

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI

INTERCONNESSIONE DI NOVI LIGURE ALTERNATIVA ALLO SHUNT

VASCA DI LAMINAZIONE LINEA FERROVIARIA

RELAZIONE DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 X	D	C V	C L	I D 0 0 0 2	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	ITEC engineering	04/07/2016	COCIV	05/07/2016	Mancarella	06/07/2016	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: A301-0X-D-CV-CL-ID00-02-001-A00.DOC
-----------	---

CUP: F81H92000000008





## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	INVARIANZA IDRAULICA .....	5
3.	ACCUMULO TOTALE DELLA PORTATA E SCARICO NEI LAGHETTI .....	12
4.	CONCLUSIONE .....	14

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-0X-D-CV-CL-ID00-02-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 14</p>

## 1. PREMESSA

La presente relazione contiene la metodologia per il dimensionamento delle vasche di laminazione previste nell'ambito del progetto ferroviario INTERCONNESSIONE DI NOVI LIGURE ALTERNATIVA ALLO SHUNT INFRASTRUTTURA del Terzo Valico Genova Milano.

L'intervento in progetto ricade in un'area prossima al Rio Gazzo.

Il Rio Gazzo è un corso d'acqua a carattere prettamente torrentizio che ha origine in Comune di Serravalle, in prossimità del Outlet e procede parallelamente alla ferrovia sul lato sinistro e attraversa il centro di Novi Ligure in direzione Est- Ovest.

A monte della città di Novi Ligure drena un'ampia zona collinare ed entra in Novi totalmente tombinato. Oltre Novi Ligure il rio riprende le caratteristiche di rio naturale e confluisce nel Rio Lovassina, che appartiene al reticolo idrografico del Fiume Bormida.

Il rio è caratterizzato dalla presenza di un deviatore realizzato negli anni 90', che dopo aver attraversato la ferrovia, le aree della Pieve di Novi, l'autostrada A7, sfocia nel t. Scrivia. L'opera di presa del deviatore è ubicata a valle dello stabilimento della Novi- Dufour.

La linea ferroviaria porta ad un aumento della superficie impermeabile data dalla piattaforma ferroviaria e dagli stradelli e piazzali di servizio della linea.

Per il binario pari, presente all'interno del bacino del Rio Gazzo, la superficie resa impermeabile è pari a 13.000 mq di cui 5.000 mq per la linea e 8.000 per gli stradelli e i piazzali di servizio.

Tali valori rispetto al bacino del Rio Gazzo di superficie pari 1.84 kmq rappresenta meno del 1 % dell'intera superficie del bacino. Tali superfici non rappresentano una superficie significativa, in termine di aumento delle portate defluite

Si prevede comunque la realizzazione di una vasca di laminazione delle portate di dimensione tale da non provocare alcun effetto sulla portata di piena del Rio Gazzo.

La vasca di laminazione sarà realizzata anche per il binario dispari, situato oltre la linea ferroviaria esistente e quindi all'esterno del bacino del Rio Gazzo, la superficie resa impermeabile dalla linea ferroviaria è pari a 6.000 mq.

Si sono previste 2 differenti metodologie per il dimensionamento delle vasche di laminazione.

La prima legata ad un'invarianza idraulica, in modo da non aumentare la portata defluente nel Rio Gazzo a seguito delle opere di impermeabilizzazione data dalla realizzazione della linea ferroviaria e mantenere la portata attuale. Con tale soluzione saranno realizzate 2 vasche, una per ciascun binario.

La seconda soluzione prevede invece la realizzazione di una vasca in grado di invasare tutto il volume corrispondente alla portata di piena calcolata per un tempo di pioggia pari a 2 volte il tempo di corrivazione del Rio Gazzo e lo scarico nei laghetti esistenti prossimi alla cascina Gianluigia.

Il sistema prevede pertanto l'utilizzo di un sistema di pompaggio per i binari pari e dispari, l'invio alla vasca di laminazione e lo scarico nei laghetti, presenti in prossimità del binario dispari.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-0X-D-CV-CL-ID00-02-001-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 5 di 14</span>

## 2. INVARIANZA IDRAULICA

Le modalità di smaltimento delle acque di drenaggio meteorico delle nuove superfici impermeabili prevedono la realizzazione di una vasca di laminazione in grado di ridurre sensibilmente la portata massima sino a valori inferiori a quelli attuali e di ritardarne nel contempo l'afflusso nel corpo ricettore di valle.

Le superfici considerate sono le nuove aree impermeabili della linea ferroviaria e delle superfici di servizio (stradelli e piazzali) e le aree permeabili delle trincee naturali.

La vasca consente di invasare temporaneamente i volumi drenati dalle superfici impermeabili e di rilasciarli alla rete in maniera distribuita nel tempo, simulando in questo modo la dinamica di smaltimento della preesistente condizione di superfici permeabili.

Per ottenere un dimensionamento ottimale della vasca e del suo sistema di svuotamento, sono state effettuate diverse simulazioni considerando eventi di precipitazione con tempo di ritorno 100 anni e durate pari a 15-30-60-120 minuti.

I calcoli sono stati eseguiti assumendo che gli eventi di precipitazione gravanti sull'area oggetto di modifica abbiano intensità costante e schematizzando, sotto ipotesi semplificative, gli idrogrammi di piena.

