

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO  
TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

**Idrologia e Idraulica**

**Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali**

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 29 RI ID0002 013 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau	10.2018	F.Lasaponara	10.2018	T.Paoletti	10.2018	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Ardini N° 16362 del 1/10/18 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
B	Emissione Esecutiva	F. Serrau	05.2020	F.Lasaponara	05.2020	T.Paoletti	05.2020	

File: NR1J 01 D29 RIID 0002 013 B

n. Elab.: 154

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</p>												
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01</td> <td>D 29 RI</td> <td>ID 0002 013</td> <td>B</td> <td>2 di 46</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	2 di 46
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	2 di 46								

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1	DOCUMENTI CORRELATI .....	5
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DRENAGGIO DI STAZIONE</b> .....	<b>9</b>
4.1	PREMESSE GENERALI .....	9
4.2	STAZIONE DI ANGUILLARA .....	11
4.3	STAZIONE DI VIGNA DI VALLE.....	13
4.4	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA .....	14
4.5	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO .....	17
4.6	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	18
<b>5</b>	<b>DRENAGGIO DEI PARCHEGGI</b> .....	<b>20</b>
5.1	INVARIANZA IDRAULICA .....	20
5.2	PARCHEGGIO DI ANGUILLARA .....	25
5.3	PARCHEGGIO DI VIGNA DI VALLE .....	29
<b>6</b>	<b>DRENAGGIO DI PIAZZALI</b> .....	<b>33</b>
6.1	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA.....	33
6.2	INVARIANZA IDRAULICA .....	34
6.3	FABBRICATO TECNOLOGICO FA01 AL KM 30+380.....	34
6.4	FABBRICATO TECNOLOGICO FA02 AL KM 35+900.....	37
6.5	FABBRICATO TECNOLOGICO FA03 AL KM 38+400.....	38
<b>7</b>	<b>TRATTAMENTO DI PRIMA PIOGGIA</b> .....	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>TABELLE DI DIMENSIONAMENTO</b> .....	<b>41</b>
8.1	DIMENSIONAMENTO CANALETTE STAZIONE VIGNA DI VALLE .....	41
8.2	DIMENSIONAMENTO PARCHEGGIO VIGNA DI VALLE.....	41
8.3	DIMENSIONAMENTO CANALETTE STAZIONE DI ANGUILLARA .....	43
8.4	DIMENSIONAMENTO PARCHEGGIO DI ANGUILLARA .....	44
8.5	DIMENSIONAMENTO FABBRICATO FA01 .....	45
8.6	DIMENSIONAMENTO FABBRICATO FA02 .....	45
8.7	DIMENSIONAMENTO FABBRICATO FA03 .....	46

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>												
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01</td> <td>D 29 RI</td> <td>ID 0002 013</td> <td>B</td> <td>3 di 46</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	3 di 46
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	3 di 46								

## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1-1 - INQUADRAMENTO PLANIMETRICO .....	4
FIGURA 4-1: DETTAGLIO DRENAGGIO NELLE BANCHINE DI STAZIONE. ....	10
FIGURA 4-2: COLLOCAZIONE VANO POMPE IN STAZIONE. ....	12
FIGURA 4-3: IDENTIFICAZIONE VANO DI ACCUMULO VIGNA DI VALLE. ....	13
FIGURA 4-4: RISULTATI DELL'INTERPOLAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (3) CON LA CLASSICA ESPRESSIONE A DUE PARAMETRI (1) PER PRECIPITAZIONI CARATTERIZZATE DA UN TEMPO DI RITORNO PARI A 100 ANNI. ....	18
FIGURA 5-1: COLLOCAZIONE PARCHEGGIO DI ANGUILLARA. ....	25
FIGURA 6-1: STRALCIO PLANIMETRIA DI DRENAGGIO FABBRICATO FA01. ....	35
FIGURA 6-2: STRALCIO PLANIMETRIA DI DRENAGGIO FABBRICATO FA02. ....	38
FIGURA 6-3: STRALCIO PLANIMETRIA DI DRENAGGIO FABBRICATO FA03. ....	39

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 4 di 46

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo del corpo stradale ferroviario, planimetrie di tracciato, inquadramento schematico delle opere lungo linea e relative sezioni tipologiche connesso alla realizzazione del raddoppio della ferrovia Roma - Viterbo nella tratta extraurbana tra la stazione di Cesano di Roma e la stazione di Vigna di Valle, da progr. Km 27+811 a progr. Km 39+280, con relativa eliminazione dei passaggi a livello (Figura 1-1).



**Figura 1-1 - Inquadramento planimetrico**

Il progetto nel suo complesso è volto a dotare la parte nord della Regione Lazio (Province di Roma e Viterbo) di una ferrovia con caratteristiche di linea metropolitana. Il bacino di utenza è caratterizzato dai residenti della parte nord-ovest del Comune di Roma (Località Cesano), e da una serie di comuni quali, Anguillara Sabazia, Bracciano, Manziana.

L'intervento prevede il raddoppio della linea per fasi, realizzando un primo nuovo binario alla distanza iniziale di 5,50 m dal binario attuale, prevedendo lo spostamento dell'esercizio su tale nuovo binario (futuro binario dispari), il rifacimento della sede esistente (compreso il sub ballast) e la realizzazione del nuovo binario pari con interasse finale di 4,00 m.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 5 di 46</p>

I ponticelli e i tombini al di sotto del binario esistente, verranno demoliti e ricostruiti secondo la normativa ad oggi vigente e secondo il nuovo carico assiale e la velocità di progetto, garantendo lo stesso standard sia per il binario pari sia per il dispari; l'idraulica di piattaforma sarà predisposta anche sul lato binario esistente (futuro pari), attualmente assente.

Si prevede inoltre la soppressione di tutti i Passaggi a Livello ancora in esercizio lungo la tratta, e la realizzazione di opere viarie sostitutive per l'attraversamento della ferrovia mediante sovrappassi della linea ferroviaria (NV01, NV03 e NV04), oltre che l'adeguamento del sottovia già realizzato (NV05) per adeguarlo al raddoppio della linea.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei piazzali e delle due stazioni ferroviarie di Anguillara e di Vigna di Valle. La progettazione è stata svolta sulla base del metodo di calcolo scelto per il dimensionamento del sistema di drenaggio e delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI in riferimento alla portata di progetto, le quali recano le seguenti disposizioni:

d) Rete smaltimento acque meteoriche nuova viabilità:

- nuova viabilità  $T_r = 25$  anni.

La Normativa Regionale sull'Invarianza idraulica, rif. DGR n.117 del 24/03/2020 impone la verifica dei volumi di accumulo per invarianza idraulica con tempo di ritorno di 30 anni.

## 1.1 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti associati alla presente Relazione

- Stazione di Anguillara - Planimetria di drenaggio - NR1J01D29P8ID0002001B;
- Stazione di Vigna di Valle - Planimetria di drenaggio - NR1J01D29P8ID0002002B;
- Parcheggio Stazione di Anguillara - Planimetria di drenaggio - NR1J01D29P8ID0002003B;
- Opere tipo di drenaggio Stazioni e Piazzali - NR1J01D29BZID0002005B;

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21/01/2019, n.7 – "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018";
- Decreto ministeriale 4 aprile 2014 "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto";

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 6 di 46

- Circolare Min. LL.PP. n. 11633/74 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque”;
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”
- D. Lgs. 16/01/2008 n. 4 “Codice dell’Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.Lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 08/05/1904, N. 368 “Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi;
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- D.M. 12/12/1985 - “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 – “Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 05/05/1966 n.2136 – “Istruzioni sull’impiego delle tubazioni in acciaio saldate nelle costruzioni degli acquedotti”;
- D.M. 16/06/2008, n. 131 – “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- Manuale di progettazione di RFI – 2019 - parte II – sezione 3, Corpo stradale;
- Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Autorità Bacini Regionali del Lazio, Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n.17 del 04/04/2012 e al D.P.C.M. 29 settembre 1998;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto dal Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale, approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 03/03/2016;
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio adottato con la deliberazione n.819 del 28/12/2016 e aggiornamento delle Norme Tecniche di Attuazione del 23/11/2018 con delibera consiliare n.18;
- “Linee guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali” – Allegato A alla Dgr Regione Lazio 37/2020

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	7 di 46

### 3 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE

Per la definizione delle portate transanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo cinematico, a partire dalle leggi statistiche di possibilità pluviometrica, relative ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per la piattaforma stradale. Per il drenaggio delle banchine ferroviarie è stato utilizzato un tempo di ritorno pari a 100 anni.

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi riportata nella relazione idrologica annessa (NR1J01D29RIID0001001A), facente parte degli elaborati progettuali relativi al "Progetto definitivo – Raddoppio Cesano – Vigna di Valle".

Nel seguito vengono riportati i risultati dell'analisi idrologica utilizzati per i dimensionamenti e le verifiche riportate nella presente relazione.

Dall'analisi statistica dei parametri che definiscono l'intensità di precipitazione, mediati tra le due zone omogenee (A10 e B42) in cui ricadono gli interventi di progetto, si ottengono i seguenti parametri che definiscono l'intensità di precipitazione come:

$$i_t(T_r) = \frac{a_i(T_r)}{(b + t)^m}$$

<b>Tr – 25 anni</b>	
a	69.554
b	0.134
m	0.730

<b>Tr – 100 anni</b>	
a	96.613
b	0.134
m	0.730

<b>Tr – 30 anni</b>	
a	73.043
b	0.134
m	0.730

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 8 di 46

Poiché la Normativa Regionale vigente sull'invarianza idraulica si riferisce a curve a due parametri, si è proceduto ad interpolare nel piano logaritmico i risultati prodotti dall'equazione sopra riportata per durate superiori all'ora. Questa interpolazione, che permette di non sovrastimare eccessivamente gli scrosci di pioggia, produce per un tempo di ritorno pari a 30 anni i parametri:

- $a = 66.63 \text{ mm/h}$
- $n = 0.457$

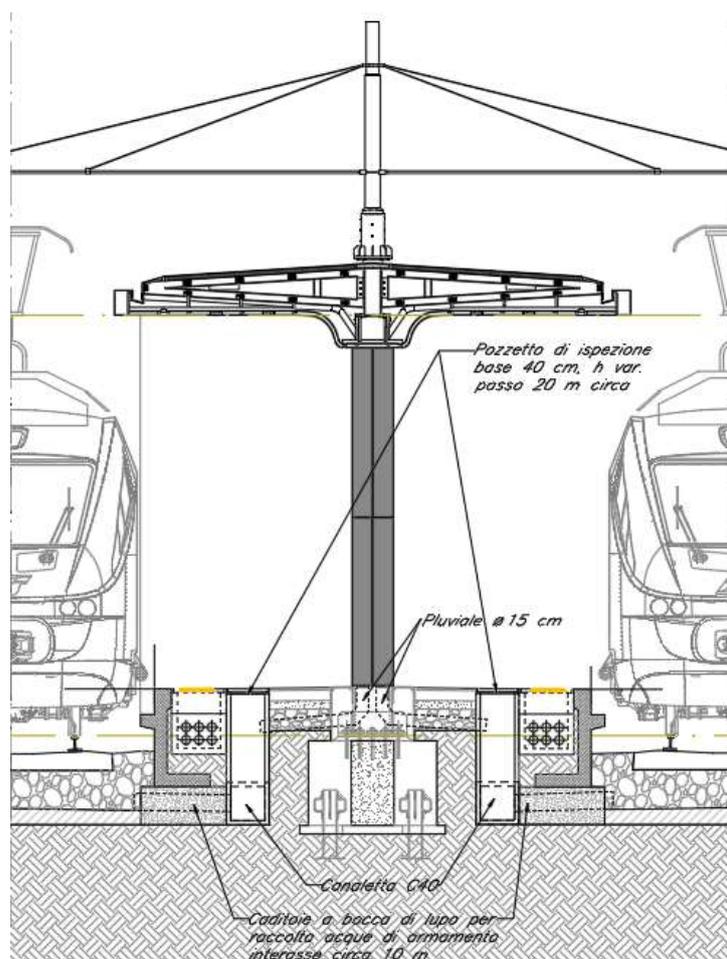
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 9 di 46

## 4 DRENAGGIO DI STAZIONE

### 4.1 PREMESSE GENERALI

Il drenaggio di stazione, per quanto concerne la parte di armamento e banchina, viene realizzato con delle canalette di dimensioni interne 40x40 cm, collocate sotto banchina. Le acque di armamento recapitano al suo interno tramite delle bocche di lupo con interasse di 10 m circa e tubo di diametro 20 cm in PVC, comunque con interasse dimezzato rispetto ai pozzetti di ispezione (Figura 4-1).

