

AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO

Comune di Lentate sul Seveso (MB)

PROGETTO PRELIMINARE - MI-E-795

AGOSTO 2015



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. LUIGI MILLE

PROGETTAZIONE:

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI

Dott. Ing. STEFANO CROCI

Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO

Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Ing. MASSIMO COCCATO

Dott. Ing. ELISABETTA CUDINI

Dott. Geol. MARIO SPADA

Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI

Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. ALESSANDRO BARBON

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

BETA BETA Studio S.R.L.

Ponte San Nicolò (PD) 35020 - Via Guido Rossa 29/a

Tel +39.049.8961120 - Fax +39 049.8961090 - info@betastudio.it



Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)

tel: +39 035 516090 - +39 035 513738

Vicolo Manzoni 3 27038 Robbio (PV)



Swiss
Certified
ISO 9001



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR

Dott. Agr. GIOVANNI SALA

Arch. LUISA BELLINI

QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

LAND Milano srl



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 ILLUSTRATIVA

Revisioni

1

2





Numero
elaborato

TIPOLOGIA
PP

COMMESSA
250-24





DOCUMENTO
AT

NUMERO
A.1





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

INDICE





1.	PREMESSA.....	4
2.	CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL TORRENTE SEVESO ..	7
2.1	ASSETTO ATTUALE	7
2.2	MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL F. SEVESO	12
2.2.1	Parametri del modello	14
2.2.2	Tempo di ritorno di riferimento del progetto	14
2.2.3	Ietogramma di progetto.....	16
2.2.4	Risultati del modello	17
2.3	EFFETTI DELLE POLITICHE DI “INVARIANZA IDRAULICA” E DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE (LAMINAZIONI E INFILTRAZIONI “URBANE” DIFFUSE E CONCENTRATE).22	
2.4	ASSETTO DI PROGETTO DEL F. SEVESO DA STUDIO AIPO-2011	23
2.5	PORTATE DI RIFERIMENTO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI LAMINAZIONE DI LENTATE SUL SEVESO	31
2.5.1	Area di laminazione golenale	31
2.5.2	Area di laminazione in scavo	33
3.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE AREE DI LAMINAZIONE DI LENTATE SUL SEVESO.....	41
3.1	AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE.....	42
3.2	AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO	44
3.2.1	Caratteristiche generali dell’invaso	44
3.2.2	Opera di presa	45
3.2.3	Canale di alimentazione dell’invaso	47
3.2.4	Sfioratore di emergenza	50
3.2.5	Stazione di sollevamento per lo scarico dei volumi invasati	51
3.2.6	Opere connesse all’interazione tra la falda freatica e l’invaso	52
4.	QUALITÀ DELLE ACQUE DEL T. SEVESO.....	55
4.1	CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DEL T. SEVESO	55
4.1.1	Valutazione dei carichi inquinanti	59
4.1.2	Fauna ittica.....	59

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

4.2	CAMPAGNA DI MONITORAGGIO QUALITATIVO DEL T. SEVESO E DEL CSNO DA MARZO A SETTEMBRE 2014	60
4.2.1	Premessa	60
4.2.2	Siti di indagine	61
4.2.3	Stazioni di monitoraggio in continuo	61
4.2.4	Analisi della qualità dei campioni delle acque e dei sedimenti del T. Seveso e del CSNO	65
4.2.5	Analisi complessiva degli eventi monitorati	66
4.2.6	I metalli nei sedimenti accumulati nel CSNO	67
4.2.7	I metalli nelle acque del T. Seveso	72
4.2.8	Considerazioni in tempo asciutto	73
4.2.9	Conclusioni	74
5.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE ..	76
5.1	GEOMORFOLOGIA E STRUTTURA GEOLOGICA	76
5.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA ED IMPATTO DELLE OPERE	80
5.3	POZZI AD USO POTABILE E QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	84
5.4	SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO	86
5.5	INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE ESEGUITE	88
5.6	ANALISI SISMICA LOCALE	90
5.7	MODELLO GEOLOGICO TECNICO DELL'AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE	91
5.8	MODELLO GEOLOGICO TECNICO DELL'AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO	92
5.9	VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE ARGINATURE E DELLE SCARPATE	95
6.	PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	96
6.1	CABINA DI TRASFORMAZIONE	96
6.2	SALA QUADRI BASSA TENSIONE	96
6.3	CARATTERISTICHE PRINCIPALI	97
6.4	RETE DI TERRA	98
6.5	IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI E PULSANTE DI SGANCIO	99
7.	OPERE DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA	100
7.1	MASTERPLAN STRATEGICO	100
7.2	APPROCCIO METODOLOGICO	100
7.3	IL PROGETTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA	103
8.	STIMA DEGLI ONERI DI ESPROPRIO	108
9.	QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO	110
9.1	IMPORTO DEI LAVORI	110
9.2	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE	111
9.3	SINTESI DEL QUADRO ECONOMICO	111

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

10. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO PRELIMINARE114

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

1. PREMESSA

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO) con contratto n.3871 di repertorio del 26.03.2015, ha incaricato l'Associazione Temporanea di Imprese e Professionisti ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l. (capogruppo firmataria), lo STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI (mandante), la società BETA STUDIO S.r.l. (mandante), lo STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA (mandante), il Dott. Ing. Alessandro Barbon (mandante) di svolgere le attività di *progettazione preliminare e supporto alla progettazione definitiva degli interventi denominati "Aree di laminazione del Torrente Seveso", nei comuni di Paderno Dugnano (MI), Varedo e Bovisio Masciago (MB), Lentate sul Seveso (MB) ed "Adeguamento delle Aree golenali del Torrente Seveso" nei comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO) – MI-E-795".*





La presente progettazione preliminare ha per oggetto principale i lavori di realizzazione dell'area di laminazione del torrente Seveso in Comune di Lentate sul Seveso (MB). Si tratta di un'area di laminazione in scavo (volume di invaso di circa 808'000 m³), posta esternamente all'alveo di piena del T. Seveso, con funzionamento in derivazione.

Nel progetto è prevista anche un'area di laminazione golenale (volume di invaso di circa 20'000 m³), sempre con funzionamento in derivazione, all'interno di un'area che già allo stato attuale è interessata da fenomeni di allagamento.

La presente relazione presenta sinteticamente tutti i vari aspetti che caratterizzano il Progetto Preliminare delle aree di laminazione del T. Seveso in Comune di Lentate sul Seveso.

I precedenti studi e progetti posti a base della progettazione sono stati:

- *"Studio di Fattibilità della Sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali ed artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona"* approntato nel 2004 dall'Autorità di Bacino del fiume Po (d'ora in poi denominato *Studio-AdBPO-2004*);
- *"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 società ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l. su incarico di AIPO, poi approvato nell'ambito dell'Accordo di Programma relativo alla difesa idraulica del territorio milanese;

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

- “Progetto definitivo della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI)” in data ottobre 2014, redatto dalla RTP composta dalla società ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l., STUDIO PAOLETTI Ingegneri Associati, Studio Associato di Geologia Spada e Dott. Ing. Chiara Tonetto su incarico di AIPo.

Poiché la vasca di laminazione di Lentate sul Seveso di cui tratta il presente progetto è una componente fondamentale del sistema complessivo di controllo delle piene del Seveso previsto nei suddetti *Studio AdBPo-2004* e *Studio AIPO-2011*, articolato su una successione di vasche di laminazione poste lungo l’asta principale del Seveso e lungo il Canale Scolmatore Nord-Ovest, la progettazione è stata condotta in modo da rispettare i criteri e gli obiettivi generali ivi indicati, che vengono più oltre dettagliatamente richiamati.

È anche da ricordare che nello *Studio AIPO-2011* sono state individuate ulteriori possibilità di laminazione lungo il Seveso e lungo i suoi affluenti principali Certesa e Terrò. La corografia generale allegata al presente progetto indica pertanto sia le opere di laminazione strategiche, tra le quali rientra anche quella di Lentate sul Seveso di cui trattasi, sia le altre ritenute non ottimali e/o comunque secondarie, una delle quali ricade nel medesimo territorio comunale di Lentate sul Seveso.

Nel capitolo 2 vengono presentate le caratteristiche idrologico-idrauliche del torrente Seveso e il connesso inquadramento delle aree di laminazione di Lentate sul Seveso di cui al presente progetto.





Nel capitolo 3 sono analizzate le caratteristiche tecniche della vasca di laminazione in Comune di Lentate sul Seveso e delle opere accessorie.

Nel capitolo 4 vengono riportate sinteticamente la descrizione e le considerazioni relative alle analisi chimico-fisiche effettuate per valutare lo stato qualitativo delle acque del torrente Seveso al fine di quantificare l’impatto che l’accumulo di tali acque potrebbe generare sulle zone di invaso.

Nel capitolo 5 vengono riportate le principali caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche relative alle aree di intervento.

Nel capitolo 6 sono riassunte le valutazioni effettuate per la progettazione degli impianti elettrici a servizio delle opere accessorie all’area di laminazione in scavo.

Nel capitolo 7 vengono descritte le opere di valorizzazione paesaggistica inserite nel progetto preliminare al fine di rendere ambientalmente compatibili le aree di laminazione e le opere





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

accessorie e, allo stesso tempo, rendere fruibile l'area occupata anche per scopi secondari a quello di protezione idraulica del territorio.

Nel capitolo 8 è sintetizzata la procedura che è stata utilizzata per la stima degli oneri di esproprio e viene riportata la quantificazione finale di tali oneri.

Nel capitolo 9 viene infine riportato il quadro economico del progetto, il quale viene analizzato e commentato nelle sue diverse parti.

Nel capitolo 10, infine, viene riportato l'elenco degli elaborati che costituiscono il presente progetto preliminare.

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

2. CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL TORRENTE SEVESO





Vengono qui riportate in modo riassuntivo le analisi idrologico-idrauliche e le simulazioni modellistiche dettagliatamente esposte nello “*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 società ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l. su incarico di AIPO, poi approvato nell’ambito dell’Accordo di Programma relativo alla difesa idraulica del territorio milanese.

2.1 ASSETTO ATTUALE

Il torrente Seveso nasce alle falde del Monte Pallanza nel territorio del comune di San Fermo della Battaglia (CO), nelle vicinanze del confine svizzero con il Canton Ticino, sul versante Meridionale del Sasso Cavallasca, in provincia di Como, circa a quota 490 metri sul livello del mare, tocca vari centri abitati della Brianza ed entra in Milano fino ad unirsi con il Naviglio della Martesana all'interno della città di Milano in prossimità di via Melchiorre Gioia.

Nel panorama generale dell’ambito idrografico Lambro – Olona, il torrente Seveso si caratterizza per l’entità del grado di vincolo presente nella zona terminale dell’asta. Essendo posto infatti al centro della zona urbana milanese (a differenza di Lambro e Olona che scorrono in zone più periferiche) ed attraversando una porzione di territorio che ha subito uno sviluppo urbanistico senza paragoni in Lombardia negli ultimi 50 anni, il torrente Seveso risulta caratterizzato dal seguente assetto idraulico:

- la dimensione del bacino drenato. Il torrente Seveso ha un bacino di oltre 200 km², superiore al bacino dei corsi d’acqua delle Groane, che presentano la medesima caratteristica di immettersi al di sotto della città di Milano;
- il bacino ha origine nella zona delle prealpi e pertanto le onde di piena che interessano il corso d’acqua hanno una base di tipo “naturale” con volumetrie dell’onda superiori a quelle derivanti dagli ambiti collinari e urbani che caratterizzano gli altri corsi d’acqua limitrofi (Groane, Bozzente ed anche Lura);
- il corso d’acqua, fin dall’ingresso nel territorio comunale di Milano, è tombinato con capacità di deflusso (stimata in 30÷40 m³/s e limitata da vincoli a valle) assai inferiore

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





rispetto all'apporto di monte;

- la capacità idraulica sopra riportata è appena sufficiente al drenaggio delle acque meteoriche urbane dell'hinterland per eventi che non superino i 2 anni di tempo di ritorno;
- il corso d'acqua, nel percorso in Milano, non presenta sezioni a cielo aperto;
- la rilevanza del grado di urbanizzazione attorno all'asta; tutto il tratto terminale del corso d'acqua da Lentate sul Seveso a Milano presenta aree urbanizzate di vaste proporzioni ed inoltre in buona parte di tale tratto (da Lentate sul Seveso a Cusano Milanino) il corso d'acqua si presenta incassato di parecchi metri rispetto al piano campagna;
- il sistema spondale per ampi tratti è costituito dai muri stessi delle case realizzate ai margini dell'alveo che in alcuni casi ne riducono la capacità di deflusso;
- lo sviluppo urbanistico dei Comuni dell'hinterland a monte ha indotto alla progressiva impermeabilizzazione di vaste aree con conseguente aumento delle portate scaricate dal reticolo fognario. Le potenzialità di scarico di detto reticolo sono in grado di saturare la capacità di deflusso del corso d'acqua già per eventi associati a modesto tempo di ritorno, pur in assenza di afflussi da monte.

L'insieme delle citate particolarità fa sì che gli eventi alluvionali del torrente Seveso in Milano assumano una frequenza di più volte l'anno.

Secondo i dati disponibili, a Milano dal 1976 ad oggi si sono avute ben 104 esondazioni (in media 2,7 esondazioni all'anno). Negli ultimi anni sono stati particolarmente critici il 2010, durante il quale si sono verificate 8 esondazioni (03/05, 14/05, 23/07, 05/08, 12/08, 18/09, 01/11, 16/11), di cui particolarmente grave quella del 18 settembre, e il 2014, in quanto nel periodo 25 giugno ÷ 16 novembre si sono manifestate 8 esondazioni tra cui particolarmente gravose quelle dell'8 luglio e del 15-16 novembre nel corso delle quali si sono generate portate defluenti prossime a 100 anni di tempo di ritorno, che hanno causato diverse gravi situazioni di allagamento non solo a Milano – Niguarda ma anche in altri comuni lungo l'asta del Seveso.

Nelle foto seguenti si riportano alcune situazioni di allagamento in Milano nella zona di Niguarda negli anni '70 e oggi (8 luglio 2014).

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

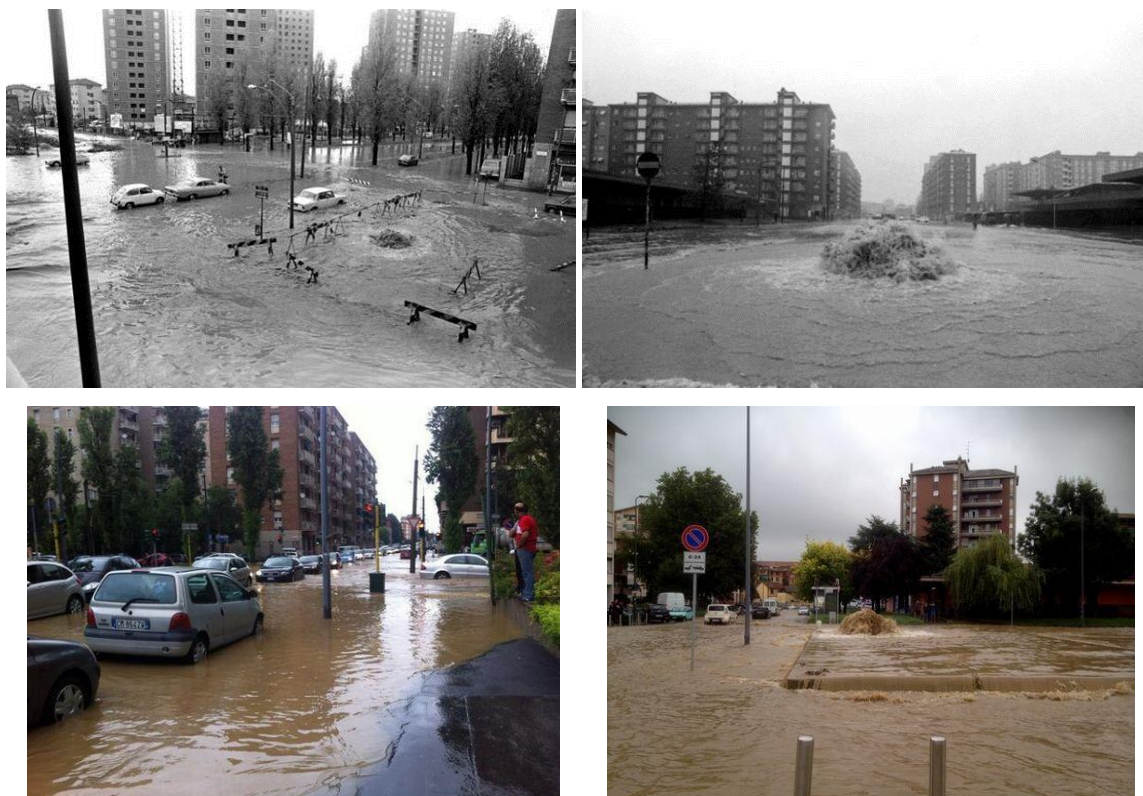






Figura 1 – Allagamenti a Milano (sopra: anni '70; sotto: 8/7/2014)

Entrando più nel dettaglio, l'intero bacino idrografico del Seveso può essere suddiviso sostanzialmente in quattro parti:

- la prima parte più settentrionale, denominata “*Seveso naturale*”, afferente all'asta del torrente Seveso dalla sorgente al comune di Lentate sul Seveso, presenta versanti acclivi o mediamente acclivi ed è caratterizzato da urbanizzazione ridotta comunque tale da non produrre modifiche rilevanti rispetto al processo di piena naturale;
- la seconda parte, denominata “*Certesa naturale*”, ad est della precedente e afferente al torrente Certesa (o Roggia Vecchia), principale affluente del Seveso, si estende dalle sorgenti fino alla confluenza con il torrente Terrò ed è caratterizzato da versanti acclivi e da scarsa urbanizzazione;
- la terza parte, denominata “*Certesa urbano*”, anch'essa afferente al Torrente Certesa, dalla confluenza con il Torrente Terrò fino alla confluenza nel torrente Seveso, presenta versanti poco acclivi e vaste aree urbanizzate (Mariano Comense, Cabiato e Meda);
- la quarta parte, denominata “*Seveso urbano*”, afferente direttamente al torrente Seveso, da

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

Lentate sul Seveso all'ingresso nel tratto tombato nel comune di Milano, presenta versanti pressoché pianeggianti ed un'elevata urbanizzazione (Barlassina, Seveso, Cesano Maderno, Bovisio Masciago, Varedo, Paderno Dugnano, Cusano Milanino, Cormano Bresso e Cinisello Balsamo).

Tali quattro parti in cui è stato suddiviso il bacino idrografico del Seveso possono essere raggruppate, in relazione alla tipologia di funzionamento idrologico di formazione delle piene: i deflussi delle zone *Seveso naturale* e *Certesa naturale* dipendono esclusivamente dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino, mentre i deflussi delle zone *Seveso urbano* e *Certesa urbano*, eccetto gli apporti di alcuni piccoli affluenti (Comasinella), risultano influenzati principalmente dalla capacità di smaltimento delle reti di drenaggio urbano.

La superficie complessiva del bacino del Seveso, chiuso all'ingresso nel tratto tombato di Milano in via Ornato è pari a circa 226 km², 100 dei quali di aree urbane (44%). Il sottobacino idrografico del torrente Certesa, affluente principale del Seveso, è pari a circa 72 km².

Se si considera poi come sezione di chiusura la presa del CSNO, ubicata a Palazzolo (Comune di Paderno Dugnano, ove vengono scolmate le portate di piena del T. Seveso, il bacino idrografico ha un'estensione di circa 190 km², 76 dei quali di aree urbane (40%). Come differenza si ha che il bacino idrografico del T. Seveso compreso tra la presa del CSNO e Milano è pari a 36 km², di cui 24 di aree urbanizzate (67%).

Nella Figura 2 è riportata la planimetria del bacino idrografico del T. Seveso, fino alla sezione di chiusura di Milano.

La lunghezza dell'asta del torrente Seveso fino a Milano (da ospedale S. Anna di Como) è pari a circa 39 km, 32 dei quali fino alla presa del CSNO in località Palazzolo, Comune di Paderno Dugnano.

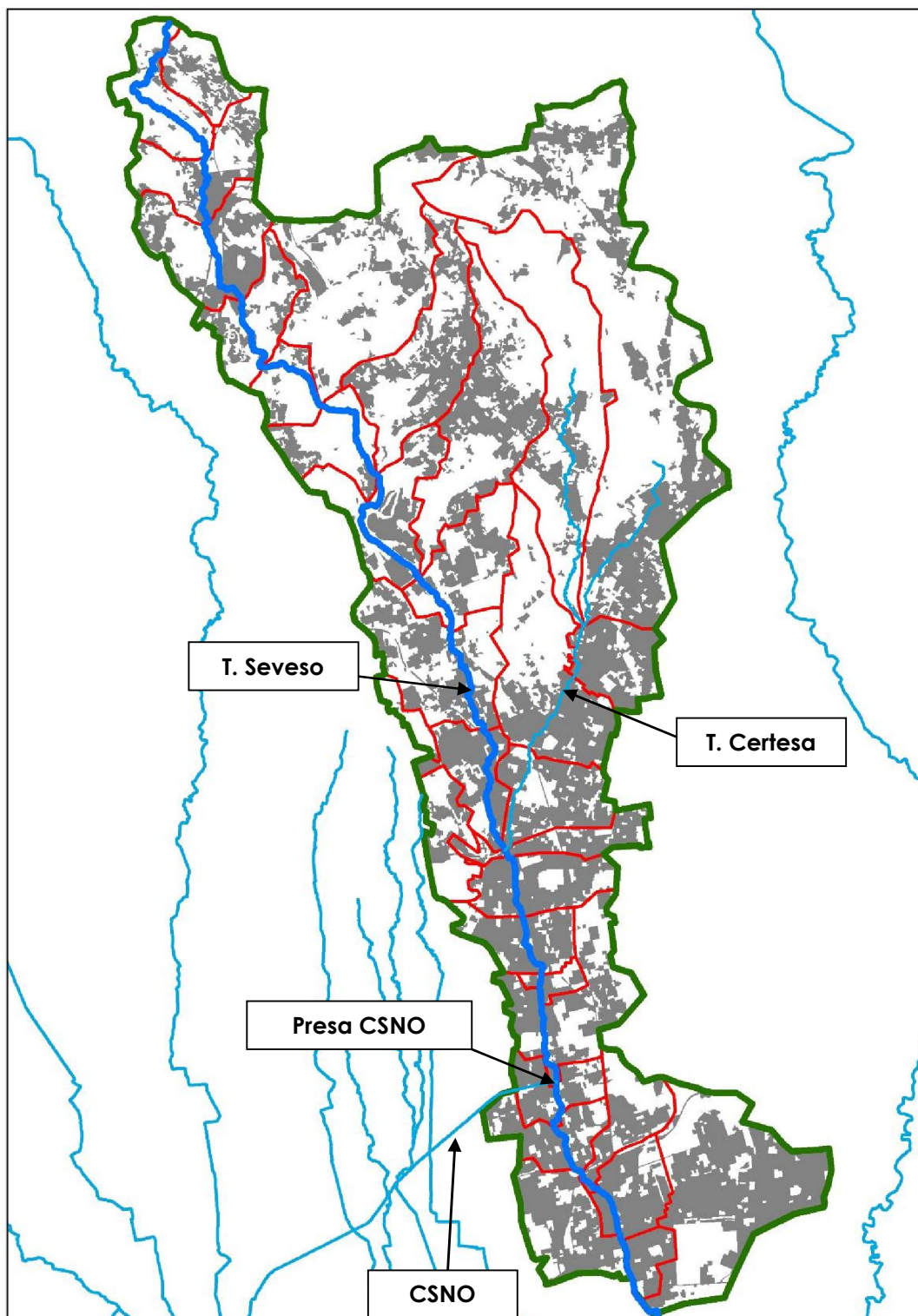






Figura 2 – Bacino idrografico del T. Seveso (in rosso sono indicati i sottobacini del modello idrologico, mentre in grigio sono indicate le aree urbanizzate aggiornate al 2007)

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

2.2 MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL F. SEVESO





Per poter rappresentare al meglio gli aspetti della dinamica fluviale che si sviluppa nell'asta principale del T. Seveso e nel CSNO in occasione delle piene, si è utilizzato il modello messo a punto nello Studio-AIPO-2011 basato sul codice di calcolo MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute. Esso, infatti, comprende moduli idonei al caso in oggetto, in funzione del livello di conoscenza, peraltro assai elevato data l'ampiezza delle operazioni topografiche di campo incluse nello studio, della reale geometria dei manufatti e delle aree e sulle sue particolari calibrazioni attinenti sia agli aspetti inerenti la formazione delle piene nei sottobacini urbani e extraurbani sia ai processi idrodinamici di propagazione e invaso lungo il reticolo idrodinamico e le aree di esondazione e di laminazione.

Il modello elabora la formazione delle piene in modo distribuito seguendo una suddivisione del bacino complessivo in 26 sottobacini (fino alla presa del CSNO) e utilizzando moduli di calcolo adatti sia alle caratteristiche dei deflussi urbani, con le limitazioni legate al comportamento delle reti fognarie urbane, sia alle caratteristiche dei bacini extraurbani.

Nella successiva Tabella 1 sono riportati i diversi sottobacini con i dati relativi a: superficie complessiva, estensione delle aree extraurbane, estensione delle aree urbanizzate, note (es. comuni interni al sottobacino, nome affluente). All'interno delle note è inoltre riportato il caso in cui il sottobacino contribuisce agli afflussi del T. Seveso solo per la componente urbana, attraverso la rete di drenaggio urbano e non contribuisce per la componente extraurbana, a causa dell'assenza di reticolo superficiale di recapito nel Seveso e di ridotte pendenze del piano campagna.

Tabella 1 – Sottobacini del modello idrologico e loro caratteristiche principali





Nome sottobacino	Superficie totale [km²]	Superficie extraurb. [km²]	Superficie urbanizzata [km²]	Note
SEV 1a	2.97	1.84	1.13	Cavallasca, San Fermo della Battaglia
SEV 1b	4.69	4.18	0.51	San Fermo della Battaglia, Montano Lucino
SEV 1c	3.00	1.57	1.43	Como, Montano Lucino
SEV 1d	2.49	1.78	0.71	Montano Lucino, Villa Guardia
SEV 2	6.89	3.27	3.62	Villa Guardia, Grandate Luisago, Casnate con Bernate
SEV 3	4.72	2.99	1.73	Casnate con Bernate Fino Mornasco
ACQ	15.80	12.04	3.76	Affluente Rio Acquanegra
SEV 4	2.68	2.17	0.51	Fino Mornasco

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

				Vertemate con Minoprio
ANT	7.37	2.65	4.72	Affluente Valle Antonio
SEV 5	4.25	3.26	0.99	Vertemate con Minoprio
SEV 6	6.33	3.92	2.41	Carimate
SER	8.73	3.62	5.11	Affluente Rio Serenza
SEV 7	11.38	9.15	2.23	Carimate, Novedrate, Figino Serenza
SEV 8	8.78	4.62	4.16	Lentate sul Seveso
SEV 9	4.03	1.03	3.00	Barlassina, Seveso <i>Solo contributo urbano</i>
CER 1	35.51	23.80	11.71	Affluente Certesa Mariano Comense
TER	16.20	13.67	2.53	Terrò
CER 2	4.20	0.84	3.36	Affluente Certesa Mariano Comense, Cabiato <i>Solo contributo urbano</i>
CER 3	11.30	6.70	4.60	Affluente Certesa Meda
CER 4	5.10	1.59	3.51	Affluente Certesa Meda, Seveso <i>Solo contributo urbano</i>
SEV 10	2.90	0.80	2.10	Cesano Maderno <i>Solo contributo urbano</i>
COM	4.34	3.26	1.08	Affluente Comasinella
SEV 11	4.74	1.14	3.60	Cesano Maderno <i>Solo contributo urbano</i>
SEV 12	3.75	0.87	2.88	Bovisio Masciago <i>Solo contributo urbano</i>
SEV 13	0.96	0.40	0.56	Varedo <i>Solo contributo urbano</i>
SEV 14	7.44	3.46	3.98	Varedo, Paderno Dugnano <i>Solo contributo urbano</i>
Totale	190.55	114.62	75.93	

Il modello dell'asta principale del torrente Seveso è stato implementato attraverso 485 sezioni, atte a caratterizzare tutte le diverse situazioni di alveo (concentrato, con allargamenti e invasi golenali, con aree di laminazione, ecc.) e tutti gli attraversamenti con le loro esatte geometrie, di cui:

- 203 ricavate dai rilievi condotti nello “*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, relativi all'anno 2002;
- 25 sezioni a monte del tratto rilevato nell'ambito del suddetto studio di fattibilità, ricavati da altri studi e da rilievi condotti sul campo da parte degli scriventi;
- 80 sezioni poste a rappresentare l'alveo a valle dei ponti, delle briglie e delle traverse (per i ponti, copia delle sezioni d'alveo rilevate a monte del manufatto, mentre per le briglie e le traverse copia delle sezioni di monte ma abbassate in funzione del salto di quota

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

rilevato);

- 80 sezioni rappresentanti la forma del passaggio sotto i ponti e del ciglio delle briglie e delle traverse;
- 14 sezioni per rappresentare il comportamento di alcune aree di allagamento (schema quasi-bidimensionale);
- 11 sezioni per rappresentare il torrente Certesa, affluente principale del T. Seveso;
- 72 sezioni per rappresentare il CSNO, in parte ricavate dai disegni “as built” degli interventi di raddoppio del CSNO tra l’opera di presa e il ponte di Via Marzabotto, ed in parte dal progetto della Provincia di Milano “*Lavori di adeguamento funzionale del canale scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago e Settimo Milanese*”.

In generale si riscontra la notevole influenza dei manufatti di attraversamento sulla dinamica fluviale. In tutto il tratto oggetto di studio (32 km) si contano 48 attraversamenti, di cui solo 17 con franco adeguato e ben 15 con funzionamento in pressione o con sormonto. Tale caratteristica determina per ampi tratti un profilo idrico di rigurgito che spesso induce un effetto di crisi catena: il ponte a valle con il proprio effetto di rigurgito porta alla crisi il ponte a monte.





In corrispondenza dell’opera di presa e di regolazione del C.S.N.O. a Palazzolo il modello rappresenta la derivazione dal torrente Seveso di una portata massima di circa 30 m³/s nella situazione attuale e di 60 m³/s nella situazione di progetto. Allo stato attuale un primo tratto del C.S.N.O. risulta già potenziato e quindi in grado di convogliare verso valle portate dell’ordine di 60 m³/s, ma siccome tale valore non può essere convogliato verso valle, l’opera di presa del C.S.N.O. viene regolata in modo tale da limitare l’apporto dal Seveso.

2.2.1 Parametri del modello

I parametri inseriti nel modello per rappresentare le perdite idrologiche e i tempi di risposta dei singoli sottobacini urbani ed extraurbani sono dettagliatamente esposti nel sopracitato *Studio AIPo-2011*, al quale si rimanda. Essi corrispondono alle scelte effettuate nell’ambito dello Studio di fattibilità dell’Autorità di Bacino del F. Po di cui allo *Studio AdBPo-2004*.

2.2.2 Tempo di ritorno di riferimento del progetto

Anche la scelta dell’evento di riferimento progettuale è aderente a quanto definito

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





dall'Autorità di Bacino del F. Po di cui allo *Studio AdBPo-2004*. In particolare per il bacino Seveso- Olona l'Autorità di Bacino ha definito come evento di riferimento quello centennale contemporaneo su tutte le aste del reticolo del suddetto bacino.

In merito alla suddetta contemporaneità di eventi centennali su tutte le aste del bacino, una ipotetica scelta di eventi di riferimento aventi dinamiche non contemporanee potrebbe comportare un incremento del livello di rischio, scelta che comunque sarebbe rimessa alla competente responsabilità dell'Autorità di Bacino.

Inoltre nelle dinamiche reali degli eventi di massima intensità, che effettivamente avvengono normalmente con dinamiche non contemporanee, possono aversi effetti anche più gravi dell'evento contemporaneo, a parità di tempo di ritorno. Ciò avviene quando l'evento piovoso si muove nel bacino da monte a valle in fase con la propagazione dell'onda. Quindi un evento centennale contemporaneo non può assolutamente definirsi a priori come più o meno catastrofico di un evento centennale non contemporaneo.

