

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA      Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
RI – RILEVATI  
RI52 - RILEVATO FERROVIARIO DA PK 29+669,57 A PK 29+975,00  
SISTEMAZIONI IDRAULICHE  
Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Ottobre 2022	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Ottobre 2022			

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    Progr.    REV.    FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	R	I	5	2	0	4	0	0	1	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Ing Alberto Levorato	Data Ottobre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	Settembre 2021	A. Gardani	Settembre 2021	P. Galvanin	Settembre 2021	
B	SPOSTAMENTO BACINO DI LAMINAZIONE RI52-BL01	E. Giorgetti	Ottobre 2022	A. Gardani	Ottobre 2022	P. Galvanin	Ottobre 2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI5204001B_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 2 di 28

## INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE .....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO .....	4
4.1	Idrologia .....	4
4.2	Coefficienti di deflusso .....	5
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA .....	6
5.1	Descrizione del sistema .....	6
5.2	Dimensionamento degli elementi di drenaggio.....	8
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi .....	8
5.2.2	Dimensionamento degli elementi di convogliamento .....	10
6	SISTEMA DI LAMINAZIONE .....	13
6.1	Dimensionamento del bacino di laminazione .....	15
6.2	Manufatto di controllo e regolazione della portata.....	19
7	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO .....	21
7.1	VERIFICHE IDRAULICHE .....	22
7.1.1	Portata in ingresso .....	22
7.1.2	Volume stop due ore.....	22
7.1.3	Vasca di aspirazione.....	22
7.1.4	Macchine idrauliche .....	23
7.1.5	Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento.....	26
7.1.6	Dotazioni impiantistiche .....	27

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 3 di 28

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI52, compreso tra il km 29+669.57 e il km 29+975.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza. Dal punto di vista idraulico tale intervento è connesso agli interventi successivi, denominato RI53 e RI54, che si sviluppano rispettivamente dal km 28+975.00 al km 30+175.00 e dal km 30+175.00 al km 30+409.00, con il quale condivide alcune delle medesime canalette di raccolta in piattaforma.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto, delle aree ad essa afferenti (scarpata e stradello) e della semi-piattaforma lato B.P. della Linea Storica (L.S.) esistente in affiancamento prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso il bacino di laminazione RI52-BL01 posto al piede del rilevato. Tale vasca è stata progettata in modo tale da laminare la portata meteorica e restituirla al reticolo idrografico esistente conformemente al limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

La bacino di laminazione è stata prevista, per motivi d'ingombro, a nord della linea storica esistente tra le pk 29+300 e 29+530 in affiancamento alle WBS RI50 e RI51.

Il recapito ultimo è rappresentato dal fosso irriguo esistente ripristinato in adiacenza al bacino di laminazione. A monte del recapito è previsto un impianto di sollevamento dedicato al fine di garantire lo scarico della portata laminata in testa al fosso irriguo.

Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma  
IN1710EI2BZRI0006002 – Dettagli manufatti di regolazione

IN1712EI2PZRI5204001 - Planimetria idraulica e sezione di scarico

IN1712EI2PZRI5204002 – Pianta, prospetto e sezioni bacino di laminazione RI52-BL01

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, "Norme in materia ambientale"
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 4 di 28

- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, “Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici” e in particolare l’Allegato A, “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche”.
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (Ed. 2017)

## 4 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

### 4.1 Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell’area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l’altezza d’acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è TR = 100 anni, in linea con quanto prescritto nel manuale di progettazione RFI, parte II sezione 3.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Per la tratta Verona-Vicenza sono stati ottenuti i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

Tabella 1 - Parametri a e n per durate superiori e inferiori all’ora, per tempo di ritorno pari a 100 anni

Stazioni ArpaV	da pk (km)	a pk (km)	Tr= 100 anni			
			<1h		1-24h	
			a (mm/ore <sup>n</sup> )	n (a-dim.)	a (mm/ore <sup>n</sup> )	n (a-dim.)
Verona Parco Adige Nord	0+000	3+050	102.34	0.60	78.22	0.17
Buttapietra (Verona sud)	3+050	4+105	86.75	0.62	81.64	0.13
50% Buttapietra 50%Arcole	4+105	13+775	94.28	0.62	85.94	0.13
Cognola ai colli	13+755	18+710	84.48	0.54	78.70	0.18
Arcole	18+710	26+010	101.76	0.62	90.07	0.13
Lonigo	26+010	32+975	99.50	0.57	85.05	0.12
Brendola	32+975	42+310	87.62	0.51	71.79	0.25
S.Agostino Vicenza	42+310	44+250	66.97	0.39	69.30	0.23

Nella tratta oggetto della presente Relazione si fa riferimento ai valori della stazione di Lonigo.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1711EI2RGID00000040).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 5 di 28

#### 4.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso ( $\varphi$ ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Come indicato dalla normativa regionale (Allegato A alla DGR 2948 del 6 ottobre 2009) si utilizza un coefficiente di deflusso  $\varphi = 0.9$  per le aree pavimentate,  $\varphi = 0.6$  per le scarpate dei rilevati,  $\varphi = 0.2$  per le superfici permeabili e  $\varphi = 0.1$  per le aree agricole.

Si calcolano quindi le superfici afferenti efficaci come:  $A_{eff} = \varphi A$ .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E 12 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 6 di 28

## 5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

### 5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per le tratte in rilevato, prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato, oppure in presenza di un muro di sostegno, come nel caso della RI52 in oggetto il recapito ad un bacino di laminazione.

Il convogliamento delle acque di piattaforma al bacino di laminazione avviene con un attraversamento posto alla pk 29+700, come illustrato nello stralcio planimetrico di Figura 1.

