

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI C.LE E BARI TORRE A MARE

Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

IDRAULICA VIABILITA'

Relazione idraulica smaltimento acque meteoriche

SCALA:

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

I A 1 U 0 4 E 7 8 R I I D 0 0 0 2 4 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	E&G <i>g. p.</i>	Nov. 2016	A. Tomora <i>[Signature]</i>	Nov. 2016	F. Gemone <i>[Signature]</i>	Nov. 2016	D. Tiberti Novembre 2016 Prodotto da Sud Adriatico Dot. Ing. Paolo TIBERTI Ordine Ingegneri di Napoli N° 10876

File:IA1U04E78RIID0002401A.DOC

n. Elab.:

INDICE

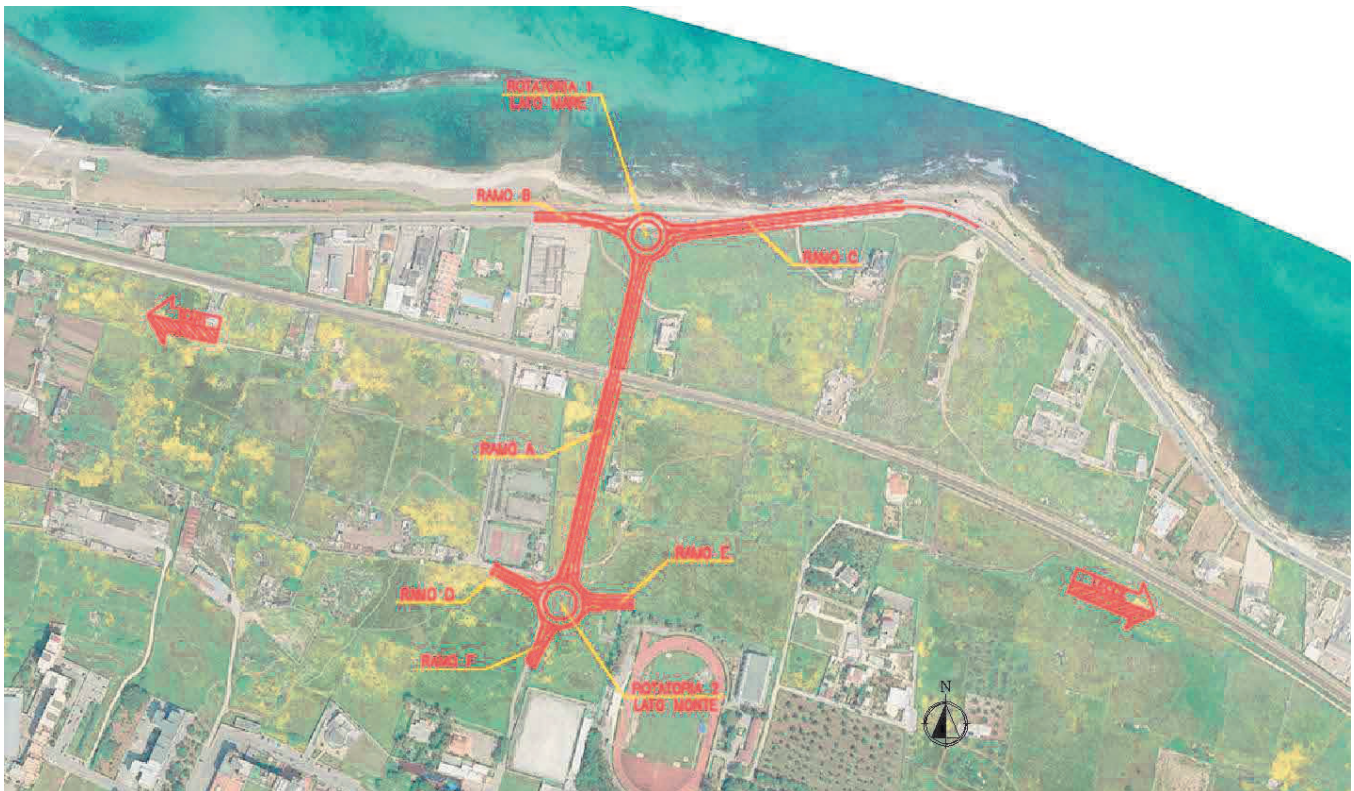
1	INTRODUZIONE	3
2	RETI IDRICHE	4
2.1	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	4
2.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3	ANALISI METEOROLOGICA DELL'AREA IN OGGETTO	6
4	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE.....	7
4.1	ALTEZZE DI PIOGGIA DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	7
5	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	9
5.1	IL METODO DELL'INVASO	9
5.2	IL METODO CINEMATICO.....	16
6	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE.....	19
6.1	CADITOIE GRIGLIATE	19
6.2	CADITOIA A BOCCA DI LUPO	19
6.3	CANALETTA GRIGLIATA	20
6.4	DRENAGGIO PISTA CICLABILE.....	22
6.5	CONDOTTE DI DRENAGGIO STRADALE	22
6.6	FOSSI DI GUARDIA E FOSSI DISPERDENTI.....	25
6.7	DRENAGGIO PIAZZALE LOCALE TECNICO.....	28
7	IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	30
7.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	30
7.2	CARATTERISTICHE E FUNZIONAMENTO.....	30
8	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	33
8.1	DIMENSIONAMENTO	33

1 INTRODUZIONE

Nell’ambito degli interventi previsti per il “Riaspetto del Nodo di Bari”, la presente relazione si occupa della variante di tracciato tra Bari C.le e Bari Torre a Mare.

Le opere di viabilità in progetto, inerenti la realizzazione del Sottovia ferroviario sulla linea Bari-Lecce, sono necessarie per il collegamento del lungomare Giovanni Abbrescia e il nuovo quartiere S.Anna.

La viabilità prevista si compone di un asse principale denominato “Ramo A”, sottopassante la linea ferroviaria, e di due rotonde poste all’inizio e alla fine di tale asse viario. A queste viabilità di progetto si aggiungono altri 5 rami di innesto alle rotonde, necessari per permettere il collegamento alla viabilità esistente.





RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	4 di 36

2 RETI IDRICHE

2.1 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Le reti idriche previste nel progetto riguardano esclusivamente la raccolta delle acque meteoriche, di piattaforma ed esterne.

La rete acque meteoriche di piattaforma può essere divisa in 4 parti:

- una prima parte che va dalla rotatoria 2 ai primi metri della rampa sud del sottopasso ferroviario in cui si è deciso di raccogliere a mezzo di caditoie e collettori (rami A e B) e di uscire dalla sede stradale all'altezza della prg. 0+270,00 per poi costeggiare il muro ovest esternamente (ramo C) fino al pozzetto di calma C06, onde escludere buona parte della portata drenante dal sistema di sollevamento posto a valle del sottovia.
- una seconda parte che riguarda le rampe e il sottovia stesso in "corda molla" (rami D ed E) dove sarà necessario ripompare l'acqua al pozzetto C06 tramite il suddetto impianto di sollevamento.
- una terza parte che va dal pozzetto C06 al recapito finale che prevede anche un impianto di trattamento fanghi e oli prima del recapito finale; il recapito previsto, in analogia al sistema di smaltimento acque meteoriche delle litoranea, è il mare.
- una quarta parte che prevede il "riassetto" della raccolta delle acque sulla litoranea con spostamento di caditoie esistenti e/o ripristino di nuove in prossimità della rotatoria 1, ove non è previsto alcun trattamento aggiuntivo, ma si riconduce il tutto alla situazione iniziale prima dell'intervento.

I limiti di intervento sono evidenziati nelle tavole planimetriche e la rete fognaria è interamente sviluppata all'interno di tali limiti. Gli eventuali sviluppi futuri delle viabilità non dovranno gravare in termini di drenaggio sulla rete in progetto e ancor più sull'impianto di sollevamento. Pertanto dovrà essere prevista una rete fognaria aggiuntiva separata da quella in oggetto.

Per tutti i dettagli si rimanda alle tavole tecniche.

2.2 Inquadramento normativo

In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Per la regione Puglia inoltre fa fede il Regolamento Regionale 9 dicembre 2013 n.26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia".

