

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001

Rev.
A

Foglio
2 di 37

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	11
5.6. DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO E RILANCIO	23
6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	29
7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE.....	33
7.1. INQUADRAMENTO E SINTESI DEI RISULTATI	33
7.2. METODOLOGIA	33

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione della nuova strada di progetto podereale posta alla prog. Km 110+046,622 della linea AV/AC Torino-Venezia Tratta Milano – Verona Lotto funzionale Brescia Est-Verona.

L'intervento rientra all'interno del Comune di Calcinato in Provincia di Brescia, ed è motivato dall'esigenza di garantire la continuità territoriale di Via Cavour, altrimenti interrotta dalla linea ferroviaria di progetto, costituita dal collegamento tra il Quadruplicamento BS Est e la linea AV/AC.

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.

In merito alle tubazioni della rete fognaria, il posizionamento dei pozzetti in corrispondenza di ogni cambio di direzione e/o confluenza consente di smorzare eventuali sovralti idrici localizzati, in quanto il maggior volume dei pozzetti stessi esercita una azione di laminazione e quindi di contenimento dei livelli. Il calcolo in moto uniforme adottato per la rete fognaria risulta quindi idoneo.

La pendenza delle tubazioni inferiore a 0,3% è garantita in fase esecutiva dal controllo della quota di scorrimento della tubazione mediante strumentazione topografica.

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] IN0R12EE2P9SLZ306001 - PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA

Rif. [2] IN0R12EE2P8SLZ300001 - PLANIMETRIA DI PROGETTO

Rif. [3] IN0R12EE2F7SLZ300001 - PROFILO LONGITUDINALE

Rif. [4] IN0R12EE2WZSLZ300001 - SEZIONI TIPO

Rif. [5] IN0R12EE2BBSLZ3C0001 - CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE

Rif. [6] IN0R12EE2BBSLZ3C9001 - 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

Attualmente Via Cavour ha un allineamento Sud-Nord; a partire da Calcinatello, prosegue in direzione Nord, scavalca l'Autostrada A4 mediante un cavalcavia, e prosegue fino a Via Statale.

Il tracciato della viabilità poderale, a partire dalla spalla nord del cavalcavia esistente sull'Autostrada A4, dove ha inizio l'intervento, si sviluppa in direzione Est – Ovest per circa 400m in zona interclusa tra l'Autostrada A4 e la linea ferroviaria di progetto; successivamente, mediante una curva destrorsa, prosegue in direzione Nord, sottopassa i binari del collegamento tra il Quadruplicamento BS Est e la linea AV/AC, e si raccorda alla strada poderale di collegamento tra Via Cavour e Via Manzoni.

Per consentire il sottopassaggio della strada poderale alla linea ferroviaria, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo manufatto scatolare e di muri ad U gettati in opera.

L'estensione complessiva del tracciato è pari a 606 m circa.

4.2. Rete di drenaggio

Per il tratto di viabilità in trincea, le acque di piattaforma vengono raccolte da caditoie poste ad interasse variabile sui lati della carreggiata, e convogliate mediante tubazioni in PVC di opportuno diametro sino ad una vasca di raccolta, posizionata a nord della linea ferroviaria di progetto.

Nei tratti in rettilineo si prevedono pozzetti caditoia per la captazione delle acque meteoriche su entrambi i lati, mentre per i tratti in curva solo sul lato interno. L'interasse tra le caditoie è sempre inferiore a 20 m nei tratti in rettilineo e inferiore a 10 m nei tratti in curva.

La rampa nord presenta quindi per l'intero sviluppo due dorsali; la dorsale ovest attraversa la piattaforma (tratto C10-C12) e confluisce nel pozzetto C12 dal quale viene recapitata alla vasca di sollevamento. L'ultimo tratto della rete relativa alla rampa nord (tratto C11-C12), posto tra lo sbocco del sottopasso e la vasca (concio 9), scorre in contropendenza rispetto alla livelletta stradale.

La rampa sud presenta per un primo breve tratto due dorsali (tratti C1-C2 e C3-C4) che confluiscono poi in una sola dorsale, posta sul lato interno alla curva, immediatamente a monte dell'inizio del tratto tra muri (concio 1). Anche le acque della rampa sud confluiscono nel pozzetto C12 e da questo nella vasca di sollevamento.

Per un approfondimento dello schema descritto si rimanda alla PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA (Rif. [1]).

L'interasse tra le caditoie è sempre inferiore a 20 m nei tratti in rettilineo e inferiore a 10 m nei tratti in curva; le tubazioni sono in PVC diametro DE 200 mm e DE 315 mm.

I pozzetti caditoia ubicati lungo le rampe sono realizzati in c.a. con griglia in ghisa sferoidale classe C250 dimensioni 50x50 cm secondo norma UNI EN 124. Le tubazioni in PVC verranno posate in bauletto di calcestruzzo (Rck25) rinforzato superiormente e lateralmente da rete elettrosaldata Ø 8 mm maglia 15 x 15 cm, rispettando un ricoprimento minimo, al di sopra dell'estradosso della tubazione, pari a 29 cm e un franco minimo sull'estradosso fondazione pari a 10 cm.

Due pompe (di cui una di riserva) inviano le acque alla vasca drenante.

Lo scarico finale nella vasca drenante avviene previo scarico del pompaggio in pozzetto di calma in cls prefabbricato collegato alla vasca mediante tubazione in PVC DE 200 mm (vedi Rif. [6]).

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.

Si riportano di seguito le celle quadrate 2x2 km interessate dalla linea ferroviaria di progetto con i parametri a e n relativi a tempi di pioggia superiori all'ora.

Intervallo km	Cella PAI	a Tr20	n Tr20	a Tr25	n Tr25	a Tr50	n Tr50	a Tr100	n Tr100	a Tr200	n Tr200	a Tr500	n Tr500
da 109+121 a 110+877	EY83	45,65	0,251	47,23	0,250	52,50	0,247	58,35	0,244	63,78	0,242	70,94	0,239
da 110+877 a 112+881	EZ83	46,23	0,250	47,85	0,249	53,24	0,246	59,24	0,243	64,81	0,241	72,14	0,238
da 112+881 a 115+000	FA83	46,68	0,249	48,33	0,248	53,82	0,244	59,94	0,241	65,60	0,239	73,07	0,236
da 115+000 a 117+044	FB83	47,06	0,248	48,73	0,247	54,29	0,243	60,49	0,240	66,23	0,238	73,80	0,235
da 117+044 a 119+062	FC83	47,09	0,247	48,76	0,246	54,33	0,242	60,54	0,239	66,28	0,236	73,86	0,234
da 119+062 a 119+279	FD83	47,11	0,244	48,78	0,243	54,36	0,239	60,57	0,236	66,32	0,234	73,91	0,231
da 119+279 a 121+108	FD84	47,57	0,238	49,27	0,237	54,93	0,233	61,24	0,230	67,08	0,227	74,79	0,225
da 121+108 a 123+158	FE84	47,39	0,236	49,08	0,235	54,70	0,231	60,98	0,228	66,78	0,225	74,44	0,223
da 123+158 a 125+219	FF84	47,11	0,233	48,78	0,232	54,35	0,228	60,56	0,225	66,30	0,223	73,88	0,220
da 125+219 a 127+249	FG84	46,75	0,230	48,40	0,229	53,90	0,225	60,02	0,221	65,68	0,219	73,15	0,216
da 127+249 a 129+250	FH84	46,33	0,224	47,95	0,223	53,36	0,219	59,37	0,216	64,93	0,214	72,28	0,211
da 129+250 a 131+255	FI84	45,84	0,217	47,43	0,216	52,73	0,212	58,62	0,209	64,08	0,207	71,28	0,204
da 131+255 a 133+257	FJ84	45,33	0,208	46,88	0,207	52,06	0,203	57,81	0,200	63,13	0,198	70,17	0,195
da 133+257 a 135+258	FK84	44,80	0,195	46,32	0,194	51,36	0,190	56,96	0,187	62,14	0,185	68,99	0,182
da 135+258 a 137+262	FL84	44,51	0,199	46,02	0,198	51,04	0,194	56,62	0,191	61,78	0,189	68,61	0,186
da 137+262 a 139+289	FM85	44,52	0,207	46,04	0,206	51,12	0,203	56,75	0,200	61,97	0,198	68,88	0,195
da 139+289 a 141+337	FN85	44,25	0,209	45,77	0,208	50,82	0,204	56,43	0,201	61,62	0,199	68,50	0,196
da 141+337 a 143+342	FO85	43,92	0,210	45,43	0,209	50,75	0,206	56,01	0,203	61,17	0,200	68,00	0,198
da 143+342 a 145+431	FP85	43,69	0,210	45,19	0,209	50,19	0,205	55,74	0,202	60,87	0,200	67,69	0,197
da 145+431 a 147+449	FQ84	43,41	0,211	44,26	0,213	49,13	0,209	55,38	0,203	60,49	0,201	67,28	0,198
da 147+449 a 149+451	FR84	42,54	0,213	44,00	0,212	48,84	0,208	54,22	0,205	59,20	0,203	65,82	0,200
da 149+451 a FINE	FS84	42,21	0,215	43,66	0,214	48,47	0,210	53,81	0,206	58,75	0,204	65,33	0,201

La cella di riferimento per il tratto interessato dalla viabilità in progetto è la EY83, che fornisce i seguenti valori per i parametri di pioggia relativi a un tempo di ritorno $Tr = 25$ anni:

$$a = 47,23 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,250$$

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:

Intervallo km	Cella PAI	n' Tp=20'	n' Tp=30'	n' Tp=40'	n' Tp=50'
da 109+121 a 110+877	EY83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 110+877 a 112+881	EZ83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 112+881 a 115+000	FA83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 115+000 a 117+044	FB83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 117+044 a 119+062	FC83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 119+062 a 119+279	FD83	0,403	0,388	0,378	0,363
da 119+279 a 121+108	FE84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 121+108 a 123+158	FE84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 123+158 a 125+219	FF84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 125+219 a 127+249	FG84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 127+249 a 129+250	FH84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 129+250 a 131+255	FI84	0,403	0,388	0,378	0,363

da 131+255 a 133+257	FJ84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 133+257 a 135+258	FK84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 135+258 a 137+262	FL84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 137+262 a 139+289	FM85	0,403	0,388	0,378	0,363
da 139+289 a 141+337	FN85	0,403	0,388	0,378	0,363
da 141+337 a 143+342	FO85	0,403	0,388	0,378	0,363
da 143+342 a 145+431	FP85	0,403	0,388	0,378	0,363
da 145+431 a 147+449	FQ84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 147+449 a 149+451	FR84	0,403	0,388	0,378	0,363
da 149+451 a FINE	FS84	0,403	0,388	0,378	0,363

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

a(mm) Tr25	n Tr25	n' Tr25
47,23	0,250	0,388

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.

