

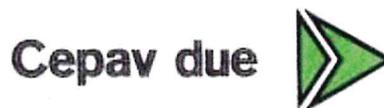
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMP A PK 149+888,702

RELAZIONE IDRAULICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due <i>Consorzio Cepav due</i> <i>Il Direttore del Consorzio</i> <i>(Ing. T. Tarantà)</i> Data: _____	Valido per costruzione Data: _____

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

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	ZIFFERERO	30/11/18	AIELLO	30/11/18	30/11/18	
B							
C							



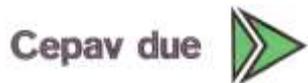
CIG. 751447334A File: INOR1 EE2RISLZ106001A_02.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

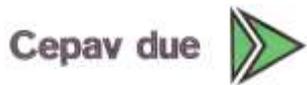
Rev.
A

Foglio
2 di 41

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	7
5.1. ELABORAZIONE ED INTEGRAZIONE DATI PAI.....	7
5.2. IDROLOGIA.....	8
5.3. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIOGGIA.....	11
5.4. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	12
5.5. ANALISI IDRAULICA RETE FOGNARIA	12
5.6. DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO E RILANCIO	25
6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	33
7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE.....	36
7.1. INQUADRAMENTO E SINTESI DEI RISULTATI	36
7.2. METODOLOGIA	36
8. SIFONE CANALE DI SOMMACAMPAGNA	40
9. CONCLUSIONI	41

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
3 di 41

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 stradale, denominato SLZ1, che interferisce con il tracciato ferroviario di progetto alla prog. km 149+888,702.

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] IN0R11EE2P8SLZ106001 - PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA

Rif. [2] IN0R11EE2P8SLZ100001 - PLANIMETRIA DI PROGETTO TAV.1

Rif. [3] IN0R11EE2P8SLZ100002 - PLANIMETRIA DI PROGETTO TAV.2

Rif. [4] IN0R11EE2F7SLZ100001 - PROFILO LONGITUDINALE ASSE PRINC. E PISTA CICLOPEDONALE

Rif. [5] IN0R11EE2WZSLZ1C0001 - SEZIONI TIPO STRADALI

Rif. [6] IN0R11EE2WZSLZ100002 - SEZIONI TIPO OPERE D'ARTE - TAV.1

Rif. [7] IN0R11EE2WBSLZ100001 - SEZIONI TIPO OPERE D'ARTE - TAV.2

Rif. [8] IN0R11EE2BBSLZ1C0001 - CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE - TAV.1

Rif. [9] IN0R11EE2BBSLZ1C0002 - CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE - TAV.2

Rif. [10] IN0R11EE2BZSLZ1C9001 - PARTICOLARI IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE

Rif. [11] IN0R11EE2BZSL0006001 - PARTICOLARI COSTRUTTIVI IDRAULICA DI PIATTAFORMA

E del progetto definitivo:

Rif. [12] IN0500DE2RGID00010012 - RELAZIONE IDROLOGICA

Rif. [13] IN0500DE2RGID00020053 - REL IDROLOG-IDRAULICA PER SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

4.1. Viabilità in progetto

Il progetto in esame prevede principalmente l'adeguamento dell'attuale Strada Comunale Via Stazione/Via Rampa attraverso la realizzazione di un nuovo tracciato (asse principale SLZ1), che dal punto di vista planimetrico mantiene sostanzialmente il tracciato attuale, mentre dal punto di vista altimetrico si approfondisce notevolmente per consentire il sottopassaggio ai binari dell'Interconnessione Verona Mercè e della linea AV/AC. Sul lato est della viabilità di progetto, è inoltre prevista la realizzazione di una pista ciclopedonale.

La viabilità di progetto e la pista ciclopedonale sottopassano quindi la linea storica, la linea AV/AC e l'Interconnessione VR Mercè mediante quattro manufatti scaturati gettati in opera.

4.2. Rete di drenaggio

La piattaforma stradale, nei tratti in rilevato, viene drenata con il classico sistema costituito da embrici e fossi drenanti, come rappresentato nella tavola dei PARTICOLARI COSTRUTTIVI (Rif. [11]). Gli embrici sono collocati, con interasse pari a 25 m, lungo il primo tratto della rampa nord (da pk 0+025,000 a pk 0+115,000) esternamente alla pista ciclopedonale e lungo il tratto finale della rampa sud (da pk 0+496,000 a fine intervento) sul lato destro (vedi PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA Rif. [1]).

Nei tratti in trincea o tra muri, l'acqua di piattaforma viene drenata da un sistema di pozzetti caditoia collegati a tubazioni in PVC che convogliano, a gravità, le acque meteoriche verso la vasca di accumulo e rilancio ubicata ad di sotto della soletta del concio 9 del muro a "U" della rampa sud.

Le caditoie sono ubicate nei tratti in curva sul lato interno con interasse massimo 10 m e in rettilineo su entrambi i lati con interasse massimo 20 m. Le tubazioni in PVC presentano diametri variabili DE 200 mm ÷ DE 400 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.

Per il dettaglio dei pozzetti e delle sezioni di posa delle tubazioni si rimanda all'elaborato dei particolari costruttivi Rif. [11].

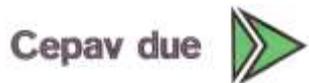
In prossimità del punto di minimo della livelletta, ovvero in corrispondenza del concio 9 del muro a "U" della rampa Sud, le dorsali di drenaggio convergono in pozzetti di confluenza; tramite una tubazione trasversale in PVC, del diametro DE 400 mm, i deflussi stradali vengono definitivamente recapitati alla vasca di accumulo e rilancio.

La vasca di accumulo è suddivisa in due parti: una dedicata alle acque di prima pioggia e una per le acque di seconda pioggia. Due pompe (di cui una di riserva) inviano le acque di prima pioggia a un pozzetto dissabbiatore/disoleatore prefabbricato (Rif. [11]) dal quale, una volta trattate, raggiungono la vasca drenante; le acque di seconda pioggia vengono inviate direttamente alla vasca drenante tramite altre due pompe (di cui una di riserva attiva).

Lo scarico finale nella vasca drenante avviene previo scarico del pompaggio in pozzetto di calma in cls prefabbricato collegato al fosso mediante tubazione in PVC DE 160 mm (vedi Rif. [10]).

Nel tratto iniziale, dalla progressiva pk 0+050,000 alla progressiva pk 0+170,000, sul lato destro della carreggiata si apre un piazzale adibito a parcheggio sul quale si aprono alcuni accessi privati e l'accesso di un hotel. Lungo l'intero tratto si prevede la posa di una canaletta in calcestruzzo di sezione 20x20cm con griglia in ghisa a feritoie che convoglia le acque della piattaforma stradale e del parcheggio nel pozzetto C1 e da qui nella rete di drenaggio della strada (vedi Rif. [10]).

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
6 di 41

Per la pista ciclabile si prevede la captazione della acque meteoriche tramite un canale in calcestruzzo con griglia e il successivo recapito nella vasca di sollevamento della rete principale (vedi Rif. [10]).

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 FS84, che fornisce i seguenti valori per i parametri di pioggia relativi a un tempo di ritorno $Tr = 25$ anni:

$$a = 43,66 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0,214$$

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:

$\beta t=5$	$\beta t=10$	$\beta t=20$	$\beta t=30$	$\beta t=40$	$\beta t=50$
0.307	0.460	0.642	0.764	0.858	0.936

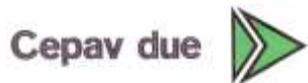
Da cui si possono ricavare i valori di n' tramite la seguente relazione:

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

Si ottengono i valori riportati in tabella:

Intervallo km	Cella PAI	$n' T_p=20'$	$n' T_p=30'$	$n' T_p=40'$	$n' T_p=50'$
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	FD84	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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001Rev.
AFoglio
10 di 41

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 la cella FS84 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
43,66	0,214	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

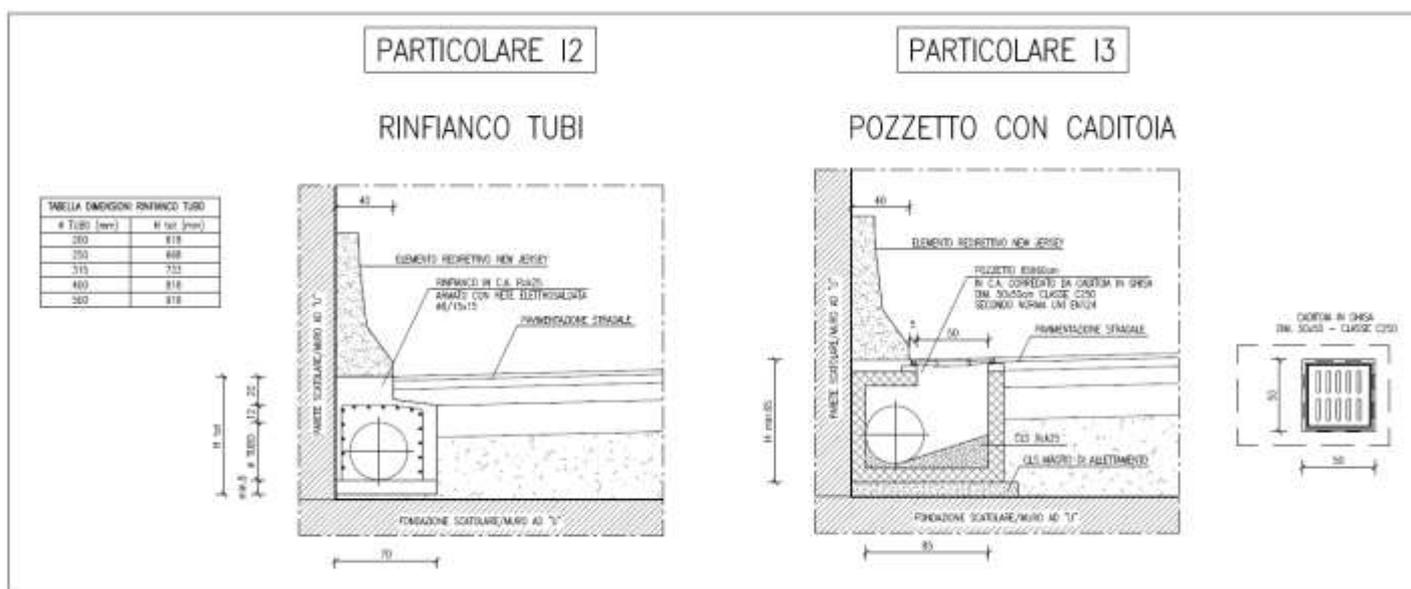
L'analisi idraulica viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La rete di deflusso è costituita da una coppia di collettori sotto il ciglio esterno della carreggiata che convogliano la portata raccolta nella vasca volano, dove sono alloggiare le pompe di sollevamento. Nei tratti in curva un unico collettore drena l'intera piattaforma carrabile mentre nei tratti in rettilineo sono presenti due collettori ognuno dei quali drena il 50% della piattaforma carrabile (la sagoma trasversale è a schiena d'asino). La pendenza dei collettori segue la pendenza longitudinale del profilo altimetrico della livelletta stradale.

