



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. ELENCO ELABORATI ANNESSI</b>	<b>4</b>
<b>3. QUADRO NORMATIVO</b>	<b>5</b>
3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto	5
<b>4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI</b>	<b>7</b>
4.1. Scelta dei tempi di ritorno	7
4.2. Pluviometria	7
4.2.1. <i>CPP per eventi con durata inferiore all'ora</i>	9
<b>5. DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA</b>	<b>10</b>
5.1. Descrizione delle opere	10
5.1.1. <i>Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato</i>	10
5.1.2. <i>Manufatto di regolazione del flusso allo scarico</i>	11
<b>6. METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>12</b>
6.1. Ipotesi generali	12
6.2. Il metodo di calcolo del volume di laminazione	12
6.3. Il metodo dell'invaso	14
6.4. Criteri di verifica	19
6.4.1. <i>Canali di laminazione</i>	19
6.4.2. <i>Elementi di piattaforma (canalette)</i>	20
<b>7. OPERE DI INTERCETTAZIONE</b>	<b>21</b>
7.1. Embrici	21
<b>8. OPERE DI RIPROFILATURA FOSSO ESISTENTE</b>	<b>23</b>
<b>9. RETE DI SCARICO DEI FABBRICATI</b>	<b>25</b>
<b>10. ADDUZIONE IDRICA</b>	<b>27</b>
<b>11. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI</b>	<b>30</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione definitiva del Lotto 2 dell'intervento di interrimento della linea in corrispondenza della pista dell'aeroporto di Fontanarossa. Il lotto 2 prevede la realizzazione dell'interrimento della linea CT-PA, la realizzazione della bretella CT-SR e fascio A/P di prima fase, il collegamento fascio A/P-Interporto ed infine la prima fase di interventi nel terminal merci. La presente relazione è dedicata, in particolare, agli interventi previsti sul Terminal Merci e descrive il sistema di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma ferroviaria e le opere di presidio idraulico per l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale dal piede dei rilevati e dai piazzali. Vengono inoltre descritte le opere di smaltimento fognario e di adduzione idrica a servizio dei fabbricati previsti nel nuovo layout del terminal. Il rilevato dell'asta di manovra, che si sviluppa dalla progressiva 1+600,00 prevede il recapito in un fosso esistente che è oggetto di riprofilatura nelle sezioni parallele all'asta di manovra e fino all'imbocco del sottopasso alla viabilità comunale.

## 2. ELENCO ELABORATI ANNESSI

<b>Codice elaborato</b>	<b>Argomento</b>
RS3H02D78BZID0002004A	Tipologico drenaggio di piazzale- Tav. 1/2
RS3H02D78BZID0002005A	Tipologico drenaggio di piazzale- Tav. 2/2
RS3H02D78PZID0002003A	Reta adduzione idrica
RS3H02D78PZID0002004A	Rete smaltimento acque
RS3H02D78P7ID0002008A	Planimetria drenaggio asta di manovra

*Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.*

### 3. QUADRO NORMATIVO

- Italferr S.p.A. - Manuale di Progettazione
- Regolamento Edilizio (adeguato al Decreto 2 dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n°54 del 24.12.2014) – Comune di Catania
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) e relativa circolare applicativa

#### 3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto

Il progetto del sistema di drenaggio è stato sviluppato in accordo al *Regolamento Edilizio adeguato al Decreto 2 Dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n.54 del 24.12.2014* del comune di Catania.

Il regolamento contempla il principio di invarianza idraulica che impone che qualsiasi modificazione della superficie del suolo non possa, anche indirettamente, determinare un incremento delle portate di piena al colmo sversate dalla superficie del suolo nella rete fognaria, nella rete idrografica naturale e artificiale o sulle sedi stradali.

Nallo stesso documento, all'art. 80 "Invarianza Idraulica", sono individuati i tipi di interventi da prevedere al fine di garantire l'invarianza idraulica delle portate di piena al colmo:

temporaneo accumulo delle acque meteoriche in idonee vasche di laminazione e scarico graduale nella rete fognaria pluviale, mista o nella rete idrografica naturale o artificiale;

dispersione nel suolo con soluzioni tecniche idonee di tipo diffuso (superfici permeabili) o concentrato (trincee d'infiltrazione, vasche di infiltrazione, ecc).

Gli interventi di progetto, per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo, prevedono le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;
- nei tratti in rilevato le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente tramite embrici;

- nei tratti in trincea, i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella cunetta rettangolare di piattaforma sottopassando il manufatto della canaletta portacavi. Nel passaggio rilevato-trincea la cunetta rettangolare è recapitata esternamente direttamente al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente;
- canali di laminazione e/o fossi disperdenti a sezione trapezoidale e rettangolare al piede del rilevato quando il corpo ferroviario è più elevato rispetto al piano campagna;
- canali di laminazione a sezione trapezoidale e rettangolare in testa alla trincea quando il corpo ferroviario è più basso del piano campagna;
- vasche di laminazione puntuali in luogo e/o in aggiunta ai manufatti di laminazione in linea.

#### 4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI

##### 4.1. Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008). La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa
<b>Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Piattaforma ferroviaria TR 100 anni</i></li> <li>• <i>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i></li> </ul>	-
<b>Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>linea ferroviaria Tr= 300 anni per S &gt; 10 km<sup>2</sup></i></li> <li>• <i>linea ferroviaria Tr= 200 anni per S &lt; 10 km<sup>2</sup></i></li> <li>• <i>deviazioni stradali Tr=200 anni</i></li> </ul>	<i>Tr = 200 anni</i>

Tabella 2-Tempi di ritorno

##### 4.2. Pluviometria

La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata  $\tau$ , è effettuata mediante una curva, detta curva segnalatrice di possibilità pluviometrica o climatica, caratterizzata generalmente dalla seguente espressione:

$$h = a\tau^n$$

nella quale h rappresenta l'altezza di precipitazione caduta nell'intervallo di tempo  $\tau$ , a ed n sono dei coefficienti determinati statisticamente al fine di ottenere le curve di possibilità pluviometrica associate a diversi tempi di ritorno TR.

Facendo riferimento ai valori di Tabella 2, nel presente studio idraulico è stata valutata la funzionalità del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma in risposta a eventi di precipitazione caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria.

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica utilizzati per il dimensionamento delle opere:

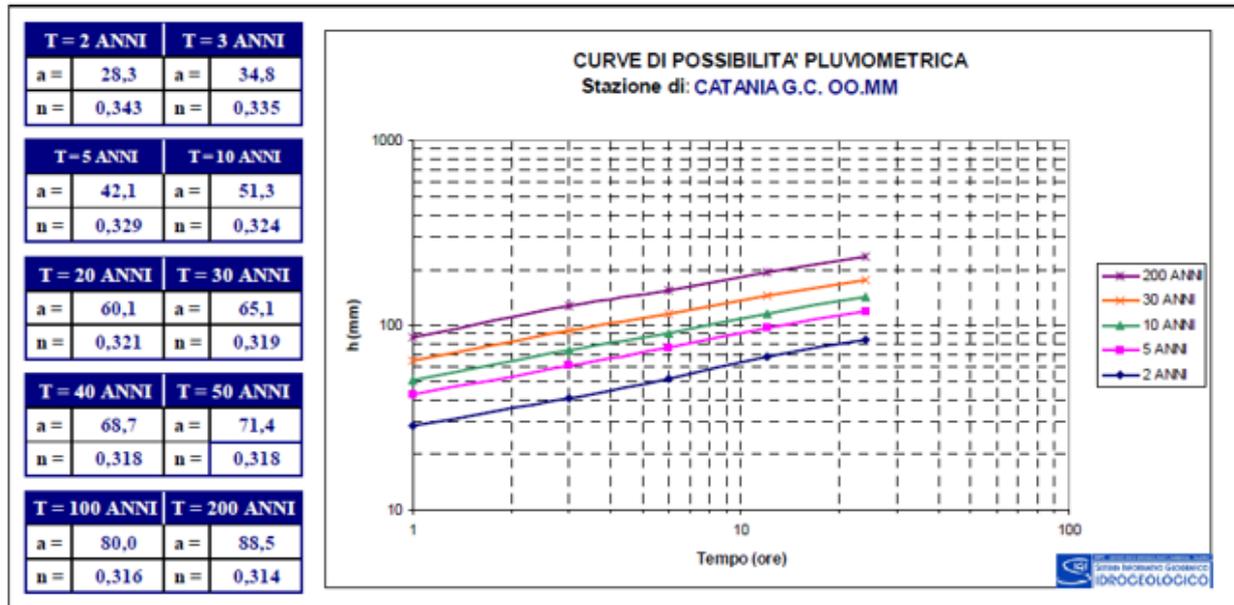


Tabella 3 - Parametri a e n per determinati tempi di pioggia t [ore] e tempi di ritorno T [anni]

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso  $\phi$ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

In relazione alle caratteristiche morfologiche del terreno, per il calcolo dei drenaggi di piattaforma, si è ipotizzato, in via cautelativa, che anche la fascia esterna contermina al fosso di guardia possa drenare all'interno dello stesso. L'estensione della fascia drenante è stata assunta, nelle aree esterne al terminal pari a:

- 100 metri lato monte
- 25 metri lato mare

tenendo conto, laddove possibile, degli ostacoli e della reale conformazione del terreno, mentre nel piazzale, indipendentemente dalla presenza di un sistema di drenaggio esistente, è stata considerata un'area contribuente esterna alla piattaforma, larga almeno 2 metri, per tutta la lunghezza d'asse dei binari.

I tipi di superficie presi in considerazione nel presente progetto ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati in Tabella 4.

Descrizione	Coefficiente di deflusso $\varphi$
Infrastruttura (rilevato piattaforma + scarpate)	0.80
Infrastruttura (piazzale terminal)	0.75
Superfici esterne	0.30

Tabella 4 – Coefficiente di deflusso per varie tipologie di superficie.