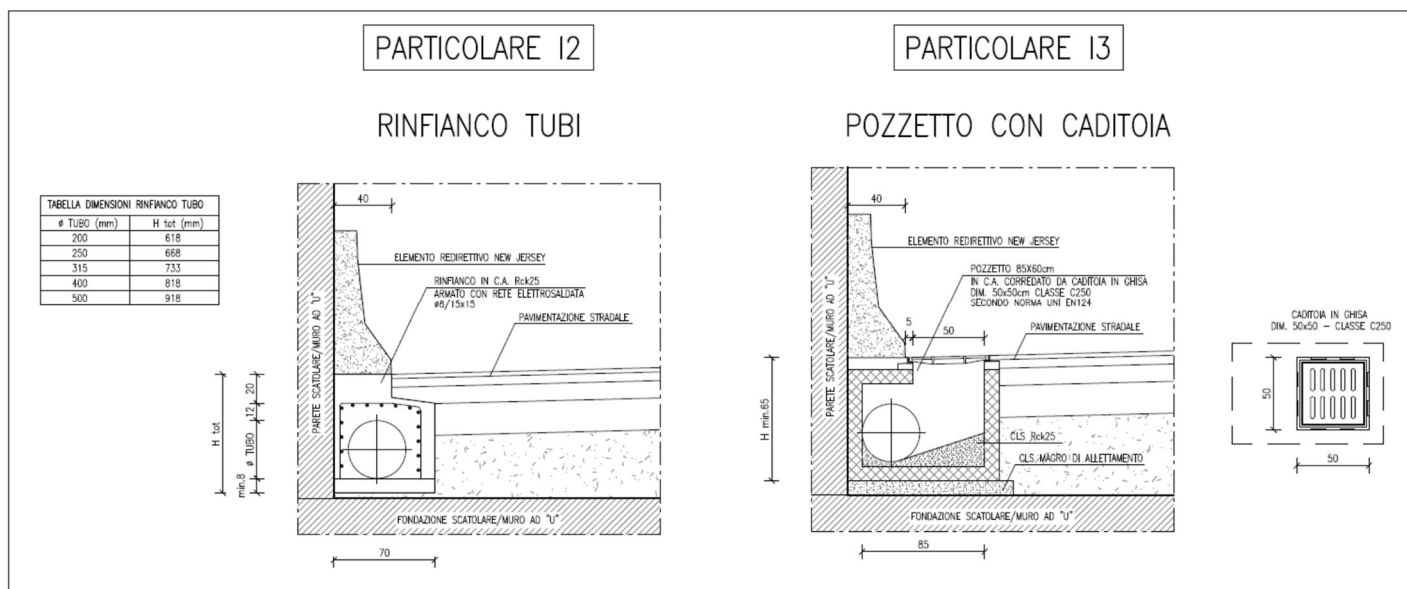
5.5. Analisi idraulica rete fognaria

L'analisi idraulica viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La rete di deflusso nei tratti in rettilineo è costituita da una coppia di collettori sotto il ciglio esterno della carreggiata, ognuno dei quali drena il 50% della piattaforma carrabile (la sagoma trasversale è a schiena d'asino); nei tratti in curva il collettore è posizionato in corrispondenza del ciglio interno alla curva e drena l'intera piattaforma stradale.

La pendenza dei collettori segue la pendenza longitudinale del profilo altimetrico della livelletta stradale.

All'interno dello scatolare la pendenza è pari allo 0,15%; in corrispondenza del concio 9 la pendenza delle tubazioni è pari allo 0,5%. Anche le tubazioni di attraversamento e di recapito nella vasca di sollevamento hanno la pendenza dello 0,5%.



Il bacino afferente a ciascun collettore viene calcolato per ogni singolo tratto e la portata del collettore si ottiene dalla somma della portata che arriva dalla rete a monte e di quella relativa al bacino afferente al tratto stesso.

La massima intensità di pioggia (estrapolata sulla durata di un'ora) viene così ad essere pari a 216,11 mm/h, che corrisponde ad un coefficiente udometrico di 601 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] (0,013 per le condotte in PVC)

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 per i collettori sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tr =	25	anni	tempo di ritorno
a =	47.23	mm	coefficienti c.p.p. max
n =	0.388	-	coefficienti c.p.p. max
tc =	5	minuti	tempo di corrivazione
	0.08	ore	
h =	18.01	mm	altezza di pioggia
i =	216.11	mm/ora	intensità di pioggia
	0.22	m/ora	
ϕ =	1	-	coefficiente afflusso
ε =	1	-	coefficiente laminazione
u =	0.601	m ³ /s/ha	coefficiente udometrico
S =	947.00	m ²	superficie drenata
	0.0947	ha	
Q =	0.0569	m ³ /s	portata affluente
Q =	56.89	l/s	portata affluente

TRATTO	L (m)	S (m ²)	u (m ³ /s/ha)	Q (l/s)	p min (%)	DE (mm)	R (%)	Q scorr. iniziale (m)	Q scorr. finale (m)
C1-C2/C3-C4	16.50	52.85	0.601	3.18	7.70	200	13	130.02	128.75
C4-C2	4.00	131.90	0.601	7.92	0.50	200	42	128.75	128.73
C2-C5	12.20	209.90	0.601	12.61	8.00	200	25	128.71	127.73
C5-C6	11.70	270.90	0.601	16.28	6.50	200	32	127.70	126.94
C6-C7	11.70	331.90	0.601	19.94	3.50	200	42	126.91	126.50
C7-C8	7.20	392.90	0.601	23.60	1.00	315	32	126.38	126.31
C8-C9	20.00	433.90	0.601	26.07	0.15	315	61	126.31	126.28
C9-C10	9.00	458.15	0.601	27.53	0.50	315	44	126.28	126.24
C11-C12	9.00	24.25	0.601	1.46	0.50	200	17	126.40	126.35
C13-C14	16.50	45.65	0.601	2.74	7.00	200	12	129.85	128.70
C14-C15	17.80	136.45	0.601	8.20	7.00	200	21	128.67	127.42
C15-C16	17.30	181.45	0.601	10.90	3.50	200	30	127.38	126.57
C16-C10	5.45	226.45	0.601	13.60	2.30	200	37	126.55	126.42
C17-C18	16.50	40.75	0.601	2.45	7.00	200	12	129.85	128.70
C18-C19	17.80	119.65	0.601	7.19	7.00	200	19	128.67	127.42
C19-C20	17.30	164.65	0.601	9.89	3.50	200	27	127.38	126.57
C20-C12	5.45	209.65	0.601	12.60	2.30	200	37	126.55	126.42
C10-C12	4.00	698.85	0.601	41.99	0.50	315	56	126.24	126.22
C12-Vasca	0.70	947.00	0.601	56.89	0.50	315	69	126.19	126.18

Assegnata la pendenza di progetto al singolo collettore, si calcola la portata defluente al variare dell'altezza idrica fino a trovare il valore di h corrispondente alla portata di progetto; il rapporto tra tale valore di h e il diametro del tubo ci fornisce il grado di riempimento. Se il grado di riempimento supera il 70% si passa ad un diametro successivo e si ripete la verifica.

Di seguito si riportano le tabelle di verifica per ciascun tratto.

TRATTO C1-C2 E TRATTO C3-C4 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.82	0.00059	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.93	0.00087	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	1.03	0.00125	Portata	3.18 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.14	0.00173	Pendenza longitudinale	7.7 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.24	0.00233	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.35	0.00307	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.46	0.00396	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.56	0.00501	h idrica =	0.03 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.67	0.00623	R raggio idraulico =	0.02 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.77	0.00763	V velocità =	1.35 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.87	0.00922	% riempimento =	13 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.97	0.01101		

TRATTO C4-C2 (ATTRAVERSAMENTO) – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.21	0.00015	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.24	0.00022	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.26	0.00032	Portata	7.92 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.29	0.00044	Pendenza longitudinale	0.5 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.32	0.00059	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.34	0.00078	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.37	0.00101	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	0.40	0.00128	h idrica =	0.08 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	0.42	0.00159	R raggio idraulico =	0.04 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	0.45	0.00194	V velocità =	0.66 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	0.48	0.00235	% riempimento =	42 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	0.50	0.00281		
2.20	0.0520	0.006	0.030	0.53	0.00331		
2.30	0.0563	0.007	0.032	0.55	0.00386		
2.40	0.0606	0.008	0.034	0.57	0.00447		
2.50	0.0651	0.009	0.036	0.59	0.00512		
2.60	0.0697	0.009	0.038	0.62	0.00581		
2.70	0.0743	0.010	0.040	0.64	0.00654		
2.80	0.0789	0.011	0.042	0.66	0.00731		
2.90	0.0836	0.012	0.044	0.67	0.00811		
3.00	0.0884	0.013	0.045	0.69	0.00894		