Da ciò risulta che i tratti più sfavorevoli sono quelli all'interno del sottopasso, nei quali la pendenza è pari allo 0,5% (C10-C11, C21-C22, C39-C11) e quelli trasversali, con la stessa pendenza (C22-C11, C26-C30).

Il tratto finale che raccoglie tutti i contributi della rampa Sud (C39-C11) è quello caratterizzato dalla portata maggiore e anch'esso presenta una pendenza limitata allo 0,5%.

Dal pozzetto finale (C11) alla vasca viene posato un tubo di diametro DE 400 mm con pendenza 1%.



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 178 mm/h, che corrisponde ad un coefficiente udometrico di 497 l/s/ha, valore di riferimento molto simile a quello suggerito peraltro anche dal Consorzio di Bonifica Veronese (500 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]

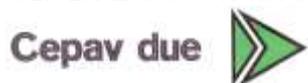
J=pendenza longitudinale [m/m]

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 =	43.66	mm	coefficienti c.p.p. max
n =	0.433	-	coefficienti c.p.p. max
tc =	5	minuti	tempo di corrivazione
	0.08	ore	
h =	14.89	mm	altezza di pioggia
i =	178.64	mm/ora	intensità di pioggia
	0.18	m/ora	
φ =	1	-	coefficiente afflusso
ε =	1	-	coefficiente laminazione
u =	0.497	m ³ /s/ha	coefficiente udometrico
S =	241.10	m ²	superficie drenata
	0.02411	ha	
Q =	0.0120	m ³ /s	portata affluente
Q =	11.97	l/s	portata affluente

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001Rev.
AFoglio
14 di 41

TRATTO	L (m)	S (m ²)	u (m ³ /s/ha)	Q (l/s)	p (%)	DE (mm)	R (%)
C1-C2	12.8	1697.68	0.497	84.31	3.38	315	46
C2-C10		2550.87	0.497	126.68	9.47	315	44
C10-C11	8.5	2550.87	0.497	126.68	1.08	400	59
C11-C14		2738.22	0.497	135.99	2.35	400	49
C15-C17		212.5	0.497	10.55	3.24	200	30
C18-C20		212.5	0.497	10.55	3.24	200	30
C17-C20		212.5	0.497	10.55	1.06	200	39
C20-C28		1115.4	0.497	55.39	5.80	200	66
C28-C14		1469.92	0.497	73.00	2.23	315	49
C14-VASCA	1	4208.14	0.497	208.98	2.00	400	66

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 verifiche di ogni singolo tratto.

TRATTO C1-C2

collettore diam 0.300 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0338
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.74	0.001
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.83	0.002
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.92	0.003
1.30	0.0305	0.004	0.019	1.02	0.004
1.40	0.0352	0.005	0.022	1.12	0.005
1.50	0.0402	0.006	0.025	1.21	0.007
1.60	0.0454	0.007	0.028	1.31	0.009
1.70	0.0509	0.008	0.031	1.40	0.011
1.80	0.0567	0.009	0.034	1.50	0.014
1.90	0.0627	0.011	0.038	1.59	0.017
2.00	0.0689	0.012	0.041	1.68	0.021
2.10	0.0753	0.014	0.044	1.77	0.025
2.20	0.0819	0.016	0.047	1.85	0.029
2.30	0.0886	0.017	0.051	1.94	0.034
2.40	0.0955	0.019	0.054	2.02	0.039
2.50	0.1026	0.021	0.057	2.09	0.045
2.60	0.1097	0.023	0.060	2.17	0.051
2.70	0.1170	0.025	0.063	2.24	0.057
2.80	0.1243	0.028	0.066	2.31	0.064
2.90	0.1317	0.030	0.069	2.37	0.071
3.00	0.1392	0.032	0.071	2.43	0.078
3.10	0.1467	0.034	0.074	2.49	0.085
3.20	0.1542	0.037	0.076	2.54	0.093
3.30	0.1617	0.039	0.078	2.59	0.101
3.40	0.1691	0.041	0.081	2.64	0.108
3.50	0.1765	0.043	0.082	2.68	0.116
3.60	0.1838	0.045	0.084	2.71	0.123
3.70	0.1911	0.047	0.086	2.75	0.130
3.80	0.1982	0.050	0.087	2.78	0.137
3.90	0.2053	0.051	0.088	2.80	0.144
4.00	0.2121	0.053	0.089	2.82	0.151

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	84.31 l/s
Pendenza longitudinale	3.38 %
diametro	299.6 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.14 m
R raggio idraulico =	0.07 m
V velocità =	2.43 m/s
% riempimento =	46 %

TRATTO C2-C10

collettore diam 0.300 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0947
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0183	0.002	0.012	1.23	0.002
1.10	0.0221	0.002	0.014	1.39	0.003
1.20	0.0262	0.003	0.017	1.55	0.005
1.30	0.0305	0.004	0.019	1.71	0.006
1.40	0.0352	0.005	0.022	1.87	0.009
1.50	0.0402	0.006	0.025	2.03	0.011
1.60	0.0454	0.007	0.028	2.19	0.015
1.70	0.0509	0.008	0.031	2.35	0.019
1.80	0.0567	0.009	0.034	2.50	0.023
1.90	0.0627	0.011	0.038	2.66	0.028
2.00	0.0689	0.012	0.041	2.81	0.034
2.10	0.0753	0.014	0.044	2.96	0.041
2.20	0.0819	0.016	0.047	3.10	0.048
2.30	0.0886	0.017	0.051	3.24	0.056
2.40	0.0955	0.019	0.054	3.37	0.065
2.50	0.1026	0.021	0.057	3.50	0.075
2.60	0.1097	0.023	0.060	3.63	0.085
2.70	0.1170	0.025	0.063	3.75	0.096
2.80	0.1243	0.028	0.066	3.86	0.107
2.90	0.1317	0.030	0.069	3.97	0.119
3.00	0.1392	0.032	0.071	4.07	0.131
3.10	0.1467	0.034	0.074	4.17	0.143
3.20	0.1542	0.037	0.076	4.26	0.156
3.30	0.1617	0.039	0.078	4.34	0.168
3.40	0.1691	0.041	0.081	4.41	0.181
3.50	0.1765	0.043	0.082	4.48	0.194
3.60	0.1838	0.045	0.084	4.54	0.206
3.70	0.1911	0.047	0.086	4.60	0.218
3.80	0.1982	0.050	0.087	4.65	0.230
3.90	0.2053	0.051	0.088	4.69	0.241
4.00	0.2121	0.053	0.089	4.72	0.252

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	126.68 l/s
Pendenza longitudinale	9.47 %
diametro	299.6 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.13 m
R raggio idraulico =	0.07 m
V velocità =	3.97 m/s
% riempimento =	44 %

TRATTO C10-C11

collettore diam 0.380 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0108
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0233	0.003	0.015	0.49	0.001
1.10	0.0280	0.004	0.018	0.55	0.002
1.20	0.0332	0.005	0.021	0.61	0.003
1.30	0.0388	0.006	0.025	0.68	0.004
1.40	0.0447	0.007	0.028	0.74	0.006
1.50	0.0510	0.009	0.032	0.80	0.007
1.60	0.0577	0.011	0.036	0.87	0.009
1.70	0.0647	0.013	0.040	0.93	0.012
1.80	0.0720	0.015	0.044	0.99	0.015
1.90	0.0796	0.017	0.048	1.05	0.018
2.00	0.0874	0.020	0.052	1.11	0.022
2.10	0.0956	0.022	0.056	1.17	0.026
2.20	0.1039	0.025	0.060	1.23	0.031
2.30	0.1125	0.028	0.064	1.28	0.036
2.40	0.1213	0.031	0.068	1.34	0.042
2.50	0.1302	0.034	0.072	1.39	0.048
2.60	0.1393	0.038	0.076	1.44	0.054
2.70	0.1485	0.041	0.080	1.48	0.061
2.80	0.1579	0.045	0.084	1.53	0.068
2.90	0.1673	0.048	0.087	1.57	0.076
3.00	0.1767	0.052	0.091	1.61	0.083
3.10	0.1862	0.055	0.094	1.65	0.091
3.20	0.1958	0.059	0.097	1.69	0.099
3.30	0.2052	0.063	0.100	1.72	0.107
3.40	0.2147	0.066	0.102	1.75	0.116
3.50	0.2241	0.070	0.105	1.78	0.124
3.60	0.2334	0.073	0.107	1.80	0.132
3.70	0.2426	0.077	0.109	1.82	0.139
3.80	0.2517	0.080	0.110	1.84	0.147
3.90	0.2606	0.083	0.112	1.86	0.154
4.00	0.2694	0.086	0.113	1.87	0.161