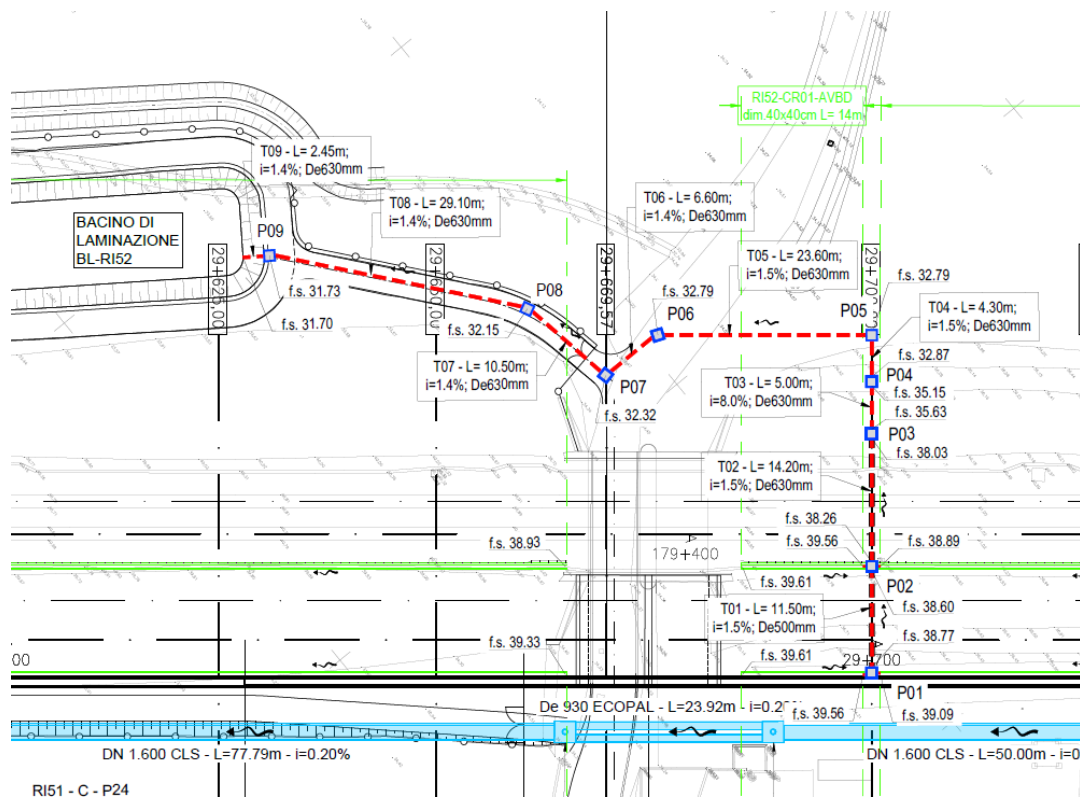


Figura 1 – Stralcio planimetrico di scarico dalla piattaforma al BL

Tra le pk 30+405 e 29+700 le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.D. della linea AV/AC e della semi-piattaforma lato B.P. della LS, vengono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni massime pari a 0.4x1.10 m dotate di griglia metallica classe D400 posate con la pendenza della linea al centro della sezione. Le acque relative alla semi-piattaforma lato B.P. della linea AV/AC sono anch'esse raccolte in canalette rettangolari di tipo "CR", ma meno approfondita, di dimensioni massime pari a 0.4x0.9 m, posate anch'esse con la pendenza della linea, al limite della piattaforma in testa al muro di sostegno.

Tra le pk 29+686 e 29+700 sia al centro della piattaforma che in adicenza al muro lato B.P. della linea AV/AC sono previsti due brevi tratti di canalette 0.4x0.40 dotati di massetti di contropendenza inclinati allo 0.1%.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 7 di 28

Lo scarico dalle canalette CR nei collettori avviene tramite un tratto di tubo in PVC SN8 De 315 e un pozzetto in cls prefabbricato di dimensioni 0.8x0.8 m come illustrato nella seguente immagine.

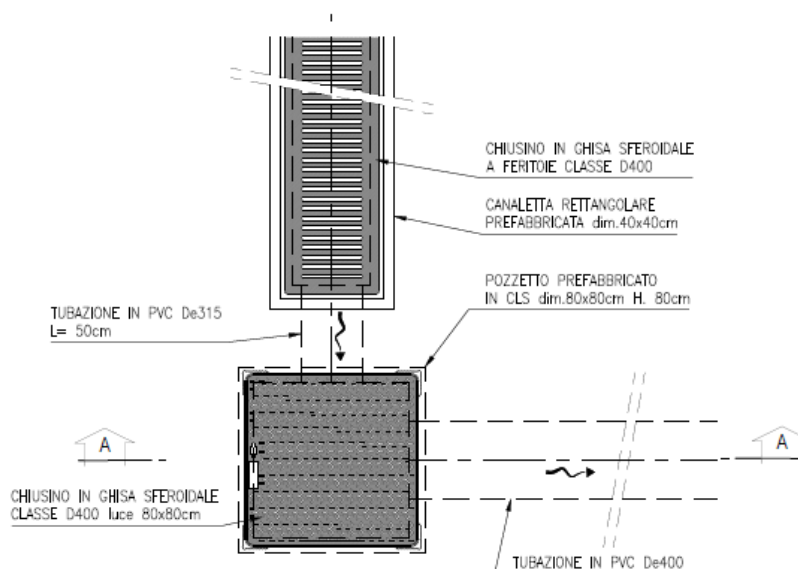


Figura 2 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 0.8x0.8 m.

Per i dettagli costruttivi dei singoli elementi si faccia riferimento all'elaborato IN1710E12BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma.

Lo scarico dalla piattaforma verso il bacino di laminazione viene realizzato tramite tubazioni in PVC SN8 DN500 e DN630 controtubate che attraversano il rilevato ferroviario e tubazioni in PVC SN8 DN630 con bauletto in cls al di sotto della viabilità esistente in approccio al sottopasso SL09. In corrispondenza dei cambi di direzioni e dei salti di quota lungo la scarpata del rilevato esistente sono previsti pozzetti in cls prefabbricati di dimensioni interne 80x80 cm. Il profilo è riportato in Figura 3.

In corrispondenza della viabilità la tubazione è stata posta ad una quota adeguata per non avere interferenze con i sottoservizi esistenti.

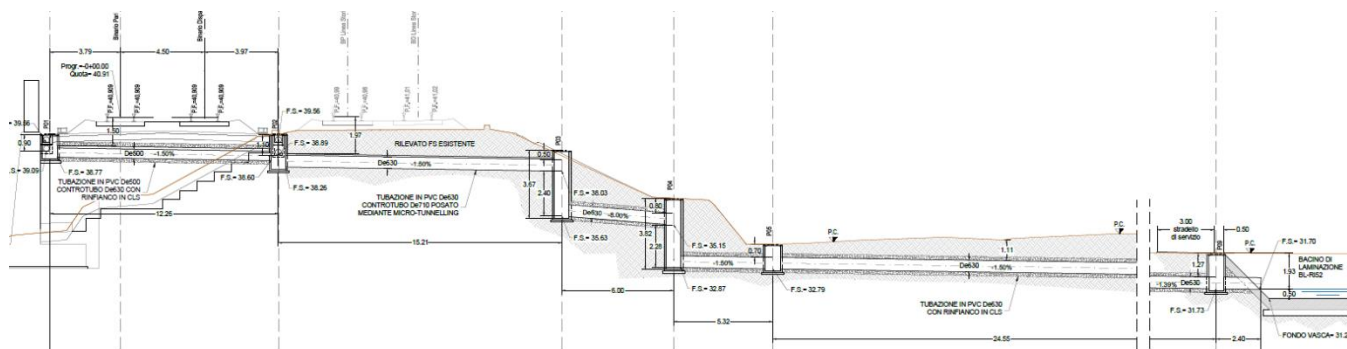


Figura 3 – Profilo di scarico dalla piattaforma al BL

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 8 di 28

Il bacino di laminazione, posizionato per motivi di ingombro tra le pk 29+300 e 29+530 in affiancamento alle WBS RI50 e RI51, ha la funzione di laminare la portata meteorica scaricata dalla piattaforma e restituirla al reticolo secondo il limite dei 5 l/s\*ha imp.

Lo scarico nel recettore finale avverrà tramite l'installazione di un sistema di pompaggio dedicato.