Si ricorda anche che la ricostruzione dell'evento del Seveso del 7-8 luglio 2014 ha accertato che le precipitazioni avvenute nel bacino sono state commisurate a tempi di ritorno differenziati nei diversi pluviometri da 20 a 50 anni di tempo di ritorno, mentre l'onda di piena generatasi nel Seveso a Palazzolo ha avuto caratteri simili a quella di progetto per $T = 100$ anni sia come portata al colmo ($Q_{max} = \text{circa } 150 \text{ mc/s}$) che come volume complessivo (il volume dell'onda al di sopra della portata di 30 mc/s derivabile dal CSNO è stato pari a circa $4,0 \text{ Mmc}$). Ciò è dipeso dalle condizioni di saturazione del bacino provocate dalle precipitazioni del periodo precedente con conseguenti maggiori valori dei coefficienti di deflusso. Si è quindi trattato di un evento in cui, per particolari condizioni iniziali del bacino, a piogge di un dato valore medio del tempo di ritorno ha corrisposto una piena di maggior valore del tempo di ritorno. E, al contrario, negli eventi reali può anche capitare che, per condizioni iniziali particolarmente asciutte del bacino, ad un dato valore del tempo di ritorno delle precipitazioni corrispondano piene di minor valore del tempo di ritorno.

Pertanto la scelta di un evento di riferimento progettuale in cui si ammette che coincidano i tempi di ritorno delle piogge e delle corrispondenti piene e che le condizioni iniziali del bacino siano di tipo standard, è da considerarsi come una scelta legata alla necessità di adottare una definizione dell'evento di riferimento progettuale, comunque a carattere cautelativo, quale strumento per i calcoli da effettuarsi.

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

In conclusione si ritiene che l'evento contemporaneo centennale, adottato dall'Autorità di Bacino e nel presente progetto, sia compatibile con un adeguato livello di protezione idraulica del territorio, ferma restando la possibilità di condizioni di rischio idraulico residuo in presenza di eventi estremi di maggior valore del tempo di ritorno.

Tuttavia, in relazione all'intensificazione di eventi estremi conosciuta nel periodo più recente (come ad esempio l'eccezionale evento del 15 – 16 novembre 2014) e tale da poter richiedere in avvenire una rielaborazione statistica delle curve di possibilità pluviometrica, può essere necessario prendere in considerazione nelle successive pianificazioni e progettazioni eventi ancora più gravosi di quello centennale preso a riferimento nel presente progetto. Ciò necessariamente implicherà che:

- gli interventi previsti nel presente progetto siano da considerare commisurati al livello di protezione idraulica del territorio corrispondente al tempo di ritorno 100 anni;
- ulteriori futuri interventi atti ad un più elevato livello di protezione idraulica del territorio potranno essere decisi da successive pianificazioni e progettazioni in relazione ad una eventuale nuova ridefinizione di un evento di progetto di maggior tempo di ritorno.





2.2.3 Ietogramma di progetto

Una volta stabilito il tempo di ritorno 100 anni, per la definizione della sollecitazione pluviometrica da inserire in input nella modellazione sono state individuate le curve di possibilità pluviometrica valide per i bacini di interesse, nonché la tipologia dello ietogramma sintetico di pioggia.

Per la selezione delle curve di possibilità pluviometriche sono state adottate quelle definite da ARPA Lombardia per il territorio di interesse e precisamente si sono adottati i parametri desunti dal sito internet http://idro.arpalombardia.it/pmapper-3.2/wg_serv_idro.phtml, dove sono presenti delle mappe in formato raster di tutta la regione, considerando quelli afferenti al bacino del Seveso.

La scelta dello ietogramma di progetto è stata effettuata in aderenza a quanto adottato dall'Autorità di bacino del fiume Po nell'ambito del citato studio di fattibilità del 2004.

È stato pertanto scelto lo ietogramma tipo Chicago di durata 24 ore in relazione alle seguenti importanti caratteristiche:

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





- lo ietogramma Chicago è caratterizzato da un picco di pioggia indipendente dalla durata totale dell'evento; ne consegue che con esso non è necessario procedere a stime di tutti i molteplici eventi critici necessari per calcolare ogni singola onda di piena generata da ogni singolo sottobacino e per ogni bacino progressivamente sotteso dalle varie sezioni lungo l'asta del Seveso. La scelta dell'evento tipo Chicago, che come è ben noto è caratterizzato dall'essere critico anche per durate parziali, consente di operare con un unico evento di riferimento progettuale per tutti i sottobacini e per tutte le sezioni di riferimento dell'asta del Seveso;
- lo ietogramma Chicago, oltre a includere l'informazione del picco di pioggia, è anche costruito con una procedura che implica il rispetto della curva di possibilità pluviometrica contemporaneamente per tutte le durate parziali; dal punto di vista statistico esso quindi corrisponde ad un evento di tipo cautelativo a parità di tempo di ritorno;
- nel caso come quello in oggetto in cui il progetto riguarda aree di laminazione in derivazione che entrano in funzione solo quando il Seveso supera una prefissata portata di soglia, lo ietogramma tipo Chicago è anche evento critico per la laminazione purché la sua durata superi: 1) il tempo di corrivazione del bacino sotteso; 2) il tempo di base dell'idrogramma di piena di sfioro. L'adozione della durata di 24 ore risponde ad entrambe queste condizioni.

In sintesi, per tutte le suesposte ragioni, lo ietogramma adottato è cautelativo per il dimensionamento delle vasche di laminazione, ovviamente nel contesto del tempo di ritorno adottato pari a 100 anni.

2.2.4 Risultati del modello

In sintesi l'assetto idraulico attuale del Seveso è riassunto nella seguente Tabella 2 ove si riporta, per tratti, la capacità idraulica dell'alveo a confronto con la portata centennale, risultante dalla modellazione, in arrivo nella sezione anche attraverso lo scorrimento laterale o il superamento di manufatti. In tabella i valori risultano arrotondati ai 5 m³/s, mentre tra parentesi è riportato il valore "di modello".

Nella medesima tabella sono riportati i valori della portata idrologica, intesa come la portata teorica presente in alveo, senza la presenza di restringimenti (ponti, tratti tominati, ecc.), senza fenomeni di allagamento e senza alterazioni derivanti dall'azione di particolari

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

manufatti idraulici (es. derivazione nel CSNO). E' evidente come tale portata sia molto maggiore rispetto alla portata che effettivamente può transitare in alveo (portata idraulica). Tale differenza mette in evidenza il notevole impatto che le opere interferenti e le aree di esondazione hanno nei confronti della formazione delle piene. Appare pertanto improponibile un'analisi delle portate lungo l'asta principale del Seveso attraverso l'utilizzo di modelli puramente idrologici, ma occorre condurre una modellazione idrologico – idraulica che coniughi i modelli idrologici adottati per calcolare le onde di piena confluenti dai sottobacini contribuenti con il modello idraulico dell'asta principale.

Tabella 2: Confronto tra la portata idraulica e la portata compatibile in alveo

Sezione	Descrizione	Portata compatibile stato attuale	Portata idraulica stato attuale (T=100)
SV97	Ponte autostrada A9	30 ₍₂₉₎ (T=100)	30 ₍₂₉₎
SV93	Ponte S.S. 35	40 ₍₃₈₎ (T=100)	40 ₍₃₈₎
SV91	Ponte comunale di Casnate	15 ₍₁₅₎ (T=10)	40 ₍₄₂₎
SV87	Ponte S.P.27 (Como)	50 ₍₄₉₎ (T=100)	50 ₍₄₉₎
SV84	Ponte Abbazia Vertemate – Valle confluenza Acquanegra	30 ₍₂₇₎ (T=10)	80 ₍₇₈₎
SV77	Ponte S.P.34 (Como) - Idrometro di Cantù Asnago	35 ₍₃₅₎ (T=10)	60 ₍₅₉₎
SV73	Ponte FFSS Milano Chiasso a Carimate – Valle confluenza Valle Antonio	35 ₍₃₆₎ (T=10)	65 ₍₆₄₎
SV68	Ponte S.P.32 (Como) – confluenza Serenza	35 ₍₃₆₎ (T=10)	65 ₍₆₅₎
SV64	Ponte linea FF.SS. Milano-Chiasso a Lentate sul Seveso	80 ₍₇₇₎ (T=100)	80 ₍₇₇₎
SV57	Ponte di Camnago di Lentate sul Seveso	80 ₍₈₁₎ (T=100)	80 ₍₈₁₎
SV54	Ponte di Via Marconi - Barlassina	55 ₍₅₅₎ (T<100)	85 ₍₈₄₎
SV53	Ponte Superstrada Milano-Meda a Barlassina	85 ₍₈₃₎ (T=100)	85 ₍₈₃₎
SV42	Ponte FNM Seregno-Saronno	85 ₍₈₇₎ (T=100)	85 ₍₈₇₎
SV40	Ponte comunale Cesano Maderno – Valle confluenza T.Certesa	160 ₍₁₆₁₎ (T=100)	160 ₍₁₆₁₎
SV34	Ponte comunale Bovisio Masciago	175 ₍₁₇₆₎ (T=100)	175 ₍₁₇₆₎
SV32	Ponte comunale Bovisio Masciago	85 ₍₈₃₎ (T=10)	165 ₍₁₆₃₎
SV27	Ponte attraversamento Canale Villoresi – a monte presa CSNO	165 ₍₁₆₅₎ (T=100)	165 ₍₁₆₅₎
SV24	Paratoia CSNO – a valle opera di presa	135 ₍₁₃₄₎ (T=100)	135 ₍₁₃₄₎

Mediante la suddetta analisi idrologico-idraulica condotta nell'ambito dello Studio-AIPo-

2011 ha portato a definire in corrispondenza dell'opera di presa del CSNO gli idrogrammi di piena relativi all'assetto attuale, per tempi di ritorno 100, 10, 5 e 2 anni, di seguito rappresentati.

La Figura 3 presenta l'idrogramma di piena per $T = 100$ anni, che risulta caratterizzato da un valore della portata al colmo pari a circa $150 \text{ m}^3/\text{s}$ e da un volume dell'onda pari a circa $6,7 \text{ Mm}^3$.

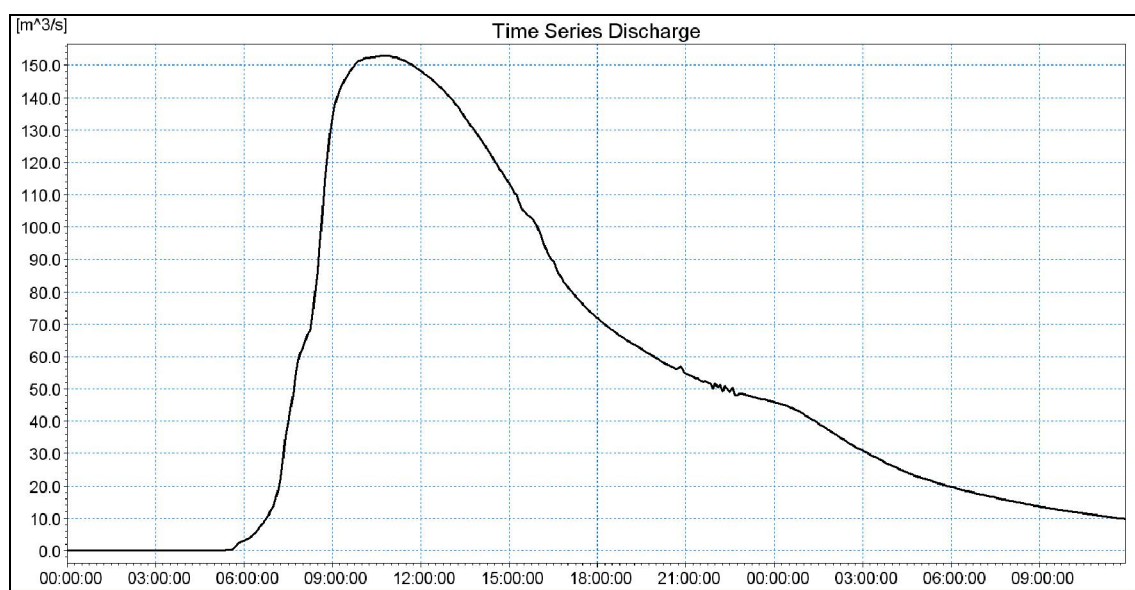


Figura 3 – Idrogramma $T=100$ anni in corrispondenza della sezione SV 24 a monte del CSNO

La Figura 3 presenta l'idrogramma di piena per $T = 10$ anni, che risulta caratterizzato da una portata al colmo pari a circa $120 \text{ m}^3/\text{s}$ e da un volume dell'onda pari a circa $5,0 \text{ Mm}^3$.

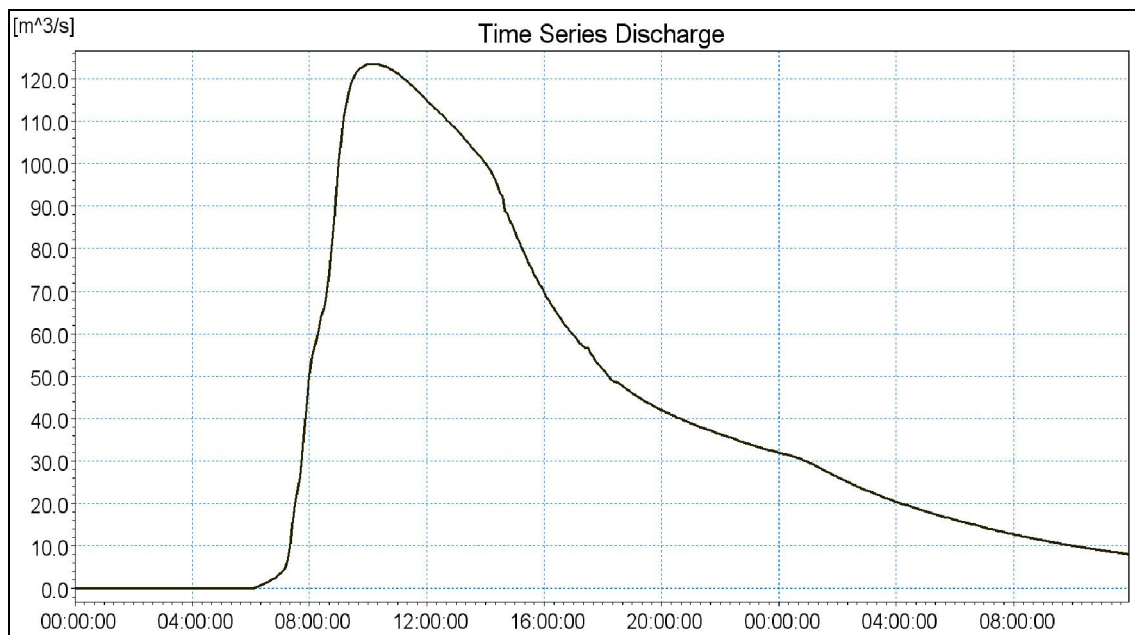


Figura 4 – Idrogramma T=10 anni in corrispondenza della sezione SV 24 a monte del CSNO

La Figura 3 presenta l'idrogramma di piena per T = 5 anni, che risulta caratterizzato da una portata al colmo pari a circa 100 m³/s e da un volume dell'onda pari a circa 4,3 Mm³.

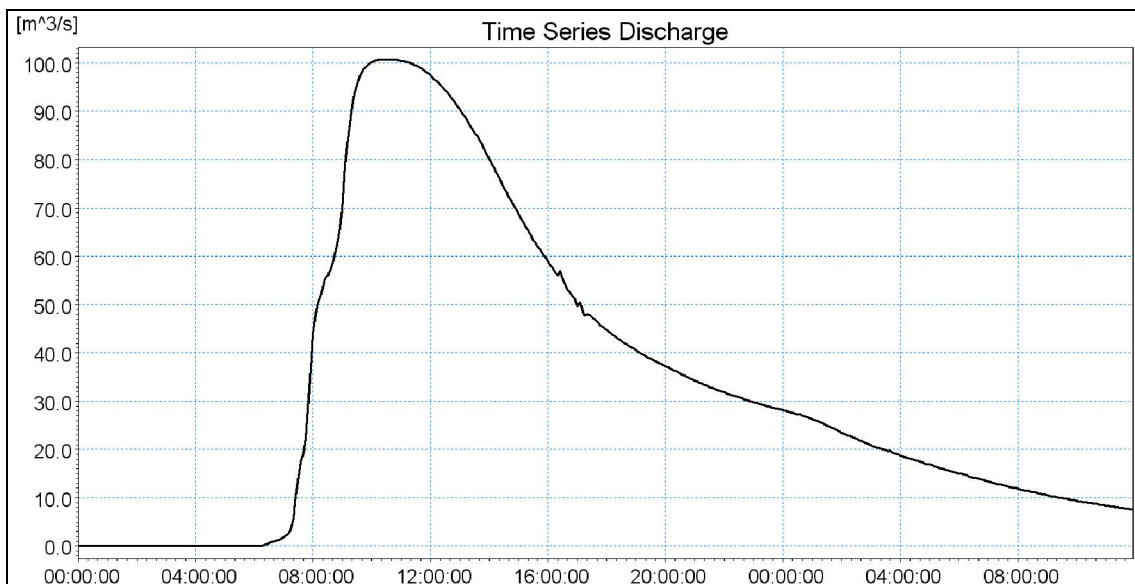


Figura 5 – Idrogramma T=5 anni in corrispondenza della sezione SV 24 a monte del CSNO

La Figura 3 presenta l'idrogramma di piena per $T = 2$ anni, che risulta caratterizzato da una portata al colmo pari a circa $65 \text{ m}^3/\text{s}$ e da un volume dell'onda pari a circa $2,9 \text{ Mm}^3$.

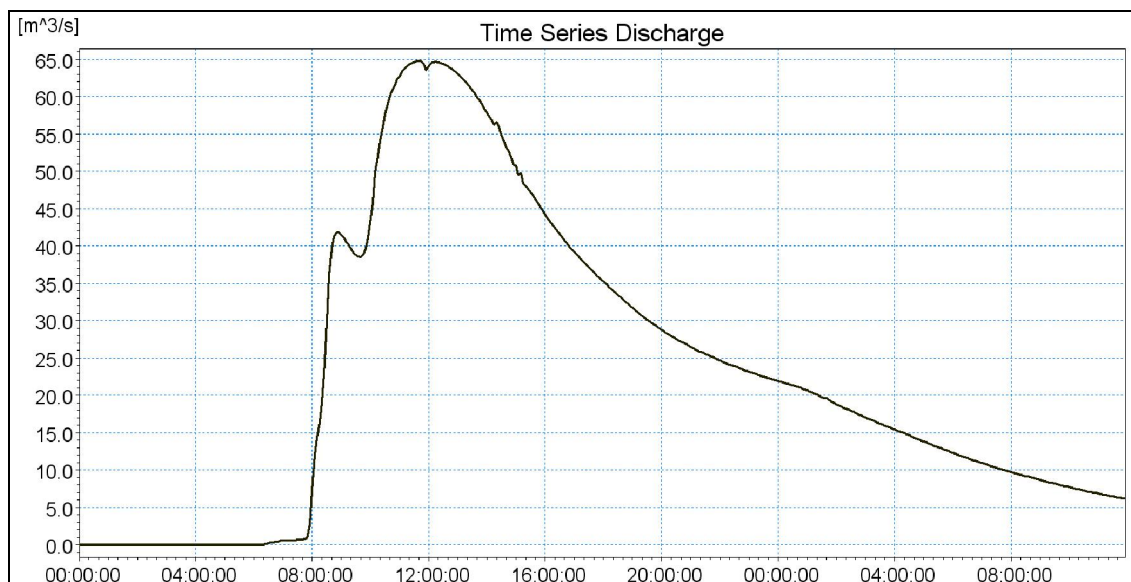






Figura 6 – Idrogramma $T=2$ anni in corrispondenza della sezione SV 24 a monte del CSNO

Considerando che:

- il tratto tombinato del Seveso in Milano, secondo lo “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del torrente Seveso nella tratta compresa tra Palazzolo e Milano nell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona*” (2011) condotto da Metropolitana Milanese S.p.A. per conto del Comune di Milano, è caratterizzato da una portata massima transitante pari a $40 \text{ m}^3/\text{s}$;
- l’unica opera fondamentale di difesa idraulica del territorio nord-milaneese e di Milano attualmente operativa è costituita dal Canale Scolmatore Nord Ovest (CSNO), il quale è in grado di derivare dal Seveso una portata pari a circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$;
- l’apporto meteorico nel Seveso proveniente dal territorio dei comuni della cintura nord-milaneese a valle della presa del CSNO a Palazzolo può da solo superare, negli eventi più intensi, la suddetta capacità idraulica di portata del tratto tombinato in Milano del sistema Seveso-Redefossi,

si ha che il grado di insufficienza del Seveso, con particolare riferimento al tratto terminale in attraversamento della Città di Milano, è molto elevato, anche per ridotti valore del tempo di

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





ritorno. Secondo i dati disponibili, a Milano dal 1976 ad oggi si sono avute ben 104 esondazioni (in media 2,7 esondazioni all'anno). Negli ultimi anni sono stati particolarmente critici il 2010, durante il quale si sono verificate 8 esondazioni (03/05, 14/05, 23/07, 05/08, 12/08, 18/09, 01/11, 16/11), di cui particolarmente grave quella del 18 settembre, e il 2014, in quanto nel periodo 25 giugno ÷ 16 novembre si sono manifestate 8 esondazioni tra cui particolarmente gravose quelle dell'8 luglio e del 15-16 novembre nel corso delle quali si sono generate portate defluenti prossime a 100 anni di tempo di ritorno, che hanno causato diverse gravi situazioni di allagamento non solo a Milano – Niguarda ma anche in altri comuni lungo l'asta del Seveso.

2.3 EFFETTI DELLE POLITICHE DI “INVARIANZA IDRAULICA” E DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE (LAMINAZIONI E INFILTRAZIONI “URBANE” DIFFUSE E CONCENTRATE).

Gli studi AIPO sul bacino del Seveso (lo Studio di Fattibilità 2011 e lo Studio Integrativo 2011 sull'Invarianza idraulica, ai quali si rimanda) dimostrano l'effetto benefico conseguente all'adozione di strategie politiche e regolamentari, quanto più possibile cogenti, di “*Invarianza idraulica*” e di drenaggio urbano sostenibile con laminazioni e infiltrazioni urbane, diffuse o concentrate, a monte degli scarichi di piena nei corsi d'acqua ricettori.

Pertanto i medesimi studi dimostrano anche, con molteplici simulazioni modellistiche alle quali si rimanda, che tali strategie e politiche, pur avendo grande validità nel limitare i deflussi e gli allagamenti urbani, risultano avere una minore efficacia nella limitazione degli scarichi di piena fognari nei corsi d'acqua. Ciò è legato al fatto che le canalizzazioni fognarie (sia quelle dei sistemi fognari misti, sia quelle esclusivamente pluviali dei sistemi separati) sono progettate e realizzate, né può e deve essere altrimenti per non trasferire i problemi a valle, per tempi di ritorno ridotti, mediamente di 5 – 10 anni. Pertanto le portate massime immesse nel corso d'acqua dagli scaricatori di piena nel corso di eventi di elevato tempo di ritorno, come l'evento centennale di riferimento progettuale, sono già comunque limitate a causa di tali dimensionamenti ai quali consegue l'insorgere di sovraccarichi fognari ed esondazioni nelle aree urbane.

Dunque le auspicabili strategie di Invarianza Idraulica e di drenaggio urbano sostenibile con laminazioni e infiltrazioni urbane diffuse o concentrate potranno avere grande efficacia nel limitare le esondazioni e quindi il livello di rischio idraulico interno delle aree urbane, ma

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

avranno ridotta efficacia nel limitare gli scarichi urbani di piena, che già oggi sono di fatto limitati, e quindi il loro contributo alla generazione delle piene del Seveso e degli altri corsi d'acqua.

Gli interventi di laminazione del Seveso di cui trattasi manterranno quindi pienamente la loro validità anche se in futuro diverranno auspicabilmente operative le suddette politiche di invarianza idraulica e di drenaggio urbano sostenibile.

2.4 ASSETTO DI PROGETTO DEL F. SEVESO DA STUDIO AIPO-2011

Sulla base delle analisi idrologica e idraulica relative allo stato di fatto sono state condotte mediante il medesimo modello MIKE 11 di cui allo *Studio AIPO-2011* le indagini volte ad individuare le migliori soluzioni progettuali idonee ad una completa sistemazione idraulica del corso d'acqua, supportando le scelte con analisi di fattibilità tecnica, economica ed ambientale delle opere.





Come già detto si tratta di interventi commisurati all'evento centennale adottato dall'Autorità di Bacino. Ulteriori futuri interventi atti ad un più elevato livello di protezione idraulica del territorio potranno essere decisi da successive pianificazioni e progettazioni in relazione ad una eventuale nuova ridefinizione di un evento di progetto di maggior tempo di ritorno.

Gli interventi devono tenere in conto delle caratteristiche prevalentemente naturali del corso d'acqua nel tratto fino a Lentate sul Seveso e delle pesanti modificazioni antropiche intervenute nel tratto tra il comune di Lentate sul Seveso fino a nord di Milano.

Come già esposto nell'analisi dello stato di fatto, nel primo tratto le criticità presenti durante gli eventi di piena sono legate essenzialmente alla presenza di alcuni manufatti insufficienti che creano allagamenti localizzati in aree urbanizzate e all'interessamento di aree golenali destinate a coltivazioni.

Il criterio di progetto in tale zona è associato prevalentemente al mantenimento delle aree di allagamento naturale che interessano le zone golenali, ma migliorando, ove possibile, le capacità di laminazione dell'onda di piena, e nella difesa dagli allagamenti delle aree in cui tali fenomeni risultano incompatibili (centri abitati).

Il tratto compreso tra Lentate sul Seveso e Milano presenta ben maggiori livelli di problematicità, soprattutto con riferimento al tratto prossimo al capoluogo lombardo: l'alveo del Seveso, a causa della pressione antropica, ha assunto una conformazione tale per cui si ha

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





una diffusa insufficienza delle sezioni e dei manufatti nei riguardi delle portate di piena, anche di non elevata entità, soprattutto nel tratto terminale, cioè quando il corso d'acqua si avvicina e si immette in Milano: la portata al colmo con tempo di ritorno pari a 100 anni in ingresso a Milano è pari a circa 150 m³/s, mentre la portata compatibile con il tratto tombinato è pari a circa 30÷40 m³/s.

Poiché, come già messo in evidenza nello studio *AdBPo-2004*, l'apporto meteorico proveniente dal territorio dei comuni a valle del CSNO supera da solo tale capacità idraulica di portata del tratto tombinato del sistema Seveso-Redefossi, è necessario che gli interventi da prevedersi nell'assetto di progetto dell'intera asta del T. Seveso a monte della presa del CSNO consentano di annullare la portata nel Seveso a valle di tale opera di presa. Questo implica che la portata in arrivo da monte, convenientemente limitata per effetto di importanti laminazioni poste lungo l'asta del Seveso, deve poter essere totalmente deviata nel CSNO.

Più precisamente, dato che la portata di piena a 100 anni di tempo di ritorno nel T. Seveso a monte della presa del CSNO è pari a circa 150 m³/s, mentre la capacità idraulica del primo tratto del CSNO è pari a 60 m³/s (dalla presa fino a monte dell'intersezione con il T. Garbogera, in funzione degli interventi di raddoppio già realizzati), occorre ridurre con laminazioni la portata di piena del Seveso a monte di tale opera di presa.

Inoltre, considerato che il progetto definitivo 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*” di AIPO e della Provincia di Milano (attualmente in fase di avvio dei lavori), ha come obbiettivo quello di garantire nel CSNO nella sezione immediatamente a monte dell'immissione del sfioro del T. Garbogera, una portata massima di 25 m³/s, occorre prevedere che anche lungo il primo tratto del CSNO siano disposte opere di laminazione in grado di ridurre la portata di piena centennale derivata dal Seveso fino a tale valore.

Per quanto concerne l'insieme delle caratteristiche influenti sugli interventi di progetto, sicuramente la zona di alveo canalizzato ed urbanizzato nel tratto tra Lentate sul Seveso fino al limite dello studio (presa del CSNO) rappresenta l'ambito dove gli interventi risentono maggiormente dei vincoli esistenti e dove pertanto risulta più difficile l'indicazione di soluzioni idonee. In particolare si è riscontrata l'estrema difficoltà di reperire aree di notevole estensione da adibire a cassa di espansione, a causa soprattutto della profondità del fondo alveo rispetto al piano campagna e della notevole pressione antropica che si spinge

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

frequentemente sino alle sponde. Si è inoltre verificato come sia l'alto bacino del torrente Seveso (sino a Carimate) sia il bacino del torrente Certesa (sino a Meda) non presentino caratteristiche morfologiche tali da poter accogliere estesi sistemi di laminazione in grado di ridurre notevolmente le portate verso valle.

L'individuazione di laminazioni mediante volumi d'invaso esterni alla regione fluviale, in grado di fornire adeguati volumi di espansione per la riduzione delle portate in alveo, è stata impostata in base alla seguente valutazione.

Poiché l'onda di piena del T. Seveso ($T=100$ anni) a monte del CSNO è caratterizzata da un volume di circa $6,7 \text{ Mm}^3$ e considerando di poter lasciar proseguire verso valle una portata massima di $25 \text{ m}^3/\text{s}$ (0 a valle della presa del CSNO e $25 \text{ m}^3/\text{s}$ nel CSNO a monte dell'immissione dello sfioro del T. Garbogera), il volume di laminazione complessivamente necessario è pari a circa $4,4 \text{ Mm}^3$, come emerge dal grafico seguente in cui si è ammesso, per una valutazione preliminare, che il complesso delle laminazioni sia disposto in derivazione e con un effetto di "taglio" a portata costante (teoria della laminazione ottimale). Sono qui di seguito esposte le più precise determinazioni dell'effetto di laminazione realmente ottenibile, rimuovendo l'ipotesi di taglio a portata costante, con la successione degli invasi di laminazione in progetto in relazione alle configurazioni adottate per le rispettive opere di presa.

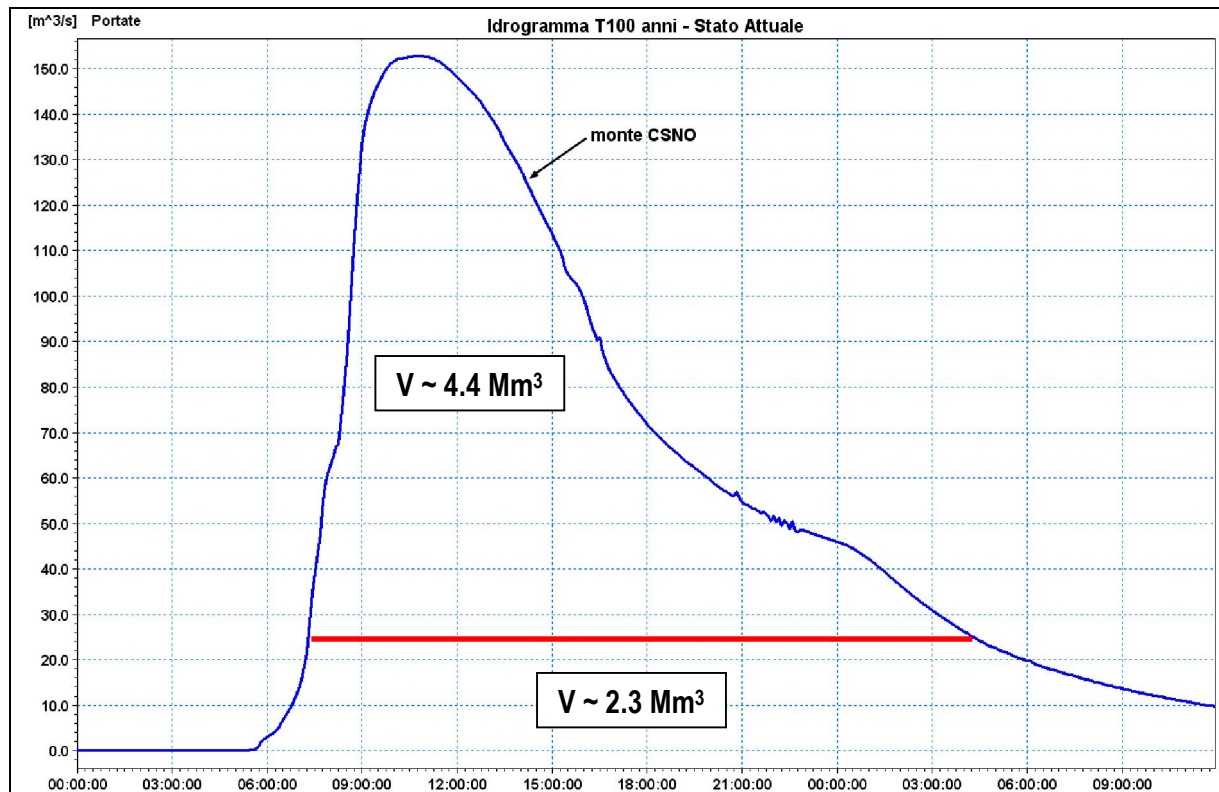






Figura 7 – Idrogramma di piena del T. Seveso a monte della presa del CSNO. La linea rossa rappresenta il limite della portata che può proseguire nel CSNO a valle di Senago (intersezione con il T. Garbogera)

In tale scenario, analizzando la situazione del medio bacino del torrente, si è riscontrato che l'unica consistente possibilità, data la limitazione degli spazi disponibili, è quella di realizzare i desiderati volumi di laminazione mediante scavi piuttosto profondi in aree da attrezzare e restituire alla fruizione pubblica come aree verdi. Solo tramite tali opere è infatti possibile recuperare le volumetrie necessarie, dal momento che l'eventuale diversa soluzione di reperire tali volumetrie "in elevazione", cioè mediante classiche casse di espansione con arginature e manufatti di regolazione, imporrebbe "de-urbanizzazioni" del territorio di tale entità (vastità delle superfici da asservire) da risultare di impossibile attuazione.

