 365,0 mslm.

Le acque derivate attraverso la galleria vengono restituite in alveo circa 900 m a valle mediante un manufatto di restituzione e successivamente riprese dalle utenze di valle. La galleria si sviluppa in sponda destra con tracciato rettilineo e un percorso di 920 m.

L'imbocco ha soglia a quota 358 mslm; lo sbocco, posto a circa 400 a valle della traversa, ha fondo a quota 357,03 mslm; la pendenza del manufatto a valle delle paratoie è pari a 0,001. La sezione della galleria ha forma circolare con diametro di 6,00 m ed è rivestita in calcestruzzo intonacato con malta di cemento o mattoni con intonaco cementizio.

Le paratoie d'intercettazione e regolazione sono disposte circa 50 m a valle dell'imbocco. Il gruppo di paratoie è costituito da 6 paratoie metalliche contrapposte, ciascuna delle dimensioni di 2,00\*3,00 m, disposte in due sezioni, una a monte con funzione di intercettazione e una a valle con funzione di regolazione. Al termine della galleria è disposta un'opera di sbocco, costituita da un tratto di canale munito di sfioratore laterale, al fine di consentire la restituzione in alveo sufficientemente ripartita e di bassa energia, con lo scopo di evitare l'erosione del letto fluviale.

Alla fine del canale è disposta una paratoia di 3,00\*3,00 m a comando manuale, che consente il completo svuotamento della galleria.



Figura 10 : la galleria degli Agricoltori

La galleria sbocca in alveo del Chiese in una posizione che, benché a valle della traversa, risulta ancora in zona pienamente interessata dall'ostruzione per collasso della frana (zona 1 della legge 267/98 "Ad elevato rischio idrogeologico"), vanificando, in questa ultima eventualità, la possibilità di operare come by pass della frana.

Inoltre la galleria risulta interessata da ricorrenti eventi di instabilità del cavo che, oltre ad averne limitato la portata idraulica, ne hanno fortemente diminuito il grado di affidabilità statica.

In particolare:

- la galleria di scarico presenta problemi strutturali connessi alle caratteristiche geomeccaniche delle rocce nelle quali è stata realizzata. Per motivi di sicurezza della pubblica incolumità il Servizio Nazionale Dighe tramite Provveditorato alle OO.PP. per la Lombardia provvedeva in data 19 agosto 1992 ad imporre la quota di 366,0 mslm come quota temporanea di massima regolazione, imponendo contestualmente l'effettuazione di lavori di consolidamento della galleria;
- gli interventi di ripristino dei cedimenti del 1992 sono stati realizzati secondo procedure di somma urgenza dal Magistrato per il Po, Ufficio Operativo di Mantova, e si sono conclusi nel 1996. Nel 1999, il Servizio Nazionale Dighe ha segnalato il generale peggioramento in più punti delle caratteristiche statiche dell'opera e ha richiesto nuovi interventi di consolidamento;

- Al fine di ripristinare la massima funzionalità possibile dell'esistente galleria di scarico, la Regione Lombardia ha affidato al Consorzio di Bonifica del Chiese di 2° grado la realizzazione di lavori di consolidamento e manutenzione straordinaria della galleria in oggetto. Il progetto definitivo dei lavori di consolidamento della galleria è stato approvato ai sensi del D.P.R. 1363/1959 dal Servizio Italiano Dighe in data 13 dicembre 2002; la successiva variante è stata poi approvata dal R.I.D. in data 18 novembre 2003. I lavori sono stati consegnati in data 15 settembre 2003 e poi ultimati in data 3 novembre 2004. Al termine dei lavori la Commissione di Collaudo nominata ai sensi di legge dal R.I.D. ha avviato le procedure di verifica e in data 22 aprile 2005 ha reso il verbale di collaudo nel quale: ha confermato il proseguimento di fenomeni di ammaloramento e degrado della struttura; ha confermato un quadro evolutivo del rivestimento della galleria, indicando importanti fenomeni di interazione della struttura con l'ammasso roccioso nella quale l'opera venne realizzata, tale ammasso sarebbe sede di fenomeni di carsismo e formazione di cavità; non viene esclusa la possibilità che l'ammasso roccioso comprendente la galleria sia soggetto a ulteriori movimenti.

In seguito alle valutazioni sopra esposte la Commissione di Collaudo ha reso le seguenti conclusioni:

- non sembrano sussistere i presupposti per la messa in sicurezza definitiva della galleria di svaso;
- si deve provvedere senza ritardi alla realizzazione di un nuovo scarico di fondo che interessi formazioni geologiche stabili e che abbia una maggiore capacità di deflusso;
- si ribadisce la necessità e l'urgenza di un riesame globale e approfondito delle problematiche connesse con le opere di sbarramento e di scarico sotto i profili geologico, geotecnico ed idraulico che conduca allo sviluppo di soluzioni progettuali che possano risolvere definitivamente i problemi attualmente esistenti e che consentano una piena fruizione dell'invaso.

I livelli massimi di regolazione del lago, imposti attualmente dal R.I.D. per la sicurezza idraulica, di fronte alle problematiche strutturali odierne degli organi di regolazione, sono fissati in 366.50 m slm.

### **10.1.1.3 La derivazione Enel**

La galleria di derivazione al servizio della centrale ENEL di Vobarno è il manufatto di derivazione a scopi idroelettrici e irrigui ed è gestita dall'ENEL su ordine del Concessionario delle opere di regolazione.

Ad eccezione che per gli eventi di piena la galleria è l'opera mediante la quale avviene la regolazione del lago per il maggior numero di giorni durante l'anno.

La galleria ha imbocco sul lato orientale del lago circa 1500 m a monte della traversa esistente e uno sviluppo complessivo di circa 10 km e permette l'evacuazione a pelo libero di una portata di 30 mc/s.



Figura 11 : il canale di presa dal lago nell'abitato di Idro con sullo sfondo il manufatto di ingresso alla galleria Enel.

## 10.2 STIMA DEGLI EFFETTI DI UNA PIENA NELLO SCENARIO DI ASSENZA DI FRANA.

Mediante l'implementazione di appositi modelli di simulazione idraulica, si sono indagati gli effetti di una piena in termini di innalzamento dei livelli del lago e di portata defluita lungo l'emissario.

In particolare si sono sviluppate delle analisi con piene caratterizzate da:

- tempi di ritorno di 1000 e 200 anni
- diversa forma dell'idrogramma di piena
- diversi livelli del lago ad inizio dell'evento di piena.

I risultati ottenuti sono sintetizzati nei seguenti diagrammi:

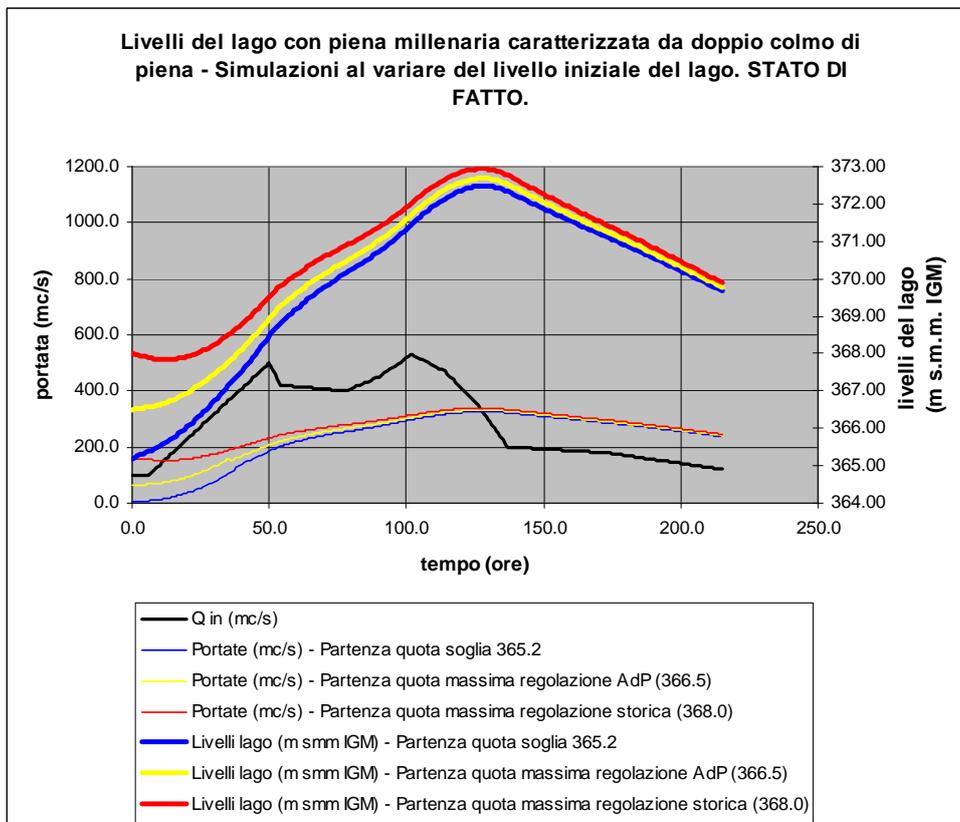
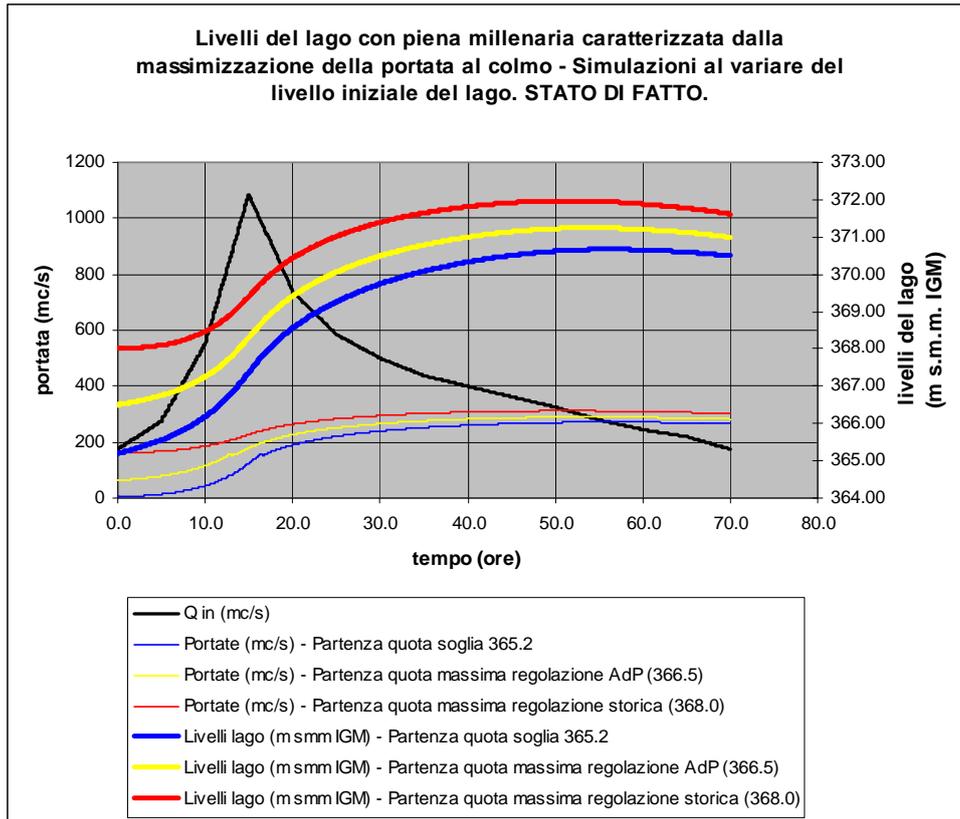


Figura 12: diagrammi di piena con Tr 1000 anni

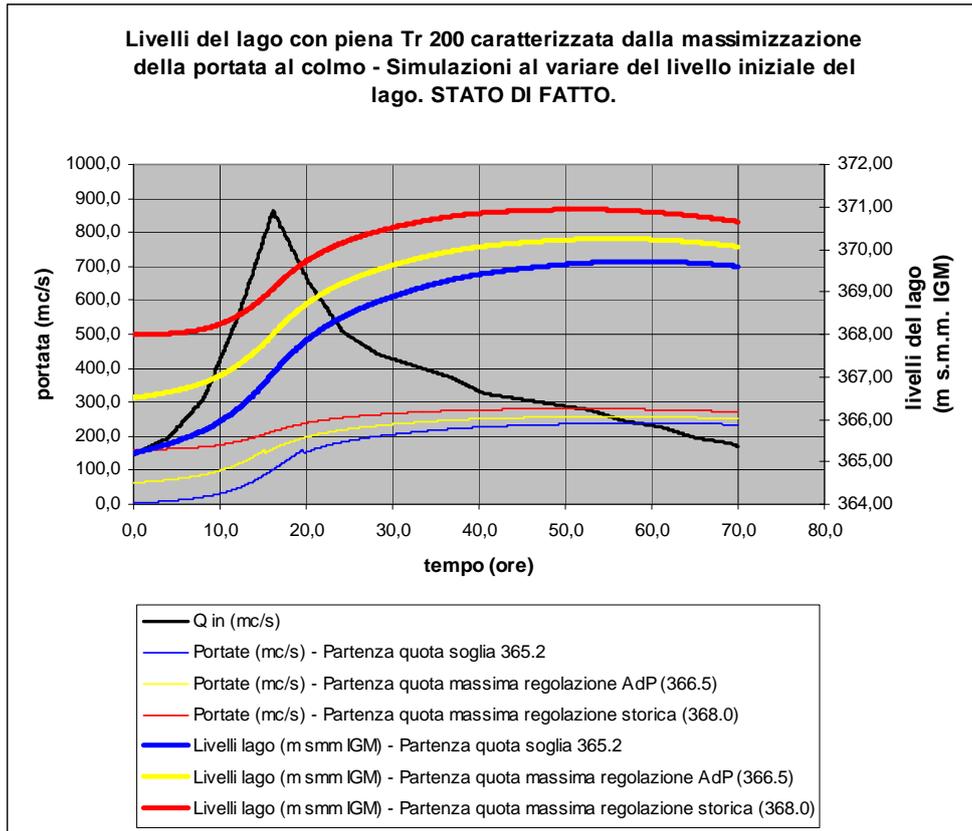


Figura 13: diagrammi di piena con Tr 200 anni e idrogramma in ingresso con massimizzazione delle portate al colmo

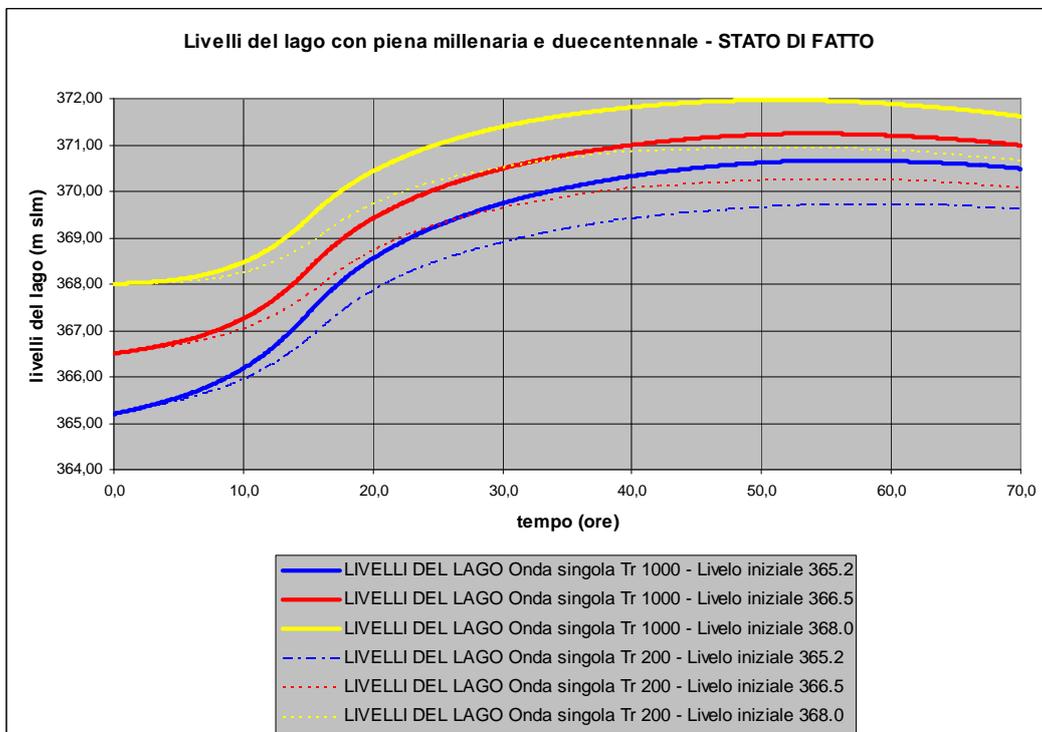


Figura 14: confronto tra le simulazioni con tempo di ritorno 1000 anni e 200 anni

I principali parametri sono riassunti nella seguente tabella:

Tipo di idrogramma	Tempo di ritorno (anni)	Livello del lago con quota di partenza pari a 368.00 m slm	Livello del lago con quota di partenza pari a 365.20 m slm
Singolo colmo	1000	371.97	370.67
Doppio colmo	1000	372.94	372.48
Singolo colmo	200	370.94	369.72

I valori di massimo innalzamento del lago di fronte ad un evento di piena millenario risultano variabili da 370.67 m slm e 372.94 m slm.

Le portate effluite attraverso la traversa si attestano con Tr 1000 anni attorno a valori variabili tra 280 e 330 mc/s.

Per verificare gli effetti sulle infrastrutture affacciate alla riva lacustre, si sono rappresentati i livelli di massima piena millenaria su foto aeree e satellitari.

Le figure che seguono sono state ricavate sulla base del rilievo topografico Laser San realizzato dal Consorzio di Bonifica del Chiese di 2° grado nel Marzo 2009 e restituito a curve di livello distanziate altimetricamente di 1 m.

Si riportano per i maggiori centri abitati i livelli di piena corrispondenti a:

- 370.67 m slm (in azzurro): pari al massimo livello con idrogramma in ingresso caratterizzato da un tempo di ritorno di 1000 anni, singolo colmo e quota del lago ad inizio evento di 365.20 m slm;
- 372.94 m slm (in blu): pari al massimo livello con idrogramma in ingresso caratterizzato da un tempo di ritorno di 1000 anni, doppio colmo e quota del lago ad inizio evento di 368.00 m slm;

Come di può notare l'innalzamento dei livelli in occasione di una piena millenaria nelle attuali condizioni di capacità di scarico degli organi di piena è tale da provocare fenomeni di allagamento anche all'interno di centri abitati.

In particolare, nelle condizioni più sfavorevoli:

- L'abitato di Lemprato (Comune di Idro) può essere allagato per il 50%, compreso l'allagamento della zona industriale Sud.
- Le acque possono invadere parte dell'abitato di Crone (Idro)
- Il Camping Venus verrebbe totalmente allagato
- Nell'abitato di Anfo le acque invaderanno parzialmente in Camping, il Cimitero e la struttura alberghiera a Nord del paese
- A Vantone (Comune di Idro) le acque possono sommergere il 70% del Camping interessando anche infrastrutture fisse
- A Vesta (Comune di Idro) verranno interessate alcune abitazioni
- Nella piana a Nord del Lago (Comuni di Bondone e Bagolino) gli allagamenti si protrarranno nell'entroterra per circa 900 m in sinistra Chiese e 2200 m in destra. Il territorio allagato risulterebbe pari a 230 ha circa e verrebbero interessati:
  - o Il Camping
  - o La parte Sud dell'Abitato di Ponte Caffaro,
  - o La zona Produttiva di Baitoni
  - o Numerose case sparse.

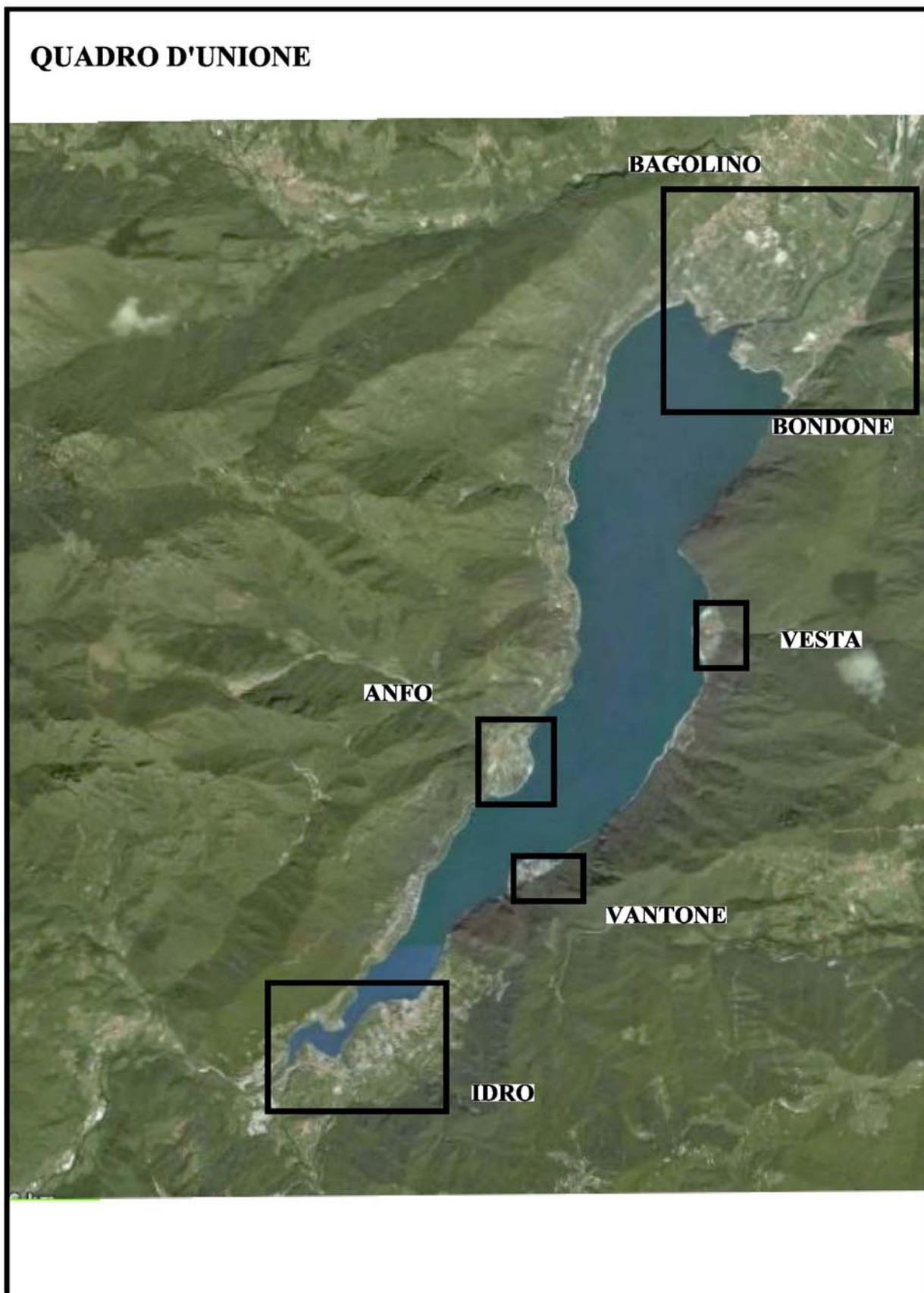


Figura 15: quadro d'unione delle rappresentazioni dei livelli di piena.



Figura 16: aree allagate zona IDRO – Stato di fatto – Tr 1000 anni

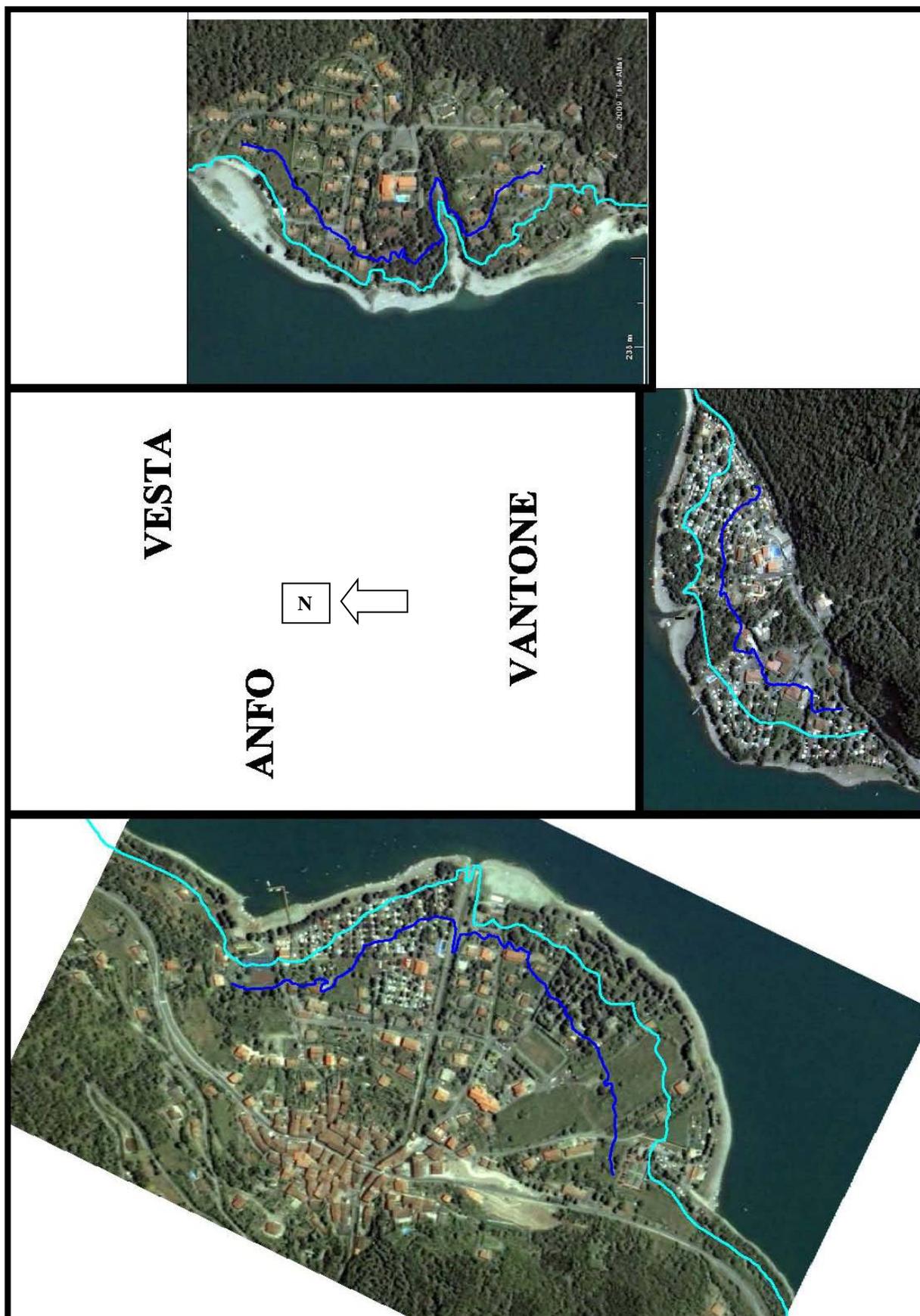


Figura 17: aree allagate zona ANFO, VESTA E VANTONE – Stato di fatto – Tr 1000 anni

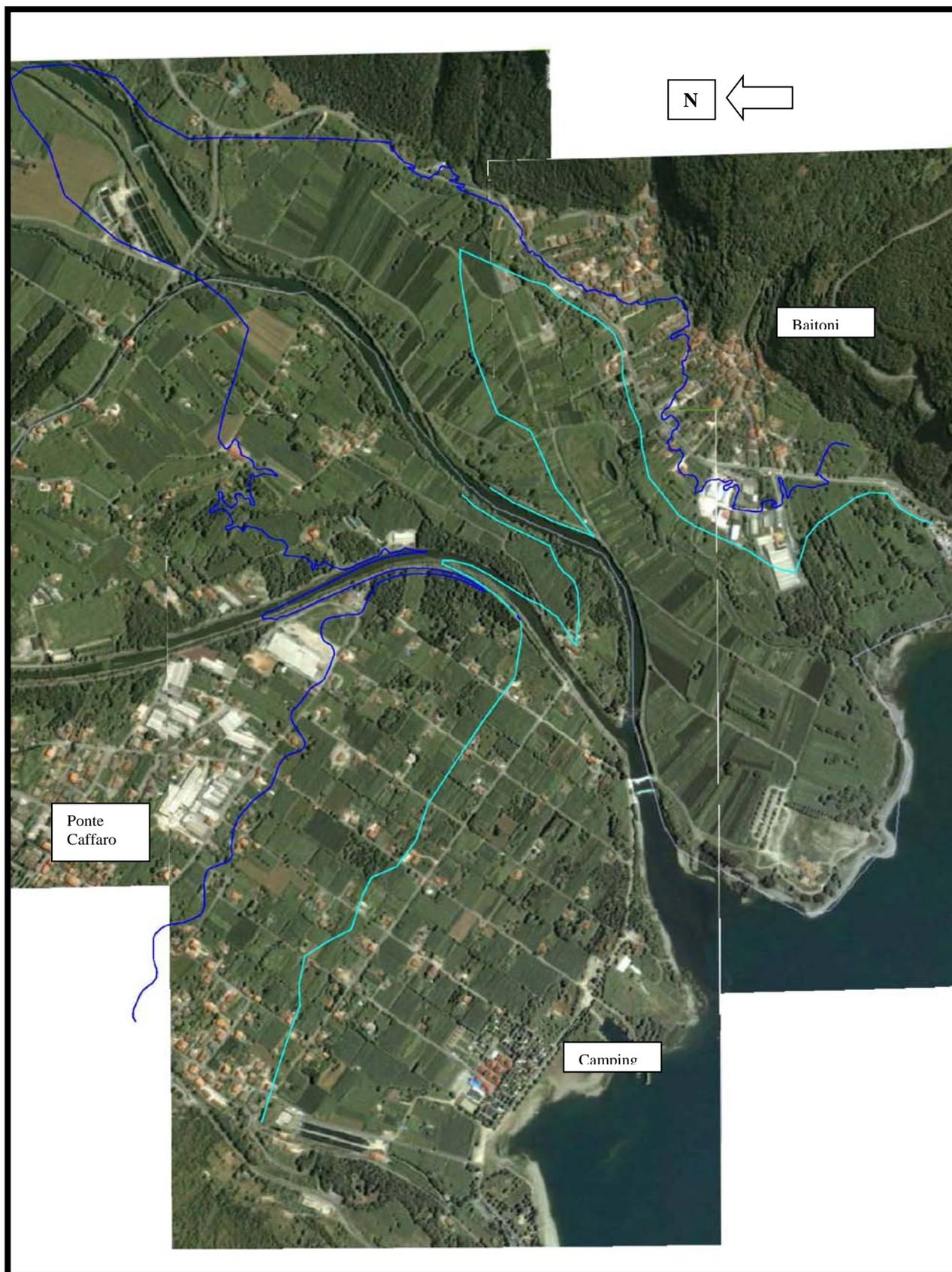


Figura 18: aree allagate zona comuni di BAGOLINO E BONDONE – Stato di fatto – Tr 1000 anni

### 10.3 STIMA DEGLI EFFETTI DI UNA PIENA NELLO SCENARIO DI COLLASSO DI FRANA.

Gli effetti di un collasso di frana con ostruzione dell'emissario del Lago sarebbero drammatici.

Solamente in termini idraulici di innalzamento del lago, in tale evenienza infatti, l'unica possibilità di evacuazione delle acque provenienti dagli immissari, sarebbe data dalla galleria di derivazione Enel, con una massima capacità di deflusso di 30 mc/s.

Tale evento, associato da una eventuale piena anche di modesta entità (tempo di ritorno di 20 anni in periodo primaverile), provocherebbe un repentino innalzamento dei livelli che raggiungerebbero i livelli corrispondenti ad una piena millenaria in circa 3 giorni per poi continuare a salire incontrollatamente raggiungendo livelli di 378 – 380 m slm (completa inondazione degli abitati) in circa 25 giorni.

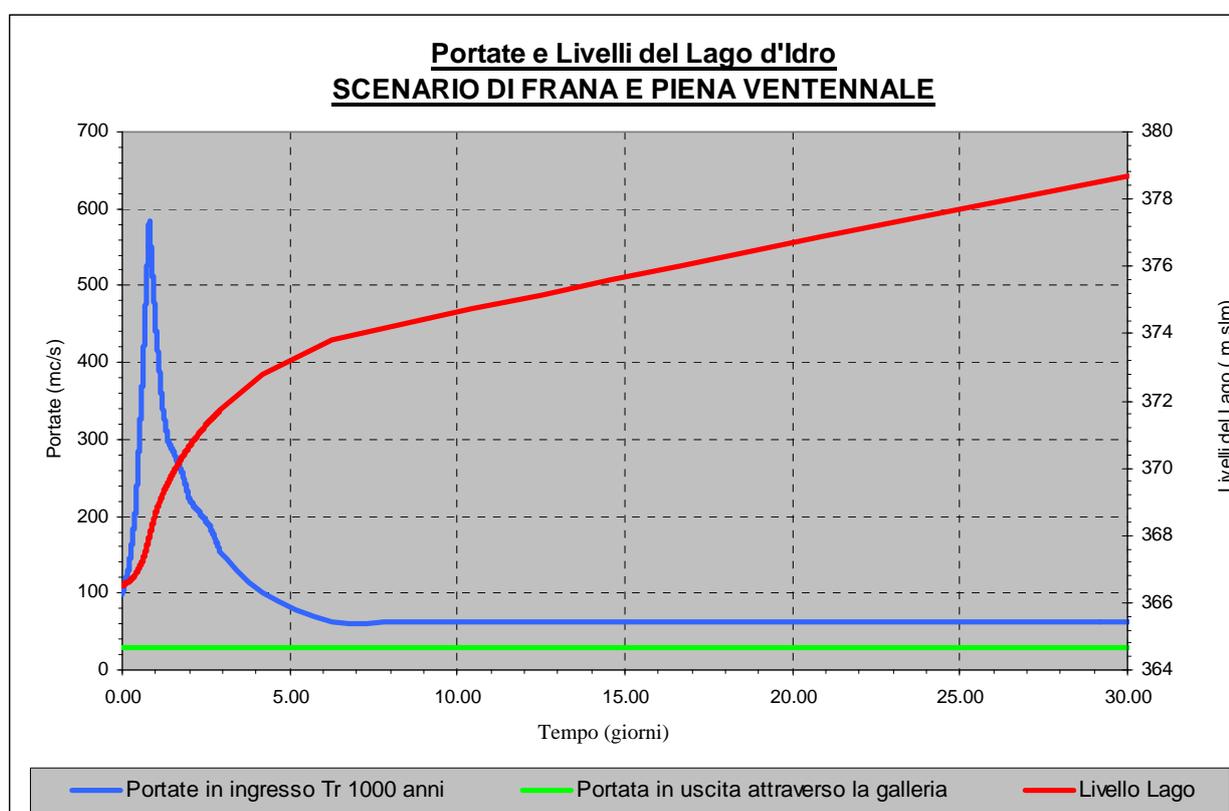


Figura 19: scenario catastrofico di collasso di frana e piena ventennale

Anche in assenza di fenomeni di piena lo scenario del collasso di frana con ostruzione dell'emissario risulta catastrofico in quanto, ad esempio nel periodo primaverile con scioglimento delle nevi in quota, il livello del lago si innalzerebbe incontrollatamente, seppur lentamente, fino a provocare la totale sommersione dei centri abitati in circa 40 giorni.

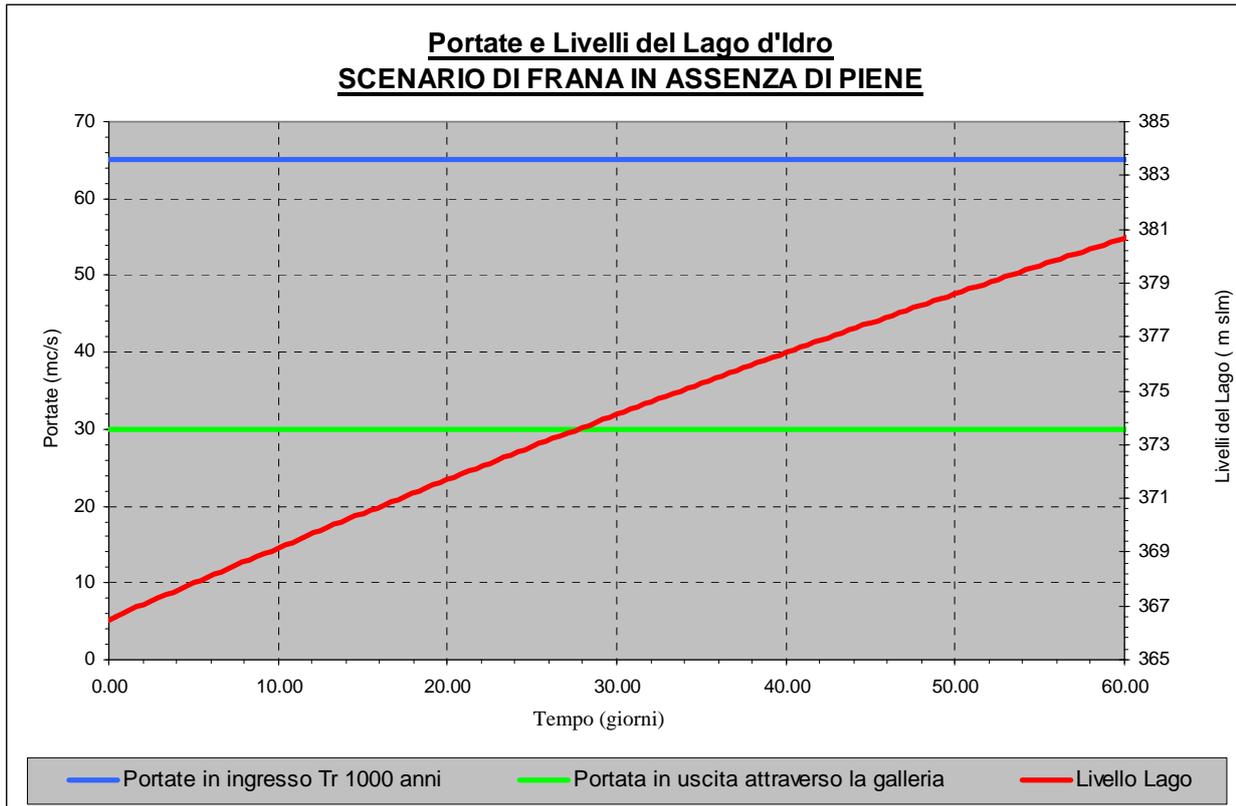


Figura 20: scenario catastrofico di collasso di frana non associato ad eventi di piena



Figura 21: vista 3D dell'ipotesi di livelli a 378 m slm con la quasi totale sommersione dei centri abitati.

## 11 DESCRIZIONE OPERE DI PROGETTO

### 11.1 NUOVA GALLERIA DI BY-PASS

La nuova galleria di by-pass rappresenta il principale intervento per la messa in sicurezza idraulica del Lago, avendo come scopo primario l'evacuazione delle portate anche in caso di collasso di frana con ostruzione del fiume emissario.

Il tracciato si sviluppa in sponda orografica sinistra lungo circa 1300 m, l'imbocco è situato circa 160 m a nord-est dell'imbocco della galleria di svaso attuale, in Comune di Idro, lo sbocco è sito nel comune di Lavenone circa 550 metri a valle dello sbocco esistente.

L'opera risulta completamente esterna alla perimetrazione della frana in destra orografica.

La galleria può essere suddivisa in 4 manufatti:

- Manufatto di imbocco
- Galleria di by-pass
- Manufatto di dissipazione
- Manufatto di scarico e restituzione al fiume Chiese.

#### 11.1.1 OPERE DI IMBOCCO

##### 11.1.1.1 La scelta della configurazione geometrica

La conformazione geometrica del manufatto di imbocco della galleria dal lago è stato argomento di accesi dibattiti.

Il Progetto Preliminare prevedeva la realizzazione di un imbocco sommerso a quota 359.50 m slm. E larghezza netta 9.0 m.