Il ricettore finale è rappresentato dal fosso esistente deviato a nord dell'area occupata dal bacino, la sezione tipo è rappresentata nella seguente immagine. Nel punto in cui avviene lo scarico dall'impianto di sollevamento il fosso sarà rivestito in cls armato con una rete elettrosaldata.

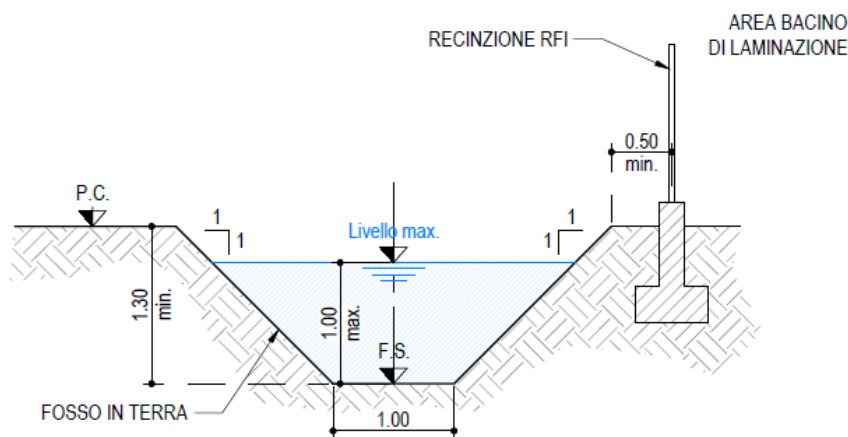


Figura 4 – Sezione tipo fosso ripristinato a nord del bacino di laminazione.

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (canalette, collettori). Il sistema di laminazione è descritto nel successivo capitolo 6 e l'impianto di sollevamento nel capitolo 6.2.

## 5.2 Dimensionamento degli elementi di drenaggio

### 5.2.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini ferroviari è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 9 di 28

coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

La portata affluente ( $Q_{critica}$ ) è valutabile attraverso l'applicazione della formula razionale, che restituisce la portata specifica da drenare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i_c \cdot A}{3600 \cdot 1000}$$

dove  $i_c$  [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione  $t_c$  [ore],  $A$  [m<sup>2</sup>] è la superficie del bacino scolante e  $\varphi$  (§ 4.2) è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino, la formula così scritta restituisce il valore di portata  $Q$  in m<sup>3</sup>/s.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 10 di 28

### 5.2.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori, mezzi tubi, canalette) è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata metroica critica calcolata tramite la formula razionale, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (pari a 5 minuti) e del tempo di traslazione ( $t_r$ ) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

$N$  = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

$l_i$  = lunghezza del tronco  $i$ -esimo;

$v_i$  = velocità nel tronco  $i$ -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:  $Q$  rappresenta la portata di dimensionamento dell'elemento ( $m^3/s$ );  $k = 1/n$  il coefficiente di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ ) con  $n=0.015$  per gli elementi in cls e pari a 0.011 per i collettori in materiale plastico;  $A$  l'area bagnata ( $m^2$ );  $C$  il contorno bagnato ( $m$ );  $j$  la pendenza media della condotta ( $m/m$ );  $\chi = \frac{A}{C}$  il raggio idraulico ( $m$ ).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata  $Q$  per l'area bagnata  $A$ .

Per i collettori è stato considerato un riempimento massimo del 75% per canalette e collettori e pari al 40% per i mezzi tubi. La velocità deve risultare compresa tra un minimo di 0.5 m/s per evitare sedimentazioni e 5 m/s come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/19.

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi alle canalette e ai relativi collettori di scarico in PVC presenti nel tratto. Sia la canaletta RI52-CR05-AVBD, che la canaletta RI52-CR06-AVBP sono a servizio anche delle tratte successive RI53 e RI54. Per la canaletta RI52-CR05-AVBD è stato accettato un riempimento massimo dell'76% considerando una larghezza media interna di 0.43 m per la canaletta. Per la verifica delle canalette RI52-CR01-AVBD e RI52-CR02-AVBP si sono considerate le dimensioni ridotte per effetto del massetto interno utile alla generazione della contropendenza, che ne riduce l'altezza utile al deflusso.

Per il collettore T03 viene accettata una velocità massima di 6 m/s in modo da contenere l'altezza dei pozzetti di salto.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 						
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>			<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI R15204 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 11 di 28</p>

Tabella 2 – Dimensionamento canalette

	pk monte	pk valle	Area imp	Area totale efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	Ks	T ingresso	v pieno riemp.	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Q <sub>critica</sub>	Q pieno riemp.	h	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[-]	[m/s]
RI52-CR05-AVBD	30405.0	29857.0	6586.96	5928.26	0.40	0.90	0.0042	548.00	67	5.00	1.28	7.11	12.11	0.324	0.463	0.658	0.73	1.23
RI52-CR03-AVBD	29855.0	29700.0	1863.10	7605.05	0.43	1.10	0.0027	155.00	67	5.00	1.10	9.45	14.45	0.386	0.522	0.840	0.76	1.07
RI52-CR01-AVBD (contropendenza)	29686.0	29700.0	168.28	151.45	0.40	0.40	0.0010	14.00	67	5.00	0.55	0.42	5.42	0.012	0.088	0.094	0.36	0.31
RI52-CR06-AVBP	30405.0	29857.0	3589.40	3230.46	0.40	0.60	0.0042	548.00	67	5.00	1.21	7.53	12.53	0.174	0.291	0.387	0.65	1.12
RI52-CR04-AVBP	29855.0	29700.0	1015.25	4144.19	0.40	0.90	0.0027	155.00	67	5.00	1.04	10.03	15.03	0.207	0.373	0.538	0.60	0.96
RI52-CR02-AVBP (contropendenza)	29686.0	29700.0	91.70	82.53	0.40	0.40	0.0010	14.00	67	5.00	0.55	0.42	5.42	0.006	0.088	0.063	0.29	0.25

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI5204 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 12 di 28</p>