Le pensiline ferroviarie sono dotate di grondaia che grazie a dei pluviali  $\Phi 150$  mm in acciaio convogliano le acque meteoriche al suolo nei pozzetti di ispezione sopra citati posti tra le fondazioni delle pensiline e le polifore.



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 10 di 46

**Figura 4-1: Dettaglio drenaggio nelle banchine di stazione.**

Essendo parte integrante del sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche di stazione deve rispettare gli stessi criteri progettuali considerati per tutto il corpo stradale ferroviario. In particolare, i due aspetti più importanti sono:

- Il calcolo delle massime altezze di piogge con tempi di ritorno pari 100 anni;
- Il rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Per uniformità rispetto al dimensionamento delle opere di drenaggio ferroviario, il metodo di trasformazione affluss-deflussi adottato nelle verifiche è quello dell'invaso. Per maggiori dettagli riguardo al rispetto dell'invarianza idraulica, essendo tale aspetto governato dal comportamento globale della rete di smaltimento delle acque meteoriche, si rimanda alla relazione del drenaggio ferroviario (elaborato NR1J01D29RIID0002002B) nella quale è stato riportato il dimensionamento delle canalette di stazione nel contesto di tutto il corpo stradale ferroviario e per poi definire gli effetti delle opere di progetto sulle portate scaricate per ognuno dei recapiti individuati.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 11 di 46

#### 4.2 STAZIONE DI ANGUILLARA

La stazione di Anguillara è collocata tra le progressive ferroviarie 30+495.61 e 30+745.61, il presente progetto prevede la conversione da fermata a stazione ferroviaria. Le canalette di stazione sono un sistema separato dal drenaggio ferroviario. La sezione iniziale delle canalette, posizionata secondo la logica descritta al paragrafo precedente, si trova ad est del blocco di stazione, la quota di scorrimento di atterra su 165.56 m, prosegue verso ovest con una pendenza dello 0.08%. Dopo il sottopasso pedonale (collocato alla progressiva km 30+610) le quattro canalette proseguono verso ovest con un salto di fondo di 50 cm, arrivando a recapito nell'IN06 – Fosso della Casaccia a quota 164.43 m. Le porzioni di banchina ad ovest dell'IN06 hanno verso di scorrimento opposto, per consentire di mantenere lo stesso recapito, assegnato a 163.90 m.

Il sottopasso pedonale è dotato di 4 vani scala e 3 ascensori. In linea con quanto prescritto dal manuale di Progettazione RFI sono state inserite canalette grigliate sia in testa (se collocate in banchina) sia ai piedi delle scale ed una canaletta continua lungo tutto il lato est del sottopasso.

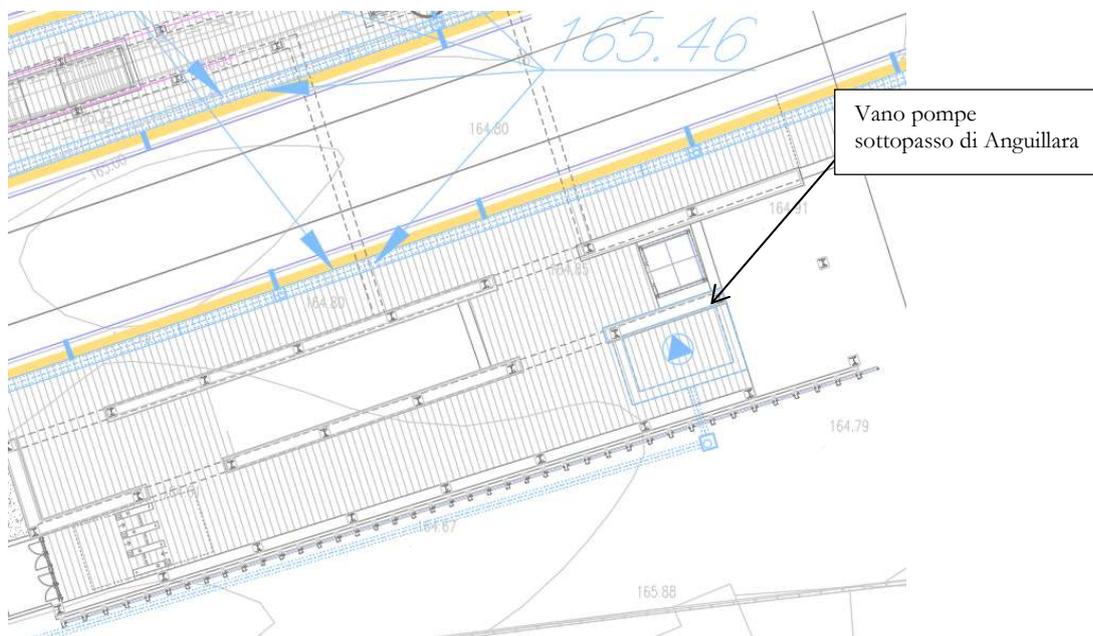
Il sistema di drenaggio interno al sottopasso recapita le acque all'interno del vano pompe (Figura 4-2), il quale solleva le acque verso l'esterno del corpo della stazione, al fine di mandare a scarico sul fosso della Casaccia.

La stima della quantità d'acqua da allontanare non può essere correlata direttamente all'entità della precipitazione perché tanto il corridoio sotterraneo di collegamento quanto le rampe di raccordo con le banchine ferroviarie sono coperti. La dotazione dell'impianto è tuttavia prevista per evacuare quanto raggiunge il corridoio pedonale e la pista ciclabile per afflussi meteorici anche sottovento, gocciolamento portato dall'utenza o da scioglimento nevoso.

La quota di fondo del vano pompe è di 159.87 m, la prevalenza geodetica risulta di 7.33 m. Si prevede l'inserimento di una pompa più una di riserva, entrambe da 5 l/s. L'accesso alle opere installate sarà garantito da un grigliato elettrosaldato a maglie di dimensioni 25 x 76 mm fissato a muro con profilato metallico.

Tutti i dimensionamenti delle componenti idrauliche di progetto sono state impostate con un certo margine di sicurezza. È tuttavia consigliata la periodica ispezione del sistema per prevenire i disagi all'utenza, derivanti dal cattivo funzionamento dei dispositivi di drenaggio.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 12 di 46



**Figura 4-2: Collocazione vano pompe in Stazione.**

All'esterno del corpo di stazione è prevista una passerella pedonale per l'accesso da sud alla stazione. Sono state inserite delle canalette grigliate sulla rampa di accesso, le quali sono state collegate alla tubazione in uscita dall'impianto di sollevamento. Le griglie recapitano in pozzetti posti all'esterno della rampa tramite dei pluviali. In corrispondenza del fabbricato viaggiatori è stata prevista una tubazione in PVC DN400 che con dei pozzetti intercetta e manda a recapito le acque dei pluviali dell'edificio.

Si rimanda all'elaborato NR1J01D29P8ID0002001B per il dettaglio grafico del drenaggio di stazione.

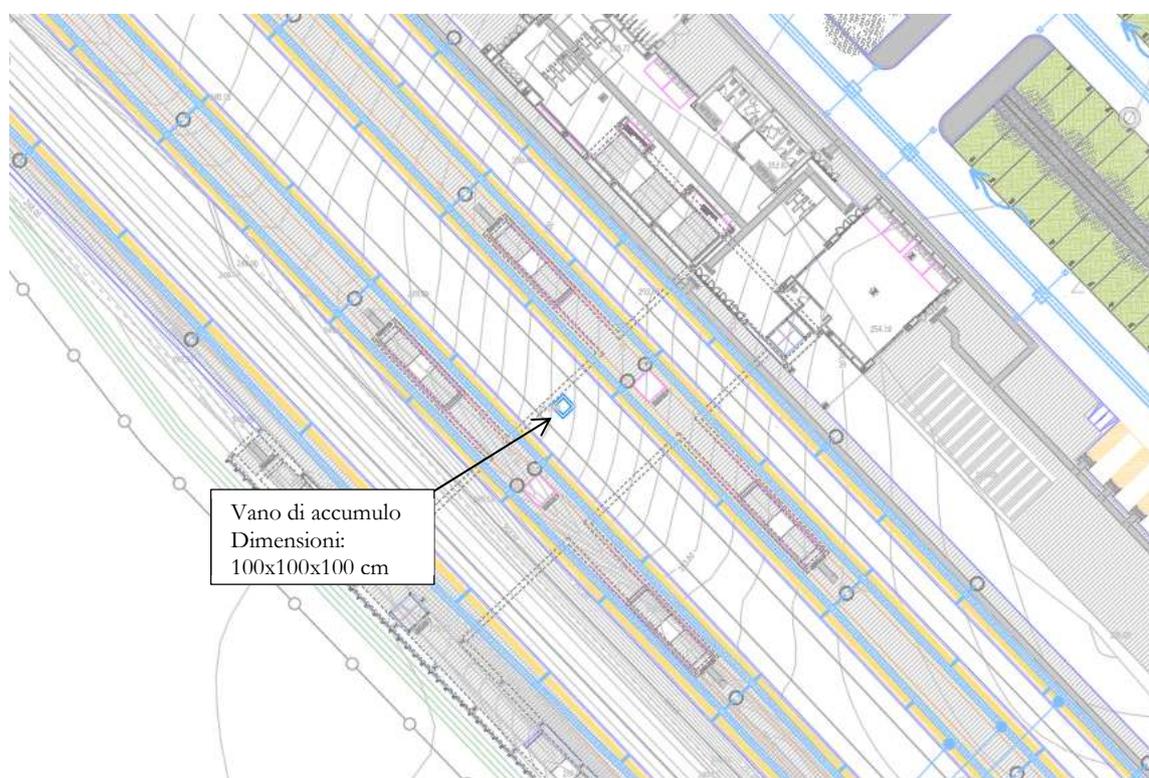
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 13 di 46

### 4.3 STAZIONE DI VIGNA DI VALLE

La stazione di Vigna di Valle è posizionata tra le progressive km 38+381.23 e 38+631.23.

Anche in questo caso le canalette di banchina hanno un'unica direzione di drenaggio est-ovest, la quota di scorrimento di partenza è di 250.57 e procedono verso ovest con una pendenza dello 0.08%. Dopo il sottopasso di stazione (alla progressiva km 38+488) le canalette effettuano un salto di fondo da 250.46 a 249.96 m, andando a recapito al tombino IN26 con una pendenza dello 0.5% e quota 249.29 m.

Il sottopasso pedonale è dotato di 7 vani scala e 4 ascensori; in linea con quanto prescritto dal manuale di Progettazione RFI sono state inserite canalette grigliate sia in testa (se collocate in banchina) sia ai piedi delle scale, inclusa una canaletta grigliata continua posta lungo tutto il lato est del sottopasso. Il sistema di drenaggio interno al sottopasso recapita le acque all'interno del vano di accumulo di volume utile 1 m<sup>3</sup> (Figura 4-3), il cui svuotamento avverrà in maniera manuale. L'accesso alle opere installate sarà garantito da un grigliato elettrosaldato a maglie di dimensioni 25 x 76 mm fissato a muro con profilato metallico.



**Figura 4-3: Identificazione vano di accumulo Vigna di Valle.**

Si rimanda all'elaborato NR1J01D29P8ID0002002B per i dettagli grafici del drenaggio di stazione.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 14 di 46

#### 4.4 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

- autonomo, significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- sincrono, significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà, nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle.

Il metodo empirico dell'invaso tiene quindi conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete, permettendo di valutare i naturali effetti di laminazione prodotti dagli elementi di progetto.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con  $p$ , mentre  $I$  indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo. Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con  $\varphi$  l'aliquota che defluisce sul terreno bisogna tenere conto che tale valore dipende dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione.  $\varphi$  prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino ( $A$ ) e per l'intensità di pioggia ( $I$ ) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Nel tempo  $dt$  il volume d'acqua affluito sarà  $p \cdot dt$ , mentre nell'istante  $t$  nella rete di drenaggio defluirà, una portata  $q$ , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo  $dt$  è pari a  $p \cdot dt$  e quello che defluisce è  $q \cdot dt$ , la differenza, che indicheremo con  $dw$ , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw \quad (2)$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 15 di 46</p>

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata  $q$  può essere considerata costante, le variabili da determinare sono  $q(t)$ ,  $w(t)$ , e  $t$ , per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando  $q$  o  $w$ .

