

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO

TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

Idraulica di piattaforma stradale

Relazione Idraulica drenaggio delle viabilità NV01 – NV03

SCALA:

-

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

NR1J 00 D 29 RI ID0002 015 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau	06.2020	F. Lasaponara	06.2020	T. Paolletti	06.2020		

ITALFERR S.p.A.
Direzione Tecnica
Infrastrutture Centro
Dott. Ing. Fabrizio Arcinini
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n° 16392 del 14/06/2020

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	DOCUMENTI CORRELATI.....	4
2	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE.....	5
3	DRENAGGIO DI PIATTAFORMA	6
3.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	6
3.2	DIMENSIONAMENTO DEI SINGOLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	9
3.2.1	<i>Stima delle portate di piena</i>	9
3.2.2	<i>Collettori e fossi di guardia</i>	10
3.2.3	<i>Embrici</i>	11
3.2.4	<i>Cunette</i>	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.2.5	<i>Caditoie</i>	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.3	INVARIANZA IDRAULICA	20
4	INTERVENTI VIABILITA' DI PROGETTO	24
4.1	NV01 VIABILITÀ ALTERNATIVA PL KM 29+500.....	24
4.2	NV03 ADEGUAMENTO VIABILITÀ ESISTENTE KM 30+940.....	28
5	TABULATI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	32
5.1	NV01 – VIABILITÀ ALTERNATIVA PL KM 29+500	32
5.2	NV03 - ADEGUAMENTO VIABILITÀ ESISTENTE KM 30+940	34

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.

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, NV04), oltre che l'adeguamento del sottovia già realizzato (NV05) per adeguarlo al raddoppio della linea e la realizzazione di una nuova viabilità (NV08).

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio delle nuove viabilità in progetto.

La protezione delle viabilità dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo stradale richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento verso le canalizzazioni di smaltimento ai lati della viabilità di progetto.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici considerati per il dimensionamento dei manufatti e, successivamente, il dimensionamento idraulico degli stessi.

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.
- Impianti di sollevamento $T_r = 25$ 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

- Planimetria di drenaggio - Viabilità NV01 - NR1J00D29P7ID0002001B;
- Planimetria di drenaggio - Viabilità NV03 - NR1J00D29P7ID0002003B.

2 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE

Per la definizione delle portate transitanti 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.

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi riportata nella relazione idrologica annessa (NR1J01D29RIID0001001B), 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:

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

Tr – 25 anni	
a	69.554
b	0.134
m	0.730

Tr – 30 anni	
a	73.043
b	0.134
m	0.730

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:

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

3 DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

3.1 Descrizione del sistema di drenaggio

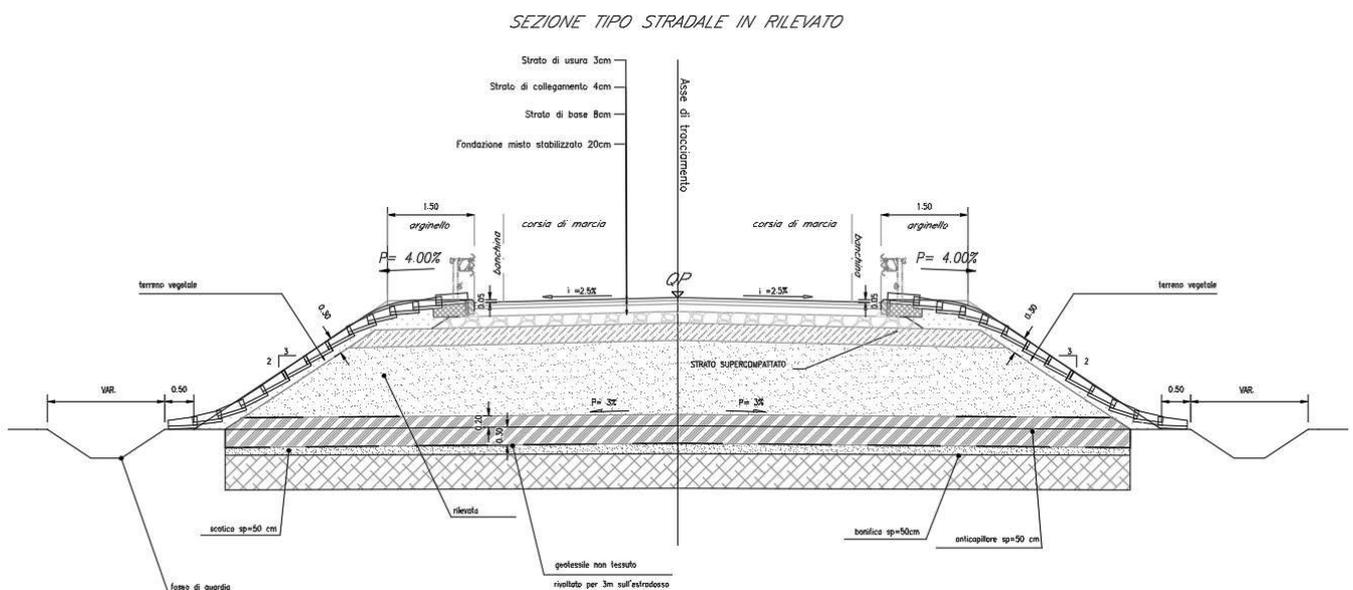
Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento di tali deflussi fino al recapito.

La viabilità di progetto è riconducibile alle seguenti tipologie:

- Viabilità in rilevato;
- Viabilità in trincea;
- Viadotti.

Viabilità in rilevato

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque defluenti dalla sede stradale prevede la raccolta ai margini della piattaforma sulla banchina; a determinati intervalli l'elemento marginale sarà interrotto e tramite l'utilizzo di embrici in CA le acque saranno convogliate all'interno dei fossi di guardia che si trovano ai piedi del rilevato. I fossi di guardia saranno rivestiti in cls (o in terra) aventi larghezza del fondo minima pari a 0.5 m e scarpa pari a 1:1 (o 3:2); l'altezza minima sarà di 0.5m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del terreno circostante. Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare in base alla portata di progetto in arrivo.



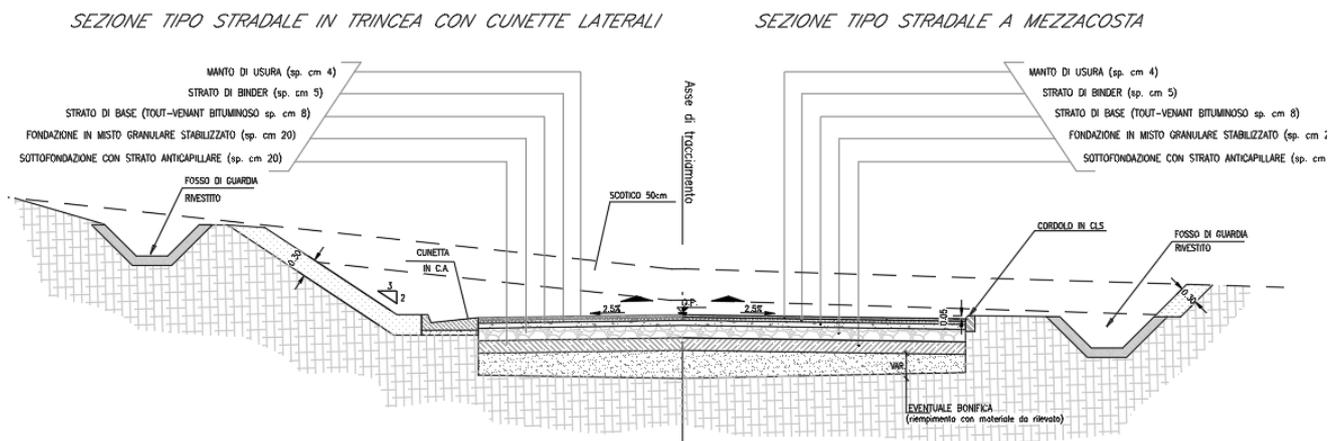
Viabilità in trincea

Per quanto riguarda i tratti in trincea le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale tramite l'utilizzo di una cunetta alla francese posata ai margini della banchina.

