

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**S. O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA TARANTO-BRINDISI  
NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI**

IDROLOGIA E IDRAULICA

ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

SCALA:

-

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

I A 8 E 0 0 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	C. Soave	Lug 2021	D. Di Domenico <i>[Signature]</i>	Lug 2021	G. Lestingi <i>[Signature]</i>	Lug 2021	Dario Tiberti Luglio 2021 <i>[Signature]</i>

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Generale  
UO Infrastruttura Sud  
P.O. Ing. Dario Tiberti  
Pratiche degli Impianti Prov. di Napoli n. 104796

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
3	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....	6
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	7
4.1	Studi esistenti e progetti redatti nel territorio (PGRA).....	8
4.1.1	Ambito del bacino dell'Arco Ionico .....	9
5	CRITERI DI VERIFICA .....	11
6	ANALISI IDROLOGICA .....	14
7	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA.....	15
7.1	Il metodo dell'invaso.....	15
7.1.1	Sezioni chiuse .....	16
7.1.2	Dimensionamento idraulico.....	19
8	RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA.....	21
8.1	Fossi di guardia.....	22
8.2	Embrici .....	22
9	RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SUL PIAZZALE .....	24
9.1	Fossi di guardia.....	24
9.2	Condotte di drenaggio stradale.....	24
9.3	Manufatti minori di continuità e di trasparenza .....	24
10	RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO .....	25
10.1	Verifica rete di drenaggio .....	25
10.2	Verifica vasca di prima pioggia .....	25
10.2.1	Vasca di prima pioggia in discontinuo.....	26
10.3	Verifica volumi di laminazione.....	27
10.4	Verifica vasca di accumulo .....	28
10.5	Verifica fognatura nera.....	30
10.6	Verifica rete acquedotto .....	31
11	CONCLUSIONI.....	35
	ALLEGATI .....	36
	Appendice fogli di calcolo del drenaggio di piattaforma.....	36
	Piattaforma ferroviaria .....	36
	Parcheggio .....	37

## 1 PREMESSA

L'Impianto di Taranto Nasisi di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., oggetto del presente progetto, è posto alla progressiva chilometrica 3+999 della linea Taranto-Brindisi, tra le stazioni di Taranto e di Monteiasi-Montemesola. Tale impianto attualmente svolge la funzione di Posto di Movimento e non vi si effettua servizio viaggiatori.

Il presente intervento, finanziato a valere sul Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 nell'ambito del "Patto per il Sud", prevede la trasformazione dell'impianto esistente in stazione, con funzione anche di terminal intermodale passeggeri gomma-ferro.

L'intervento in progetto ha grande valore strategico per la provincia jonica, dal momento che la località ferroviaria di Taranto Nasisi, oggi dotata di un solo binario e non abilitata al servizio viaggiatori, si colloca in una posizione, molto vicina a importanti quartieri periferici di Taranto, a sud est della città, strategica per realizzare uno scambio modale tra i servizi ferroviari e i numerosi servizi extraurbani su gomma provenienti dai comuni della provincia di Taranto.

L'obiettivo principale è, quindi, quello di permettere ai viaggiatori di poter fruire di un servizio funzionale di interscambio gomma-ferro, in modo da incentivare l'uso di mezzi alternativi all'auto.

Il progetto, inoltre, è inquadrato nell'ambito di un accordo quadro siglato nel 2019 tra RFI S.p.A. e la Regione Puglia, che prevede anche l'attestamento dei treni regionali per Bari, che attualmente fermano nella stazione di Taranto.

Attualmente l'impianto è gestito da un apparato ACEI inserito nel CTC con un sistema di distanziamento conta assi. Nell'ambito del progetto è prevista la realizzazione di un impianto ACC, nonché delle seguenti opere:

- fabbricato viaggiatori dotato di area di attesa;
- fabbricato tecnologico;
- due marciapiedi di altezza H=55cm e lunghezza pari a 250 m con relative pensiline di lunghezza pari a 125m;
- sottopasso viaggiatori per il collegamento fra il I marciapiede e il II marciapiede;
- un'area di interscambio ferro-gomma con parcheggi per auto e quattro stalli per autobus extra-urbani;
- modifica e integrazione degli attuali apparati di sicurezza e segnalamento per la configurazione al nuovo piano di stazione e ai nuovi servizi;
- integrazione con apparati di telecomunicazioni per il servizio informazioni viaggiatori;
- realizzazione di tre binari, di cui due aventi un modulo di 250m e uno avente lunghezza di almeno 650m; dei tre nuovi binari, uno sarà di corretto tracciato, uno di incrocio e uno per l'attestamento dei servizi. Sono previsti itinerari contemporanei alla velocità di 60 km/h;
- adeguamento dell'impianto di trazione elettrica per configurarlo al nuovo piano di stazione.

Le attività relative agli interventi accessori, di miglioramento della viabilità stradale esistente, saranno realizzate con altro appalto, a cura di altro ente, con fondi appositamente destinati a tale intervento.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma ferroviaria interessata dall'intervento e dell'area del parcheggio della stazione di Nasisi.

La progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI e in particolare seguirà le seguenti fasi:

- Reperimento della cartografia di base;
- Interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante acquisizioni bibliografiche sul comportamento pluvio-meteorologico dell'area in esame;
- Specifica analisi idrologica;
- Analisi idraulica tramite applicazione del metodo dell'invaso per la verifica dei manufatti di protezione e di drenaggio acque di piattaforma.

**2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

<b>TITOLO DOCUMENTO</b>	<b>CODICE DOCUMENTO</b>
<b>elaborati generali</b>	
Relazione idrologica	IA8E00D79RIID0001001A
Relazione idraulica e di compatibilità idraulica	IA8E00D79RIID0002001A
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma	IA8E00D78RIID0002002A
Corografia dei bacini	IA8E00D78C4ID0001001A
<b>planimetrie sistemazioni idraulica</b>	
Sistemazione idraulica IN01 - Pianta e profilo ante-operam	IA8E00D78PZID0002001A
Sistemazione idraulica IN01 - Sezioni ante-operam	IA8E00D78WZID0002001A
Sistemazione idraulica IN02 - Pianta e profilo ante-operam	IA8E00D78PZID0002002A
Sistemazione idraulica IN02 - Sezioni ante-operam	IA8E00D78WZID0002002A
Sistemazione idraulica IN01 - Planimetria delle aree allagabili post-operam	IA8E00D78PZID0002003A
Sistemazione idraulica IN02 - Planimetria delle aree allagabili post-operam	IA8E00D78PZID0002004A
<b>planimetrie smaltimento</b>	
Planimetria di smaltimento acque meteoriche 1/2	IA8E00D78P7ID0002001A
Planimetria di smaltimento acque meteoriche 2/2	IA8E00D78P7ID0002002A
Planimetria di smaltimento acque meteoriche - Parcheggio	IA8E00D78P8FV010B001A
Dettagli idraulici smaltimento acque piattaforma - Tav. 1 di 2	IA8E00D78BZID0002001A
Dettagli idraulici smaltimento acque piattaforma - Tav. 2 di 2	IA8E00D78BZID0002002A

### **3    NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO**

- PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) approvato il 30 novembre 2005 e successivi aggiornamenti (19/11/2019) e relative Norme tecniche di attuazione (2005).
- Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018-Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186.
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»»
- Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale
- Piano di gestione delle alluvioni – Autorità di bacino della Puglia – Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs. 49/2010
- RFI – MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE II - SEZIONE 3 – CORPO STRADALE, RFI del 2021
- RFI – MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE II - SEZIONE 2 – PONTI E STRUTTURE, RFI del 2021
- RFI – CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI – PARTE II -SEZIONE 9 – OPERE DI DIFESA DELLA SEDE FERROVIARIA, RFI del 2021
- Regolamento Regionale 9 dicembre 2013,n. 26 “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia” (attuazione dell’art.113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.)

## 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La stazione Taranto Nasisi si colloca nell'ambito territoriale omogeneo dell'Arco Ionico, zona omogenea dell'Autorità di bacino della Puglia, il quale comprende i bacini di una serie di corsi d'acqua accomunati dalla condizione di avere come recapito finale il mar Jonio, nel tratto compreso tra la foce del Bradano e il litorale tarantino orientale, e di mostrare, in molti casi, soprattutto nei tratti medio-montani, condizioni morfologiche della sezione di deflusso molto strette e profonde, che localmente sono chiamate "gravine".

Tra i corsi d'acqua più importanti di questo ambito sono da annoverare il Fiume Lato, il Fiume Lenne, il Canale d'Aiedda, il Fiume Patemisco e il Fiume Tara.

La porzione dei reticoli idrografici presenti, posta generalmente a monte dei tratti di "gravina", mostra assetti plano-altimetrici non molto diversi da quelli dei bacini del versante adriatico delle Murge, mentre le porzioni di rete idrografica poste generalmente a valle degli stessi, assumono caratteri abbastanza simili a quelli dei tratti terminali dei principali fiumi del Tavoliere della Puglia. Con particolare riferimento ai reticoli dei fiumi Lato, Lenne, Galaso e del Canale d'Aiedda, sono stati realizzati ingenti interventi di bonifica e di sistemazione idraulica dei tratti terminali, che non hanno tuttavia definitivamente risolto il problema delle frequenti esondazioni fluviali degli stessi corsi d'acqua e del frequente interrimento delle foci per accumulo e rimaneggiamento di materiale solido, favorito anche della contemporanea azione di contrasto provocata dal moto ondoso. In alcuni tratti del litorale tarantino, in virtù delle relazioni che intercorrono fra livelli litologici a differente grado di permeabilità, le acque di falda presenti nel sottosuolo, e alimentate per la natura prevalentemente carsica del territorio sotteso, vengono a giorno in prossimità del litorale, ove danno origine sia alle risorgive sottomarine caratteristiche del Mar Piccolo, comunemente denominate "citri", che a veri e propri corsi d'acqua come il Tara e il Galaso.



Figura 4-1 Inquadramento su ortofoto e indicazione della stazione di Nasisi



Figura 4-2 Inquadramento su ortofoto con individuazione dell'area di interesse

#### 4.1 Studi esistenti e progetti redatti nel territorio (PGRA)

La stazione di Nasisi e la linea ferroviaria Taranto Brindisi esame ricadono interamente nel distretto idrografico dell'Appennino Meridionale nel quale l'Autorità di bacino della Puglia ha redatto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.



Figura 4-3 Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale (fonte: Autorità di bacino della Puglia)



L'autorità di bacino della Puglia è divisa in ambiti territoriali omogenei. Nel caso in esame l'ambito territoriale di riferimento è l'Arco Ionico.

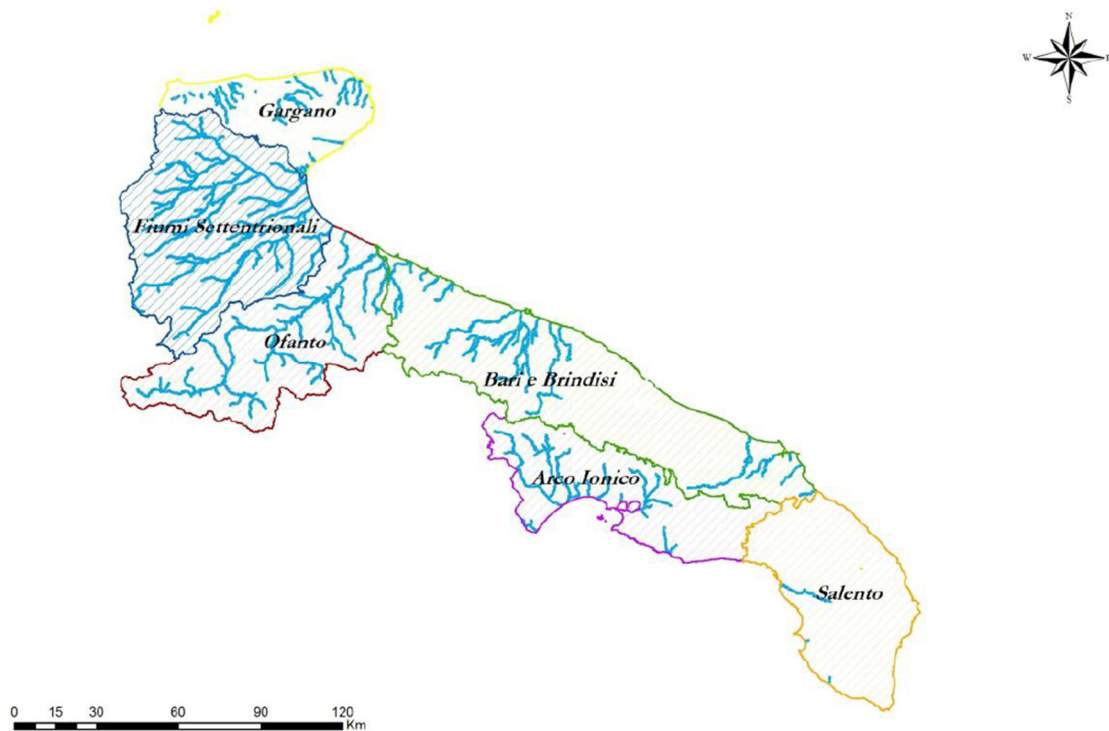


Figura 4-4 Ambiti territoriali omogenei del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia (fonte: Autorità di bacino della Puglia)

#### 4.1.1 Ambito del bacino dell'Arco Ionico

Comprende i bacini di una serie di corsi d'acqua, accomunati dalla condizione di avere come recapito finale il mare Jonio, nel tratto compreso tra la foce del Bradano e il litorale tarantino orientale, e di mostrare in molti casi, soprattutto nei tratti medio-montani, condizioni morfologiche della sezione di deflusso molto strette e profonde, che localmente sono chiamate "gravine".

