

VASCA DI LAMINAZIONE SUL FIUME SEVESO

Comune di Senago (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

MI-E-789

OTTOBRE 2014



	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	S. Croci		
VERIFICA	G.B. Peduzzi		
APPROVAZIONE	A. Paoletti		

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. STEFANO CROCI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO
Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Geol. MARIO SPADA
Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. CHIARA TONETTO

ETATEC
STUDIO PAOLETTI

S.R.L.



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-647/EA 34



SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax +39 02 26681553
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
Studiopaoletti@etatec.it - Studiopaoletti@pec.etatec.it

Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)
tel: +39 035 516090 - +39 035 513738



Via Napoli 14/5 35020 Ponte S. Nicolò (PD)

CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR
Dott. Agr. GIOVANNI SALA
Arch. LUISA BELLINI
Arch. IVAN MAESTRI

QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

LAND Milano Srl



UNI EN ISO 9001
certificato 09.1517



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com
GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Landscape
Architecture
Nature
Development

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701


TITOLO

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
DELLE OPERE IN PROGETTO

SCALA

Revisioni			
	1	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA	APRILE 2015
	2	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONF. DEI SERVIZI	GIUGNO 2015
Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMESSA	DOCUMENTO
	PD	250-23	AT
			NUMERO
			A.3

3.8.3.1	Margine tipo 1: fascia arbustiva – mitigazione infrastrutturale.....	45
3.8.3.2	Margine tipo 2a: fascia arbustiva – argine vasca 1	46
3.8.3.3	Margine tipo 2b: fascia arbustiva – argini vasche 2 e 3	47
3.8.3.4	Margine tipo 3: fascia boscata.....	48
3.8.3.5	Mitigazione scarpate: prato fiorito	50
3.8.3.6	Inserimento ambientale rotatoria: fascia arbustiva e prato fiorito	50

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le principali caratteristiche idrologico-idrauliche del sistema fluviale afferente alla vasca di laminazione del T. Seveso in Comune di Senago.

I corsi d'acqua interessati dall'opera di laminazione in progetto sono tre: il T. Seveso, che è in grado di scolmare una porzione dei deflussi di piena nella vasca di laminazione attraverso il Canale Scolmatore Nord Milano (CSNO), il T. Garbogera e il T. Pudiga, entrambi adiacenti alle aree interessate dall'opera di invaso.


Il Progetto Definitivo in data Ottobre 2014 è stato già aggiornato in data Aprile 2015 in seguito al recepimento delle prescrizioni contenute nella pronuncia di compatibilità ambientale di cui al Decreto Regionale n. 1829 del 10/03/2015.

Il presente Progetto Definitivo rappresenta l'aggiornamento della prima revisione (Aprile 2015), conseguente al recepimento delle prescrizioni contenute nei verbali delle tre sedute della Conferenza dei Servizi, tenutesi in data 24/04/2015, 18/05/2015 e 27/05/2015.

In particolare, per effetto del Decreto Regionale n. 1829 del 10/03/2015 che, a seguito di attivazione della procedura V.I.A. esprime ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e della L.R. 5/2010 la pronuncia positiva di compatibilità ambientale, con prescrizioni, il presente progetto tiene conto della modifica progettuale ivi prescritta inerente la traslazione della quota del fondo dei settori d'invaso II e III da 146 a 149 m s.m., ferma restando la realizzazione delle previste strutture e opere di impermeabilizzazione e di interconnessione unidirezionale tra l'invaso e la prima falda.

Inoltre, il presente progetto tiene conto delle prescrizioni emerse durante le sedute della Conferenza dei Servizi; in particolare, rispetto alle versione precedente del progetto definitivo in data Aprile 2015, sono state effettuate le seguenti modifiche:


- eliminazione del laghetto permanente previsto in corrispondenza del fondo del II e III settore dell'invaso;
- eliminazione dell'area di fitodepurazione, da sostituire con intervento di imboscimento;
- eliminazione del "laboratorio idrologico – ricreativo" previsto precedentemente in prossimità del manufatto di sollevamento, da sostituire con intervento di imboscimento;
- eliminazione dell'edificio "Spazio espositivo/padiglione";
- abbassamento della torretta a 10 m di altezza;

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- semplificazione dell'intersezione tra i percorsi ciclabili posti lungo il margine sud-ovest del secondo settore dell'invaso, a favore di una maggiore estensione dell'area imboschita;
- impiego di parapetti metallici solo in corrispondenza delle aree con pericolo di caduta sul vuoto.
- impiego di rete metallica leggera mascherata da impianti arbustivi in corrispondenza delle scarpate dell'invaso;
- posizionamento dei parapetti, lungo la rotatoria di via De Gasperi, solo in corrispondenza del canale di alimentazione dell'invaso di laminazione;
- realizzazione di attraversamento ciclabile a raso della via De Gasperi, con interposizione di una zona protetta tra le due corsie stradali e/o opportuna segnaletica orizzontale e verticale;
- rimozione del collegamento ciclabile esterno all'area di pertinenza dell'intervento di laminazione: nelle opere in progetto lasciare solo i percorsi attorno ai tre settori dell'invaso, mentre i collegamenti con la rete ciclopedonale esistente e con il centro abitato rientrano nelle somme a disposizione previste nel quadro economico del progetto alla voce "Opere di compensazione naturalistico-ambientali per Ente Parco Regionale delle Groane";
- modifiche delle specie arboree e arbustive, delle dimensioni del sesto di impianto e delle proporzioni tra alberi forestali e alberi sviluppati (per i dettagli si rimanda ai verbali degli incontri tenutisi con il Parco delle Groane, che sono parte integrante dei verbali della Conferenza dei Servizi);
- modifica arredi lungo la pista ciclabile: eliminare cestini portarifiuti, prevedere solo panchine, inserire pannelli informativi.

Gli studi e progetti posti a base della presente progettazione sono:

- T. Seveso: "*Studio idraulico del torrente Seveso nel tratto che va dalle sorgenti alla presa del Canale Scolmatore Nord Ovest (CSNO) in località Palazzolo in Comune di Paderno Dugnano (MI) e studio di fattibilità della vasca di laminazione del CSNO a Senago (MI)*" (d'ora in poi denominato Studio-AIPO-2011), redatto dalla scrivente società ETATEC s.r.l. su incarico di AIPO, poi approvato nell'ambito dell'Accordo di Programma relativo alla difesa idraulica del territorio milanese;
- Relazione di "*Analisi delle alternative di ubicazione della vasca di laminazione*" redatto a

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

novembre 2012, nell'ambito delle attività propedeutiche al progetto preliminare della vasca di laminazione di Senago di cui trattasi (la relazione è in parte ripresa nell'elaborato n. A-2);



- T. Seveso, T. Garbogera e T. Pudiga: *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona”*, dell’Autorità di bacino del fiume Po (da qui in poi indicato con la sigla AdBPo-2004), alla cui redazione ha partecipato anche la scrivente società ETATEC s.r.l.;
- Vasca di laminazione di Senago: *“Progetto preliminare della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI)”* in data Aprile 2013 (d’ora in poi denominato PP-Senago-2013), redatto dagli scriventi su incarico di AIPo;
- *“Progetto preliminare delle opere di adeguamento del CSNO nel tratto tra confluenza Garbogera e confluenza Pudiga”* in data Luglio 2014 (d’ora in poi denominato PP-CSNO-2014), redatto dagli scriventi su incarico di AIPo;
- *“Progetto definitivo I Lotto della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI)”* in data Luglio 2014 (d’ora in poi denominato PD-I lotto_Senago-2014), redatto dagli scriventi su incarico di AIPo;
- *“Progetto definitivo della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI)”* in data Ottobre 2014 (d’ora in poi denominato PD_Senago-2014), redatto dagli scriventi su incarico di AIPo;
- *“Progetto definitivo della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI)”* in data Aprile 2015 (d’ora in poi denominato PD-rev1_Senago-2015), redatto dagli scriventi su incarico di AIPo.

Per comodità e congruenza espositiva, il presente progetto include, a livello di progetto definitivo, tutte le opere componenti il sistema di laminazione di Senago, secondo gli indirizzi già approvati con il PP-Senago-2013, comprese quelle già incluse nel PP-CSNO-2014, PD-I lotto_Senago-2014, onde presentare unitariamente tutti gli aspetti attinenti all’insieme delle opere costituenti l’intero progetto della vasca di laminazione del fiume Seveso a Senago.

Per maggiori dettagli relativi alle caratteristiche delle singole opere di seguito descritte, si rimanda agli atti e agli elaborati grafici allegati al progetto.

1.1 DATI CARATTERISTICI DELL’INVASO DI LAMINAZIONE

Le opere idrauliche previste nel presente progetto definitivo sono:


A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- Invaso di laminazione, suddiviso in n. 3 settori;
- Opere di adeguamento del CSNO;
- Opera di presa dal CSNO;
- Opera di presa dal T. Garbogera;
- Opera di presa dal T. Pudiga;
- Canale di alimentazione degli invasi;
- Manufatti di sfioro per il collegamento tra il primo e secondo settore di invaso;
- Manufatto di sfioro di emergenza del secondo settore di invaso;
- Stazione di sollevamento e manufatto di collegamento tra i diversi settori dell'invaso;
- Canale di scarico dell'invaso nel CSNO;
- Opere civili e paesaggistiche;
- Impianti elettrici (cabina di consegna Enel, quadro MT, trasformatore, quadri BT, ecc. – cfr. relazione A.4.10 allegata al progetto).

Vengono di seguito riportati, in forma schematica, i principali dati peculiari dell'invaso di laminazione di Senago, le cui caratteristiche saranno meglio descritte nei successivi capitoli e nelle relazioni allegate al presente progetto definitivo.

Le principali caratteristiche dell'invaso in progetto sono:

- Volume di invaso: 810'000 m³, suddiviso in n. 3 settori in serie, caratterizzati dai seguenti volumi:
 - I settore: 50'000 m³;
 - II settore: 495'000 m³;
 - III settore: 265'000 m³;
- Superficie di invaso alla quota di massima regolazione: 114'200 m², di cui:
 - I settore: 18'300 m²;
 - II settore: 60'900 m²;
 - III settore: 35'000 m²;
- Quota di fondo degli invasi di laminazione:
 - I settore: 155.6 m s.m.;
 - II settore: 149.0 m s.m.;
 - III settore: 149.0 m s.m.;
- Quota di massima regolazione:
 - I e II settore: 159.0 m s.m.;

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- III settore: 159.25 m s.m.;
- Quota di massimo invaso:
 - Con II settore in funzione: 159.73 m s.m.;
 - Con II settore in manutenzione e III settore in funzione: 159.98 m s.m.;
- Quota di coronamento delle arginature perimetrali, ove presenti:
 - I settore: 162.20 m s.m.;
 - II e III settore: 161.80 m s.m.;
- Quota di recapito delle portate laminate: 155.25 m s.m.;
- Corsi d'acqua che alimentano l'invaso: T. Seveso (attraverso il C.S.N.O.), T. Garbogera e T. Pudiga;
- Ricettore finale delle acque laminate: C.S.N.O.;
- Portata al colmo sfiorata nell'invaso con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni:
 - dal T. Seveso attraverso il C.S.N.O.: 35 m³/s;
 - dal T. Garbogera: 5 m³/s;
 - dal T. Pudiga: 18 m³/s;
- Portata massima del sistema di scarico: 5 m³/s;
- Portata media di svuotamento del sistema di scarico: 3.8 m³/s;
- Tempo di svuotamento dell'invaso: 59 ore;
- Modalità di svuotamento dell'invaso: a gravità e per sollevamento.

Nella Figura 1 è riportato lo schema planimetrico dell'invaso di laminazione di Senago.



Figura 1 – Schema planimetrico della vasca di laminazione di Senago con indicazione delle opere

2. SINTESI DELLE PORTATE E DEI VOLUMI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DI SENAGO

Nella relazione idrologico-idraulica del presente progetto (elaborato A.4.1) sono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche dei torrenti Seveso, Garbogera e Pudiga, sia nell'assetto attuale che nell'assetto di progetto. In particolare, per ciascun corso d'acqua, sono state definite le portate e i volumi che vengono scaricati nell'invaso di laminazione di Senago, per alcuni valori del tempo di ritorno (10, 100, 500 e 3000 anni, quest'ultimo con riferimento D.M. 26/06/2014 "*Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)*").

Di seguito si riporta lo schema planimetrico di progetto della vasca di laminazione di Senago, ove sono indicati, in particolare, i punti di sfioro dei tre suddetti corsi d'acqua e il valore della portata al colmo scaricata, con riferimento ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno centennale per tutti e tre i corsi d'acqua.

Inoltre, vengono riportate le portate al colmo che occorre considerare per il dimensionamento idraulico di alcune opere che compongono il sistema di laminazione.

In sintesi, l'alimentazione della vasca di laminazione di Senago avviene attraverso n. 3 opere di presa:

1. dal CSNO ($Q_{sf-max} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$), attraverso la quale viene sfiorata una parte della portata immessa dal Seveso nel CSNO stesso, mediante l'esistente opera di presa di Palazzolo ($Q_{sf-max} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$);
2. dal T. Garbogera ($Q_{sf-T=100} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$);
3. dal T. Pudiga ($Q_{sf-T=100} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le portate scaricate dal CSNO e dal T. Garbogera vengono convogliate verso il primo settore dell'invaso attraverso un canale, che quindi deve essere dimensionato per una portata massima di $40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le portate scaricate dal T. Pudiga, invece, giungono attraverso l'opera di presa direttamente nel medesimo primo settore dell'invaso.

Il secondo settore dell'invaso viene alimentato dal primo settore attraverso n. 2 soglie di sfioro, ciascuna di esse dimensionata per un valore di portata pari a circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

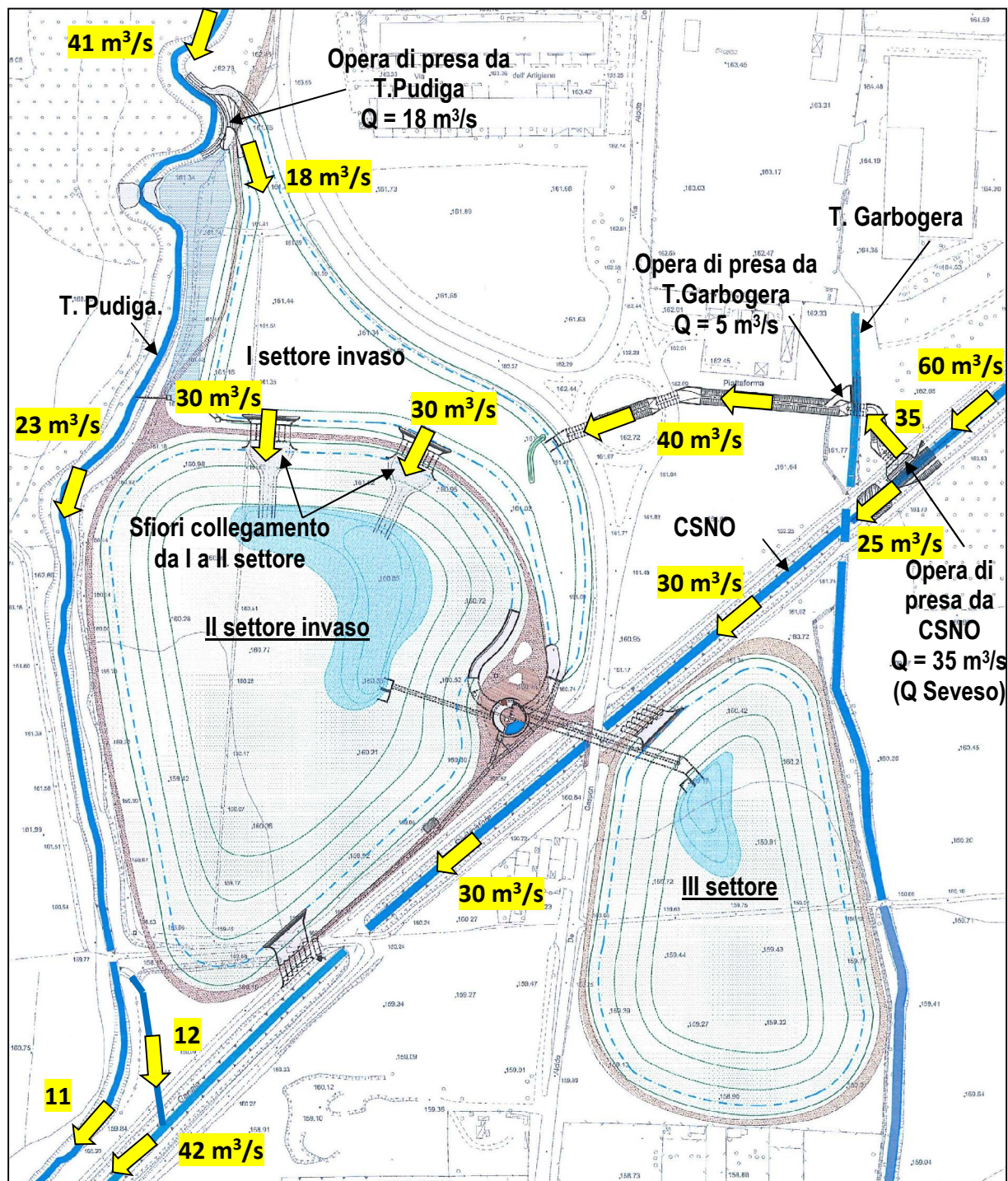


Figura 2 – Schema planimetrico del sistema idraulico della vasca di laminazione di Senago (T=100 anni)

Per quanto riguarda i volumi la sommatoria degli apporti alla vasca di laminazione in progetto provenienti dal T. Seveso (attraverso il CSNO), dal T. Garbogera e dal T. Pudiga, è maggiore del volume di laminazione della vasca in progetto.