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico. Per il piazzale del terminal è stato assunto un coefficiente pari a 0,75 relativo ad un strato super-compattato ad elevata permeabilità.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

#### 4.2.1. CPP per eventi con durata inferiore all'ora

Lo studio del drenaggio di piattaforma è stato condotto considerando anche eventi di pioggia con durata inferiore all'ora. Gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora vengono denominati eventi brevi; gli eventi brevi e quelli lunghi, precedentemente esposti, seguono differenti dinamiche meteorologiche e non possono essere trattati in egual modo. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h$ , con  $t$  minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia  $h$  di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno  $T$ , è dipendente solo dalla durata  $t$  espressa in minuti:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = f(t) \quad (1)$$

avendo indicato con  $f$  un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della (1) può essere espresso nella semplice forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^s \quad (2)$$

In cui  $t$  è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti,  $s$  è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989).

L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^{0.386} \quad (3)$$

Fissati i vari tempi di ritorno T, i parametri delle rispettive curve di possibilità pluviometrica sono desumibili dalla tabella precedente.

## 5. DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA

### 5.1. Descrizione delle opere

#### 5.1.1. Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato

Nei tratti in cui il corpo ferroviario si trova in rilevato, le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede ferroviaria, per mezzo della sezione triangolare formata dal cordolo bituminoso a lato della piattaforma e lo strato di sub-ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3,0%.

Il cordolo convoglia l'acqua verso il primo embrice disponibile in funzione della pendenza longitudinale della livelletta ferroviaria.

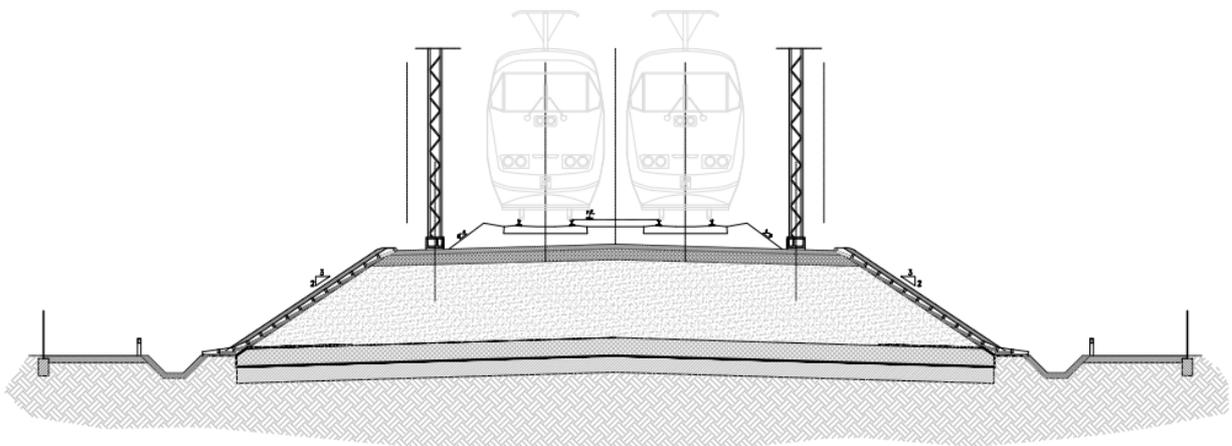
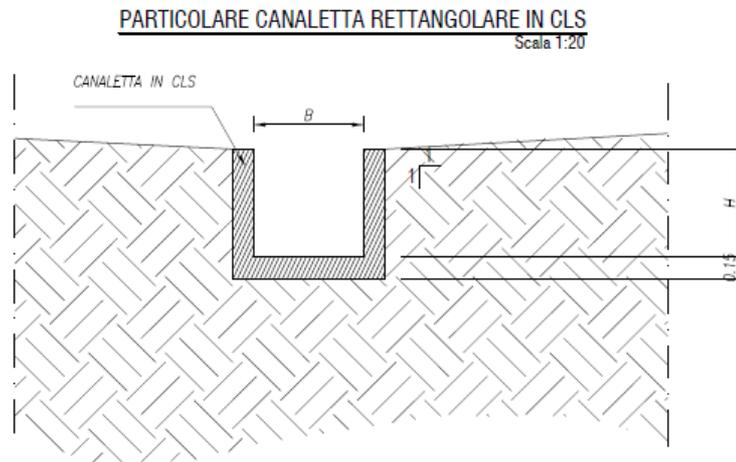


Figura 1- Sezioni tipo in rilevato in terra

Gli embrici sono posizionati sulla scarpata del rilevato con pendenza 3/2, ad interasse pari a 15 m. Al piede del rilevato, l'acqua viene collettata per mezzo di fossi di guardia di sezione variabile in cls (TR100) che recapitano nella rete di scolo naturale esistente con un manufatto di restituzione a bocca tarata per la laminazione della portata ad un valore corrispondente a 20 l/s\*ha. Tali fossi hanno sezione rettangolare con dimensioni variabili, che vanno da un minimo di 1,2 x 1.0 m, fino a fossi più grandi che possono arrivare a rettangolari 2,0 x 1.2.



*Figura 2-Tipologici Fosso di guardia in CLS*

### **5.1.2. Manufatto di regolazione del flusso allo scarico**

I canali di drenaggio dell'asta di manovra confluiscono ad una cameretta di opportune dimensioni sul fondo della quale è previsto il posizionamento di una piccola tubazione per lo scarico in automatico ed a gravità delle portate laminate.

Il principio secondo cui avviene lo scarico è quello di una luce a battente e tale per cui la portata limite max è scaricata al raggiungimento del massimo volume di laminazione.

E' opportuno inoltre prevedere una luce di scarico sommitale prima del raggiungimento del massimo riempimento dei canali di laminazione affinché, prima del raggiungimento del massimo volume, possa avere inizio lo scarico di emergenza. E' bene che tale sfioro sommitale abbia una larghezza alla base pari a quella dell'intero canale di drenaggio. Ai fini del mantenimento di un corretto esercizio è opportuno che l'imbocco dei canali nel manufatto di scarico siano protetti con griglie a maglia fine per la trattenuta del materiale flottante eventualmente trasportato dal sistema di drenaggio, con lo scopo di impedire l'intasamento del piccolo tubo di scarico.

## 6. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento degli elementi idraulici di presidio della piattaforma è stato sviluppato calcolando la forzante idraulica con metodi classici di letteratura e verificando la capacità di laminazione del fosso di guardia e della eventuale vasca di laminazione a monte del recettore.

### 6.1. Ipotesi generali

Il regolamento edilizio del Comune di Catania, all'art. 80, comma 4, stabilisce che la capacità utile delle vasche (o canali) di laminazione deve essere pari ad almeno 0,03 mc/mq di superficie coperta o pavimentata ma non fornisce indicazioni sulla portata limite di scarico. A tal proposito si è assunto il valore limite di 20 l/s per ettaro, come indicato nel Programma di tutela e uso delle acque delle Regioni Lombardia e Liguria.

### 6.2. Il metodo di calcolo del volume di laminazione

Il metodo, richiamato nelle *“Linee Guida del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”*, ricalca il procedimento esposto nel testo *“Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione”* (CSDU – Hoepli, Milano, 1997) e stima il volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica. La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso. Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso, per una data durata  $t$  viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca  $V_{in}$  ed il volume uscito  $V_{out}$  dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata  $t$  è dato dalla:

$$V_{in} = S \varphi h(t)$$

dove :

- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso medio, imposto costante, del bacino drenato a monte della vasca;
- $S$  è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;
- $h$  è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Utilizzando le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

La determinazione della durata critica per il volume di invaso  $t_{cr}$  ossia la durata per la quale si ha il massimo volume invasato  $V_{inv,cr}$ , si ottiene imponendo nulla la derivata prima del volume di invaso in funzione della durata:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

Quindi:

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

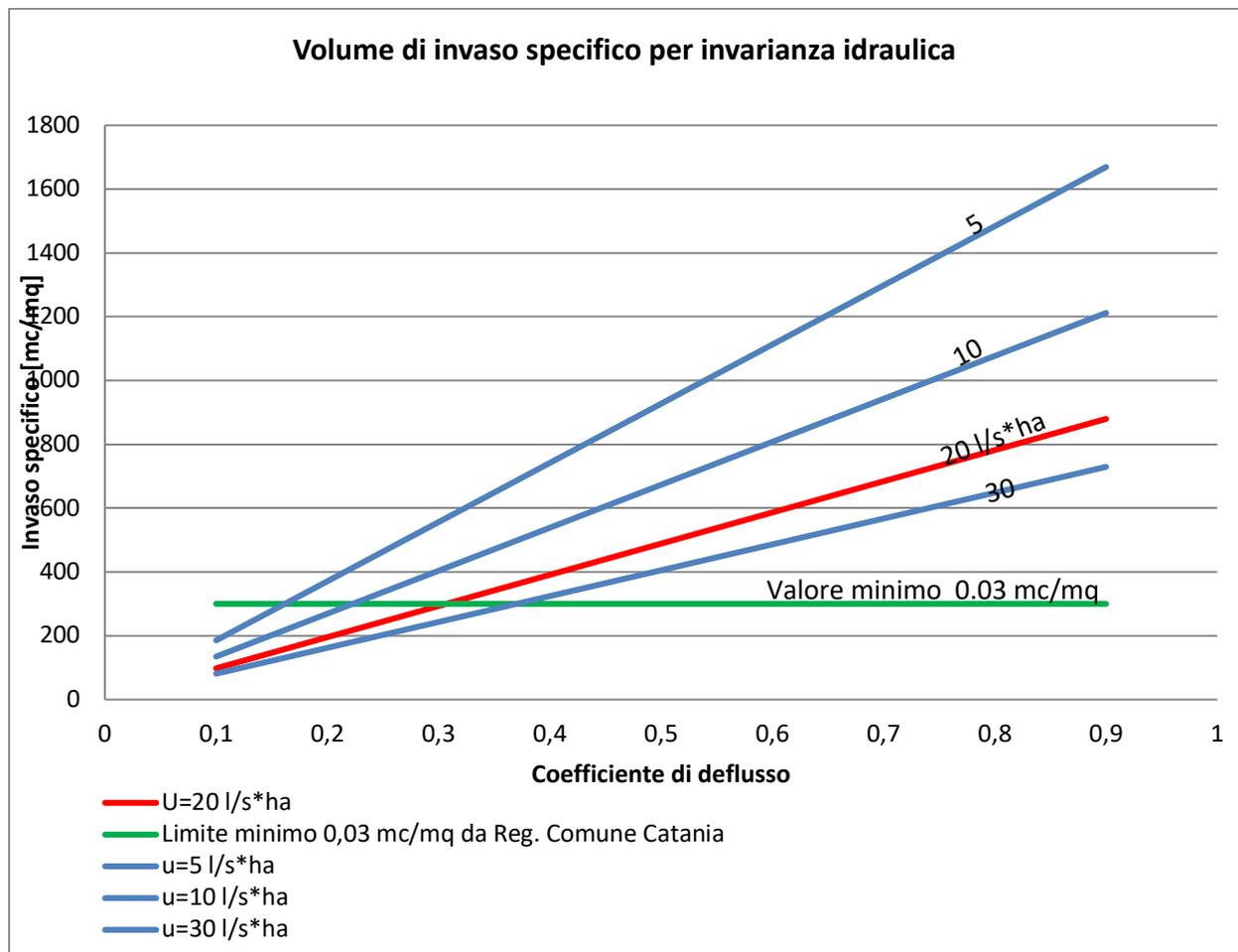
ne consegue che il massimo volume che dovrà essere contenuto dal serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Una volta individuate le caratteristiche del bacino e le altre condizioni imposte ( $S$ ,  $\varphi$ ,  $Q_{out}$ , *Tempo di ritorno*), si deve procedere al calcolo del volume d'invaso critico per ognuno dei sei intervalli di durate, quindi per ogni una delle sei coppie di parametri  $a$  e  $n$ , (5'÷45'  $t_p \approx 15'$ , 10'÷1h  $t_p \approx 30'$ , 15'÷3h  $t_p \approx 45'$ , 30'÷6h  $t_p \approx 1h$ , 45'÷12h  $t_p \approx 3h$ , 1h÷24'  $t_p \approx 6h$ ); infatti non essendo nota a priori la durata critica della precipitazione non è possibile scegliere la curva che meglio si presta a interpretare il fenomeno. La scelta della curva più adatta può esser condotta confrontando i sei scarti calcolati tra la durata critica e il relativo tempo centrale ( $t_{ce}$ )

dell'intervallo di durate: la curva più idonea sarà quindi quella per cui risulta minore lo scarto suddetto.

Nell'immagine seguente viene rappresentato l'abaco del volume di invaso specifico ricavato dal metodo utilizzato, in cui vengono confrontati i valori ottenuti imponendo un valore del coefficiente udometrico allo scarico con il valore minimo di 0,03 mc/mq di superficie trasformata assunto come limite minimo in base alle prescrizioni regolamentari vigenti nel Comune di Catania. Nei calcoli è stato assunto un valore del coefficiente udometrico allo scarico pari a 20 l/s\*ha.



Per le verifiche si rimanda ai tabulati allegati.

### 6.3. Il metodo dell'invaso

Tale metodo, utilizzato per il dimensionamento della canaletta presente tra le pk 1+678,51 e pk

1+750,00 dell'asta di manovra, al centro della piattaforma, tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$  (Figura 3 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.)

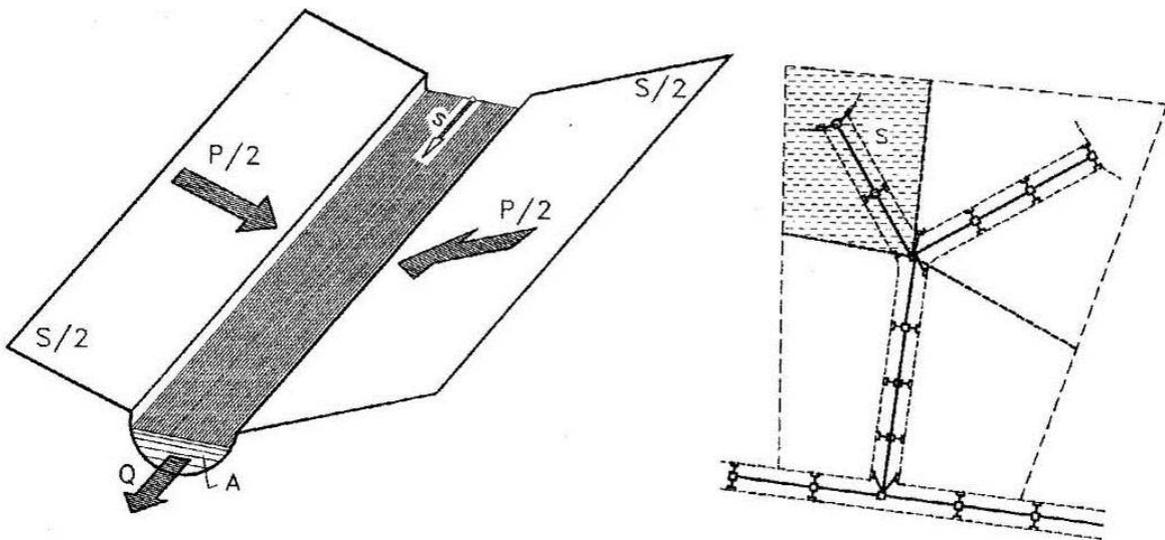


Figura 3 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

- $p$  è il volume di pioggia che affluisce alla rete:

$$p = \varphi j S$$

con  $j$  intensità di pioggia costante su tutta la durata  $\tau$  della precipitazione ed espressa

mediante la formula a due parametri:

$$j = a \tau^{n-1}$$

- $Q$  è la portata transitante nella sezione di chiusura;
- $dV/dt$  è la variazione di volume invasato a monte della sezione di chiusura;

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra  $Q$  e  $t$  ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento  $t_r$  del collettore, cioè il tempo necessario per passare da  $Q = 0$  a  $Q = Q_0$ , essendo  $Q_0$  il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra  $\tau$  e  $t_r$  si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

insufficiente se  $t_r < \tau$  ;

corretto se  $t_r \geq \tau$  .

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:  $K_s$  = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;

$R_H$  = raggio idraulico;

$i$  = pendenza del canale.

Dall'identità  $Q = Av$  si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume  $V$  in funzione della variabile  $Q$ . Il problema è trattato assumendo che il volume  $V$  sia linearmente legato all'area  $A$  della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti  $V_0$  e  $A_0$  rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può

scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p - Q} dQ$$

E' ammissibile una relazione lineare fra volume e portata.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra  $t_1$  e  $q_1$ , effettuando uno sviluppo in serie della funzione  $z$  (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1 - z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per  $z < 1$ .

In particolare, per  $t_1 = 0$ ,  $z_1 = 0$  (cioè  $Q_1 = 0$ ) e  $z_2 = Q_0/p$ , si ottiene il tempo di riempimento  $t_r$ :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione  $\zeta_\alpha(z)$  sono stati riassunti in tabella sottostate al variare di  $\alpha$ .

$z$	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0,10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0,20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0,30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0,40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0,50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0,60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0,70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0,75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0,80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0,84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0,87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0,90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0,92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0,94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0,96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0,98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

Tabella 5 - Valori di  $\zeta_\alpha(z)$  in funzione di  $a$ .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = t_r$ ), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico  $v_0 = V_0/S$  cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc..), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione  $du/dz = 0$  (essendo  $z$  l'unica variabile), quale sia il valore di  $z$  (dipendente dall'intensità di precipitazione  $j$ ) che rende massimo il coefficiente udometrico  $u$ . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di  $z$  di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di  $z$ :

$$z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico.

Se si considera  $\alpha \geq 1$ , l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = 2168n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

con:

**u** coefficiente udometrico, rapporto fra Q ed S [l/(s·ha)];

**φ** coefficiente di deflusso;

**v<sub>0</sub>** [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>] volume specifico di invaso: rapporto fra volume di invaso V<sub>0</sub> del sistema e la superficie scolante S;

**n** esponente della legge di probabilità pluviometrica;

**a** coefficiente della curva di probabilità pluviometrica [m/ore<sup>n</sup>].

Il volume di invaso del sistema **V<sub>0</sub>** a monte della sezione di calcolo si ottiene dalla relazione:

$$V_0 = w_0 S + W_c + \sum W_m$$

essendo:

**w<sub>0</sub>** il volume per unità di superficie costituito dal velo idrico presente sulle superfici scolanti nonché dai volumi invasati nelle capacità secondari (piccoli invasi);

**W<sub>c</sub>** il volume invasato all'interno del tronco di canale **c** di progetto;

**∑W<sub>m</sub>** la somma dei volumi invasati nei tronchi di canale a monte del tratto **c** in calcolo.

Per determinare il volume di invaso del sistema sono stati scelti i seguenti valori di volume specifico W<sub>0</sub> in funzione della tipologia di superficie:

**0.005** m per la piattaforma ferroviaria;

**0.003** m per la piattaforma stradale;

**0.003** m per le aree esterne.

Per la scelta dei coefficienti di deflusso si è fatto riferimento ai seguenti valori:

**0.9** per le superfici pavimentate;

**0.6** per le scarpate delle trincee;

**0.4** per le superfici esterne all'infrastruttura.

## 6.4. Criteri di verifica

### 6.4.1. Canali di laminazione

Il dimensionamento idraulico dei canali di laminazione è stato eseguito mediante il metodo richiamato nelle "Linee Guida del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli

eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”, che ricalca il procedimento esposto nel testo “Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione” (CSDU – Hoepli, Milano, 1997).