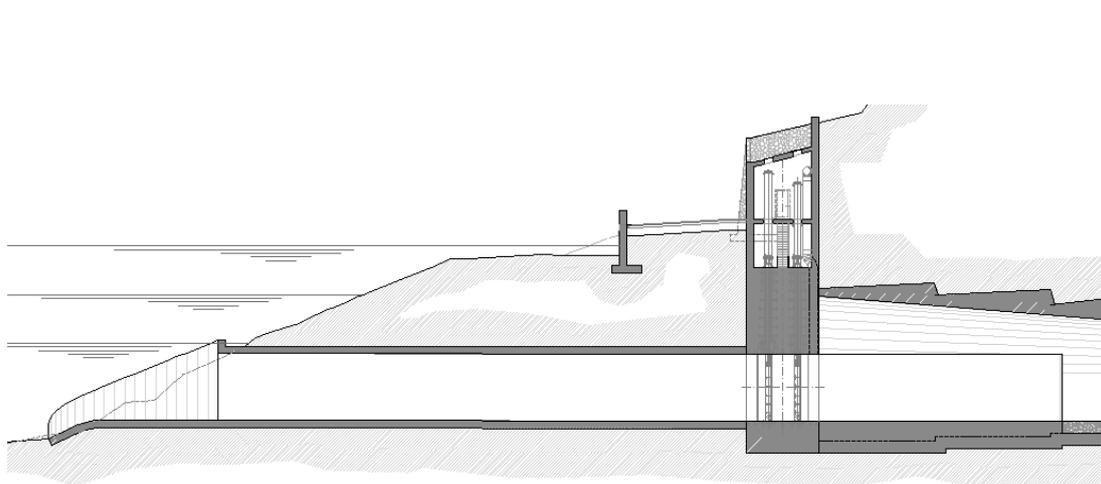


Figura 22: soluzione di imbocco sotto battente prevista nel progetto preliminare

L'accordo di programma per la valorizzazione del Lago d'Idro dell'agosto 2008, successivo al progetto preliminare, sottoscritto tra la Regione Lombardia ed i Comuni di Idro, Anfo, Bagolino e Lavenone, definiva che:

- Art. 3: "le amministrazioni locali propongono la realizzazione di una galleria di by-pass alimentata da uno sfioratore con paratoie mobili con soglia fissa posta alla minima quota di regolazione di 367.20 m (365.20 m slm)".

I Comuni sottoscrittori indicavano nell'Ing. Carlo Giacomelli e nel Prof. Ing. Ugo Majone, gli esperti di fiducia ai quali veniva affidato l'incarico per la redazione di un parere tecnico "pro veritate" sulla valutazione e la scelta della soluzione ottimale per l'imbocco della galleria con soglia fissa a quota 365.20 m slm.

In particolare venivano analizzate due soluzioni, con organi di regolazione posti sopra la soglia o all'imbocco sommerso della galleria:

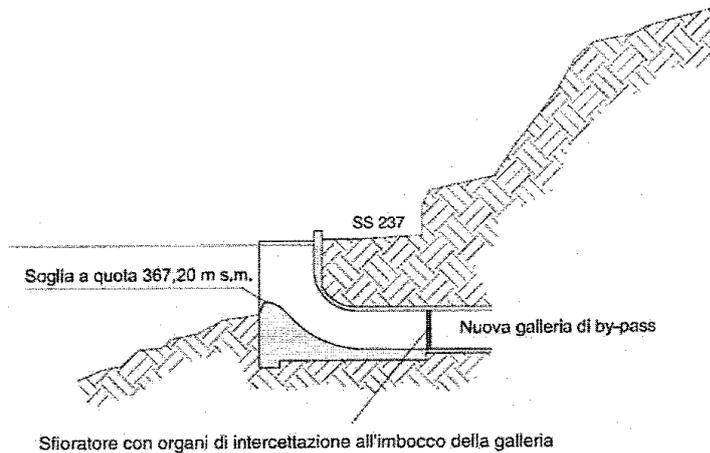


Fig. 3: alternativa 2) proposta dai Comuni

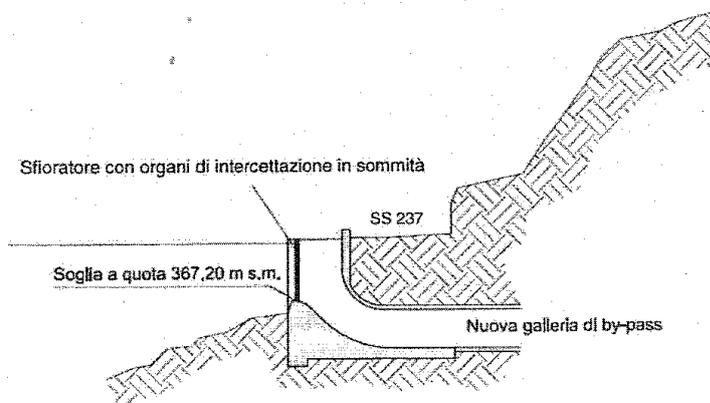


Fig. 4: alternativa 1) proposta dai Comuni

Figura 23: soluzioni indagate nel "Parere tecnico pro veritate" a cura dell'Ing. Giacomelli e Prof. Ing. Majone (quote idrometriche)

La richiesta dei Comuni di impostare la nuova soglia a 365.20 m slm, deriva dal timore degli stessi che la galleria possa venir accidentalmente o volontariamente utilizzata anche per svassi del lago al di sotto della quota di minima regolazione concordata.

La soglia in c.a. crea un impedimento fisico affinché ciò possa accadere.

Come previsto dall'Art. 3 dell'Accordo di Programma: "la nuova galleria di by-pass, da intendersi unicamente quale opera funzionale alla messa in sicurezza del lago d'Idro e del fiume

Chiese, dovrà essere utilizzata esclusivamente in caso di emergenze di protezione civile (es. crollo paleo frana e controllo delle piene) previa comunicazione alle Amministrazioni rivierasche”.

Il “Parere tecnico Pro Veritate”, del 18 novembre 2008, concludeva che:

- “alla base del progetto vi è la considerazione che la galleria di by-pass prevista per controllare le piene del lago d’Idro, nel caso di ostruzione del Chiese causata dal collasso della frana in sponda sinistra o per altra catastrofe naturale, deve essere in grado di scaricare portate il più elevate possibili fin dai primi istanti in cui si verifica il fenomeno e ciò al fine di ottimizzare l’effetto di laminazione dell’onda di piena operata dal lago.”
- **La soluzione di imbocco sotto battente, completamente sommerso è pertanto la soluzione ottimale in termini idraulici.**
- “nella configurazione di progetto preliminare [...] al verificarsi dell’evento di piena millenaria, quando il livello del lago è alla massima regolazione storica (368.00 m s.l.m.), [...] il sovrizzo del lago si attesta attorno a 3.5 m.”
- **“con le opere di progetto preliminare, nel caso di evento di piena con tempo di ritorno di 1000 anni e lago alla quota minima di regolazione (365.20 m s.l.m.) [...] il livelli rimarrebbero confinati poco al di sopra della quota storica di massima regolazione.”**
- “la soluzione n 1 dei comuni (vd. figura precedente) è inadeguata sotto il profilo tecnico soprattutto in termini di sicurezza idraulica”
- “la soluzione n. 2 dei Comuni (sfioratore con organi di intercettazione in corrispondenza dell’imbocco della galleria) consente di controllare l’evento di piena con tempi di ritorno di 1000 anni, seppur con prestazioni inferiori rispetto a quelle del Progetto Preliminare.”

**In definitiva il parere tecnico pro veritate, analizzate le componenti di sicurezza idraulica, compatibilità ambientale e compatibilità finanziaria, forniva la seguente graduatoria delle alternative analizzate.**

Criteria	Progetto Preliminare	Alternativa 1	Alternativa 2
Sicurezza idraulica	OTTIMO	SCARSO	SUFFICIENTE
Compatibilità ambientale	OTTIMO	SCARSO	SCARSO
Compatibilità finanziaria	OTTIMO	SUFFICIENTE	BUONO

**La soluzione ottimale, secondo tutti i punti di vista considerati era quella di imbocco sommerso, seguita dalla soluzione si imbocco con soglia e paratoie sommerse ed infine dalla soluzione con soglia presidiata da paratoie.**

Alla luce del progetto preliminare, dell’accordo di programma e del parere tecnico pro veritate, il proponente Infrastrutture Lombarde S.p.A., a seguito di espletamento di gara, affidava agli scriventi l’incarico per la redazione del Progetto Definitivo e dello Studio di Impatto Ambientale, oltre che della revisione del Progetto Preliminare, indicando come soluzione da perseguire quella indicata dai Comuni con:

- Soglia di ingresso a quota 365. 20 m slm
- Organi di intercettazione sommersi in corrispondenza dell’imbocco della galleria.

**In sede di procedura autorizzativa del Progetto Definitivo e di Valutazione di Impatto Ambientale, emergeva chiaramente quanto già espresso nel parere tecnico Pro Vertitae, ovvero che la soluzione ottimale sotto tutti i punti di vista (sicurezza idraulica, ambientale e finanziario) era quella di realizzare un imbocco con soglia sommersa, contrariamente a quanto indicato nell'Accordo di Programma del 2008.**

**La presente revisione del Progetto Definitivo prevede pertanto che l'imbocco della nuova galleria di by-pass abbia un funzionamento sotto battente già a partire dalla quota di minima regolazione al fine di minimizzare gli innalzamenti del lago in occasione di eventi estremi di piena.**

### 11.1.1.2 Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali

Partendo di dati geometrici sopra descritti si è pertanto sviluppata la progettazione del manufatto di imbocco.

L'opera sarà costituita, procedendo da monte verso valle, dalle seguenti parti:

- Soglia di ingresso a lago sagomata idraulicamente per limitare le perdite di carico, con larghezza di 22 m e muri laterali di contenimento
- Doppia canna di raccordo, di sviluppo 33 m, con dimensioni di 4.50+4.50 m di larghezza e 4.5 m di altezza.
- Camera paratoie, con doppi organi di intercettazione da 4.5x4.5 m, con sovrastante edificio di manovra ove verranno alloggiati i quadri e le centraline per la movimentazione delle opere. A valle delle paratoie verranno realizzati n. 4 tubi aerofori DN 400 mm. L'accesso alla sala di comando avverrà dalla S.S. 237; allo scopo si prevede una piazzola di allargamento lato monte delimitata mediante recinzione metallica, per la sosta degli automezzi.

La camera paratoie sarà provvista di una porta di accesso 1x2 m in alluminio e 3 finestre di aereazione ed illuminazione, sempre in alluminio, di dimensioni 0,95x1,35m (0,9x1,0 m a vetro) lato strada. Le pareti interne saranno rasate con stucco murale e successivamente dipinte con pittura murale. Il pavimento sarà in gres ceramico.

L'accesso alle diverse zone del manufatto è garantito da scale metalliche in acciaio zincato ed i fori sono protetti da opportuni parapetti.

Le parti strutturali investite dalla corrente in caso di utilizzo della galleria (testa del setto centrale di imbocco), per garantire una maggiore durabilità dell'opera saranno rivestite con lastre in acciaio Corten zancate ad ancorate ai getti in calcestruzzo armato.

Per motivi di sicurezza si prevede infine il posizionamento di un cordone di boe di segnalazione, esterno al manufatto di ingresso, zavorrate sul fondo del lago, tali da impedire l'accidentale avvicinamento al manufatto di mezzi natanti.

L'opera così dimensionata permette dal punto di vista idraulico:

- Un funzionamento come soglia sotto battente a partire dai livelli del lago di 364.75 m slm, pari alla minima regolazione di cui al regolamento del 2002.
- L'evacuazione di una portata pari a circa 320 mc/s

- Un sufficiente rientro d'aria per evitare fenomeni di incollo della vena in calotta della galleria (eventualità che farebbe perdere efficienza all'opera).

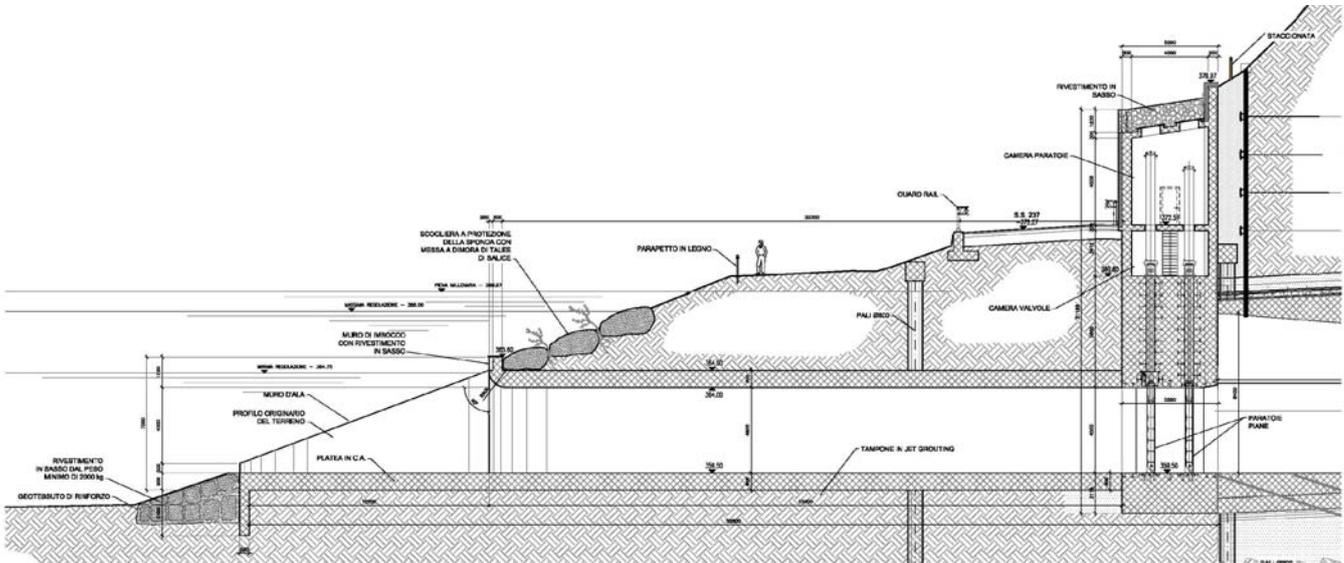


Figura 24 : Sezione del manufatto di imbocco.

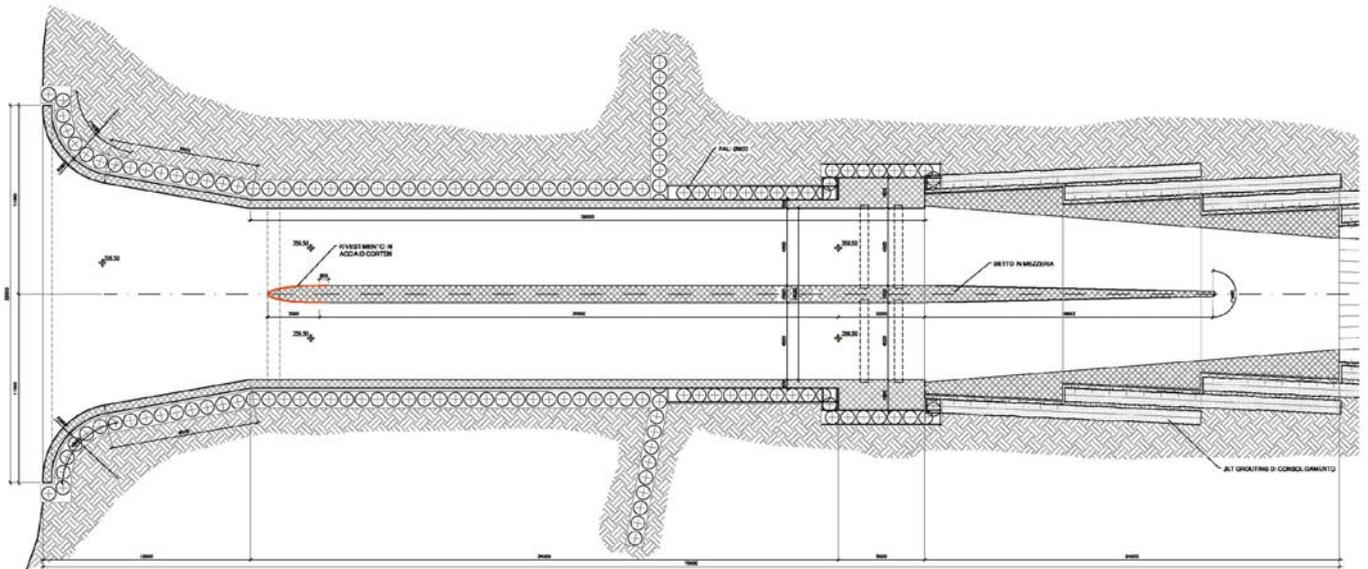


Figura 25 : Planimetria del manufatto di imbocco.

Per il corretto inserimento architettonico del manufatto si prevede:

- La realizzazione dei paramenti a vista in massi granitici con caratteristiche visive simili ai muri di sostegno stradale già presenti in sito
- La finitura superiore del cordolo dell'imbocco a lago con lastre di granito
- La posa di staccionate in legno a protezione dell'imbocco
- Il completo ripristino dell'area attrezzata a parco sulla riva del lago a lavori ultimati.



Figura 26: inserimento dell'opera di imbocco della nuova galleria di by-pass con lo stato di fatto (sopra)

### 11.1.1.3 Opere provvisoriale e fasi realizzative

La costruzione della soglia di imbocco, della galleria artificiale e del primo tratto di galleria naturale lato lago richiede la preliminare realizzazione di opere provvisoriale per mettere in secca l'area di cantiere e conseguentemente la realizzazione di opere di sostegno definitive.

In particolare si prevede la seguente successione di fasi attuative.

1. Infissione di palancole tipo Larssen sia da motopontone appositamente allestito che da terra. Tale palancolato è stato dimensionato in modo da evitare l'allagamento del cantiere anche in caso di piena con tempo di ritorno pari a 20 anni.
2. Successivamente si procederà con la realizzazione di pali trivellati  $\Phi$  800mm con interasse 900mm per il sostegno della strada esistente.
3. Riprofilatura del terreno esistente e creazione del piano di lavoro necessario per l'esecuzione dei tiranti di ancoraggio provvisori.
4. Realizzazione di pali trivellati  $\Phi$  800mm con interasse 900mm all'interno del palancolato ed in fregio alle pareti della futura galleria artificiale e della soglia.
5. Realizzazione di un tampone di fondo mediante trattamento colonnare in jet grouting. Il dimensionamento è stato realizzato considerando il livello del lago corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 e la massima profondità di scavo all'interno del palancolato.
6. Esecuzione di trattamenti impermeabilizzanti tra i pali mediante iniezioni di miscele cementizie.
7. Scavo di ribasso ed esecuzione del secondo ordine di tiranti sulla paratia frontale, di sostegno alla strada provinciale, e del primo ordine sulle paratie laterali.
8. Raggiungimento del fondo scavo e realizzazione del manufatto.
9. Successivamente alla realizzazione della soglia e del primo tratto di galleria artificiale si eseguirà il ritombamento e quindi si potrà realizzare la strada provvisoriale per la deviazione del traffico.
10. Sul tratto di strada provinciale interclusa al traffico si realizzerà un rilevato in terra rinforzata con funzione di pista per la cantierizzazione della berlinese di micropali di monte. Quest'ultima costituisce un'opera di sostegno permanente del terreno a tergo dell'edificio paratoie e della relativa piazzola di accesso.
11. Esecuzione della paratia di pali  $\Phi$  800mm di attacco della galleria e dei due lati che consentiranno l'approfondimento necessario per il completamento del tappo di fondo in jet grouting e del successivo scavo.

È probabile che la presenza del jet grouting a diretto contatto con le palancole ne impedirà l'estrazione. Per tale motivo si prevede la necessità di realizzare il taglio subacqueo delle palancole.

Per la realizzazione delle opere, il livello medio del lago sarà abbassato alla quota media di 365.00 m slm, con una oscillazione consentita di  $\pm$  65 cm.

Per maggiori dettagli sulle fasi operative si rimanda agli specifici elaborati allegati al Progetto Definitivo.

## 11.1.2 LA NUOVA GALLERIA

### 11.1.2.1 Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali

La galleria presenta una sezione interna policentrica di area pari a circa 35 m<sup>2</sup> e pendenza costante pari allo 0,85%, di lunghezza pari a 1316 m.

Il funzionamento idraulico della galleria è a pelo libero con opera di captazione sotto battente.

Per limitare le escursioni di livello del lago, a fronte di una piena millenaria a 3.50 m massimi, si ottiene una portata massima derivabile dalla galleria di 320 mc/s.

A valle delle paratoie il flusso converge nella galleria; il moto idraulico al suo interno avrà le seguenti caratteristiche:

- Moto tipo rapido decelerato
- Tirante massimo 5.4 m
- grado di riempimento prossimo al 90%,
- una velocità di moto uniforme di 11.6 m/s
- Franco in calotta 1.1 m
- Velocità dell'aria di trascinamento 4.5 m/s.

Al termine della galleria policentrica verrà realizzato un manufatto di dissipazione seguito dalle opere di restituzione al fiume Chiese.

Per i calcoli di dimensionamento si rimanda alla Relazione Idraulica allegata dal Progetto Definitivo.

### 11.1.2.2 Caratteristiche costruttive

Lo scavo per la realizzazione della galleria naturale idraulica interessa le Arenarie di Val Sabbia, la Formazione di San Giovanni Bianco e il detrito di versante.

La tratta iniziale in corrispondenza dell'imbocco, estesa circa L=190m è caratterizzata dall'attraversamento di materiale detritico con coperture variabili da 10 a 70m.

Essendo la quota della falda in equilibrio con il lago, la galleria è praticamente sommersa.

#### **Sezione tipo in detrito di versante**

La sezione prevista in detrito (classe V secondo la classificazione di Bieniawski) è troncoconica con interventi di consolidamento al contorno del cavo rappresentati da colonne di terreno consolidate con jet grouting monofluido  $\phi=800\text{mm}$  disposte a interasse  $i=700\text{mm}$  in accoppiamento con ifilaggi metallici, spritz beton fibrorinforzato e centine accoppiate. Completano il consolidamento le iniezioni di miscele cementizie integrate sotto l'arco rovescio e il consolidamento del fronte di scavo sempre con colonne di terreno consolidate con jet grouting monofluido. Lo scavo viene eseguito a piena sezione con mezzi meccanici.

La sezione è impermeabilizzata con un telo in PVC posato su uno strato di tessuto non tessuto in polipropilene per evitare l'innescò di sovrappressioni a tergo del rivestimento di seconda fase.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati). Gli spessori in calotta sono pari a 70-170 per la sezione massima e 50-150 per la sezione corrente. L'arco rovescio ha uno spessore pari a 80cm lungo tutto il tratto in detrito.

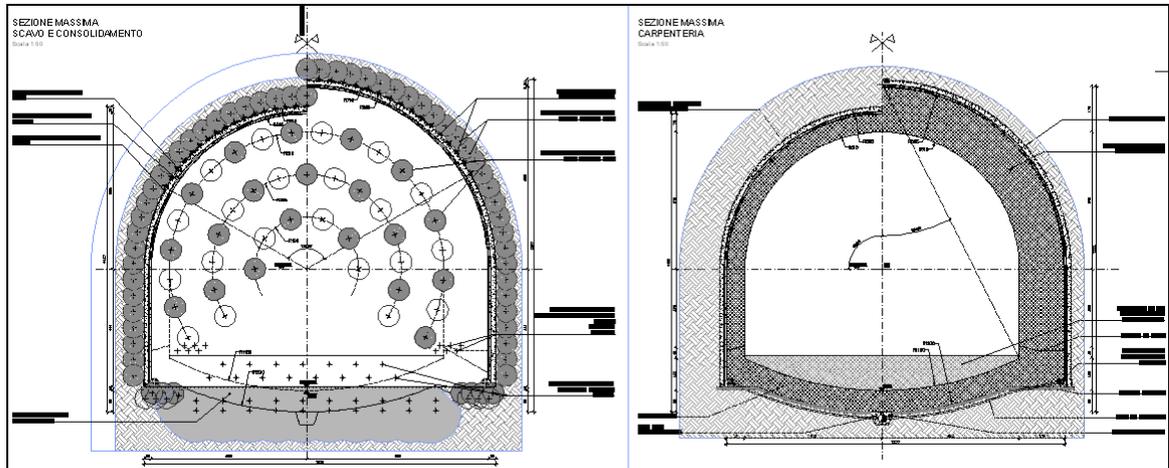


Figura 27 – Sezione tipo in detrito: massima

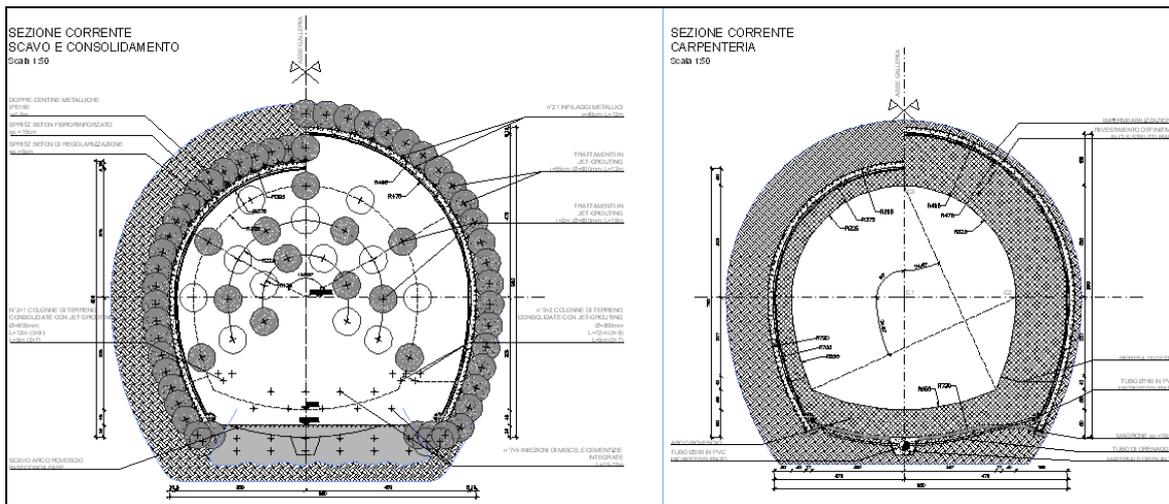


Figura 28 – Sezione tipo in detrito: corrente

### Sezione tipo nella formazione di San Giovanni Bianco

Procedendo verso l'interno della galleria si incontra la Formazione di San Giovanni Bianco costituita da dolomie vacuolari marnose alternate ad argilliti. Localmente sono presenti livelli di gessi e anidriti, soprattutto alla base della formazione.

Tale formazione si estende per una lunghezza di circa  $L=640\text{m}$  di cui  $390\text{m}$  in facies arenacea e i rimanenti  $250\text{m}$  in facies terrosa. Le coperture presenti sopra la calotta variano da  $70\text{m}$  a  $260\text{m}$  (copertura massima che si riscontra lungo l'asse della galleria)

Le scadenti caratteristiche geomeccaniche di tale formazione, unitamente alle rilevanti coperture attraversate, fanno presumere un comportamento spingente dell'ammasso sia in fase di scavo che a lungo termine sul rivestimento definitivo. Si manifestano grandi deformazioni (convergenze) dipendenti dal tempo congiuntamente allo sviluppo di zone plastiche intorno al cavo aventi estensione superiore al diametro del cavo stesso. Saranno quindi necessari, specialmente nel tratto prevalentemente terroso, interventi preventivi di confinamento del fronte e delle pareti di scavo. Il getto dell'arco rovescio dal fronte segue lo scavo mantenendosi a una distanza compresa tra 1-1.5diametri.

Tutte le sezioni previste in tale tratta sono impermeabilizzate con un telo in PVC posato su uno strato di tessuto non tessuto in polipropilene per proteggere il rivestimento definitivo dall'attacco dei solfati presenti all'interno dell'ammasso.

Le sezioni previste sono: A2-2, B1-2, B2 e C3.

### Sezione tipo A2-2

La sezione tipo A2-2 è cilindrica con interventi di consolidamento sul contorno del cavo costituiti da spritz beton fibrorinforzato in accoppiamento con centine metalliche accoppiate disposte a interasse 1.20m. Tale sezione, adottata nel tratto arenaceo, è scavata a sezione piena con esplosivo a microcariche controllate secondo uno schema di perforazione e carica approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le DIN 4150.

E' prevista nel tratto del San Giovanni arenaceo con una percentuale pari al 30%.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati). Lo spessore in calotta è pari a 70cm, quello in arco rovescio è pari a 80cm.

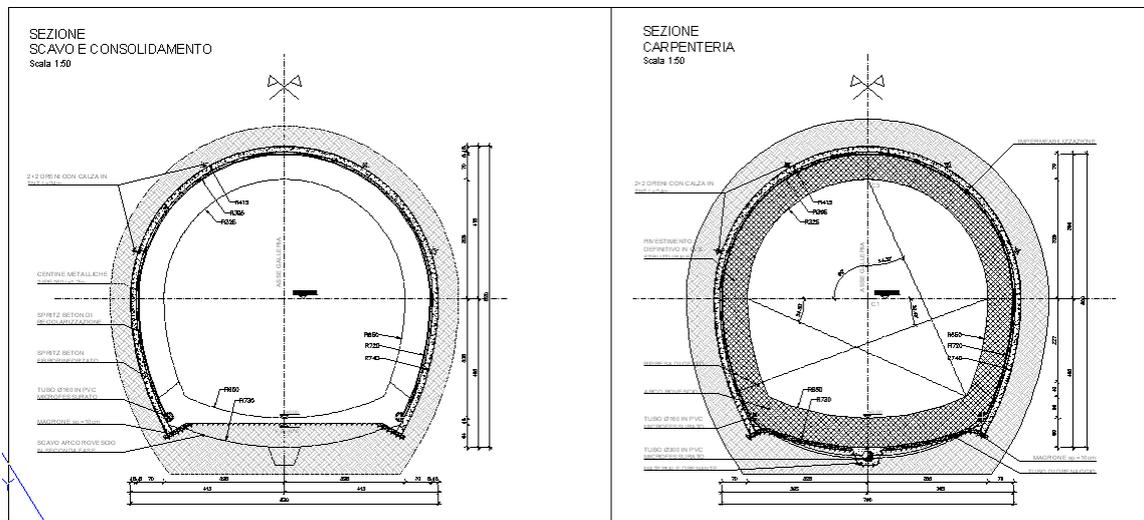


Figura 29 – Sezione tipo A2-2

### Sezione tipo B2

La sezione tipo B2 è cilindrica con interventi di consolidamento previsti sul contorno del cavo costituiti da spritz beton fibrorinforzato in accoppiamento con centine metalliche accoppiate disposte a interasse 1.20m e chiodi autoperforanti di lunghezza pari a L=6.0m cementati in foro con miscele cementizie.

Tale sezione è adottata sia nel tratto arenaceo con una percentuale pari al 60% che in quello terroso al 40%. Nel primo caso è scavata a sezione piena con esplosivo a microcariche controllate secondo uno schema di perforazione e carica approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le DIN 4150, nel secondo tratto con mezzi meccanici.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati). Lo spessore in calotta è pari a 70cm, quello in arco rovescio è pari a 80cm.

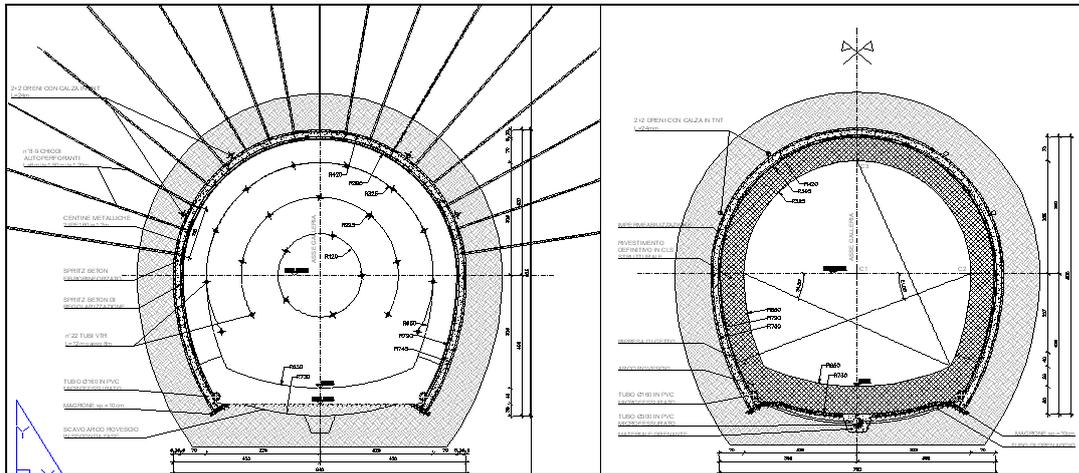


Figura 30 – Sezione tipo B2

### Sezione tipo B1-2

La sezione tipo B1-2 è troncoconica con interventi di consolidamento sul fronte di scavo costituiti da tubi in vetroresina cementati in foro con miscele cementizie da adottarsi in presenza di condizioni geomeccaniche sfavorevoli. Completano il consolidamento in fase di scavo infilaggi metallici accoppiati a spritz beton fibrorinforzato e centine metalliche accoppiate a interasse 1.0m.

E' applicata in percentuali ridotte in entrambe le facies (10% nell'arenacea, 20% nella terrosa).

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore in calotta variabile 50-120, quello in arco rovescio è pari a 80cm.

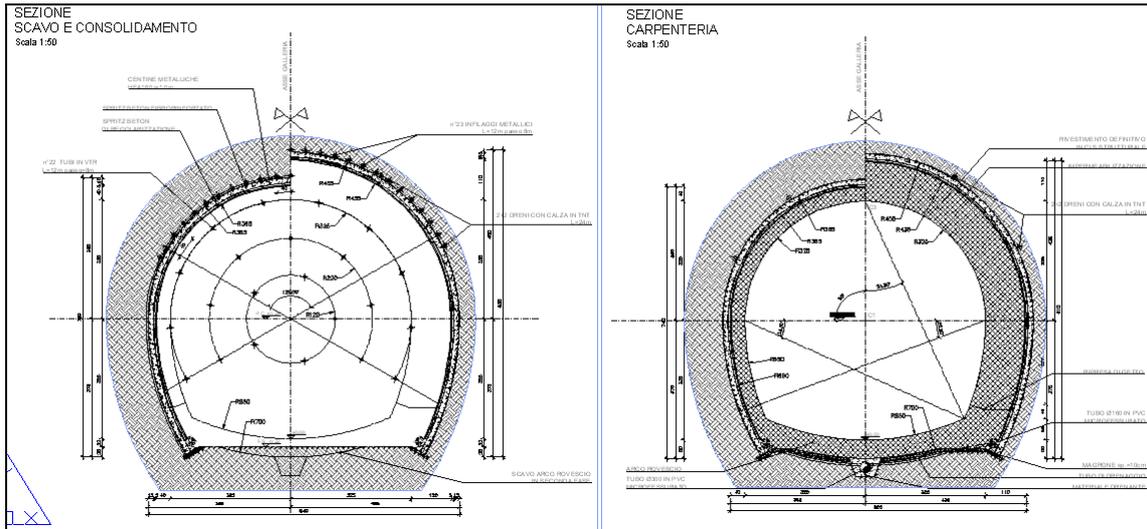


Figura 31 – Sezione tipo B1-2

### Sezione tipo C3

La sezione tipo C3 è cilindrica con interventi di consolidamento sul fronte e sul contorno del cavo costituiti da tubi in vetroresina. Quelli sul fronte sono cementati in foro con miscele cementizie, quelli che stabilizzano il contorno sono iniettati con miscele cementizie ad alta pressione nelle quali è previsto l'uso di bentonite in percentuale pari al 6-10% del peso del cemento.

Completano gli interventi di sostegno di prima fase uno strato di spritz beton fibrorinforzato e centine metalliche accoppiate disposte a interasse 1.50m.

Tale sezione è applicata solo nella facies terrosa della formazione del San Giovanni Bianco con una percentuale pari al 40%, è scavata a sezione piena con mezzi tradizionali.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati). Lo spessore in calotta è pari a 70cm, quello in arco rovescio è pari a 80cm.

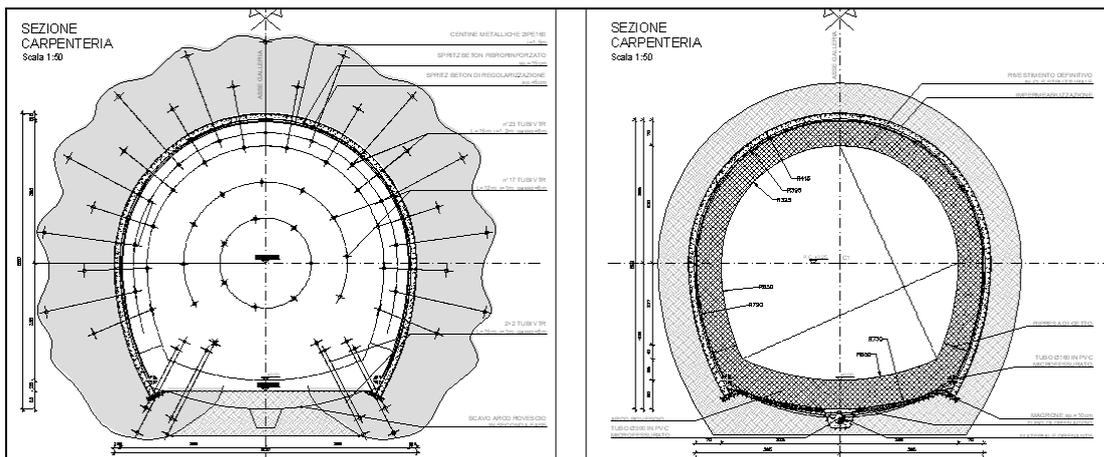


Figura 32 – Sezione tipo C3

## Sezione tipo in arenaria

Attraversata la formazione del San Giovanni Bianco la galleria entra nella formazione delle Arenarie di Val Sabbia. Siamo in classe III secondo la classificazione di Bieniawski con coperture variabili da 45 a 285m.

Le sezioni previste in questo tratto, esteso per una lunghezza pari a  $L=415\text{m}$  circa sono tre: A1 (70%), A2-1 (25%) B1-1 (5%).

Le prime due sono sezioni cilindriche, la B1-1 è troco conica.

L'impermeabilizzazione, costituita da un telo in PVC posato su uno strato di tessuto non tessuto in polipropilene, è applicata nella zona di transizione tra le Arenarie di Val Sabbia e il San Giovanni.

### Sezione tipo A1

La sezione tipo A1 è cilindrica con interventi di consolidamento sul contorno del cavo costituiti da chiodi radiali ad ancoraggio meccanico tipo superswellex di lunghezza  $L=4.50\text{m}$  disposti a quinconcia con  $i_L=1.50\text{m} \times i_T=2.0\text{m}$  in accoppiamento con spritz beton fibrorinforzato

E' scavata a sezione piena con esplosivo a microcariche controllate secondo uno schema di perforazione e carica approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le DIN 4150.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati). Lo spessore della sezione è pari a 50cm in calotta e in arco rivescio.

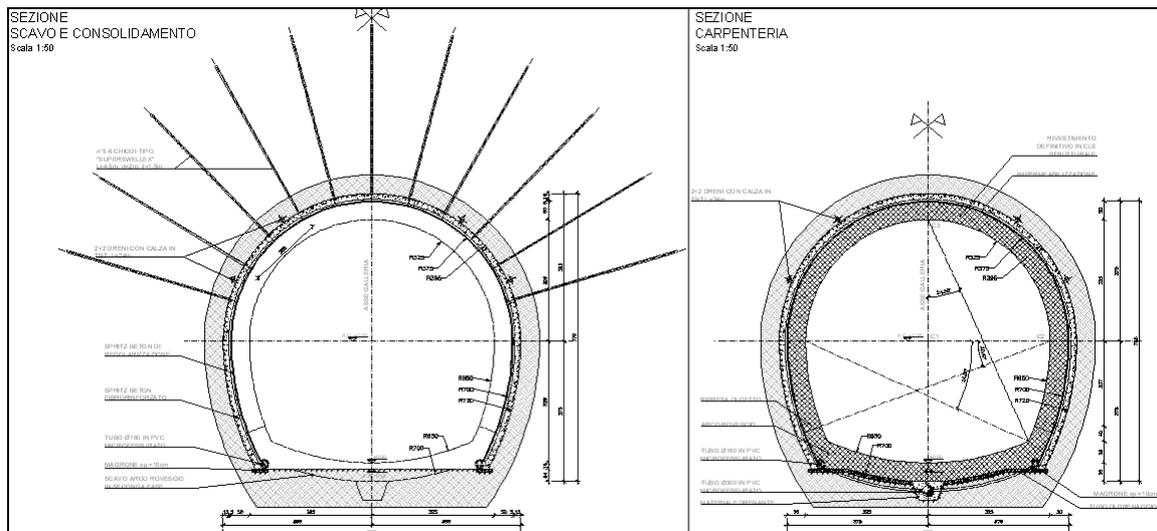


Figura 33 – Sezione tipo A1

### Sezione tipo A2-1

La sezione tipo A2-1 è cilindrica con interventi di consolidamento sul contorno del cavo costituiti da centine disposte a interasse 1.20m in accoppiamento con spritz beton fibrorinforzato

E' scavata a sezione piena con esplosivo a microcariche controllate secondo uno schema di perforazione e carica approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le DIN 4150.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore pari a 50cm in calotta e in arco rovescio.