Tuttavia valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata  $t$ , il problema di progetto si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia  $I$ .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia ( $I$ ) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ( $q = 0$  per  $t = 0$ ) considerando:

una relazione lineare tra il volume  $w$  immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica  $\omega$ :

$$\frac{w}{\omega} = \frac{W}{\Omega} = \text{cost} \quad (3)$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$\frac{q}{\omega} = \frac{Q}{\Omega} = \text{cost} \quad (4)$$

( $Q$  portata a monte della sezione,  $\Omega$  area della sezione a monte)

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q} \Rightarrow dw = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (5)$$

Sostituendo l'Eq. (5) nella (2), l'equazione di continuità diviene:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (6)$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 16 di 46</p>

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt} \quad (7)$$

L'integrazione dell'Eq. (7) consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, e quindi di stimare l'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo  $T$  il tempo necessario per passare da  $q = 0$  a  $q = q_{max}$ , e  $t_r$  il tempo di riempimento, si avrà:

- un canale adeguato se  $T \leq t_r$ ,
- un canale insufficiente se  $T > t_r$ .

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo  $T = t_r$ , ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione.

Introducendo infine una curva di possibilità pluviometrica del tipo descritto dall'Eq. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e imponendo la relazione  $T = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad (8)$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in  $l/s \cdot ha$ ,  $\varphi$  è il coefficiente di afflusso,  $w$  è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in  $m^3/m^2$ ,  $a$  ed  $n$  sono i coefficienti della curva di probabilità pluviometrica per durate inferiori all'ora – vista l'estensione dei bacini – e per tempo di ritorno pari a 25 anni,  $k$  un coefficiente che assume il valore di  $2168 \cdot n$  [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]. Poiché non esiste un'espressione analitica del coefficiente udometrico secondo il metodo dell'invaso per curve di pioggia diverse dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si è proceduto ad interpolare nel piano logaritmico i risultati prodotti dall'Eq **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** per durate inferiori all'ora. Questa interpolazione, che permette di non sovrastimare eccessivamente gli scrosci di pioggia, produce per un tempo di ritorno pari a 100 anni i parametri:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 17 di 46</p>

- $a = 88.14 \text{ mm/h}$
- $n = 0.458$

In Figura 4-4 si riporta il risultato dell'interpolazione appena descritta per precipitazioni caratterizzate da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è quindi:

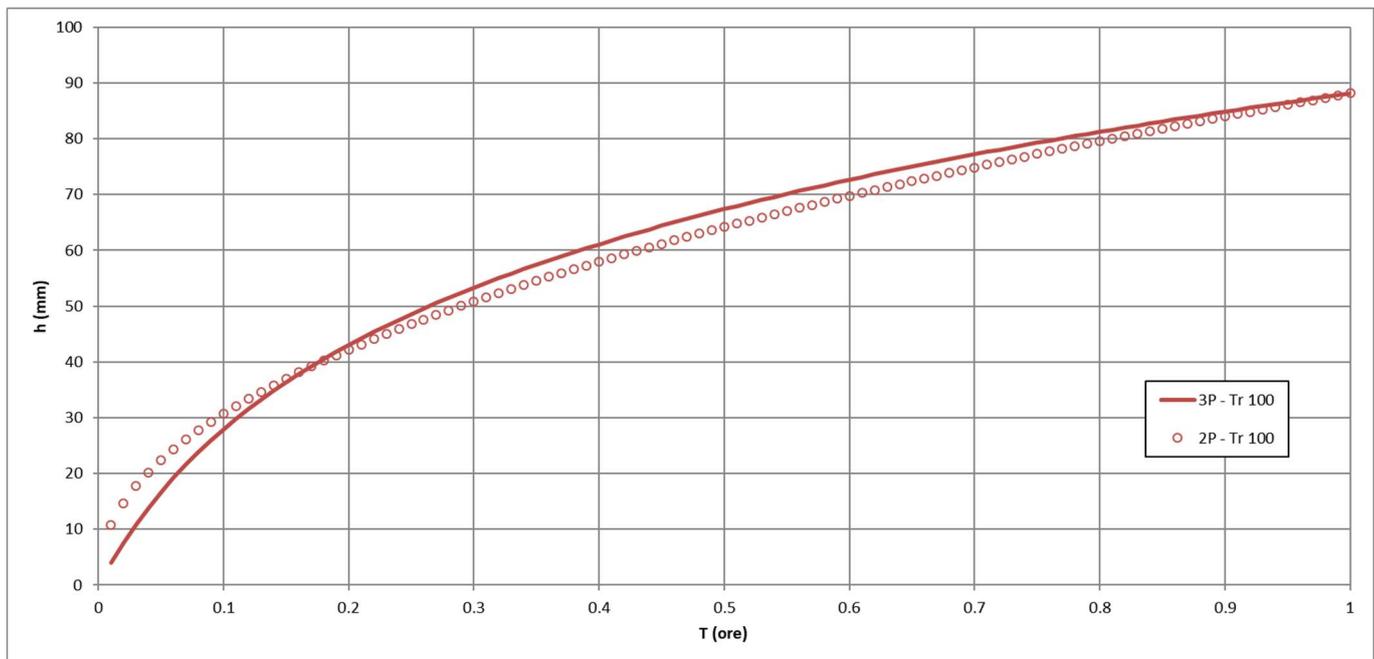
$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{n-1}} \quad (9)$$

#### 4.5 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per le opere di drenaggio a corredo del corpo ferroviario (fossi di guardia, cunetta rettangolare di piattaforma) sono stati assunti cautelativamente i seguenti coefficienti di deflusso:

Ubicazione	Coefficiente C
Piattaforma ferroviaria	0.90
Scarpata in scavo	0.60
Rilevato ferroviario	0.60
Area esterna a verde	0.40

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 18 di 46



**Figura 4-4: risultati dell'interpolazione della curva di possibilità pluviometrica** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. **con la classica espressione a due parametri** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. **per precipitazioni caratterizzate da un tempo di ritorno pari a 100 anni**

Il coefficiente di deflusso medio è stato definito con media pesata sulle aree coinvolte nel calcolo, secondo la seguente relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot S_i}{S_{tot}}$$

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Negli elaborati specifici (Planimetria idraulica in scala 1 : 2'000) sono indicate le tipologie idrauliche con la loro ubicazione e dimensione.

#### 4.6 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Per la verifica delle opere di drenaggio proposte sono stati calcolati i massimi livelli idrici in funzione delle portate afferenti, avvalendosi della formula di Manning-Strickler, secondo la quale, il flusso di moto uniforme in condizione di deflusso libero, la velocità media in una sezione di pendenza  $i$ , raggio idraulico  $R_i$  e coefficiente di scabrezza  $K_s$  sono correlati dal seguente rapporto:

$$V = K_s \cdot R_i^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

$V$  velocità media del flusso in [m/s]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 19 di 46</p>

$K_s$  coefficiente di scabrezza [ $m^{1/3}s^{-1}$ ]

$R$ , raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica ( $m^2$ ) e perimetro bagnato ( $m$ ))

$i$  pendenza longitudinale del tratto ( $m/m$ )

Per le verifiche idrauliche è stato assunto un coefficiente di scabrezza per opere rivestite in calcestruzzo pari a  $K_s = 67$  ( $m^{1/3}/s$ ).

Portata e velocità sono poi legate dalla seguente equazione di continuità:

$$Q = V \cdot A$$

dove:

$Q$  = portata in [ $m^3/s$ ]

$A$  = area liquida in [ $m^2$ ]

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 20 di 46

## 5 DRENAGGIO DEI PARCHEGGI

### 5.1 INVARIANZA IDRAULICA

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato nell'ottica di contenere il più possibile l'incremento dei deflussi meteorici superficiali dovuto all'impermeabilizzazione di ampie aree, ad oggi destinate a verde e/o coltivazione. Tale scelta, oltre ad essere in linea con le più recenti indicazioni locali e nazionali per la gestione del territorio e la il contenimento del rischio idro-geologico, risulta necessaria per l'incertezza legata alla capacità ricettiva dei recapiti disponibili nella aree adiacenti gli interventi.

Per garantire quindi una riduzione delle portate meteoriche, le reti di drenaggio saranno caratterizzate da una parta o dalla totalità dei collettori dimensionati non già per la capacità di convogliare le portate, ma quanto per la necessità di accumulare temporaneamente determinati volumi di acqua così da laminare i colmi di portata. In questa configurazione, i livelli nelle condotte saranno sostenuti da un apposito petto sfiorante dotato di una bocca tarata alla base.

La Normativa Regionale che disciplina quanto riportato fa riferimento all'allegato A alla Dgr. 37/2020. Le trasformazioni dell'uso del suolo, a cui si farà esplicito riferimento, saranno quelle alle quali sarà imputabile una "non trascurabile" riduzione di permeabilità superficiale (classi di intervento), ovvero "un'apprezzabile" impermeabilizzazione potenziale, delle superfici interessate dalle trasformazioni medesime.

Le "soglie dimensionali", in ordine alle quali differenziare le varie classi di intervento a cui è eventualmente associabile un determinato grado di impermeabilizzazione delle superfici da esso interessate, sono definite, nella tabella seguente:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	21 di 46

Tabella I - classificazione degli interventi di trasformazione dell'uso del suolo ai fini dell'invarianza idraulica	
CLASSI DI INTERVENTO	SOGLIE DIMENSIONALI
1) <b>Trascurabile</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione <b>inferiore a 0,1 ha</b> (1.000 m <sup>2</sup> )
2) <b>Modesta</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione <b>maggiore di 0,1 ha</b> (1.000 m <sup>2</sup> ) ed <b>inferiore ad 1 ha</b> (10.000 m <sup>2</sup> )
3) <b>Significativa</b> impermeabilizzazione potenziale	- Intervento su superfici di estensione <b>maggiore di 1 ha</b> (10.000 m <sup>2</sup> ) ed <b>inferiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ); - Interventi su superfici di estensione <b>superiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ) con <b>Imp<sup>(*)</sup> &lt; 0,3</b>
4) <b>Marcata</b> impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici di estensione <b>superiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ) con <b>Imp<sup>(*)</sup> &gt; 0,3</b>

Il volume minimo d'invaso atto a garantire l'invarianza idraulica, in termini di portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di singolo intervento) e recapitate nei corpi idrici ricettori di valle, è stabilito dalla seguente espressione, ricavata dal "metodo dell'invaso":

$$w = w^{\circ} \times \left(\frac{\varphi}{\varphi^{\circ}}\right)^{\frac{1}{1-n}} - (15 \times I) - (w^{\circ} \times P) \quad [1]$$

nella quale:

- $w^{\circ} = 100 \div 150$  mc/ha : volume di riferimento da assumersi nei territori di "bonifica";
- $w^{\circ} = 50$  mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori "non impermeabilizzati in ambito urbano";
- $w^{\circ} = 15$  mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori "impermeabilizzati in ambito urbano";
- $\varphi$  : coefficiente di deflusso post trasformazione;
- $\varphi^{\circ}$  : coefficiente di deflusso ante trasformazione;
- $n = 0,48$  : esponente delle curve di probabilità pluviometrica [ $h = a \times t^n$ ] di durata inferiore all'ora, assunto nell'ipotesi che le percentuali di pioggia oraria, precipitata nei 5, 15 e 30 minuti, siano rispettivamente il 30%, il 60% e il 75% come risulta, orientativamente, da vari studi sperimentali<sup>2</sup>;
- $I$  : quota (%) dell'area oggetto d'intervento, interessata dalla trasformazione<sup>(\*)</sup>.  
*(\*) Tale quota è comprensiva anche delle aree che seppur non pavimentate (impermeabilizzate), a seguito della trasformazione, vengono, eventualmente, sistemate e/o regolarizzate;*
- $P$  : quota (%) dell'area oggetto d'intervento, non interessata dalla trasformazione<sup>(\*)</sup>, tale che [ $I + P = 100\%$ ].  
*(\*) Tale quota è rappresentata solo da quelle aree che non vengono sistemate e/o regolarizzate né sottoposte a qualsivoglia altro tipo di intervento, anche non impermeabilizzate;*

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 22 di 46</p>

Il volume [w] misurato in [mc/ha] e ricavato applicando l'espressione [eq.], dovrà essere moltiplicato per l'area totale d'intervento [St] (superficie territoriale); questo a prescindere dalla quota [P] dell'area oggetto dell'intervento stesso, non interessata dalla trasformazione.

Per determinare i coefficienti  $\varphi^{\circ}$  e  $\varphi$  che compaiono all'interno dell'espressione, si dovrà far riferimento alle seguenti relazioni:

$$\varphi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ}$$

$$\varphi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$$

nelle quali:

- $\text{Imp}^{\circ}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **prima** della trasformazione;
- $\text{Per}^{\circ}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **prima** della trasformazione;
- $\text{Imp}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **dopo** la trasformazione;
- $\text{Per}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **dopo** la trasformazione.

Infine, richiamando quanto elencato nella Tabella 1, si stabilisce che, relativamente alle classi di intervento denominate “Significativa” e “Marcata”, è consentita l'adozione di un valore del parametro [n] anche diverso da quello indicato dalla normativa regionale, a condizione che tale valore derivi da uno specifico studio idrologico riferito al sito interessato dalla trasformazione dell'uso del suolo.