Di seguito si riporta una tabella con sintetizzati i diversi valori dei volumi delle onde sfiorate

dai diversi corsi d'acqua in funzione del tempo di ritorno.

Tabella 1 – Volumi degli idrogrammi scolmati nella vasca di laminazione di Senago

<i>Corso d'acqua</i>	<i>T=10 anni</i>	<i>T=100 anni</i>	<i>T=500 anni</i>
T. Seveso/CSNO	>810'000 m ³	>810'000 m ³	>810'000 m ³
T. Garbogera	7'500 m ³	40'000 m ³	61'000 m ³
T. Pudiga	40'000 m ³	100'000 m ³	160'000 m ³

In assenza delle altre opere di laminazione in progetto previste lungo il T. Seveso, a monte della presa sul CSNO, il volume che può essere deviato dal sistema T. Seveso/CSNO all'interno della vasca di laminazione di Senago supera la sua intera capacità. Pertanto, occorre effettuare la regolazione delle paratoie presenti a Palazzolo, in modo tale da derivare dal T. Seveso un idrogramma di piena caratterizzato da un volume per portate superiori a 30 m³/s (attuale portata di funzionamento del CSNO senza la vasca di laminazione di Senago) pari alla sua capacità oppure inferiore se si vuole lasciare del volume a disposizione della laminazione dei torrenti Pudiga e Garbogera, considerando l'eventuale contemporaneità degli eventi di piena.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

3.1 GENERALITÀ

Le opere in progetto che costituiscono il sistema idraulico della *Vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago* sono, in estrema sintesi, le seguenti:

- Vasca di laminazione per un volume utile complessivo pari a circa 810'000 m³, suddivisa in n. 3 settori, in serie, fuori linea rispetto ai corsi d'acqua interessati (T. Seveso, attraverso il CSNO, T. Garbogera e T. Pudiga), comprensiva di manufatti idraulici di collegamento tra i due settori;
- opere di presa: dal CSNO, dal T. Garbogera e dal T. Pudiga;
- canale di alimentazione per convogliare nella vasca di laminazione le portate derivate dal CSNO (provenienti dal T. Seveso) e dal T. Garbogera;
- stazione di sollevamento e manufatto di collegamento tra gli invasi;
- sistema di scarico dell'invaso;
- opere di valorizzazione paesaggistica.

Nei seguenti paragrafi vengono descritte le opere sopra citate.

3.2 VASCA DI LAMINAZIONE E RELATIVI MANUFATTI IDRAULICI DI COLLEGAMENTO

La vasca di laminazione di Senago è un'opera di invaso delle piene dei torrenti Seveso, Pudiga e Garbogera, realizzata in scavo (il fondo del primo settore di invaso è a circa 5.5 m dall'attuale piano campagna, mentre il II e il III settore hanno un fondo a circa 11÷12 m).

L'area interessata dalla realizzazione di tale opera, interamente all'interno del Comune di Senago, è posta a nord del CSNO e confina a ovest con il T. Pudiga, a nord e ad est con la strada provinciale S.P. 175.

L'invaso di laminazione, caratterizzato da un volume complessivo di 810'000 m³, è suddiviso in n. 3 settori, tra loro collegati in serie e caratterizzati dai seguenti volumi:

- I settore: 50'000 m³;
- II settore: 495'000 m³;
- III settore: 265'000 m³.

Per ottenere tali volumi di invaso occorre effettuare scavi per un volume complessivo di circa

1'230'000 m³ (parte di tale quantitativo, pari a circa 250'000 m³, viene poi riutilizzato all'interno del cantiere per la formazione di arginature perimetrali, per il ricoprimento del telo di impermeabilizzazione nei tre settori e per operazioni di rinterro).



Nella Tabella 2 sono riportate le principali caratteristiche geometriche di ciascun settore che compone l'opera di laminazione in progetto.

Tabella 2 – Caratteristiche delle tre vasche

Vasca	Volume [m³]	Quota di fondo [m s.m.]	Quota di massima regolazione [m s.m.]	Quota massima argini [m s.m.]	Superficie alla quota di massima regolazione [m²]
Vasca 1	50'000	155.6	159.0	162.2	18'300
Vasca 2	495'000	149.0	159.0	161.8	60'900
Vasca 3	265'000	149.0	159.25	161.8	35'000
Totale	810'000	-	-	-	114'200

Lo svuotamento dell'invaso di Senago avviene attraverso lo scarico di fondo, che immette la portata nel CSNO. Le modalità di scarico per i tre settori d'invaso sono:

- *I settore*: viene interamente svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione, pari a 159.0 m s.m., fino alla quota di fondo invaso, pari a 155.5 m s.m.);
- *II settore*: viene in parte svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione, pari a 159.0 m s.m., fino alla quota pari a circa 155.5 m s.m.) e in parte per sollevamento (dalla quota di 155.5 m s.m. fino alla quota di fondo dell'invaso, pari a 149.0 m s.m.). Il volume che può essere scaricato a gravità è pari a circa 200'000 m³ (40% del volume di invaso del II settore pari a 495.000 m³), mentre quello che deve essere scaricato per sollevamento è pari a circa 295'000 m³ (60% del volume di invaso del II settore);
- *III settore*: viene in parte svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione fino alla quota pari a circa 155.5 m s.m.) e in parte per sollevamento (dalla quota di 155.5 m s.m. fino alla quota di fondo dell'invaso, pari a 149.0 m s.m.). Il volume che può essere scaricato a gravità è pari a circa 115'000 m³ (43% del volume di invaso del III settore pari a 265.000 m³), mentre quello che deve essere scaricato per sollevamento è pari a

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

circa 150'000 m³ (57% del volume di invaso del III settore).

Complessivamente si ha che il volume invasato che può essere scaricato nel CSNO a gravità è pari a 365'000 m³ (45% del volume di invaso totale di 810.000 m³), mentre quello che deve essere scaricato per sollevamento è pari a circa 445'000 m³ (55% del volume di invaso totale). In genere si potrà procedere prima allo svuotamento del primo settore (in modo tale da renderlo disponibile ad un altro evento nel più breve tempo possibile) e successivamente procedere allo svuotamento del secondo e del terzo settore.

L'inclinazione delle sponde dei settori dell'invaso sono:

○ I settore:

- 1:2 (h:b) da quota 162.20 m s.m. (quota di coronamento del sistema arginale) a quota 160.0 m s.m.;
- 1:2.5 (h:b) da quota 160.0 m s.m. a quota 155.5 m s.m. (fondo invaso);

○ II e III settore:

- 1:2 (h:b) da quota 161.80 m s.m. (quota di coronamento del sistema arginale) a quota 160.0 m s.m.;
- 1:2.5 (h:b) da quota 160.0 m s.m. a quota 149.0 m s.m. (fondo invaso);

Nel primo settore dell'invaso, nel punto di immissione del canale di alimentazione proveniente dalla presa del CSNO e dalla presa del T. Garbogera, è previsto un pennello in massi (L= 30 m, con quota di coronamento pari a 157.5 m s.m., larghezza in sommità pari a 2 m e inclinazione delle sponde pari a 2:3) con la funzione di indirizzare il flusso principale verso la porzione posta più a sud in modo tale da concentrare in un'area più limitata il trasporto solido e agevolare le operazioni di pulizia successive all'evento di piena.

I tre settori dell'invaso sono fra loro collegati da manufatti di sfioro, in particolare:

- il collegamento tra il primo e il secondo settore dell'invaso avviene attraverso n. 2 soglie sfioranti fisse (v. Figura 3), ciascuna della larghezza di 35 m e con quota del coronamento pari a 158.0 m s.m. e n. 2 scivoli in massi cementati di raccordo tra ciascuna soglia e il fondo del secondo settore dell'invaso, dove è previsto un laghetto permanente;
- il collegamento tra il secondo e il terzo settore dell'invaso avviene attraverso un complesso sistema, necessario per superare l'interferenza costituita dal CSNO che scorre tra i due settori dell'invaso, costituito da:
 - una soglia sfiorante fissa in c.a. (lunghezza pari a 50 m con ciglio di sfioro a quota

158 m s.m., v. Figura 4);

- un pozzo di caduta e di sollevamento (diametro 20 m e quota di fondo pari a 147 m s.m.);
- n. 2 condotte circolari di diametro pari a 3.2 m, che sottopassano il CSNO e collegano il fondo del pozzo con il fondo del terzo settore dell'invaso.

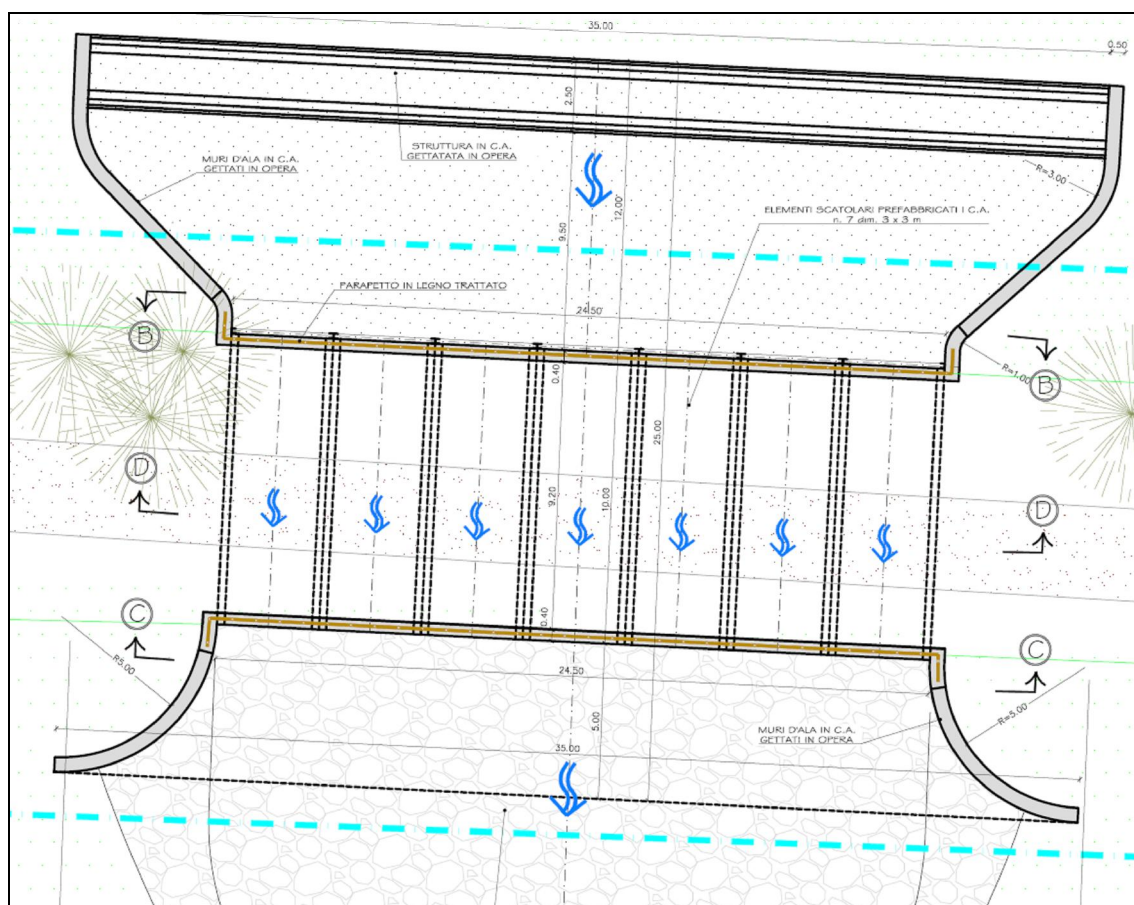


Figura 3 – Stralcio planimetrico del manufatto di sfioro per collegare il I al II settore dell'invaso

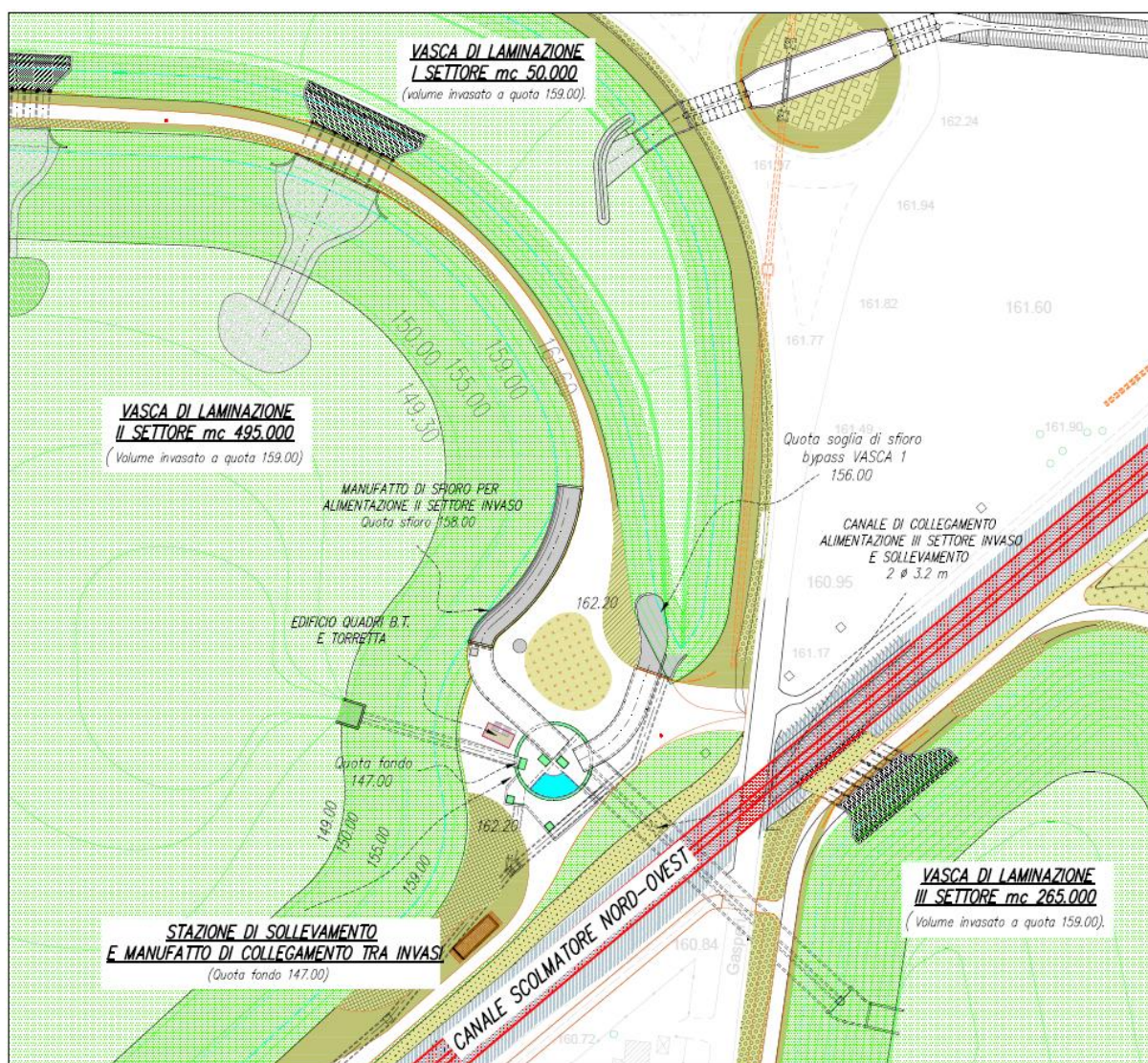


Figura 4 – Stralcio planimetrico con rappresentato il sistema di collegamento tra il II al III settore dell'invaso