TRATTO C2-C5 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.84	0.00060			
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.94	0.00089	Verifica deflussi in condotta circolare		
1.20	0.0166	0.001	0.011	1.05	0.00127	Dati:		
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.16	0.00176	Portata	12.61 l/s	
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.27	0.00238	Pendenza longitudinale	8 %	
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.38	0.00313	diametro	190.2 mm	
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.49	0.00403	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.59	0.00510	risultati:		
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.70	0.00635	h idrica =	0.05 m	
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.80	0.00778	R raggio idraulico =	0.03 m	
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.91	0.00940	V velocità =	2.01 m/s	
2.10	0.0478	0.006	0.028	2.01	0.01122	% riempimento =	25 %	
2.20	0.0520	0.006	0.030	2.10	0.01324			
2.30	0.0563	0.007	0.032	2.20	0.01546			
2.40	0.0606	0.008	0.034	2.29	0.01787			
2.50	0.0651	0.009	0.036	2.38	0.02046			

TRATTO C5-C6 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.75	0.00054			
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.85	0.00080	Verifica deflussi in condotta circolare		
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.95	0.00115	Dati:		
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.05	0.00159	Portata	16.28 l/s	
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.14	0.00214	Pendenza longitudinale	6.5 %	
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.24	0.00282	diametro	190.2 mm	
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.34	0.00364	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.44	0.00460	risultati:		
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.53	0.00572	h idrica =	0.06 m	
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.63	0.00701	R raggio idraulico =	0.03 m	
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.72	0.00847	V velocità =	2.07 m/s	
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.81	0.01011	% riempimento =	32 %	
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.90	0.01193			
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.98	0.01393			
2.40	0.0606	0.008	0.034	2.07	0.01610			
2.50	0.0651	0.009	0.036	2.14	0.01844			

TRATTO C8-C9 – DE315

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.16	0.00028			
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.17	0.00041			
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.19	0.00059			
1.30	0.0305	0.004	0.019	0.21	0.00081			
1.40	0.0352	0.005	0.022	0.24	0.00109			
1.50	0.0402	0.006	0.025	0.26	0.00144			
1.60	0.0454	0.007	0.028	0.28	0.00186			
1.70	0.0509	0.008	0.031	0.30	0.00235			
1.80	0.0567	0.009	0.034	0.31	0.00292			
1.90	0.0627	0.011	0.038	0.33	0.00358			
2.00	0.0689	0.012	0.041	0.35	0.00432			
2.10	0.0753	0.014	0.044	0.37	0.00516			
2.20	0.0819	0.016	0.047	0.39	0.00609			
2.30	0.0886	0.017	0.051	0.41	0.00711			
2.40	0.0955	0.019	0.054	0.42	0.00822			
2.50	0.1026	0.021	0.057	0.44	0.00941			
2.60	0.1097	0.023	0.060	0.46	0.01068			
2.70	0.1170	0.025	0.063	0.47	0.01203			
2.80	0.1243	0.028	0.066	0.49	0.01345			
2.90	0.1317	0.030	0.069	0.50	0.01492			
3.00	0.1392	0.032	0.071	0.51	0.01644			
3.10	0.1467	0.034	0.074	0.52	0.01800			
3.20	0.1542	0.037	0.076	0.54	0.01959			
3.30	0.1617	0.039	0.078	0.55	0.02119			
3.40	0.1691	0.041	0.081	0.56	0.02279			
3.50	0.1765	0.043	0.082	0.56	0.02438			
3.60	0.1838	0.045	0.084	0.57	0.02594			
3.70	0.1911	0.047	0.086	0.58	0.02747			
3.80	0.1982	0.050	0.087	0.58	0.02895			
3.90	0.2053	0.051	0.088	0.59	0.03037			
4.00	0.2121	0.053	0.089	0.59	0.03171			

Verifica deflussi in condotta circolare

Dati:

Portata **26.07** l/sPendenza longitudinale **0.15** %diametro **299.6** mmn Manning **0.013** s/m^{1/3}

risultati:

h idrica = 0.18 m**R raggio idraulico = 0.08 m****V velocità = 0.57 m/s****% riempimento = 61 %**

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
17 di 37

TRATTO C9-C10 – DE315

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.28	0.00050	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.32	0.00075	Dati:	
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.36	0.00107	Portata	27.53 l/s
1.30	0.0305	0.004	0.019	0.39	0.00148	Pendenza longitudinale	0.5 %
1.40	0.0352	0.005	0.022	0.43	0.00200	diametro	299.6 mm
1.50	0.0402	0.006	0.025	0.47	0.00263	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0454	0.007	0.028	0.50	0.00339	risultati:	
1.70	0.0509	0.008	0.031	0.54	0.00429	h idrica =	0.13 m
1.80	0.0567	0.009	0.034	0.58	0.00533	R raggio idraulico =	0.07 m
1.90	0.0627	0.011	0.038	0.61	0.00653	V velocità =	0.91 m/s
2.00	0.0689	0.012	0.041	0.65	0.00789	% riempimento =	44 %
2.10	0.0753	0.014	0.044	0.68	0.00942		
2.20	0.0819	0.016	0.047	0.71	0.01112		
2.30	0.0886	0.017	0.051	0.74	0.01298		
2.40	0.0955	0.019	0.054	0.78	0.01500		
2.50	0.1026	0.021	0.057	0.81	0.01718		
2.60	0.1097	0.023	0.060	0.83	0.01951		
2.70	0.1170	0.025	0.063	0.86	0.02197		
2.80	0.1243	0.028	0.066	0.89	0.02455		
2.90	0.1317	0.030	0.069	0.91	0.02724		
3.00	0.1392	0.032	0.071	0.94	0.03002		
3.10	0.1467	0.034	0.074	0.96	0.03287		
3.20	0.1542	0.037	0.076	0.98	0.03576		
3.30	0.1617	0.039	0.078	1.00	0.03868		
3.40	0.1691	0.041	0.081	1.01	0.04160		
3.50	0.1765	0.043	0.082	1.03	0.04450		
3.60	0.1838	0.045	0.084	1.04	0.04736		
3.70	0.1911	0.047	0.086	1.06	0.05015		

TRATTO C11-C12 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.21	0.00015	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.24	0.00022	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.26	0.00032	Portata	1.46 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.29	0.00044	Pendenza longitudinale	0.5 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.32	0.00059	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.34	0.00078	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.37	0.00101	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	0.40	0.00128	h idrica =	0.03 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	0.42	0.00159	R raggio idraulico =	0.02 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	0.45	0.00194	V velocità =	0.40 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	0.48	0.00235	% riempimento =	17 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	0.50	0.00281		

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
18 di 37

TRATTO C13-C14 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.78	0.00056	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.88	0.00083	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.98	0.00119	Portata	2.74 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.08	0.00165	Pendenza longitudinale	7 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.19	0.00222	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.29	0.00293	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.39	0.00377	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.49	0.00477	h idrica =	0.02 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.59	0.00594	R raggio idraulico =	0.01 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.69	0.00728	V velocità =	1.19 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.78	0.00879	% riempimento =	12 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.88	0.01050		

TRATTO C14-C15 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.78	0.00056	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.88	0.00083	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.98	0.00119	Portata	8.2 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.08	0.00165	Pendenza longitudinale	7 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.19	0.00222	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.29	0.00293	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.39	0.00377	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.49	0.00477	h idrica =	0.04 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.59	0.00594	R raggio idraulico =	0.02 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.69	0.00728	V velocità =	1.69 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.78	0.00879	% riempimento =	21 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.88	0.01050		

TRATTO C15-C16 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.55	0.00040	Verifica deflussi in condotta circolare	
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.62	0.00059	Dati:	
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.70	0.00084	Portata	10.9 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.77	0.00117	Pendenza longitudinale	3.5 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.84	0.00157	diametro	190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.91	0.00207	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.98	0.00267	risultati:	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.05	0.00338	h idrica =	0.06 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.12	0.00420	R raggio idraulico =	0.03 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.19	0.00514	V velocità =	1.45 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.26	0.00622	% riempimento =	30 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.33	0.00742		
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.39	0.00876		
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.45	0.01022		
2.40	0.0606	0.008	0.034	1.52	0.01182		
2.50	0.0651	0.009	0.036	1.57	0.01353		

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
20 di 37

TRATTO C18-C19 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.78	0.00056			
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.88	0.00083			
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.98	0.00119	Verifica deflussi in condotta circolare		
1.30	0.0194	0.002	0.012	1.08	0.00165	Dati:		
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.19	0.00222	Portata	7.19 l/s	
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.29	0.00293	Pendenza longitudinale	7 %	
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.39	0.00377	diametro	190.2 mm	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.49	0.00477	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}	
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.59	0.00594	risultati:		
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.69	0.00728	h idrica =	0.04 m	
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.78	0.00879	R raggio idraulico =	0.02 m	
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.88	0.01050	V velocità =	1.59 m/s	
						% riempimento =	19 %	

TRATTO C19-C20 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.55	0.00040			
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.62	0.00059	Verifica deflussi in condotta circolare		
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.70	0.00084	Dati:		
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.77	0.00117	Portata	9.89 l/s	
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.84	0.00157	Pendenza longitudinale	3.5 %	
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.91	0.00207	diametro	190.2 mm	
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.98	0.00267	n Manning	0.013 s/m ^{1/3}	
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.05	0.00338	risultati:		
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.12	0.00420	h idrica =	0.05 m	
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.19	0.00514	R raggio idraulico =	0.03 m	
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.26	0.00622	V velocità =	1.39 m/s	
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.33	0.00742	% riempimento =	27 %	
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.39	0.00876			
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.45	0.01022			
2.40	0.0606	0.008	0.034	1.52	0.01182			
2.50	0.0651	0.009	0.036	1.57	0.01353			

TRATTO C20-C12 – DE200

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.45	0.00032		Verifica deflussi in condotta circolare
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.51	0.00048		Dati:
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.56	0.00068		Portata 12.6 l/s
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.62	0.00095		Pendenza longitudinale 2.3 %
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.68	0.00128		diametro 190.2 mm
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.74	0.00168		n Manning 0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.80	0.00216		risultati:
1.70	0.0323	0.003	0.020	0.85	0.00274		h idrica = 0.07 m
1.80	0.0360	0.004	0.022	0.91	0.00340		R raggio idraulico = 0.04 m
1.90	0.0398	0.004	0.024	0.97	0.00417		V velocità = 1.32 m/s
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.02	0.00504		% riempimento = 37 %
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.08	0.00602		
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.13	0.00710		
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.18	0.00829		
2.40	0.0606	0.008	0.034	1.23	0.00958		
2.50	0.0651	0.009	0.036	1.28	0.01097		
2.60	0.0697	0.009	0.038	1.32	0.01246		
2.70	0.0743	0.010	0.040	1.36	0.01403		

