

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**

**INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE**

**FABBRICATO PER IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ALLA PK 40+950,00**

**GENERALE**

**Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Settembre 2021			-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I	N	1	7	1	2	E	I	2
R	O	I	N	9	5	C	0	0
0	0	1	A	-	-	-	P	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Settembre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	15/09/21	L. Alfieri	15/09/21	P. Galvanin	15/09/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN95C0001A MILANO CX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 12

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	4
5	VERIFICHE IDRAULICHE .....	6
5.1	Portata in ingresso.....	6
5.2	Volume stop due ore.....	6
5.3	Vasca di aspirazione.....	6
5.4	Macchine idrauliche .....	8
5.5	Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento .....	10
5.6	Dotazioni impiantistiche.....	11
5.7	Scarico finale nel collettore fognario di via Melaro .....	12

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 12

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere e le verifiche idrauliche previste per il Fabbricato per impianto di sollevamento alla pk 40+950.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

L'impianto di sollevamento in questione è realizzato a servizio del bacino di laminazione RI78A-BL01 presente nella WBS RI78A - Rilevato ferroviario da pk 40+950,00 a pk 41+615,35. Il recapito ultimo delle acque meteoriche a valle del sollevamento è rappresentato dalla rete fognaria esistente su via Melaro.

Di seguito si descrivono le scelte progettuali adottate in reazione alle prescrizioni CIPE, nonché alle istruttorie svolte dall'Alta Sorveglianza sul progetto stesso e le modalità di verifica idraulica delle stesse.

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

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- IN1712EI2EEIN95C0001A ELENCO ELABORATI
- IN1712EI2ROIN95C0001A RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA
- IN1712EI2ROIN95C0002A RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE
- IN1712EI2PZIN95C0001A PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO, SEZIONI E DETTAGLI
- IN1712EI2BZIN95C9001A PIANTE E PROSPETTI ARCHITETTONICI
- IN1712EI2BZIN95C0001A CARPENTERIA
- IN1712EI2BZIN95C0002A ARMATURA
- IN1712EI2CLIN95C0001A RELAZIONE DI CALCOLO
- IN1712EI2PZIN95CX001A IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE DEL FABBRICATO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO
- IN1712EI2PZIN95CX002A DISTRIBUZIONE CAVIDOTTI ENERGIA ELETTRICA - PIAZZOLA
- IN1712EI26AIN95CX001A QUADRO GENERALE UTENZE - STAZIONE DI POMPAGGIO
- IN1712EI2RHIN95CX001A RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI
- IN1712EI24RIN95CX001A RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO E ILLUMINOTECNICO
- IN1712EI2RHIN95CX002A VALUTAZIONE SULLA NECESSITÀ DI PROTEZIONE DA SCARICHE ELETTRICHE

## 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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 4 di 12</p>

- 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 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto per la presente WBS prevedono la realizzazione di un impianto di sollevamento a servizio del bacino di laminazione RI78A-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 3.50 m ed è connesso al bacino di laminazione mediante un apposito pozzetto di regolazione di dimensioni 2.25x2.00 m. Il pozzetto di regolazione è dotato di un pancone in acciaio con una luce tarata di dimensioni  $\phi 10$  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 De315.