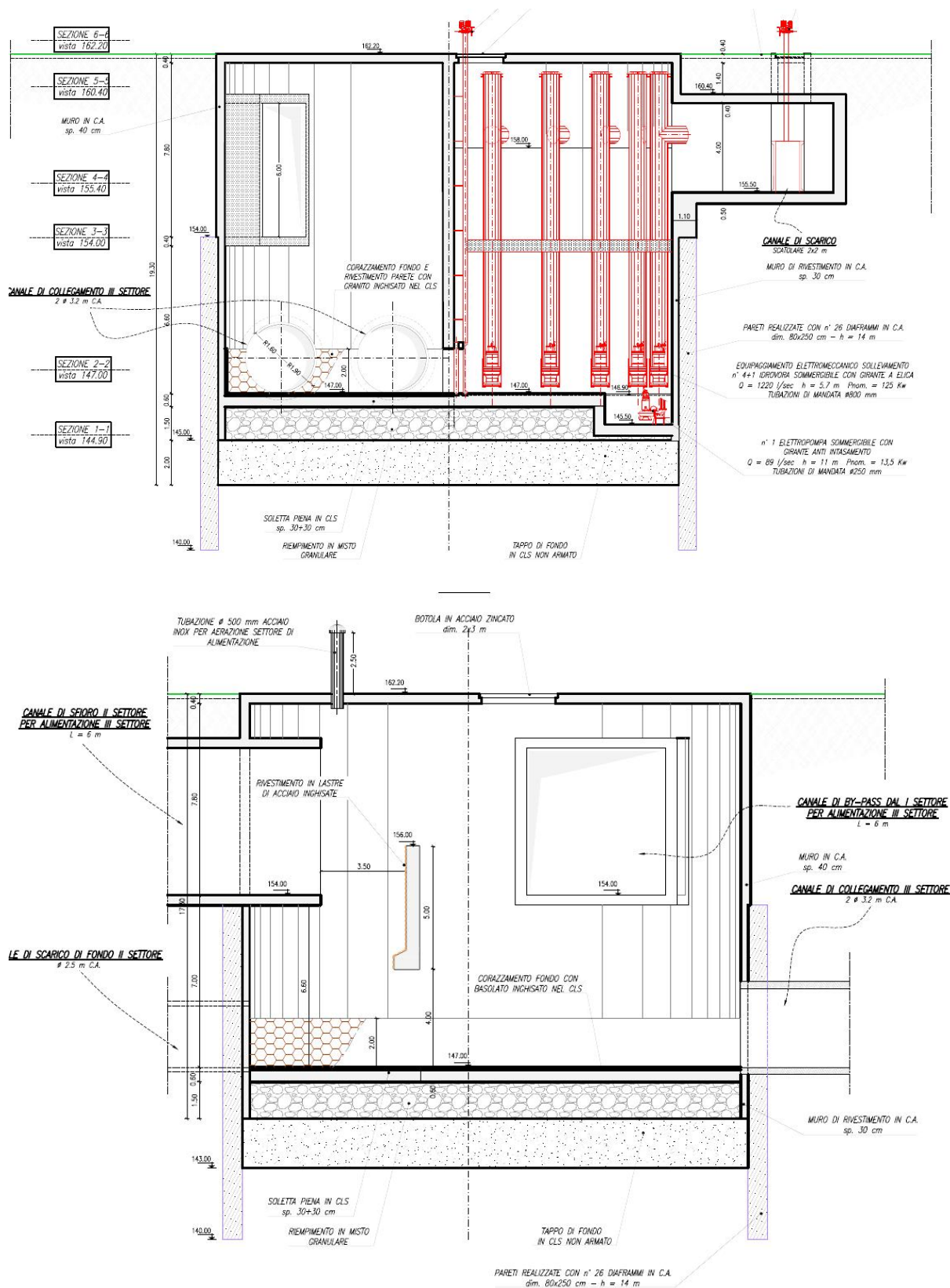


Figura 5 – Sezioni verticali del sistema di collegamento tra il II al III settore dell'invaso

Per consentire il corretto funzionamento del sistema di laminazione suddiviso in tre settori, il progetto prevede l'utilizzo di alcune paratoie di regolazione, in particolare:

- Paratoia P1 (esistente): è la paratoia del nodo di Palazzolo posta sul F. Seveso che viene completamente chiusa allorché viene richiesta da Milano la deviazione completa nel CSNO della portata del Seveso. Tale attuale regola di gestione della paratoia resta inalterata;
- Paratoia P2 (esistente): è la del nodo di Palazzolo posta sul CSNO, attualmente regolata, in modo fisso, con luce tale da lasciare defluire nel CSNO una portata massima di 30 m³/s; con le nuove opere di laminazione in progetto tale regola sarà modificata in modo da derivare nel CSNO:
 - una portata massima di 60 m³/s, nelle fasi in cui sono ricettive le vasche di laminazione di Senago;
 - una portata massima di 30 m³/s, ritornando cioè alla regolazione attuale, allorché nella vasca 3 viene raggiunto un prefissato livello massimo di invaso (livello idrico nel terzo settore dell'invaso pari a circa 157.5 m s.m.);
- Paratoia P3 (in progetto): è la paratoia ON/OFF, inserita nel pozzo di sollevamento, che apre/chiede lo scarico di fondo della vasca 2 verso il pozzo di sollevamento;
- Paratoia P4 (in progetto): è la paratoia ON/OFF, inserita nel pozzo di sollevamento, che apre/chiede il passaggio del comparto vasca 3 verso il comparto delle pompe di sollevamento;
- Paratoie P5.1, P5.2 e P5.3 (in progetto): sono le tre paratoie ON/OFF poste sui tre rami del canale di scarico delle vasche verso il CSNO, rispettivamente sul ramo in uscita dal pozzo di sollevamento (svuotamento vasca 2 e 3), sul ramo di uscita dalla vasca 1 e sul ramo di uscita dalla vasca 2; tali paratoie sono normalmente chiuse e si aprono solo quando il CSNO è ricettivo per lo scarico delle vasche (la P.5.3 può essere considerata come scarico alternativo alla P5.2 per lo svuotamento a gravità della vasca 2, utile in caso di manutenzione del pozzo);
- Paratoia P6 (in progetto): è la paratoia ON/OFF che apre/chiede lo sfioro della vasca 2 verso il pozzo e verso la vasca 3; tale paratoia è normalmente aperta e si chiude solo in caso di manutenzione della vasca 2 o della vasca 3;
- Paratoia P7 (in progetto): è la paratoia ON/OFF che apre/chiede l'uscita della vasca 1 verso il pozzo e verso la vasca 3; tale paratoia è normalmente chiusa e si apre solo in caso


di manutenzione della vasca 2.

- Paratoia P8 (in progetto): è la paratoia ON/OFF posta lungo il CSNO appena a valle dell'opera di presa del canale di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago. Normalmente la paratoia è regolata in modo tale da lasciare una luce di fondo fissa di altezza pari a 1.15 m, per consentire di lasciar defluire nel CSNO portate inferiori a 25 m³/s e consentire lo sfioro verso l'invaso per portate superiori a 25 m³/s. Quando la vasca di laminazione di Senago non è più ricettiva ed è possibile lasciar defluire nel CSNO una portata proveniente dal Seveso maggiore di 25-30 m³/s (43 m³/s nell'assetto di progetto e 55 m³/s nell'assetto transitorio del CSNO), cioè quando il T. Pudiga e il T. Garbogera non stanno scaricando nel CSNO, allora la paratoia P8 deve essere alzata per lasciar defluire la portata senza attivare la soglia di sfioro verso l'invaso di laminazione di Senago. Qualora si voglia lasciar defluire la portata in assetto transitorio (55 m³/s con franchi di sicurezza minori di 1 m), occorre non solo alzare la paratoia P8, ma anche la paratoia P9 posta lungo la soglia sfiorante per innalzare di 40 cm la quota di sfioro.
- Paratoia P9 (in progetto): è la paratoia ON/OFF posta lungo la soglia di sfioro per alimentare dal CSNO il canale di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago, che consente di innalzare la quota della soglia sfiorante. Normalmente la paratoia è abbassata e non interferisce con il deflusso della piena. Quando la vasca di laminazione di Senago non è più ricettiva ed è possibile lasciar defluire nel CSNO una portata proveniente dal Seveso maggiore di 25-30 m³/s (55 m³/s nell'assetto transitorio del CSNO), cioè quando il T. Pudiga e il T. Garbogera non stanno scaricando nel CSNO, occorre alzare oltre la paratoia P8 anche la paratoia P9 per innalzare di 40 cm la quota di sfioro ed impedire l'ingresso di una porzione della piena nell'invaso di laminazione.

Come si evince, tutte le paratoie sono del tipo ON/OFF, prevedono cioè o la totale chiusura o la totale apertura, tranne la paratoia esistente P2 e quelle in progetto P8 e P9 che prevedono le citate due posizioni di regolazione.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali delle suddette paratoie in progetto:

- Paratoia P3: paratoia su ruote 2,5x2,5 m con carico ~16,5 m, tenuta su 4 lati nei due sensi, completa di gargami h=19 m, prolunghe, viti (non salienti) e rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico;
- Paratoia P4: paratoia su ruote 2,0x2,0 m con carico ~16,5 m, tenuta su 4 lati nei due sensi,

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

completa di gargami h=19 m, prolunghe, viti (non salienti) e rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico;

- Paratoie P5.1, P5.2 e P5.3: paratoie a strisciamento 2,0x2,0 m con carico ~5,0 m, tenuta su 4 lati nei due sensi, completa di gargami h=8 m, prolunghe, viti e rompitratta. Realizzate in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Complete di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico;
- Paratoia P6: paratoia su ruote 6,0x3,5 m con carico ~6,5 m, tenuta su 4 lati nei due sensi, completa di gargami h=9 m, prolunghe, viti e rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico;
- Paratoia P7: paratoia su ruote 6,0x3,5 m con carico ~6,5 m, tenuta su 4 lati nei due sensi, completa di gargami h=9 m, prolunghe, viti e rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico.
- Paratoia P8: paratoia su ruote 5,0x3,5 m con carico ~4,0 m, tenuta su 3 lati in un solo senso, completa di gargami h=9 m, prolunghe, viti e rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di meccanismi di manovra e attuatore elettromeccanico.
- Paratoia P9: paratoia a scorrimento verticale su ruote 22x0,5 m con carico ~0,5 m, tenuta su 3 lati in un solo senso, completa di gargami h=4m, guide e travi rompitratta. Realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304L. Completa di centralina oleodinamica e cilindri di sollevamento.

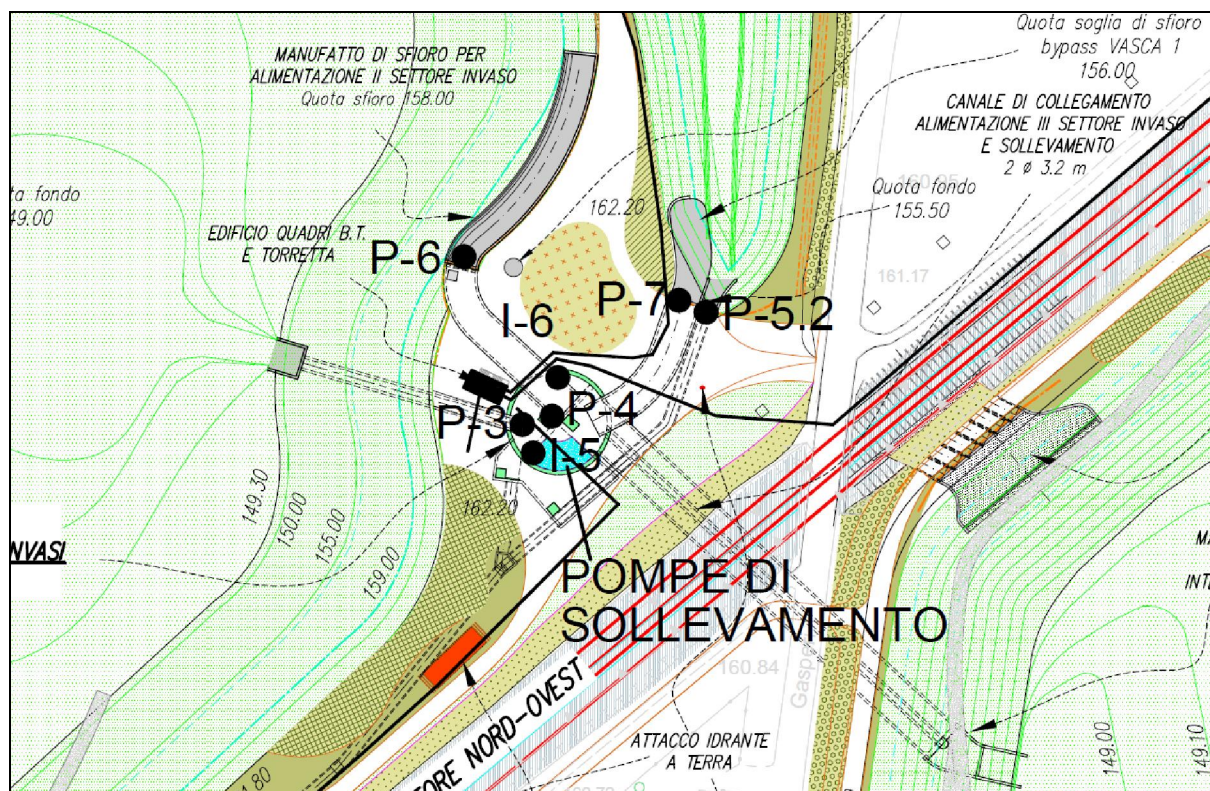


Figura 6 – Stralcio planimetrico con l'ubicazione delle paratoie "P".

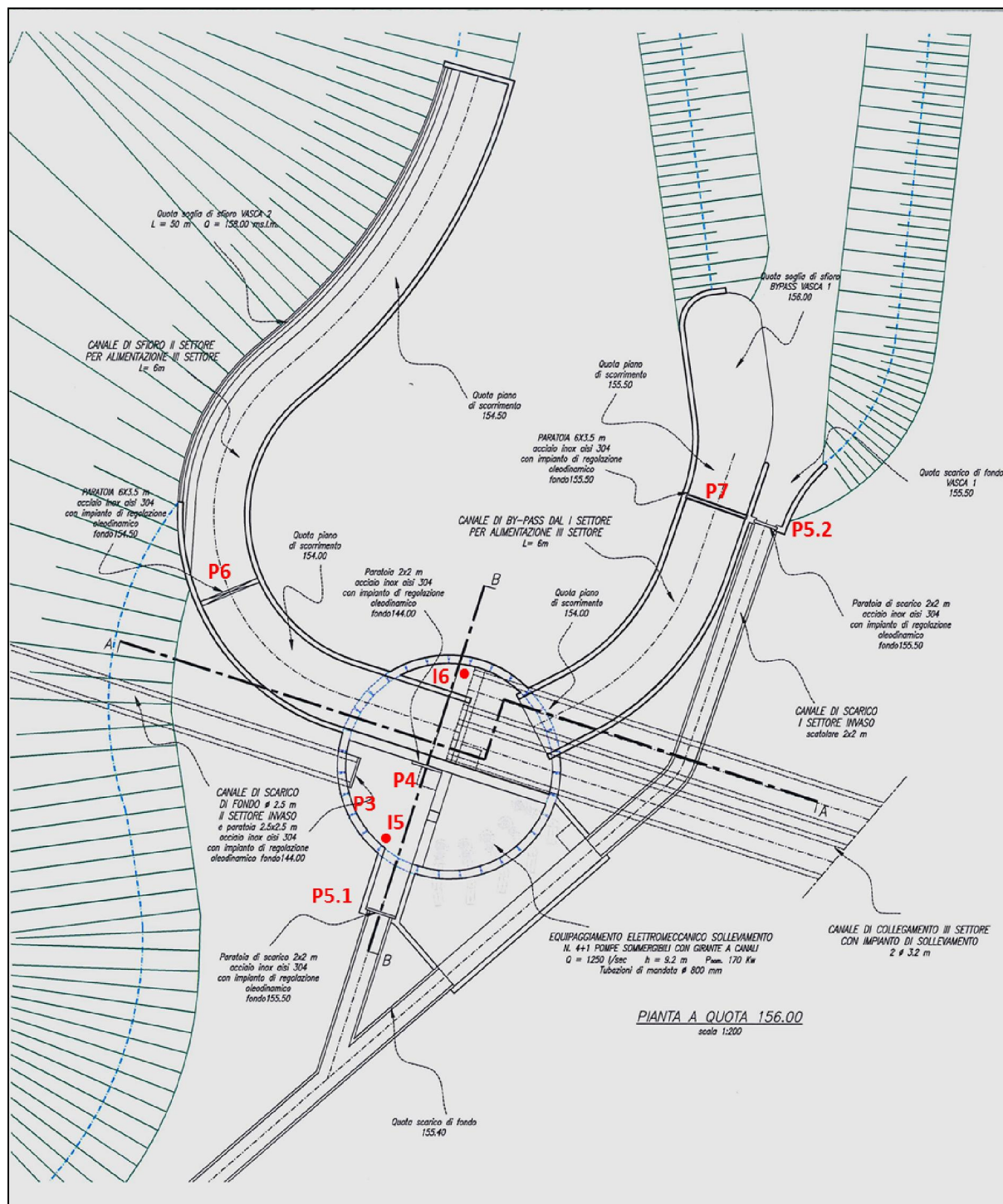


Figura 7 - Vasche di laminazione in progetto. Posizionamento paratoie nei pressi del manufatto di collegamento tra i vari settori dell'invaso



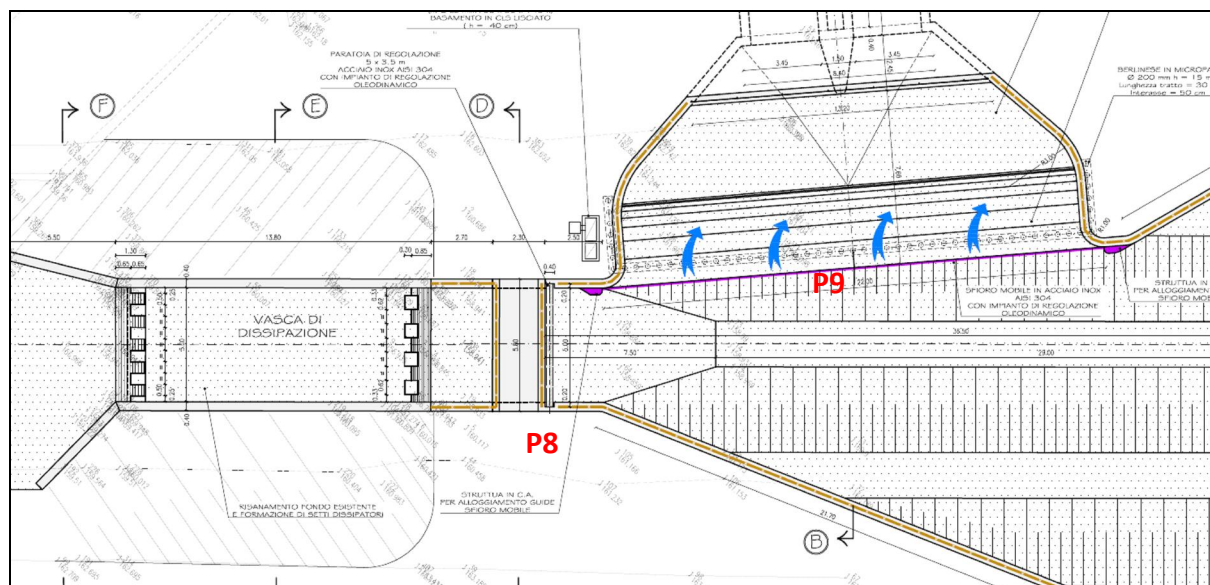


Figura 9 - Vasche di laminazione in progetto. Posizionamento paratoie lungo il CSNO nei presso della presa della vasca di laminazione di Senago

L'invaso di laminazione di Senago, come ogni invaso artificiale, è provvisto di opere di scarico superficiale, indipendenti dalle opere che consentono il normale funzionamento dell'opera, tali da garantirne la sicurezza di funzionamento.