L'idrogramma di piena relativo all'evento di precipitazione di durata di 15 minuti, è stato rappresentato con un triangolo di base pari a due volte il tempo di corrivazione (assunto pari a 15 minuti) con picco di portata pari al valore massimo calcolato.

Gli idrogrammi di piena per gli eventi con durate superiori al tempo di corrivazione sono stati invece schematizzati con trapezi con base maggiore pari alla somma della durata dell'evento e del tempo di corrivazione e base minore pari alla loro differenza.

In tutti gli idrogrammi il valore di picco della portata si verifica in corrispondenza del tempo di corrivazione.

Fissato un adeguato step temporale di calcolo, sono stati determinati per ciascun intervallo: la portata affluita, il volume affluito, la portata defluita, il volume defluito e il volume invasato.

La portata affluita è stata ricavata dall'idrogramma di piena, mentre la portata defluita è stata calcolata assimilando lo scarico della vasca ad una luce a battente secondo l'espressione:

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove S rappresenta l'area totale della luce di fondo considerata di diametro pari a 125 mm,  $\mu$  il coefficiente di portata assunto pari a 0.6, h il battente idrico al di sopra della luce.

Per le vasche di laminazione si sono considerate delle vasche rispettivamente di superficie pari a 700 mq per il binario pari e 500 mq per il binario dispari.

I risultati delle simulazioni effettuate sono riportati in forma grafica e numerica nelle tabelle e nelle figure allegate, suddivise per il binario pari e per il binario dispari.

Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei risultati ottenuti del binario pari. Il volume massimo invasato rappresenta il volume minimo della vasca di laminazione.

BINARIO PARI			T	200	anni				
Stato attuale					Stato di progetto			Scarico di fondo	
								D [m]	0.125
								Area [m <sup>2</sup> ]	0.0123
			C				C	Geometria vasca	
A <sub>1</sub>	13000	[m <sup>2</sup> ]	0.2	A <sub>1</sub>	13000	[m <sup>2</sup> ]	0.9	Area [m <sup>2</sup> ]	700
A <sub>2</sub>	1500	[m <sup>2</sup> ]	0.2	A <sub>2</sub>	1500	[m <sup>2</sup> ]	0.2		
A <sub>tot</sub>	14500			A <sub>tot</sub>	14500				
C medio	0.20			C medio	0.83				
								h	0.79 [m]
								Vol tot affl	581.26 [m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	15	[min]		Durata pioggia	15	[min]		Vol max inv	548.17 [m <sup>3</sup> ]
Q <sub>max</sub>	156.1	[l/s]		Q <sub>max</sub>	646	[l/s]		Q max usc	28.9 l/s
								h	0.99 [m]
								Vol tot affl	748.13 [m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	30	[min]		Durata pioggia	30	[min]		Vol max inv	692.04 [m <sup>3</sup> ]
Q <sub>max</sub>	100.4	[l/s]		Q <sub>max</sub>	416	[l/s]		Q max usc	32.5 l/s
								h	1.23 [m]
								Vol tot affl	962.76 [m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	60	[min]		Durata pioggia	60	[min]		Vol max inv	857.41 [m <sup>3</sup> ]
Q <sub>max</sub>	64.6	[l/s]		Q <sub>max</sub>	267	[l/s]		Q max usc	36.1 l/s
								h	1.47 [m]
								Vol tot affl	1239.06 [m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	120	[min]		Durata pioggia	120	[min]		Vol max inv	1027.6 [m <sup>3</sup> ]
Q <sub>max</sub>	41.6	[l/s]		Q <sub>max</sub>	172	[l/s]		Q max usc	39.6 l/s

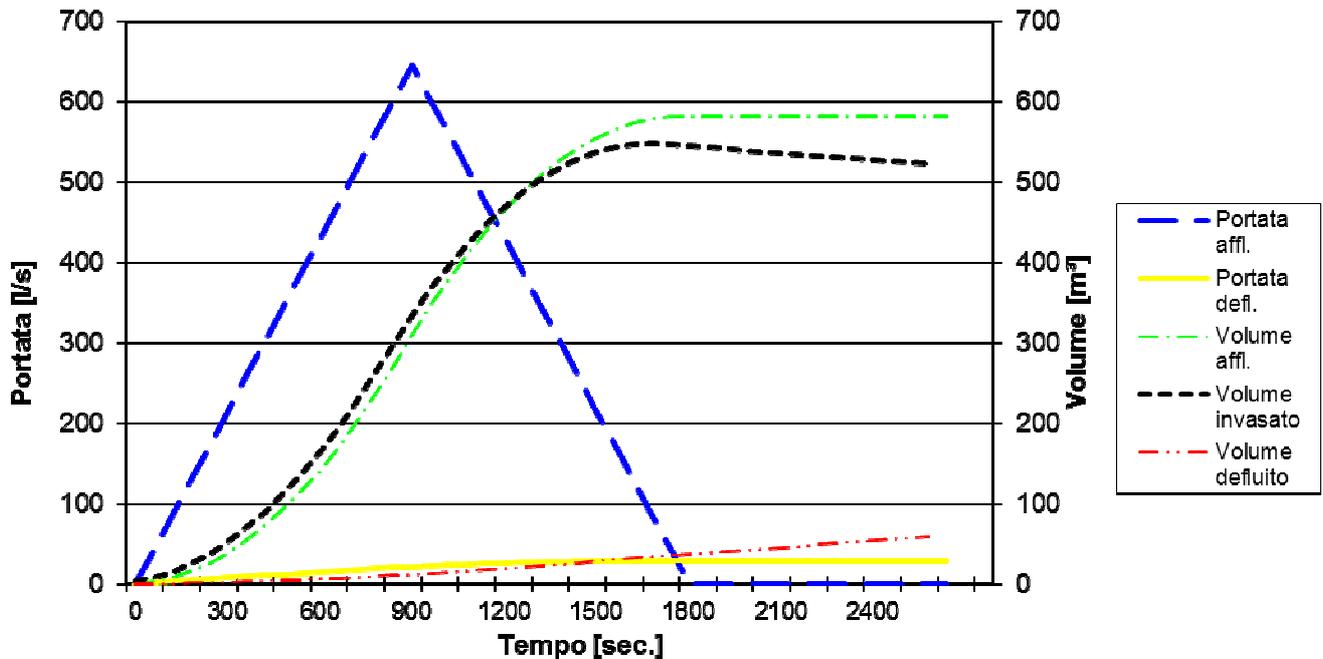
I risultati mostrano come le portate massime uscenti dalla vasca risultino inferiori per tutti gli eventi meteorici considerati.

