

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

MODELLO DI GESTIONE DELL'OPERA DI LAMINAZIONE



SCALA

Revisioni			
	1	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA	APRILE 2015
	2	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONF. DEI SERVIZI	GIUGNO 2015
	3	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE	AGOSTO 2015
Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMESSA	DOCUMENTO
	PD	250-23	AT
			NUMERO
			A.4.5

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

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	MODALITÀ DI GESTIONE DEL NODO DI PALAZZOLO	2
3.	CRITERI GENERALI DI GESTIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO	8
4.	FASI GESTIONALI DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO.....	18
5.	MODELLO DI GESTIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO..	22

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

Sulla base dei calcoli idraulici allegati al presente progetto, nonché in relazione alle conoscenze acquisite dagli scriventi nell'ambito di altre commesse attinenti alla gestione in tempo reale di opere di attenuazione delle piene, viene di seguito presentato uno specifico modello di gestione del sistema T. Seveso/CSNO, con cui vengono definite le regole di gestione dell'invaso e del CSNO, al fine di ottimizzarne e controllarne il funzionamento.

2. MODALITÀ DI GESTIONE DEL NODO DI PALAZZOLO

A seguito della costruzione delle vasche di laminazione di Senago, di cui al presente progetto, le modalità di gestione dell'importante nodo idraulico di Palazzolo, dove il Canale Scolmatore Nord Ovest (CSNO) prende origine dal F. Seveso con un'opera di presa laterale, saranno parzialmente modificate rispetto a quelle attuali.

È da premettere che, tenendo conto delle perduranti ed immutate esigenze di sicurezza idraulica della città di Milano, non verrà in alcun modo modificata la regola di gestione della paratoia posta sul Seveso a valle della presa del CSNO: in particolare tale paratoia viene oggi completamente chiusa, e così continuerà ad esserlo, allorché il livello idrico nel Seveso in corrispondenza dell'idrometro del Seveso in via Valfurva a Milano indica il raggiungimento del livello di pre-allarme di 1.08 m rispetto allo zero idrometrico. Questa chiusura totale è stata a suo tempo decisa tenendo conto che gli estesi bacini urbani interposti tra Palazzolo e Milano sono da soli in grado di generare negli eventi più intensi una portata di piena tale da uguagliare o anche superare la massima capacità di portata della galleria intubata nel sottosuolo di Milano che convoglia il Seveso verso il Canale Redefossi a sud di Milano. Quindi è da considerare strategica, trattandosi della prima linea di difesa idraulica di Milano, questa regola che impone di azzerare la portata del Seveso verso valle tramite la chiusura della suddetta paratoia di Palazzolo.

La Figura 1 mostra lo schema funzionale del sistema di controllo sopra brevemente descritto; in particolare l'idrometro che misura il livello di allarme del Seveso in via Valfurva è indicato in figura con la sigla RTU16.

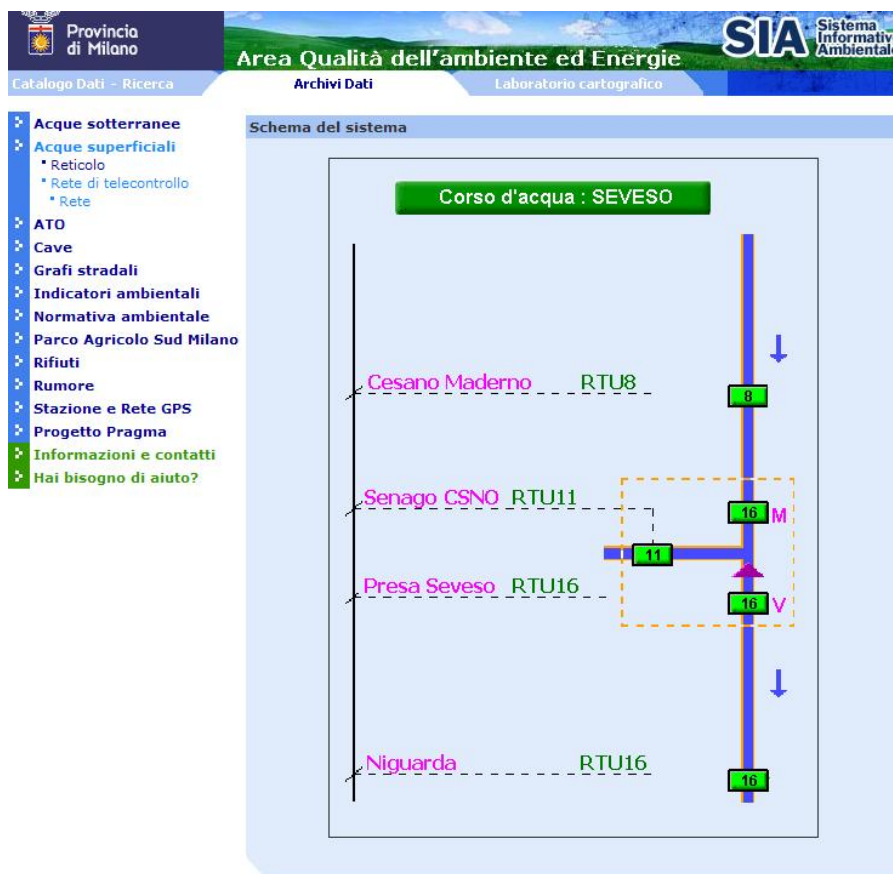




Figura 1 - Il sistema di controllo del Seveso e del nodo idraulico di Palazzolo

Quando la suddetta paratoia di Palazzolo viene chiusa il livello idrico del Seveso subito a monte di essa si rialza per effetto del rigurgito, permettendo l'immissione nel CSNO dell'intera portata fluviale in arrivo. Ma subito a valle della derivazione attraverso cui avviene la presa del CSNO è oggi ubicata una paratoia con luce regolata, in modo fisso, così da lasciar defluire nel CSNO una portata limite di 30 m³/s corrispondente all'attuale capacità di accoglimento del canale stesso, limite che tiene conto dei successivi apporti di piena da parte degli altri corsi d'acqua intercettati dal CSNO lungo il tracciato. Conseguentemente la citata esigenza di azzerare la portata del Seveso verso Milano viene di fatto soddisfatta solo quando la portata in arrivo dal Seveso ed immessa nel CSNO è $\leq 30 \text{ m}^3/\text{s}$; quando invece la portata in arrivo supera 30 m³/s, l'eccesso di portata che non viene accolto nel CSNO determina inevitabilmente lo scavalco della paratoia chiusa verso Milano e quindi la ricaduta di tale portata in eccesso a valle di essa nell'alveo del Seveso. Con la realizzazione delle vasche di laminazione di Senago, come già esposto ripetutamente in altre parti del progetto, sarà possibile modificare la regolazione della suddetta paratoia posta sulla presa del CSNO; in

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

particolare la luce libera potrà essere aumentata fino a consentire di raddoppiare da 30 m³/s a 60 m³/s la portata accolta nel CSNO, migliorando con ciò decisamente l'attuale critica situazione. Ma tale benefico incremento può perdurare solo fintanto che sono ricettive le vasche di laminazione di Senago. Negli eventi di piena, infatti, che generassero il loro completo riempimento (la loro capacità utile è di 810.000 m³), la paratoia posta sulla presa del CSNO a Palazzolo deve ritornare a limitare a 30 m³/s la portata derivata nello stesso.

La Figura 2 mostra sinteticamente il nodo idraulico di Palazzolo con l'ubicazione delle prime citate paratoie: quella (P1) posta sul Seveso verso Milano e quella (P2) posta sul CSNO a valle della presa. È quest'ultima che, modificandone la luce libera, consentirà di accogliere nel CSNO l'aumento di portata da 30 m³/s a 60 m³/s.