In particolare, a seguito di una vasta analisi dello stato del corso d'acqua e del territorio ad esso limitrofo, lo *Studio-AIPo-2011* giunge a porre alla base dell'assetto di progetto del T. Seveso le seguenti possibili aree di laminazione indicate nelle planimetrie della Figura 8 e della Figura 9:

- a) aree esondabili di laminazione "golenale" a Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate

	A.T.P.: 		Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	Consulenti:  Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---	--	-------------------------	---

(volume di laminazione complessivo pari a circa 220'000 m³);

b) opere di laminazione in scavo lungo il T. Seveso a Lentate sul Seveso (850'000 m³ di invaso), Varedo (1'500'000 m³), Paderno Dugnano (950'000 m³);

c) opere di laminazione in scavo lungo il CSNO a Senago (1'000'000 m³).

Naturalmente si evince che, dati i suddetti volumi invasabili, le quattro opere di laminazione indicate nei punti b) e c) assumono importanza strategica, dal momento che con esse si raggiunge l'obiettivo di poter trattenere un volume pari a 4,3 Mm³.

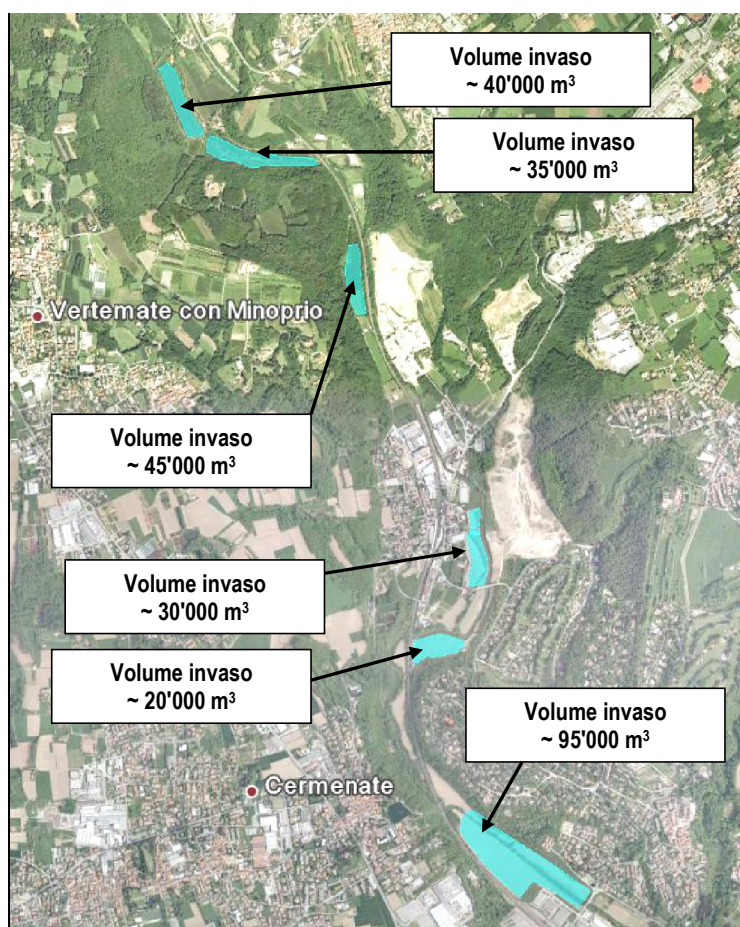






Figura 8 – Invasi di laminazione in aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate

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

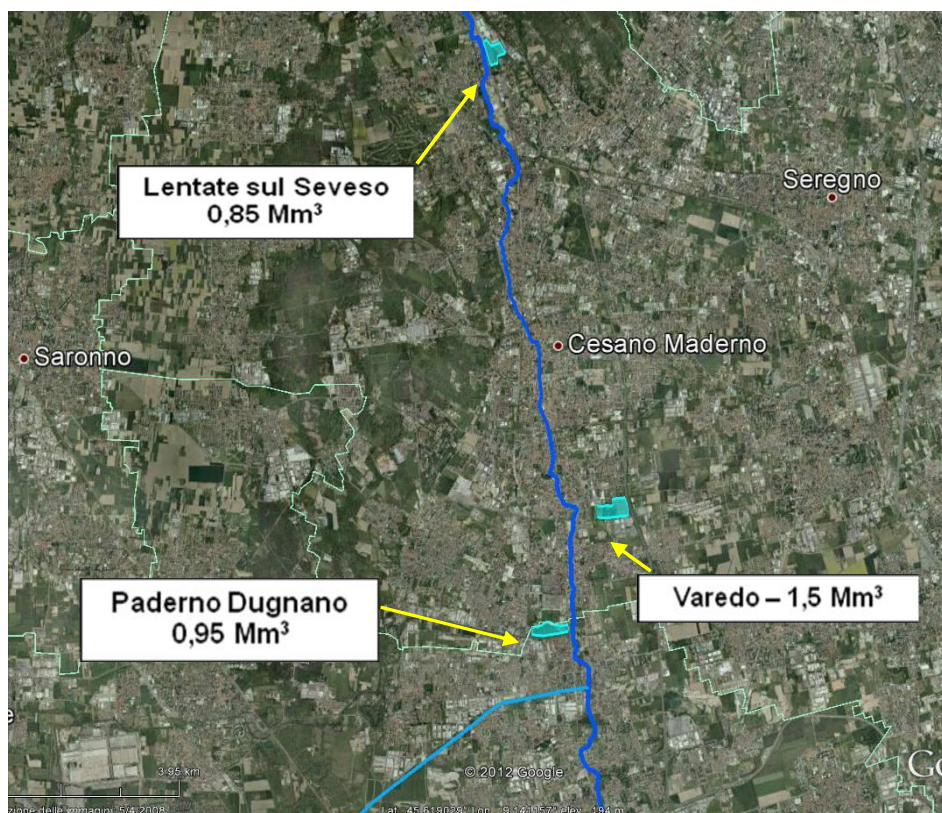






Figura 9 – Invasi di laminazione in scavo da Lentate sul Seveso al CSNO

Successivamente allo *Studio-AIPo-2011* sono state attivate ulteriori fasi di studio e soprattutto di progettazione che hanno aggiornato ed integrato il suddetto assetto di progetto.

In particolare, per quanto riguarda la porzione più settentrionale del bacino del Seveso, alcuni comuni hanno presentato delle proposte di intervento per realizzare altre aree di laminazione golenale nel tratto a monte rispetto ai suddetti interventi di laminazione golenale, in particolare:

- i comuni di Cavallasca, Grandate, Luisago, Montano Lucino, S. Fermo della Battaglia e Villa Guardia hanno presentato, nell'ambito del bando regionale per la concessione di contributi pubblicato sul BURL S.O. n. 43 del 22-10-2014, una proposta progettuale che prevede, tra l'altro, la realizzazione di n. 3 aree di laminazione golenale per una volumetria complessiva di circa 150'000 m³;
- il Comune di Fino Mornasco sta studiando la possibilità di prevedere un'area di laminazione golenale lungo il Rio Acquanegra, affluente del T. Seveso, per una volumetria di circa 10'000 m³.

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

Inoltre, nel mese di aprile 2015 è stato redatto dagli scriventi il “*Progetto preliminare di adeguamento delle aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù*”.

Tali interventi, già previsti nello *Studio-AIPo-2011*, sono stati progettati tenendo conto degli effetti di laminazione conseguenti agli interventi previsti più a monte e cercando di aumentare il volume di laminazione disponibile nelle diverse aree golenali, rispetto a quanto previsto nel suddetto studio.





In particolare, il progetto preliminare ha portato a definire le seguenti opere di laminazione (cfr. Figura 10):

- Comune di Vertemate con Minoprio:
 - Area di laminazione 1: volume pari a 66'500 m³;
 - Area di laminazione 2: volume pari a 71'500 m³;
 - Area di laminazione 3: volume pari a 71'800 m³;
- Comune di Cantù:
 - Area di laminazione 4: volume pari a 52'500 m³;
- Comune di Carimate:
 - Area di laminazione 5: volume pari a 57'500 m³;
 - Area di laminazione 6: volume pari a 202'300 m³.

Complessivamente il volume di invaso nelle sei aree golenali è pari a circa 522'100 m³, superiore di oltre 300'000 m³ rispetto a quanto previsto nello *Studio-AIPo-2011*. Tale risultato è stato conseguito attraverso l’abbassamento del piano campagna mediante interventi di scavo e rimodellamento.



Figura 10 – Invasi di laminazione in aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, secondo quanto previsto nel progetto preliminare (aprile 2015)

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

2.5 PORTATE DI RIFERIMENTO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI LAMINAZIONE DI LENTATE SUL SEVESO

Nella relazione idrologico-idraulica del presente Progetto Preliminare (elaborato A.3.1) sono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche del torrente Seveso.

Per quanto riguarda gli invasi di laminazione in Comune di Lentate sul Seveso, oggetto del presente progetto preliminare, sono di seguito riportati gli idrogrammi di piena di riferimento per l'assetto di progetto (tempo di ritorno pari a 100 anni).

2.5.1 Area di laminazione golenale

Con riferimento all'area di laminazione golenale, prevista in sponda destra del T. Seveso a monte del ponte della linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, riportata in Figura 11 e Figura 12, l'idrogramma di piena di riferimento per il dimensionamento dell'area di laminazione golenale è riportato nella Figura 13.

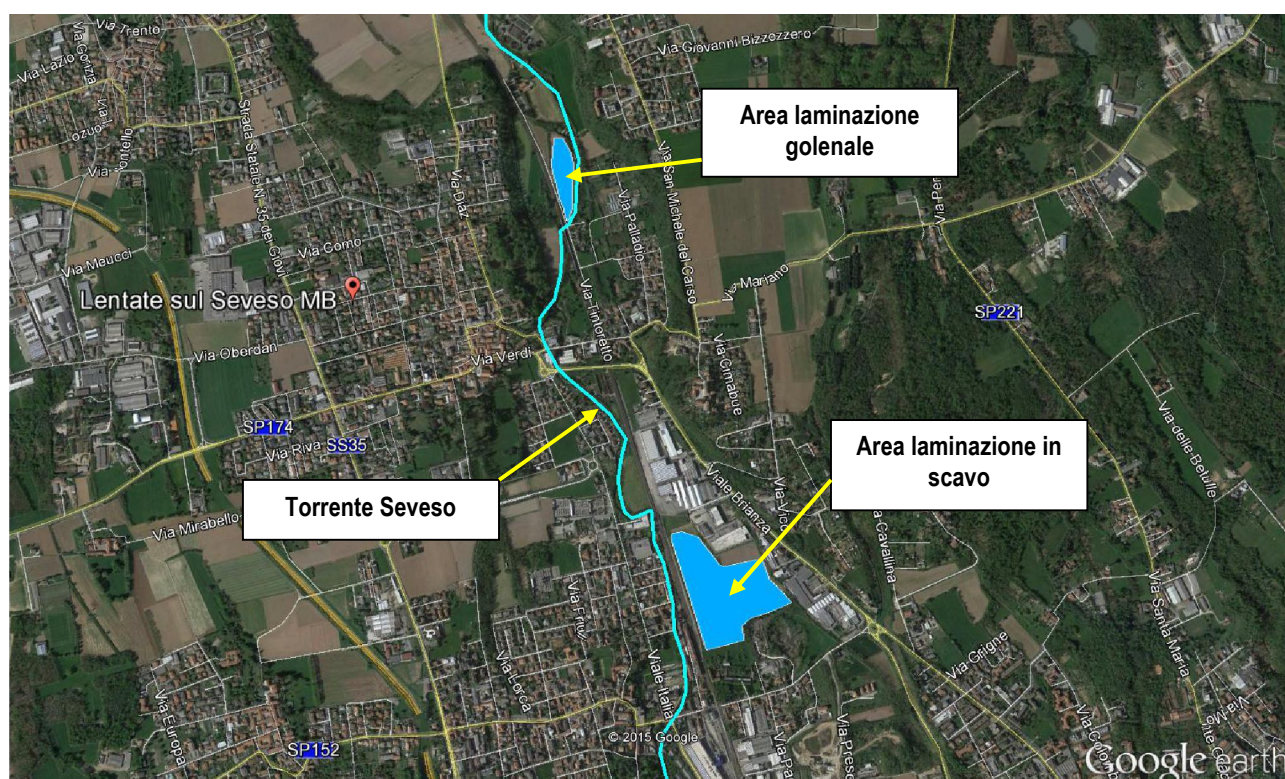


Figura 11 – inquadramento territoriale degli interventi di laminazione in progetto



Figura 12 – Foto aerea delle zone limitrofe all’invaso di laminazione in area golendale.

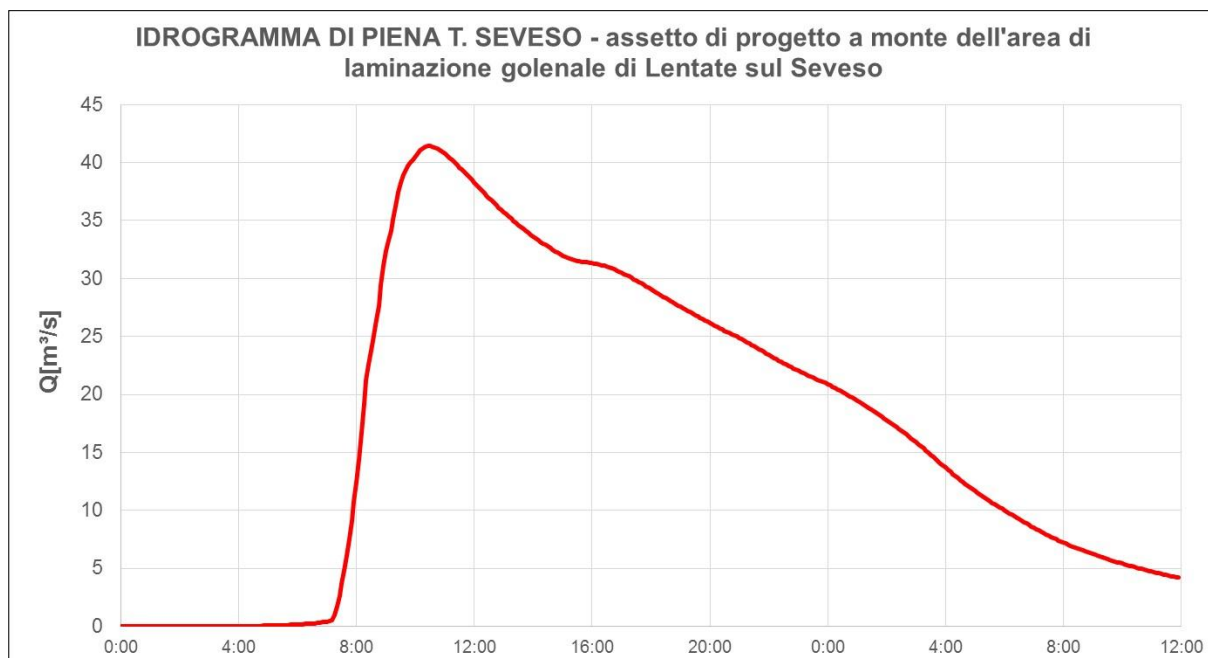






Figura 13 – Idrogramma di piena di progetto in corrispondenza dell'aree di laminazione golendale di Lentate sul Seveso

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

2.5.2 Area di laminazione in scavo

L'area di laminazione in scavo, già prevista in Comune di Lentate nell'ambito dello *Studio-AIPO-2011*, è ubicata in sponda sinistra del T. Seveso, nell'area agricola interclusa tra la linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, a ovest, l'area industriale in località Gattona, a nord e a est e la cava Gallese a sud (cfr. Figura 14 e Figura 15).



Figura 14 – inquadramento territoriale degli interventi di laminazione in progetto

L'idrogramma di piena di riferimento è stato ottenuto sommando a quello riportato nella precedente Figura 5 (a valle area di laminazione), ottenuto in seguito all'effetto di tutti gli interventi di laminazione previsti a monte, il contributo residuo dei sottobacini afferenti al tratto compreso tra la sezione SV-64 e la sezione SV-60, posta immediatamente a valle dell'opera di presa della laminazione in scavo. L'idrogramma di progetto è riportato nella Figura 16.

34

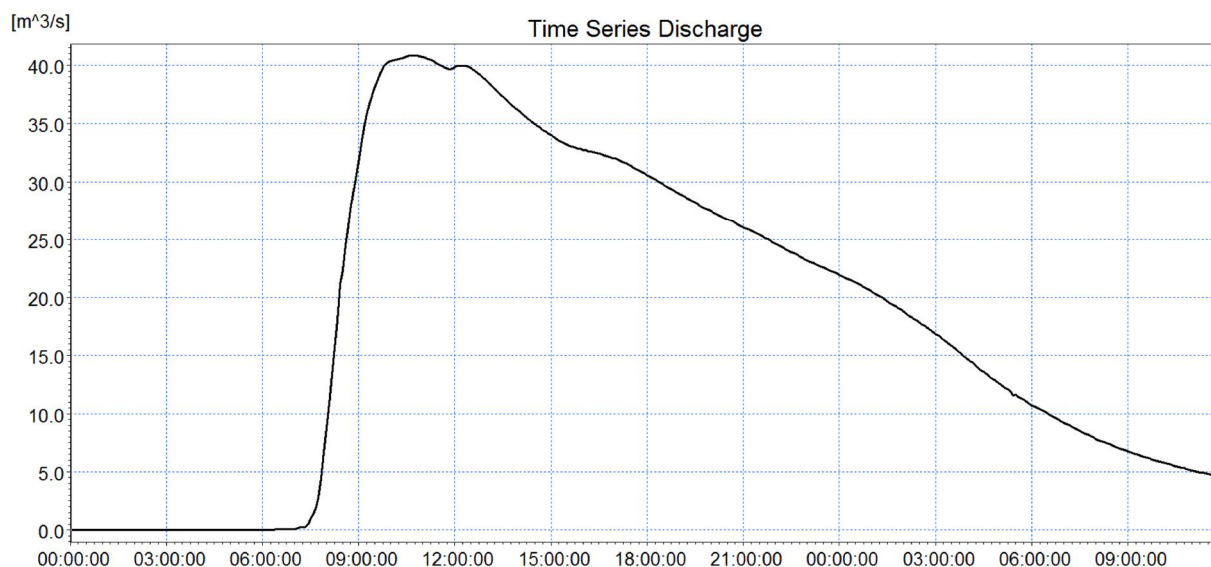


Figura 16 – Idrogramma di piena a monte dell’area di laminazione in scavo nell’assetto di progetto con tutti gli interventi di laminazione previsti a monte

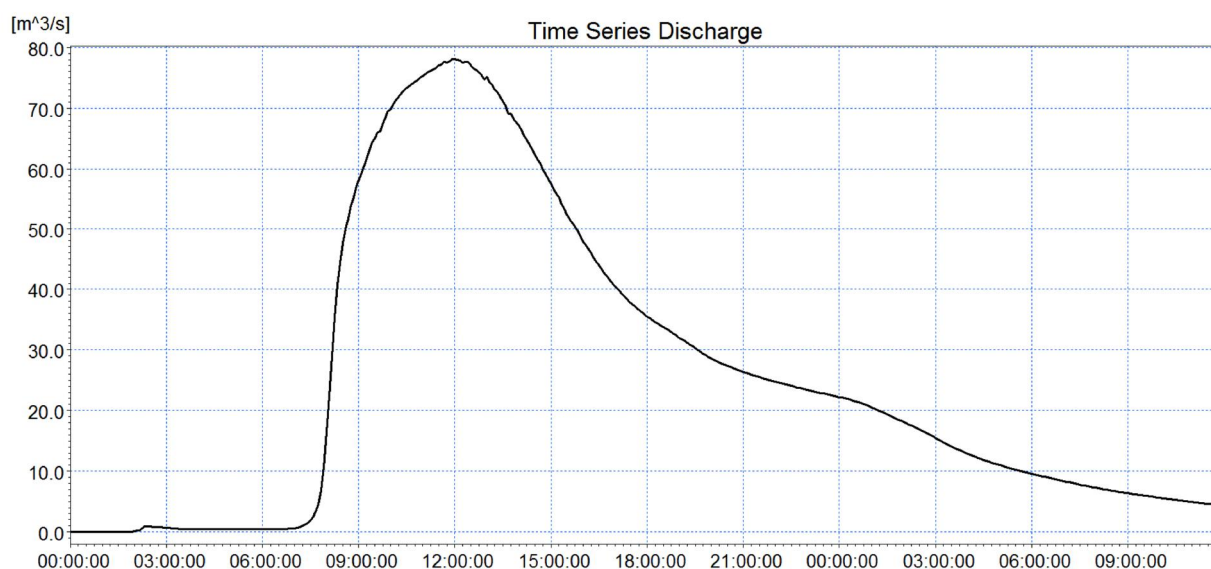


Figura 17 – Idrogramma di piena a monte dell’area di laminazione in scavo nell’assetto attuale senza gli interventi di laminazione previsti a monte

Pertanto, appena a monte del manufatto di presa della vasca di laminazione in scavo di Lentate sul Seveso, la portata centennale nella configurazione di progetto è stata valutata in circa 41 m³/s a fronte di una portata centennale nella situazione attuale di circa 78 m³/s, con una riduzione della portata di picco pari a circa 37 m³/s. Ciò rende molto diverso il

dimensionamento dell'opera di presa nei confronti della situazione di progetto o della situazione attuale.

Per analizzare il funzionamento dell'invaso di laminazione in scavo è stato implementato un modello idraulico quasi-bidimensionale, utilizzando il codice di calcolo MIKE11 del DHI, a partire dal modello implementato dagli scriventi nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011*.

Di seguito si riporta lo schema planimetrico del modello, con indicata la suddivisione delle portate sfiorate e lasciate defluire in alveo, con riferimento ad un evento di tempo di ritorno centennale, nell'assetto di progetto (Figura 18) e nell'assetto attuale (Figura 19).

La differente ripartizione delle portate nei due differenti assetti di riferimento si ottiene attraverso un diverso grado di apertura delle paratoia di regolazione, in progetto, posta lungo il T. Seveso a valle della soglia di sfioro per l'alimentazione dell'area di laminazione in scavo.

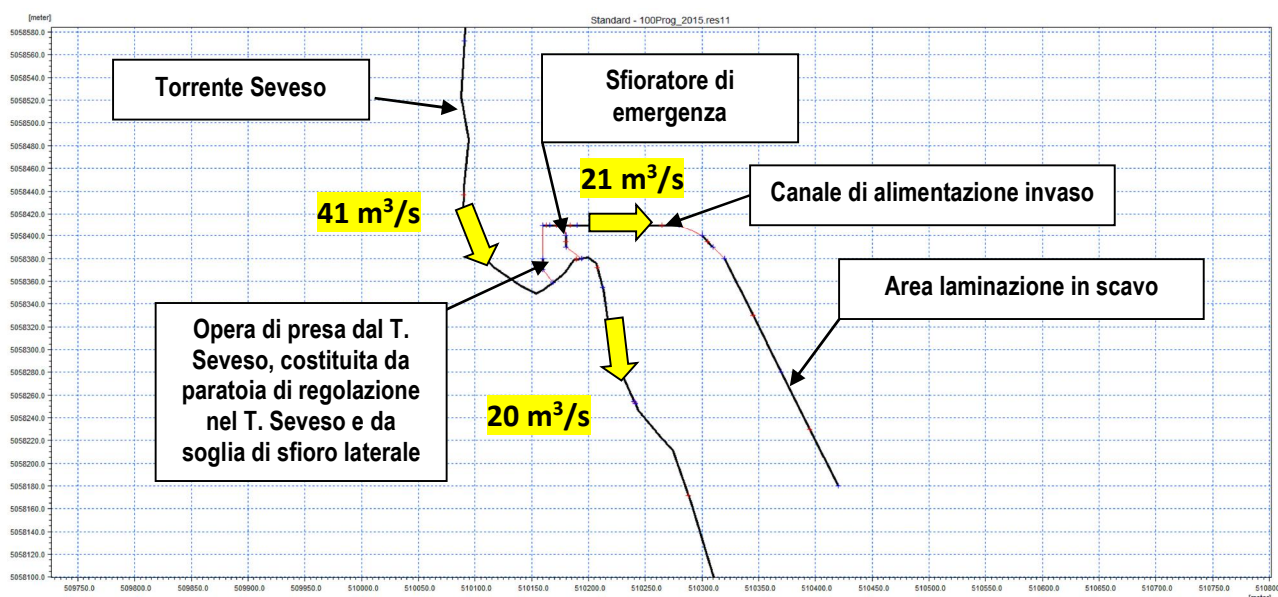


Figura 18 – Schema planimetrico del sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto

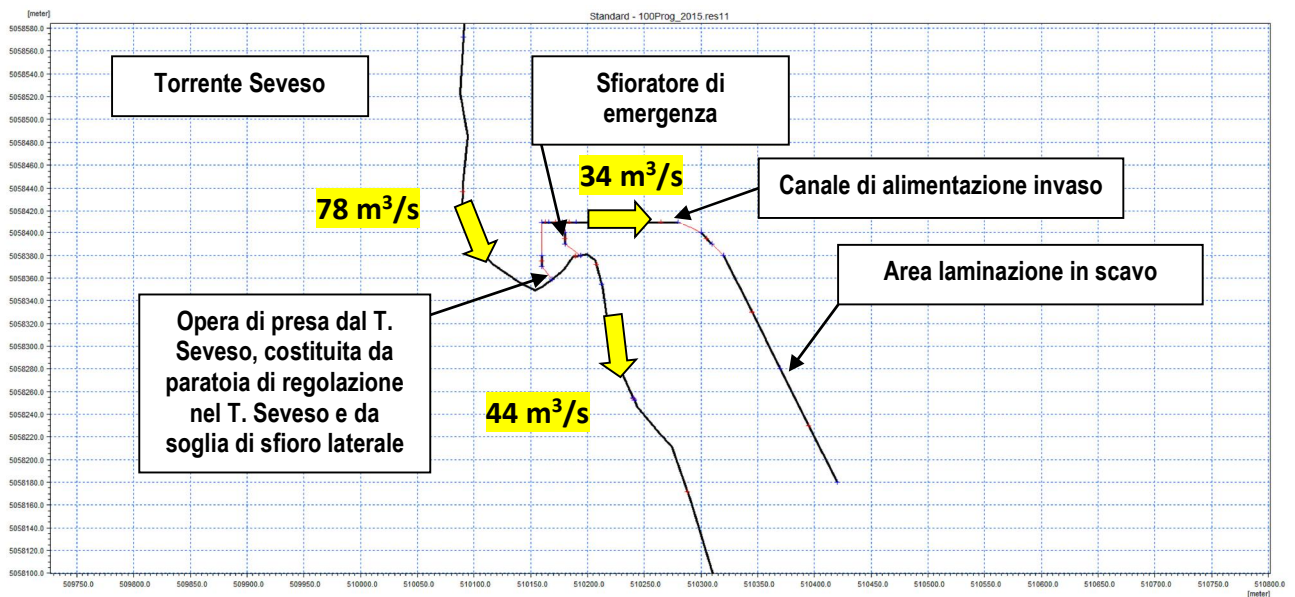


Figura 19 – Schema planimetrico del sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale

Nelle figure seguenti (Figura 20 e Figura 21) sono riportati gli idrogrammi di piena, nelle due configurazioni, relativi alle tre sezioni di interesse: monte opera di presa, valle opera di presa e ingresso nell'area di laminazione. La ripartizione delle portate è stata effettuata in modo tale che, in entrambi gli assetti di riferimento, il volume dell'idrogramma sfiorato nell'area di laminazione fosse prossimo al volume di laminazione disponibile, pari a circa 808'000 m³.

Con tali valori di portata sono stati effettuati i calcoli di dimensionamento delle diverse opere idrauliche previste in progetto.

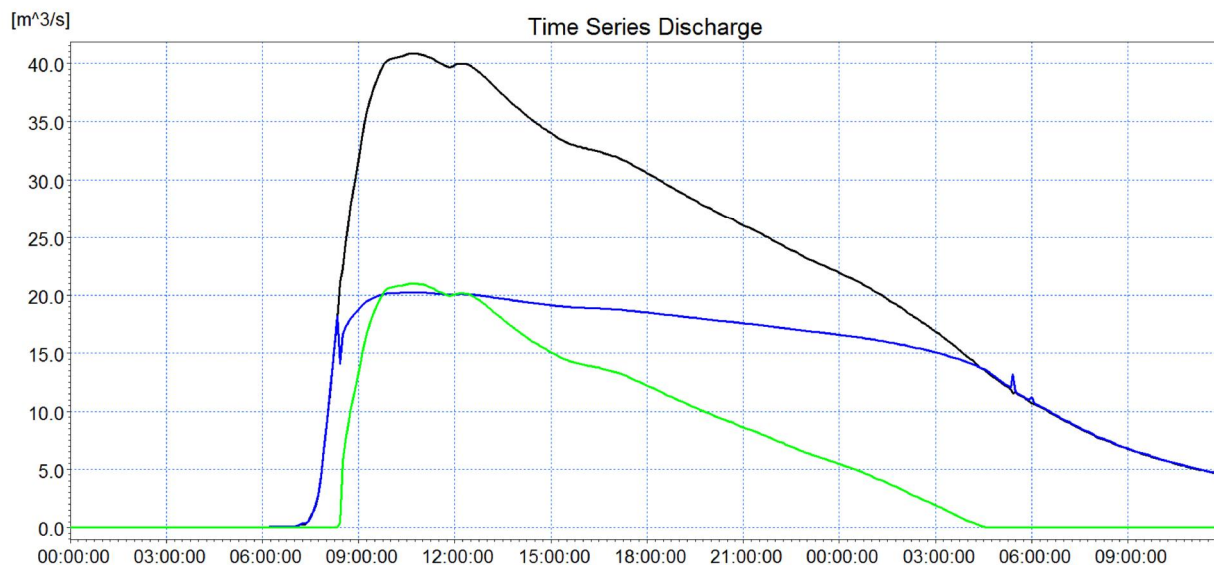


Figura 20 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto a monte dell’area di laminazione (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: ingresso area di laminazione – V= ~808'000 m³)

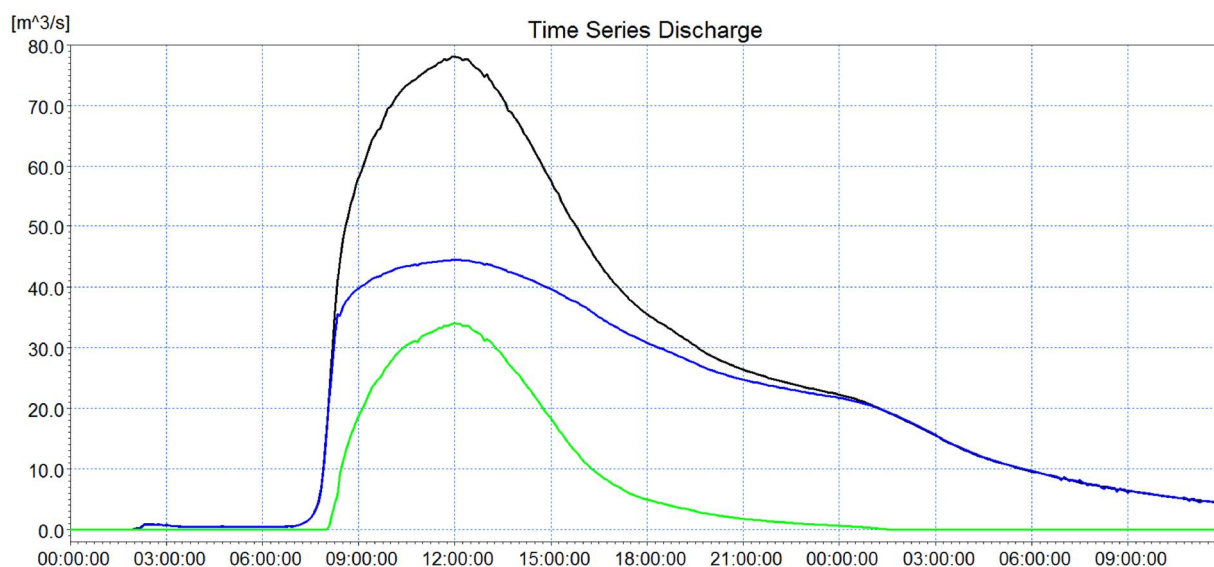






Figura 21 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale a monte dell’area di laminazione (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: ingresso area di laminazione – V= ~808'000 m³)

Per verificare il funzionamento dell’opera di laminazione nei confronti di un evento eccezionale, al quale occorre riferirsi, ad esempio, per il dimensionamento delle arginature perimetrali all’area di laminazione (definizione della quota di coronamento), sono state

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

effettuate ulteriori simulazioni idrauliche con il suddetto modello quasi-bidimensionale.