Considerando la durata di pioggia massima, superiore al tempo di corrivazione del Rio Gazzo che risulta essere pari a 1.1 ora, per il binario dispari il volume della vasca di laminazione risulta essere pari a 1027 mc.

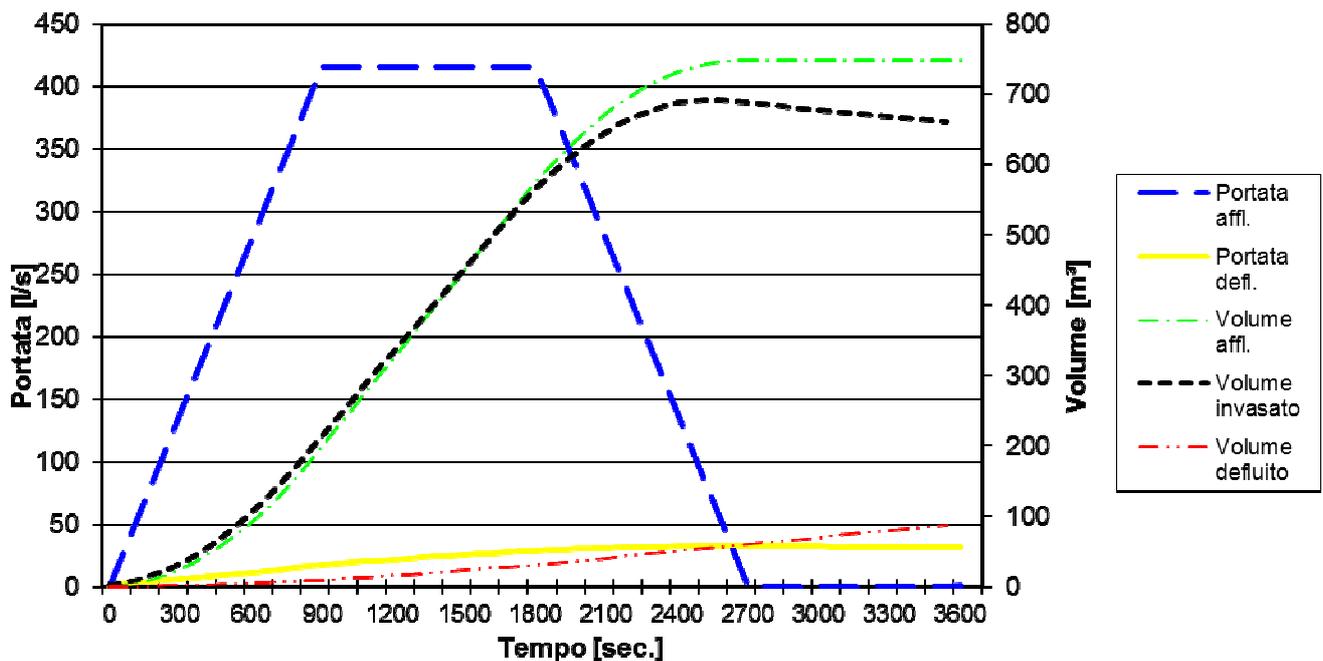
Di seguito si riportano i grafici con la simulazione della vasca d'invaso in cui sono riportate:

- Portata affluita;
- Portata defluita;
- Volume totale affluito;
- Volume invasato;
- Volume defluito.