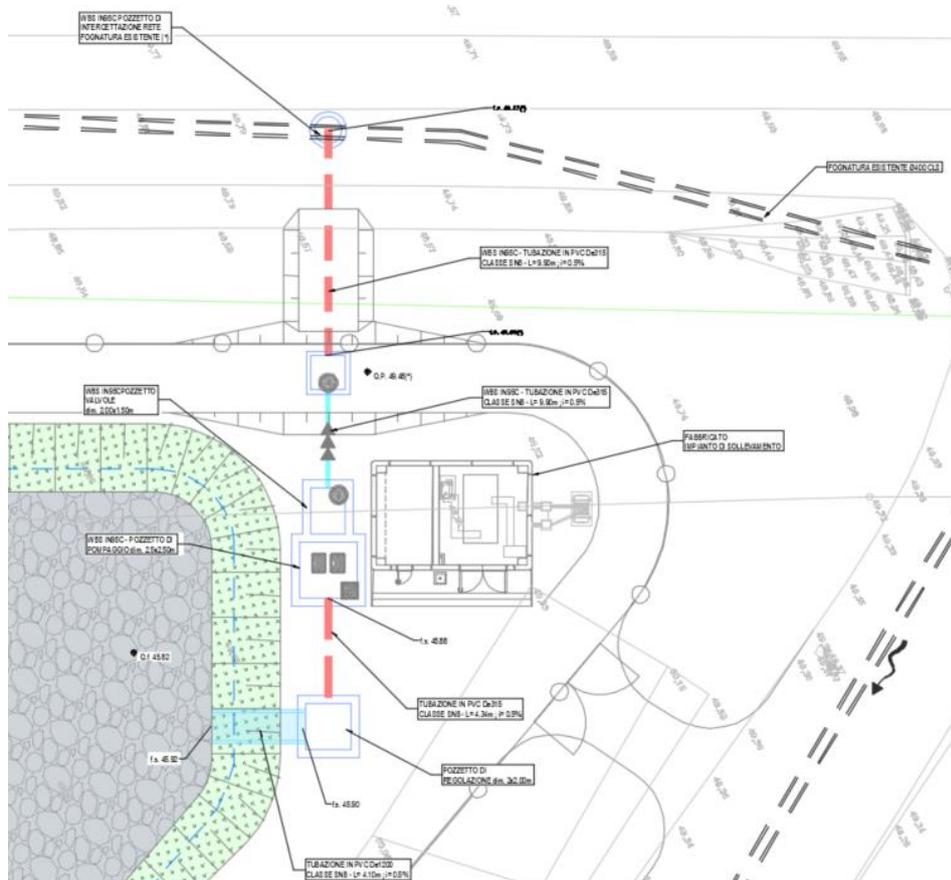


Figura 1 – Pianta impianto di sollevamento IN95C

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 5 di 12</p>

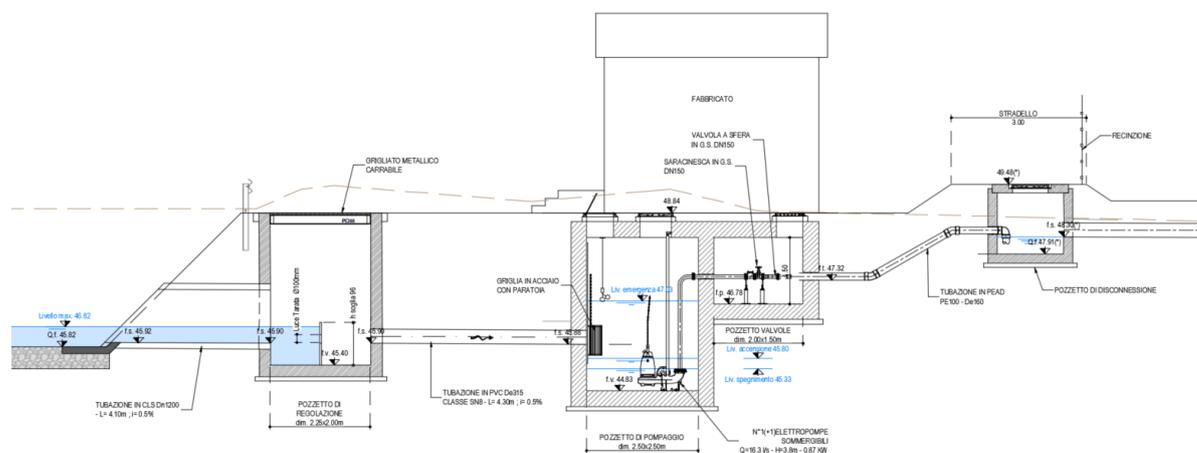


Figura 2 – Pozzetto di regolazione, pozzetto pompe , pozzetto valvole e pozzetto di disconnessione - Sezione

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

Tabella 1 – Caratteristiche macchine idrauliche

<b>Q [l/s]</b>	16.3
<b>Prevalenza [m]</b>	3.8
<b>Potenza assorbita [kW]</b>	0.87

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 interrato. In caso di guasto la paratoia posta allo sbocco del collettore in ingresso al pozzetto pompe 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 2.00x1.50x1.50 m da cui ha origine la tubazione di mandata in PEAD PE100 DN160 PN16 di lunghezza pari a circa 10 m verso il recapito.

