

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

VIABILITA'

NV04 – VIABILITÀ DI ACCESSO RI52

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. Q.T. Thai Huynh

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

IF28	01	E	ZZ	RI	NV0400	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	F. Carraro	21/02/2020	E. Casotto	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	Ing. T. Finocchietti
B	Recepimento istruttoria	F. Carraro	10/06/2020	E. Casotto	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 2 di 13

Indice

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	4
4	DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...	5
5	VERIFICHE IDRAULICHE	5
5.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	5
5.1.1	METODO DELL'INVASO	6
5.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	8
5.3	INVARIANZA IDRAULICA.....	9
6	APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE	11

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 3 di 13

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Il presente elaborato descrive gli interventi di drenaggio di piattaforma stradale e ripristino dell'idrografia secondaria locale, nell'ambito delle nuove viabilità previste dal Progetto Esecutivo del Raddoppio in Variante Apice-Orsara.

Il progetto si riferisce al 1^ lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara di Puglia. Il nuovo tracciato ferroviario, procedendo da Foggia in direzione Napoli, prevede nel tratto in esame, la realizzazione della nuova Stazione Hirpinia, la realizzazione dei piazzali di emergenza e la fermata di Apice in accordo con il "Manuale di progettazione delle opere civili" redatto da RFI. Obiettivo dell'intervento è la riqualificazione dell'itinerario Napoli – Benevento – Foggia – Bari finalizzati al miglioramento del collegamento dell'asse ferroviario fra il Tirreno e l'Adriatico.

Tale obiettivo ha reso necessari una serie di interventi volti a connettere la viabilità esistente con la nuova rete ferroviaria. In proposito è possibile individuare tre macrointerventi:

- L'accesso alla stazione di Hirpinia
- L'accesso ai piazzali di sicurezza
- L'accesso alla fermata di Apice

L'accesso alla stazione di Hirpinia comprende gli interventi NV01, di connessione con la viabilità esistente (in particolare la SS90), e NV02 di servizio alla stazione (aree parcheggi e aree di servizio RFI).

Mentre gli interventi NV03, NV04, NV05, NV07, NV08, NV09, NV10 e NV11, NV12, NV13, NV14, NV15 individuano la nuova viabilità di accesso ai piazzali.

Il collegamento tra la viabilità esistente (SP163) e la fermata di Apice è inserito nell'intervento NV16.

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale di accesso al piazzale RI52.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. N.. 152/2006 - T.U. Ambiente
- RFI - Manuale di Progettazione.
- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – rischio idraulico (PSAI-Ri) dei territori dell'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, Bacino Liri-Garigliano approvato D.P.C.M. del 12/12/2006. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale del 28/05/2007 n. 122.
- Piano di Tutela delle Acque delle Acque della Regione Campania adottato nel 2007 con la D.G.R. n. 1220 del 6 luglio 2007.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 4 di 13

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Gli interventi NV03, NV04, NV05 individuano le viabilità che collegano i piazzali di emergenza della Galleria Grottaminarda alle viabilità esistenti.

In generale, gli elementi di cui si compone il drenaggio di piattaforma stradale di nuova realizzazione sono fossi trapezi in cls e canalette rettangolari anch'esse in calcestruzzo, al fine di massimizzare le prestazioni e la durabilità della rete, minimizzandone la manutenzione. Dove invece sono stati previsti adeguamenti del reticolo idrografico esistente, di norma si è preferito intervenire con rivestimenti del fondo con materiale di origine naturale, come il pietrame posato mediante la messa in opera di gabbioni e materassi di tipo Reno. Le sezioni tipologiche che compongono gli elementi del drenaggio utilizzate nel contesto di questo progetto esecutivo sono illustrate in Figura 3.1 e Figura 3.2.

Lungo l'accesso all'RI52, la viabilità di progetto si sviluppa prevalentemente in trincea e pertanto il sistema di drenaggio è costituito da una serie di canalette grigliate, che hanno la funzione di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche raccolte dalla nuova pavimentazione stradale fino all'innesto della viabilità al piazzale di progetto. Un altro sistema di canalette rettangolari è stato previsto in testa alle trincee per intercettare le acque esterne all'esterno della viabilità e del piazzale a cui essa è collegata.

