

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:

Cepav due



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

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987

RELAZIONE IDRAULICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio <i>(Ing. T. Torretta)</i> Data: <u>29 MAG 2020</u>	 Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	R I	S L A 8 0 6	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						INGEGNERE		PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	Data		
A	Emissione	ZIFFERERO <i>Zifferero</i>	09/09/19	AIELLO	09/09/19	09/09/19	09/09/19	 Il Responsabile (Dist. Ing. V. Aisello) ALBO PROVINCIALE INGEGNERI VERONA Iscrizione N° 1553 Data: 09/09/19	
B									
C									

CIG. 751447334A Stampato dal Service File: INOR12EE2RISLA806001A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SL A8 06 001

Rev.
A

Foglio
2 di 25

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.1. DOCUMENTI REFERENZIATI.....	4
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	5
4.1. VIABILITÀ IN PROGETTO	5
4.2. RETE DI DRENAGGIO	5
5. AFFLUSSI – DEFLUSSI E VERIFICA IDRAULICA RETE DI DRENAGGIO	6
5.1. ELABORAZIONE ED INTEGRAZIONE DATI PAI.....	6
5.2. IDROLOGIA.....	7
5.3. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIOGGIA.....	9
5.4. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	10
5.5. ANALISI IDRAULICA RETE FOGNARIA	10
5.6. DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO E RILANCIO	12
6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	16
7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE.....	22
7.1. INQUADRAMENTO E SINTESI DEI RISULTATI	22
7.2. METODOLOGIA	22

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SL A8 06 001

Rev.
A

Foglio
3 di 25

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica accompagna il progetto esecutivo delle opere di competenza AV/AC che riguardano l'intervento di realizzazione di un sottopasso ciclopedonale, denominato SLA8, che interferisce con il tracciato ferroviario di progetto alla prog. km 105+770,987.

Il progetto esecutivo viene sviluppato sulla base delle soluzioni e delle scelte già individuate in sede di progettazione definitiva, previa verifica e aggiornamento dei dati al contorno effettuata in coordinamento con i tecnici incaricati della progettazione. Opportuni aggiornamenti progettuali, rispetto alla fase precedente, sono stati introdotti a risposta delle eventuali necessità occorse, dettate da variazioni geometriche apportate alle strutture.

La presente relazione riporta le premesse, le modalità realizzative e le conclusioni dello studio idraulico realizzato nel tratto in oggetto, al fine di valutare l'efficacia degli interventi proposti in progetto nella loro globalità.

In particolare, per gli aspetti idraulici, sono stati assunti i dati elaborati nel Progetto Definitivo e facenti riferimento ad un evento con tempo di ritorno di 25 anni, relativamente allo smaltimento delle acque di piattaforma stradale.

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Le finalità del presente documento sono sostanzialmente due: il dimensionamento del sistema di raccolta e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche che insistono sulla carreggiata stradale in trincea dell'opera in progetto.

Si riporta nel seguito:

- descrizione del sistema di drenaggio;
- dati meteo climatici di riferimento;
- criteri di dimensionamento della rete di drenaggio, della vasca volano, dell'impianto di pompaggio e del sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1. Documenti Referenziati

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti documenti del progetto esecutivo:

Rif. [1] IN0R12EE2P9SLA806001 - PLANIMETRIA IDRAULICA

Rif. [2] IN0R12EE2P8SLA800001 - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO

Rif. [3] IN0R12EE2F8SLA800001 - PROFILO LONGITUDINALE

Rif. [4] IN0R11EE2BZSL0006001 - PARTICOLARI COSTRUTTIVI IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Rif. [5] IN0R12EE2BZSLA8C0001 - CARPENTERIA - VASCA DI RACCOLTA E SOLLEVAMENTO ACQUE

Rif. [6] IN0R12EE2BBSLA8C9001 - PARTICOLARI IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE

E del progetto definitivo:

Rif. [7] IN0500DE2RGID00010012 - RELAZIONE IDROLOGICA

Rif. [8] IN0500DE2RGID00020053 - REL IDROLOG-IDRAULICA PER SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

4.1. Viabilità in progetto

L'intervento rientra all'interno del Comune di Mazzano in Provincia di Brescia, e il tracciato previsto si sviluppa in direzione Nord Est - Sud Ovest per una estensione complessiva di 194 m circa, con inizio intervento a nord della linea storica Mi-Vr su Via Mazzucchelli, in corrispondenza del passaggio a livello soppresso, e fine intervento a sud della linea storica su Via Albinì, in corrispondenza dell'accesso alla sede dell'A.N.A. di Ciliverghe e al parco adiacente.

Il tracciato della pista ciclopedonale risulta interamente in trincea, e sottopassa la linea ferroviaria storica Milano-Venezia mediante un manufatto a spinta, e la linea ferroviaria di progetto ad essa adiacente mediante un nuovo manufatto scatolare gettato in opera. In adiacenza ai due manufatti scatolari, sono presenti conci di muri a U in c.a.

Per quanto riguarda la linea ferroviaria di progetto, il sottopasso in oggetto è inserito nel rilevato ferroviario denominato RI89.

4.2. Rete di drenaggio

Le acque di piattaforma vengono raccolte da una canaletta ad U (vedi Rif. [4]) con griglia carrabile posizionata a lato della pista ciclopedonale, e convogliate in una vasca di raccolta, posizionata a sud della linea ferroviaria di progetto.

La vasca di raccolta (vedi Rif. [5]) è dotata di un vano per l'accumulo delle acque accessibile e ispezionabile dalla pista ciclopedonale mediante apposita botola. Le acque vengono sollevate mediante elettropompe e convogliate in apposita vasca drenante, previo scarico del pompaggio in pozzetto di calma in cls prefabbricato collegato al fosso mediante tubazione in PVC DE 160 mm (vedi Rif. [6]).

Le canalette seguono la pendenza della livelletta di progetto della pista.

5. AFFLUSSI – DEFLUSSI E VERIFICA IDRAULICA RETE DI DRENAGGIO

5.1. Elaborazione ed integrazione dati PAI

L'11 maggio 1999 il Comitato Istituzionale del fiume Po ha adottato il "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico". In seguito sono state avviate le attività relative alla pubblicazione e osservazione da parte degli Enti territorialmente interessati.

La legge 365/2000 ha introdotto una nuova procedura per l'adozione di Piano Stralcio, che ha assegnato alle Conferenze programmatiche, convocate dalle Regioni e organizzate in ambiti e sub ambiti provinciali, l'espressione del parere sul progetto di PAI. Ogni Regione ha stabilito modalità, criteri e atti per tali adempimenti, trasmettendo gli esiti del lavoro all'Autorità di bacino.

Delle determinazioni assunte in sede di Conferenze programmatiche ha tenuto conto il Comitato Istituzionale che, nella seduta del 26 aprile 2001, ha adottato il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico", che è stato poi approvato il 24 maggio 2001 ed è divenuto esecutivo dalla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale l'8 agosto 2001.

