



C.U.P.: B47B15000050004

OGGETTO:

**Area di laminazione del Torrente Seveso
Sistemazione idraulica del Torrente Seveso**

PROGETTO ESECUTIVO



IL PROGETTISTA
Ing. Matteo Ghia

**IL RESPONSABILE DEL
PROCEDIMENTO**
Ing. Fabio Marelli

IL DIRETTORE DI AREA
Arch. Giuseppina Sordi

RELAZIONE MANUTENZIONI OPERA

Rev. 13	Apr. 2019	Progetto esecutivo Agg. per validazione			
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Rev.	File

PE.23



13	Aprile 2019	Progetto esecutivo – Aggiornam. per validazione	Ghia	Ghia	Ghia	Ghia
12	Gennaio 2019	Progetto esecutivo	Ghia	Ghia	Ghia	Ghia
10	Luglio 2017	Progetto Definitivo – Aggiornamento post CDS	Ghia	Ghia	Ghia	Ghia
8	Dicembre 2016	Progetto Definitivo – Aggiornamento per CDS	Ghia	Ghia	Ghia	Ghia
5	Marzo 2016	Progetto Definitivo per V.I.A. - Integrazioni	Negri	Ghia	Ghia	Recalcati
4	Novembre 2015	Progetto Definitivo per V.I.A.	Negri	Ghia	Ghia	Recalcati
0	10/10/2015	EMISSIONE	Negri	Ghia	Ghia	Recalcati
Aggiorn.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Acquisito	Approvato

COLLABORAZIONE
ALLA PROGETTAZIONE:

CODIFICA DOCUMENTO Commessa Lotto Fase Categoria Opera Progressivo

CT **0** **E** **G** **CA** **1026**

<p>IL DIRETTORE TECNICO DOTT. ING. FRANCESCO VENZA Ordine degli Ingegneri Milano n° 14647</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE DOTT. ING. MATTEO GHIA Ordine degli Ingegneri Pavia n° 2100</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DOTT. ING. MATTEO GHIA Ordine degli Ingegneri Pavia n° 2100</p>
---	--	--



INDICE

1	PREMESSA	6
2	CICLO DI FUNZIONAMENTO DELLA VASCA	6
3	FREQUENZA ED ENTITÀ ATTESA DEGLI INVASI	8
3.1	SCENARIO FINALE – PORTATA NULLA A VALLE DEL NODO DI PALAZZOLO	8
3.2	SCENARIO TRANSITORIO – REALIZZAZIONE DELLA SOLA VASCA DI SENAGO E DELLA VASCA IN PROGETTO	12
4	COSTO DI RIMOZIONE E SMALTIMENTO DEI SEDIMENTI DALLE AREE DI LAMINAZIONE	13
4.1	STIMA DELL'APPORTO MEDIO ANNUO DI SEDIMENTI NELLE AREE DI LAMINAZIONE NELLO SCENARIO FINALE	13
4.2	STIMA DELL'APPORTO MEDIO ANNUO DI SEDIMENTI NELLE AREE DI LAMINAZIONE NELLO SCENARIO TRANSITORIO	14
4.3	PULIZIA DELLE AREE DI LAMINAZIONE E SMALTIMENTO DEI SEDIMENTI	15
5	MANUTENZIONE DELLE OPERE CIVILI E IMPIANTISTICHE.....	15
6	PERSONALE	15
7	ENERGIA ELETTRICA	15
8	MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE	15
9	STIMA COMPLESSIVA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE.....	16

1 PREMESSA

La gestione e la manutenzione dell'invaso di laminazione previsto è fondamentale per garantire nel tempo la funzionalità idraulica dell'opera e la conservazione dei suoi valori ambientali e paesaggistici.

Il presente elaborato riporta le stime degli oneri economici per la gestione e la manutenzione dell'invaso di laminazione del fiume Seveso in Comune di Milano, relativamente alle opere descritte nella relazione generale.