Alla luce di quanto sopra rappresentato e sempre richiamando quanto elencato nella Tabella del paragrafo precedente, si riportano i seguenti criteri:

a) nel caso di classe di intervento denominata: “Modesta impermeabilizzazione potenziale”, i volumi disponibili per la laminazione dovranno soddisfare i requisiti dimensionali di cui all'espressione [1] del paragrafo precedente, le luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi) nel corpo idrico recettore di valle non dovranno superare le dimensioni di un tubo avente un diametro pari a 200 mm e i tiranti idrici consentiti nell'invaso dovranno essere tali da non risultare maggiori di 1,00 metro;

b) nel caso di classe di intervento denominata “Significativa impermeabilizzazione potenziale”, le luci di scarico e i tiranti idrici consentiti nell'invaso, dovranno essere tali da garantire che il valore della portata massima, defluente dall'area oggetto di trasformazione dell'uso del suolo, sia pari al valore

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	23 di 46

assunto dalla stessa precedentemente all'impermeabilizzazione dell'area medesima, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

Dunque nel caso di "Significativa impermeabilizzazione potenziale" i valori di portata massima scaricata ante-operam e post-operam sono stati calcolati con il metodo razionale.

La massima portata defluente nella sezione di recapito nella configurazione ante-operam è pari a:

$$Q_{A.O.} = \frac{\varphi_{A.O.} S h 10^4}{t 3600}$$

Dove:

- $Q_{A.O.}$  è la massima portata scaricata nella configurazione ante-operam in l/s;
- $\varphi_{A.O.}$  il coefficiente di deflusso ante-operam – calcolato come da linee guida;
- S la superficie di trasformazione in ha;
- H l'altezza di precipitazione in mm – calcolata per un tempo di ritorno di 30 anni e durata pari a 2 ore;
- t la durata della precipitazione – pari a 2 ore come da indicazione delle linee guida.

da cui si ricava il coefficiente udometrico ante-operam:

$$u_{A.O.} = \frac{Q_{A.O.}}{S} \left[ \frac{l}{s ha} \right]$$

Tali valori definiscono i limiti allo scarico nella configurazione post-operam.

Successivamente viene calcolato il volume massimo  $W_e$  generato dalla superficie di trasformazione nella configurazione di progetto:

$$W_e = \frac{h \varphi_{P.O.} S 10^4}{1000} \quad [m^3]$$

Dove  $\varphi_{P.O.}$  rappresenta il coefficiente di deflusso nella configurazione post-operam calcolato come da linee guida.

Imponendo come condizione limite che il coefficiente udometrico allo scarico nella configurazione di progetto sia minore-uguale all'ante-operam:  $u_{P.O.} \leq u_{A.O.}$ , è possibile stimare il massimo volume scaricato al ricettore come:

$$W_u = \frac{u_{P.O.} S}{1000 t 3600} \quad [m^3]$$

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 24 di 46

Infine è possibile stimare il volume da invasare come differenza:

$$W_i = W_e - W_u \text{ [m}^3\text{]}$$

Per garantire l'invaso dei volumi previsti da normativa ed assicurare contemporaneamente che la portata allo scarico nel corpo ricettore sia inferiore (o al massimo uguale) alla configurazione ante-operam si prevede la realizzazione di un manufatto limitatore di portata costituito da un setto di sfioro con luce tarata; il cui dimensionamento viene rimandato ai successivi paragrafi 5.2 e 5.3.

Nelle configurazioni di progetto verrà dimostrata l'assenza interventi classificati come Marcata impermeabilizzazione potenziale.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 25 di 46

## 5.2 PARCHEGGIO DI ANGUILLARA

Il parcheggio in progetto è collocato a Nord-Est rispetto alla stazione di Anguillara (Figura 5-1) ed ha una superficie lorda di trasformazione in pianta di 6800 mq.

Il parcheggio ha pendenza est-ovest nulla e una pendenza longitudinale da nord a sud dell'1%; il sistema di drenaggio prevede l'inserimento di caditoie a griglia classe D400 con pozzetto tipo "Padova" 50x50 cm, collegate ai pozzetti passanti con tubazioni in PVC DN200 mm.

I collettori di cui si prevede la posa sono a sezione scatolare di dimensione 160x100cm e pendenza ridotta allo 0x.2% per la massimizzazione dei volumi invasabili dalla rete. Il recapito viene individuato nella rete di drenaggio esistente di via della Mainella, a monte dello scarico è stato previsto il trattamento delle acque con vasca di prima pioggia, la quale prevede un trattamento di disoleazione e sedimentazione.

La realizzazione della nuova rete viene affiancata all'intervento di adeguamento della rete di drenaggio esistente dell'attuale parcheggio della stazione, a sud di via Mainella, per garantire l'efficienza del drenaggio anche nella configurazione planimetrica rivista dell'arredo urbano di tale parcheggio.

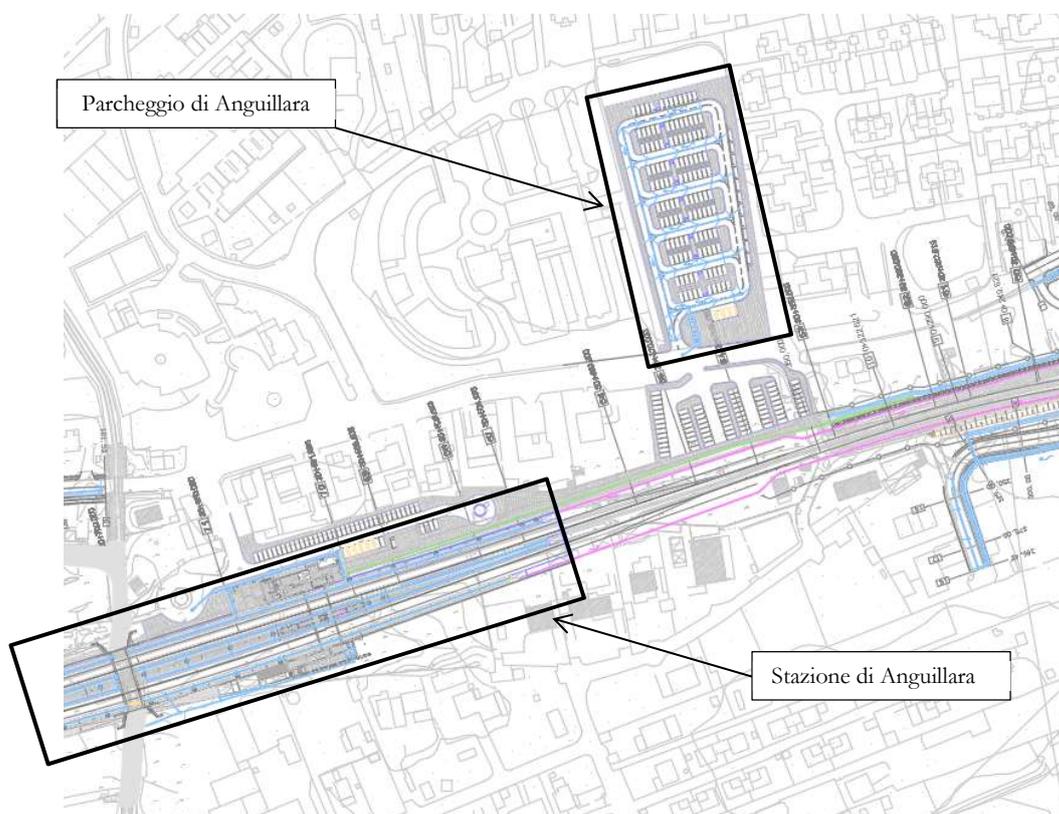


Figura 5-1: Collocazione Parcheggio di Anguillara.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	26 di 46

### Individuazione dei volumi di laminazione richiesti

Sulla base degli strumenti normativi precedentemente citati, è stato possibile ricavare il volume di laminazione richiesto per l'area in oggetto.

Simp AO	Sperm AO	Simp PO	Sperm PO
ha	ha	ha	ha
0.000	0.686	0.551	0.135

Strasformazione	Imp AO	Per AO	$\varphi$	Imp PO	Per PO	$\varphi$	CLASSI DI INTERVENTO	$\omega$	Vmin INVARIANZA
ha	%	%	%	%	%	%		m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup>
0.686	0%	100.00%	0.20	80.37%	19.63%	0.76	2-MODESTA	633.93	434.88

Avendo il parcheggio una superficie totale di 0.686 ha, il volume minimo d'invaso richiesto per la laminazione risulta pari a 435 m<sup>3</sup>. Tale volume viene invasato all'interno delle condotte di drenaggio, grazie ad un manufatto limitatore di portata, costituito da un setto di sfioro con luce tarata che sostiene i livelli nelle condotte garantendo:

- nei collettori terminali un riempimento massimo pari al 70%;
- una portata di scarico dalla luce tarata compatibile con quanto richiesto da normativa sull'invarianza (portata massima scaricata nella configurazione di progetto minore-uguale a quella nella configurazione ante-operam).

Per calcolare il volume disponibile nella rete si è così proceduto:

- Viene fissata l'altezza della soglia di sfioro in modo tale da avere un riempimento massimo del collettore in arrivo pari al 70%;
- Procedendo a ritroso dal manufatto scolmatore verso monte vengono calcolati i tiranti idrici di valle e di monte (considerando il livello nelle condotte orizzontale e pari alla quota di sfioro) tenendo conto della pendenza dei collettori;
- Dalla media dei tiranti viene calcolata l'area bagnata media, che moltiplicata per la lunghezza del collettore permette di stimarne il volume.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 27 di 46

### Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invasare volume all'interno delle condotte della rete di progetto e mantenere alto il livello idrico per sfruttare quanto più possibile la capacità residua delle, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate in uscita.

A tale scopo, prima del recapito è stato inserito, un manufatto dotato di una bocca tarata per il controllo delle portate. Il manufatto è localizzato all'interno dell'ultimo pozzetto di rete ed composto da un muretto tracimabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata sul fondo. L'altezza della soglia, rispetto al piano di scorrimento, è pari a 80 cm netti dalla quota di scorrimento della tubazione in ingresso necessari ad assicurare l'invaso massimo del 70% dei collettori in prossimità del manufatto di controllo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m<sup>3</sup>/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (10)$$

dove  $C_q$  è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca,  $A$  (m<sup>2</sup>) è l'area della luce,  $h_0$  (m) è il carico idraulico sulla bocca d'efflusso. Il valore del coefficiente di portata dipende dal valore del coefficiente di contrazione (nel caso specifico pari a 0,6), dalle dimensioni della luce (di altezza "a" e larghezza "b"), dal carico idraulico e dal tirante di valle (quindi dalle caratteristiche dello stesso efflusso, libero o rigurgitato), e può essere desunto dalla seguente figura.

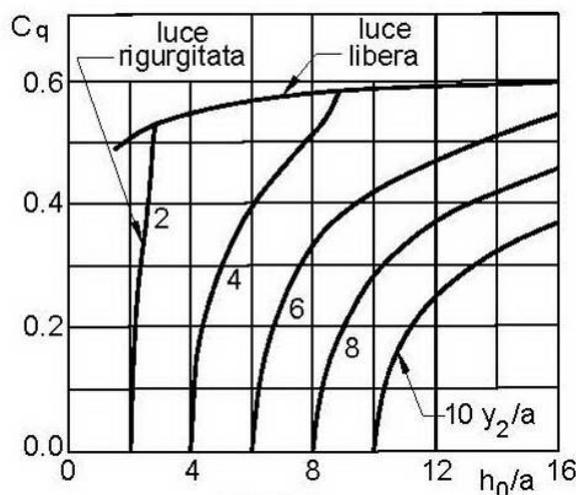


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 28 di 46

La portata massima alla scarico è stata calcolata con il metodo razionale considerando una precipitazione di 2 ore e tempo di ritorno pari a 30 anni, con riferimento alla configurazione preesistente ante-operam:

$$h_{TR=30 \text{ anni}} = a t^n = 66.636 (2)^{0.458} = 91.51 \text{ mm}$$

$$Q_{A.O} = \frac{\varphi_{A.O.} S h 10^4}{t 3600} = \frac{0.2 * 0.686 * 91.51 * 10^4}{2 * 3600} = 17.44 \text{ l/s}$$

La bocca tarata risultante avrà una dimensione minima di 10x10cm in grado di evacuare 17 l/s (imponendo  $Q_{A.O.} = Q_{P.O.}$ )

In caso di ostruzione del foro la portata in arrivo attraverserà il manufatto sfiorando la soglia. Per valutare la tracimazione dell'acqua in corrispondenza della soglia di sfioro si calcola l'efflusso a stramazzo con la formula

$$Q = L \cdot C_e \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (11)$$

dove la portata  $Q$  ( $m^3/s$ ), dipende dalla lunghezza  $L$  (m) della soglia sfiorante, dal coefficiente di deflusso  $C_e$ , che si approssima a 0.38, e dall'altezza idrometrica  $h$  (m) sulla soglia di sfioro essendo  $g$  ( $m/s^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Considerate le ridotte dimensioni della luce di fondo, per evitare l'intasamento della stessa, è stato previsto il posizionamento di una griglia immediatamente a monte; tuttavia, si ritiene comunque indispensabile programmare un'opportuna attività di manutenzione periodica (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi eccezionali) per rimuovere l'eventuale materiale depositato che potrebbe ostruire il foro o la stessa griglia.