TRATTO C10-C12 (ATTRAVERSAMENTO) – DE315

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s		
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.28	0.00050		Verifica deflussi in condotta circolare
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.32	0.00075		Dati:
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.36	0.00107		Portata 41.99 l/s
1.30	0.0305	0.004	0.019	0.39	0.00148		Pendenza longitudinale 0.5 %
1.40	0.0352	0.005	0.022	0.43	0.00200		diametro 299.6 mm
1.50	0.0402	0.006	0.025	0.47	0.00263		n Manning 0.013 s/m ^{1/3}
1.60	0.0454	0.007	0.028	0.50	0.00339		risultati:
1.70	0.0509	0.008	0.031	0.54	0.00429		h idrica = 0.17 m
1.80	0.0567	0.009	0.034	0.58	0.00533		R raggio idraulico = 0.08 m
1.90	0.0627	0.011	0.038	0.61	0.00653		V velocità = 1.01 m/s
2.00	0.0689	0.012	0.041	0.65	0.00789		% riempimento = 56 %
2.10	0.0753	0.014	0.044	0.68	0.00942		
2.20	0.0819	0.016	0.047	0.71	0.01112		
2.30	0.0886	0.017	0.051	0.74	0.01298		
2.40	0.0955	0.019	0.054	0.78	0.01500		
2.50	0.1026	0.021	0.057	0.81	0.01718		
2.60	0.1097	0.023	0.060	0.83	0.01951		
2.70	0.1170	0.025	0.063	0.86	0.02197		
2.80	0.1243	0.028	0.066	0.89	0.02455		
2.90	0.1317	0.030	0.069	0.91	0.02724		
3.00	0.1392	0.032	0.071	0.94	0.03002		
3.10	0.1467	0.034	0.074	0.96	0.03287		
3.20	0.1542	0.037	0.076	0.98	0.03576		
3.30	0.1617	0.039	0.078	1.00	0.03868		
3.40	0.1691	0.041	0.081	1.01	0.04160		
3.50	0.1765	0.043	0.082	1.03	0.04450		
3.60	0.1838	0.045	0.084	1.04	0.04736		

TRATTO C12-VASCA – DE315

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s			
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.28	0.00050			
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.32	0.00075			
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.36	0.00107			
1.30	0.0305	0.004	0.019	0.39	0.00148			
1.40	0.0352	0.005	0.022	0.43	0.00200			
1.50	0.0402	0.006	0.025	0.47	0.00263			
1.60	0.0454	0.007	0.028	0.50	0.00339			
1.70	0.0509	0.008	0.031	0.54	0.00429			
1.80	0.0567	0.009	0.034	0.58	0.00533			
1.90	0.0627	0.011	0.038	0.61	0.00653			
2.00	0.0689	0.012	0.041	0.65	0.00789			
2.10	0.0753	0.014	0.044	0.68	0.00942			
2.20	0.0819	0.016	0.047	0.71	0.01112			
2.30	0.0886	0.017	0.051	0.74	0.01298			
2.40	0.0955	0.019	0.054	0.78	0.01500			
2.50	0.1026	0.021	0.057	0.81	0.01718			
2.60	0.1097	0.023	0.060	0.83	0.01951			
2.70	0.1170	0.025	0.063	0.86	0.02197			
2.80	0.1243	0.028	0.066	0.89	0.02455			
2.90	0.1317	0.030	0.069	0.91	0.02724			
3.00	0.1392	0.032	0.071	0.94	0.03002			
3.10	0.1467	0.034	0.074	0.96	0.03287			
3.20	0.1542	0.037	0.076	0.98	0.03576			
3.30	0.1617	0.039	0.078	1.00	0.03868			
3.40	0.1691	0.041	0.081	1.01	0.04160			
3.50	0.1765	0.043	0.082	1.03	0.04450			
3.60	0.1838	0.045	0.084	1.04	0.04736			
3.70	0.1911	0.047	0.086	1.06	0.05015			
3.80	0.1982	0.050	0.087	1.07	0.05285			
3.90	0.2053	0.051	0.088	1.08	0.05544			
4.00	0.2121	0.053	0.089	1.08	0.05790			
4.10	0.2189	0.055	0.090	1.09	0.06021			
4.20	0.2254	0.057	0.090	1.10	0.06236			
4.30	0.2318	0.059	0.091	1.10	0.06434			
4.40	0.2380	0.060	0.091	1.10	0.06612			
4.50	0.2439	0.061	0.091	1.10	0.06772			

Verifica deflussi in condotta circolare

Dati:

Portata **56.89** l/sPendenza longitudinale **0.5** %diametro **299.6** mmn Manning **0.013** s/m^{1/3}

risultati:

h idrica = 0.21 m**R raggio idraulico = 0.09 m****V velocità = 1.08 m/s****% riempimento = 69 %**

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.

All'interno della vasca due pompe, che funzionano una alla volta alternativamente, rilanciano l'acqua alla vasca drenante; queste pompe si avviano con un timer che ritarda lo svuotamento della vasca di 12 ore per permettere all'evento meteorico di esaurirsi garantendo però che dopo 24 ore la vasca sia vuota per poter ricevere le acque di un nuovo evento.

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 nord del manufatto di attraversamento della ferrovia, in corrispondenza del concio 10.

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;
- Tc tempo di corrivazione;
- Qu portata uscente
- θ durata critica che massimizza il volume della vasca, ottenuta derivando l'equazione rispetto al tempo.

Nel caso in esame:

- A=947 m²;
- a=47,23, n=0,250;
- Tc=10 minuti;
- Qu=1,6 l/s;
- θ =3 ore;

si ottiene un volume massimo da invasare pari a 43,9 m³.

Portata affluente					
Equazione di continuità	$(Q_{in} - Q_{out}) \times dt = dW$				
dt - passo temporale di calcolo				60 [sec]	
a - coeff curva $h=atn$				47.23 [mm]	
n' - coeff curva $h=atn$ per tempi inferiori all'ora				0.388 [-]	
n - coeff curva $h=atn$				0.25 [-]	
Superficie bacino sversante "S"				947.00 [mq]	
Tc - tempo di concentrazione				0.167 [ore]	
Htc - altezza di pioggia caduta nel Tc				23.57 [mm]	
coefficiente di deflusso φ				1 [-]	
i(dt) - intensità di pioggia oraria in Tc (ietogr. rettangolare)				141.40 [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				19.20 [mq]	
H1 - altezza attacco pompa				0.4 [m]	
H2 - altezza stacco pompa				2.7 [m]	
Hmax - altezza max utile in vasca				2.3 [m]	
Wmax - massimo volume vasca				44.2 [mc]	
Verifica inneschi successivi	$T_{innesco} = \frac{2 \times (H1 - H2) \times A}{Q_{out}}$			920.00 [minuti]	
Risultati simulazione					
Capacità della vasca				44.2 [mc]	
Massimo volume idrico in vasca				43.9 [mc]	
Rapporto tra riempimento e capacità della vasca				99% [%]	

La vasca misura in pianta 3,20 m x 6,00 m, per una superficie di 19,20 m². Per ottenere quindi il volume di invaso richiesto l'altezza utile nella vasca deve essere minimo di 2,30 m, garantendo un riempimento massimo del 99%. La verifica agli inneschi successivi fornisce un valore del tempo di innesco pari a 920 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 3 ore, durata che in questo caso massimizza il volume da invasare.

Tabulati simulazione								
Durata di pioggia		3.00	ore		Hpioggia		62.16	
Passo di calcolo		60	sec		Max vol in vasca		43.89	[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	20.72	0.35	5.45	0.33	0	0	0	0
0.017	20.72	0.35	5.45	0.33	0.33	0.017	0	0
0.033	20.72	0.35	5.45	0.33	0.65	0.034	0	0
0.050	20.72	0.35	5.45	0.33	0.98	0.051	0	0
0.067	20.72	0.35	5.45	0.33	1.31	0.068	0	0
0.083	20.72	0.35	5.45	0.33	1.64	0.085	0	0
0.100	20.72	0.35	5.45	0.33	1.96	0.102	0	0
0.117	20.72	0.35	5.45	0.33	2.29	0.119	0	0
0.133	20.72	0.35	5.45	0.33	2.62	0.136	0	0
0.150	20.72	0.35	5.45	0.33	2.94	0.153	0	0
0.167	20.72	0.35	5.45	0.33	3.27	0.170	0	0
0.183	20.72	0.35	5.45	0.33	3.60	0.187	0	0
0.200	20.72	0.35	5.45	0.33	3.92	0.204	0	0
0.217	20.72	0.35	5.45	0.33	4.25	0.221	0	0
0.233	20.72	0.35	5.45	0.33	4.58	0.238	0	0
0.250	20.72	0.35	5.45	0.33	4.91	0.255	0	0
0.267	20.72	0.35	5.45	0.33	5.23	0.273	0	0
0.283	20.72	0.35	5.45	0.33	5.56	0.290	0	0
0.300	20.72	0.35	5.45	0.33	5.89	0.307	0	0
0.317	20.72	0.35	5.45	0.33	6.21	0.324	0	0
0.333	20.72	0.35	5.45	0.33	6.54	0.341	0	0
0.350	20.72	0.35	5.45	0.33	6.87	0.358	0	0
0.367	20.72	0.35	5.45	0.33	7.19	0.375	0	0
0.383	20.72	0.35	5.45	0.33	7.52	0.392	0	0
0.400	20.72	0.35	5.45	0.33	7.85	0.409	0.0016	0
0.417	20.72	0.35	5.45	0.33	8.08	0.421	0.0016	0.096
0.433	20.72	0.35	5.45	0.33	8.31	0.433	0.0016	0.096
0.450	20.72	0.35	5.45	0.33	8.54	0.445	0.0016	0.096
0.467	20.72	0.35	5.45	0.33	8.77	0.457	0.0016	0.096
0.483	20.72	0.35	5.45	0.33	9.00	0.469	0.0016	0.096
0.500	20.72	0.35	5.45	0.33	9.23	0.481	0.0016	0.096
0.517	20.72	0.35	5.45	0.33	9.47	0.493	0.0016	0.096
0.533	20.72	0.35	5.45	0.33	9.70	0.505	0.0016	0.096
0.550	20.72	0.35	5.45	0.33	9.93	0.517	0.0016	0.096
0.567	20.72	0.35	5.45	0.33	10.16	0.529	0.0016	0.096
0.583	20.72	0.35	5.45	0.33	10.39	0.541	0.0016	0.096
0.600	20.72	0.35	5.45	0.33	10.62	0.553	0.0016	0.096
0.617	20.72	0.35	5.45	0.33	10.85	0.565	0.0016	0.096
0.633	20.72	0.35	5.45	0.33	11.08	0.577	0.0016	0.096
0.650	20.72	0.35	5.45	0.33	11.31	0.589	0.0016	0.096
0.667	20.72	0.35	5.45	0.33	11.54	0.601	0.0016	0.096
0.683	20.72	0.35	5.45	0.33	11.78	0.613	0.0016	0.096
0.700	20.72	0.35	5.45	0.33	12.01	0.625	0.0016	0.096
0.717	20.72	0.35	5.45	0.33	12.24	0.637	0.0016	0.096
0.733	20.72	0.35	5.45	0.33	12.47	0.649	0.0016	0.096
0.750	20.72	0.35	5.45	0.33	12.70	0.661	0.0016	0.096