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	126.68 l/s
Pendenza longitudinale	1.08 %
diametro	380.4 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.22 m
R raggio idraulico =	0.10 m
V velocità =	1.78 m/s
% riempimento =	59 %

TRATTO C11-C14

collettore diam 0.380 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0235
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0233	0.003	0.015	0.72	0.002
1.10	0.0280	0.004	0.018	0.81	0.003
1.20	0.0332	0.005	0.021	0.90	0.004
1.30	0.0388	0.006	0.025	1.00	0.006
1.40	0.0447	0.007	0.028	1.09	0.008
1.50	0.0510	0.009	0.032	1.19	0.011
1.60	0.0577	0.011	0.036	1.28	0.014
1.70	0.0647	0.013	0.040	1.37	0.018
1.80	0.0720	0.015	0.044	1.46	0.022
1.90	0.0796	0.017	0.048	1.55	0.027
2.00	0.0874	0.020	0.052	1.64	0.032
2.10	0.0956	0.022	0.056	1.73	0.039
2.20	0.1039	0.025	0.060	1.81	0.046
2.30	0.1125	0.028	0.064	1.89	0.053
2.40	0.1213	0.031	0.068	1.97	0.061
2.50	0.1302	0.034	0.072	2.05	0.070
2.60	0.1393	0.038	0.076	2.12	0.080
2.70	0.1485	0.041	0.080	2.19	0.090
2.80	0.1579	0.045	0.084	2.26	0.101
2.90	0.1673	0.048	0.087	2.32	0.112
3.00	0.1767	0.052	0.091	2.38	0.123
3.10	0.1862	0.055	0.094	2.43	0.135
3.20	0.1958	0.059	0.097	2.49	0.147
3.30	0.2052	0.063	0.100	2.53	0.159
3.40	0.2147	0.066	0.102	2.58	0.170
3.50	0.2241	0.070	0.105	2.62	0.182
3.60	0.2334	0.073	0.107	2.65	0.194
3.70	0.2426	0.077	0.109	2.69	0.206
3.80	0.2517	0.080	0.110	2.71	0.217
3.90	0.2606	0.083	0.112	2.74	0.227
4.00	0.2694	0.086	0.113	2.76	0.237

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	135.99 l/s
Pendenza longitudinale	2.35 %
diametro	380.4 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.19 m
R raggio idraulico =	0.09 m
V velocità =	2.43 m/s
% riempimento =	49 %

TRATTO C15-C17 e TRATTO C18-C20

collettore diam 0.190 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0324
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.53	0.000
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.60	0.001
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.67	0.001
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.74	0.001
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.81	0.002
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.88	0.002
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.95	0.003
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.01	0.003
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.08	0.004
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.15	0.005
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.21	0.006
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.28	0.007
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.34	0.008
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.40	0.010
2.40	0.0606	0.008	0.034	1.46	0.011
2.50	0.0651	0.009	0.036	1.51	0.013
2.60	0.0697	0.009	0.038	1.57	0.015
2.70	0.0743	0.010	0.040	1.62	0.017
2.80	0.0789	0.011	0.042	1.67	0.019
2.90	0.0836	0.012	0.044	1.72	0.021
3.00	0.0884	0.013	0.045	1.76	0.023
3.10	0.0931	0.014	0.047	1.80	0.025
3.20	0.0979	0.015	0.048	1.84	0.027
3.30	0.1026	0.016	0.050	1.87	0.029
3.40	0.1074	0.017	0.051	1.91	0.032
3.50	0.1121	0.017	0.052	1.94	0.034
3.60	0.1167	0.018	0.053	1.96	0.036
3.70	0.1213	0.019	0.054	1.99	0.038
3.80	0.1258	0.020	0.055	2.01	0.040
3.90	0.1303	0.021	0.056	2.03	0.042
4.00	0.1347	0.022	0.057	2.04	0.044

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	10.55 l/s
Pendenza longitudinale	3.24 %
diametro	190.2 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.06 m
R raggio idraulico =	0.03 m
V velocità =	1.40 m/s
% riempimento =	30 %

TRATTO C17-C20

collettore diam 0.190 m					
Manning n = 0.013					
i = 0.0106					
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.30	0.000
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.34	0.000
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.38	0.000
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.42	0.001
1.40	0.0224	0.002	0.014	0.46	0.001
1.50	0.0255	0.002	0.016	0.50	0.001
1.60	0.0288	0.003	0.018	0.54	0.001
1.70	0.0323	0.003	0.020	0.58	0.002
1.80	0.0360	0.004	0.022	0.62	0.002
1.90	0.0398	0.004	0.024	0.66	0.003
2.00	0.0437	0.005	0.026	0.69	0.003
2.10	0.0478	0.006	0.028	0.73	0.004
2.20	0.0520	0.006	0.030	0.77	0.005
2.30	0.0563	0.007	0.032	0.80	0.006
2.40	0.0606	0.008	0.034	0.83	0.007
2.50	0.0651	0.009	0.036	0.87	0.007
2.60	0.0697	0.009	0.038	0.90	0.008
2.70	0.0743	0.010	0.040	0.93	0.010
2.80	0.0789	0.011	0.042	0.95	0.011
2.90	0.0836	0.012	0.044	0.98	0.012
3.00	0.0884	0.013	0.045	1.01	0.013
3.10	0.0931	0.014	0.047	1.03	0.014
3.20	0.0979	0.015	0.048	1.05	0.016
3.30	0.1026	0.016	0.050	1.07	0.017
3.40	0.1074	0.017	0.051	1.09	0.018
3.50	0.1121	0.017	0.052	1.11	0.019
3.60	0.1167	0.018	0.053	1.12	0.021
3.70	0.1213	0.019	0.054	1.14	0.022
3.80	0.1258	0.020	0.055	1.15	0.023
3.90	0.1303	0.021	0.056	1.16	0.024
4.00	0.1347	0.022	0.057	1.17	0.025

Verifica deflussi in condotta circolare		
Dati:		
Portata	10.55	l/s
Pendenza longitudinale	1.06	%
diametro	190.2	mm
n Manning	0.013	s/m ^{1/3}
risultati:		
h idrica =	0.07	m
R raggio idraulico =	0.04	m
V velocità =	0.93	m/s
% riempimento =	39	%

TRATTO C20-C28

collettore diam 0.190 m					
Manning n = 0.013					
i = 0.058					
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0116	0.001	0.008	0.71	0.001
1.10	0.0140	0.001	0.009	0.80	0.001
1.20	0.0166	0.001	0.011	0.89	0.001
1.30	0.0194	0.002	0.012	0.99	0.002
1.40	0.0224	0.002	0.014	1.08	0.002
1.50	0.0255	0.002	0.016	1.17	0.003
1.60	0.0288	0.003	0.018	1.27	0.003
1.70	0.0323	0.003	0.020	1.36	0.004
1.80	0.0360	0.004	0.022	1.45	0.005
1.90	0.0398	0.004	0.024	1.54	0.007
2.00	0.0437	0.005	0.026	1.62	0.008
2.10	0.0478	0.006	0.028	1.71	0.010
2.20	0.0520	0.006	0.030	1.79	0.011
2.30	0.0563	0.007	0.032	1.87	0.013
2.40	0.0606	0.008	0.034	1.95	0.015
2.50	0.0651	0.009	0.036	2.03	0.017
2.60	0.0697	0.009	0.038	2.10	0.020
2.70	0.0743	0.010	0.040	2.17	0.022
2.80	0.0789	0.011	0.042	2.23	0.025
2.90	0.0836	0.012	0.044	2.30	0.028
3.00	0.0884	0.013	0.045	2.35	0.030
3.10	0.0931	0.014	0.047	2.41	0.033
3.20	0.0979	0.015	0.048	2.46	0.036
3.30	0.1026	0.016	0.050	2.51	0.039
3.40	0.1074	0.017	0.051	2.55	0.042
3.50	0.1121	0.017	0.052	2.59	0.045
3.60	0.1167	0.018	0.053	2.63	0.048
3.70	0.1213	0.019	0.054	2.66	0.051
3.80	0.1258	0.020	0.055	2.69	0.054
3.90	0.1303	0.021	0.056	2.71	0.056
4.00	0.1347	0.022	0.057	2.73	0.059

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	55.39 l/s
Pendenza longitudinale	5.8 %
diametro	190.2 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.13 m
R raggio idraulico =	0.06 m
V velocità =	2.69 m/s
% riempimento =	66 %