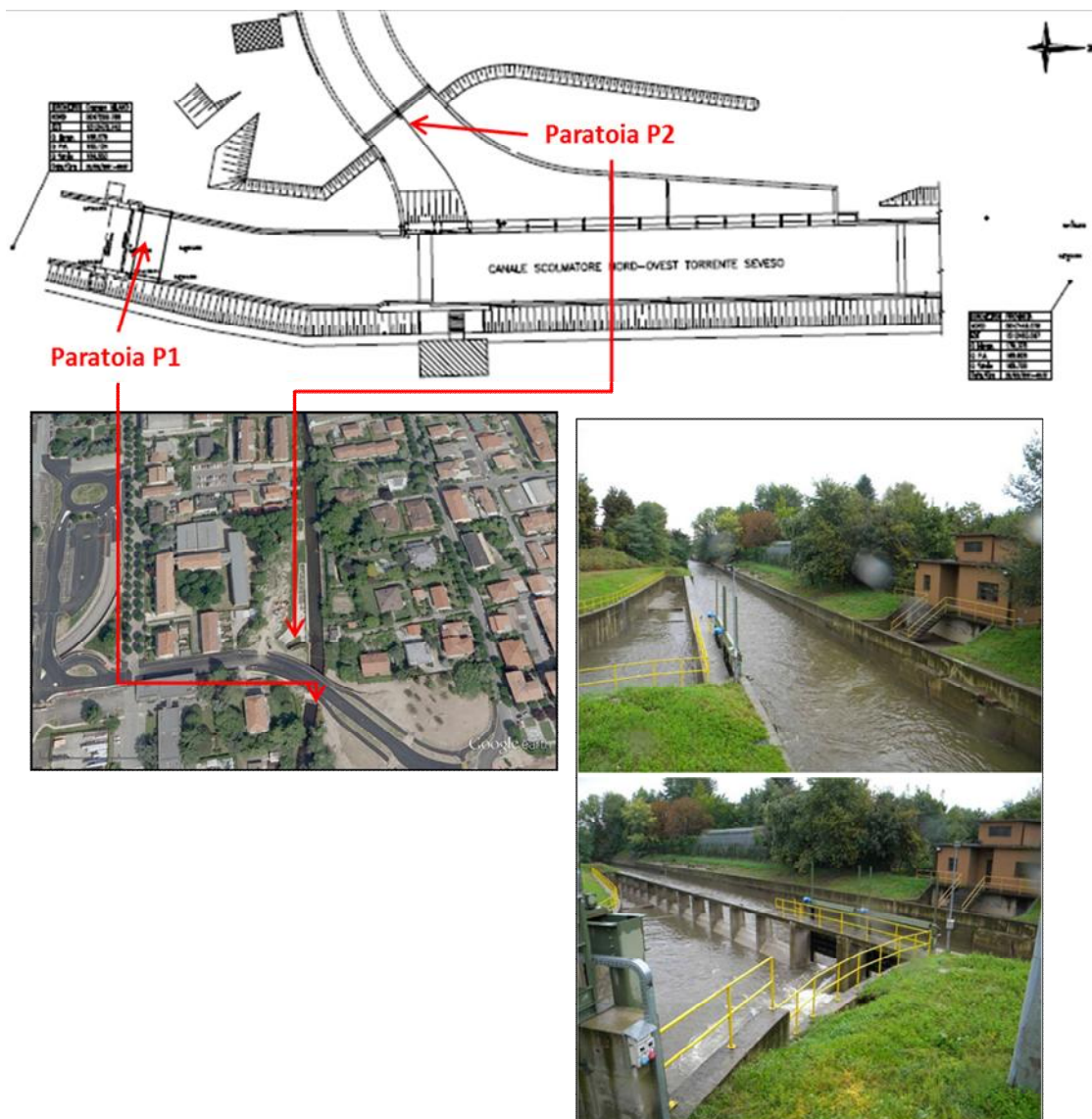


Figura 2 - Opera di presa CSNO vista da valle

Come già esposto, tenendo conto della volumetria complessiva di 810.000 m^3 , quindi molto significativa ma comunque inferiore a quella necessaria per il pieno controllo delle piene del Seveso, la nuova regolazione a $60 \text{ m}^3/\text{s}$ della paratoia P2 potrà mantenersi fintanto che sussisterà volume residuo nelle suddette vasche. Quando invece, nel corso di eventi molto rilevanti, dovesse accadere il pieno invaso delle vasche di Senago, all'atto del raggiungimento di un preassegnato livello di invaso (livello idrico nel terzo settore dell'invaso pari a circa 157.5 m s.m.) la suddetta paratoia P2 dovrà ritornare alla regolazione di oggi limitando ad un massimo di $30 \text{ m}^3/\text{s}$ l'ingresso nel CSNO. Tutto ciò è esemplificato nelle figure successive, in cui si confronta indicativamente la gestione attuale della presa del CSNO (linea blu) con

quella che emergerà a seguito della realizzazione delle vasche di laminazione in progetto (linea rossa), con riferimento ad eventi di piena caratterizzati da diversi valori del tempo di ritorno.

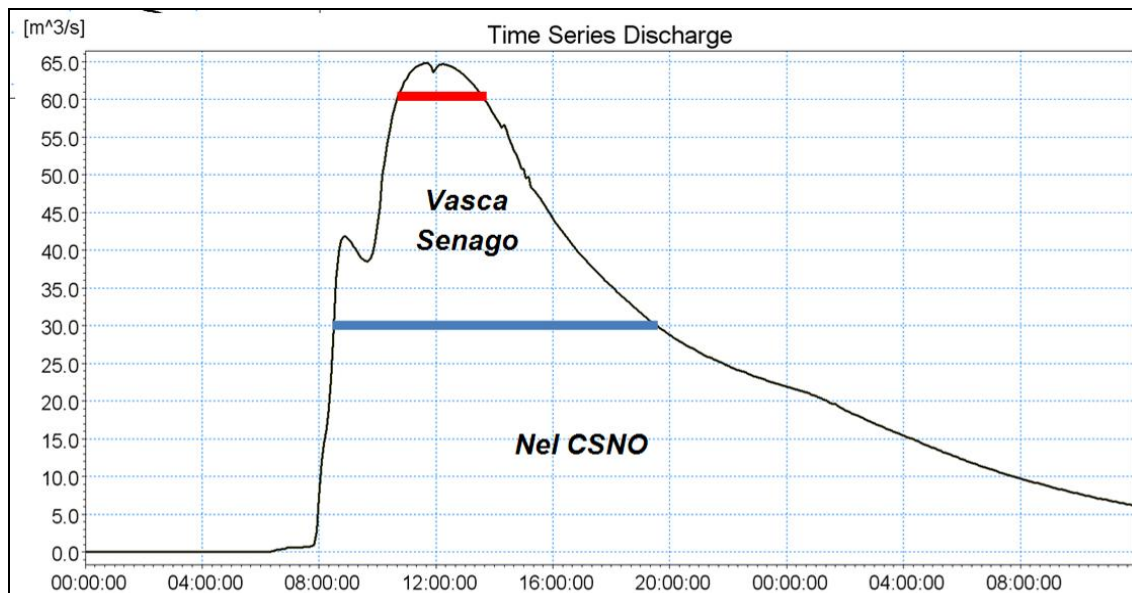


Figura 3 - Analisi evento per T=2 anni (la linea blu indica l'attuale gestione della derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO, in assenza della vasca di laminazione di Senago, mentre la linea rossa indica la gestione che verrà seguita per la derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO con la presenza della vasca di laminazione con capacità pari a circa 0.8 Mm³)