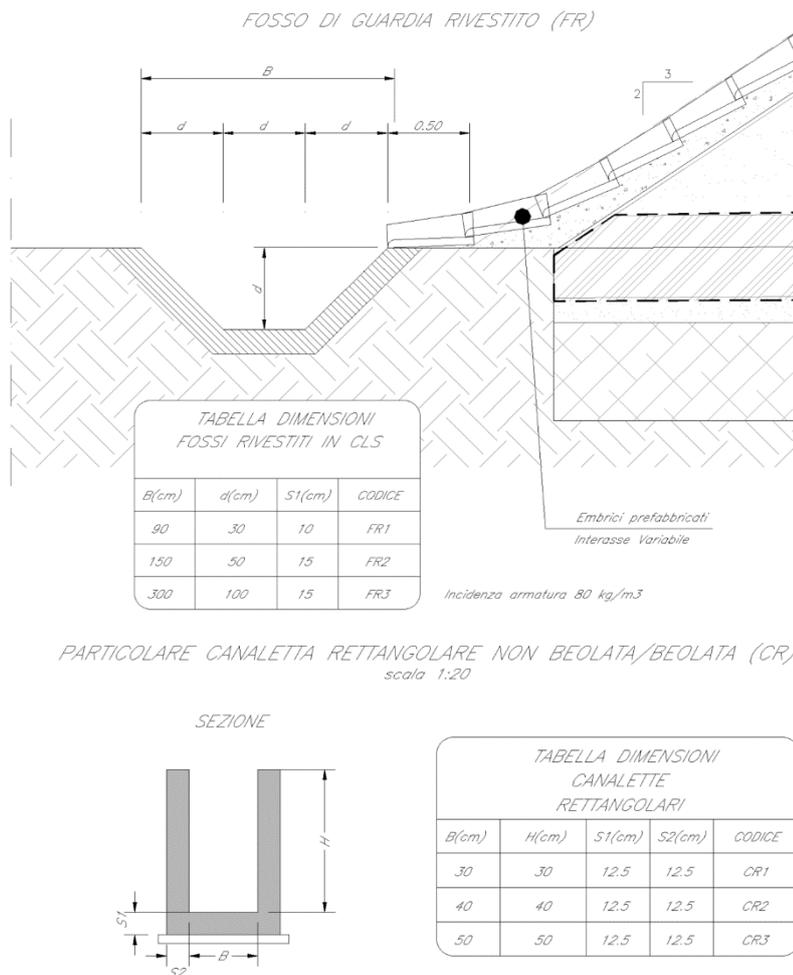


Figura 3.1: Sezione tipologica dei fossi e delle canalette in calcestruzzo utilizzati per realizzare la rete di drenaggio.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 5 di 13