Nel complesso, le norme emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici fissano il quadro di riferimento per lo sviluppo della relazione sugli aspetti idrologici, idrografici ed idraulici, delineando anche i criteri generali che devono guidare l'articolazione di tale relazione. Non vengono fornite invece specifiche indicazioni circa le procedure di calcolo che devono essere eseguite per redigere la relazione idraulica.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	5 di 36

Riferimenti in tal senso possono invece essere desunti dalle indicazioni date da diverse Autorità, Agenzie o Enti competenti sul territorio (Autorità di Bacino) in tema di difesa del suolo nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione o gestione del territorio. In particolare, il recente sviluppo sul territorio Nazionale della Pianificazione di Assetto Idrogeologico, redatta dalle Autorità di Bacino ai sensi della Legge 183/89 e del D.L. 180/98, ha prodotto una molteplicità di norme, direttive o linee guida circa i criteri di valutazione della compatibilità idraulica, tutte comunque tra loro piuttosto uniformi.

Per quanto riguarda lo smaltimento e il trattamento delle acque si fa riferimento al Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 "Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE ...", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258".

Nello specifico, trattandosi di interventi in aree predisposte per il trasporto ferroviario, si fa anche riferimento al D.M. 4 aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie e altre linee di trasporto".



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	6 di 36

3 ANALISI METEOROLOGICA DELL'AREA IN OGGETTO

Il clima della regione Puglia è di tipo adriatico-balcanico e varia sensibilmente in base al territorio specifico. Se la piovosità è maggiore in prossimità della costa, è anche vero che aumenta sensibilmente in prossimità dei rilievi montuosi del Gargano, che funge da vera e propria barriera per le perturbazioni di origine balcanica (N-E), permettendo così l'addensarsi delle nubi.

La città di Bari, come tutte le città della costa orientale, presenta un clima decisamente piovoso durante la stagione autunnale e invernale.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	7 di 36

4 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria e a 25 anni per la piattaforma stradale (come da prescrizioni del manuale RFI/Italfer).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi idrologica riportata nella relazione idrologica, facente parte degli elaborati progettuali relativi al Progetto Definitivo per il riassetto del Nodo di Bari" (IA0D00D11RIID0001001A).

In tale relazione vengono definiti i coefficienti a ed n delle leggi di possibilità pluviometrica mediante l'analisi statistica secondo Gumbel. Per individuare la stazione pluviometrica maggiormente rappresentativa della zona in cui si prevede l'intervento si è utilizzato il metodo dei poligoni di Thiessen. Tale approccio ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Bari.

Secondo tale criterio l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 100 anni risulta essere:

$$h = 64.09 \cdot t_p^{0.187}$$

Mentre l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 25 anni risulta essere:

$$h = 51.03 \cdot t_p^{0.187}$$

4.1 Altezze di pioggia di durata inferiore all'ora

Gli eventi di pioggia lunghi ($1-2 \text{ h} < t < 24 \text{ h}$) e quelli brevi ($t < 1-2 \text{ h}$) seguono differenti dinamiche meteorologiche. Di conseguenza dalle misure delle altezze di pioggia h_t con durata $1-2 < t < 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente gli eventi brevi. In altri termini, la curva di possibilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere estrapolata per valori di durata t inferiore all'ora.

E' stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata 60 minuti a parità di tempo di ritorno T , è dipendente sola dalla durata t espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Si dimostra come tale legame funzionale possa essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60} \right)^s$$

in cui s è un coefficiente che assume un diverso valore in funzione della regione in esame. Per quanto riguarda la regione Puglia, tale parametro assume valore pari a 0,227 ed il legame funzionale risulta, quindi:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60} \right)^s = \left(\frac{t}{60} \right)^{0.227} \quad \text{per la Puglia}$$

da cui si ottiene la curva di possibilità pluviometrica per piogge brevi:

$$h_{t,T} = (t/60)^{0.227} h_{60,T}$$

Fissato, quindi, il tempo di ritorno Tr pari a 25 e 100 anni, l'altezza di pioggia relativa ad un tempo di pioggia di un'ora risulta pari a 51.03 mm·ore⁻ⁿ e a 64.09 mm·ore⁻ⁿ, per il drenaggio della piattaforma stradale e ferroviaria, rispettivamente. I parametri da utilizzare per leggi di pioggia con tempi inferiori all'ora sono, quindi, sono pari a:

Drenaggio piattaforma stradale	Staz. di Bari Tr 25 anni	$a = 0.05103$ [m·ore ⁻ⁿ]	$n = 0.227$
Drenaggio piattaforma ferroviaria	Staz. di Bari Tr 100 anni	$a = 0.06409$ [m·ore ⁻ⁿ]	$n = 0.227$

Tabella 1 - Parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica.

5 METODOLOGIA DI CALCOLO

La verifica idraulica delle canalette e delle condotte per lo smaltimento delle acque di piattaforma è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

Il dimensionamento delle componenti del sistema di drenaggio stradale viene sviluppato grazie all'utilizzo del metodo cinematico che consente di determinare la portata di piena relativa al bacino a monte della componente analizzata.

5.1 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.

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 1).

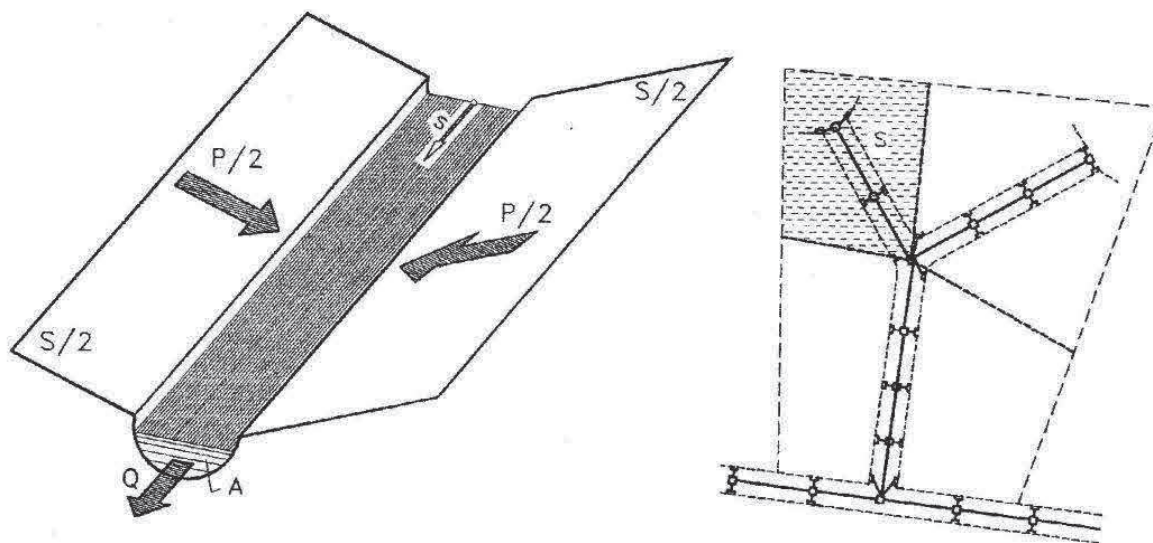


Figura 1 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

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

dove:

$p = \varphi j S$, con $j = a t^{\tau-1}$ intensità di pioggia costante sulla durata τ 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 τ 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:

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

SEZIONI CHIUSE

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

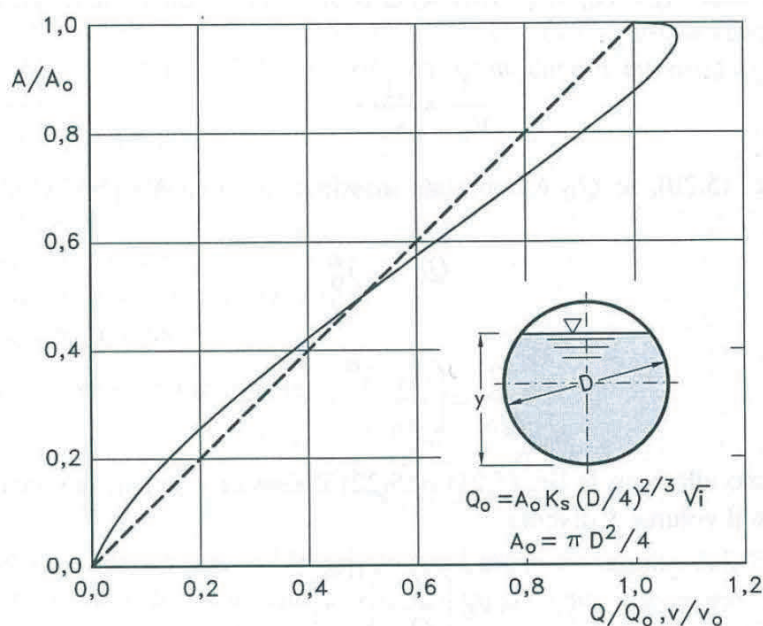


Figura 2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.