Tabella 3 – Dimensionamento collettori

	Diametro Commerciale	Pendenza	Lunghezza (m)	MATERIALE	Ks	T ingresso	V pieno riempim.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempim.	h riempim.	Rapporto di riempim.	Angolo riempim.	Area bagnata	Velocità
	[mm]	[m/m]	[m]		[m <sup>1/3</sup> /s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[-]	[gradi]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
De315 PVC scarico canaletta nel pozzetto 80X80	315	0.200	0.50	PVC	85	5.0	6.80	0.001	14.45	19.45	0.386	0.489	0.203	0.67	219.7	0.051	7.53
T01 - De500 PVC Attraversamento AV	500	0.015	11.50	PVC	67	5.0	2.05	0.09	15.12	20.12	0.213	0.403	0.258	0.52	183.9	0.10	2.08
T02 - De630 PVC Attraversamento LS	630	0.015	15.21	PVC	85	5.0	3.00	0.08	15.20	20.20	0.610	0.862	0.376	0.62	208.0	0.19	3.25
T03 - De630 PVC scarico BL	630	0.080	5.00	PVC	85	5.0	6.83	0.01	15.22	20.22	0.610	1.965	0.232	0.38	152.8	0.10	6.03
T04 - De630 PVC scarico BL	630	0.015	4.30	PVC	85	5.0	2.96	0.02	15.24	20.24	0.610	0.851	0.379	0.63	209.3	0.19	3.22
T05 - De630 PVC scarico BL	630	0.015	23.60	PVC	85	5.0	2.96	0.13	15.37	20.37	0.610	0.851	0.379	0.63	209.3	0.19	3.22
T06 - De630 PVC scarico BL	630	0.014	6.60	PVC	85	5.0	2.86	0.04	15.41	20.41	0.610	0.822	0.388	0.64	212.9	0.20	3.13
T07 - De630 PVC scarico BL	630	0.014	10.50	PVC	85	5.0	2.86	0.06	15.47	20.47	0.610	0.822	0.388	0.64	212.9	0.20	3.13
T08 - De630 PVC scarico BL	630	0.014	29.10	PVC	85	5.0	2.86	0.17	15.64	20.64	0.610	0.822	0.388	0.64	212.9	0.20	3.13
T09 - De630 PVC scarico BL	630	0.014	2.45	PVC	85	5.0	2.86	0.01	15.66	20.66	0.610	0.822	0.388	0.64	212.9	0.20	3.13

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 13 di 28

## 6 SISTEMA DI LAMINAZIONE

Il bacino di laminazione RI52-BL01, a servizio della presente WBS e dei due tratti successivi RI53 e RI54, è stato dimensionato nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse. Un manufatto di regolazione delle portate posto a valle dell'invaso garantisce che la portata scaricata non superi il valore imposto.

I volumi di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nella vasca, le cui dimensioni sono legate quindi non alla sola funzione di convogliare le acque afferenti al recapito stabilito ma anche a quella di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale.

Poiché la falda nella zona di interesse si presenta piuttosto superficiale il bacino di laminazione sarà caratterizzato da fondo e sponde in cls armato, come richiesto nel documento IN0D00D12RHMD0000012A - Relazione descrittiva delle modifiche progettuali da recepire in fase di sviluppo del PE e dall'ente gestore del reticolo irriguo Consorzio Alta Pianura Veneta (APV).

Il bacino RI52-BL01 presenta un'area di base pari a circa 3000m<sup>2</sup> per un'altezza utile di 0.50 m, la sezione è trapezia con sponde inclinate all'1/1; il volume di invaso per la laminazione risulta quindi pari a circa 1600 m<sup>3</sup>.

Come da richiesta di APV l'altezza utile massima all'interno dei bacini è inferiore al massimo considerato pari a 1 m. Al fondo del bacino viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.05% che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento del bacino stesso.

Lo stralcio planimetrico e la sezione tipo del bacino sono riportati nelle seguenti immagini.

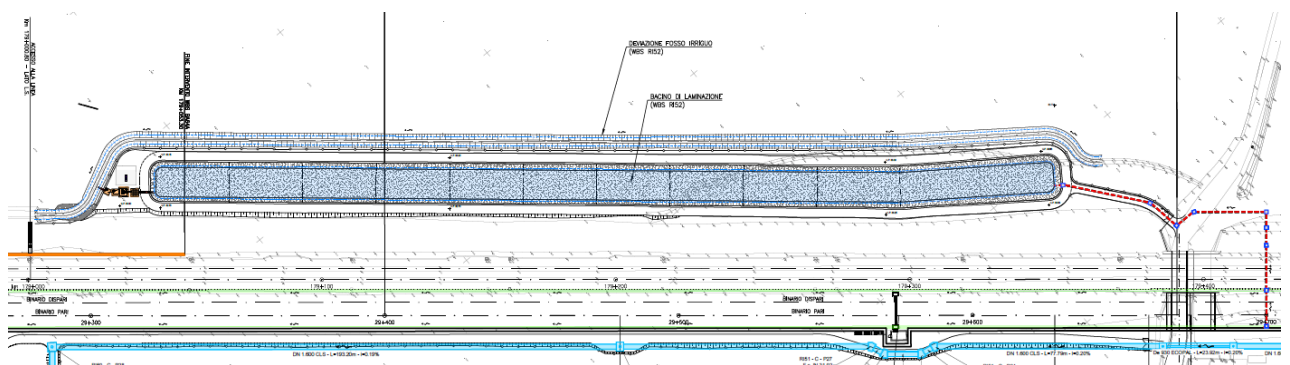


Figura 5 – Stralcio planimetrico di inquadramento del bacino di laminazione

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI5204 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 14 di 28</p>

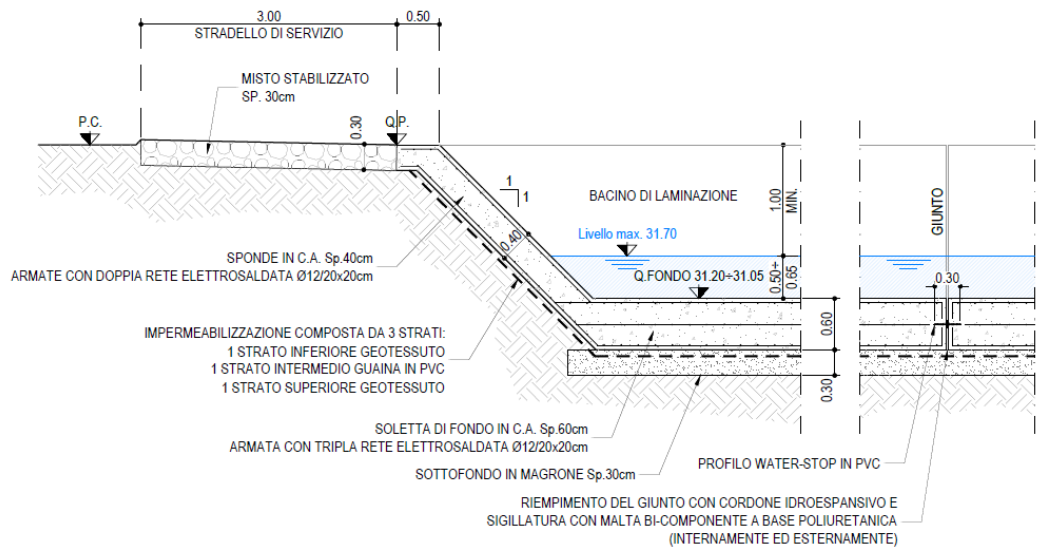


Figura 6 – Sezione tipo del bacino di laminazione

Dal bacino di laminazione le portate saranno convogliate tramite un tratto di tubazione in PVC De630 in un pozzetto di controllo dotato di pancone metallico con luce tarata, e quindi nell'impianto di sollevamento per essere infine recapitate nel fosso irriguo ripristinato in adiacenza. Il pozzetto di regolazione per le portate in uscita dal bacino di laminazione è illustrato nella seguente figura.

La restituzione delle portate laminate al recapito finale, costituito dal fosso irriguo ripristinato in adiacenza al bacino, avverrà per mezzo dell'impianto di sollevamento dedicato descritto nel successivo capitolo 6.2.