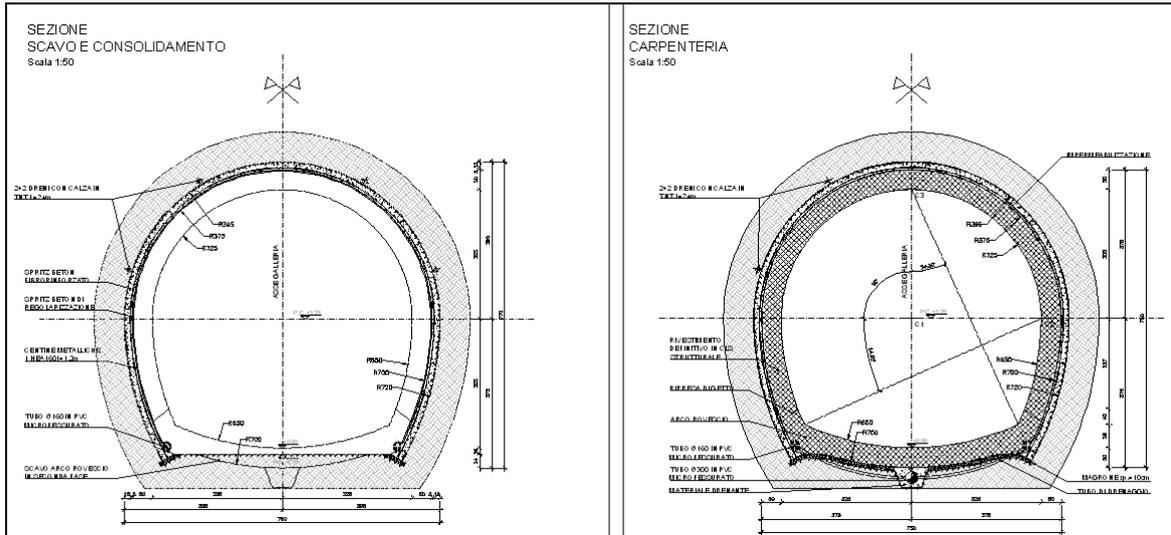


Figura 34 – Sezione tipo A2-1

Sezione tipo B1-1

La sezione tipo B1-1 è troncoconica con interventi di consolidamento sul fronte di scavo costituiti da tubi in vetroresina cementati in foro con miscele cementizie da adottarsi in presenza di condizioni geomeccaniche sfavorevoli. Completano il consolidamento in fase di scavo infilaggi metallici accoppiati a spritz beton fibrorinforzato e centine metalliche a interasse 1.0m.

E' applicata in arenaria con una percentuale del 5% .

Tale sezione è scavata a sezione piena con esplosivo a microcariche controllate secondo uno schema di perforazione e carica approvato dalla Direzione Lavori in accordo con le DIN 4150.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore in calotta variabile 40-110cm, quello in arco rovescio è pari a 50cm.

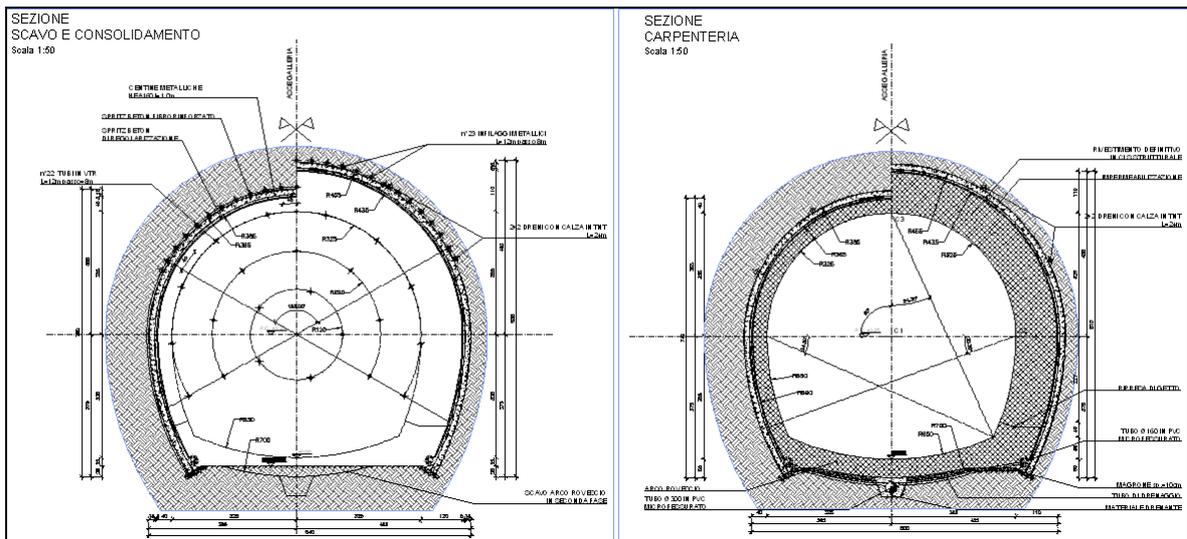


Figura 35 – Sezione tipo B1-1

Procedendo verso lo sbocco della galleria lato Lavenone si incontra una zona estesa circa 95m in cui le qualità geomeccaniche dell'arenaria subiscono un deterioramento. Si passa dalla classe III

secondo la classificazione di Bieniawski a una classe IV-IV/V dopo aver attraversato una fascia cataclasmata spessa circa 20 metri (classe V), dovuta alla presenza della faglia dell'Abbioccolo.

In tale tratto è presente il dissipatore, caratterizzato da un brusco allargamento della sezione di scavo. Le qualità geomeccaniche scadenti e le dimensioni della cavità suggeriscono l'adozione di accorgimenti specifici in fase di avanzamento.

Nel primo tratto lungo circa  $L=45.0\text{m}$  sono previste le sezioni tipo D1 e D2, nella zona di faglia le sezioni tipo D3 e D4. Completa il dissipatore la sezione tipo C2 applicata lungo il tratto in classe IV/V lungo  $L=35.0\text{m}$

Il tratto del dissipatore, date le ridotte coperture, la presenza della strada e le qualità scadenti dell'ammasso roccioso verrà scavato in tradizionale.

### Sezione tipo D1

La sezione tipo D1 è cilindrica con interventi di consolidamento sul contorno del cavo costituiti da centine accoppiate disposte a interasse 1.0m in accoppiamento con spritz beton fibrorinforzato.

E' scavata a sezione piena con mezzi tradizionali.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore pari a 70cm in calotta e pari a 80cm in arco rovescio.

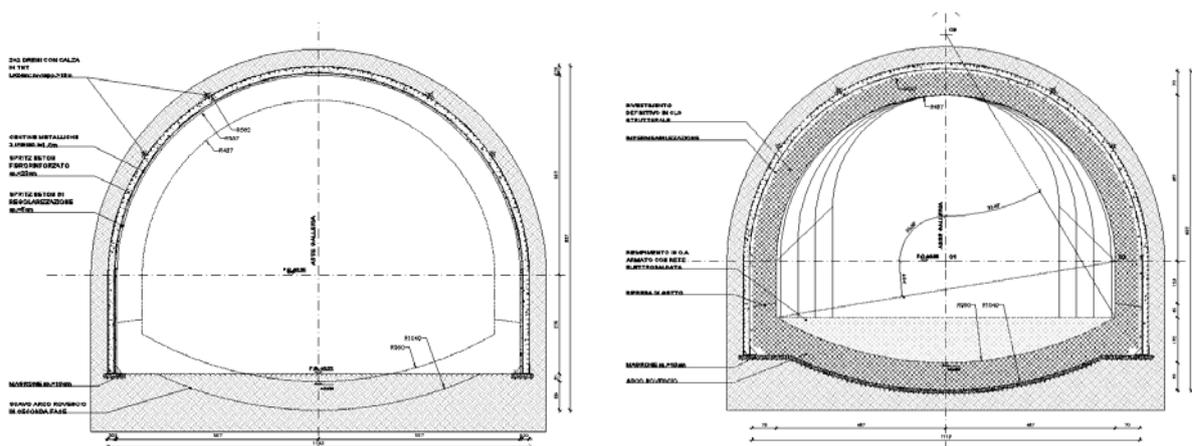


Figura 36 – Sezione tipo D1

### Sezione tipo D2

La sezione tipo D2 è cilindrica con interventi di consolidamento sul contorno del cavo costituiti da centine accoppiate disposte a interasse 1.0m, spritz beton fibrorinforzato e autopercoranti di lunghezza pari a  $L=4.50\text{m}$  sui piedritti.

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore pari a 70cm in calotta e pari a 80cm in arco rovescio.

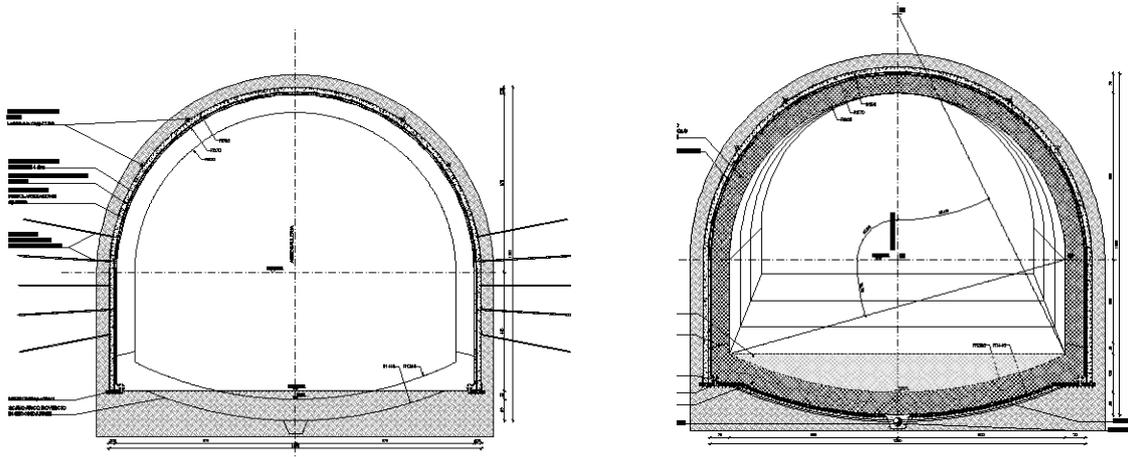


Figura 37 – Sezione tipo D2

### Sezioni tipo D3 e D4

Le sezioni tipo D3 e D4 sono troncoconiche con interventi di consolidamento sul fronte di scavo costituiti da tubi in vetroresina cementati in foro con miscele cementizie. Sul contorno il rivestimento di prima fase è costituito da infilaggi metallici, spritz beton fibrorinforzato, centine metalliche accoppiate a interasse 1.0m. I piedritti sono consolidati con chiodi autopercoranti di lunghezza pari a  $L=6.0m$ .

Il rivestimento definitivo è realizzato con un calcestruzzo di classe ambientale XA2 (resistente all'attacco dei solfati) e ha uno spessore in calotta variabile 70-140cm, quello in arco rovescio è pari a 80cm.

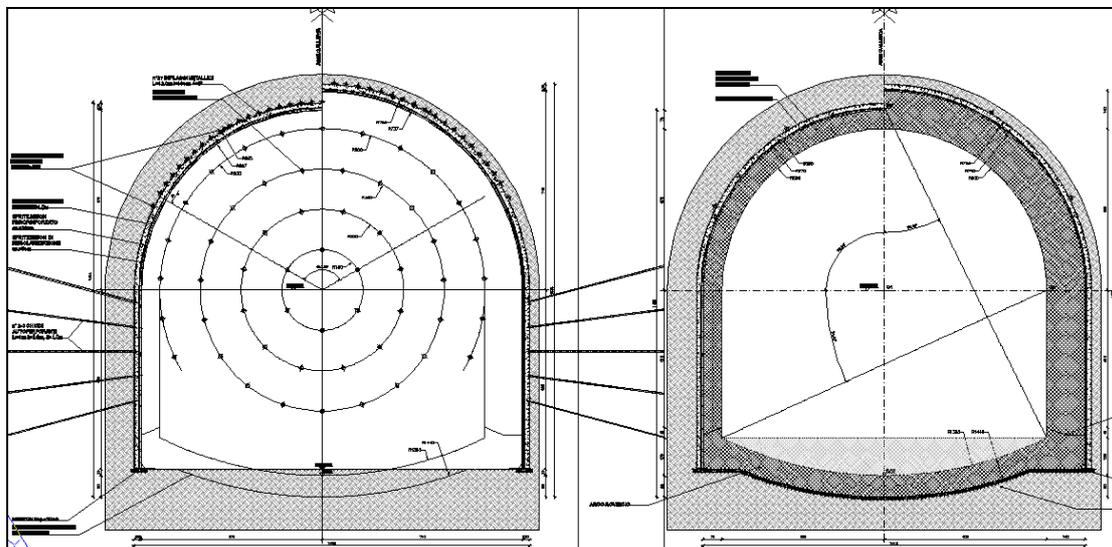


Figura 38 – Sezione tipo D3



### 11.1.3 MANUFATTO DI DISSIPAZIONE

#### 11.1.3.1 Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali

Le opere di sbocco e restituzione al Chiese sono precedute da un manufatto al termine della galleria per lo smorzamento dell'energia idraulica della corrente, costituito da:

- Un tratto di galleria di lunghezza 20 m di raccordo tra la sezione policentrica ed una sezione a base piana
- Un tratto di omogeneizzazione del flusso, con galleria a base piana, di lunghezza 20 m
- Uno scivolo di raccordo con la camera di dissipazione costituito da una galleria a sezione variabile, a forte pendenza, lungo 42.1 m, con larghezza progressivamente variabile tra 6.5m e 12.0 m ed altezza compresa tra 6.5 m e 10.0 m
- una vasca dentata di dissipazione del tipo USBR tipo III con n. 9 denti protetti in acciaio Corten e salto terminale, di lunghezza 35.7 m, larghezza 12 m e altezza 6 m
- un canale di raccordo con il manufatto di scarico, lungo 33 m, con larghezza 9.5 m e altezza variabile tra 10 e 7 m., che realizza in tal modo una restrizione a valle della vasca di dissipazione che aiuta la formazione del risalto.

Tutte le opere di dissipazione sono realizzate in galleria.

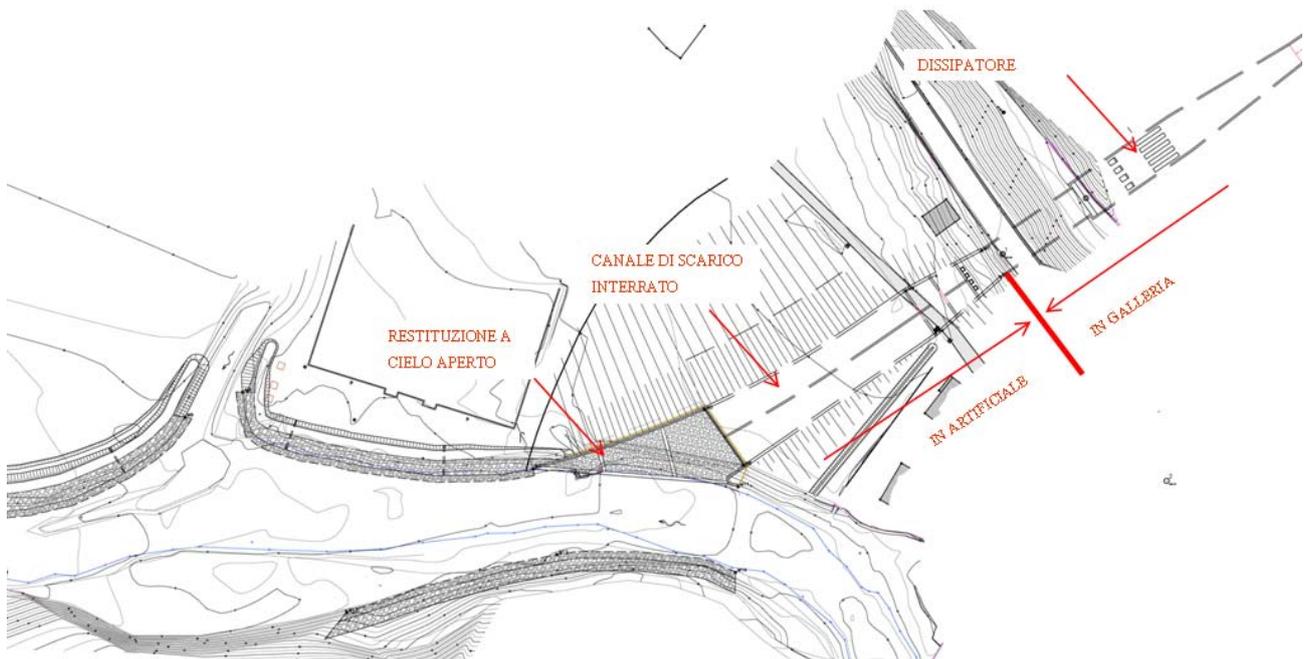


Figura 41: planimetria di inserimento opera di dissipazione e di restituzione

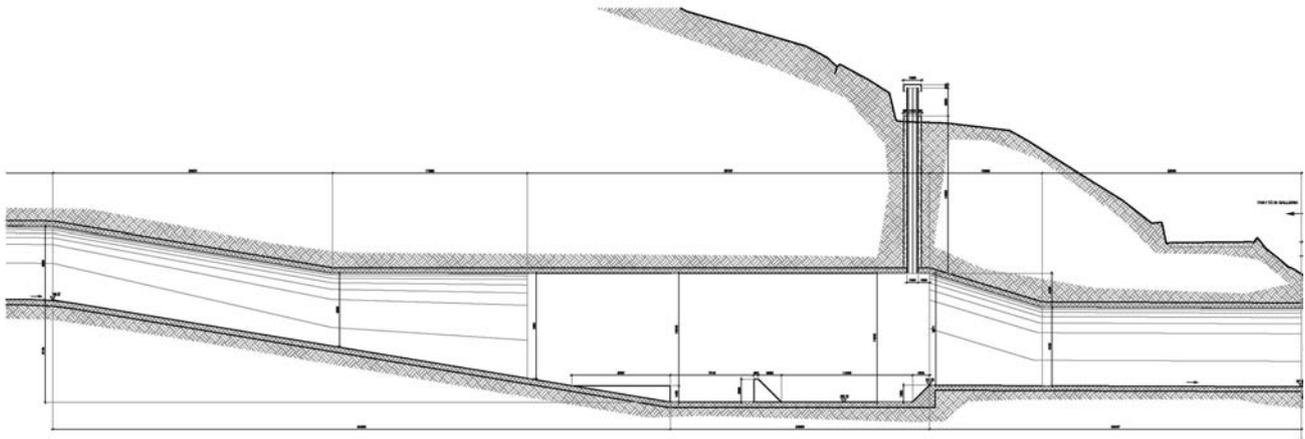


Figura 42: profilo camera di dissipazione

## 11.1.4 MANUFATTO DI RESTITUZIONE

### 11.1.4.1 Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali

Lo sbocco in alveo del Chiese avviene tramite un manufatto scatolare in cemento armato avente due luci di passaggio pari a 7,5x4,5 m con area trasversale complessiva di 67.5 m<sup>2</sup>, il manufatto ha una lunghezza pari a circa 95 m e viene realizzato in artificiale e quindi totalmente ricoperto di terreno per mitigarne l'impatto.

Al termine dello stesso è previsto un diffusore realizzato mediante due muri d'ala e un fondo in massi cementati.

Per garantire un corretto invito della corrente proveniente dalla galleria verso il fiume Chiese si prevede la curvatura della parete destra e del setto centrale del manufatto interrato.

Il flusso viene così indirizzato verso l'asse del fiume limitando i fenomeni di erosione in sponda sinistra.

Si prevede comunque una protezione delle sponde del Chiese, con scogliere in massi, in corrispondenza dell'intero nodo tra sbocco della galleria, Chiese e confluenza con il Rio Abbioccolo.

Per un corretto inserimento ambientale delle opere si prevede il totale interrimento del manufatto di scarico ed il rivestimento dei muri a vista dello sbocco in Chiese mediante paramento in pietrame granitico.

Per la protezione contro il vuoto si prevede la posa in opera di staccionate in legno che si armonizzano nel contesto ambientale.

L'area di cantiere, a lavori ultimati, verrà ricomposta morfologicamente mediante riporto di terreno vegetale ed inerbimento delle superfici compromesse.

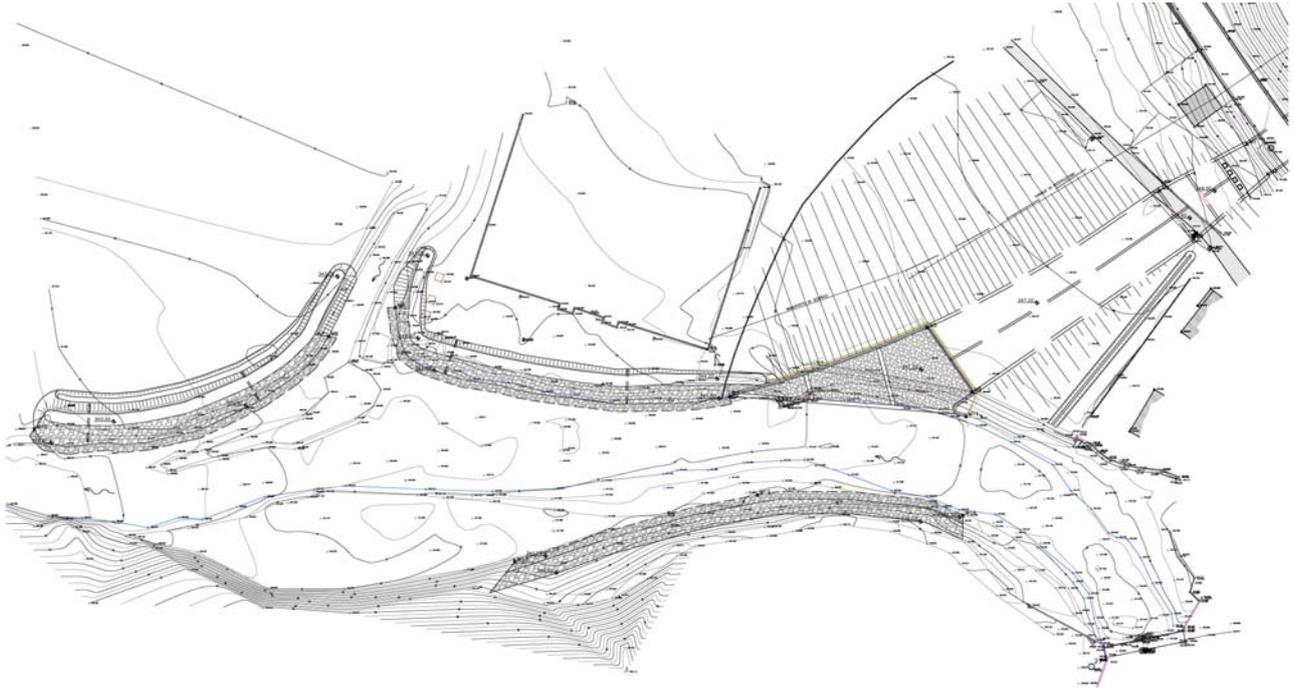


Figura 43: planimetri opere di restituzione e di protezione confluenza galleria di by-pass / Chiese

#### 11.1.4.2 Fasi e metodologie costruttive

In corrispondenza del canale di restituzione della galleria, la presenza di alcune abitazioni, nonché la volontà di limitare i volumi di scavo, benché provvisori, ha portato a prevedere la realizzazione della prima parte del canale all'interno di uno scavo sostenuto da diaframmi. Si tratta di elementi larghi 2,5m, con spessore 0,6m e altezza variabile in funzione delle profondità massime di scavo.

La parte terminale del canale sarà invece realizzata all'interno di scavi di sbancamento con pendenza 3 (h) su 2 (v).

La pista di accesso al cantiere della galleria naturale, nonché i piani di posa necessari per la realizzazione dei diaframmi saranno realizzati utilizzando materiale proveniente dai primi scavi di sbancamento nel tratto finale del canale di restituzione.

Per la realizzazione dell'opera si prevede di procedere con le seguenti fasi costruttive:

1. Prescavo e realizzazione della pista di accesso al cantiere dalla S.S. 237
2. Realizzazione di diaframmi di contenimento scavi lato a valle di Via Marconi
3. Spostamento sottoservizi al di sopra dei diaframmi realizzati, con struttura di sostegno provvisoria
4. Realizzazione diaframmi di seconda fase lato monte Via Marconi
5. Completamento tiranti e scavi
6. Posizionamento dima di attacco e realizzazione galleria da valle verso monte
7. Realizzazione opere in c.a. e difese di sponda
8. Rimozione pista provvisoria e ripristini morfologici ed ambientali.

## 11.2 NUOVA TRAVERSA E SISTEMAZIONI IN ALVEO

### 11.2.1.1 Descrizione dell'opera e caratteristiche dimensionali

La nuova traversa per la regolazione del lago d'Idro sarà di tipo mobile, dotata di due paratoie principali a settore oltre a una paratoia minore piana per la gestione del DMV, situata al termine meridionale del lago e precisamente circa 130 m a valle dell'attuale ponte d'Idro e circa 300 m a monte dell'attuale traversa.

La traversa è costituita da una struttura massiccia in cemento armato munita di platea e muri d'ala verticali, con pila centrale che delimita le due luci di efflusso principali larghe, ciascuna, 11,5 m.

Tra la sponda e il muro d'ala in destra è ricavata una luce minore di efflusso, di dimensioni 4,5 m per 1,55 m, per il rilascio del DMV. A detta luce minore è affiancata la scala per la risalita delle specie ittiche, in grado di funzionare per ogni livello del lago compreso tra la quota 364,75 mslm e 368,0 mslm.

La soglia delle luci principali è posta alla quota di 365.00 m slm come imposto dall'Accordo di Programma dell'Agosto 2008 e come risultato ottimale delle varie alternative analizzate (cd. Capitolo di analisi degli impatti per la definizione delle alternative).

La soglia della luce per il rilascio del DMV sarà impostata a quota 363.80 m slm come da progetto preliminare e pertanto in conformità al già citato Accordo di Programma.

Per evitare sifonamenti dell'opera si prevede la realizzazione di una paratia di fondazione in jet grouting.

Le paratoie delle luci principali, quando chiuse contro la soglia inferiore, presentano la soglia superiore – del tipo sfiorante - alla quota di 368,00 mslm pari alla massima regolazione.

Le stesse paratoie delle luci principali, quando in posizione di massima apertura presentano una luce libera inferiore di circa 4,20 m.

In corrispondenza della luce minore, a valle della traversa, verrà realizzata una savanella rivestita in massi conformata e dimensionata per:

- Consentire il passaggio di una portata pari al doppio del minimo deflusso vitale (quindi 5.02 mc/s) con un livello del lago pari alla minima regolazione di 364.75 m slm
- Consentire la risalita della fauna ittica intervallando in sponda sinistra e sponda destra delle nicchie di ristagno della corrente, adeguate alle soste dei pesci in fase di migrazione

A parte la savanella laterale in sponda sinistra, l'alveo non verrà abbassato tra la nuova traversa e quella esistente, ma semplicemente livellato omogeneizzando il fondo alla quota di 365.00 m slm.

A valle del nuovo sbarramento le sponde verranno protette mediante scogliere in massi e, in sponda sinistra ove la corrente raggiungerà le maggiori velocità, superiormente, anche con materassi tipo Reno sormontati da geostuoia tridimensionale e terreno vegetale inerbito. La sponda sinistra verrà rialzata fino alla quota di sicurezza di 370.50 m slm (superiore alla massima piena millenaria in tutti gli scenari analizzati).

La nuova traversa di sbarramento è stata progettata con le medesime quote e luci della traversa attuale, come imposto dall'Accordo di Programma per la valorizzazione del Lago d'Idro del 5.8.2008.

La quota della soletta della traversa è pari a 372.00 m s.l.m., con sotto trave a 371, 50 m.s.l.m, ovvero al di sopra della quota di massimo invaso di 371,23 m slm (livello di massima piena millenaria con idrogramma a singolo colmo ed in assenza di svassi preventivi).

Il franco tra l'intradosso della soletta e la quota di massimo invaso è pertanto di 27 cm.

Il nuovo sbarramento si inserisce tra due infrastrutture preesistenti:

- il ponte di Idro a monte
- la traversa di sbarramento attuale a valle.

Il ponte storico di Idro (unico accesso alla sponda sinistra del lago e al maggiore centro abitato), presenta una quota di intradosso (sotto trave) di 371.50 m s.l.m, analogo a quello della traversa di progetto.

La strada in sinistra orografica a monte del ponte (Via Bertini), principale accesso all'abitato di Idro, ha una quota di 371,59 m s.l.m.

Lo sbarramento esistente (che non potrà essere demolito per non innescare disastrosi fenomeni di dissesto del pendio in frana in sinistra orografica), presenta un sotto trave di 370.80 m s.l.m., ovvero inferiore di 70 cm rispetto a quello dell'opera di progetto.

L'innalzamento dell'intradosso della soletta della nuova opera non comporterebbe pertanto alcun beneficio in termini di sicurezza idraulica in quanto eventuale materiale galleggiante trasportato dalla corrente (tronchi, alberi, etc.), verrebbe comunque intercettato a monte in corrispondenza del ponte. L'innalzamento delle sponde oltre alla quota prevista non è altresì vincolante in quanto le quote di sponda più depresse si trovano a monte nell'abitato di Idro.

A monte della traversa di progetto si prevede l'innalzamento della sponda sinistra fino alla quota di 372.00 m slm (superiore alla massima piena millenaria); tale innalzamento si rende necessario per evitare l'aggiramento incontrollato dello sbarramento, durante le piene, attraverso le zone produttive ubicate a quote altimetricamente depresse. Sulla sommità della sponda verrà realizzato un camminamento ciclo-pedonale protetto mediante staccionate in legno. La sponda verrà protetta dal lato dell'alveo mediante una scogliera in massi alla base e superiormente con materassi tipo Reno sormontati da geostuoia tridimensionale e terreno vegetale inerbito.

A completamento dell'opera, si prevede a monte dello sbarramento di progetto, un abbassamento dell'alveo lacustre fino alla quota di 364.00 m slm, al fine di garantire anche con il livello minimo di regolazione di 364.75 m slm, un tirante minimo e di conseguenza un "effetto lago" con basse velocità di corrente.

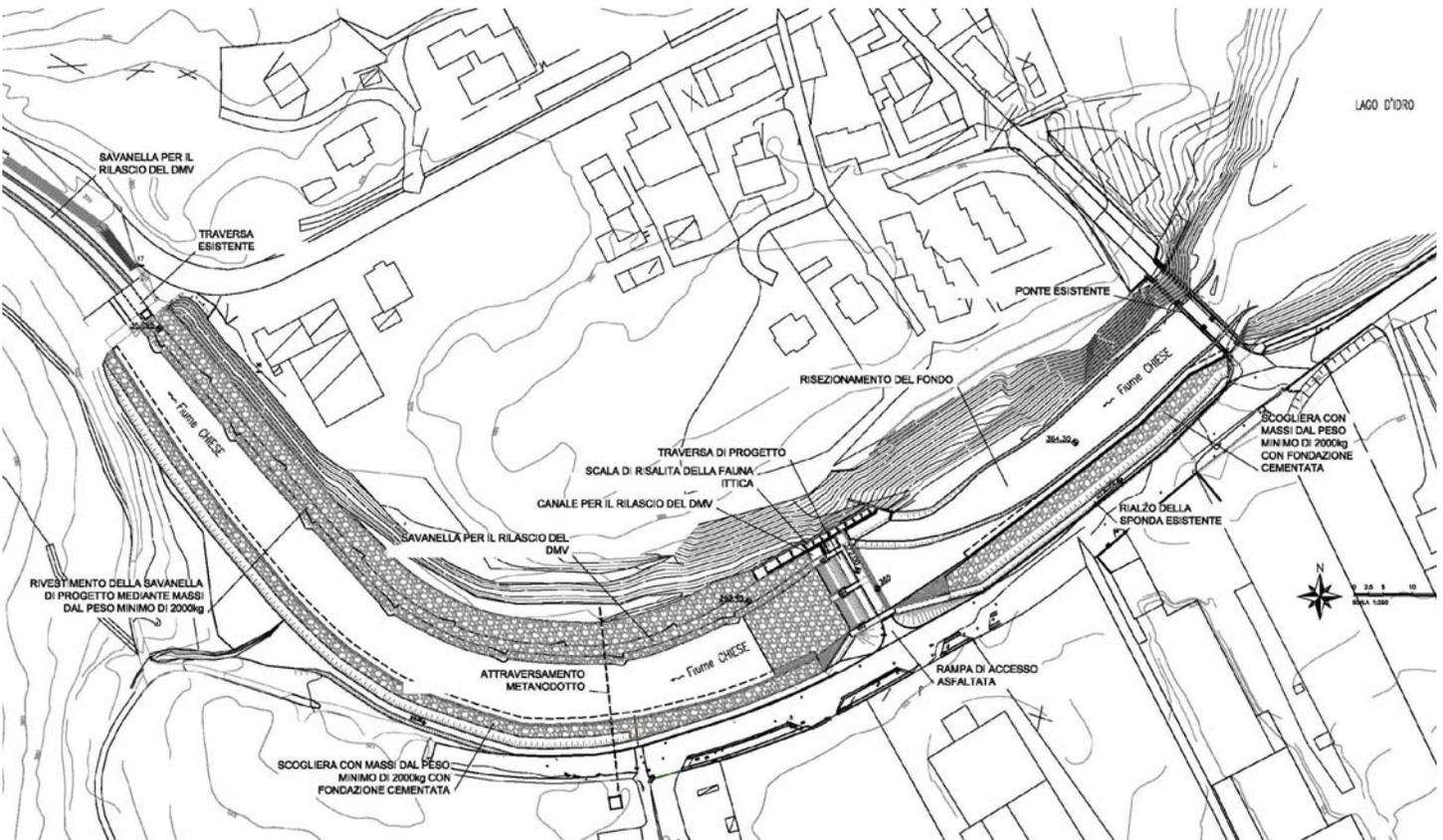


Figura 44: planimetria degli interventi di progetto

REGIONE LOMBARDIA  
**NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO**  
 PROGETTO DEFINITIVO

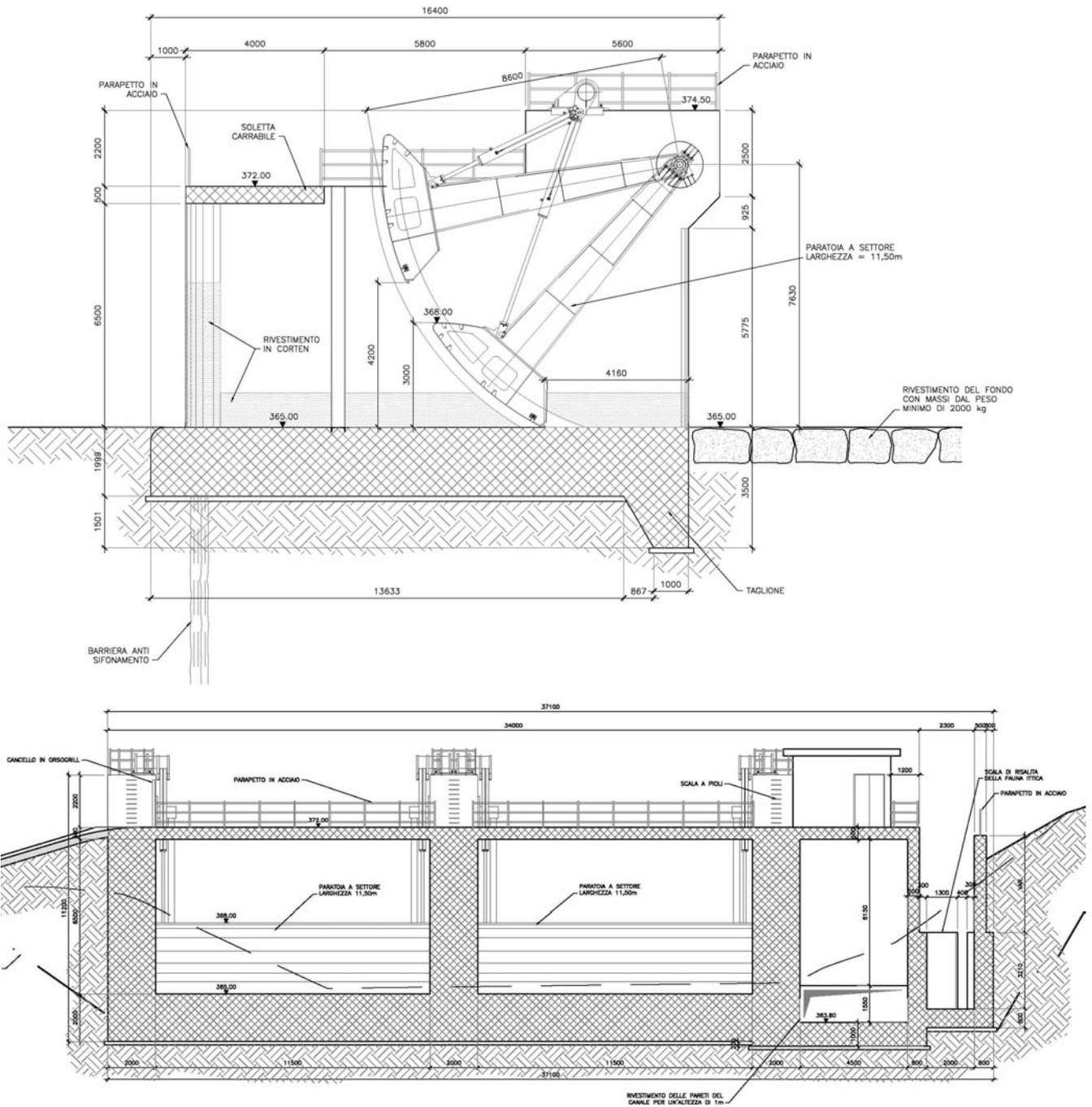


Figura 45: sezioni trasversa di progetto.



Figura 46: vista da monte della nuova traversa con livello alla massima regolazione di 368.00 m slm e raffronto con lo stato di fatto (sopra)



Figura 47: vista da valle della nuova traversa con passaggio del minimo deflusso vitale e raffronto con lo stato di fatto (sopra)

### 11.2.1.2 Fasi e metodologie costruttive

Le opere d'arte costituenti la nuova traversa e l'adeguamento delle sponde del f. Chiese saranno eseguite previa realizzazione di scavi di sbancamento. Si prevede la realizzazione di due guadi provvisori e di un argine in terra rivestito in massi ciclopici che consenta la segregazione dell'area di cantiere all'interno dell'alveo.

Inoltre, allo scopo di impedire l'insorgere di fenomeni di sifonamento o di sollevamento del fondo scavo al di sotto della traversa, si prevede la realizzazione di un taglione costituito da una doppia cortina di colonne di jet grouting (disposte a quinconce con interasse 50x50) per uno spessore reso di 1m. Inoltre, data l'estrema variabilità della profondità del substrato al di sotto del manufatto, il taglione sarà caratterizzato da una profondità variabile da un minimo di 4m (al di sotto della sponda destra) ad un massimo di 8m (al di sotto della sponda sinistra). L'obiettivo è quello di evitare che si verifichi un contatto localizzato tra la base delle colonne di jet grouting ed il substrato con conseguenti possibili sbilanciamenti della fondazione ("tilting"). Tale circostanza dovrà essere verificata in fase di realizzazione del jet grouting approfondendo la perforazione di alcune colonne prima di risalire per la gettoiniezione.

Per la realizzazione dell'opera si prevede dunque di procedere con le seguenti fasi costruttive:

1. Realizzazione di due guadi per attraversamento del Chiese da Via dei Baicc
2. Realizzazione di una arginatura provvisoria per la deviazione del Chiese in sponda sinistra e realizzazione piste di cantiere in destra
3. Realizzazione savanella e difese di sponda in destra
4. Convogliamento delle acque lungo la savanella e approfondimento dell'alveo a monte per consentire il deflusso verso valle anche con quote del lago inferiori a 365.20 m slm. A questo punto sarà consentito l'abbassamento del lago a valori medi di 365.00 m slm per la realizzazione in sicurezza delle opere di imbocco della galleria.
5. Realizzazione della parte destra della nuova traversa, con manufatto di risalita della fauna ittica e luce per il rilascio del DMV
6. Spostamento dell'argine provvisorio e convogliamento delle acque del Chiese in sponda destra, con passaggio attraverso la luce del DMV
7. Completamento della traversa in sponda sinistra e delle difese spondali.
8. Rimozione delle arginature, posa delle apparecchiature elettromeccaniche e finiture.