Per il dimensionamento è stato assunto un grado di riempimento max pari al (90-95)% ovvero un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1.1-1.05. Si noti che tale assunzione tiene conto del fatto che il manufatto di regolazione del flusso allo scarico è dotato di scarico sommitale per far sì che, prima del raggiungimento del massimo volume, possa avere inizio lo scarico di emergenza nel recapito finale senza compromettere la sicurezza delle opere di progetto.

Nell'allegato 1 sono riportati i risultati delle verifiche.

#### **6.4.2. Elementi di piattaforma (canalette)**

La verifica degli elementi di drenaggio viene effettuata calcolando le portate massime afferenti con il metodo dell'invaso. Ipotizzando che ciascun tratto sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, la verifica della sezione viene effettuata con la formula di Gauckler –Strickler:

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

dove:

- Q è la portata;
- A è la sezione liquida;
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler;
- $R_H$  è il raggio idraulico;
- $i$  è la pendenza longitudinale.

Fissati un coefficiente di scabrezza  $K_s$  ed una pendenza longitudinale  $i$ , si è in grado di determinare la combinazione di sezione idraulica e grado di riempimento che consento il deflusso di una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo dell'invaso.

Per gli elementi in cls si è assunto un coefficiente di scabrezza  $K_s=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Il criterio utilizzato per la verifica dei diametri di progetto è il seguente:

- per le sezioni aperte si assume un grado di riempimento massimo del 70%.
- per le sezioni chiuse si assume un grado di riempimento massimo del 65%.

Per le verifiche si rimanda ai tabulati allegati.

## 7. OPERE DI INTERCETTAZIONE

### 7.1. Embrici

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato, è concentrato in appositi elementi in cls per preservare lo stato d'arte del corpo stradale. Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento sul sub-ballast e le convogliano al piede del rilevato, in un fosso di guardia rivestito in cls.

La capacità di smaltimento degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza L e tirante sopra la soglia h secondo la relazione:

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

dove:

- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità);
- $c_q = 0.385$  (coefficiente di efflusso);
- $L = 0.4 \text{ m}$  (larghezza della vena sfiorante);
- $h = 0.07 \text{ m}$  (altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

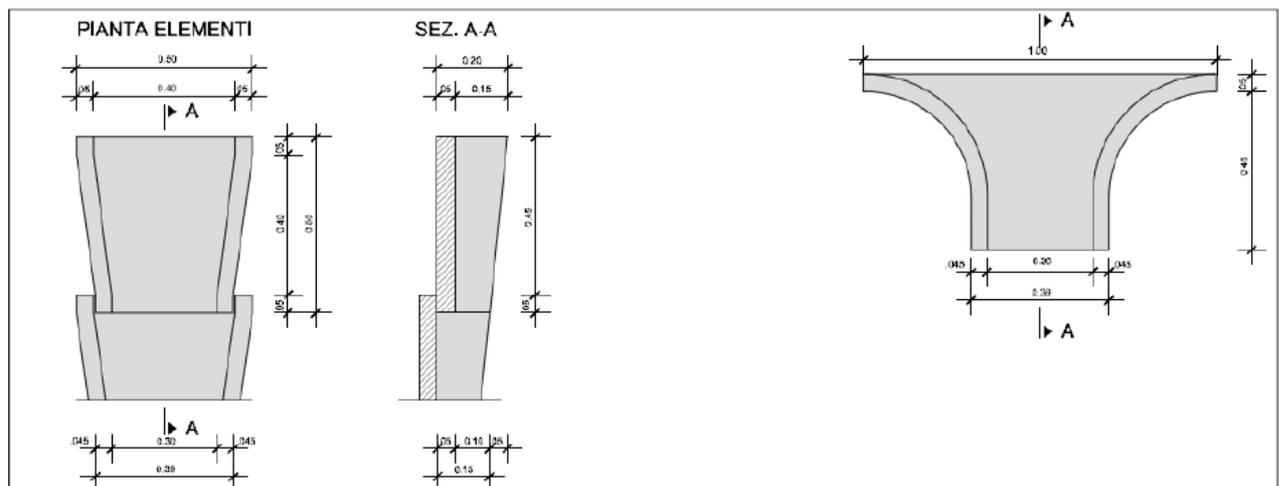


Figura 4: Dettaglio in sezione e pianta degli embrici

Si ottiene una capacità di smaltimento pari a  $Q = 0.0126 \text{ mc/s}$ .

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede stradale all'embrice può essere calcolata con il metodo cinematico applicando la relazione:

$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c} = 278 \cdot \varphi \cdot S \cdot i$$

in cui:

- $Q$  è la portata [ $\text{m}^3/\text{sec}$ ];
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate;
- $h$  = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- $i$  = intensità di pioggia [m/h];
- $S$  = superficie scolante che insiste su ogni embrice
- $\tau_c$  = tempo di corrivazione valutato in circa 6 minuti (0.1 ore) per la superficie sottesa da ciascun embrice.

L'altezza di pioggia considerata fa riferimento alla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 100 anni, caratterizzata dai parametri  $a=80.0$  mm/h ed  $n=0.316$ . La piattaforma ferroviaria dell'asta di manovra presenta una larghezza media pari a circa 8,4 m. Sviluppando i calcoli si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 0,006 mc/s per  $T_r$  100 anni, inferiore alla portata che può essere smaltita dal singolo manufatto.

Per l'interasse di progetto degli embrici si assume pertanto la distanza di 15 m.

## 8. OPERE DI RIPROFILATURA FOSSO ESISTENTE

L'asta di manovra, tra le progressive chilometriche 1+650,00 e 2+339,29, interessa un'area attualmente caratterizzata da vegetazione incolta, in parte all'interno dell'area aeroportuale.

In corrispondenza del confine con i sedimi aeroportuali è presente un fosso in terra, recettore naturale delle acque di pioggia non regimate. La realizzazione della piattaforma ferroviaria determinerà un aumento del coefficiente di deflusso, cui corrisponde un aumento della portata al colmo di piena in occasione di eventi di pioggia. La sede ferroviaria, dalla pk 1+750,00 fino alla pk 2+339,29, fiancata disparti, recapita le acque direttamente sul fosso esistente. Data la specificità dei luoghi e l'esiguità degli spazi a disposizione, non è possibile realizzare un canale di laminazione a servizio del rilevato ferroviario, in affiancamento al fosso esistente, pertanto è stato ipotizzato di provvedere ad un effetto di laminazione mediante un aumento della sezione utile del fosso esistente, con conseguente aumento della capacità di invaso, essendo la portata in uscita regolata da un sottopasso che funziona come bocca tarata.

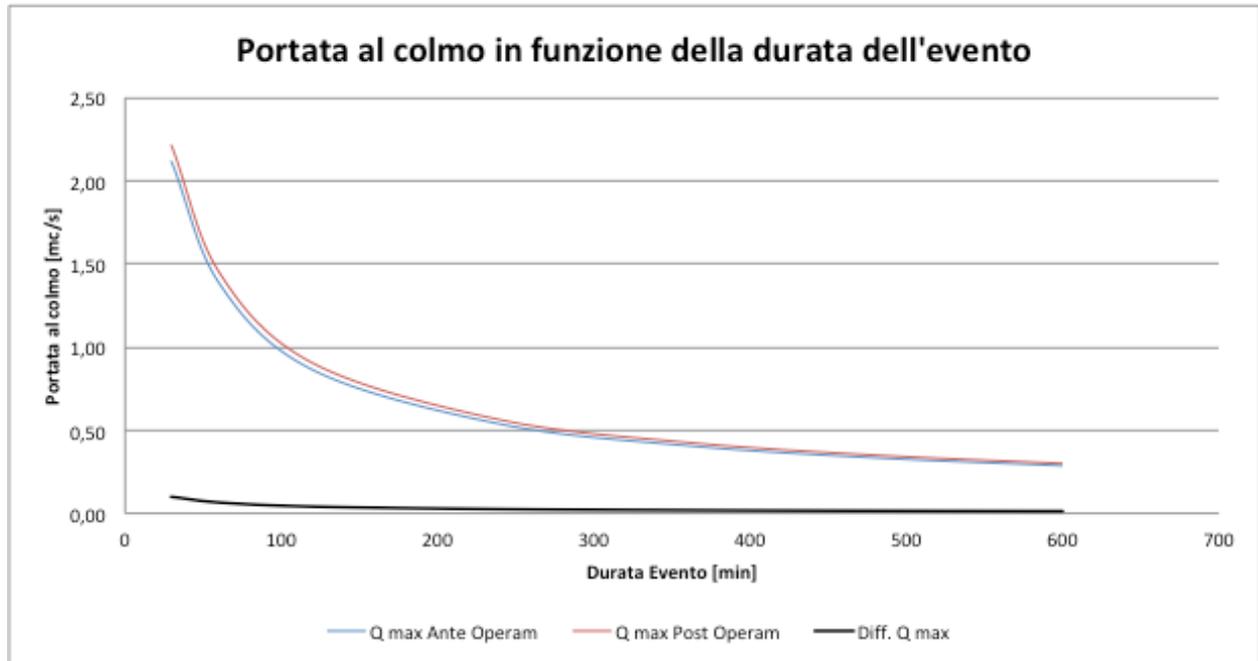
Il fosso attualmente presenta una sezione trapezia di base minore 0,25 m, altezza pari a 1 m e sponde con inclinazione 2,5:1, sviluppando pertanto una base maggiore di circa 5 metri.

La riprofilatura prevederà l'adozione di una sezione rettangolare di base 5 m e altezza pari ad 1 m lungo lo stesso asse del fosso.