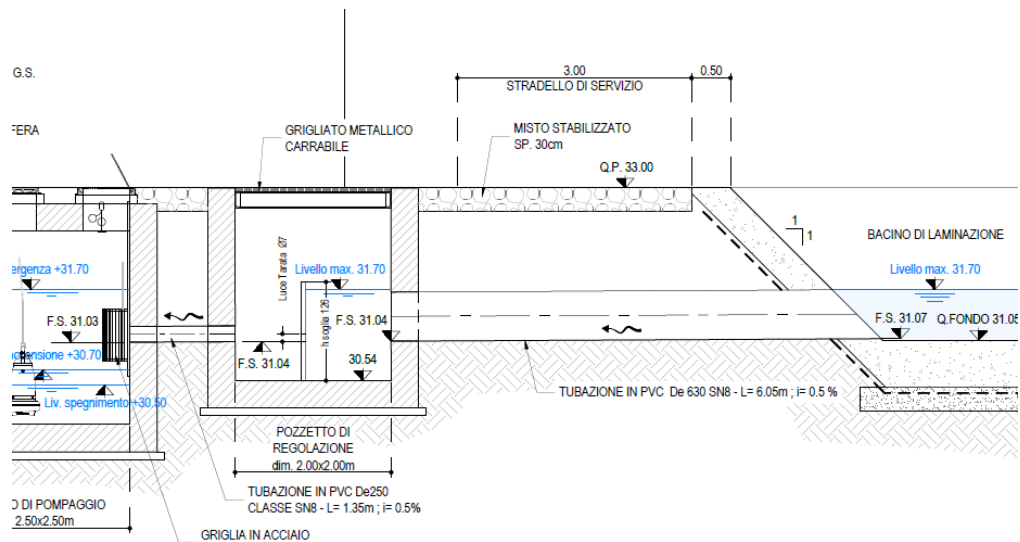


Figura 7 – Sezione di scarico dal bacino di laminazione con pozzetto di regolazione delle portate e impianto di sollevamento

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 15 di 28

## 6.1 Dimensionamento del bacino di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;
- $\varphi$  = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per Tr=100 anni;
- $t_c$  = tempo di corrivazione
- $Q_u$  = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- $\theta_w$  = durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

Si è tenuta anche in considerazione a riduzione del volume di laminazione dovuta alla pendenza del bacino. Per fare questo è stato calcolato l'integrale della sezione del fosso A tra 0 e L\*:

$$\begin{aligned}
A &= aX^2 + bX \\
X &= h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \\
V^* &= \int_0^{L^*} \left[ a \left( h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right)^2 + b \left( h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right) \right] dl \\
&= a \left( h_0^2 L^* + \frac{i(\%)^2}{10000} \cdot \frac{L^{*3}}{3} - \frac{1}{100} h_0 i(\%) L^{*2} \right) + b \left( h_0 L^* - \frac{i(\%)}{200} L^{*2} \right)
\end{aligned}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 16 di 28

con:

$$se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} < L \rightarrow L^* = \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}}$$

$$se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} > L \rightarrow L^* = L$$

dove:

- L lunghezza di laminazione
- $Y_u$  è l'altezza di moto uniforme effettiva del fosso equivalente
- $i$  la pendenza del fosso equivalente in %
- $h_0$  l'altezza utile del fosso equivalente, pari all'altezza totale meno il franco di sicurezza assunto pari a 0.5 m
- $a$  il coefficiente angolare delle sponde del fosso (pari a 1 data la tipologia del fosso con sponde all'1/1)
- $b$  la base minore del fosso equivalente

Sottraendo al volume disponibile  $V^*$  così calcolato il volume di moto uniforme calcolato su  $L^*$  si ottiene il volume disponibile per la laminazione.

$$V_{disp \text{ laminazione}} = V^* - A_{bagnata} \cdot L^*$$

A partire da questo dato è possibile ricavare il  $V_{totale \text{ utile}}$  del fosso equivalente, dato dalla somma tra il volume disponibile per la laminazione e il volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione  $L$ .

$$V_{totale \text{ utile}} = V_{disp \text{ laminazione}} + A_{bagnata} \cdot L$$

Il  $V_{totale \text{ utile}}$  dovrà essere confrontato con il  $V_{totale \text{ idrico}}$  del fosso equivalente, dato dalla somma del  $V_{laminazione}$  e del volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione.

$$V_{totale \text{ idrico}} = V_{laminazione} + A_{bagnata} \cdot L$$

Dovrà risultare:

$$V_{totale \text{ utile}} > V_{totale \text{ idrico}}$$

In Tabella 4 si riporta la geometria del bacino di laminazione rettangolare, ubicato in adiacenza alle WBS RI50 e RI51: progressive di monte e valle dell'ingombro, dimensioni, profondità, profondità utile, volume totale di accumulo e quota di fondo.



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. B	Foglio 17 di 28

In Tabella 5 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento. Il tempo di rete per il bacino di laminazione è stato calcolato considerando la lunghezza massima della rete in ingresso al bacino stesso pari a 813 m, per il dimensionamento sono state considerate delle dimensioni in pianta pari a 10 m x 305.5 m.

Tabella 4 –Bacino di laminazione

	pk. monte	pk. valle	Larghezza	Lunghezza	Profondità vasca	Profondità utile vasca	Volume di accumulo	Quota fondo vasca
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]	[m slm]
<b>RI52 – BL01</b>	29300.0	29530.0	10	305.5	1.0	0.5	1601	31.20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI5204 001	Rev. A	Foglio 18 di 28

Tabella 5 – Dimensionamento bacino di laminazione

	Lungh. laminazione L	tempo di rete (=L/v)	tc=ta+tr	Area imp.	Largh media scarpata	Area scarp.	Atotale intervento	Area totale efficace	Q invarianza	Qout bocca tarata	Qw	Wm	Yu	A	L* lungh. fosso lam	Vol. moto uniforme *	v*	Vol. disp lam	Vtot utile Fosso	Vtot idrico Fosso	Check Vfosso
	[m]	[h]	[h]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[mc/s]	[mc/s]	[h]	[mc]	[m]	[mq]	[m]	[m]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
RI52 BL01	<b>305.5</b>	12.090	0.420	16801.7	0	16801.7	15121.56	0.00840	0.00840	6.06	1387.68	0.00	0.0448	0.4497	305.5	137.40	1601.31	<b>1463.91</b>	<b>1601.31</b>	<b>1525.08</b>	<b>OK</b>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. B	Foglio 19 di 28	

## 6.2 Manufatto di controllo e regolazione della portata

Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema.

Nella WBS in oggetto è inoltre presente un pozzetto di regolazione con la funzione di controllo delle portate in uscita dal bacino di laminazione e in ingresso nell'impianto di sollevamento. Tale pozzetto in cls è costituito da due camere separate da una soglia metallica dotata di luce tarata. Questo pozzetto di regolazione è caratterizzato dalla medesima quota di fondo per le due camere. L'altezza della soglia di sfioro di sicurezza è legata al massimo riempimento previsto per il bacino stesso.