A determinati intervalli la cunetta sarà interrotta da caditoie che hanno la funzione di captare le acque e convogliarle nelle tubazioni in calcestruzzo di diametro variabile posate al di sotto della cunetta. Le caditoie saranno dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400.

A protezione della scarpata, sulla sommità verrà realizzato un fosso di guardia in cls avente larghezza del fondo minima pari a 0.5 m e scarpa pari a 1:1 rivestito in cls; l'altezza minima sarà di 0.5m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del terreno circostante. Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare in base alla portata di progetto in arrivo.

In taluni casi dove la trincea è bassa è stato predisposto un fosso rivestito ai lati della piattaforma stradale.



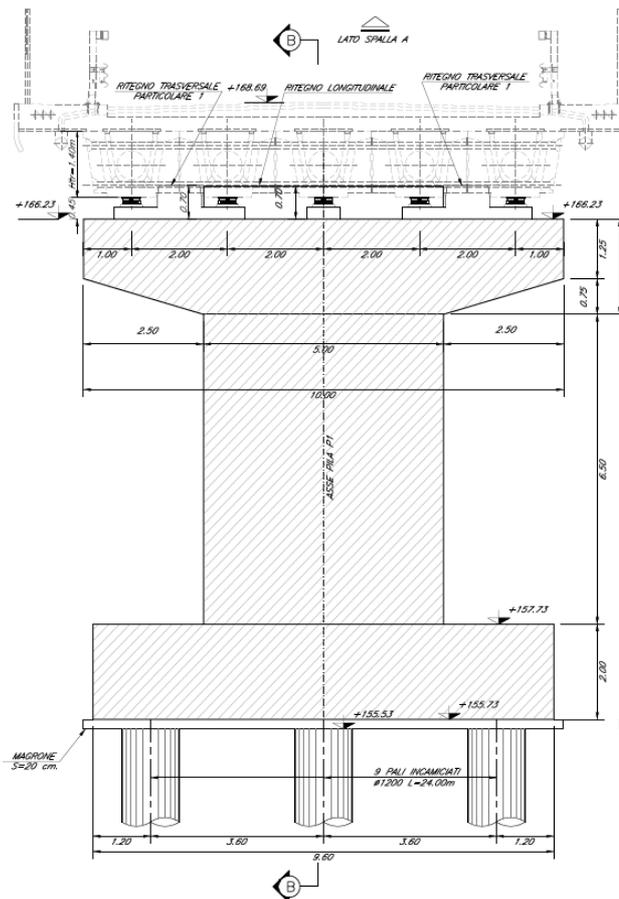
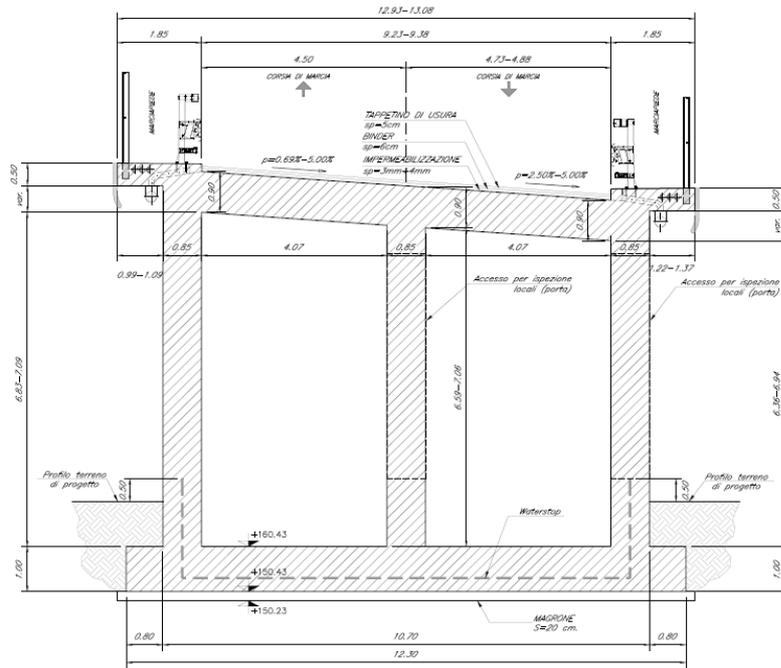
Viabilità in viadotto

Le acque meteoriche saranno captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile classe UNI EN 124 D400 che scaricherà direttamente nelle tubazioni sottostanti, poste sul ciglio con interasse di 12.5 m.

Le tubazioni correnti in acciaio inox verranno appese alla struttura dell'impalcato.

Poiché le condotte sono esposte agli sbalzi termici, il loro montaggio deve essere fatto tenendo conto delle dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati. Si dovranno perciò prevedere opportuni manicotti che consentono la libera dilatazione della condotta. I collettori scaricheranno al suolo tramite l'utilizzo di pluviali in corrispondenza delle spalle.

Si riportano di seguito estratti di sezioni in corrispondenza degli scatolari di accesso ai cavalcaferrovia e dei viadotti.



3.2 Dimensionamento dei singoli elementi del sistema di drenaggio

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

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_c = tempo di corrivazione in secondi;

T_a = 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.

3.2.2 Collettori e fossi di guardia

I fossi di guardia posti ai piedi del rilevato o a monte della trincea (vedi Paragrafo 3.1) e le tubazioni di collettamento hanno funzione di intercettare le acque meteoriche e convogliarle al recapito prescelto, definito da incisioni della rete idrografica naturale o da opere idrauliche in progetto (ponti, viadotti e tombini).

I fossi di guardia previsti nel drenaggio delle viabilità in progetto sono rivestiti e non rivestiti, con scarpa delle sponde pari a 3/2 in entrambi i casi.

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 avviene correlando i seguenti elementi:

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

dove:

V velocità media del flusso in [m/s];

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

R_i raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica (m^2) e perimetro bagnato (m));

i pendenza longitudinale del tratto (m/m).

Sono stati assunti coefficienti di scabrezza variabili in funzione del materiale di rivestimento. In particolare per il calcestruzzo si è assunto $K_s = 70 m^{1/3}/s$, 30 per i fossi inerbiti, 90 per le condotte in PVC ed in acciaio.

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].

Per la verifica idraulica delle canalizzazioni si confronterà il massimo afflusso con la capacità di portata valutabile, con approssimazione accettabile, mediante la formula di Gauckler-Strickler sopra esposta.