2 CICLO DI FUNZIONAMENTO DELLA VASCA

FASE	DURATA	DESCRIZIONE
normale (ricircolo in tempo asciutto)	Tutto l'anno, ad eccezione degli eventi di piena, delle pulizie e delle manutenzioni	Le acque del laghetto sono riciclate dalle pompe in modo da garantire una costante ossigenazione delle acque ed evitare ristagni
svuotamento lago	Svuotamento di circa 24'000 m ³ d'acqua del laghetto in Seveso a 2 m ³ /s: circa 3 ore e 20 minuti	In fase di pre-allerta meteorologica il laghetto può essere svuotato per aumentare il volume invasabile
esondazione	Riempimento del bacino da 250'000 m ³ in un tempo variabile da 3 a 10 ore circa	Il bacino accumula le acque del Seveso eccedenti la capienza massima della tombinatura sotto Milano
esondazione vasca piena	In caso di eventi meteorici di intensità superiore alla massima capacità di laminazione della vasca: tempo indeterminato	Il bacino è a pieno riempimento: l'apertura della paratoia lungo il Seveso permette alle acque di proseguire verso Milano
fine evento (svuotamento vasca)	Svuotamento di un massimo di 250'000 m ³ d'acqua del bacino in Seveso a 2 m ³ /s: circa 35 ore	In questa fase le pompe provvedono allo svuotamento dell'intero bacino
lavaggio vasca	In base al quantitativo di sedimenti che si depositeranno nella vasca si prevede circa 2 giorni	Pulizia delle sponde e del fondo della vasca con mezzi meccanici, macchine operatrici e con l'eventuale aiuto dell'impianto di ricircolo
ripristino lago	Ripristino del laghetto con i pozzi di prima falda alla portata di 100 l/s: circa 2 giorni e 18 ore	A seguito della pulizia dell'invaso si procederà al ripristino del laghetto con l'uso dei pozzi di prima falda
ripristino lago + ricircolo	Operazione da effettuarsi saltuariamente secondo necessità: circa 40 minuti per aumentare di 1 cm il livello del laghetto	Nelle fasi finali delle operazioni di ripristino del laghetto e comunque in caso di scarso livello del laghetto si potrà intervenire con operazioni di rabbocco e contemporaneo ricircolo delle acque
svuotamento manutenzione	Tempo minimo con laghetto pieno: circa 3 ore e 20 minuti	Similmente alla fase di pre-allerta meteo, il laghetto potrà essere svuotato per garantire le necessarie operazioni di manutenzione
manutenzione	In funzione dell'intervento da realizzare (la sostituzione delle idrovore è possibile anche con laghetto invasato)	Questa fase è prevista solo in caso di manutenzioni straordinarie e non programmate

La tabella seguente paragona le tempistiche di un ciclo massimo di funzionamento della vasca paragonate (evento con pieno riempimento dell'invaso) ad un funzionamento medio (evento più frequente).

FASE	DURATA	DESCRIZIONE
0 NORMALE <i>(ricircolo in tempo asciutto)</i>	Tutto l'anno, ad eccezione degli eventi di piena, delle pulizie e delle manutenzioni	Le acque del laghetto sono riciclate dalle pompe in modo da garantire una costante ossigenazione delle acque ed evitare ristagni
1 SVUOTAMENTO LAGO	Svuotamento di circa 24'000 m ³ d'acqua del laghetto in Seveso a 2 m ³ /s: circa 3 ore e 20 minuti	In fase di pre-allerta meteorologica il laghetto può essere svuotato per aumentare il volume invasabile
2 ESONDAZIONE	Riempimento del bacino da 250'000 m ³ in un tempo variabile da 3 a 10 ore circa	Il bacino accumula le acque del Seveso eccedenti la capienza massima della tombinatura sotto Milano
3 SVUOTAMENTO VASCA	Svuotamento di un massimo di 250'000 m ³ d'acqua del bacino in Seveso a 2 m ³ /s: circa 35 ore	In questa fase le pompe provvedono allo svuotamento dell'intero bacino
4 LAVAGGIO VASCA	In base al quantitativo di sedimenti che si depositeranno nella vasca si prevede circa 2 giorni	Pulizia delle sponde e del fondo della vasca con mezzi meccanici, macchine operatrici e con l'eventuale aiuto dell'impianto di ricircolo
5 RIPRISTINO LAGHETTO	Ripristino del laghetto con i pozzi di prima falda alla portata di 100 l/s: circa 2 giorni e 18 ore	A seguito della pulizia dell'invaso si procederà al ripristino del laghetto con l'uso dei pozzi di prima falda
TOTALE CICLO	DURATA MASSIMA (evento eccezionale): Svuotamento (35h) + Lavaggio (48h) + Ripristino (66h) TOTALE 149 ore (6 giorni e 5 ore)	DURATA MEDIA (evento normale): Svuotamento (3h) + Lavaggio (12h) + Ripristino (66h) TOTALE 84 ore = 3 giorni e 12 ore

Sarà onere del gestore adeguare le procedure di gestione della vasca qualora, a causa di un innalzamento della quota di falda, si dovesse attivare il meccanismo di connessione falda-vasca.