Il controllo della portata in uscita avviene attraverso una luce opportunamente dimensionata applicando la formula della portata effluente da luce a battente:

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

nella quale:

- $\mu = 0.6$  è il coefficiente di contrazione;
- $A$  [m<sup>2</sup>] rappresenta la sezione del foro =  $\pi D^2/4$ . con  $D$  [m] diametro del foro;
- $h$  [m] rappresenta il carico idraulico sulla luce =  $H-D/2$ . con  $H$  [m] altezza del pelo libero nel manufatto.
- $g$  [m/s<sup>2</sup>] è l'accelerazione di gravità.

Una volta individuato il bacino afferente si calcola la massima portata scaricabile e con la formula appena descritta si ricava il valore del diametro della luce effluente.

Di seguito sono presentati i risultati ottenuti: progressiva del manufatto, diametro collettore in ingresso [mm], base x larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera di ingresso [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], altezza della camera di uscita [m], diametro del collettore in uscita [m],  $\Delta$  tra quota in ingresso e quota in uscita [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m<sup>3</sup>/s].

In Tabella 7 si riporta il dimensionamento del collettore di scarico dal pozzetto di regolazione verso l'impianto di sollevamento.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. B	Foglio 20 di 28

Tabella 6 – Pozzetto di controllo per lo scarico del bacino di laminazione nell'impianto di sollevamento

	pk.	D collettore in ingresso	Bx L - manufatto	Hi1- Altezza interna camera IN	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Hi2 - Altezza interna camera OUT	Diametro collettore in uscita	Δ IN - OUT	Q.s. IN	Q.s. OUT	Qout bocca tarata
	[m]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[mc/s]
<b>Pozzetto di regolazione BL</b>	29305	630	2x2	2.22	1.02	0.07	2.22	250	0	31.27	31.27	0.008

Tabella 7 – Dimensionamento collettore di scarico dal pozzetto di regolazione all'impianto di sollevamento

Diametro Commerciale	Pendenza	Lunghezza (m)	MATERIALE	Ks	T ingresso	V pieno riempim.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempim.	h riempim.	Rapporto di riempim.	Angolo riempim.	Area bagnata	Velocità
[mm]	[m/m]	[m]		[m <sup>1/3</sup> /s]	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[-]	[gradi]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
250	0.005	1.35	PVC	85	5.0	0.92	0.02	0.02	5.02	0.008	0.042	0.070	0.29	130.9	0.01	0.71

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 12	<b>Codifica Documento</b> E I2 RI RI64C4 001	<b>Rev.</b> B	<b>Foglio</b> 21 di 28

## 7 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Le opere in progetto per la presente WBS prevedono la realizzazione di un impianto di sollevamento a servizio del bacino di laminazione RI52-BL01, delle opere di aspirazione e mandata ad esso connesse, e del fabbricato per l'alloggiamento dei quadri elettrici e degli argani per la movimentazione delle pompe.

Il pozzetto pompe presenta dimensioni in pianta 2.50x2.50 m e altezza pari a circa 3 m ed è connesso al bacino di laminazione mediante un apposito pozzetto di regolazione di dimensioni 2.00x2.00 m. Il pozzetto di regolazione è dotato di un pancone in acciaio con una luce tarata di dimensioni  $\phi 7$  cm che regola la portata in uscita dal bacino secondo il limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse. La portata così regolata viene quindi convogliata al pozzetto di pompaggio tramite un collettore in PVC SN8 DN250.

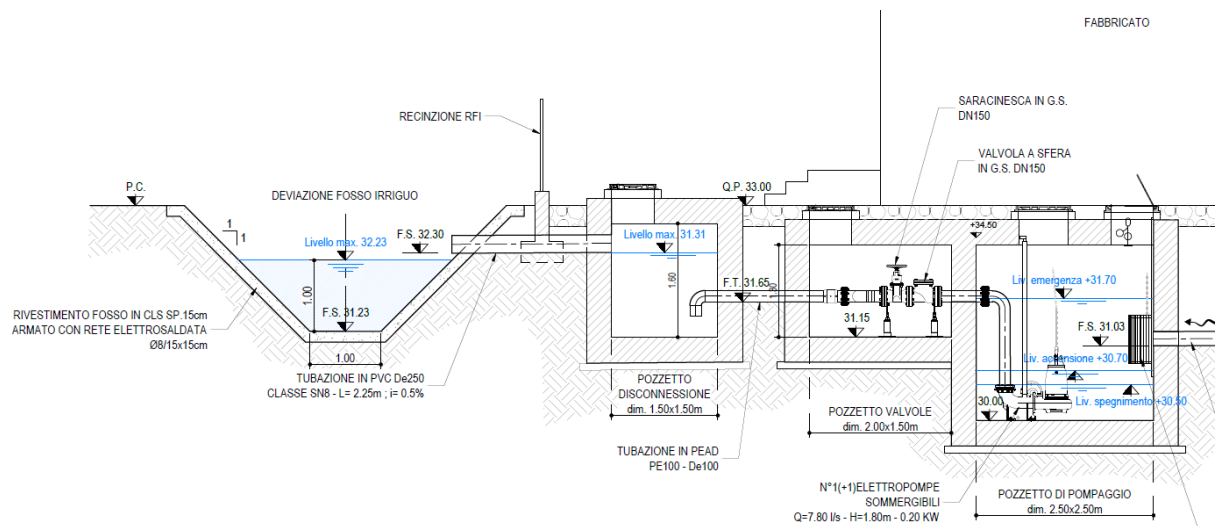


Figura 8 – Pozzetto di regolazione, pozzetto pompe e pozzetto valvole - Sezione

All'interno del pozzetto di pompaggio sono alloggiare 1 (+1 di riserva) pompe ognuna delle quali con le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Tabella 8 – Caratteristiche macchine idrauliche

<b>Q [l/s]</b>	7.8
<b>Prevalenza [m]</b>	1.80
<b>Potenza assorbita [kW]</b>	0.20

Il volume del pozzetto di pompaggio è stato definito in modo tale da garantire il volume di compenso delle pompe e l'altezza di aspirazione minima. Il volume di emergenza, legato allo stop di due ore delle pompe, viene gestito nel bacino di laminazione in modo tale da contenere le dimensioni delle strutture interrate. In

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 22 di 28	

caso di guasto la paratoia posta allo sbocco del collettore in ingresso sarà abbassata in modo da isolare bacino e vasca di sollevamento.

Le tubazioni di mandata delle 1+1 pompe convergono in un pozzetto valvole di dimensioni 2.00x1.50x1.20 m da cui ha origine la tubazione di mandata in PEAD PE100 DN1000 PN16 di lunghezza pari a circa 2 m verso il recapito.

Il recapito è rappresentato dal fosso irriguo esistente ripristinato in adiacenza al bacino. Le quote sono state studiate in modo tale da garantire lo scarico al di sopra del massimo livello di riempimento di tale fosso, considerato pari a 1 m. A monte dello scarico è previsto un pozzetto di disconnessione per assicurare lo scarico a gravità del ricettore finale mediante un collettore in PVC SN8 DN250.