La funzione di queste opere di scarico è quella smaltire le portate in ingresso da monte che eccedano quelle invasabili.

Siccome l'invaso in oggetto è in parte ottenuto attraverso la realizzazione di un'opera di contenimento in materiali sciolti (argine perimetrale di altezza variabile, rispetto al piano campagna, tra 0 e 3 m circa per contenere il livello idrico in condizioni di attivazione dello scarico di superficie con adeguati franchi di sicurezza), la normativa prescrive che attraverso lo scarico di superficie deve essere evacuata l'intera portata di piena proveniente dai corsi d'acqua con tempo di ritorno di 3000 anni.

Nel caso in oggetto gli scarichi di superficie (uno nel II settore e uno nel III settore) sono costituiti da una soglia fissa in c.a., con profilo curvilineo del tipo *Creager-Scimemi*, caratterizzati ciascuno da una lunghezza di 35 m.

Considerando che la quota della soglia sfiorante del secondo settore è pari a 159.0 m s.m. e che l'altezza idrica che si instaura al di sopra della soglia dello scarico di superficie con la piena a 3000 anni di tempo di ritorno, pari a 0.73 m (per $Q = 31.5 \text{ mc/s}$), si ha che la quota di massimo invaso è pari a 159.73 m s.m.. Nel terzo settore, invece, la quota della soglia

sforante è pari a 159.25 m s.m. e la quota di massimo invaso è pari a 159.98 m s.m..

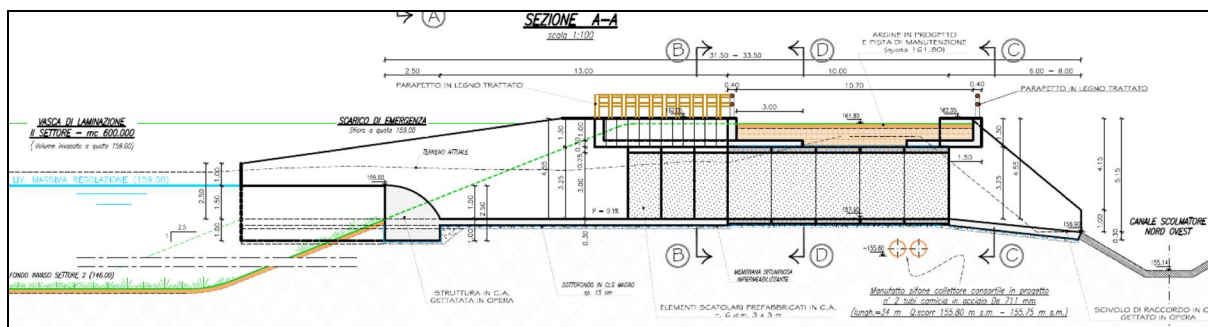


Figura 10 – Sezione longitudinale sfioratore di emergenza II settore dell'invaso

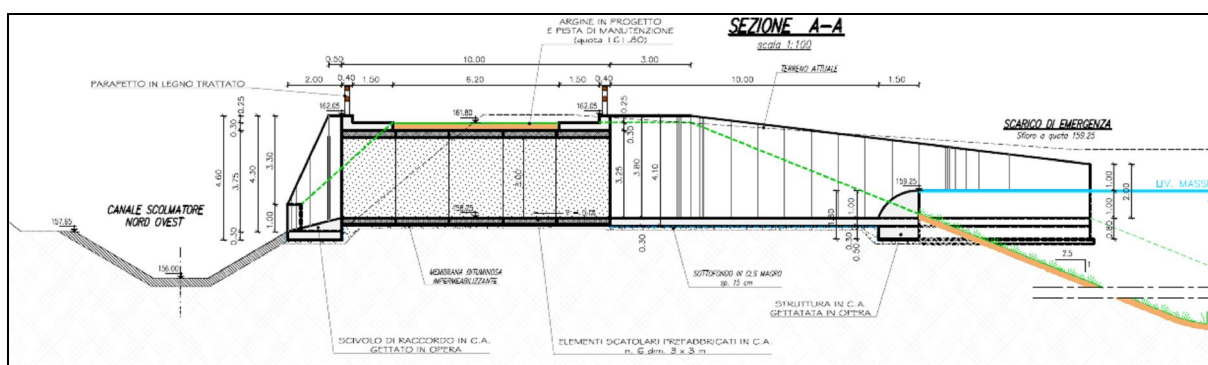


Figura 11 – Sezione longitudinale sfioratore di emergenza III settore dell'invaso

Secondo quanto indicato dal Regolamento Dighe D. MIT. 26/06/2014 (G.U. 08/07/2014 n. 156), siccome l'opera in oggetto presenta delle arginature perimetrali in materiali sciolti, di altezza inferiore a 15 m, il franco netto di sicurezza deve essere almeno pari ad 1.5 m.

A tale valore deve essere aggiunto il previsto abbassamento del coronamento derivante dai cedimenti del terreno e del rilevato dopo il termine di costruzione, nonché quelli derivanti dalle azioni sismiche; il RID afferma che tali cedimenti devono essere assunti almeno pari a 0.5 cm per metro di altezza del rilevato. Nel caso in oggetto si ha che il cedimento del coronamento può essere assunto pari a 1.4 cm, per cui il valore del franco netto sale a 1.514 m.

Il franco netto è dato dalla differenza tra la quota del piano di coronamento e quella del massimo invaso, incrementata della semi altezza della maggiore tra l'onda generata dal vento ovvero quella di massima regolazione incrementata della semi altezza dell'onda da sisma di

progetto. Secondo i contenuti dell'art. C2 del RID secondo cui “*si assume che il franco netto così garantito [con semionda generata dal vento] sia sempre adeguato nei confronti dell'onda generata dal sisma*”, per cui la valutazione del franco netto è stata condotta considerando l'effetto del vento.

Considerando, a favore di sicurezza, il valore massimo della velocità del vento riportata nell'art.C2, pari a 100 km/h e un fetch di 1 km (in realtà il fetch dell'invaso in oggetto è pari a 350 m), si ha che l'ampiezza dell'onda è pari a 0.27 m, per cui la semionda è pari a 0.135 m.

Per il calcolo del franco netto occorre considerare anche i fenomeni di interazione tra moto ondoso e diga, quali “riflessione” e “risalita” (run-up). Sempre secondo i contenuti dell'art. C2 il valore di riferimento del run-up per un fetch di 1 km è pari a 0.033 m.

Pertanto, il valore del franco netto è pari a:

$$F_{netto} = H_{coronamento} - (H_{massimo\ invasivo} + h_{semionda\ vento} + h_{run-up}) - h_{cedimento\ argine} > 1.5\ m$$

quindi

$$H_{coronamento} > (H_{massimo\ invasivo} + h_{semionda\ vento} + h_{run-up}) + h_{cedimento\ argine} + 1.5\ m$$

$$H_{coronamento} > (159.73 + 0.135 + 0.033) + 0.014 + 1.5 = 161.412\ m\ (II\ settore)$$

e

$$H_{coronamento} > (159.98 + 0.135 + 0.033) + 0.014 + 1.5 = 161.662\ m\ (III\ settore)$$

Siccome la quota di coronamento delle arginature perimetrali è pari a 161.80 m s.m., si ha che il franco netto è superiore al valore minimo definito dal RID.

Per definire la quota di coronamento delle arginature del I settore, occorre tener conto anche delle perdite di carico che si hanno all'interno del pozzo e del sistema di collegamento tra il I e III settore invasivo (senza considerare il II settore).

Considerando la portata di 33,5 m³/s (T = 3'000 anni), le dimensioni delle tubazioni di collegamento tra il fondo del pozzo e il III settore (2 φ 3.2 m), e le perdite di imbocco e sbocco (k=1.5), si ha che la perdita di carico tra il I e il III settore è pari a circa 0.5 m.

Pertanto, il livello di massimo invasivo nel I settore è pari a 160.5 m s.m..

Per il calcolo del franco netto si ha:


$$F_{netto} = H_{coronamento} - (H_{massimo\ invasivo} + h_{semionda\ vento} + h_{run-up}) - h_{cedimento\ argine} > 1.5\ m$$

quindi

$$H_{coronamento} > (H_{massimo\ invasivo} + h_{semionda\ vento} + h_{run-up}) + h_{cedimento\ argine} + 1.5\ m$$

$$H_{coronamento} > (160.50 + 0.135 + 0.033) + 0.014 + 1.5 = 162.18\ m$$

Pertanto, per rispettare la normativa del RID, la quota di coronamento delle arginature

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

perimetrali del I settore deve essere pari ad almeno 162.20 m s.m..

3.3 OPERE DI PRESA

L'opera di laminazione in progetto viene alimentata da tre corsi d'acqua, in particolare: T. Seveso (attraverso il CSNO), T. Garbogera e T. Pudiga.

3.3.1 Opere di presa sul CSNO

L'opera di presa sul CSNO è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, composto da una soglia fissa in c.a. con il ciglio posto alla quota di 161.10 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 20 m. In corrispondenza dello sfioratore, il CSNO è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.00 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 2.1 m.

Il profilo trasversale della soglia sfiorante è curvilinea, del tipo *Creager-Scimemi*.

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago, posta a quota 156,6 m s.m..

Lungo il CSNO, dopo la soglia sfiorante è prevista una paratoia piana in acciaio inox di dimensioni 5.0 x 3.5 m, finalizzata a creare un restringimento di sezione per limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente lo sfioratore laterale dell'opera di presa.

Nel CSNO, a valle dell'opera di presa, è presente un salto di fondo di altezza pari a circa 2 m (quota di fondo a valle del salto pari a circa 157.0 m s.m.).

Per dissipare l'energia della corrente, alla base del salto è presente una vasca di dissipazione (di dimensioni pari a 13 m di lunghezza e 5 m di larghezza) che verrà integrata con dei denti in c.a. del tipo II-USBR (Figura 14).

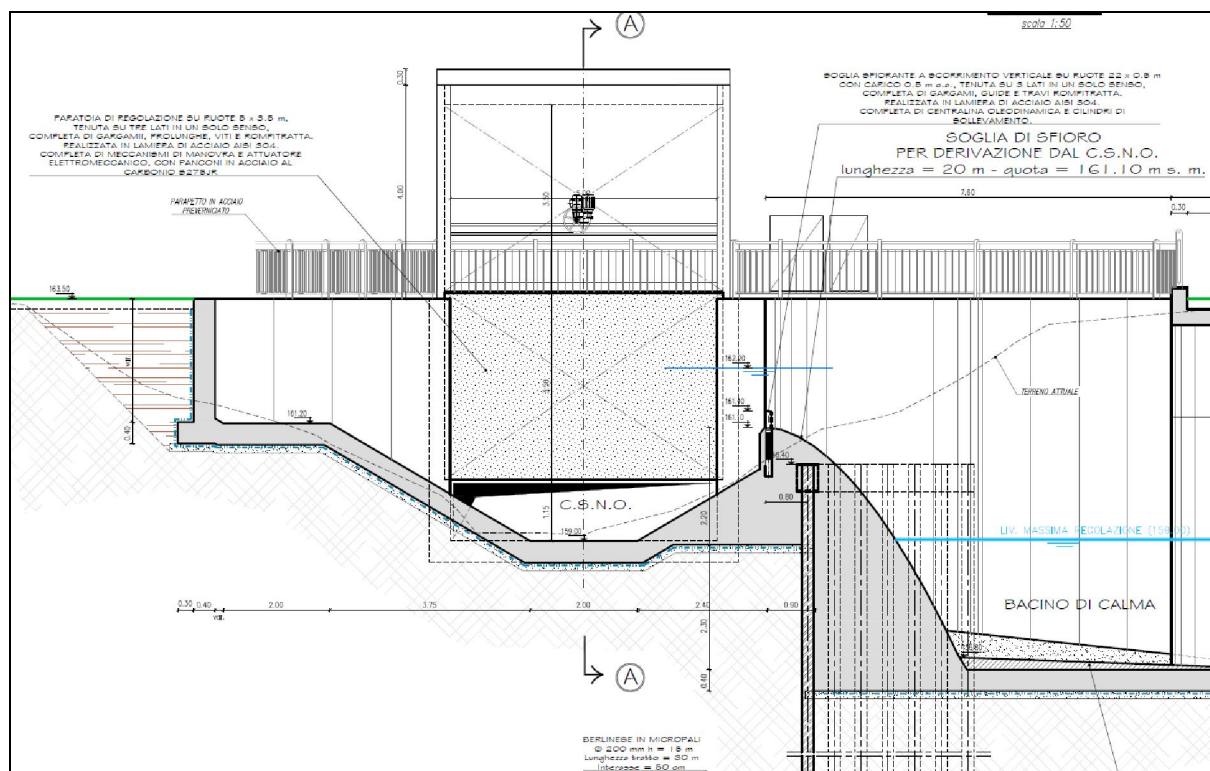


Figura 12 – Sezione opera di presa in progetto sul CSNO



Figura 13 – Vasca di dissipazione esistente a valle del salto ove a monte è prevista la realizzazione dell'opera di presa dal CSNO

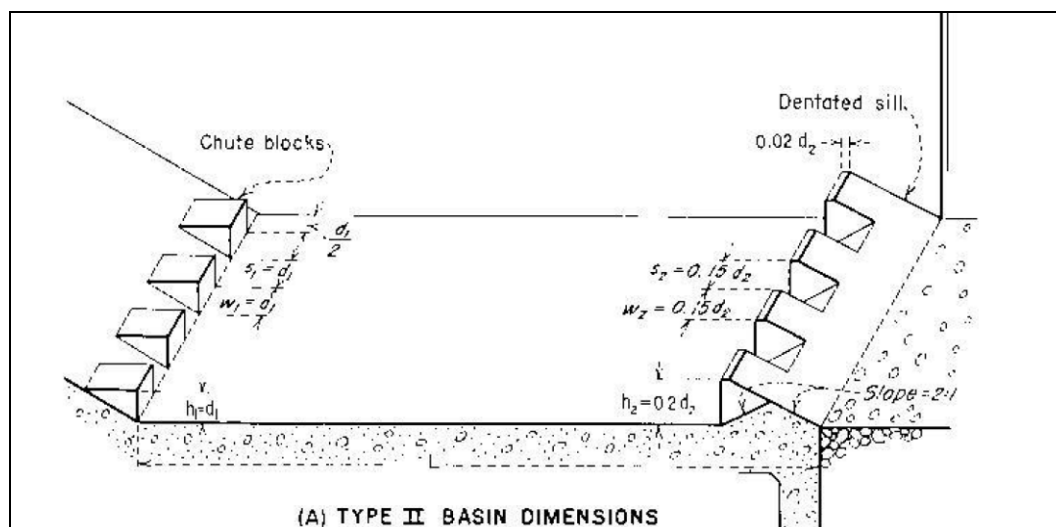


Figura 14 – Opere di dissipazione a vasca – USBR tipo II

3.3.2 Opere di presa sul T. Garbogera

L'opera di presa sul T. Garbogera è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, formata da una soglia fissa in c.a. con il ciglio posto alla quota di 160.83 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 10 m. In corrispondenza dello sfioratore, il T. Garbogera è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.93 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 0.9 m.

Il profilo trasversale della soglia sfiorante è curvilinea, del tipo *Creager-Scimemi*.

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago, posta a quota 157,50 m s.m..

Dopo la soglia sfiorante, lungo il T. Garbogera, è prevista la realizzazione di un restringimento finalizzato a limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente lo sfioratore laterale dell'opera di presa.