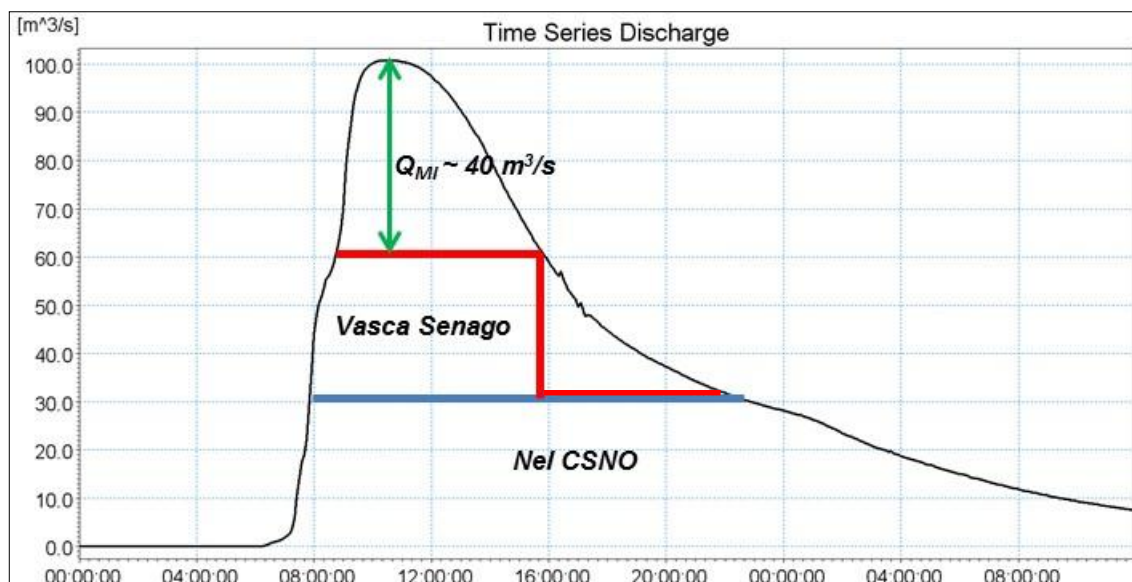


Figura 4 - Analisi evento per T=5 anni (la linea blu indica l'attuale gestione della derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO, in assenza della vasca di laminazione di Senago, mentre la linea rossa indica la gestione che verrà seguita per la derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO con la presenza della vasca di laminazione con capacità pari a circa 0.8 Mm³)

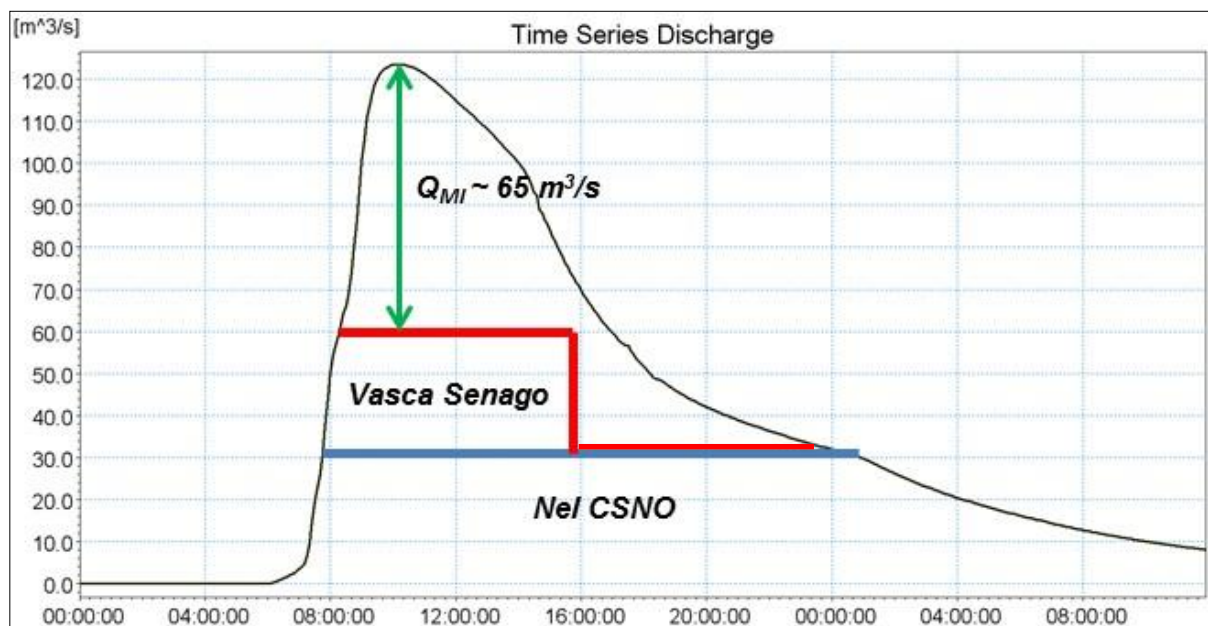


Figura 5 - Analisi evento per T=10 anni (la linea blu indica l'attuale gestione della derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO, in assenza della vasca di laminazione di Senago, mentre la linea rossa indica la gestione che verrà seguita per la derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO con la presenza della vasca di laminazione con capacità pari a circa 0.8 Mm^3)

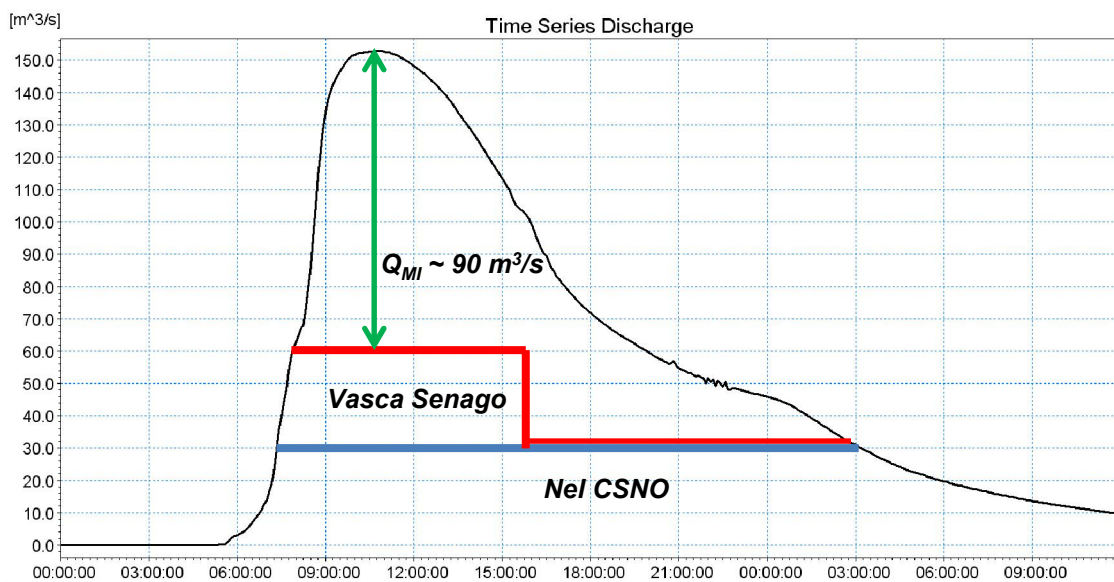


Figura 6 - Analisi evento per T=100 anni (la linea blu indica l'attuale gestione della derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO, in assenza della vasca di laminazione di Senago, mentre la linea rossa indica la gestione che verrà seguita per la derivazione della portata del T. Seveso nel CSNO con la presenza della vasca di laminazione con capacità pari a circa 0.8 Mm^3)

3. CRITERI GENERALI DI GESTIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO


Le opere del presente progetto inerenti le vasche di laminazione di Senago sono state concepite prevedendo il massimo possibile di opere fisse, non soggette quindi a decisioni gestionali.