Si parla di "Gravine" per indicare quelle incisioni in cui i fianchi vallivi risultano caratterizzati da un notevole approfondimento nel substrato calcareo rispetto alla larghezza delle stesse, dando così origine a pareti fortemente acclivi, spesso verticali, paragonabili nei casi più estremi a vere e proprie forre.

Anche per le "Gravine", analogamente alle "Lame", si ritiene che la genesi sia da attribuire in maniera fondamentale all'effetto congiunto dell'erosione fluviale e del carsismo.

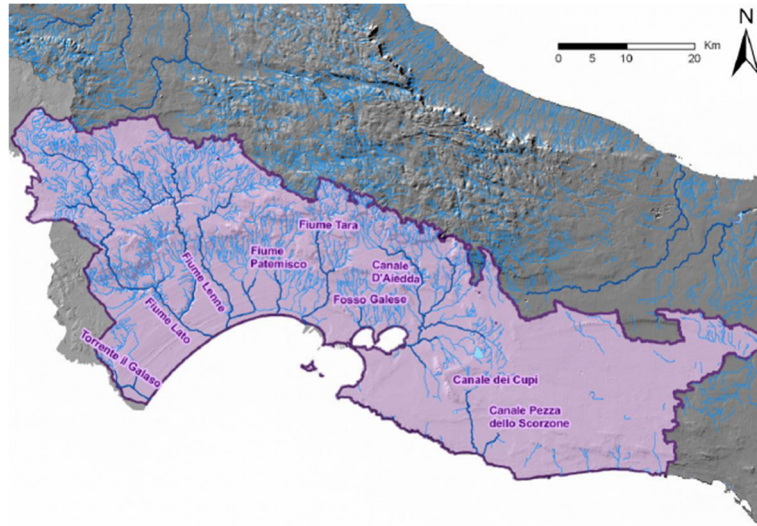


Figura 4-5 fonte: Ambito dell'Arco ionico con indicazione dell'idrografia (Autorità di bacino della Puglia)

Nel PGRA sono state definite le aree di pericolosità idraulica dalle quali di seguito si riporta un estratto relativo alla zona in esame.

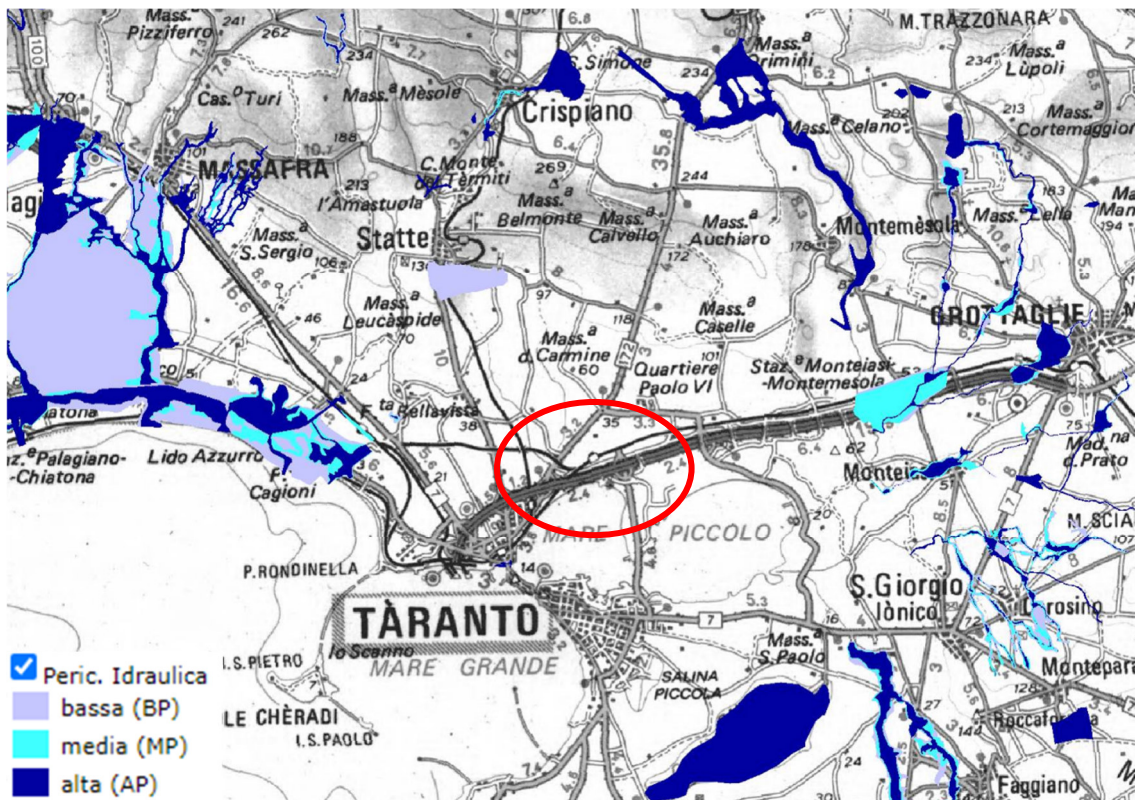


Figura 4-6 Estratto dal WebGIS dell'Autorità di bacino della puglia con indicazione della pericolosità idraulica

Come si può notare dall'immagine precedente la zona in esame non presenta pericolo di allagamento.

## 5 CRITERI DI VERIFICA

II MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – RFI. nella PARTE II - SEZIONE 3 – CORPO STRADALE descrive al capitolo 3.7.2.1.4 le modalità di esecuzione dello studio idraulico:

*Lo studio idraulico è finalizzato alla scelta tipologica ed alla determinazione della sezione di deflusso dei manufatti e degli eventuali accorgimenti da mettere in opera per consentire il superamento dei corsi d'acqua naturali nonché lo smaltimento delle acque meteoriche intercettate dal rilevato e, più in generale, alla risoluzione delle problematiche connesse con il regime idraulico dell'area interessata dal manufatto stesso.*

*Pertanto lo studio, sulla base dei risultati conseguiti con lo studio idrologico, sarà finalizzato a:*

- *determinare la quota idrica e l'ampiezza della sezione di pertinenza fluviale in corrispondenza degli attraversamenti principali per un assegnato evento di piena con determinato tempo di ritorno;*
- *determinare la quota idrica e l'ampiezza della sezione di pertinenza fluviale in corrispondenza degli attraversamenti secondari per un assegnato evento di piena con determinato tempo di ritorno;*
- *dimensionare i canali di gronda qualora la linea ferroviaria impedisca il naturale scolo delle acque meteoriche verso i ricettori naturali;*
- *progettare le opere di inalveamento ove necessarie;*
- *verificare i manufatti preposti all'allontanamento delle acque meteoriche dal corpo ferroviario (fossi di guardia) e stradale;*
- *verificare i manufatti preposti al drenaggio della piattaforma ferroviaria e progettare l'interasse di recapito ai collettori secondari (cunette di piattaforma, tubazioni, ecc.)*
- *progettare le eventuali opere di protezione del corpo ferroviario in presenza di livelli idrici significativi o dove si manifestino alte velocità della corrente in corrispondenza delle opere stesse;*
- *progettare gli impianti di sollevamento laddove si accerti l'impossibilità di allontanare le acque meteoriche a gravità naturale;*
- *progettare le protezioni e/o deviazioni causate dall'interferenza della linea con reti idriche in pressione o a pelo libero, oppure nel caso che il rilevato ferroviario o le opere ad esso connesse interessino aree di bonifica dotate di rete di adduzione o drenaggio.*

### *a) Tempo di ritorno*

*Sulla base dei dati idrometrici ovvero dello studio idrologico, ad ogni tipo di manufatto idraulico verranno associati i seguenti tempi di ritorno  $T_r$ :*

*Drenaggio della piattaforma (cunette, tubazioni.....):*

*linea ferroviaria  $T_r = 100$  anni*

*deviazioni stradali  $T_r = 25$  anni*

*Fossi di guardia:*

*linea ferroviaria  $T_r = 100$  anni*

*deviazioni stradali  $T_r = 25$  anni*

*Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):*

*linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni*

*deviazioni stradali  $T_r = 200$  anni*

*Inalveamenti:*

*tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10$  Km<sup>2</sup>.*

*Impianti di sollevamento:  $T_r = 25$  anni*

Saranno date valutazioni (con dettaglio adeguato rispetto all'importanza dell'opera e alle possibili conseguenze della sua insufficienza sulla sicurezza della circolazione) sugli scenari corrispondenti al superamento delle portate di progetto e sulle eventuali misure di mitigazione del rischio residuo.

Saranno inoltre effettuate simulazioni, con portate con adeguato tempo di ritorno, relative alle fasi provvisorie di realizzazione delle opere in alveo.

#### b) Elaborazioni

Per quanto riguarda i livelli idrici in corrispondenza dei corsi d'acqua principali e secondari, qualora non siano disponibili dati ufficiali attendibili, questi potranno essere calcolati tramite modelli matematici in moto permanente.

Se non fossero disponibili, presso gli Enti competenti, le sezioni trasversali del corso d'acqua, dovrà essere eseguita una campagna di rilievo topografico, appoggiata a caposaldi IGM.

Il dimensionamento idraulico degli attraversamenti minori e dei canali di gronda sarà eseguito utilizzando le usuali formule dell'idraulica.

Qualora, viste le condizioni locali, si ritenga cautelativo fare riferimento alle condizioni di moto uniforme, il calcolo potrà essere eseguito adottando la nota espressione:

$$Q = \frac{1}{n} \Omega R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

dove:

Q = portata (m<sup>3</sup>/s)

n = coefficiente di scabrezza (Manning)

R = raggio idraulico (sezione bagnata/perimetro bagnato (m))

i = pendenza (adimensionale)

Ω = sezione bagnata (m<sup>2</sup>)

Il valore del coefficiente di scabrezza per le strutture in calcestruzzo sarà assunto pari a 0.015, mentre la pendenza del fondo dell'opera sarà compatibile con la morfologia locale.

Nei capitoli successivi il manuale di progettazione fornisce indicazione per quanto riguarda le opere di protezione, di sistemazione e di drenaggio:

#### 3.7.2.2.3 Sistemazione idraulica di torrenti e fossi esistenti

La sistemazione idraulica dei torrenti naturali esistenti potrà comportare, sulla base della morfologia locale e della tipologia della linea ferroviaria, la deviazione dell'asta incisa ovvero opere di raccordo a monte ed a valle dello scatolare di attraversamento.

Le deviazioni e le opere di raccordo dovranno essere realizzate in modo da garantire la stabilità dell'alveo e la sicurezza della infrastruttura ferroviaria nei confronti di fenomeni di esondazione e/o di erosione; quindi la forma delle sezioni, i valori di pendenza dell'alveo e delle sponde, il progetto dei salti e delle opere di rivestimento e stabilizzazione, la tipologia delle opere e i materiali utilizzati dovranno essere compatibili con le caratteristiche morfologiche del corso d'acqua e la sua tendenza evolutiva.

I raccordi a monte ed a valle degli scatolari dovranno essere dimensionati in modo tale da consentire comunque il deflusso a superficie libera senza fenomeni di rigurgito.