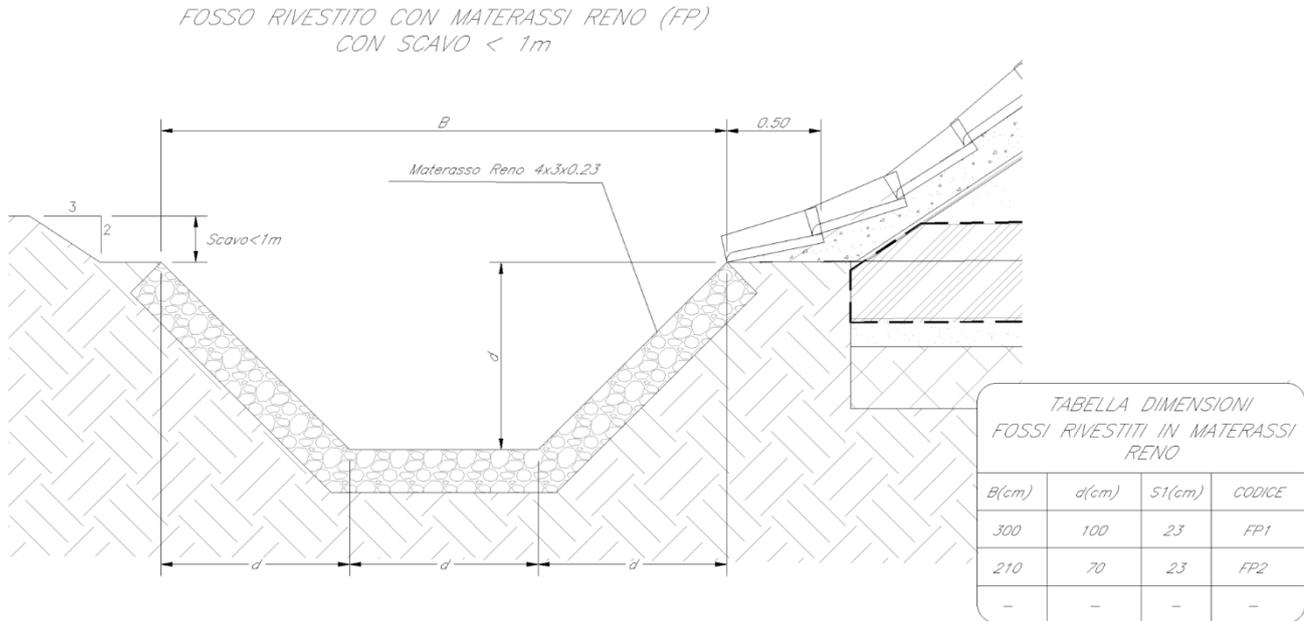


Figura 3.2: Sezione tipologica di una sistemazione idrografica esistente.

L'intero sistema di canalette recapita in un fosso rivestito in cls che convoglia lungo il pendio esistente le acque raccolte dal nuovo sistema di drenaggio, fino all'intersezione con la viabilità esistente in contrada fossi, per poi venire interrato con una linea di collettori DN630 in PVC al di sotto della pista di accesso al letto del fiume Ufita.

4 DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica di progetto con tempo di ritorno 25 anni si rimanda alla relazione idrologica generale IF2801EZZRIID0001000.

5 VERIFICHE IDRAULICHE

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

5.1 METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 6 di 13

secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

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

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà, nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume W effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

5.1.1 Metodo dell'invaso

La portata fluviale della rete è calcolata con il metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. In zone completamente pianeggianti, come quelle di progetto, il metodo empirico dell'invaso risulta il più adatto.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " p ", mentre " I " indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

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

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

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

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

Pertanto l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

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

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

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

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

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

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

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

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiono contemporaneamente senza che mai

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 7 di 13

il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

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

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

(Q portata a monte della sezione, Ω area della sezione a monte)

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

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

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

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

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

Ovvero:

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

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

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

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

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

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in $l/s \cdot ha$, φ è il coefficiente di afflusso, w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in m^3/m^2 , a ed n sono i coefficienti della curva di probabilità pluviometrica per durate inferiori all'ora – vista l'estensione dei bacini – e per tempo di ritorno pari a 25 anni, k un coefficiente che assume il valore di $2168 \cdot n$ [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]

Per la determinazione dei parametri a ed n della curva di possibilità climatica si rimanda alla relazione idrologica. I parametri risultano:

- $a = 45.8 \text{ mm/h}$
- $n = 0.49$

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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 8 di 13

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

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi = 0.90$ per la piattaforma stradale ed i piazzali;
- $\varphi = 0.50$ per le scarpate di progetto;
- per i bacini esterni i valori di φ sono stati valutati sulla base della tipologia dei terreni circostanti (si riamnda agli elaborati IF2801EZZN6GE0102/001-013), con riferimento ai valori tipici riportati in letteratura (c.f.r., Tabella 1). In particolare, nei casi esaminati i valori di φ hanno assunto valori compresi tra 0.3 e 0.45.