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 :

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

Nota la relazione $h = a \tau^n$, per una prefissata intensità $j = a \tau^{n-1}$, 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 ε :

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

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 ε , e allo stato della superficie scolante (φ), 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 in Tabella 2 al variare di α .

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 2 - Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α .

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

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

5.2 Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

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

in cui:

- Q = portata di piena [m³/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate, come da indicazioni del manuale di progettazione RFI/Italferr;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km²;
- τ_c = tempo di corrivazione [ore], da individuare.

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 3 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.

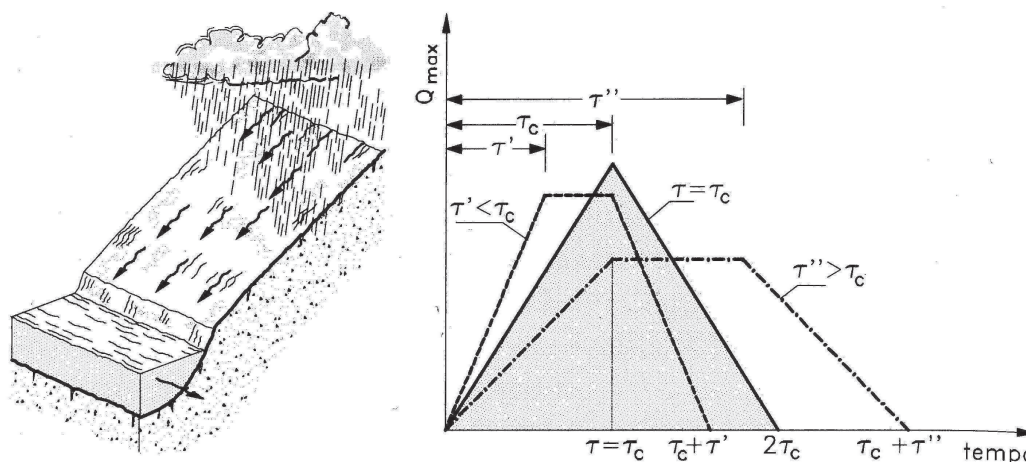


Figura 3 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione τ_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e τ_r è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

La piattaforma stradale è schematizzabile come una superficie scolante piana. Dunque per il calcolo del tempo d'accesso alla rete si fa riferimento alla formulazione di Wooding, che ha fornito la soluzione esatta delle equazioni che regolano il deflusso su una superficie scolante interessata da pioggia netta di intensità costante nel tempo e nello spazio (i costante), partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissioni nella sua sezione iniziale.

La schematizzazione del deflusso su una superficie piana prevede i seguenti parametri: la lunghezza L_0 , la pendenza s_0 , la velocità media della portata U , il tirante idrico h e la portata defluente per unità di ampiezza (Figura 4).

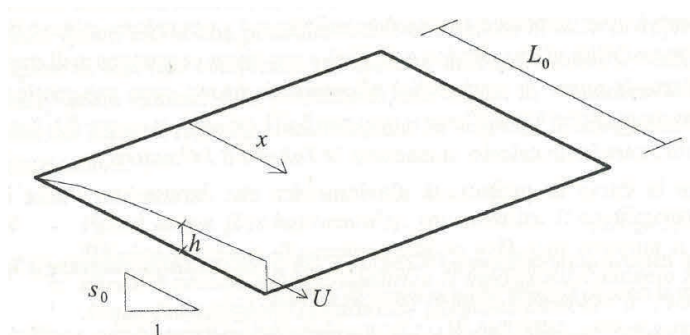


Figura 4 - Schema di superficie piana scolante.

Secondo Wooding, il tempo di accesso viene definito in questo modo:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

In cui i parametri α e m sono definiti come:

$$\alpha = K_s s_0^{1/2} \quad m = 2 \quad m = 2\alpha = K_s s_0^{1/2}$$

Dove K_s è il coefficiente di Gauckler Strickler, definito a seconda della superficie secondo i valori della Tabella 3.

SUPERFICIE	MOTO LAMINARE K_0	MOTO TURBOLENTO K_s [$m^{1/3}/s$]
Cemento o asfalto	24 ÷ 108	70 ÷ 100
Sabbia	30 ÷ 120	60 ÷ 100
Ghiaia	90 ÷ 400	30 ÷ 80
Argilla o Limo	100 ÷ 500	30 ÷ 80
Vegetazione sparsa	1000 ÷ 4000	20 ÷ 70
Prato con erba bassa	3000 ÷ 10000	5 ÷ 10
Terreno incolto	7000 ÷ 40000	2 ÷ 5

Tabella 3 - Parametri di resistenza per deflusso superficiale.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	19 di 36

6 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE

Il sistema di drenaggio stradale si differenzia per le viabilità che ricadono in un ambito urbano e per quelle che invece sono poste in un contesto territoriale di campagna.

Se la viabilità si colloca in ambito urbano è generalmente presente un possibile recapito fognario. Il drenaggio previsto per questa tipologia di viabilità è costituito da un sistema di cunette alla francese, caditoie e condotte afferenti alla fognatura esistente. Sulle viabilità urbane prive di marciapiede si è adottato un sistema di drenaggio costituito da una cunetta alla francese collocata a bordo strada e caditoie grigliate che scaricano nella condotta principale. La cunetta recapita le portate meteoriche nella caditoia grigliata ogni 15 m. Sulle viabilità urbane dotate di marciapiede si prevede che il deflusso meteorico sia contenuto a bordo strada dal cordolo del marciapiede e dunque la cunetta alla francese risulta essere superflua. Lo scarico delle portate meteoriche nella condotta principale avviene mediante caditoie a griglia e a bocca di lupo disposte ogni 15 m lungo il cordolo del marciapiede.

6.1 Caditoie grigliate

Questo elemento per la raccolta delle acque di piattaforma è utilizzato in adiacenza alle opere (sottovia e rampe sottovia) poiché non è presente il marciapiede ma la fondazione stessa fa da arginello stradale, impedendo la realizzazione della bocca di lupo.

La caditoia grigliata è larga 0.6 m e lunga 0.6 m, ha una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 e scarica il deflusso nella condotta in PEAD sottostante tramite un collettore di scarico in PEAD DN 200 (se lo scarico è nella rete esistente) o nella condotta stessa fognaria di progetto.

Se il collettore di progetto presenta un diametro inferiore o uguale a DN 400, la griglia sarà applicata a un pozzetto di tipo "1" con luce interna 50cm; altrimenti, come in alcuni casi della viabilità lungomare, la testa prefabbricata sarà inserita a un corpo gettato in opera della dimensione necessaria.

6.2 Caditoia a bocca di lupo

Come detto, sulle viabilità urbane dotate di marciapiede si è optato invece per caditoie a bocca di lupo disposte ogni 15 m lungo il cordolo del marciapiede. La griglia è di dimensioni inferiori rispetto al precedente caso della caditoia dotata di sola griglia, la lunghezza è pari a 0.8 m ma la larghezza è pari a 0.25 m, la superficie efficace della grata pari a 0.070 mq. L'apertura della bocca di lupo è larga 0.60 m e alta 7 cm.

Le caditoie sono dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 e scaricano il deflusso nella condotta in PEAD sottostante tramite un collettore di scarico in PEAD DN 200 (se lo scarico è nella rete esistente) o nella condotta stessa fognaria di progetto.

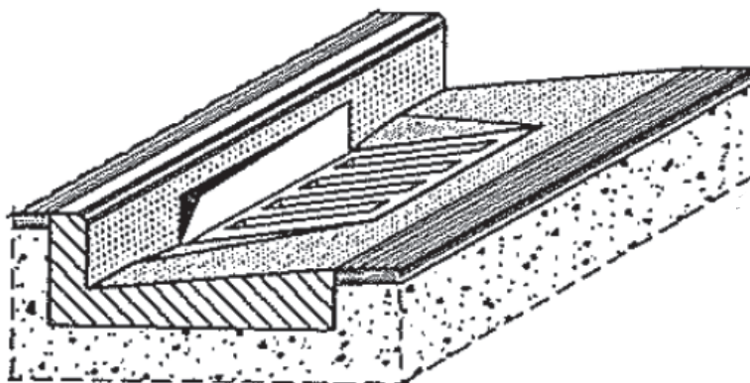


Figura 5 – Caditoia a griglia e a bocca di lupo.