Qualora il dislivello tra la quota di fondo del tombino e la quota di fondo fosso, in corrispondenza della sezione di imbocco, sia di particolare rilievo ( $\Delta H > 20\%$  dell'altezza dello scatolare), si dovranno prevedere a monte del tombino uno o più salti di fondo di appropriata altezza.

#### 3.7.2.2.4 Canali di gronda

I canali dovranno essere previsti a difesa della linea ferroviaria quando le opere costituiscano ostacolo al naturale deflusso delle acque meteoriche.

La sezione tipo da utilizzare per questa categoria di opere sarà in calcestruzzo con sezione trasversale di forma trapezia con pendenza delle sponde 1/1 o 3/2, e pendenza longitudinale adeguata.

La larghezza minima del fondo della canaletta dovrà essere pari a 0,50 metri.

#### 3.7.2.2.5 Opere di protezione del rilevato ferroviario

Qualora il corpo ferroviario sia interessato da livelli idrici significativi, causati da fenomeni di esondazione ovvero di deflusso in golena, con significative componenti della velocità parallele al rilevato, si dovrà valutare l'entità di tale velocità e di eventuali conseguenti fenomeni erosivi e progettare, se necessario, le opere di protezione.

Si dovrà inoltre calcolare il fattore di sicurezza delle possibili superfici di rottura a scivolamento del complesso rilevato/fondazione, in presenza del moto di filtrazione indotto nel corpo del rilevato, sia nelle condizioni di differenza di battente idrico tra i due lati del rilevato, sia nella condizione di rilevato saturo e assenza di battente idrico.

Qualora la stabilità non sia garantita, dovranno prevedersi opere di impermeabilizzazione, unitamente a taglioni o altri accorgimenti, atti a ridurre il moto di filtrazione o i suoi effetti.

Dovrà anche essere calcolato il valore del gradiente piezometrico all'interno del rilevato. Nel caso in cui esso sia maggiore del valore critico, determinato dalle caratteristiche del materiale costituente il rilevato stesso, oltre il quale possono verificarsi fenomeni di sifonamento, dovranno ugualmente prevedersi opere di impermeabilizzazione o di altro tipo, atte a prolungare i percorsi di filtrazione.

#### 3.7.2.2.6 Opere di drenaggio

Dovrà essere effettuato il dimensionamento della rete di drenaggio superficiale per lo smaltimento delle acque di precipitazione dalla piattaforma ferroviaria.

Il calcolo della portata defluente dovrà essere eseguito, come già detto, con un tempo di ritorno non inferiore a 100 anni.

L'interasse dei pozzetti di raccolta non dovrà essere superiore a 15 metri.

Le elaborazioni idrologiche finalizzate al calcolo della portata di dimensionamento delle opere di drenaggio della piattaforma ferroviaria devono essere eseguite sui valori assunti dalle altezze di precipitazione con durata inferiore all'ora (scrosci).

Calcolo dell'interasse delle caditoie per le cunette di piattaforma o cordolo in rilevato per le strade

Il calcolo della portata effluente sarà eseguito utilizzando la metodologia più opportuna seguendo le condizioni morfologiche e di tracciato dell'infrastruttura. Qualora si utilizzasse il metodo del Volume di Invaso si dovranno considerare i seguenti coefficienti:

$K = 0,9$  Coefficiente di deflusso

$W^2 = 0,005$  per la piattaforma ferroviaria (presenza della massicciata)

$W^2 = 0,003$  per piattaforma stradale

## 6 ANALISI IDROLOGICA

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ai due tempi di ritorno considerati: 25 e 100 anni.

I parametri caratteristici di tali curve sono ottenuti seguendo l'analisi idrologica riportata nella relazione idrologica, facente parte degli elaborati progettuali.

In tale relazione vengono definiti i seguenti coefficienti  $a$  ed  $n$  delle leggi di possibilità pluviometrica maggiormente rappresentativi dell'area in progetto, validi per tempi di pioggia inferiori l'ora.

Per l'analisi statistica delle piogge sono stati utilizzati i modelli probabilistici proposti da Gumbel e tramite il modello TCEV. In particolare, con il modello proposto da Gumbel è stata analizzata la stazione di Taranto San Giorgio Ionico mentre con il modello TCEV è stato analizzato il metodo VAPI riferito alla Regione Puglia.

Per determinare le piogge inferiori all'ora è stata utilizzata la formulazione di Bell.

Applicando il modello di Gumbel si sono ottenuti i seguenti parametri:

Tr [anni]	Coefficienti piogge < 1 ora	
	a [mm/hn]	n [-]
10	49.76	0.464
25	60.93	0.464
50	69.21	0.464
100	77.42	0.464
200	85.60	0.464
500	96.40	0.464

Applicando il metodo VAPI basato sul modello TCEV si sono ottenuti i seguenti parametri:

Tr [anni]	Coefficienti piogge < 1 ora	
	a [mm/hn]	n [-]
10	53.36	0.464
25	66.61	0.464
50	77.77	0.464
100	89.63	0.464
200	101.13	0.464
500	117.88	0.464

Per il progetto in esame si è preso come riferimento il metodo VAPI che fornisce i parametri più cautelativi per la determinazione della portata di progetto per il drenaggio delle acque di piattaforma.

Maggiori dettagli sono riportati nella relazione idrologica (IA8E00D78RIID0001001A).

## 7 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

### 7.1 Il metodo dell'invaso

Tale metodo 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 Figura 7-1

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  $i$ .

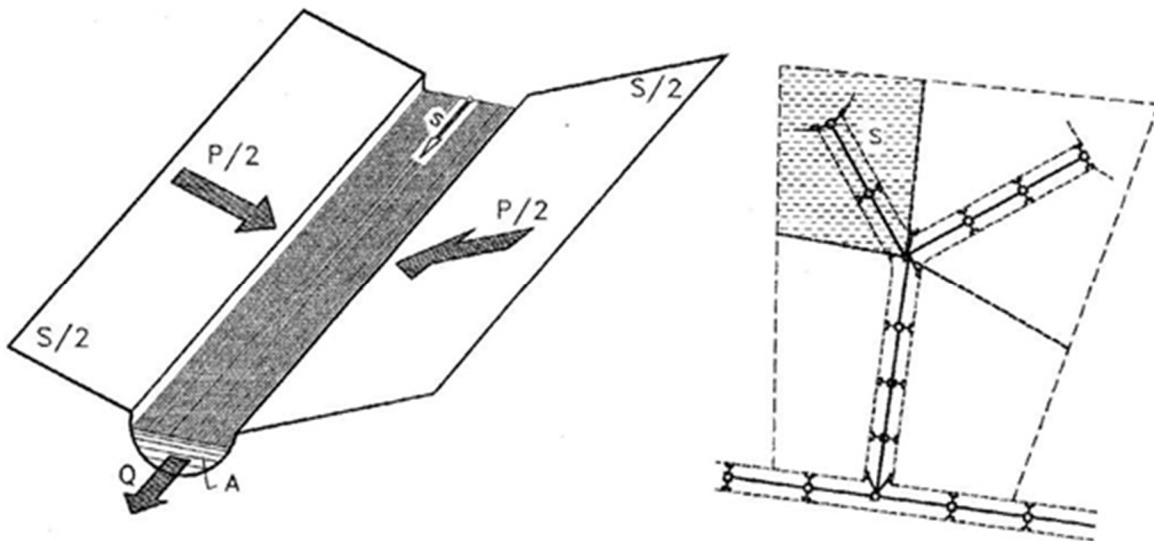


Figura 7-1 Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

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

dove:

$p = \phi j S$ , con  $j = a\tau^{n-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;

$V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

$Q$  = portata transitante nella 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:

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

### 7.1.1 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$  Figura 7-2.



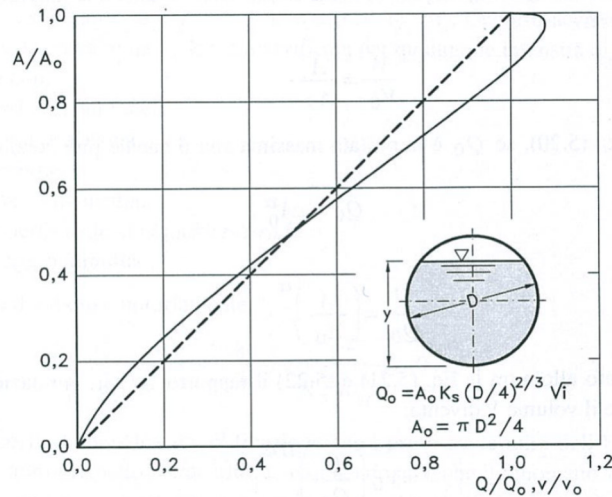


Figura 7-2 Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

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

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto  $p$  costante, l'equazione integrata nell'intervallo  $t_2 - t_1$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per  $t_1=0$  e  $Q_1=0$ , si ha il tempo di riempimento  $t_r$  necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo  $Q_0$ :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione  $h = a r^n$ , per una prefissata intensità  $j = a r^{n-1}$ , si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione  $t_r = \tau$  dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che  $u = Q_0 / S$ ,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)}$$

dalla quale, definito  $v_0 = V_0 / S$  come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione  $du / d\varepsilon = 0$  consente di calcolare il valore di  $\varepsilon = p / Q_0$  relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente  $n$ , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di  $n$ , il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21 n + 6.23 n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in  $m^3/ha$ ,  $S$  in  $ha$ ,  $a$  in  $mm/ora^n$  e  $u$  in  $l/s$  ha si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10\varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  e  $n$ ), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ .

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 al variare di  $\alpha$  nella tabella seguente.

Tabella 7-1 Valori di  $\zeta_\alpha(z)$  in funzione di  $\alpha$

z	$\zeta_1(z)$	$\zeta_{1,25}(z)$	$\zeta_{1,5}(z)$	$\zeta_{1,75}(z)$	$\zeta_2(z)$
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

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = \tau_r$ ), 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.

Esprimendo  $[a] = \text{metri} \cdot \text{giorni}^{-n}$  e  $[v_0] = \text{metri}$ , e il coefficiente udometrico  $[u] = \text{litri} \cdot \text{secondo} \cdot \text{ettaro}$ , l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

### 7.1.2 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico degli elementi di drenaggio delle acque di piattaforma e dei piazzali è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 70 % sia per i fossi che per le canalette. I collettori risultano verificati se il loro riempimento è inferiore al 70% del diametro per diametri maggiori o uguali a DN500 e se il riempimento è inferiore al 50% del diametro per diametri inferiori a DN500. I valori limite per le velocità sono 0,5 m/s e 4 m/s.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

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

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria e stradale  $W_p = 0,005$ ;

Volume specifico piccoli invasi per aree esterne  $W_p = 0,003$ ;

Coefficiente di afflusso per la piattaforma ferroviaria e stradale  $\varphi_p = 0,9$ ;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne  $\varphi_{ae} = 0,6$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo  $n_M = 0,015 \text{ s /m}^{1/3}$ ;

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche  $n_P = 0,0125 \text{ s /m}^{1/3}$ ;

La portata lungo la canaletta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle canalette è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove: n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [s /m<sup>1/3</sup>];

A – area bagnata [m<sup>2</sup>];

R<sub>h</sub> – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

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

## 8 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo ed assicurare il loro recapito all'esterno del corpo ferroviario, si sono adottate generalmente 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 bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici;
- Nei tratti in trincea i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella canaletta rettangolare di piattaforma sotto passando il manufatto della canaletta porta-cavi. Nel passaggio tra scavo e rilevato i flussi d'acqua hanno poi esito esternamente nel fosso di guardia;
- Fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in calcestruzzo previsti al piede del rilevato con sezione ferroviaria in rilevato e sopra la trincea nel caso di sezione in scavo.