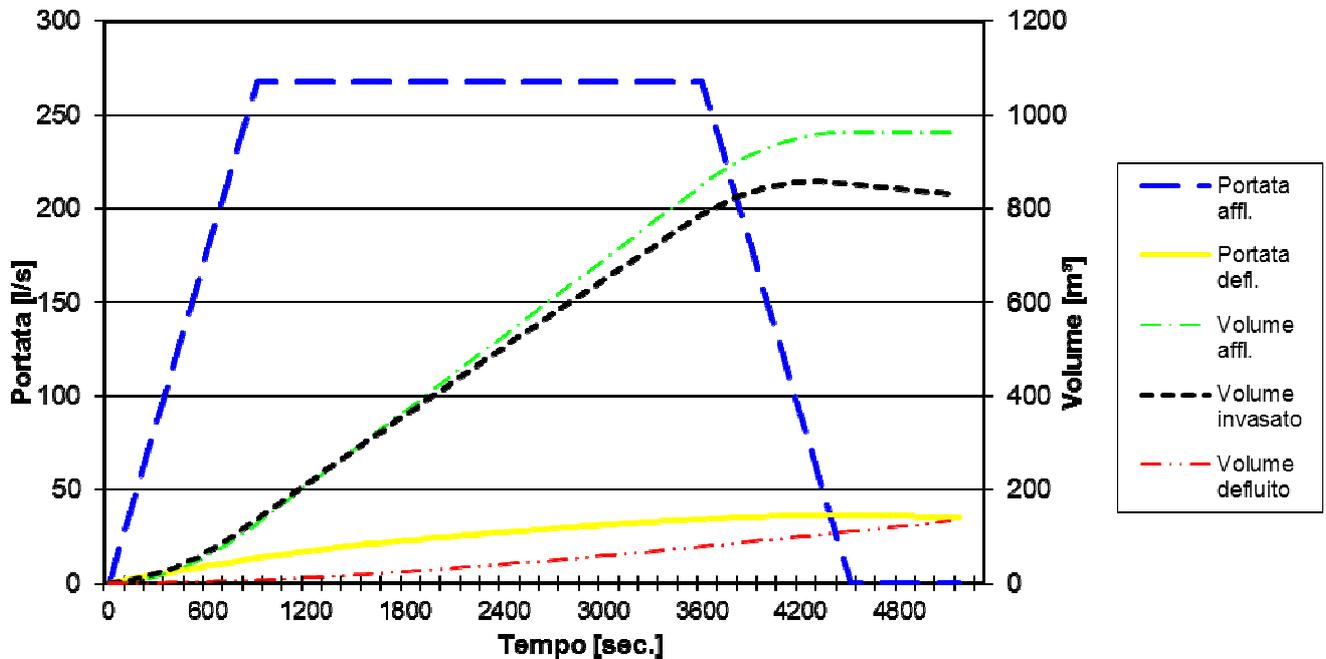
**Simulazione funzionamento vasca - Binario Pari**  
**Evento meteorico: durata 15 min. - T= 200 anni**



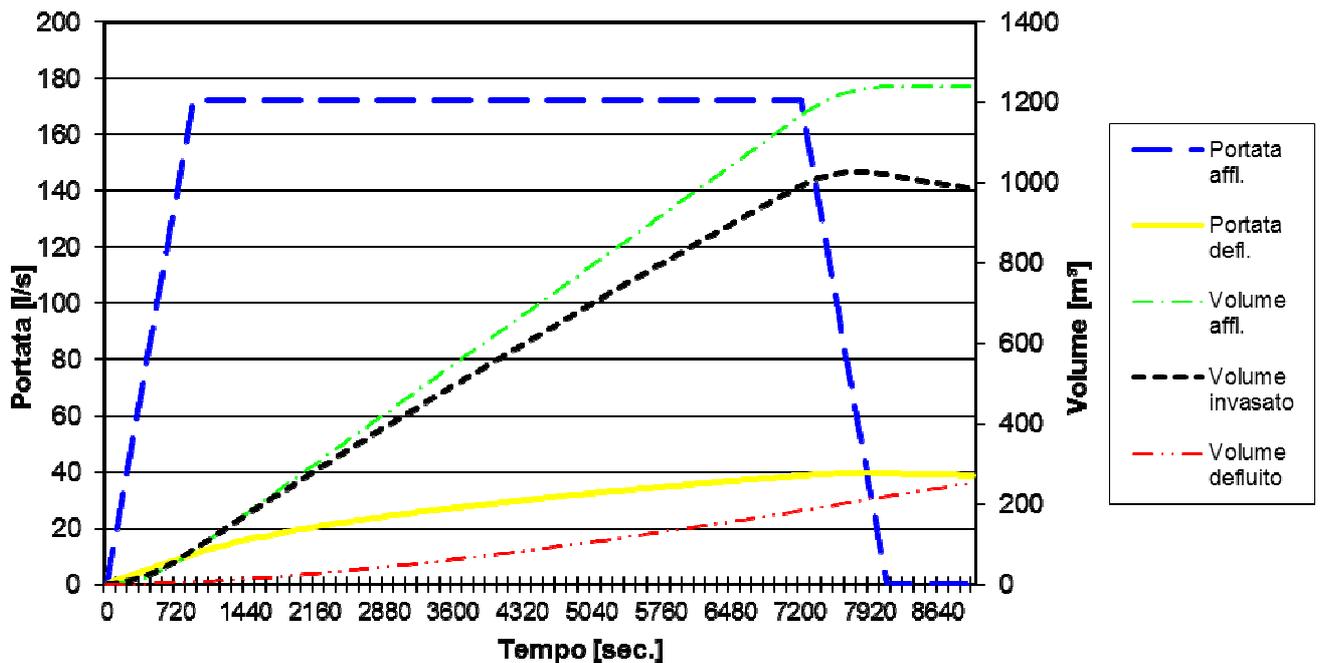
**Simulazione funzionamento vasca - Binario Pari**  
**Evento meteorico: durata 30 min. - T= 200 anni**