Nel PAI sono state aggregate e portate a sistema tutte le determinazioni per contrastare il rischio idraulico e idrogeologico precedentemente assunte dall'Autorità di bacino del fiume Po e, in particolare, quanto contenuto nel Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, all'eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione di rischi idrogeologici, nonché al ripristino delle aree di esondazione nel Piano stralcio delle fasce fluviali e nel Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Il PAI ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli e direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti a esso connessi, in coerenza con le finalità generali stabilite dalla legge 183 del 18 maggio 1989.

Obiettivi generali sono:

- garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio;
- conseguire un recupero della funzionalità dei sistemi naturali (anche tramite la riduzione dell'artificialità conseguente alle opere di difesa), il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche ambientali del territorio, il recupero delle aree fluviali a utilizzi ricreativi;
- conseguire il recupero degli ambiti fluviali e del sistema idrico quale elementi centrali dell'assetto territoriale del bacino;
- raggiungere condizioni di uso del suolo compatibili con le caratteristiche dei sistemi idrografici e dei versanti, funzionali a conseguire effetti di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di riduzione dei deflussi di piena.



5.2. 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.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, è stata condotta, negli elaborati PAI, un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato. Grazie a questa elaborazione si consente il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione sulla corografia. In analogia al Progetto Definitivo, il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è $T_R = 20$ anni, in linea con quanto già eseguito ed approvato in fase di PD relativamente al drenaggio di viabilità stradale in rilevato, $T_R = 25$ anni per il tratto di viabilità in trincea afferente ai sottopassi.

La cella di riferimento per il tratto interessato dalla viabilità in progetto è la EW81, che fornisce i seguenti valori per i parametri di pioggia relativi a un tempo di ritorno $T_r = 25$ anni:

$$a = 45,64 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,266$$

Dovendo tuttavia trattare nella presente relazione di aree scolanti di dimensioni molto limitate, relative alla sola piattaforma impermeabilizzata e alle pertinenze nelle immediate vicinanze, è necessario indagare gli afflussi relativi a transitori molto contenuti, largamente inferiori all'ora (Tempi di concentrazione pari a 10 minuti). È stato necessario quindi integrare i parametri di afflusso su scala geografica con la valutazione di n', (da usare nella formula classica $h=at^n$).

Per il calcolo dell'altezza di pioggia su tempi inferiori all'ora è stato utilizzato il metodo di Bell: in relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, si adotta la seguente relazione

$$\frac{P_T^t}{h_T^{60}} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per $5 \leq t \leq 120$ dove:

- P_T^t indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo t riferita al periodo di ritorno T
- h_T^{60} è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno T
- t è il tempo di pioggia espresso in minuti

La relazione può essere scritta anche forma seguente:

$$P_T^t = \beta t^* a$$

dove:

- $\beta t = (0.54 t^{0.25} - 0.50)$
- $a = h_T^{60}$

Nota l'altezza di pioggia h_t relativa all'evento di durata t , passando ai logaritmi, le coppie *altezza di pioggia-durata* vengono regolarizzate con l'equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro a e il coefficiente angolare rappresenta il parametro n' .

Applicando il metodo di Bell si ricavano i valori di β al variare del tempo di pioggia:

β t=5	β t=10	β t=20	β t=30	β t=40	β t=50
0.307	0.460	0.642	0.764	0.858	0.936

Da cui si possono ricavare i valori di n' tramite la seguente relazione:

$$n'(t) = \frac{\ln(\beta(t) \cdot t_{60}^n)}{\ln(t)}$$

Si ottengono i valori riportati in tabella:

n' Tp=20'	n' Tp=30'	n' Tp=40'	n' Tp=50'
0,403	0,388	0,378	0,363

Per la cella EW81 e per un tempo di pioggia pari a $t=10$ minuti, dalla formula sopra citata, si ricava un valore di $n'=0,433$.

Per le elaborazioni che seguono è stata pertanto considerata la seguente combinazione di parametri:

a(mm) Tr25	n Tr25	n' Tr25
45,64	0,266	0,433

5.3. Calcolo della portata di massima pioggia

La massima portata meteorica defluente è valutata col metodo razionale, il quale fornisce la seguente espressione:

$$Q_{\max} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h \cdot 106}{3600 \cdot T_c}$$

con: S = superficie del sottobacino [km²];

h = altezza di pioggia [m];

T_c = tempo di corrivazione/concentrazione [ore];

φ = coefficiente medio di deflusso.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

Ne consegue che le portate massime si ottengono per tempi di pioggia non inferiori al tempo di corrivazione/concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

Per una fognatura urbana il tempo di concentrazione T_c si determina in riferimento al percorso idraulico più lungo della rete stessa fino alla sezione di chiusura (Paoletti et al. – Sistemi di fognatura, 2004). In particolare, una volta individuata la rete e i sottobacini afferenti, il T_c si determina mediante:

$$T_c = t_a + t_r$$

dove: t_a = tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo. Normalmente assunto pari a 5 minuti;

t_r = tempo di rete, dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, secondo la relazione $t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$, dove L_i è la lunghezza dei singoli tratti e V_i la velocità della corrente all'interno di essi.

5.4. Coefficiente di deflusso

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

Se esistono bacini tributari di area A_i sarà:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi A_i}{\sum A_i}$$

Nel caso in esame si utilizza un coefficiente di deflusso $\varphi = 1$ per le aree stradali pavimentate, $\varphi = 0.4$ per le scarpate dei rilevati in terra e $\varphi = 0.7$ per le scarpate in terra afferenti ai tratti in trincea.

5.5. Analisi idraulica rete fognaria

La rete di deflusso è costituita da una canaletta prefabbricata a sezione rettangolare dotata di griglia carrabile posizionata a lato della pista. Un'unica canaletta drena l'intera piattaforma carrabile, poiché la sezione trasversale presenta una pendenza unica verso il ciglio sinistro.

La pendenza della canaletta segue la pendenza longitudinale del profilo altimetrico della livelletta stradale (vedi Rif. [3]).

Si distinguono quindi due tratti di canaletta, uno relativo alla rampa nord e uno relativo alla rampa sud. Il bacino afferente viene calcolato per ciascun tratto ed è costituito dall'intera superficie occupata dalla pista e dalle aree relative alle scarpate in trincea.

La massima intensità di pioggia (estrapolata sulla durata di un'ora) viene così ad essere pari a 186 mm/h, che corrisponde ad un coefficiente udometrico di 519 l/s/ha. Si tratta ovviamente di un valore molto elevato, ma viene tuttavia considerato per la verifica del massimo riempimento della rete fognaria, a titolo prudenziale.

Per la verifica dei collettori viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[\left(\frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

Q=portata [m³/s]

A=area liquida [m²]

n=coefficiente di scabrezza di Manning [m^{1/3}/s] (0,015 per i manufatti in cemento)

R=raggio idraulico [m]

J=pendenza longitudinale [m/m]

Le tubazioni vengono verificate con riempimento massimo pari al 70%.