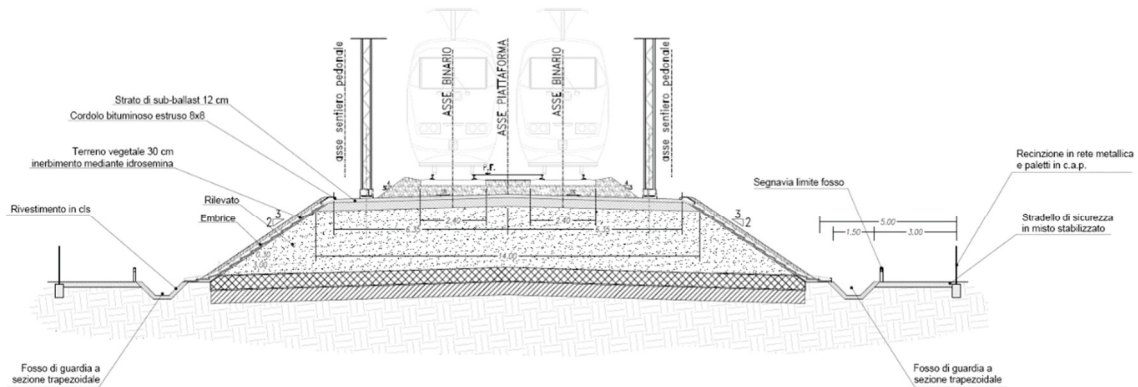


Figura 8-1 Sezione ferroviaria in rilevato a doppia linea

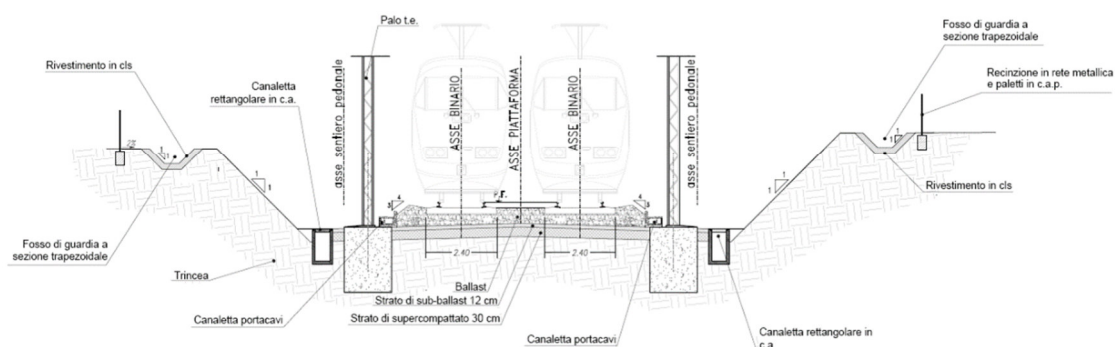


Figura 8-2 Sezione ferroviaria tipo in trincea

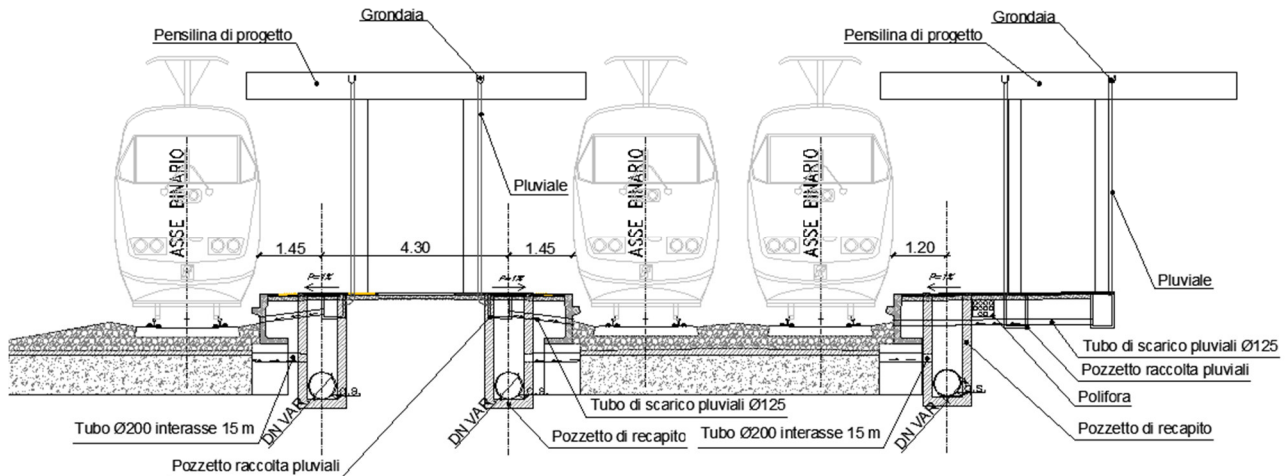


Figura 8-3 Sezione ferroviaria tipo in banchina

## 8.1 Fossi di guardia

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte dello scavo, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato ferroviario e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la ferrovia in progetto, impedendo che queste raggiungano il piano del ferro. Le acque intercettate dai fossi di guardia scaricano direttamente in incisioni della rete idrografica naturale.

## 8.2 Embrici

Nei tratti in rilevato le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici.

Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento 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 m/s<sup>2</sup> (Accelerazione di gravità);

$c_q$  = 0.385 (Coefficiente di efflusso);

$L$  = 0,6 m (Larghezza della vena sfiorante);

$h$  = 0,05 m (Altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

Implementando questi dati si ricava una portata smaltibile dal singolo embrice pari a 11,44 l/s

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede stradale all'embrice può essere calcolata con la formula razionale, modificata nella forma:

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

Nella quale:

$Q$  = Portata – [m<sup>3</sup>/s];

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso, assunto pari a 0,90 per le superfici impermeabili (pavimentate);

$h$  = Altezza di pioggia – [mm] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;

$i$  = Intensità di pioggia – [mm/ora];

$S$  = Superficie scolante che insiste su ogni embrice, che ipotizzando un interasse di 15 [m];

$\tau_c$  = Tempo di corrivazione valutato in circa 5 [minuti] (ovvero 0.083 [ore]) per la superficie sottesa da ciascun embrice.

Per una superficie scolante pari a 100 m<sup>2</sup>, riferita ad un singolo embrice, la portata calcolata con la formula razionale è pari a 8,5 l/s, inferiore alla portata smaltibile dal singolo embrice pari a 11,44 l/s e per tale motivo l'interasse tra gli embrici è verificato.

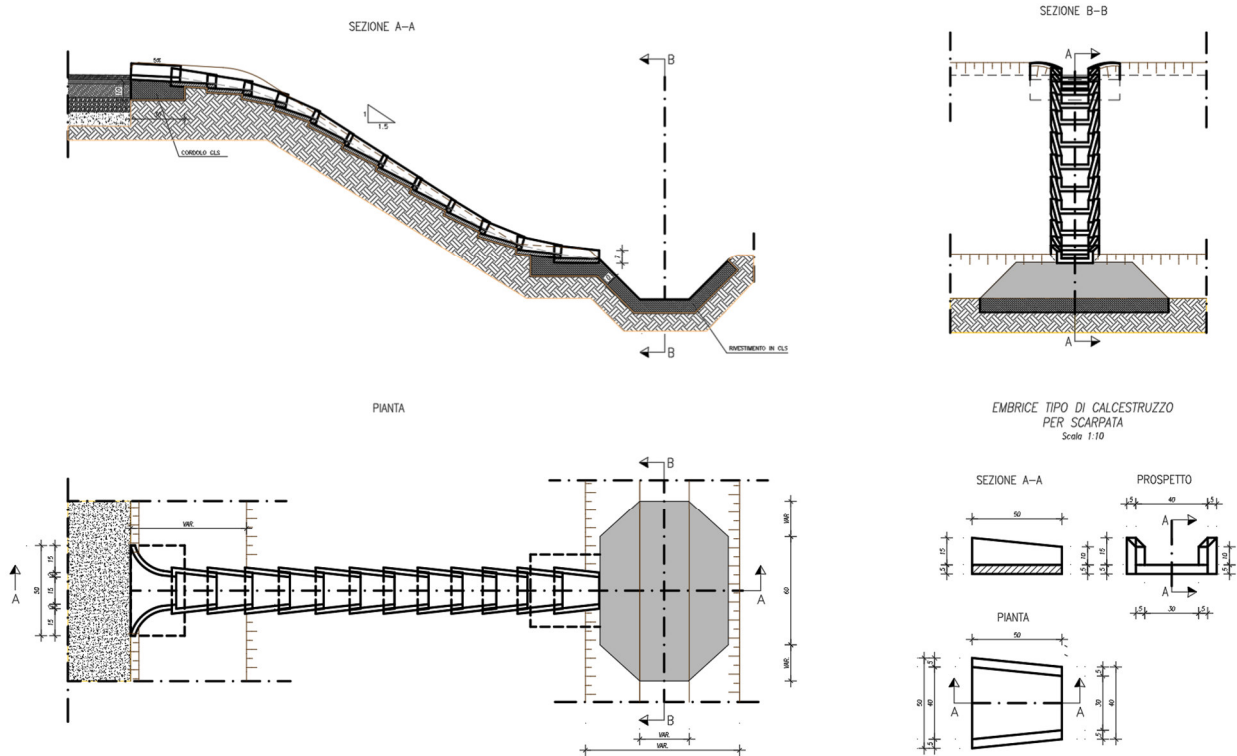


Figura 8-4 Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione

## **9 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SUL PIAZZALE**

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulle aree pavimentate del piazzale di stazione ed assicurare il loro recapito nella rete idrografica già presente, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

### **9.1 Fossi di guardia**

I fossi di guardia che hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalle aree esterne naturalmente scolanti verso il piazzale, sono stati ripristinati e raccordati alla rete di fossi esistente.

### **9.2 Condotte di drenaggio stradale**

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie sono realizzati in PVC di diametro variabile da un minimo di DN 400 ad un massimo di DN 800 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m<sup>2</sup>).

I collettori sono ispezionabili mediante pozzetti d'ispezione disposti con un interasse massimo pari a 30 m. L'interasse può essere ridotto in particolari casi, ad esempio, in corrispondenza di curve planimetriche particolarmente accentuate nelle quali si è ritenuto opportuno disporre i pozzetti d'ispezione con un interasse inferiore, onde evitare di posare le condotte con una curvatura incompatibile con le loro caratteristiche strutturali con conseguente riduzione della tenuta idraulica.

Il ruscellamento superficiale delle acque meteoriche nel piazzale viene intercettato da caditoie di dimensione variabile (30÷70 cm) dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400, poste con interasse massimo di 15 metri.

### **9.3 Manufatti minori di continuità e di trasparenza**

Fossi di guardia e attraversamenti della viabilità esistente, fuori dall'area di intervento, sono funzionali al recapito certo delle acque meteoriche provenienti dal drenaggio del piazzale, in caso di eventi meteorici rilevanti, per garantire lo smaltimento saltuario delle portate.

Gli accessi privati saranno garantiti con la predisposizione di griglie carrabili in loro corrispondenza.

La pendenza longitudinale con la quale essi sono verificati sarà maggiore di quella minima definita dai criteri di progettazione di tali manufatti ed è pari allo 0.5 %, al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

La sezione di deflusso complessiva del tombino deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 70 % della sezione totale.

Stante le ridotte dimensioni dei compluvi, i quali sottendono bacini di estensione limitata, questi attraversamenti secondari e vengono, di conseguenza, verificate per tempi di ritorno pari a 25 anni, congruente con il tempo di ritorno degli elementi afferenti (fossi e canalette) e riportato nel manuale RFI.



## 10 RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO

### 10.1 Verifica rete di drenaggio

Come si evince dalle tabelle in Appendice, le canalette, i fossi di guardia e le condotte previste sono sempre in grado, lungo l'intero tratto, di smaltire le acque meteoriche di piattaforma.

In riferimento alla portata di progetto sono stati considerati eventi con i seguenti tempi di ritorno:

- 100 anni per il drenaggio di piattaforma ferroviaria;
- 25 anni per il drenaggio del piazzale di stazione di Nasisi Taranto.

Stanti le tipologie di manufatti utilizzati ed il plano-profilo del tracciato ferroviario, lo scarico delle acque collettate avviene a gravità.

Le tabelle di verifica sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la progressiva del tratto, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

Negli elaborati delle planimetrie idrauliche in scala 1:1000 sono riportate: l'ubicazione della rete drenante e le sue specifiche caratteristiche; il dimensionamento, le quote di scorrimento ed eventuali opere di attraversamento.

Per i fossi e le canalette vale quanto riportato in tabella relativamente le dimensioni degli elementi:

	<b>b</b>	<b>d</b>	<b><math>\alpha</math></b>
R 50x50	0.5	0.5	90
R 50x70	0.5	0.7	90
F 50x50	0.5	0.5	45

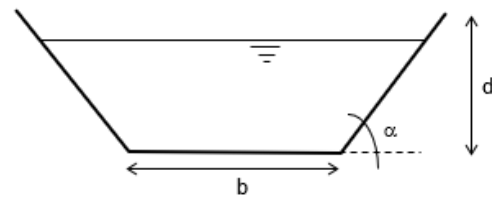


Figura 10-1 Dimensioni fossi e canalette

Le verifiche attestano l'idoneità del dimensionamento dei fossi di guardia e delle cunette di piattaforma proposti, poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nelle sezioni idrauliche con un grado di riempimento massimo non superiore al 70% per fossi di guardia, canalette e tubazioni con  $DN \geq 500$ mm mentre non superiore al 50% per tubazioni con  $DN < 500$ mm.