3.2.3 Embrici

Le acque di piattaforma vengono convogliate, attraverso la pendenza trasversale attribuita alla piattaforma stradale, ai margini della carreggiata, dove trovano collocazione le opere di intercettazione, raccolta e scarico.

Per definire gli interassi massimi degli embrici per le viabilità in progetto, si è seguita la seguente metodologia:

L'interasse degli embrici è stato determinato verificando che l'acqua che si accumula lungo il ciglio stradale non debordi mai dalla banchina, fissata la larghezza di allagamento pari ad 1 m. La variabile che influenza il transito e l'evacuazione delle acque dalla banchina, e di conseguenza l'interasse degli embrici e degli eventuali pozzetti associati a ciascuno di essi, è principalmente la pendenza longitudinale dell'asse stradale in quanto tutte le altre caratteristiche geometriche rimangono identiche.

Le ipotesi poste a base del calcolo dell'interasse degli embrici dell'asse principale sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla piattaforma stradale;
- banchina asfaltata ($K_s=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) che funge da cunetta di sezione triangolare;
- la pendenza trasversale della piattaforma stradale è 2.5%;
- embrici con larghezza di sfioro pari a 60 cm.

Con i dati sopra esposti è stata calcolata la lunghezza massima di sufficienza della banchina asfaltata in funzione della pendenza longitudinale dell'asse stradale ed è stata confrontata con la lunghezza di nastro asfaltato che genera la portata massima smaltibile da ciascun embrice.

La portata di deflusso è stata dapprima stimata applicando le medesime modalità già esplicitate precedentemente.

Per determinare la portata che gli embrici le singole opere di intercettazione sono in grado di intercettare, è necessario determinare l'altezza della corrente in cunetta. Partendo dalla relazione di Gauckler-Strickler, per cunette che presentano la sponda esterna praticamente verticale, nell'ipotesi che il raggio idraulico si confonda con il tirante, la relazione base di Strickler può essere modificata ed invertita per determinare il tirante:

$$y = \left\{ \frac{S_c}{0.375 \cdot S_L^{0.50} K_s} \cdot Q_d \right\}^{3/8}$$

S_c , pendenza trasversale della cunetta posta pari alla pendenza trasversale della strada (0.025);

S_L , pendenza longitudinale della cunetta pari alla pendenza media longitudinale del piano stradale;

K_s , coefficiente di scabrezza.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante.

Per quanto riguarda la capacità di evacuazione degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza L e altezza d'acqua y e secondo la relazione:

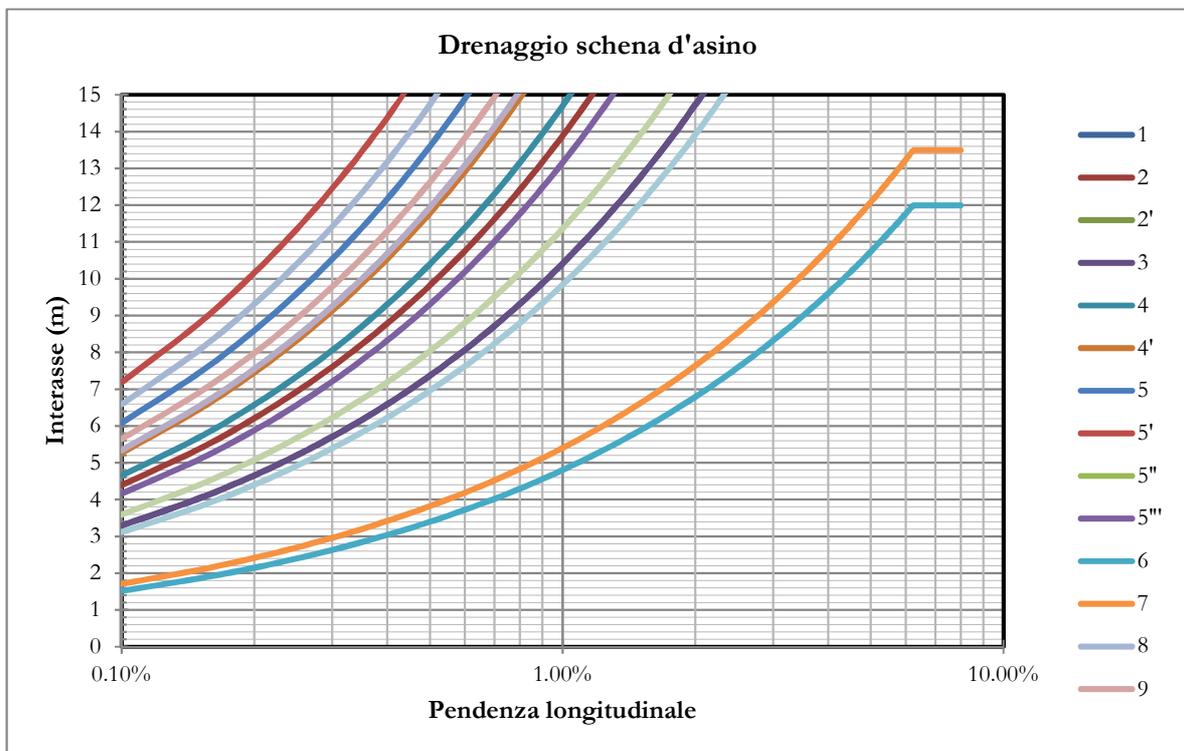
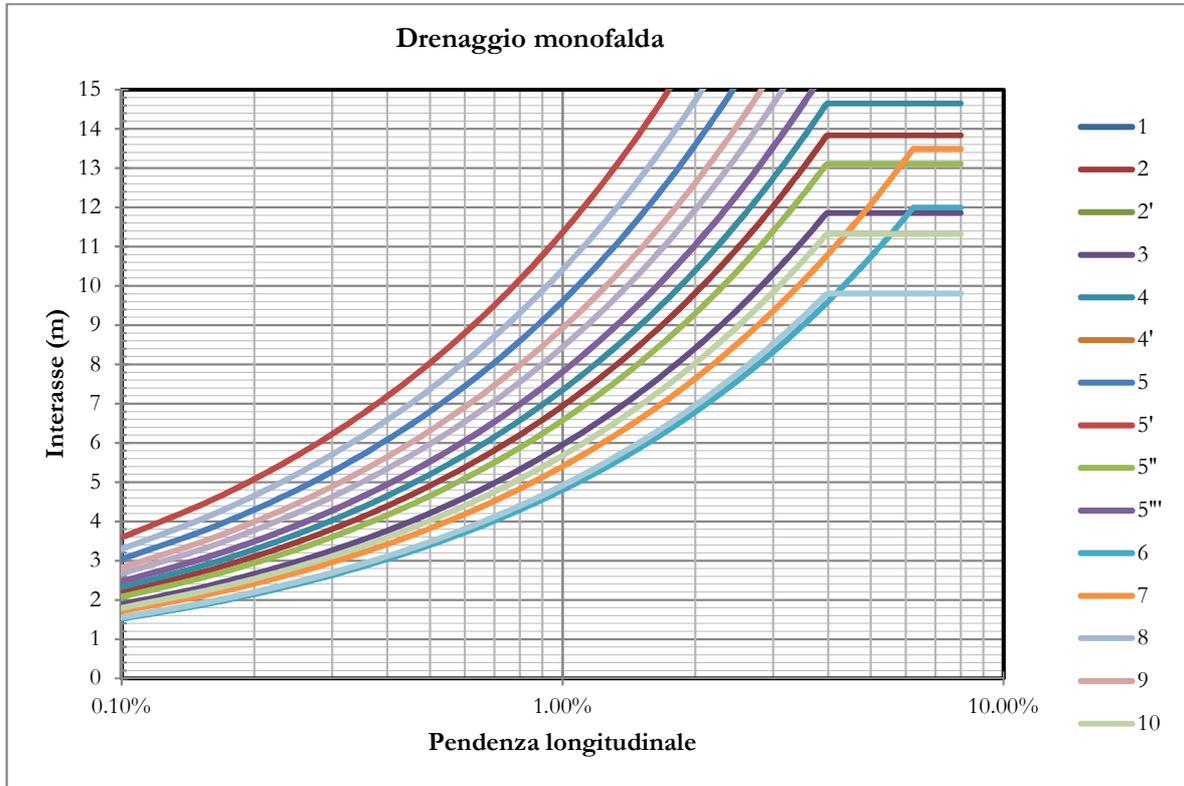
$$Q = c_q \cdot L \cdot y \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y}$$