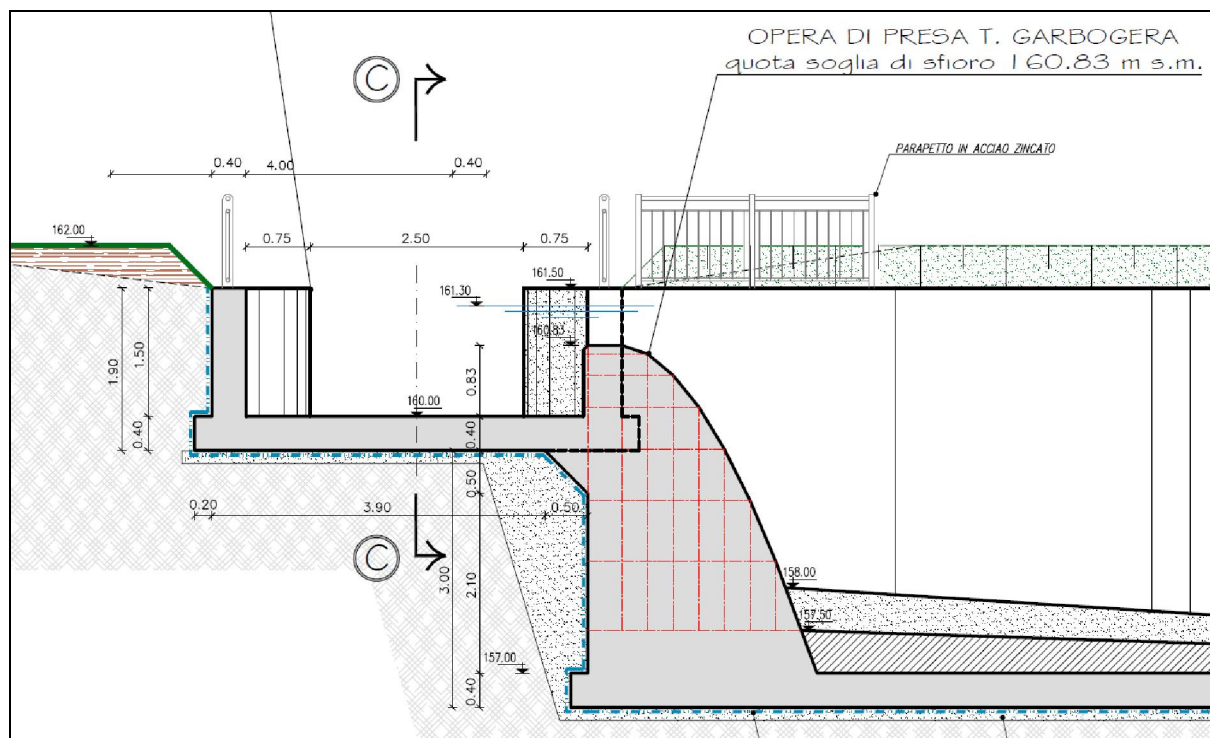


Figura 15 – Sezione opera di presa in progetto sul T. Garbogera

3.3.3 Opere di presa sul T. Pudiga

L'opera di presa sul T. Pudiga, costituita da una soglia sfiorante fissa, lunga 20 m e alta 1.5 m rispetto al fondo del torrente (quota fondo pari a 159.50 m s.m.); a valle della soglia sfiorante è prevista la realizzazione di un restringimento finalizzato a limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente lo sfioratore laterale dell'opera di presa;

L'opera di presa sul T. Pudiga è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, formata da una soglia fissa massi cementati con il ciglio posto alla quota di 161.0 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 20 m. In corrispondenza dello sfioratore, il T. Pudiga è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.50 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 1.5 m.

Il profilo trasversale della soglia sfiorante è del tipo a larga soglia.

A valle della soglia di sfioro è previsto uno scivolo di raccordo con il primo settore dell'invaso di laminazione di Senago, caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 156,00 m s.m..

Dopo la soglia sfiorante, lungo il T. Pudiga, è prevista la realizzazione di un restringimento

[illegible]

3.4 CANALE DI ALIMENTAZIONE DEL PRIMO SETTORE DI INVASO

Il canale ha una lunghezza di circa 260 m. La quota di fondo in corrispondenza della sezione iniziale (a valle dell'opera di presa del CSNO) è pari a 156.60 m s.m., mentre la quota di fondo nella sezione terminale (ingresso nel primo settore dell'invaso) è pari a 156 m s.m..

La parte a cielo aperto ha una lunghezza di circa 200 m, mentre i restanti 60 m sono previsti con manufatti scatolari o gettati in opera, per consentire il sottopasso di alcune infrastrutture interferenti, quali il T. Garbogera e la rotatoria della S.P.175.

La sezione del canale a cielo aperto è trapezia (ad eccezione del tratto all'interno della rotonda della strada provinciale dove è rettangolare con base pari a 10 m), con base minore pari a 2 m ed inclinazione delle sponde 1:1. Il fondo del canale e la prima parte della sponda (fino ad una altezza di 4 m dal fondo) sono rivestite in cemento. La parte superiore, fino al piano campagna, è rinverdita e rinforzata con geogriglie.

Il tratto posto al di sotto della strada alzaia (lunghezza pari a 6 m) è costituito da n. 2 file di

scatolari in c.a., di dimensioni interne pari a 3x3.25 m.

Il tratto posto al di sotto del T. Garbogera (lunghezza pari a 12 m) è costituito da n. 2 file di scatolari in c.a., di dimensioni interne pari a 3x3 m. L'altezza di 3 m del manufatto di sottopasso è vincolato dalla quota di fondo del torrente che è pari a circa 160 m s.m., per cui la conseguente quota di estradosso del manufatto è stata assunta pari a 159.5 m s.m., 3 m al di sopra della quota di fondo del canale, pari a 156.5 m s.m.. La quota del canale non può essere ulteriormente abbassata, tenuto conto che la quota di fondo della sezione terminale è pari a 156 m s.m., 0.5 m al di sopra del fondo del primo settore dell'invaso.

I due tratti posti al di sotto della strada provinciale 175 (lunghezza complessiva pari a circa 32 m) sono costituiti ciascuno da n. 2 file di scatolari in c.a., di dimensioni interne pari a 3x4 m.

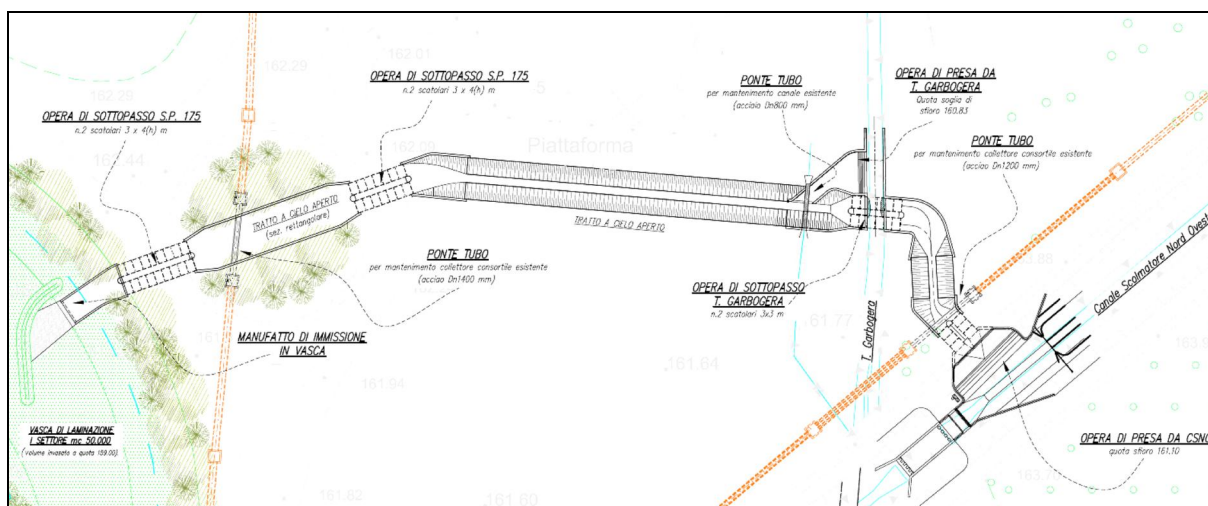


Figura 17 – Planimetria del canale di alimentazione dell'invaso

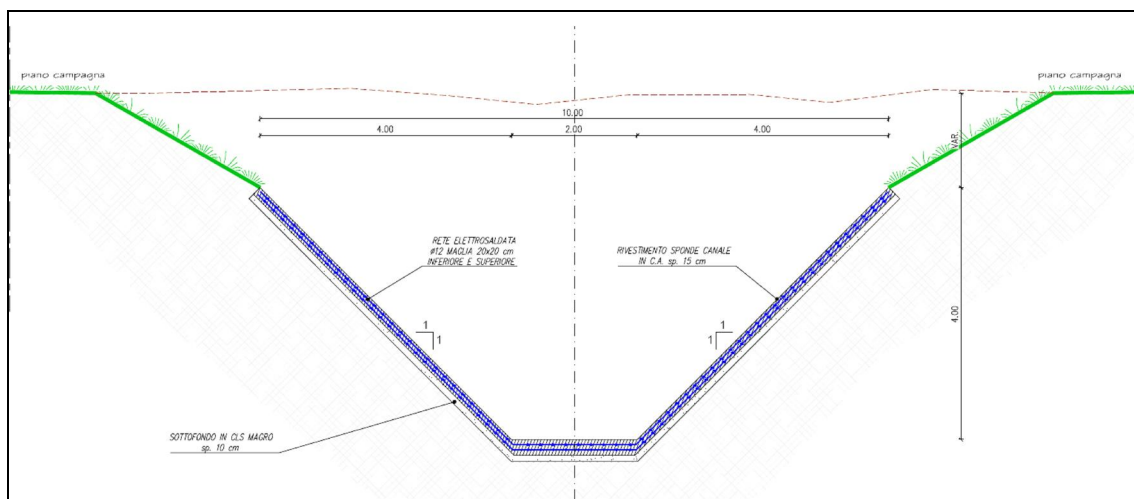




Figura 18 – Sezione trapezia del canale di alimentazione dell'invaso

3.5 SISTEMA DI SCARICO DELL'INVASO

Lo svuotamento dell'invaso di Senago avviene attraverso lo scarico di fondo, che immette la portata nel CSNO. Le modalità di scarico per i tre settori d'invaso sono:

- *I settore*: viene interamente svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione, pari a 159.0 m s.m., fino alla quota di fondo invaso, pari a 155.5 m s.m.);
- *II settore*: viene in parte svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione, pari a 159.0 m s.m., fino alla quota pari a circa 155.5 m s.m.) e in parte per sollevamento (dalla quota di 155.5 m s.m. fino alla quota di fondo dell'invaso, pari a 149.0 m s.m.). Il volume che può essere scaricato a gravità è pari a circa 200'000 m³ (40% del volume di invaso del II settore pari a 495.000 m³), mentre quello che deve essere scaricato per sollevamento è pari a circa 295'000 m³ (60% del volume di invaso del II settore);
- *III settore*: viene in parte svuotato a gravità (dalla quota di massima regolazione fino alla quota pari a circa 155.5 m s.m.) e in parte per sollevamento (dalla quota di 155.5 m s.m. fino alla quota di fondo dell'invaso, pari a 149.0 m s.m.). Il volume che può essere scaricato a gravità è pari a circa 115'000 m³ (43% del volume di invaso del III settore pari a 265.000 m³), mentre quello che deve essere scaricato per sollevamento è pari a circa 150'000 m³ (57% del volume di invaso del III settore).

Complessivamente si ha che il volume invasato che può essere scaricato nel CSNO a gravità è pari a 365'000 m³ (45% del volume di invaso totale di 810.000 m³), mentre quello che deve

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

essere scaricato per sollevamento è pari a circa 445'000 m³ (55% del volume di invaso totale).

In genere si potrà procedere prima allo svuotamento del primo settore (in modo tale da renderlo disponibile ad un altro evento nel più breve tempo possibile) e successivamente procedere allo svuotamento del secondo e del terzo settore.

Scarico di fondo I settore

Lo scarico di fondo del primo settore è previsto con uno scatolare in cls 2,0 x 2,0 m con quota di scorrimento di 155,50 m s.m. in corrispondenza della bocca di fondo del serbatoio e con quota di scorrimento di 155,25 m s.m. in corrispondenza dello sbocco terminale nel CSNO. Essendo pari a 250 m la lunghezza dello scatolare, la pendenza dello stesso è pari all'uno per mille. Il livello di massima regolazione è pari a 159,00 m s.m.

Scarico di fondo del II e del III settore

Il secondo settore dell'invaso è collegato al pozzo, nel semicerchio sud dove sono presenti i manufatti di scarico in grado di effettuare lo svuotamento dell'invaso.

Il terzo settore dell'invaso è collegato direttamente nel semicerchio nord del pozzo attraverso n. 2 condotti circolari di diametro pari a 3.2 m (sono gli stessi che servono per alimentare il terzo settore quando il secondo è pieno) e, attraverso un'apertura di dimensioni 2x2 m posta nel setto centrale del pozzo che divide il semicerchio nord da quello sud, è collegato anche al settore sud dove sono presenti i manufatti di scarico del pozzo.

La porzione di volume del secondo e terzo settore che può essere svuotata a gravità viene immessa nel suddetto canale di scarico nel CSNO attraverso un tratto di canale scatolare 2x2 m proveniente dal pozzo. Tale tronco di canale è caratterizzato anch'esso da una quota di fondo pari a circa 155.5 m s.m. in corrispondenza della bocca di fondo del serbatoio e con quota di scorrimento di 155,25 m s.m. in corrispondenza dello sbocco terminale nel CSNO. Il livello di massima regolazione è pari a 159,00 m s.m.

La bocca di scarico in corrispondenza della luce di fondo del serbatoio è dotata di paratoia piana normalmente chiusa. Inoltre la geometria della bocca indica che l'efflusso avviene con contrazione del bordo vena superiore rappresentabile con un coefficiente di efflusso μ pari a 0,6.

La portata massima di progetto dello scarico di fondo è assunta pari a 5 m³/s, come da Progetto Preliminare aprile 2013, in corrispondenza del livello di massima regolazione di 159 m s.m. con il quale si determina un tirante idrico di 3,5 m rispetto al fondo di scorrimento della bocca.

Una volta che il livello idrico nel II e III settore è inferiore a 155,50 m s.m. lo svuotamento dei due settori dell'invaso procede mediante la stazione di sollevamento, la quale è dimensionata per una portata nominale pari a 5 m³/s.

La porzione di volume del secondo e terzo settore che deve essere svuotata per sollevamento viene immessa nel suddetto canale di scarico nel CSNO attraverso delle pompe sommergibili che sollevano l'acqua in una vasca di raccolta adiacente al pozzo e idraulicamente connessa al suddetto canale di scarico.

Le pompe di sollevamento previste in progetto sono 4+1 e hanno le seguenti caratteristiche principali:

- Tipo pompa: idrovora
- Portata: 1250 l/s (con 4 pompe si sollevano i 5 m³/s previsti)
- Prevalenza: 6 m
- Rendimento totale: 74%
- Potenza nominale: 125 kW

I valori sopra riportati variano in funzione del livello idrico all'interno del pozzo. A ciascuna pompa è collegato una tubazione di mandata DN800 mm.

Scarico di fondo dei tre settori

Complessivamente, il tempo totale di svuotamento dell'invaso è pari a circa 59 ore, di cui 3,75 ore per il I settore e 55 ore per i settori II e III.

Il tempo di svuotamento del 75% del volume di invaso avviene in circa 45,5 ore (2,5 per il 75% del I settore e 43 ore per il 75% del II e III settore), che è inferiore ai 3 giorni richiesti dal RID.

Canale di scarico

Come detto in precedenza, il canale di scarico ha una lunghezza di circa 250 m ed è caratterizzato da una quota di fondo nella sezione iniziale pari a 155.5 m s.m., mentre la quota di fondo in corrispondenza dello sbocco nel CSNO è stata posta pari a 155.25 m s.m.. La pendenza del canale è pertanto pari a 1‰.

Considerando un coefficiente di scabrezza pari a $k_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, l'altezza di moto uniforme corrispondente alla portata di 5 m³/s è pari a circa 1.6 m.

3.6 OPERE CONNESSE ALL'INTERAZIONE TRA LA FALDA FREATICA E L'INVASO

Nella relazione geologica-idrogeologica allegata al progetto (elaborato A.4.3) sono riportate le informazioni relative al livello della prima falda e alle possibili interazioni con le opere di laminazione in progetto. Allo stato attuale dei livelli della falda, la parte finale delle vasche presenta modeste interferenze dirette con la prima falda, interferenze sia in fase esecutiva che durante il funzionamento a regime delle vasche.

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

- interferenze qualitative (qualità delle acque);
- interferenze quantitative – idrogeologiche.

Fatte salve le valutazioni sulla qualità delle acque della prima falda e del fiume Seveso e dei torrenti Pudiga e Garbogera, contenute in apposite relazioni allegate al presente progetto, si è ritenuto di mantenere completamente separati i due sistemi.

Nello specifico è stato ritenuto fondamentale impedire l'infiltrazione nel sottosuolo e nella falda delle acque di piena del fiume Seveso e dei torrenti Pudiga e Garbogera.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente tutti i settori delle vasche fino alla quota di massimo invaso.

La soluzione tecnica individuata è quella della messa in opera di un materassino bentonitico con superficie irruvidita, ricoperto da circa 1 metro di spessore di terreno e da circa 0,5 metri di spessore di massi (solo nel II e III settore), in grado di garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-8} cm/sec.

Il geocomposito bentonitico è costituito da due geotessili tessuti in PP, che racchiudono uno strato di bentonite calcica ad elevata prestazione. Entrambi i geotessili di copertura sono rivestiti con uno strato ruvido ad elevato indice d'attrito per impedire lo scivolamento del telo e del terreno di copertura.