### 10.2 Verifica vasca di prima pioggia

Nell'area di parcheggio della stazioni è previsto un dispositivo di trattamento delle acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi 5 mm di acqua (o, equivalentemente, l'acqua afflitta durante i primi 15 min di una precipitazione) che, raccogliendo le sostanze presenti sulla piattaforma, quali idrocarburi, residui oleosi, metalli pesanti e particelle di materiali di consumo provenienti dagli autoveicoli circolanti, possono essere potenzialmente inquinate.

Facendo riferimento al Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art.113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.) esso prevede: "Acque di prima pioggia: le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita: di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;

L'impianto di prima pioggia è costituito da:

- un pozzetto scolmatore dotato di by-pass che consente di separare le acque di seconda pioggia che non necessitano di essere trattate;
- un sedimentatore;
- un disoleatore;
- un pozzetto di ispezione, dal quale si possono effettuare dei prelievi.

La vasca di trattamento deve essere posizionata in un luogo accessibile per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

### 10.2.1 Vasca di prima pioggia in discontinuo

La tipologia di vasca di prima pioggia in discontinuo adottata in progetto si compone di vari manufatti in c.a.: all'interno del primo, le condizioni di calma favoriscono la deposizione sul fondo per gravità delle particelle solide più grossolane (polveri, detriti, etc.); dopo 24 ore le acque vengono rilanciate al manufatto con disoleatore per poi essere indirizzate al recapito.

PROFILO IDRAULICO

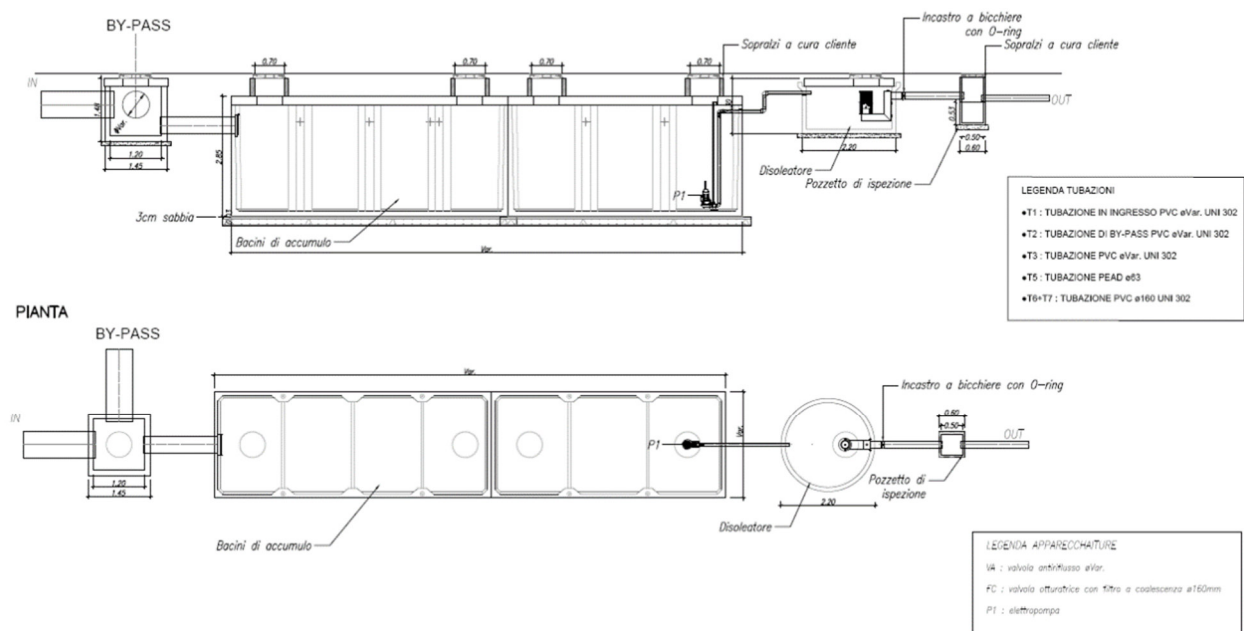


Figura 10-2 Vasca di prima pioggia in discontinuo

Si riporta di seguito, la tabella riportante le caratteristiche dell'impianto di trattamento previsto in progetto. Le superfici conteggiate sono impermeabili con coefficiente di deflusso pari a 0,9.

Vasca di prima pioggia	Superficie trattata impermeabile	Coefficiente di deflusso	Volume di accumulo	Volume vasca prevista in progetto	Portata nominale Impianto
N°	m <sup>2</sup>	-	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]
VPP1	7216,5	0,9	36	37,5	25

### 10.3 Verifica volumi di laminazione

Comparando lo stato di fatto relativo alla stazione di Nasisi con lo stato di progetto si può notare che l'intervento va a migliorare la situazione inserendo aree verdi permeabili rispetto alla situazione attuale con una impermeabilità dell'area quasi totale.



Figura 10-3 stato ante operam stazione di Nasisi quasi completamente impermeabilizzata

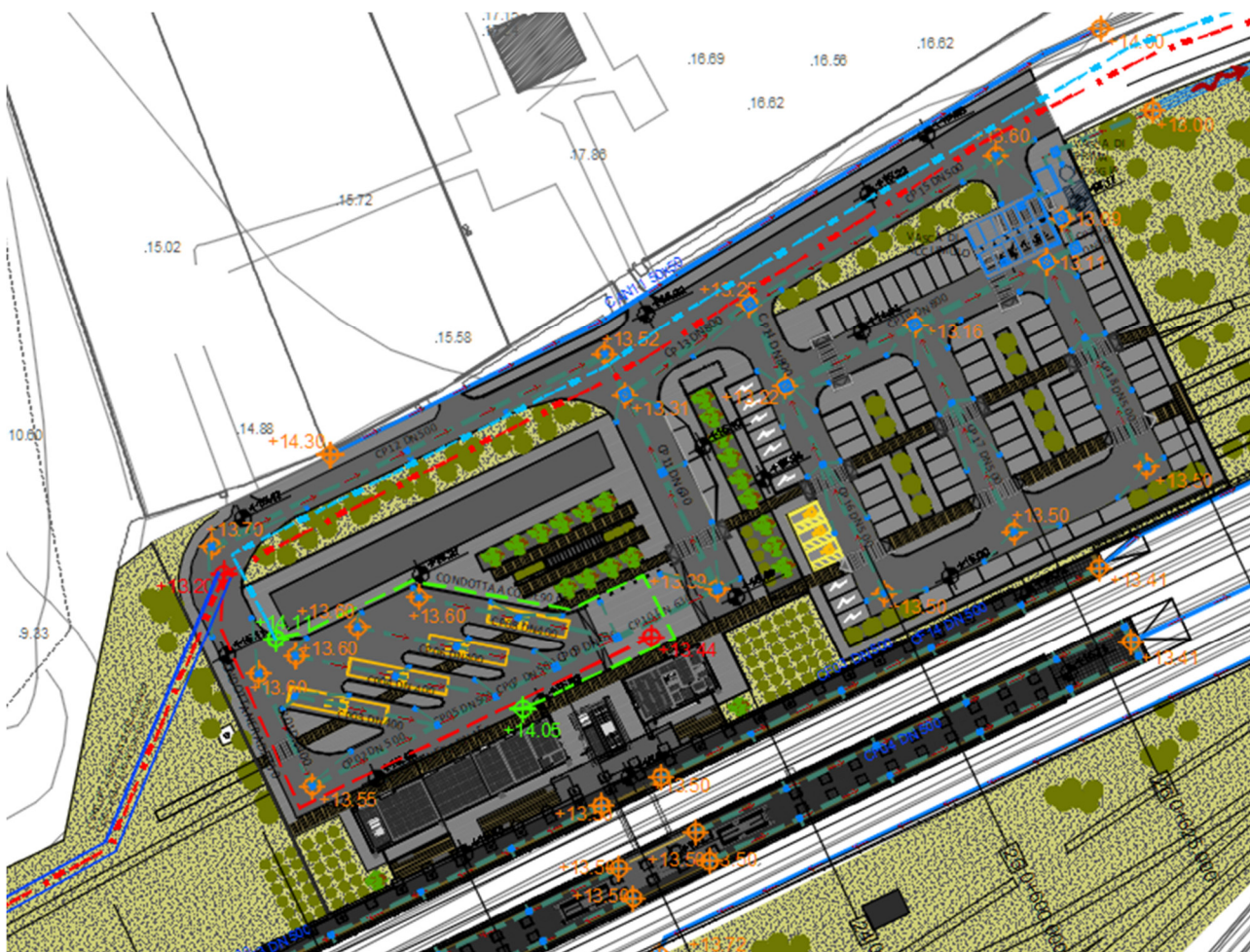


Figura 10-4 Stato post operam stazione di Nasisi con indicazione delle aree verdi di nuova realizzazione

Per tale motivo non sono necessarie opere di laminazione; ad ogni modo le verifiche delle tubazioni di drenaggio del piazzale sono state eseguite tenendo conto anche del possibile invaso in caso di eventi eccezionali.

Oltre a questi aspetti c'è da sottolineare che tutti i parcheggi presenti nello stato di progetto saranno permeabili realizzati in masselli autobloccanti di calcestruzzo cavi intasati con terreno vegetale, favorendo la permeabilità e riducendo il coefficiente di deflusso.

#### 10.4 Verifica vasca di accumulo

Nell'ambito del progetto di smaltimento acque della stazione di Taranto Nasisi sono previsti interventi per ottemperare a quanto previsto dal comma 2 dell'art. 2 del Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.) relativamente all'obbligo di riutilizzo delle acque di dilavamento che qui si riporta:

*"In coerenza con le finalità della Legge Regionale n. 13/2008, è obbligatorio il riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue, domestiche, industriali ed altri usi consentiti dalla legge, tramite la realizzazione di appositi sistemi di raccolta, trattamento, ed erogazione, previa valutazione delle caratteristiche chimico - fisiche e biologiche per gli usi previsti. Ai fini del riutilizzo le acque meteoriche di dilavamento, tranne i casi delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne per le fattispecie di cui al Capo II della presente disciplina, non sono soggette al rispetto dei limiti di cui al DM 185/03 e riportati nella Tab. 1 dell'allegato 1 del Regolamento Regionale n. 8 del 18 aprile 2012."*

Nel caso specifico dei fabbricati di stazione e delle aree esterne in progetto si è previsto il riutilizzo a scopo irriguo delle acque di copertura di fabbricati e delle aree del parcheggio prevedendone lo stoccaggio in apposita vasca di recupero delle acque meteoriche ove confluiscono le acque di seconda pioggia collettate dal by-pass.

La progettazione di un sistema di raccolta delle acque meteoriche consiste nella stima della quantità di acqua ottenibile in funzione delle superfici di raccolta a disposizione e del volume necessario a immagazzinarle, che dipende dalla distribuzione media delle piogge e dalle variazioni d'uso nei diversi periodi.

Facendo riferimento alla norma E DIN 1989-1: 2000-12, il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque piovane dipende sostanzialmente da due fattori:

- l'apporto netto d'acqua piovana, commisurato cioè all'intensità di precipitazione, alla superficie ricevente ed al coefficiente di deflusso;
- il fabbisogno d'acqua in funzione della tipologia di riutilizzo.

La massima quantità annua di acqua piovana teoricamente cumulabile viene calcolata secondo la seguente formula:

$$V = \varphi \cdot S \cdot P \cdot \eta$$

Dove:

- V: volume massimo di acqua piovana cumulabile [litri/anno];
- S: sommatoria delle superfici di raccolta delle precipitazioni, in proiezione orizzontale [m<sup>2</sup>];
- $\varphi$ : coefficiente di deflusso assunto pari a 0,9 per le coperture dei fabbricati e le aree pavimentate quali viabilità e marciapiedi; 0.6 per gli stalli.
- P: quantità annua delle precipitazioni [mm o litri/m<sup>2</sup>]; nel caso specifico è stato utilizzato il valore di pioggia media annuale delle stazioni della Provincia di Taranto nel periodo 2003-2017 (fonte dati ISTAT) pari a 538,10 litri/m<sup>2</sup>;
- $\eta$ : efficacia del filtro [%] assunto pari a 0,95.

Il volume disponibile che si ottiene in base alla superficie drenata (7131,15 m<sup>2</sup>) è pari a 3645 m<sup>3</sup>.