TRATTO C28-C14

collettore diam 0.300 m					
					Manning n = 0.013
					i = 0.0223
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0183	0.002	0.012	0.60	0.001
1.10	0.0221	0.002	0.014	0.67	0.002
1.20	0.0262	0.003	0.017	0.75	0.002
1.30	0.0305	0.004	0.019	0.83	0.003
1.40	0.0352	0.005	0.022	0.91	0.004
1.50	0.0402	0.006	0.025	0.98	0.006
1.60	0.0454	0.007	0.028	1.06	0.007
1.70	0.0509	0.008	0.031	1.14	0.009
1.80	0.0567	0.009	0.034	1.21	0.011
1.90	0.0627	0.011	0.038	1.29	0.014
2.00	0.0689	0.012	0.041	1.36	0.017
2.10	0.0753	0.014	0.044	1.43	0.020
2.20	0.0819	0.016	0.047	1.50	0.023
2.30	0.0886	0.017	0.051	1.57	0.027
2.40	0.0955	0.019	0.054	1.64	0.032
2.50	0.1026	0.021	0.057	1.70	0.036
2.60	0.1097	0.023	0.060	1.76	0.041
2.70	0.1170	0.025	0.063	1.82	0.046
2.80	0.1243	0.028	0.066	1.87	0.052
2.90	0.1317	0.030	0.069	1.93	0.058
3.00	0.1392	0.032	0.071	1.98	0.063
3.10	0.1467	0.034	0.074	2.02	0.069
3.20	0.1542	0.037	0.076	2.07	0.076
3.30	0.1617	0.039	0.078	2.11	0.082
3.40	0.1691	0.041	0.081	2.14	0.088
3.50	0.1765	0.043	0.082	2.18	0.094
3.60	0.1838	0.045	0.084	2.21	0.100
3.70	0.1911	0.047	0.086	2.23	0.106
3.80	0.1982	0.050	0.087	2.25	0.112
3.90	0.2053	0.051	0.088	2.27	0.117
4.00	0.2121	0.053	0.089	2.29	0.122

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	73 l/s
Pendenza longitudinale	2.23 %
diametro	299.6 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.15 m
R raggio idraulico =	0.07 m
V velocità =	2.02 m/s
% riempimento =	49 %

TRATTO C14-VASCA

collettore diam 0.380 m					
				Manning n =	0.013
				i =	0.02
alfa	h	Area idr.	Rg idr	V	Q
	m	m ²	m	m/s	mc/s
1.00	0.0233	0.003	0.015	0.66	0.002
1.10	0.0280	0.004	0.018	0.75	0.003
1.20	0.0332	0.005	0.021	0.83	0.004
1.30	0.0388	0.006	0.025	0.92	0.006
1.40	0.0447	0.007	0.028	1.01	0.008
1.50	0.0510	0.009	0.032	1.09	0.010
1.60	0.0577	0.011	0.036	1.18	0.013
1.70	0.0647	0.013	0.040	1.26	0.016
1.80	0.0720	0.015	0.044	1.35	0.020
1.90	0.0796	0.017	0.048	1.43	0.025
2.00	0.0874	0.020	0.052	1.51	0.030
2.10	0.0956	0.022	0.056	1.59	0.036
2.20	0.1039	0.025	0.060	1.67	0.042
2.30	0.1125	0.028	0.064	1.75	0.049
2.40	0.1213	0.031	0.068	1.82	0.057
2.50	0.1302	0.034	0.072	1.89	0.065
2.60	0.1393	0.038	0.076	1.96	0.074
2.70	0.1485	0.041	0.080	2.02	0.083
2.80	0.1579	0.045	0.084	2.08	0.093
2.90	0.1673	0.048	0.087	2.14	0.103
3.00	0.1767	0.052	0.091	2.19	0.113
3.10	0.1862	0.055	0.094	2.25	0.124
3.20	0.1958	0.059	0.097	2.29	0.135
3.30	0.2052	0.063	0.100	2.34	0.146
3.40	0.2147	0.066	0.102	2.38	0.157
3.50	0.2241	0.070	0.105	2.42	0.168
3.60	0.2334	0.073	0.107	2.45	0.179
3.70	0.2426	0.077	0.109	2.48	0.190
3.80	0.2517	0.080	0.110	2.50	0.200
3.90	0.2606	0.083	0.112	2.53	0.210
4.00	0.2694	0.086	0.113	2.54	0.219

Verifica deflussi in condotta circolare	
Dati:	
Portata	208.98 l/s
Pendenza longitudinale	2 %
diametro	380.4 mm
n Manning	0.013 s/m ^{1/3}
risultati:	
h idrica =	0.25 m
R raggio idraulico =	0.11 m
V velocità =	2.50 m/s
% riempimento =	66 %

La canaletta del piazzale raccoglie tutte le acque drenate dal piazzale stesso, per una superficie complessiva pari a 1125 m². La portata affluente si ricava utilizzando il coefficiente udometrico calcolato nei paragrafi precedenti e si ottiene un valore pari a:

S =	1125.00	m ²	superficie drenata
	0.1125	ha	
Q =	0.0559	m ³ /s	portata affluente
Q =	55.87	l/s	portata affluente

La pendenza del tratto finale (a partire dalla progressiva 0+140), che è quello cui afferisce la superficie maggiore, è variabile da un minimo del 3% fino al 6,5%.

Il canale utilizzato ha sezione a U con dimensioni interne 210x200 mm. Un canale di tali dimensioni, con una pendenza pari al 3%, è in grado di convogliare una portata di 75,06 l/s, superiore alla portata richiesta.

Per quanto riguarda la pista ciclopedonale si prevede la posa di un canale in calcestruzzo con griglia in ghisa (carrabile classe C250) posto a filo della pavimentazione.

Il tratto di rampa nord da drenare è quello compreso tra la progressiva 0+172 (subito dopo l'innesto della viabilità di accesso al Canale di Sommacampagna) e la progressiva 0+333 (in corrispondenza della vasca di sollevamento), per una lunghezza complessiva di 163 m.

La superficie drenata corrisponde a tutta la larghezza della pista (2,50 m) per la lunghezza della canaletta (163 m) al netto dei tratti in scatolare (26,65 m sotto la linea storica e 40 m sotto la linea AV). Dai dati di pioggia già riportati per il dimensionamento della rete di drenaggio della viabilità stradale si ricava quindi la portata massima affluente per la rampa nord:

S =	240.88	m ²	superficie drenata
	0.0240875	ha	
Q =	0.0120	m ³ /s	portata affluente
Q =	11.96	l/s	portata affluente

Il tratto di rampa sud da drenare è quello compreso tra la vasca di sollevamento (progressiva 0+333) e la fine della trincea (progressiva 0+480) per una lunghezza complessiva di 143,85 m.

S =	404.15	m ²	superficie drenata
	0.040415	ha	
Q =	0.0201	m ³ /s	portata affluente
Q =	20.07	l/s	portata affluente

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

I due canali confluiscono in un pozzetto e da qui, attraverso una condotta in PVC DE250, scaricano nel vano seconda pioggia della vasca di sollevamento posta al di sotto del concio 9 dei muri a U della rampa sud.

5.6. Dimensionamento vasca di accumulo e rilancio

La vasca in oggetto serve a due scopi:

- separare le acque di prima pioggia ed inviarle al trattamento,
- rilanciare le acque meteoriche di seconda pioggia alla quota di piano campagna nella vasca drenante.

Durante l'evento meteorico i primi 5 mm di pioggia, distribuiti su tutto il bacino afferente alla rete di drenaggio, defluendo sulla superficie stradale si caricano di oli e sabbie e vanno perciò trattati prima di essere recapitati nella vasca drenante.

Il volume corrispondente alla prima pioggia viene quindi separato e immagazzinato in un vano dedicato, di dimensioni adeguate; una volta che questo vano si è riempito una valvola meccanica a galleggiante chiude il settore e l'ulteriore acqua di pioggia che arriva nella vasca defluisce nel vano di seconda pioggia.

All'interno della vasca di prima pioggia due pompe, che funzionano una alla volta alternativamente, rilanciano l'acqua da trattare nel disoleatore; queste pompe si avviano con un timer che ritarda lo svuotamento della vasca di 12 ore per permettere all'evento meteorico di esaurirsi evitando di convogliare nel vano di prima pioggia anche acque di seconda pioggia che non necessitano di trattamento, garantendo però che dopo 24 ore la vasca di prima pioggia sia vuota per poter ricevere le acque di un nuovo evento che, trascorso questo tempo, potranno di nuovo caricarsi di inquinanti. Anche nel vano di seconda pioggia è prevista l'installazione di due pompe, funzionanti alternativamente.

La presenza di due coppie 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 al di sotto della soletta dei muri a U della rampa sud, in corrispondenza del concio 9 (Rif. [8], Rif. [9]).

Per il calcolo del volume da invasare nella vasca di prima pioggia si fa riferimento ai primi 5 mm di pioggia distribuiti sull'intera superficie scolante (4208,14 m²) e si ottiene un volume di 21,04 m³.

La volumetria della vasca di seconda pioggia 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;

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001Rev.
AFoglio
26 di 41

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

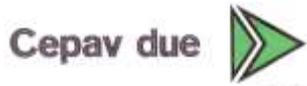
Nel caso in esame:

- A=4853,48 m²;
- a=43,66, n=0,214;
- Tc=10 minuti;
- Qu=10 l/s;
- θ =1 ora;

si ottiene un volume massimo da invasare pari a 190,6 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	43.66 [mm]		
n' - coeff curva h=atn per tempi inferiori all'ora	0.433 [-]		
n - coeff curva h=atn	0.214 [-]		
Superficie bacino sversante "S"	4853.48 [mq]		
Tc - tempo di concentrazione	0.167 [ore]		
Htc - altezza di pioggia caduta nel Tc	20.10 [mm]		
coefficiente di deflusso φ	1 [-]		
i(dt) - intensità di pioggia oraria in Tc (ietogr. rettangolare)	120.59 [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	0.01 [mc/s]		
Verifica dell'intervallo tra inneschi successivi			
	pompa 1		
A - Superficie vasca	113.9 [mq]	0.0 [mq]	
H1 - altezza attacco pompa	0.5 [m]		
H2 - altezza stacco pompa	2.2 [m]		
Hmax - altezza max utile in vasca	1.7 [m]	0 [m]	
Wmax - massimo volume vasca	193.7 [mc]	0.0 [mc]	
Verifica inneschi successivi	$T_{innesco} = \frac{2 \times (H1 - H2) \times A}{Q_{out}}$	645.66 [minuti]	
Risultati simulazione			
Capacità della vasca	193.7 [mc]		
Massimo volume idrico in vasca	190.6 [mc]		
Rapporto tra riempimento e capacità della vasca	98% [%]		

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

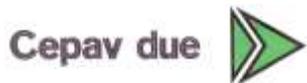
Foglio
27 di 41

La vasca di seconda pioggia ha una superficie di 113,9 m². Per ottenere quindi il volume di invaso richiesto l'altezza utile nella vasca deve essere minimo di 1,70 m, garantendo un riempimento massimo del 98%. La verifica agli inneschi successivi fornisce un valore del tempo di innesco pari a 645 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 2 ore, durata che in questo caso massimizza il volume da invasare.