dove g è l'accelerazione di gravità e il coefficiente c_q assume il valore 0.385 tipico dello stramazzone tipo Belanger.

Si riportano di seguito le tabelle ed i grafici risultanti dal dimensionamento degli embrici al variare delle sezioni tipologiche:

Numero curva	Categoria	Pendenza trasversale	Larghezza corsia di marcia [m]	Larghezza banchina [m]	Larghezza marciapiede [m]	Larghezza totale [m]
1	F1	2.50%	3.5	1	1.5	9
2	F1	2.50%	3.5	1	0	9
2'	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
3	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
4	F2	2.50%	3.25	1	0	8.5
4'	F2	2.50%	3.25	0.5	0	8
5	particolare	2.50%	2.75	0.5	0	6.5
5'	particolare	2.50%	2.75	0	0	5.5
5''	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	9.5
5'''	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	8
6	rotatoria	2.00%	8	1	0	9
7	rotatoria	2.00%	7	1	0	8
8	particolare	2.50%	2.5	0.5	0	6
9	particolare	2.50%	3	0.5	0	7
10	E	2.50%	3.5	0.5	1.5	11
11	particolare	2.50%	3.2	0.5	.	7.4
12	viadotto	2.50%	3.5	1	1.85	12.7

Si riportano di seguito gli abachi degli interassi degli embrici in funzione della pendenza longitudinale della strada, nei casi di drenaggio monofalda e a schiena d'asino a parità di larghezza allagabile.



Tra gli interassi riportati nelle figure di qui sopra se ne scelgono tre che verranno applicati alle viabilità di progetto.

VIABILITA'	DRENAGGIO	ASSE	INTERASSE EMBRICI
NV01	Monofalda	1	13
	Schiena d'asino	1	15
	Monofalda	2-3	15
	Schiena d'asino	2-3	15
NV03	Monofalda	1	12
	Schiena d'asino	1	15
	Monofalda	2	9
	Schiena d'asino	2	15
	Monofalda	3	15
	Monofalda	4-5	15
	Schiena d'asino	3-4-5	15
	Monofalda	7	12
	Schiena d'asino	7	15
	Monofalda	8	10
	Schiena d'asino	8	15
	Monofalda	R1-R2	5
	Schiena d'asino	R1-R2	5

Tabella 3.1: Associazione interasse embrici – Viabilità di progetto.

3.2.4 Interasse delle caditoie

Il dimensionamento che occorre effettuare per determinare il passo degli scarichi dalla banchina o dalla cunetta dove presente deve innanzitutto passare del calcolo della portata che si riesce a trasportare sul ciglio della piattaforma senza rischiare che vi sia invasione della sede stradale da parte della linea d'acqua (larghezza d'allagamento).

Il calcolo idraulico del moto in banchina o cunetta si può svolgere utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata Q che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di scarico della portata.

La portata massima Q_c transitante potrà essere calcolata con la formula di Gauckler-Strickler, assumendo:

$$A = \frac{b^2 j}{2} :$$

area liquida

$$R_h = \frac{b j}{2}$$

raggio idraulico

i

pendenza longitudinale media della strada

$$Q = K_s R h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

portata transitabile a moto uniforme secondo Gauckler - Strickler

dove “b” è la larghezza allagabile e “j” la sua pendenza trasversale, come mostrato nella figura sottostante.

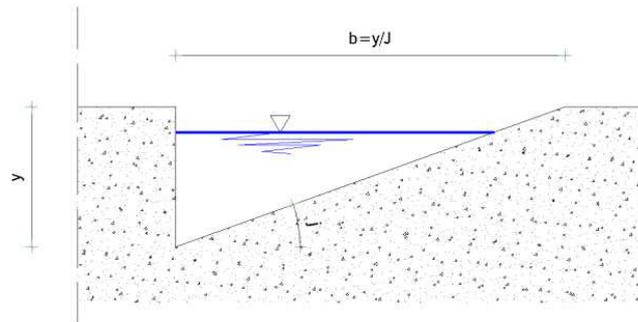
La portata Q_c calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata Q_{25} che defluisce dalla carreggiata.

Con qualche tentativo, assumendo

$$K_s = 50 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1};$$

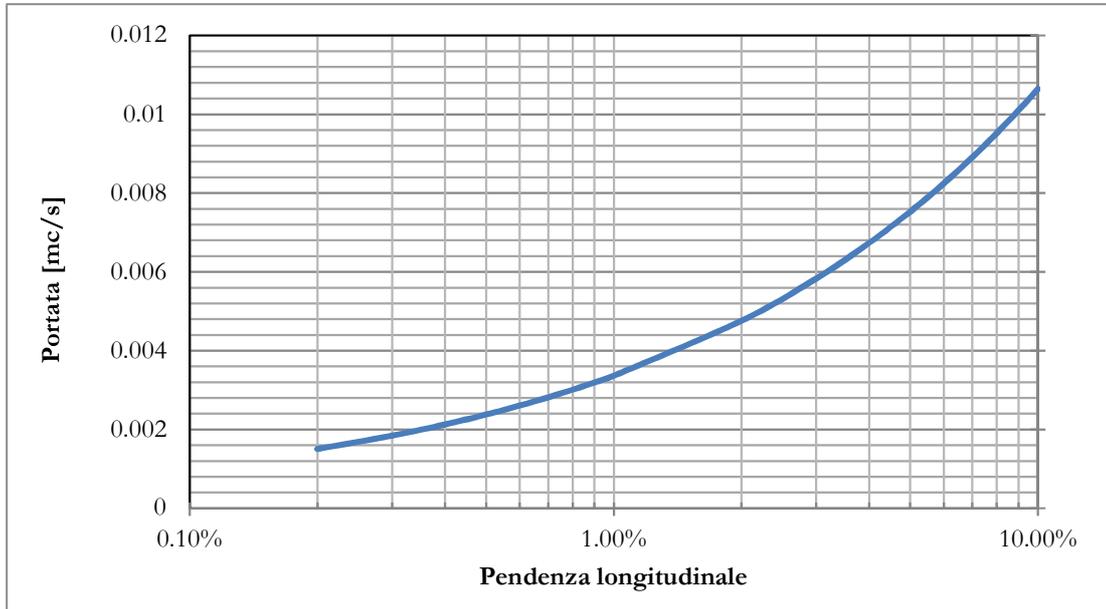
$$J = 0.025;$$

$$b_{all} = 1.00 \text{ m (larghezza di allagamento)}.$$



Con questi dati, nell'ipotesi di moto uniforme, la portata transitabile secondo la formulazione di Gauckler-Strickler riportata qui sopra si riduce ad un'equazione a due variabili, in cui la portata è funzione della pendenza longitudinale della strada.