Il fabbricato consiste in un edificio in calcestruzzo armato gettato in opera con ingombro in pianta di circa 7,00m x 5,20m, e altezza complessiva circa 4m. Le fondazioni dell'edificio sono costituite da travi rovesce con funzione di collegamento tra le fondazioni e di alloggiamento per il pannello esterno. Lo schema statico dell'edificio è costituito da travi e pilastri, che sostengono la copertura in predalles.

## 7.1 VERIFICHE IDRAULICHE

### 7.1.1 Portata in ingresso

La portata in ingresso all'impianto di sollevamento è la portata in uscita dal bacino di laminazione RI52-BL01 pari a 7.8 l/s. Tale portata rispetta il limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

### 7.1.2 Volume stop due ore

Il massimo volume da invasare nell'ipotesi di stop pompe di due ore risulta pari a 1227.4 m<sup>3</sup>, considerando per il bacino di laminazione in adiacenza alla vasca un'area di base di 3055 m<sup>2</sup> questo si traduce in un soprizzo del livello invasato di 0.40 m. Tale soprizzo è gestibile nel franco idraulico di 1 m del bacino stesso.

### 7.1.3 Vasca di aspirazione

Le dimensioni e la conformazione della camera di aspirazione di un impianto di sollevamento devono essere tali da:

- limitare il numero di avviamenti ed arresti dei motori entro valori compatibili con il funzionamento degli stessi;
- evitare la formazione di turbolenze che possano causare ingresso d'aria nella pompa;
- consentire il compenso e la modulazione delle portate da avviare al ricettore.

Normalmente, il numero di avviamenti orari non deve eccedere i limiti indicati nella tabella successiva, anche se tale indicazione è comunque fornita nello specifico dal costruttore della macchina.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 23 di 28

POTENZA DEL MOTORE	NUMERO DI AVVIAMENTI ORARI	
	INSTALLAZIONE A SECCO	INSTALLAZIONE SOMMERSA
fino a 7,5 kW	15	30
fino a 30 kW	12	24
oltre 30 kW	10	20

Figura 9 – Numero massimo di avviamenti orari da non superare per le pompe con installazione, rispettivamente, a secco e sommersa

Le dimensioni della vasca devono quindi soddisfare il miglior compromesso fra le suddette esigenze, cui si aggiunge normalmente la necessità di modulare le portate avviate al ricettore in base all'andamento delle portate in arrivo alla stazione di pompaggio.

Stabilita la massima portata che affluisce alla vasca di raccolta, bisogna definire quante pompe sia opportuno utilizzare per sollevare la portata stessa. A parità di portata sollevata, fra due possibili impianti, quello con il maggior numero di pompe risulta generalmente più costoso, col vantaggio, però, di avere una mandata più regolare e di poter corrispondere al fabbisogno in maniera più puntuale. Gli impianti devono inoltre essere provvisti di almeno una pompa di riserva con caratteristiche pari alla pompa che solleva la maggiore portata.

Nel caso di impianti dotati di una sola pompa il volume utile  $V$  ( $m^3$ ) della vasca di aspirazione è dato dall'espressione:

$$V = \frac{Q_p}{4z}$$

Essendo  $Q_p$  ( $m^3/h$ ) la portata media sollevata dalla pompa e  $z$  il numero massimo di avviamenti orari accettabili per il motore.

Assumendo un numero di avviamenti orari pari a 6 si ottiene un volume di aspirazione pari a  $1.17 m^3$ , dal quale, tenendo anche conto delle dimensioni in pianta del pozzetto pompe pari a  $2.50 \times 2.50 m$  vengono definiti i livelli di attacco e stacco delle pompe:

- Livello di attacco: 30.70 m s.l.m.
- Livello di stacco: 30.50 m s.l.m.

#### 7.1.4 Macchine idrauliche

L'impianto di sollevamento di progetto è costituito da due macchine idrauliche sommergibili ciascuna in grado di sollevare una portata pari a 7.8 l/s.

Delle due macchine, una risulta essere attiva, mentre l'altra ha funzione di emergenza e riserva in caso di mal funzionamento della macchina in funzione. Una volta definita la portata da sollevare, per il dimensionamento delle pompe occorre conoscere la prevalenza da superare.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 24 di 28	

La prevalenza  $\Delta H$  è definita dalla somma di due termini:

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$$

Dove  $\Delta H_{geo}$  è il dislivello compreso tra la quota minima cui si trova l'acqua da sollevare (nella fattispecie la quota cui si trova il girante della pompa) e la quota massima che deve raggiungere l'acqua e  $\Delta H_f$  sono le perdite di carico, divise in perdite di carico continue e localizzate.

Il dislivello geodetico è dato dalla geometria del problema. Le perdite di carico sono dovute al fatto che il moto in pressione di un fluido attraverso una condotta avviene con dissipazione di energia per effetto degli attriti contro le pareti della tubazione e fra le singole particelle di fluido. Riferendo l'energia dissipata ad un volume di fluido di peso unitario, si ottiene una grandezza avente le dimensioni di una lunghezza che si misura in metri e viene detta "perdita di carico".

Le perdite di carico continue, dovute a fenomeni di attrito lungo le condotte, vengono calcolate come:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L$$

Dove L è la lunghezza della condotta e J la cadente piezometrica.

Per il calcolo della cadente piezometrica si è fatto riferimento alla seguente formula di Williams-Hazen (valida in regime di moto assolutamente turbolento)

$$J = V^{1,85} \times (0,00457 \times D^{0,63} \times C)^{-1,85}$$

Nella quale:

- V è la velocità della corrente in [m/s]
- D è il diametro interno della condotta in [mm]
- C è il coefficiente di scabrezza della condotta, i cui valori vengono riportati nella tabella sottostante
- J è espresso in [m/km]

Tabella 9 - Coefficienti adimensionali di attrito validi per l'applicazione della formula di Williams-Hazen.

DN	ACCIAIO		PVC	PEAD	GHISA CENTR. RIVESTITA		CEM. AM. 10 ANNI	VETRO-RESINA
	NUOVO	10 ANNI			10 ANNI	10 ANNI		
80	126	115	152	145	100	100	-	140
100 ÷ 125	128 ÷ 131	115	152	145	100	105	123	140
150 ÷ 300	133 ÷ 134	120	152 ÷ 154	150	130	110	123	140
350 ÷ 700	136 ÷ 140	125	154 ÷ 156	150	140	120	125	140
800 ÷ 1000	140 ÷ 145	130	-	155	140	125	125	140
1100 ÷ 2000	140 ÷ 155	135	-	-	140	130	125	140

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$\Delta H_{fL} = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 25 di 28

K è il coefficiente numerico di perdita di carico (ricavato dalla Tabella 10) e v è velocità nella condotta.

Tabella 10 - Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

<i>Installazione</i>	<i>Coefficiente K</i>
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

In base alla relazione precedente, la prevalenza che una pompa deve fornire ad un impianto è una funzione della portata che vi deve transitare. Tale funzione rappresentata su un piano cartesiano di ascisse Q e ordinate H è detta curva caratteristica dell'impianto e, fissati i materiali e la geometria dello stesso impianto, assume andamento crescente al crescere della portata Q.