**Simulazione funzionamento vasca - Binario Pari**  
**Evento meteorico: durata 60 min. - T= 200 anni**



**Simulazione funzionamento vasca - Binario Pari**  
**Evento meteorico: durata 120 min. - T= 200 anni**



Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei risultati ottenuti del binario dispari

BINARIO DISPARI			T	200	anni					
Stato attuale					Stato di progetto			Scarico di fondo		
								D [m]	0.125	
								Area [m <sup>2</sup> ]	0.0123	
			C				C	<b>Geometria vasca</b>		
A <sub>1</sub>	6000	[m <sup>2</sup> ]	0.2		A <sub>1</sub>	6000	[m <sup>2</sup> ]	0.9	Area [m <sup>2</sup> ]	500
A <sub>2</sub>	1000	[m <sup>2</sup> ]	0.2		A <sub>2</sub>	1000	[m <sup>2</sup> ]	0.2		
A <sub>tot</sub>	7000				A <sub>tot</sub>	7000				
C medio	0.20				C medio	0.80				
								h	0.49 [m]	
Durata pioggia	15	[min]			Durata pioggia	15	[min]	Vol tot affl	271.25 [m <sup>3</sup> ]	
Q <sub>max</sub>	75.3	[l/s]			Q <sub>max</sub>	301	[l/s]	Vol max inv	245.04 [m <sup>3</sup> ]	
								Q max usc	22.9 l/s	
								h	0.61 [m]	
Durata pioggia	30	[min]			Durata pioggia	30	[min]	Vol tot affl	349.16 [m <sup>3</sup> ]	
Q <sub>max</sub>	48.5	[l/s]			Q <sub>max</sub>	194	[l/s]	Vol max inv	305.19 [m <sup>3</sup> ]	
								Q max usc	25.5 l/s	
								h	0.74 [m]	
Durata pioggia	60	[min]			Durata pioggia	60	[min]	Vol tot affl	449.29 [m <sup>3</sup> ]	
Q <sub>max</sub>	31.2	[l/s]			Q <sub>max</sub>	125	[l/s]	Vol max inv	367.78 [m <sup>3</sup> ]	
								Q max usc	28.0 l/s	
								h	0.84 [m]	
Durata pioggia	120	[min]			Durata pioggia	120	[min]	Vol tot affl	578.41 [m <sup>3</sup> ]	
Q <sub>max</sub>	20.1	[l/s]			Q <sub>max</sub>	80	[l/s]	Vol max inv	417.4 [m <sup>3</sup> ]	
								Q max usc	29.9 l/s	

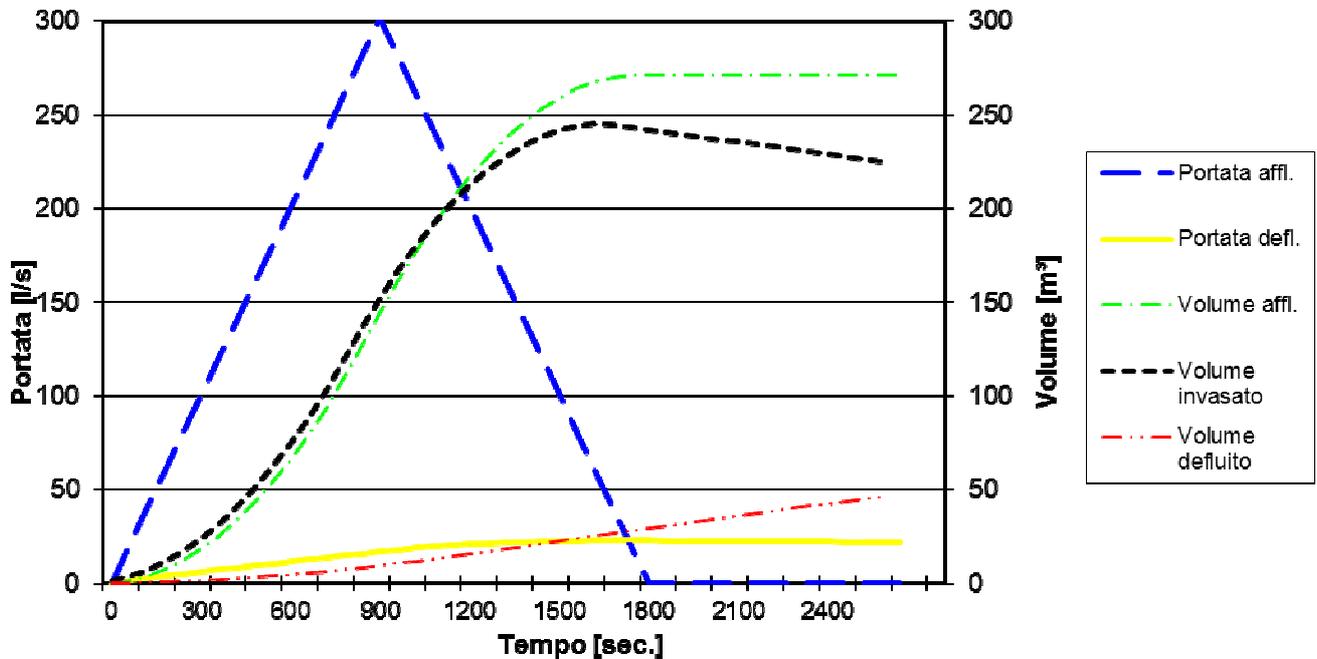
I risultati mostrano come le portate massime uscenti dalla vasca risultino inferiori per tutti gli eventi meteorici considerati, ad eccezione della pioggia di durata pari a 2 ore, che comunque presenta una portata che risulta essere minore della metà della portata massima, calcolata con tempo di pioggia di 15 minuti.