Se il collettore di progetto presenta un diametro inferiore o uguale a DN 400, la griglia sarà applicata a un pozzetto di tipo "1" con luce interna 50cm; altrimenti, come in alcuni casi della viabilità lungomare, la testa prefabbricata sarà inserita a un corpo gettato in opera della dimensione necessaria.

6.3 Canaletta grigliata

Le caratteristiche dell'area di progetto, ovvero la presenza di strade esistenti prive di raccolta delle acque che si allacciano alla rete stradale di nuova realizzazione, impongono alcune considerazioni pratiche che servano a mantenere inalterate le caratteristiche della rete fognaria di progetto.

In prossimità della "Rotatoria 2", ovvero quella a sud del sottovia, vi sono tre strade esistenti che convergono nella suddetta, rispettivamente rami D, E ed F, attualmente appartenenti al trivio denominato "Strada Rurale Cannone", una strada non asfaltata che attualmente giunge da sud e compie una cirva di 90° proprio dove sarà realizzata la rotatoria (rispettivamente ramo F e D), e un ramo della stessa in terra battuta che giunge da est (ramo E) e si immette nella prima all'altezza della curva, come si evince nella foto aerea che segue.



Non essendo presenti attualmente elementi di raccolta sui tre rami esistenti, in caso di piogge brevi e di forte intensità, la portata drenante ruscellerebbe dai tre rami verso la rotatoria, mandando in crisi il sistema di raccolta della stessa. Per ovviare a questo problema si è scelto di inserire tre canalette grigliate in direzione perpendicolare al verso di percorrenza delle tre strade, così da disconnettere i tre sistemi idraulici esistenti al resto del progetto ed eliminare così la portata eccedente a monte della rotatoria (vedi planimetria idraulica IA1U04E11P8ID0002401A). Le tre canalette grigliate saranno collegate al fosso di guardia con un collettore in PEad DN200 e separate dal resto della rete così da non modificarne le portate.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	22 di 36

6.4 Drenaggio pista ciclabile

La strada che attraversa la ferrovia tramite il sottovia in progetto è stata predisposta in modo tale da avere un passaggio pedonale sulla destra (progressive crescenti) e un passaggio ciclabile sulla sinistra. Tali passaggi risultano sopraelevati rispetto al piano stradale, così da rimanere agibili anche in caso di allagamento del sottovia.

La pista ciclabile è stata progettata con una pendenza esigua verso la carreggiata stradale, separata da essa tramite un parapetto metallico posto su un cordolino in C.A. alto 14 cm. Tale cordolino funge da frangiflutti e la portata drenante sulla ciclabile scorre a ridosso del cordolino (lato interno). Per drenare l'acqua della pista ciclabile si è adottato un sistema di discendenti DN100 in PVC posti in corrispondenza della caditoia sottostante nella sede stradale, in modo tale da sversare il loro contenuto direttamente all'interno della rete fognaria.

6.5 Condotte di drenaggio stradale

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste a bordo strada sono delle condotte in PEAD di diametro variabile da un minimo di DN 315 a un massimo di DN 630 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m²). Si fa eccezione per il sottovia dove, a causa dell'esiguo ricoprimento, si è scelto di adottare il DN250 come diametro minimo, mentre per il riposizionamento delle condotte sulla litoranea si adotterà il medesimo diametro esistente (DN200).

Gli spessori di ricoprimento minimi per le condotte sono pari a 70cm. Quando non è possibile prevedere un ricoprimento tale, il collettore viene protetto da una calotta in C.A. lungo tutta la tratta esposta.

Per tutte le condotte è previsto un rinfiacco in sabbia costipata.

I collettori sono ispezionabili mediante pozzetti d'ispezione (o caditoie che permettano l'ispezionabilità) disposti con un interasse massimo pari a 50 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.

In corrispondenza dell'attraversamento ferroviario che avviene parallelamente al sottovia, in relazione a quanto specificato nel DM 4 aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie e altre linee di trasporto", il collettore in PEAD DN400 passerà all'interno di un tubo camicia in acciaio DN600 rivestito in polietilene, così da essere protetto dall'erosione di origine galvanica, tipica delle tubazioni che si trovano in prossimità delle linee ferroviarie.

Per mantenere in funzione la ferrovia anche durante l'esecuzione dei lavori, tale opera verrà eseguita con la tecnica dello spingitubo (per le caratteristiche tecniche e costruttiva si rimanda alla tavola specifica).

Per non interferire con le opere provvisoriale e gli scavi del sottovia stesso, la tubazione sarà posta a 10 metri dal sottovia. Per "10 metri" si intende la distanza fra il filo esterno del sottovia e il filo esterno del tubo camicia DN600.

Il tratto controtubato che attraversa la ferrovia sarà lungo 29,30 metri e si trova fra due pozzetti d'ispezione posti a sud e a nord della linea ferroviaria.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	23 di 36

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma stradale è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto e adottando un tempo di ritorno pari a 25 anni.

Per il dimensionamento della rete sono stati posti:

- i coefficienti di afflusso Φ pari a 0,9 per le parti asfaltate e a 0,4 per il terreno;
- un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti;
- valori a ed n per la distribuzione probabilistica di Gumbel pari a 51,03 e 0,227 per tempi inferiori a un'ora; 51,03 e 0,187 per tempi superiori all'ora;
- grado di riempimento massimo pari al 50% per diametri inferiori a $\varnothing 500$ e del 70% per diametri superiori;
- velocità minima e massima consentita in condotta pari a 0,5 m/s e 4,0 m/s, intervallo necessario affinché non permangano depositi solidi e non si crei moto turbolento;
- coefficiente di scabrezza Ks del PEad pari a 120.

coefficiente di scabrezza Ks	
PEAD / PP / PVC	120
Gres / ghisa	100
Incrostati / cemento	80
Incrostazioni e depositi	60
Depositi di ciottoli e ghiaia	40

Il dimensionamento della rete è esposto nella tabella successiva.

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA1U 04 E 78 RI ID 00 02 401 A 24 di 36