Nel caso in cui la bocca tarata dovesse risultare occlusa, il petto sfiorante dovrà essere in grado di lasciar transitare la massima portata in arrivo dalla rete di drenaggio, stimata utilizzando la formulazione del metodo razionale con riferimento ad un evento con tempo di ritorno pari a 25 anni (tempo di ritorno di progetto per il dimensionamento della rete di drenaggio) e durata pari al tempo di corrvazione del sistema, ovvero 10 minuti:

$$h_{TR=25 \text{ anni}} = a t^n = 63.453 (10/60)^{0.458} = 27.93 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{\varphi S h 10^4}{t 3600} = \frac{0.9 * 0.686 * 27.93 * 10^4}{\frac{10}{60} * 3600} = 287.4 \text{ l/s}$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 29 di 46</p>

Nel caso in esame, la portata in arrivo al pozzetto di laminazione risulta pari a 287 l/s. Essendo la lunghezza dello sfioro pari alla larghezza interna del pozzetto (pari a 2.5 m), dall'Eq. (11) si ricava l'altezza della lama sfiorante che sarà pari a 16.7 cm che risulta minore del limite di 45 cm che provocherebbe il totale riempimento dei collettori in arrivo (scatolare 200x125).

Un'ulteriore verifica è stata fatta per il bypass della vasca di prima pioggia in condizioni di completa occlusione della luce di scarico, in queste condizioni la portata in uscita dal manufatto limitatore non sarebbe più la portata calcolata come luce sotto battente, pari a 17 l/s, ma pari alla portata complessiva sfiorata dal manufatto e pari a 288 l/s.

In condizioni di moto uniforme, con un collettore DN500 in PVC caratterizzato da  $KS=90 \text{ m}^1/3\text{s}^{-1}$  e pendenza 1% si ottiene un grado di riempimento del 59%

### 5.3 PARCHEGGIO DI VIGNA DI VALLE

Il parcheggio della stazione di Vigna di Valle si trova a nord-est dell'omonima stazione ferroviaria ed ha una superficie di 14900 mq a cui vanno aggiunti 1150 mq dovuti all'impermeabilizzazione del suolo su cui andrà realizzato il piazzale FA03 il cui drenaggio delle acque meteoriche si congiunge a quello del parcheggio principale.

Ha un compluvio con andamento da nord-est a sud-ovest, con punto di minimo a 251.50 m, la pendenza trasversale è del 2% (nord est-sud ovest), quella longitudinale del 3%, ad eccezione del tratto centrale che ha pendenza nulla. Nel tratto tra banchina di stazione e punto di minimo la pendenza della pavimentazione del parcheggio è 0.7%.

Analogamente ad Anguillara la parte terminale delle rete è destinata all'accumulo dei volumi necessari alla laminazione dei picchi di portata; per quanto riguarda invece le aree più distanti del recapito il drenaggio viene eseguito con caditoie e pozzetti passanti collegati tra loro con tubazioni in PVC di diametro variabile da DN400 a DN500 mm. Anche queste acque vengono inviate ad una vasca di prima pioggia e dopo il trattamento recapitano in un fosso di gronda del parcheggio. Lo scarico del fosso è identificato nella rete idrografica esistente che entra nel tombino IN26.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 30 di 46

### Individuazione dei volumi di laminazione richiesti

Sulla base degli strumenti normativi precedentemente citati, è stato possibile ricavare il volume di laminazione richiesto per l'area in oggetto.

Simp AO	Sverde AO	Simp PO	Sstalli PO
ha	ha	ha	ha
0.000	1.614	1.184	0.430

Strasformazione	Imp AO	Per AO	φ	Imp PO	Per PO	φ	CLASSI DI INTERVENTO
ha	%	%	%	%	%	%	
1.614	0%	100.00%	0.20	73.37%	26.63%	0.71	3-SIGNIFICATIVA

Q A.O.	u A.O.	We	u max P.O.	Wu	Q PO	Wi
l s-1	l s-1 ha-1	m3	l s-1 ha-1	m3	l s-1	m3
41.018	25.420	1053.698	25.40	295.095	40.985	758.60

Avendo il parcheggio una superficie totale di 1.614 ha, il volume minimo d'invaso richiesto per la laminazione risulta pari a 760 m<sup>3</sup>. Di questi, 175 m<sup>3</sup> sono stati ricavati all'interno delle condotte di drenaggio appositamente dimensionate per avere un grado di riempimento massimo pari al 70% (*per la stima del volume invasato in rete si è proceduto in maniera simile a quanto riportato per il parcheggio di Anguillara al par. 5.2*), mentre i rimanenti 585 m<sup>3</sup> sono stati ricavati dall'inserimento di una vasca volano costituita da elementi modulari in PP protetta da un pacchetto composto da uno strato di geomembrana rivestita tra due strati di geotessuto. Considerando un riempimento utile pari al 70% e una percentuale di vuoto su pieno del 97% caratteristico del sistema modulare in PP si ottiene un'area di  $585/0.97/0.7=860$  m<sup>2</sup> che ripartita in due vasche volano di pari dimensioni restituisce un ingombro in pianta di 430 m<sup>2</sup>.

### Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invasare volume all'interno delle condotte sovradimensionate della rete di progetto e mantenere alto il livello idrico per sfruttare quanto più possibile la capacità residua delle, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate in uscita.

A tale scopo, prima del recapito è stato inserito, un manufatto dotato di una bocca tarata per il controllo delle portate. Il manufatto è localizzato all'interno dell'ultimo pozzetto di rete ed composto da un muretto trascinabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 31 di 46

sul fondo. L'altezza della soglia, rispetto al piano di scorrimento, è pari a 90 cm (di cui 70 netti dalla quota di scorrimento della tubazione in ingresso) necessari ad assicurare l'invaso massimo del 70% della tubazione in arrivo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m<sup>3</sup>/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (12)$$

dove  $C_q$  è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca,  $A$  (m<sup>2</sup>) è l'area della luce,  $h_0$  (m) è il carico idraulico sulla bocca d'efflusso. Il valore del coefficiente di portata dipende dal valore del coefficiente di contrazione (nel caso specifico pari a 0,6), dalle dimensioni della luce (di altezza "a" e larghezza "b"), dal carico idraulico e dal tirante di valle (quindi dalle caratteristiche dello stesso efflusso, libero o rigurgitato), e può essere desunto dalla seguente figura. Per garantire una portata uscente al più pari a 40 l/s, dall'Eq. (10), le dimensioni della bocca tarata risultano pari a 20x10 cm.

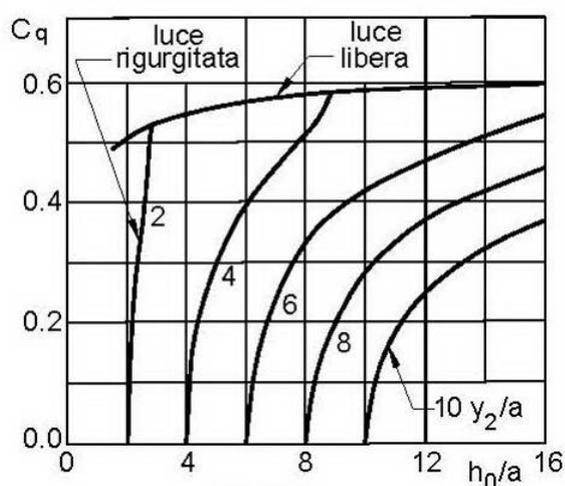


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

In caso di ostruzione del foro la portata in arrivo attraverserà il manufatto sfiorando la soglia. Per valutare la tracimazione dell'acqua in corrispondenza della soglia di sfioro si calcola l'efflusso a stramazzo con la formula

$$Q = L \cdot C_e \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (13)$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 32 di 46</p>

dove la portata  $Q$  ( $m^3/s$ ), dipende dalla lunghezza  $L$  (m) della soglia sfiorante, dal coefficiente di deflusso  $C_e$ , che si approssima a 0.38, e dall'altezza idrometrica  $h$  (m) sulla soglia di sfioro essendo  $g$  ( $m/s^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Considerate le ridotte dimensioni della luce di fondo, per evitare l'intasamento della stessa, è stato previsto il posizionamento di una griglia immediatamente a monte; tuttavia, si ritiene comunque indispensabile programmare un'opportuna attività di manutenzione periodica (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi eccezionali) per rimuovere l'eventuale materiale depositato che potrebbe ostruire il foro o la stessa griglia.

Nel caso in cui la bocca tarata dovesse risultare occlusa, il petto sfiorante dovrà essere in grado di lasciar transitare la massima portata in arrivo dalla rete di drenaggio, stimata utilizzando la formulazione del metodo razionale con riferimento ad un evento con tempo di ritorno pari a 25 anni (tempo di ritorno di progetto per il dimensionamento della rete di drenaggio) e durata pari al tempo di corrvazione del sistema, ovvero 10 minuti:

$$h_{TR=25 \text{ anni}} = a t^n = 63.453 (10/60)^{0.458} = 27.93 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{\varphi S h 10^4}{t 3600} = \frac{0.9 * 1.614 * 27.93 * 10^4}{\frac{10}{60} * 3600} = 676.2 \text{ l/s}$$

Nel caso in esame, la portata in arrivo al pozzetto di laminazione risulta pari a 676 l/s. Essendo la lunghezza dello sfioro pari alla larghezza interna del pozzetto (pari a 2.5 m), dall'Eq. (11) si ricava l'altezza della lama sfiorante che sarà pari a 29 cm che risulta minore del limite di 30 cm che provocherebbe il totale riempimento dei collettori in arrivo (DN 1000 in cls).

Un'ulteriore verifica è stata fatta per il bypass della vasca di prima pioggia in condizioni di completa occlusione della luce di scarico, in queste condizioni la portata in uscita dal manufatto limitatore non sarebbe più la portata calcolata come luce sotto battente, pari a 40 l/s, ma pari alla portata complessiva sfiorata dal manufatto e pari a 676 l/s.

In condizioni di moto uniforme, con un collettore DN500 in PVC caratterizzato da  $KS=90 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  e pendenza 5% si ottiene un grado di riempimento del 61%.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 33 di 46

## 6 DRENAGGIO DI PIAZZALI

Nel presente Progetto Definitivo sono in progetto tre fabbricati tecnologici con i relativi piazzali:

- Fabbricato tecnologico FA01 al km 30+380;
- Fabbricato tecnologico FA02 al km 35+900;
- Fabbricato tecnologico FA03 al km 38+400.

Vediamo di seguito il dimensionamento dei piazzali e dei fabbricati elencati.

### 6.1 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Le portate afferenti ai drenaggi di piattaforma sono state valutate con il metodo Razionale, che tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione del bacino ( $T_c$ ), tramite la formula: nella quale:

$$Q = i \cdot S \cdot \bar{\varphi}$$

Q = portata di massima piena [l/s]

i = intensità di pioggia [mm/h] calcolata per  $T_r = 25$  anni in funzione del tempo di corrivazione caratteristico del tratto;

Per le opere di drenaggio a corredo del corpo stradale sono stati assunti cautelativamente i seguenti coefficienti di deflusso:

Ubicazione	Coefficiente C
Piattaforma ferroviaria	0.90
Scarpata in scavo	0.60
Rilevato ferroviario	0.60
Area esterna a verde	0.40

Il coefficiente di deflusso medio è stato definito con media pesata sulle aree coinvolte nel calcolo, secondo la seguente relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot S_i}{S_{tot}}$$

Usufruendo di un rilievo topografico è stato possibile definire le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Negli elaborati specifici (Planimetrie in scala 1 : 500) sono indicate le tipologie idrauliche con la loro ubicazione e dimensione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 34 di 46

### Tempo di corrivazione

Il tempo minimo di accesso alle rete drenante viene assunto pari a 5 minuti (0.083 ore), ad esso si aggiunge il tempo di percorrenza del flusso d'acqua di tutto il tratto a monte della zona considerata, in funzione della lunghezza (L) e della velocità media del flusso d'acqua (v) all'interno dell'opera di smaltimento in esame.