Il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale W_{tot} e la superficie drenata; W_{tot} è dato dalla somma del volume proprio di invaso, W_1 ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, W_2 ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, W_3 .

In particolare il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ per le superfici stradali [Manuale di Progettazione Italferr] e 50 per il bacino esterno e le scarpate.

5.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli spechi in progetto, viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{R \cdot i} \quad (10)$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma \cdot V \quad (11)$$

Tabella 1: Valore dei coefficienti di deflusso φ da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow

Values of φ for Use in Rational Formula

Soil type	Watershed cover Copertura bacino		
	Cultivated <i>coltivato</i>	Pasture <i>pascolo</i>	Woodlands <i>boschi</i>
With above-average infiltration rates; usually sandy or gravelly.....	0.20	0.15	0.10
With average infiltration rates; no clay pans; loams and similar soils.....	0.40	0.35	0.30
With below-average infiltration rates; heavy clay soils or soils with a clay pan near the surface; shallow soils above impervious rock.....	0.50	0.45	0.40

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 9 di 13

dove K , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = K_s \cdot R^{1/6} \quad (12)$$

ottenendo:

$$Q = K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot \sigma \quad (13)$$

Dove le variabili sono:

- Q , la portata in m^3/s
- R , il raggio idraulico in metri;
- σ , la sezione idraulica [m^2];
- i , la pendenza [m/m];
- K_s , il coefficiente di scabrezza in $m^{1/3}s^{-1}$, pari a 80 (tubazione in materiale plastico ed acciaio), 66.67 per le strutture in cls, 35 per le opere rivestite in materassi tipo Reno.

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,5 m/s, ove possibile, al fine di evitare fenomeni di sedimentazione sul fondo che necessiti di una manutenzione più frequente dell'ordinaria;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento deve essere non superiore al 70% per elementi chiusi per evitare che la condotta possa andare in pressione; per le condotte con diametro inferiore a 500 mm il grado di riempimento massimo consentito è del 50%. Per gli elementi idraulici aperti si impone un franco idraulico sulla sponda pari a 0.05m (5cm).

I risultati delle verifiche idrauliche sono riportati nelle tabelle in appendice. Le opere di drenaggio sono verificate considerando un franco minimo di 5 cm.

5.3 INVARIANZA IDRAULICA

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale. L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi articolati, si spande in aree normalmente non interessate dal deflusso e in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto e una durata delle portate più lunga. Quando un bacino subisce un intervento antropico (artificializzazione), i deflussi vengono canalizzati e le superfici regolarizzate. Si ha quindi un'accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico. L'impermeabilizzazione dei suoli determina un aumento dei volumi che scorrono in superficie.

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli e aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi d'invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla d'invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo. L'invarianza idraulica dovrà essere garantita quindi per le aree soggette a nuova impermeabilizzazione per un tempo di ritorno pari a quello utilizzato per il dimensionamento della rete di smaltimento.

Nel caso specifico, per ottimizzare le prestazioni del sistema di drenaggio e la durabilità dello stesso, è stato riscontrato essere conveniente verificare il rispetto del principio d'invarianza considerando globalmente la rete idraulica della viabilità oggetto di questa relazione e quella del rispettivo piazzale d'emergenza (RI52).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 10 di 13
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma						

MANUFATTO DI REGOLAZIONE A QUINTE (MR)

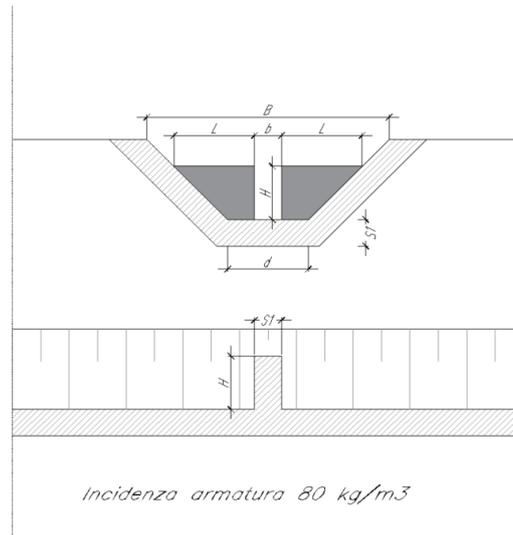


TABELLA DIMENSIONI FOSSI E QUINTE IN CLS						
B(cm)	d (cm)	S1(cm)	H(cm)	b(cm)	L(cm)	ID
90	30	10	20	–	–	MR1
150	50	15	40	35	47.5	MR2