Relativamente ai nuovi percorsi manutentivi previsti a progetto sono state adottate caratteristiche dimensionali analoghe a quelle delle viabilità interne al parco esistenti, in modo da garantirne la continuità di utilizzo dei mezzi attualmente impiegati per scopi manutentivi. Si è in particolare verificato che i nuovi percorsi siano compatibili con il transito e le manovre di un mezzo di

dimensioni analoghe ad un autocompattatore/autocarro per raccolta rifiuti a due assi, lunghezza complessiva 9.0m e larghezza complessiva 2.5m.

3 FREQUENZA ED ENTITÀ ATTESA DEGLI INVASI

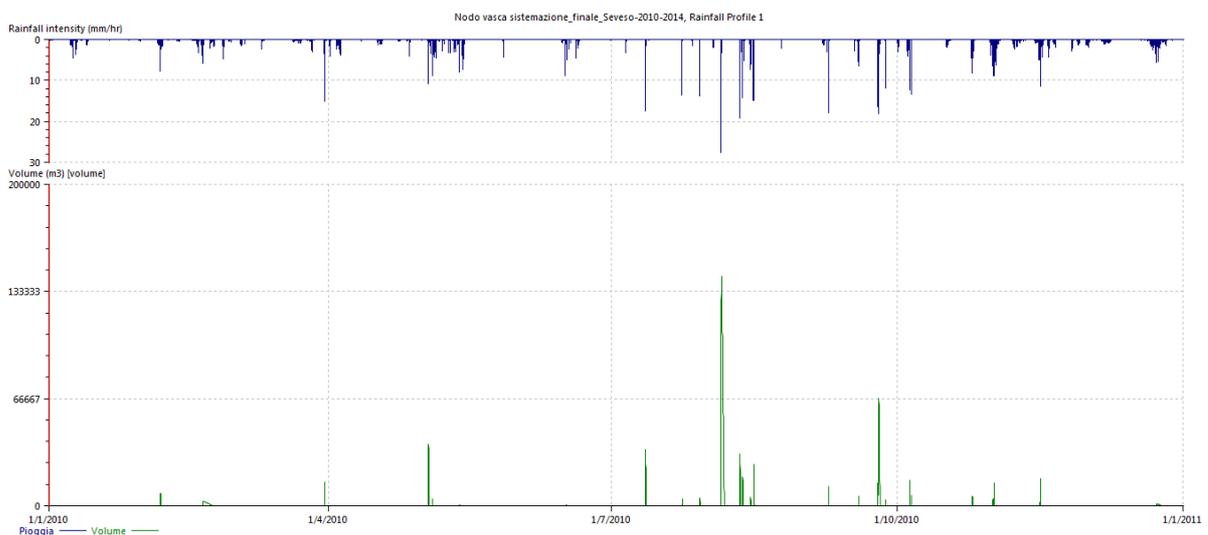
3.1 SCENARIO FINALE – PORTATA NULLA A VALLE DEL NODO DI PALAZZOLO

Per la stima di entità e frequenza di riempimento dell'invaso di laminazione in progetto sono stati presi a riferimento tutti gli eventi meteorici che si sono verificati nel periodo compreso tra il 2010 e il 2014.