Le formulazioni e le risultanze del calcolo sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tr =	25	anni	tempo di ritorno
a =	45.64	mm	coefficienti c.p.p. max
n' =	0.433	-	coefficienti c.p.p. max
tc =	5	minuti	durata della pioggia
	0.08	ore	
h =	15.56	mm	altezza di pioggia
i =	186.74	mm/ora	intensità di pioggia
	0.19	m/ora	
ϕ =	1	-	coefficiente afflusso
ε =	1	-	coefficiente laminazione
u =	0.519	m ³ /s/ha	coefficiente udometrico

S =	214.67	mq	superficie	PISTA CICLABILE RAMPA NORD
	0.0214669	ha		
Q =	0.0111	m ³ /s	portata affluente	
Q =	11.14	l/s	portata affluente	
S =	281.89	mq	superficie	PISTA CICLABILE RAMPA SUD
	0.0281887	ha		
Q =	0.0146	m ³ /s	portata affluente	
Q =	14.63	l/s	portata affluente	

Il tratto di rampa nord da drenare è quello compreso tra la progressiva 0+011 e l'imbocco dello scatolare sotto la linea storica (progressiva 0+079), per una lunghezza complessiva di 68 m (vedi Rif. [1]).

La superficie drenata corrisponde a tutta la larghezza della pista (2,50 m) per la lunghezza del tratto di rampa esterno ai sottopassi (68 m). Vanno aggiunti 64 m² di superficie a verde (scarpate della trincea), moltiplicati per un coefficiente di deflusso pari a 0,7.

Dai dati di pioggia riportati nella tabella precedente si ricava quindi la portata massima affluente per la rampa nord:

Q =	11.14	l/s	portata affluente
------------	--------------	------------	--------------------------

Il tratto di rampa sud da drenare è compreso tra lo sbocco dello scatolare sotto la linea AV/AC (progressiva 0+107) e l'innesto su via Albini (progressiva 0+187). Risulta una lunghezza di 80 m (vedi Rif. [1]).

La superficie drenata corrisponde a tutta la larghezza della pista (2,50 m) per la lunghezza del tratto (80 m). Vanno aggiunti 115 m² di superficie a verde (scarpate della trincea), moltiplicati per un coefficiente di deflusso pari a 0,7.

Si ricava quindi la portata massima affluente per la rampa sud:

Q =	14.63	l/s	portata affluente
------------	--------------	------------	--------------------------

Il canale utilizzato ha sezione a U con dimensioni interne 210x200 mm (vedi Rif. [4]). Un canale di tali dimensioni, con una pendenza pari allo 0,5%, è in grado di convogliare una portata di 30,6 l/s, di gran lunga superiore alle portate richieste.

I due canali confluiscono nella vasca di sollevamento posizionata sotto il concio 4 dei muri a U della rampa sud.

5.6. Dimensionamento vasca di accumulo e rilancio

La vasca in oggetto serve a rilanciare le acque meteoriche alla quota di piano campagna nella vasca drenante.

Poiché il recapito finale non è costituito da un corpo idrico superficiale bensì da una vasca drenante, lo scarico viene regolato semplicemente dal dimensionamento delle pompe e dalla capacità drenante del terreno.

Trattandosi di una pista ciclopedonale non è necessario effettuare la separazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia, le pompe rilanciano quindi le acque meteoriche raccolte nella vasca direttamente nel recapito finale.

È prevista l'installazione di due pompe, funzionanti alternativamente. La presenza di una coppia di pompe, collegate anche ad un gruppo elettrogeno, garantisce il continuo funzionamento della stazione di rilancio, senza necessità quindi di prevedere un volume di accumulo legato al disfunzionamento delle pompe. Se infatti una delle due pompe non si avvia entra automaticamente in funzione l'altra; in caso di mancanza di corrente le pompe vengono alimentate dal gruppo elettrogeno.

La vasca viene posizionata a sud del manufatto di attraversamento del nuovo tracciato ferroviario, al di sotto dell'ultimo concio dei muri a U della rampa sud.

La volumetria della vasca deve essere tale da consentire l'accumulo della portata in ingresso eccedente il massimo scaricabile dalla pompe, limitando il numero di attacchi/stacchi orari dell'impianto di sollevamento.

La capacità della vasca volano è stata calcolata secondo la metodologia della "laminazione ottimale" che conduce all'individuazione del volume minimo da assegnare alla vasca nell'ipotesi di portata uscente costante.

In particolare sono state stimate diverse onde di piena, corrispondenti a diverse durate di pioggia, secondo il modello cinematico, e, posta la portata uscente costante e pari alla portata delle pompe, si è ricavata la durata di pioggia che massimizza il volume invasato ed il relativo valore del volume minimo da assegnare alla vasca.

La relazione che regola il processo di riempimento della vasca è la seguente:

$$W = \varphi A a \vartheta^n + T_c Q_u^2 \frac{\vartheta^{1-n}}{\varphi A a} - Q_u \vartheta - Q_u T_c$$

dove le variabili in gioco sono:

- A area scolante;
- a, n parametri della curva di possibilità climatica della zona di intervento per un tempo di ritorno di 25 anni;
- T_c tempo di corrivazione;
- Q_u portata uscente
- θ durata critica che massimizza il volume della vasca, ottenuta derivando l'equazione rispetto al tempo.

Nel caso in esame:

- $A=496,56 \text{ m}^2$;
- $a=45,64$, $n=0,266$;
- $T_c=10$ minuti;
- $Q_u=1,6 \text{ l/s}$;
- $\theta=1$ ora;

si ottiene un volume massimo da invasare pari a $18,4 \text{ m}^3$.

Portata affluente			
Equazione di continuità	$(Q_{in} - Q_{out}) \times dt = dW$		
dt - passo temporale di calcolo		60 [sec]	
a - coeff curva $h=at^n$		45.64 [mm]	
n' - coeff curva $h=at^n$ per tempi inferiori all'ora		0.388 [-]	
n - coeff curva $h=at^n$		0.266 [-]	
Superficie bacino sversante "S"		496.56 [mq]	
Tc - tempo di concentrazione		0.167 [ore]	
Htc - altezza di pioggia caduta nel Tc		22.77 [mm]	
coefficiente di deflusso φ		1 [-]	
i(dt) - intensità di pioggia oraria in Tc (ietogr. rettangolare)		136.64 [mm/h]	
h(dt) - altezza di pioggia in mm relativa al passo di tempo dt - vedi tabella			
Qin - portata in ingresso in vasca	$Q_{in} = \frac{h(dt) \times S \times \varphi}{dt}$		
Portata in uscita			
		pompa 1	
Qout - portata sollevata in uscita dalla vasca		0.0016 [mc/s]	
Verifica dell'intervallo tra inneschi successivi			
		pompa 1	
A - Superficie vasca		12.00 [mq]	
H1 - altezza attacco pompa		0.5 [m]	
H2 - altezza stacco pompa		2.3 [m]	
Hmax - altezza max utile in vasca		1.8 [m]	
Wmax - massimo volume vasca		21.6 [mc]	
Verifica inneschi successivi	$T_{innesco} = \frac{2 \times (H1 - H2) \times A}{Q_{out}}$		
		450.00 [minuti]	
Risultati simulazione			
Capacità della vasca		21.6 [mc]	
Massimo volume idrico in vasca		18.4 [mc]	
Rapporto tra riempimento e capacità dalla vasca		85% [%]	

La vasca misura in pianta $4,00 \text{ m} \times 3,00 \text{ m}$, per una superficie di $12,00 \text{ m}^2$ (vedi Rif. [5]). Per ottenere quindi il volume di invaso richiesto l'altezza utile nella vasca deve essere minimo di $1,80 \text{ m}$, garantendo un riempimento massimo dell'85%.