All'interno del geocomposito bentonitico è inserita una lamina poliolefinica dello spessore di 0,12 mm.

Allo stato attuale il telo sarebbe assoggettato ad una sottospinta idraulica per il livello della falda.

Il ricoprimento è in grado di garantire, con gli adeguati margini di sicurezza, un dislivello tra fondo finito della vasca e livello dell'acqua di circa 1 metro.

E' stato quindi progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno delle vasche.

Il sistema è costituito da una serie di tubazioni drenanti, poste alla base delle scarpate, che intercettano l'acqua di falda e la riversano all'interno del laghetto, al fine di omogeneizzare i livelli dell'acqua.

Tali tubazioni sono dotate di una valvola a clapet che consente l'ingresso in vasca dell'acqua di falda, ma non consente l'uscita delle acque delle vasche verso la falda.

Si tratta quindi di un sistema monodirezionale, studiato proprio per tutelare al massimo la falda stessa.

Questa soluzione di impermeabilizzazione e bilanciamento delle spinte dell'acqua rende le vasche sostanzialmente neutre rispetto all'assetto idrogeologico, anche a regime, sia in presenza che in assenza di riempimento.

Le acque invase non possono infiltrarsi in falda e quindi non ne alterano il flusso e l'alimentazione.

Viceversa la vasca si livella come la falda circostante e quindi non costituisce ostacolo al normale deflusso della stessa.

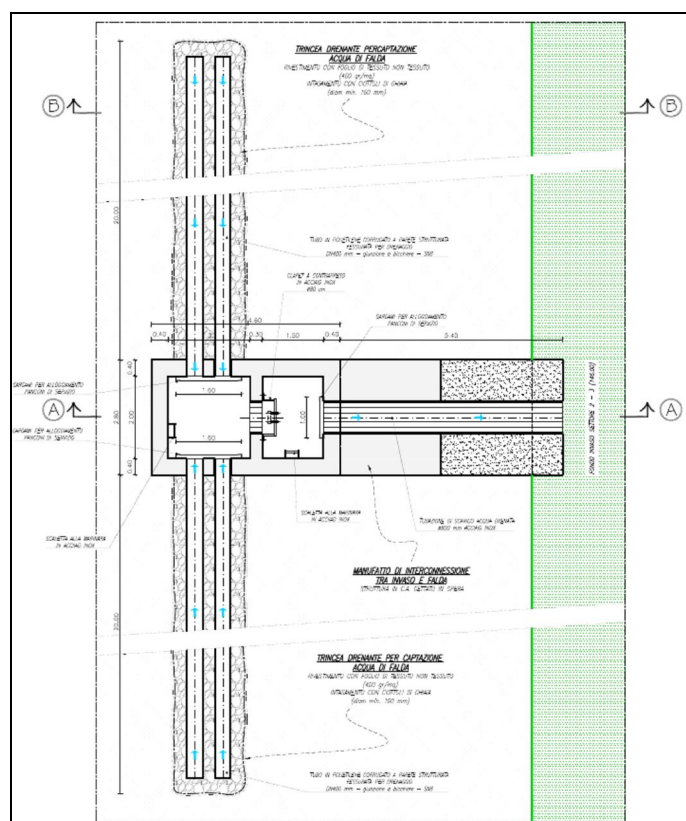


Figura 19 – Planimetria del manufatto di interconnessione tra l'invaso e la falda

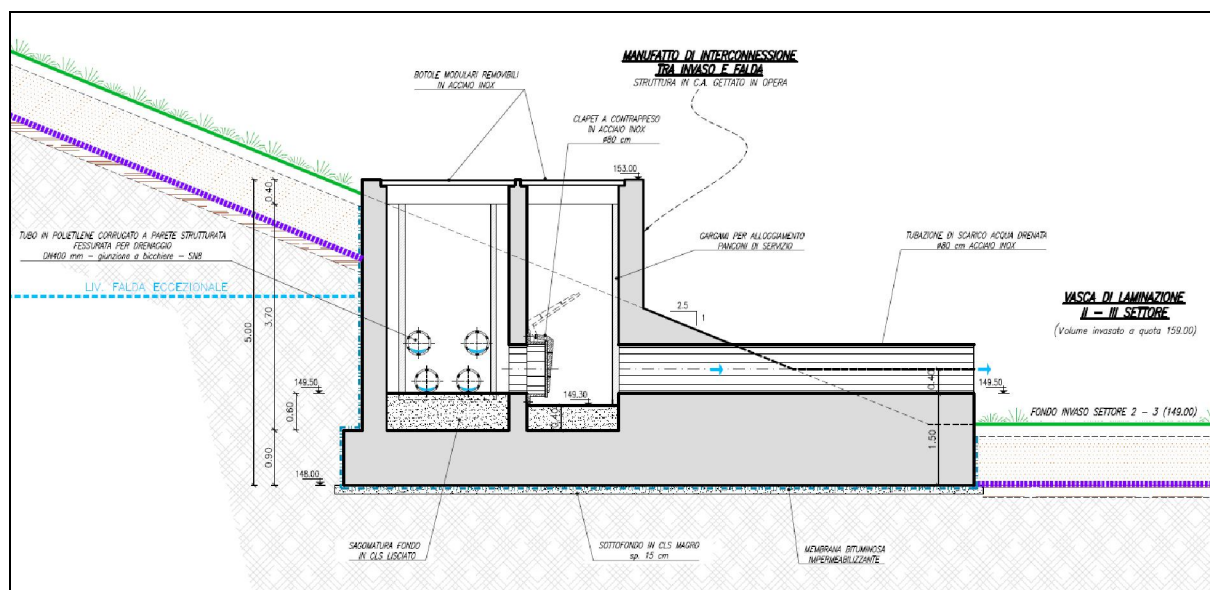



Figura 20 – Sezione longitudinale del manufatto di interconnessione tra l'invaso e la falda

3.7 OPERE DI ADEGUAMENTO DEL CSNO

Il CSNO è interessato da interventi di adeguamento, in particolare:

- Nel tratto tra il ponte di via Martiri di Marzaboto e l'opera di presa in progetto del CSNO si prevede l'innalzamento del rivestimento delle sponde fino ad una quota che garantisce il rispetto del franco di sicurezza di 1 m; l'innalzamento del rivestimento della sponda verrà realizzato mediante la posa di pietrame cementato per uno spessore di 30 cm;
- Nel tratto compreso tra il ponte canale del T. Garbogera e l'immissione delle piene del T. Pudiga, per uno sviluppo di circa 410 m, verrà realizzato un abbassamento di 0,75 m del fondo e il risezionamento dell'alveo del canale.

In base a quanto descritto in precedenza, l'opera di presa sul CSNO è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo. A valle della soglia sfiorante, lungo il CSNO, è prevista una paratoia piana in acciaio inox di dimensioni 5.0 x 3.5 m, finalizzata a creare un restringimento di sezione per limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente lo sfioratore laterale dell'opera di presa. Tale restringimento induce un innalzamento del livello idrico nel CSNO rispetto ai valori determinati nel progetto definitivo di AIPO e della Provincia di Milano relativo ai "Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.781".

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Riferendosi al valore della portata di progetto, pari a $60 \text{ m}^3/\text{s}$, la differenza tra il tirante idrico associato alla presenza del restringimento e il medesimo tirante idrico calcolato nel progetto di adeguamento del CSNO, assume un valore massimo di circa 1.25 m in corrispondenza della paratoia e decresce verso monte, fino praticamente ad annullarsi in prossimità del ponte di via Martiri di Marzaboto. Nel tratto compreso tra tale infrastruttura di attraversamento e la paratoia di regolazione, le quote di sommità delle sponde del CSNO sono superiori di circa $1.5 \div 2 \text{ m}$ rispetto al tirante idrico conseguente alle opere previste nel presente progetto, per cui non occorre nessun intervento di innalzamento della sommità delle sponde.

Considerando, invece, la porzione della sezione del CSNO rivestita in calcestruzzo, si ha che il nuovo livello idrico è generalmente superiore alla quota della sommità del rivestimento, o dove inferiore non si ha il franco di sicurezza di 1 m.

Per tale motivo, nel presente progetto è previsto l'innalzamento del rivestimento delle sponde del CSNO fino ad una quota che garantisce il rispetto del franco di sicurezza di 1 m.

L'innalzamento del rivestimento della sponda verrà realizzato mediante la posa di pietrame cementato per uno spessore di 30 cm. Tale intervento è analogo a quanto previsto nel suddetto progetto definitivo di AIPO e della Provincia di Milano relativo ai *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.781”* nel tratto compreso tra le sezioni CN138 e CN127.

Il tratto interessato dall'intervento è compreso tra le sezioni CN149 e CN144, per una lunghezza complessiva pari a circa 800 m, mentre l'altezza dell'innalzamento del rivestimento varia da un minimo di 0.5 m a monte (tra i ponti di via Martiri di Marzabotto e di via Brodolini), fino ad un massimo di 1.6 m in prossimità dello sfioratore laterale.

Le opere in progetto che costituiscono l'adeguamento del tratto di CSNO compreso tra il T. Garbogera e il T. Pudiga sono, in estrema sintesi, le seguenti:

- abbassamento di 75 cm di un tratto del CSNO compreso tra la sezione CN 142, posta a valle dell'opera di presa della vasca di Senago, e la sezione CN 138 per una lunghezza di circa 410 m;
- risezionamento dell'alveo del canale, tra la sezione CN 142, posta a valle dell'opera di presa della vasca di Senago, e la sezione CN 138 per una lunghezza di circa 410 m, con sezioni trapezoidali aventi larghezza di base 2 m e sponde inclinate $3/4 \text{ (H/L)}$;

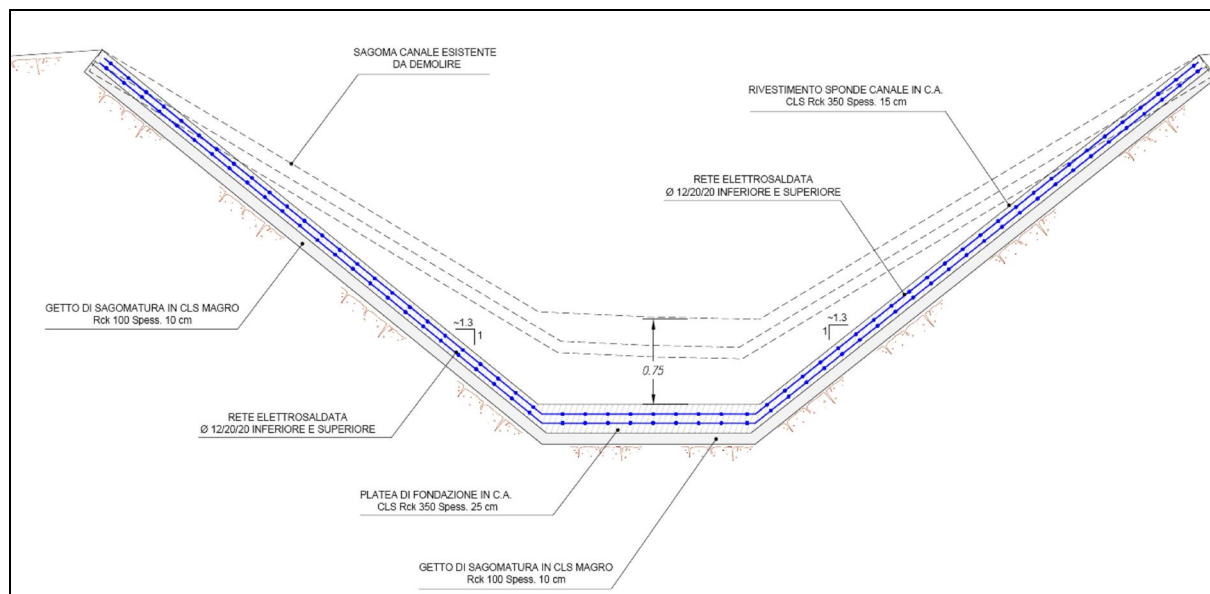


Figura 21: Sezione tipologica intervento di abbassamento e risezionamento CSNO.

Tutti gli interventi sono stati esaminati e progettati con lo scopo di incrementare la funzionalità idraulica del CSNO del tratto in esame in modo da uniformarla alla capacità idraulica del tratto di canale posto immediatamente a valle dell'immissione dello scarico del T. Pudiga, che nell'assetto di progetto prevede la compatibilità idraulica con il deflusso di portate pari a $43 \text{ m}^3/\text{s}$ e nell'assetto definito Transitorio la compatibilità idraulica con portate di $55 \text{ m}^3/\text{s}$.

In particolare, il presente progetto prevede opere di adeguamento che permetteranno il deflusso nel CSNO di portate attualmente incompatibili con le caratteristiche del canale, in situazioni di emergenza contraddistinte dal momentaneo fuori servizio della vasca per manutenzione o dal completo riempimento del volume in essa disponibile per l'invaso. Inoltre, in determinate condizioni idrologiche – idrauliche, contraddistinte da apporto nullo sia dal Garbogera che dal T. Pudiga, le opere di adeguamento qui prospettate permetteranno di scolmare portate maggiori del T. Seveso rispetto a quelle attualmente previste, nel caso in cui la vasca di Senago sia piena o fuori uso per manutenzione. In questo modo la gestione del sistema CSNO – vasca di Senago diventerà più flessibile.

3.8 OPERE DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

Nel presente capitolo vengono descritti sinteticamente gli aspetti essenziali riguardanti il progetto paesaggistico delle opere. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione A.5 “Relazione paesaggistica”.

3.8.1 Strategie di progetto

Il progetto di inserimento ambientale del sistema di vasche di laminazione di Senago mira alla *valorizzazione* del nuovo importante impianto idraulico territoriale, dando forza al rapporto tra la forma fisica del luogo e il contesto paesaggistico nel suo insieme, natura e cultura, quindi anche sociale, economico e culturale, valutando le esigenze di coloro che fanno uso di questo luogo in sinergia con altri progetti per lo sviluppo locale.



La ricerca di uno sviluppo equilibrato e sostenibile dello spazio e dei suoi legami con il territorio alla macroscala, considerandone aspetti naturali, culturali e di percezione sociale, corrisponde ai principi della Convenzione Europea del Paesaggio, ratificata dall'Italia nel 2006.

Il paesaggio è definito non come eccellenza, ma estendendo il suo valore a tutta la percezione della realtà, alla quotidianità, in un divenire continuo, intendendolo nel suo significato più ampio e di sistema, in tutti i suoi aspetti culturali, ecologici e percettivi.

Il presente progetto definitivo sviluppa quanto previsto nella precedente fase preliminare e rappresenta dunque un quadro d'insieme ed un modello di crescita e di sviluppo del territorio per promuovere processi che favoriscano anche il dialogo tra comuni limitrofi e stakeholder locali, cercando di fare sinergia delle potenzialità del territorio, a partire dalle sue eccellenze.

Il sistema delle Vasche di Senago si qualificherà come una infrastruttura complessa dalla quale si diffonderà qualità ambientale nel paesaggio circostante.



A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>


Le opere di inserimento paesaggistico del sistema di vasche, così come concepite nel presente progetto, potranno qualificare l'intero sistema come **Infrastruttura Verde** nell'ottica della Strategia della Commissione Europea (Comunicazione 249 del 6/5/2013): strumento quindi contro la frammentazione del paesaggio e degli ecosistemi e la riduzione di biodiversità. I benefici di questo approccio sono di tipo ecologico, economico e sociale e rappresentano un investimento lungimirante, durevole e sostenibile per il futuro dei nostri territori. Tra le I.V. si possono annoverare tutti i beni esistenti in natura, in ambiente terrestre, aereo e marino, con un occhio di riguardo alle tematiche energetiche e sociali (intendendo con queste ultime la socialità ma anche la questione lavorativa).

Avendo affrontato già nelle prime fasi di impostazione dell'intervento la progettazione in forma integrata, si sono definite azioni che daranno spazio non solo alle funzioni da svolgere ed agli impatti ambientali da evitare, ma anche nel prestare continua attenzione alle peculiarità del territorio da tutelare e valorizzare nell'integrare il progetto di infrastrutturazione, nel complesso intreccio di elementi naturali del contesto, assecondando le vocazioni dei luoghi, mantenendone l'identità o tutelandone in modo attivo l'integrità nel tempo. Tutto ciò con l'obiettivo della mediazione tra esigenze, alla macroscale, di salvaguardia ambientale e sicurezza pubblica e quelle, alla microscale, espresse in varie sedi a livello locale.

Il paesaggio è una risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dei territori e per la qualità della vita delle comunità che li abitano. È una sintesi complessa tra natura e cultura, tra risorse, esigenze e opportunità locali e territoriali. Gli interventi nel paesaggio intrecciano temi e obiettivi diversi, collegati tra loro, allo scopo di sommarne gli effetti positivi di una **salvaguardia attiva** del territorio.

Il *Masterplan di valorizzazione paesaggistica* ha sviluppato in fase preliminare in chiave strategica e multidisciplinare l'approccio innovativo che guida la progettazione delle opere infrastrutturali, concepite come opportunità, per ricostruire ambiente e paesaggio, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova, che generi ricadute positive e durevoli sul territori. In quest'ottica la progettazione all'attuale stato di approfondimento definisce una linea d'azione unitaria e unificante i diversi elementi nei quali essa si articola: paesaggio e ambiente, infrastrutturazione idraulica e opere connesse, percorsi fruitivi e sinergie con il territorio.