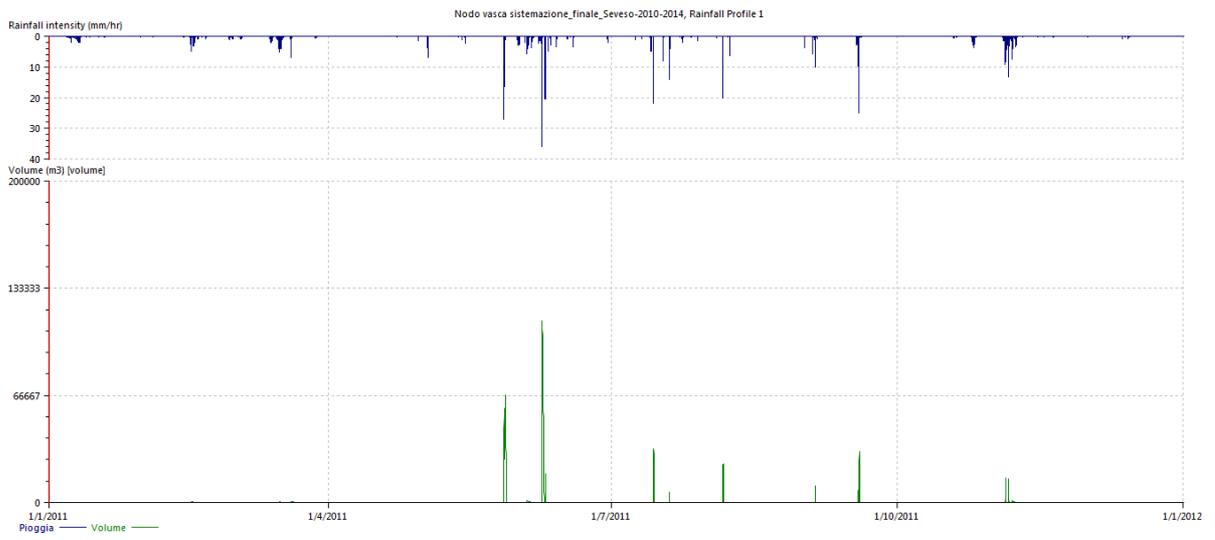
Applicando tali eventi al modello idraulico del Seveso nella condizione futura di sistemazione completa del bacino a monte di Palazzolo e dunque portata nulla a valle di tale nodo e considerando uno scenario di regolazione completa delle portate in ingresso alla tombinatura di Milano con una portata massima di circa 20 m³/s, tale da lasciare un franco di 1 metro tra il pelo libero e l'intradosso della tombinatura, è stato simulato il funzionamento che il sistema avrebbe avuto se nel periodo considerato (2010-2014) il sistema fosse stato nell'assetto finale.

I grafici seguenti indicano, per ciascun anno, gli ietogrammi di pioggia reali registrati dal pluviometro Arpa di Palazzolo ed i volumi idrici presenti in vasca.

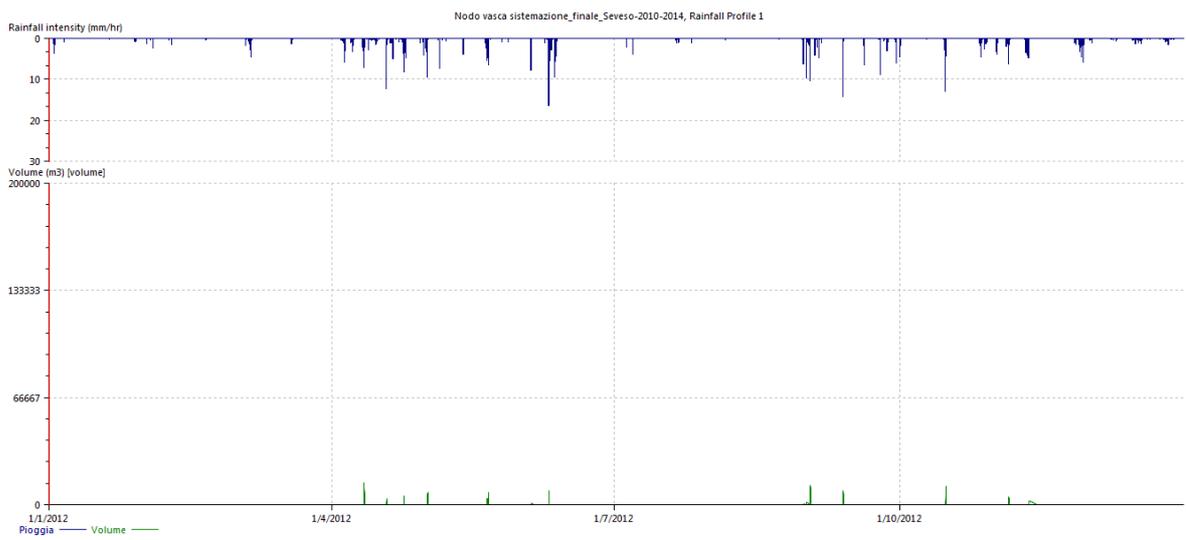
Anno 2010:



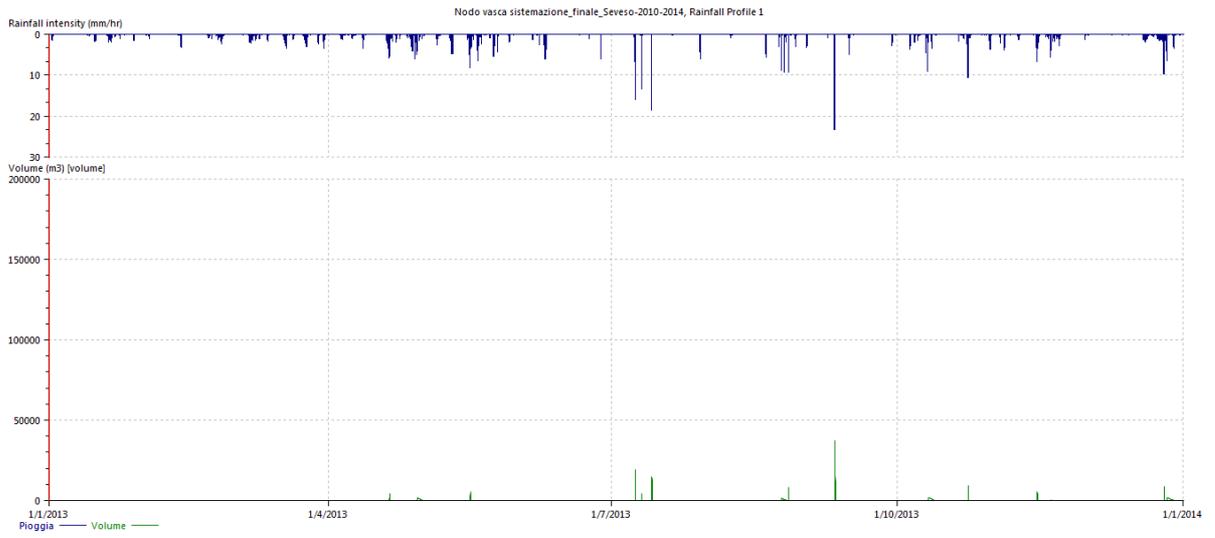
Anno 2011:



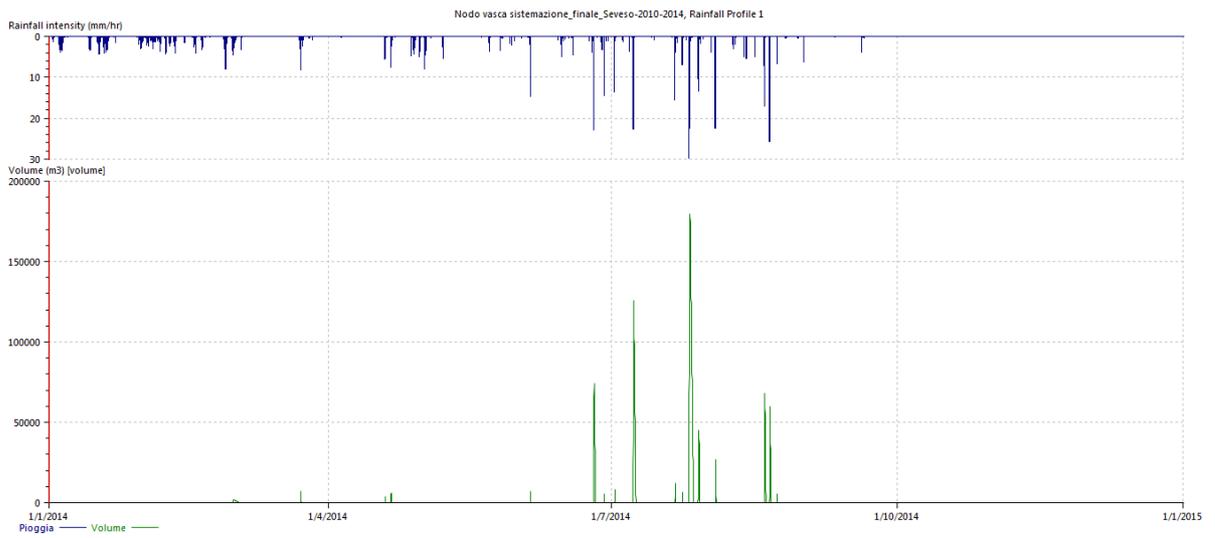
Anno 2012:

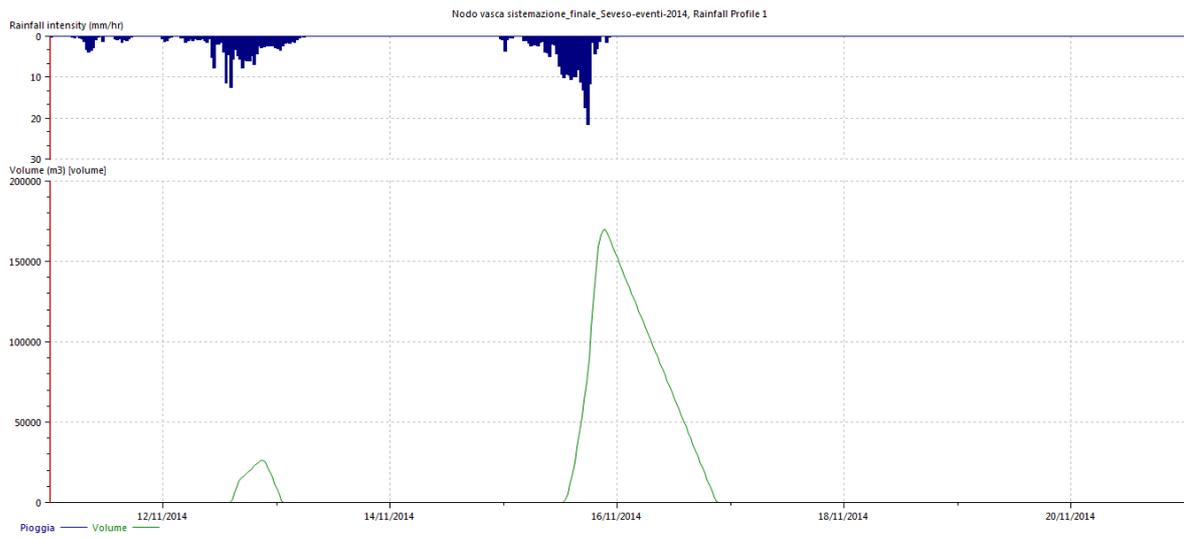


Anno 2013:



Anno 2014 (fino a settembre):



Anno 2014 (evento del 12-15 novembre):

NOTA: l'evento del 12-15 novembre è stato simulato separatamente utilizzando uno ietogramma medio delle registrazioni dei pluviometri di Milano Sondrio, Crescenzero e Bruzzano non essendo disponibili i dati Arpa di Palazzolo.

Dall'analisi condotta sono stati estrapolati i dati riassunti nelle seguenti tabelle.

Elenco eventi che avrebbero comportato l'accumulo di oltre 10'000 m³ nella vasca di laminazione e relativo volume invasato.

DATA	Volume (m ³)
30/03/2010	14730
03/05/2010	38201
12/07/2010	35132
05/08/2010	142987
11/08/2010	32218
12/08/2010	18376
15/08/2010	25555
08/09/2010	12091
25/09/2010	66803
05/10/2010	16137
01/11/2010	14520
16/11/2010	17038
27/05/2011	66870
08/06/2011	113371
14/07/2011	33627
06/08/2011	24348
04/09/2011	10290

DATA	Volume (m ³)
18/09/2011	31876
04/11/2011	15310
05/11/2011	14924
11/04/2012	13656
15/10/2012	11382
08/07/2013	19096
14/07/2013	14845
10/09/2013	37400
25/06/2014	74233
08/07/2014	125912
21/07/2014	12139
26/07/2014	179620
29/07/2014	45044
03/08/2014	26690
19/08/2014	68363
21/08/2014	59846
15/11/2014	169854

Tabella di aggregazione dei dati ottenuti:

anno	Numero eventi con attivazione della vasca	Volume idrico complessivo invasato (m ³ /anno)	Volume idrico medio ad evento (m ³ /evento)
2010	12	433'786	36'149
2011	8	310'616	38'827
2012	2	25'038	13'656
2013	3	71'341	23'780
2014	9	761'701	84'633
MEDIA	6.8	320'496	39'182

3.2 SCENARIO TRANSITORIO – REALIZZAZIONE DELLA SOLA VASCA DI SENAGO E DELLA VASCA IN PROGETTO

Al fine di considerare anche la frequenza di funzionamento dell'opera in uno scenario transitorio con la sola realizzazione della vasca di laminazione di Senago oltre a quella in progetto, è stata condotta una ulteriore serie di simulazioni analoghe alle precedenti con la differenza che, presso il nodo di Palazzolo, è stata immessa come input del modello matematico, la portata che eccederebbe la capacità idraulica ricettiva del CSNO (elevata dunque a 60 m³/s) e la volumetria di invaso della vasca di laminazione di Senago, così come calcolata nell'ambito delle modellazioni idrauliche condotte per la progettazione di tale intervento.

In questo scenario però, la portata massima transitante nella tombinatura è stata mantenuta pari a 40 m³/s, ovvero vicina alla massima compatibile con tale tombinatura, al fine di mettere in funzione la vasca solo in casi di effettiva emergenza, rimandando l'applicazione del franco idraulico di 1 metro nella tombinatura solo dopo il completamento delle altre vasche previste lungo il Seveso.