La verifica agli inneschi successivi fornisce un valore del tempo di innesco pari a 450 minuti ed è quindi ampiamente soddisfatta.

Di seguito si riporta uno stralcio della simulazione dell'andamento dei volumi nella vasca per un evento meteorico di durata pari a 1 ora, durata che in questo caso massimizza il volume da invasare.

Tabulati simulazione								
Durata di pioggia		1.00	ore		H pioggia	45.64		
Passo di calcolo		60	sec		Max vol in vasca	18.44	[mc]	
Tempo	Intensità pioggia i(dt)	H pioggia nel passo di tempo h(dt)	Portata entrante in vasca Qin	Volume afflusso istantaneo Win	Volume in vasca Wvasca	Altezza acqua vasca	Portata pompa Qout	Volume sollevato Wout
[ore]	[mm/h]	[mm]	[l/s]	[mc]	[mc]	[m]	[mc/s]	[mc]
0	45.64	0.76	6.30	0.38	0	0	0	0
0.017	45.64	0.76	6.30	0.38	0.38	0.031	0	0
0.033	45.64	0.76	6.30	0.38	0.76	0.063	0	0
0.050	45.64	0.76	6.30	0.38	1.13	0.094	0	0
0.067	45.64	0.76	6.30	0.38	1.51	0.126	0	0
0.083	45.64	0.76	6.30	0.38	1.89	0.157	0	0
0.100	45.64	0.76	6.30	0.38	2.27	0.189	0	0
0.117	45.64	0.76	6.30	0.38	2.64	0.220	0	0
0.133	45.64	0.76	6.30	0.38	3.02	0.252	0	0
0.150	45.64	0.76	6.30	0.38	3.40	0.283	0	0
0.167	45.64	0.76	6.30	0.38	3.78	0.315	0	0
0.183	45.64	0.76	6.30	0.38	4.15	0.346	0	0
0.200	45.64	0.76	6.30	0.38	4.53	0.378	0	0
0.217	45.64	0.76	6.30	0.38	4.91	0.409	0	0
0.233	45.64	0.76	6.30	0.38	5.29	0.441	0	0
0.250	45.64	0.76	6.30	0.38	5.67	0.472	0	0
0.267	45.64	0.76	6.30	0.38	6.04	0.504	0.0016	0
0.283	45.64	0.76	6.30	0.38	6.33	0.527	0.0016	0.096
0.300	45.64	0.76	6.30	0.38	6.61	0.551	0.0016	0.096
0.317	45.64	0.76	6.30	0.38	6.89	0.574	0.0016	0.096
0.333	45.64	0.76	6.30	0.38	7.17	0.598	0.0016	0.096
0.350	45.64	0.76	6.30	0.38	7.45	0.621	0.0016	0.096
0.367	45.64	0.76	6.30	0.38	7.73	0.644	0.0016	0.096
0.383	45.64	0.76	6.30	0.38	8.02	0.668	0.0016	0.096
0.400	45.64	0.76	6.30	0.38	8.30	0.691	0.0016	0.096
0.417	45.64	0.76	6.30	0.38	8.58	0.715	0.0016	0.096
0.433	45.64	0.76	6.30	0.38	8.86	0.738	0.0016	0.096
0.450	45.64	0.76	6.30	0.38	9.14	0.762	0.0016	0.096
0.467	45.64	0.76	6.30	0.38	9.42	0.785	0.0016	0.096
0.483	45.64	0.76	6.30	0.38	9.71	0.809	0.0016	0.096
0.500	45.64	0.76	6.30	0.38	9.99	0.832	0.0016	0.096
0.517	45.64	0.76	6.30	0.38	10.27	0.856	0.0016	0.096
0.533	45.64	0.76	6.30	0.38	10.55	0.879	0.0016	0.096
0.550	45.64	0.76	6.30	0.38	10.83	0.903	0.0016	0.096
0.567	45.64	0.76	6.30	0.38	11.11	0.926	0.0016	0.096
0.583	45.64	0.76	6.30	0.38	11.40	0.950	0.0016	0.096
0.600	45.64	0.76	6.30	0.38	11.68	0.973	0.0016	0.096

0.617	45.64	0.76	6.30	0.38	11.96	0.997	0.0016	0.096
0.633	45.64	0.76	6.30	0.38	12.24	1.020	0.0016	0.096
0.650	45.64	0.76	6.30	0.38	12.52	1.044	0.0016	0.096
0.667	45.64	0.76	6.30	0.38	12.80	1.067	0.0016	0.096
0.683	45.64	0.76	6.30	0.38	13.09	1.091	0.0016	0.096
0.700	45.64	0.76	6.30	0.38	13.37	1.114	0.0016	0.096
0.717	45.64	0.76	6.30	0.38	13.65	1.137	0.0016	0.096
0.733	45.64	0.76	6.30	0.38	13.93	1.161	0.0016	0.096
0.750	45.64	0.76	6.30	0.38	14.21	1.184	0.0016	0.096
0.767	45.64	0.76	6.30	0.38	14.49	1.208	0.0016	0.096
0.783	45.64	0.76	6.30	0.38	14.78	1.231	0.0016	0.096
0.800	45.64	0.76	6.30	0.38	15.06	1.255	0.0016	0.096
0.817	45.64	0.76	6.30	0.38	15.34	1.278	0.0016	0.096
0.833	45.64	0.76	6.30	0.38	15.62	1.302	0.0016	0.096
0.850	45.64	0.76	6.30	0.38	15.90	1.325	0.0016	0.096
0.867	45.64	0.76	6.30	0.38	16.19	1.349	0.0016	0.096
0.883	45.64	0.76	6.30	0.38	16.47	1.372	0.0016	0.096
0.900	45.64	0.76	6.30	0.38	16.75	1.396	0.0016	0.096
0.917	45.64	0.76	6.30	0.38	17.03	1.419	0.0016	0.096
0.933	45.64	0.76	6.30	0.38	17.31	1.443	0.0016	0.096
0.950	45.64	0.76	6.30	0.38	17.59	1.466	0.0016	0.096
0.967	45.64	0.76	6.30	0.38	17.88	1.490	0.0016	0.096
0.983	45.64	0.76	6.30	0.38	18.16	1.513	0.0016	0.096
1.000	45.64	0.76	6.30	0.38	18.44	1.537	0.0016	0.096
1.017	45.64	0.00	0.00	0.00	18.34	1.529	0.0016	0.096
1.033	45.64	0.00	0.00	0.00	18.25	1.521	0.0016	0.096
1.050	45.64	0.00	0.00	0.00	18.15	1.513	0.0016	0.096
1.067	45.64	0.00	0.00	0.00	18.05	1.505	0.0016	0.096
1.083	45.64	0.00	0.00	0.00	17.96	1.497	0.0016	0.096
1.100	45.64	0.00	0.00	0.00	17.86	1.489	0.0016	0.096
1.117	45.64	0.00	0.00	0.00	17.77	1.481	0.0016	0.096
1.133	45.64	0.00	0.00	0.00	17.67	1.473	0.0016	0.096
1.150	45.64	0.00	0.00	0.00	17.57	1.465	0.0016	0.096
1.167	45.64	0.00	0.00	0.00	17.48	1.457	0.0016	0.096
1.183	45.64	0.00	0.00	0.00	17.38	1.449	0.0016	0.096
1.200	45.64	0.00	0.00	0.00	17.29	1.441	0.0016	0.096

La vasca viene posizionata a ridosso dello scatolare di attraversamento della ferrovia, nel settore più depresso della livelletta stradale e ha una superficie in pianta di 12,00 m² (vedi Rif. [1]).