Figura 5.1: Particolare tipologico di manufatto di regolazione a quinte

L'area afferente all'intero intervento di progetto, nella configurazione ante operam (A.O.) presenta le seguenti caratteristiche:

S tot A.O.	φ A.O.	v_{0s}	v_0	u A.O.	Q_{max} A.O.
ha		$m^3 ha^{-1}$	m^3	$l s^{-1} ha^{-1}$	l/s
2.87	0.46	49	141.6425	101.3	290.7

Il dimensionamento della nuova rete di drenaggio è stato eseguito con l'obiettivo di minimizzare il coefficiente udometrico post operam, bilanciando la maggior impermeabilizzazione delle superfici con la realizzazione di maggiori volumi d'invaso. In particolare, per la conformazione molto ripida del terreno su cui si insedia la viabilità di progetto, è stato riscontrato che il volume che naturalmente occupa una porzione di quello disponibile nella nuova rete di drenaggio non è sufficiente alla laminazione del colmo di portata. Data la conformazione dell'intervento è stato individuato il tratto di fosso NV04-FR2.1 compreso tra i vertici V34 e V35 per andare ad incrementare i volumi invasati, ponendo al termine del tratto stesso un manufatto di regolazione a quinte. Questo manufatto consiste in due muretti a quinta, ortogonali alla direzione di deflusso, che impongono alla corrente un transito attraverso il restringimento localizzato in condizioni critiche ($F_r = 1$), forzando quindi un innalzamento dei livelli a tergo del restringimento.

Imponendo un coefficiente udometrico all'uscita del manufatto pari a quello ricostruito per la situazione A.O., $u = 101.3 l/s/ha$ e calcolata di conseguenza la portata di progetto q_p in uscita, data la larghezza del restringimento B , è possibile calcolare il tirante critico che si realizza in corrispondenza delle quinte di progetto:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0400 001	REV. B	FOGLIO 11 di 13

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q_p^2 \cdot B^2}{g}} \quad (14)$$

Da cui deriva che l'innalzamento massimo del tirante che si può realizzare a monte delle quinte sarà pari all'energia specifica della corrente rispetto al fondo:

$$H_c = \frac{3}{2} \cdot y_c \quad (15)$$

Imponendo che il valore di H_c a tergo del manufatto sia al più pari al 70% del riempimento del fosso è possibile andare a determinare il volume extra effettivamente accumulato nel tratto di fosso e andare ad aggiungerlo al computo di w_{tot} del medesimo tratto di rete nei termini che concorrono alla definizione di u secondo l'Eq.(9). Nella fattispecie il nel tratto di fosso considerato, lungo 38 m e avente un riempimento medio del 66% per effetto del manufatto a quinte, il volume extra invasato risulta pari a 9.78 m³, che per costruzione permettono di rispettare il limite imposto sul coefficiente udometrico. Per ottenere questo risultato, le due quinte dovranno avere la larghezza libera $B = 35 \text{ cm}$; in Figura 5.1 è illustrato un particolare del manufatto di regolazione a quinte così dimensionato.