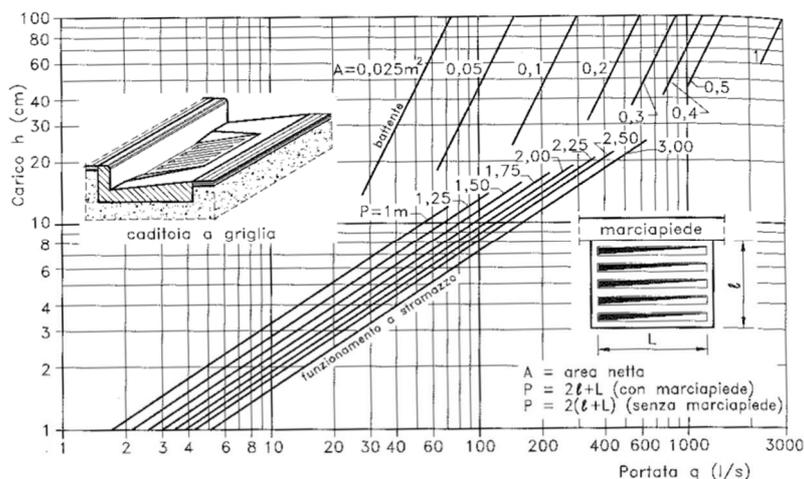
Si riporta in seguito il grafico dell'andamento della portata Q in funzione della pendenza longitudinale i , a parità di larghezza allagabile.



Le portate provenienti dal moto a lato strada vengono captate tramite delle caditoie a griglia di dimensione 40x40 cm con una classe di resistenza D400, concorde alla normativa UNI EN 124.

Le caditoie vengono poi collegate ad una tubazione principale di smaltimento atta a convogliare la totalità delle acque nei recapiti finali. Per collettare le acque dalle caditoie alla rete principale, vengono utilizzate delle tubazioni in PVC o tubazioni in calcestruzzo nelle sezioni in trincea.

Nelle tabella in seguito si mostrano le scale delle portate di una caditoia a griglia posta in un avvallamento:



Impostando come carico massimo $h=2\text{cm}$ ed utilizzando delle caditoie di dimensioni 40x40cm la portata che ciascuna riesce a sopportare risulta 8 l/s con pendenza trasversale pari a 2.5%. Dove le portate calcolate risultano inferiori a 8 l/s per caditoia si è impostato un interasse massimo tra le stesse di 15 m. Per



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

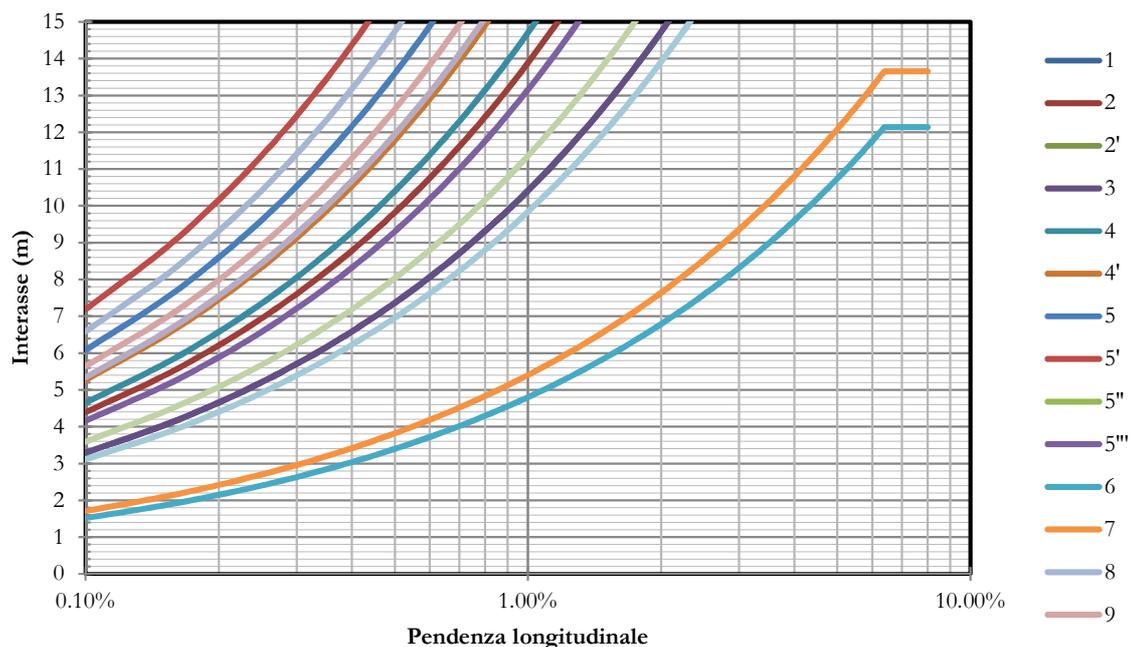
Relazione Idraulica drenaggio delle viabilità
NV01- NV03

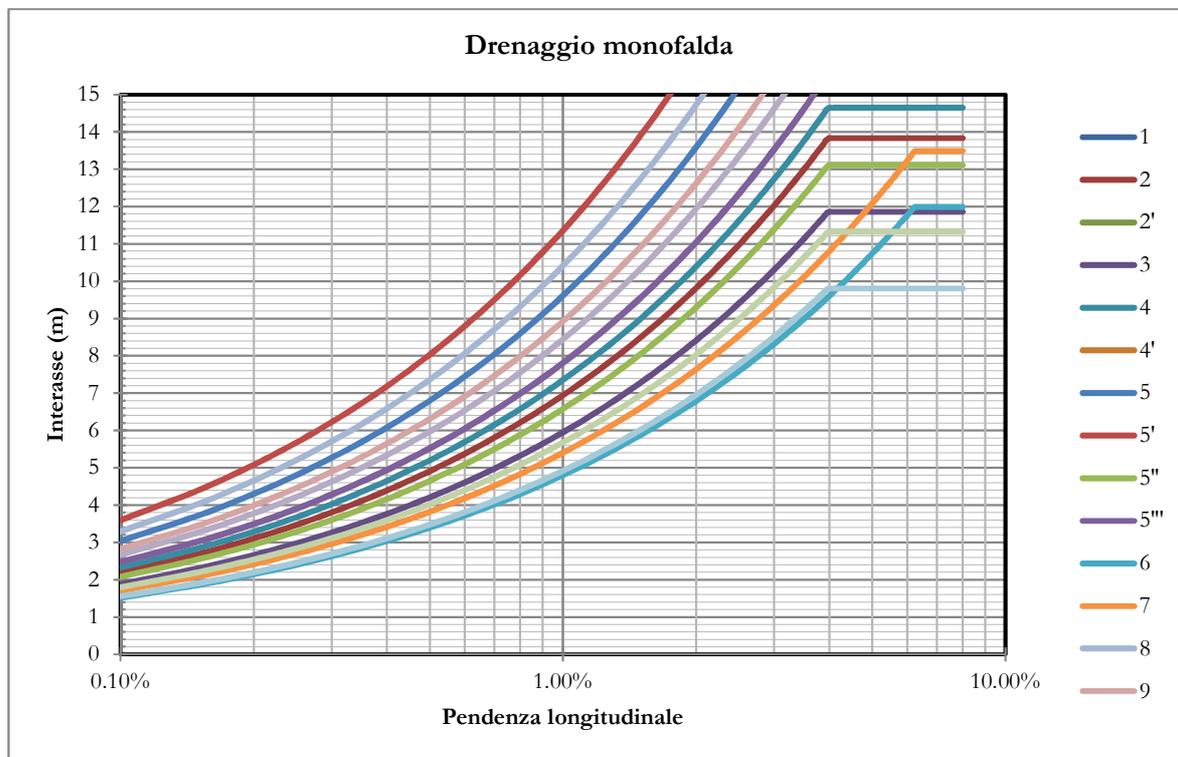
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 015	A	17 di 36