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
26 di 37

0.767	20.72	0.35	5.45	0.33	12.93	0.673	0.0016	0.096
0.783	20.72	0.35	5.45	0.33	13.16	0.686	0.0016	0.096
0.800	20.72	0.35	5.45	0.33	13.39	0.698	0.0016	0.096
0.817	20.72	0.35	5.45	0.33	13.62	0.710	0.0016	0.096
0.833	20.72	0.35	5.45	0.33	13.86	0.722	0.0016	0.096
0.850	20.72	0.35	5.45	0.33	14.09	0.734	0.0016	0.096
0.867	20.72	0.35	5.45	0.33	14.32	0.746	0.0016	0.096
0.883	20.72	0.35	5.45	0.33	14.55	0.758	0.0016	0.096
0.900	20.72	0.35	5.45	0.33	14.78	0.770	0.0016	0.096
0.917	20.72	0.35	5.45	0.33	15.01	0.782	0.0016	0.096
0.933	20.72	0.35	5.45	0.33	15.24	0.794	0.0016	0.096
0.950	20.72	0.35	5.45	0.33	15.47	0.806	0.0016	0.096
0.967	20.72	0.35	5.45	0.33	15.70	0.818	0.0016	0.096
0.983	20.72	0.35	5.45	0.33	15.93	0.830	0.0016	0.096
1.000	20.72	0.35	5.45	0.33	16.17	0.842	0.0016	0.096
1.017	20.72	0.35	5.45	0.33	16.40	0.854	0.0016	0.096
1.033	20.72	0.35	5.45	0.33	16.63	0.866	0.0016	0.096
1.050	20.72	0.35	5.45	0.33	16.86	0.878	0.0016	0.096
1.067	20.72	0.35	5.45	0.33	17.09	0.890	0.0016	0.096
1.083	20.72	0.35	5.45	0.33	17.32	0.902	0.0016	0.096
1.100	20.72	0.35	5.45	0.33	17.55	0.914	0.0016	0.096
1.117	20.72	0.35	5.45	0.33	17.78	0.926	0.0016	0.096
1.133	20.72	0.35	5.45	0.33	18.01	0.938	0.0016	0.096
1.150	20.72	0.35	5.45	0.33	18.24	0.950	0.0016	0.096
1.167	20.72	0.35	5.45	0.33	18.48	0.962	0.0016	0.096
1.183	20.72	0.35	5.45	0.33	18.71	0.974	0.0016	0.096
1.200	20.72	0.35	5.45	0.33	18.94	0.986	0.0016	0.096
1.217	20.72	0.35	5.45	0.33	19.17	0.998	0.0016	0.096
1.233	20.72	0.35	5.45	0.33	19.40	1.010	0.0016	0.096
1.250	20.72	0.35	5.45	0.33	19.63	1.022	0.0016	0.096
1.267	20.72	0.35	5.45	0.33	19.86	1.034	0.0016	0.096
1.283	20.72	0.35	5.45	0.33	20.09	1.046	0.0016	0.096
1.300	20.72	0.35	5.45	0.33	20.32	1.059	0.0016	0.096
1.317	20.72	0.35	5.45	0.33	20.55	1.071	0.0016	0.096
1.333	20.72	0.35	5.45	0.33	20.79	1.083	0.0016	0.096
1.350	20.72	0.35	5.45	0.33	21.02	1.095	0.0016	0.096
1.367	20.72	0.35	5.45	0.33	21.25	1.107	0.0016	0.096
1.383	20.72	0.35	5.45	0.33	21.48	1.119	0.0016	0.096
1.400	20.72	0.35	5.45	0.33	21.71	1.131	0.0016	0.096
1.417	20.72	0.35	5.45	0.33	21.94	1.143	0.0016	0.096
1.433	20.72	0.35	5.45	0.33	22.17	1.155	0.0016	0.096
1.450	20.72	0.35	5.45	0.33	22.40	1.167	0.0016	0.096
1.467	20.72	0.35	5.45	0.33	22.63	1.179	0.0016	0.096
1.483	20.72	0.35	5.45	0.33	22.86	1.191	0.0016	0.096
1.500	20.72	0.35	5.45	0.33	23.10	1.203	0.0016	0.096
1.517	20.72	0.35	5.45	0.33	23.33	1.215	0.0016	0.096
1.533	20.72	0.35	5.45	0.33	23.56	1.227	0.0016	0.096
1.550	20.72	0.35	5.45	0.33	23.79	1.239	0.0016	0.096
1.567	20.72	0.35	5.45	0.33	24.02	1.251	0.0016	0.096
1.583	20.72	0.35	5.45	0.33	24.25	1.263	0.0016	0.096
1.600	20.72	0.35	5.45	0.33	24.48	1.275	0.0016	0.096
1.617	20.72	0.35	5.45	0.33	24.71	1.287	0.0016	0.096

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
27 di 37

1.633	20.72	0.35	5.45	0.33	24.94	1.299	0.0016	0.096
1.650	20.72	0.35	5.45	0.33	25.18	1.311	0.0016	0.096
1.667	20.72	0.35	5.45	0.33	25.41	1.323	0.0016	0.096
1.683	20.72	0.35	5.45	0.33	25.64	1.335	0.0016	0.096
1.700	20.72	0.35	5.45	0.33	25.87	1.347	0.0016	0.096
1.717	20.72	0.35	5.45	0.33	26.10	1.359	0.0016	0.096
1.733	20.72	0.35	5.45	0.33	26.33	1.371	0.0016	0.096
1.750	20.72	0.35	5.45	0.33	26.56	1.383	0.0016	0.096
1.767	20.72	0.35	5.45	0.33	26.79	1.395	0.0016	0.096
1.783	20.72	0.35	5.45	0.33	27.02	1.407	0.0016	0.096
1.800	20.72	0.35	5.45	0.33	27.25	1.419	0.0016	0.096
1.817	20.72	0.35	5.45	0.33	27.49	1.432	0.0016	0.096
1.833	20.72	0.35	5.45	0.33	27.72	1.444	0.0016	0.096
1.850	20.72	0.35	5.45	0.33	27.95	1.456	0.0016	0.096
1.867	20.72	0.35	5.45	0.33	28.18	1.468	0.0016	0.096
1.883	20.72	0.35	5.45	0.33	28.41	1.480	0.0016	0.096
1.900	20.72	0.35	5.45	0.33	28.64	1.492	0.0016	0.096
1.917	20.72	0.35	5.45	0.33	28.87	1.504	0.0016	0.096
1.933	20.72	0.35	5.45	0.33	29.10	1.516	0.0016	0.096
1.950	20.72	0.35	5.45	0.33	29.33	1.528	0.0016	0.096
1.967	20.72	0.35	5.45	0.33	29.56	1.540	0.0016	0.096
1.983	20.72	0.35	5.45	0.33	29.80	1.552	0.0016	0.096
2.000	20.72	0.35	5.45	0.33	30.03	1.564	0.0016	0.096
2.017	20.72	0.35	5.45	0.33	30.26	1.576	0.0016	0.096
2.033	20.72	0.35	5.45	0.33	30.49	1.588	0.0016	0.096
2.050	20.72	0.35	5.45	0.33	30.72	1.600	0.0016	0.096
2.067	20.72	0.35	5.45	0.33	30.95	1.612	0.0016	0.096
2.083	20.72	0.35	5.45	0.33	31.18	1.624	0.0016	0.096
2.100	20.72	0.35	5.45	0.33	31.41	1.636	0.0016	0.096
2.117	20.72	0.35	5.45	0.33	31.64	1.648	0.0016	0.096
2.133	20.72	0.35	5.45	0.33	31.87	1.660	0.0016	0.096
2.150	20.72	0.35	5.45	0.33	32.11	1.672	0.0016	0.096
2.167	20.72	0.35	5.45	0.33	32.34	1.684	0.0016	0.096
2.183	20.72	0.35	5.45	0.33	32.57	1.696	0.0016	0.096
2.200	20.72	0.35	5.45	0.33	32.80	1.708	0.0016	0.096
2.217	20.72	0.35	5.45	0.33	33.03	1.720	0.0016	0.096
2.233	20.72	0.35	5.45	0.33	33.26	1.732	0.0016	0.096
2.250	20.72	0.35	5.45	0.33	33.49	1.744	0.0016	0.096
2.267	20.72	0.35	5.45	0.33	33.72	1.756	0.0016	0.096
2.283	20.72	0.35	5.45	0.33	33.95	1.768	0.0016	0.096
2.300	20.72	0.35	5.45	0.33	34.18	1.780	0.0016	0.096
2.317	20.72	0.35	5.45	0.33	34.42	1.792	0.0016	0.096
2.333	20.72	0.35	5.45	0.33	34.65	1.805	0.0016	0.096
2.350	20.72	0.35	5.45	0.33	34.88	1.817	0.0016	0.096
2.367	20.72	0.35	5.45	0.33	35.11	1.829	0.0016	0.096
2.383	20.72	0.35	5.45	0.33	35.34	1.841	0.0016	0.096
2.400	20.72	0.35	5.45	0.33	35.57	1.853	0.0016	0.096
2.417	20.72	0.35	5.45	0.33	35.80	1.865	0.0016	0.096
2.433	20.72	0.35	5.45	0.33	36.03	1.877	0.0016	0.096
2.450	20.72	0.35	5.45	0.33	36.26	1.889	0.0016	0.096
2.467	20.72	0.35	5.45	0.33	36.50	1.901	0.0016	0.096
2.483	20.72	0.35	5.45	0.33	36.73	1.913	0.0016	0.096