A partire dall'approfondita conoscenza dello stato dei luoghi, delle vicende che ne hanno

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

caratterizzato l'evoluzione storica e del quadro di riferimento programmatico per le trasformazioni future, è possibile valorizzare la specificità delle singole componenti naturali ed antropiche dei luoghi in un'ottica 'paesaggistica' integrata: ambiti naturali, ambiti agricoli, ambiti urbani e infrastrutturali.

Il progetto si avvicina agli spazi residuali tipici della campagna urbanizzata ed il metodo del progetto è quello della rigenerazione e del ritrovamento del senso dello spazio pubblico attraverso una sorta di "colonizzazione" da parte della popolazione e della natura di un luogo con una identità scarsamente definita.

Il progetto di inserimento ambientale, oltre all'infrastrutturazione paesaggistica, favorisce forme di fruizione in sicurezza degli argini, con percorsi attrezzati, affacci suggestivi, sistemi di comunicazione dell'articolato impianto idraulico di gestione delle acque superficiali. Filari, macchie boscate e fasce arbustive integrano quelle esistenti al contorno e permettono al cittadino di prendere coscienza della bellezza del paesaggio agricolo e fluviale.

Con l'approfondita conoscenza del territorio e nel pieno rispetto degli strumenti di programmazione territoriale, sono state affrontate le peculiarità dell'intero sistema e le potenzialità di fruizione, giungendo alla soluzione che meglio integri le esigenze idrauliche e naturalistiche con l'assetto paesaggistico e fruitivo.

Tutte le soluzioni progettuali mirano a cercare uno stretto legame con il contesto, per un inserimento armonioso delle opere nel territorio.


La migliore integrazione perseguita degli interventi nel contesto permetterà di avviare un processo di appropriazione e riconoscimento dell'opera da parte dei cittadini/fruitori, a questo si aggiungeranno criteri di durabilità dei materiali ed agevole manutenzione delle opere al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

3.8.2 Il progetto di valorizzazione paesaggistica

Il progetto delle vasche di Senago appartiene ad un sistema più ampio di localizzazione di aree lungo il fiume Seveso atte alla laminazione controllata delle piene.

Il sistema delle vasche di laminazione è concepito come opportunità per valorizzare ambiente e paesaggio, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova nella realizzazione di questo tipo di opere, che generi ricadute positive e durevoli innervando di qualità il territorio interessato, promuovendone caratteri ambientali e paesaggistici.

La definizione della proposta per l'inserimento ambientale e paesaggistico delle vasche di

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

laminazione è sviluppata, proprio in tal senso, al fine di individuare una immagine connotata e strategica che permetta di mettere a sistema le diverse componenti tecnologiche, con un approccio estremamente attento al territorio, dalla fase di progettazione fino alla fase di costruzione e poi di gestione a regime.

Pertanto le trasformazioni del territorio possono essere considerate non più causa di deturpamenti ambientali ma rappresentare l'occasione per la creazione di 'nuovi paesaggi', che valorizzino le risorse esistenti e rivitalizzino i paesaggi della quotidianità.

La strategia per le opere di inserimento paesaggistico mira quindi a definire in questa fase tutti gli interventi di carattere definitivo che gravitano attorno ai tre invasi.

Il progetto paesaggistico fa riferimento ai seguenti interventi:

1. MITIGAZIONE

- Messa a dimora di fasce arbustive
- Realizzazione di fasce alberate di valorizzazione paesaggistica
- Valorizzazione delle scarpate

2. FRUIZIONE

- Percorso ludico-didattico

3. CONTESTUALIZZAZIONE

- Percorsi ciclopedonali
- Torretta panoramica

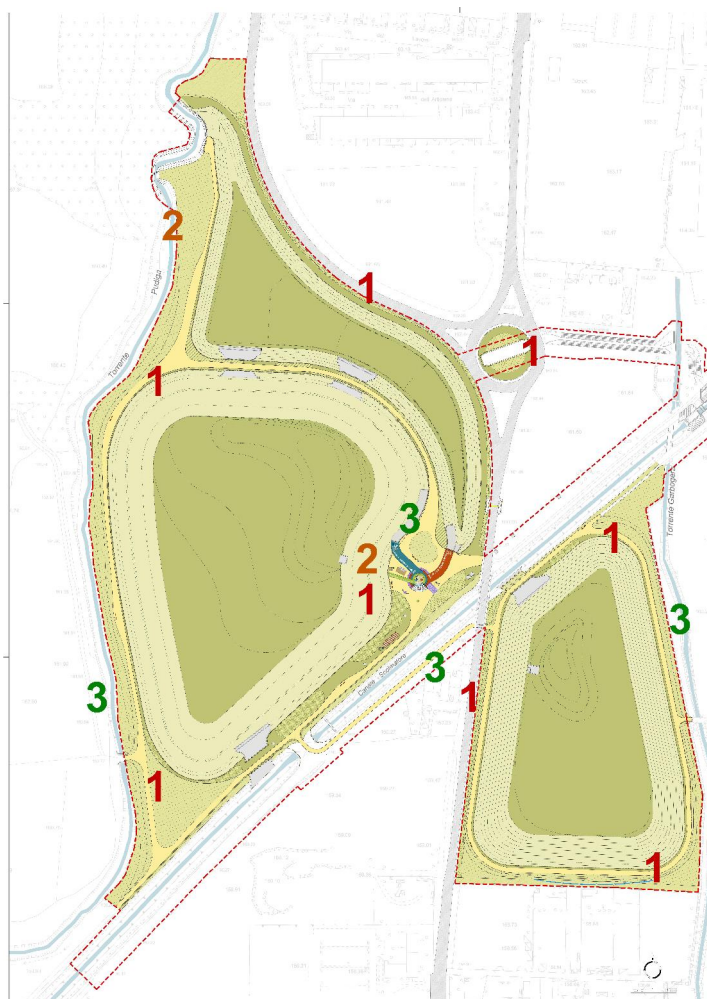


Figura 22 – Progetto definitivo di valorizzazione paesaggistica: interventi

3.8.3 Opere di Mitigazione

Tali opere fanno riferimento all'obiettivo progettuale di inserire e al contempo di mitigare visivamente l'intervento idraulico nel e dal contesto, in considerazione del fatto sia che l'area di progetto ricade all'interno del Parco delle Groane, sia in prossimità di una viabilità provinciale.

A tal proposito gli argini dell'invaso saranno dotati di fasce arboree e arbustive tali da integrare il manufatto all'interno del territorio di riferimento: un sistema organico di prati fioriti, fasce arboreo-arbustive e macchie boscate costituiscono l'infrastrutturazione ecologica in grado di contrastare la frammentazione degli ambienti naturali e promuovere al contempo la biodiversità a livello floristico e faunistico.

Gli interventi presentano caratteristiche e scelte di composizione vegetale differenziate, distinte sulla base delle esigenze funzionali e naturalistiche, nonché degli effetti paesaggistici attesi in termini di intervisibilità del territorio.

Per la definizione di dettaglio della composizione specifica di prati e siepi si valorizza la consolidata collaborazione con enti di ricerca per l'individuazione delle associazioni più idonee agli specifici ambiti in stretta relazione con le esigenze di sostenibilità ambientale in termini di evoluzione e gestione successiva.

In particolare per conservare la biodiversità si valorizza un uso sostenibile delle piante spontanee di origine locale, assicurando il mantenimento delle popolazioni naturali e scegliendo unicamente piante e sementi di specie spontanee della flora italiana, tutte di origine locale, in equilibrio tra tradizione e ricerca scientifica avanzata:

- Margine tipo 1 : fascia arbustiva – mitigazione infrastrutturale
- Margine tipo 2a : fascia arbustiva – argine vasca 1
- Margine tipo 2b : fascia arbustiva – argini vasche 2 e 3
- Margine tipo 3 : fascia boscata
- Mitigazione scarpate : prato fiorito
- Mitigazione rotatoria : fascia arbustiva e prato fiorito

3.8.3.1 Margine tipo 1: fascia arbustiva – mitigazione infrastrutturale

La mitigazione infrastrutturale è ottenuta con la realizzazione di una fascia plurispecifica che possa contribuire alla continuità con la vegetazione autoctona esistente nelle aree attigue e nel Parco delle Groane.

Il margine tipo 1 sarà realizzato negli spazi tra gli invasi 1 e 3 e la strada provinciale SP199 con arbusti di diverse specie che ben si adattano alle condizioni climatiche e geografiche dell'area.

A - fascia di 1 m di larghezza ad arbusti delle specie *Robinia pseudoacacia* (accestita a siepe), *Acer campestre*, (accestita a siepe), *Crataegus monogina*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus* secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).

B - fascia di 2 m di larghezza ad arbusti delle specie *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Euonymus Europeans*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus* secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).

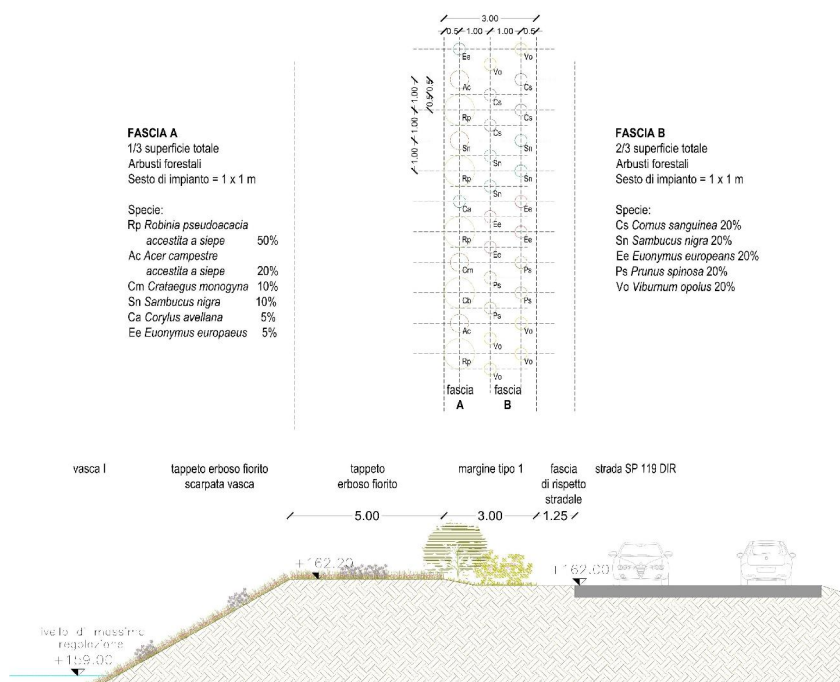


Figura 23 – Sezione tipologica e schema di impianto Margine tipo 1, tra l'invaso 1 e la strada provinciale SP199dir

3.8.3.2 Margine tipo 2a: fascia arbustiva – argine vasca 1

Sull'argine della vasca 1, per garantire la miglior fruibilità del percorso previsto il progetto prevede la realizzazione di una fascia arbustiva discontinua, plurispecifica, con specie autoctone caratterizzate da interessanti effetti cromatici oltre che rilevanti valenze ecologiche.

La fascia di mitigazione prevede due ambiti distinti:

- A - fascia di 1 m di larghezza ad arbusti delle specie *Robinia pseudoacacia* (accestita a siepe), *Acer campestre*, (accestita a siepe), *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus* secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).
- B - fascia di 2 m di larghezza ad arbusti delle specie *Cornus sanguinea*, *Euonymus Europeans*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus* secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).

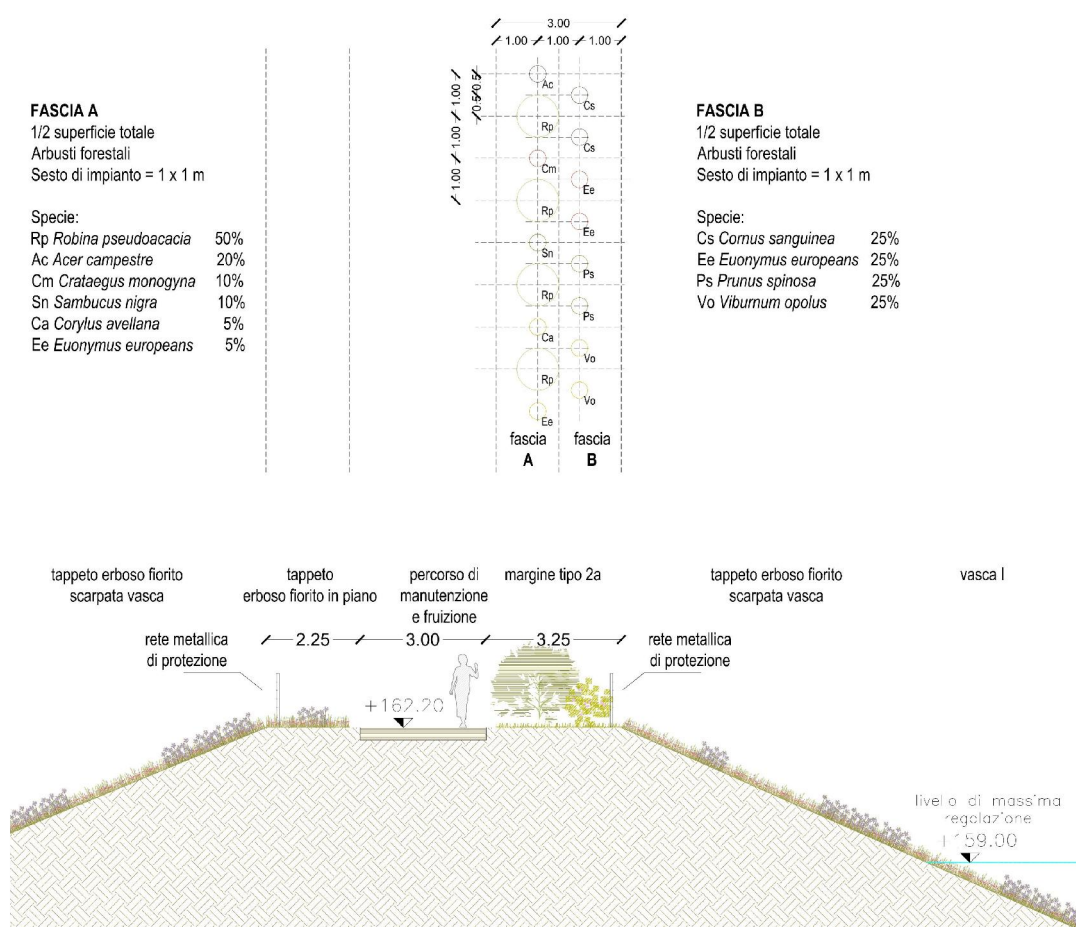


Figura 24 – Sezione tipologica e schema di impianto Margine tipo 2a, argine vaso 1

3.8.3.3 Margine tipo 2b: fascia arbustiva – argini vasche 2 e 3

Al fine di garantire la miglior fruibilità della rete di percorsi realizzati, il progetto prevede la realizzazione di una fascia discontinua, plurispecifica in corrispondenza degli argini degli invasi 2 e 3 con la definizione di aperture visuali che valorizzino il contesto.

La fascia di mitigazione prevede due ambiti distinti:

A - fascia di 1 m di larghezza ad arbusti delle specie *Robinia pseudoacacia* (accestita a siepe), *Acer campestre*, (accestita a siepe), *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus* secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).

B - fascia di 1 m di larghezza ad arbusti delle specie *Cornus sanguinea*, *Euonymus*

Europeans, Prunus spinosa, Viburnum opulus secondo le prevalenze indicate negli elaborati di progetto (densità di impianto = 1 arbusti/mq).