l'ispezione ed eventuale manutenzione dei collettori, sono stati inseriti pozzetti di dimensione 80x80 cm nelle deviazioni planimetriche e ad interasse massimo di 25 m. Accoppiando il dimensionamento del moto a cunetta e della portata evacuabile dalla caditoia, si riportano di seguito le tabelle ed i grafici risultanti dal dimensionamento dell'interasse delle caditoie in funzione della sezione tipologica e quindi della portata transitabile in cunetta:

Numero	Categoria	Pendenza trasversale strada	Larghezza corsia di marcia	Larghezza banchina	Larghezza marciapiede	Larghezza totale
1	F1	2.50%	3.5	1	1.5	9
2	F1	2.50%	3.5	1	0	9
2'	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
3	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
4	F2	2.50%	3.25	1	0	8.5
4'	F2	2.50%	3.25	0.5	0	8
5	particolare	2.50%	2.75	0.5	0	6.5
5'	particolare	2.50%	2.75	0	0	5.5
5''	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	9.5
5'''	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	8
6	rotatoria	2.00%	8	1	0	9
7	rotatoria	2.00%	7	1	0	8
8	particolare	2.50%	2.5	0.5	0	6
9	particolare	2.50%	3	0.5	0	7
10	E	2.50%	3.5	0.5	1.5	11
11	particolare	2.50%	3.2	0.5	.	7.4
12	viadotto	2.50%	3.5	1	1.85	12.7

Drenaggio schena d'asino





Gli interassi delle caditoie riportati sotto forma di abaco nelle immagini soprastanti, sono stati definiti per ogni singola viabilità (Tabella 3.2).

VIABILITA'	DRENAGGIO	ASSE	INTERASSE CADITOIE
NV03	Schiena d'asino	6	12.60

Tabella 3.2: Associazione interassi caditoie – viabilità di progetto.

3.3 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:

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

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*”;
- φ : coefficiente di deflusso *post trasformazione*;
- φ° : 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 ²;
- I : quota (%) dell'area oggetto d'intervento, interessata dalla trasformazione (*).
() 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 (*), 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;*

Il volume [w] misurato in [mc/ha] e ricavato applicando l'espressione [1], 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 φ° e φ che compaiono all'interno dell'espressione[1], 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:

- Imp° : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **prima** della trasformazione;
- Per° : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **prima** della trasformazione;
- Imp : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **dopo** la trasformazione;
- 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 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 stessa procedura di calcolo viene utilizzata per determinare i limiti di portata allo scarico per il dimensionamento del manufatto limitatore anche per le classi di intervento di “Modesta impermeabilizzazione potenziale”.

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:

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

Infine è possibile stimare il volume da invasare come differenza:

$$W_i = W_e - W_u \quad [m^3]$$

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.

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

4 INTERVENTI VIABILITA' DI PROGETTO

In questo capitolo vengono descritte le viabilità in ogni singolo asse, sottolineando per ognuno di essi la tipologia di drenaggio utilizzata.

4.1 NV01 Viabilità alternativa PL km 29+500

L'intervento NV01 si compone di 3 assi stradali:

1. L'asse 1 costituisce l'asse principale dell'intervento in oggetto e si sviluppa su nuova sede innestandosi su via delle Pantane a cavallo del PL esistente permettendo lo scavalco del nuovo raddoppio della sede ferroviaria, è caratterizzato dalla presenza di un viadotto a 3 campate di scavalco della sede ferroviaria e dell'asse 2.

Il drenaggio si effettua mediante fossi posti ai piedi della scarpata del rilevato su cui posa la sede stradale. Ai lati della struttura di scavalco della ferrovia sono stati predisposti dei tubi $\Phi 25$ cm in acciaio, alimentati da caditoie in ghisa carrabile poste ad interasse di 15 m. Esse recapitano attraverso dei pluviali nei pozzetti posti a lato della struttura scatolare (nord ferrovia) e grazie a degli embrici nei fossi di guardia del rilevato stradale (sud ferrovia).

2. L'asse 2, su nuova sede e in rilevato, staccandosi dall'asse 1 alla progressiva chilometrica 0+152 permette il ripristino del collegamento a via Pascolaro. La viabilità si sviluppa per un primo tratto parallelamente all'asse 1 e per un secondo tratto parallelamente a via Pascolaro.

Il drenaggio si esegue con fossi di guardia ai piedi del rilevato stradale, i quali da sezione 15 a 19 recapitano nel fosso ferroviario F3_sud alla progressiva ferroviaria 29+335. I restanti fossi di piattaforma si allacciano alle incisioni esistenti, in particolare il fosso lato sinistro permette la continuità della rete attuale, collegando l'inalveazione dell'IN04 allo scarico del Fosso Arrone.

3. L'asse 3 si sviluppa parallelamente e su nuova sede rispetto alla viabilità esistente e permette l'accesso ad gruppo di unità abitative collocate in prossimità delle sede ferroviaria. La viabilità si innesta all'asse 1 alla progressiva 0+088.

Si prevede l'inserimento di un fosso a sinistra della sede stradale da sezione 1 a sezione 6 e su entrambi i lati nella restante porzione stradale dell'asse 3. Tutti i sistemi colleghino le acque verso l'IN04 grazie ad un tombino circolare $\Phi 80$.

Gli interventi di progetto sono stati completati da invasi di laminazione a depressione verde opportunamente dimensionati e manufatti di controllo delle portate scaricate nel reticolo idrografico.

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, suddivisa per recapito (rif. elaborato grafico drenaggio della viabilità).