Tuttavia la suddivisione su 3 vasche della capacità di invaso complessiva, la dislocazione delle 3 vasche sia a nord che a sud del CSNO, la necessità di prevedere fasi di esercizio in cui l'una o l'altra delle vasche sia fuori servizio per manutenzione, e, soprattutto, le esigenze funzionali del CSNO hanno portato a prevedere un modello di gestione che, pur molto semplificato, deve essere rigorosamente rispettato per una gestione in sicurezza delle stesse vasche.

La Figura 7 riproduce la disposizione planimetrica delle nuove vasche in progetto e indica la localizzazione degli idrometri di controllo in progetto, dedicati alla gestione delle vasche.

In particolare tali idrometri sono i seguenti:

- Idrometro I1 (esistente): registra il livello idrico della corrente immessa nel CSNO a Palazzolo in corrispondenza della sezione CN-151 (in corrispondenza del ponte posto nei pressi di via G. Di Vittorio a Senago), posta a circa 2.5 km a valle dell'opera di presa dal T. Seveso e 1.3 km a monte della presa di derivazione delle vasche di laminazione in progetto; in base alla modellazione di moto permanente del CSNO, al variare della portata, e tenendo conto della nuova configurazione dei profili di pelo libero nel CSNO conseguenti alle opere qui in progetto, è compiutamente determinabile, oltre che verificabile sperimentalmente, la scala di portata per la sezione in cui è installato l'idrometro; conseguentemente la registrazione continua del livello si traduce nella registrazione continua della portata;
- Idrometro I2 (in progetto): registra il livello idrico della corrente sfiorata dal CSNO nel canale di presa delle vasche di laminazione in progetto; per mezzo del calcolo della scala di portata di moto permanente, e della sua verifica sperimentale, la registrazione continua del livello si traduce nella registrazione continua della portata;
- Idrometro I3 (in progetto): registra il livello idrico della corrente sfiorata dal T. Garbogera nel canale di presa delle vasche di laminazione in progetto; per mezzo del calcolo della scala di portata di moto permanente, e della sua verifica sperimentale, la registrazione continua del livello si traduce nella registrazione continua della portata;

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

- Idrometro I4 (in progetto): registra il livello idrico della corrente sfiorata dal T. Pudiga nel primo settore della vasca di laminazione in progetto; per mezzo del calcolo della scala di portata di moto permanente, e della sua verifica sperimentale, la registrazione continua del livello si traduce nella registrazione continua della portata;
- Idrometro I5 (in progetto): registra il livello idrico nel pozzo di sollevamento, in corrispondenza del comparto posto in diretta comunicazione con la vasca di laminazione 2 in progetto;
- Idrometro I6 (in progetto): registra il livello idrico nel pozzo di sollevamento, in corrispondenza del comparto posto in diretta comunicazione con la vasca di laminazione 3 in progetto;
- Idrometro I7 (in progetto): registra il livello idrico della corrente defluente nel CSNO in corrispondenza del ponte poderale posto a valle dell'immissione dello scolmatore del T. Pudiga, quindi anche a valle della restituzione delle vasche di laminazione in progetto; in base alla modellazione di moto permanente del CSNO, al variare della portata, e tenendo conto della nuova configurazione dei profili di pelo libero nel CSNO conseguenti alle opere qui in progetto, è compiutamente determinabile, oltre che verificabile sperimentalmente, la scala di portata per la sezione in cui è installato l'idrometro; conseguentemente la registrazione continua del livello si traduce nella registrazione continua della portata.

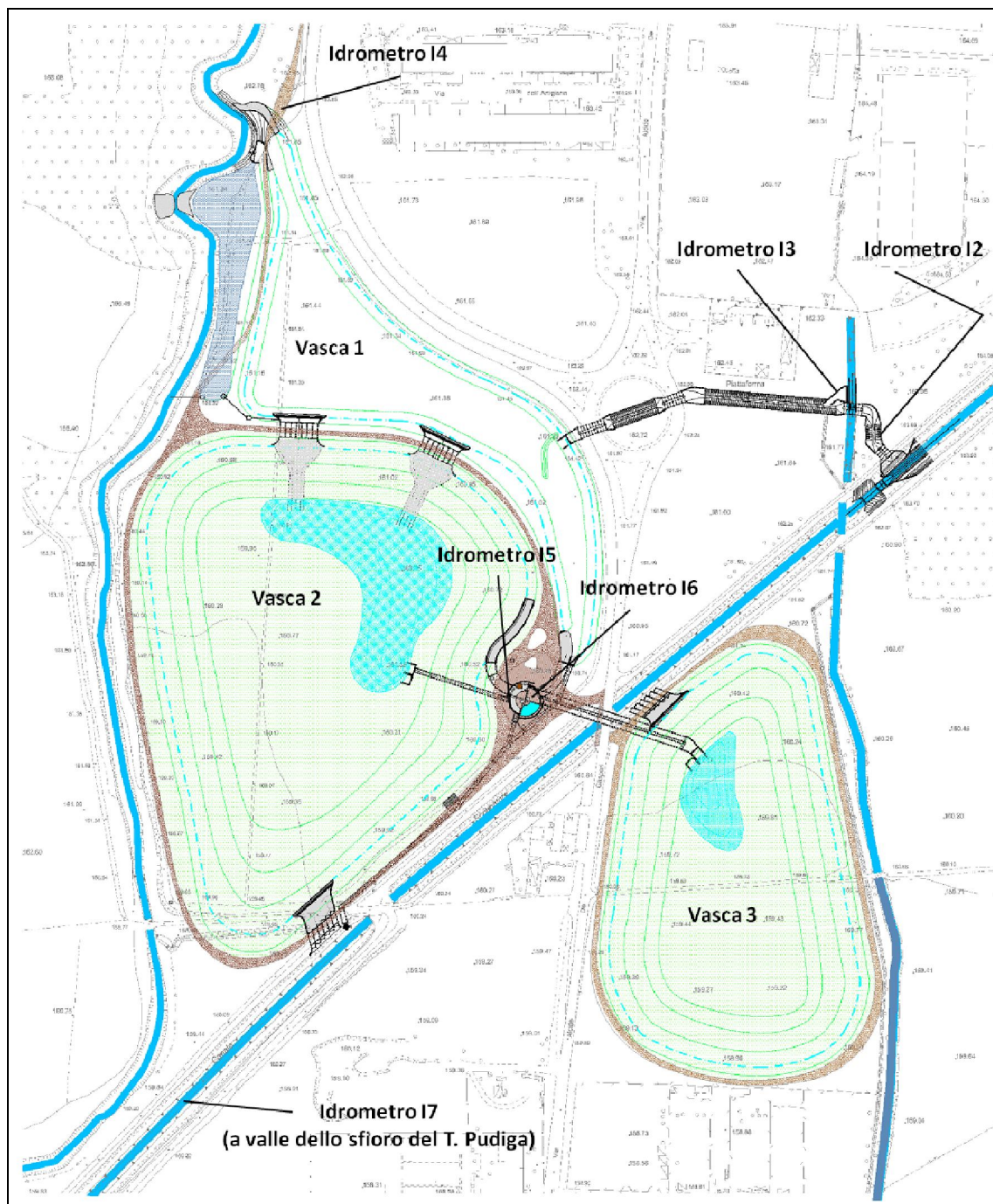




Figura 7 - Vasche di laminazione in progetto. Posizionamento idrometri in progetto

Il progetto prevede inoltre le seguenti paratoie di regolazione (Figura 2, Figura 8, Figura 9 e Figura 10):

- Paratoia P1 (esistente): è la prima richiamata 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 prima richiamata paratoia 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/chiude 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/chiude 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/chiude 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/chiude 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

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

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.