### 11.3 LE OPERE DI ADEGUAMENTO DELLA TRAVERSA DI SBARRAMENTO ESISTENTE

Per il passaggio del minimo deflusso vitale si prevede il taglio della platea della luce destra della traversa esistente, per creare una uscita avente larghezza di 4.5 m, altezza di 1.75 m e quota di fondo di 363.25 m slm.

Per garantire la stabilità strutturale del manufatto sia durante la fase di cantiere che a lungo termine, si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. Deviazione del fiume chiese sulla luce in sponda sinistra;
2. Apertura massima paratoia in luce destra per la realizzazione della savanella;
3. Esecuzione micropali lungo le linee di taglio della platea ed esecuzione cordolo di collegamento;
4. Posa puntoni metallici zincati e demolizione controllata della porzione di platea necessaria per il deflusso delle acque;
5. Scavo fino a quota magrone di sottofondazione;
6. Getto magrone di fondazione e realizzazione struttura in c.a. di rinforzo platea esistente.

A nuovo sbarramento eseguito (nuova traversa) si provvederà infine alla rimozione delle paratoie a settore e delle relative cabine di comando.



Figura 48: foto traversa esistente lato lago



REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

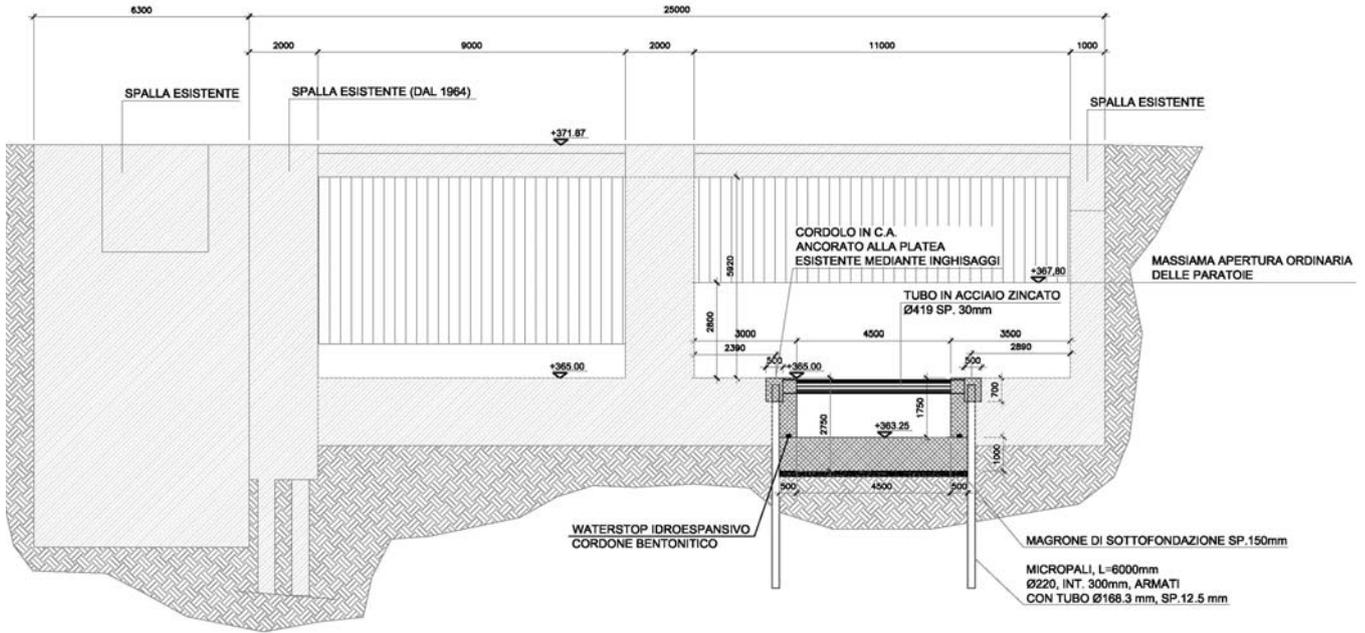


Figura 51: sezione trasversale dell'intervento alla traversa esistente

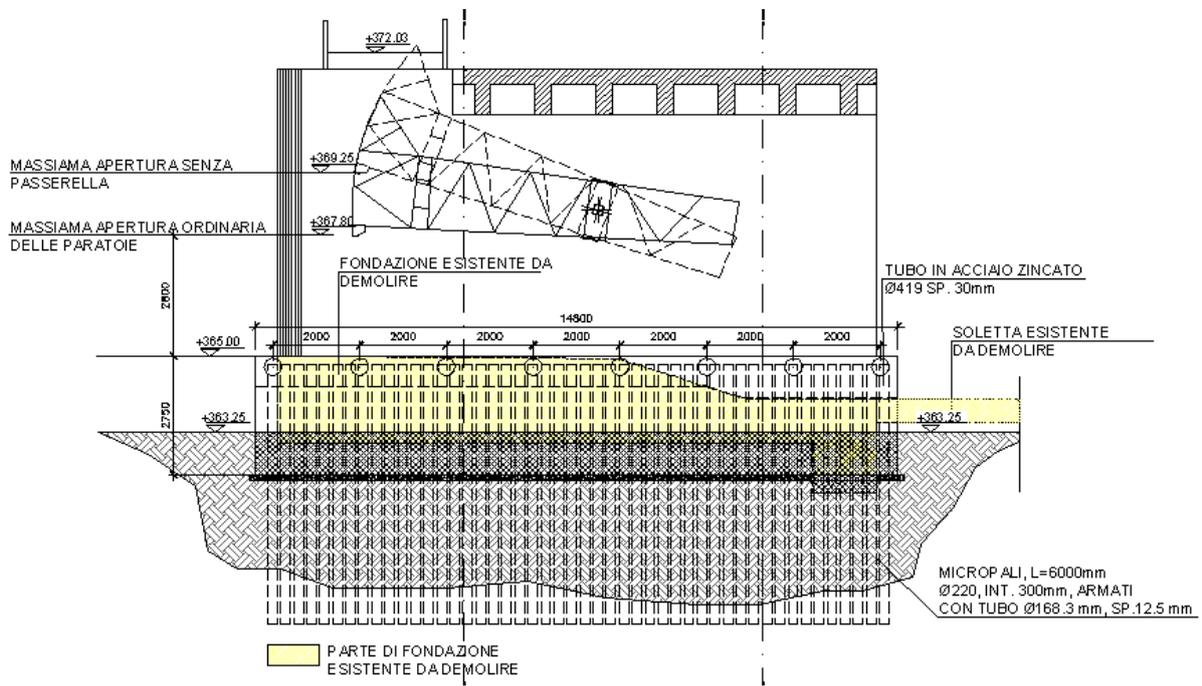


Figura 52: sezione longitudinale dell'intervento alla traversa esistente

## 11.4 LE OPERE DI MESSA FUORI SERVIZIO DELLA GALLERIA DEGLI AGRICOLTORI

Ad ultimazione dei lavori di progetto si prevede la chiusura definitiva dell'imbocco e dello sbocco della galleria esistente degli agricoltori.

Per la chiusura dell'imbocco si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. Spostamento panconi metallici presenti all'imbocco della galleria per consentire la chiusura della zona di imbocco;
2. Aggottamento dell'acqua interna all'area di cantiere;
3. Esecuzione inghisaggi di ancoraggio e posa di waterstop;
4. Realizzazione setto in c.a. di chiusura galleria esistente;
5. Rimozione panconi metallici e riposizionamento.



Figura 53: foto galleria esistente – zona imbocco



Figura 54: foto panconi metallici esistenti

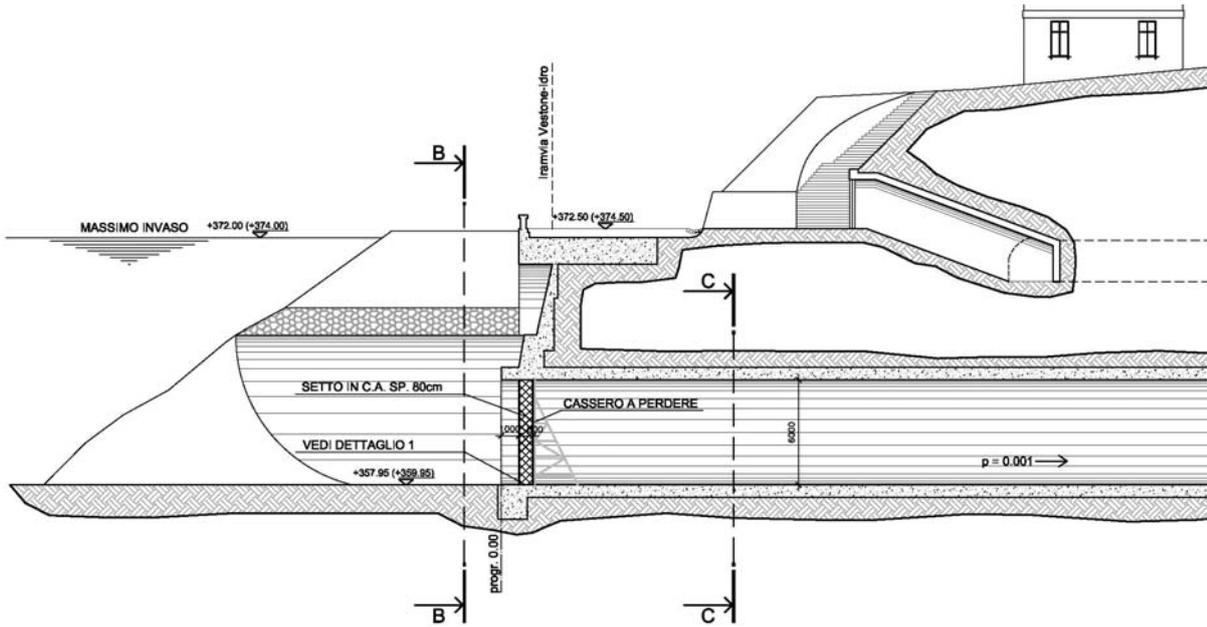


Figura 55: opera di chiusura dell'imbocco della galleria esistente

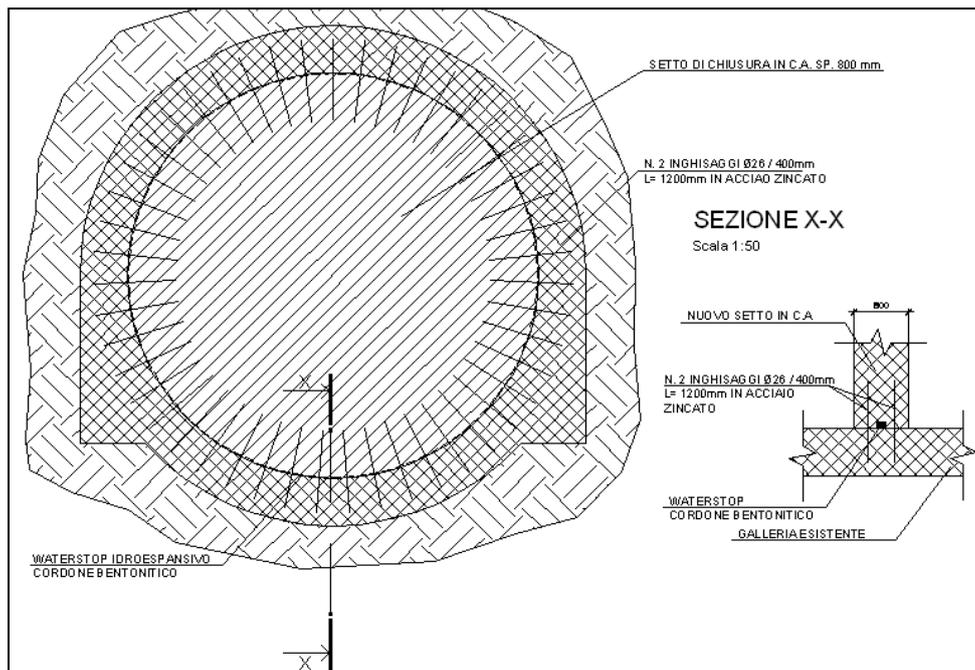


Figura 56: opera di chiusura dell'imbocco della galleria esistente

Per la chiusura dello sbocco verrà realizzato un muro in c.a. munito alla base di una feritoia per l'ingresso pedonale alla galleria per ispezione e per consentire il deflusso delle acque di filtrazione. Tale apertura sarà presidiata da un cancello in acciaio zincato.

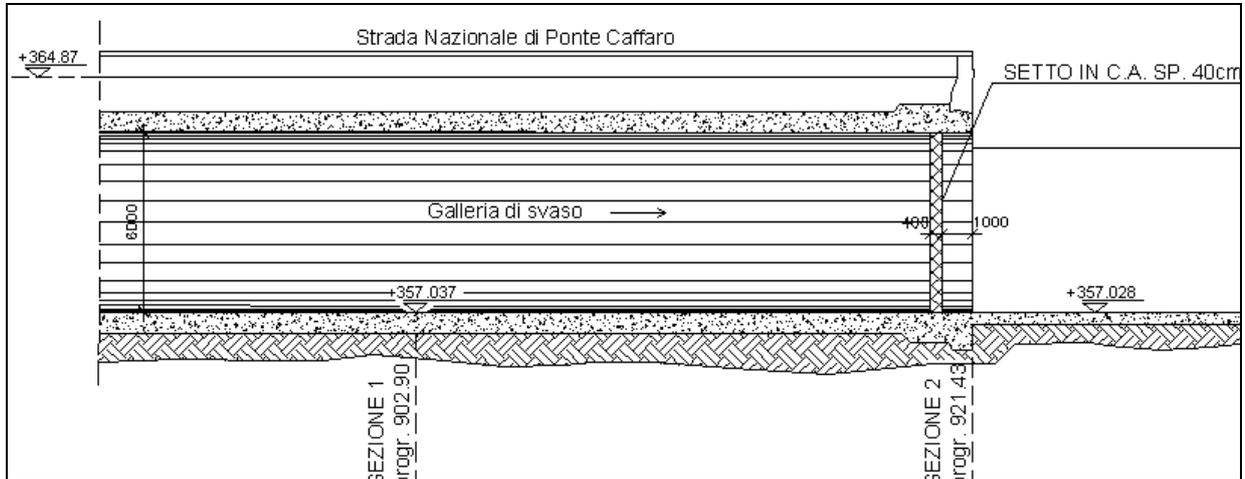


Figura 57: Chiusura dello sbocco della galleria degli agricoltori

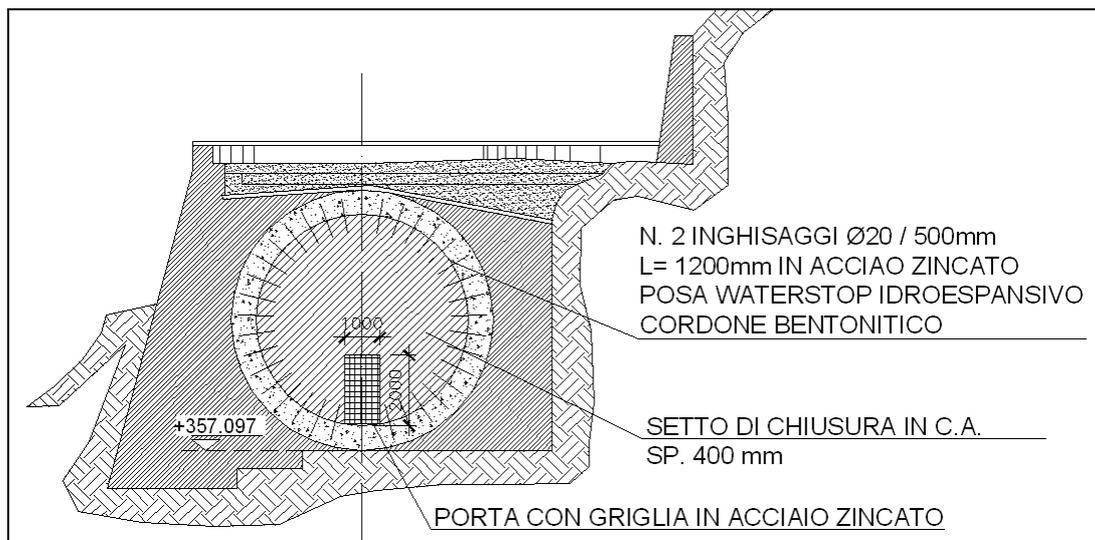


Figura 58: Chiusura dello sbocco della galleria degli agricoltori

## 11.5 OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

Oltre alle opere sopra descritte, si prevede la realizzazione di alcuni interventi di mitigazione ambientale, esterni alle aree di cantiere vere e proprie.

In particolare:

- rimozione della vegetazione arborea presente ed attualmente parzialmente sommersa e schiantata, principalmente in comune di Idro, che, nonostante sia costituita da specie amanti di terreni saturi, non è in grado di sopravvivere per lunghi periodi in completa immersione.

Alla rimozione delle piante non corrisponderà però lo sradicamento delle ceppaie, ma il taglio del fusto ad un'altezza circa 100 cm al disopra dell'attuale livello di regolazione del lago in questo modo le ceppaie, se la loro vitalità non è stata completamente compromessa dalla prolungata sommersione, potranno ricacciare e consentire lo sviluppo di polloni. Contemporaneamente la parte sommersa del fusto continuerà ad offrire rifugio alla fauna acquatica.



Figura 59: salici sommersi e schiantati in Comune di Idro

- Per consentire la movimentazione della fauna ittica lungo il Chiese dallo sbocco della galleria degli Agricoltori fino allo sbarramento esistente e quindi al lago d'Idro, si prevede la posa a valle delle briglie esistenti, di massi ciclopici al fine di ricreare delle zone a velocità ridotta e di aumentare la diversità morfologica dell'alveo. La realizzazione di tali opere in sasso, sarà limitata ad una durata di 10 giorni e potrà avvenire, una volta ultimata la nuova traversa e la galleria di by-pass, mettendo in asciutta il tratto di alveo a valle dello sbarramento e lasciando defluire una minima portata per la rivitalizzazione del Chiese attraverso la nuova galleria. Agendo in tal

senso non si avrà alcun intorbidimento delle acque che risulterebbe più nocivo della temporanea messa in asciutto del tratto di alveo artificializzato a valle dello sbarramento esistente che non subirà alcun danno, ma ne riceverà rilevanti benefici ad opera ultimata.



Figura 60: Il tratto a maggior grado di artificialità del fiume Chiese, poco a valle della traversa esistente

## 12 RISOLUZIONE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI

Durante le attività di progettazione definitiva sono state contattate al riguardo le seguenti società responsabili delle reti sul territorio dei Comuni di Idro e Lavenone:

- A2A RETRAGAS, via Lamarmora 230, Brescia (rete metanodotto ad alta pressione);
- A2A RETIGAS, via Lamarmora 230, Brescia (rete metanodotto a bassa e media pressione);
- A2A CICLO IDRICO, via ferriera 14, Vobarno, Brescia (acquedotto e rete di fognatura acqua nera);
- A2A RETI ELETTRICHE, via Lamarmora 230, Brescia (reti elettriche ed allacciamenti);
- TELECOM (rete di telecomunicazione cavi in rame e fibre ottiche);
- ROSSI e C snc, via Matteotti, 27/29 (illuminazione pubblica);
- ABS ITALIA, via del Lavoro 87 (cabina elettrica pompe di sollevamento).

Sono stati inoltre contattati gli uffici tecnici dei Comuni di Idro e Lavenone per l'individuazione delle reti di acque bianche presenti nei rispettivi territori.

Le reti di sottoservizi e le risoluzioni delle interferenze presenti nell'area dell'imbocco, dello sbocco della galleria e nell'area della futura traversa sono riportate nella relazione D-AT-GN-OPG-R002. Di seguito si riassumono le principali interferenze.

### 12.1 ZONA DI IMBOCCO

Nella zona di imbocco della nuova galleria sono interferenti i seguenti sottoservizi:

- Metanodotto ad alta pressione (A2A Retragas);
- Rete di telecomunicazione, n.2 cavi in rame interrati (TELECOM);
- Acquedotto (A2A Ciclo Idrico);
- Costruenda fognatura nera (A2A Ciclo Idrico).

Si prevede di risolvere le interferenze dei sottoservizi, durante le fasi di realizzazione della nuova galleria, mediante deviazione provvisoria degli stessi a lato della strada esistente e successivo ripristino in via Trento.

Si prevedono le seguenti fasi realizzative:

- 1) Infissione palancole lato lago e realizzazione paratia di pali a tergo della strada esistente;
- 2) Rimodellazione del terreno esistente e riempimento a tergo delle palancole;
- 3) Esecuzione tiranti della berlinese e trattamenti di impermeabilizzazione;

- 4) Scavo e realizzazione manufatto di sbocco;
- 5) Ritombamento con materiale proveniente dagli scavi ed esecuzione strada provvisoria a lato di quella esistente;
- 6) Spostamento dalla posizione iniziale (A) alla posizione provvisoria (B) dei seguenti sottoservizi:
  - tubo del metanodotto ad alta pressione;
  - n.2 cavi in rame interrati;
  - tubo di acquedotto (qualora risultasse interferente con le opere di progetto);
  - fognatura nera in corso di realizzazione.
- 7) Chiusura strada via Trento e deviazione traffico lungo la strada provvisoria;
- 8) Realizzazione berlinesi (zona camera paratoie e strada esistente) e trattamenti di impermeabilizzazione;
- 9) Esecuzione tiranti e scavo;
- 10) Completamento tratto di galleria sotto la strada esistente;
- 11) Ritombamento con materiale proveniente dagli scavi;
- 11) Spostamento dei sottoservizi dalla posizione provvisoria (B) alla posizione definitiva (C) lungo via Trento;
- 12) Realizzazione, opere di finitura strada esistente, via Trento.

Di seguito si riporta planimetria e sezione con indicato lo spostamento provvisorio e definitivo dei vari sottoservizi.

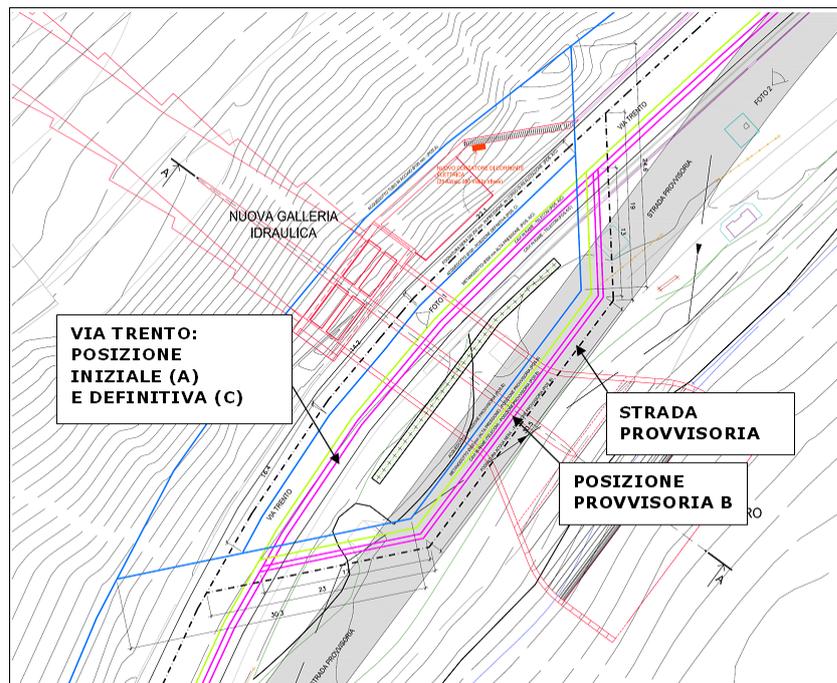


Figura 61: Planimetria zona di imbocco

## 12.2 ZONA DI SBOCCO

Nella zona di sbocco della nuova galleria interferiscono lungo via Marconi i seguenti sottoservizi:

- Metanodotto ad alta pressione (A2A Retagas);
- Metanodotto media pressione (A2A Retigas);
- Rete di Telecomunicazione, n.2 cavi in rame interrati, cavo in fibra ottica e palo (Telecom);
- Cavo corrente elettrica interrato a bassa tensione (A2A Reti Elettriche)
- Acquedotto (A2A Ciclo Idrico);
- Costruenda fognatura nera (A2A Ciclo Idrico).
- N.1 palo di illuminazione pubblica.

Di seguito si riporta planimetria e sezione con indicato lo spostamento provvisorio e definitivo dei vari sottoservizi.

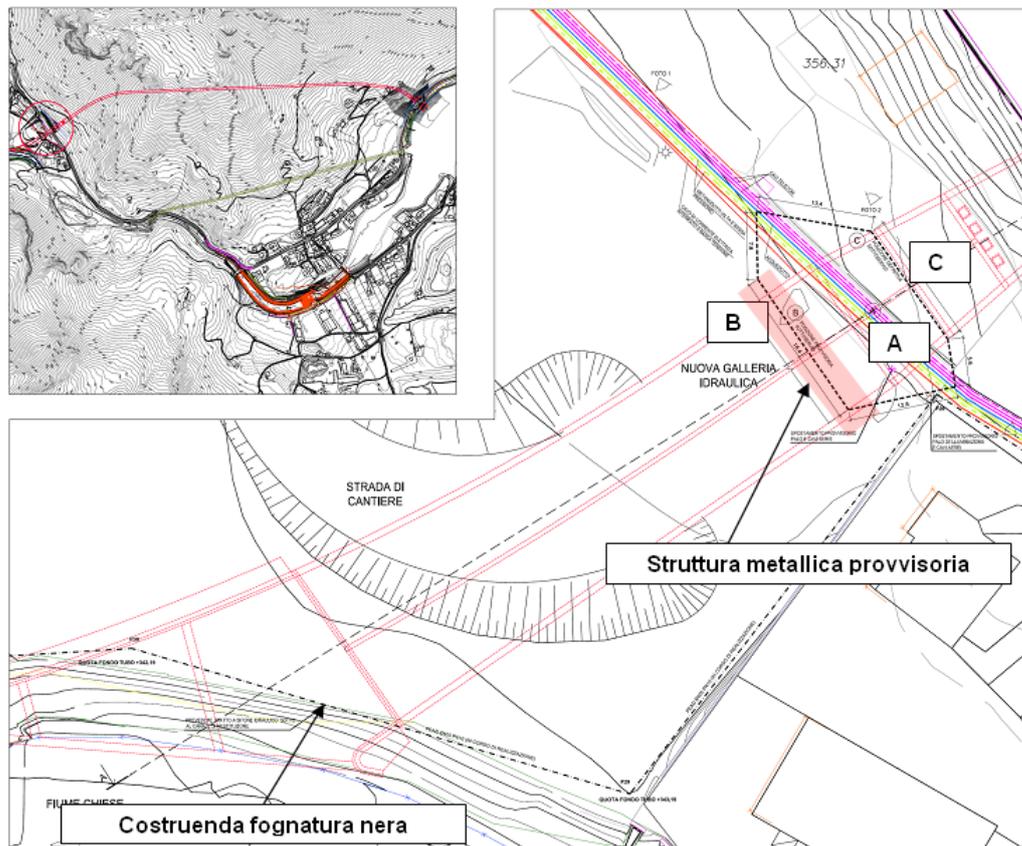


Figura 62: Planimetria zona di sbocco

Si prevede di risolvere le interferenze dei sottoservizi presenti in via Marconi mediante deviazione provvisoria degli stessi a lato della strada esistente (pos.B), e successivo ripristino a monte della strada (pos. C).

Il sostegno dei sottoservizi in fase provvisoria avviene mediante struttura in acciaio costituita da n. 3 travi inferiori tipo HEA400 collegate mediante caestrelli e n. 2 profili superiori tipo UPN200. Di seguito si riporta una sezione della struttura metallica provvisoria.

Per quanto riguarda la costruenda rete di fognatura nera si prevede di abbassare il tratto interferente con il canale interrato al di sotto dei muri laterali di contenimento.

Si riportano le principali fasi costruttive:

- 1) Realizzazione pista di cantiere e diaframmi a valle della strada esistente;
- 2) Posa struttura metallica provvisoria sopra i diaframmi per passaggio sottoservizi;
- 3) Spostamento dalla posizione iniziale (A) alla posizione provvisoria (B) dei seguenti sottoservizi:

- tubo del metanodotto ad alta pressione;
- tubo del metanodotto a media pressione;
- n.2 cavi interrati rete di telecomunicazione in rame;
- n.1 cavo interrato in fibre ottiche di telecomunicazione;
- cavi interrati rete elettrica e illuminazione pubblica;
- tubo di acquedotto.

Si prevede inoltre in questa fase lo spostamento provvisorio di n. 1 palo d'illuminazione pubblica e l'abbassamento del tratto della costruenda fognatura nera.

- 4) Realizzazione diaframmi di contenimento in corrispondenza di via Marconi e lato monte;
- 5) Scavo e realizzazione canale di restituzione in corrispondenza di via Marconi e lato monte;
- 6) Ritombamento con materiale proveniente dagli scavi;
- 7) Spostamento dei sottoservizi dalla posizione provvisoria (B) alla posizione definitiva (C).
- 8) Smontaggio struttura metallica provvisoria e completamento canale di restituzione tratto di valle.

### **12.3 ZONA NUOVA TRAVERSA**

Nella zona della nuova traversa interferiscono i seguenti sottoservizi:

- Metanodotto ad alta pressione in alveo (A2A Retragas);
- Costruenda fognatura nera in alveo (A2A Ciclo Idrico);
- Fognatura nera esistente in via dei Baicc (A2A Ciclo Idrico);
- Fognatura acque bianche in via dei Baicc con scarico in fiume Chiese (A2A Ciclo Idrico);
- N.1 Palo di illuminazione pubblica in via dei Baicc;
- Cabina alimentazione impianto di sollevamento (ABS Italia).

La planimetria seguente riporta l'area della nuova traversa.



Figura 63 – Planimetria di inquadramento area nuova traversa.

Per risolvere le interferenze dei sottoservizi con le opere di progetto si prevede:

- Abbassamento del metanodotto ad alta pressione in alveo al di sotto della quota nuova savanella;
- Abbassamento della costruenda fognatura nera in alveo al di sotto della quota nuova savanella;
- Spostamento delle reti di fognatura esistenti in via dei Baicc a lato del nuovo argine in sponda sinistra;
- Spostamento e successivo ripristino del palo di illuminazione pubblica in via dei Baicc e della cabina di alimentazione impianto di sollevamento.

## 13 ALLACCIAMENTI CORRENTE ELETTRICA

### 13.1 ZONA DI IMBOCCO NUOVA GALLERIA

Nella zona di imbocco della nuova galleria è necessario prevedere, per l'alimentazione elettrica delle paratoie, un nuovo allacciamento di corrente con potenza 25 kWatt a 380 volt in trifase.

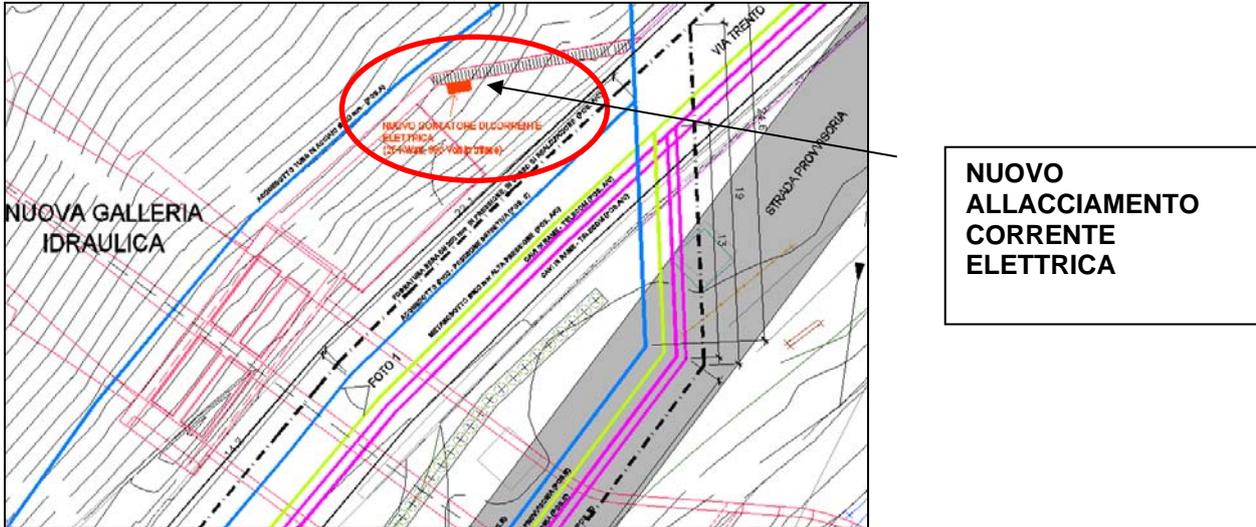


Figura 64 – Nuovo allacciamento corrente elettrica

### 13.2 ZONA NUOVA TRAVERSA

Nella zona della nuova traversa è necessario prevedere, per l'alimentazione elettrica delle paratoie, un nuovo allacciamento di corrente con potenza 40 kWatt a 380 volt in trifase.



Figura 65 – Nuovo allacciamento corrente elettrica

## 14 DIMENSIONAMENTI IDRAULICI DELLE OPERE ED ANALISI DEGLI EFFETTI

### 14.1 DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI IMBOCCO E DELLA GALLERIA DI BY-PASS

Il manufatto di imbocco è stato dimensionato per garantire l'evacuazione di una portata elevata fin dai primi istanti dell'evento di piena a partire dalla quota di minima regolazione di 364.75 mslm (3.25 m sotto il livello di massima regolazione storica di 368.00 mslm, come da regolamento di gestione del 2002).

Il funzionamento sarà pertanto quello di imbocco sotto battente; la scala delle portate risulterà la seguente:

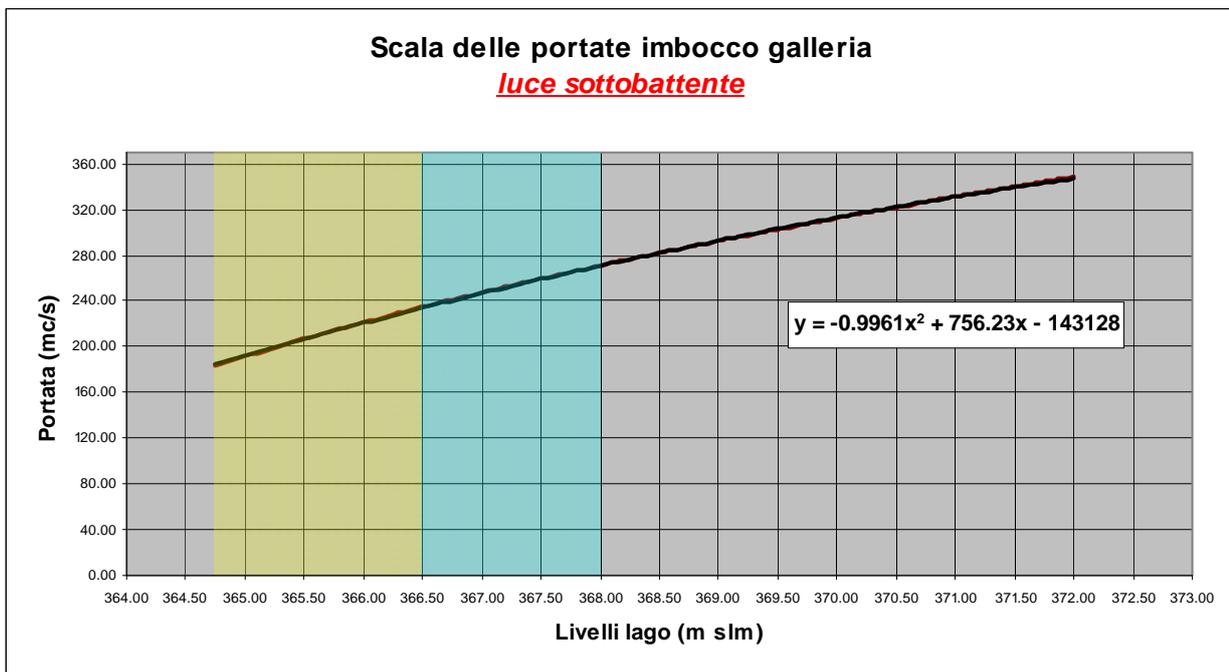


Figura 66 : Scala delle portate manufatto di imbocco.

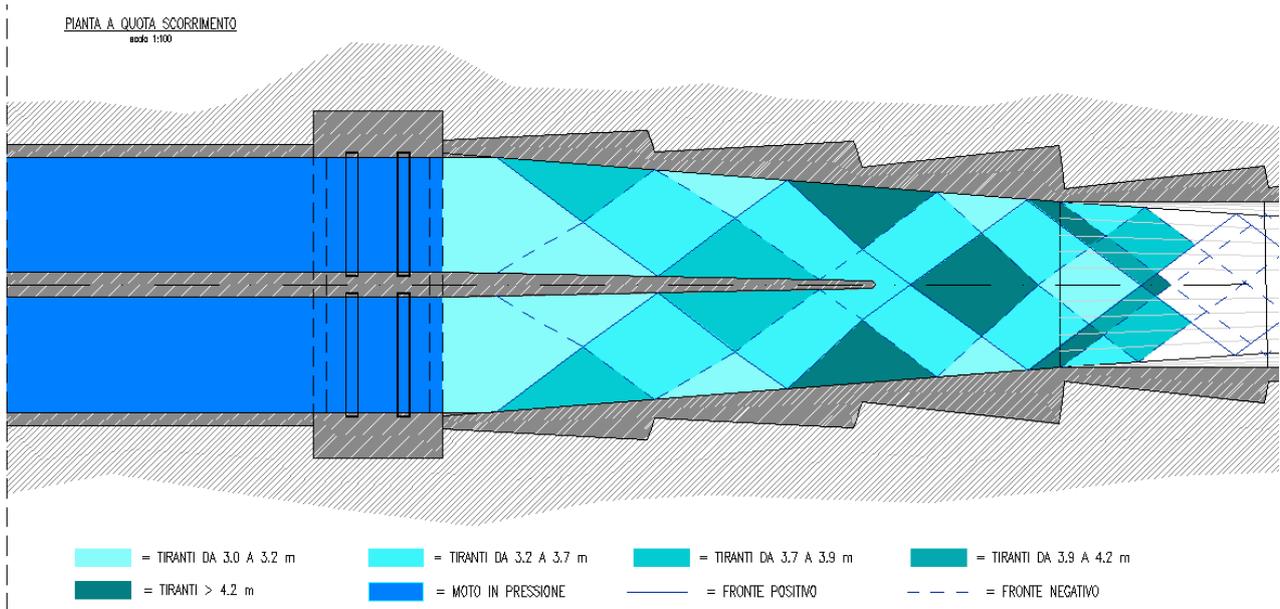
### 14.2 DIMENSIONAMENTO DELLA GALLERIA

La galleria si comporta come un condotto a pelo libero in corrente rapida, che deve addurre una portata massima di 330 mc/s corrispondente allo scarico in condizioni di piena millenaria e idrogramma a doppio colmo.

A valle della camera paratoie, si instaurerà la sezione contratta, avente altezza del tirante idrico di 3.15 m. Il primo tratto di galleria è rappresentato da un manufatto con planimetrico convergente ed avente un setto mediano divergente.

La corrente rapida all'uscita dalle paratoie incontra pertanto, procedendo verso valle, un angolo convergente di deviazione di 5° ed un angolo divergente di 1°.

Da tali angoli si staccheranno pertanto dei fronti stazionari di perturbazione, positivi per la convergenza e negativi per la divergenza, che si rifletteranno sulle pareti e si intersecheranno tra di loro formando un reticolo di onde le quali confineranno campi di moto a diversi tiranti e velocità.