Per il calcolo del fabbisogno irriguo è stato fatto riferimento ai seguenti valori:

- 6 lt a m<sup>2</sup>/giorno per il prato;
- 30 lt a pianta ogni 2 giorni per gli alberi;
- 8 lt a pianta ogni 2 giorni per gli arbusti;

ottenendo per le aree a verde (883 m<sup>2</sup> di prato, 87 alberi e 280 arbusti) un fabbisogno annuo di 2819 m<sup>3</sup>.

La stima del volume della vasca di recupero è stata fatta assumendo il volume minimo tra fabbisogno e disponibilità idrica (su base giornaliera) moltiplicata per il tempo secco medio pari a 28 giorni (media delle stazioni della Provincia di Taranto nel periodo 2003-2017 - fonte dati ISTAT).

Si è ottenuto quindi il seguente volume:

- VA =216 m<sup>3</sup> per cui si prevede una vasca composta da n. 8 moduli di dimensioni interne 3,75 x 2,5 x 3 m (Volume max =225 m<sup>3</sup>).

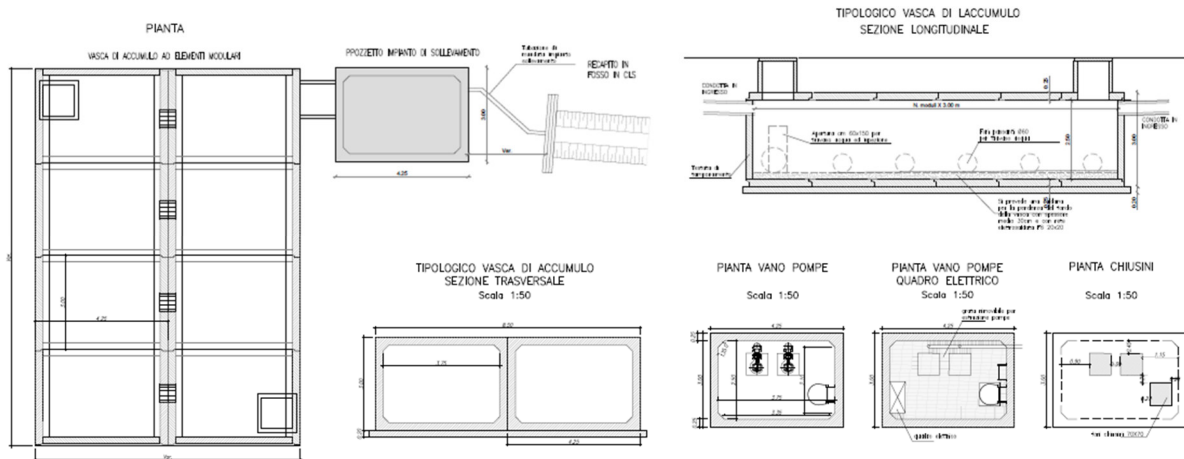


Figura 10-5 vasca di accumulo tipo utilizzata per il piazzale di Nasisi

## 10.5 Verifica fognatura nera

Il metodo di verifica, secondo la UNI EN 12056, della fognatura nera adottato è indicato per condomini o piccoli accentramenti, più sensibili ai picchi di portata.

Il dimensionamento si esegue in base a computo di:

- numero totale di unità di scarico DU che gravano su ogni tratto di tubazione. L'unità di scarico DU è la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in l/s;
- coefficiente di frequenza (K);
- massimo numero di unità di scarico accettabile dal tipo e dalla dimensione della tubazione.

Nella nuova stazione di Nasisi saranno presenti 4 lavabi e 4 WC.

Unità di Scarico (DU)

Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema IV
	DU [l/s]	DU [l/s]
lavabo, bidè	0,5	0,3
doccia senza tappo	0,6	0,4
doccia con tappo	0,8	0,5
orinatoio con cassetta	0,8	0,5
orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3
orinatoio a parete (per persona)	0,2	0,2
vasca da bagno	0,8	0,5
lavello da cucina	0,8	0,5
lavastoviglie domestica	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 6 kg	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 12 kg	1,5	1,2
WC con capacità di cassetta 4,0 l	**	1,8
WC con capacità di cassetta 6,0 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 7,5 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 9,0 l	2,5	2,0
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,3

Figura 10-6 Unità di scarico con relative portate e indicazione del sistema utilizzato

Il calcolo della portata delle acque reflue viene calcolato nel seguente modo:

$$Q_{tot} = Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum (DU)}$$

Si è preferito utilizzare il sistema con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e connesse a un'unica colonna di scarico. Utilizzando questo sistema ci poniamo nelle condizioni più sfavorevoli per la porta massima.

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente K
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Uso molto frequente per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

Figura 10-7 Valori del coefficiente di frequenza

Applicando la formula precedente, in base agli apparecchi serviti nei nuovi servizi dell'edificio che necessitano di collettamento acque nere, viene determinata la portata di scarico in corrispondenza dei singoli rami o dorsali che raccolgono le acque nere e le convogliano verso l'esterno, ricavando una portata pari a 2,4 l/s.

Per garantire lo smaltimento fino al punto di scarico si realizzerà una condotta in pvc DN150 SN8 la quale rispetta il valore minimo riportato dalle Linee Guida dell'Acquedotto Pugliese.

Si riportano di seguito i risultati dello studio:

Tabella 10-1: – Caratteristiche rete di scarico acque reflue

Portata di progetto	Diametro nominale	Pendenza minima	Grado di riempimento	Portata max	Velocità max
(l/s)	(m)	(m/m)	(%)	(l/s)	(m/s)
2.4	0.15	0.005	50%	6.30	0.71

Nella figura seguente è indicato il punto di scarico nella rete fognaria esistente.

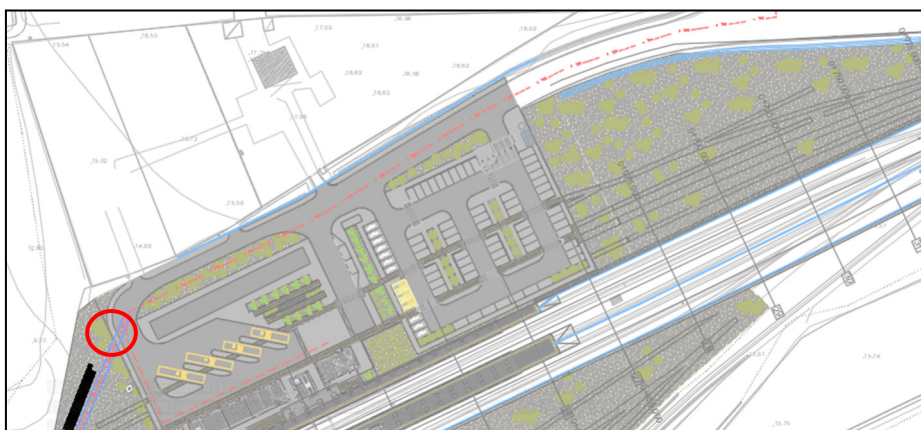


Figura 10-8 Rappresentazione della rete fognaria (linea tratteggiata rossa) con il punto di scarico (cerchio rosso)

## 10.6 Verifica rete acquedotto

L'impianto idrico sanitario sarà costituito da una distribuzione realizzata con tubazioni in PEAD fino all'ingresso dell'edificio e, in seguito, con tubazioni multistrato isolate.

L'impianto di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda sanitaria è stato dimensionato in conformità alla norma UNI 9182. Le condizioni di esercizio più gravose si verificano, con i valori di pressione ammessi, in corrispondenza della portata massima contemporanea. I valori delle portate massime contemporanee servono a

dimensionare le tubazioni e gli altri componenti di una rete di distribuzione (con o senza la presenza di un sistema di sopraelevazione della pressione).

La portata massima contemporanea di una distribuzione nel suo insieme o delle sue parti elementari si calcola considerando il numero complessivo delle utenze e per ognuna di esse:

- le caratteristiche dimensionali e funzionali;
- la portata nominale, ossia la minima portata di cui deve poter disporre con una pressione dinamica a monte non minore di 50 kPa;
- la frequenza d'uso;
- la durata del tempo di uso nel periodo di punta.

Il metodo più aggiornato per il calcolo delle portate massime contemporanee è quello detto delle unità di carico (UC). Unità di carico è il valore, assumendo convenzionalmente, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso.

Ad ogni punto di erogazione corrisponde un determinato valore di unità di carico. Sperimentalmente è stato definito il rapporto fra unità di carico (UC) e portate d'acqua ( $q$ ) ossia in termini matematici la funzione  $q = f(UC)$  per i due tipi fondamentali di distribuzione: con vasi dotati di cassetta e con vasi dotati di rubinetto a passo rapido o flussometro.

Le curve che rappresentano graficamente tali funzioni sono riportate nell'appendice D della norma UNI 9182 unitamente ai prospetti delle unità di carico per punto di erogazione ed a quelli che danno i valori delle portate in corrispondenza delle unità di carico.

Il dimensionamento delle tubazioni e degli altri componenti viene fatto sulla base della conoscenza dei seguenti dati:

- portata massima contemporanea per ogni tronco e per l'intera rete;
- pressione utilizzabile;
- massime velocità ammissibili.

Il calcolo delle portate massime contemporanee viene eseguito col metodo delle unità di carico.

Il calcolo della pressione utilizzabile va fatto eseguendo la sommatoria di:

- pressione dinamica da garantire all'utenza posta nella condizione più sfavorevole;
- differenza di quota fra il punto di alimentazione e detta utenza;
- perdita di pressione nelle tubazioni in corrispondenza della portata massima contemporanea.

Questa perdita di pressione, somma a sua volta delle perdite lineari e delle perdite accidentali, è calcolabile con le procedure tradizionali in funzione anche della temperatura dell'acqua distribuzione.

Tabella 10-2 Unità di carico per singolo apparecchio (fonte: norma UNI 9182)

Apparecchio	Alimentazione	N°	Unità di carico (UC)		
			Acqua fredda	Acqua calda	Totale acqua calda+ acqua fredda
Lavabo	Gruppo miscelatore	4	1,50	1,50	2,00
Vaso	Cassetta	4	5,00	0,00	5,00
Totale Unità di Carico			26	6	28
Portata di progetto (l/s)			1,1	0,35	1,2



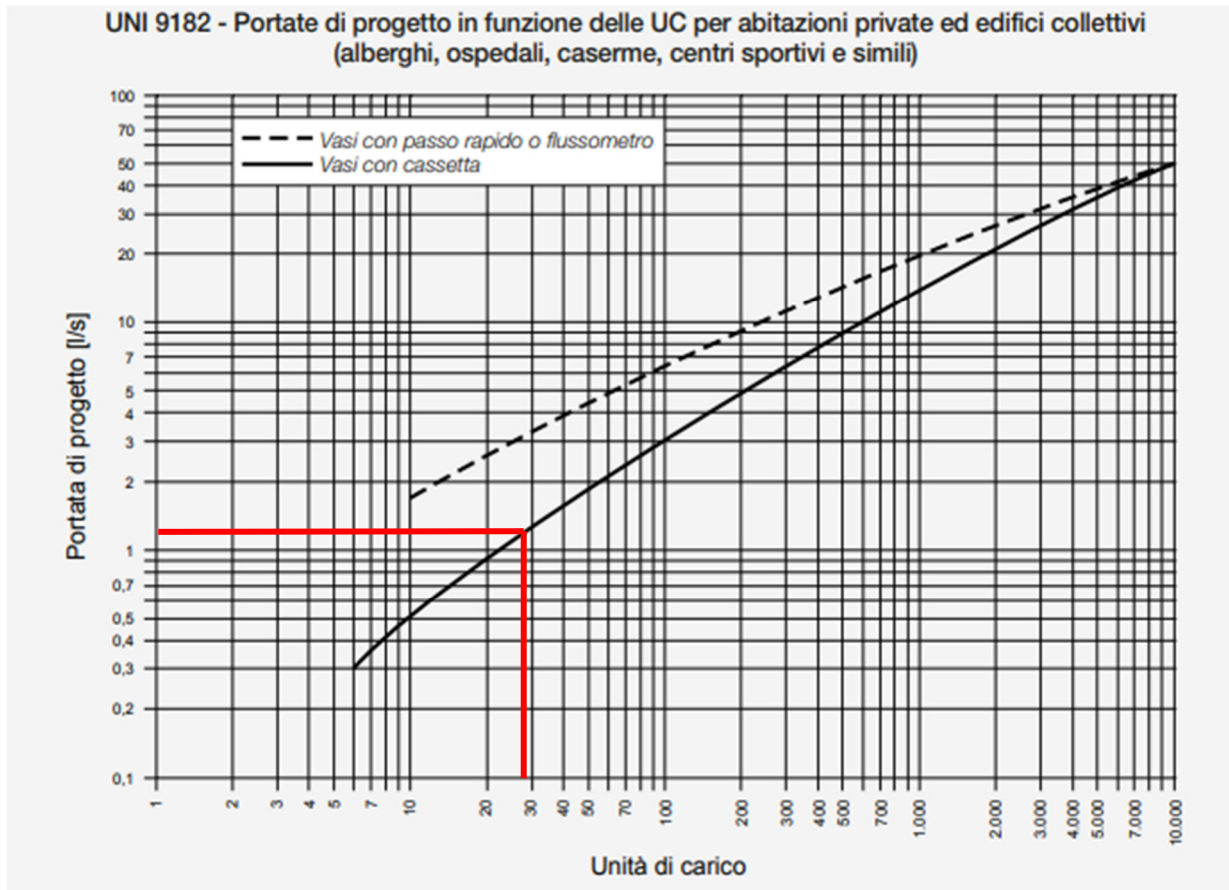


Figura 10-9 Portate di progetto in funzione delle UC (fonte: norma UNI 9182)

La portata massima di progetto è stata valutata pari a 1.2 l/s, in conformità ai servizi idrici disponibili presso la stazione di Nasisi.