In particolare, si è ipotizzato che le precedenti onde di piena (con e senza interventi di laminazione a monte dell'area di laminazione in scavo) possano sopraggiungere in condizioni di area di laminazione già invasata fino al livello di massima regolazione (pari a 220.80 m s.m.).

Per evitare di alimentare l'invaso di laminazione quando questo è già pieno ed evitare che il livello idrico superi il livello di massima regolazione, è prevista in progetto l'installazione, lungo il canale di alimentazione dell'invaso, di una paratoia di sezionamento che si chiude automaticamente quando il livello nell'invaso è pari al livello di massima regolazione, in modo tale da evitare l'ulteriore innalzamento del livello di invaso oltre la quota 220.80 m s.m..

In tali condizioni, occorre che la portata deviata dal Seveso nel canale di alimentazione attraverso lo sfioratore dell'opera di presa, possa defluire nuovamente in Seveso. Per tale necessità è prevista un'ulteriore soglia di sfioro, detta di emergenza.

In particolare, tale sfioratore è posto lungo il canale di alimentazione dell'invaso, a valle della paratoia di regolazione dell'opera di presa, ma a monte della suddetta paratoia di sezionamento.

Nelle figure seguenti (Figura 22 e Figura 23) sono riportati gli idrogrammi di piena in tale scenario eccezionale, relativi a quattro sezioni di interesse: monte opera di presa, valle opera di presa, sfioratori (presa ed emergenza). In tali simulazione la portata in ingresso all'area di laminazione è nulla.

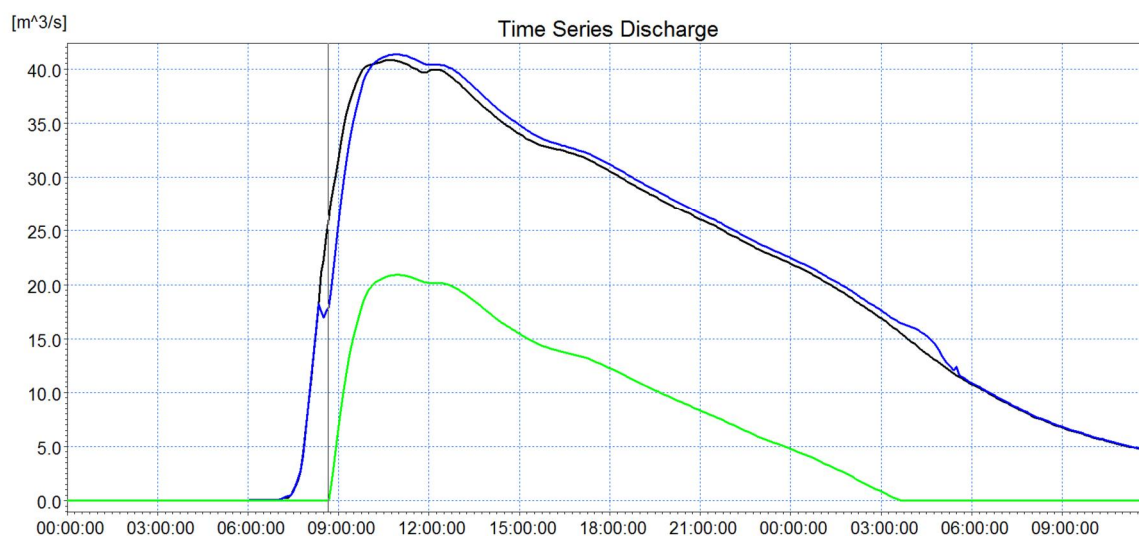


Figura 22 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto a monte dell’area di laminazione – evento eccezionale (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: portata defluente attraverso lo sfioro di emergenza)

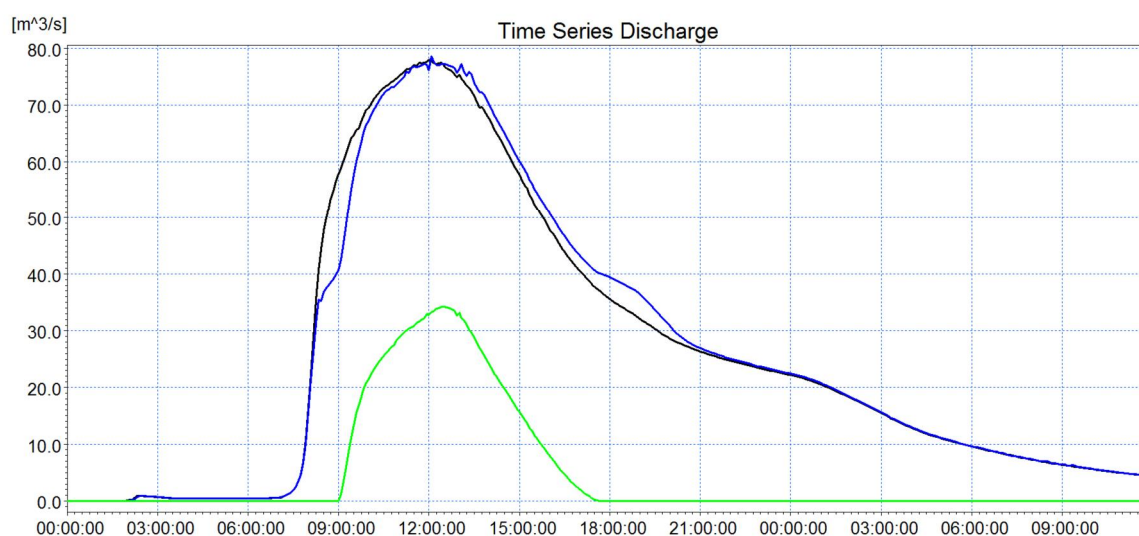






Figura 23 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale a monte dell’area di – evento eccezionale (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: portata defluente attraverso lo sfioro di emergenza)

In caso di eventi eccezionali, però, non è da escludere che la paratoia possa non chiudersi e quindi il canale di alimentazione potrebbe continuare a mettere in comunicazione il T. Seveso con l’area di laminazione. In tal caso il livello di massimo invaso nell’area di laminazione si porterebbe ad un livello pari a quello nel canale di alimentazione in corrispondenza dello sfioratore di emergenza.

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

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE AREE DI LAMINAZIONE DI LENTATE SUL SEVESO

Vengono qui descritte sinteticamente le principali caratteristiche tecniche della vasca di laminazione del torrente Seveso in Comune di Lentate sul Seveso. Per maggiori dettagli si rinvia alle relazioni specialistiche comprese nel presente progetto preliminare.

Le opere sono costituite da:

- Invaso di laminazione;
- Opera di presa dal torrente Seveso;
- Canale di alimentazione dell'invaso e di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Stazione di sollevamento delle acque invase non scaricabili a gravità e condotta di scarico comprensiva di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Opere connesse all'interazione tra la falda freatica e l'invaso;
- Opere civili e paesaggistiche;
- Impianti elettrici (cabina di consegna Enel, quadro MT, trasformatore, quadri BT, ecc.).





Vengono qui descritte sinteticamente le principali caratteristiche tecniche delle aree di laminazione del torrente Seveso in Comune di Lentate sul Seveso. Per maggiori dettagli si rinvia alle relazioni specialistiche comprese nel presente progetto preliminare.

L'area di laminazione golenale è costituita da:

- Invaso di laminazione;
- Soglia di sfioro dal torrente Seveso
- Manufatto di restituzione delle portate laminate nel T. Seveso;
- Arginature perimetrali

L'area di laminazione in scavo è costituita dalle seguenti opere:

- Invaso di laminazione;
- Opera di presa dal torrente Seveso;
- Canale di alimentazione dell'invaso e di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Stazione di sollevamento per lo svuotamento delle acque invase e condotta di scarico comprensiva di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Opere connesse all'interazione tra la falda freatica e l'invaso;

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

- Opere civili e paesaggistiche;
- Impianti elettrici (cabina di consegna Enel, quadro MT, trasformatore, quadri BT, ecc.).

3.1 AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE

L'area di laminazione golenale ha un volume totale invasabile di circa 20'000 m³.

L'invaso è ottenuto attraverso la formazione di rialzi/ringrossi di argini esistenti o la realizzazione di nuovi argini lungo la sponda destra del T. Seveso e mediante il rimodellamento dell'attuale piano campagna, da attuarsi attraverso lo scavo e l'asportazione di circa 40'000 m³.

Una soglia a massi (Figura 24) stabilizzerà il fondo alveo, necessario alla corretta derivazione d'acqua dal fiume verso l'area di laminazione. Un manufatto di derivazione (L = 30 m), posto a monte della soglia stabilizzante, garantirà la derivazione delle portate di progetto per la corretta laminazione del Torrente Seveso. In Figura 25 è rappresentata la sezione trasversale dello sfioratore per la derivazione delle portate di piena al colmo.

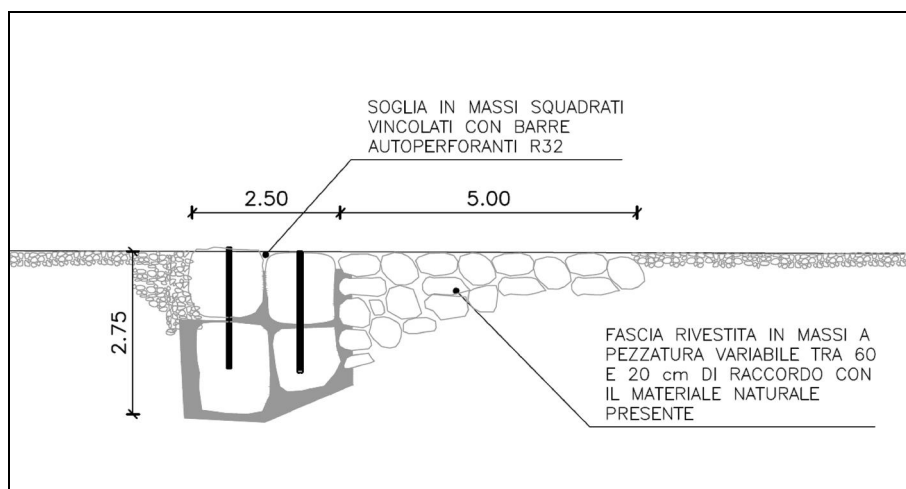


Figura 24 –soglia di fondo in massi

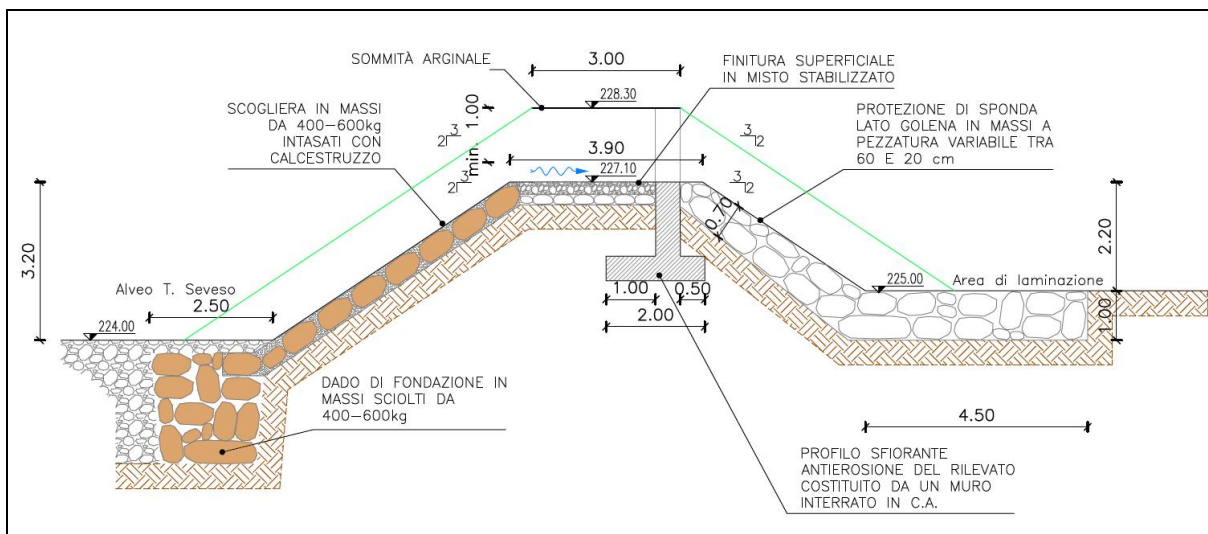


Figura 25 – Sfioratore per la derivazione delle portate di piena

Lo svuotamento dell'area di laminazione avverrà mediante manufatto idraulico di restituzione posto in posizione di valle rispetto all'area invasata. Tale manufatto (Figura 26) consiste in un tombotto di scarico a sezione rettangolare, transitante all'interno dell'argine, presidiato lato fiume da una porta vento (clapet) e lato golena da una paratoia.

L'apertura della paratoia, di tipo manuale, dovrà essere effettuata una volta terminato l'evento di piena lungo l'intero bacino del T. Seveso.

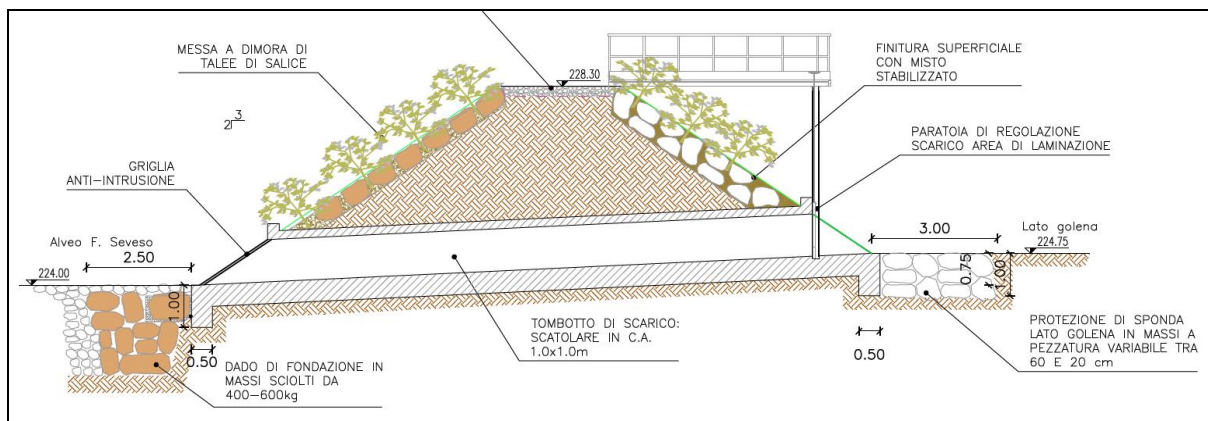


Figura 26 – Manufatto di restituzione

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

3.2 AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO

3.2.1 Caratteristiche generali dell'invaso

L'area di laminazione principale in Comune di Lentate sul Seveso è un'opera di invaso delle piene del torrente Seveso realizzata in scavo (il fondo è a circa 19.0 m dall'attuale piano campagna).

L'area interessata dalla realizzazione di tale opera, ad attuale utilizzo agricolo e posta interamente all'interno del Comune di Lentate sul Seveso, è posta in sinistra idraulica del torrente Seveso. Tra l'alveo del Seveso e l'area di ubicazione dell'invaso è presente la linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, la quale deve essere attraversata tramite tecnica in spingitubo sia dal canale di alimentazione, sia dalla condotta di scarico.

Vengono di seguito riportati, in forma schematica, i principali dati peculiari dell'invaso in oggetto, le cui caratteristiche sono descritte e rappresentate nelle relazioni e nelle tavole grafiche allegate al presente progetto preliminare.

- Volume di invaso: 808'000 m³, alla quota di massima regolazione di 220,80 m s.m.;
- Superficie di invaso alla quota di massima regolazione: 69'500 m²;
- Superficie di invaso alla quota di fondo: 11'900 m²
- Quota di fondo degli invasi di laminazione: 201.80 m s.m.;
- Quota di massima regolazione: 220.80 m s.m.;
- Quota di massimo invaso (assetto di progetto): 221,90 m s.m.;
- Quota di coronamento delle arginature perimetrali: 223.50 m s.m.;
- Quota di fondo della stazione di sollevamento: 200.80 m s.m.;
- Quota di recapito delle portate laminate: 218.40 m s.m.;
- Corso d'acqua che alimenta l'invaso: Torrente Seveso;
- Ricettore finale delle acque laminate: Torrente Seveso;
- Portata al colmo sfiorata nell'invaso con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni: 21 m³/s (assetto di progetto a monte), 34 m³/s (assetto attuale a monte);
- Portata massima del sistema di scarico: 5 m³/s;
- Tempo di svuotamento dell'invaso: 45 ore (1.9 giorni);

Le inclinazioni delle sponde dei settori dell'invaso sono:

- 1:2 (h:b) da quota 223.50 m s.m. (quota di coronamento del sistema arginale)

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

a quota 220.80 m s.m.(massima quota di regolazione);

- 1:2.5 (h:b) da quota 220.80 m s.m. a quota 201.80 m s.m. (fondo invaso);

Per ottenere i suddetti volumi di invaso occorre effettuare scavi per un volume complessivo di circa 1'040'000 m³ (parte di tale quantitativo, pari a circa 108'000 m³, viene poi riutilizzato all'interno del cantiere per la formazione di arginature perimetrali, per il ricoprimento del telo di impermeabilizzazione e per operazioni di reinterro).

Nella Tabella 3 sono riportate le principali caratteristiche geometriche dell'opera di laminazione in progetto.

Tabella 3 – Caratteristiche area di laminazione

Volume di invaso [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]	Superficie alla quota di fondo vasca [m²]
808'000	201.80	220.80	223.50	69'500	11'900

3.2.2 Opera di presa

L'opera di laminazione in progetto viene alimentata dall'opera di presa posta sul torrente Seveso.

Questa 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 220.50 m s.m., avente una lunghezza pari a 15 m. In corrispondenza dello sfioratore il Seveso è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 219.50 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro sul fondo alveo è pari a 1.3 m.

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

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale rettangolare chiuso di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago, posta a quota 218,30 m s.m..

Lungo il Seveso, dopo la soglia sfiorante è prevista la formazione di una sezione di controllo idraulico senza restringimenti laterali mediante l'interposizione di una paratoia piana in acciaio inox di dimensioni 6.5 x 3.0 m, finalizzata a creare un restringimento di sezione per limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente il sopracitato sfioratore laterale dell'opera di presa.

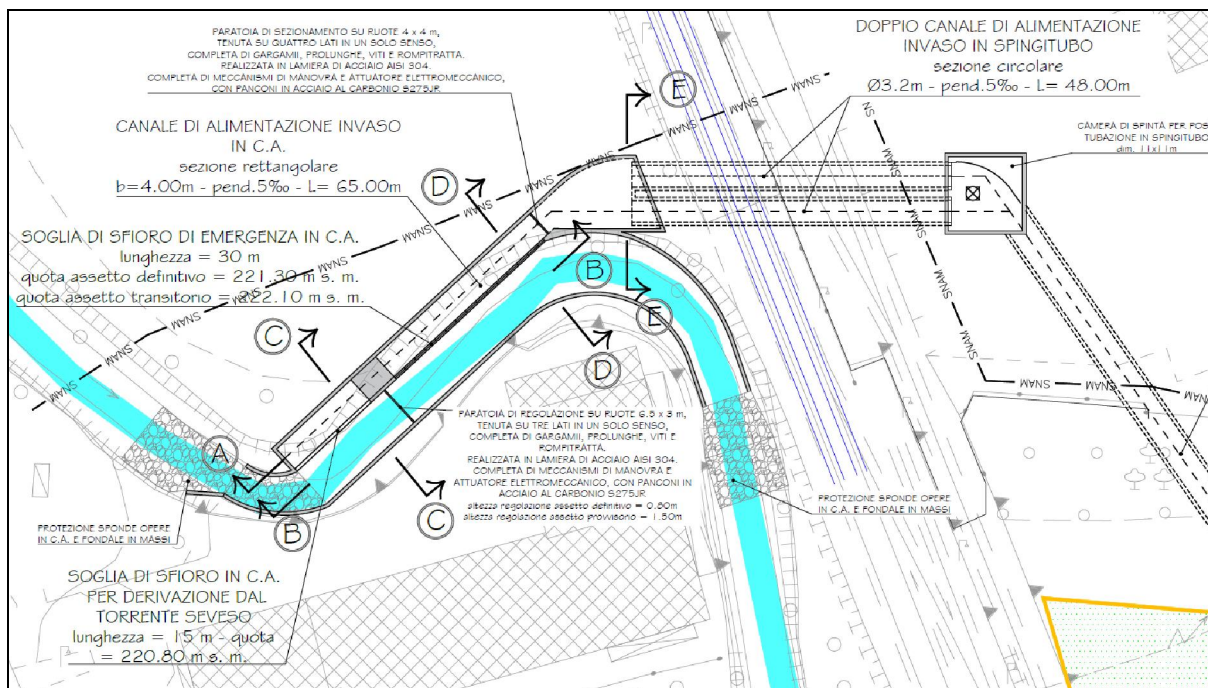


Figura 27 – Planimetria di progetto dell'opera di presa dal T. Seveso

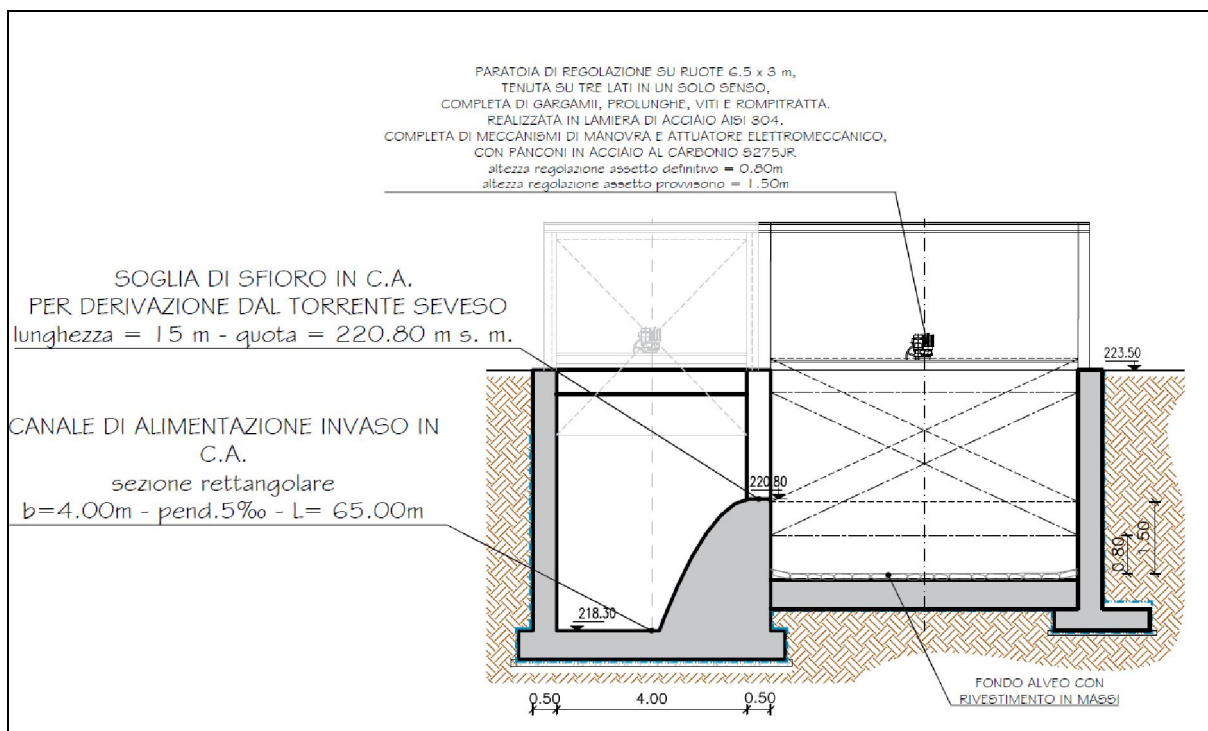






Figura 28 – Sezione trasversale di progetto (C-C) dell'opera di presa dal T. Seveso

	A.T.P.: 		Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	Consulenti:  Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---	--	-------------------------	---

modo tale da evitare l'ulteriore innalzamento del livello di invaso oltre la quota 220.80 m s.m.. Nella Figura 31 è riportata la sezione del canale con la suddetta paratoia. Se tale paratoia non dovesse chiudersi, entrerebbe in funzione lo sfioratore di emergenza (par. successivo).

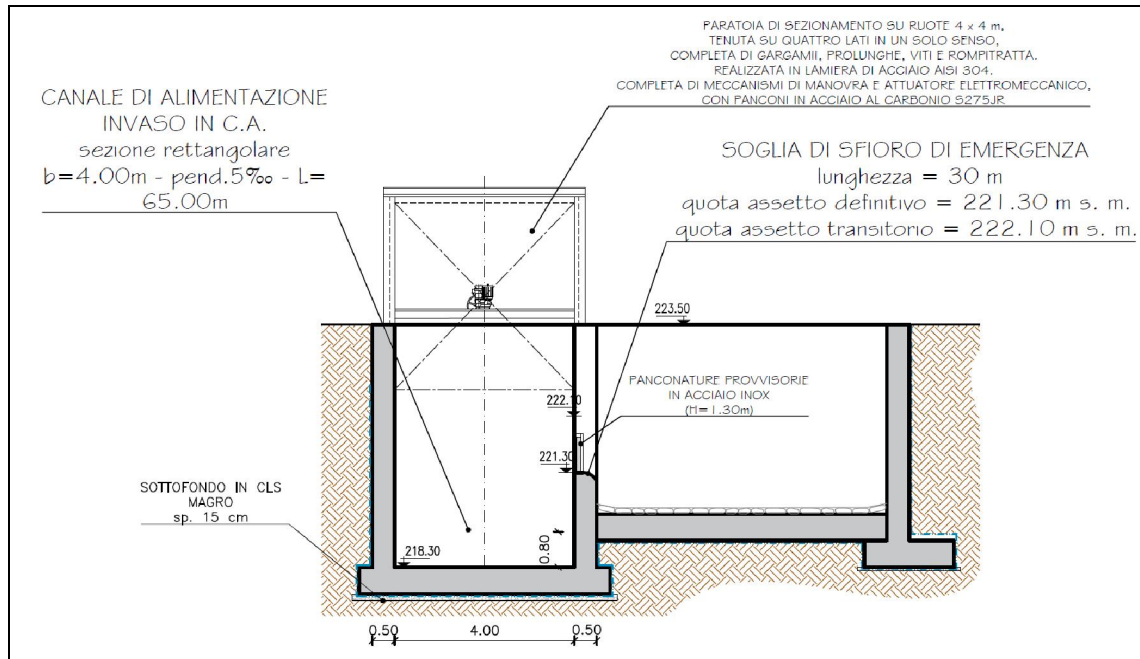


Figura 31 – Sezione trasversale del canale di alimentazione, nel tratto a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria, con indicazione della paratoia di sezionamento

Prima nell'ingresso nell'invaso, lungo il canale di alimentazione è prevista la realizzazione di una griglia per trattenere i materiali flottanti trasportati durante la piena dalla corrente del T. Seveso, come rappresentato nella figura sottostante.

		A.T.P.:				Studio Associato Geologia Spada		Dott. Ing. A. Barbon		Consulenti:				Prof. Dott. V. Mezzanotte	
---	--	---------	--	---	--	---------------------------------------	--	-------------------------	--	-------------	--	---	--	------------------------------	--

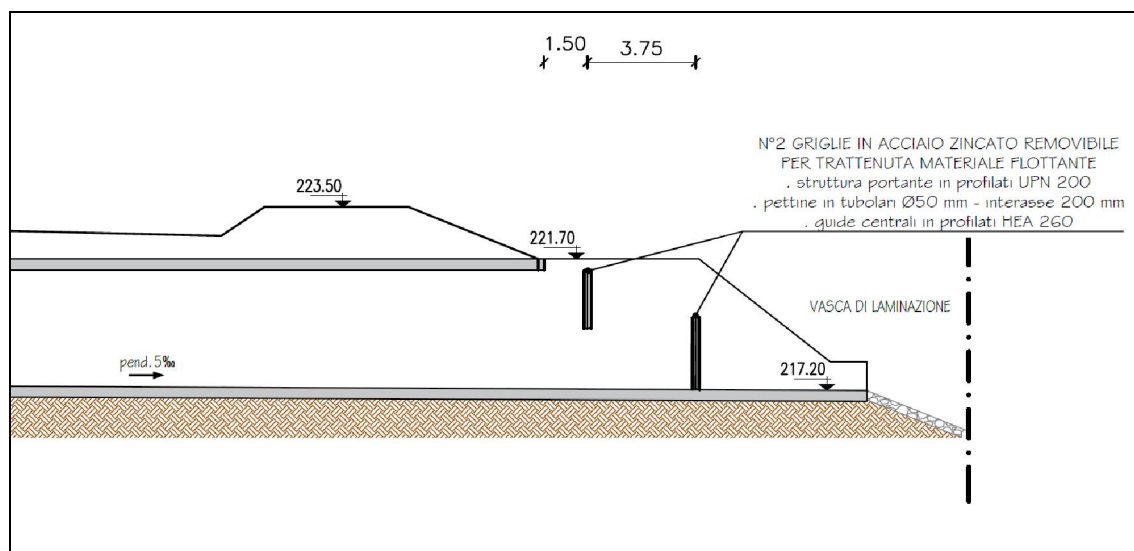






Figura 32 – Sezione longitudinale del tratto terminale del canale di alimentazione con indicazione della griglia per il materiale flottante

3.2.4 Sfiatore di emergenza

Lungo il canale di alimentazione dell'invaso, appena a valle della soglia di sfioro dell'opera di presa dal T. Seveso, è prevista la realizzazione di una soglia di sfioro di emergenza, per recapitare in Seveso, a valle della paratoia di regolazione dell'opera di presa, le portate di eventi eccezionali che vengono derivate anche quando l'area di laminazione ha già raggiunto la quota di massima regolazione.

Lo sfioro di emergenza è costituito da una soglia laterale in c.a. del tipo a stramazzo, con il ciglio posto alla quota di 221.30 m s.m. (0.1 m al di sopra del livello in Seveso a valle della paratoia di regolazione corrispondente ad una portata di 41 m³/s), avente una lunghezza pari a 30 m.

In corrispondenza dello sfioratore il canale di alimentazione è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 218.05 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro sul fondo del canale è pari a 3.25 m.