L'altezza minima di innesco delle pompe è 50 cm dal fondo, mentre la quota di accensione del semaforo di allagamento è di 2,30 metri. Il volume lordo della vasca è quindi pari a 2,30 x 12,00 = 27,60 m³.

Il volume netto, tra il livello minimo di accensione e il livello di accensione del semaforo è (2,30-0,50) x 12,00 = 21,60 m³.

6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Non avendo vincoli da imporre sulla portata scaricabile si è scelto di adottare pompe con portata pari a 1,6 l/s. Il dislivello geodetico è di circa 6,00 m; considerando cautelativamente delle perdite di carico distribuite e localizzate per un totale di 1 m si ottiene una prevalenza delle pompe pari a 7,00 m.

Considerate le caratteristiche idrauliche e geometriche del sistema, ciascuna delle pompe dell'impianto risulta caratterizzata dal seguente punto di lavoro:

- portata di progetto 1,6 l/s,
- prevalenza totale 7 m.

A titolo di esempio possono essere utilizzate le pompe Lowara modello 1305S-50X.251.S66.230, che presentano le seguenti caratteristiche:



1305S-50X.251.S66.230
50 Hz | 0,75 kW | 230 V | € 0,00 EUR

ABOUT THIS PRODUCT



About the Lowara 1300 Non-clog series

Submersible pumps for sewage and surface water within municipal and commercial building applications. Non-clog impellers are designed to maintain reliable performance at sustained efficiency.

PUNTO DI LAVORO

- Fluid: Acqua, pulita
- Flow: 1,6 l/s
- Head: 7 m
- Fluid temperature: 4 °C

- Motore : 1~230V/50Hz
- Potenza nominale : 0,75 kW
- Velocità : 2825 rpm
- Momento di inerzia totale : 0 kg m²
- Grado di protezione: IP 68
- Design motore : 1 PH STD W

**1305S-50X.251.S66.230**

50 Hz | 0,75 kW | 230 V | 0,00 EUR

DATI MOTORE

Nome	K1305.180 12-08-2BB-W 0.75KW
Frequenza	50 Hz
Pot. Nom.	0,75 kW
Max. shaft power on curve	0,6572 kW
Potenza necessaria per il punto di lavoro	0,6433 kW
Margine di sicurezza	16,58 %
Numero di poli	2
Velocità	2825 rpm
Monofase / trifase	1~
Tensione nominale	230 V
Corrente nominale	4,2 A
Corrente di spunto	19 A
Corrente di spunto, diretta avviante	19 A
Corrente di spunto, stella-triangolo	6 A
Avviamento alla corrente nominale (avviamento diretto)	4,52
Corrente misurata di avvio (avviamento stella-triangolo)	4,52
Classe isolam.	F
Approvazione	Standard coupling
Total moment of inertia	0,00202 kg m ²
Tipo di servizio	S1
Variante statore	2
Modulo	100
Problema del motore	10
Codice di rotore bloccato	D
Avviamenti / ora	15
Fattore di potenza 1/1 Load	1,00
Fattore di potenza 3/4 Load	1,00
Fattore di potenza 1/2 Load	1,00
Rendimento motore 1/1 Load	78,5 %
Rendimento motore 3/4 Load	79,0 %
Rendimento motore 1/2 Load	75,1 %

Di seguito si riportano il grafico della curva caratteristica e l'analisi del punto di lavoro.

Doc. N.

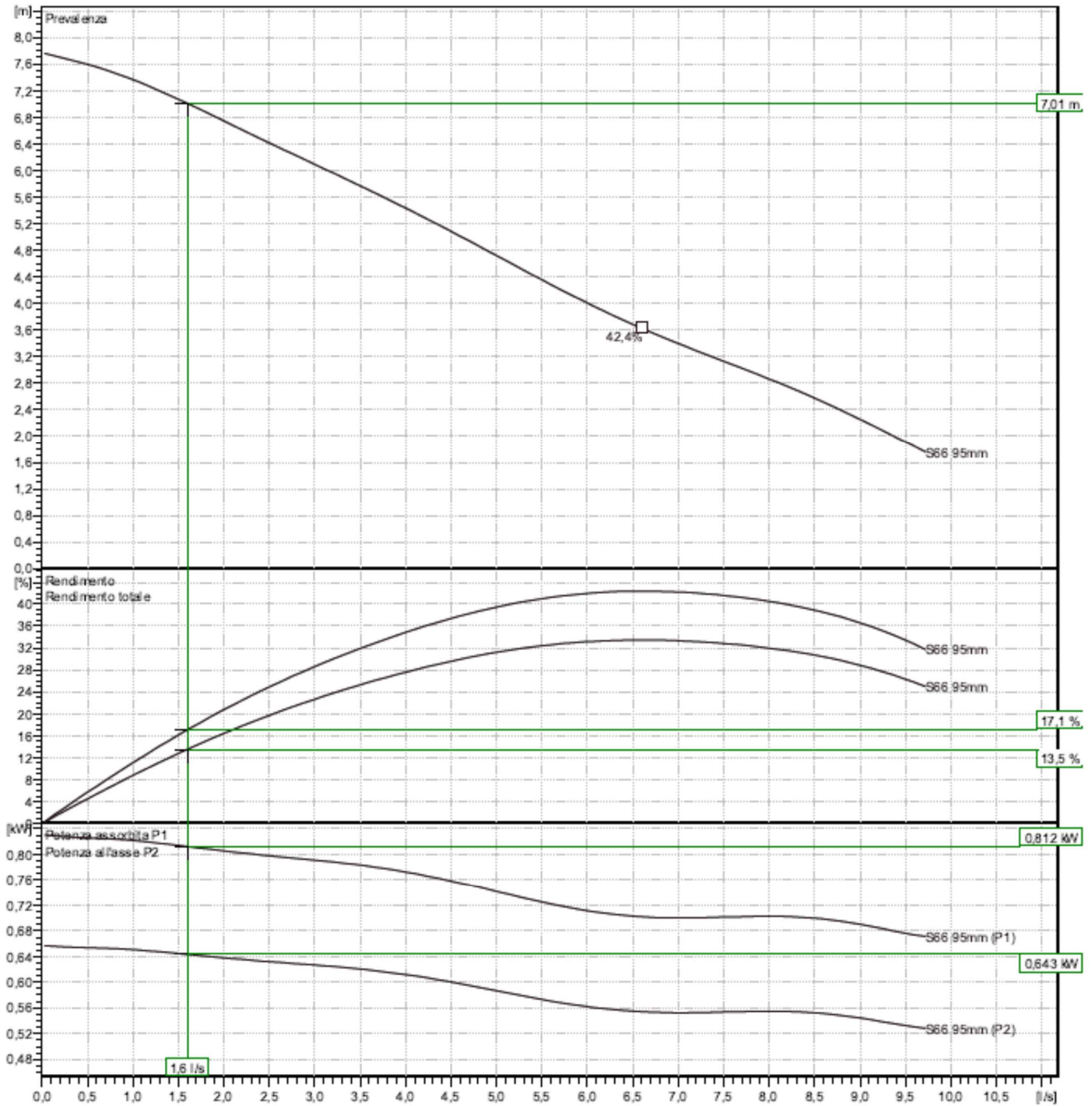
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SL A8 06 001

Rev.
A

Foglio
18 di 25



Doc. N.