Bilancio superfici

RECAPITO	CODICE MANUFATTO	Simp AO	Sperm AO	Simp PO	Sperm PO
		ha	ha	ha	ha
NV01 - R1	NV01 - MC1	0.226	1.484	0.895	0.814
NV01 - R2	NV01 - MC2	0.000	0.131	0.062	0.068

Calcolo classe di intervento

RECAPITO	CODICE MANUFATTO	Strasformazione	Imp AO	Per AO	φ	Imp PO	Per PO	φ	CLASSI DI INTERVENTO	ω	Vmin INVARIANZA
											ha
NV01 - R1	NV01 - MC1	1.709	13%	86.80%	0.29	52.35%	47.65%	0.57	3-SIGNIFICATIVA		
NV01 - R2	NV01 - MC2	0.131	0%	100.00%	0.20	47.76%	52.24%	0.53	2-MODESTA	297.58	38.90

Calcolo volume di laminazione per interventi significativi, con metodo cinematico

RECAPITO	CODICE MANUFATTO	Q AO	u A.O.	We	u max P.O.	Wu	Q PO	Wi
		l s ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	m ³	l s ⁻¹ ha ⁻¹	m ³	l s ⁻¹	m ³
NV01 - R1	NV01 - MC1	63.519	37.160	886.095	37.10	456.594	63.416	429.50
NV01 - R2	NV01 - MC2	-	-	-	-	-	-	-

Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invasare volume all'interno delle depressioni verdi di progetto e mantenere alto il livello idrico, 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 composto da un muretto trascinabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata sul fondo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m³/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (1)$$

dove C_q è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca, A (m^2) 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.

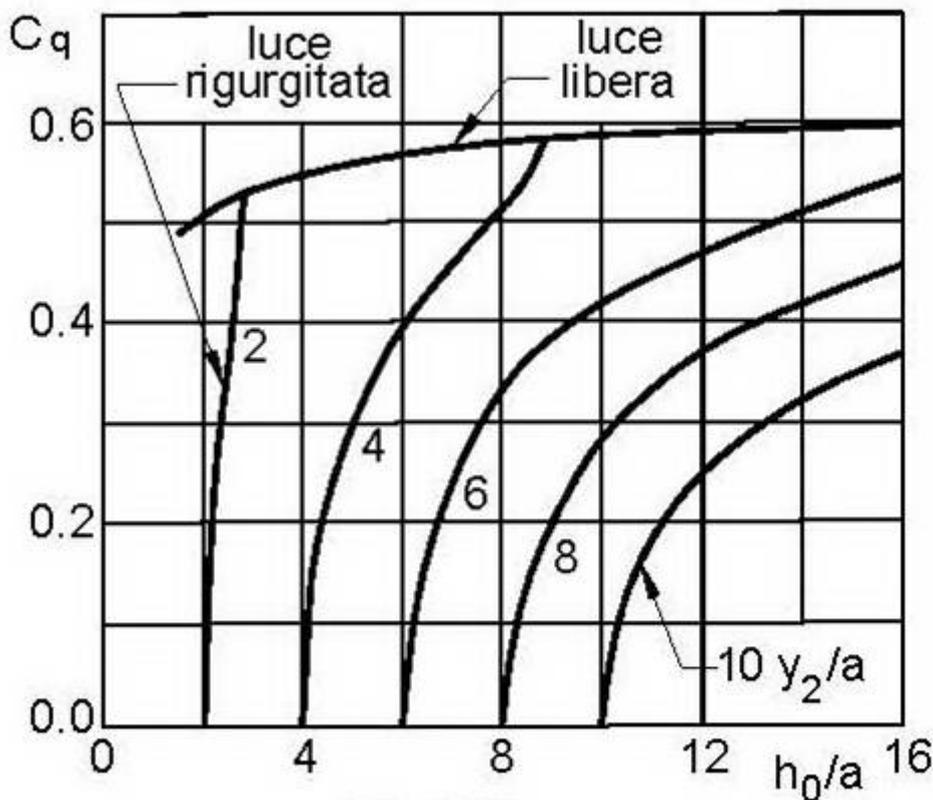


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

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

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

dove la portata Q (m^3/s) ricavata dalle verifiche a moto permanente con il metodo razionale per TR=25 anni, 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.

Relazione Idraulica drenaggio delle viabilità
 NV01- NV03

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 015	A	27 di 36

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.

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	Dimensionamento luce di fondo				Verifica dello sfioro in caso di occlusione della luce di fondo				
		Q AO	petto sfioro	luce di fondo		Hmax, fosso	L sfioro	Qsfioro	hsfioro	franco
		l s ⁻¹	m	cm x cm		m	m	l/s	m	m
NV01 - MC1	NV01 - R1	63.52	0.50	20.00	20.00	1.00	2.50	1099.00	0.39	0.11
NV01 - MC2	NV01 - R2	3.32	0.35	10.00	5.00	0.50	2.05	55.70	0.06	0.09

Considerando i tiranti sostenuti dal manufatto e i volumi da ricavare, le depressioni verdi di progetto avranno un'area minima di:

CODICE	RECAPITO	h tirante	A minima	Note
		m	m ²	
NV01 - MC1	NV01 - R1	0.500	859.002	setto 50 cm, considerato fondo pseudoorizzontale
NV01 - MC2	NV01 - R2	0.350	111.144	setto 35 cm, considerato fondo pseudoorizzontale

**fondo pseudo-orizzontale: pendenza minima del bacino pari a 0.2%*

4.2 NV03 Adeguamento viabilità esistente km 30+940

L'intervento NV03 si compone di 8 assi stradali e due rotatorie:

1. L'asse 1 è l'asse principale dell'intervento in oggetto, si sviluppa su nuova sede innestandosi tra via Anguillarese e la rotatoria 1 (posta ad ovest lungo via Mainella) e permette lo scavalco del nuovo raddoppio della sede ferroviaria. È caratterizzato dalla presenza di un viadotto a 3 campate di scavalco della sede ferroviaria, ciascuna di luce 25 m, e di un tratto su struttura scatolare.

Analogamente a quanto descritto in precedenza sono stati previsti fossi ai piedi del rilevato di accesso al cavalcaferrovia ed ai lati della struttura di scavalco sono stati predisposti dei tubi $\Phi 25$ cm in acciaio, alimentati da caditoie in ghisa carrabile poste ad interasse di 15 m. Esse recapitano attraverso dei pluviali nei pozzetti posti a lato della struttura scatolare e grazie a degli embrici nei fossi di guardia del rilevato stradale.

2. L'asse 2 sviluppandosi su nuova sede collega la rotatoria 1 con la rotatoria 2, viene drenato con fossi posti a lato del rilevato che recapita nell'IN07.
3. L'asse 3 si stacca dalla rotatoria 1 e si collega ad una viabilità minore di accesso ad un gruppo di fabbricati, sono presenti due fossi di guardia a lato della strada che scaricano attraverso un tombino $\Phi 60$ nella rete di fossi degli assi adiacenti.
4. L'asse 4 è collegato alla rotatoria 1 ed è posizionato in corrispondenza della sede attuale di via Mainella, si prevedono fossi di guardia a lato della sede stradale.
5. L'asse 5 ha inizio da via Anguillarese e sviluppandosi verso nord permette di ripristinare l'accesso all'area a sud della nuova sede ferroviaria. Sono stati inseriti due fossi di guardia, uno dei quali drenante, a causa della mancanza di un recapito accessibile al quale convogliare le acque raccolte.
6. L'asse 6 ha inizio dalla rotatoria 2 e si sviluppa verso est collegandosi a via della Mainella.

Il suo drenaggio è costituito da un sistema chiuso, ovvero caditoie e collettori, che scaricano nel fosso della Casaccia. Al di sotto della viabilità, alla progressiva 35.00 attraversa un tombino scatolare 4.00x2.70 che serve a garantire continuità al fosso della Casaccia.