Considerando la durata di pioggia massima per il binario dispari il volume della vasca di laminazione risulta essere pari a 414 mc.

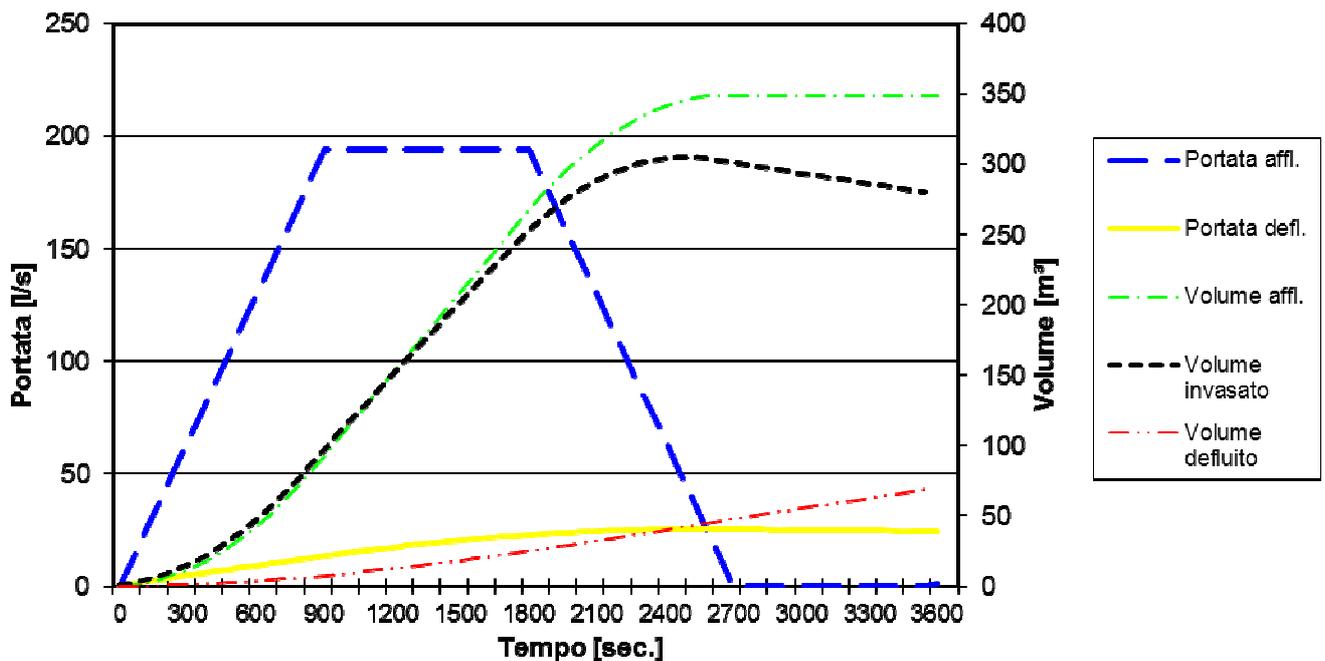
Di seguito si riportano i grafici con la simulazione della vasca d'invaso in cui sono riportate:

- Portata affluita;
- Portata defluita;
- Volume totale affluito;
- Volume invasto;
- Volume defluito.