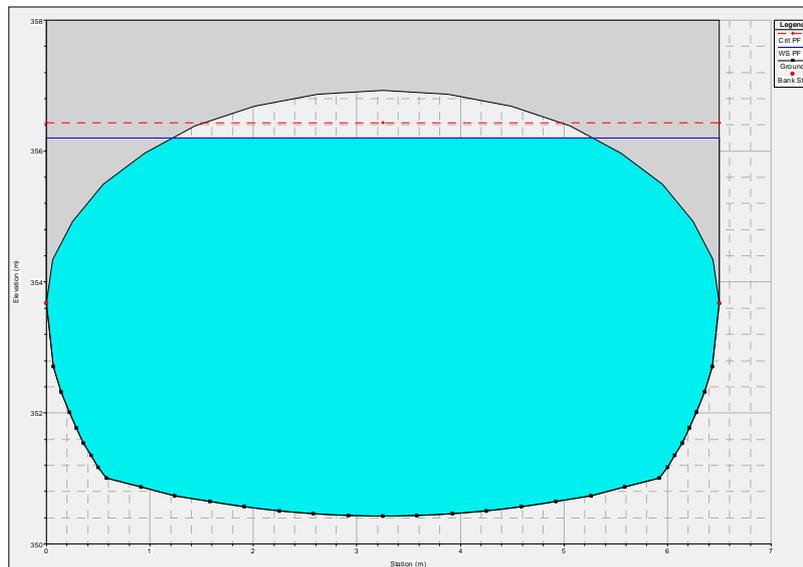


**Figura 67 : fronti di perturbazione stazionari a valle delle paratoie.**

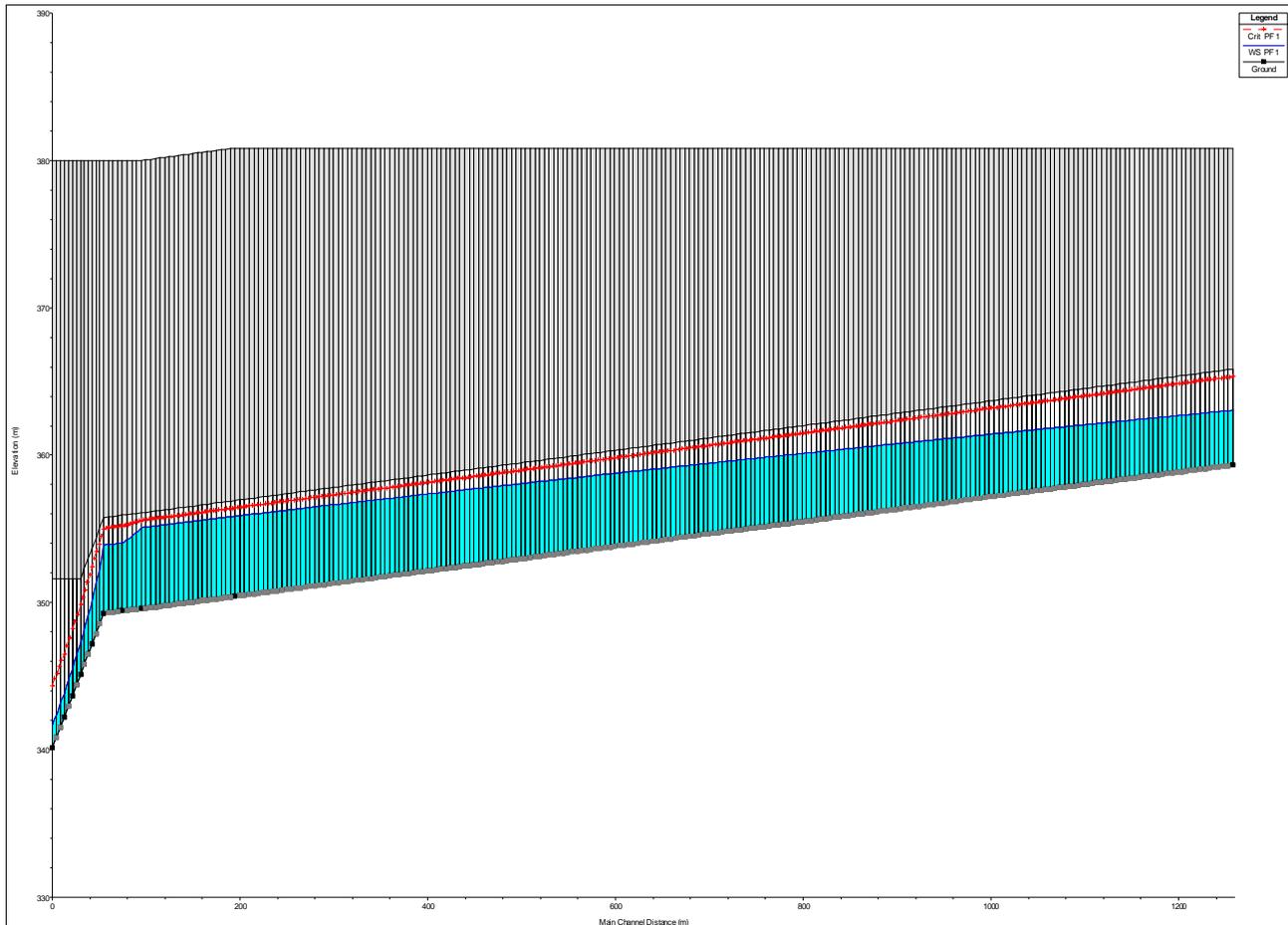
Da tale condizione al contorno si è proceduto al calcolo del profilo di moto permanente all'interno della galleria, dimensionata con una pendenza dell' 8.5 %.

La verifica idraulica della galleria è stata effettuata con il software HEC-RAS 4.0 in regime di moto permanente.

Le seguenti figure riassumono i risultati emersi:



**Figura 68 : Sezione liquida in galleria**



**Figura 69 : Profilo idrico in galleria con  $Q = 330$  mc/s. Moto rapido decelerato.**

Si può notare come all'interno della galleria si instauri un profilo di moto permanente rapido decelerato.

Si può pertanto constatare come, con una pendenza dello 0,85%, si ha un tirante di circa 5.6 m corrispondente ad una portata di 330 mc/s, un franco residuo di 1.0 m, una sezione liquida di 31.86 m ed una velocità di 10.36 m/s.

Rimandando al progetto esecutivo i calcoli di maggior dettaglio sulla formazione delle onde stazionari e roll-waves, si ritiene che il franco di 1.0m sia sufficientemente cautelativo.

#### **14.2.1 DIMENSIONAMENTO DEL DISSIPATORE**

Il dimensionamento del manufatto di dissipazione è avvenuto mediante l'implementazione di modelli numerici idraulici e l'utilizzo di valori sperimentali sulla dissipazione a denti.

La verifica della effettiva capacità di dissipazione e dei predimensionamenti eseguiti è stata condotta mediante la realizzazione di un modello fisico in similitudine di Froude in scala 1:50, presso il laboratorio di Idraulica DICATeA dell'Università degli Studi di Parma.

La modellazione ha confermato i predimensionamenti eseguiti con metodi di modellazione numerica monodimensionale.

In particolare si verifica che:

- Nel raccordo tra galleria e scivolo di ingresso al dissipatore non vi sono distacchi di vena con depressioni sulla platea
- Il risalto risulta localizzato nella camera di dissipazione
- Il profilo del moto a valle della camera di dissipazione nel tratto in galleria si mantiene sempre a pelo libero essendo scongiurati pericoli di incollo della vena in calotta
- Nel canale di restituzione artificiale il moto ritorna rapido con velocità di circa 7 m/s.



Figura 70: vista da valle del modello fisico

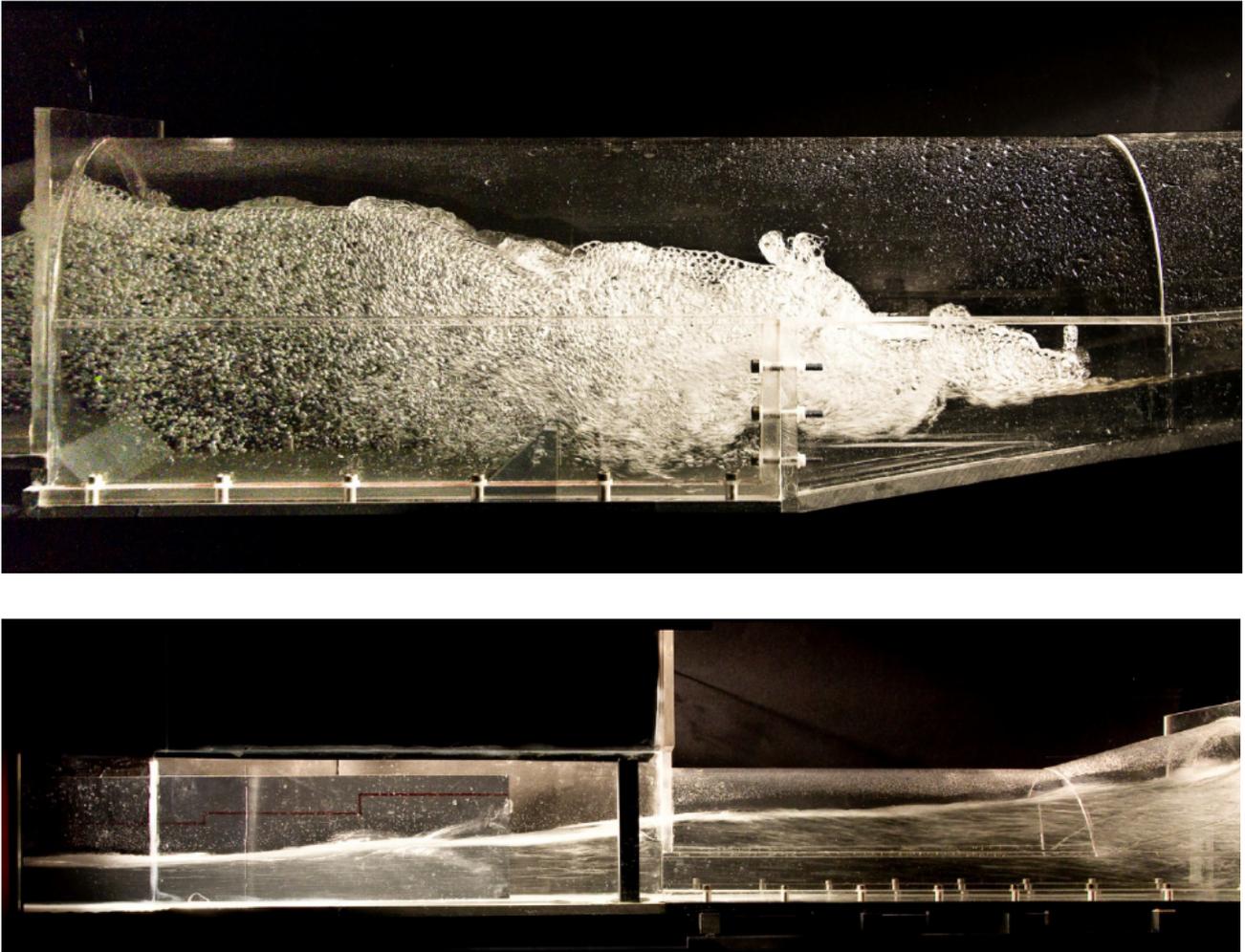


Figura 71: prove su modello fisico

#### 14.2.2 DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI RESTITUZIONE

Il dimensionamento e la verifica idraulica del manufatto di restituzione è avvenuto mediante l'implementazione di un modello bidimensionale di simulazione dell'intero manufatto e della confluenza con il fiume Chiese, partendo dalle condizioni al contorno del moto ricavate con la modellazione fisica di cui al precedente paragrafo.

Si sono analizzati due scenari:

- Completo scarico delle portate dal lago attraverso la galleria (scenario di collasso di frana)
- Scarico parziale dalla galleria e dal Chiese (scenario di assenza di frana).

Nel caso di completo scarico delle portate di piena dalla galleria, la corrente risulta rapida all'interno del manufatto di sbocco e tende a ridurre la velocità nel primo tratto di fiume, passando in condizioni di moto critico.

Nel caso invece di ripartizione delle portate di piena tra Chiese (circa 220 mc/s) e galleria (circa 110 mc/s), il modo nel fiume è critico, mentre nel canale risulta lento, con formazione di un

risalto localizzato nei pressi del divergente in uscita dal dissipatore in galleria. Tale risalto risulta comunque contenuto nel canale ed il moto è anche in questo caso a pelo libero.

Le condizioni di deflusso nel Chiese sono comunque assimilabili a quelle che si verificano naturalmente con il completo scarico delle piene attraverso l'alveo fluviale.

Le seguenti figure evidenziano i campi di moto alla confluenza galleria – Chiese, ricavati mediante le simulazioni bidimensionali eseguite con modello numerico. Per ulteriori dettagli si rimanda alla Relazione Idrologica e Idraulica.

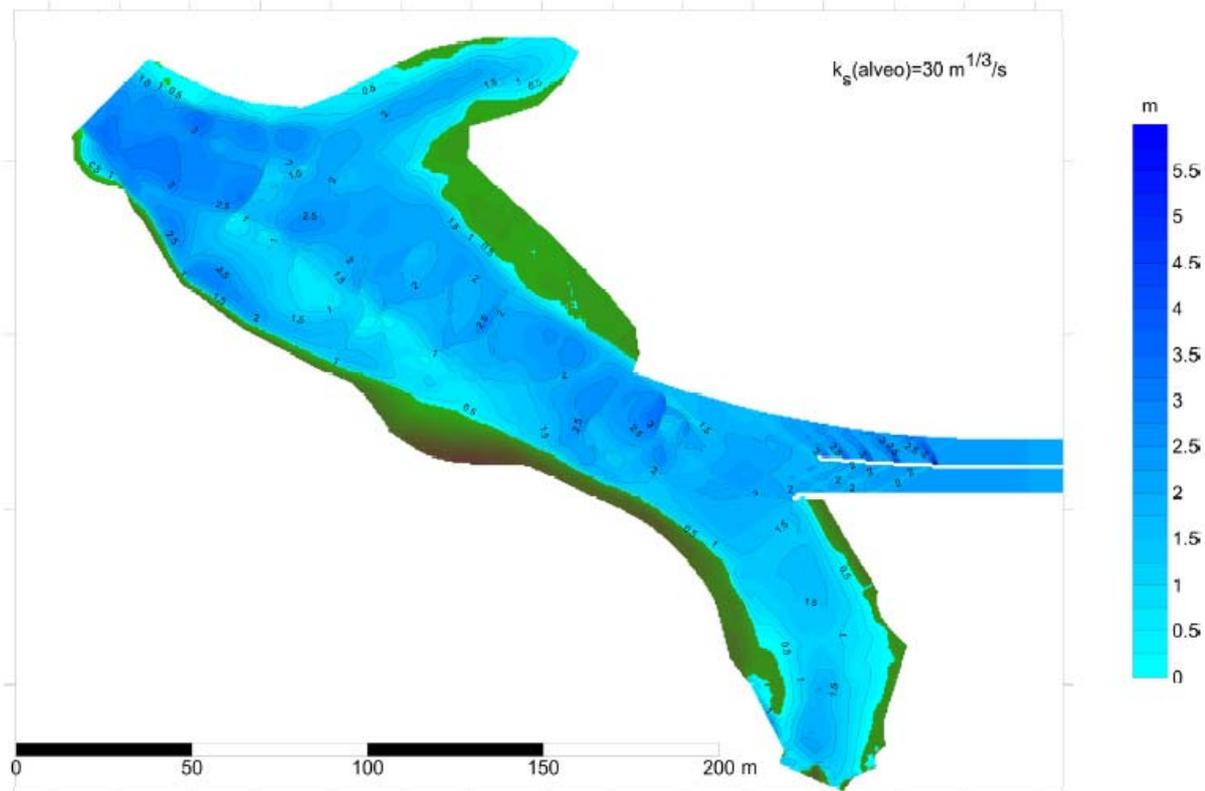


Figura 72: tiranti di piena con completa evacuazione delle portate dalla galleria

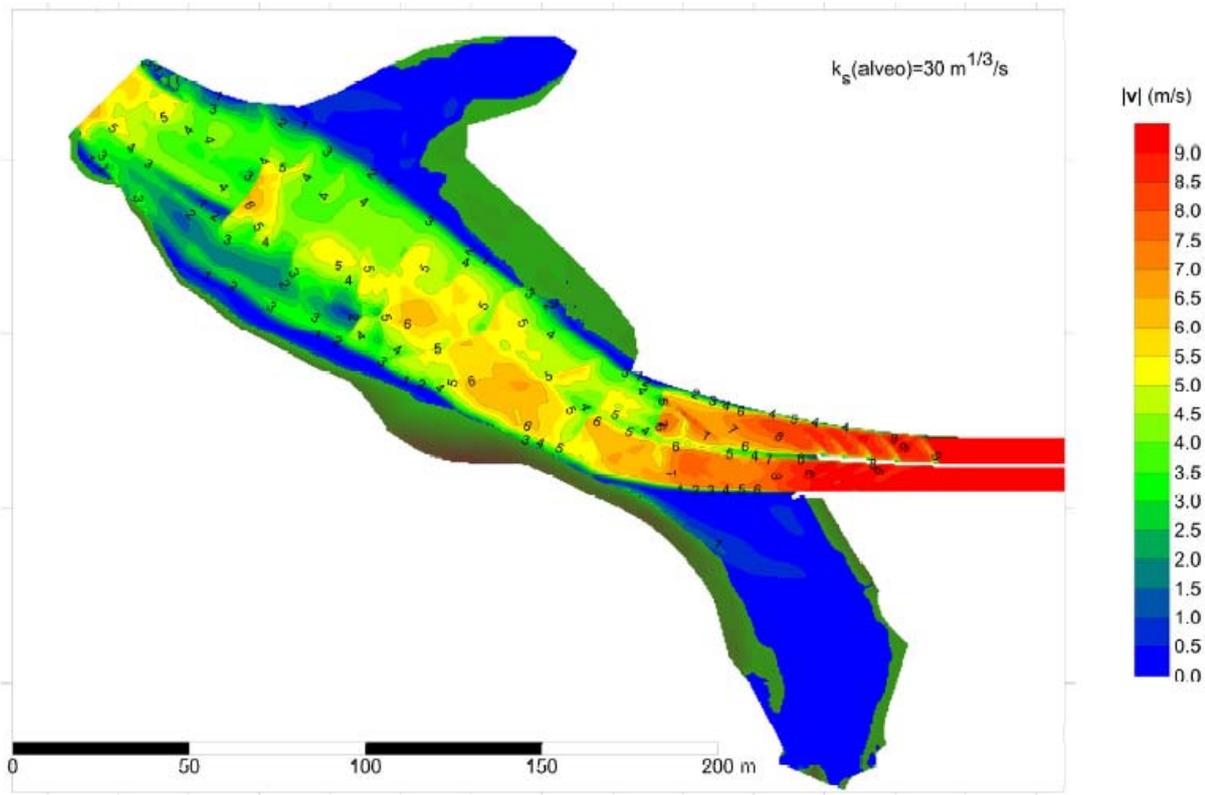


Figura 73: velocità di piena con completa evacuazione delle portate dalla galleria

### 14.3 DIMENSIONAMENTO DELLA NUOVA TRAVERSA DI SBARRAMENTO

La geometria della traversa di sbarramento è imposta da condizioni al contorno non modificabili:

- Quota di soglia a 365.00 m slm come da Accordo di Programma dell'Agosto 2008
- Larghezza delle luci di 11.50 m come da Progetto Preliminare, vincolate dalla larghezza dell'alveo.
- Altezza massima di ritenuta 368.00 m slm (massimo livello di regolazione)

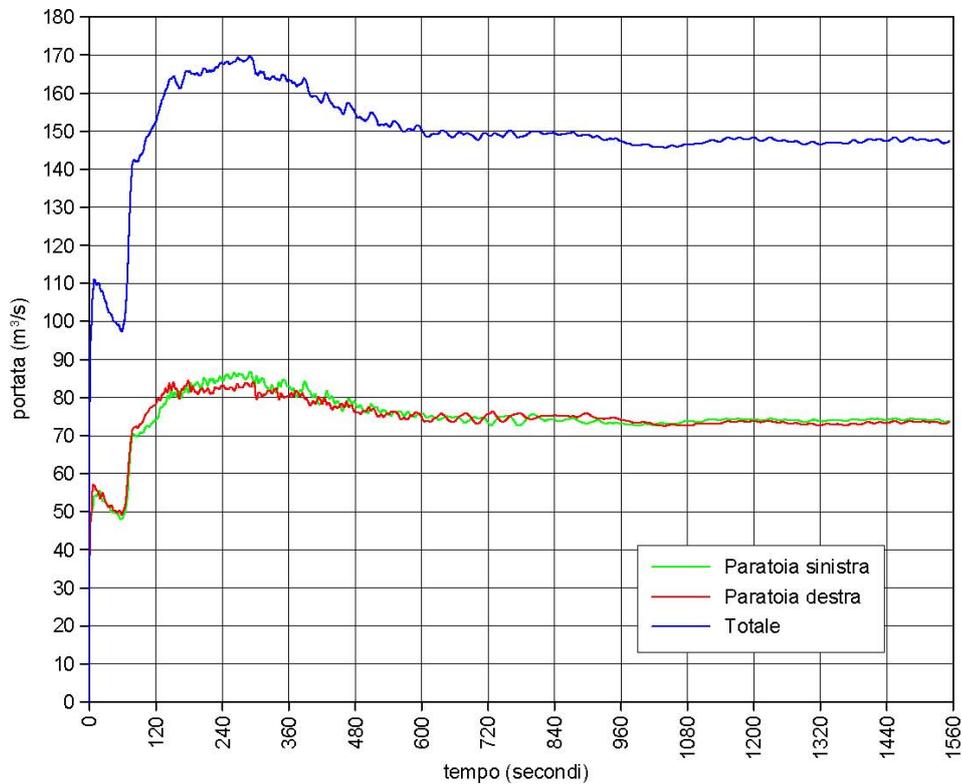
In fase progettuale si è pertanto proceduto con le seguenti calcolazioni:

- Verifica della capacità di smaltimento delle portate in relazione ai sovralti del lago (per i risultati si rimanda ai paragrafi successivi)
- Dimensionamento della savanella per il rilascio di una portata di 5.0 mc/s (pari al doppio del vigente minimo deflusso vitale) anche con il minimo livello di regolazione del lago di 364.75 m slm
- Dimensionamento della scala di monta in modo da garantire la risalita dei pesci per ogni condizione idrometrica del lago.

Si è infine proceduto alla verifica degli effetti di una rottura improvvisa degli organi di ritenuta lungo il Fiume Chiese (Dam Break).

I risultati più significativi sono riportati nelle seguenti figure. Si può verificare come l'evento di rottura della traversa, con una quota del lago alla massima regolazione, comporti una

portata effluente pari a circa la metà della portata scaricata verso valle in caso di piena e compatibile con la struttura dell'alveo del Chiese a valle (circa 150 mc/s contro 320 mc/s di piena millenaria).



**Figura 74 : Simulazione 1 (dam-break totale) – Portate uscenti dalle luci delle due paratoie e portata totale uscente dalla breccia.**

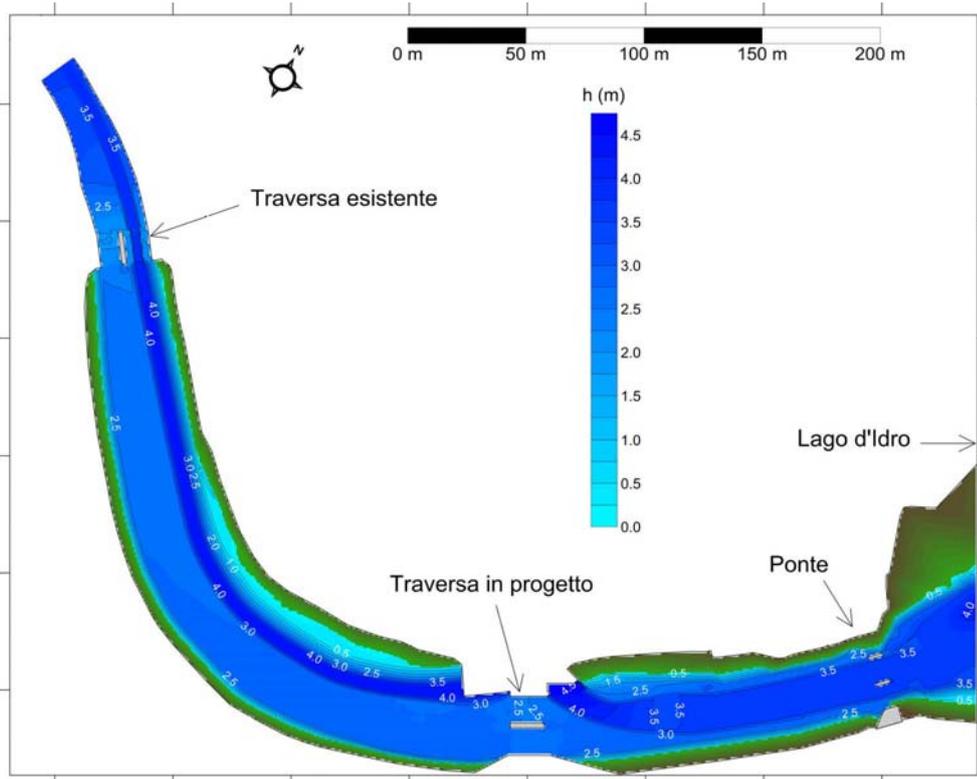


Figura 75 : Simulazione 1 (dam-break totale). Involuppo delle profondità idriche.

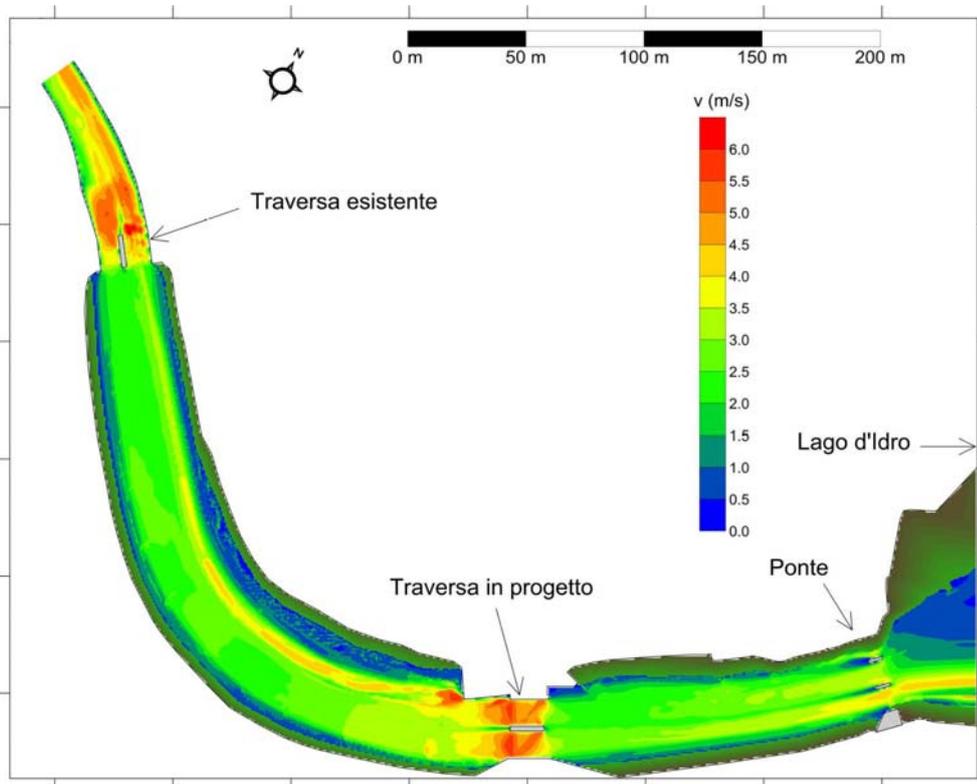


Figura 76 : Simulazione 1 (dam-break totale). Involuppo delle velocità idriche.

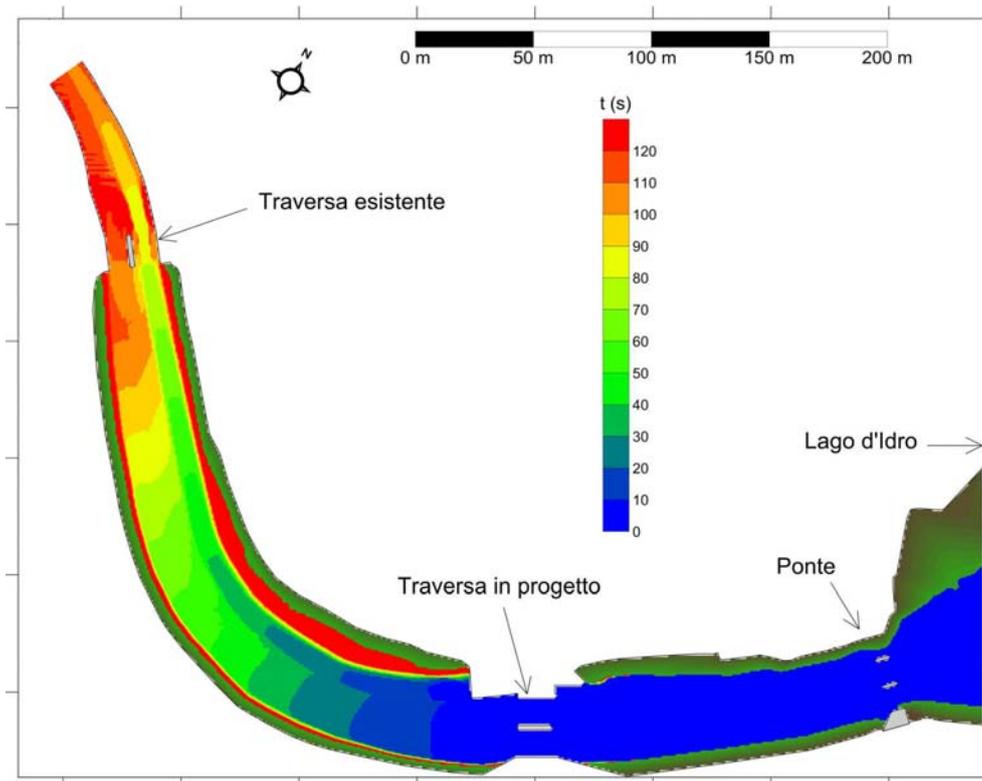


Figura 77 : Simulazione 1 (dam-break totale). Tempi di arrivo del fronte di bagna mento.

## **14.4 ANALISI DEGLI EFFETTI DELL'OPERA SUI SOVRALZI DEL LAGO D'IDRO IN OCCASIONE DI UN EVENTO DI PIENA MILLENARIO**

### **14.4.1.1 Lo smaltimento delle portate di piena con e senza collasso di frana attraverso la nuova galleria di by-pass**

Il verificarsi del collasso di frana in sponda sinistra orografica, oltre ai danni immediati derivanti dall'investimento diretto delle infrastrutture e/o della popolazione, comporterebbe:

- Un innalzamento incontrollato dei livelli idrici del Lago in quanto l'unico possibile deflusso delle acque verrebbe ad essere lo scarico della centrale Enel di Vobarno
- La sommersione in breve periodo (stimabile in 20-40 giorni) di tutti i centri abitati circumlacuali
- Un possibile enorme rischio per le popolazioni rivierasche del Chiese a valle del Lago, di fronte a fenomeni di cedimento dell'ostruzione dell'emissario costituita dai detriti di frana.

Lo scopo principale del presente progetto è quello di scongiurare il catastrofico scenario sopra descritto, conseguente al collasso della frana.

Le opere sono pertanto state progettate per minimizzare i sovralti del lago di fronte ad una piena millenaria, nello scenario di frana, garantendo al contempo la sicurezza idraulica del territorio rivierasco del fiume Chiese a valle del Lago.

Nello scenario di ostruzione da frana dell'emissario, i volumi idrici in ingresso al lago dovranno essere evacuati attraverso la nuova galleria di by-pass.

Per la verifica idraulica del sistema progettato si sono eseguite diverse simulazioni, Mediante l'implementazione di appositi modelli idraulici, costituite dalle combinazioni di diversi parametri:

- Tempo di ritorno dell'evento di piena
- Durata dell'evento di piena (diversa forma degli idrogrammi in ingresso al lago)
- Diversi livelli del lago ad inizio dell'evento di piena.

Si sono inoltre valutate idraulicamente le due alternative di configurazione dell'imbocco della galleria:

- Con soglia a presidio dell'imbocco avente ciglio a 365.20 m s.l.m. (come da accordo di programma del 2008)
- Con imbocco sommerso senza soglia.

I risultati ottenuti sono sintetizzati nei seguenti diagrammi:

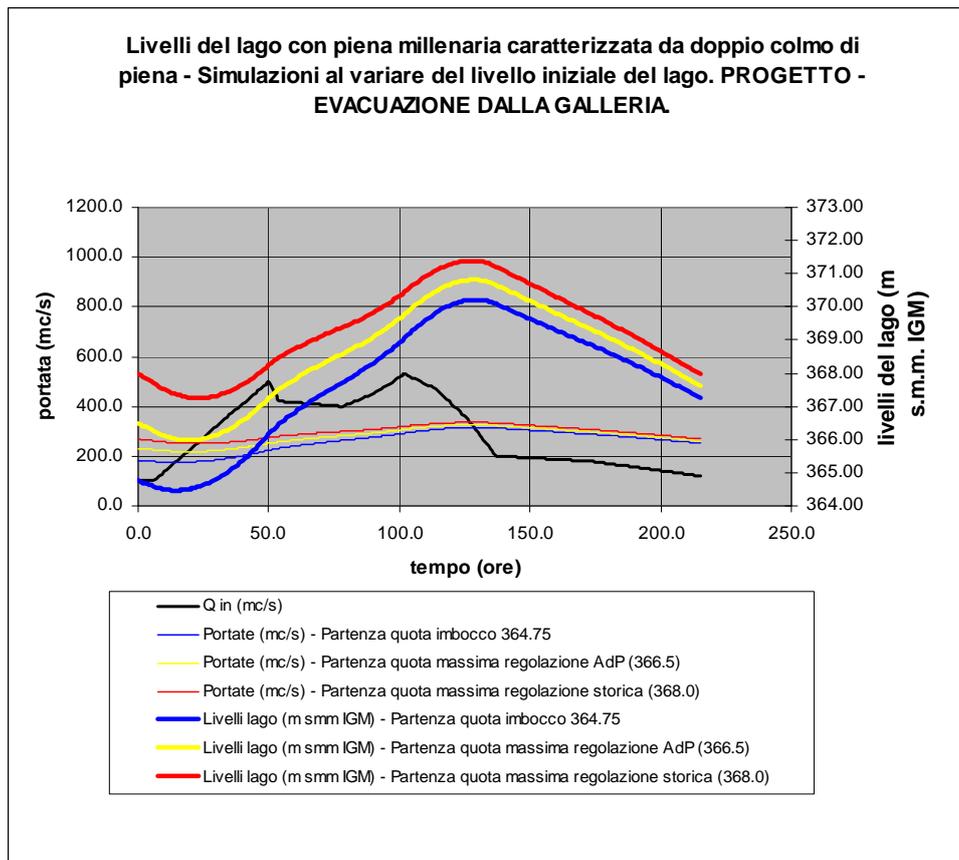
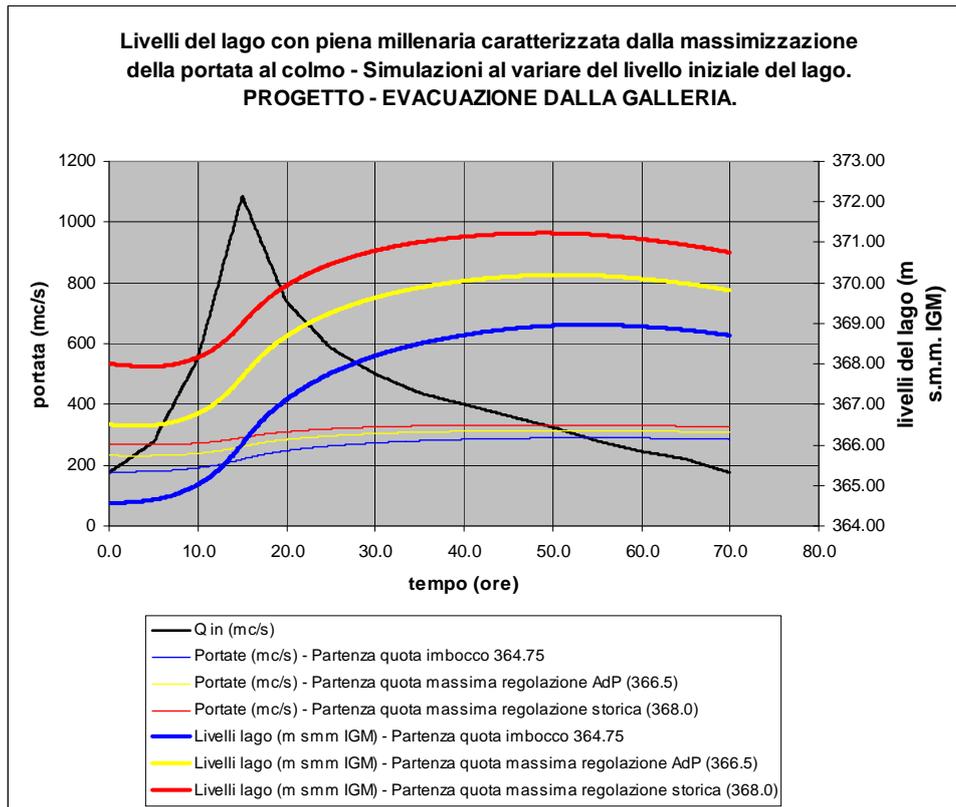


Figura 78: diagrammi di piena con Tr 1000 anni – simulazione con soluzione di progetto con imbocco galleria sotto battente

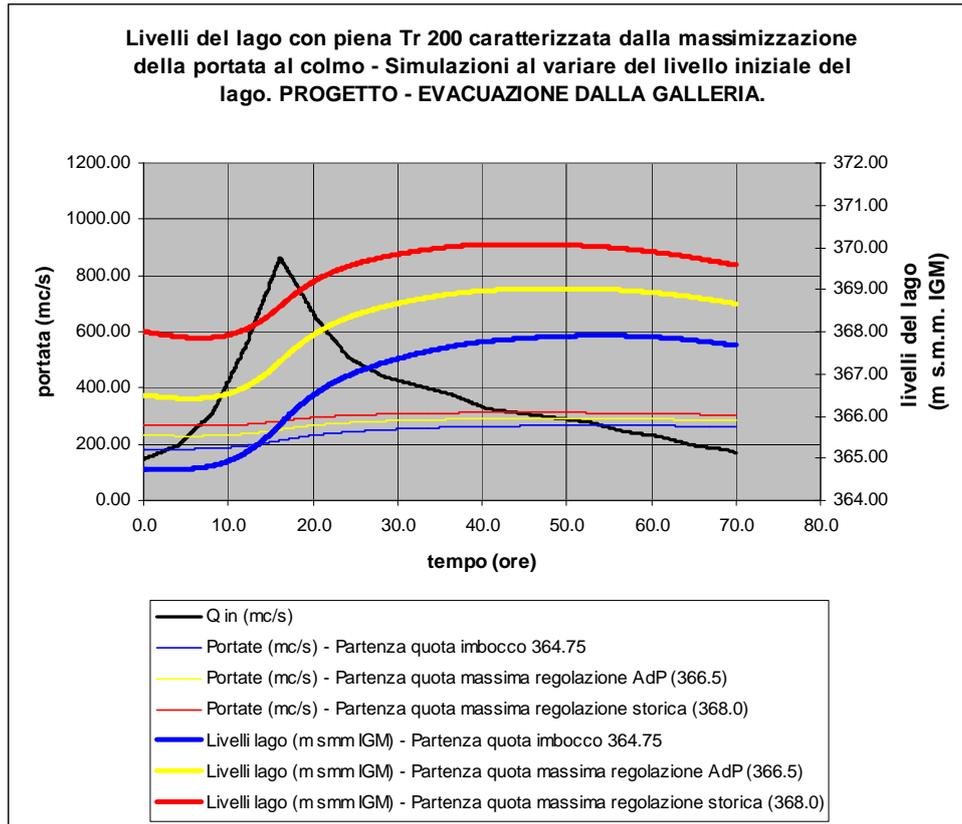


Figura 79: diagrammi di piena con Tr 200 anni e idrogramma in ingresso con massimizzazione delle portate al colmo – simulazione con soluzione di progetto con imbocco galleria sotto battente