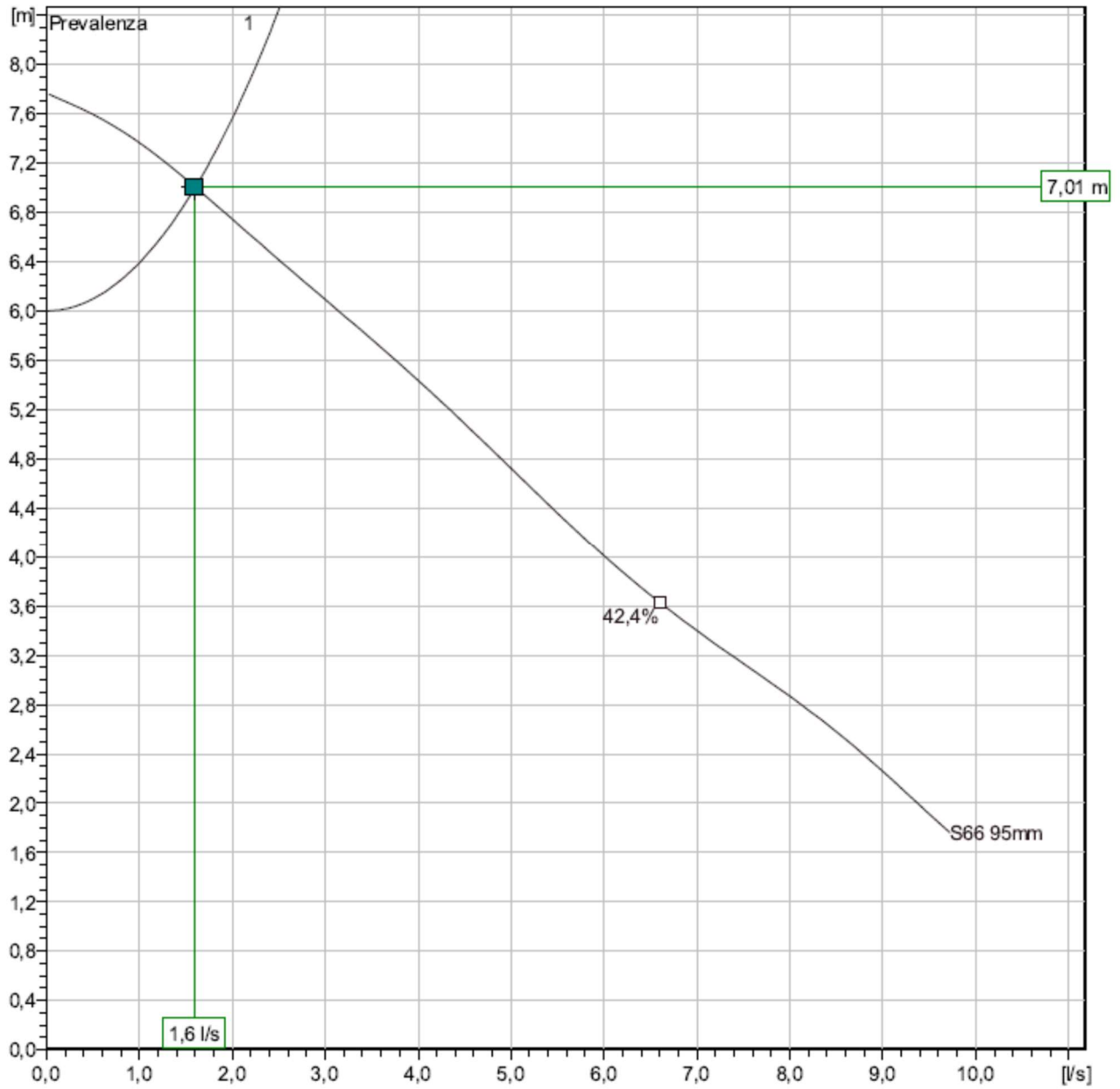
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SL A8 06 001

Rev.
A

Foglio
19 di 25



La verifica alla cavitazione impone (UNI EN 12845) che sia soddisfatta la seguente relazione tra NPSH richiesto ed NPSH disponibile:

$$NPSHd > NPSHr + 1m$$

Con il termine NPSH (Net Positive Suction Head) si definisce l'"altezza di carico netta assoluta" che rappresenta l'altezza totale di carico all'ingresso della pompa, misurata rispetto al piano di riferimento, aumentata dell'altezza corrispondente alla pressione atmosferica e diminuita dell'altezza corrispondente alla tensione di vapore.

Il valore di NPSHd (disponibile) è funzione delle condizioni di installazione della pompa ed è dato dalla formula:

$$NPSHd = Z_0 + \frac{P_0 + P_b - P_v}{\rho \cdot g} - J_1$$

con: Z_0 = quota del pelo libero nel serbatoio di aspirazione rispetto al piano di riferimento passante per il centro della bocca di aspirazione (m)
 P_0 = pressione effettiva sulla superficie libera (Pa)
 P_b = pressione atmosferica assoluta (Pa)
 P_v = tensione di vapore (Pa)
 J_1 = perdita di carico totale nella tubazione di aspirazione (m)
 ρ = massa volumica dell'acqua alla data temperatura (kg/m^3)
 g = accelerazione di gravità = $9,81 \text{ m/s}^2$

dati della pompa:

- portata = 1,6 l/s
- prevalenza = 7 m

dati altimetrici:

- quota terreno considerata = + 143,27 m s.l.m.
- quota fondo vasca = + 136,77 m s.l.m.
- quota asse girante pompa = + 137,17 m s.l.m.

Quindi il calcolo dell'NPSHd impostato per la stazione di sollevamento SLA8 considera :

- il valore di P_v corrispondente a 40° C (temperatura max dell'acqua ammessa dalla norma), che è pari a 7,38 kPa ;
- il valore della pressione atmosferica P_b corrispondente all'altitudine alla quale è posto l'impianto è determinato sulla base di una diminuzione di 0,1 kPa per ogni 8 metri di variazione di altezza per cui si avrà = (Atm l.m.m. = 101,32 kPa, a detrarre Atm 143,27m = $143,27/8 \cdot 0,1$) $P_b = 99,53 \text{ kPa}$);
- la pressione interna alla vasca è pari alla pressione atmosferica senza sostanziali differenze ambientali;
- il valore della densità ρ dell'acqua alla temperatura di 40° C , che è pari a $992,2 \text{ kg/m}^3$
- il valore Z_0 è la distanza assegnata di minimo livello previsto, rispetto al piano di riferimento passante per l'asse della pompa ed è pari a + 0,4m.
- essendo la pompa direttamente immersa sono considerate trascurabili le perdite di carico lungo la tubazione di aspirazione

Sostituendo i valori all'interno della formula si ricava:

$$NPSHd = 0,4 + (99,53 - 7,38) \times 1000 / (9,8 \times 992,2) = 9,88$$

Il valore di NPSHr (richiesto) è un valore intrinseco della pompa e deve risultare inferiore a 8,88 m.