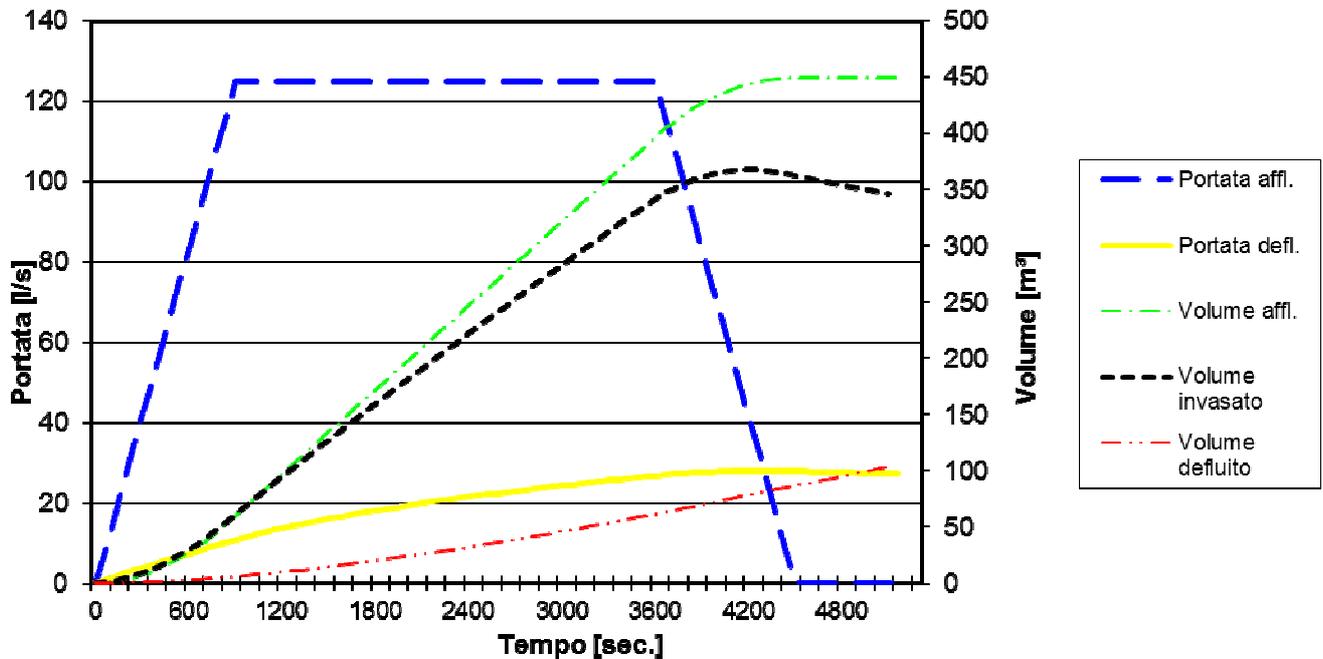
**Simulazione funzionamento vasca - Binario DISPARI**  
**Evento meteorico: durata 15 min. - T= 200 anni**



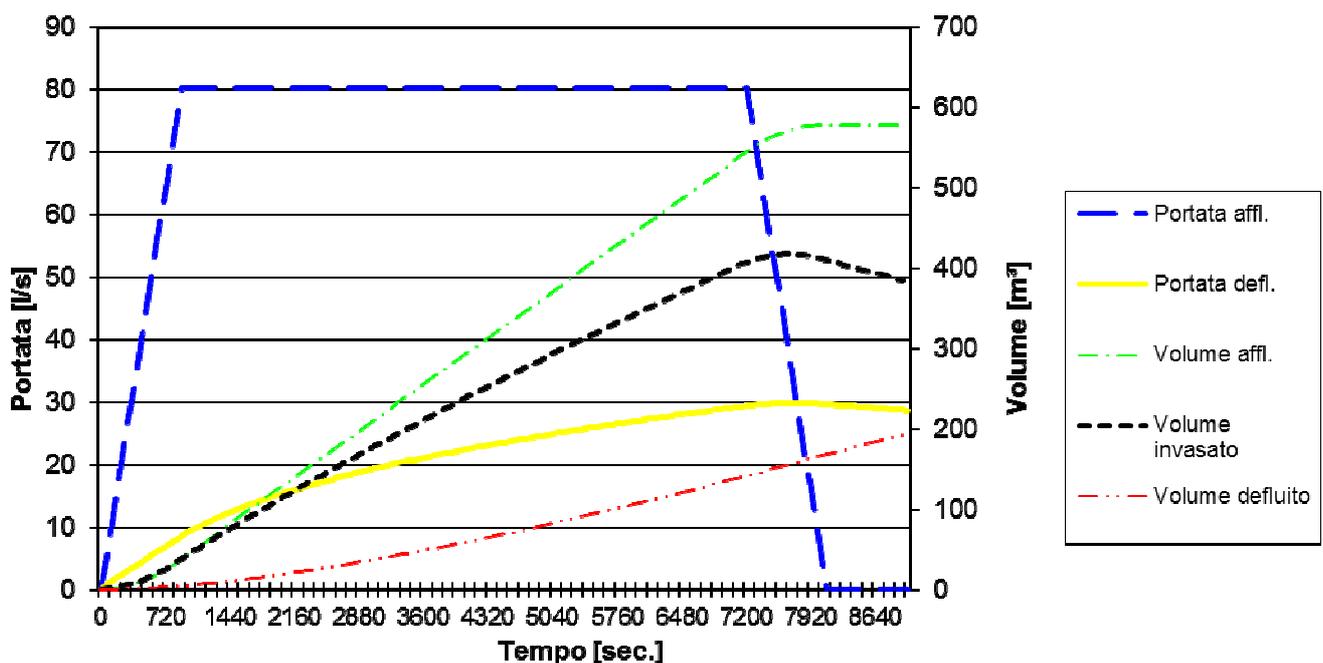
**Simulazione funzionamento vasca - Binario Dispari**  
**Evento meteorico: durata 30 min. - T= 200 anni**



**Simulazione funzionamento vasca - Binario Dispari**  
**Evento meteorico: durata 60 min. - T= 200 anni**



**Simulazione funzionamento vasca Binario Dispari**  
**Evento meteorico: durata 120 min. - T= 200 anni**



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-ID00-02-001-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 12 di 14</span>

### 3. ACCUMULO TOTALE DELLA PORTATA E SCARICO NEI LAGHETTI

Il sistema di smaltimento delle acque di drenaggio meteorico dell'area di intervento è stato studiato in modo tale da non interferire in nessun modo con il regime di piena del rio Gazzo che, come già evidenziato, presenta una forte criticità idraulica più a valle.