Tabulati simulazione								
Durata di pioggia		2.00	ore		Hpioggia		50.64	
Passo di calcolo		60	sec		Max vol in vasca		190.59	[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	25.32	0.42	34.14	2.05	0	0	0	0
0.017	25.32	0.42	34.14	2.05	2.05	0.018	0	0
0.033	25.32	0.42	34.14	2.05	4.10	0.036	0	0
0.050	25.32	0.42	34.14	2.05	6.14	0.054	0	0
0.067	25.32	0.42	34.14	2.05	8.19	0.072	0	0
0.083	25.32	0.42	34.14	2.05	10.24	0.090	0	0
0.100	25.32	0.42	34.14	2.05	12.29	0.108	0	0
0.117	25.32	0.42	34.14	2.05	14.34	0.126	0	0
0.133	25.32	0.42	34.14	2.05	16.39	0.144	0	0
0.150	25.32	0.42	34.14	2.05	18.43	0.162	0	0
0.167	25.32	0.42	34.14	2.05	20.48	0.180	0	0
0.183	25.32	0.42	34.14	2.05	22.53	0.198	0	0
0.200	25.32	0.42	34.14	2.05	24.58	0.216	0	0
0.217	25.32	0.42	34.14	2.05	26.63	0.234	0	0
0.233	25.32	0.42	34.14	2.05	28.68	0.252	0	0
0.250	25.32	0.42	34.14	2.05	30.72	0.270	0	0
0.267	25.32	0.42	34.14	2.05	32.77	0.288	0	0
0.283	25.32	0.42	34.14	2.05	34.82	0.306	0	0
0.300	25.32	0.42	34.14	2.05	36.87	0.324	0	0
0.317	25.32	0.42	34.14	2.05	38.92	0.342	0	0
0.333	25.32	0.42	34.14	2.05	40.96	0.360	0	0
0.350	25.32	0.42	34.14	2.05	43.01	0.378	0	0
0.367	25.32	0.42	34.14	2.05	45.06	0.395	0	0
0.383	25.32	0.42	34.14	2.05	47.11	0.413	0	0
0.400	25.32	0.42	34.14	2.05	49.16	0.431	0	0
0.417	25.32	0.42	34.14	2.05	51.21	0.449	0	0
0.433	25.32	0.42	34.14	2.05	53.25	0.467	0	0
0.450	25.32	0.42	34.14	2.05	55.30	0.485	0	0
0.467	25.32	0.42	34.14	2.05	57.35	0.503	0.01	0
0.483	25.32	0.42	34.14	2.05	58.80	0.516	0.01	0.6
0.500	25.32	0.42	34.14	2.05	60.25	0.529	0.01	0.6
0.517	25.32	0.42	34.14	2.05	61.69	0.541	0.01	0.6
0.533	25.32	0.42	34.14	2.05	63.14	0.554	0.01	0.6
0.550	25.32	0.42	34.14	2.05	64.59	0.567	0.01	0.6
0.567	25.32	0.42	34.14	2.05	66.04	0.580	0.01	0.6
0.583	25.32	0.42	34.14	2.05	67.49	0.592	0.01	0.6
0.600	25.32	0.42	34.14	2.05	68.94	0.605	0.01	0.6
0.617	25.32	0.42	34.14	2.05	70.38	0.618	0.01	0.6
0.633	25.32	0.42	34.14	2.05	71.83	0.630	0.01	0.6
0.650	25.32	0.42	34.14	2.05	73.28	0.643	0.01	0.6
0.667	25.32	0.42	34.14	2.05	74.73	0.656	0.01	0.6
0.683	25.32	0.42	34.14	2.05	76.18	0.669	0.01	0.6
0.700	25.32	0.42	34.14	2.05	77.63	0.681	0.01	0.6
0.717	25.32	0.42	34.14	2.05	79.07	0.694	0.01	0.6
0.733	25.32	0.42	34.14	2.05	80.52	0.707	0.01	0.6
0.750	25.32	0.42	34.14	2.05	81.97	0.719	0.01	0.6

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

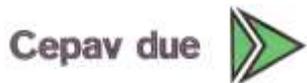


Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001Rev.
AFoglio
29 di 41

0.767	25.32	0.42	34.14	2.05	83.42	0.732	0.01	0.6
0.783	25.32	0.42	34.14	2.05	84.87	0.745	0.01	0.6
0.800	25.32	0.42	34.14	2.05	86.31	0.758	0.01	0.6
0.817	25.32	0.42	34.14	2.05	87.76	0.770	0.01	0.6
0.833	25.32	0.42	34.14	2.05	89.21	0.783	0.01	0.6
0.850	25.32	0.42	34.14	2.05	90.66	0.796	0.01	0.6
0.867	25.32	0.42	34.14	2.05	92.11	0.808	0.01	0.6
0.883	25.32	0.42	34.14	2.05	93.56	0.821	0.01	0.6
0.900	25.32	0.42	34.14	2.05	95.00	0.834	0.01	0.6
0.917	25.32	0.42	34.14	2.05	96.45	0.847	0.01	0.6
0.933	25.32	0.42	34.14	2.05	97.90	0.859	0.01	0.6
0.950	25.32	0.42	34.14	2.05	99.35	0.872	0.01	0.6
0.967	25.32	0.42	34.14	2.05	100.80	0.885	0.01	0.6
0.983	25.32	0.42	34.14	2.05	102.24	0.897	0.01	0.6
1.000	25.32	0.42	34.14	2.05	103.69	0.910	0.01	0.6
1.017	25.32	0.42	34.14	2.05	105.14	0.923	0.01	0.6
1.033	25.32	0.42	34.14	2.05	106.59	0.935	0.01	0.6
1.050	25.32	0.42	34.14	2.05	108.04	0.948	0.01	0.6
1.067	25.32	0.42	34.14	2.05	109.49	0.961	0.01	0.6
1.083	25.32	0.42	34.14	2.05	110.93	0.974	0.01	0.6
1.100	25.32	0.42	34.14	2.05	112.38	0.986	0.01	0.6
1.117	25.32	0.42	34.14	2.05	113.83	0.999	0.01	0.6
1.133	25.32	0.42	34.14	2.05	115.28	1.012	0.01	0.6
1.150	25.32	0.42	34.14	2.05	116.73	1.024	0.01	0.6
1.167	25.32	0.42	34.14	2.05	118.18	1.037	0.01	0.6
1.183	25.32	0.42	34.14	2.05	119.62	1.050	0.01	0.6
1.200	25.32	0.42	34.14	2.05	121.07	1.063	0.01	0.6
1.217	25.32	0.42	34.14	2.05	122.52	1.075	0.01	0.6
1.233	25.32	0.42	34.14	2.05	123.97	1.088	0.01	0.6
1.250	25.32	0.42	34.14	2.05	125.42	1.101	0.01	0.6
1.267	25.32	0.42	34.14	2.05	126.86	1.113	0.01	0.6
1.283	25.32	0.42	34.14	2.05	128.31	1.126	0.01	0.6
1.300	25.32	0.42	34.14	2.05	129.76	1.139	0.01	0.6
1.317	25.32	0.42	34.14	2.05	131.21	1.152	0.01	0.6
1.333	25.32	0.42	34.14	2.05	132.66	1.164	0.01	0.6
1.350	25.32	0.42	34.14	2.05	134.11	1.177	0.01	0.6
1.367	25.32	0.42	34.14	2.05	135.55	1.190	0.01	0.6
1.383	25.32	0.42	34.14	2.05	137.00	1.202	0.01	0.6
1.400	25.32	0.42	34.14	2.05	138.45	1.215	0.01	0.6
1.417	25.32	0.42	34.14	2.05	139.90	1.228	0.01	0.6
1.433	25.32	0.42	34.14	2.05	141.35	1.241	0.01	0.6
1.450	25.32	0.42	34.14	2.05	142.79	1.253	0.01	0.6
1.467	25.32	0.42	34.14	2.05	144.24	1.266	0.01	0.6
1.483	25.32	0.42	34.14	2.05	145.69	1.279	0.01	0.6
1.500	25.32	0.42	34.14	2.05	147.14	1.291	0.01	0.6
1.517	25.32	0.42	34.14	2.05	148.59	1.304	0.01	0.6
1.533	25.32	0.42	34.14	2.05	150.04	1.317	0.01	0.6
1.550	25.32	0.42	34.14	2.05	151.48	1.330	0.01	0.6
1.567	25.32	0.42	34.14	2.05	152.93	1.342	0.01	0.6
1.583	25.32	0.42	34.14	2.05	154.38	1.355	0.01	0.6
1.600	25.32	0.42	34.14	2.05	155.83	1.368	0.01	0.6
1.617	25.32	0.42	34.14	2.05	157.28	1.380	0.01	0.6
1.633	25.32	0.42	34.14	2.05	158.73	1.393	0.01	0.6
1.650	25.32	0.42	34.14	2.05	160.17	1.406	0.01	0.6