	A.T.P.:  	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	Consulenti:  Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	---	--	-------------------------	--

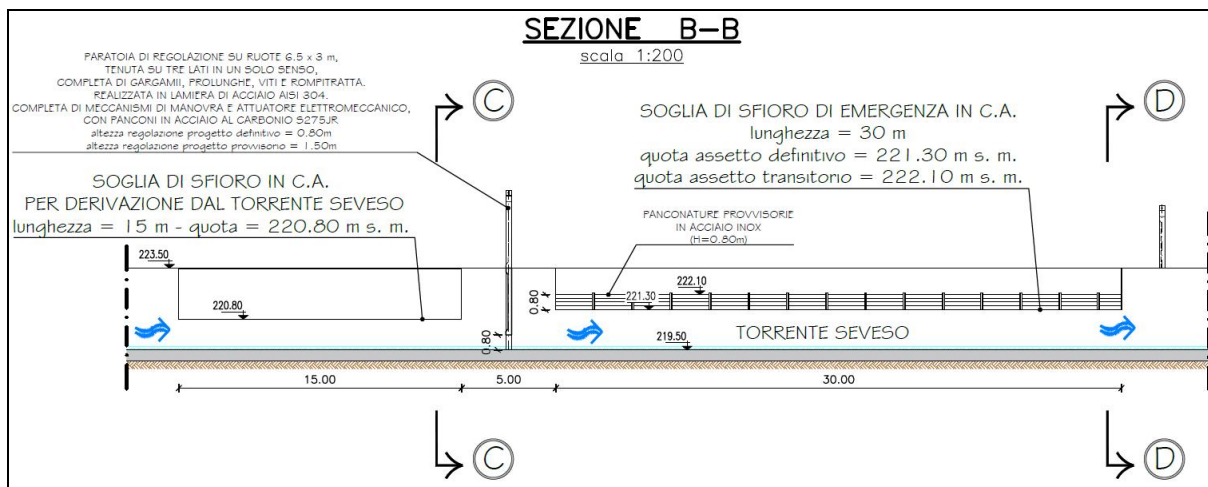


Figura 33 – Profilo longitudinale dell’opera di presa dal T. Seveso con riportato anche lo sfioro di emergenza

3.2.5 Stazione di sollevamento per lo scarico dei volumi invasati

A causa della configurazione del piano campagna e delle quote relative all’alveo del torrente Seveso, la vasca di laminazione di Lentate sul Seveso è realizzata per la quasi totalità in scavo con fondo a quote fino a 18.0 m inferiori rispetto a quelle dell’alveo del Seveso. Per tale motivazione, i volumi in essa invasati devono essere scaricati, al termine dell’evento di piena, per sollevamento meccanico.

La stazione di sollevamento verrà realizzata lungo il lato occidentale della vasca di laminazione ove il torrente Seveso scorre a poche decine di metri dal limite della vasca. Il fondo del sollevamento è stato posto alla quota di 200.80 m s.m. in modo da risultare di 1.0 m inferiore alla quota di massimo scavo della vasca e poter così allontanare la totalità dei volumi invasati ma limitando comunque il massimo battente sull’aspirazione delle pompe sommerse a 20.0 m.

Le opere elettromeccaniche sono state dimensionate in modo da permettere il completo svuotamento dell’invaso in un tempo massimo di 48 ore. Si è scelto quindi di installare n.5 pompe (delle quali una con funzione di riserva) caratterizzate da una portata massima di 1250 l/s ciascuna con una prevalenza massima di 21 m.

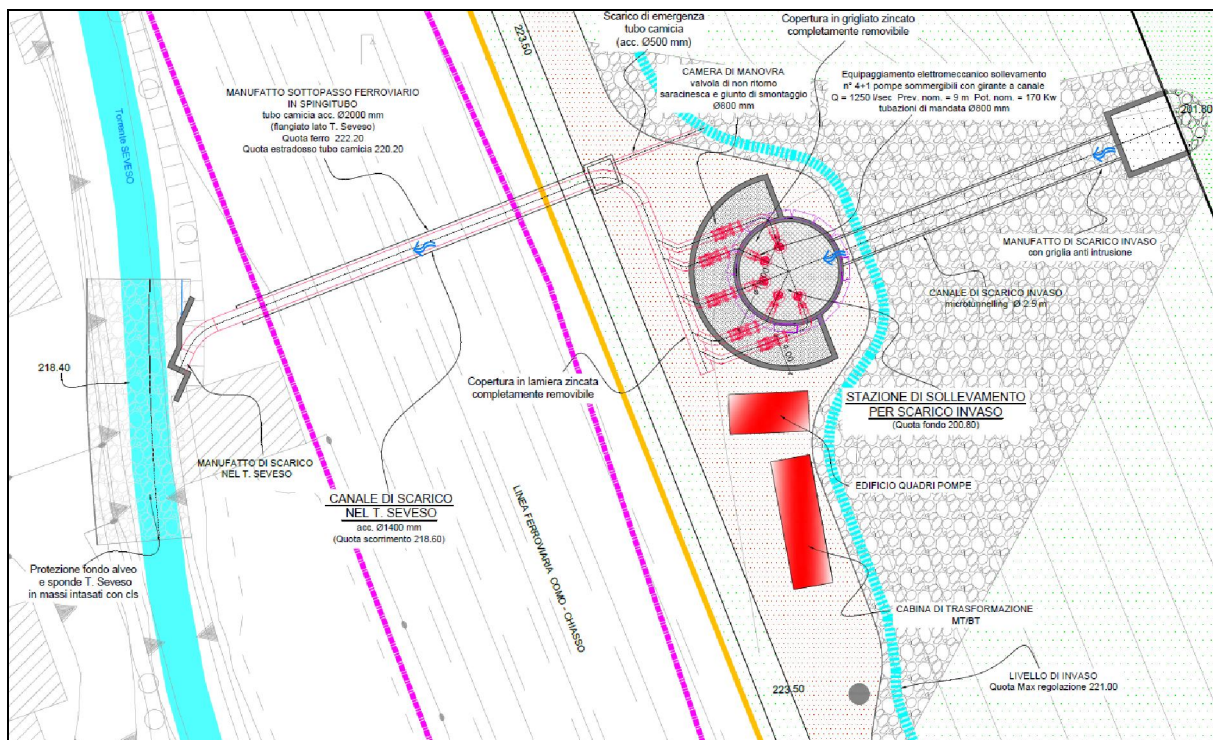


Figura 34 – Stralcio della planimetria della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso con indicazione del sollevamento meccanico e delle opere di scarico

3.2.6 Opere connesse all'interazione tra la falda freatica e l'invaso

Nella relazione geologica-idrogeologica allegata al progetto (elaborato A.2.3) 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 più profonda delle vasche presenta 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, contenute in apposite relazioni allegata 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.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente l'area di laminazione fino

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

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 sul fondo vasca, 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 non 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 comunque progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno dalla 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 la vasca sostanzialmente neutra rispetto all'assetto idrogeologico 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.

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

Per maggiori dettagli relativi ai manufatti di interazione con la falda, si rimanda alla tavola D.6.5 allegata al presente progetto preliminare.

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

4. QUALITÀ DELLE ACQUE DEL T. SEVESO

Nel presente capitolo vengono descritti sinteticamente i principali elementi emersi dalle analisi sulla qualità delle acque del torrente Seveso afferente alla vasca di laminazione in progetto. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione A.2.2 “*Relazione sulla qualità delle acque del T. Seveso*”.

Si precisa che le analisi sono state effettuate per semplicità su campioni prelevati a valle della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso e di tutte quelle previste nello studio *Aipo2011* (ad esclusione di quella di Senago) e che quindi risultano significativi per tutte le vasche previste.

4.1 CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DEL T. SEVESO

Considerando il tratto a monte di Milano, il Seveso riceve lungo il suo percorso gli effluenti trattati di diversi impianti di depurazione, come indicato in Tabella 4, ed alcuni scarichi industriali. Tra questi ultimi, i più consistenti risultano essere quelli di un’azienda alimentare, destinata alla produzione di carne in scatola, di una di imbottigliamento di bevande (alcoliche ed analcoliche) e di una cava.

Tabella 4 - Impianti di depurazione con scarico nel Seveso a monte della città di Milano

	Potenzialità impianto (AE)	Comuni serviti
Fino Mornasco	186.167	Casinate con Bernate (parte), Cavallasca (parte), Como (parte), Fino Mornasco (parte), Grandate (parte), Luisago, Montano Lucino, S. Fermo della Battaglia, Villaguardia (parte)
Carimate	131.736	Cantù (parte), Capiago Intimiano, Carimate, Casnate con Bernate (parte), Cucciago, Figino Serenza, Fino Mornasco (parte), Novedrate, Senna Comasco, Vertemate con Minoprio
Varedo	150.000	Varedo, Bovisio Masciago, Barlassina, Cesano Maderno, Seveso, Lentate sul Seveso, Meda, Cabiato
Mariano Comense	82.781	Albavilla (parte), Albese con Cassano, Alzate Brianza (parte), Arosio, Brenna, Cantù (parte), Carugo, Inverigo (parte), Mariano Comense (parte), Montorfano, Orsenigo (parte)
Bresso	340.000	Bresso, Cinisello Balsamo, Cormano, Cusano Milanino, Paderno Dugnano

La qualità delle acque è stata valutata calcolando il LIMeco, così come indicato nel D.M. 260/2010, sui dati ARPA del 2009, del 2010 e del 2011. Nella Tabella 5 e nella Tabella 6 sono riportati i parametri e i criteri di classificazione dei corsi d’acqua in base ai punteggi relativi ai parametri analizzati.

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

Tabella 5 - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (D.M.260/2010)

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	>0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	>4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	>400

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA.

Tabella 6 - Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco (D.M.260/2010)

Stato	LIMeco
Elevato*	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

Si osserva che solo la stazione di Fino Mornasco, nel 2011, può essere classificata Sufficiente, ben lontana dall'obiettivo di Buono. Nei rimanenti casi, nei tre anni considerati, il livello di qualità è stato Scarso o Cattivo, come indicato in Tabella 7.

Tabella 7 - Classificazione LIMeco per le stazioni del Seveso monitorate da ARPA nel 2009, 2010 e 2011

	2009	2010	2011
Fino Mornasco	Scarso	Scarso	Sufficiente
Vertemate con Minoprio	Scarso	Scarso	Scarso
Lentate sul Seveso	Cattivo	Scarso	Cattivo
Bresso	Cattivo	Cattivo	Cattivo

Per quanto riguarda l'azoto totale, si osserva un aumento delle concentrazioni fino alla stazione di Paderno Dugnano ed una nuova diminuzione, nella stazione di Bresso, a valle dell'immissione dell'effluente dell'impianto di depurazione. Questo, in effetti, serve 300.000

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

AE ed ha quindi una portata elevata (circa 3.700 m³/ora), ed ha una buona efficienza di rimozione dell'azoto per cui il suo effluente ha concentrazioni inferiori a quelle rilevabili nel ricettore a monte dello scarico e ne consente una, pur limitata, diluizione. In tutte le stazioni si osserva una netta prevalenza delle forme ossidate (il rapporto tra azoto nitrico e azoto ammoniacale varia, nelle varie stazioni, tra 1,5 e 5,5), a conferma dell'influenza dello scarico degli impianti di depurazione piuttosto che di scarichi fognari non trattati. Per quanto riguarda il fosforo, invece, la concentrazione aumenta gradualmente dalla prima all'ultima stazione, dove la media delle concentrazioni risulta pari a 1 mg/l.

La concentrazione massima di ossigeno si rileva nella stazione di Vertemate, a valle dell'impianto di depurazione di Fino Mornasco, il cui effluente viene ozonato prima dello scarico ed è quindi ricco di ossigeno, e diminuisce successivamente fino al valore minimo nella stazione di Bresso, che comunque mostra una concentrazione media superiore a 7 mg/l. BOD₅ e COD tendono ad aumentare fino a Paderno Dugnano e, come l'azoto totale, diminuiscono poi nella stazione di Bresso.

Verificata la prevalenza dell'impatto degli scarichi degli impianti di depurazione rispetto a quella degli eventuali scarichi fognari non trattati, va osservato che il dato della carica di Escherichia coli è strettamente dipendente dall'efficienza della fase di disinfezione operata dagli impianti, ma può essere influenzato anche fortemente da scarichi civili non trattati anche di modesta portata nei quali la carica di batteri di origine fecale può essere molto elevata.

Per quanto riguarda, infine, le concentrazioni di metalli, le misure di ARPA non evidenziano alcun superamento degli standard di qualità indicati dalla Direttiva europea 105/2008 e recepita in Italia con il D.Lgs. 260/2010 rispetto ai quali, anzi, i dati del monitoraggio appaiono molto distanti. Nelle stazioni di Lentate sul Seveso e di Bresso il nichel raggiunge le sue concentrazioni massime, che comunque si attestano come valore medio, intorno a 17 µg/L, rispetto ad uno standard di 20 µg/L. Come spesso accade, le concentrazioni più elevate sono quelle dello zinco, data la sua presenza ubiquitaria.

Il monitoraggio condotto nel 2012 e nel 2013 ha riguardato un minor numero di stazioni e una serie più completa di parametri ed ha portato ad una classificazione migliore rispetto a quella precedente, e basata non solo sui parametri chimici ma anche, per due delle stazioni analizzate, su alcune (diatomee e macroinvertebrati) delle metriche biologiche previste dalle

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

norme vigenti. Per il 2013 i dati non sono ancora stati elaborati ai fini della classificazione di qualità.

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, il BOD₅ e il COD la situazione nel 2012 e nel 2013 è confrontabile con quella degli anni precedenti salvo per il valore del COD nell'ultima stazione che, nel 2013, è risultata superiore di circa 10 mg/l rispetto ai valori precedenti. Va peraltro ricordato che la stazione di Bresso è posta a valle dello scarico dell'impianto di depurazione e che una variazione di tale entità nell'effluente è da ritenersi normale. Anche i risultati delle analisi microbiologiche mostrano una situazione sostanzialmente costante nel tempo.

Le concentrazioni di nutrienti mostrano anch'esse valori simili a quelli riscontrati negli anni precedenti ma si rileva un'unica differenza sostanziale tra il 2012 e il 2013. Anche in questo caso si tratta della stazione di Bresso, che risente dello scarico dell'impianto di depurazione. Nel 2012 la concentrazione di azoto ammoniacale era nettamente superiore a quella dell'azoto nitrico. Tale situazione è da mettere in relazione ad una nitrificazione non ottimale che, evidentemente, ha ripreso a funzionare correttamente nell'anno successivo.

Il monitoraggio ha compreso anche la determinazione di numerosi inquinanti chimici inorganici (Piombo, Mercurio, Nichel, Arsenico, Cadmio, Cromo, Cromo VI, Rame, Zinco) e organici (Atrazina-desisopropil, AMPA, Glifosate, Simazina, Atrazina, Diclorobenzammide 2,6, Terbutilazina desetil, Bromacil, Terbutilazina, Atrazina_desetil, Etilbenzene, 1,2 Dicloroetano, Toluene, dibromoclorometano, Tetracloroetilene (percloroetilene -PCE), Tetraclorometano (Tetracloruro di carbonio), Pentaclorobenzene, ETBE, Triclorometano (Cloroformio), Benzene, 1,1,1 Tricloroetano, Diclorometano, Tribromometano, diclorobromometano, Tricloroetilene (TCE), 1,1,2,2 Tetracloroetano, Esaclorobutadiene, Xilene orto, Tensioattivi anionici, Tensioattivi totali, Tensioattivi cationici, Tensioattivi non ionici). Per nessuno di essi si è riscontrata una concentrazione superiore agli standard di qualità per le acque superficiali: da tale situazione deriva la classificazione di Buono Stato Chimico indicata per il 2012, che appare comunque applicabile anche per il 2013.

In generale, negli ultimi anni si osserva più chiaramente la tendenza all'aumento delle concentrazioni di sostanza organica e di nutrienti da monte a valle, in relazione al progressivo accumulo dei carichi immessi. Anche il numero ridotto di stazioni influisce comunque sulla maggior regolarità degli andamenti. L'aumento più marcato si ha a valle dell'impianto di depurazione di Bresso. La distanza tra la stazione di Vertemate e lo scarico dell'impianto di

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

Fino Mornasco è infatti sufficiente a consentire una certa autodepurazione, fenomeno che si verifica lungo l'intera asta del fiume ma la cui intensità non è sufficiente a controbilanciare l'effetto delle immissioni.

Va peraltro sottolineato il fatto che i campionamenti e le analisi vengono effettuati da ARPA in tempo asciutto e che, pertanto, consentono di delineare la situazione in tali condizioni ma non dicono nulla in merito a quanto si verifica durante le piogge. Di fatto, durante le piogge, all'aumento delle portate corrispondono qualità delle acque che possono nel transitorio prima peggiorare ulteriormente, in quanto condizionate alla prima onda nera scaricata dagli scaricatori di piena urbani, e poi passare a condizioni più accettabili, in funzione dell'effetto di diluizione. Come dimostrano i dati sperimentali della letteratura scientifica e tecnica, si tratta di processi tutt'altro che sistematici, ma molto variabili anche per lo stesso bacino, in relazione alle situazioni volta per volta presenti nelle diverse aree scolanti del bacino e nel corso d'acqua e alla dinamica del singolo evento meteorico. Tutto ciò aggiunge valore alla sperimentazione marzo-settembre 2014 più oltre descritta.

4.1.1 Valutazione dei carichi inquinanti

Le indagini condotte tra il 2005 e il 2011 nell'ambito del Contratto di Fiume Seveso promosso dalla Regione Lombardia ha evidenziato, tra gli affluenti, l'importanza del Torrente Certesa-Terrò, che è caratterizzato da un bacino piuttosto ampio (di 62 km² contro i totali 231 km² dell'intero bacino del Seveso) e presenta un contributo importante sia in termini di portata sia in termini di carico inquinante, cui contribuisce in misura significativa l'immissione dell'effluente dell'impianto di depurazione di Mariano Comense.

Da un'analisi delle fonti per individuare la suddivisione degli apporti, risulta che sia per i macrodescrittori che per i microinquinanti il contributo principale è dovuto agli scarichi dei depuratori, che mediamente pesano per oltre l'80% dei carichi totali del Seveso, come già osservato a proposito dei dati di qualità delle acque. Nel caso dei microinquinanti la fonte industriale ha un peso maggiore rispetto agli affluenti. E' invece da rimarcare l'effetto diluente che il Certesa-Terrò attua su tutti i microinquinanti.

4.1.2 Fauna ittica

La situazione della fauna ittica nel Seveso è descritta nella Carta Ittica della Provincia di

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

Milano. La comunità ittica risulta essere poco diversificata, con specie tra le più comuni nel territorio milanese, peraltro presenti nella gran parte con popolazioni poco consistenti e mal strutturate. È chiaro che la qualità fisico-morfologica e soprattutto quella chimico-fisica incidono moltissimo sull'ittiofauna, non consentendo al fiume di esprimere la sua vocazione naturale, ma costringendolo ad una vocazione a Ciprinidi, peraltro non particolarmente sensibili. Riguardo alle caratteristiche fisico-morfologiche esso presenta numerose opere di artificializzazione delle sponde e dell'alveo, soprattutto in corrispondenza degli insediamenti abitativi. Nel torrente Seveso, sono poche le specie esotiche, così come sono poche le specie ittiche nel complesso.

4.2 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO QUALITATIVO DEL T. SEVESO E DEL CSNO DA MARZO A SETTEMBRE 2014





4.2.1 Premessa

Le attività messe in atto da marzo a settembre 2014, ad integrazione di quelle già in capo ad ARPA, hanno avuto quindi lo scopo di caratterizzare più approfonditamente la qualità delle acque del T. Seveso, attraverso la misura in continuo di alcuni parametri qualitativi caratteristici (temperatura, conducibilità, torbidità, pH, ossigeno disciolto), e alla misura puntuale di altri parametri, quali nutrienti, BOD, COD, durante alcuni eventi di piena.

Ulteriori analisi sono state anche dedicate ai sedimenti di fondo del Seveso.

Si è inteso, con tali attività, studiare l'influenza delle piogge e, in particolare, analizzare gli andamenti delle caratteristiche delle acque nel tempo in relazione alle caratteristiche dell'evento considerato. È così possibile stimare i carichi e le concentrazioni che, in diverse condizioni idrologiche, verranno effettivamente immessi nella vasca di laminazione.

Tutte le attività relative alla campagna di monitoraggio e all'analisi degli aspetti qualitativi delle acque del T. Seveso sono state condotte dall'Associazione Temporanea incaricata, con la collaborazione della società MT.SEM s.r.l., nelle persone del Dott. Ing. G. Viviano e del Dott. L. Dal Bello, dell'IRSA-CNR, nella persona del Dott. G. Tartari, e della Prof.ssa V. Mezzanotte del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra dell'Università di Milano Bicocca.

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

4.2.2 Siti di indagine

Sono stati identificati due siti interessanti ai fini del monitoraggio delle acque del T. Seveso:

- Sito A: lungo il fiume Seveso a monte dell'opera di presa del Canale Scolmatore Nord Ovest, in sponda destra (Coordinate WGS84: 45.580114, 9.159558);
- Sito B: lungo il CSNO, in sponda destra, in prossimità del ponte di via Giuseppe di Vittorio (Coordinate WGS84: 45.570847, 9.131047).

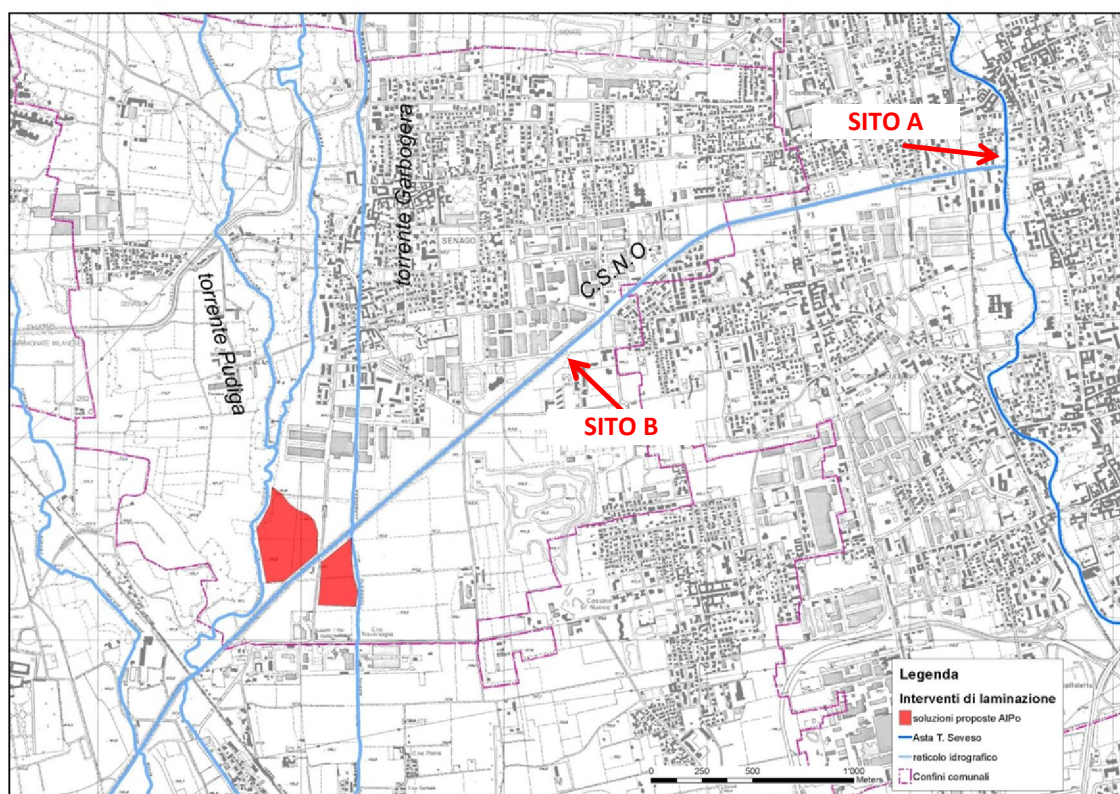


Figura 35 – cartografia con evidenziata la localizzazione dei siti di installazione della strumentazione di monitoraggio

4.2.3 Stazioni di monitoraggio in continuo

Le sonde multiparametriche scelte per questa sperimentazione sono strumenti per il monitoraggio in continuo (time step: 15 min) di livello, temperatura, pH/redox, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto. Per tale obiettivo abbiamo scelto due sonde YSI 6920 V2 realizzate da YSI Inc., di proprietà della società ETATEC Studio Paoletti S.r.l..

La sonda S/N 13M101703 è stata installata nel SITO A, mentre la sonda S/N 13M101704 è stata installata nel sito B. L'installazione delle sonde è stata effettuata nel mese di marzo 2014.





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



Figura 36 – Sonda multiparametrica YSI 6920 V2 della da YSI Inc.







	A.T.P.:  	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	Consulenti:  Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	---	--	-------------------------	--



Figura 37 – Installazione della sonda S/N 13M101704 all'interno del CSNO







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



Figura 38 – Installazione della sonda S/N 13M101703 all'interno del T. Seveso

Lo stato di manutenzione del torrente e la gestione dell'opera di presa del CSNO non hanno consentito di osservare sostanziali differenze nei parametri monitorati tra il torrente e il canale. Durante il periodo di monitoraggio la paratia a valle dell'opera di presa è stata periodicamente chiusa in previsione di eventi meteorici e non solo a valle del raggiungimento della soglia di circa 1 m di battente a Milano. La chiusura dell'opera di presa e il conseguente innalzamento del battente idrico a monte nel T. Seveso, consentivano la derivazione nel CSNO delle acque del fiume anche in tempo asciutto. Al sopraggiungere dell'evento di pioggia, le acque del T. Seveso risultavano quindi essere le stesse monitorate nel CSNO non consentendoci di osservare importanti differenze. Questa pratica ha anche velocizzato il fenomeno di interrimento, ad opera dei sedimenti trasportati, dell'alveo del Seveso. Si è infatti osservato un innalzamento del fondo dell'alveo da marzo 2014, quando è stato pulito, a settembre 2014 di circa 70 cm portando il fondo del T. Seveso circa alla quota dell'opera di presa consentendo, nelle condizioni attuali, alle acque del Seveso di sfiorare nel CSNO anche in tempo asciutto e con paratoia aperta.

Le sonde sono state attentamente calibrate prima della loro installazione. Tutti i sensori sono

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

stati nuovamente calibrati tra il 7 e il 9 Maggio 2014. Questa nuova calibrazione non ha evidenziato particolari criticità nelle letture.

La strumentazione è stata periodicamente soggetta a interventi di manutenzione ordinaria ovvero pulizia dei sensori e download dei dati. Specialmente la sonda nel Torrente Seveso, in condizioni di paratoia chiusa, a causa della scarsa velocità della corrente è, infatti, soggetta a fenomeni di intasamento dovuti al materiale fine trasportato.

4.2.4 Analisi della qualità dei campioni delle acque e dei sedimenti del T. Seveso e del CSNO

Al fine di valutare la qualità delle acque del T. Seveso e del CSNO durante gli eventi di piena si sono effettuati campionamenti automatici delle acque del T. Seveso anche con autocampionatore (Figura 39) in corrispondenza della sezione di installazione della sonda multiparametrica. Durante gli stessi eventi precipitativi è stata inoltre installata una sonda spectro::lyser dell'azienda scan Messtechnik GmbH per l'acquisizione ogni 30 minuti di valori di N-NO₃ e di DOC. Per ciascun evento monitorato sono stati acquisiti 48 campioni da 1 litro (capacità delle bottiglie dell'autocampionatore) ogni 30 minuti al fine di avere un campione integrato orario di 2 litri che garantisca la possibilità di effettuare tutte le analisi proposte in fase di progetto (24 campioni in 24 ore).

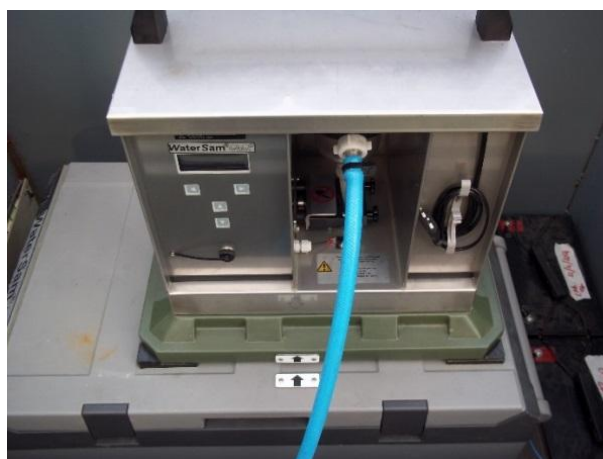


Figura 39 – Autocampionatore installato sul T. Seveso

I campioni prelevati sono stati analizzati in laboratorio con riferimento ai parametri: TDP, P-PO₄, SST, TP, TN, TDN, N-NH₄, N-NO₃, DOC, COD, BOD₅, Cr(VI).

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

4.2.5 Analisi complessiva degli eventi monitorati

Nel corso della campagna di monitoraggio sono stati registrati e campionati tre eventi che hanno comportato portate significative nel CSNO. I tre eventi sono avvenuti nelle date: 27-28 aprile, 14-15 giugno, 28-29-30 giugno.

Rinviando per ogni dettaglio alla Relazione sulla qualità delle acque (Atto n. 2.2), in Tabella 8 si analizzano congiuntamente i tre eventi mediante la valutazione dei valori medi, minimi, massimi e la deviazione standard calcolati sui parametri monitorati oltre all'altezza valore di pioggia cumulata e massima osservata per ciascun evento, in mm.

I tre eventi di piena monitorati sono caratterizzati da tre eventi precipitativi differenti. Il primo poco intenso ma con precipitazione diffusa nel tempo, il secondo poco intenso ma impulsivo, il terzo molto intenso e impulsivo (fenomeno della bomba d'acqua).

Tabella 8 - statistica descrittiva delle principali variabili monitorate nell'arco dei 3 eventi precipitativi incluse le analisi aggiuntive sui campioni ai 30 minuti

	<u>27-28 Aprile 2014 (24 campioni)</u>				<u>14-15 Giugno 2014 (30 campioni)</u>				<u>28-29-30 Giugno 2014 (39 campioni)</u>			
	Cumulata		Massimo nei 15 min		Cumulata		Massimo nei 15 min		Cumulata		Massimo nei 15 min	
Precipitazione Vertemate (mm)	40,4		2		24,2		3,8		130,4		21,5	
	Media	Min	Max	Dev.st	Media	Min	Max	Dev.st	Media	Min	Max	Dev.st
Q (m³/s)	12,99	4,09	34,64	8,56	12,07	3,53	42,48	10,73	-	-	-	-
SST (mg/l)	103,17	4,98	527,51	133,09	193,80	2,24	1586,11	331,84	506,20	3,24	2194,62	570,06
TP (µg/l)	1069,35	482,21	2752,13	642,71	1008,60	602,05	1812,51	332,08	715,65	344,38	1081,44	214,24
TDP (µg/l)	557,15	376,34	990,38	185,20	585,28	248,51	1035,50	235,28	303,41	134,65	705,92	181,84
P-PO4 (µg/l)	527,00	345,17	950,55	179,65	526,17	185,76	957,71	230,43	255,25	104,62	610,15	168,02
TN (mg/l)	6,30	3,18	13,05	2,85	7,15	3,71	13,55	2,46	5,32	3,47	7,38	1,16
TDN (mg/l)	4,28	2,69	6,69	1,20	5,17	3,67	8,67	1,50	3,82	2,63	6,78	1,13
N-NH4 (mg/l)	1,25	0,11	3,16	0,90	1,42	0,11	3,66	0,96	0,61	0,13	2,18	0,41
N-NO3 (mg/l)	3,03	2,38	3,98	0,51	3,74	1,43	8,04	1,56	3,21	2,01	4,86	0,95
BOD5 (mg/l)	14,08	0,00	45,00	13,28	16,73	0,00	35,00	11,04	12,73	1,30	32,50	9,36
COD (mg/l)	19,33	12,40	60,40	9,70	25,05	18,30	47,30	7,42	19,78	12,80	28,60	3,91
CrVI (µg/L)	-	-	-	-	9,97	5,41	21,54	3,65	5,87	2,37	11,50	2,19
Temp YSI Seveso (°C)	14,60	13,54	16,36	0,82	20,82	19,56	23,99	1,48	19,11	16,80	21,41	1,41
Cond YSI Seveso (µS/cm)25°C	456,15	337,50	627,50	89,75	484,32	297,00	943,00	200,90	273,24	148,00	499,00	118,96
DOsat YSI Seveso (%)	82,18	60,65	122,50	14,54	57,41	4,55	95,60	31,00	91,91	64,15	103,00	10,66
DO YSI Seveso (mg/l)	8,35	5,93	12,05	1,43	5,10	0,42	8,28	2,71	8,53	5,80	9,99	1,16
Depth YSI Seveso (m)	1,10	0,98	1,63	0,14	0,90	0,01	1,64	0,43	0,79	0,22	1,60	0,54
pH YSI Seveso	7,53	7,36	8,26	0,26	7,46	7,24	7,78	0,17	7,62	7,32	7,80	0,10
Orp YSI Seveso(mV)	201,92	112,90	274,20	60,40	212,88	147,20	286,65	41,16	421,63	403,80	437,40	6,75
Torbidità YSI Seveso(NTU)	61,53	3,65	320,35	75,91	462,62	5,50	3799,90	895,90	322,09	4,50	1332,70	365,82
NO3-Neq s::can (mg/l)	3,45	3,08	4,34	0,33	7,46	3,97	12,08	2,12	4,18	2,48	6,30	1,15
DOC eq s::can (mg/l)	3,10	1,66	6,01	1,14	4,36	3,07	5,83	0,55	4,97	2,13	8,07	2,14

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 8 è possibile osservare come ad un evento più intenso corrisponda una più elevata concentrazione di SST e quindi una maggior torbidità delle acque. Dissimile è invece l'andamento delle concentrazioni dei principali parametri analizzati. Queste risultano infatti generalmente più basse negli eventi più intensi.