Il sistema di laminazione è munito di un PLC che verrà programmato per automatizzare il processo dell'intero impianto.

Il sistema di automazione gestisce, secondo la logica di processo prevista per le pompe e per le paratoie ed in funzione dei segnali provenienti dagli idrometri, la sequenza di inserzione e distacco delle pompe, l'apertura e la chiusura delle paratoie.

Il PLC è dotato di un sistema di controllo locale, tipo touch-screen, oltre alla possibilità di avere una comunicazione a distanza per il controllo di ogni parte dell'impianto e di un kit modem GSM/GPRS per invio messaggi di allarme.

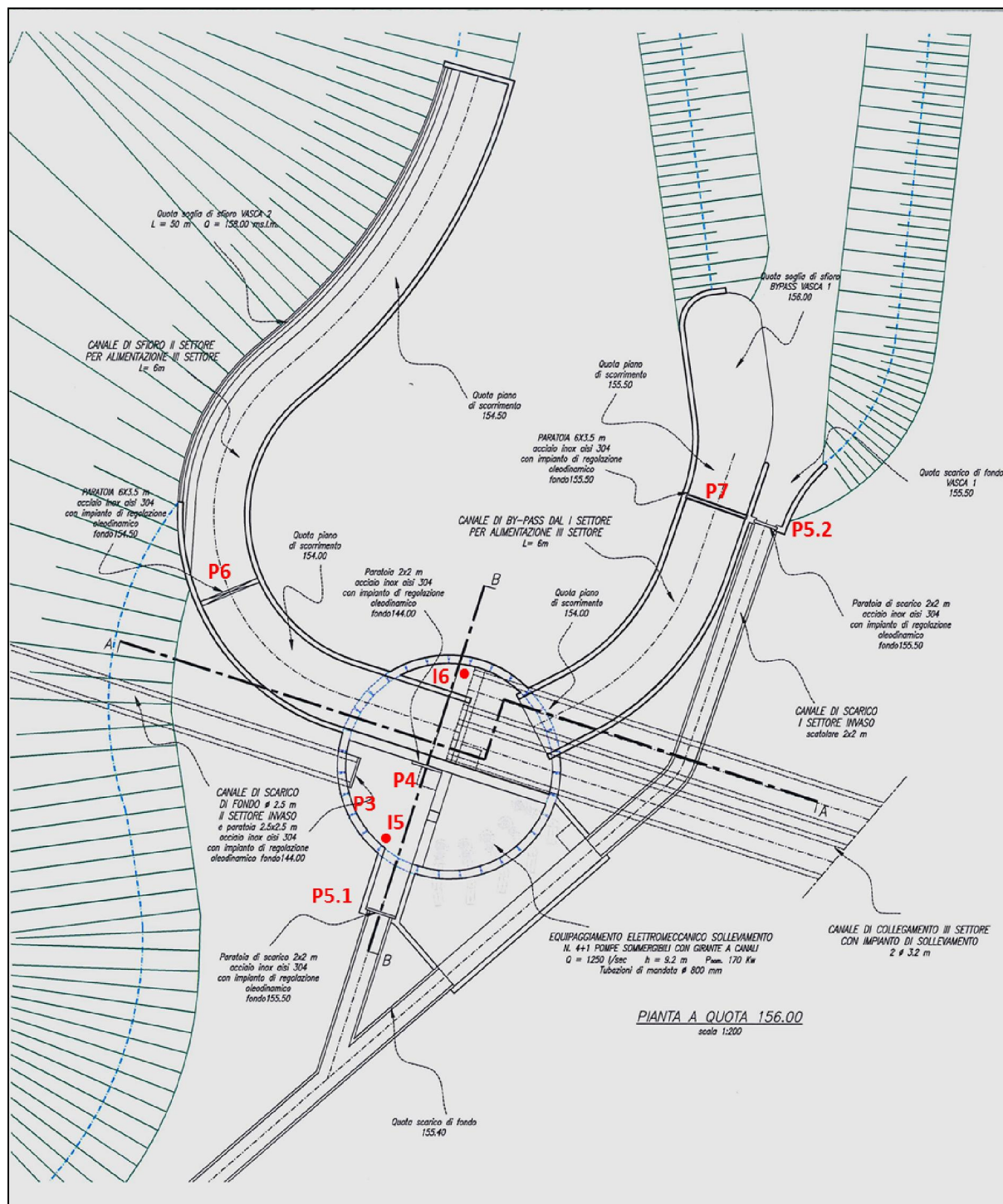
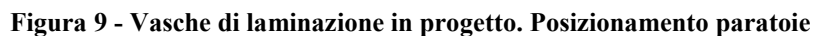


Figura 8 - Vasche di laminazione in progetto. Posizionamento paratoie



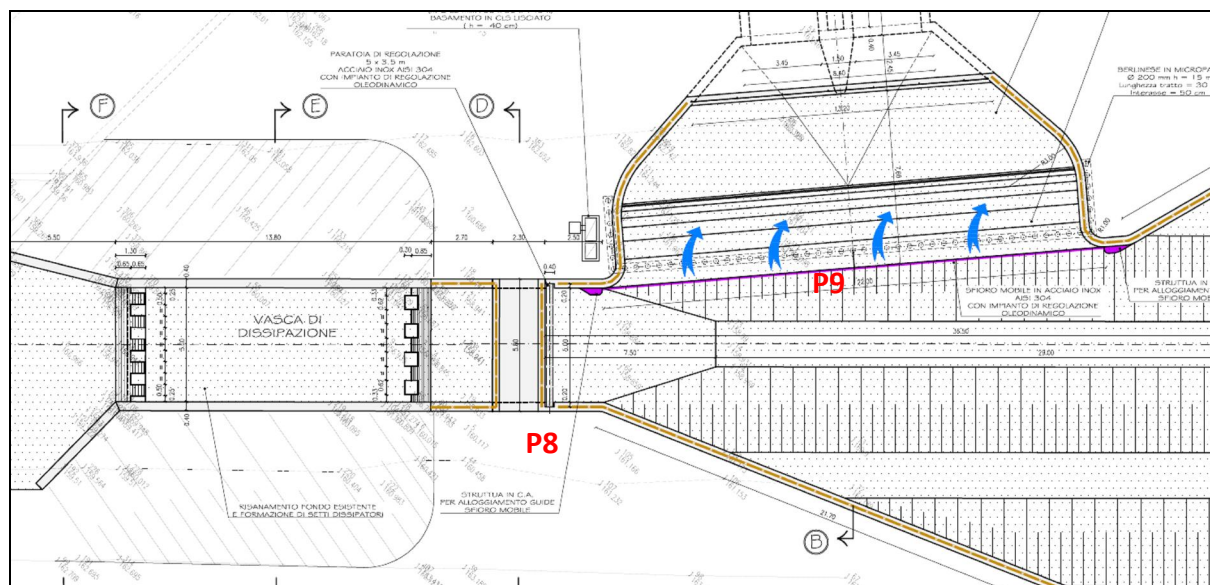




Figura 10 - Vasche di laminazione in progetto. Posizionamento paratoie lungo il CSNO nei presso della presa della vasca di laminazione di Senago

Ciò premesso, la gestione delle vasche risponde ai seguenti criteri.