Il tempo totale di corrivazione è stato stimato mediante la seguente formulazione:

$$T_c = t_a + t_r = t_a + \frac{L}{v}$$

dove.

T<sub>c</sub> = tempo di corrivazione in secondi;

T<sub>a</sub> = tempo di accesso posto pari a 300 s (5');

L = lunghezza del tratto in esame in (m);

v = velocità (m/s) di percorrenza all'interno dell'elemento di smaltimento preso in esame.

### 6.2 INVARIANZA IDRAULICA

Per quanto riguarda il mantenimento del principio di invarianza idraulica e le modalità di calcolo dello stesso, si rimanda a quanto già trattato al capitolo 5.1.

### 6.3 FABBRICATO TECNOLOGICO FA01 AL KM 30+380

L'edificio in oggetto ha una superficie in pianta di 313.6 m<sup>2</sup>, il piazzale esterno invece copre una superficie di 542.70 m<sup>2</sup>.

Per il fabbricato sono stati inseriti n°6 pluviali sull'edificio, per convogliare le acque dalla grondaia ai pozzetti collocati a terra ed il piazzale è drenato da n°8 pozzetti con griglie.

Gli scarichi dei servizi igienici vengono inviati ad una vasca Imhoff di 1.30 mc di capacità, successivamente gli scarichi vengono mandati a dispersione in una condotta disperdente Φ120 mm in PVC fessurato o PE corrugato di lunghezza 6 m e pendenza 0.5%. Il tubo è inserito in una trincea drenante di 10 m di lunghezza.

Le acque bianche di drenaggio di piazzale/fabbricato vengono scaricate in un fosso avente funzione di invaso di laminazione presidiato da un manufatto di controllo per garantire l'invarianza idraulica dell'area, a quota 169.00 m, il quale recapita nel fosso ferroviario a quota 166.80 m.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	35 di 46

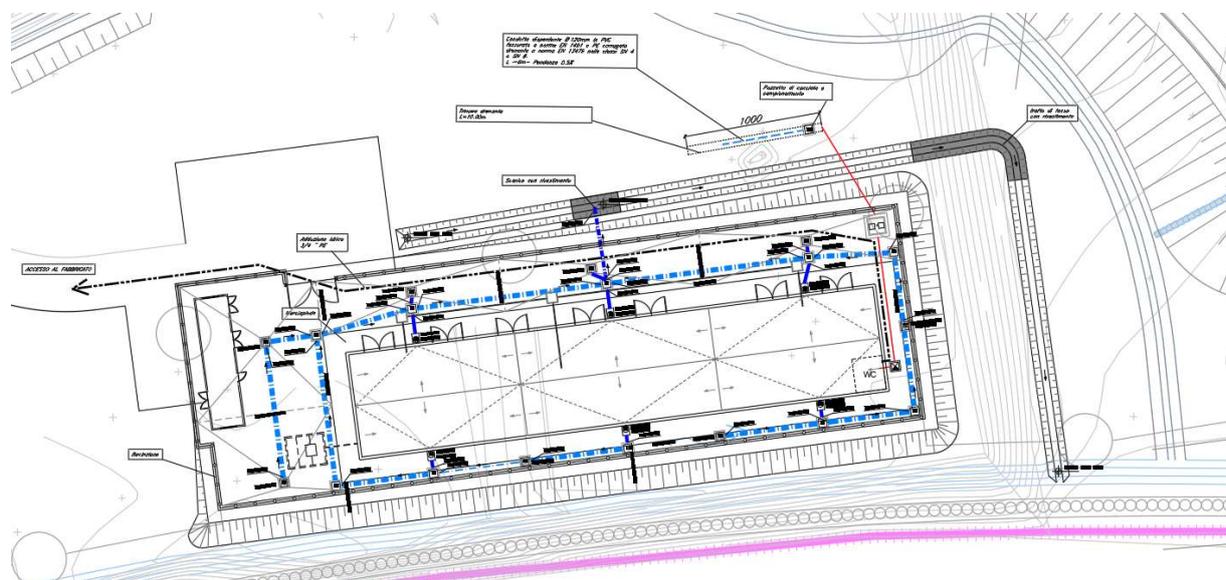


Figura 6-1: Stralcio planimetria di drenaggio Fabbricato FA01.

### Individuazione dei volumi di laminazione richiesti

Sulla base degli strumenti normativi precedentemente citati, è stato possibile ricavare il volume di laminazione richiesto per l'area in oggetto.

Simp AO	Sverde AO	Simp PO	Sstalli PO
ha	ha	ha	ha
0.000	0.083	0.083	0.000

Strasformazione	Imp AO	Per AO	$\varphi$	Imp PO	Per PO	$\varphi$	CLASSI DI INTERVENTO	$\omega$	Vmin INVARIANZA
ha	%	%	%	%	%	%		m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup>
0.083	0%	100.00%	0.20	100.00%	0.00%	0.90	1- TRASCURABILE	886.88	73.61

Avendo il piazzale una superficie totale di 0.083 ha, il volume minimo d'invaso richiesto per la laminazione risulta pari a 73 m<sup>3</sup>. Questo volume viene garantito da un manufatto di controllo con petto di sfioro che garantisce un riempimento pari all' 70%.

### Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invasare volume all'interno delle condotte sovradimensionate della rete di progetto e mantenere alto il livello idrico per sfruttare quanto più possibile la capacità residua delle, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate in uscita.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 29 RI	ID 0002 013	B	36 di 46

A tale scopo, prima del recapito è stato inserito, un manufatto dotato di una bocca tarata per il controllo delle portate. Il manufatto è localizzato all'interno dell'ultimo pozzetto di rete ed composto da un muretto trascinabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata sul fondo. L'altezza della soglia, rispetto al piano di scorrimento, è pari a 100 cm (di cui 80 netti dalla quota di scorrimento della tubazione in ingresso) necessari ad assicurare l'invaso massimo del 80% della tubazione in arrivo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m<sup>3</sup>/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (14)$$

dove  $C_q$  è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca,  $A$  (m<sup>2</sup>) è l'area della luce,  $h_0$  (m) è il carico idraulico sulla bocca d'efflusso. Il valore del coefficiente di portata dipende dal valore del coefficiente di contrazione (nel caso specifico pari a 0,6), dalle dimensioni della luce (di altezza "a" e larghezza "b"), dal carico idraulico e dal tirante di valle (quindi dalle caratteristiche dello stesso efflusso, libero o rigurgitato), e può essere desunto dalla seguente figura. Per garantire una portata uscente al più pari a 2 l/s, dall'Eq. (10), le dimensioni della bocca tarata risultano pari a 10x5 cm.

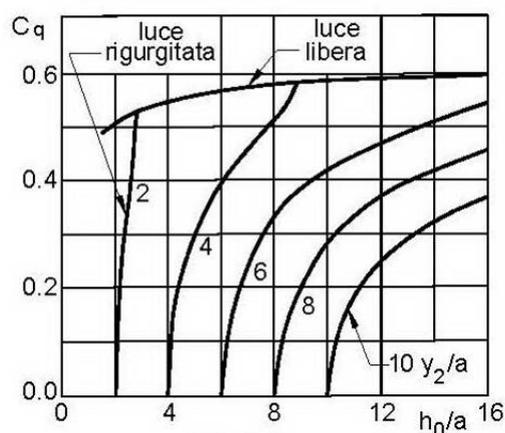


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

In caso di ostruzione del foro la portata in arrivo attraverserà il manufatto sfiorando la soglia. Per valutare la trascinazione dell'acqua in corrispondenza della soglia di sfioro si calcola l'efflusso a stramazzo con la formula

$$Q = L \cdot C_e \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (15)$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 29 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 0002 013</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 37 di 46</p>

dove la portata  $Q$  ( $m^3/s$ ), dipendente dalla lunghezza  $L$  (m) della soglia sfiorante, dal coefficiente di deflusso  $C_e$ , che si approssima a 0.38, e dall'altezza idrometrica  $h$  (m) sulla soglia di sfioro essendo  $g$  ( $m/s^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Considerate le ridotte dimensioni della luce di fondo, per evitare l'intasamento della stessa, è stato previsto il posizionamento di una griglia immediatamente a monte; tuttavia, si ritiene comunque indispensabile programmare un'opportuna attività di manutenzione periodica (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi eccezionali) per rimuovere l'eventuale materiale depositato che potrebbe ostruire il foro o la stessa griglia. Nel caso in cui la bocca tarata dovesse risultare occlusa, il petto sfiorante dovrà essere in grado di lasciar transitare la massima portata in arrivo dalla rete di drenaggio. Nel caso in esame, la portata in arrivo al manufatto di laminazione risulta pari a 40 l/s. Essendo la lunghezza dello sfioro pari a 2 m), dall'Eq. (11) si ricava l'altezza della lama sfiorante che sarà pari a 5 cm che risulta minore del limite di 25 cm che provocherebbe il totale riempimento del fosso.

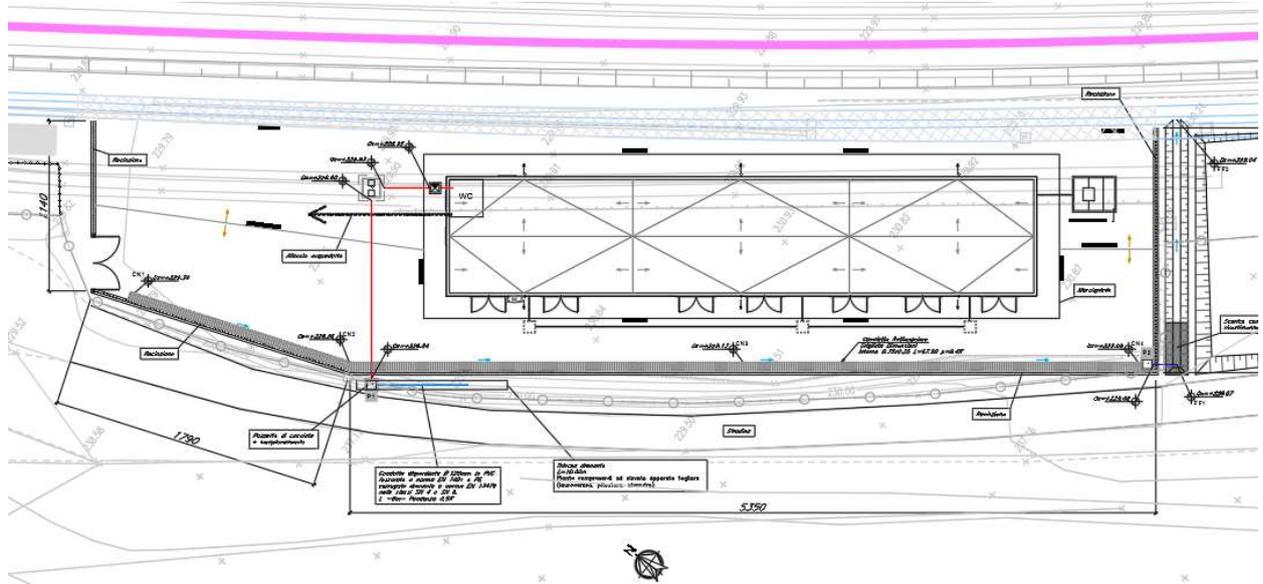
#### 6.4 FABBRICATO TECNOLOGICO FA02 AL KM 35+900

L'edificio in oggetto ha una superficie in pianta di 313.6  $m^2$ , il piazzale esterno invece copre una superficie di 791.60  $m^2$ .

Per il fabbricato sono stati inseriti n°6 pluviali sull'edificio per convogliare le acque dalla grondaia ai pozzetti collocati a terra, il piazzale è drenato da una canaletta grigliata posta lungo il lato sud ovest del piazzale, di lunghezza 67.90 m, pendenza 0.5% e dimensioni interne 0.35x0.25 m. Essa scarica in un fosso di collegamento al drenaggio ferroviario, a quota 228.90.

I servizi igienici convogliano le acque nere in una vasca Imhoff di 1.30 mc di capacità, successivamente gli scarichi vengono mandati a dispersione in una condotta disperdente  $\Phi 120$  mm in PVC fessurato o PE corrugato di lunghezza 6 m e pendenza 0.5%. Il tubo è inserito in una trincea drenante di 10 m di lunghezza.

Per quanto riguarda il mantenimento dell'invarianza idraulica, la superficie nella situazione ante operam risulta essere pavimentata e di pertinenza ferroviaria, non sono quindi necessari volumi di invaso specifici.