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

Questo fenomeno non è unicamente dovuto agli effetti di diluizione ma, come abbiamo visto durante la descrizione dei tre eventi, è strettamente connessa all'intensità dell'evento stesso e alle caratteristiche del corpo idrico antecedenti l'evento di pioggia. E' importante sottolineare che durante l'evento precipitativo si ha l'attivazione degli scolmatori fognari e il dilavamento delle superfici urbane e che a valle di un evento intenso si osserva generalmente una fase di miglioramento dello stato di qualità delle acque del fiume stesso. Se tra questo evento e quello successivo non si ha un prolungato periodo asciutto l'evento successivo veicolerà al fiume un carico inferiore di inquinanti/nutrienti poiché sarà inferiore l'accumulo nel bacino afferente al punto di monitoraggio, nonché nel sistema fognario.

Allo stesso tempo se un evento precipitativo risulta di forte intensità l'aumento di portata potrebbe essere così repentino da nascondere i fenomeni di first flush invece ben individuabili in eventi meno intensi.

Nel caso dei tre eventi monitorati, mentre per il primo evento è ben osservabile il fenomeno del first flush ovvero l'anticipo del picco dei nutrienti rispetto al picco di portata, SST e torbidità, nel secondo e terzo evento, di carattere più impulsivo, questo risulta poco evidente. In entrambi i casi solo analisi di approfondimento sui campioni ogni 30 minuti hanno permesso di riconoscere questo fenomeno, seppur in maniera non troppo evidente, specialmente per il terzo evento. Questo non dipende unicamente dal fatto che i due eventi siano stati più intensi del primo ma anche dall'assenza di un periodo di almeno qualche giorno di tempo asciutto prima degli eventi di pioggia, presente invece nel caso del primo evento analizzato.

4.2.6 I metalli nei sedimenti accumulati nel CSNO

Al fine di aumentare le conoscenze relative alla contaminazione da metalli pesanti (Cr, Cu, Ni) dei sedimenti trasportati dalle acque del T. Seveso e potenzialmente invasabili nelle vasche di laminazione di Lentate sul Seveso, sono stati condotti degli approfondimenti analitici su queste categorie di metalli presenti nel sedimento fine del CSNO e del torrente Seveso.

L'attenzione è stata focalizzata sul sedimento vista l'affinità dei metalli pesanti e di altri inquinanti per i materiali a granulometria fine ricchi in sostanza organica che, per le loro caratteristiche fisico-chimiche e granulometriche, possono favorire la ritenzione e l'accumulo

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

di sostanze potenzialmente tossiche. Nel corso della giornata del 30/06/2014 è stata condotta la campagna di raccolta del materiale fine sedimentato lungo il CSNO. Al fine di formulare un giudizio di qualità sufficientemente rappresentativo si è scelto di effettuare campionamenti integrati in 4 siti differenti del CSNO (Figura 40). I 4 punti di campionamento sono stati:

- A. in corrispondenza dell'opera di presa del CSNO dal Seveso (Figura 41);
- B. circa 240 m a monte del sito di monitoraggio in continuo e in corrispondenza della confluenza delle due tombinature ovvero nel punto di restringimento della sezione (Figura 42);
- C. in corrispondenza della strumentazione per il monitoraggio in continuo (Figura 43);
- D. circa a 400 m a valle del punto di monitoraggio e in corrispondenza del ponte che sovrasta il canale lungo Via Martiri di Marzabotto (Figura 44).

Occorre inoltre precisare che la gestione idraulica che contraddistingue il CSNO prevede azioni repentine di accumulo e rilascio di acqua, per far fronte a eventi improvvisi di piena del T. Seveso. Tali azioni comportano l'alterazione dei naturali meccanismi di accumulo e rimobilizzazione del sedimento fine; pertanto, risulta difficile definire i processi che portano all'immobilizzazione degli inquinanti nel sedimento e al loro rilascio in soluzione. Si può tuttavia affermare che la concentrazione totale dei contaminanti nel sedimento risulta solitamente strettamente correlata al carico inquinante derivante dalle attività produttive localizzate a monte del corpo idrico.





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



Figura 40 – Localizzazione delle quattro zone di prelievo del materiale sedimentato lungo il tratto del CSNO



Figura 41 – Prima zona di prelievo, in testa al canale scolmatore CSNO, in corrispondenza dell'opera di presa





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



Figura 42 – Seconda zona di prelievo, a monte della strumentazione di misura



Figura 43 – Terza zona di prelievo, in corrispondenza dell'artefatto ospitante la sonda per il monitoraggio in continuo

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



Figura 44 – Quarta e ultima zona di prelievo, a valle della strumentazione di misura

In Tabella 9 sono confrontate le concentrazioni rilevate con i limiti di accettabilità per il suolo e per il sottosuolo in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare e con gli standard di qualità proposti da MacDonald. Analizzando le concentrazioni dei tre metalli è possibile fare alcune considerazioni in merito alla loro distribuzione nelle 4 zone campionate. La contaminazione da rame tende a crescere percorrendo da monte a valle il CSNO. Il cromo mostra, invece un massimo nella seconda zona di monitoraggio con valori superiori ad 80 mg/Kg s.s. Nelle altre zone le sue concentrazioni risultano minori, oscillando tra valori di poco inferiori ai 40 mg/Kg s.s. (zona A) e leggermente superiori ai 50 mg/Kg s.s. (zona D). Per quanto riguarda il nichel i massimi si registrano nelle zone centrali (B e C) con valori tra i 40 e i 50 mg/Kg s.s..

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

Tabella 9 - Concentrazioni dei metalli indagati e concentrazioni soglia

	Sito A	Sito B	Sito C	Sito D	VALORI SOGLIA			
					Suolo A*	Suolo B*	MacDonald, 2000 **	
					Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Siti ad uso Commerciale e industriale	cb-TEC	cb-PEC
Cu (mg/Kg s.s.)	52,47	74,62	76,55	85,00	120	600	31,6	149
Cr (mg/Kg s.s.)	37,19	81,80	44,79	53,66	150	800	43,4	111
Ni (mg/Kg s.s.)	31,79	47,30	45,27	36,07	120	500	22,7	48,6

Note:

* Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare D.Lgs. 152/2006 ex DM 471/99





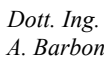

** MacDonald, Donald D., C. G. Ingersoll, and T. A. Berger. 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 39: 20-31

Dal confronto tra i valori registrati (Tabella 9) e i valori soglia indicati dalla normativa si nota che le concentrazioni di tutti i metalli indagati permangono ben al di sotto dei limiti fissati dall'Allegato 5 al Titolo V della Parte quarta tabella 1 del D.Lgs 152/2006. In tali condizioni, se considerassimo i sedimenti come un suolo, questi ricadrebbero come suoli di tipo A, definiti come suoli di buona qualità destinabili ai siti ad uso verde pubblico, privato e residenziali.

Confrontando le concentrazioni degli elementi indagati con gli standard di qualità proposti da MacDonald et al. (2000) emerge che, mentre i limiti di cb-TEC (consensus based Treshhold Effect Concentration, ossia la concentrazione al di sotto della quale è statisticamente probabile non avere effetti tossici) risultano quasi in tutti i siti e per i tre metalli leggermente superati, se invece prendiamo in considerazione i limiti definiti cb-PEC (consensus based Probable Effect Concentration, ossia la concentrazione al di sopra della quale è probabile avere effetti tossici) non vengono mai superati. Queste considerazioni ci permettono di affermare che, in prima analisi, i sedimenti del CSNO risultano scarsamente contaminati dai metalli pesanti investigati.

4.2.7 I metalli nelle acque del T. Seveso

Si è anche investigata la contaminazione delle acque da metalli quali Cromo, Cromo VI, Rame e Nichel. Per quanto concerne il Cr(VI) ogni campione raccolto negli ultimi due eventi

A.T.P.:			Consulenti:		
					

precipitativi è stato analizzato. Per gli altri metalli considerati, le analisi sono state effettuate su di un campione integrato per ciascun evento.

In Tabella 10 sono riportati i valori osservati accostati a quelli soglia riportati rispettivamente dalla tabella 1/A e 1/B dell'allegato 1 al D.M. 260/2010, dalla direttiva 2013/39/EU e dalla tabella 2 e 3 del D.lgs. 152/2006. L'assenza di limiti normati per quanto concerne le concentrazioni di Rame e di Cromo esavalente nelle acque superficiali ci ha spinto ad introdurre i valori soglia per le acque sotterranee e per le acque reflue che scaricano in acque superficiali al fine di avere un termine di paragone per la contaminazione da questi metalli. Le concentrazioni registrate per Cu, Cr, Ni sono sempre inferiori ai limiti fissati dalla normativa mentre il Cr(VI) risulta avere valori medi e superiori ai limiti di legge imposti per le acque sotterranee (5 µg/l).

Per tutti i metalli analizzati le concentrazioni misurate nella seconda campagna appaiono decisamente inferiori a quelle determinate nella prima. Questo potrebbe essere imputabile ad una maggior diluizione dei carichi immessi dovuta al prolungarsi dei fenomeni precipitativi che hanno caratterizzato il periodo di analisi.

Tabella 10 - Concentrazioni dei metalli indagati nelle acque e concentrazioni soglia

	14/15 giugno	28/30 giugno	VALORI SOGLIA					
			260/2010 *	2013/39/EU		Tabella 2 152/06 **	Tabella 3 152/06 ***	
			Valore limite (µg/l)	AA-EQS (µg/l)	MAC-EQS (µg/l)	Valore limite (µg/l)	Scarico in acque superficiali (mg/l)	Scarico in rete fognaria (mg/l)
Cu (µg/l)	10.61	6.24	-	-	-	1000	≤ 0,1	≤ 0,4
Cr (µg/l)	2.40	0.87	7	-	-	50	≤ 2	≤ 4
Ni (µg/l)	4.34	1.25	20	4	34	20	≤ 2	≤ 4
CrVI (µg/l)	9.8	5.9	-	-	-	5	≤ 0,2	≤ 0,2

Note:

* Tabella 1/A e 1/B dell'Allegato 1

** Tabella 2 – Allegato 5. Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee.

*** Tabella 3 – Allegato 5. Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura.

4.2.8 Considerazioni in tempo asciutto

Di sicuro interesse al fine di una corretta interpretazione dei dati di qualità delle acque durante gli eventi precipitativi, risulta essere una analisi su dati raccolti in tempo asciutto.

A tal fine, nelle prime fasi di questa sperimentazione, nel corso della giornata del 18 Aprile 2014, sono stati raccolti campioni acquosi nel T. Seveso e nel CSNO. Inoltre, tra i campioni raccolti durante i tre eventi precipitativi si sono identificati i campioni riconducibili a

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

condizioni di tempo asciutto, ovvero antecedenti l'evento precipitativo oppure prelevati dopo 6 ore dal termine dell'evento stesso. Questo valore è stato scelto sulla base del tempo di ritardo del bacino in oggetto stimato di circa 4 ore.

Come è possibile osservare in Tabella 11, le analisi condotte sui campioni raccolti il 18 Aprile mostrano valori del tutto simili tra Seveso e CSNO. Nonostante il prolungato periodo secco antecedente alla data di prelievo si rilevano concentrazioni di inquinanti/nutrienti addirittura superiori a quelle osservate durante gli eventi di pioggia.

Si osservano invece concentrazioni piuttosto basse dei parametri analizzati per il tempo asciutto identificato a valle del terzo evento precipitativo. Questi valori sono da imputarsi, oltre che alla diluizione operata dall'evento di pioggia, all'avvicinarsi di numerosi altri eventi precipitativi nel corso della stagione che hanno aumentato gli effetti di diluizione e dilavamento dell'intero bacino idrografico.





Tabella 11 – analisi delle acque in tempo asciutto

TEMPO ASCIUTTO	Seveso (18/4/2014)	CSNO (18/4/2014)	27/04/2014 12:30	30/06/2014 02:45	30/06/2014 03:45	30/06/2014 04:45	30/06/2014 05:45	30/06/2014 06:45
Q (m³/s)	-	-	4,09	-	-	-	-	-
SST (mg/l)	28,60	37,20	4,98	100,97	89,35	70,23	61,23	56,04
TP (µg/l)	1649,72	1738,60	943,62	480,21	426,28	372,35	372,35	344,38
TDP (µg/l)	1477,94	1502,90	913,66	232,53	214,55	244,51	206,56	224,54
P-PO4 (µg/l)	1358,81	1401,61	878,00	165,51	172,89	185,80	185,80	189,49
TN (mg/l)	11,20	10,42	3,94	4,78	3,67	3,71	3,78	3,80
TDN (mg/l)	9,54	9,22	3,89	3,00	3,29	3,60	3,67	3,40
N-NH4 (mg/l)	0,60	0,60	0,11	0,21	0,21	0,18	0,26	0,57
N-NO3 (mg/l)	-	-	3,78	2,80	3,08	3,43	3,41	2,84
BOD5 (mg/l)	-	-	15,00	2,10	2,70	3,20	2,70	4,30
COD (mg/l)	-	-	23,60	18,50	17,50	17,90	17,20	18,20
CrVI (µg/L)	-	-	-	6,93	4,80	4,20	5,41	2,98
Temp YSI (°C)	14,50	14,54	16,08	17,41	17,22	17,04	16,88	16,80
Cond YSI (µS/cm)25°C	1091,00	1045,00	601,00	229,00	242,50	256,50	267,00	278,50
DOsat YSI (%)	97,80	84,50	122,50	98,55	100,35	99,80	101,35	103,00
DO YSI (mg/l)	9,94	8,58	12,05	9,44	9,65	9,63	9,82	9,99
Depth YSI (m)	0,96	0,31	0,98	0,32	0,31	0,31	0,30	0,25
pH YSI	8,02	8,16	8,26	7,65	7,68	7,70	7,73	7,75
Orp YSI (mV)	248,70	197,50	274,15	420,45	419,65	418,45	416,70	415,55
Torbidità YSI (NTU)	18,60	11,60	3,65	129,40	98,00	78,95	65,10	54,05
NO3-Neq s::can (mg/l)	-	-	3,90	4,30	4,30	4,34	4,34	4,38
DOC eq s::can (mg/l)	-	-	1,66	7,10	7,22	7,34	7,50	7,53

4.2.9 Conclusioni

In tempo piovoso le onde di concentrazione manifestano punte in leggero anticipo (effetto first flush) rispetto alle onde di portata. Durante tali eventi i valori medi delle concentrazioni confermano in generale la qualità scadente delle acque che quindi non dovranno infiltrarsi verso la prima falda, con ciò confermando la necessità dell'impermeabilizzazione delle vasche come da progetto.

Tuttavia tali valori non appaiono preoccupanti per azoto, fosforo, BOD₅, COD e Cr(VI) ai fini

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

dell'ecosistema e del mantenimento del verde delle vasche, che anzi contribuirà all'assorbimento dei nutrienti.

Al contrario i SST e la torbidità delle acque denunciano presenza elevata di sedimenti trasportati dalle acque, peraltro con basse e non preoccupanti concentrazioni di metalli pesanti (Cr, Cu, Ni), come confermato anche dalle analisi sui sedimenti. Ne consegue la necessità di modalità di manutenzione atte a rimuovere periodicamente dalle aree verdi i sedimenti, peraltro classificabili, per quanto riguarda i metalli monitorati, in modo analogo ai suoli di tipo A destinabili ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

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

5. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Nel presente capitolo vengono descritti sinteticamente i principali elementi emersi dalle analisi geologiche, idrogeologiche e geotecniche condotte nell'ambito del presente progetto preliminare. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni A.2.3 “*Relazione geologica-idrogeologica*” e A.2.4 “*Relazione geologico-tecnica*” ed ai relativi allegati.

5.1 GEOMORFOLOGIA E STRUTTURA GEOLOGICA

In ampio la zona di intervento è localizzata nell'alta pianura Milanese – Brianzola, presso il confine con la Provincia di Como.

L'area, in ampio, è costituita interamente da depositi sedimentari di origine fluvioglaciale e fluviale, depositati durante il Quaternario, caratterizzato da periodi glaciali ed interglaciali, con le differenti dinamiche di erosione, smantellamento, trasporto e deposizione.

L'area è caratterizzata da una serie di terrazzamenti, orientati circa nord-sud / nord-ovest – sud-est che, nelle distinzioni classiche, erano attribuiti alla varie fasi glaciali (Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm) ed interglaciali, con relativi fenomeni erosivi e deposizionali, che si sono susseguiti nel quaternario.

Dal punto di vista morfologico, l'elemento caratterizzante è rappresentato dal torrente Seveso, che attraversa il territorio comunale in direzione NW-SE e che scorre all'interno di una valle ben incisa ed evidente, circondata, lateralmente da una serie di terrazzamenti che progressivamente rialzano la quota del terreno.

La valle attuale è un'eredità di quella attraversata dagli scaricatori fluviali e fluvioglaciali, connessi alle variazioni climatiche che hanno interessato il territorio, ed è caratterizzata da una serie di successivi fenomeni di erosione e riempimento alluvionale, progressivamente meno intensi.

Nello specifico la struttura morfologica del territorio di Lentate è caratterizzata da quattro ordini di terrazzi fluviali / fluvioglaciali, con andamento parallelo a quello del torrente Seveso; gli stessi sono separati da orli di terrazzo generalmente ancora ben evidenti.

La valle fluviale risulta profondamente incassata rispetto alle aree terrazzate circostanti, anche per una profondità di 10-30 metri.

La zona di intervento è caratterizzata dalla presenza sia del fondovalle attuale che dal primo terrazzo recente, che è rialzato da 1-2 metri fino a circa 6 metri dalla piana attuale.

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

Localmente il limite tra le due strutture morfologiche risulta quasi assente ed il primo terrazzo tende blandamente a confluire nel fondovalle.

L'unità geologica più antica costituisce le porzioni più elevate rispetto alla pianura.

Il torrente Seveso è l'elemento idrologico principale: il suo corso è, come detto, fortemente incassato, ma anche spesso artificiale per l'intensa urbanizzazione delle aree.

Le aree terrazzate laterali non hanno sviluppato un sistema di drenaggio consolidato ed il reticolo idrografico minore è praticamente assente.

La zona in cui è prevista la realizzazione di un'area di laminazione di tipo golenale è ubicata nei pressi dell'abitato principale di Lentate, nella porzione settentrionale del territorio Comunale, in sponda idrografica destra del fiume Seveso.

L'area è allungata in senso nord - sud ed è delimitata, oltre che dal fiume Seveso, dal rilevato ferroviario della linea Milano – Como – Chiasso.

Le quote attuali del terreno variano da 229 a 224 m s.m., degradanti verso sud.

Per quanto riguarda la vasca di laminazione, la stessa è localizzata nei pressi della località di Camnago, in sponda idrografica sinistra del fiume Seveso, oltre la linea ferroviaria.

Le quote dell'area di intervento variano tra 221 m s.m., nei pressi della linea ferroviaria, e 223-224 m s.m., nella porzione terminale nord-est dell'area di intervento, con una leggera scarpata che tende ad azzerarsi verso nord; la stessa separa la piana alluvionale dal primo terrazzamento.

Il terreno sale poi rapidamente verso nord-est, con una serie di scarpate e gradini morfologici successivi, fino a guadagnare la quota di 243-245 m s.m.

Verso sud – sud-ovest, direzione in cui si allungano i terrazzi, le quote digradano blandamente.

L'area di intervento è attualmente verde - agricola.

Immediatamente a sud / sud-est sono presenti aree interessate in passato da attività estrattive di sabbia e ghiaia.

Alcune porzioni si presentano degradate e sono state oggetto di parziali interventi di riempimento con materiali di varia natura (come avviene usualmente per questi ambiti, anche con attività autorizzate di discariche di rifiuti metallici).

Alcune aree sono ancora in totale abbandono ed altre sono attualmente adibite ad attività di recupero inerti, con impianti di lavorazione regolarmente autorizzati.

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

L'area di intervento, in cui verrà realizzata l'area di laminazione in scavo interessa sia il Sintema del Po che il Supersintema di Laghi - Sintema di Cantù – Subsintema della Cà Morta. L'area in cui verrà realizzata l'area di laminazione golenale è allungata lungo la piana alluvionale fluviale del Seveso ed interessa direttamente solo il Sintema del Po.

Sintema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene)

L'Unità è costituita da ghiaie da medie a grossolane, a supporto di matrice sabbiosa o di clasti, localmente passanti a limi argillosi, privi di alterazione superficiale.

Localmente è presente una struttura gradata e/o embricata del deposito.

I clasti sono di natura poligenica, arrotondati, con dimensione variabile da 1 cm fino ad 1 metro, con valori medi di circa 10 cm.

Si tratta dei depositi alluvionali che costituiscono la piana attuale del Fiume Seveso.

Tali depositi costituiscono la porzione allungata verso il torrente dell'area di intervento, con una quota media variabile da circa 229 m s.m. nella zona nord, fino a circa 221 m s.m. nell'area della vasca di laminazione.

Supersintema dei Laghi – Sintema di Cantù – Subsintema della Ca' Morta (LCN3 – Pleistocene superiore)

L'unità, più antica della precedente, rappresenta l'espansione glaciale più recente (Wurm) ed è caratterizzata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive e grossolane, poligeniche, a supporto di clasti o con matrice limoso sabbiosa.

I clasti sono arrotondati, con diametro massimo di 50-60 cm e diametro medio di circa 5 cm.

Il profilo di alterazione è poco evoluto o localmente assente e non ha mai uno spessore superiore a 1,5 – 2 metri.

L'unità affiora sui primi terrazzi rialzati rispetto alla piana del Seveso ed è stata oggetto di intensa attività estrattiva di sabbia e ghiaia nei pressi dell'area di intervento.

L'unità costituisce la porzione NW dell'area interessata dalla vasca, anche se il terrazzo di separazione con i depositi di fondovalle è molto contenuto e/o assente.

Tutti gli ambiti di intervento sono quindi caratterizzati dalla presenza di depositi a prevalente natura ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa, di origine fluviale e fluvioglaciale, privi o con limitato spessore di alterazione superficiale.

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

Al fine di definire in maniera puntuale le caratteristiche del sottosuolo, la variabilità verticale ed orizzontale e la continuità dei diversi livelli nella zona interessata dalla realizzazione della vasca di laminazione è possibile fare riferimento ai dati di sottosuolo disponibili.

Nello specifico è possibile utilizzare il sondaggio geognostico effettuato dalla Ditta Eurogeo di Paderno Dugnano nel mese di ottobre 2014 su incarico degli Scriventi, nonché i due sondaggi ed i cinque saggi con escavatore realizzati dalla Ditta Geolambda, su incarico di AIPO, nell'agosto 2015.

I tre sondaggi effettuati hanno rinvenuto una situazione sufficientemente omogenea lungo tutto l'area di intervento.

E' quindi possibile, nel presente paragrafo ed ai fini di un inquadramento geologico del sottosuolo, riferirsi semplicemente al sondaggio S0, ubicato nella zona di passaggio tra il terranno alluvionale inferiore e quello superiore.

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 27 metri dal p.c. ed è stato utilizzato per una serie di prove SPT in avanzamento.

Il terreno superficiale è sabbioso con limo e presenta uno spessore di circa 1 metro.

Al di sotto e fino alla massima profondità investigata, la situazione risulta omogenea, con netta dominanza di ghiaie eterometriche, medie e medio fini, con ciottoli fino a 8-10 cm, e clasti poligenici, da arrotondati a subarrotondati.

Il supporto varia da clastico a matrice, con sabbie medio grossolane, localmente limose, con colore grigio verdastro. In avanzamento non sono state rinvenute anomalie e/o criticità particolari ed i terreni hanno evidenziato un buon grado di addensamento, in aumento con la profondità.

La situazione sopra descritta, con una netta dominanza di ghiaie, con ciottoli da centimetrici a decimetrici, con una matrice sabbiosa, localmente limosa, è confermata anche dagli altri due sondaggi e fino alla profondità massima di 35 metri dal p.c..

La situazione geologica e stratigrafica sopra descritta, con netta dominanza di ghiaia a ciottoli da centimetrici a decimetrici in matrice sabbiosa-limosa, è ipotizzabile anche nella zona interessata della realizzazione dell'area di laminazione golenale.

Tale area è infatti ubicata nella piana alluvionale recente del Seveso ed i depositi geologici presenti (attribuiti al Sintema del Po) sono gli stessi rinvenuti nel terrazzo inferiore dell'area della vasca di laminazione.

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

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geologica – idrogeologica (elaborato A.3.3 del progetto preliminare).

5.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA ED IMPATTO DELLE OPERE

Nel territorio del Milanese - Brianzolo, in ampio, sono storicamente e tradizionalmente conosciute e riconosciute le seguenti strutture idrogeologiche fondamentali:

- *acquifero "tradizionale"* che ospita falde da libere a semiconfinare procedendo da nord verso sud. Tale acquifero è normalmente captato dai pozzi. Lo stesso è alimentato da piogge, irrigazioni, dalla ricarica da monte o da infiltrazioni dall'alto. Al suo interno vengono distinte due unità idrogeologiche: I e II acquifero.

- *Acquifero profondo*, multistrato e separato dai soprastanti, con falde in pressione. Lo stesso è alimentato dalle zone di ricarica verso monte o dalle zone di interruzione degli strati impermeabili (denominato anche III acquifero).

Tale suddivisione classica è stata rivista nel 2002 a seguito dello studio congiunto Regione Lombardia – Eni – Agip, sulla base di una maggiore e migliore conoscenza litostratigrafia del sottosuolo. Sono state distinti i seguenti gruppi:





- *Gruppo acquifero A*: corrisponde alla porzione più superficiale dell'acquifero tradizionale, libero, fortemente sfruttato e quasi sempre inquinato. Prevalgono al suo interno le granulometria più grossolane. Coincide, circa, con il I acquifero.

- *Gruppo acquifero B*: è presente al di sotto dell'acquifero A e corrisponde alla porzione più profonda dell'acquifero tradizionale; la falda in questo acquifero è più protetta ed è localmente semi-confinata. Prevalgono i sedimenti grossolani. La sua base coincide, con buona approssimazione, con quella del II acquifero.

- *Gruppo acquifero C*: è costituito in prevalenza da argille limose e sabbie, sede di falde multistrato, protette e generalmente in pressione. Questo gruppo è correlabile alla porzione superiore dell'acquifero profondo.

Per quanto riguarda l'andamento complessivo della superficie della falda freatica, è possibile fare riferimento alle analisi ed ai dati della Provincia di Milano riferiti al marzo 2010 (fino a tale periodo il SIT della Provincia di Milano elaborava anche i dati dei Comuni di Monza e Brianza).

L'andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è di tipo radiale,

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

debolmente convergente con quote comprese, nel territorio Comunale di Lentate, tra 180 e 220 m s.m..

Le direzioni di deflusso idrico variano tra NNE-SSW nelle zone occidentali, fino a NESW.

Il gradiente idraulico varia da un massimo di 1,1 – 1,3 % nella zona nord-orientale, fino ad un valore di 0,5 a 0,3 %, che è il dato caratteristico per quasi tutta l'alta pianura.

Nella zona di interesse per la realizzazione della vasca di laminazione la quota piezometrica al marzo 2010 è di circa 195 m s.m..

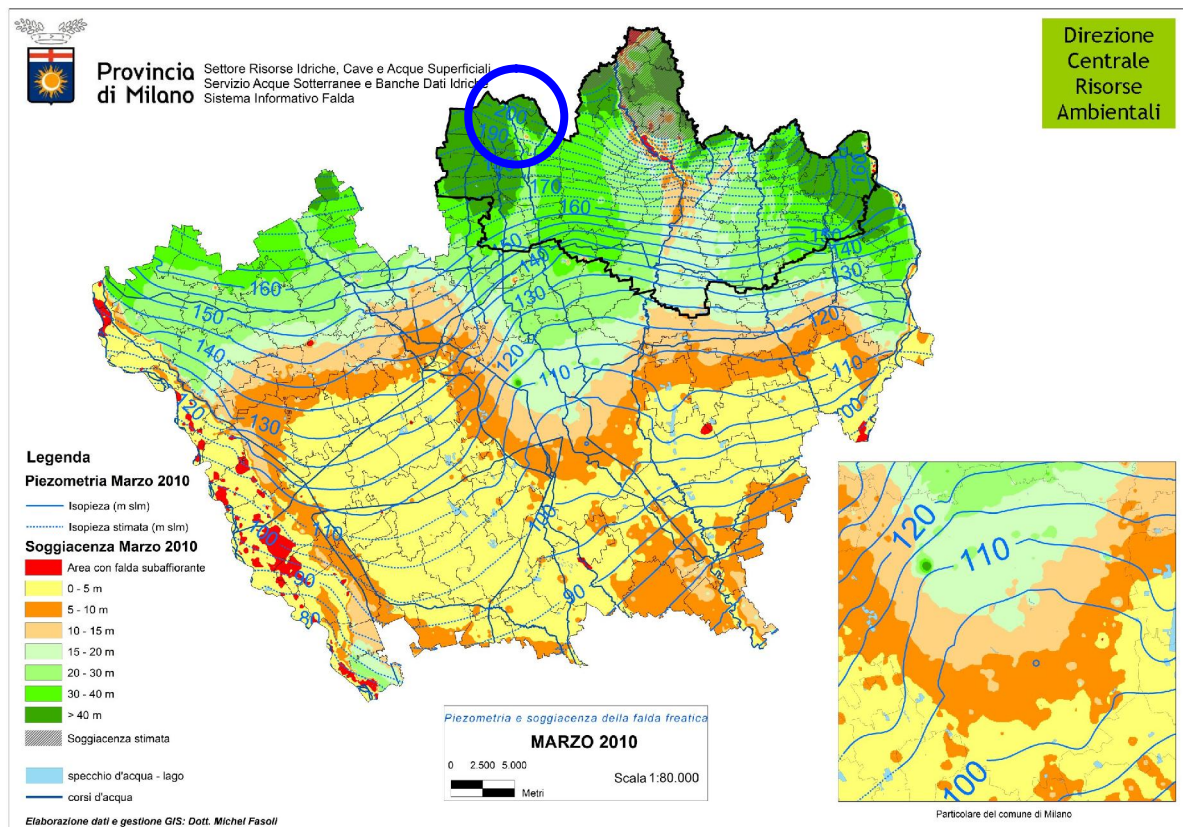


Figura 45 – Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010 (fonte: Prov. di Milano)

Valutazioni idrogeologiche analoghe sono contenute nello studio geologico del Comune di Lentate, i cui dati fanno riferimento ad una specifica campagna di misure del giugno 2009; gli stessi dati sono stati ripresi nella carta idrogeologica allegata al presente progetto (vedi elaborato D.2.2).

L'immagine seguente, tratta dal SIF della Provincia di Milano, visualizza la piezometria della I falda e la soggiacenza nell'area della vasca, alla data del marzo 2010, e indica anche, come raffronto, gli anni 2009 e 2007.

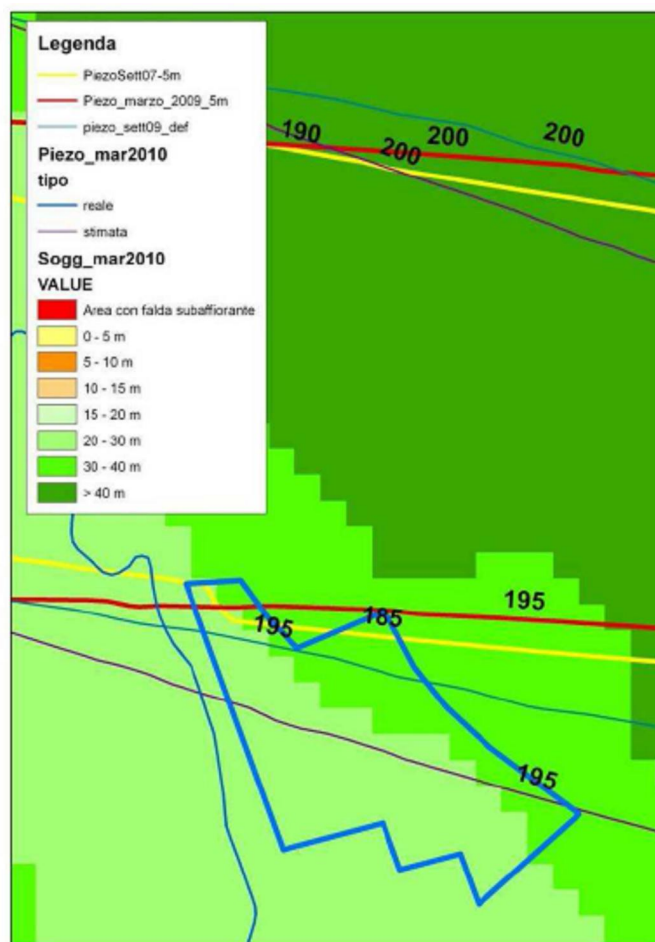


Figura 46 – Stralcio di dettaglio della carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010, in raffronto al settembre 2007 ed al marzo 2009 (fonte: Prov. di Milano)

La carta conferma le indicazioni di cui sopra con una quota piezometrica della I falda di circa 195 m s.m. nei pressi della vasca.