Tratta	quota in	quota fin	Lungh. (m)	DN	Area rid. (m ²)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
A01 -> A02	12,62	12,40	21,0	315	179,03	261,53	0,013	22,7	1,36
A02 -> A03	12,22	12,06	15,0	315	306,90	257,20	0,022	29,3	1,58
A03 -> A04	11,75	11,59	15,0	315	406,65	253,33	0,029	33,5	1,70
A04 -> A05	11,16	11,00	15,0	315	485,63	249,74	0,034	36,6	1,78
A05 -> A06	10,45	10,23	15,0	315	564,60	246,76	0,039	36,2	2,08
A06 -> A07	9,43	9,21	15,0	315	643,58	243,94	0,044	38,2	2,14
A07 -> A08	8,50	8,27	15,0	315	722,55	241,31	0,048	40,0	2,23
B01 -> B02	13,06	12,85	20,0	315	170,50	261,79	0,012	22,2	1,34
B02 -> B03	12,62	12,44	17,0	315	315,43	256,91	0,023	29,8	1,59
B03 -> B04	12,17	12,01	15,0	315	443,30	253,14	0,031	35,1	1,74
B04 -> B05	11,75	11,59	15,0	315	543,05	249,67	0,038	38,8	1,84
B05 -> B06	11,06	10,90	15,0	315	655,78	246,44	0,045	42,4	1,92
B06 -> B07	10,35	10,13	15,0	315	768,50	243,76	0,052	42,1	2,24
B07 -> B08	9,43	9,21	15,0	315	881,23	241,23	0,059	45,2	2,32
B08 -> B09	8,50	8,27	15,0	315	993,95	238,86	0,066	47,6	2,42
B09 -> A08	8,27	8,17	7,2	315	993,95	237,70	0,066	48,8	2,33
A08 -> C01	8,09	8,02	4,5	400	1716,50	237,10	0,113	44,5	2,78
C01 -> C02	8,02	7,29	50,0	400	1716,50	230,44	0,110	44,5	2,70
C02 -> C03	7,29	6,55	50,0	400	1716,50	224,18	0,107	43,7	2,69
C03 -> C04	6,55	6,09	31,0	400	1716,50	220,48	0,105	43,2	2,68
C04 -> C05	5,06	4,62	29,0	400	1716,50	216,38	0,103	50,2	2,18
C05 -> C06	4,62	4,30	21,7	400	1716,50	213,95	0,102	42,7	2,66
D01 -> D02	7,05	6,15	15,0	250	154,25	348,36	0,015	21,0	2,68
D02 -> D03	6,15	4,81	15,0	250	228,50	344,51	0,022	23,1	3,45
D03 -> D04	4,57	3,78	15,0	250	302,75	340,32	0,029	30,3	3,09
D04 -> D05	3,56	2,77	15,0	250	377,00	336,44	0,035	33,2	3,25
D05 -> D06	2,70	1,90	15,0	250	461,25	332,85	0,042	36,2	3,42
D06 -> D07	1,70	1,11	15,0	315	525,50	329,04	0,048	31,1	3,14
D07 -> D08	1,11	0,51	15,0	315	599,75	325,47	0,054	33,0	3,27
D08 -> D09	0,51	0,11	15,0	315	674,00	321,55	0,060	38,9	2,90
D09 -> D10	-0,08	-0,25	16,0	400	753,20	315,98	0,066	36,9	2,10
D10 -> D11	-0,25	-0,40	14,0	400	822,50	311,38	0,071	38,3	2,15
D11 -> D12	-0,40	-0,55	14,0	400	891,80	307,02	0,076	39,9	2,19
D16 -> D15	1,34	0,79	15,0	250	174,25	348,36	0,017	25,1	2,32
D15 -> D14	0,79	0,23	15,0	250	248,50	343,23	0,024	29,8	2,58
D14 -> D13	0,16	-0,14	15,0	315	322,75	337,27	0,030	28,6	2,14
D13 -> D12	-0,14	-0,46	16,0	315	401,95	331,62	0,037	33,1	2,32
E01 -> E02	7,05	6,15	15,0	250	188,00	348,36	0,018	23,3	2,84
E02 -> E03	6,15	4,81	15,0	250	296,00	344,75	0,028	25,9	3,69
E03 -> E04	4,57	3,78	15,0	250	404,00	340,87	0,038	35,1	3,34
E04 -> E05	3,56	2,77	15,0	250	512,00	337,29	0,048	39,2	3,54
E05 -> E06	2,70	1,90	15,0	250	620,00	333,98	0,058	43,2	3,73
E06 -> E07	1,70	1,11	15,0	315	728,00	330,46	0,067	36,9	3,44
E07 -> E08	1,11	0,51	15,0	315	836,00	327,17	0,076	39,4	3,58
E08 -> E09	0,51	0,11	15,0	315	944,00	323,54	0,085	46,9	3,17
E09 -> E10	-0,08	-0,25	16,0	400	1059,20	318,38	0,094	44,6	2,30
E10 -> E11	-0,25	-0,40	14,0	400	1160,00	314,10	0,101	46,4	2,36
E11 -> E12	-0,40	-0,55	14,0	400	1260,80	310,04	0,109	48,5	2,40
E16 -> E15	1,34	0,79	15,0	250	208,00	348,36	0,020	27,5	2,45
E15 -> E14	0,79	0,23	15,0	250	316,00	343,54	0,030	33,5	2,75
E14 -> E13	0,16	-0,14	15,0	315	424,00	338,03	0,040	33,3	2,32
E13 -> E12	-0,14	-0,46	16,0	315	539,20	332,69	0,050	37,3	2,46
E12 -> D12	-0,55	-0,70	7,0	400	1800,00	308,64	0,154	49,2	3,42
D11 -> imp.soll.	-0,80	-0,86	2,8	500	3093,75	308,17	0,265	46,8	3,91
C06 -> by pass	4,00	3,89	7,5	500	4810,25	213,32	0,285	56,2	3,46
by-pass -> F01	3,89	3,85	4,5	500	4810,25	212,83	0,284	56,7	2,70
F01 -> F02	3,85	3,52	23,2	500	4810,25	210,87	0,282	55,2	3,38
F02 -> F03	2,96	2,25	49,0	500	4810,25	206,87	0,276	54,6	3,40
F03 -> F04	2,25	1,68	40,5	500	4810,25	203,63	0,272	54,2	3,34
F04 -> F05	1,28	1,15	9,1	630	6650,25	202,98	0,375	46,7	3,64
F05 -> recapito	0,98	0,65	23,0	800	11650,25	200,86	0,650	61,8	2,78

6.6 Fossi di guardia e fossi disperdenti

Il drenaggio delle viabilità poste in un contesto territoriale di campagna viene svolto da un sistema di fossi di guardia che servono a incanalare le acque esterne nei tratti pendenti e che poi sfociano in fossi disperdenti che hanno il compito di immettere nei primi strati del suolo le acque nelle zone a pendenza esigua o nulla.

I fossi disperdenti sono dimensionati per garantire la laminazione temporanea e la dispersione dei volumi. Tali fossi disperdenti non hanno un recapito in un corpo idrico superficiale e di conseguenza sono stati dimensionati in modo tale da garantire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo.

Il fosso disperdente è rivestito da uno strato di 0.3 m di ghiaia avvolta in uno strato di geotessuto in modo tale che sia facilitata la dispersione nel suolo dei volumi meteorici in arrivo. Al di sotto del fosso è posta una trincea drenante profonda 1.0 m e della medesima composizione.

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura 6 che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula:

$$q = (b / H + C) \cdot K \cdot H$$

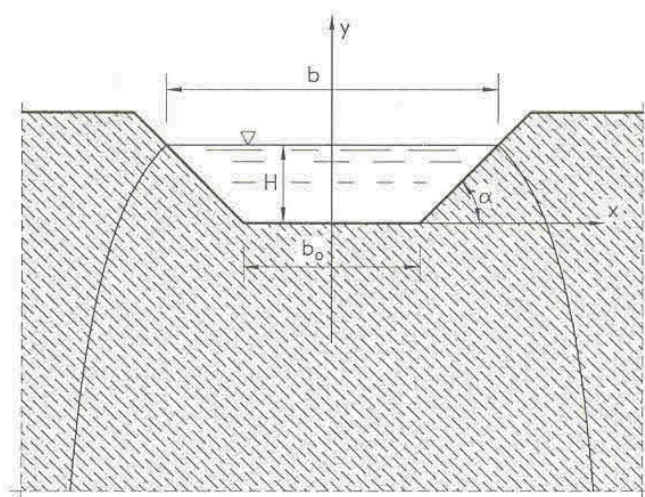


Figura 6 - Schema del funzionamento disperdente del fosso disperdente.

Dove:

- b_0 è la larghezza del fondo
- H è l'altezza utile
- n è la pendenza delle scarpate
- K è il coefficiente di filtrazione
- C è un coefficiente che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle

sponde, stimata con una relazione monomia del tipo $C = a(b/H)^m$, in cui a ed m, al variare di n sono visibili nella tabella sottostante.

scarpa n	a	m	$\frac{b}{H}$
1/1	1,584	0,375	2
3/2	1,332	0,380	3
2/1	1,009	0,448	4

Dai risultati delle indagini riportate della relazione geologica, la permeabilità dei territori interessati dal presente progetto può essere assunta a vantaggio di sicurezza pari a 10^{-5} m/s.

La dimensione del fosso disperdente è stata calcolata tenendo conto sia della sua capacità disperdente che della capacità d'invaso. I volumi di invaso sono calcolati sottraendo al volume in arrivo, determinato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, le portate disperse nel sottosuolo.

Il calcolo del volume di laminazione DV necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma stradale, è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, al variare del tempo di pioggia t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$DV(t_p) = V_e(t_p) - V_u(t_p)$$

con:

$$V_e = a \cdot t_p^n \cdot \varphi \cdot S$$

valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione (V_u), è stato effettuato associandogli un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

Ovvero:

$$V_u = \eta \cdot (b/H + C) \cdot K \cdot H \cdot L \cdot t_p \quad \text{con} \quad \eta = 50\%$$

Dove:

- S è la massima superficie scolante della superficie in oggetto, composta dalla superficie della scarpata (coefficiente di deflusso pari a 0.4) ed eventuali contributi derivanti da altri fossi;
- a è 51.03 mm/ore-n coefficiente a della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni;
- n è 0.227 coefficiente n della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni

per durate inferiore all'ora e 0.187 per durate superiori;

valori già utilizzati, del resto, per il dimensionamento dei collettori stradali.