Nella figura seguente è indicato il punto di allaccio dell'adduzione idrica all'attuale punto finale della condotta di acquedotto esistente, in corrispondenza del fabbricato viaggiatori esistente.

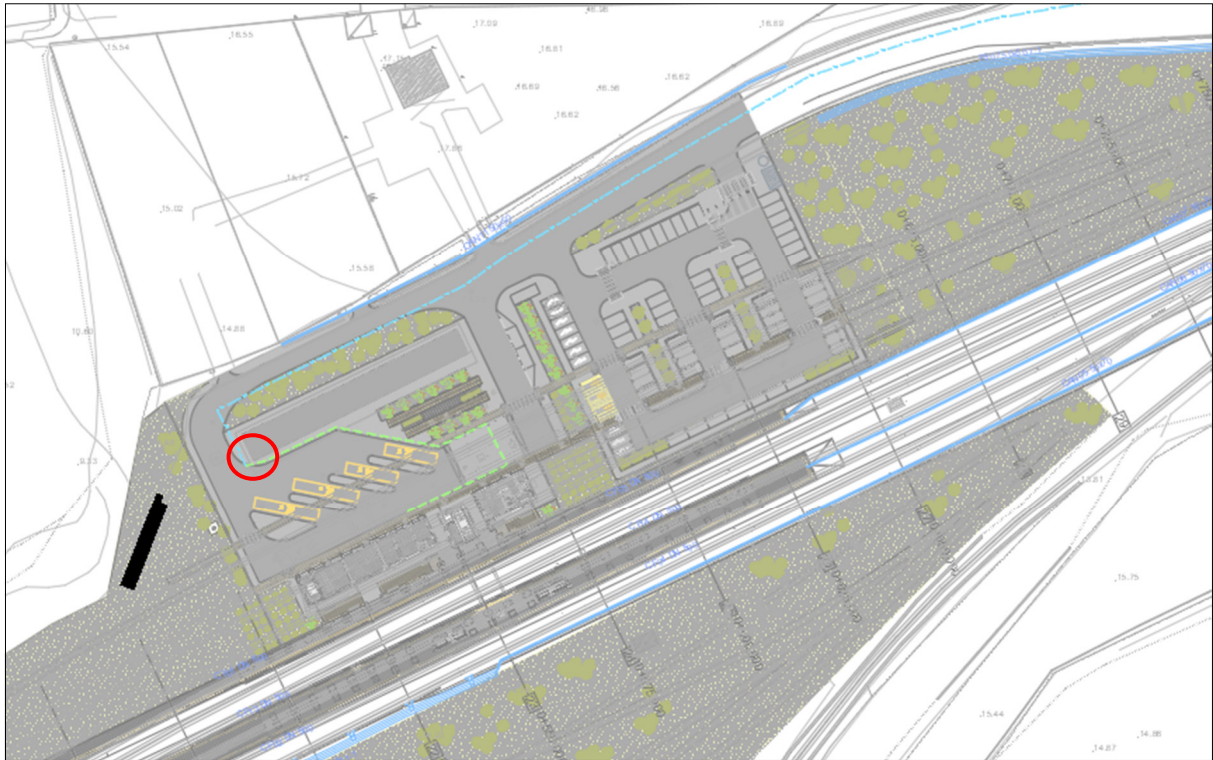


Figura 10-10 Rappresentazione della rete di adduzione idrica (linea tratteggiata verde) con il punto di allaccio (cerchio rosso)

## 11 CONCLUSIONI

L'analisi idraulica sviluppata ha seguito i vari punti esposti nelle premesse:

- Reperimento della cartografia di base;
- Interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante acquisizioni bibliografiche sul comportamento pluvio-meteorologico dell'area in esame;
- Specifica analisi idrologica;
- Analisi idraulica tramite applicazione del metodo dell'invaso per la verifica dei manufatti di protezione e di drenaggio acque di piattaforma.

Le soluzioni proposte risultano compatibili con le verifiche idrauliche indicate nel manuale di progettazione RFI, con riferimento a tempi di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria e 25 anni per la piattaforma del parcheggio, con un grado di riempimento delle opere di drenaggio da piattaforma inferiore al 70% e velocità all'interno dei condotti fognari superiore a 0,5 m/s.

ALLEGATI

Appendice fogli di calcolo del drenaggio di piattaforma

Piattaforma ferroviaria

ID	progressiva inizio	Progressiva fine	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie FERROVIARIA	Superfici AREE ESTERNE	Superficie FERROVIARIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	Tirante idrico	Diametro Esterno/Nominale	Diametro interno	Grado di rimepimento	Franco idraulico	materiale
	pk	pk	Zini m s.m.m.	Zfin m s.m.m.	L m	S <sub>f</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>s</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>f,tot</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>s,tot</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>tot,eq</sub> m <sup>2</sup>	ψ	ψ	ψ <sub>eq</sub>	j m/m	Wsup m <sup>3</sup>	Wsup m <sup>3</sup>	Wc,m m <sup>3</sup>	Wc,cor m <sup>3</sup>	Wc,tot m <sup>3</sup>	W0 m <sup>3</sup>	w0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	u l/s ha	Q l/s	v m/s	y m	DN mm	DI m	GR %	Franco cm	-
CF01	0+375	0+550	13.50	13.38	102	714	0	714	0	643	0.9	0.6	0.90	0.0012	3.6	0.0	0.0	6.8	6.8	10.3	0.01	590.49	42.16	0.64	0.19	500	0.475	40	28	PVC
CF02	0+375	0+550	13.50	13.38	100	530	0	530	0	477	0.9	0.6	0.90	0.0012	2.7	0.0	0.0	5.2	5.2	7.9	0.01	574.83	30.47	0.59	0.16	500	0.475	33	32	PVC
CF03	0+550	0+625	13.50	13.41	75	571	0	571	0	514	0.9	0.6	0.90	0.0012	2.9	0.0	0.0	4.6	4.6	7.4	0.01	666.78	38.07	0.62	0.18	500	0.475	38	30	PVC
CF04	0+550	0+625	13.50	13.41	74	413	0	413	0	372	0.9	0.6	0.90	0.0012	2.1	0.0	0.0	3.5	3.5	5.5	0.01	644.53	26.62	0.57	0.15	500	0.475	31	33	PVC
CF05	0+185	0+185	12.25	12.13	24	0	0	5577	951	5590	0.9	0.6	0.86	0.0050	27.9	2.9	85.1	3.6	88.7	119.5	0.02	404.39	263.99	1.74	0.32	630	0.600	53	28	PVC
CF06	0+812	0+812	12.39	12.29	21	0	0	10473	3080	11274	0.9	0.6	0.83	0.0050	52.4	9.2	123.2	6.6	129.8	191.4	0.01	512.56	694.67	2.19	0.50	800	0.765	65	27	PVC
CF07	0+450	0+450	12.58	12.45	27	0	0	2036	0	1832	0.9	0.6	0.90	0.0050	10.2	0.0	12.0	2.6	14.6	24.8	0.01	721.04	146.80	1.50	0.26	500	0.475	54	22	PVC
CF08	0+381	0+450	13.38	13.30	63	494	0	494	0	445	0.9	0.6	0.90	0.0013	2.5	0.0	0.0	3.6	3.6	6.0	0.01	716.45	35.39	0.62	0.17	500	0.475	36	31	PVC
CF09	0+381	0+450	13.38	13.30	64	333	0	333	0	300	0.9	0.6	0.90	0.0013	1.7	0.0	0.0	2.6	2.6	4.3	0.01	673.83	22.44	0.55	0.13	500	0.475	28	34	PVC
CF10	0+000	0+185	11.20	10.89	202	0	0	2671	1836	3506	0.9	0.6	0.78	0.0015	13.4	5.5	35.9	30.2	66.1	85.0	0.02	317.52	143.11	0.96	0.31	630	0.600	52	29	PVC
CF11	0+185	0+225	10.89	10.80	49	0	0	8248	2787	9096	0.9	0.6	0.82	0.0018	41.2	8.4	154.9	14.2	169.0	218.6	0.02	339.86	375.05	1.30	0.46	800	0.765	60	30	PVC
CF12	0+381	0+450	13.38	13.30	64	489	0	489	0	440	0.9	0.6	0.90	0.0013	2.4	0.0	0.0	3.6	3.6	6.0	0.01	708.53	34.65	0.62	0.17	500	0.475	35	31	PVC
CF13	0+375	0+550	13.50	13.38	100	792	0	792	0	713	0.9	0.6	0.90	0.0012	4.0	0.0	0.0	7.2	7.2	11.2	0.01	606.38	48.03	0.66	0.20	500	0.475	43	27	PVC
CF14	0+550	0+625	13.50	13.41	74	570	0	570	0	513	0.9	0.6	0.90	0.0012	2.9	0.0	0.0	4.5	4.5	7.4	0.01	672.37	38.33	0.63	0.18	500	0.475	38	30	PVC

ID	progressiva inizio	Progressiva fine	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie FERROVIARIA	Superfici AREE ESTERNE	Superficie FERROVIARIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	tipo di canaletta	materiale	Tirante idrico	base interna	altezza interna	Grado di rimepimento	Franco idraulico
	pk	pk	Zini m s.m.m.	Zfin m s.m.m.	L m	S <sub>f</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>s</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>f,tot</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>s,tot</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>tot,eq</sub> m <sup>2</sup>	ψ	ψ	ψ <sub>eq</sub>	j m/m	Wsup m <sup>3</sup>	Wsup m <sup>3</sup>	Wc,m m <sup>3</sup>	Wc,cor m <sup>3</sup>	Wc,tot m <sup>3</sup>	W0 m <sup>3</sup>	w0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	u l/s ha	Q l/s	v m/s	-	-	y m	b m	h m	GR %	Franco cm
CAN01	0+200	0+375	13.30	13.07	197	1414	796	1908	796	2195	0.9	0.6	0.81	0.0012	9.5	2.4	3.6	32.7	36.2	48.2	0.02	371.74	100.52	0.61	50x70	CLS	0.33	0.50	0.70	47	36.8
CAN02	0+185	0+375	13.30	13.07	195	2523	0	3345	0	3011	0.9	0.6	0.90	0.0012	16.7	0.0	2.6	43.4	46.0	62.7	0.02	437.66	146.40	0.66	50x70	CLS	0.44	0.50	0.70	64	25.5
CAN03	0+185	0+225	13.33	13.22	49	324	155	324	155	385	0.9	0.6	0.80	0.0022	1.6	0.5	0.0	2.8	2.8	4.9	0.01	685.91	32.86	0.57	50x50	CLS	0.12	0.50	0.50	23	38.4
CAN04	0+000	0+185	13.22	12.00	186	1349	596	1349	596	1572	0.9	0.6	0.81	0.0066	6.7	1.8	0.0	16.6	16.6	25.1	0.01	533.98	103.86	1.16	50x50	CLS	0.18	0.50	0.50	36	32.2
CAN05	0+550	0+800	14.00	13.72	255	1427	1965	1427	1965	2463	0.9	0.6	0.73	0.0011	7.1	5.9	0.0	44.7	44.7	57.7	0.02	308.43	104.62	0.60	50x70	CLS	0.35	0.50	0.70	50	35.0
CAN06	0+625	0+812	13.41	13.19	182	2026	0	3009	0	2708	0.9	0.6	0.90	0.0012	15.0	0.0	3.5	37.2	40.7	55.8	0.02	443.80	133.54	0.65	50x70	CLS	0.41	0.50	0.70	58	29.1
CAN07	0+625	0+812	13.41	13.19	182	1557	1527	2128	1527	2831	0.9	0.6	0.77	0.0012	10.6	4.6	4.6	38.6	43.1	58.4	0.02	381.55	139.46	0.66	50x70	CLS	0.42	0.50	0.70	61	27.6
CAN08	0+812	1+150	16.86	14.00	344	2932	564	2932	564	2977	0.9	0.6	0.85	0.0083	14.7	1.7	0.0	39.3	39.3	55.7	0.02	469.56	164.16	1.44	50x50	CLS	0.23	0.50	0.50	46	27.2
CAN09	0+812	1+150	16.86	14.00	342	2404	989	2404	989	2757	0.9	0.6	0.81	0.0084	12.0	3.0	0.0	36.7	36.7	51.7	0.02	446.25	151.41	1.41	50x50	CLS	0.21	0.50	0.50	43	28.5
CAN10	0+000	0+200	13.22	12.00	182	1322	1240	1322	1240	1934	0.9	0.6	0.75	0.0067	6.6	3.7	0.0	19.4	19.4	29.7	0.01	522.39	133.85	1.26	50x50	CLS	0.21	0.50	0.50	43	28.7