Dalla carta emerge però un altro dato molto interessante: si osserva che la piezometrica del settembre 2007 è di circa 10 metri più bassa (185 m s.m.).

Le oscillazioni della superficie piezometrica possono quindi subire variazioni molto importanti nel tempo ed è quindi necessario fare alcune considerazioni su questo aspetto specifico, che riveste grande importanza per il progetto.

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

Le valutazioni seguenti si riferiscono ad una serie di analisi, disponibili su una serie di documenti pubblici, relative in generale a tutta l'alta pianura Milanese – Brianzola, basata su monitoraggi di lunga e lunghissima data, su pozzi e piezometri.

La superficie piezometrica evidenzia variazioni sia a carattere stagionale che con trend di lungo periodo.

Per quanto riguarda le variazioni stagionali, che possono raggiungere anche alcuni metri di escursione, sono generalmente caratterizzate da massimi nel periodo irriguo e da minimi invernali.

Le variazioni di lungo periodo sono connesse prevalentemente alle condizioni meteorologiche, ma anche all'entità dei prelievi per lo sfruttamento della falda.

Le curve dei pozzi dell'alta pianura evidenziano, generalmente, un periodo di minima soggiacenza della falda tra il 1978 ed il 1980, connesso alle abbondanti precipitazioni del periodo 1976-1977.

A questo periodo sono seguite fasi di abbassamento importante (inizio degli anni '90 e periodo 2000-2001), alternate a fasi di oscillazione e risalita.

Un importante periodo di abbassamento si è registrato tra il 2006 ed il 2007, seguito poi da una importante fase di risalita della falda, con alcuni periodi di stazionarietà.

Tra la parte finale del 2010 ed il 2012 la falda ha subito, generalmente, un nuovo brusco innalzamento e si è riportata su valori analoghi ai massimi del periodo 1978-1980.

Infine tra la fine del 2013 e la metà del 2014 il livello si è ulteriormente rialzato, portando la falda a raggiungere valori di massima risalita, mai registrati in precedenza.

In relazione alla problematica della realizzazione delle vasche, sulla scorta dei dati al 2010 (che indicano una piezometrica a quota 195 m s.m.) vi sarebbe un franco di circa 6-7 metri dal fondo della vasca.

E' però da considerare che la falda, dopo tale data, ha subito ulteriori innalzamenti anche significativi nell'alta pianura (anche superiori a 5 metri).

Le misure effettuate nel piezometro recentemente realizzato hanno confermato questa situazione. Nell'agosto 2015 è stata misurata una soggiacenza della falda, nella zona immediatamente a nord della vasca (piezometro S1 – vedi tavola D.2.3) di circa 21 metri da p.c.

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

La quota piezometrica assoluta raggiunti sarebbe dell'ordine di 200,00-200,50 m s.m. nella zona nord della vasca e di circa 199,00 nella porzione mediana della stessa, per poi abbassarsi ulteriormente verso sud / sud-ovest.

Si rammenta che il fondo finito della vasca, nella porzione centrale più depressa, è a quota 201,80 m s.m.

Questa situazione porta a puntualizzare che la profondità della falda e le oscillazioni della stessa vanno verificate sempre in tempi limitati e che quindi sarà un aspetto da valutare con attenzione nei prossimi gradi progettuali.

5.3 POZZI AD USO POTABILE E QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La Carta Piezometrica allegata al presente progetto visualizza la distribuzione dei pozzi ad uso potabile dei Comuni di Lentate sul Seveso, Barlassina e Meda, in relazione alla localizzazione delle vasche ed alla direzione di flusso della falda.

La cartografia, oltre a confermare le valutazioni sopra effettuate sull'andamento della superficie piezometrica, evidenzia chiaramente i seguenti elementi:

- la zona di intervento è esterna alle fasce di rispetto dei pozzi utilizzati a scopo idropotabile (fascia di rispetto disegnata come indicata negli studi geologici di supporto alla pianificazione comunale);
- i pozzi del Comune di Lentate sul Seveso sono tutti localizzati a monte o lateralmente all'area di intervento rispetto alla direzione di deflusso della falda. Il pozzo più vicino è il cod. 3, ubicato ad oltre 750 metri di distanza verso monte;
- i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento sono i pozzi cod. 1-2-3 e 13 del Comune di Barlassina, che risultano localizzati ad oltre 1,5 km dall'area di intervento, verso sud-sud-ovest;
- nei pressi della zona di intervento esistono una serie di aree che possono rappresentare delle criticità relativamente all'infiltrazione di potenziali contaminanti nel sottosuolo (ex aree di cava riempite con materiali di varia natura, ex cava dismesse, aree degradate, aree oggetto di interventi di bonifica ambientale).

La classificazione dello stato delle acque sotterranee può essere valutata in base alla seguente tabella (D. Lgs. 156/02):

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

L'eventuale presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori ai limiti di legge determina una classificazione automatica in classe 4.

Le acque dell'acquifero superiore presentano le seguenti caratteristiche:

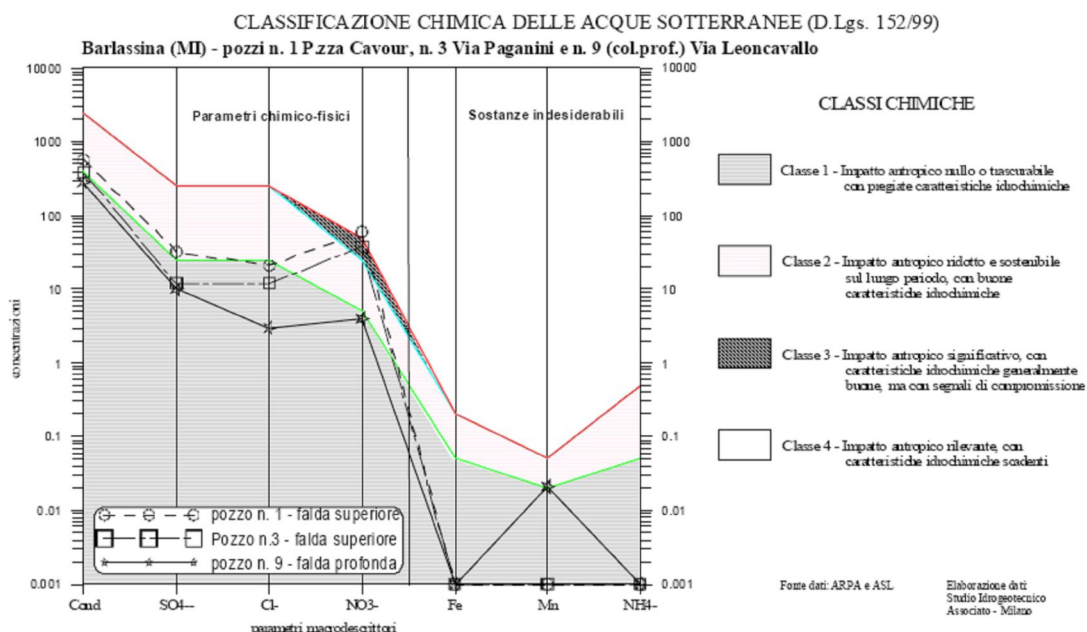


Figura 47 – Classificazione chimica delle acque sotterranee (D.Lgs. 152/06) dei pozzi potabili di Barlassina in acquifero superiore (fonte: Componente geologica del PGT – dr: Efrem Ghezzi)

Il grafico mostra che, relativamente allo stato chimico, il pozzo 3 ricade in classe 3 – *impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione* mentre il pozzo 1 ricade in classe 4 – *impatto antropico rilevante – caratteristiche idrochimiche scadenti*.

I parametri che condizionano tale classificazione sono: la conducibilità, i nitrati, i cloruri ed i solfati presenti.

La compromissione dello stato qualitativo dell'acquifero superiore dipende fondamentalmente dalla presenza in falda di nitrati, con concentrazioni anche oltre il limite della C.M.A.

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

La presenza di elevate concentrazioni sono indice di uno stato di contaminazione importante di origine agricolo-civile.

Queste valutazioni sulla situazione molto delicata / critica della qualità delle acque della prima falda sono integralmente confermate anche dallo studio di ARPA della Provincia di Monza Brianza del 2012, con valori dell'indice SCAS di classe 4 dal 2010 al 2012 sia per i nitrati che per il tricloroetilene.

In relazione alla qualità delle acque, nonostante le considerazioni di cui sopra sulla qualità delle acque sotterranee, ai fini di garantire comunque la massima tutela delle stesse, le vasche di laminazione, stante l'esigua distanza dalla falda stessa e la permeabilità dei terreni interessati, saranno integralmente impermeabilizzate con un telo di bentonite per tutto il loro sviluppo.

Non sono quindi prevedibili interazioni negative sullo stato delle falda.

5.4 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

La vasca di laminazione sarà completamente impermeabilizzata per garantire una separazione totale tra le acque invase e quelle della falda.

Resta comunque fondamentale garantire al massimo la tutela delle acque sotterranee ed a tal fine è stato progettato un apposito sistema di controllo e monitoraggio della falda, da realizzare con i lavori delle vasche.





Per il controllo qualitativo – quantitativo della falda è stato previsto un sistema di piezometri di controllo, disposti monte - valle (secondo la direzione di deflusso della falda) rispetto alle vasche.

Nello specifico sono stati previsti quattro piezometri: due a monte e due a valle al fine di garantire il monitoraggio sia dell'acquifero superiore (acquiferi A+B) che di quello profondo (acquifero C).

Nella zona di intervento la separazione tra i due acquiferi è netta, ma come massima tutela si è ritenuto opportuno prevedere il controllo di entrambi.

Per un livello massimo di controlli, stante l'importanza delle acque sotterranee, si è deciso di monitorare entrambi gli acquiferi separatamente:

- i due piezometri nell'acquifero superiore hanno una profondità indicativa di 40 metri ed interesseranno l'acquifero superiore libero. Saranno fenestrati da – 20 m (quota di fondo della

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

vasche) fino a fondo foro;

- i due piezometri di controllo dell'acquifero profondo avranno una profondità indicativa di 70 metri da p.c. Saranno interamente cementati ad isolati fino a circa 50-55 metri da p.c. (e comunque fino al massimo spessore del livello di argilla). Al di sotto saranno interamente fenestrati per poter monitorare l'acqua dell'acquifero confinato.

Tutti i piezometri avranno un diametro minimo di 4", per consentire i campionamenti ambientali, saranno quotati, dotati di specifica targhetta e sigillati con appositi pozzetti con boccapozzi, dotati di lucchetto e chiave.

Il sistema di piezometri verrà utilizzato per il monitoraggio cadenzato dei livelli della falda e dei principali parametri chimico fisici, per la verifica dello stato delle acque.

Per le attività di monitoraggio da porre in essere è possibile utilizzare come riferimento iniziale le Linee Guida della Provincia di Milano per il Monitoraggio della falda per le attività di cava, integrate e modificate secondo le indicazioni fornite dagli Enti nella fase della Pronuncia di Compatibilità ambientale per la vicina ed analoga vasca di Senago e precisamente:

Monitoraggio quantitativo (livelli di falda):

- cadenza almeno mensile;

Monitoraggio qualitativo:

- campionamento giornaliero o bi-giornaliero durante i primi tre eventi che coinvolgono la vasca;

- campionamento con cadenza almeno mensile per il primo anno;

- n° 3 campionamenti all'anno per gli anni successivi al primo.

Parametri da ricercare:

- Analisi: TOC, ossidabilità, torbidità, durezza, calcio, cloruri, solfati, ammoniaca, nitrati, nitriti, metalli (Hg, As, Cd, Cr tot., Cr VI, Fe, Ni, Pb, Cu, Mn, Zn), tensioattivi anionici e non ionici, idrocarburi totali con n-esano, composti organoalogenati, BTEX, parametri microbiologici (californi, Escherichia Coli, enterococchi);

- Misure in campo: temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, pH, potenziale redox.

Eventuali inquinanti specifici potranno essere aggiunti in base ai risultati delle analisi sulle acque superficiali del fiume Seveso, in relazione ai principali potenziali inquinanti rinvenuti.

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

Questo standard di analisi potrebbe essere utilizzato per lo stato di fatto e per le fasi iniziali di funzionamento della vasca, salvo modificarlo, aggiornarlo ed integrarlo in base ai risultati dei monitoraggi stessi (diversa distribuzione dei campionamenti, analisi da eseguire, ecc.).

Nelle fasi di cantiere i monitoraggi potranno essere infittiti, sia per le oscillazioni della falda che per le caratteristiche della stessa.

Il piano dei controlli e dei monitoraggi andrà comunque discusso e concordato con gli Enti preposti a questo tipo di verifiche e controlli.

Anche il posizionamento di eventuali sonde di misura in continuo potrà essere definito con gli Enti, a seguito dei primi riscontri analitici, per individuare i parametri di maggiore sensibilità (sia nelle acque sotterranee che in quelle potenzialmente accumulate all'interno delle vasche).

Le opere di monitoraggio previste devono comunque essere realizzate nelle fasi iniziali dell'intervento, al fine di consentire una verifica dello stato dei luoghi pre-intervento (che costituisce una sorta di "bianco" della situazione in essere), i controlli durante lo sviluppo del cantiere ed infine un monitoraggio del funzionamento delle opere nel tempo.

5.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE ESEGUITE

Al fine di acquisire dati diretti sulle caratteristiche del sottosuolo delle aree interessate dalle opere e di un loro significativo intorno è stato predisposto e realizzato un programma di indagini geologiche.

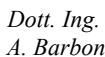


Un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, fino alla profondità di 27 metri con prove SPT in foro, era stato effettuato dagli Scriventi durante la fase di gara nell'ottobre 2014.

Successivamente, al fine di acquisire dati diretti delle caratteristiche del sottosuolo delle aree interessate dalle opere e di un loro significativo intorno, ai fini della stesura del presente progetto preliminare, è stato predisposto e realizzato un programma di indagini geologiche relativamente all'area della vasca di laminazione.

Lo stesso è stato progettato dagli Scriventi ed appaltato da AIPO alla soc. Geolambda Engineering s.r.l. di Codogno (LO), specializzata nel settore.

Le indagini sono state effettuate nel mese di agosto ed al momento della stesura della presente relazione non sono disponibili i risultati delle analisi di laboratorio sui campioni di terreno, relativamente agli aspetti geotecnici, merceologici e sulla qualità ambientale.

Le indagini su cui si basano le presenti valutazioni sono le seguenti:

A.T.P.:			Consulenti:		
					
					

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo, ad una profondità tra 27 e 35 m dal p.c.;
- allestimento di n° 1 piezometro, nel sondaggio S1 fino alla profondità di 35 m. da p.c., per la verifica dei livelli di falda;
- n° 22 prove penetrometriche SPT nei fori di sondaggio in avanzamento;
- n° 5 prove di permeabilità in foro in avanzamento di tipo Lefranc;
- n° 8 prove penetrometriche dinamiche fino alla profondità di 6,9 m. da p.c.;
- n° 5 saggi con escavatore fino alla profondità di 4 metri dal p.c. per la verifica dei terreni del primo sottosuolo;
- n° 1 stendimento sismico di tipo MASW.

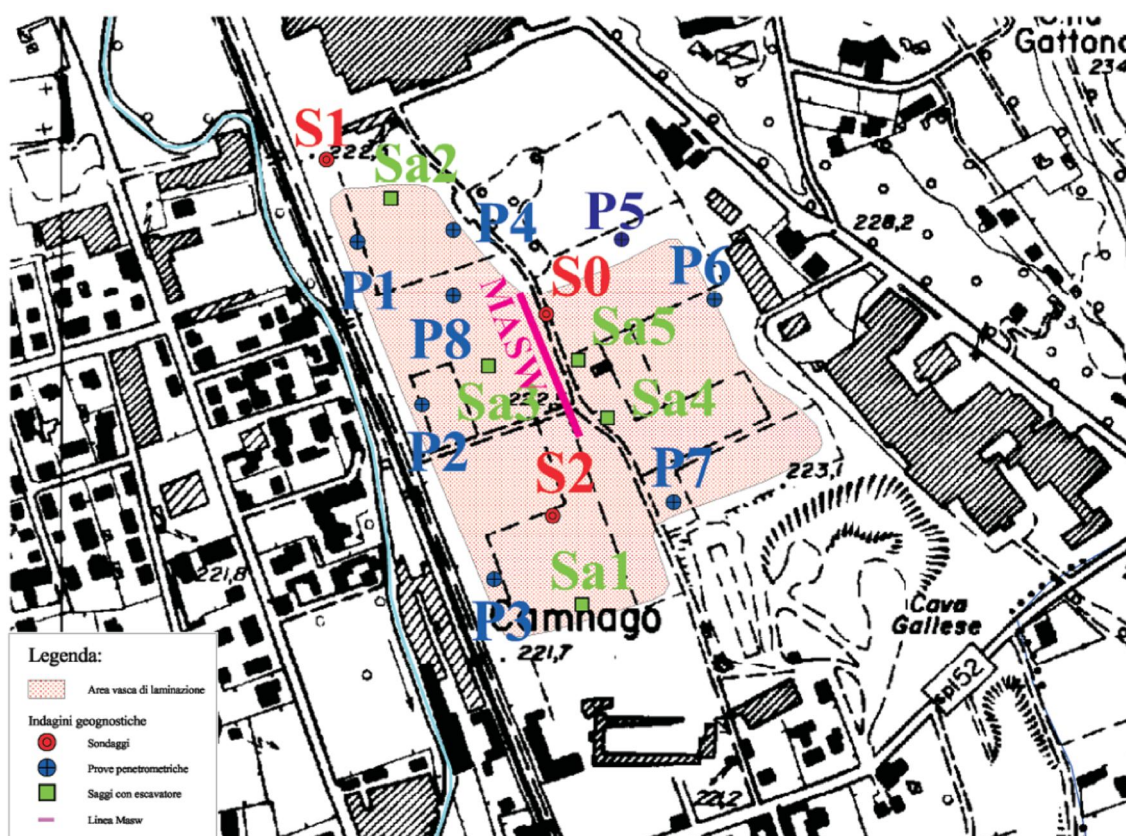


Figura 48 – Ubicazione delle indagini effettuate

Il progetto delle indagini prevedeva un ulteriore sondaggio ed una serie di stendimenti geofisici di tipo elettrico sul terrazzamento superiore, che costituisce la propaggine nord-est del corpo di vasca, al fine di investigare i terreni posti in contiguità con una ex area di cava e di discarica di rifiuti metallici, ora utilizzata come impianto di trattamento inerti.

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

Tali indagini non sono state eseguite, stante l'impossibilità di accedere alle aree.

Le stesse, a parere degli Scriventi, dovranno essere completate, ed eventualmente integrate con ulteriori indagini ove ritenute necessarie, a supporto dei successivi gradi di progettazione, al fine di completare le valutazioni su tutti i terreni interessati dalle opere.

Ulteriori approfondimenti geognostici saranno opportuni anche nella zona di realizzazione dell'area di laminazione golenale, che allo stato attuale non è stata oggetto di alcuna indagine specifica.

I risultati delle indagini sono riportate nella relazione A-3-4 *“Relazione geologico-tecnica”*

5.6 ANALISI SISMICA LOCALE

Il Comune di Lentate sul Seveso antecedentemente al 2003 non era classificato come comune “sismico”.

Le successive revisioni operate dalla recente O.P.C.M. 3274, hanno classificato il territorio comunale come **Zona Sismica 4**, quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa.

Il D.M. 14 gennaio 2008 prevede che la valutazione della pericolosità sismica venga definita attraverso un approccio “sito dipendente”, e non più con un criterio “zona dipendente”.

In prima battuta è assolutamente fondamentale identificare i possibili scenari di pericolosità sismica locale.

A tale scopo si è fatto riferimento allo studio effettuato dal dr. Geol. Ghezzi nel 2010 (agg. 2012) per il PGT di Lentate sul Seveso.

Gli studi geologici escludono, per l'area specifica, la presenza di altri possibili elementi di criticità.

Nel caso specifico è quindi possibile escludere scenari di pericolosità sismica locale e/o di amplificazione sismica.

L'altro aspetto di grande importanza, relativamente alla pericolosità sismica, è quello dell'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento della nostra zona.

Il N.T.C. prevede, infatti, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'effetto della risposta locale, cioè delle modificazioni che subisce l'azione sismica nel passaggio dal substrato rigido alla superficie del sito.

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

Per questo tipo di valutazione la norma prevede un approccio di tipo semplificato che si basa proprio sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento.

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008) il sito in esame rientra quindi nella **categoria di suolo C** corrispondenti a - : *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fine)”*.

5.7 MODELLO GEOLOGICO TECNICO DELL'AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE

I principali elementi sono di seguito indicati:

- L'intera area di intervento è caratterizzata dalla presenza di un'unica Unità geologica: il Sintema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene). L'Unità contiene tutti i depositi alluvionali recenti del fiume Seveso e costituisce l'intero fondovalle attuale.
- L'unità è costituita, dal punto di vista litologico, da ghiaie da medie a grossolane e sabbie, con possibile locale presenza di limi sabbiosi. Le caratteristiche litologiche puntuali dipendono dalle condizioni di energia del flusso delle acque del torrente Seveso. Non sono comunque state rilevate aree paludose e/o torbose.
- Il grado di addensamento dei depositi è variabile: generalmente è mediocre in superficie ed aumenta con la profondità.
- La porzione superficiale di alterazione, in base ai dati disponibili anche in altre aree lungo il Seveso, è pressoché assente o limitata ad alcuni decimetri di terreno coltivo, a maggiore componente limosa.

Le opere di progetto, che hanno carattere assolutamente superficiale (rilevato arginale fuori terra e riprofilature del terreno dell'ordine massimo di qualche metro), non presentano interferenze di sorta con l'assetto idrogeologico sotterraneo.

In via cautelativa ai primi 4-5 metri di spessore dei terreni (tolto, chiaramente, il coltivo e gli eventuali riporti antropici) è possibile attribuire le seguenti caratteristiche cautelative:

- peso di volume: 18-19 KN/mc
- densità relativa: 25-35 %
- angolo di attrito: 28°

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

- coesione 0

5.8 MODELLO GEOLOGICO TECNICO DELL'AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO

Livello 0

E' costituito dalla porzione più superficiale, per uno spessore variabile tra 0,00 e circa 1,00 metri.

Dal punto di vista litologico si tratta di sabbie medio fini, con limi.

Tali terreni, per le scarse caratteristiche e l'eterogeneità, devono essere rimossi per l'appoggio di eventuali strutture.

Livello 1

E' costituito dai depositi attribuiti sia al Sintema del Po che al Subsintema della Ca' Morta, che costituiscono tutta la zona di intervento ed un significativo intorno, almeno fino alla massima profondità investigata (35 metri da p.c.).

Tale profondità è ampiamente superiore a quella interessata dalla opere, dell'ordine massimo di circa 22-23 metri.

Questi terreni presentano alcune caratteristiche comuni lungo tutto la verticale investigata e precisamente:

- litologia: ghiaie eteroetriche, poligeniche, con ciottoli da arrotondati a subarrotondati, con sabbia medio-grossa, limosa grigio-verdastro
- permeabilità: da elevata (depositi fluvioglaciali) a molto elevata (depositi fluviali)
- classe di sottosuolo NTC = categoria di suolo C

Al fine di valutare le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni lungo la verticale è possibile fare riferimento a tutti i dati disponibili, con particolare attenzione ai sondaggi ed alle prove SPT in avanzamento.

In relazione a quanto sopra, utilizzando come riferimento i dati del sondaggio S0 ubicato nella porzione mediana dell'area di intervento, è possibile sommariamente dividere questi terreni in due differenti porzioni:

Livello 1A

Rappresenta la porzione superiore, che si presenta comunque da moderatamente a ben addensata (anche le prove penetrometriche pesanti sono andate a rigetto nei primissimi metri e dove sono giunte fino a 5-6 metri di profondità i valori di avanzamento erano già molto alti).

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

Questo livello, facendo riferimento alla stratigrafia al sondaggio S0, è stato rinvenuto fino ad una profondità massima di circa 10 metri da p.c..

Negli altri sondaggi lo spessore è minore, ma in via cautelativa si mantiene la situazione più gravosa.

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

- peso di volume: 19 KN/mc
- densità relativa: 50-70 %
- Nspt 50
- angolo di attrito: 31°-33° (valori cautelativi, in relazione ad Nspt alla sola quota di 3 metri da p.c. ed attribuito a tutto il livello)
- coesione 0

Livello 1B

Rappresenta la porzione più profonda, presente al di sotto del livello 1A e fino alla massima profondità investigata.

Le caratteristiche di resistenza aumentano con la profondità e tutti i valori indicano un livelli di addensamento da buono a molto buono.

Le prove SPT sono spesso a rigetto.

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

- peso di volume: 19-20 KN/mc
- densità relativa: > 60 % fino al 100%
- Nspt tutti a rigetto
- angolo di attrito: > 35° (valore cautelativo – i valori di SPT sono spesso a rigetto o comunque molto alti, con angoli di attrito anche > 38°)
- coesione 0

Falda

I terreni del livello 1 sono sede dell'acquifero superiore, freatico, con una direzione di flusso circa NNE-SSW. La quota piezometrica, al marzo 2010, di circa 195 m s.m.

Rispetto ai dati sopra riportati vi è da considerare che la falda, dopo tale data, ha subito ulteriori innalzamenti anche significativi nell'alta pianura (anche superiori a 5 metri) e non è possibile fare previsioni per il futuro.

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

Infatti, a seguito della realizzazione del piezometro S1 nell'agosto 2015 è stato rilevato che l'attuale livello della falda, stante gli innalzamenti degli ultimi anni, è di circa 199-200 m s.m. (per maggiori dettagli sull'assetto idrogeologico dell'area è possibile fare riferimento alla relazione geologica ed idrogeologica).

Il fondo della vasca nella porzione più profonda è pari a 201,80 m s.m..

Diviene quindi necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso di una imponente risalita della falda.

Si è quindi ritenuto, progettualmente, di prevedere l'impermeabilizzazione delle vasche per impedire la percolazione, e più in generale il contatto, tra acque invase del fiume Seveso (che presentano caratteristiche qualitative scadenti), con quelle della prima falda.

Contestualmente il progetto prevede la realizzazione di un sistema che consente l'afflusso dell'acqua di falda nella vasca per gravità, in caso di innalzamento della stessa, onde evitare problemi di sottospinte sulle opere di impermeabilizzazione.

Il sistema è però monodirezionale e consente l'afflusso in vasca delle acque di falda, ma non l'immissione nel suolo di quelle invase, e questa scelta rappresenta la massima garanzia per la tutela delle acque sotterranee.

Per quanto riguarda le fasi operative, in caso di un ulteriore contenuto innalzamento della falda si potrebbe verificare un interessamento limitato, per una fase transitoria e contenuta del cantiere stesso, nella zona di fondo vasca.





Il fondo è previsto a quota 201,80 nella zona maggiormente depressa ed in questa porzione è previsto un "pacchetto di appesantimento" di terra e roccia di 1,5 metri complessivi.

La quota del fondo scavo è quindi dell'ordine di 200 m s.m.

Tale quota garantisce attualmente un franco di circa 50-100 cm dal livello della falda attuale ed è quindi gestibile, allo stato attuale, senza elementi particolari.

Nel caso di ulteriori innalzamenti della falda vi potrebbero essere interferenze dirette, da gestire prevedendo attività di dewatering per le attività di cantiere oppure stabilendo un innalzamento del fondo, sempre ai fini delle fasi cantieristiche.





Quello dell'interazione con la falda è sicuramente un problema da considerare con attenzione nelle successive fasi di progettazione, stante anche il trend di innalzamento registrato negli ultimi anni nella zona del nord Milanese.

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

5.9 VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE ARGINATURE E DELLE SCARPATE

Il riferimento normativo per l'esecuzione delle verifiche è rappresentato dalla NTC 2008.

Per i dettagli relativi alle verifiche di stabilità si rimanda all'elaborato A.3.4 “*Relazione geologico-tecnica*”.

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

6. PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Nel presente capitolo vengono descritti gli aspetti essenziali riguardanti i calcoli di progetto degli impianti elettrici.

L'alimentazione dell'intero impianto è prelevata da una linea Enel in media tensione a 20 kV, il cui punto di consegna è posto all'interno del fabbricato "Cabina di trasformazione", ubicato in adiacenza al pozzo delle pompe di sollevamento.

La richiesta massima di potenza elettrica è stimata in circa 900 kW, considerando tutte e 5 le pompe funzionanti (pur essendo una prevista in riserva) e gli altri carichi con un coefficiente di contemporaneità pari al 20%, vista la discontinuità di utilizzo.

La potenza installata complessiva è di circa 1100 kW.

Le tipologie e la quantità di utenze asservite sono costituite da:

- n.5 pompe di sollevamento dal pozzo principale, di cui n.1 di riserva, ognuna da 190 kW;
- n.1 paratoie di potenza 27,5 kW;
- n.2 idrometri fissi;
- impianto luce, impianto prese di forza motrice esterni ed interni ai fabbricati.

6.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE

La cabina di trasformazione è costituita da un fabbricato in muratura comprendente l'arrivo della linea Enel, il relativo Quadro elettrico di MT a 20 kV, il locale contatori, il locale media tensione dell'utenza con il Quadro QMT-TR a 20 kV e un quadro di bassa tensione di appoggio per il collegamento al Quadro principale di bassa tensione QGBT1, due locali box trasformatori, di cui uno predisposto per un eventuale trasformatore futuro.

La cabina sarà inoltre dotata di un sistema di rivelazione fumi e di un pulsante di sgancio.

6.2 SALA QUADRI BASSA TENSIONE

In prossimità del pozzo di sollevamento acque è ubicato il fabbricato contenente la sala quadri di bassa tensione.

Il quadro di distribuzione principale sarà disposto all'interno del locale sala quadri e avrà un ingombro in pianta di circa 5 m di lunghezza per 1,40 m di profondità e 2,20 m di altezza.

Il locale sarà dotato di pavimento flottante di altezza minima pari a 40 cm per il passaggio

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

cavi. All'interno del locale verranno posizionati anche l'armadio di rifasamento e un gruppo statico di continuità. Da questo quadro verrà distribuita l'energia elettrica a tutte le utenze dell'impianto.

Il quadro deve essere strutturato in modo da poter essere implementato e/o ampliato in futuro, con una alimentazione di soccorso proveniente da un gruppo elettrogeno da 250 kVA; dovrà essere quindi possibile realizzare un interblocco meccanico tra l'arrivo da trasformatore e l'arrivo da gruppo elettrogeno, nonché realizzare una commutazione automatica tra i due arrivi.

La potenza di 250 kVA è stata stimata per consentire il funzionamento di almeno una pompa principale di sollevamento, in condizioni di emergenza, mantenendo attivi servizi ausiliari essenziali (luce, prese etc.).

6.3 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Il punto di consegna Enel è caratterizzato dai seguenti parametri elettrici:

Tensione nominale: 20 kV

Frequenza: 50 Hz

Corrente di cto cto: 16 kA (1s), in effetti sarebbe solo 12,5 kA(1s), ma ormai lo standard costruttivo dei quadri si è allineato al valore di 16 kA richiesto da altri Distributori.

La trasformazione da MT a BT avverrà tramite un trasformatore in resina 20/0,4 kV da 1000 kVA (AN), dotato di barre ventilanti per aumentarne la prestazione di circa il 25% (1250 kVA AF).

La distribuzione in bassa tensione verrà realizzata a 400 V, frequenza 50 Hz., con un sistema TN-S.

I carichi elettrici da alimentare presentano le seguenti caratteristiche:

le pompe principali di sollevamento da 170 kW funzioneranno secondo la logica imposta dal processo in funzione delle misure di livello rilevate dagli idrometri; ogni pompa sarà dotata di avviamento graduale (soft starter) dato il valore di potenza elevato. L'ubicazione delle pompe all'interno del pozzo di sollevamento è relativamente prossima al locale dove è posto il quadro QGBT1, all'interno del quale verranno installati i relativi avviatori.