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
28 di 37

2.500	20.72	0.35	5.45	0.33	36.96	1.925	0.0016	0.096
2.517	20.72	0.35	5.45	0.33	37.19	1.937	0.0016	0.096
2.533	20.72	0.35	5.45	0.33	37.42	1.949	0.0016	0.096
2.550	20.72	0.35	5.45	0.33	37.65	1.961	0.0016	0.096
2.567	20.72	0.35	5.45	0.33	37.88	1.973	0.0016	0.096
2.583	20.72	0.35	5.45	0.33	38.11	1.985	0.0016	0.096
2.600	20.72	0.35	5.45	0.33	38.34	1.997	0.0016	0.096
2.617	20.72	0.35	5.45	0.33	38.57	2.009	0.0016	0.096
2.633	20.72	0.35	5.45	0.33	38.81	2.021	0.0016	0.096
2.650	20.72	0.35	5.45	0.33	39.04	2.033	0.0016	0.096
2.667	20.72	0.35	5.45	0.33	39.27	2.045	0.0016	0.096
2.683	20.72	0.35	5.45	0.33	39.50	2.057	0.0016	0.096
2.700	20.72	0.35	5.45	0.33	39.73	2.069	0.0016	0.096
2.717	20.72	0.35	5.45	0.33	39.96	2.081	0.0016	0.096
2.733	20.72	0.35	5.45	0.33	40.19	2.093	0.0016	0.096
2.750	20.72	0.35	5.45	0.33	40.42	2.105	0.0016	0.096
2.767	20.72	0.35	5.45	0.33	40.65	2.117	0.0016	0.096
2.783	20.72	0.35	5.45	0.33	40.88	2.129	0.0016	0.096
2.800	20.72	0.35	5.45	0.33	41.12	2.141	0.0016	0.096
2.817	20.72	0.35	5.45	0.33	41.35	2.153	0.0016	0.096
2.833	20.72	0.35	5.45	0.33	41.58	2.165	0.0016	0.096
2.850	20.72	0.35	5.45	0.33	41.81	2.178	0.0016	0.096
2.867	20.72	0.35	5.45	0.33	42.04	2.190	0.0016	0.096
2.883	20.72	0.35	5.45	0.33	42.27	2.202	0.0016	0.096
2.900	20.72	0.35	5.45	0.33	42.50	2.214	0.0016	0.096
2.917	20.72	0.35	5.45	0.33	42.73	2.226	0.0016	0.096
2.933	20.72	0.35	5.45	0.33	42.96	2.238	0.0016	0.096
2.950	20.72	0.35	5.45	0.33	43.19	2.250	0.0016	0.096
2.967	20.72	0.35	5.45	0.33	43.43	2.262	0.0016	0.096
2.983	20.72	0.35	5.45	0.33	43.66	2.274	0.0016	0.096
3.000	20.72	0.35	5.45	0.33	43.89	2.286	0.0016	0.096
3.017	20.72	0.00	0.00	0.00	43.79	2.281	0.0016	0.096
3.033	20.72	0.00	0.00	0.00	43.70	2.276	0.0016	0.096
3.050	20.72	0.00	0.00	0.00	43.60	2.271	0.0016	0.096
3.067	20.72	0.00	0.00	0.00	43.50	2.266	0.0016	0.096
3.083	20.72	0.00	0.00	0.00	43.41	2.261	0.0016	0.096
3.100	20.72	0.00	0.00	0.00	43.31	2.256	0.0016	0.096
3.117	20.72	0.00	0.00	0.00	43.22	2.251	0.0016	0.096
3.133	20.72	0.00	0.00	0.00	43.12	2.246	0.0016	0.096
3.150	20.72	0.00	0.00	0.00	43.02	2.241	0.0016	0.096
3.167	20.72	0.00	0.00	0.00	42.93	2.236	0.0016	0.096
3.183	20.72	0.00	0.00	0.00	42.83	2.231	0.0016	0.096
3.200	20.72	0.00	0.00	0.00	42.74	2.226	0.0016	0.096
3.217	20.72	0.00	0.00	0.00	42.64	2.221	0.0016	0.096
3.233	20.72	0.00	0.00	0.00	42.54	2.216	0.0016	0.096
3.250	20.72	0.00	0.00	0.00	42.45	2.211	0.0016	0.096
3.267	20.72	0.00	0.00	0.00	42.35	2.206	0.0016	0.096
3.283	20.72	0.00	0.00	0.00	42.26	2.201	0.0016	0.096
3.300	20.72	0.00	0.00	0.00	42.16	2.196	0.0016	0.096
3.317	20.72	0.00	0.00	0.00	42.06	2.191	0.0016	0.096
3.333	20.72	0.00	0.00	0.00	41.97	2.186	0.0016	0.096
3.350	20.72	0.00	0.00	0.00	41.87	2.181	0.0016	0.096

6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Per conformità con il progetto definitivo si è scelto di adottare pompe con portata pari a 1,6 l/s.

Il dislivello geodetico è di circa 8,0 m; considerando cautelativamente delle perdite di carico distribuite e localizzate per un totale di 1,5 m si ottiene una prevalenza delle pompe pari a 9,5 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 9,5 m.

Per ciascuna delle 2 pompe dell'impianto (di cui una di riserva attiva) si utilizzano quindi pompe tipo Lowara 1305H Vortex 3~ con portata di progetto 1,75 l/s

La condotta di mandata (DN 50 mm) ha uno sviluppo di 10 m circa, sino al recapito nel pozzetto di collegamento con la vasca drenante.

Configurazione

Motor number D1305.180 12-08-2BB-W 1.2KW	Installazione Wet well kit
Diametro girante 103 mm	Diametro mandata 50 mm

Informazioni pompa

Diametro girante 103 mm
Diametro mandata 50 mm
Inlet diameter 50 mm
Maximum operating speed 2785 rpm
Number of blades 6