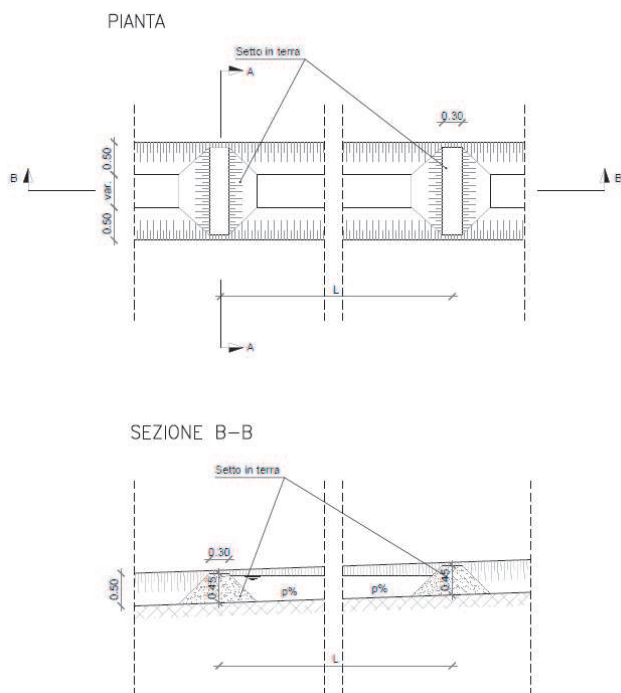
I fossi disperdenti presenti nel progetto sono 3 e a sezione trapezia: i primi due a sud della rotatoria sud di dimensione 50x50x50 e un terzo fosso che costeggia il tratto di litoranea a ovest dell'altra rotatoria di dimensioni 75x75x75.

La larghezza del fosso di guardia dipende dalla superficie stradale servita dal fosso, così si ha quanto segue.

- Per i fossi di guardia che raccolgono il deflusso proveniente dal terreno a nord della rotatoria (compresa la scarpata), si è ipotizzata una fascia drenante di larghezza pari a 10m e lunga quanto l'estensione della trincea drenante; per un fosso trapezoidale (sponde 1/1) di base 50cm e altezza equivalente, si ha un volume massimo di accumulo pari a 0.30 mc pari al 40% del volume globale del fosso.
- Per il fosso di guardia che raccoglie il deflusso proveniente dal terreno a nord del tratto bordo lungomare (compresa la scarpata) a est della nuova viabilità di progetto, si è ipotizzata un'area drenata pari a 5000 mq; per un fosso trapezoidale (sponde 1/1) di base 75cm e altezza equivalente, si ha un volume massimo di accumulo pari a 102 mc pari al 65% del volume globale del fosso.

Per ovviare a fenomeni erosivi che possano danneggiare la funzionalità dei fossi disperdenti, è previsto l'inserimento di setti in terra disposti a interasse variabile in funzione della pendenza del fosso stesso.

Di seguito lo schema esemplificativo:



p [%] pendenza del fosso	L [m] interasse del setto
0.1	200
0.2	100
0.3	60
0.5	40
0.75	25
1.0	20
1.5	12
2.0	10
3.0	6

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	28 di 36

Fosso disperdente rotatoria ovest:

- Pendenza 1% circa
- Previsti 3 setti a interasse 20 m l'uno

Fosso disperdente rotatoria est:

- Pendenza 0,8% circa
- Previsti 3 setti a interasse 25 m l'uno

Fosso disperdente lungomare:

- Pendenza pressoché nulla
- Nessun setto previsto

Si ritiene opportuno controllare periodicamente (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi meteorici eccezionali) i fossi disperdenti. Dal punto di vista manutentivo va tagliata periodicamente la vegetazione, in modo da mantenerne l'altezza fra 10 e 20 cm, vanno inoltre rimossi gli eventuali sedimenti e sanati eventuali fenomeni erosivi.

Gli altri corpi idrici previsti in progetto saranno fossi rivestiti o canalette, nei tratti in trincea o tergo muro, e fossi in terra in caso di rilevato semplice.

Anche in questo caso il dimensionamento è stato effettuato con tempo di ritorno pari a 25 anni.

Carreggiata	Tipo foss o	PK in.	PK fine	Lungh. (m)	i _i (%)	Area rid. (m ²)	Q _{max} (m ³ /s)
rot des	FR0	0+360,00	0+320,00	75	1,53	600,00	0,058
des	CR1	0+320,00	0+150,00	195	2,51	2160,00	0,209
rot sin	FR0	0+360,00	0+320,00	85	1,41	680,00	0,066
sin	CR1	0+320,00	0+150,00	200	2,63	2280,00	0,221
des	CR1	0+130,00	0+040,00	100	3,00	800,00	0,078
des	FR1	0+040,00	0+000,00	60	0,92	1280,00	0,124
viab servizio	FI0	0,00	0,0	100	2,50	400,00	0,038
viab servizio	FR0	0,00	0,0	10	1,00	440,00	0,043
sin	CR1	0+120,00	0+100,00	40	0,50	520,00	0,051
sin	CR1	0+100,00	0+040,00	60	3,33	1000,00	0,097
sin	FR1	0+040,00	0+010,00	50	0,80	1400,00	0,136

6.7 Drenaggio piazzale locale tecnico

Il progetto prevede l'installazione di un locale con i quadri di comando degli impianti tecnologici collegati all'impianto di sollevamento del sottovia. Tale locale sarà collocato ad ovest dell'impianto di sollevamento stesso e protetto dalle intrusioni tramite una recinzione applicata su un muretto che delimita il piazzale circostante.

Il drenaggio del piazzale, che per ovviare all'accumulo d'acqua in prossimità del locale è stato posto a una quota terreno superiore a quella corrente del piano campagna, è realizzato tramite bocchette al piede interno del muro



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	29 di 36

(collettore dn100 in PVC) che permettono il deflusso naturale nel fosso che scorre al piede esterno. Per ovviare a problemi di erosione del terreno dovute al salto d'acqua in uscita dalla bocchetta, è prevista l'aggiunta di un embrice al piede del muro.

Per il posizionamento corretto delle bocchette si rimanda alla planimetria idraulica.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	30 di 36

7 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le acque piovane, scorrendo su superfici impermeabili come quelle stradali, possono raccogliere le sostanze inquinanti ivi depositate, scaricandole in fognatura, corsi d'acqua superficiali, suolo o falde acquifere.

Tali acque possono essere perciò contaminate da:

- oli minerali persi da mezzi parcheggiati o versati negligenemente;
- gasolio e benzina sparsi durante il rifornimento degli automezzi;
- carburante versato accidentalmente in occasione del riempimento dei serbatoi di stoccaggio (caso delle stazioni di servizio o dei depositi di carburante).

Avendo tali caratteristiche, necessitano generalmente di un trattamento di separazione di fanghi ed oli, per essere compatibili con le vigenti norme che disciplinano gli scarichi.

7.1 Normativa di riferimento

In campo nazionale la normativa a cui fare riferimento per la corretta gestione e tutela delle acque è l'art. 113 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. che fornisce, seppur in linea generale, indicazioni e prescrizioni da rispettare per le acque meteoriche di dilavamento e per i relativi scarichi; detta normativa rimanda alle leggi e ai regolamenti locali (regionali e provinciali) la definizione di criteri e procedure di dettaglio da adottare e far applicare ai titolari degli scarichi e delle immissioni.

Per quanto attiene alla Regione Puglia, lo strumento a cui fare riferimento per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento è il Piano di Tutela della Acque, di cui all'art. 44 D. Lgs. n.152/1999, emanato con Decreto del Commissario Delegato dell'Emergenza Ambientale n.209 del 19 Dicembre 2005 ed approvato con Delibera del Consiglio della Regione Puglia n.230 del 20.10.2009. Tale Piano è stato tra l'altro interessato da modifiche ed integrazioni approvate con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1441/2009.

In data 9 dicembre 2013 la Regione Puglia ha emesso il Regolamento Regionale n.26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" che ha come finalità la tutela ed il miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità individuati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia. In essa è prevista la regolamentazione degli scarichi dei piazzali da acque meteoriche di prima pioggia.