Per tale ragione le portate provenienti dallo stradello e dai binari pari e dispari saranno raccolte nella vasca di sollevamento convogliate in una vasca di laminazione e da qui scaricate nei laghetti presenti tra la cascina Moffa e la Cascina Gianluigia.

I laghetti presentano una superficie complessiva di 11.000 mq. Il livello del laghetto corrisponde al livello massimo della falda in tale zona. Il volume disponibile risulta essere pari a circa 10.000 mq. In tal caso si potrebbe prevedere di invasare l'intero volume dell'evento di piena.

La metodologia di calcolo dei volumi totali accumulati è la medesima già considerata dell'invarianza idraulica e di seguito riportati, considerando l'insieme dei binari pari e dispari.

Di seguito si riporta la tabella con l'indicazione delle superfici considerate.

	<b>BINARIO PARI</b>	
	<b>Area perm.</b>	<b>Area LINEA imp.</b>
<b>DESCRIZIONE TRATTO</b>	<b>[mq]</b>	<b>[mq]</b>
Trincea tra diaframmi tipo 1		1205
Trincea tra diaframmi tipo 2		1430
Trincea naturale	1440	1125
Rilevato		1121
Area Triage		980
Fabbricato		2600
Stradello		4497
<i>Totale binario pari</i>	<i>1440</i>	<i>12958</i>
	<b>BINARIO DISPARI</b>	
	<b>Area perm.</b>	<b>Area LINEA imp.</b>
<b>DESCRIZIONE TRATTO</b>	<b>[mq]</b>	<b>[mq]</b>
Trincea tra diaframmi		1793
Trincea tra muri ad U		1015
Trincea naturale	800	625
Rilevato		
Piazzale H con fabbricato		1000
Piazzola GE e Stazione soll		1452
Stradello		
<i>Totale binario dispari</i>	<i>800</i>	<i>5885</i>
<b>TOTALE [mq]</b>	<b>2240</b>	<b>18843</b>

È stata considerata una pioggia con tempo di ritorno 200-ennale, per differenti durate da 15 minuti sino alle 24 ore.

Di seguito si riporta tabella il tempo di ritorno 200-ennale.

<b>T=</b>	<b>200</b>	<b>anni</b>			
			C		
A impermeabile	18843	[m <sup>2</sup> ]	0.9		
A permeabile	2240	[m <sup>2</sup> ]	0.2		
Atot	21083		0.83		
Durata pioggia	15	[min]			
h	48.4	[mm]			
Qmax	937	[l/s]	Volume	843	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	30	[min]			
h	62.3	[mm]			
Qmax	603	[l/s]	Volume	1085	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	60	[min]			
h	80.2	[mm]			
Qmax	388	[l/s]	Volume	1397	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	120	[min]			
h	103.3	[mm]			
Qmax	250	[l/s]	Volume	1797	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	180	[min]			
h	119.7	[mm]			
Qmax	193	[l/s]	Volume	2083	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	720	[min]			
h	198.2	[mm]			
Qmax	80	[l/s]	Volume	3450	[m <sup>3</sup> ]
Durata pioggia	1440	[min]			
h	255.1	[mm]			
Qmax	51	[l/s]	Volume	4441	[m <sup>3</sup> ]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-ID00-02-001-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 14 di 14</span>

Si è deciso di assumere un tempo di pioggia pari a circa 2 volte il tempo di corrivazione del Rio Gazzo, sebbene la vasca di laminazione abbia scarico nei laghetti.

Dal momento che il bacino del Rio Gazzo presenta un tempo di corrivazione di 1.1 ora, in corrispondenza del diversore, si è assunto un tempo di pioggia per il dimensionamento della vasca di 2 ore.

Il volume minimo della vasca di laminazione è pari a 1.800 mc.

#### 4. CONCLUSIONE

Il sistema di smaltimento delle acque di drenaggio meteorico dell'area di intervento è stato studiato in modo tale da non interferire con il regime di piena del rio Gazzo che, come già evidenziato, presenta una forte criticità idraulica più a valle.

Di seguito si riporta una tabella sui risultati delle 2 metodologie considerate per il tempo di ritorno 200-ennale.

	Tempo ritorno 200 anni	
	Durata pioggia [min]	
	60	120
<b>INVARIANZA IDRAULICA</b>		
<b>Binario Pari</b>	857	1027
<b>Binario Dispari</b>	367	417
<b>Totale</b>	1224	1434
<b>ACCUMULO TOTALE PORTATA</b>	1397	1797

Considerando i dati soprariportati, la criticità del Rio Gazzo, si è deciso di dimensionare la vasca di laminazione per un volume di 2.000 m<sup>3</sup>, con lo scarico nei laghetti evitando di scaricare alcuna portata nel Rio Gazzo.

La vasca sarà completa di un sistema di svuotamento in continuo con scarico diretto nei laghetti.

Tale portata è stata individuata considerando una portata calcolata mediante il principio dell'invarianza idraulica, considerando come portata in uscita quella calcolata nello stato attuale, precedente alla realizzazione dell'interconnessione ferroviaria.

Considerando un coefficiente di deflusso di 0.2, un tempo di pioggia di 2 ore con tempo di ritorno di 200 anni, la portata risulta essere pari a 60 l/s, che rispetto al volume di 2.000 mc, presenta un tempo di svuotamento di circa 9 ore.