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



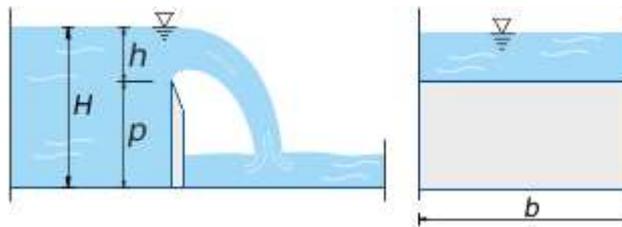
Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001Rev.
AFoglio
30 di 41

1.667	25.32	0.42	34.14	2.05	161.62	1.418	0.01	0.6
1.683	25.32	0.42	34.14	2.05	163.07	1.431	0.01	0.6
1.700	25.32	0.42	34.14	2.05	164.52	1.444	0.01	0.6
1.717	25.32	0.42	34.14	2.05	165.97	1.457	0.01	0.6
1.733	25.32	0.42	34.14	2.05	167.41	1.469	0.01	0.6
1.750	25.32	0.42	34.14	2.05	168.86	1.482	0.01	0.6
1.767	25.32	0.42	34.14	2.05	170.31	1.495	0.01	0.6
1.783	25.32	0.42	34.14	2.05	171.76	1.507	0.01	0.6
1.800	25.32	0.42	34.14	2.05	173.21	1.520	0.01	0.6
1.817	25.32	0.42	34.14	2.05	174.66	1.533	0.01	0.6
1.833	25.32	0.42	34.14	2.05	176.10	1.546	0.01	0.6
1.850	25.32	0.42	34.14	2.05	177.55	1.558	0.01	0.6
1.867	25.32	0.42	34.14	2.05	179.00	1.571	0.01	0.6
1.883	25.32	0.42	34.14	2.05	180.45	1.584	0.01	0.6
1.900	25.32	0.42	34.14	2.05	181.90	1.596	0.01	0.6
1.917	25.32	0.42	34.14	2.05	183.35	1.609	0.01	0.6
1.933	25.32	0.42	34.14	2.05	184.79	1.622	0.01	0.6
1.950	25.32	0.42	34.14	2.05	186.24	1.635	0.01	0.6
1.967	25.32	0.42	34.14	2.05	187.69	1.647	0.01	0.6
1.983	25.32	0.42	34.14	2.05	189.14	1.660	0.01	0.6
2.000	25.32	0.42	34.14	2.05	190.59	1.673	0.01	0.6
2.017	25.32	0.00	0.00	0.00	189.99	1.667	0.01	0.6
2.033	25.32	0.00	0.00	0.00	189.39	1.662	0.01	0.6
2.050	25.32	0.00	0.00	0.00	188.79	1.657	0.01	0.6
2.067	25.32	0.00	0.00	0.00	188.19	1.652	0.01	0.6
2.083	25.32	0.00	0.00	0.00	187.59	1.646	0.01	0.6
2.100	25.32	0.00	0.00	0.00	186.99	1.641	0.01	0.6
2.117	25.32	0.00	0.00	0.00	186.39	1.636	0.01	0.6
2.133	25.32	0.00	0.00	0.00	185.79	1.631	0.01	0.6
2.150	25.32	0.00	0.00	0.00	185.19	1.625	0.01	0.6
2.167	25.32	0.00	0.00	0.00	184.59	1.620	0.01	0.6
2.183	25.32	0.00	0.00	0.00	183.99	1.615	0.01	0.6
2.200	25.32	0.00	0.00	0.00	183.39	1.609	0.01	0.6
2.217	25.32	0.00	0.00	0.00	182.79	1.604	0.01	0.6
2.233	25.32	0.00	0.00	0.00	182.19	1.599	0.01	0.6
2.250	25.32	0.00	0.00	0.00	181.59	1.594	0.01	0.6
2.267	25.32	0.00	0.00	0.00	180.99	1.588	0.01	0.6
2.283	25.32	0.00	0.00	0.00	180.39	1.583	0.01	0.6
2.300	25.32	0.00	0.00	0.00	179.79	1.578	0.01	0.6
2.317	25.32	0.00	0.00	0.00	179.19	1.573	0.01	0.6
2.333	25.32	0.00	0.00	0.00	178.59	1.567	0.01	0.6
2.350	25.32	0.00	0.00	0.00	177.99	1.562	0.01	0.6
2.367	25.32	0.00	0.00	0.00	177.39	1.557	0.01	0.6
2.383	25.32	0.00	0.00	0.00	176.79	1.552	0.01	0.6
2.400	25.32	0.00	0.00	0.00	176.19	1.546	0.01	0.6
2.417	25.32	0.00	0.00	0.00	175.59	1.541	0.01	0.6
2.433	25.32	0.00	0.00	0.00	174.99	1.536	0.01	0.6
2.450	25.32	0.00	0.00	0.00	174.39	1.531	0.01	0.6
2.467	25.32	0.00	0.00	0.00	173.79	1.525	0.01	0.6
2.483	25.32	0.00	0.00	0.00	173.19	1.520	0.01	0.6
2.500	25.32	0.00	0.00	0.00	172.59	1.515	0.01	0.6
2.517	25.32	0.00	0.00	0.00	171.99	1.509	0.01	0.6
2.533	25.32	0.00	0.00	0.00	171.39	1.504	0.01	0.6
2.550	25.32	0.00	0.00	0.00	170.79	1.499	0.01	0.6

Il setto che separa la sezione di vasca dedicata alle acque di prima pioggia è stato calcolato utilizzando la formula di Bazin per gli stramazzi in parete sottile:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_c \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$



dove:

- Q [m³/s] = portata del getto
- b [m] = lunghezza della soglia
- p [m] = altezza della soglia
- H [m] = altezza totale del fluido a monte della soglia
- h [m] = altezza del fluido sopra la soglia
- g [m/s²] = accelerazione di gravità
- C_c = coefficiente di efflusso, pari a 0,61

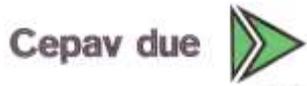
Considerato che la portata effluente dallo stramazzo deve essere pari alla portata di seconda pioggia, si ricava la portata Q come differenza tra la massima portata del tubo DE400 (con riempimento 70% e pendenza 1%) in ingresso e la portata di prima pioggia:

$$Q = 215 - 23,38 = 191,62 \text{ l/s}$$

Una soglia di lunghezza b=0,70 m e altezza p=0,30 m permette lo stramazzo di una portata pari a 191,62 l/s con un'altezza del pelo libero sopra la soglia (h) pari a 22,5 cm.

SUPERFICIE DRENANTE TOTALE		4208.14 m ²			
ALTEZZA DI PRIMA PIOGGIA		5 mm			
VOLUME DI PRIMA PIOGGIA		21.04 m ³			
PORTATA DI PRIMA PIOGGIA					
Volume (m ³)	Durata (min)	Portata (l/s)			
21.04	15	23.38			
PORTATA MASSIMA IN ARRIVO					
Diametro tubo (mm)	Pendenza (%)	Riempimento (%)	Q (l/s)		
400	2	70	215		
PORTATA SECONDA PIOGGIA					
191.62 l/s					
STRAMAZZO BAZIN					
C _c	b (m)	p (m)	h (m)	g (m/s ²)	Q (l/s)
0.61	0.7	0.3	0.22454019	9.806	191.62

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
32 di 41

La vasca viene realizzata al di sotto della soletta del concio 9 dei muri a U della rampa sud e ha una superficie in pianta di 113,94 m² (Rif. [8]).

L'altezza minima di innesco delle pompe è 50 cm dal fondo, mentre la quota di accensione del semaforo di allagamento è di 2,20 metri (Rif. [10]). Il volume lordo della vasca è quindi pari a $2,20 \times 113,94 = 250,67$ m³.

Il volume netto, tra il livello minimo di accensione e il livello di accensione del semaforo è $(2,20-0,50) \times 113,94 = 193,70$ m³.

6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Non avendo vincoli da imporre sulla portata scaricabile si è scelto di adottare pompe con portata pari a 10 l/s, sia per le acque di prima pioggia sia per quelle di seconda pioggia.

Il dislivello geodetico è di circa 15,50 m; considerando cautelativamente delle perdite di carico distribuite e localizzate per un totale di 2 m si ottiene una prevalenza delle pompe pari a 17,50 m.

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

- portata di progetto 10 l/s,
- prevalenza totale 17,50 m.

A titolo di esempio le pompe Flygt NP 3153 HT 3 – 456 garantiscono tale funzionamento con un rendimento pari al 73% e presentano le seguenti caratteristiche:

Impeller

Materiale Girante	Hard-Iron™
DN mandata	100 mm
Suction Flange Diameter	100 mm
Impeller diameter	229 mm
Number of blades	2

Motore

Motore #	N3153.185 21-15-4AA-W 7.5KW Standard
Variante statore	2
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale	230 V
Numero di poli	4
Fasi	3~
Potenza nominale	7,5 kW
Corrente nominale	28 A
Corrente di spunto	181 A
Velocità nominale	1465 rpm
Fattore di potenza	
1/1 Load	0,78
3/4 Load	0,70
1/2 Load	0,57
Rendimento motore	
1/1 Load	87,0 %
3/4 Load	87,5 %
1/2 Load	86,0 %

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

Doc. N.