La verifica al colpo d'ariete causato dall'arresto improvviso delle pompe impone (D.M. LL.PP. 12/12/1985) che "le sovrappressioni dinamiche di colpo d'ariete, Δp , indipendentemente dalla tipologia delle tubazioni impiegate, dovranno essere contenute nei limiti indicati nella tabella III in confronto ai valori della pressione idrostatica".

tabella III - pressione in kgf/cm²

Pressione idrostatica fino a	6	6 - 10	10 - 20	20 - 30
Sovrappressione di colpo d'ariete	3	3,4	4,5	5,6

(*) Per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze:

1 Newton = 1 kgf/9.81;

1 Pascal = 1 Newton/m²

La sovrappressione (in m di colonna d'acqua) si calcola come:

$$\Delta p = 2 v L / g t$$

dove v è la velocità del fluido a regime all'interno della tubazione (data dal rapporto $v = Q/A$ tra portata e sezione, in m/s), L è la lunghezza della tubazione (in m), g l'accelerazione di gravità (9,81 m/s²) e t il tempo di chiusura della valvola (in secondi).

Data la velocità del fluido, che risulta pari a 0,815 m/s (la portata è 1,6 l/s e la sezione del tubo 0,00196m²) e la lunghezza della tubazione ($L=12m$), al diminuire del tempo di chiusura si ottengono valori via via maggiori di sovrappressione.

Con $t=0,5s$ si ottiene quindi un valore di sovrappressione massima pari a 3,99 m di colonna d'acqua, che corrisponde a 0,40 kg/cm²; con $t=0,075s$ si ottiene una sovrappressione di 26,59 m (=2,66 kg/cm²); con $t=0,065s$ si ottiene invece una sovrappressione di 30,68 m (=3,07 kg/cm²)

Per rispettare dunque i limiti forniti dalle norme tecniche per le tubazioni, il tempo di chiusura della valvola dovrà essere superiore a 0,065s.

7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE

7.1. Inquadramento e sintesi dei risultati

Il recapito finale è una vasca drenante rettangolare ubicata nei pressi della stazione di sollevamento.

Non avendo valori di permeabilità desumibili da prove effettuate in situ (la prova più vicina si colloca alla pk 106+850, rilevato RI88, e fornisce un valore di K pari a $2,25 \times 10^{-3}$ m/s) si assume cautelativamente una permeabilità del terreno pari a 5×10^{-5} m/s.

La vasca drenante di progetto presenta una lunghezza pari a 7,00 m, con larghezza al fondo pari a 2,50 m, pendenza delle sponde 3/2, profondità 1,00 m e dimensioni massime in sommità pari a 10,00 m x 5,50 m (vedi Rif. [1]). Poiché la condotta di scarico in uscita dal pozzetto di disconnessione arriva nella vasca ad una quota di circa 0,65 m al di sotto del piano campagna l'altezza utile da considerare nel calcolo del volume invasabile è di 0,35 m (vedi Rif. [6]). Il volume totale massimo invasabile è quindi pari a 7,41 m³.

La vasca risulta verificata con un riempimento pari al 70% e con un tirante massimo pari a 26 cm.

La metodologia di calcolo e i risultati delle verifiche sono riportati nel paragrafo seguente.

7.2. Metodologia

Il metodo di calcolo utilizzato è quello dell'invaso semplificato, analogo a quello già utilizzato ed approvato da Italferr sulla linea A.V. Bologna-Firenze e Torino-Milano. La determinazione delle dimensioni trasversali dei fossi non rivestiti è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame (Da Deppo, Datei, Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua, edizioni libreria Cortina 1995):

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante e la portata uscente dispersa nel terreno circostante.

La portata entrante in questo caso è rappresentata dalla portata rilanciata dalla vasca di sollevamento (1,6 l/s)

La portata viene considerata costante fino allo svuotamento della vasca, pertanto la portata in ingresso avrà una durata pari al tempo di vuotamento del relativo volume della vasca (21,60 m³) ovvero 225 minuti (3 ore e 45 minuti).

La funzione $Q_u(t)$, che rappresenta la portata uscente dal fosso non rivestito, risulta unicamente originata dalla infiltrazione nel terreno sottostante. La relazione utilizzata per il calcolo della portata infiltrata, ricavata da Vedernikov (Polubarinova, Kochina, Theory of ground water movement, Princeton University Press 1962) e adattata alle tipologie considerate, assume la seguente espressione:

$$Q_u(t) = k[B + 3 \cdot h(t)]L$$

dove:

- k è la permeabilità misurata in m/s
- B è la base superiore della sezione del fosso drenante;
- L è la lunghezza del fosso drenante;

- $h(t)$ è l'altezza di riempimento del fosso drenante.

L'equazione di continuità è stata risolta attraverso una discretizzazione in intervalli di tempo di 5 minuti; esprimendo il volume invasato nel fosso non rivestito (affluito), come il prodotto tra le superfici longitudinale del canale $W=BL$ e l'altezza di riempimento $h(t)$ e sostituendo la formula di Vedernikov si riesce ad esprimere la variabile $h(t + \Delta t)$

$$h(t + \Delta t) = \frac{\frac{Q_e(t) + Q_e(t + \Delta t)}{2} + \frac{\sum h(t)}{\Delta t} - k \left[B + \frac{3}{2} h(t) \right] \cdot L}{\frac{\sum + \frac{3}{2} k \cdot L}{\Delta t}}$$

Il procedimento seguito consiste nell'osservare la variazione delle altezze di riempimento del ricettore ed in particolare nel verificare che la massima altezza raggiunta dall'acqua non superi il limite imposto.

La vasca drenante risulta verificata con un riempimento massimo pari al 70%.

Di seguito sono riportati i tabulati di calcolo e verifica.

GEOMETRIA				
lunghezza vasca	m	7.00		
larghezza fondo vasca	m	2.50		
profondità vasca	m	1.00		
pendenza sponde	m/m	1.50		
larghezza sommità vasca	m	5.50		
lunghezza sommità vasca	m	10.00		
profondità tubo ingresso	m	0.65		
profondità utile vasca	m	0.35		
PERMEABILITÀ				
K - coefficiente di permeabilità del terreno	m/s	5.00E-05		
PORTATE AFFERENTI				
portata delle pompe dalla vasca	m ³ /s	0.0016		
VERIFICA DI CAPACITÀ DELLA VASCA DRENANTE				
VOLUME RICHIESTO PER LAMINAZIONE	m ³	5.17		
CAPACITÀ MAX INVASO DEL FOSSO	m ³	7.41		
% RIEMPIMENTO (area idrica)	-	70%		
TIRANTE MAX	m	0.256		