6 APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

Nelle tabelle di seguito riportate, vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

S=superficie afferente al singolo elemento di drenaggio [ha];

L=lunghezza della tubazione [m];

i=pendenza media del tratto di condotta [m];

Ks=coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [m^{1/3}s⁻¹];

φmedio=coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

φ=coefficiente di afflusso (-);

r (y/D)max=massimo riempimento consentito, in relazione alle dimensioni della condotta in progetto (-);

h= tirante [m]

voc=volume dei piccoli invasi di monte [m³ha⁻¹];

u=coefficiente udometrico [l/s ha];

Q=portata generata dalla superficie [l/s];

D interno=diametro interno della tubazione [m] sufficiente a convogliare la portata Q;

GR=grado di riempimento di progetto (%);

v=velocità della corrente all'interno della tubazione [m/s];

t=tensione tangenziale al fondo nella tubazione [Pa];

S'=superficie afferente cumulata delle aree a monte [ha];

v0s=volume specifico dei piccoli invasi [m³ha⁻¹];

v0c'monte=volume dei piccoli invasi cumulato di monte [m³];

v0c collettore/fosso/canaletta=volume di invaso dei collettori [m³];

vo=somma del volume di invaso [m³];

De=diametro esterno della tubazione di progetto;

MATERIALE=materiale della tubazione di progetto (PVC, CLS, PRFV, GHISA, ...).

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RI NV0400 001 B 12 di 13

Dimensionamento post operam

Tabella 2: Verifica Idraulica dei collettori

Dimensionamento Collettori																									
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	k _s	Φ _{medio}	r (y/D) _{max}	v _{0s}	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} ' monte	V ₀	V _{0c} collettore	MATERIALE	
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m ^{1/3} s ⁻¹	-	-	m ³ ha ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l s ⁻¹	m	m	%	m s ⁻¹	Pa	ha	m ³	m ³	m ³	-	
NV04-P1-P2	P1	P2	0.000	0.000	0.000	0.000	10.00	0.010	80	0.000	0.5	0.00	90.23	95.6	0.377	19.21	51	1.673	15.16	1.059	52.96	55.99	0.571	PVC	
NV04-P2-R1	P2	R1	0.000	0.000	0.000	0.000	19.70	0.015	80	0.000	0.5	0.00	94.10	105.3	0.377	18.08	48	1.991	21.61	1.119	55.42	59.73	1.041	PVC	
NV04-V25-P3	V25	P3	0.000	0.000	0.000	0.000	5.00	0.020	80	0.000	0.5	0.00	241.21	58.3	0.297	13.35	45	1.933	20.32	0.242	8.99	13.75	0.151	PVC	
NV04-P3-P4	P3	P4	0.000	0.000	0.000	0.000	8.60	0.005	80	0.000	0.7	0.00	118.07	115.4	0.471	23.54	50	1.326	8.70	0.978	45.79	54.16	0.749	PVC	
NV04-P4-V36	P4	V36	0.000	0.000	0.000	0.000	7.20	0.005	80	0.000	0.7	0.00	128.24	133.7	0.471	25.89	55	1.362	9.80	1.042	47.72	58.03	0.706	PVC	
NV04-P5-P6	P5	P6	0.090	0.200	0.200	0.490	9.00	0.010	80	0.512	0.7	46.33	102.39	293.7	0.593	28.47	48	2.240	22.10	2.869	123.83	165.66	1.180	PVC	
NV04-P6-P7	P6	P7	0.000	0.000	0.000	0.000	12.50	0.100	80	0.000	0.7	0.00	101.93	292.4	0.593	15.42	26	5.122	96.14	2.869	146.53	166.37	0.714	PVC	
NV04-P7-P8	P7	P8	0.000	0.000	0.000	0.000	19.30	0.100	80	0.000	0.7	0.00	101.24	290.4	0.593	15.42	26	5.086	96.14	2.869	146.53	167.47	1.102	PVC	
NV04-P8-R2	P8	R2	0.000	0.000	0.000	0.000	17.00	0.150	80	0.000	0.7	0.00	100.72	289.0	0.593	13.64	23	6.018	121.25	2.869	146.53	168.29	0.816	PVC	