1. Attivazione della derivazione del CSNO a Palazzolo mediante:

- chiusura della paratoia P1 quando si deve azzerare la portata del Seveso verso Milano;
- regolazione della paratoia P2 in modo da derivare nel CSNO:
 - una portata massima di $60 \text{ m}^3/\text{s}$, nelle fasi in cui sono ricettivi i diversi settori della vasca di laminazione di Senago;
 - una portata massima di $25 \text{ m}^3/\text{s}$ (assetto di progetto), oppure circa a $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ritornando cioè alla regolazione attuale, allorché nella vasca 3 (idrometro I6) viene raggiunto un prefinito livello massimo di invaso (livello di set point del PLC) fissato dal Gestore in base alle informazioni dedotte in tempo reale da un apposito modello idrologico-idraulico previsionale. Tale livello di set point varia a seconda dell'evento di piena che si sta verificando, in particolare:
 - se l'evento di piena interessa solo il bacino del T. Seveso, oppure se lo sfioro dei torrenti Pudiga e Garbogera è avvenuto prima dello sfioro del CSNO, il suddetto livello di set point della vasca 3 è fissato dal Gestore a circa 157.50 m s.m. , in modo da consentire l'invaso nella vasca 3 del volume già presente nel CSNO (tra i livelli idrici corrispondenti ai valori di portata di 30 e $60 \text{ m}^3/\text{s}$) dopo aver effettuato la regolazione;

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


- se l'evento di piena interessa tutti i bacini in questione (T. Seveso, T. Pudiga e T. Garbogera) e lo sfioro dai torrenti Pudiga e Garbogera si verifica dopo lo sfioro dal CSNO, il livello di set point della vasca 3 è fissato dal Gestore a 151.00 m s.m., in modo da consentire l'invaso sia del volume già presente nel CSNO (tra i livelli idrici corrispondenti ai valori di portata di 30 e 60 m³/s) dopo aver effettuato la regolazione, sia del volume proveniente dai torrenti Pudiga e Garbogera (volume di piena di riferimento pari a complessivi 140'000 m³);
- in situazioni intermedie rispetto alle precedenti, caratterizzate da un evento di piena che interessa tutti i bacini in questione e lo sfioro dei torrenti Pudiga e Garbogera avviene più o meno contemporaneamente con lo sfioro dal CSNO, il livello di set point della vasca 3 sarà prefissato dal Gestore ad una quota compresa tra 151.00 m s.m. e 157.50 m s.m.. Per poter stabilire a quale quota dover effettuare la regolazione in modo da utilizzare l'intera capacità di invaso senza attivare gli sfioratori di superficie, il Gestore utilizzerà il suddetto modello idrologico-idraulico previsionale, in grado di fornire informazioni relativamente all'entità delle piene dei tre distinti corsi d'acqua e dei tempi in cui le stesse si verificano.
- In assenza di informazioni attendibili relativamente alle caratteristiche degli eventi di piena dei tre corsi d'acqua, il Gestore fisserà per sicurezza il livello di set point della vasca 3 alla quota di 151 m s.m..

2. Ingressi nelle vasche dal CSNO, dal T. Garbogera e dal T. Pudiga

Tutte tali derivazioni avvengono attraverso sfioratori a soglia fissa, quindi senza l'intervento di regolazioni (la paratoia P8 è fissa con apertura sul fondo di 1.15 m).

Le portate derivate pervengono tutte nella vasca 1 (50.000 m³), destinata a prevalenti funzioni di deposito del trasporto solido.

Nelle fasi ordinarie, quando tutte le vasche sono operative, al raggiungimento del riempimento della vasca 1 gli sfioratori della stessa consentono lo sfioro delle acque nella vasca 2 e quindi anche nel settore del pozzo posto in comunicazione diretta con essa; quando anche questa si è riempita lo sfioratore della stessa posto in adiacenza del pozzo di

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

sollevamento permette lo sfioro nel settore del pozzo in comunicazione con la vasca 3 e quindi nella vasca 3.

Se la vasca 2 (495.000 m³) è esclusa dal servizio perché in manutenzione, le paratoie P3, P4 e P6 sono chiuse, al fine di isolare tale vasca, e le acque dalla vasca 1, avendo aperto la paratoia P7, entrano nel pozzo di sollevamento, by-passando la vasca 2, e quindi direttamente nella vasca 3.

Se la vasca 3 (265.000 m³) è esclusa dal servizio perché in manutenzione, le paratoie P4, P6 e P7 sono chiuse, al fine di isolare tale vasca.

3. Scarico delle vasche verso il CSNO



Lo scarico ordinario delle vasche nel CSNO avviene attraverso un canale di scarico altimetricamente compatibile con la giacitura del CSNO stesso. La quota di scorrimento del canale di scarico inizia a quota 155.50 m s.m. per entrambi i due rami che provengono dal pozzo e dalla vasca 1. Nello stesso canale di scarico pervengono le acque delle pompe di sollevamento che immettono in una vasca di raccolta adiacente al pozzo.

Lo scarico avviene solo quando il CSNO è ricettivo ed in particolare quando la portata a Vighignolo risulta essere inferiore a 25 m³/s, in modo tale che la portata laminata nell'area di laminazione di Senago possa essere deviata interamente nel Deviatore Olona (la portata massima compatibile nella sezione di monte del Deviatore Olona, dal nodo di Vighignolo, è pari a 31 m³/s), senza proseguire verso il F. Ticino.

Quando tali condizioni di ricettività del CSNO sono verificate, lo scarico è previsto parte a gravità (per la porzione dell'invaso superiore o uguale a 155.50 m s.m., e parte per sollevamento, per le porzioni di vaso nelle vasche 2 e 3 poste a quota inferiore al canale di scarico, con le seguenti modalità:

- le paratoie P5.1 e P5.2 (ed eventualmente la P5.3) del canale di scarico vengono aperte in modo che possa fuoriuscire a gravità il volume invasato al di sopra della suddetta quota di 155.50 m s.m.;
- inoltre, se il livello idrico nelle vasche misurato dagli idrometri I5 e I6, raggiunge il valore 156.0 m s.m., si attivano anche le pompe di sollevamento con autonoma sequenza di attivazione.

Lo svuotamento delle vasche avviene con una portata media di circa 5 m³/s.

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

4. FASI GESTIONALI DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO

Le possibili fasi gestionali delle vasche sono esemplificate nelle seguenti figure.

Situazione ordinaria con vasche tutte operative.

La Figura 11 mostra le fasi gestionali nella situazione ordinaria con le vasche tutte operative, con la successione della fase di riempimento dalla vasca 1 alla vasca 2, della fase di riempimento dalla vasca 2 alla vasca 3 e con la fase di svuotamento delle tre vasche.