**Figura 6-2: Stralcio planimetria di drenaggio Fabbricato FA02.**

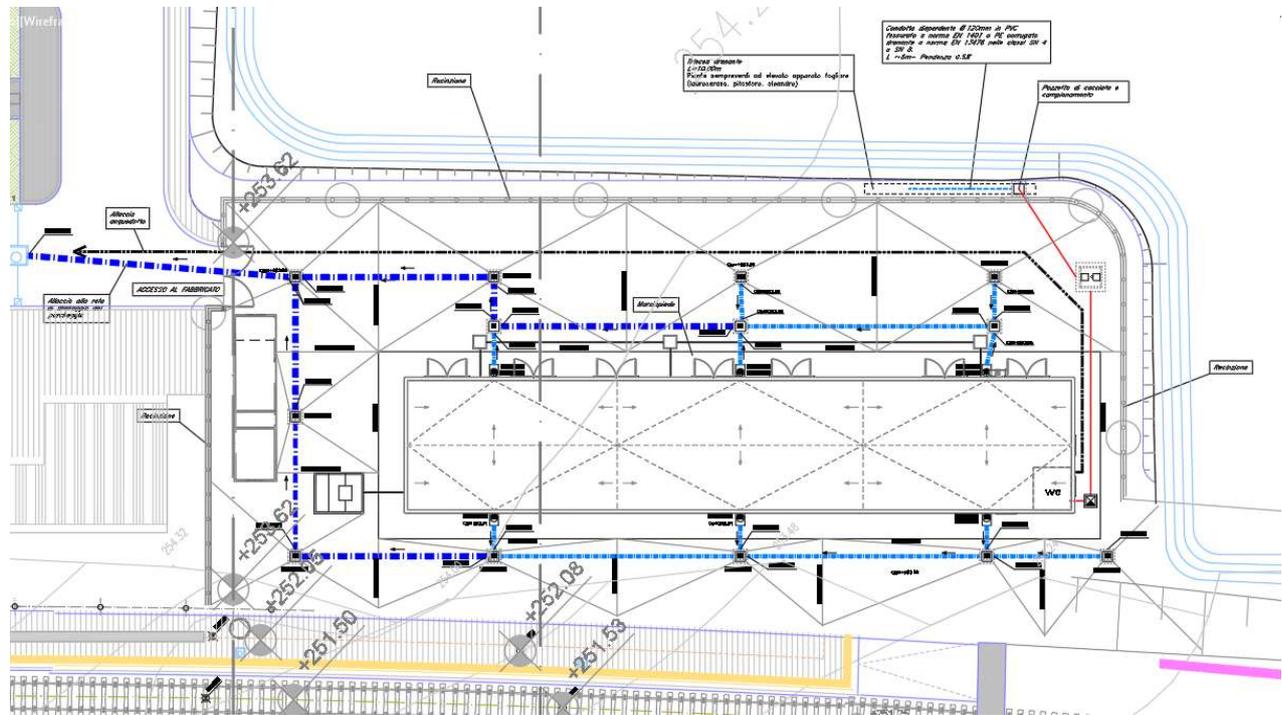
### 6.5 FABBRICATO TECNOLOGICO FA03 AL KM 38+400

L'edificio in oggetto ha una superficie in pianta di 309.30 m<sup>2</sup>, il piazzale esterno invece copre una superficie di 1033.7 m<sup>2</sup>.

Per il fabbricato sono stati inseriti n°6 pluviali sull'edificio, per convogliare le acque dalla grondaia ai pozzetti collocati a terra ed il piazzale è drenato da n°8 pozzetti con griglie.

I servizi igienici convogliano le acque nere in una vasca Imhoff di 1.30 mc di capacità, successivamente gli scarichi vengono mandati a dispersione in una condotta disperdente Ø120 mm in PVC fessurato o PE corrugato di lunghezza 6 m e pendenza 0.5%. Il tubo è inserito in una trincea drenante di 10 m di lunghezza.

La rete di acque bianche scarica nei pozzetti di collegamento del parcheggio di Vigna di Valle, cui si rimanda per le valutazioni relative all'invarianza idraulica.



**Figura 6-3: Stralcio planimetria di drenaggio Fabbricato FA03.**

Le forniture di acqua agli edifici sono garantite da opportuni allacci alla rete acquedottistica.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>					
Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B	FOGLIO 40 di 46

## 7 TRATTAMENTO DI PRIMA PIOGGIA

Secondo il Piano di Tutela delle acque regionale, adottato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 266 del 2 maggio 2006, aggiornato con DGR n. 819 del 28/12/2016, e le relative Norme di Attuazione, è previsto che le acque di fognatura bianca dei piazzali e aree esterne industriali dove avvengano lavorazioni, lavaggi di materiali o semilavorati, di attrezzature o automezzi o vi siano depositi di materiali, materie prime, prodotti, ecc., debbano essere convogliate e opportunamente trattate, prima dello scarico nel corpo ricettore, con sistemi di depurazione chimici, fisici, biologici o combinati, a seconda della tipologia delle sostanze presenti.

A favore di sicurezza e per massimizzare il grado di compatibilità ambientale ed idraulica delle opere di progetto, si inviano a trattamento anche le acque raccolte dai piazzali di sosta degli utenti delle stazioni, oggetto di sistemazione, di Anguillara Sabazia e Vigna di Valle.

Per queste opere si rimanda alla specifica “ Relazione idraulica impianti di sollevamento e trattamento acque” NR1J01D29RIID0002004B, nella quale si dimensionano le volumetrie delle vasche di prima pioggia.

## 8 TABELLE DI DIMENSIONAMENTO

### 8.1 DIMENSIONAMENTO CANALETTE STAZIONE VIGNA DI VALLE

Dimensionamento Canalette Stazione di Vigna di Valle																								
DESCRIZIONE	PK <sub>in</sub>	PK <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	V <sub>0s</sub>	u	Q	B interna	H	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
C26_ST_V1_C40	38+380	38+486	0.095	0.000	0.000	0.095	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	543.08	51.54	0.40	0.40	0.24	61	0.528	2.41	0.095	0	15.091	10.006
C26_ST_V1_C40	38+486	38+627	0.086	0.000	0.000	0.086	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	487.40	88.07	0.40	0.40	0.21	53	1.039	8.45	0.181	4.745	31.337	11.731
C26_ST_V2_C40	38+380	38+486	0.078	0.000	0.000	0.078	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	532.02	41.71	0.40	0.40	0.20	52	0.501	1.98	0.078	0	12.739	8.480
C26_ST_V2_C40	38+486	38+627	0.055	0.000	0.000	0.055	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	456.68	60.74	0.40	0.40	0.16	40	0.949	5.86	0.133	3.92	24.493	8.798
C26_ST_V3_C40	38+380	38+486	0.086	0.000	0.000	0.086	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	530.32	45.55	0.40	0.40	0.22	55	0.518	2.12	0.086	0	13.623	9.328
C26_ST_V3_C40	38+486	38+627	0.094	0.000	0.000	0.094	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	493.75	88.73	0.40	0.40	0.21	53	1.046	8.45	0.180	4.295	30.270	11.957
C26_ST_V4_C40	38+380	38+486	0.077	0.000	0.000	0.077	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	524.84	40.47	0.40	0.40	0.20	50	0.506	1.88	0.077	0	12.335	8.480
C26_ST_V4_C40	38+486	38+627	0.091	0.000	0.000	0.091	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	493.19	83.10	0.40	0.40	0.20	51	1.018	8.05	0.169	3.855	28.411	11.506
C26_ST_V5_C40	38+380	38+486	0.082	0.000	0.000	0.082	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	535.00	43.92	0.40	0.40	0.21	54	0.508	2.08	0.082	0	13.263	8.819
C26_ST_V5_C40	38+486	38+627	0.092	0.000	0.000	0.092	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	494.94	86.12	0.40	0.40	0.21	52	1.035	8.25	0.174	4.105	29.590	11.731
C26_ST_V6_C40	38+380	38+486	0.095	0.000	0.000	0.095	106.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	537.60	51.23	0.40	0.40	0.24	60	0.534	2.36	0.095	0	14.941	10.176
C26_ST_V6_C40	38+486	38+627	0.108	0.000	0.000	0.108	141.00	0.005	67.00	0.90	0.70	50.00	504.30	102.57	0.40	0.40	0.24	59	1.087	9.64	0.203	4.765	33.656	13.310

### 8.2 DIMENSIONAMENTO PARCHEGGIO VIGNA DI VALLE

Dimensionamento Collettori Parcheggio Vigna di Valle																						
DESCRIZIONE	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	V <sub>0s</sub>	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
FB01-1_DN 400 PVC	0.117	0.023	0.000	0.140	57.00	0.030	90	0.852	0.5	33.22	885.23	123.9	0.377	15.44	41	2.882	34.23	0.140	0.00	7.10	2.451	PVC
FB01-2_DN 400 PVC	0.000	0.000	0.000	0.000	24.00	0.050	90	0.000	0.5	0.00	783.64	109.7	0.377	12.43	33	3.422	42.52	0.140	4.65	7.87	0.769	PVC
FB02-1_DN 500 PVC	0.090	0.016	0.000	0.105	29.00	0.005	90	0.856	0.7	32.95	878.15	92.2	0.471	19.30	41	1.372	7.13	0.105	0.00	5.41	1.949	PVC
FB02-2_DN 1000 CLS	0.083	0.039	0.000	0.122	61.00	0.002	67	0.804	0.7	36.39	487.83	179.0	1.000	30.00	30	0.903	3.96	0.367	8.11	29.81	12.088	CLS
FB03-1_DN 400 PVC	0.123	0.021	0.000	0.144	43.00	0.030	90	0.856	0.5	32.95	978.11	141.0	0.377	16.57	44	2.988	37.58	0.144	0.00	6.78	2.030	PVC
FB03-2_DN 500 PVC	0.071	0.020	0.000	0.091	47.00	0.005	90	0.834	0.7	34.42	686.44	161.1	0.471	26.36	56	1.606	10.65	0.235	4.75	14.61	4.715	PVC
FB03-3_DN 1000 CLS	0.074	0.049	0.000	0.123	61.00	0.002	67	0.780	0.7	38.01	448.94	160.5	1.000	28.00	28	0.892	3.60	0.358	7.87	30.26	10.981	CLS



### 8.3 DIMENSIONAMENTO CANALETTE STAZIONE DI ANGUILLARA

Dimensionamento Canalette Stazione di Anguillara																								
DESCRIZIONE	PK <sub>in</sub>	PK <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) max	V <sub>0s</sub>	u	Q	B interna	H	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> <sup>1</sup> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
C6_ST_A1_C40	30+495	30+615	0.088	0.000	0.000	0.088	120.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	504.17	44.42	0.40	0.40	0.21	53	0.524	2.03	0.088	0	14.581	10.176
C6_ST_A1_C40	30+615	30+705	0.062	0.000	0.000	0.062	90.00	0.006	67.00	0.90	0.70	50.00	521.91	78.50	0.40	0.40	0.18	45	1.090	8.22	0.150	4.405	24.176	6.480
C6_ST_A2_C40	30+495	30+615	0.077	0.000	0.000	0.077	120.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	497.06	38.17	0.40	0.40	0.19	47	0.508	1.89	0.077	0	12.864	9.024
C6_ST_A2_C40	30+615	30+705	0.070	0.000	0.000	0.070	90.00	0.006	67.00	0.90	0.70	50.00	536.87	78.54	0.40	0.40	0.18	46	1.067	8.46	0.146	3.84	22.963	6.624
C6_ST_A3_C40	30+495	30+615	0.076	0.000	0.000	0.076	120.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	501.09	38.03	0.40	0.40	0.18	46	0.517	1.97	0.076	0	12.627	8.832
C6_ST_A3_C40	30+615	30+705	0.074	0.000	0.000	0.074	90.00	0.006	67.00	0.90	0.70	50.00	547.35	81.77	0.40	0.40	0.19	47	1.087	8.70	0.149	3.795	23.070	6.768
C6_ST_A4_C40	30+518	30+615	0.073	0.000	0.000	0.073	97.00	0.001	67.00	0.90	0.70	50.00	547.77	39.93	0.40	0.40	0.20	49	0.509	1.99	0.073	0	11.250	7.605
C6_ST_A4_C40	30+615	30+705	0.060	0.000	0.000	0.060	90.00	0.006	67.00	0.90	0.70	50.00	548.57	72.69	0.40	0.40	0.17	43	1.056	7.75	0.133	3.645	20.422	6.192
C6_ST_A1_C40	30+745	30+712	0.029	0.000	0.000	0.029	33.00	0.010	67.00	0.90	0.70	50.00	1087.16	31.42	0.40	0.40	0.08	20	0.982	4.46	0.029	0	2.501	1.056
C6_ST_A2_C40	30+745	30+712	0.029	0.000	0.000	0.029	33.00	0.010	67.00	0.90	0.70	50.00	1096.49	32.24	0.40	0.40	0.08	20	1.007	4.46	0.029	0	2.526	1.056
C6_ST_A3_C40	30+745	30+712	0.029	0.000	0.000	0.029	33.00	0.010	67.00	0.90	0.70	50.00	1092.78	31.91	0.40	0.40	0.08	20	0.997	4.46	0.029	0	2.516	1.056
C6_ST_A4_C40	30+760	30+712	0.043	0.000	0.000	0.043	48.00	0.010	67.00	0.90	0.70	50.00	977.65	42.04	0.40	0.40	0.10	25	1.051	6.13	0.043	0	4.070	1.920