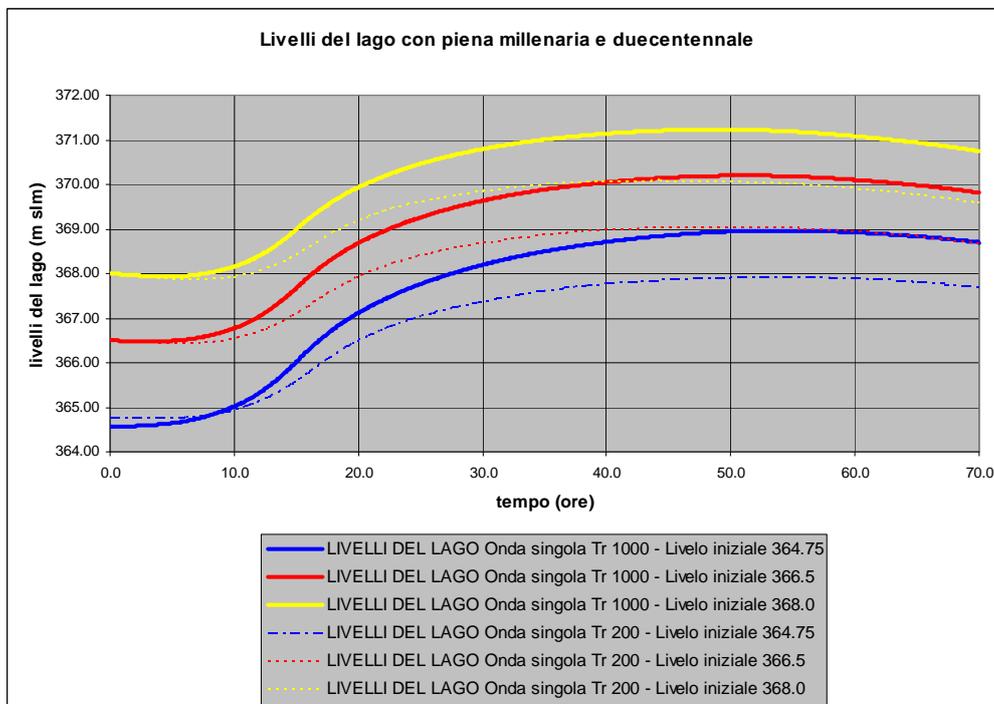


Figura 80: confronto tra le simulazioni con tempo di ritorno 1000 anni e 200 anni – simulazione con soluzione di progetto con imbocco galleria sotto battente

REGIONE LOMBARDIA  
**NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO**  
 PROGETTO DEFINITIVO

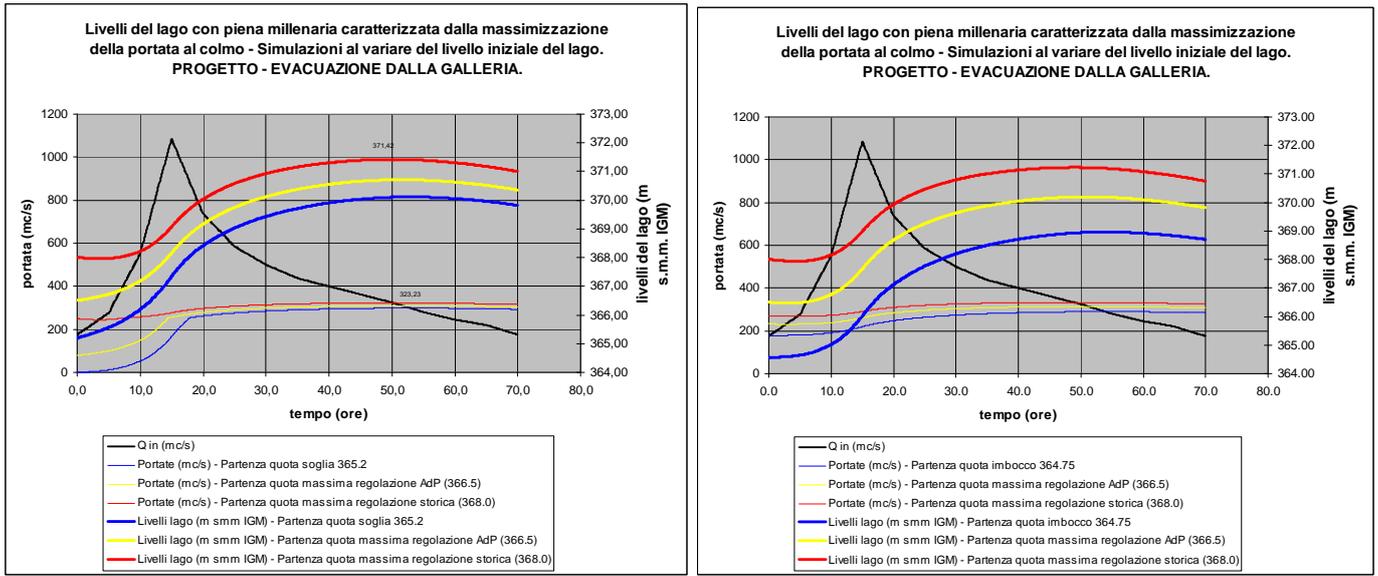


Figura 81: confronto tra le simulazioni con tempo di ritorno 1000 anni con soglia a protezione dell'imbocco (a sinistra) e senza (a destra)

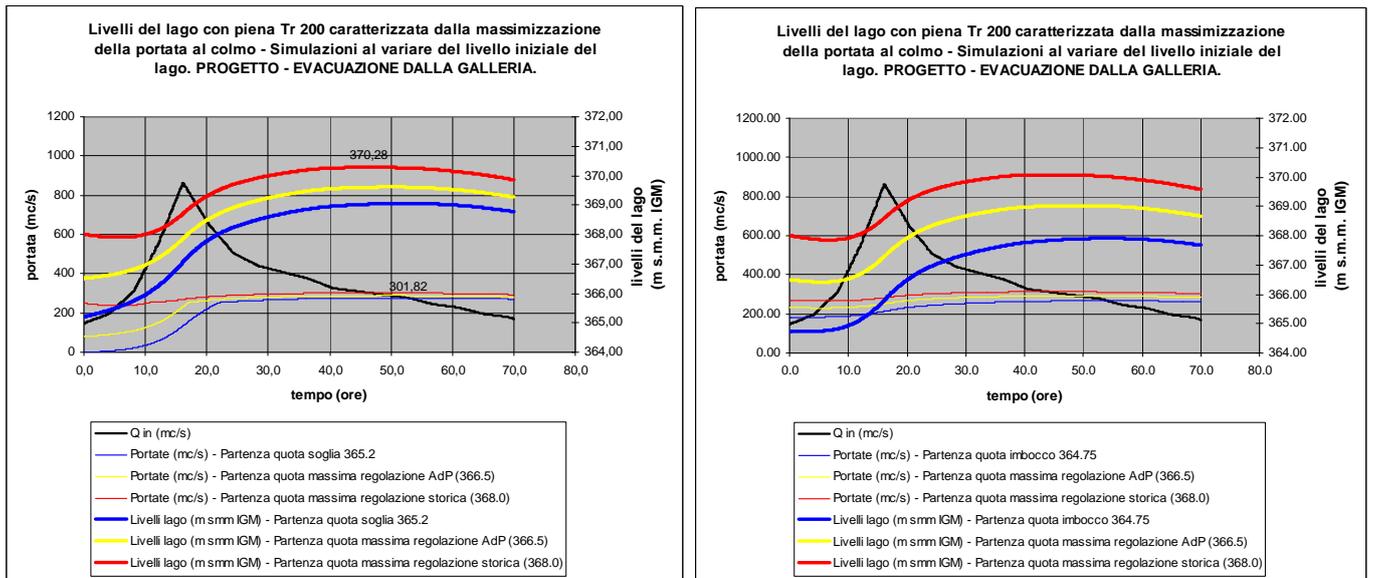


Figura 82: confronto tra le simulazioni con tempo di ritorno 200 anni con soglia a protezione dell'imbocco (a sinistra) e senza (a destra)

Nella seguente tabella si riportano i principali parametri calcolati, in termini di sovranzo del lago, nella soluzione di progetto con galleria avente imbocco sotto battente, confrontati con lo scenario allo stato odierno in assenza di fenomeni di collasso di frana e con l'ipotesi di realizzazione di una soglia di fronte all'imbocco della galleria.

Le simulazioni sono state eseguite prevedendo all'arrivo della piena un livello nel lago pari alla massima regolazione e prevedendo uno svasso preventivo del lago fino alla minima regolazione

(365.20 allo stato di fatto e di progetto con soglia e 364.75 allo stato di progetto con galleria sotto battente).

**SCENARIO CON SVASO PREVENTIVO:**

Tipo di idrogramma	Tempo di ritorno (anni)	Massimo livello stato di fatto	Massimo livello progetto galleria con soglia	Massimo livello progetto galleria con imbocco sotto battente
Singolo colmo	1000	370.67	370.12	368.97
Doppio colmo	1000	372.48	371.62	370.21
Singolo colmo	200	369.72	369.06	367.91

**Risulta evidente come:**

- **I livelli di massima piena millenaria con la soluzione di progetto siano contenuti tra 368.97 m slm e 370.21 m slm**
- **L'abbassamento dei livelli di piena millenaria rispetto allo stato di fatto in assenza di frana è stimabile tra 1.70 e 2.27 m**
- **La soluzione di progetto senza soglia antistante la galleria di By-pass sia ottimale dal punto di vista della sicurezza idraulica, consentendo un abbassamento dei livelli di piena millenaria variabile tra 1.15 e 1.41 m rispetto alla soluzione con soglia**
- **Con una piena caratterizzata da singolo colmo e tempo di ritorno di 200 anni, tramite svassi preventivi, l'innalzamento dei livelli del lago risulta contenuto all'interno della massima regolazione storica.**

**Da evidenziare inoltre che l'eliminazione della soglia, potrebbe consentire in caso di eventi estremi e catastrofici, di abbassare il lago al di sotto della minima regolazione e quindi contenere ulteriormente i livelli di piena.**

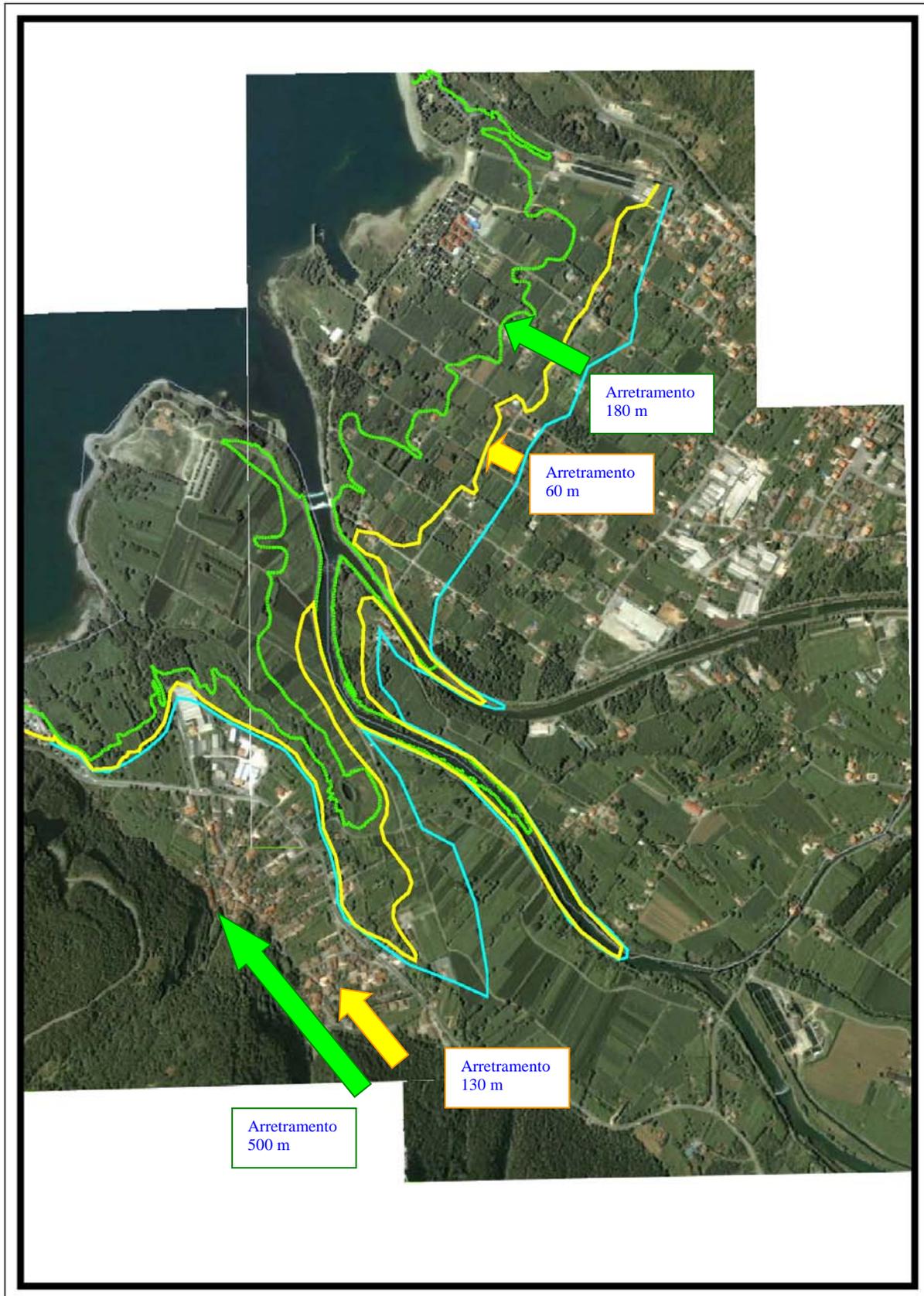
In particolare le elaborazioni compiute hanno permesso di definire che con uno svasso preventivo di 1.95 m al di sotto della minima regolazione, ovvero a 362.80 m slm, il livello di piena millenaria con onda a singolo colmo sarebbe contenuto entro i 368.00 m slm di massima regolazione storica.

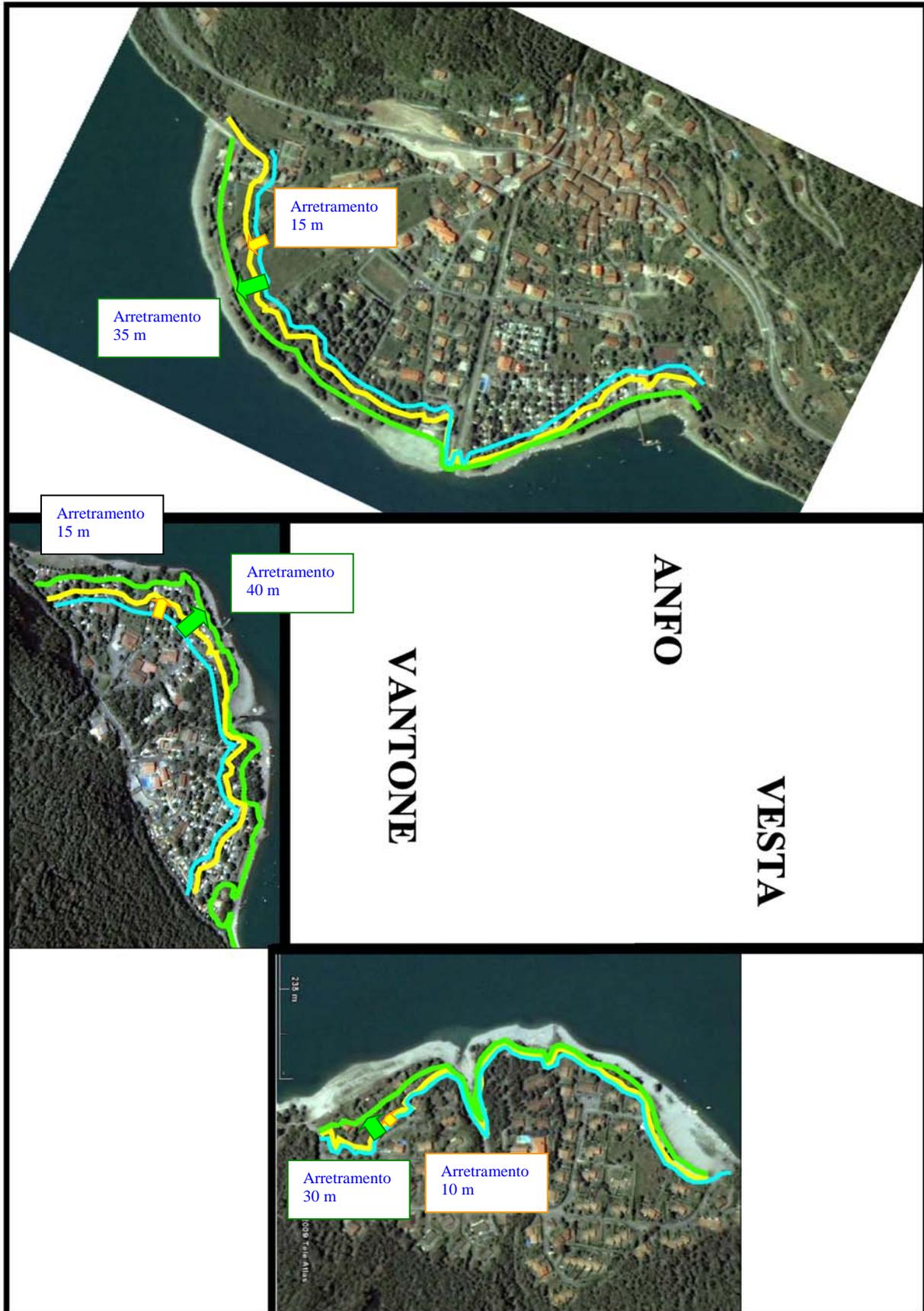
Da precisare comunque che eventuali svassi sotto la minima regolazione dovranno essere assolutamente eccezionali, solo per piene catastrofiche, in quanto non possono essere ordinari perché scendendo sotto la minima regolazione non si avrebbe più il rilascio del DMV (e quindi il tratto di Chiede sotteso dalla galleria rimarrebbe all'asciutto).

Le seguenti planimetrie riportano per le varie zone del lago i livelli di piena millenaria e duecentennale, con colmo singolo, con svassi preventivi del lago alla minima regolazione, nei seguenti scenari:

- Stato di fatto in assenza di frana - AZZURRO
- Stato di progetto con soglia di fronte all'imbocco della galleria (anche in presenza di frana) - GIALLO
- Stato di progetto senza soglia di fronte all'imbocco della galleria (anche in presenza di frana) - VERDE

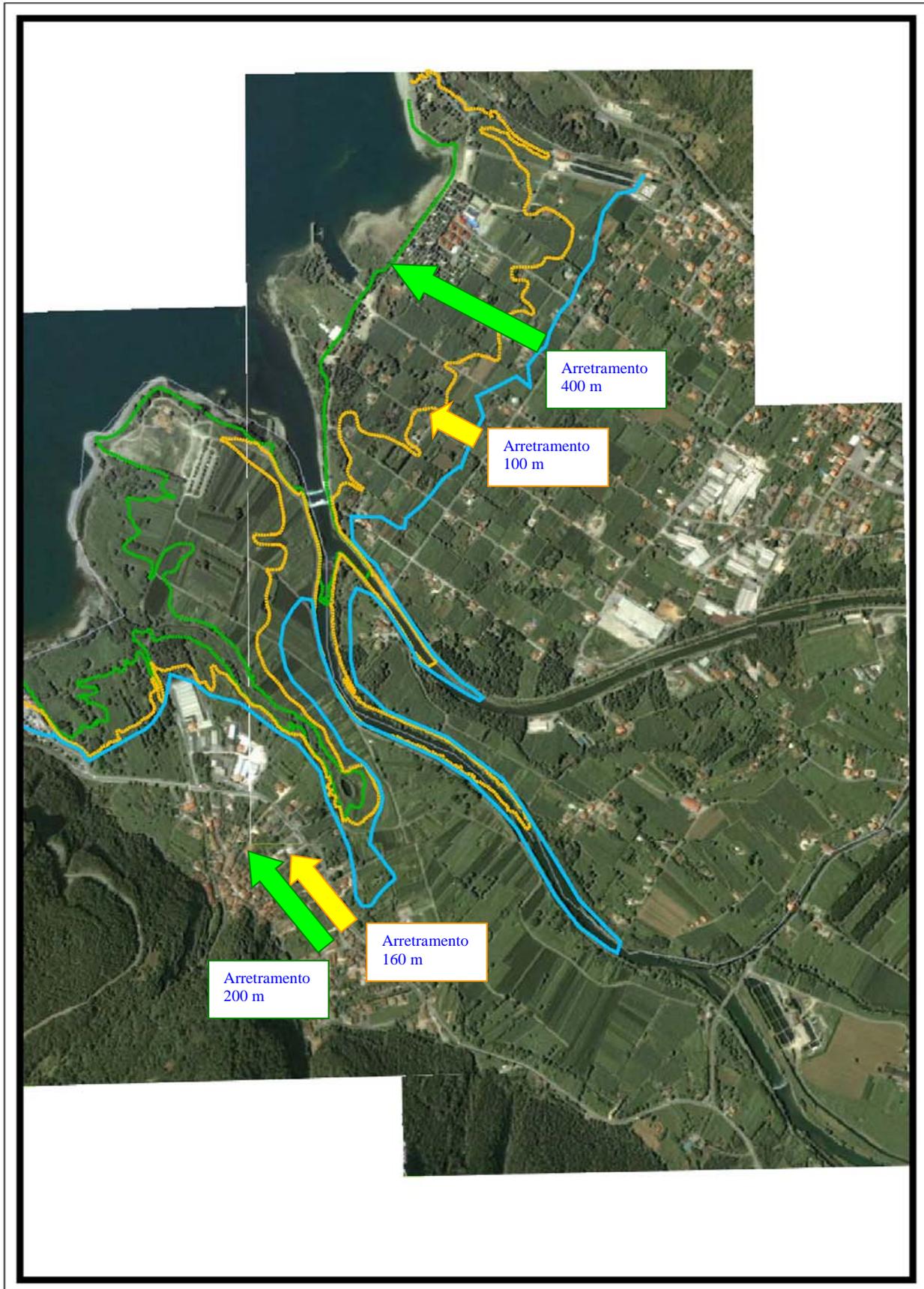
**TEMPO DI RITORNO 1000 ANNI**

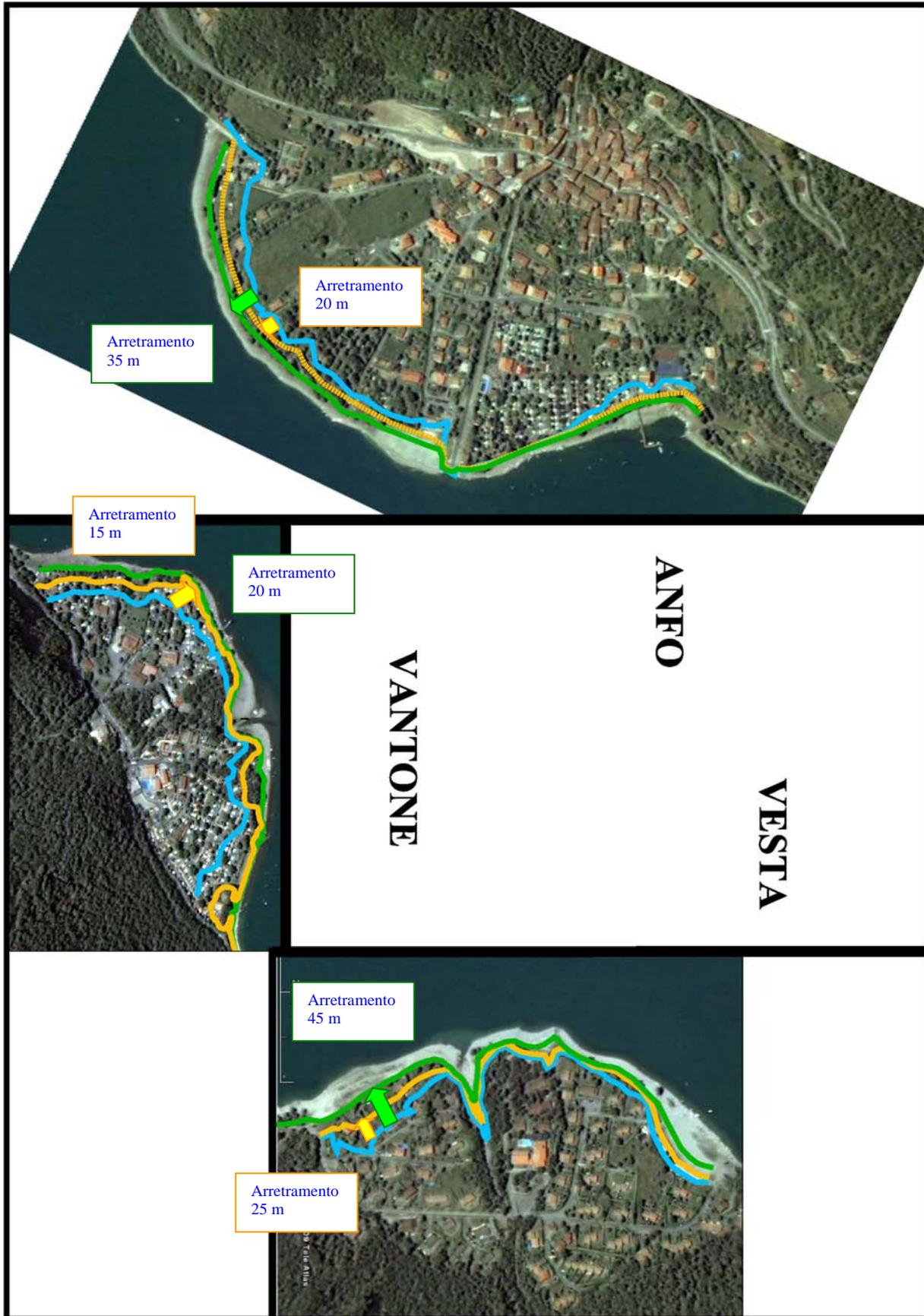




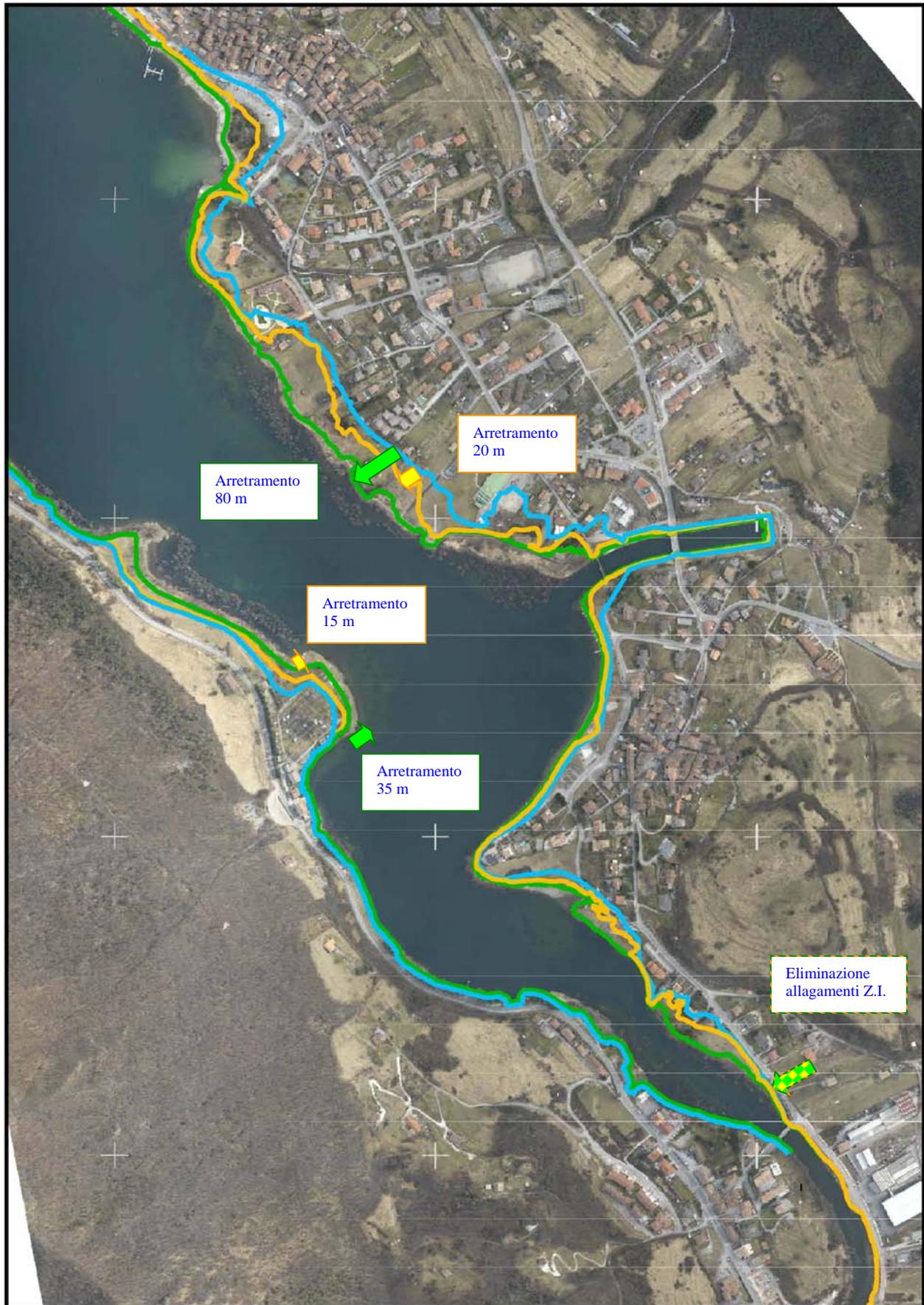


TEMPO DI RITORNO 200 ANNI





REGIONE LOMBARDIA  
NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
PROGETTO DEFINITIVO



### **SCENARIO SENZA SVASO PREVENTIVO:**

Di fronte ad una piena caratterizzata da una limitata durata ed una forte intensità (singolo colmo) i sovralti nel lago sono fortemente correlati al livello idrico dello specchio liquido ad inizio dell'evento meteorologico.

Le seguenti tabelle confrontano l'innalzamento dei livelli di piena partendo dalla quota di massima regolazione (senza svaso preventivo) e dalla minima (con svaso preventivo):

#### **Con svaso preventivo:**

Tipo di idrogramma	Tempo di ritorno (anni)	Massimo livello stato di fatto	Massimo livello progetto galleria con soglia	Massimo livello progetto galleria con imbocco sotto battente
Singolo colmo	1000	370.67	370.12	368.97
Doppio colmo	1000	372.48	371.62	370.21
Singolo colmo	200	369.72	369.06	367.91

#### **Senza svaso preventivo:**

Tipo di idrogramma	Tempo di ritorno (anni)	Massimo livello stato di fatto	Massimo livello progetto galleria con soglia	Massimo livello progetto galleria con imbocco sotto battente
Singolo colmo	1000	371.97	371.42	371.23
Doppio colmo	1000	372.94	371.97	371.39
Singolo colmo	200	370.94	370.28	370.07

**Si nota come la differenza di prestazioni in termini di innalzamento del livello del lago in piena, tra la soluzione di galleria senza soglia di imbocco e galleria con soglia, sia meno marcata rispetto alla ipotesi di svaso preventivo.**

Ciò è dovuto al fatto che il funzionamento idraulico della galleria, a partire dalla quota di massimo invaso, è sempre sotto battente sia nella soluzione con soglia che in quella senza soglia.

**Ne consegue che uno svaso del lago preventivo all'arrivo di una piena di forte intensità si ripercuote beneficamente sui massimi sovralti idrici attendibili.**

**Si ritiene pertanto auspicabile, per l'ottimizzazione della gestione dei livelli del lago in caso di emergenze, la realizzazione di un modello previsionale di arrivo delle piene basate sulle tecnologie del radar meteorologico.**

L'implementazione di tale modello di previsione, non rientra tuttavia nell'oggetto della presente progettazione e pertanto dovrà, se ritenuto necessario, essere realizzato successivamente da parte degli enti competenti nella gestione idraulica del Lago.

#### 14.4.1.2 I possibili scenari di gestione delle piene in assenza di collasso di frana

In assenza di collasso di frana con ostruzione dell'emissario, in occasione di piene eccezionali, le portate dal lago d'Idro potranno essere evacuate mediante:

- La nuova galleria di by-pass
- La nuova traversa e quindi l'alveo del Chiese
- La derivazione Enel.

Trascurando, a favore della sicurezza, la portata di 30 mc/s evacuabile dalla derivazione a scopi idroelettrici, si sono pertanto sviluppate le seguenti analisi:

- Evacuazione della piena massimizzando lo scarico di portata dalla galleria di by-pass
- Evacuazione della portata di piena completamente attraverso la traversa di sbarramento, senza utilizzo della galleria di by-pass.

Il posizionamento della nuova traversa nel tratto terminale del lago con alveo a pendenza pressoché nulla fino alla traversa esistente, anche se necessario per garantire un'ubicazione esterna all'area di frana, instaura un funzionamento idraulico del manufatto come luce a battente rigurgitata.

Ne consegue che la galleria di by-pass, funzionando a battente libero è più efficiente della traversa che per la sua ubicazione ha un funzionamento di luce rigurgitata.

A parità di portata evacuata, pari a 332 mc/s, si hanno i seguenti sovralti nel lago corrispondenti ad una piena millenaria con singolo colmo in assenza di svasi preventivi:

- Con evacuazione prevalente dalla galleria: 371,11 m slm
- Con evacuazione completamente dalla traversa: 372,17 m slm

Risulta pertanto evidente che, sia per limitare i sovralti del lago che per limitare la corrente in Chiese e pertanto possibili inneschi di dissesti, è auspicabile utilizzare la nuova galleria di by-pass non solo in occasione dell'eventuale verificarsi della ostruzione dell'emissario del lago, ma anche per gestire efficacemente i fenomeni di piena in assenza della frana.

Si evidenzia anche in questo caso come gli svasi preventivi del lago consentano di minimizzare i sormonti delle paratoie a settore della traversa scaricando, anche in caso di eventi millenari di piena, solamente in minima parte le portate attraverso il Chiese e limitando quindi i possibili fenomeni di innesco di dissesti.

#### **14.4.2 Gli effetti sul Fiume Chiese dello scarico della portata di piena millenaria attraverso i nuovi organi di regolazione e by-pass**

Nello scenario di frana con ostruzione dell'emissario del lago, la piena millenaria con colmo a circa 1100 mc/s verrà laminata dal lago e la galleria evacuerà una portata di 320 mc/s con un sovrizzo del lago a 371.42 m slm.

Analogamente, anche negli altri scenari di piena millenaria, anche in assenza di collasso di frana, si evidenzia come la portata complessivamente scaricata verso valle nel fiume Chiese sia sempre dell'ordine di 320-330 mc/s.

Si è pertanto voluto verificare gli effetti dello scarico di tale portata sul fiume Chiese per verificarne la sostenibilità in termini di aree allagate.

Ne è risultato che tale valore rappresenta un limite oltre il quale si hanno esondazioni delle aree produttive poste in comune di Lavenone e più a valle sulla sponda destra del Fiume Chiese.

Le velocità in alveo si attestano in media attorno ai 3.5 m/s, valore sostenibile date le caratteristiche morfologiche del fiume con fondo in detriti di grosse dimensioni.

Pertanto non risulta percorribile l'ipotesi di limitare ulteriormente i sovrizzi del lago, scaricando verso valle una maggiore portata, se non a discapito della sicurezza idraulica dei territori rivieraschi del fiume Chiese a valle del lago d'Idro.

Le seguenti figure riportano la planimetria e le sezioni di piena nella ipotesi di scarico di 320 mc/s (di cui 120 dalla galleria e 200 dalla traversa, ma la situazione a valle dello scarico è analoga a quella con completa evacuazione della portata dalla sola galleria).

Il contributo del T. Abbioccolo (affluente di destra del Chiese nei pressi di Lavenone) alla formazione delle piene del Chiese risulta trascurabile per la non contemporaneità dei picchi degli idrogrammi dell'Abbioccolo stesso e dell'emissario del lago.

REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

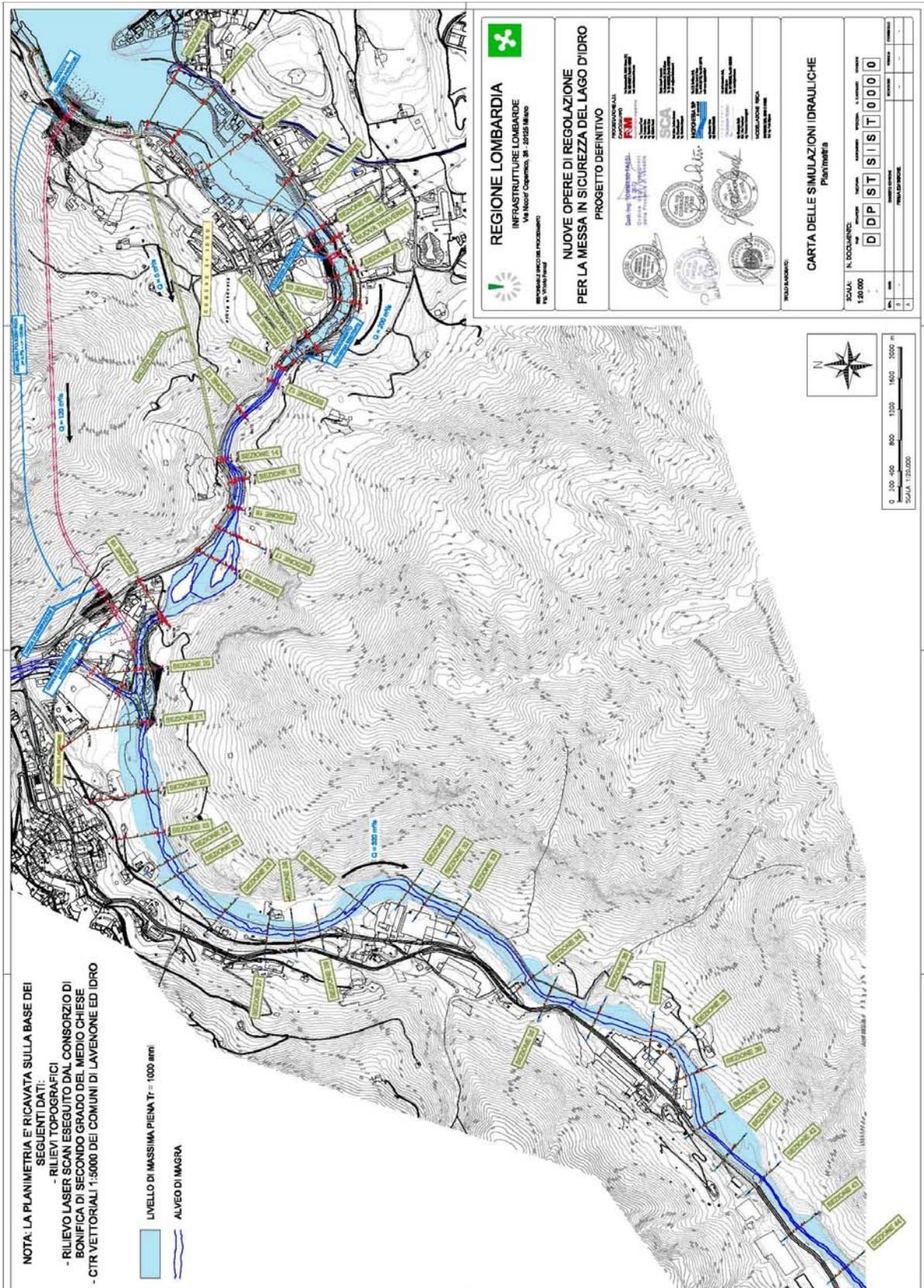


Figura 83: planimetria delle aree allagate con piena Tr 1000 anni

REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

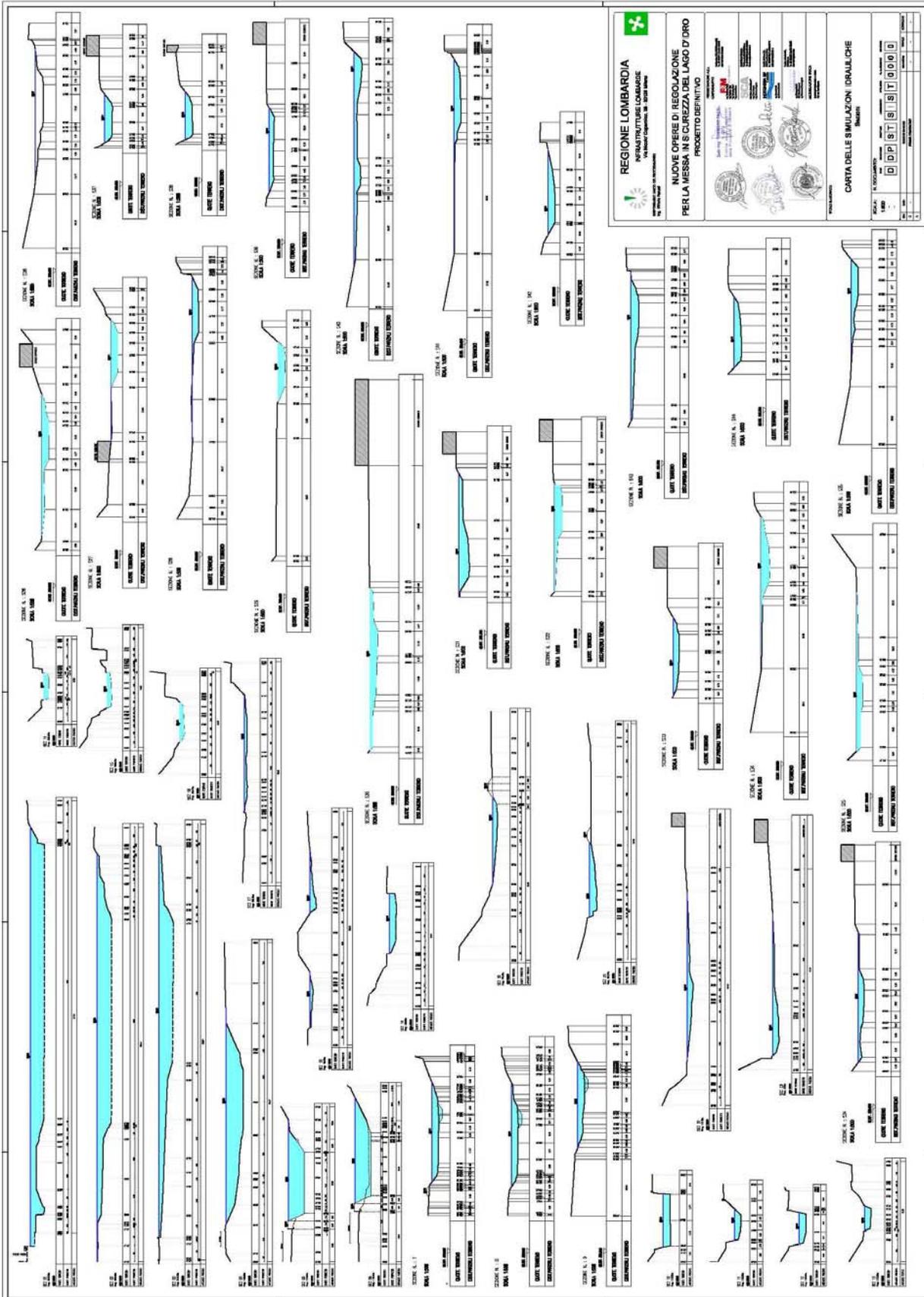


Figura 84: sezioni con livelli di piena Tr 1000 anni

## 15 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

I contenuti e le procedure di valutazione di impatto ambientale sono disciplinati dall'Art. 22 del D.Lgs. 152/06.