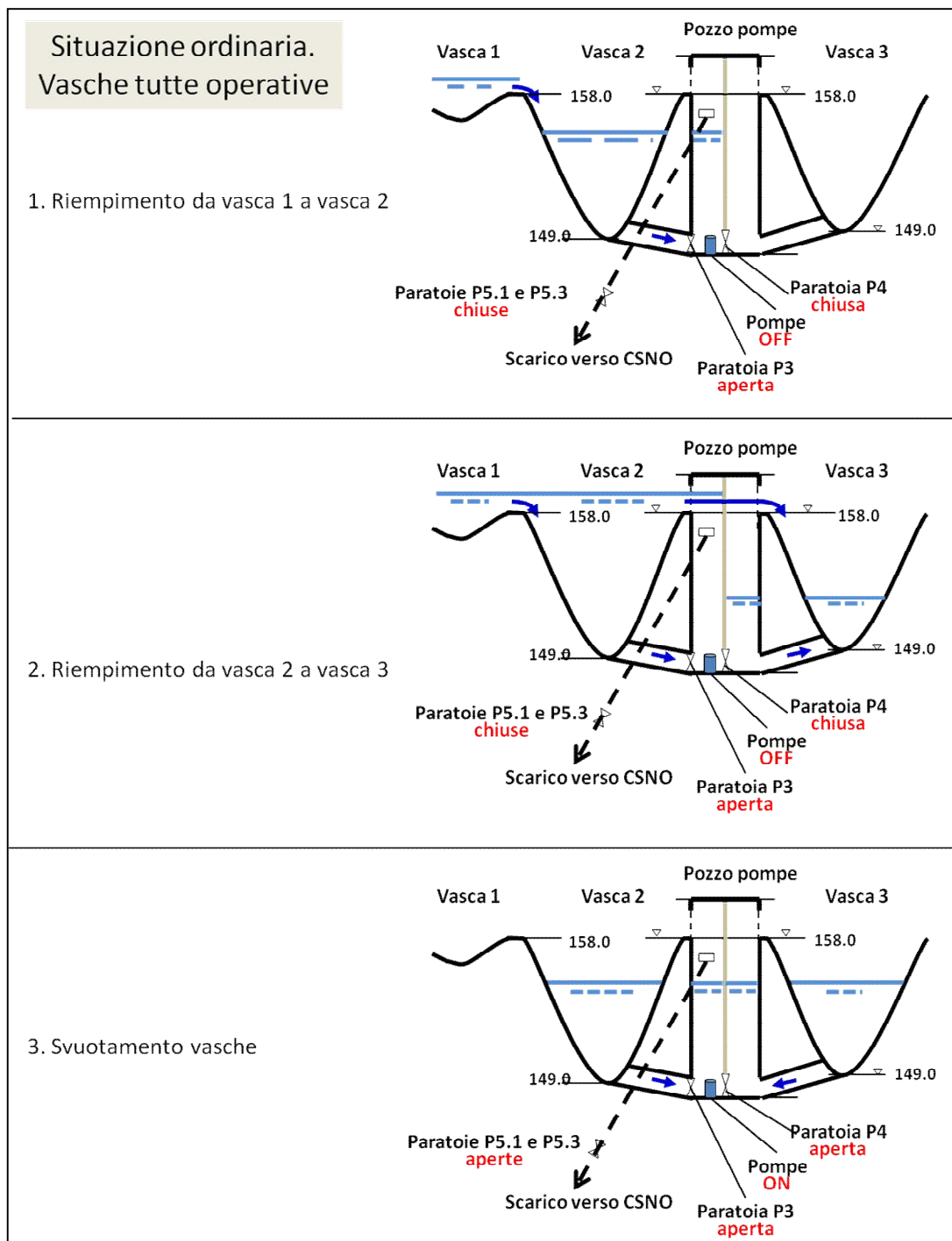


Figura 11 - Fasi gestionali nella situazione ordinaria, con vasche tutte operative

Lo stato operativo delle paratoie è il seguente:

Fasi operative	Paratoie						Pompe
	P3	P4	P5.1	P5.2	P6	P7	
iniziale	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	OFF
riempimento	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	chiusa	OFF
svuotamento	aperta	aperta	aperta	aperta	aperta	chiusa	ON

Situazione con vasca 2 fuori servizio

La Figura 12 mostra le fasi gestionali nella situazione con la vasca 2 fuori servizio, con la successione delle fasi di riempimento e svuotamento.

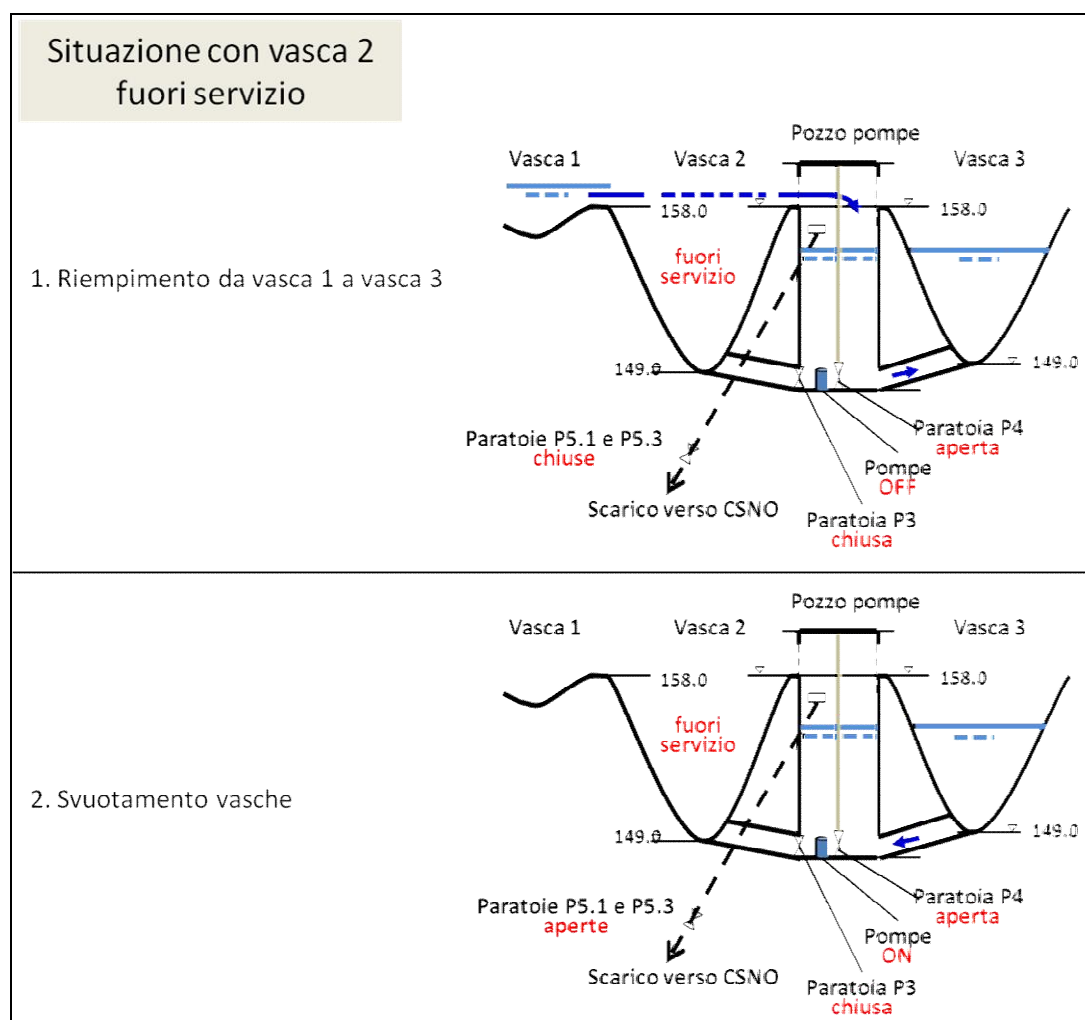


Figura 12 - Fasi gestionali nella situazione con vasca 2 fuori servizio

Lo stato operativo delle paratoie è il seguente:

Fasi operative	Paratoie						Pompe
	P3	P4	P5.1	P5.2	P6	P7	
iniziale	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	OFF
riempimento	chiusa	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta	OFF
svuotamento	chiusa	aperta	aperta	aperta	chiusa	aperta	ON

Situazione con vasca 3 fuori servizio

La Figura 13 mostra le fasi gestionali nella situazione con la vasca 3 fuori servizio, con la successione delle fasi di riempimento e svuotamento.