Dall'analisi condotta sono stati estrapolati i dati riassunti nella seguente tabella.

anno	Numero eventi con attivazione della vasca	Volume idrico complessivo invasato (m ³ /anno)	Volume idrico medio ad evento (m ³ /evento)
2010	12	1'330'055	110'838
2011	3	209'617	69'872
2012	3	140'273	46'758
2013	4	544'483	136'121
2014	6	566'915	94'486
MEDIA	5.6	558'269	91'615

Dal confronto tra i due scenari, si può osservare come, mediamente, nello scenario transitorio la vasca entri in funzione mediamente circa una volta in meno all'anno (poiché il valore di portata per l'attivazione dell'invaso è più alto, potendo immettere nella tombinatura una portata maggiore) mentre il volume medio invasato (sia annuo che per ciascun evento) è superiore, poiché il bacino contribuente è esteso a tutta l'asta del Seveso e non solo alla tratta fino al nodo di Palazzolo, qualora le portate in transito superino la capacità ricettiva del CSNO o la volumetria disponibile nella vasca di Senago.

4 COSTO DI RIMOZIONE E SMALTIMENTO DEI SEDIMENTI DALLE AREE DI LAMINAZIONE

4.1 STIMA DELL'APPORTO MEDIO ANNUO DI SEDIMENTI NELLE AREE DI LAMINAZIONE NELLO SCENARIO FINALE

Per una stima del possibile apporto medio annuo di sedimenti nelle vasche si richiamano le analisi di torbidità e di concentrazione SST risultanti dalla campagna di monitoraggio delle acque convogliate dal CSNO (redatta nell'ambito del progetto definitivo della vasca di laminazione in Comune di Senago) dalle quali si evidenzia un valore medio dei SST pari circa 1 gr/lit (= 1 kg/mc) negli eventi più intensi.

Cautelativamente, si vuole considerare una ulteriore frazione di sedimenti grossolani trasportati dalla corrente pari ad ulteriore 1 gr/lit.

Adottando dunque il valore di 2 gr/lit ed assumendo un peso specifico medio a secco dei sedimenti pari a 1,8 t/m³ (medio di 1,6 t/m³ per il fine e 2,0 t/m³ per il grossolano), la stima dei sedimenti che mediamente ogni anno si depositano sul fondo della vasca è riassunta nella seguente tabella:

anno	peso lordo di sedimenti invasati (kg/anno)	peso lordo di sedimenti invasati (kg/evento)	volume lordo di sedimenti invasati (m ³ /anno)	volume lordo di sedimenti invasati (m ³ /evento)
2010	867'573	72'298	482	40
2011	621'231	77'654	345	43
2012	50'076	25'038	28	14
2013	142'681	47'560	79	26
2014	1'523'402	169'267	846	94
MEDIA	640'993	78'363	356	44

Ciò posto si considera che solo una parte pari a circa il 75% del totale di tale volume si deposita nella vasca, mentre il restante 25% resta in sospensione e quindi viene automaticamente evacuata attraverso il manufatto di scarico. Ciò porta alla seguente tabella:

anno	peso netto di sedimenti invasati (kg/anno)	peso netto di sedimenti invasati (kg/evento)	volume netto di sedimenti invasati (m ³ /anno)	volume netto di sedimenti invasati (m ³ /evento)
2010	650'680	54'223	361	30
2011	465'923	58'240	259	32
2012	37'557	18'778	21	10
2013	107'011	35'670	59	20
2014	1'142'552	126'950	635	71
MEDIA	480'745	58'773	267	33

In complesso quindi si stima una necessità di rimozione di sedimenti pari a 267 m³/anno, arrotondato in 300 m³/anno.

4.2 STIMA DELL'APPORTO MEDIO ANNUO DI SEDIMENTI NELLE AREE DI LAMINAZIONE NELLO SCENARIO TRANSITORIO

Applicando le medesime ipotesi allo scenario transitorio, ovvero con la sola realizzazione della vasca di Senago oltre a quella in progetto, si ottengono i risultati di seguito riassunti.