Ai termini del citato D.Lgs, Parte seconda, Allegato III, Elenco A, Punto 15, le opere di progetto rientrano nella categoria "Dighe ed altri impianti destinati a trattenere le acque ... di capacità superiore a 100.000 mc"; pertanto il progetto è da assoggettare a Valutazione di Impatto Ambientale.

Secondo l'Art. 25, comma 1 del D.Lgs. 152/06 la Valutazione di Impatto Ambientale compete, per i progetti di opere ed interventi, come quello in esame, sottoposti ad autorizzazione statale e per quelli aventi impatto ambientale interregionale o internazionale, al Ministro dell'Ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro per i beni e le attività culturali.

I contenuti dello studio di impatto ambientale sono stati definiti sulla base delle indicazioni di cui all'Allegato VII del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 4/2008.

In particolare lo studio è stato strutturato nelle seguenti parti:

1. Quadro di riferimento programmatico: in questo capitolo si analizzeranno tutti gli strumenti di pianificazione vigenti ed aventi attinenza con le opere di progetto;
2. Quadro di riferimento ambientale: verranno indagati tutti i componenti ambientali che caratterizzano l'area in esame e che sono potenzialmente soggetti ad impatto legato alla realizzazione ed all'utilizzo delle nuove opere;
3. Quadro di riferimento progettuale: si descriveranno brevemente le finalità delle opere di progetto da perseguire per la successiva analisi delle alternative;
4. Analisi degli impatti per la definizione delle alternative: verranno valutate le principali alternative prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, indicando le principali ragioni di scelta, sotto il profilo ambientale, della soluzione progettuale individuata;
5. Descrizione degli interventi di progetto: conterrà una descrizione dell'opera di progetto, con particolare riferimento alle scelte progettuali adottate e alle tecniche realizzative prescelte, e dei progetti interferenti con essa. Si verificherà infine la coerenza con i vigenti strumenti di pianificazione;
6. Analisi degli impatti degli interventi di progetto: si fornirà una descrizione dei probabili impatti diretti ed indiretti, positivi e negativi, permanenti e temporanei, del progetto proposto sulle componenti ambientali. Si forniranno infine indicazioni sulle misure di mitigazione e compensazione di eventuali impatti negativi e si analizzeranno i costi e benefici economici legati alla realizzazione dell'opera.

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati delle analisi, rinviando allo Studio di Impatto Ambientale per ulteriori approfondimenti.

## 15.1 COERENZA DEL PROGETTO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI

### 15.1.1 Compatibilità del progetto con gli obiettivi del P.T.R.

La realizzazione delle nuove opere di regolazione per la messa in sicurezza del Lago d'Idro risulta coerente gli obiettivi tematici del P.T.R., ed in particolare con i seguenti:

- *Mitigazione del rischio di esondazione;*
- *Perseguire la riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua;*
- *Garantire la sicurezza degli sbarramenti e dei bacini di accumulo di competenza regionale, assicurare la pubblica incolumità della popolazioni e la protezione dei territori posti a valle delle opere;*
- *Difendere il suolo e la tutela del rischio idrologico.*

Inoltre con riferimento al sistema territoriali dei Laghi, l'intervento consente di perseguire l'obiettivo specifico della Difesa del suolo e la gestione integrata dei rischi legati alla presenza dei bacini lacuali.

Il progetto include, inoltre, specifici accorgimenti tecnici finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, attraverso il rispetto del mantenimento del deflusso minimo vitale del Fiume Chiese e la ricostituzione del corridoio ecologico, che mette in comunicazione l'ecosistema lacustre e quello fluviale e permette il passaggio della fauna ittica, mediante la realizzazione della scala di risalita per pesci.

### 15.1.2 Compatibilità del progetto con gli indirizzi di tutela del P.T.P.R.

La realizzazione delle nuove opere di regolazione per la messa in sicurezza del Lago d'Idro risulta coerente con gli obiettivi e gli indirizzi indicati nel P.T.P.R. a tutela del paesaggio lombardo in riferimento in particolare agli ambiti e alle unità caratterizzanti il territorio in esame.

### 15.1.3 Compatibilità del progetto con gli obiettivi e gli indirizzi del P.T.C.P.

Si riporta di seguito un'analisi della compatibilità del Progetto preliminare con le caratteristiche e le criticità che caratterizzano i diversi sistemi territoriali individuati dal Piano:

- **Sistema ambientale:** in conformità con quanto indicato in merito alla tutela quantitativa e qualitativa dei corpi idrici superficiali, la realizzazione delle nuove opere di regolazione garantisce il rilascio del deflusso minimo vitale nel Fiume Chiese, la realizzazione della scala pesci e l'intervento di rinaturalizzazione del tratto iniziale dell'alveo fluviale si qualificano come azioni di tutela degli ecosistemi che permetteranno in corrispondenza del corso del Fiume Chiese, ambito della ricostruzione ecologica, e del bacino lacustre il ripristino degli elementi di degrado artificiali e naturali esistenti, di ridurre i fattori di criticità, di rafforzare e migliorare la funzionalità ecosistemica, come indicato dal Piano in riferimento a tali componenti della rete ecologica.

**Sistema paesistico:** il progetto non comporta interferenze rilevanti con gli indirizzi di Piano

- **Sistema della mobilità:** emerge la presenza di un'interferenza di lieve entità in relazione alla deviazione dell'asse stradale della S.S. 237 durante le operazioni costruttive. Dato che la deviazione del flusso di traffico interesserà un breve tratto stradale e al termine dei lavori sarà ripristinata la condizione attuale, si può

concludere che vi sia una completa assenza di incompatibilità tra il progetto e gli indirizzi di Piano.

- **Sistema insediativi:** il progetto non comporta interferenze con gli insediamenti presenti in corrispondenza dell'area d'interesse.

#### **15.1.4 Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.T.G. di Idro**

L'opera in progetto, pur non essendo prevista all'interno del vigente PTG del Comune di Idro, non trova nell'attuale strumento urbanistico espliciti elementi ostativi alla sua realizzazione.

In ogni caso comunque, sarà necessario predisporre una variante allo strumento urbanistico attuale. Nel caso in cui la variante non venisse adottata dall'amministrazione comunale, l'opera in quanto di pubblica utilità e necessaria alla messa in sicurezza del territorio, potrà essere comunque realizzata anche attraverso diretta ordinanza della Protezione Civile.

Rispetto alla classificazione del territorio comunale prevista dal P.T.G. del Comune di Idro, la realizzazione delle opere non implicheranno modifiche nelle destinazioni d'uso previste per le aree limitrofe ai cantieri, che saranno comunque installati in corrispondenza dell'alveo e della sponda lacustre.

Si può quindi concludere che non si verificheranno alterazioni permanenti dell'attuale assetto del territorio comunale.

Per quanto concerne i vincoli paesaggistici e idrogeologici vigenti emerge quanto segue:

- l'intervento di ripristino previsto al termine dei lavori consentirà di ricostruire la sponda lacustre;
- per quanto concerne la fase di esercizio nonostante non si evidenziano criticità rilevanti, l'opera di sbarramento e la galleria risultano collocate in aree con sensibilità paesistica molto elevata e, trovandosi all'interno di un'area sottoposta al vincolo paesaggistico ai sensi dell'Art. 142 del D.Lg.vo 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), fino all'approvazione del piano paesaggistico ai sensi dell'art. 156, per gli interventi all'interno di tali aree, secondo quanto previsto al comma 2 dell'art. 146 del D.Lgs.vo 42/2004, è fatto obbligo "di presentare alle amministrazioni competenti il progetto degli interventi che intendano intraprendere, corredato della prescritta documentazione, ed astenersi dall'avviare i lavori fino a quando non ne abbiano ottenuta l'autorizzazione".

Per quanto concerne il sistema della mobilità previsto dal Piano, si evidenzia come:

- il prolungamento della S.P. 45 bis per il superamento dell'abitato di Pieve Vecchia non interferisce con la galleria di progetto in quanto l'asse delle due opere possono essere sviluppati su livelli altimetrici differenti e tra loro compatibili.
- La deviante alla S.P. 45 bis per l'accesso ai centri abitati di Lemprato e Crone, è sostanzialmente compatibile con l'opera di progetto a meno di modeste variazioni che dovranno essere apportate nelle successive fasi progettuali della viabilità al tratto parallelo alla sponda sinistra del Chiese ed al ponte di attraversamento dello stesso.

### **15.1.5 Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.R.G. di Lavenone**

Dall'analisi degli elaborati cartografici allegati al Piano emerge che, secondo quanto stabilito dal Progetto preliminare, il canale di restituzione sarà localizzato in corrispondenza della Zona SP "servizi pubblici".

La realizzazione del canale di restituzione non comporterà un cambiamento di destinazione d'uso in corrispondenza delle aree interessate, in quanto a lavori terminati, il canale di restituzione verrà tombinato.

Nel P.T.G. del Comune di Lavenone, attualmente in fase di adozione, le opere di cui al progetto, ed in particolare, il tratto terminale e lo sbocco della galleria sono previsti e assunte, con la configurazione prevista dal Progetto Preliminare, nelle tavole di Piano.

### **15.1.6 Compatibilità del progetto con gli indirizzi della Autorità di Bacino**

Gli interventi progettuali sono volti alla riduzione del rischio associato alla frana attiva perimetrata negli elaborati cartografici di Piano presente lungo il versante in sinistra orografica del Fiume Chiese. Per tale motivo essi risultano conformi agli indirizzi di Piano aventi l'obiettivo di garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio.

Inoltre, il rilascio del Minimo deflusso vitale e la scelta progettuale di contemplare la realizzazione del passaggio per pesci in corrispondenza del nuovo sbarramento permetterà di conseguire l'obiettivo di Piano di garantire la funzionalità degli ecosistemi e la tutela della continuità ecologica per quanto concerne i copri idrici interessati, ovvero il Fiume Chiese e il Lago d'Idro.

L'intervento, previsto dall'Accordo di programma per la valorizzazione del Lago d'Idro dell'Agosto 2008 tiene conto delle sperimentazioni effettuate in attuazione delle deliberazioni del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po nn 7/1992, 9/1993, 24/1994, 6/1996, 5/1999 e 4/2001

Nei piani triennali dell'AIPO (Agenzia interregionale per il fiume Po – Parma) non si fa riferimento ad interventi per la messa in sicurezza idraulica del Lago d'Idro.

### **15.1.7 Compatibilità del progetto con gli indirizzi del P.T.U.A.**

Il progetto in esame interessa direttamente due corpi idrici classificati come significativi dal P.T.U.A., ossia il Fiume Chiese e il bacino lacustre dell'Idro.

I risultati delle indagini volte alla definizione dell'Indice natura lungo l'asta del Fiume Chiese sublacuale hanno evidenziato per il primo tratto, quello d'interesse per il presente studio, una criticità associata al regime idrologico.

Quale misura d'intervento volta all'eliminazione o alla riduzione di tale criticità, il P.T.U.A. individua la determinazione del deflusso minimo vitale per i corsi d'acqua superficiali. Nel progetto in esame sono recepite le indicazioni del Programma di Tutela e Uso delle Acque, Come valore di progetto del DMV viene preso in considerazione il valore massimo che in un futuro potrebbe realizzarsi, (il valore massimo della somma dei fattori correttivi è pari a 2) il valore di progetto è pertanto pari a 5,02 m<sup>3</sup>/s.

Un'ulteriore misura d'intervento indicata dal Programma è rappresentata dal recupero e dalla tutela dell'ecosistema acquatico.

Il progetto in esame include tra gli interventi da realizzarsi la costruzione di un passaggio per pesci che renderebbe possibile la migrazione della fauna ittica tra i due corpi idrici interessati, attualmente impossibile in relazione alla presenza di uno sbarramento invalicabile, e che consentirebbe così la ricostituzione di un corridoio ecologico che metterebbe in connessione il

sistema fluviale del chiese e quello lacuale dell'Idro. Tale intervento progettuale risulta conforme agli indirizzi del P.T.U.A.

### 15.1.8 Compatibilità del progetto con gli accordi di gestione del Lago d'Idro

Le opere di progetto risultano pienamente compatibili con gli accordi di gestione del lago.

In particolare:

- Con riferimento al “Regolamento per la gestione coordinata del Lago d'Idro e dei serbatoi dell'Alto Chiese – 21 marzo 2002”:
  - a. Le opere sono compatibili con un livello massimo di regolazione di 368.00 m slm (Artt. 3 e 4)
  - b. Le opere garantiscono una possibile escursione di 3.25 m al di sotto del livello di massima ritenuta (Art. 2)
- Con riferimento all' “Accordo tra la Regione Lombardia e la Provincia Autonoma di Trento per l'Armonizzazione delle azioni di salvaguardia delle acque del lago d'Idro e del Fiume Chiese – 14 dicembre 2006”:
  - a. Le opere rientrano tra “le azioni finalizzate alla tutela della sicurezza idraulica con particolare riferimento alla messa in sicurezza delle opere di regolazione del lago anche mediante la realizzazione di nuove opere sulla base delle indicazioni tecniche del Registro Italiano Dighe” previste tra Regione Lombardia e Provincia di Trento.
- Con riferimento all' “Accordo di programma per la valorizzazione del Lago d'Idro – 5 agosto 2009”:
  - a. La quota della soglia della galleria è stata posta a 365.20 m slm (Art. 3)
  - b. “l'imposta della nuova traversa viene fissata mantenendo la quota dell'attuale traversa, garantendo il deflusso minimo vitale pari a 2.50 mc/s lungo il tratto del Chiese sub lacuale” (Art. 3).

## 15.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Come previsto dall'Allegato VII del D.Lgs. 152/2006, nel SIA si è fornita una analisi delle principali alternative progettuali prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle principali ragioni di scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale.

L'analisi è stata eseguita mediante due metodi:

- Il primo qualitativo-descrittivo che argomenta gli impatti che le diverse soluzioni avranno sull'ambiente
- Il secondo, analitico, che fornisce una scientifica analisi multicriteriale di scelta basata sulla tecnica delle matrici di impatto.

Le soluzioni analizzate di seguito sinteticamente descritte:

- La **alternativa zero**, da prendere in esame ai termini di legge, consiste di non realizzare nessuna opera per la messa in sicurezza idraulica del Lago d'Ido.
- La **alternativa 1** rappresenta la soluzione di minimo costo e consiste in:

- realizzazione di una nuova galleria di by-pass per l'evacuazione delle portate di piena millenaria anche in occasione di un possibile collasso di frana con ostruzione dell'emissario
  - nessuna opera verrà realizzata in alveo e la regolazione del lago avverrà dalla traversa esistente
- La **alternativa 2** coincide con le opere previste in fase di progettazione preliminare e consistenti in:
- realizzazione di una nuova galleria di by-pass per l'evacuazione delle portate di piena millenaria solo in occasione di un possibile collasso di frana con ostruzione dell'emissario, con la soglia di imbocco a 365.20 m slm;
  - realizzazione di una nuova traversa a monte della esistente, con soglia a quota 364.50 m slm, con abbassamento e risezionamento del tratto di alveo fino a circa 140 m a valle dello sbarramento esistente. Le opere sono dimensionate per la completa evacuazione delle portate dei piena attraverso l'alveo del Chiese in assenza di collasso di frana.
  - Demolizione della platea di fondo, della pila e della soletta della traversa esistente.
- La **alternativa 3** deriva da una prima analisi critica della soluzione progettuale del preliminare che ha evidenziato come la realizzazione della nuova traversa ad una quota di 50 cm inferiore alla quota dell'esistente sbarramento, ed il conseguente abbassamento dell'alveo del Chiese, potrebbe innescare fenomeni di dissesto della frana in sinistra orografica, aggravando così la situazione attuale. Congiuntamente al Committente si è pertanto ritenuto opportuno indagare una terza soluzione progettuale che preveda:
- La realizzazione della galleria di by-pass come da soluzione precedente, ma con funzionamento anche in caso di piena ed in assenza del collasso di frana.
  - realizzazione di una nuova traversa a monte della esistente, con soglia a quota 365.00 m slm, senza abbassamento dell'alveo e senza demolizione della traversa esistente. Tale quota di imposta rispetta quanto previsto dall'Accordo di Programma dell'agosto 2008.
- La **alternativa 4** presa in considerazione rappresenta una ipotesi intermedia tra le alternative 2 e 3 e prevede:
- La realizzazione della galleria di by-pass come da soluzioni precedenti, ma con funzionamento anche in caso di piena ed in assenza del collasso di frana.
  - realizzazione di una nuova traversa a monte della esistente, con soglia a quota 365.00 m slm, provvista però di una parte approfondita per il rilascio del minimo deflusso vitale anche alla quota di minima regolazione.
  - Parziale abbassamento dell'alveo con realizzazione di una savanella per il rilascio del DMV, localizzata lungo la destra orografica,

abbinato ad un parziale taglio della platea della traversa esistente per il deflusso della portata di rispetto fluviale.

- La **alternativa 4a** analoga alla 4, ma con eliminazione della soglia di fronte all'imbocco della galleria di By-pass.

L'analisi degli impatti è sintetizzata nella seguente tabella, dalla quale si evince che la soluzione ambientalmente preferibile è la n. 5 in quanto:

- Garantisce la messa in sicurezza idraulica del Lago
- Consente la riqualifica dell'emissario ripristinando la continuità ecologica attualmente interrotta dallo sbarramento esistente
- Rispetta gli accordi di gestione stipulati in passato ed in particolare la possibile escursione di 3.25 m tra massima e minima regolazione
- Non necessita di un approfondimento dell'alveo del Chiese e della demolizione della traversa esistente con possibili pericoli di innesto di incontrollabili fenomeni di frana.
- Rispetto alla soluzione 4 di imbocco della galleria di by-pass con soglia ottimizza gli aspetti di sicurezza idraulica, riduce l'impatto paesaggistico ed è economicamente più vantaggiosa.

<b>ANALISI QUALITATIVA DEGLI IMPATTI PER LA DEFINIZIONE DELLA ALTERNATIVA PREFERIBILE</b>										
<b>MATRICE DI SINTESI</b>										
	FATTORI IN ORDINE DI IMPORTANZA									Totale
	← Grande importanza								Scarsa importanza →	
	Sicurezza idraulica nello scenario di collasso di frana	sicurezza idraulica con piene senza collasso di frana	Possibili innesci di dissesti nella realizzazione delle opere	Disponibilità di volumi per usi idroelettrici ed irrigui	Rilascio del minimo deflusso vitale	Ripristino della continuità ecologica fluviale	Rispetto regolamento di gestione 2002	Rispetto accordo di programma 2008	Costi di realizzazione	Interferenze con le infrastrutture
Alternativa 0 Nessun intervento										
Alternativa 1 Solo galleria by-pass										
Alternativa 2 Progetto preliminare Galleria e traversa a 364.50 m slm										
Alternativa 3 Galleria e traversa a 365.20 m slm										
Alternativa 4 Galleria e traversa a 365.20 m slm + savanella										
Alternativa 4a Come alternativa 4 senza soglia di imbocco di fronte alla galleria										

Scala cromatica degli impatti:			
	←		→
	Positivo		Negativo

Tabella 1: matrice di analisi qualitative delle alternative.

### 15.3 ANALISI DEGLI IMPATTI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

La peculiarità del presente progetto, in termini di Studio di Impatto Ambientale, è quello di avere come oggetto stesso della progettazione degli interventi legati alla messa in sicurezza idraulica del territorio, con evidenti effetti positivi intrinseci su tutti i comparti ambientali interessati.

I principali impatti potenzialmente negativi sono pertanto legati principalmente alla fase di realizzazione delle opere che interferiranno con le diverse componenti ambientali.

#### 15.3.1 Analisi degli impatti durante la realizzazione degli interventi

Dalla analisi delle opere progettuali e delle modalità realizzative previste in fase di progettazione definitiva, si sono ricavati i fattori di interferenza potenziali ed i comparti ambientali sui quali impattano.

La seguente tabella evidenzia le possibili correlazioni tra fattori di interferenza e comparti ambientali, indicando in rosso i possibili impatti negativi ed in verde quelli positivi.

comparti ambientali	Fattori di interferenza																		
	Modifiche alla viabilità	Aumento del traffico	Incremento del rumore	Vibrazioni	Polveri ed emissioni gassose	Produzione rifiuti	Variatione dell'utilizzo dei luoghi	Abbassamento dei livelli del lago	Rimozione della vegetazione	Intorbidimento delle acque	Interferenze con i servizi	Interferenze con la sicurezza idraulica	Interferenze con la stabilità dei versanti	Interferenze con l'idrogeologia	Pericolo di incidenti	Variatione della percezione dei luoghi	Interferenze con le infrastrutture idrauliche e	Presenza maestranze	
suolo e sottosuolo																			
ambiente idrico																			
habitat acquatici																			
vegetazione																			
fauna																			
paesaggio																			
atmosfera																			
Reti tecnologiche																			
sistema antropico																			
utilizzatori di valle																			

Figura 85: matrice delle interferenze in fase di cantiere

Per ciascun fattore di interferenza lo Studio di Impatto Ambientale descrive i possibili impatti sui diversi comparti, individuando le forme di monitoraggio e mitigazione.

Di seguito si descrivono sinteticamente i risultati della analisi svolta:

### **Modifiche alla viabilità:**

Si prevedono deviazioni provvisionali della viabilità principale (SS 237 alla zona imbocco galleria) e la realizzazione di viabilità provvisionali di cantiere per limitare le interferenze con l'attuale assetto stradale.

### **Aumento del traffico**

L'aumento del traffico è legato in modo prevalente al trasporto, presso le aree di destinazione, del materiale inerte proveniente dallo scavo della galleria e in parte dal trasporto dei materiali edili, in particolare del calcestruzzo, nelle singole aree di cantiere. Si stima che l'aumento medio dei mezzi pesanti si pari a 13 unità al giorno e pertanto trascurabile.

### **Incremento del rumore**

I fattori che determineranno un incremento del rumore possono essere ricondotti allo svolgimento delle attività di cantiere e alla movimentazione dei materiali da e per i cantieri. Dalle analisi svolte emerge che l'aumento del rumore è di limitata entità ad esclusione della zona di sbocco, data la vicinanza di alcune abitazioni all'area di cantiere.

In tale sito si prevede quindi il posizionamento di barriere fonoassorbenti che isoleranno il cantiere dalla parte residenziale.

Si prevede inoltre, come ulteriore forma di mitigazione, la installazione sulla dima di ingresso alla galleria, di teli pesanti che verranno abbassati in occasione delle volate per limitare la pressione sonora percepibile dall'ambiente esterno.

### **Vibrazioni**

Per limitare gli impatti dovuti alla propagazione di vibrazioni nel suolo in occasione delle volate per la realizzazione della galleria si prevede:

- lo scavo con esplosivo solo a partire da 100 m all'interno dell'ammasso roccioso
- lo scavo lato lago mediante l'utilizzo di mezzi meccanici senza esplosivo
- l'utilizzo per lo scavo in roccia in galleria uno schema di perforazione e carica approvato dalla D.L. con l'adozione di numero di tempi pari a 25, ed una possibile riduzione dello sfondo rispetto a quello usuale della classe di roccia, tale da ridurre la velocità di vibrazione del terreno in corrispondenza degli edifici circostanti. A tale scopo si prenderanno a riferimento le norme DIN STANDARD 4150 della Germania.
- la fase di monitoraggio prevede la messa in opera di una serie di sismografi che potranno essere spostati in base alla localizzazione del punto di energizzazione. Il monitoraggio avverrà sui fronti di scavo, sugli edifici nei pressi dello sbocco e sugli edifici sovrastanti la zona di imbocco lato lago. Dall'analisi dei risultati del monitoraggio si potrà di conseguenza tarare le micro cariche e la sequenza di accensione in modo da limitare le vibrazioni prodotte e rientrare nei parametri delle più cautelative norme DIN.

### **Polveri ed emissioni gassose**

Per quanto riguarda il sollevamento delle polveri tale fattore di impatto è potenzialmente legato allo svolgimento delle attività di scavo e al transito, all'interno del cantiere, dei mezzi sulle piste. L'organizzazione di cantiere prevista, l'utilizzo di recinzioni antipolvere, la bagnatura periodica delle piste di cantiere e l'utilizzo di macchinari a norma consentiranno di ridurre al minimo questo fattore di impatto.

### **Produzione rifiuti**

L'interferenza con l'ambiente dei residui di lavorazione e dei rifiuti di varia viene annullata mediante un'organizzazione del cantiere che prevede il deposito temporaneo dei rifiuti e degli sfridi di lavorazione, che secondo quanto previsto dalla norma, deve essere effettuato raggruppando i residui per categorie omogenee utilizzando appositi contenitori che dovranno essere poi conferiti in discarica o presso centri di recupero autorizzati.

Accanto a queste tipologie di rifiuto, considerato la specificità del progetto, una notevole importanza la riveste lo smarino derivante dall'attività di scavo delle gallerie il quale, ai sensi della vigente normativa sulla gestione delle rocce da scavo (D.Lgs n. 152/2006 e s.m.i.), se non contaminato da inquinanti può essere riutilizzato, senza trasformazioni preliminari, per rinterrati, riempimenti, rilevati, rimodellazioni, ecc.

Il materiale derivante dagli scavi e lo smarino proveniente dalla realizzazione della galleria, stimato in complessivi 150.000 m<sup>3</sup>, in relazione alle sue caratteristiche geotecniche potrà essere riutilizzato. Nel complesso si prevede il riutilizzo in cantiere di circa 41.000 m<sup>3</sup>, mentre il materiale in esubero, quantificato in 109.000 m<sup>3</sup>, in relazione alle sue caratteristiche geotecniche (detrito ed Arenaria), sarà all'Appaltatore per essere successivamente utilizzato, applicando le procedure previste dalla vigente normativa, fuori dell'area di cantiere oppure, in assenza di un valore economico (San Giovanni Bianco), sarà smaltito presso centri autorizzati disponibili nei dintorni di Brescia.

### **Variazione dell'utilizzo dei luoghi**

L'allestimento dei cantieri determina l'occupazione temporanea, per la durata dei lavori, di aree attualmente destinate ad altro utilizzo. L'impatto sarà comunque limitato temporalmente e di trascurabile rilevanza in quanto si prevede la ricomposizione dei siti a lavori ultimati.

### **Abbassamento dei livelli del lago**

Un potenziale fattore di impatto altamente significativo è legato alla necessità di abbassare i livelli del lago per consentire la realizzazione delle opere di imbocco della galleria e della nuova traversa di derivazione.

La definizione della quota media di regolazione durante il cantiere, è stata determinata sulla base di analisi:

- Tecniche sulla realizzabilità delle opere
- Ambientali degli effetti indotti sui comparti ambientali.

Le analisi sono state condotte ipotizzando livelli superiori od uguali a 364.00 m slm (quota identificata in progetto preliminare).

La quota minima di 364.00 m slm risulta ottimale dal punto di vista costruttivo in quanto permette la realizzazione all'asciutto della calotta della galleria lato imbocco.

D'altro lato i sopralluoghi eseguiti sul perimetro lacuale hanno evidenziato come tale livello, mantenuto per tutta la durata del cantiere (pari a 3 anni circa) possa potenzialmente provocare danni agli ecosistemi rivieraschi.

Inoltre un così cospicuo abbassamento dei livelli provocherebbe un non trascurabile impatto paesaggistico, con emersione di ampie porzioni di sponde limose, con conseguenti prevedibili danni per l'utilizzo turistico del territorio.

Infine, l'abbassamento a 364.00 m slm non garantirebbe alcun deflusso idrico lungo il Chiese a valle della traversa esistente

Si è pertanto ritenuto opportuno innalzare il livello medio da mantenere durante il cantiere alla quota di 365.00 m slm.

Il lago oscillerà pertanto annualmente, durante la realizzazione dell'opera, tra  $365.00 - 0.65 = 364.35$  m slm e  $365.00 + 0.65 = 365.65$  m slm.

Con tali livelli si avrà la sostenibilità nei confronti degli ecosistemi acquatici e vegetali, il mantenimento dei volumi attualmente utilizzati ai fini irrigui e di produzione energetica, la sostenibilità dal punto di vista della vocazione turistica del territorio.

Inoltre si prevede che l'abbassamento del lago al di sotto di 365.20 m slm (attuale livello minimo di regolazione da accordo di programma) possa avvenire solamente una volta realizzato il risezionamento, anche parziale, dell'alveo nel tratto terminale lacustre a monte della traversa esistente e la parziale demolizione della stessa. Ciò al fine di permettere il mantenimento di un minimo deflusso vitale a valle degli attuali organi di regolazione, anche con livelli del lago inferiori a quelli attualmente regolamentati.

E' da evidenziare come i livelli che si ipotizzano per la realizzazione delle opere, se da un lato comportano alcune difficoltà realizzative (scavo della galleria completamente in falda), dall'altro consentono di limitare gli abbassamenti a quote già presenti sul lago fino ad inizio del 2007, allorchè il RID rimosse la limitazione fino ad allora vigente, con la sostanziale differenza che nella fase realizzativa si garantirà comunque un deflusso idrico lungo l'emissario.

Con l'abbassamento dei livelli previsto, sarà possibile procedere alla rimozione della vegetazione arborea presente ed attualmente parzialmente sommersa e schiantata, principalmente in comune di Idro, che, nonostante sia costituita da specie amanti di terreni saturi, non è in grado di sopravvivere per lunghi periodi in completa immersione.

Gli effetti ambientali più rilevanti saranno dovuti alla diminuzione del livello idrometrico del lago. L'emersione di una fascia riparia può determinare una minore disponibilità di habitat idonei alla riproduzione ed all'accrescimento degli stadi giovanili di molte specie ittiche.

Per ridurre i potenziali effetti della diminuzione di livello idrometrico sulla fauna ittica, tale diminuzione avverrà gradualmente, con velocità contenute, ed in un periodo durante il quale è meno probabile l'esistenza di ovature o di avannotti non mobili delle specie presenti nel lago.

I periodi più indicati per la diminuzione dei livelli del lago sono pertanto nei mesi di settembre ed ottobre e nei mesi di marzo ed aprile.

Qualora per motivi legati alla tempistica del cantiere, l'abbassamento dei livelli dovesse avvenire in periodi critici per la riproduzione della fauna ittica, si prevede come forma di compensazione la semina di avannotti delle specie interessate dall'impatto.

Tale operazione dovrà essere concordata con gli Enti preposti alla gestione della fauna del lago.

Per quanto riguarda infine la briglia sul Chiese immediatamente a monte del lago, si prevede che durante la fase di abbassamento dei livelli la stessa possa emergere di circa 1.0 - 1.5 m.

Ciò costituirà potenzialmente un ostacolo alla movimentazione della fauna ittica durante le fasi di lavoro.

Per eliminare tale fattore di impatto si prevede preventivamente al decremento dei livelli di realizzare un abbassamento provvisorio di 1.5 m di una porzione di gaveta di larghezza pari a 3.0 m, al fine di ripristinare la continuità biologica tra il lago ed il suo immissario.

Infine per quanto attiene ai possibili impatti sulla fauna avicola, essi sono sostanzialmente legati a eventuali disturbi durante la fase di nidificazione delle seguenti specie:

- Gallinella d'acqua
- Usignolo di fiume
- Carnaiola verdognola.

Per limitare gli effetti della variazione dei livelli sui nidi posizionati sui canneti a livello dell'acqua, l'abbassamento dovrà preferibilmente avvenire prima della stagione vegetativa (aprile-agosto).

Qualora ciò non fosse fattibile per motivi tecnici legati alla necessità di realizzare l'intervento in urgenza per garantire la sicurezza idraulica del territorio, si ritiene comunque che gli effetti siano di lieve entità in quanto le poche specie che nidificano nei canneti resterebbero comunque protette.

Per ciò che riguarda gli usi irrigui e produttivi delle acque del lago si evidenzia che attualmente l'oscillazione concessa varia da un minimo di 365.20 m slm ad un massimo di 366.50 m slm, con una escursione di 1.30 m.

Tale escursione viene utilizzata:

- Ai fini della produzione energetica dalla centrale Enel di Vobarno
- Ai fini irrigui per gli usi agricoli della pianura bresciana e mantovana.

Con le ipotesi di progetto l'escursione sarà variabile tra 364.35 m slm e 365.65 m slm, con una oscillazione pari sempre ad 1.30 m.

Il volume idrico disponibile ai fini irrigui ed energetici non varierà pertanto rispetto al quantitativo attuale concordato con l'Accordo di Programma dell'Agosto 2008.

Gli impatti indotti dalla variazione dei livelli durante la fase di cantiere sul comparto ambientale costituito dagli utilizzatori di valle, è pertanto nullo.

### **Rimozione della vegetazione**

L'impatto è poco significativo data la modesta vegetazione, principalmente di carattere ripariale o ornamentale (all'imbocco) presente nei siti di intervento.

### **Intorbidimento delle acque**

La segregazione dei cantieri dall'alveo del Chiese e dallo specchio lacustre, prevista in progetto definitivo mediante la realizzazione di opportune opere provvisorie, consentirà di minimizzare l'impatto potenzialmente negativo legato all'intorbidimento delle acque.

### **Interferenze con i servizi**

Per annullare l'impatto con la presenza dei sottoservizi, in termini di interruzione delle erogazioni, si prevede il preventivo spostamento delle reti e la loro ricollocazione in sede definitiva a lavori ultimati. Con la sequenza delle fasi di lavoro previste in sede progettuale si garantirà la continuità delle erogazioni, annullando i disturbi presso gli utilizzatori.

Lo spostamento dei sottoservizi sarà eseguito direttamente da parte degli Enti Gestori, con assistenza dell'Appaltatore.

### **Interferenze con la sicurezza idraulica**

Durante la realizzazione delle opere di progetto vi possono essere potenzialmente dei rischi legati alla sicurezza idraulica del territorio.

Tali impatti potenziali si potrebbero ripercuotere nocivamente sull'ambiente idrico e sul sistema antropico.

D'altro lato i possibili fattori di interferenza sono stati essere eliminati a priori mediante una corretta progettazione degli interventi e mediante una programmazione cronologica degli stessi.

Infine si ricorda come l'abbassamento dei livelli idrici in fase di cantiere sia positivo ai termini della sicurezza idraulica del territorio.

### **Interferenze con la stabilità dei versanti**

Le opere in progetto sono state pensate anche in funzione di garantire la stabilità dei versanti durante le fasi realizzative, con particolare riferimento al fronte di frana in sinistra orografica.

Si ricorda infatti che, sulla base della analisi delle alternative, la soluzione progettuale ritenuta perseguibile è risultata differente da quella indicata nella progettazione preliminare, in particolar modo con riferimento alla quota di imposta della traversa di progetto.

La soglia della nuova traversa è stata ubicata a quota 365.00 m slm, ovvero alla stessa quota dello sbarramento esistente; inoltre non si prevede la demolizione della traversa attuale e l'approfondimento dell'alveo verrà limitato alla realizzazione di una savanella per il passaggio del minimo deflusso vitale.

Tale soluzione permette di minimizzare gli scavi al piede del fronte di dissesto, e pertanto i pericoli di instabilità del versante in sinistra orografica.

### **Interferenze con l'idrogeologia**

Tutte le opere sono state progettate per annullare i potenziali impatti con l'idrogeologia durante le fasi di cantiere.

In particolare si evidenzia come:

- La realizzazione delle opere di consolidamento quali jet-grouting, pali, iniezioni ed infilaggi, sono previste solamente nei depositi alluvionali e di versante presenti a monte della attuale traversa di sbarramento. In tali siti la falda si trova in equilibrio con il lago e non vi è un moto apprezzabile all'interno dell'acquifero nei detriti.
- Le opere di fondazione speciale previste, quali trattamenti colonnari, iniezioni, pali, etc, prevedono l'utilizzo di malte cementizie in pressione; dato l'elevato peso

specifico delle malte utilizzate e la assenza di correnti in subalveo, da un lato si prevede un'ottima resa dei trattamenti e dall'altro non si avrà nessuna dispersione nel sottosuolo dei prodotti a base cementizia utilizzati.

- La realizzazione delle opere di fondazione in un acquifero staticamente in equilibrio con il lago non interferirà in alcun modo con l'andamento delle falde ed il loro equilibrio sotterraneo.
- Per la realizzazione di diaframmi alle opere di scarico si utilizzerà per il sostegno degli scavi una miscela bentonitica. I fanghi di risulta che emergeranno durante il getto in calcestruzzo della diaframmatrice, verranno allontanati e portati a discarica autorizzata per non interferire in alcun modo con il sottosuolo e con i comparti ambientali ad esso collegati.
- Di conseguenza a quanto sopra espresso nessuna interazione è prevedibile con la fauna ed in particolare con l'ittiofauna e gli ambienti acquatici in genere.

### **Pericolo di incidenti**

Il pericolo di incidenti è legato in particolare alla possibilità che vengano dispersi nelle acque combustibili o lubrificanti che accidentalmente possono fuoriuscire dai mezzi d'opera utilizzati in cantiere. Il potenziale impatto viene limitato con una corretta organizzazione del cantiere e con la sua segregazione dall'ambiente circostante.

### **Variazione della percezione dei luoghi**

La variazione paesaggistica della percezione dei luoghi è temporanea e trascurabile.

### **Interferenze con le infrastrutture idrauliche esistenti**

Le potenziali interferenze con le infrastrutture idrauliche esistenti, strettamente connesse alla sicurezza idraulica, sono state limitate prevedendo una successione tempistica delle lavorazioni tale da mantenere la funzionalità delle opere esistenti e la loro dismissione solamente a nuove opere ultimate.

### **Incremento della domanda di manodopera**

Le aziende appaltatrici dei lavori per il funzionamento del cantiere e la manutenzione dei mezzi potranno richiedere, per alcune voci, la fornitura da parte di aziende del luogo di materiali di consumo e di servizi di varia natura. Considerata l'entità dell'importo a base d'asta, pari a circa 35 milioni di Euro, le ricadute sul territorio potranno essere sensibili. Basti, ad esempio, pensare alla necessità di fornire vitto e alloggio al personale impiegato nei cantieri: mediamente circa 30 persone al giorno per 3 anni, a cui va aggiunto il personale deputato alla gestione, all'amministrazione e al controllo tecnico del cantiere.