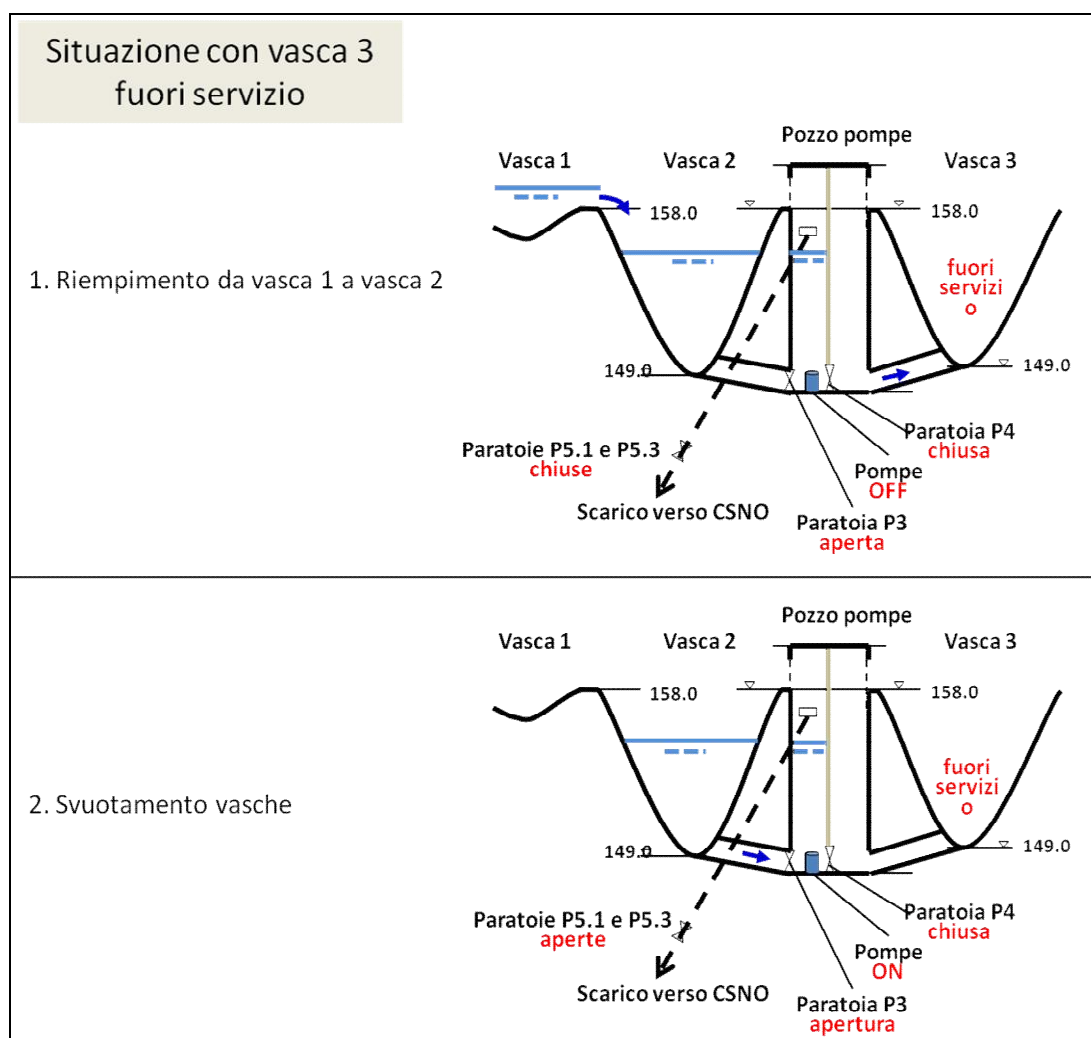


Figura 13 - Fasi gestionali nella situazione con vasca 3 fuori servizio

Lo stato operativo delle paratoie è il seguente:

Fasi operative	Paratoie						Pompe
	P3	P4	P5.1	P5.2	P6	P7	
iniziale	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	OFF
riempimento	aperta	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	chiusa	OFF
svuotamento	aperta	chiusa	aperta	aperta	chiusa	chiusa	ON

5. MODELLO DI GESTIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI SENAGO

Le suddette modalità e fasi di gestione sono inserite nel seguente schema a blocchi (Figura 14) che sarà implementato nel software di gestione inserito sia nel PLC della sala locale di comando/controllo prevista nell'ufficio posto sopra il pozzo di sollevamento, sia in quelli remoti dedicati alla gestione del CSNO.

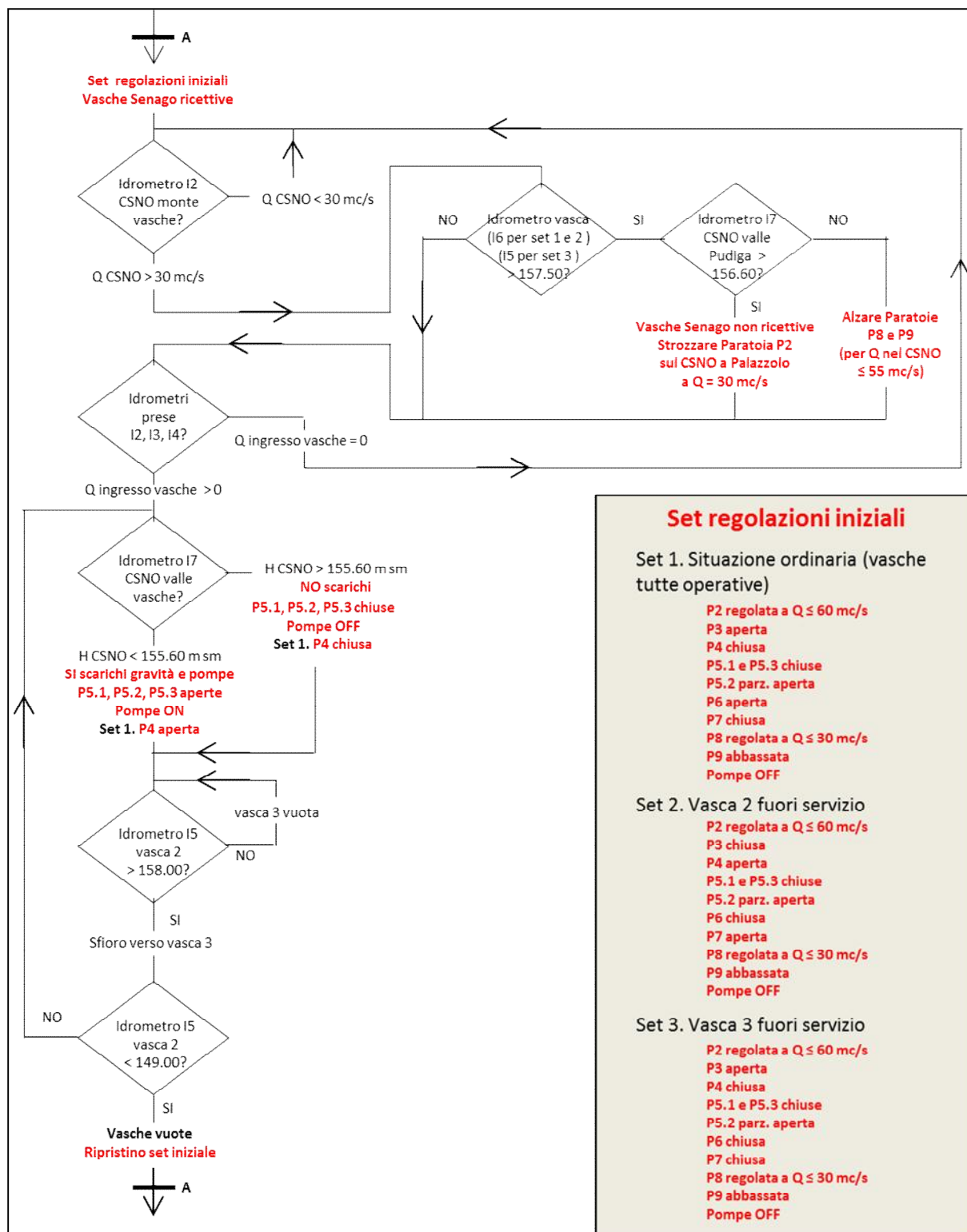




Figura 14 - Schema a blocchi del software di gestione delle vasche di Senago

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

Milano, luglio 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