ID	progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza tronco	quota inizio	quota fine	Superficie FERROVIARIA	Superfici AREE ESTERNE	Superficie FERROVIARIA totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso FERROVIA	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Portata	Velocità della corrente	tipo di sezione	tipo di fosso	materiale	Tirante idrico	Grado di rimpimento	Franco idraulico
	pk	pk	L	Zini	Zfin	S <sub>f</sub>	S <sub>s</sub>	S <sub>f,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>tot,eq</sub>	ψ	ψ	ψ <sub>eq</sub>	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	Q	v		-	-	y	GR	Franco
	m	m	m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	l/s ha	l/s	m <sup>3</sup> /s	m/s		-	-	m	%	cm
FS01	0+225	0+425	130	10.80	4.66	1186	3337	9434	6124	12165	0.9	0.6	0.78	0.0472	47.2	18.4	169.0	20.1	189.2	254.7	0.016	378.1	588.3	0.59	3.80	FT1	50x50 1:1	CLS	0.22	43	28.4
FS03	0+425	0+550	100	13.72	12.45	535	586	1962	2551	3296	0.9	0.6	0.73	0.0127	9.8	7.7	44.7	9.5	54.2	71.6	0.016	338.5	152.8	0.15	1.61	FT1	50x50 1:1	CLS	0.15	29	35.4
FS04	1+037	1+150	121	17.00	15.95	0	1561	0	1561	937	0.9	0.6	0.60	0.0087	0.0	4.7	0.0	8.0	8.0	12.6	0.008	481.8	75.2	0.08	1.14	FT1	50x50 1:1	CLS	0.11	22	39.2
FS05	0+812	0+875	67	10.81	5.07	0	697	10473	3777	11692	0.9	0.6	0.82	0.0857	52.4	11.3	129.8	9.5	139.3	203.0	0.014	492.6	702.0	0.70	4.94	FT1	50x50 1:1	CLS	0.20	40	29.8

### Parcheggio

ID	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Superficie TOTALE	Superficie STRADALE	Superfici AREE ESTERNE	Superficie SREADALE totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	Tirante idrico	Diametro Esterno/Nominale	Diametro interno	Grado di rimpimento	Franco idraulico	materiale
	Zini	Zfin	L	S <sub>f</sub>	S <sub>s</sub>	S <sub>e</sub>	S <sub>f,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>tot,eq</sub>	ψ	ψ	ψ <sub>eq</sub>	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	DN	DI	GR	Franco	-
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	l/s ha	l/s	m/s	m	mm	m	%	cm	-
CP01	13.60	13.55	18.7	401	382	19	382	19	356	0.9	0.6	0.89	0.0025	1.91	0.06	0.00	0.72	0.72	2.69	0.01	733.83	29.45	0.77	0.14	400	0.38	37	23.9	PVC
CP02	13.55	13.50	19.9	594	498	96	881	115	862	0.9	0.6	0.87	0.0025	4.40	0.35	0.72	1.41	2.12	6.87	0.01	673.29	67.05	0.95	0.20	500	0.48	42	27.5	PVC
CP03	13.60	13.55	21.8	185	185	0	185	0	166	0.9	0.6	0.90	0.0025	0.92	0.00	0.00	0.45	0.45	1.37	0.01	672.30	12.42	0.60	0.09	400	0.38	24	29.0	PVC
CP04	13.60	13.52	30.6	211	211	0	211	0	190	0.9	0.6	0.90	0.0025	1.06	0.00	0.00	0.65	0.65	1.70	0.01	611.31	12.91	0.61	0.09	400	0.38	24	28.8	PVC
CP05	13.50	13.48	9.7	186	186	0	1252	115	1195	0.9	0.6	0.87	0.0025	6.26	0.35	2.57	0.84	3.41	10.01	0.01	643.07	87.88	1.02	0.23	500	0.48	49	24.2	PVC
CP06	13.60	13.52	30.5	259	259	0	259	0	233	0.9	0.6	0.90	0.0025	1.30	0.00	0.00	0.76	0.76	2.05	0.01	624.02	16.17	0.65	0.10	400	0.38	27	27.7	PVC
CP07	13.48	13.46	9.6	196	196	0	1658	115	1562	0.9	0.6	0.88	0.0025	8.29	0.35	4.06	0.98	5.03	13.67	0.01	615.04	109.07	1.07	0.27	500	0.48	56	21.0	PVC
CP08	13.60	13.52	30.4	559	513	46	513	46	489	0.9	0.6	0.88	0.0025	2.57	0.14	0.00	1.36	1.36	4.06	0.01	650.78	36.37	0.81	0.16	400	0.38	42	22.2	PVC
CP09	13.46	13.43	9.6	147	147	0	2065	115	1927	0.9	0.6	0.88	0.0025	10.32	0.35	5.79	1.10	6.90	17.57	0.01	589.51	128.51	1.12	0.26	630	0.60	43	34.4	PVC
CP10	13.43	13.39	16.8	588	447	141	3025	302	2903	0.9	0.6	0.87	0.0025	15.12	0.91	8.25	2.59	10.84	26.87	0.01	571.70	190.19	1.23	0.32	630	0.60	54	27.9	PVC
CP11	13.39	13.31	32.2	863	676	188	3700	489	3624	0.9	0.6	0.86	0.0025	18.50	1.47	10.84	5.48	16.33	36.30	0.01	517.18	216.68	1.27	0.35	630	0.60	58	25.2	PVC
CP12	14.00	13.82	73.2	1265	929	336	929	336	1038	0.9	0.6	0.82	0.0025	4.65	1.01	0.00	4.85	4.85	10.50	0.01	484.80	61.33	0.93	0.19	500	0.48	40	28.5	PVC
CP13	13.31	13.25	23.2	234	229	5	4859	830	4871	0.9	0.6	0.86	0.0025	24.29	2.49	21.17	4.61	25.78	52.56	0.01	469.70	267.20	1.34	0.34	800	0.77	45	42.3	PVC
CP14	13.25	13.22	13.5	82	72	10	5593	840	5537	0.9	0.6	0.86	0.0025	27.96	2.52	27.91	2.89	30.80	61.29	0.01	458.63	295.02	1.38	0.36	800	0.77	47	40.3	PVC
CP15	13.60	13.49	44.2	662	662	0	662	0	596	0.9	0.6	0.90	0.0025	3.31	0.00	0.00	2.13	2.13	5.44	0.01	598.51	39.62	0.82	0.15	500	0.48	32	32.4	PVC
CP16	13.50	13.41	35.0	966	639	327	639	327	771	0.9	0.6	0.80	0.0025	3.20	0.98	0.00	2.21	2.21	6.39	0.01	594.88	57.47	0.91	0.18	500	0.48	39	29.2	PVC
CP17	13.50	13.41	35.0	894	625	269	625	269	724	0.9	0.6	0.81	0.0025	3.13	0.81	0.00	2.10	2.10	6.03	0.01	598.93	53.54	0.89	0.18	500	0.48	37	29.8	PVC
CP18	13.50	13.41	35.0	804	480	324	480	324	626	0.9	0.6	0.78	0.0025	2.40	0.97	0.00	1.88	1.88	5.25	0.01	572.04	45.99	0.86	0.16	500	0.48	34	31.2	PVC
CP19	13.22	13.11	43.0	850	534	316	7871	2076	8329	0.9	0.6	0.84	0.0025	39.35	6.23	36.99	12.25	49.24	94.82	0.01	431.85	429.55	1.51	0.45	800	0.77	59	31.0	PVC
CP20	13.11	13.09	9.0	0	0	0	7871	2076	8329	0.9	0.6	0.84	0.0025	39.35	6.23	49.24	2.50	51.74	97.33	0.01	419.04	416.81	1.50	0.45	800	0.77	58	31.9	PVC
CP21	13.22	13.15	13.1	0	0	0	1373	4729	4073	0.9	0.6	0.67	0.0050	6.87	14.19	16.47	1.92	18.40	39.45	0.01	414.91	253.18	1.72	0.31	630	0.60	52	29.0	PVC

ID	Quota inizio	Quota fine	Lunghezza tronco	Larghezza fascia	Superficie TOTALE	Superficie STRADALE	Superfici AREE ESTERNE	Superficie SREADALE totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di condotte totali	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità di deflusso	tipo di canaletta	materiale	Tirante idrico	base interna	altezza interna	Grado di riempimento	Franco idraulico
	Zini	Zfin	L	l <sub>f</sub>	S <sub>f</sub>	S <sub>s</sub>	S <sub>f,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>tot,eq</sub>	φ	φ	φ <sub>eq</sub>	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	-	-	y	b	h	GR	Franco
	m s.m.m.	m s.m.m.	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	l/s ha	l/s	m/s	-	-	m	m	m	%	cm
CAN11	14.30	14.00	133	10.0	1330	0	1330	0	1330	798	0.9	0.6	0.60	0.0023	0.0	4.0	0.0	7.5	7.5	11.5	0.0	236.7	31.5	0.56	50x50	CLS	0.11	0.50	0.50	22	38.8

ID	Lunghezza tronco	quota in	quota out	Superficie TOTALE	Superficie STRADALE	Superfici AREE ESTERNE	Superficie SREADALE totale	Superficie AREE ESTERNE totale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso STRADALE	Coefficiente di deflusso AREE ESTERNE	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di condotte totali	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Portata	Velocità della corrente	tipo di sezione	tipo di fosso	materiale	Tirante idrico	Grado di riempimento	Franco idraulico
	L			S <sub>f</sub>	S <sub>r</sub>	S <sub>s</sub>	S <sub>f,ot</sub>	S <sub>s,ot</sub>	S <sub>tot,eq</sub>	φ	φ	φ <sub>eq</sub>	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	Q	v		-	-	y	GR	Franco
	m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	l/s ha	l/s	m <sup>3</sup> /s	m/s		-	-	m	%	cm
FS07	113	14.50	13.22	5420	1073	4347	1073	4347	3574	0.9	0.6	0.66	0.0113	5.4	13.0	0.0	15.0	15.0	33.4	0.0	427.5	231.7	0.23	1.75	FT1	50x50 1:1	CLS	0.19	38	30.8
FS08	53	14.60	13.22	682	300	382	300	382	499	0.9	0.6	0.73	0.0260	1.5	1.1	0.0	1.5	1.5	4.1	0.0	542.8	37.0	0.04	1.30	FT1	50x50 1:1	CLS	0.05	10	44.9
FS09	24	13.56	13.15	385	210	175	210	175	294	0.9	0.6	0.76	0.0171	1.1	0.5	0.0	0.6	0.6	2.2	0.0	646.3	24.9	0.02	0.99	FT1	50x50 1:1	CLS	0.05	9	45.4
FS10	70	13.15	10.00	2467	372	2095	1955	6999	5959	0.9	0.6	0.67	0.0450	9.8	21.0	19.0	7.9	26.9	57.7	0.0	413.8	370.5	0.37	3.27	FT1	50x50 1:1	CLS	0.17	34	33.1