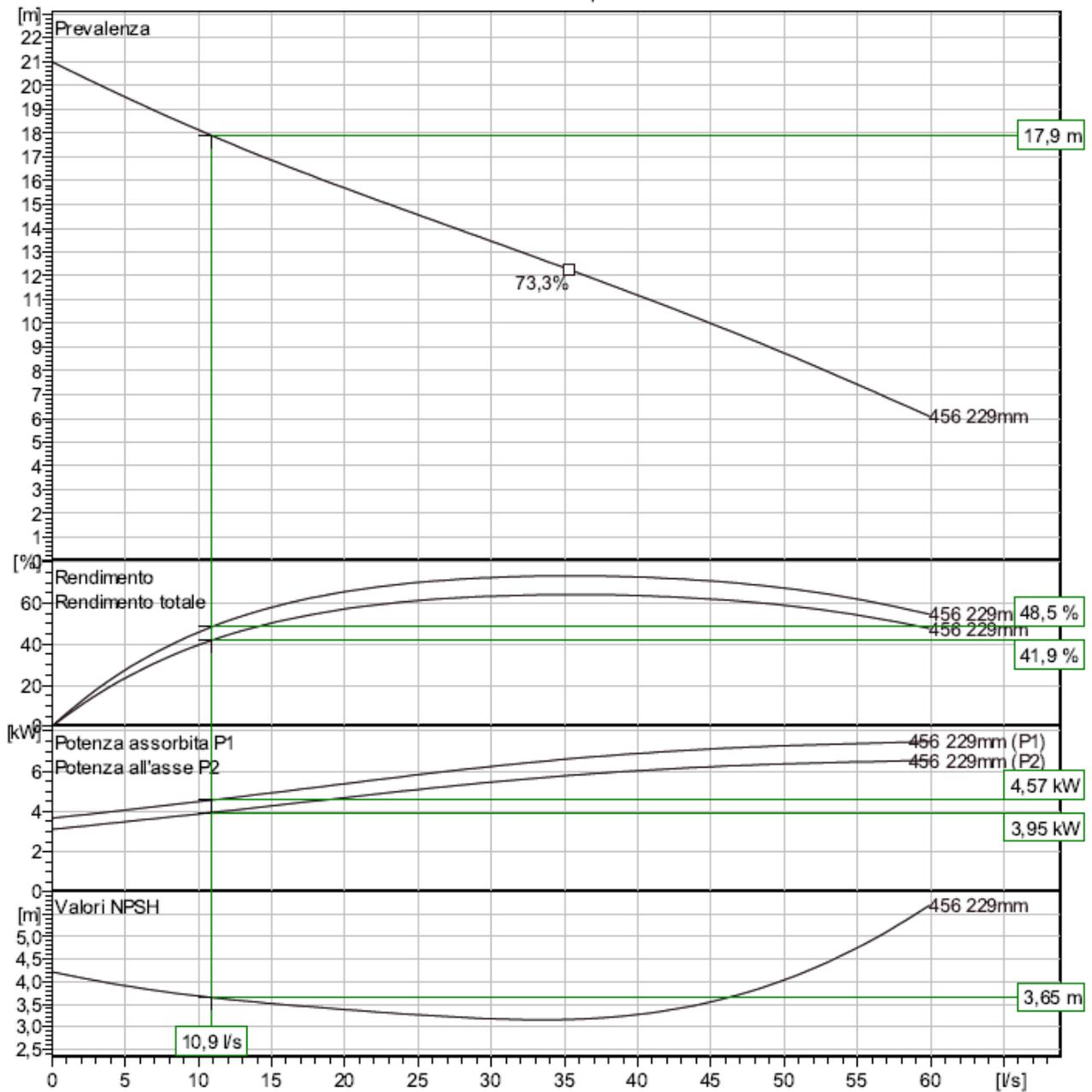
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
34 di 41



Doc. N.

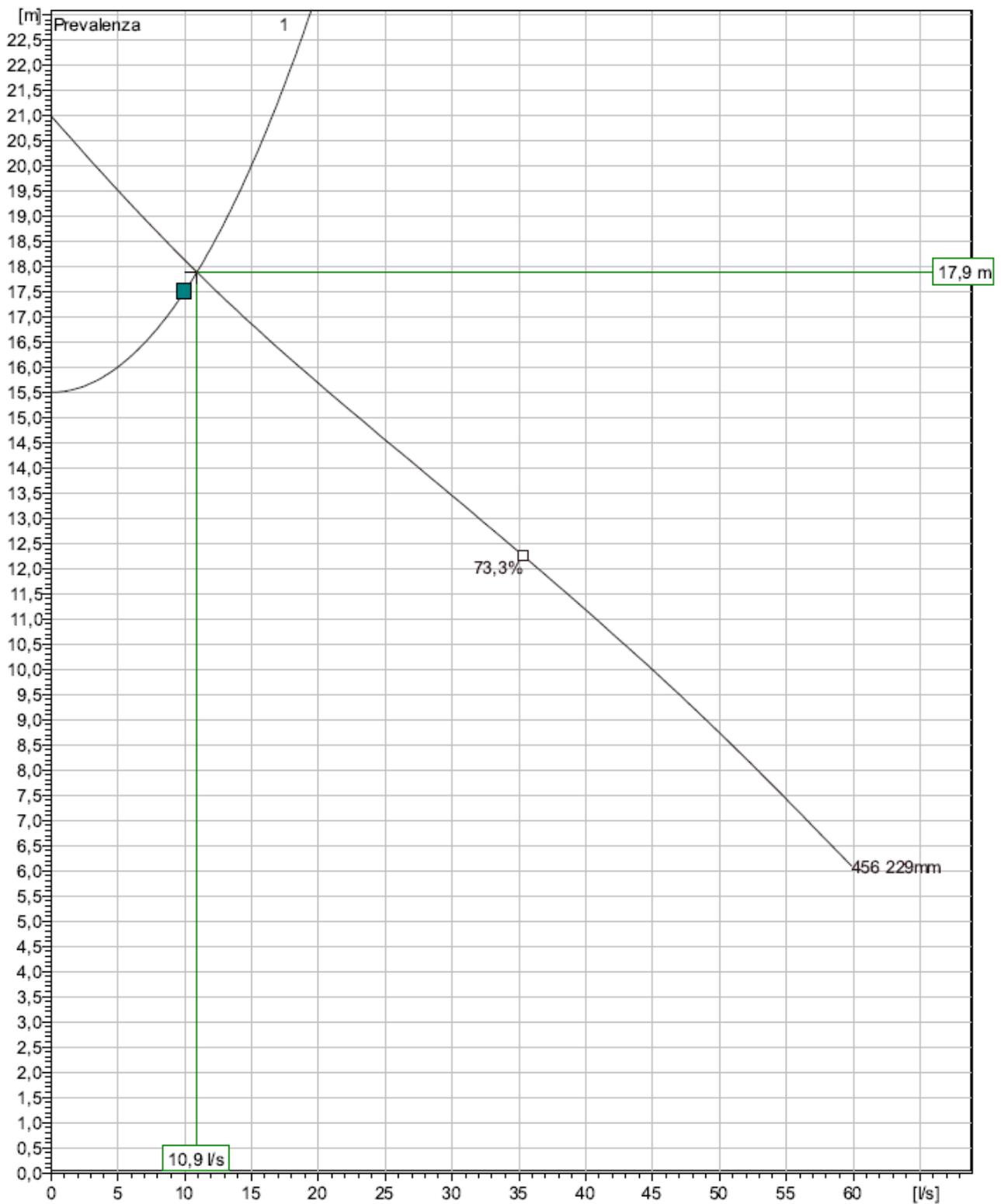
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
35 di 41



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 riportati nella relazione geotecnica del rilevato RI61 si assume cautelativamente una permeabilità del terreno pari a $2,0 \times 10^{-4}$ m/s.

La vasca drenante di progetto presenta una lunghezza pari a 13,00 m, con larghezza al fondo pari a 4,00 m, pendenza delle sponde 3/2, profondità 1,00 m e dimensioni massime in sommità pari a 16,00 m x 7,00 m.

Poiché la condotta in uscita dal disoleatore 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. Il volume totale massimo invasabile è quindi pari a 20,59 m³.

La vasca risulta verificata con un riempimento pari al 75% e con un tirante massimo pari a 27 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 da due portate costanti per un determinato intervallo di tempo:

- la portata uscente dal disoleatore (10 l/s)
- la portata di seconda pioggia rilanciata dalla vasca di sollevamento (10 l/s)

Le due portate verranno considerate costanti fino allo svuotamento delle relative vasche di provenienza, pertanto la portata di prima pioggia avrà una durata pari al tempo di vuotamento del relativo volume di prima pioggia (21 m³) ovvero 35 minuti, mentre la portata di seconda pioggia avrà una durata pari al tempo di vuotamento del volume della vasca di accumulo (193,70 m³), ovvero 323 minuti.

Si è scelto, cautelativamente, di considerare che la pompa di seconda pioggia e la pompa di prima pioggia siano in funzione contemporaneamente, per una portata totale in ingresso pari a 20 l/s, per tutto il tempo di vuotamento della vasca di prima pioggia.

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 $h(t+\Delta t)$

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

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 75%.

Di seguito sono riportati i tabulati di calcolo e verifica.