La curva caratteristica di una pompa (o di più pompe funzionanti in parallelo o in serie) rappresenta invece, sullo stesso piano di ascisse Q e ordinate H, la prevalenza che la pompa è in grado di fornire al fluido in funzione della portata sollevata, ed ha andamento decrescente al crescere di Q.

Tale curva è calcolata e fornita dal costruttore della macchina idraulica.

Se le due curve caratteristiche vengono rappresentate sul medesimo piano, il punto di intersezione fra esse fornisce la portata e la prevalenza di funzionamento della pompa, detto punto di lavoro.

Tale punto è l'unico compatibile contemporaneamente con le caratteristiche dell'impianto e con le prestazioni della pompa, sebbene non sia detto che tale punto consenta il funzionamento efficiente della macchina.

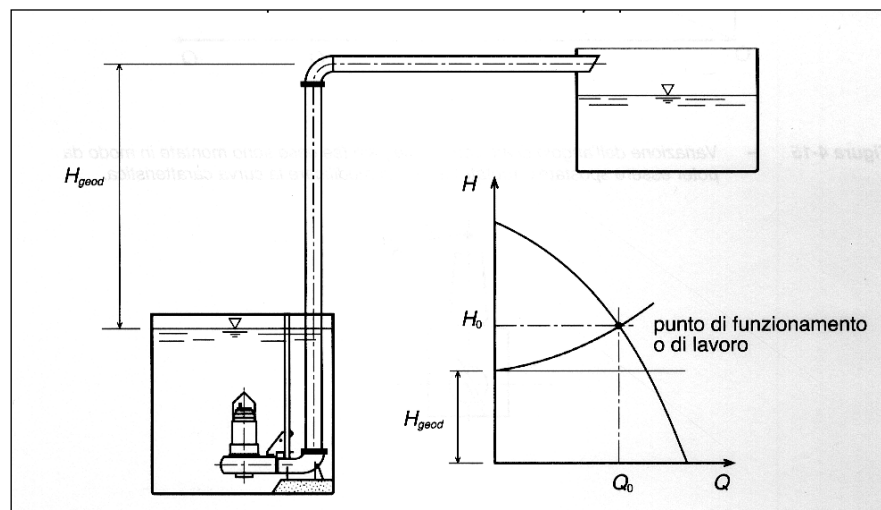


Figura 10 - Punto di lavoro: intersezione tra curva caratteristica dell'impianto e curva caratteristica della pompa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 26 di 28

L'efficienza di funzionamento della macchina si misura infatti in base al suo rendimento complessivo al punto di lavoro, misurato come rapporto tra la potenza ceduta al fluido dalla pompa e la potenza assorbita dalla pompa stessa, espresse in kW:

$$\eta_{tot} = \frac{W_{ceduta}}{W_{assorbita}}$$

Minore rendimento significa maggiori consumi e dunque un costo di esercizio dell'impianto superiore.

Anche le curve di rendimento in funzione del punto di lavoro sono calcolate e fornite dal costruttore della macchina idraulica.

La potenza da fornire alla pompa è data dalla seguente relazione

$$P = \rho Q g H / \eta$$

Assumendo un rendimento pari a 0.7, si ottiene la seguente portata assorbita 0.20 Kwh

#### 7.1.5 Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento prescelto è costituito da due elettropompe sommerse alloggiato in un apposito manufatto ed asservite ai livelli della vasca di aspirazione, di cui una in servizio e una di riserva; ogni pompa ha una portata nominale pari a 7.8 l/s. La tubazione di mandata è prevista in PEAD PE100 DN100, la velocità raggiunta nella condotta di mandata è pari a 1.00 m/s.

L'allontanamento delle acque pompate avviene mediante la condotta di mandata di lunghezza pari a circa 2 m che convoglia la portata al pozzetto di disconnessione realizzato in adiacenza al fosso ripristinato.

Ogni condotta di mandata è attrezzata con una valvola di non ritorno.

La prevalenza manometrica dell'impianto di sollevamento  $\Delta H$  è pari a:

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f = 1.80 \text{ m}$$

$\Delta H_{geo}$  = dislivello geodetico 1.70 m (differenza di quota tra l'asse della tubazione alla restituzione e il minimo livello nella vasca di aspirazione).

$\Delta H_f$  = perdite ripartite nel tubo di mandata e in stazione

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 27 di 28

Tabella 11 - Perdite di carico continue e localizzate

PERDITE DISTRIBUITE H-W		
C	150.00	
J	9.22	m/km
$\Delta h_{fc}$	0.02	m

PERDITE CONCENTRATE			
	a	#	$av^2/2g$
curve 90°	0.75	2	0.075
curve 150°	0.28	0	0.000
clapet	1.2	1	0.060
aspirazione	0.15	1	0.008
sbocco	0.6	1	0.030
		$Dh_{fi}$	0.173

### 7.1.6 Dotazioni impiantistiche

È prevista l'installazione di 2 pompe (di cui una di riserva). Ciascuna macchina dovrà essere sommergibile e in grado di sollevare una portata di 7.8 l/s.

L'azionamento delle pompe sarà asservito ai livelli delle vasche: assumendo come livello zero il livello minimo di innesco per il funzionamento della pompa senza risucchio di aria si avrà:

- Livello zero 30.50 m s.l.m. – Livello di stacco
- Livello zero +20 cm – Livello di attacco pompa 1 (di servizio)
- Livello zero +1.00 m – Livello di emergenza

Poiché la condotta di mandata ha una lunghezza non trascurabile è stato verificato che, le variazioni di velocità all'interno della condotta di mandata in pressione dovute agli arresti/avvii delle pompe inducano variazioni di carico  $\Delta H_i$  all'interno della tubazione supportabili. Ovvero è stata eseguita la verifica del sistema in moto vario.

Il valore massimo della sovrappressione può essere calcolato con la formula di Michaud:

$$\Delta H_i = \frac{2 \cdot v \cdot L}{g \cdot T_c}$$

essendo:

- v la velocità massima della corrente nella tubazione
- L la lunghezza della tubazione in pressione
- $T_c$  la durata della manovra (sec)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI64C4 001	Rev. A	Foglio 28 di 28

Il carico totale massimo  $H_{max}$  che si ottiene nella tubazione è quindi pari alla somma del carico statico più il sovraccarico  $\Delta H_i$ .

Considerando manovre di chiusura veloci con  $T_c$  pari a 15 sec si ottiene un valore per  $\Delta H_i$  pari a circa 0.003 bar. La pressione nominale PN16 scelta per la tubazione di mandata risulta adeguata per il caso in studio.

Per quanto riguarda le valutazioni rispetto all'NPSH i valori forniti dai produttori, per macchine con le caratteristiche di progetto, sono pari a poco più di 2 m. Data l'installazione sommersa delle macchine e le lunghezze trascurabili delle condotte di aspirazione la verifica può quindi dirsi soddisfatta.