Il recapito è rappresentato dalla rete fognaria esistente su via Melaro costituita da un collettore in cls  $\varnothing 400$ . La quota di scorrimento della fognatura esistente su via Melaro non è nota nella attuale fase di progetto pertanto è stato ipotizzato un ricoprimento del collettore fognario di recapito pari a 1 m. In fase di cantiere la quota di scorrimento della fognatura dovrà essere verificata con un apposito rilievo.

Il collettore di mandata in pressione si interrompe in corrispondenza di un pozzetto di disconnessione di dimensioni 1.50x1.50 m a partire dal quale avviene lo scarico a gravità nel recapito tramite un tratto di collettore in PVC SN8 De315 in un pozzetto di intercettazione da realizzare sulla pubblica fognatura. Per consentire lo

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 12

scarico a gravità nel collettore fognario di recapito è stato necessario prevedere la formazione di un rilevato in corrispondenza del pozzetto di disconnessione.

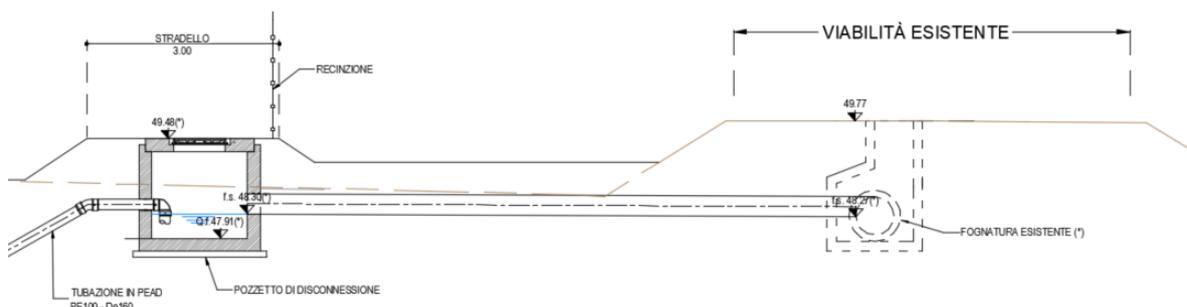


Figura 3 – Dettaglio del pozzetto di disconnessione e scarico finale.

Il fabbricato consiste in un edificio in calcestruzzo armato gettato in opera con ingombro in pianta di circa 7,00m x5,20m, 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.

## 5 VERIFICHE IDRAULICHE

### 5.1 Portata in ingresso

La portata in ingresso all'impianto di sollevamento è la portata in uscita dal pozzetto di regolazione dotato di bocca tarata a valle del bacino di laminazione RI78A-BL01 pari a 16.30 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. Per il dimensionamento del bacino di laminazione si faccia riferimento al report IN1712E12RIRI77A4001.

### 5.2 Volume stop due ore

Il massimo volume da invasare nell'ipotesi di stop pompe di due ore risulta pari a 117.6 m<sup>3</sup>, considerando per il bacino di laminazione in adiacenza alla vasca un'area di base di 3600 m<sup>2</sup> questo si traduce in un soprizzo del livello invasato di 0.03 m. Tale soprizzo è gestibile nel franco idraulico del bacino stesso.

### 5.3 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;

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
Relazione tecnica generale e idraulica	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Progetto IN17</td> <td style="text-align: center;">Lotto 12</td> <td style="text-align: center;">Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001</td> <td style="text-align: center;">Rev. A</td> <td style="text-align: center;">Foglio 7 di 12</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 12
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 12		

- 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.

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 4 – 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 5 si ottiene un volume di aspirazione pari a  $2.94 m^3$ , 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: 45.80 m s.l.m.
- Livello di stacco: 45.33 m s.l.m.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 12</p>

#### 5.4 Macchine idrauliche

L'impianto di sollevamento di progetto è costituito da due macchine idrauliche sommergibili ciascuna in grado di sollevare una portata pari a 16.3 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.

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]

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 12	

Tabella 2 - Coefficienti adimensionali di attrito validi per l'applicazione della formula di Williams-Hazen.

DN	ACCIAIO		PVC	PEAD	GHISA CENTR.		CEM. AM. 10 ANNI	VETRO- RESINA
	NUOVO	10 ANNI			RIVESTITA	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:

K è il coefficiente numerico di perdita di carico (ricavato dalla Tabella 3) e v è velocità nella condotta.