7. L'asse 7 ha inizio dalla rotatoria 2 e si sviluppa verso nord per pochi metri, si prevedono delle caditoie collegate alla rete che scarica nel fosso della Casaccia (asse 6).
8. L'asse 8 ha inizio dalla rotatoria 2 e si sviluppa in direzione nord ovest collegandosi a via C. Colombo. È stato previsto un fosso solo a destra della viabilità, il quale si allaccia alla rete di fossi di progetto dell'asse 2. A sinistra è presente attualmente un ramo del fosso della Casaccia, per cui non si prevedono opere.

Relazione Idraulica drenaggio delle viabilità
 NV01- NV03

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 015	A	29 di 36

Gli interventi di progetto sono stati completati da invasi di laminazione a depressione verde opportunamente dimensionati e manufatti di controllo delle portate scaricate nel reticolo idrografico.

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, suddivisa per recapito (rif. elaborato grafico drenaggio della viabilità).

Bilancio superfici

CODICE	RECAPITO	PK _{in}	PK _{fin}	Simp AO	Sperm AO	Simp PO	Sperm PO
				ha	ha	ha	ha
NV03 - MC6	NV03 - R1	0+150	0+020	0.037	0.523	0.267	0.293
NV03 - MC7	NV03 - R2	0+150	0+001	0.074	0.264	0.191	0.147
NV03 - MC5	NV03 - R3	0+000	0+097	0.000	0.168	0.090	0.078
NV03 - MC4	NV03 - R4	0+000	0+097	0.064	0.579	0.342	0.301
NV03 - MC2, MC3	NV03 - R5	0+000	0+100	0.055	0.541	0.212	0.385
NV03 - MC1	NV03 - R6	0+000	0+121	0.218	0.105	0.245	0.078
-	NV03 - R7	0+121	0+040	0.122	0.000	0.100	0.021

Calcolo classe di intervento

CODICE	RECAPITO	Strasformazioni	Imp AO	Per AO	φ	Imp PO	Per PO	φ	CLASSI DI INTERVENTO	ω	V _{min} INVARIANZA
		ha	%	%	%	%	%	%		m ³ ha ⁻¹	m ³
NV03 - MC6	NV03 - R1	0.561	7%	93.35%	0.25	47.68%	52.32%	0.53	2-MODESTA	187.52	105.12
NV03 - MC7	NV03 - R2	0.338	22%	78.12%	0.35	56.58%	43.42%	0.60	2-MODESTA	106.64	35.99
NV03 - MC5	NV03 - R3	0.168	0%	100.00%	0.20	53.59%	46.41%	0.58	2-MODESTA	349.93	58.90
NV03 - MC4	NV03 - R4	0.643	10%	90.02%	0.27	53.19%	46.81%	0.57	2-MODESTA	180.89	116.39
NV03 - MC2, MC3	NV03 - R5	0.596	9%	90.80%	0.26	35.50%	64.50%	0.45	2-MODESTA	100.56	59.97
NV03 - MC1	NV03 - R6	0.323	67%	32.57%	0.67	75.87%	24.13%	0.73	2-MODESTA	35.35	11.43
-	NV03 - R7	0.121	101%	-0.63%	0.90	82.68%	17.32%	0.78	0-IN DIMINUZIONE	0.00	0.00

Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invadere volume all'interno delle depressioni verdi di progetto e mantenere alto il livello idrico, 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 composto da un muretto tracimabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata sul fondo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m³/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (3)$$

dove C_q è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca, A (m²) 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.

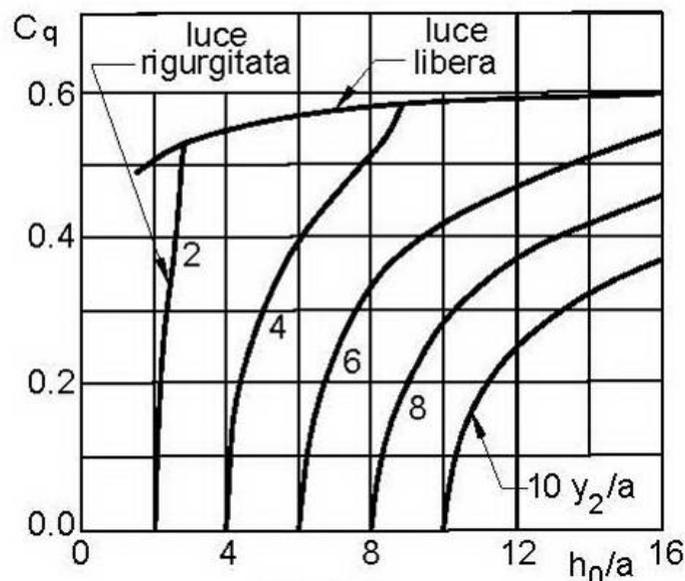


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

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

$$Q = L \cdot C_e \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (4)$$

dove la portata Q (m^3/s) ricavata dalle verifiche a moto permanente con il metodo razionale per $TR=25$ anni, 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.

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	Dimensionamento luce di fondo				Verifica dello sfioro in caso di occlusione della luce di fondo				
		Q AO	petto sfioro	luce di fondo		Hmax, fosso	L sfioro	Qsfioro	hsfioro	franco
		$l\ s^{-1}$	m	cm x cm		m	m	l/s	m	m
NV03 - MC6	NV03 - R1	17.57	0.45	10.00	10.00	0.70	1.85	361.62	0.23	0.02
NV03 - MC7	NV03 - R2	15.15	0.30	10.00	10.00	0.50	1.40	19.46	0.04	0.16
NV03 - MC5	NV03 - R3	4.28	0.40	10.00	5.00	0.80	1.70	159.82	0.14	0.26
NV03 - MC4	NV03 - R4	22.07	0.35	10.00	15.00	0.80	1.55	442.47	0.30	0.15
NV03 - MC2, MC3	NV03 - R5	20.04	0.30	10.00	15.00	0.50	1.40	115.68	0.13	0.07
NV03 - MC1	NV03 - R6	27.61	0.80	10.00	15.00	1.00	1.20	62.30	0.10	0.10
-	NV03 - R7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Considerando i tiranti sostenuti dal manufatto e i volumi da ricavare, le depressioni verdi di progetto avranno un'area minima di:

CODICE	RECAPITO	h tirante	A minima	Note
		m	m^2	
NV03 - MC6	NV03 - R1	0.450	327.751	bacino con setto a 0.45m e considerato fondo pseudo orizzontale
NV03 - MC7	NV03 - R2	0.300	119.980	bacino con setto a 0.30m e considerato fondo pseudo orizzontale
NV03 - MC5	NV03 - R3	0.400	147.242	bacino con setto a 0.40m e considerato fondo pseudo orizzontale
NV03 - MC4	NV03 - R4	0.350	332.530	bacino con setto a 0.35m e considerato fondo pseudo orizzontale
NV03 - MC2, MC3	NV03 - R5	0.300	334.911	2 bacini ($A_{minima}/2=167.5\ m^2$) con setto a 0.3m e considerato fondo pseudo orizzontale
NV03 - MC1	NV03 - R6	0.800		scatolare 1.20x1.00 con setto a 0.80 L=12 m
-	NV03 - R7	-	-	-

**fondo pseudo-orizzontale: pendenza minima del bacino pari a 0.2%*