PORTATE AFFERENTI E DI INFILTRAZIONE

tempo di funzionamento delle pompe	portata afferente	Volume immesso nel fosso	Volume presente nel fosso	Sezione Idraulica	Altezza acqua interna al fosso	Larghezza pelo libero	portata infiltrata
minuti	m ³ /s	m ³	m ³	m ²	m	m	m ³ /s
1	0.0016	0.10	0.000	0.0000	0.000	2.50	0.0000
2	0.0016	0.19	0.096	0.0137	0.005	2.52	0.0009
3	0.0016	0.29	0.139	0.0198	0.008	2.52	0.0009
4	0.0016	0.38	0.181	0.0259	0.010	2.53	0.0009
5	0.0016	0.48	0.224	0.0319	0.013	2.54	0.0009
6	0.0016	0.58	0.265	0.0379	0.015	2.55	0.0009
7	0.0016	0.67	0.307	0.0439	0.017	2.55	0.0009
8	0.0016	0.77	0.348	0.0498	0.020	2.56	0.0009
9	0.0016	0.86	0.389	0.0556	0.022	2.57	0.0009
10	0.0016	0.96	0.430	0.0614	0.024	2.57	0.0009
11	0.0016	1.06	0.471	0.0672	0.026	2.58	0.0009
12	0.0016	1.15	0.511	0.0730	0.029	2.59	0.0009
13	0.0016	1.25	0.551	0.0787	0.031	2.59	0.0009
14	0.0016	1.34	0.590	0.0843	0.033	2.60	0.0009
15	0.0016	1.44	0.630	0.0899	0.035	2.61	0.0009
16	0.0016	1.54	0.669	0.0955	0.037	2.61	0.0010
17	0.0016	1.63	0.707	0.1011	0.039	2.62	0.0010
18	0.0016	1.73	0.746	0.1066	0.042	2.62	0.0010
19	0.0016	1.82	0.784	0.1120	0.044	2.63	0.0010
20	0.0016	1.92	0.822	0.1175	0.046	2.64	0.0010
21	0.0016	2.02	0.860	0.1228	0.048	2.64	0.0010
22	0.0016	2.11	0.897	0.1282	0.050	2.65	0.0010
23	0.0016	2.21	0.935	0.1335	0.052	2.66	0.0010
24	0.0016	2.30	0.972	0.1388	0.054	2.66	0.0010
25	0.0016	2.40	1.008	0.1440	0.056	2.67	0.0010
26	0.0016	2.50	1.045	0.1493	0.058	2.67	0.0010
27	0.0016	2.59	1.081	0.1544	0.060	2.68	0.0010
28	0.0016	2.69	1.117	0.1596	0.062	2.68	0.0010
29	0.0016	2.78	1.153	0.1647	0.063	2.69	0.0010
30	0.0016	2.88	1.188	0.1698	0.065	2.70	0.0010
35	0.0016	3.36	1.365	0.1949	0.075	2.72	0.0010
40	0.0016	3.84	1.535	0.2193	0.084	2.75	0.0011
45	0.0016	4.32	1.700	0.2428	0.092	2.78	0.0011
50	0.0016	4.80	1.859	0.2656	0.100	2.80	0.0011
55	0.0016	5.28	2.014	0.2877	0.108	2.82	0.0011
60	0.0016	5.76	2.163	0.3090	0.116	2.85	0.0011
65	0.0016	6.24	2.308	0.3297	0.123	2.87	0.0011
70	0.0016	6.72	2.448	0.3497	0.130	2.89	0.0011
75	0.0016	7.20	2.584	0.3691	0.136	2.91	0.0012
80	0.0016	7.68	2.715	0.3879	0.143	2.93	0.0012
85	0.0016	8.16	2.843	0.4061	0.149	2.95	0.0012
90	0.0016	8.64	2.966	0.4238	0.155	2.97	0.0012

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SL A8 06 001Rev.
AFoglio
25 di 25

95	0.0016	9.12	3.086	0.4409	0.161	2.98	0.0012
100	0.0016	9.60	3.202	0.4575	0.166	3.00	0.0012
105	0.0016	10.08	3.315	0.4736	0.172	3.02	0.0012
110	0.0016	10.56	3.424	0.4892	0.177	3.03	0.0012
115	0.0016	11.04	3.530	0.5043	0.182	3.05	0.0013
120	0.0016	11.52	3.633	0.5190	0.187	3.06	0.0013
125	0.0016	12.00	3.733	0.5333	0.191	3.07	0.0013
130	0.0016	12.48	3.830	0.5472	0.196	3.09	0.0013
135	0.0016	12.96	3.924	0.5606	0.200	3.10	0.0013
140	0.0016	13.44	4.016	0.5737	0.204	3.11	0.0013
145	0.0016	13.92	4.104	0.5863	0.208	3.13	0.0013
150	0.0016	14.40	4.190	0.5986	0.212	3.14	0.0013
155	0.0016	14.88	4.274	0.6106	0.216	3.15	0.0013
160	0.0016	15.36	4.355	0.6222	0.220	3.16	0.0013
165	0.0016	15.84	4.434	0.6335	0.223	3.17	0.0013
170	0.0016	16.32	4.511	0.6445	0.227	3.18	0.0014
175	0.0016	16.80	4.586	0.6551	0.230	3.19	0.0014
180	0.0016	17.28	4.658	0.6655	0.233	3.20	0.0014
185	0.0016	17.76	4.729	0.6755	0.237	3.21	0.0014
190	0.0016	18.24	4.797	0.6853	0.240	3.22	0.0014
195	0.0016	18.72	4.864	0.6948	0.243	3.23	0.0014
200	0.0016	19.20	4.928	0.7040	0.245	3.24	0.0014
205	0.0016	19.68	4.991	0.7130	0.248	3.24	0.0014
210	0.0016	20.16	5.052	0.7217	0.251	3.25	0.0014
215	0.0016	20.64	5.112	0.7302	0.254	3.26	0.0014
220	0.0016	21.12	5.169	0.7385	0.256	3.27	0.0014
225	0.0000	21.12	4.746	0.6779	0.237	3.21	0.0014
230	0.0000	21.12	4.334	0.6191	0.219	3.16	0.0013
235	0.0000	21.12	3.933	0.5619	0.201	3.10	0.0013
240	0.0000	21.12	3.544	0.5063	0.183	3.05	0.0013
245	0.0000	21.12	3.167	0.4524	0.165	2.99	0.0012
250	0.0000	21.12	2.800	0.4001	0.147	2.94	0.0012
255	0.0000	21.12	2.445	0.3493	0.130	2.89	0.0011
260	0.0000	21.12	2.101	0.3002	0.112	2.84	0.0011
265	0.0000	21.12	1.768	0.2525	0.096	2.79	0.0011
270	0.0000	21.12	1.445	0.2064	0.079	2.74	0.0010
275	0.0000	21.12	1.133	0.1618	0.062	2.69	0.0010
280	0.0000	21.12	0.831	0.1187	0.046	2.64	0.0010
285	0.0000	21.12	0.540	0.0771	0.030	2.59	0.0009
290	0.0000	21.12	0.258	0.0368	0.015	2.54	0.0009
295	0.0000	21.12	-0.014	-0.0020	-0.001	2.50	0.0009
300	0.0000	21.12	-0.276	-0.0394	-0.016	2.45	0.0008

Dopo 295 minuti (4 ore e 55 minuti) la vasca drenante risulta vuota.