Materials

Girante
Stator housing material Ghisa grigia

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
30 di 37

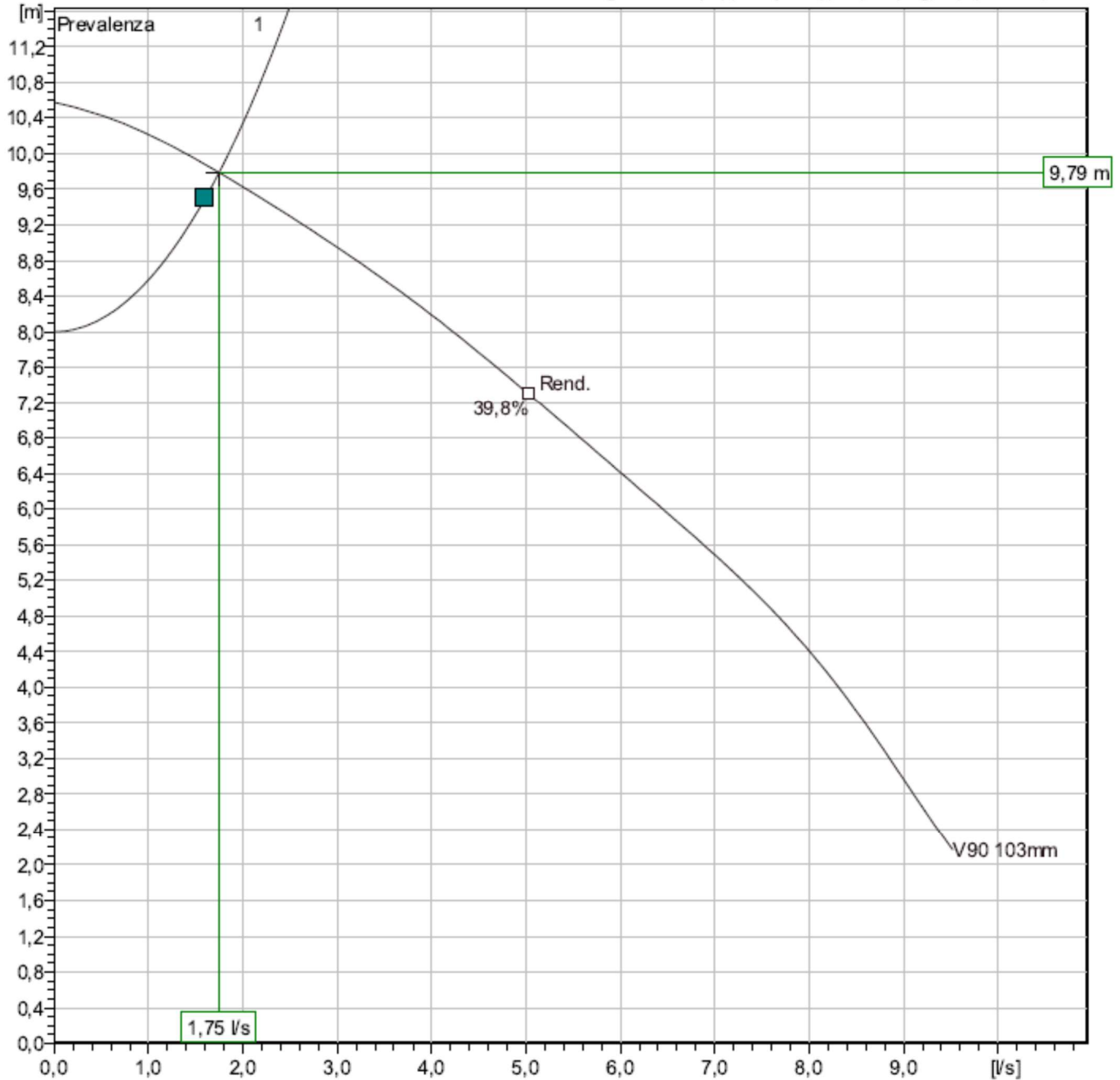
Motor - General

Motor number D1305.180 12-08-2BB-W 1.2KW	Fasi 3~	Velocità nominale 2785 rpm	Potenza nominale 1,2 kW
Approval No	Numero di poli 2	Corrente nominale 4,8 A	Variante statore 1
Frequenza 50 Hz	Tensione nominale 230 V	Classe di isolamento F	Tipo di servizio S1

Motor - Technical

Fattore di potenza - 1/1 Load 0,80	Rendimento motore - 1/1 Load 78,6 %	Total moment of inertia 0,00169 kg m ²	Avviamenti/h max. 15
Fattore di potenza - 3/4 Load 0,70	Rendimento motore - 3/4 Load 79,5 %	Corrente di spunto , diretta avviante 29 A	
Fattore di potenza - 1/2 Load 0,56	Rendimento motore - 1/2 Load 77,6 %	Corrente di spunto, stella-triangolo 9,66 A	

Curves according to: Acqua, pulita [100%]; 4°C; 999,9kg/m³; 1,569mm²/s



Operating characteristics

Pumps running /System	Individual pump			Total			Pump eff.	Specific energy	NPSHre
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power			
1	1,75 l/s	9,79 m	0,672 kW	1,75 l/s	9,79 m	0,672 kW	24,9	0,136 kWl/m ³	

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001

Rev.
A

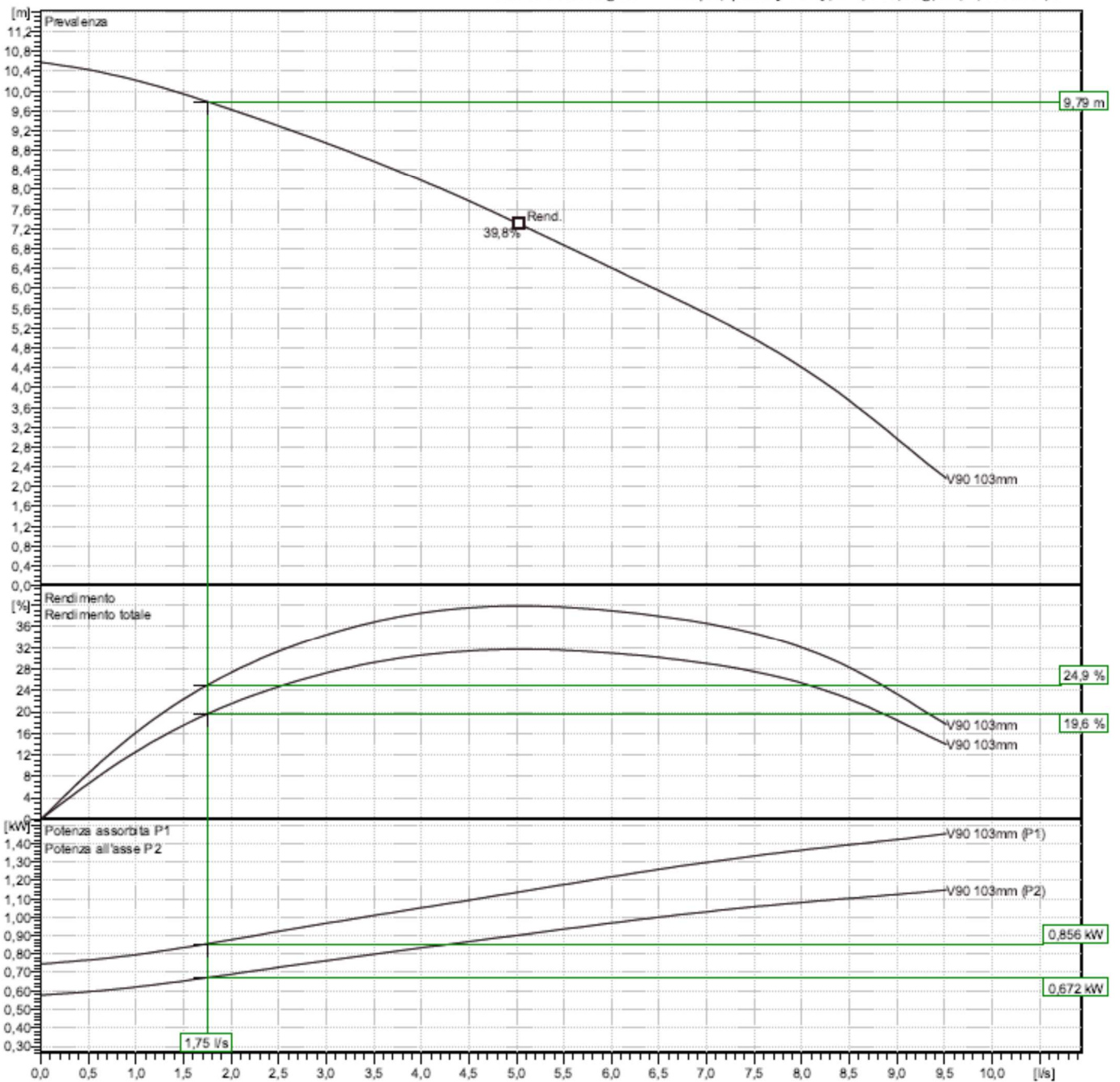
Foglio
32 di 37

Punto di lavoro:

Portata
1,75 l/s

Prevalenza
9,79 m

Curves according to: Acqua, pulita [100%]; 4°C; 999,9kg/m³; 1,569mm²/s



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.

In base ai valori di permeabilità ottenuti dalle prove effettuate sul tratto di rilevato RI86 ($K=3,44 \times 10^{-5}$ m/s alla pk 109+600 e $K=2,69 \times 10^{-5}$ m/s alla pk 110+250) si assume cautelativamente una permeabilità del terreno pari a $2,5 \times 10^{-5}$ m/s.

La vasca drenante di progetto presenta una lunghezza pari a 10,00 m, con larghezza al fondo pari a 3,00 m, pendenza delle sponde 3/2, profondità 1,20 m e dimensioni massime in sommità pari a 13,60 m x 6,60 m.

Poiché la condotta in uscita dal pozzetto arriva nella vasca ad una quota di circa 0,60 m al di sotto del piano campagna l'altezza utile da considerare nel calcolo del volume invasabile è di 0,60 m. Il volume totale massimo invasabile è quindi pari a 23,40 m³.

La vasca risulta verificata con un riempimento pari al 58% e con un tirante massimo pari a 38 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 l/s).

Tale portata viene considerata costante fino allo svuotamento della vasca di sollevamento, ovvero 680 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 1 minuto e 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 $h(t +Dt)$

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

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 58%.

Di seguito sono riportati i tabulati di calcolo e verifica.

GEOMETRIA				
lunghezza vasca	m	10.00		
larghezza fondo vasca	m	3.00		
profondità vasca	m	1.20		
pendenza sponde	m/m	1.50		
larghezza sommità vasca	m	6.60		
lunghezza sommità vasca	m	13.60		
profondità tubo ingresso	m	0.60		
profondità utile vasca	m	0.60		
PERMEABILITÀ				
K - coefficiente di permeabilità del terreno	m/s	2.50E-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	13.64		
CAPACITÀ MAX INVASO DEL FOSSO	m ³	23.40		
% RIEMPIMENTO (area idrica)	-	58%		
TIRANTE MAX	m	0.382		