Dalle tabelle seguenti è possibile osservare come l'effetto di impermeabilizzazione del suolo, su un bacino principalmente destinato a verde e di notevole estensione, sia comunque estremamente limitato; le opere in progetto, quindi, sono in linea con il concetto di invarianza idraulica.

		Ante Operam			Post Operam		
		$S [mq]$	$\Phi [-]$	$Seq [mq]$	$S [mq]$	$\Phi [-]$	$Seq [mq]$
Aree Esterne	mq	207910,2	0,3	62373,06	201985,2	0,3	60595,56
Infrastruttura	mq	0	0,8	0	5925	0,8	4740
<b>TOTALE</b>		<b>207910,2</b>	<b>0,30</b>	<b>62373,06</b>	<b>207910,2</b>	<b>0,31</b>	<b>65335,56</b>

$tp$	$tp$	$i$	$Q_{max AO}$	$Q_{max PO}$	$Delta Q$
[min]	[h]	[mm]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]
30	0,5	122,44	2,12	2,22	0,10
60	1	80,00	1,39	1,45	0,07
120	2	49,79	0,86	0,90	0,04
240	4	30,99	0,54	0,56	0,03
360	6	23,49	0,41	0,43	0,02
480	8	19,29	0,33	0,35	0,02
600	10	16,56	0,29	0,30	0,01



## 9. RETE DI SCARICO DEI FABBRICATI

Le acque di scarico dei fabbricati di servizio previsti nell'ambito dei lavori di adeguamento del terminal vengono convogliate sul collettore fognario pubblico di tipo misto.

Il calcolo dei contributi dovuto ai nuovi fabbricati del terminal è stato condotto definendo il contributo delle acque meteoriche ed il contributo delle acque nere provenienti dai servizi igienici dei fabbricati. Il dimensionamento dei condotti fognari è eseguito considerando la contemporaneità della portata zenitale, ottenuta dalle curve di pioggia, con la massima portata d'acque nere attesa.

Per il calcolo delle portate zenitali è stata adottata la formula:

$$Q=i*r*\varphi*A$$

In cui Q rappresenta la portata delle acque pluviali, i indica l'afflusso meteorico, r rappresenta il coefficiente di ritardo,  $\varphi$  il coefficiente di deflusso ed A, l'area della superficie. L'afflusso meteorico è stato definito con una formulazione a 2 parametri del tipo  $(a*t^n)/T$  utilizzando i valori di a ed n già adottati per il dimensionamento del drenaggio di piattaforma avendo assunto un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni, essendo la nuova rete integrata ad una rete fognaria già esistente. Il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 15 minuti. Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,9.

La portata domestica, corrispondente all'aliquota della dotazione idrica che, attraverso le utenze, è convogliata in fogna, è stata determinata secondo la formula:

$$Q_n=(1-f)+(P*d)/86400$$

In cui  $Q_n$  rappresenta la portata nera, d è la dotazione idrica, assunta pari a 350 l/ab\*gg, f indica il fattore di dispersione, che considera gli usi diversi da quelli domestici, assunto pari a 0,7 e P rappresenta la popolazione servita, espressa in termini di abitanti equivalenti. Il numero di abitanti equivalenti previsti, in funzione del numero di dipendenti atteso nei singoli fabbricati, ed assumendo:

$$1 \text{ AE} = 2 \text{ dipendenti}$$

Come portata di progetto si è adottata una portata di punta:

$$Q_{\max} = Q_n * C_p$$

In cui  $C_p$  rappresenta il fattore di punta.

I singoli tratti di condotta sono stati quindi verificati applicando la formula razionale sul tratto in esame, verificando che la velocità di scorrimento in fogna fosse maggiore di 0,5 m/s per evitare fenomeni di sedimentazione.

FASE 1					
Tratto	<i>P1 - P2</i>	<i>P2 - P5</i>	<i>P3 - P4</i>	<i>P4 - P5</i>	<i>P5 - P6</i>
<b>Contributo meteorico</b>					
Strade [mq]	1078,25	1078,25	0,00	0,00	1078,25
Edifici [mq]	74,47	324,95	350,33	1045,66	1370,61
<b>TOTALE</b>	<b>1152,72</b>	<b>1403,2</b>	350,33	1045,66	2448,86
<b>Qmax [l/s]</b>	<b>19,80</b>	<b>24,10</b>	6,02	17,96	42,06
<b>Calcolo nere</b>					
Abitanti equivalenti	1,5	3	1,5	6	9
<b>Q media [l/s]</b>	<b>0,004</b>	<b>0,009</b>	0,00	0,02	0,03
<b>Q max [l/s]</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	0,02	0,09	0,13
Q progetto [l/s]	19,86	24,14	6,04	18,04	42,19

\*il tratto P4-P5 è stato dimensionato prevedendo il contributo del fabbricato FA13 da realizzarsi in fase 2

FASE 2				
Tratto	<i>P23 - P25</i>	<i>P24 - P25</i>	<i>P25 - P26</i>	<i>P26 - P11</i>
<b>Contributo meteorico</b>				
Strade [mq]	1500,00	615,36	2215,36	2301,00
Edifici [mq]	4109,00	86,10	4195,10	4542,60
<b>TOTALE</b>	<b>5609,00</b>	<b>701,46</b>	<b>6410,46</b>	<b>6843,60</b>
<b>Qmax [l/s]</b>	<b>96,34</b>	<b>12,05</b>	<b>110,10</b>	<b>117,54</b>
<b>Calcolo nere</b>				
Abitanti equivalenti	50	2	52	54
<b>Q media [l/s]</b>	<b>0,142</b>	<b>0,006</b>	0,15	0,15
<b>Q max [l/s]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,03</b>	0,74	0,77
Q progetto [l/s]	97,04	12,08	110,84	118,31

I risultati delle verifiche degli specchi sono riportati in appendice.

## 10. ADDUZIONE IDRICA

La rete di adduzione idrica a servizio dei fabbricati è stata dimensionata in accordo alla norma PrEN 806.

La dotazione idrica di ciascun fabbricato è stata definita in funzione della tipologia dei punti di erogazione previsti, secondo la seguente tabella che esplicita le portate nominali dei singoli apparecchi.

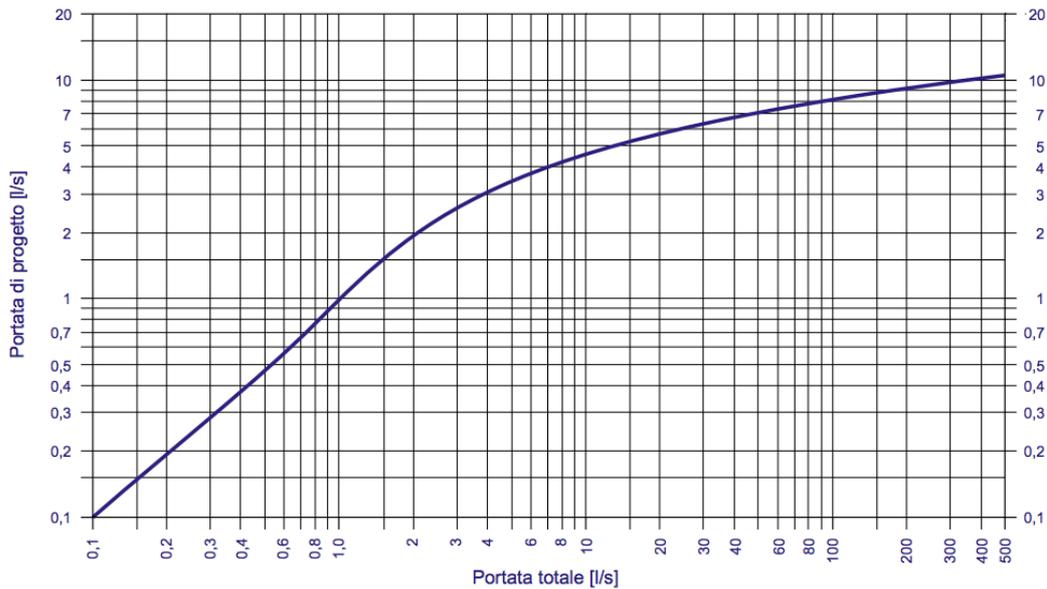
Erogazione	Portata	U.M.
lavabo	0,1	[l/s]
wc	0,1	[l/s]
doccia	0,15	[l/s]

Per la condotta a servizio della vasca di accumulo antincendio si è assunta una portata pari a 6 l/s. In relazione alla numerosità dei punti di erogazione presenti nei singoli fabbricati, è stata determinata la portata nominale richiesta per ciascun fabbricato, riassunta nella tabella seguente.

FASE 1				
Fabbricato	Lavabi	WC	Docce	Q [l/s]
FA08	1	1	0	<b>0,2</b>
FA10	2	2	0	<b>0,4</b>
FA12	1	1	0	<b>0,2</b>
FA14	Alimentazione Vasca VVFF			<b>6</b>
FASE 2				
Fabbricato	Lavabi	WC	Docce	Q [l/s]
FA11	2	2	0	<b>0,4</b>
FA13	12	11	6	<b>3,2</b>
FA15	2	2	0	<b>0,4</b>

Le portate di progetto, che tengono conto della contemporaneità di uso, sono state ricavate dal diagramma seguente.

**Fig. 8 - UFFICI E SIMILI**  
**Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali**



La pressione di progetto è stata calcolata utilizzando il metodo del carico lineare unitario ( J ), cioè col metodo delle pressioni lineari unitarie disponibili per vincere i dislivelli e le resistenze idrauliche della rete. Tale metodo applica la formula seguente:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 700$$

in cui:

J = carico lineare unitario [mm c.a. / m]

P PR = pressione di progetto disponibile all'attacco dell'acquedotto [m c.a.]

ΔH = dislivello fra l'origine della rete e il rubinetto più sfavorito [m c.a.]