### 15.3.2 Analisi degli impatti e degli effetti a lungo termine degli interventi

#### **Aumento della sicurezza idraulica del territorio**

La messa in sicurezza idraulica del lago d'Idro rappresenta l'obiettivo delle opere in progetto. La riduzione del rischio idraulico è pertanto il principale impatto/effetto positivo legato alla realizzazione dell'intervento in esame.

In particolare, la costruzione delle previste opere, avranno un positivo riscontro sia nello scenario di collasso della frana in sinistra orografica, con conseguente ostruzione del fiume Chiese, sia in quello di assenza di frana e verificarsi di una piena significativa.

Per la quantificazione idraulica degli effetti in termini di innalzamento del lago e di portate evacuate a valle, di fronte ad eventi di piena, sia in presenza che in assenza di collasso di frana, si rimanda al capitolo precedente nonché alla Relazione Idraulica allegata al Progetto Definitivo.

#### **Impatti sull'ecosistema dell'alveo del fiume Chiese**

La nuova traversa di sbarramento del lago d'Idro verrà realizzata in modo tale da consentire il rilascio costante di una portata pari almeno al Deflusso Minimo Vitale, definito in ragione di 2.5 m<sup>3</sup>/s, incrementabile fino a 5.0 mc/s; inoltre verrà realizzata una scala di risalita della fauna ittica.

Tale condizione contrasta con quella del passato, in cui dallo sbarramento di Idro non avveniva alcun rilascio, se non accidentale, ed anche le portate veicolate dalla Galleria degli Agricoltori raggiungevano il fiume Chiese 475 metri a valle dello sbarramento, lasciando comunque in asciutta un tratto del corso d'acqua.

Con la realizzazione della nuova traversa ed il rilascio costante di almeno 2.5 m<sup>3</sup>/s non si verificherà più alcun fenomeno di asciutta fra Idro e la confluenza col torrente Abbioccolo, e nella sezione a valle di quest'ultima la portata fluente risulterà per lo meno doppia rispetto a quella del passato, dato che il DMV previsto è superiore alla portata media del torrente Abbioccolo.

L'effetto dell'aumento di portata si estenderà ovviamente a tutte le sezioni a valle del lago d'Idro e fino allo scarico della centrale idroelettrica di Vobarno, dove l'acqua prelevata dal lago viene restituita al fiume Chiese. A valle di questa restituzione l'influenza del rilascio del DMV dal lago d'Idro diverrà comunque non percepibile.

Gli effetti fisici diretti determineranno un generale miglioramento delle caratteristiche morfologiche ed ecologiche del corso d'acqua nel tratto fra il lago d'Idro e la centrale idroelettrica di Vobarno (lungo 19 Km) ed in particolare:

- diluizione degli scarichi presenti, con riduzione della concentrazione di sostanza organica e di eventuali altri inquinanti
- minore riscaldamento estivo, grazie ad una portata più elevata, idrodinamismo migliore e maggiore battente sull'intero tratto
- maggiore concentrazione di ossigeno disciolto durante i mesi estivi, grazie alla migliore capacità di scambio con l'atmosfera dovuta all'incrementata turbolenza dell'acqua ed al minore riscaldamento
- migliore capacità del fiume Chiese di ospitare biocenosi acquatiche caratteristiche dei corsi d'acqua montani di fondovalle
- maggiore funzionalità ecologica del fiume Chiese
- miglioramento della capacità autodepurativa del corso d'acqua

In generale l'incremento della portata a valle del lago determinerà una maggiore disponibilità di habitat, ed un miglioramento delle loro caratteristiche, per tutti gli organismi acquatici, compresi pesci, macroinvertebrati e vegetali acquatici (macrofite e diatomee bentoniche), ovvero per quelle componenti biologiche dell'ecosistema che vengono utilizzate per la classificazione dei corpi idrici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e del D.L.vo 152/2006.

Le modificazioni ambientali positive sopra esposte si affiancheranno ad effetti favorevoli per la fauna ittica del fiume Chiese, in particolare si verificheranno:

- incremento dell'idoneità ittica del fiume Chiese sublacuale
- ripristino della continuità idrobiologica fra il Chiese sublacuale ed il lago d'Idro

### **Impatti sull'ecosistema lacuale**

Il fattore perturbativo associato alla fase di esercizio che potenzialmente potrebbe comportare effetti negativi sul comparto in esame è la variazioni di livelli idrici.

Si evidenzia comunque che le opere in progetto sono mirate alla messa in sicurezza idraulica del lago d'Idro e non alla variazione dei livelli gestionali del lago stesso.

Attualmente i livelli di oscillazione del lago, regolamentati dall'Accordo di Programma dell'Agosto 2008, variano da un minimo di 365.20 m slm ed un massimo di 366.50 m slm.

Le nuove opere sono state dimensionate per consentire il raggiungimento di un livello massimo di regolazione di 368.00 m slm ed un livello minimo di regolazione di 364.75 m slm, garantendo una possibile escursione di 3.25 m, come previsto dal Regolamento di Gestione del 2002.

Qualunque variazione al regime di regolamentazione dei livelli del Lago dovrà essere concordata, a seguito della realizzazione delle opere, tra le parti in causa (a titolo esemplificativo non esaustivo: Registro Italiano Dighe, Autorità di Bacino, Comuni rivieraschi, Regione Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Ufficio Biotopi della Provincia di Trento, Enel produzione s.p.a., Utenze irrigue del fiume Chiese sub lacuale, associazioni di categoria delle imprese agricole della provincia di Brescia, etc.).

I possibili impatti ambientali legati alla futura gestione dei livelli sono dettagliatamente descritti nella **“Analisi degli effetti ambientali derivanti dall'applicazione della regola di gestione di cui al regolamento del 2002”**

Riassumendo le analisi eseguite sul perimetro lacuale esterno all'area SIC in provincia di Trento, si può affermare che:

- Gli impatti maggiormente significativi si hanno nelle tratte caratterizzate da sponde a debole pendenza generalmente provviste di infrastrutture turistico-ricreative e/o residenziali.
- Le principali componenti ambientali impattate sono quelle antropiche; si rilevano elevati livelli di impatto sulla percezione paesaggistica nelle zone a più debole pendenza delle rive, risultanti dalla marcata oscillazione dei livelli a cui corrisponde una forte escursione planimetrica delle live del lago. Impatti significativi si avranno anche sulle infrastrutture circumlacuali, in special modo pontili, e sulla possibile fruizione delle rive (spiagge, ormeggi, camminate, etc.).

REGIONE LOMBARDIA  
**NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Identificazione tratta					Livello di impatto							GIUDIZIO COMPLESSIVO IMPATTO PER CIASCUN TRATTO
Tratto omogeneo	Provincia	Comune	Località	Estensione	Morfologia e paesaggio	Infrastrutture	Fruizione	Vegetazione terrestre	Vegetazione acquatica	Fauna terrestre	Avifauna	
1	Trento	Bondone	Via Porto Caramelle	0.285	Elevato	Elevato	Medio	Basso	Medio	Basso	Basso	Elevato
2	Trento Brescia	Bondone Idro	Tra Bondone e Vesta	2.9	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso
3	Brescia	Idro	Vesta	0.67	Elevato	Elevato	Medio	Basso	Medio	Basso	Basso	Elevato
4	Brescia	Idro	Tra Vesta e Vantone - Nord	2	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso
5	Brescia	Idro	Tra Vesta e Vantone - Sud	0.98	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso
6	Brescia	Idro	Vantone	0.88	Elevato	Elevato	Elevato	Basso	Medio	Basso	Basso	Elevato
7	Brescia	Idro	Sud Vantone	0.83	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso
8	Brescia	Idro	Via Vantone	0.75	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
9	Brescia	Idro	Crone	0.75	Elevato	Elevato	Elevato	Basso	Medio	Basso	Basso	Elevato
10	Brescia	Idro	Crone	0.32	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
11	Brescia	Idro	Crone	0.63	Elevato	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
12	Brescia	Idro	Lemprato dalla penisola al canale Enel	0.5	Medio	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
13	Brescia	Idro	Lemprato dal ponte alla penisola	0.67	Elevato	Basso	Medio	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
14	Brescia	Idro	Pieve Vecchia	1.02	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso
15	Brescia	Idro	Camping Venus	0.32	Elevato	Basso	Elevato	Basso	Basso	Basso	Basso	Elevato
16	Brescia	Idro	tra Tre Capitelli e Camping Venus	0.765	Elevato	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
17	Brescia	Anfo	Tre Capitelli	1.3	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
18	Brescia	Anfo	Tra Tre Capitelli e Anfo	1.1	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso
19	Brescia	Anfo	Anfo	1	Elevato	Elevato	Medio	Basso	Medio	Basso	Basso	Elevato
20	Brescia	Anfo	Rocca d'Anfo	0.83	Basso	Elevato	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso
21	Brescia	Anfo	Sant'Antonio	3.1	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Medio
22	Brescia	Bagolino	Tratto Nord sponda sinistra	1.25	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso
23	Brescia	Bagolino	Ponte Caffaro	0.365	Elevato	Elevato	Elevato	Medio	Medio	Basso	Basso	Elevato
24	Brescia	Bagolino	Ponte Caffaro - Zona Est	0.6	Elevato	Elevato	Elevato	Medio	Medio	Basso	Medio	Elevato
GIUDIZIO COMPLESSIVO DI IMPATTO PER CIASCUNA COMPONENTE					Elevato	Elevato	Elevato	Medio	Basso	Basso	Medio	

Si evidenzia comunque che il progetto prevede che la nuova traversa consenta un'escursione della regolazione di 3,25 m al massimo, e non di 7 m come gli esistenti manufatti di regolazione (traversa di sbarramento e galleria degli Agricoltori).

Il progetto garantisce, limitando il range di variazione, che la variazione dei livelli sia contenuta rispetto al passato. In ogni caso la pratica di regolazione idrica, seppur contenuta rispetto al passato, continuerà e di conseguenza il Lago d'Idro continuerà ad avere un regime non naturale.

Dall'analisi della cartografia degli habitat risultante dal presente studio e dal confronto con quelle prodotte nel corso di precedenti indagini si possono trarre alcune conclusioni relativamente alle variazioni della distribuzione degli habitat nell'area indagata e formulare delle previsioni sulla tendenza evolutiva del sistema con l'applicazione della nuova regola di gestione a partire dal termine dell'attività di cantiere.

**Stato di fatto.**

- La maggior parte degli habitat di interesse comunitario presenti nel SIC sono costituiti da formazioni arboree (alnete, saliceti e boschi idrofilo misti) tutti ascrivibili all'habitat prioritario 91E0 e dai prati da sfalcio che rappresentano l'habitat 6510.

- E' stata accertata la presenza di altri tre habitat di interesse comunitario (3130, 3150 e 3260), legati agli ambienti delle acque correnti e stagnanti, che occupano superfici molto ridotte.
- Si è accertata la scomparsa di altri 4 habitat segnalati nel formulario standard del SIC, definiti dalla presenza di specie floristiche di ambienti acque basse o correnti, a causa della diversa regolazione dei livelli del lago, dettata da problemi di rischio idraulico, rispetto a quella prevista dalla regola vigente.
- Gli altri habitat di rilievo sono rappresentati quasi esclusivamente da canneti e cariceti e sono quelli che maggiormente caratterizzano il biotopo anche dal punto di vista paesaggistico; non sono habitat di interesse comunitario, ma costituiscono importanti habitat di specie, e si trovano variamente compenetrati tra loro spartendosi diversamente lo spazio in funzione dei diversi gradi di imbibizione del terreno, estendendosi anche nelle aree boschive.
- Le formazioni di alte erbe igrofile presentano in generale, soprattutto nell'entroterra, un elevato inquinamento floristico, soprattutto nelle porzioni più asciutte del territorio, per presenza di specie invasive nitrofile e aliene.
- Sono stati individuati gli habitat potenziali di 9 specie di interesse comunitario, 1 pesce, 3 rettili, 4 uccelli e 1 mammifero.
- Il vairone occupa preferenzialmente le arre dello stagno, della porzione fronte lago e del tratto terminale del Rio Fossone
- I rettili terricoli (lucertola muraiola e saettone) occupano habitat arborei con limitrofe zone di scogliera o pietraia. La natrice tassellata colonizza ambienti umidi con aree boscate stabili.
- Tra gli uccelli martin pescatore, tarabusino e nitticora sono specie legate agli ambienti umidi, al canneto e alle alnete; il nibbio bruno utilizza gli habitat del SIC come aree di caccia e nidifica nelle rupi dei monti limitrofi.
- Il moscardino è un mammifero strettamente legato agli habitat arborei limitrofi alle zone umide.

### ***Variazioni rispetto alle precedenti analisi vegetazionali.***

Dal confronto con la cartografia della vegetazione basata su rilievi del 2007-2008 si osserva una diversa distribuzione delle unità vegetazionali delle formazioni erbacee dovuta agli interventi migliorativi del "progetto Nemos" del 2004 e al maggior livello medio delle acque del lago rispetto alle previsioni. In particolare si segnala:

- una tendenza alla migrazione del canneto verso l'entroterra a scapito dei cariceti;
- una migrazione verso porzioni più arretrate del territorio dei cariceti, che occupano ora aree prima dominate dalle formazioni nitrofile;
- una maggior presenza dell'habitat 3130, prima presente solo in tracce, in prossimità del fontanile;
- una invarianza nella distribuzione delle formazioni arboree, che mostrano però nelle aree di bordo lago forti segni di sofferenza a causa di prolungati allagamenti;
- una invarianza nell'estensione dei prati da sfalcio che rappresentano l'habitat 6510.

***Previsioni in seguito all'applicazione della regola.***

Con l'applicazione della regola si verificherà alla quota di massimo invaso di 368 m IGM l'allagamento di oltre il 90 % del SIC comportando la totale sommersione delle formazioni erbacee, comprese quelle costituenti lo strato basale degli ambiti boschivi. La sommersione sarà più prolungata nelle porzioni di bordo lago, poste a quote inferiori, dove la profondità dell'acqua supererà 3 m. Sulla base delle simulazioni della progressione dell'allagamento si sono fatte delle previsioni sull'evoluzione dei popolamenti coinvolti, tenendo conto delle attitudini di ciascuno di essi a sopportare la sommersione in funzione del tempo, della profondità dell'acqua e del momento stagionale in cui l'allagamento inizia, pervenendo alle seguenti conclusioni:

- riduzione fino al 40% dell'habitat prioritario 91E0 (formazioni arboree igrofile), a carico soprattutto dei saliceti a bordo lago, per impossibilità di rinnovazione, progressiva perdita degli individui presenti e scomparsa del sottobosco;
- arretramento del canneto con perdita della porzione anfibia di bordo lago per eccessiva profondità dell'acqua;
- perdita della quasi totalità della vegetazione degli stagni (habitat 3150), per eccessiva profondità dell'acqua durante tutto il periodo vegetativo;
- forte riduzione dell'habitat di acque correnti 3260, che sarà relegato al solo tratto superiore del Rio Fossone;
- sostanziale conservazione dei cariceti, in grado di adattarsi alle mutate condizioni, e delle varie specie rappresentative;
- conservazione dei prati da sfalcio (habitat 6510);
- maggiore affermazione delle comunità palustri dell'habitat 3130;
- forte regressione delle specie infestanti autoctone ed aliene.

Sulla base dell'evoluzione degli habitat e delle unità ambientali sopradescritte è possibile prevedere:

- occupazione media degli habitat di specie del 78% da parte delle acque quando si raggiunge il livello di 368 m slm
- il vairone, specie occasionale nel SIC, è strettamente legata all'ambiente acquatico e dotata di mobilità pertanto non risente delle eventuali variazioni del livello del lago.
- la natrice tassellata è specie strettamente legata all'ambiente acquatico e dotata di mobilità pertanto non risente delle eventuali variazioni del livello del lago. Lucertola muraiola e saettone, che colonizzano anche ambienti arboricoli limitrofi alle zone umide, possono vedere limitati gli habitat colonizzabili proprio nel periodo di massima mobilità che corrisponde alla stagione primaverile ed estiva.
- il regime idraulico di governo del lago interferisce nei mesi primaverili con i siti riproduttivi delle specie nidificanti che depongono le uova nelle zone umide nei pressi del lago; la variazione di livello viene infatti a penalizzare i nidi che possono venire sommersi dalle acque in crescita con distruzione del sito e/o dei nidiacei. Le specie pertanto più a rischio sono il martin pescatore e il tarabusino, mentre la nitticora, specie erratica presente occasionalmente nel SIC, e il nibbio, che si riproduce sui costoni rocciosi delle limitrofe montagne, non subiranno effetti sui siti riproduttivi.
- Il moscardino, specie arboricola, colonizza prevalentemente zone emerse a vegetazione arborea. Le variazioni di livello delle acque interesseranno solo marginalmente le unità ambientali colonizzabili dalla specie che troverà in ogni caso

rifugio tra le fronde della vegetazione e nel caso di allagamento si potrà spostare tra i rami degli alberi vicini fino a raggiungere la vegetazione su terreno

**In definitiva si conclude che, a seguito della possibile applicazione della regola di gestione del regolamento 2002, la configurazione attuale del sito, attualmente in fase di stabilizzazione a seguito della artificiosa limitazione dell'oscillazione del lago dopo le limitazioni imposte dal RID, si modificherà e tenderà nel tempo a stabilizzarsi con una riduzione delle formazioni igrofile e della vegetazione degli stagni, una affermazione delle comunità palustri ed arboree ed una regressione delle specie infestanti.**

### **Impatti con il paesaggio**

Tutti gli interventi di progetto sono stati studiati per un loro corretto inserimento nell'ambiente in cui verranno realizzati.

In particolare si è studiato l'utilizzo di materiali con caratteristiche estetiche oltre che qualitative tali da non impattare visivamente sul luogo in cui verranno realizzati i manufatti; a titolo esemplificativo:

- rivestimenti in granito
- staccionate in legno
- opere metalliche verniciate in ferro micaceo
- ....

Infine si evidenzia come tutte le aree di cantiere saranno ricomposte morfologicamente ed ambientalmente a lavori ultimati.

### **15.3.3 Conclusioni sull'analisi degli impatti ambientali degli interventi di progetto**

A conclusione della analisi degli impatti sia in fase di cantiere che di esercizio, si riporta nel seguito la matrice di valutazione complessiva dalla quale si evince che:

- Gli impatti potenziali in fase di cantiere sono:
  - Solo moderatamente significativi
  - Mitigati se non addirittura annullati dalla organizzazione di cantiere imposta progettualmente e dagli interventi previsti
  - A carattere temporaneo e reversibili
- Non si riscontrano impatti negativi altamente significativi
- Gli impatti in fase di esercizio dell'opera sono positivi ed altamente significativi in termini di:
  - Aumento della sicurezza idraulica del territorio
  - Rivitalizzazione dell'asta del Chiese a valle del Lago e ripristino della continuità ecologica dello stesso, con aumento della funzionalità fluviale complessiva.

	Fattori di interferenza														Esercizio						
	Cantiere																				
<b>comparti ambientali</b>	Modifiche alla viabilità	Aumento del traffico	Incremento del rumore	Vibrazioni	Polveri ed emissioni gassose	Produzione rifiuti	Variazione dell'utilizzo dei luoghi	Abbassamento dei livelli del lago	Rimozione della vegetazione	Intorbidimento delle acque	Interferenze con i servizi	Interferenze con la sicurezza idraulica	Interferenze con la stabilità dei versanti	Interferenze con l'idrogeologia	Pericolo di incidenti	Variazione della percezione dei luoghi	Interferenze con le infrastrutture idrauliche esistenti	Incremento della domanda di manodopera	Riduzione del rischio idraulico	Rilascio del DMV e scala di risalita della fauna ittica	Inserimento paesaggistico dei manufatti
suolo e sottosuolo				D-L			D-V	I-V				I-V	D-L	D-L					D-V	D-V	
ambiente idrico							I-V	I-V		D-V				D-L					I-V	D-V	
habitat acquatici							I-V	I-V											I-V	D-V	
vegetazione					I-L		I-L	D-V											I-V	D-L	
fauna					I-L		I-L	I-V											D-V	D-V	
paesaggio					I-L		D-V	I-V											D-V	D-L	
atmosfera					I-L		I-L	I-V													
Reti tecnologiche											D-L								I-V		
sistema antropico					I-L		I-L	I-V			I-V	I-V	D-V						D-V	I-V	I-L
utilizzatori di valle							I-V	I-V			I-V	I-V	D-V						I-V	I-V	

LEGENDA INTENSITA' DELL'IMPATTO	
Negativo - altamente significativo	
Negativo - moderatamente significativo e mitigato	
Trascurabile / Annullato con l'organizzazione progettuale e di cantiere prevista	
Positivo - moderatamente significativo	
Positivo - altamente significativo	

TIPOLOGIA DELL'IMPATTO	
I = Impatto Indiretto	
D = Impatto Diretto	
L = Impatto locale	
V = Impatto sull'area vasta	

Figura 86: matrice conclusiva di valutazione degli impatti ambientali.

## 16 VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE

A partire dagli anni '80 il concetto di biodiversità e le problematiche relative alla progressiva perdita di diversità biologica a causa delle attività umane sono diventati oggetto di numerose convenzioni internazionali.

Nel 1992, con la sottoscrizione della Convenzione di Rio sulla Biodiversità, tutti gli stati Membri della Comunità Europea hanno riconosciuto la conservazione in situ degli ecosistemi e degli habitat naturali come priorità da perseguire, ponendosi come obiettivo quello di "anticipare, prevenire e attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica in considerazione del suo valore intrinseco e dei suoi valori ecologici, genetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici".

Tale visione è presente a livello legislativo nelle due direttive comunitarie "Habitat" (Direttiva 92/42/CEE) e "Uccelli" (direttiva 79/409/CEE) che rappresentano i principali strumenti innovatori della legislazione in materia di conservazione della natura e della biodiversità; in esse è colta l'importanza di una visione di tutela della biodiversità attraverso un approccio ad ampia scala geografica.

Ogni Stato Membro ha recepito nella propria legislazione i contenuti delle direttive con propri provvedimenti. La regione Lombardia ha normato la materia con la Legge Regionale 27 luglio 1977, n. 33 "Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica", ed in particolare l'articolo 24-ter, che detta disposizioni per la definizione, la regolamentazione e la gestione della rete europea Natura 2000.

- Natura 2000 è un sistema di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione Europea ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali ritenute meritevoli di protezione a livello continentale.
- La Rete Natura 2000 è attualmente composta da due tipi di aree: i Siti di Importanza Comunitaria e le Zone di Protezione Speciale, previste rispettivamente dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e dalla Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". Tali zone possono avere tra loro diverse relazioni spaziali, dalla totale sovrapposizione alla completa separazione.  
In Lombardia sono presenti attualmente 175 Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e 18 proposti SIC (pSIC). Ciascun sito è descritto da un Formulario Standard contenente tutte le informazioni sulle specie e gli habitat che lo caratterizzano.
- Obiettivo principale di Natura 2000 è la salvaguardia della biodiversità attraverso il mantenimento in uno stato di "conservazione soddisfacente" delle risorse naturali (habitat naturali e seminaturali, nonché flora e fauna selvatiche) nel territorio comunitario.  
La biodiversità contribuisce allo sviluppo sostenibile e va promossa e mantenuta tenendo conto allo stesso tempo delle esigenze economiche sociali e culturali e delle particolarità regionali e locali.
- Natura 2000 vuole introdurre un diverso approccio all'uso del territorio e allo sfruttamento delle risorse, in una logica di sviluppo sostenibile e per il mantenimento vitale degli ecosistemi. Si riconosce che una serie di attività umane risultano

indispensabili per la tutela della biodiversità (è il caso di molte pratiche agricole tradizionali) e per questo vanno considerate quale fattore importante della gestione conservativa.

Gli elementi innovativi si possono quindi schematicamente riassumere in:

1. approccio di rete: ogni sito di interesse comunitario è nodo di una rete, un luogo di interconnessione, si parla infatti di "rete coerente" e si invitano gli Stati Membri ad individuare gli elementi di passaggio per garantire la connettività;
2. regolamentazione di tipo flessibile e non rigido della tutela, che demanda alle realtà locali la scelta di opportuni piani di gestione capaci di rispondere sia alla necessità di garantire le risorse biologiche per le generazioni future che alle esigenze socioeconomiche e culturali;
3. riconoscimento del ruolo di una serie di attività umane nella produzione di biodiversità (è il caso di molte pratiche agrosilvopastorali tradizionali). Per questo motivo, oggetto di conservazione non sono solo gli habitat naturali, ma anche alcuni seminaturali, per i quali le pratiche tradizionali vengono considerate un fattore importante della gestione conservativa.

L'area vasta oggetto di studio interessa il bacino lacustre dell'Idro, il bacino idrografico del fiume Chiese e tutte le aree spondali e riparie afferenti a tali corpi idrici, i quali ricadono all'interno dei territori comunali di Bagolino, Anfo, Idro e Lavenone.

Il lago di Idro si trova in un territorio caratterizzato da elementi naturali molto eterogenei, alcuni dei quali rappresentano risorse di grande pregio ambientale e meritevoli di protezione. Il territorio di area vasta è caratterizzato dalla presenza di diversi siti appartenenti alla Rete Natura 2000.

Le distanze che intercorrono tra l'area di intervento e i siti Natura 2000 presenti sul territorio di area vasta sono riportate nella tabella successiva. Come si vince in figura, il SIC e ZPS IT3120065 "Lago d'Idro", nonostante sia localizzato ad una distanza di circa 9,5 Km dall'area di intervento, si affaccia sulle sponde del lago pertanto è l'unico sito che si è ritenuto di indagare per la valutazione delle possibili incidenze legate alle opere di progetto. L'orografia del territorio e le notevoli distanze calcolate, permettono di escludere la possibilità che gli altri siti siano influenzati dalle opere previste, sia direttamente che indirettamente.

Nella tavola sotto riportata è segnata la distanza dei Siti di Importanza Comunitaria e delle Zone di Protezione Speciale individuati nel territorio di area vasta.

SITO NATURA 2000	DISTANZA DALL'AREA DI PROGETTO
A) SIC IT2070019 "Sorgente Funtanì"	8 Km
B) ZPS IT2070402 "Alto garda Bresciano"	8 Km
C) SIC IT2070021 "Valvestino"	8 Km
D) SIC IT3120094 "Alpe di Storo e Bondone"	12,3 Km
E) SIC IT3120127 "Monti Tremalso e Tombea"	11,2 Km
F) SIC IT 3120120 "Bassa Valle del Chiese"	11,2 Km
G) SIC e ZPS IT3120065 "Lago d'Idro"	9,4 Km
H) ZPS IT2070302 "Val Caffaro"	7 Km

Tabella 2: Distanze dei Siti di Importanza Comunitaria e delle Zone di Protezione Speciale dall'area di progetto

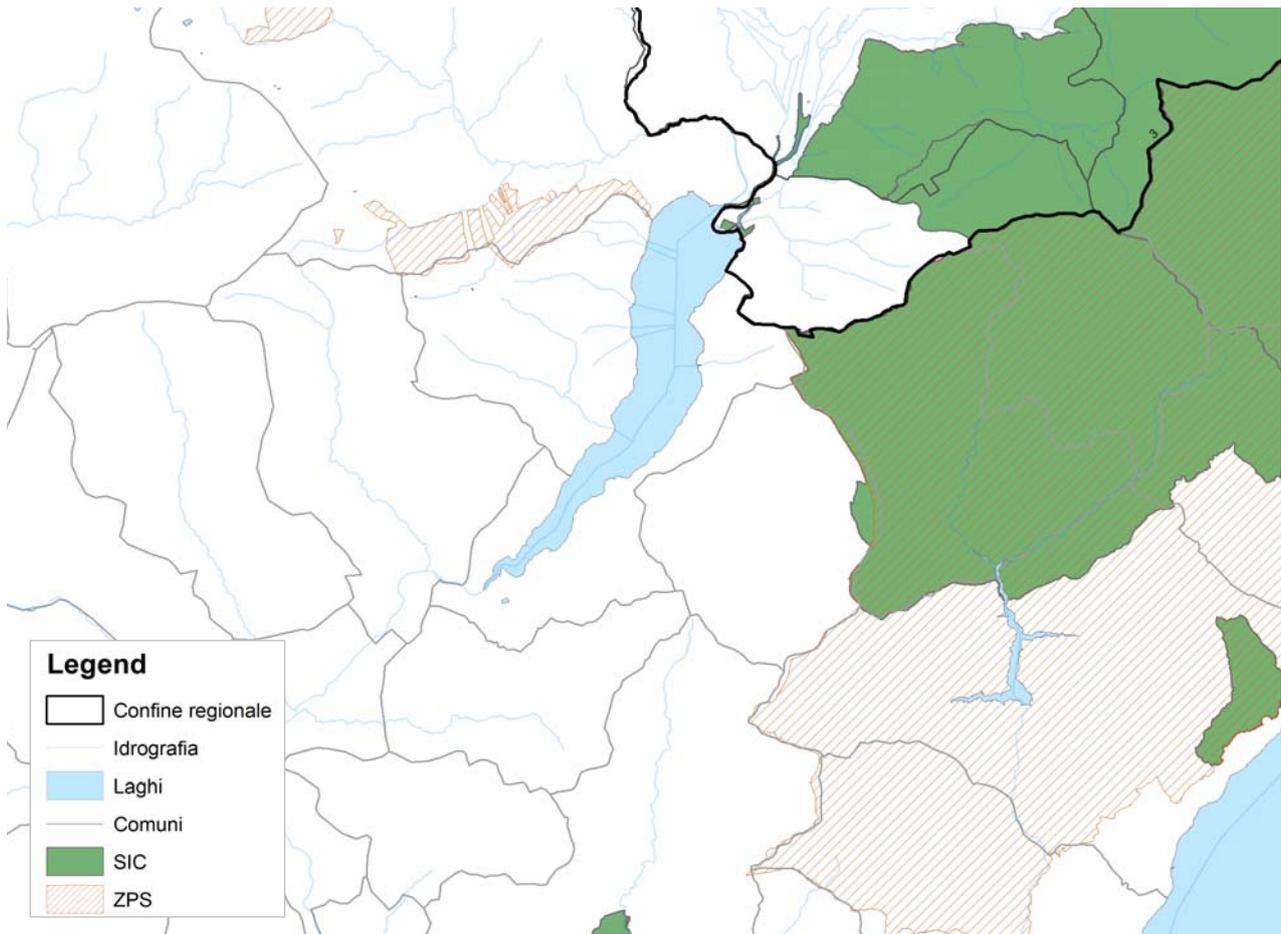


Figura 87: Elaborazione GIS di individuazione SIC e ZPS rispetto all'area di progetto

Il SIC e ZPS IT 3120065 “lago d’Idro”, ubicato sulla sponda nord-orientale del lago, in territorio trentino, pur trovandosi ad una distanza di oltre 9 Km in linea d’aria dalle aree di intervento, sarà interessato dalle variazioni di livello del lago previste durante la fase di cantiere e durante la fase di esercizio delle opere.

Lo Studio di Incidenza Ambientale allegato al presente Studio di Impatto Ambientale, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti, valuterà, pertanto, le possibili incidenze del progetto su questo particolare e vulnerabile Sito, istituito, inoltre, con delibera provinciale n.280 del 18/01/1994 a biotopo della provincia di Trento.

In Lombardia, la tutela della biodiversità è garantita non solo dalla Rete Natura 2000 e da molteplici Parchi e Riserve naturali, ma anche dalla RER - Rete Ecologica Regionale e dalle Aree prioritarie per la biodiversità in essa comprese. La Fondazione Lombardia per l’Ambiente ha avuto incarico dalla Regione di individuare la RER e le Aree prioritarie, in riferimento specifico al settore di territorio lombardo che comprende la Pianura Padana, la fascia collinare e l’Oltrepò pavese.

## **17 PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO**

Per la realizzazione dei lavori si prevede l'esproprio delle aree interessate dai manufatti di progetto e l'occupazione temporanea delle zone di cantiere individuate nelle planimetrie catastali allegata al progetto definitivo.

Si evidenzia comunque una forte discrepanza tra lo stato reale dei luoghi e le planimetrie catastali, con particolare riguardo all'area di sbocco della galleria di by-pass, ove la morfologia dell'alveo risulta catastalmente divagante nella piana a valle di Lavenone anziché confinata entro le sponde artificialmente realizzate per la messa in sicurezza del pianoro oggi adibito ad usi sportivi e ricreativi.

Le particelle catastali su cui insistono le opere sono in parte pubbliche, in parte private per cui sarà necessario avviare la procedura d'esproprio prima di procedere all'appalto dei lavori.

## **18 CRONOPROGRAMMA E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE**

I lavori avranno una durata complessiva di 1235 giorni naturali e consecutivi a partire dalla data del Verbale di Consegna Lavori.

Le opere verranno realizzate procedendo su tre cantieri contemporanei e logisticamente distinti:

- Nuova traversa, sistemazioni d'alveo ed adeguamento traversa esistente
- Manufatto di imbocco nuova galleria di by-pass
- Manufatto di sbocco e galleria di by-pass.

Il diagramma di Gantt riportato nell'allegato n.1 rappresenta la sequenza delle fasi cronologiche ed i collegamenti tra le diverse lavorazioni.

Nell'allegato n.2 si riporta, invece, la rappresentazione grafica delle principali attività costruttive.

## **19 QUADRO ECONOMICO**

La stima dei costi di costruzione è stata effettuata sulla base dei prezzi unitari contenuti nel Prezziario della Provincia Autonoma di Trento valido per l'anno 2009.

Tenuto conto dell'andamento congiunturale del mercato e della ripetitività di alcune lavorazioni i prezzi del prezziario sono stati ribassati del 10%.

Le voci d'elenco sono state inoltre integrate utilizzando prezzi provenienti da indagini di mercato e da altri Elenchi Prezzi ufficiali ai quali non sono stati applicati ribassi.

Si riporta di seguito il quadro economico.

REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

REGIONE LOMBARDIA		
NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO		
PROGETTO DEFINITIVO		
QUADRO ECONOMICO		
		euro
<b>A)</b>	<b>Importo lavori soggetto a ribasso</b>	
	a corpo	€ 13.238.773,55
	a misura	€ 18.269.856,12
	<b>Totale</b>	<b>€ 31.508.629,67</b>
<b>B)</b>	<b>Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso</b>	<b>€ 1.081.550,23</b>
<b>C)</b>	<b>TOTALE OPERE (A + B)</b>	<b>€ 32.590.179,90</b>
<b>D)</b>	<b>Oneri per progettazione esecutiva compresi oneri previdenziali</b>	<b>€ 521.959,57</b>
<b>E)</b>	<b>TOTALE OPERE E PROGETTAZIONE (C + D)</b>	<b>€ 33.112.139,47</b>
<b>F)</b>	<b>Somme a disposizione dell'Amministrazione per:</b>	
1)	lavori in economia esclusi dall'appalto	€ 30.000,00
2)	rilievi, accertamenti, monitoraggio ed indagini	€ 100.000,00
3)	spostamento sottoservizi ed allacciamenti elettrici	€ 900.000,00
4)	imprevisti ed arrotondamenti (2,0% circa su voce C)	€ 657.981,62
5)	acquisizione aree	
5a)	indennizzo per acquisizione aree/immobili/asservimenti	€ 13.920,70
5b)	spese notarili e frazionamenti	€ 4.000,00
6)	accantonamento di cui all'art. 133 D.lgs. 163/2006 (1% su voce C)	€ 325.901,80
7)	spese tecniche per progetto definitivo, direzione lavori, coord. sicurezza in fase di esecuzione, misura e contabilità, compresi oneri previdenziali	€ 2.496.460,92
8)	spese per commissioni giudicatrici	€ 25.000,00
9)	spese per pubblicità	€ 20.000,00
10)	spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 449.626,50
11)	incentivo 0,2% su voce C come da decreto commissariale del 15/6/2011	€ 65.180,36
<b>G)</b>	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	<b>€ 5.088.071,89</b>
<b>H)</b>	<b>ILSPA attività come stazione appaltante (3% su voci E, F1-F10)</b>	
	<b>TOTALE ATTIVITA' STAZIONE APPALTANTE</b>	<b>€ 1.144.050,93</b>
<b>I)</b>	<b>Oneri di legge</b>	
	iva 22% su voci C, D, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 e F11	€ 8.655.737,71
	<b>IMPORTO COMPLESSIVO (E+F+H+I)</b>	<b>€ 48.000.000,00</b>
		€ 48.000.000,00

## 20 ALLEGATI

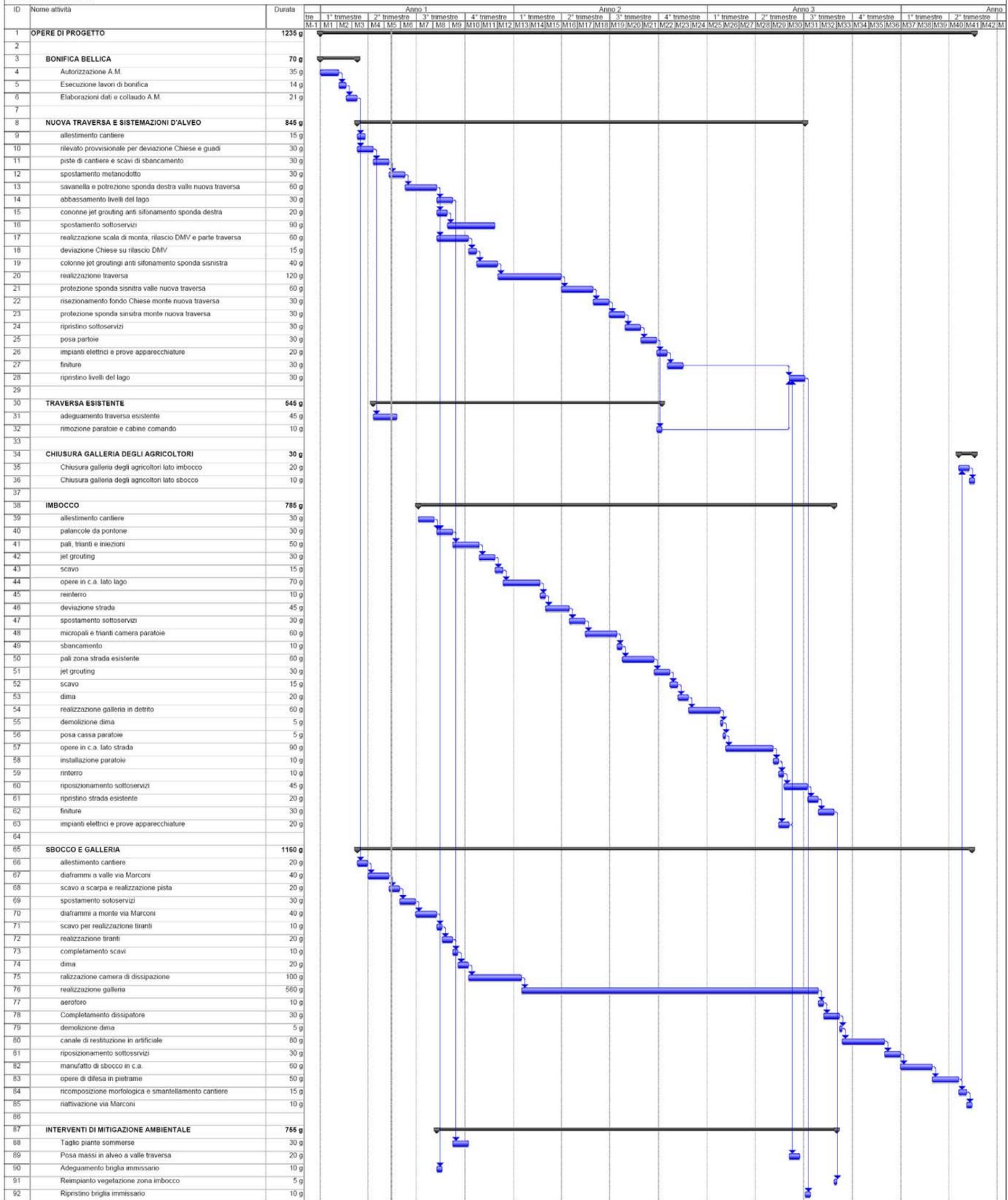
Allegato n.1 : Cronoprogramma dei lavori

Allegato n.2 : Rappresentazione grafica delle principali attività costruttive

REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

**OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA DEL LAGO D'IDRO**  
 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

D-AT-DA-OPG-R005-Rev1



REGIONE LOMBARDIA  
 NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO  
 PROGETTO DEFINITIVO