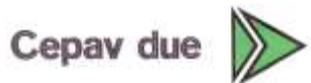
GEOMETRIA			
lunghezza vasca	m	13.00	
larghezza fondo vasca	m	4.00	
profondità vasca	m	1.00	
pendenza sponde	m/m	1.50	
larghezza sommità vasca	m	7.00	
lunghezza sommità vasca	m	16.00	
profondità tubo ingresso	m	0.65	
profondità utile vasca	m	0.35	
PERMEABILITÀ			
K - coefficiente di permeabilità del terreno	m/s	2.00E-04	
PORTATE AFFERENTI			
portata di prima pioggia proveniente dal disoleatore	m ³ /s	0.010	
portata delle pompe dalla vasca di seconda pioggia	m ³ /s	0.010	
VERIFICA DI CAPACITA' DELLA VASCA DRENANTE			
VOLUME RICHiesto PER LAMINAZIONE	m ³	15.5	
CAPACITA' MAX INVASO DEL FOSSO	m ³	20.59	
% RIEMPIMENTO (area idrica)	m ²	75%	
TIRANTE MAX	m	0.27	

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
<i>minuti</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>
1	0.020	1.20	0.0	0.0000	0.00	4.00	0.0000
2	0.020	2.40	1.2	0.0923	0.02	4.07	0.0108
3	0.020	3.60	1.8	0.1350	0.03	4.10	0.0109
4	0.020	4.80	2.3	0.1769	0.04	4.13	0.0111
5	0.020	6.00	2.8	0.2181	0.05	4.16	0.0112
6	0.020	7.20	3.4	0.2585	0.06	4.19	0.0114
7	0.020	8.40	3.9	0.2983	0.07	4.22	0.0115
8	0.020	9.60	4.4	0.3374	0.08	4.25	0.0117
9	0.020	10.80	4.9	0.3758	0.09	4.27	0.0118
10	0.020	12.00	5.4	0.4135	0.10	4.30	0.0120
11	0.020	13.20	5.9	0.4507	0.11	4.32	0.0121
12	0.020	14.40	6.3	0.4872	0.12	4.35	0.0122
13	0.020	15.60	6.8	0.5231	0.12	4.37	0.0123
14	0.020	16.80	7.3	0.5584	0.13	4.40	0.0125
15	0.020	18.00	7.7	0.5931	0.14	4.42	0.0126
16	0.020	19.20	8.2	0.6273	0.15	4.45	0.0127
17	0.020	20.40	8.6	0.6609	0.16	4.47	0.0128
18	0.020	21.60	9.0	0.6940	0.16	4.49	0.0130
19	0.020	22.80	9.4	0.7265	0.17	4.51	0.0131
20	0.020	24.00	9.9	0.7585	0.18	4.53	0.0132
25	0.020	30.00	11.9	0.9161	0.21	4.64	0.0137
30	0.020	36.00	13.8	1.0612	0.24	4.73	0.0142
35	0.020	42.00	15.5	1.1952	0.27	4.81	0.0146
40	0.010	45.00	14.1	1.0884	0.25	4.75	0.0143
45	0.010	48.00	12.9	0.9896	0.23	4.68	0.0140
50	0.010	51.00	11.7	0.8983	0.21	4.62	0.0136
55	0.010	54.00	10.6	0.8141	0.19	4.57	0.0134
60	0.010	57.00	9.6	0.7364	0.17	4.52	0.0131
65	0.010	60.00	8.6	0.6650	0.16	4.47	0.0128
70	0.010	63.00	7.8	0.5992	0.14	4.43	0.0126
75	0.010	66.00	7.0	0.5388	0.13	4.39	0.0124
80	0.010	69.00	6.3	0.4833	0.12	4.35	0.0122
85	0.010	72.00	5.6	0.4324	0.10	4.31	0.0120
90	0.010	75.00	5.0	0.3857	0.09	4.28	0.0119
95	0.010	78.00	4.5	0.3429	0.08	4.25	0.0117
100	0.010	81.00	3.9	0.3038	0.07	4.22	0.0116
105	0.010	84.00	3.5	0.2679	0.07	4.20	0.0114
110	0.010	87.00	3.1	0.2352	0.06	4.17	0.0113
115	0.010	90.00	2.7	0.2052	0.05	4.15	0.0112
120	0.010	93.00	2.3	0.1779	0.04	4.13	0.0111
125	0.010	96.00	2.0	0.1529	0.04	4.11	0.0110
130	0.010	99.00	1.7	0.1301	0.03	4.10	0.0109
135	0.010	102.00	1.4	0.1093	0.03	4.08	0.0108
140	0.010	105.00	1.2	0.0903	0.02	4.07	0.0107
145	0.010	108.00	0.9	0.0730	0.02	4.05	0.0107
150	0.010	111.00	0.7	0.0573	0.01	4.04	0.0106
155	0.010	114.00	0.6	0.0429	0.01	4.03	0.0106
160	0.010	117.00	0.4	0.0298	0.01	4.02	0.0105
165	0.010	120.00	0.2	0.0179	0.00	4.01	0.0105
170	0.010	123.00	0.1	0.0071	0.00	4.01	0.0104
175	0.010	126.00	0.0	-0.0028	0.00	4.00	0.0104

Dopo 175 minuti (2 ore e 55 minuti) la vasca drenante risulta vuota.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
39 di 41

8. SIFONE CANALE DI SOMMACAMPAGNA

L'interferenza tra la viabilità di progetto e il Canale Consortile di Sommacampagna viene risolta mediante la realizzazione di un nuovo sifone, posizionato ad una quota inferiore rispetto al manufatto attuale in considerazione dell'approfondimento della livelletta di progetto. Sul lato est del sifone, viene inoltre prevista una rampa di discesa per l'accesso al sifone dei mezzi di manutenzione, richiesta dal Consorzio di Bonifica.

Il sifone è costituito da una canna rettangolare di dimensioni 6m x 2m. A monte viene realizzato uno scivolo di imbocco a sezione rettangolare di larghezza pari a 6 m e altezza variabile (minimo 3,17 m).

La portata del canale, fornita dal Consorzio di Bonifica Veronese, è pari a 16 m³/s.

La verifica del sifone si effettua calcolando le perdite di carico (distribuite e localizzate) e verificando che il sovrizzo causato da tali perdite nella sezione di monte rimanga contenuto nelle sponde.

Le formule per il calcolo delle perdite sono le seguenti:

- Perdite localizzate per cambio sezione: $L_1 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$
- Perdite localizzate per imbocco: $L_2 = 0,5 \frac{v^2}{2g}$
- Perdite distribuite: $L_3 = l \cdot \left(\frac{v}{K_s}\right)^2 \cdot (R_h)^{-4/3}$

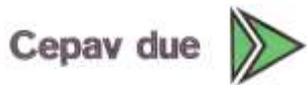
Nelle quali: v_1 è la velocità nel canale di monte, v_2 è la velocità nella sezione rettangolare, v è la velocità all'interno del sifone, l la lunghezza del sifone, K_s è il coefficiente di Strickler, R_h il raggio idraulico.

Seguono le tabelle di calcolo.

CANALE SOMMACAMPAGNA SEZ TIPO 1		CANALE RETTANGOLARE		SIFONE	
p=	0.00012 m/m	b=	6.00 m	b=	6.00 m
b=	4.00 m	h=	5.00 m	h=	2.00 m
h=	2.50 m	A=	30.00 m ²	A=	12.00 m ²
p sponde	1.25 b/h	Rh=	1.364 m	v=	1.375 m/s
A=	17.81 m ²	v=	0.550 m/s	Rh=	0.750 m
P=	12.00 m			L=	20 m
Rh=	1.484 m				
Ks=	65 m ^{1/3} /s				
v=	0.926 m/s				
Q=	16.50 m ³ /s				

CALCOLO PERDITE DI CARICO		
L1=	0.00722 m	cambio sezione
L2=	0.04819 m	imbocco sifone
L3=	0.08487 m	perdite distribuite sifone
L=	0.14028 m	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RI SLZ1 06 001

Rev.
A

Foglio
41 di 41

Dalle caratteristiche della sezione attuale del Canale, fornite dal Consorzio, larghezza del fondo pari a 4 m, altezza delle sponde 3 m (con pendenza b/h pari a 1,25 m/m), si ottiene, per la portata di progetto, un'altezza idrica di circa 2,50 m, con un franco quindi pari a 50 cm.

Il calcolo delle perdite di carico ha fornito un valore per il sovrizzo del pelo libero a monte pari a 14 cm e risulta quindi contenuto nella sezione esistente.

9. CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica accompagna il progetto esecutivo delle opere di competenza AV/AC che riguardano l'intervento di realizzazione di un sottopasso stradale, denominato SLZ1, che interferisce con il tracciato ferroviario di progetto alla prog. km 149+888,702.

Il sistema di raccolta prevede la disposizione di pozzetti caditoia su entrambi i cigli delle rampe del sottopasso, come rappresentato nella PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA (Rif. [1]).

Le tubazioni utilizzate sono in PVC, protette da bauletto in cls Rck25 con rete elettrosaldata sui fianchi e in estradosso Ø8/15x15 mm, con diametri variabili da 200 mm a 400 mm, e sono verificate per un tempo di ritorno di 25 anni con un riempimento massimo pari al 70%.

I pozzetti e le tubazioni sono rappresentate nell'elaborato PARTICOLARI COSTRUTTIVI (Rif. [11]).

Le acque meteoriche raccolte dalla viabilità principale sono convogliate all'interno di una vasca di accumulo e rilancio, suddivisa in due settori, uno per la prima pioggia (volume utile necessario 21 m³) e uno per la seconda pioggia (volume utile 193,70 m³). Una pompa da 10 l/s (prevalenza 17,50 m) rilancia l'acqua di prima pioggia a un disoleatore, dal quale, dopo il trattamento, viene inviata alla vasca drenante. Un'altra pompa da 10 l/s invia l'acqua di seconda pioggia direttamente alla vasca drenante. Ciascuna delle due pompe è affiancata da un'altra pompa di riserva di uguali caratteristiche, che funziona in alternanza.

Per le dimensioni e le specifiche della vasca di accumulo si rimanda agli elaborati CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE (Rif. [8] e Rif. [10]).

Il recapito finale è costituito da una vasca drenante di volume utile 20,59 m³.

Lungo il parcheggio nel tratto a nord e lungo la pista ciclopedonale è prevista la posa di un canale in calcestruzzo 20x20 cm con griglia in ghisa. Tutte le canalette scaricano nel sistema di drenaggio e smaltimento relativo all'asse principale dell'intervento SLZ1.