anno	peso lordo di sedimenti invasati (kg/anno)	peso lordo di sedimenti invasati (kg/evento)	volume lordo di sedimenti invasati (m ³ /anno)	volume lordo di sedimenti invasati (m ³ /evento)
2010	2'660'110	221'676	482	123
2011	419'233	139'744	345	78
2012	280'547	93'516	28	52
2013	1'088'966	272'242	79	151
2014	1'133'830	188'972	846	105
MEDIA	1'116'537	183'230	356	102

anno	peso netto di sedimenti invasati (kg/anno)	peso netto di sedimenti invasati (kg/evento)	volume netto di sedimenti invasati (m ³ /anno)	volume netto di sedimenti invasati (m ³ /evento)
2010	1'995'082	166'257	1'108	92
2011	314'425	104'808	175	58
2012	210'410	70'137	117	39
2013	816'725	204'181	454	113
2014	850'372	141'729	472	79
MEDIA	837'403	137'422	465	76

In complesso quindi si stima una necessità di rimozione di sedimenti pari a 465 m³/anno.

4.3 PULIZIA DELLE AREE DI LAMINAZIONE E SMALTIMENTO DEI SEDIMENTI

In merito al mantenimento del decoro e pulizia della vasca di laminazione, si dovrà provvedere a seguito di ciascun evento ad eseguire interventi di pulizia dei materiali estranei (plastiche, carte, cartoni, barattoli ecc.) lasciati dalle acque sul fondo e sulle sponde.

Tale intervento potrà essere eseguito con macchine aspiratrici portate da automezzi gommati per le sponde mentre per il fondo potranno essere utilizzati i mezzi usualmente adottati per la pulizia delle strade dotati di spazzole e aspiratori.

Considerando un importo di 200 €/m³ per rimozione e smaltimento dei rifiuti depositati sul fondo e sulle sponde e considerando un volume annuo medio di circa 300 m³ nello scenario finale e di circa 465 m³ nello scenario transitorio, prima determinati, si ha che l'onere può essere assunto pari a 60'000 €/anno in scenario finale e 93'000 €/anno in quello transitorio.

Ulteriori operazioni di pulizia del fondo e delle sponde possono essere quantificate in circa 13'000 €/evento; considerando una media di 7 eventi annui in scenario finale e 6 eventi/anno in scenario transitorio si può stimare un costo di 90'000 €/anno in scenario finale e 78'000 €/anno in scenario transitorio.

5 MANUTENZIONE DELLE OPERE CIVILI E IMPIANTISTICHE

Stimando il costo annuo relativo ai materiali di consumo e di manutenzione ordinaria degli impianti elettromeccanici e accessori, valutabile in circa l'1% del costo di investimento, considerando un valore di 5'000'000 € di tali impianti il costo annuo di manutenzione delle opere civili e impiantistiche è valutabile in 50'000 €/anno.

6 PERSONALE

Considerando un monte ore di 2'000 ore/anno per funzioni di supervisione, controllo, riparazioni, pulizie, ecc. per un costo orario di 35 €/ora si stimano circa 70'000 €/anno.

7 ENERGIA ELETTRICA

Considerando quattro principali fonti di consumo elettrico quantificate come segue:

- ricircoli (30 kW per 1 pompa in funzione per circa 300 gg/anno)
- sollevamento acque di falda (315'360 m³/anno sollevati da 6 pompe da 9.2 kW per 16.7 l/s ciascuna)
- svuotamento vasca di laminazione (331'010 m³/anno sollevati da 5 pompe da 40 kW per 400 l/s ciascuna)
- altri impianti: 10'000 kWh/anno

e valutando un costo dell'energia elettrica di 0.2 €/kWh si ottiene un costo annuo di 56'691 €/anno, arrotondato a 60'000 €/anno.

8 MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE

Per il Piano di Manutenzione delle opere a verde, degli arredi e dei percorsi si rimanda all'elaborato PE.28.

9 STIMA COMPLESSIVA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE

Sintetizzando le voci di costo prima esposto si ha il seguente quadro complessivo degli oneri di manutenzione.

SCENARIO	TRANSITORIO	FINALE
RIEPILOGO	€/anno	€/anno
smaltimento sedimenti	93'000.00	60'000.00
pulizia fondo e sponde	78'000.00	90'000.00
manutenzione opere civili	50'000.00	50'000.00
personale	70'000.00	70'000.00
energia elettrica	60'000.00	60'000.00
manutenzione opere a verde	70'000.00	70'000.00
TOTALE	421'000.00	400'000.00

Da quanto sopra riportato deriva che il costo di gestione e manutenzione dell'invaso di laminazione può essere assunto pari a circa 421'000 € in fase transitoria e circa 400'000 € in fase finale, pari a circa l'1,3÷1.4% del costo totale dell'investimento, del tutto coerente con gli usuali standard dei costi di gestione e manutenzione.