P MIN = pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito [m c.a.]

ΔP APP = perdite di carico dei principali componenti dell'impianto [m c.a.]

L = lunghezza tubi che collegano l'origine della rete al rubinetto più sfavorito [m]

La formula può essere ricombinata per definire la pressione di progetto prevista per ciascun fabbricato.

$$P_{PR} = \Delta H + P_{MIN} + \Delta P_{APP} + \frac{J \cdot L}{700}$$

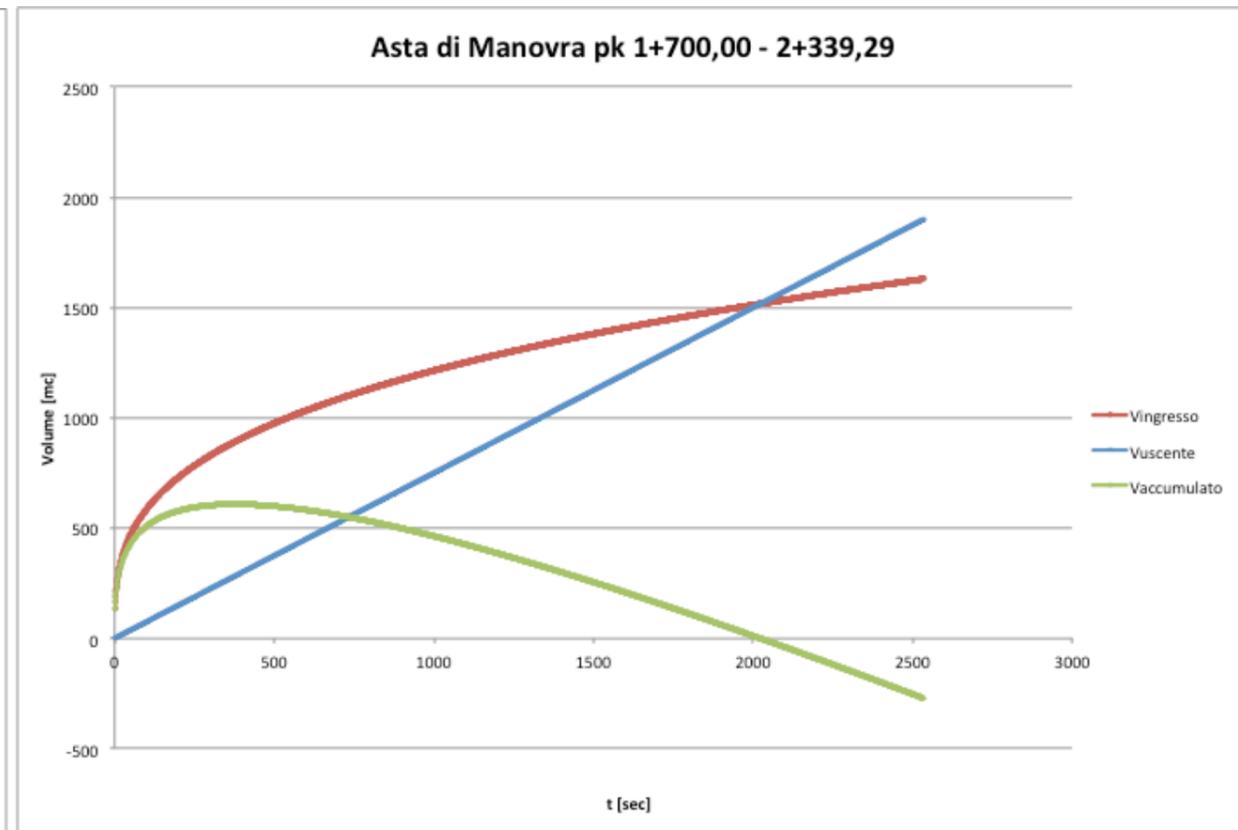
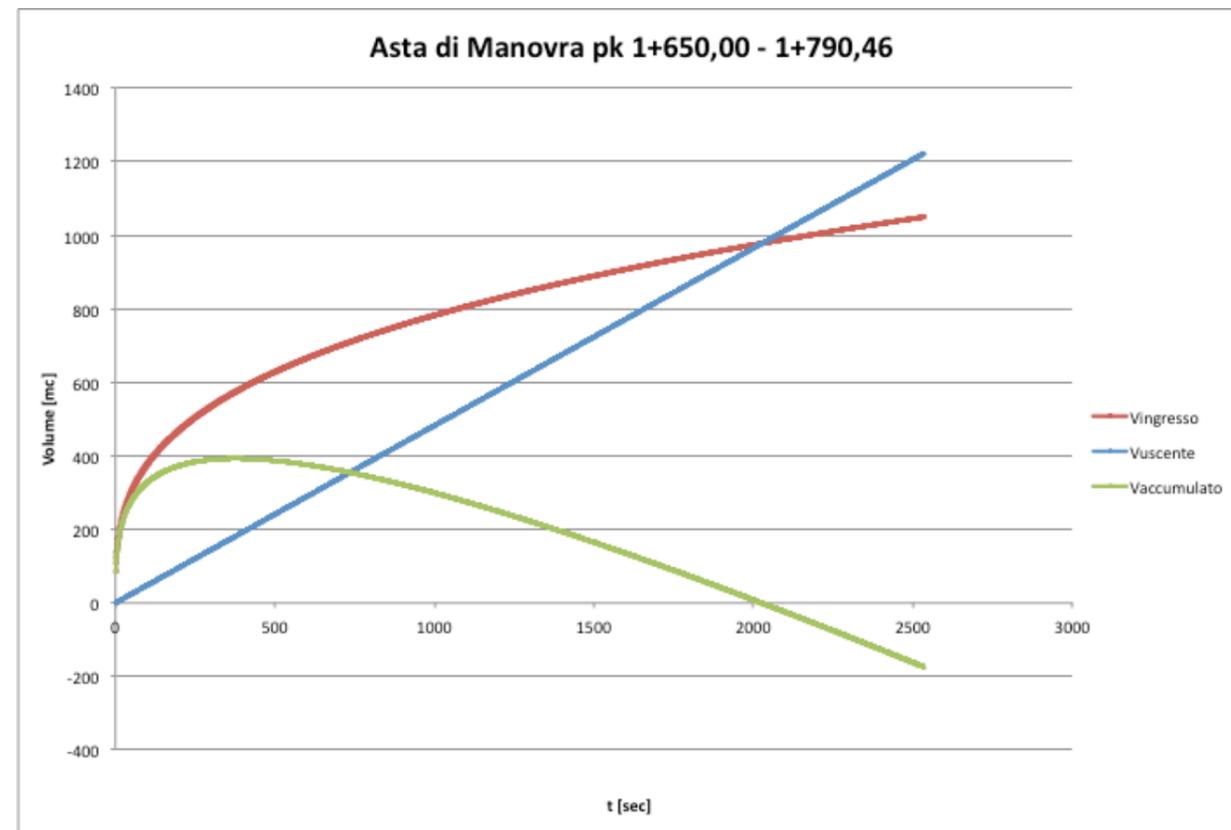
Assumendo un valore di pressione di erogazione dell'acquedotto pari a 45 mca, perdite di carico per apparecchiature pari a 7 mca, ed un valore del carico lineare pari a 20 mm/m, volendo erogare una pressione minima di 10 mca sul punto di erogazione più sfavorevole, risultano le seguenti grandezze per i singoli tratti di rete.

FASE 1				
Tratto	Qpr [l/s]	L [m]	Ppr [mca]	D [mm]
A-B	6	49,5	18,41	3"
B-H	0,2	15	17,43	1'
B-C	5,8	166	21,74	3"
A-F	3,5	667	36,06	2 1/2"
E-L	0,4	10	17,29	1"
F-G	0,2	63	18,80	3/4"
FASE 2				
Tratto	Qpr [l/s]	L [m]	Ppr [mca]	D [mm]
F-M	0,4	377	27,77	1"
M-N	0,4	10	17,29	1"
D-I	3,2	10	17,29	2 1/2"