7.2 Caratteristiche e funzionamento

Il problema del carico inquinante delle acque meteoriche in particolare nella fase di prima pioggia si pone in tutti i contesti urbanizzati, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sia nel caso della realizzazione di infrastrutture a rete.

E' noto infatti che durante lunghi periodi di tempo asciutto si accumulano sulle superfici delle strade, dei piazzali e delle aree industriali sostanze inquinanti (cosiddetto build-up) che si riversano poi, all'atto delle piogge, nelle acque di drenaggio, e confluiscono di conseguenza nei ricettori naturali. La concentrazione di inquinanti è particolarmente

elevata nella prima fase della precipitazione (fase di wash-off), mentre decade per precipitazioni particolarmente intense o particolarmente durature che coinvolgono grandi volumi di acqua.

Nelle strade la presenza pressoché costante di oli ed idrocarburi è la causa dei fenomeni più vistosi di inquinamento di questo tipo, dovuti alla fuoriuscita accidentale di liquido dalle eventuali rotture e da altri fenomeni che sia istantaneamente sia nel lungo periodo possono avere un'incidenza rilevante.

Con acque di prima pioggia si intendono, nel caso specifico, le acque che defluiscono per il ruscellamento delle prime piogge di temporale e che dilavano le superfici dei parcheggi e delle superfici pavimentate in genere.

Per quanto riguarda i tratti presidiati il presente progetto convoglia parte delle acque di precipitazione raccolte sulla viabilità verso il ricettore. Il conferimento al ricettore avviene a gravità.

Dal ruscellamento delle acque di prima pioggia nei canali di scolo si ha una raccolta di tutti i fanghi e oli depositati nel tempo sui piazzali e sulle superfici pavimentate. Le acque di prima pioggia sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna. Di qui le acque vengono portate, mediante un impianto di sollevamento, all'impianto di trattamento dove avviene la sedimentazione dei fanghi e la separazione degli oli.

Nello schema di Figura 7 si riassume lo schema di funzionamento dell'impianto di trattamento con accumulo della prima pioggia.

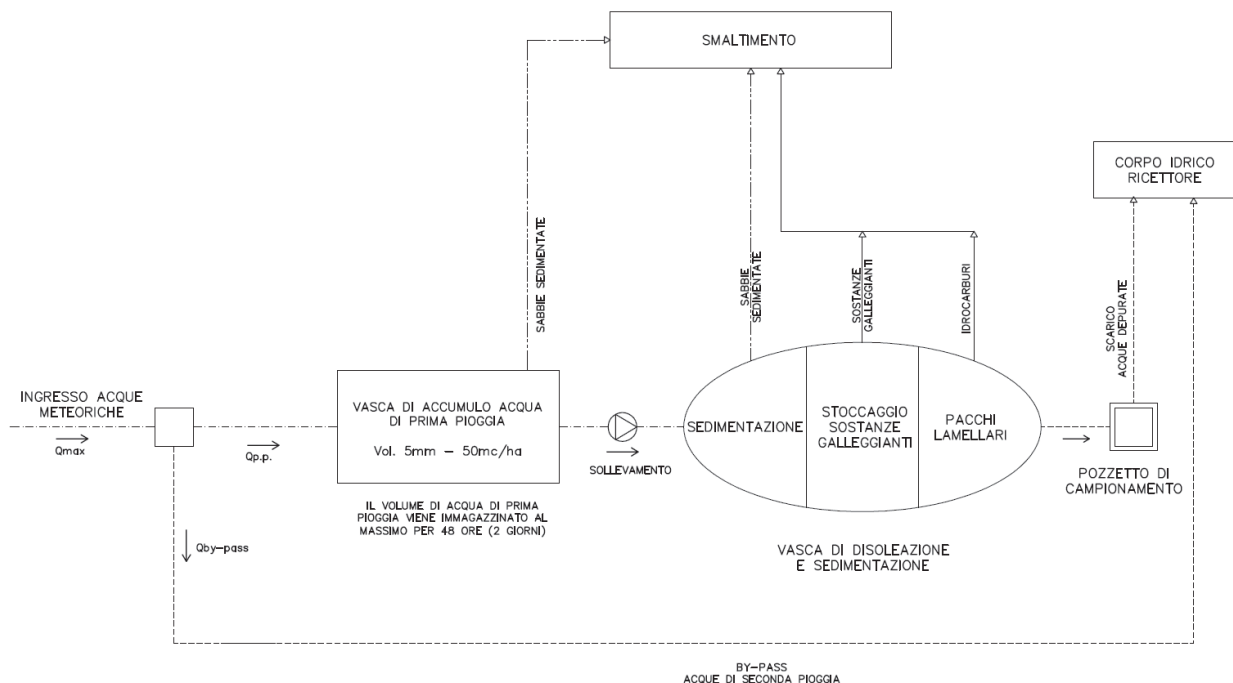


Figura 7 – Schema dell'impianto di trattamento con accumulo delle acque di prima pioggia.

L'impianto di trattamento, nel suo complesso, è costituito da



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	32 di 36

- un pozzetto di ingresso che riceve le acque dal sistema di drenaggio;
- una condotta deputata allo scarico delle acque in arrivo una volta che la vasca di accumulo è piena. Il diametro della condotta di scarico è pari a quello della condotta entrante nel pozzetto di ingresso. Le portate in eccesso vengono smaltite nella condotta a valle;
- una vasca di accumulo dimensionata per contenere i volumi di prima pioggia pari a 5 mm per l'estensione dell'area scolante sottesa dalla rete di drenaggio;
- un impianto di sollevamento in grado di avviare le acque di prima pioggia al sedimentatore e disoleatore e in grado di svuotare la vasca in 48 ore, cioè in modo tale che questa sia disponibile all'immagazzinamento di un evento successivo come previsto dal Regolamento Regionale della Puglia.
- di un sedimentatore a pacchi lamellari;
- di un separatore a coalescenza.

Tutte le sezioni sono inoltre dotate di pozzetto di ispezione.

La vasca di prima pioggia scelta è stata dimensionata a partire dal volume di prima pioggia calcolato a partire dalla superficie drenata pari a 8000 mq circa. Dunque, l'impianto sarà costituito da una vasca di prima pioggia di almeno 40 m³ di volume.

DATI TECNICI:

Grandezza Nominale (NS):	8
Configurazione Disoleatore:	S-II-I-P
Classe di trattamento:	I
Contenuto sedimentatore:	3,61 mc
Capacità accumulo olii:	0,41 mc
Peso max. a pezzo Bypass:	2,16 t
Peso totale Bypass:	3,08 t
Peso max. a pezzo Ritenzione 1:	24,01 t
Peso totale Ritenzione 1:	33,73 t
Peso max. a pezzo Ritenzione 2:	12,93 t
Peso totale Ritenzione 2:	17,83 t
Peso complessivo impianto:	54,64 t
Volume ritenzione:	55,60 mc
Superficie di drenaggio:	11.100 mq

TIPOLOGIA IMPIANTO:

SF Sedimentatore	1. Pompe
I Separatore classe I < 100 mg/l	2. Pacchi coalescenti
II Separatore classe II < 5 mg/l	3. vasca in ca.a (C45/55)
RE Ritenzione	4. Allarme livello olio/fanghi
P Condotta di campionamento	

CALCOLO STATICO SECONDO EUROCODICE 2 ED EUROCODICE 8

Certificazione richiesta:	CE EN 858 rilasciata da ente terzo
Classe di carico:	I secondo OENORM B4002
Mezzi pesanti:	250 kN
Ritombamento:	fino 1,0 m (sopra la soletta di cop.)

8 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

La rete acque meteoriche in progetto prevede un impianto di sollevamento posto all'incirca al centro della corda molla, che si trova 15m a nord del sottovia.

L'impianto ha la funzione di riportare in superficie l'acqua raccolta all'interno delle rampe del sottovia e il dimensionamento dell'impianto di sollevamento è stato effettuato sulla base del criterio riportato nella norma UNI EN 12056-4 par. 6 e successivi.