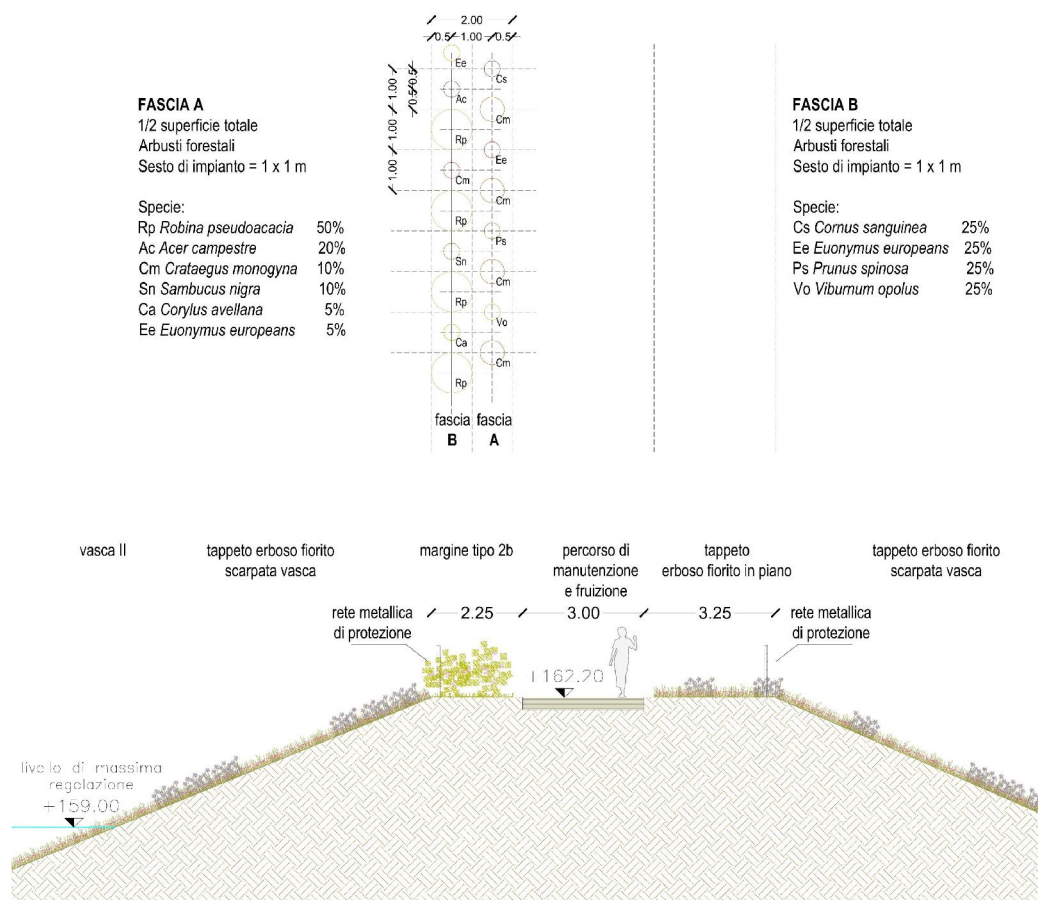


Figura 25 – Sezione tipologica e schema di impianto Margine tipo 2b, argini invasi 2 e 3

3.8.3.4 Margine tipo 3: fascia boscata

Tali opere fanno riferimento all'obiettivo progettuale di valorizzazione paesaggistica dell'ambito di intervento. Il rimboschimento delle aree adiacenti alle vasche intende promuovere un equilibrio tra le esigenze legate allo sviluppo e il mantenimento della qualità dei territori con nuclei ad alto livello di naturalità, connessi alla rete di fasce arboreo-arbustive che innervano l'intero sistema di vasche.

L'obiettivo di realizzare fasce arboree per una superficie totale di circa 1.8 ha che possano avere un effetto immediatamente percepibile, ottenibile con la messa a dimora per il 10% della superficie di alberi sviluppati di circonferenza 19-20 cm e per il restante 90% di alberi forestali con un sesto di impianto di 2 x 2 m a gruppi monospecifici di 4-7 esemplari, con la

disetaneità degli impianti arborei si potranno accelerare effetti di naturalità per i nuovi nuclei boscati, nonché anticipare un certo pronto effetto di insieme. La composizione vegetazionale, a partire dalle condizione di impianto e dalla conoscenza della vegetazione reale e potenziale locale, mira all'aumento della biodiversità floristica e faunistica per l'area, oltre alla definizione di sistemi in grado di evolvere il più possibile in modo autonomo verso condizioni di equilibrio.

La fascia alberata prevede la piantumazione delle seguenti specie arboree : *Quercus robur* (specie dominante), *Fraxinus exelsior*, *Alnus glutinosa*, *Prunus avium*, *Tilia cordata* e *Acer campestre*.

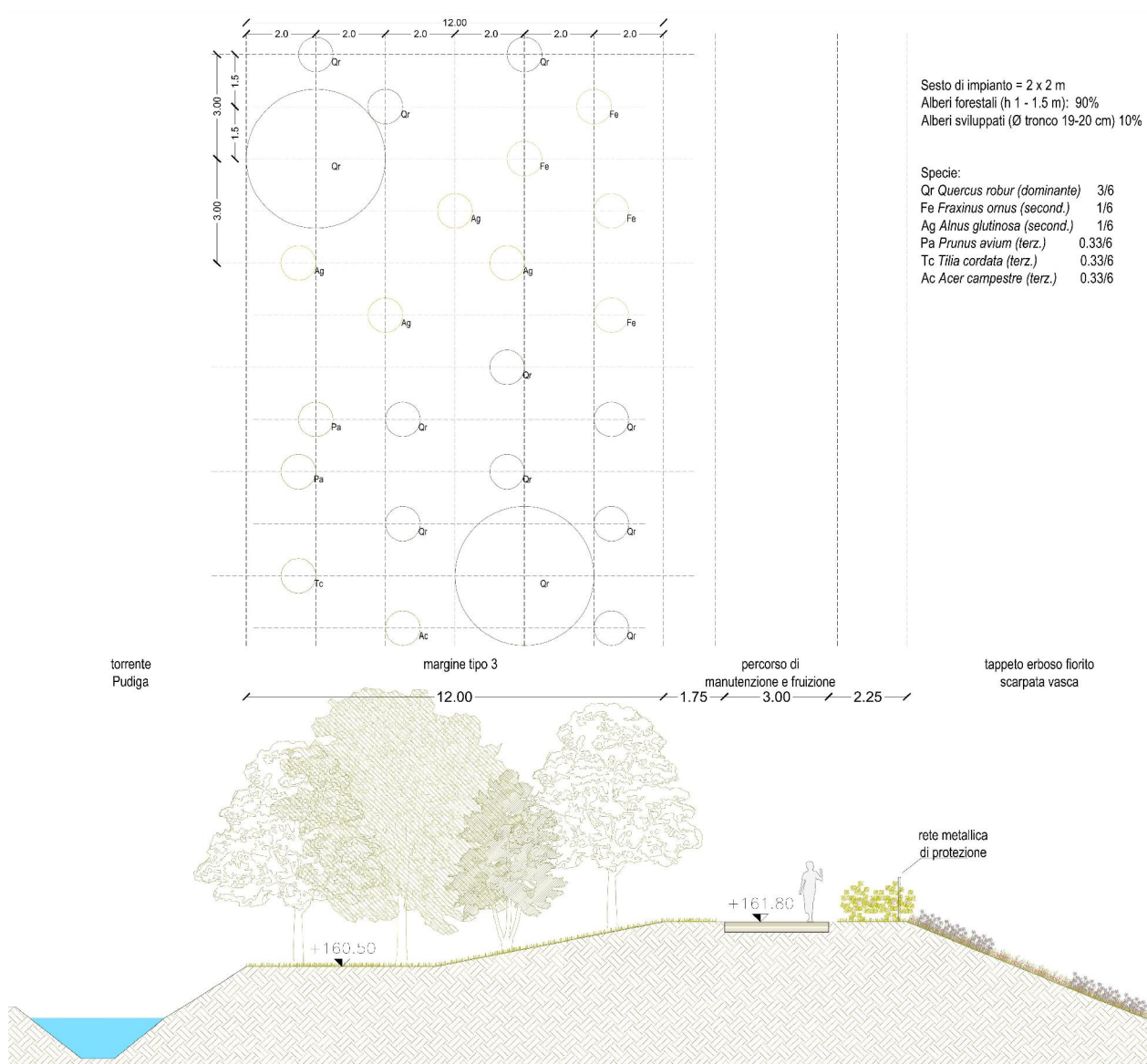


Figura 26 – Sezione tipologica Margine tipo 3 e schema di impianto

3.8.3.5 Mitigazione scarpate: prato fiorito

Al fine di aumentare e coniugare le esigenze di gestione degli invasi con quelle del loro inserimento ambientale il progetto prevede di realizzare sulla superficie delle scarpate degli invasi un inerbimento a prato fiorito (30% *Lolium perenne*, 10% *Achillea millefolium*, 15% *Trifolium pratense*, 15% *Trifolium repens*, 20% *Medicago sativa*, 10% *Knautia arvensis*), una copertura erbacea con fioritura scalare durante tutte le stagioni, ma soprattutto che possa rispondere alle esigenze di rusticità senza tralasciare gli aspetti funzionale e percettivo.

In generale l'introduzione di prati fioriti e siepi plurispecifiche qualificano l'intervento in termini di potenziamento della biodiversità e di diversificazione del paesaggio, introducendo tasselli circoscritti ma significativi in una visione di sistema ambientale esteso, propria di una visione territoriale che caratterizza, sotto diversi aspetti, il presente intervento.

3.8.3.6 Inserimento ambientale rotatoria: fascia arbustiva e prato fiorito


In corrispondenza della rotatoria attraversata dal canale di alimentazione si propongono impianti di specie arbustive ovvero di *Crataegus monogina*. Lungo il tratto di canale a cielo aperto è prevista la realizzazione di un parapetto in metallo atto alla protezione del canale stesso.

La scelta di specie autoctone mira a concentrare nell'ambito intercluso della rotonda effetti idonei al tipo di percezione antropica, pur nel rispetto del quadro ambientale generale.

Il sesto d'impianto sarà di n° 1 pianta/mq. Le piante verranno messe a dimora secondo un preciso schema in modo tale da creare un sistema il più naturaliforme possibile. Gli arbusti verranno messi a dimora con una buca d'impianto di dimensione 30 x 30 x 30 cm, con posa di idroretentori e micorrize per favorirne lo sviluppo.



Figura 27 – *Crataegus monogina*

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

3.8.4 Opere di potenziamento fruibilità

Tali opere fanno riferimento all'obiettivo progettuale di creare un sistema articolato mirato alla fruizione intelligente del sito da parte della popolazione, compatibilmente con le esigenze di gestione dell'impianto idraulico, connotando così l'intervento come una nuova porzione di paesaggio integrato sia al suo interno che verso l'esterno.

Percorso didattico-ricreativo

Per valorizzare l'intervento infrastrutturale idraulico quale occasione per la divulgazione di tematiche ambientali legate all'antropizzazione del territorio ed alla sua conseguente gestione, il progetto prevede la realizzazione di un percorso visivo che avvicini il pubblico all'impianto, mostrandone il funzionamento in maniera originale ed efficace, creando un impatto visivo più amichevole dell'opera ingegneristica.

Rimandando alla fase attuativa la definizione in dettaglio dell'apparato comunicativo in coordinamento con l'Amministrazione Comunale ed il parco delle Groane, il presente progetto anticipa gli obiettivi e le risorse per tale indispensabile dotazione.

Le varie componenti dell'impianto idraulico interrato vengono portate in evidenza in superficie, attraverso la realizzazione di semplici pavimentazioni colorate: in corrispondenza dei passaggi interrati delle condotte principali di collegamento tra gli invasi e il pozzo integrate con l'applicazione di scritte in supergrafica, icone di identificazione, integrate da un sistema di cartellonistica adeguato.

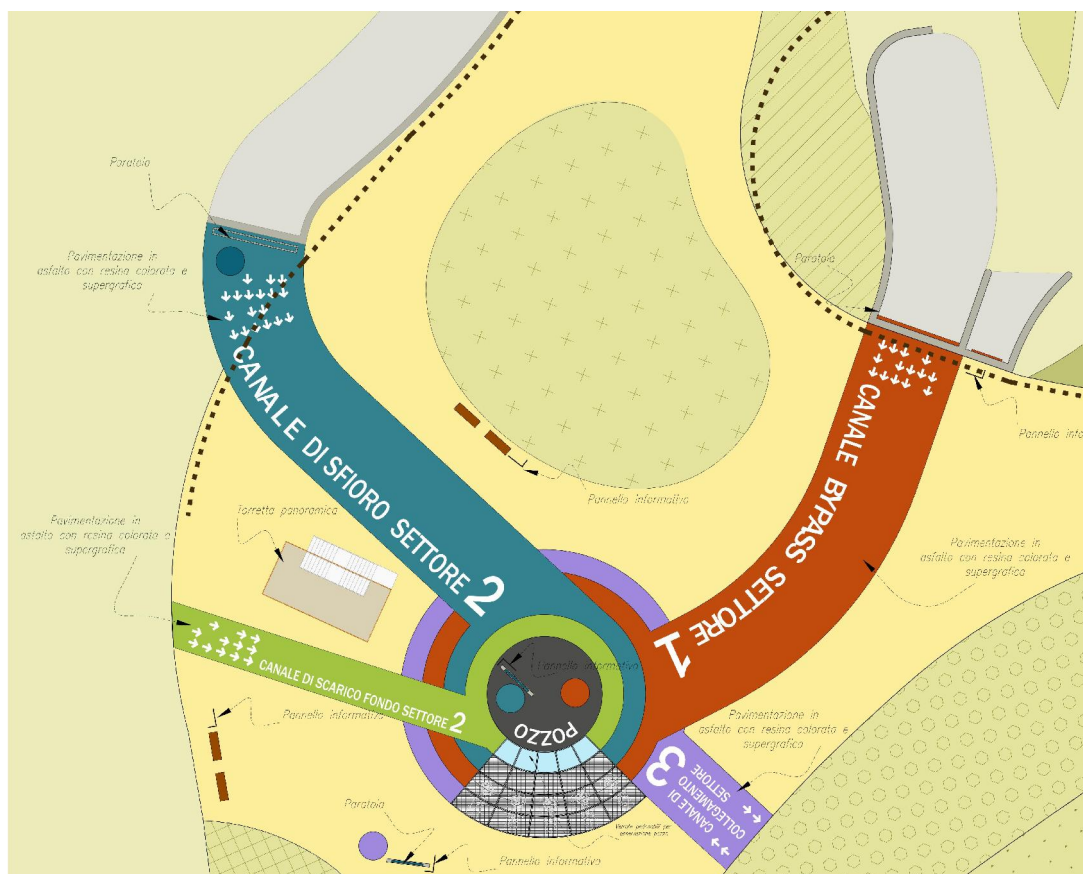


Figura 28 – Grafica comunicazione impianto

3.8.5 Opere di Contestualizzazione

Al fine di evitare che l'intervento idraulico rimanga un episodio isolato ed estraneo al conteso, il progetto paesaggistico ha voluto generare connessioni forti, fisiche e visive con il territorio. Il progetto del paesaggio ha voluto collegarsi fisicamente e visivamente con il territorio, prevedendo un elemento di intervisibilità esterno-interno costituito da una struttura a torre dall'alto della quale osservare non solo l'opera idraulica in sé, ma il contesto ambientale di riferimento.

Torretta panoramica

Come elemento visibile e connotativo dal punto di vista della percezione dall'esterno, viene proposta la realizzazione di una torretta panoramica rivestita in legno naturale e dell'altezza di 10 m. Questo segno architettonico oltre a rappresentare un landmark importante per il luogo percepito dall'esterno, diventa punto di osservazione verso l'esterno offrendo viste

panoramiche sul Parco delle Groane e la possibilità di una chiara visione d'insieme dell'impianto stesso. Alla base del manufatto è prevista l'integrazione dei locali tecnici necessari al funzionamento dell'impianto annullando di fatto la percezione dello stesso da parte degli utenti.

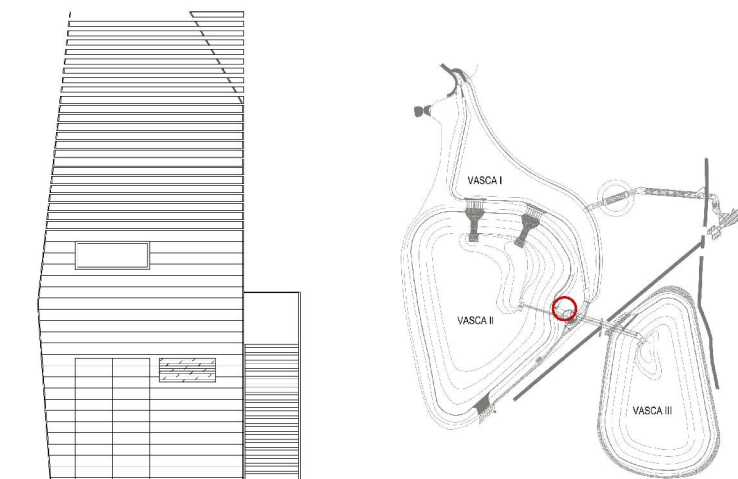



Figura 29 – torretta panoramica

Percorsi ciclopeditali

Sempre nell'ottica più volte esposta di forte e mirata integrazione dell'opera idraulica nel paesaggio, il progetto prevede che le piste necessarie alla manutenzione dell'impianto assolvano allo stesso tempo anche alla funzione di piste ciclopeditali, realizzate con pavimentazione a basso impatto ambientale, in calcestruzzo, con l'obiettivo di porsi come importante elemento connotativo del luogo riconoscibile nella sua interezza, definendone la fruibilità e le connessioni con il paesaggio circostante.

Anche in termini fruitivi il nuovo sistema di vasche genera una rete di connessioni e di transito, lasciando quindi ampia e sicura fruibilità alle aree interessate dall'intervento: l'impianto non sarà un 'ritaglio' sottratto al territorio ma un ulteriore tassello che arricchirà la rete di fruizione del Parco delle Groane, dotato di un suo carattere specifico e forte legato alla importante funzione di sicurezza pubblica che assolve nell'ambito del sistema di regimazione delle acque del Seveso.

L'esperienza maturata da LAND con l'iniziativa LET Landscape Expo Tour, (www.let-milano.com) nella valorizzazione culturale e turistica dei territori ad ovest di Milano, ha

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

guidato le scelte progettuali qui esposte. Proprio a Senago passa il LET1, attualmente in fase di realizzazione da parte di EXPO, Fondazione Cariplo, e diversi altri attori pubblici tra cui il Parco delle Groane. Questo progetto andrà a costituirsi quale circuito di fruizione ‘lenta’ e intelligente del paesaggio, dotato di sistema di segnaletica orientativa e didattica per la riattivazione di ambiti notevole valenza culturale e dinamiche sinergiche sul territorio.

Milano, giugno 2015

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Chiara Tonetto