## 11. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI

**FASE 1: Asta di Manovra da pk 1+648,76 a pk 2,339,29**

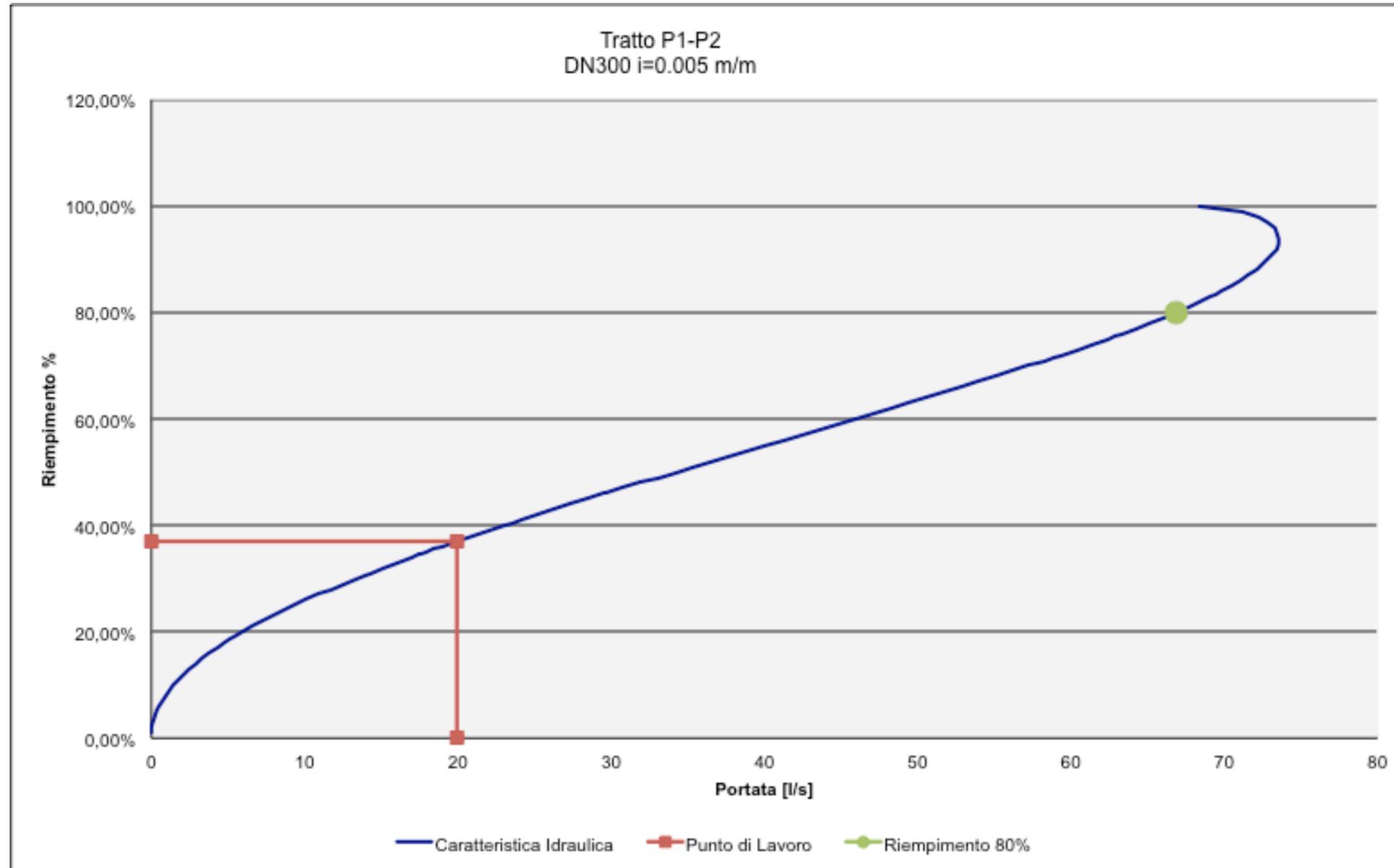
Prog. Iniziale	Prog. Finale	Recettore	S [m <sup>2</sup> ]	Tr [anni]	a [m/hn]	n [-]	Φ [-]	u [l/s, ha]	Q <sub>out</sub> [l/s]	V Lam. richiesto [m <sup>3</sup> ]	L [m]	Forma	b [m]	h [m]	V utile canale [m <sup>3</sup> ]	Grado riempimento %
1+650,00	1+790,46	Fosso Esistente	9025	100	0,08	0,316	0,45	20	8,04	392,97	197,00	Rettangolare	2,00	1,20	472,80	83,12%
1+700,00	2+339,29	Fosso Esistente	15313	100	0,08	0,316	0,41	20	12,49	610,37	656,00	Rettangolare	1,20	1,00	787,20	77,54%

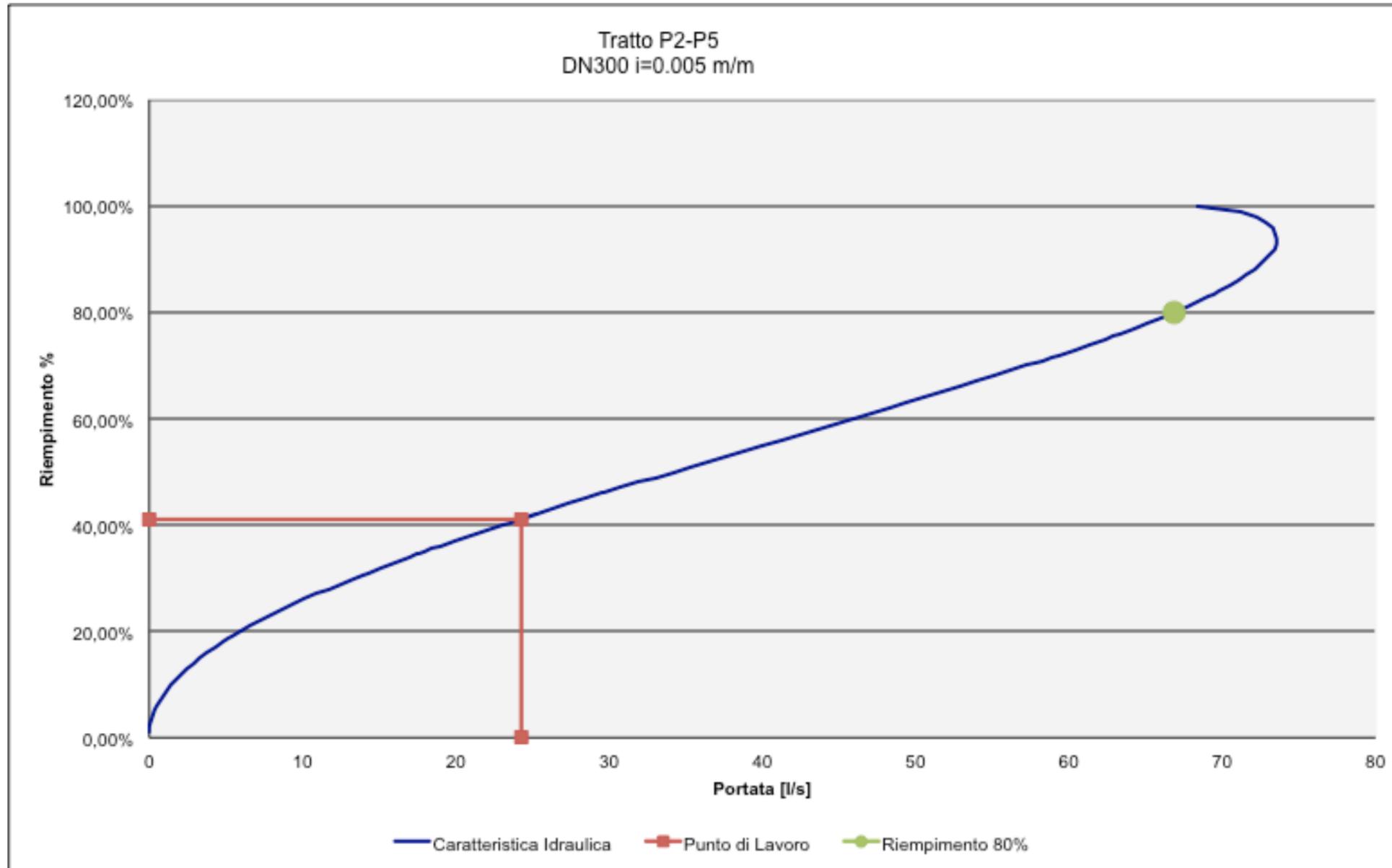


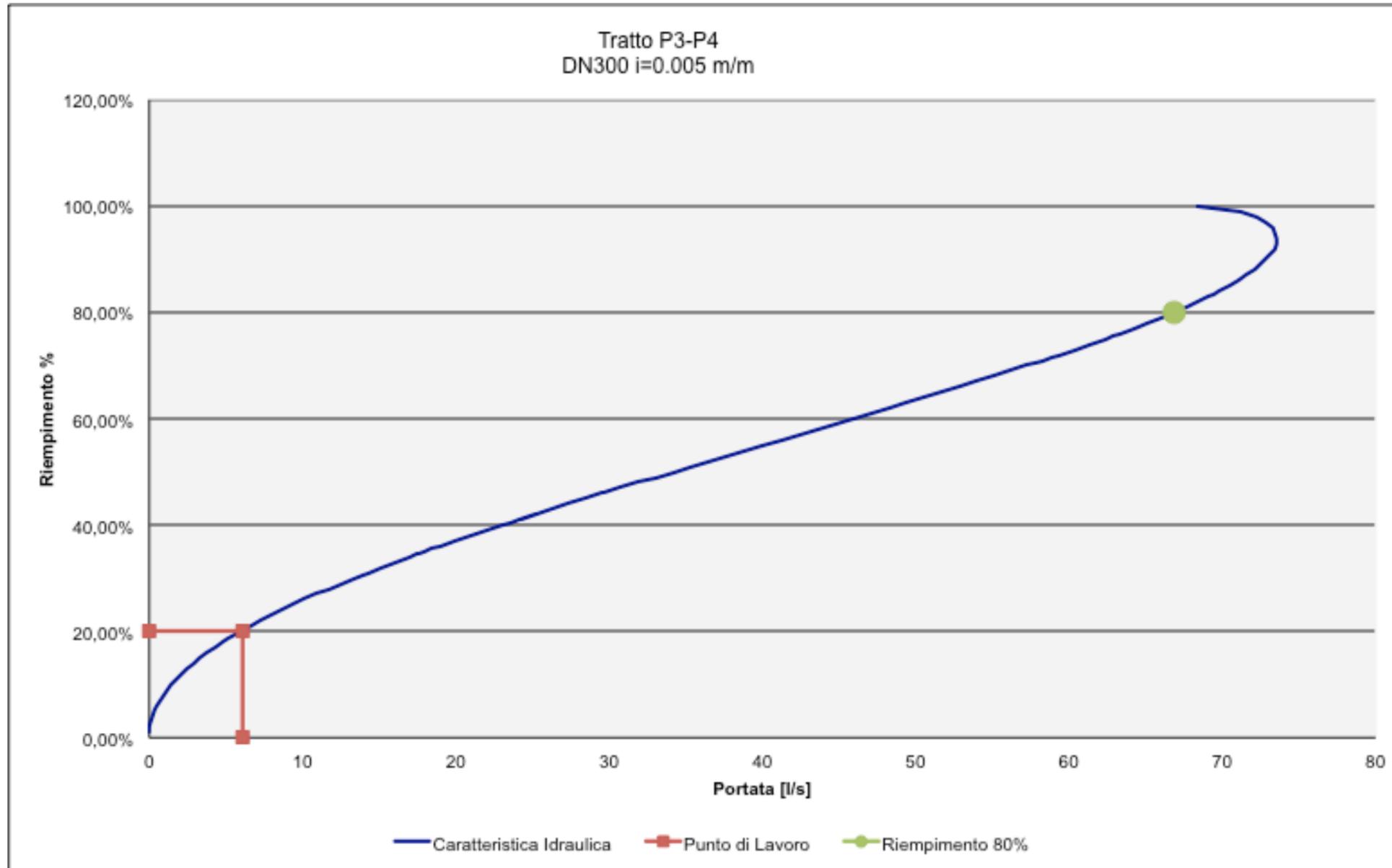
**FASE 1 Canaletta drenante Asta di Manovra da pk 1+678,51 a pk 1+750,00 (Metodo dell'invaso)**