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
	Relazione idraulica drenaggio Stazioni e Piazzali	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01	CODIFICA D 29 RI	DOCUMENTO ID 0002 013	REV. B

#### 8.4 DIMENSIONAMENTO PARCHEGGIO DI ANGUILLARA

Dimensionamento Collettori Scatolari Parcheggio di Anguillara																						
DESCRIZIONE	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) max	V <sub>os</sub>	u	Q	B interna	H	h	GR	V**	τ	S'	V <sub>oc</sub> monte	V <sub>o</sub>	V <sub>oc</sub> canaletta
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
C_ANGUILLARA_C30	0.084	0.000	0.000	0.084	105.00	0.003	67.00	0.90	0.70	30.00	448.06	37.64	0.30	0.30	0.18	62	0.674	4.38	0.084	0	8.379	5.765
FB01-1_160x100 CLS	0.068	0.030	0.000	0.097	37.50	0.002	67.00	0.81	0.70	36.14	491.82	47.90	1.00	1.60	0.04	6	0.468	0.67	0.097	0	7.360	3.840
FB01-2_160x100 CLS	0.057	0.029	0.000	0.086	42.00	0.002	67.00	0.80	0.70	36.67	492.43	42.40	1.00	1.60	0.04	6	0.414	0.67	0.086	0	7.458	4.301
FB01-3_160x100 CLS	0.056	0.026	0.000	0.083	40.00	0.002	67.00	0.80	0.70	36.38	418.76	34.67	1.00	1.60	0.03	6	0.339	0.67	0.083	0	7.108	3.072
FB01-4_160x100 CLS	0.056	0.024	0.000	0.080	39.00	0.002	67.00	0.81	0.70	36.07	422.55	33.72	1.00	1.60	0.03	6	0.329	0.67	0.080	0	6.872	2.995
FB01-5_160x100 CLS	0.054	0.023	0.000	0.077	37.50	0.002	67.00	0.81	0.70	36.01	509.54	38.98	1.00	1.60	0.04	5	0.508	0.44	0.077	0	5.635	3.840
FB01-6_200x125 CLS	0.045	0.012	0.000	0.057	35.00	0.002	67.00	0.84	0.70	34.06	457.18	55.59	1.25	2.00	0.04	5	0.463	0.54	0.122	1.95	11.241	4.200
FB01-7a_160x100 CLS	0.033	0.000	0.000	0.033	12.00	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	845.77	27.49	1.00	1.60	0.03	5	0.358	0.44	0.033	0	1.897	0.922
FB01-7b_160x100 CLS	0.033	0.000	0.000	0.033	12.00	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	845.77	27.49	1.00	1.60	0.03	5	0.358	0.44	0.033	0	1.897	0.922
FB01-7_200x125 CLS	0.000	0.000	0.000	0.000	11.00	0.002	67.00	0.00	0.70	0.00	593.69	38.59	1.25	2.00	0.03	5	0.322	0.54	0.065	1.95	5.113	0.880
FB02-1_160x100 CLS	0.023	0.000	0.000	0.023	17.50	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	470.41	56.73	1.00	1.60	0.04	6	0.554	0.67	0.121	3.52	9.848	1.792
FB02-2_160x100 CLS	0.021	0.000	0.000	0.021	17.50	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	440.56	100.45	1.00	1.60	0.06	10	0.654	1.23	0.228	7.373	20.633	2.688
FB02-3_160x100 CLS	0.021	0.000	0.000	0.021	17.50	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	400.60	133.04	1.00	1.60	0.08	13	0.650	1.87	0.332	11.024	31.964	3.584
FB02-4_160x100 CLS	0.021	0.000	0.000	0.021	17.50	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	377.94	163.73	1.00	1.60	0.09	14	0.711	2.22	0.433	14.541	43.506	4.032
FB02-5_200x125 CLS	0.021	0.000	0.000	0.021	19.00	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	362.19	192.33	1.25	2.00	0.09	11	0.687	1.92	0.531	17.935	55.100	5.320
FB02-6_200x125 CLS	0.033	0.000	0.000	0.033	13.00	0.002	67.00	0.90	0.70	30.00	800.37	26.73	1.25	2.00	0.03	3	0.334	0.29	0.033	0	2.042	1.040
FB02-7_200x125 CLS	0.000	0.000	0.000	0.000	9.00	0.002	67.00	0.00	0.70	0.00	357.84	201.96	1.25	2.00	0.09	11	0.721	1.92	0.564	19.576	59.662	2.520
FB02-7a_200x125 CLS	0.000	0.000	0.000	0.000	7.00	0.002	67.00	0.00	0.70	0.00	359.73	246.77	1.25	2.00	0.10	13	0.771	2.34	0.686	23.454	73.144	2.240

*\*\*NOTA: tutti i collettori di rete del parcheggio di Anguillara sono dimensionati "a volume" per sfruttare al massimo l'invaso dei volumi in linea al fine di garantire l'invarianza idraulica, dunque sono giustificate velocità a moto uniforme inferiori ai limiti dimensionali (4 m/s < v < 0.5 m/s) per le condotte con funzionamento "a trasporto".*

Stima dei Volumi in rete per il Parcheggio di Anguillara - collettori al 70% di riempimento										
DESCRIZIONE	b	H	L	i	y			y/Hmax	Amedia	V <sub>medio</sub> Collettore
	m	m	m	m/m	valle	monte	medio	%	m2	m3
FB01-1_160x100 CLS	1.6	1.00	37.50	0.002	0.59	0.510	0.548	55%	0.876	32.9
FB01-2_160x100 CLS	1.6	1.00	42.00	0.002	0.62	0.536	0.578	58%	0.925	38.9
FB01-3_160x100 CLS	1.6	1.00	40.00	0.002	0.66	0.575	0.615	62%	0.984	39.4
FB01-4_160x100 CLS	1.6	1.00	39.00	0.002	0.69	0.612	0.651	65%	1.042	40.6
FB01-5_160x100 CLS	1.6	1.00	37.50	0.002	0.73	0.650	0.688	69%	1.100	41.3
FB01-6_200x125 CLS	2.0	1.25	35.00	0.002	0.77	0.697	0.732	59%	1.465	51.3
FB01-7a_160x100 CLS	1.6	1.00	12.00	0.002	0.75	0.721	0.733	73%	1.173	14.1
FB01-7b_160x100 CLS	1.6	1.00	12.00	0.002	0.75	0.721	0.733	73%	1.173	14.1
FB01-7_200x125 CLS	2.0	1.25	11.00	0.002	0.77	0.745	0.756	61%	1.513	16.6
FB02-1_160x100 CLS	1.6	1.00	17.50	0.002	0.62	0.585	0.603	60%	0.964	16.9
FB02-2_160x100 CLS	1.6	1.00	17.50	0.002	0.66	0.620	0.638	64%	1.020	17.9
FB02-3_160x100 CLS	1.6	1.00	17.50	0.002	0.69	0.655	0.673	67%	1.076	18.8
FB02-4_160x100 CLS	1.6	1.00	17.50	0.002	0.73	0.690	0.708	71%	1.132	19.8
FB02-5_200x125 CLS	2.0	1.25	19.00	0.002	0.76	0.725	0.744	60%	1.489	28.3
FB02-6_200x125 CLS	2.0	1.25	13.00	0.002	0.76	0.737	0.750	60%	1.501	19.5
FB02-7_200x125 CLS	2.0	1.25	9.00	0.002	0.78	0.763	0.772	62%	1.545	13.9

FB02-7a_200x125 CLS	2.0	1.25	7.00	0.002	0.78	0.767	0.774	62%	1.549	10.8
<b>TOT.</b>									435.0	

### 8.5 DIMENSIONAMENTO FABBRICATO FA01

Linea	Progr. Monte	Progr. Valle	$\phi_m$	$\sum Stot$	$\phi_{m,tot}$	Percorso	L	Ks	i	Tc	Tc progressivo	Deflusso unitario	Portata pioggia	Portata preesistente	Portata totale	D	i	Ks	riempimento	a	Bagnato	Idraulico	velocità	portata	L	B	Scarpa sponde	i	Ks	tirante h	Area	Perimetro	Rh	v	Larghezza in sommità: b		
			$\phi = 0,90$	$\sum S$	(m <sup>2</sup> )		m	m <sup>(1/3)</sup> /s		s	ore	mm/ora	l/s	l/s	l/s	(m)	-	m1/3/s	Y/D	A	P	Rh	Y	v	Q	m	m		-	m1/3/s	m	m <sup>2</sup>	m	m/s	m		
PIAZZALE	P10	P09				tetto	10	20	0.005	300																											
			86	86	0.90	86	0.90	tubo	14	90	0.005	21.838	<b>0.09</b>	207.727	4.5	0.0	4.5	0.315	0.005	90	0.294	0.0070	0.2179	0.0320	0.0559	0.6411	0.0045										
	P09	P08	67	67	0.90	153	0.90	tubo	7	90	0.005	9.326	<b>0.09</b>	205.986	7.9	0.0	7.9	0.315	0.005	90	0.397	0.0105	0.2592	0.0405	0.0755	0.7506	0.0079										
	P08	P07	0.1	0.1	0.90	153	0.90	tubo	10	90	0.005	13.363	<b>0.10</b>	203.550	7.8	0.0	7.8	0.315	0.005	90	0.395	0.0104	0.2583	0.0403	0.0751	0.7484	0.0078										
	P07	P06	180	180	0.90	333	0.90	tubo	7	90	0.005	7.725	<b>0.10</b>	202.173	16.8	0.0	16.8	0.315	0.005	90	0.623	0.0186	0.3457	0.0537	0.1184	0.9061	0.0168										
	P06	P05	112	112	0.90	445	0.90	tubo	14	90	0.005	14.753	<b>0.10</b>	199.604	22.2	0.0	22.2	0.315	0.005	90	0.688	0.0234	0.4068	0.0576	0.1463	0.9490	0.0222										
	P01	P02						tetto	10	20	0.005	300																									
			86	86	0.90	86	0.90	tubo	6	90	0.005	9.330	<b>0.09</b>	210.117	4.5	0.0	4.5	0.315	0.005	90	0.296	0.0070	0.2186	0.0321	0.0562	0.6431	0.0045										
	P02	P03	21	21	0.90	107	0.90	tubo	12	90	0.005	17.623	<b>0.09</b>	206.767	5.5	0.0	5.5	0.315	0.005	90	0.329	0.0081	0.2321	0.0350	0.0625	0.6809	0.0055										
	P03	P05	123	123	0.90	230	0.90	tubo	20	90	0.005	24.061	<b>0.10</b>	202.392	11.6	0.0	11.6	0.315	0.005	90	0.495	0.0140	0.2966	0.0472	0.0941	0.8312	0.0116										
	P05	RECAPITO	136	136	0.90	811	0.90	tubo	6	90	0.005	5.292	<b>0.10</b>	198.701	40.3	0.0	40.3	0.315	0.005	90	0.502	0.0355	0.4725	0.0752	0.1506	1.1338	0.0403										

### 8.6 DIMENSIONAMENTO FABBRICATO FA02

Linea	Progr. Monte	Progr. Valle	$\phi_m$	$\sum Stot$	$\phi_{m,tot}$	Percorso	L	Ks	i	Tc	Tc progressivo	Deflusso unitario	Portata pioggia	Portata preesistente	Portata totale	D	i	Ks	riempimento	a	Bagnato	Idraulico	velocità	portata	L	B	Scarpa sponde	i	Ks	tirante h	Area	Perimetro	Rh	v	Larghezza in sommità: b	Grado di riempimento
			$\phi = 0,90$	$\sum S$	(m <sup>2</sup> )		m	m <sup>(1/3)</sup> /s		s	ore	mm/ora	l/s	l/s	l/s	(m)	-	m1/3/s	Y/D	A	P	Rh	Y	v	Q	m	m		-	m1/3/s	m	m <sup>2</sup>	m	m/s	m	%
PIAZZALE			600	600	0.90	600	0.90	canaletta	68	70	0.004	118.589	<b>0.12</b>	191.196	28.7	0.0	28.7								<b>68.0</b>	0.35	0.0	0.004	70	0.11	0.039	0.572	0.0680	0.74	0.35	44.5