Il parametro fondamentale per il dimensionamento della vasca di carico è il volume di invaso utile ovvero il volume invasato tra la quota di avvio della prima elettropompa e la quota di massimo invaso. Un adeguato volume utile è necessario per assicurare una frequenza di attacco – stacco dei motori elettrici non troppo elevata e tale da non provocare fenomeni di surriscaldamento. Va considerato che, in fase di avvio, il funzionamento del motore elettrico è caratterizzato da una coppia non molto grande e da un assorbimento di corrente notevolmente elevato. Per assicurare una lunga durata dei motori elettrici, è preferibile che le pompe operino con un adeguato intervallo di tempo tra un avviamento e il successivo dando modo agli avvolgimenti di dissipare il calore prodotto dalla corrente di spunto.

Il risultato si ottiene, oltre che con determinati accorgimenti costruttivi per le pompe, dimensionando opportunamente la capacità delle vasche di raccolta.

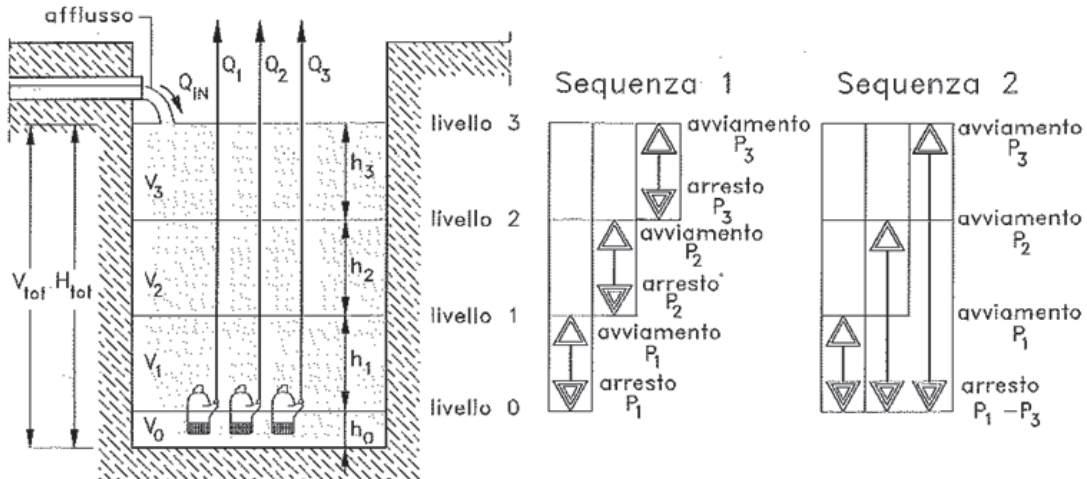
A protezione del sottovia è prevista l'istallazione di un impianto semaforico e di una sbarra automatica che inibiscono l'ingresso in caso di allagamento del manufatto.

8.1 Dimensionamento

Nel caso dei motori elettrici che andranno ad alimentare le elettropompe in progetto, il numero di avviamenti/ora, dichiarato dal costruttore, risulta pari a 10 (1 ciclo di attacco – stacco di 6 minuti).

Anche la modalità con cui viene impostato il funzionamento delle pompe incide sull'entità del volume utile. In genere sono possibili due sequenze di funzionamento:

- la sequenza n.1 prevede l'attacco di ogni pompa quando il livello dell'acqua raggiunge una prefissata quota e il suo stacco quando il livello scende fino a quello per il quale è previsto l'avviamento della pompa che opera al livello inferiore;
- la sequenza n.2 prevede ancora l'attacco di ogni pompa a un prefissato livello, ma lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello sia disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta.



In questo caso viene preferita la seconda sequenza che consente di assegnare il minor volume alla vasca.

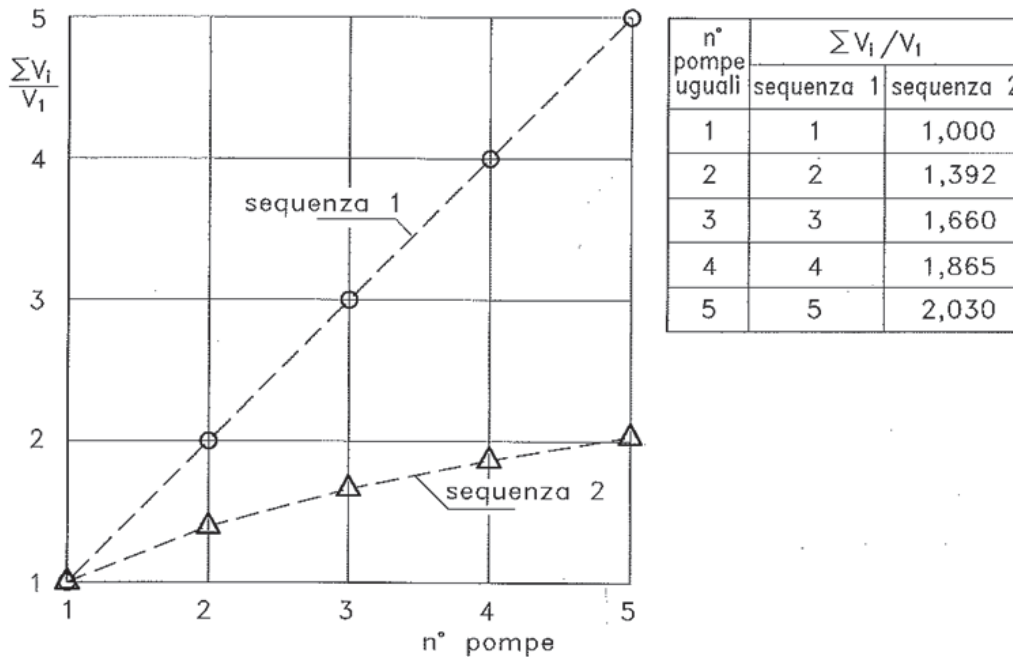
Secondo questa sequenza di lavoro, il volume utile di una vasca nella quale operano “n” pompe, viene valutato mediante la:

$$V_{TOT} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{V_1} \right) \cdot V_1$$

dove V_i è il volume di invaso afferente alla i-esima pompa e:

$$V_1 = T_C \cdot \frac{Q_1}{4}$$

è il volume d’invaso afferente alla prima pompa che attacca, avendo indicato con T_C e Q_1 il tempo di ciclo e la portata sollevata dalla stessa pompa. I valori del rapporto, per l’elettropompa i-esima, si leggono nell’abaco seguente:



La portata entrante al nodo D12 è pari a 0,265 mc/s, ovvero 265 l/s.

Nel caso in esame, nella vasca di carico verranno installate 3 elettropompe (oltre a una quarta di riserva) aventi la capacità di sollevare una portata pari a 90 l/s ciascuna per un totale di 270 l/s.

Il volume utile relativo alla prima pompa è pertanto:

$$V_1 = T_{c_1} \cdot \frac{Q_1}{4} = 8.1 \text{ m}^3$$

e il volume utile totale, perciò, risulta pari a:

$$V_{TOT} = V_1 \times 1.660 = 14.6 \text{ m}^3$$

valore limite soddisfatto, considerando che il volume dell'intero alloggiamento delle elettropompe è pari a 4,40 x 2,20 x 1,70, ovvero a 16,46 m³.

Per le caratteristiche dimensionali della vasca si rimanda alle tavole strutturali.

Data la seguente relazione:

$$P_{alb} = \frac{\rho g H Q}{\eta_p}$$



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 RI	ID 00 02 401	A	36 di 36

essendo ρ pari a 1000, g pari a $9,89 \text{ m/s}^2$, Q come sopra, H pari al dislivello da superare (nel nostro caso 7,60m), e assumendo un rendimento generico η pari a 0,7, si ottiene una potenza massima complessiva di 27,92kW.

L'impianto di sollevamento sarà perciò composto da:

- 3 elettropompe sommergibili da 10kW cadauna (più una equivalente di riserva in caso di guasto).
- un quadro di comando per funzionamento alternato delle due elettropompe, una con funzione di riserva; il quadro elettrico delle pompe dovrà essere installato all'interno di un apposito armadio di protezione con grado di protezione IP68 e sarà posto sul muro esterno del capannone in zona limitrofa al pozzetto stesso;
- controllori di livello;
- un sistema di accoppiamento per estrazione pompe con basamento, tubi guida, catena di estrazione;
- collettori di mandata;
- valvole e supporti per valvole.

Le elettropompe saranno del tipo sommergibili, centrifughe, con girante a canale aperta, idonee per il sollevamento negli impianti fognari per acque meteoriche.

Per i dettagli tecnico-costruttivi si rimanda alla tavola dei particolari idraulici.