Tabella 3 - 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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 10 di 12</p>

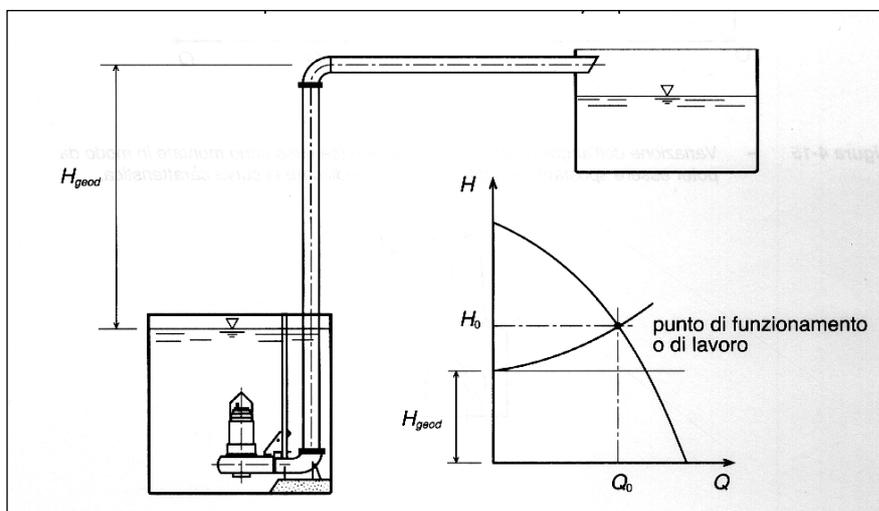


Figura 5 - Punto di lavoro: intersezione tra curva caratteristica dell'impianto e curva caratteristica della pompa

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 una potenza assorbita pari a 0.87 Kwh

## 5.5 Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento prescelto è costituito da due elettropompe sommerse alloggiare 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 16.30 l/s. La tubazione di mandata è prevista in PEAD PE100 De160, la velocità raggiunta nella condotta di mandata è pari a 0.81 m/s.

L'allontanamento delle acque pompate avviene mediante la condotta di mandata di lunghezza pari a circa 10 m che convoglia la portata al pozzetto di disconnessione e quindi al collettore fognario su via Melaro.

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

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

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f = 3.80 \text{ m}$$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 12

$\Delta H_{geo}$  = dislivello geodetico 3.60 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

Tabella 4 - Perdite di carico continue e localizzate

PERDITE DISTRIBUITE H-W		
C	150.00	
J	3.70	m/km
$\Delta h_{fc}$	0.04	m

PERDITE CONCENTRATE			
	a	#	$av^2/2g$
curve 90°	0.75	2	0.050
curve 150°	0.28	2	0.019
clapet	1.2	1	0.040
aspirazione	0.15	1	0.005
sbocco	0.6	1	0.020
		$\Delta h_{\eta}$	0.135

## 5.6 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 16.30 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 45.33 m s.l.m. – Livello di stacco
- Livello zero +47 cm – Livello di attacco pompa 1 (di servizio)
- Livello zero +1.70 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 sopportabili. 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 95 C 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 12

- L la lunghezza della tubazione in pressione
- Tc la durata della manovra (sec)

Il carico totale massimo Hmax 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 Tc pari a 15 sec si ottiene un valore per  $\Delta H_i$  pari a circa 0.01 bar. La pressione nominale PN16 scelta per la tubazione di mandata risulta adeguata al 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.

## 5.7 Scarico finale nel collettore fognario di via Melaro

Il dimensionamento del collettore di scarico finale a gravità è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata sollevata e convogliata dalla tubazione di mandata in pressione, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione.

Il moto all'interno del collettore a gravità 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  $n = 0.011$  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);  $R = \frac{A}{C}$  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%. 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. Nella seguente tabella vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi al collettore di scarico in PVC SN8 De315.

Tabella 5 – Dimensionamento del collettore finale di scarico a gravità

	Diametro Commerciale	Pendenza	Lunghezza	MATERIALE	Ks	Qcritica	Qmax riempim.	h riempim.	Rapporto di riempim.	Angolo riempim.	Area bagnata	Velocità
	[mm]	[m/m]	[m]		[ $m^{1/3}/s$ ]	[ $m^3/s$ ]	[ $m^3/s$ ]	[m]	[-]	[gradi]	[ $m^2$ ]	[m/s]
SCARICO FINALE FOGNATURA VIA MELARO	315	0.005	9.90	PVC	91	0.016	0.083	0.09	0.30	133.4	0.02	0.9