Delle 5 pompe installate una sarà sempre di riserva mentre le altre verranno avviate in sequenza a seconda delle esigenze. La funzione di pompa di riserva verrà attribuita

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

periodicamente, secondo un programma stabilito, alternativamente a una delle 5 installate. La massima condizione di assorbimento elettrico è costituita dal funzionamento in contemporanea di 4 pompe per complessivi 680 kW.

La paratoia localizzata all'imbocco della condotta di alimentazione della stazione di sollevamento sarà collegata direttamente al quadro QGBT1

L'alimentazione alla paratoia avverrà attraverso l'attuatore elettrico di cui è dotata; equipaggiato con una centralina di controllo che gestisce l'azionamento della paratoia stessa, i contatti di fine corsa, l'inversione delle fasi per la corretta movimentazione.

Il cavo di alimentazione verrà pertanto attestato alla morsettiera dell'attuatore utilizzando cavo in rame.

Il Quadro QGBT1 avrà al suo interno anche un PLC che verrà programmato per automatizzare il processo dell'intero impianto.

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

Il PLC sarà inoltre 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.





Tutti i percorsi cavi esterni verranno realizzati con posa dei cavi direttamente interrata ad almeno 1 m di profondità dal piano campagna.

Per le caratteristiche delle apparecchiature elettriche e dei componenti si faccia riferimento alla raccolta di specifiche allegata al progetto.

6.4 RETE DI TERRA

L'impianto di messa a terra sarà costituito da una rete comprendente la maglia intorno alla cabina di trasformazione, la maglia intorno alla sala quadri di bassa tensione e dai collegamenti dei quadri e delle apparecchiature.

Per le utenze distanti dal fabbricato sala quadri bassa tensione verranno realizzati collegamenti ai quadri locali, tramite corda in ferro ramato direttamente posata nel terreno, lungo un percorso parallelo al cavo di alimentazione.

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

6.5 IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI E PULSANTE DI SGANCIO

Nella sala quadri verranno installati anche uno o più rivelatori fumi e la relativa centralina che riceverà il segnale anche dai rivelatori posti nella cabina di trasformazione, nella sala riunioni e nel locale uffici. L'impianto dovrà essere inoltre completo di pulsanti di allarme e rivelatori acustici, secondo la normativa vigente (UNI 9795).

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

7. OPERE DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

7.1 MASTERPLAN STRATEGICO

La progettazione è stata impostata, fin dall’inizio, secondo i criteri delle “**Green Infrastructures**”, pensando che le aree di laminazione, pur destinate al controllo delle piene, potrebbero rappresentare anche un’occasione per ripensare il rapporto tra i diversi elementi che caratterizzano il territorio e il paesaggio e per conseguire risultati di valenza ben più ampia di quella strettamente idraulica. Ciò nella convinzione che nel medio periodo queste aree di laminazione possano effettivamente acquisire in un territorio così compromesso un ruolo condiviso di valorizzazione sociale e ambientale.

“**Green-Blue Infrastructure Seveso 2030**” è il risultato di questo approccio: una proposta di masterplan strategico per la rigenerazione del sistema fluviale del torrente Seveso basato sui concetti di **resilient landscape** (adattabilità di paesaggi vulnerabili, capaci di superare i cambiamenti climatici e di innovarsi verso un nuovo equilibrio) e **green-blue infrastructure** (capace di mettere in relazione rete idraulica, sistema del verde, infrastrutture tradizionali e tessuto urbanizzato).

Essa è una strategia che mira all’attivazione di sinergie tra le diverse azioni progettuali, con l’obiettivo di migliorare l’efficienza, l’operatività e l’economicità dell’intero processo, creando nuovi collegamenti tra le aree naturali e agricole esistenti e favorendo il miglioramento della qualità e delle funzionalità ecologiche del territorio.

7.2 APPROCCIO METODOLOGICO

Il Masterplan di valorizzazione paesaggistica della vasca di Lentate sul Seveso indaga su come lo sviluppo progettuale debba dar forza al rapporto tra la forma fisica del luogo e il suo contesto sociale, economico e culturale, studiando le esigenze di coloro che fanno uso di questo luogo e mettendo a sistema progetti per lo sviluppo futuro. Il progetto rappresenta dunque un quadro d’insieme ed un modello di crescita e di sviluppo del territorio su cui si baseranno le successive progettazioni dell’area e che spingerà a promuovere processi che favoriscano il dialogo tra comuni limitrofi e stakeholder locali, cercando di fare sinergia delle potenzialità del territorio, a partire dalle sue eccellenze.

L’obiettivo principale è lo sviluppo equilibrato e sostenibile dello spazio e dei suoi legami con

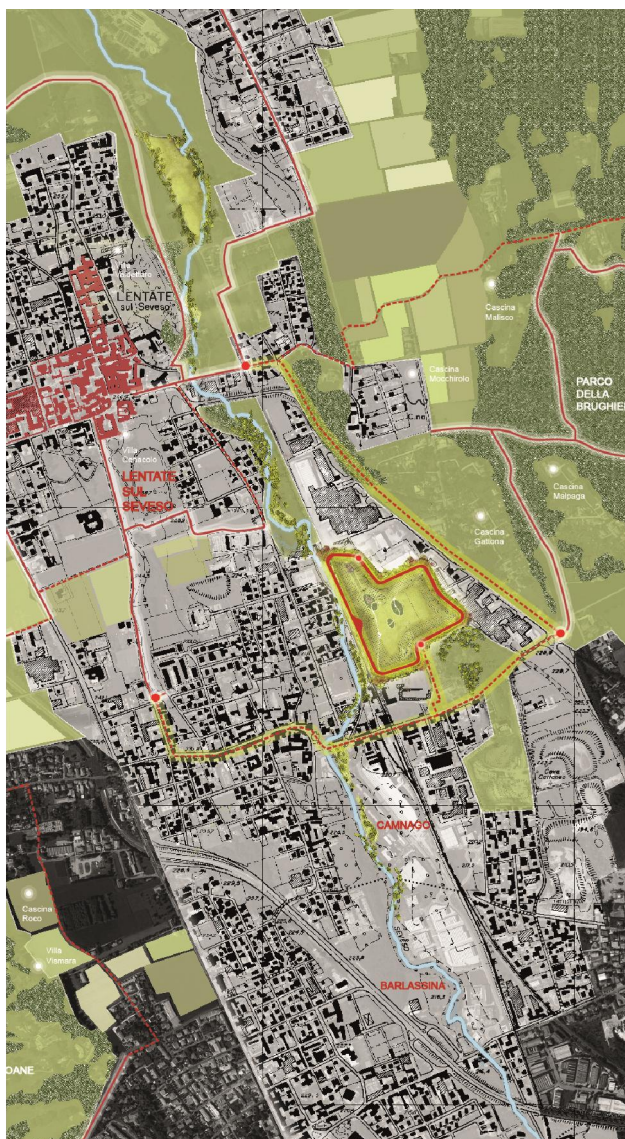
il territorio alla macroscale, considerandone aspetti naturali, culturali e di percezione sociale, come indicato dalla Convenzione Europea del Paesaggio. Il paesaggio è definito non come eccellenza, ma estendendo il suo valore a tutta la percezione della realtà, alla quotidianità, in un divenire continuo, intendendolo nel suo significato più ampio e di sistema, in tutti i suoi aspetti culturali, ecologici e percettivi.

Il sistema delle infrastrutture, intese come i segni che attraverseranno i territori e innervano il paesaggio, promuoveranno analoghi processi di sviluppo e di trasformazione del territorio sia urbano che extraurbano, sia agricolo che forestale.

Affrontare già nelle prime fasi di progettazione il tema del paesaggio consiste nel definire azioni che diano 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 o 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.

Il Masterplan di valorizzazione paesaggistica sviluppa in chiave strategica e multidisciplinare l'approccio innovativo che guida la progettazione preliminare delle opere, concepite come opportunità per ricostruire ambiente e paesaggio, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova, che generi ricadute positive e durevoli sul territorio.

Il paesaggio è una risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dei territori e per la qualità della vita delle comunità che li



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

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**.

In quest'ottica la progettazione viene definita 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.

Per quel che riguarda la metodologia individuata si è partiti dal presupposto che rigenerare gli ambiti paesaggistici significa operare interventi successivi, dalla MACRO alla MICRO scala.

L'approfondimento progettuale viene affrontato integrando tra loro le diverse discipline specialistiche, utili ad ottenere il miglior risultato sia in termini funzionali, quindi sotto l'aspetto tecnico e gestionale, sia in termini paesaggistico-ambientali, quindi potenziando la valenza ecologica dell'ambito di riferimento e valorizzando le qualità paesaggistiche dei territori attraversati. In tal senso è possibile garantire il pieno rispetto del paesaggio, nella sua complessità.

A partire dall'approfondita conoscenza dello stato dei luoghi e delle vicende che ne hanno caratterizzato l'evoluzione storica è possibile restituire dignità alle 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 criterio 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 individua, dei punti caratteristici e delle vedute suggestive che possono essere indicati ai fruitori attraverso piccoli interventi talvolta di comunicazione, talvolta di sosta o rafforzamento di viste paesaggistiche come quelle dei filari alberati, in modo da far prendere coscienza al cittadino della bellezza del paesaggio agricolo e fluviale.

Tramite 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 forestali con l'assetto paesaggistico e fruitivo.

Tutte le soluzioni progettuali mirano a cercare uno stretto legame con il contesto, per un

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

inserimento armonioso delle opere nel territorio.

La migliore integrazione perseguita degli interventi nel contesto permetterà di avviare un processo di appropriazione / 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.



7.3 IL PROGETTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

Le aree di intervento disponibili alla valorizzazione paesaggistica sono di estensione limitata, pertanto i macro obiettivi di rigenerazione degli ambiti paesaggistici auspicati vengono sviluppati partendo dalla micro scala del progetto per raggiungere la scala territoriale, attraverso l'individuazione di aree di compensazione ambientale per possibili sviluppi futuri, ancora da concordare con l'amministrazione comunale.

Tra le alternative più significative vi è quella del recupero e rinaturalizzazione della cava parzialmente dismessa appena a sud dell'intervento, a supporto di un corridoio ecologico basato sull'incremento delle aree a verde. L'area, interamente collocata all'interno del Parco sovracomunale della Brughiera Briantea, si trova infatti in una posizione strategica per ricostruire, insieme all'area della vasca di laminazione prevista, una continuità ecologica con il Parco delle Groane.

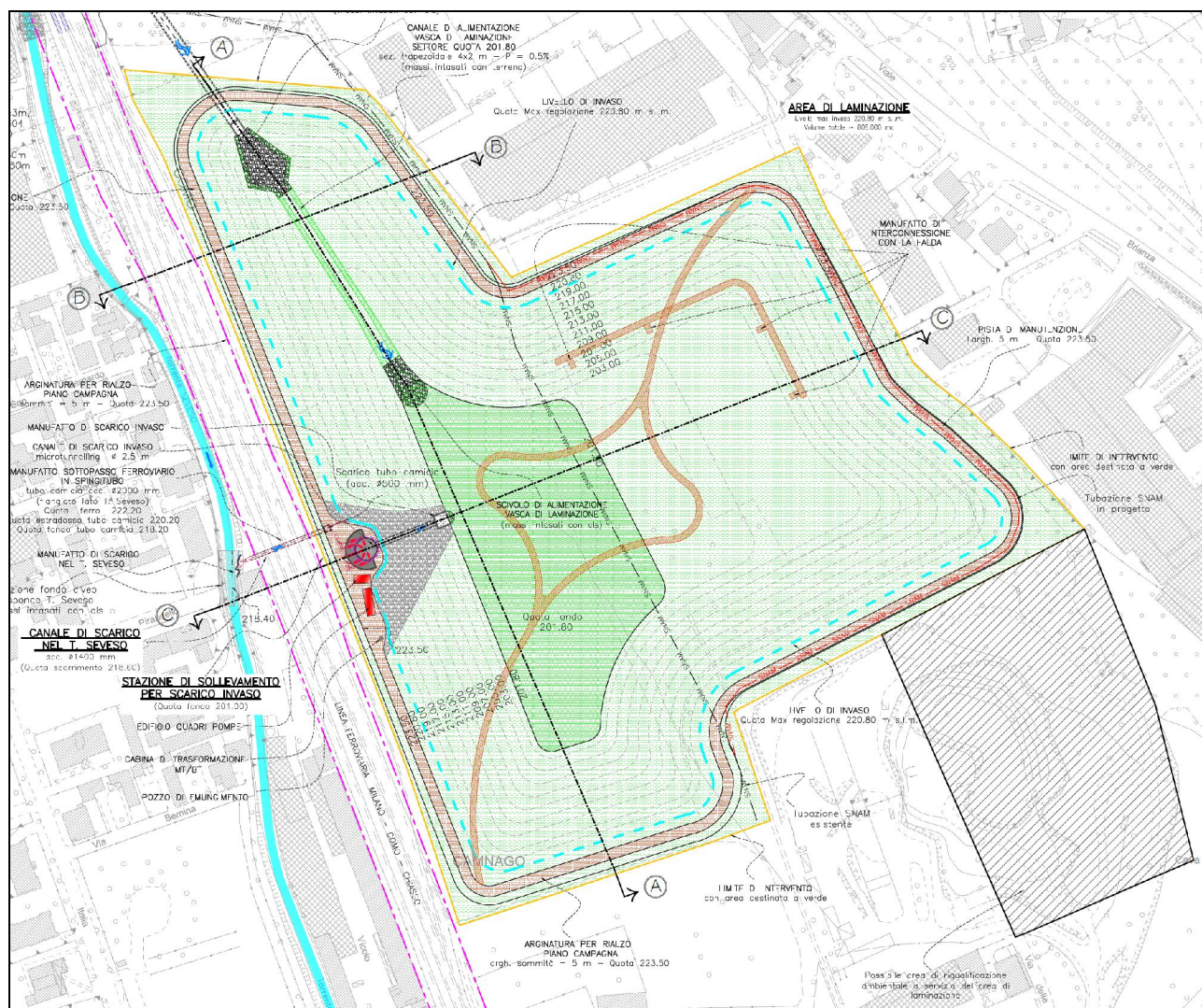


Figura 49 – Planimetria di progetto con indicazione della possibile area di riqualificazione ambientale a servizio dell'area di laminazione (area retinata in colore grigio)

L'operazione rientra negli obiettivi di conservazione e incremento della biodiversità previsti dal progetto strategico Dorsale Verde Nord Milano. In alternativa, si valuterà la possibilità di ricucire la maglia dei percorsi fruitivi e di mobilità dolce esistenti tra le aree naturalistiche. In questo modo il progetto a scala territoriale si conferma integrato e interconnesso, intervenendo sul modello di uso del territorio in senso sostenibile e pervenendo a un riequilibrio dei flussi di energia e materia all'interno degli ecosistemi, a partire dall'integrazione tra i flussi antropici e naturali.

Il Parco della Brughiera Briantea è da sempre impegnato nella valorizzazione paesistico-ambientale del proprio territorio, come descritto nel suo statuto, ancor più oggi che i territori

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

dei parchi devono assumere la valenza di infrastruttura ambientale, con caratteristiche multifunzionali in sinergia con il contesto territoriale di riferimento.

Considerato il processo di trasformazione territoriale in atto dell'area, si è scelto di confermare una vision complessiva che sfrutta l'occasione della realizzazione dell'opera in oggetto per perseguire una complessiva valorizzazione paesistico-ambientale del contesto territoriale.

L'infrastruttura verde-blu fonda in questo caso i suoi concetti sulla connessione tra i sistemi verdi del Parco della Brughiera del Parco delle Groane, mettendo a sistema le aree naturali a favore della biodiversità e con conseguente riduzione della frammentazione degli habitat.

Il progetto dell'invaso ad esondazione controllata è considerato come occasione per pensare ad una strategia complessiva territoriale di valorizzazione e connessione degli elementi paesaggistico-ambientali presenti nel territorio, indirizzando gli obiettivi progettuali verso la conservazione degli habitat e il mantenimento e rafforzamento dei processi naturali che garantiscono la sopravvivenza degli ecosistemi, veri e propri contenitori della biodiversità. Il sostegno alla biodiversità diventa dunque obiettivo prioritario, nell'ambito di un più ampio orientamento della rete ecologica territoriale.

Il progetto paesaggistico fa riferimento ai seguenti interventi:

Il percorso fruitivo e le aree sosta

Si è riflettuto sulla qualità e idoneità dei materiali che meglio si addicono ai luoghi, in continuità con le preesistenze del Parco della Brughiera Briantea, in un equilibrio tra fruizione, rispetto dei valori naturalistici e adeguata gestione del sistema.

Il progetto prevede l'inserimento di un nuovo percorso fruitivo sulla sommità degli argini dell'invaso, connesso a due percorsi comunali esistenti che conducono ai due accessi all'area quello a nord e quello a sud. Il percorso, oltre che avere una valenza fruitiva, consente una adeguata accessibilità all'infrastruttura da parte dei mezzi di manutenzione, anche al fondo della vasca.

Per il miglior inserimento nel contesto e per un aspetto di elevata naturalità, il percorso è pensato in terra stabilizzata con cordonatura in legno.

Lungo il percorso sono individuate tre aree sosta, attrezzate con delle sedute in legno.

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

Le opere a verde

Ai margini del percorso, lungo tutto l'argine dell'invaso, si articola il tema vegetale, sviluppato attuando il principio di diversificazione degli spazi e mantenendosi ben ancorati a un'idea organica del piano complessivo. Sono state individuate differenti tipologie di intervento:

Ingressi

Sono caratterizzati dalla presenza di specie arboree colonnari, con chioma di forma ascendente (o fastigiata) per la migliore riconoscibilità degli accessi

Aree sosta

Prevedono la presenza di tre specie arboree ornamentali, con abbondanti fioriture primaverili, quali *Prunus avium*

Punti di veduta suggestiva

Inserimento di specie arboree ad alto fusto ed elevato valore ornamentale, con colorazioni suggestive durante le stagioni autunnali

Filari alberati

Costituiti dalla vegetazione tipica del Parco della Brughiera Briantea

Fasce arbustive





Individuate sui margini del percorso, lato vaso, organizzate in fasce discontinue plurispecifiche, per un effetto vario e per evitare la sensazione di inclusione lungo il percorso

Fasce miste di mitigazione arbustive e arboree

Negli ambiti di mitigazione della ferrovia e dei comparti industriali.

Prati rustici e fioriti

All'interno dell'invaso, sulle scarpate e nella parte in piano

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

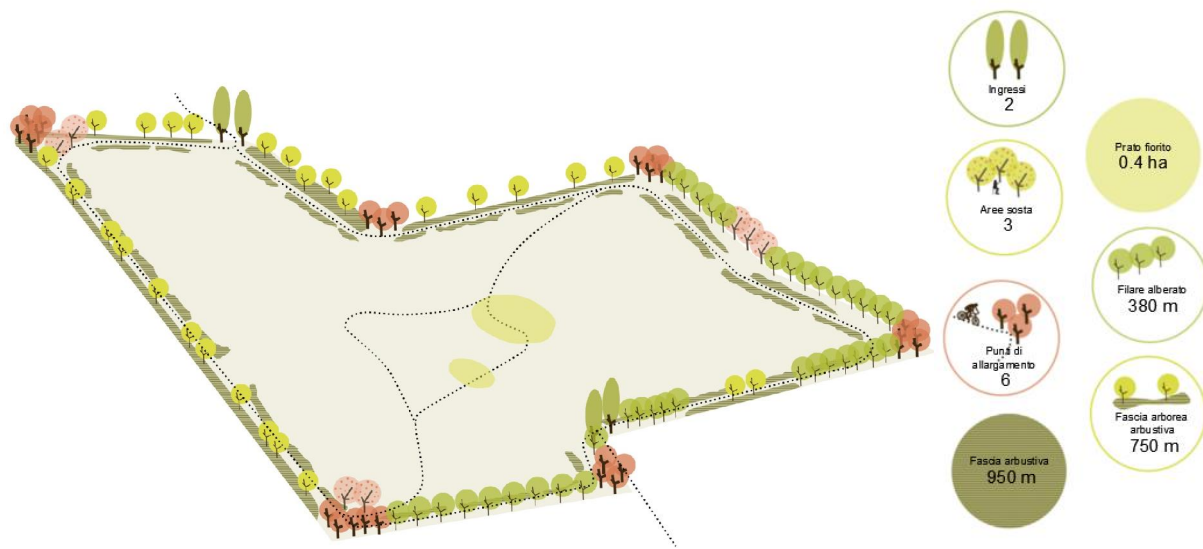


Figura 50 – Ubicazione opere di inserimento paesaggistico



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

8. STIMA DEGLI ONERI DI ESPROPRIO

Per la realizzazione delle opere relative alle “*Aree di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Lentate sul Seveso (MI)*”, interamente ricomprese nel territorio del Comune di Lentate sul Seveso (MI), si rende necessario interessare aree per la maggior parte di proprietà privata e per una parte minore di Enti pubblici.





Le necessità complessive per l’acquisizione delle aree per la realizzazione delle opere in progetto risultano quindi le seguenti (per i dettagli relativi ai criteri e alla valutazione delle stime si rimanda al piano particellare preliminare delle aree – Atto A.7):

Area di laminazione in scavo

- Indennità per esproprio ditta 1 - Squeri Giuseppe e Squeri Virginio:	€	13'824,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 1:	€	9'150,00
- Indennità per occupazione temporanea ditta 1:	€	1'250,00
- Indennità per esproprio ditta 2 - Fratelli Tragni & C. s.r.l.:	€	393'624,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 2:	€	300'608,00
- Indennità per occupazione temporanea ditta 2:	€	11'000,00
- Indennità per esproprio ditta 3 - Giacomo Seralvo & Figli S.p.A.:	€	154'128,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 3:	€	120'353,00
- Indennità per esproprio ditta 4 - Arienti M., Gallese G., Gallese V.:	€	56'985,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 4:	€	44'603,20
- Indennità per esproprio ditta 5 – A.B.S.:	€	2'046,00
- Indennità per esproprio ditta 6 – Balzarotti e Colombo:	€	21'600,00
- Indennità per esproprio ditta 7 – Comune Lentate sul Seveso:	€	756,00
- Indennità per attraversamento linea ferroviaria:	€	10'000,00

Area di laminazione golenale

- Indennità per esproprio ditta 1 – Alberio Mariantonio:	€	10'110,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 1:	€	5'002,00
- Indennità per occupazione temporanea ditta 1:	€	22'852,50
- Indennità per esproprio ditta 2 – Belloni Annalisa:	€	8'925,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 2:	€	7'259,00
- Indennità per occupazione temporanea ditta 2:	€	11'006,25
- Indennità per esproprio ditta 3 – Galimberti e Monti:	€	5'100,00

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

-	Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto ditta 3:	€	4'148,00
-	Indennità per occupazione temporanea ditta 3:	€	1'741,87
-	Imprevisti:	€	150'000,00
-	Oneri accessori:	€	<u>133'928,18</u>
TOTALE		€	1'500'000,00

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

9. QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO

9.1 IMPORTO DEI LAVORI





L'importo per la realizzazione della "Vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Lentate sul Seveso (MI)", è pari a € 14'718'570,34, di cui € 14'418'570,34 per lavori a corpo e € 300'000,00 per oneri della sicurezza specifici non soggetti a ribasso.

Considerando poi le detrazioni conseguenti alla valorizzazione del materiale di escavazione in esubero, pari a € 3'814'182,87, e all'onere di scavo del materiale di escavazione valorizzato, pari a € 2'791'540,21, si ha che l'importo dell'appalto al netto della valorizzazione del materiale di scavo è pari a complessivi € 8'112'847.26.

Pertanto, parte delle opere in progetto, pari a € 8'112'847.26, verranno remunerate attraverso il finanziamento disponibile, mentre la parte restante, pari a € 6'605'723.08 verrà realizzata in compensazione, in seguito alla valorizzazione del materiale di escavazione in esubero non riutilizzato all'interno del cantiere.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa e il dettaglio relativo al calcolo delle opere, della valorizzazione del materiale di escavazione in esubero e alla valutazione della deduzione dell'onere di scavo sul materiale valorizzato.

	Opera	Importi
1	PC01 - Invaso di laminazione in scavo	8'100'279.64
2	PC 02 - Opera di presa per vaso di laminazione in scavo	1'197'135.06
3	PC 03 - Canale alimentazione per vaso di laminazione in scavo	1'317'981.96
4	PC 04 - Stazione di sollevamento per vaso di laminazione in scavo	1'954'667.66
5	PC 05 - Canale di scarico per vaso di laminazione in scavo	335'660.30
6	PC 06 - Opere civili e impianti per vaso di laminazione in scavo	570'691.35
7	PC 07 - Invaso di laminazione in area golenale	942'154.37
8	Oneri sicurezza specifici (non soggetti a ribasso)	300'000,00
9	TOTALE OPERE IN APPALTO	€ 14'718'570,34
10	Valorizzazione materiali inerti di scavo - in detrazione	-3'814'182,87
11	Deduzione onere di scavo su materiale di escavazione valorizzato	-2'791'540,21
12	TOTALE OPERE IN COMPENSAZIONE (10+11)	-€ 6'605'723.08
13	TOTALE OPERE DA FINANZIARE	€ 8'112'847.26

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

9.2 SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE

L'importo delle somme a disposizione della Stazione Appaltante è stato valutato tenendo conto delle seguenti voci:

1. Imprevisti, comprensivi di IVA: pari a € 440'000,00;
2. IVA sui lavori: pari a € 3'238'085.47;
3. Spese tecniche per progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, studio d'impatto ambientale, relazione paesaggistica, collaudo, supporto al RUP, assistenza alla Direzione dei Lavori e Coordinamento della Sicurezza in fase di Esecuzione, procedure espropriative, comprensive di IVA e oneri previdenziali (stimato pari al 7% dell'importo dei lavori): € 1'030'299.92;
4. Fondo per acquisizione delle aree interessate dai lavori (indennità di esproprio, spese, ecc.): importo stimato pari a € 1'500'000,00;
5. Spese per accertamenti, indagini, prove di laboratorio: importo comprensivo di IVA e oneri previdenziali, pari a € 150'000,00;
6. Spese per effettuare la bonifica bellica dell'area interessata dai lavori: importo stimato, comprensivo di IVA, pari a € 150'000,00;
7. Spese per pubblicità, procedure di gara e oneri istruttori vari: importo stimato nella misura di circa lo 0,5% dell'importo dei lavori a base di appalto e, quindi, pari a € 73'592.85;
8. Oneri di cui all'art. 2, comma 1, della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP.: importo pari a € 500,00;
9. Incentivo alla progettazione secondo l'art. 92 del D.L. 163/06 e s.m.i.: € 200'000,00;
10. Spese di allaccio alla rete Enel: € 100'000,00;
11. Oneri per risoluzione interferenza con il metanodotto SNAM: € 400'000,00;
12. Arrotondamenti: € 4'674.49.

L'importo complessivo delle somme a disposizione della Stazione Appaltante è pertanto pari a **€ 7'287'152.74**

9.3 SINTESI DEL QUADRO ECONOMICO

L'importo dei lavori è pari a complessivi **€ 14'718'570,34**, di cui € 14'418'570,34 per lavori a corpo e € 300'000,00 per oneri della sicurezza specifici non soggetti a ribasso.

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

Parte delle opere in progetto, pari a € **8'112'847.26**, verranno remunerate attraverso il finanziamento disponibile, mentre la parte restante, pari a € **6'605'723.08** verrà realizzata in compensazione, in seguito alla valorizzazione del materiale di escavazione in esubero non riutilizzato all'interno del cantiere.

Le somme a disposizione dell'Amministrazione per spese tecniche, spese amministrative, imprevisti, espropri, IVA, ecc., è pari a € **7'287'152.74**.

Pertanto, l'importo complessivo del finanziamento necessario per la realizzazione delle opere relative alle aree di laminazione in Comune di Lentate sul Seveso ammonta a € **15'400'000,00**.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa.

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

Tabella 12 – Quadro economico





	Opera	Importi
1	PC01 - Invaso di laminazione in scavo	8'100'279.64
2	PC 02 - Opera di presa per invaso di laminazione in scavo	1'197'135.06
3	PC 03 - Canale alimentazione per invaso di laminazione in scavo	1'317'981.96
4	PC 04 - Stazione di sollevamento per invaso di laminazione in scavo	1'954'667.66
5	PC 05 - Canale di scarico per invaso di laminazione in scavo	335'660.30
6	PC 06 - Opere civili e impianti per invaso di laminazione in scavo	570'691.35
7	PC 07 - Invaso di laminazione in area golenale	942'154.37
8	Oneri sicurezza specifici (non soggetti a ribasso)	300'000.00
9	TOTALE OPERE IN APPALTO	€ 14'718'570.34
10	Valorizzazione materiali inerti di scavo - in detrazione	-3'814'182.87
11	Deduzione onere di scavo su materiale di escavazione valorizzato	-2'791'540.21
12	TOTALE OPERE IN COMPENSAZIONE (10+11)	-€ 6'605'723.08
13	TOTALE OPERE DA FINANZIARE	€ 8'112'847.26
14	Imprevisti (comprensivi di IVA)	440'000.00
15	IVA sui lavori	3'238'085.47
16	Spese tecniche per progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, studio d'impatto ambientale, relazione paesaggistica, collaudo, supporto al RUP, assistenza alla Direzione dei Lavori e Coordinamento della Sicurezza in fase di Esecuzione, procedure espropriative, comprensive di IVA e oneri previdenziali	1'030'299.92
17	Fondo per acquisizione delle aree	1'500'000.00
18	Spese per accertamenti, indagini, prove di laboratorio, comprensivi di IVA	150'000.00
19	Spese per bonifica bellica, comprensive di IVA	150'000.00
20	Spese per pubblicità, procedure di gara e oneri istruttori vari (0.5% della voce 9)	73'592.85
21	Oneri di cui all'art. 2, comma 1, della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP.	500.00
22	Incentivo alla progettazione Art.92 del D.L. 163/06 e s.m.i.	200'000.00
23	Oneri per allaccio alla rete Enel di MT	100'000.00
24	Oneri per risoluzione interferenza metanodotto SNAM	400'000.00
25	Arrotondamenti	4'674.49
26	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	7'287'152.74
TOTALE FINANZIAMENTO (13 + 26)		€ 15'400'000.00

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

10. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO PRELIMINARE

Il presente progetto preliminare si compone dei seguenti elaborati:

ATTI	
A.1	Relazione illustrativa
A.2	Relazione tecnica descrittiva delle opere in progetto
All-A.2	Allegato alla Relazione tecnica descrittiva delle opere in progetto: opere di valorizzazione paesaggistica
A.3.1	Relazione idrologico-idraulica
All-A.3.1	Studio idrologico-idraulico del T. Seveso
A.3.2	Relazione sulla qualità delle acque del T. Seveso
A.3.3	Relazione geologica-idrogeologica
A.3.4	Relazione geologico-tecnica
A.3.5	Relazione interferenza sottoservizi
A.4	Studio di prefattibilità ambientale
A.5	Prime indicazioni in materia di sicurezza per la stesura del PSC
A.6.1	Calcolo sommario della spesa
A.6.2	Quadro economico di progetto
A.6.3	Stima dei costi di manutenzione
A.7	Piano particellare preliminare delle aree
DISEGNI	
D.1	Corografia generale di inquadramento
D.2.1	Carta geologica
D.2.2	Carta idrogeologica
D.2.3	Ubicazione indagini geognostiche e stratigrafie
D.3	Planimetria dello stato attuale delle aree di interesse
D.4	Aree di laminazione - inquadramento territoriale
D.5.1	Area di laminazione golenale - planimetria di progetto
D.5.2	Area di laminazione golenale - sezioni trasversali tipo e di progetto
D.5.3	Area di laminazione golenale - manufatti di derivazione e di restituzione
D.6.1	Area di laminazione in scavo - planimetria di progetto
D.6.2	Area di laminazione in scavo - sezioni trasversali di progetto
D.6.3	Area di laminazione in scavo - sezioni trasversali tipo e particolari
D.6.4	Area di laminazione in scavo - opera di presa dal T. Seveso e canale di alimentazione invaso
D.6.5	Area di laminazione in scavo - manufatto di interconnessione tra l'invaso e la falda
D.6.6	Area di laminazione in scavo - manufatto di sollevamento e sistema di scarico
D.7.1	Quadro di riferimento programmatico
D.7.2	Planimetria degli interventi di valorizzazione paesaggistica
D.7.3	Sezioni e zoom tipologici degli interventi di valorizzazione paesaggistica
D.7.4	Dettagli tipologici degli interventi di valorizzazione paesaggistica
D.7.5	Masterplan di valorizzazione paesaggistica

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

Milano, agosto 2015

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

BETA STUDIO s.r.l.

Dott. Ing. Massimo Coccato

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Alessandro Barbon