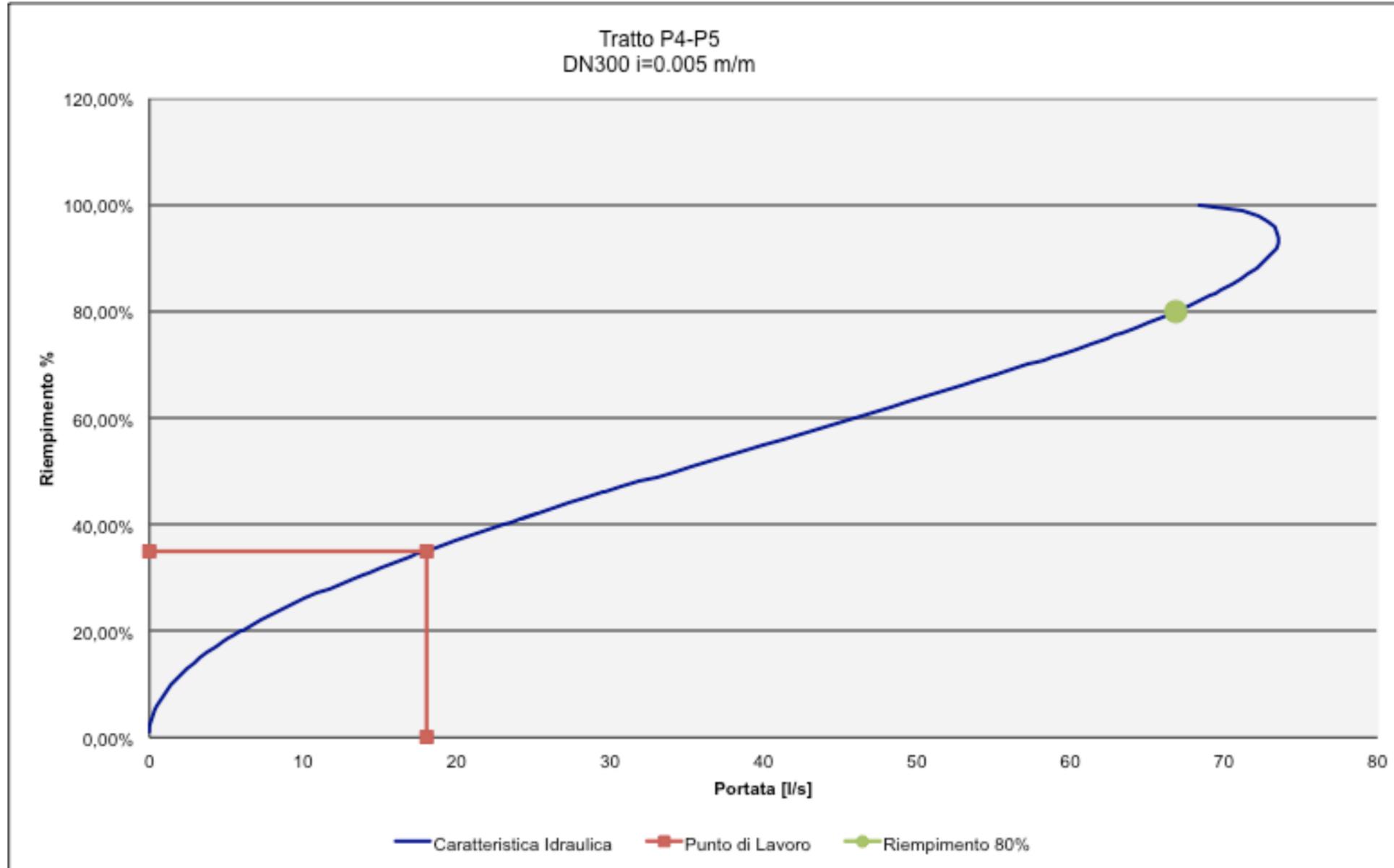
Canale Drenaggio piattaforma																
Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza Tronco	S Piattaforma	S tot bacino sotteso	$\varphi$ equiv	Pendenza	piccoli invasi ferrovia	Collettori a monte del tronco corrente	invaso tronco corrente	V d'invaso tot	Base Sezione	Altezza Sezione	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Grado di riempimento
progr 1	progr 2	L	S <sub>f</sub>	S <sub>tot sotteso</sub>	$\varphi_{eq}$	j	W <sub>pif</sub>	W <sub>i</sub>	W <sub>t corr</sub>	W <sub>tot</sub>	B	H	Q	v	y	G <sub>R</sub>
m	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m	m <sup>3</sup> /s	m/s	cm	%
1+678,51	1+750,00	71,49	1235,9	1235,9	0,90	0,01	6,1794	0	12,035	18,215	<b>0,600</b>	<b>0,600</b>	<b>0,243</b>	<b>1,792</b>	<b>0,228</b>	<b>38%</b>

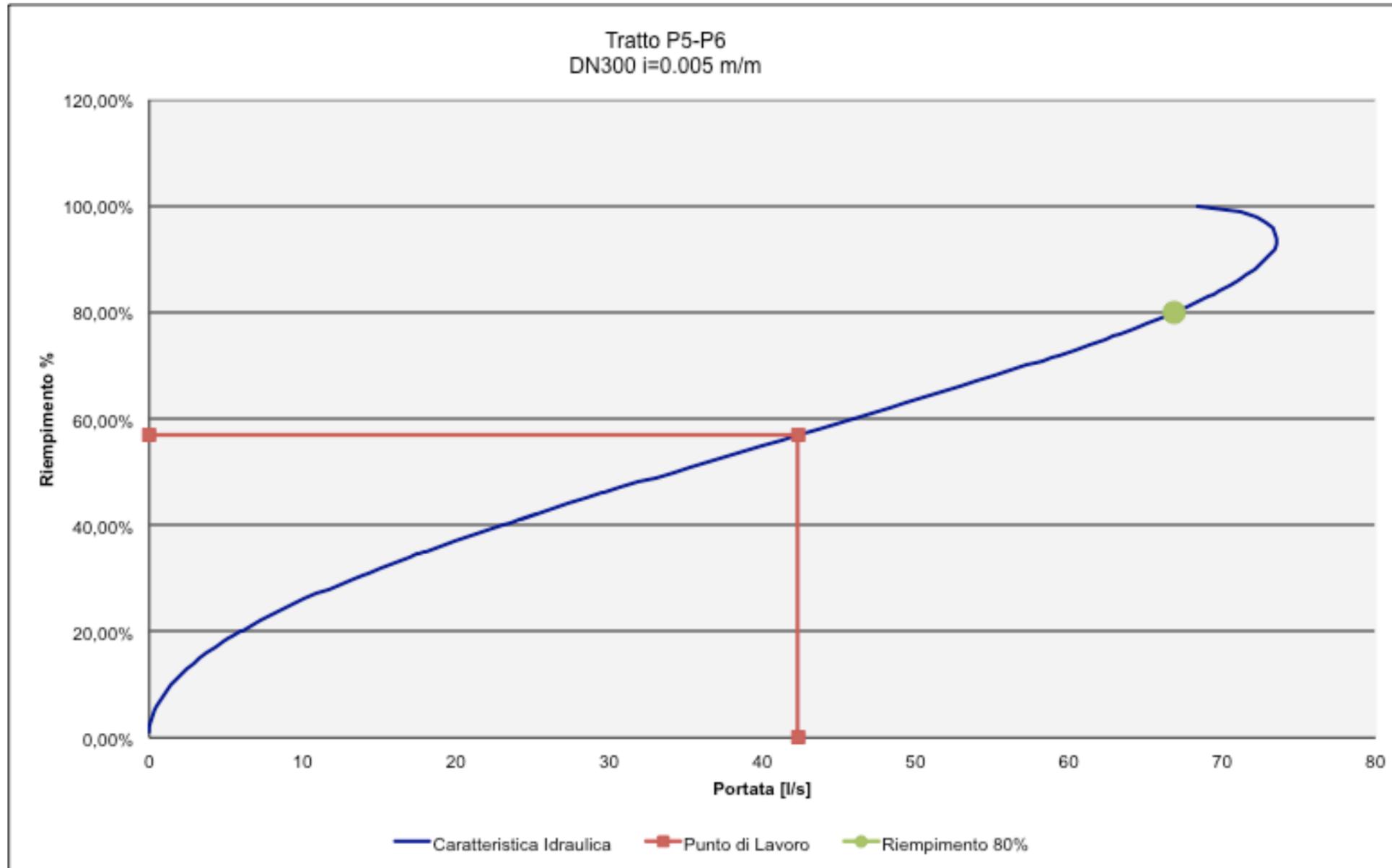
FASE 1: Verifica degli spechi fognari











## BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.
- Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.
- Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.
- CSDU, *Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione*, Hoepli 1997
- G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989
- Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.
- Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977
- Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.
- Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.
- Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso [www.osservatorioacque.it](http://www.osservatorioacque.it).
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.
- Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per*

*le costruzioni*” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

DM 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.