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	0.002	0.10	0.000	0.0000	0.000	3.00	0.0000
2	0.002	0.19	0.096	0.0096	0.003	3.01	0.0008
3	0.002	0.29	0.147	0.0147	0.005	3.01	0.0008
4	0.002	0.38	0.197	0.0197	0.007	3.02	0.0008
5	0.002	0.48	0.248	0.0248	0.008	3.02	0.0008
6	0.002	0.58	0.298	0.0298	0.010	3.03	0.0008
7	0.002	0.67	0.348	0.0348	0.012	3.03	0.0008
8	0.002	0.77	0.398	0.0398	0.013	3.04	0.0008
9	0.002	0.86	0.448	0.0448	0.015	3.04	0.0008
10	0.002	0.96	0.497	0.0497	0.016	3.05	0.0008
11	0.002	1.06	0.547	0.0547	0.018	3.05	0.0008
12	0.002	1.15	0.596	0.0596	0.020	3.06	0.0008
13	0.002	1.25	0.646	0.0646	0.021	3.06	0.0008
14	0.002	1.34	0.695	0.0695	0.023	3.07	0.0008
15	0.002	1.44	0.744	0.0744	0.024	3.07	0.0008
16	0.002	1.54	0.792	0.0792	0.026	3.08	0.0008
17	0.002	1.63	0.841	0.0841	0.028	3.08	0.0008
18	0.002	1.73	0.890	0.0890	0.029	3.09	0.0008
19	0.002	1.82	0.938	0.0938	0.031	3.09	0.0008
20	0.002	1.92	0.986	0.0986	0.032	3.10	0.0008
21	0.002	2.02	1.034	0.1034	0.034	3.10	0.0008
22	0.002	2.11	1.082	0.1082	0.035	3.11	0.0008
23	0.002	2.21	1.130	0.1130	0.037	3.11	0.0008
24	0.002	2.30	1.178	0.1178	0.039	3.12	0.0008
25	0.002	2.40	1.225	0.1225	0.040	3.12	0.0008
26	0.002	2.50	1.273	0.1273	0.042	3.12	0.0008
27	0.002	2.59	1.320	0.1320	0.043	3.13	0.0008
28	0.002	2.69	1.367	0.1367	0.045	3.13	0.0008
29	0.002	2.78	1.414	0.1414	0.046	3.14	0.0008
30	0.002	2.88	1.461	0.1461	0.048	3.14	0.0008
35	0.002	3.36	1.694	0.1694	0.055	3.16	0.0008
40	0.002	3.84	1.925	0.1925	0.062	3.19	0.0008
45	0.002	4.32	2.152	0.2152	0.069	3.21	0.0009
50	0.002	4.80	2.376	0.2376	0.076	3.23	0.0009
55	0.002	5.28	2.596	0.2596	0.083	3.25	0.0009
60	0.002	5.76	2.814	0.2814	0.090	3.27	0.0009
65	0.002	6.24	3.028	0.3028	0.096	3.29	0.0009
70	0.002	6.72	3.240	0.3240	0.103	3.31	0.0009
75	0.002	7.20	3.449	0.3449	0.109	3.33	0.0009
80	0.002	7.68	3.655	0.3655	0.115	3.35	0.0009
85	0.002	8.16	3.858	0.3858	0.121	3.36	0.0009
90	0.002	8.64	4.058	0.4058	0.127	3.38	0.0009
95	0.002	9.12	4.256	0.4256	0.133	3.40	0.0009
100	0.002	9.60	4.451	0.4451	0.139	3.42	0.0010

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
36 di 37

105	0.002	10.08	4.644	0.4644	0.144	3.43	0.0010
110	0.002	10.56	4.834	0.4834	0.150	3.45	0.0010
115	0.002	11.04	5.021	0.5021	0.155	3.47	0.0010
120	0.002	11.52	5.207	0.5207	0.161	3.48	0.0010
125	0.002	12.00	5.389	0.5389	0.166	3.50	0.0010
130	0.002	12.48	5.570	0.5570	0.171	3.51	0.0010
135	0.002	12.96	5.748	0.5748	0.176	3.53	0.0010
140	0.002	13.44	5.923	0.5923	0.181	3.54	0.0010
145	0.002	13.92	6.097	0.6097	0.186	3.56	0.0010
150	0.002	14.40	6.268	0.6268	0.191	3.57	0.0010
155	0.002	14.88	6.437	0.6437	0.195	3.59	0.0010
160	0.002	15.36	6.604	0.6604	0.200	3.60	0.0011
165	0.002	15.84	6.769	0.6769	0.205	3.61	0.0011
170	0.002	16.32	6.932	0.6932	0.209	3.63	0.0011
175	0.002	16.80	7.093	0.7093	0.214	3.64	0.0011
180	0.002	17.28	7.252	0.7252	0.218	3.65	0.0011
185	0.002	17.76	7.409	0.7409	0.222	3.67	0.0011
190	0.002	18.24	7.564	0.7564	0.226	3.68	0.0011
195	0.002	18.72	7.717	0.7717	0.231	3.69	0.0011
200	0.002	19.20	7.868	0.7868	0.235	3.70	0.0011
205	0.002	19.68	8.018	0.8018	0.239	3.72	0.0011
210	0.002	20.16	8.165	0.8165	0.243	3.73	0.0011
215	0.002	20.64	8.311	0.8311	0.247	3.74	0.0011
220	0.002	21.12	8.455	0.8455	0.250	3.75	0.0011
225	0.002	21.60	8.597	0.8597	0.254	3.76	0.0011
230	0.002	22.08	8.738	0.8738	0.258	3.77	0.0011
235	0.002	22.56	8.877	0.8877	0.262	3.78	0.0011
240	0.002	23.04	9.014	0.9014	0.265	3.80	0.0011
245	0.002	23.52	9.150	0.9150	0.269	3.81	0.0012
250	0.002	24.00	9.284	0.9284	0.272	3.82	0.0012
255	0.002	24.48	9.416	0.9416	0.276	3.83	0.0012
260	0.002	24.96	9.547	0.9547	0.279	3.84	0.0012
265	0.002	25.44	9.676	0.9676	0.283	3.85	0.0012
270	0.002	25.92	9.804	0.9804	0.286	3.86	0.0012
275	0.002	26.40	9.930	0.9930	0.289	3.87	0.0012
280	0.002	26.88	10.055	1.0055	0.292	3.88	0.0012
285	0.002	27.36	10.179	1.0179	0.296	3.89	0.0012
290	0.002	27.84	10.301	1.0301	0.299	3.90	0.0012
295	0.002	28.32	10.421	1.0421	0.302	3.91	0.0012
300	0.002	28.80	10.540	1.0540	0.305	3.91	0.0012
305	0.002	29.28	10.658	1.0658	0.308	3.92	0.0012
310	0.002	29.76	10.775	1.0775	0.311	3.93	0.0012
315	0.002	30.24	10.890	1.0890	0.314	3.94	0.0012
320	0.002	30.72	11.004	1.1004	0.317	3.95	0.0012
325	0.002	31.20	11.116	1.1116	0.319	3.96	0.0012
330	0.002	31.68	11.227	1.1227	0.322	3.97	0.0012
335	0.002	32.16	11.337	1.1337	0.325	3.98	0.0012
340	0.002	32.64	11.446	1.1446	0.328	3.98	0.0012
345	0.002	33.12	11.554	1.1554	0.331	3.99	0.0012
350	0.002	33.60	11.660	1.1660	0.333	4.00	0.0012
355	0.002	34.08	11.765	1.1765	0.336	4.01	0.0013
360	0.002	34.56	11.869	1.1869	0.338	4.02	0.0013
365	0.002	35.04	11.972	1.1972	0.341	4.02	0.0013
370	0.002	35.52	12.073	1.2073	0.343	4.03	0.0013
375	0.002	36.00	12.174	1.2174	0.346	4.04	0.0013
380	0.002	36.48	12.273	1.2273	0.348	4.05	0.0013
385	0.002	36.96	12.371	1.2371	0.351	4.05	0.0013
390	0.002	37.44	12.468	1.2468	0.353	4.06	0.0013

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI SLZ3 06 001Rev.
AFoglio
37 di 37

395	0.002	37.92	12.564	1.2564	0.356	4.07	0.0013
400	0.002	38.40	12.659	1.2659	0.358	4.07	0.0013
405	0.002	38.88	12.753	1.2753	0.360	4.08	0.0013
410	0.002	39.36	12.846	1.2846	0.362	4.09	0.0013
415	0.002	39.84	12.938	1.2938	0.365	4.09	0.0013
420	0.002	40.32	13.029	1.3029	0.367	4.10	0.0013
425	0.002	40.80	13.119	1.3119	0.369	4.11	0.0013
430	0.002	41.28	13.208	1.3208	0.371	4.11	0.0013
435	0.002	41.76	13.295	1.3295	0.373	4.12	0.0013
440	0.002	42.24	13.382	1.3382	0.376	4.13	0.0013
445	0.002	42.72	13.468	1.3468	0.378	4.13	0.0013
450	0.002	43.20	13.553	1.3553	0.380	4.14	0.0013
455	0.002	43.68	13.638	1.3638	0.382	4.15	0.0013
460	0.000	43.68	13.241	1.3241	0.372	4.12	0.0013
465	0.000	43.68	12.848	1.2848	0.363	4.09	0.0013
470	0.000	43.68	12.460	1.2460	0.353	4.06	0.0013
475	0.000	43.68	12.076	1.2076	0.344	4.03	0.0013
480	0.000	43.68	11.697	1.1697	0.334	4.00	0.0013
485	0.000	43.68	11.321	1.1321	0.325	3.97	0.0012
490	0.000	43.68	10.950	1.0950	0.315	3.95	0.0012
495	0.000	43.68	10.583	1.0583	0.306	3.92	0.0012
500	0.000	43.68	10.221	1.0221	0.297	3.89	0.0012
510	0.000	43.68	9.504	0.9504	0.278	3.83	0.0012
520	0.000	43.68	8.803	0.8803	0.260	3.78	0.0011
530	0.000	43.68	8.120	0.8120	0.241	3.72	0.0011
540	0.000	43.68	7.452	0.7452	0.223	3.67	0.0011
550	0.000	43.68	6.801	0.6801	0.206	3.62	0.0011
560	0.000	43.68	6.166	0.6166	0.188	3.56	0.0010
570	0.000	43.68	5.547	0.5547	0.170	3.51	0.0010
580	0.000	43.68	4.944	0.4944	0.153	3.46	0.0010
590	0.000	43.68	4.356	0.4356	0.136	3.41	0.0010
600	0.000	43.68	3.784	0.3784	0.119	3.36	0.0009
610	0.000	43.68	3.227	0.3227	0.102	3.31	0.0009
620	0.000	43.68	2.684	0.2684	0.086	3.26	0.0009
630	0.000	43.68	2.157	0.2157	0.069	3.21	0.0009
640	0.000	43.68	1.645	0.1645	0.053	3.16	0.0008
650	0.000	43.68	1.147	0.1147	0.038	3.11	0.0008
655	0.000	43.68	0.905	0.0905	0.030	3.09	0.0008
660	0.000	43.68	0.666	0.0666	0.022	3.07	0.0008
665	0.000	43.68	0.431	0.0431	0.014	3.04	0.0008
670	0.000	43.68	0.200	0.0200	0.007	3.02	0.0008
675	0.000	43.68	-0.028	-0.0028	-0.001	3.00	0.0007

Dopo 675 minuti (11 ore e 15 minuti) la vasca drenante risulta vuota.