Tabella 3: Verifica idraulica dei fossi di guardia

Dimensionamento Fossi Trapezi																									
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	k _s	Φ _{medio}	r (y/D) _{max}	v _{0s}	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} ' monte	V ₀	V _{0c} collettore	MATERIALE	
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m ^{1/3} s ⁻¹	-	-	m ³ ha ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l s ⁻¹	m	m	%	m s ⁻¹	Pa	ha	m ³	m ³	m ³	-	
NV04-FR2.1	V34	V35	0.000	0.012	0.000	0.012	39.00	0.005	67	0.500	0.90	50.00	83.43	5.8	0.500	0.03	5	0.442	0.36	0.070	2.90	4.11	0.512	CLS	
NV04-FR2.1	V35	V42	0.000	0.099	0.050	0.149	73.60	0.131	67	0.443	0.90	50.00	102.02	128.6	0.500	0.07	13	3.501	39.20	1.260	60.99	82.05	2.703	CLS	

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>NV0400 001</td> <td>B</td> <td>13 di 13</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	NV0400 001	B	13 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RI	NV0400 001	B	13 di 13								

Tabella 4: Verifica idraulica delle canalette rettangolari

Dimensionamento Canalette Rettangolari																								
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	k _s	φ _{medio}	r (y/D) _{max}	V _{0s}	u	Q	B interna	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} ' _{monte}	V ₀	V _{0c} canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
NV04-CR3.1	V1	V2	0.000	0.056	0.028	0.084	5.80	0.090	66.67	0.45	0.90	50.00	94.60	7.97	0.50	0.02	3	1.062	2.99	0.084	0	4.255	0.044	CLS
NV04-CR3.2	V5	V3	0.000	0.145	0.072	0.217	17.00	0.061	66.67	0.45	0.90	50.00	93.33	20.23	0.50	0.03	6	1.349	5.77	0.217	0	11.095	0.255	CLS
NV04-CR3.2	V3	V2	0.000	0.505	0.253	0.758	33.30	0.011	66.67	0.45	0.90	50.00	90.92	88.63	0.50	0.13	26	1.364	9.00	0.975	10.84	51.163	2.165	CLS
NV04-CG1.3	V6	V7	0.025	0.034	0.000	0.060	17.10	0.022	66.67	0.67	0.83	41.50	238.40	14.18	0.30	0.05	15	1.051	4.78	0.060	0	2.700	0.231	CLS
NV04-CR1.4	V8	V11	0.000	0.015	0.000	0.015	57.00	0.109	66.67	0.50	0.83	50.00	103.75	1.56	0.30	0.01	2	0.865	1.16	0.015	0	0.853	0.103	CLS
NV04-CG1.5	V12	V13	0.061	0.034	0.000	0.095	102.00	0.063	66.67	0.76	0.83	37.21	266.02	25.25	0.30	0.05	16	1.870	15.30	0.095	0	4.908	1.469	CLS
NV04-CG1.6	V14	V25	0.047	0.018	0.000	0.065	90.10	0.067	66.67	0.79	0.83	35.46	291.61	18.90	0.30	0.04	13	1.615	11.97	0.065	0	3.352	1.054	CLS
NV04-CR3.7	V15	V22	0.000	0.470	0.235	0.706	102.70	0.063	66.67	0.45	0.90	50.00	88.26	62.28	0.50	0.06	11	2.265	14.68	0.706	0	38.109	2.824	CLS
NV04-CG3.8	V23	V24	0.000	0.002	0.000	0.002	3.00	0.002	66.67	0.50	0.90	50.00	235.94	19.35	0.50	0.09	17	0.455	0.88	0.082	3.048	4.442	0.128	CLS
NV04-CG3.8	V24	V11	0.000	0.000	0.000	0.000	3.70	0.002	66.67	0.00	0.90	0.00	244.58	43.27	0.50	0.15	29	0.618	1.89	0.177	6.689	9.609	0.268	CLS
NV04-CG3.8	V11	V25	0.000	0.000	0.000	0.000	7.30	0.002	66.67	0.00	0.90	0.00	244.00	58.97	0.50	0.18	36	0.674	2.54	0.242	8.987	13.600	0.657	CLS
NV04-CR3.9	V28	V27	0.000	0.020	0.010	0.030	12.00	0.137	66.67	0.45	0.90	50.00	93.69	2.84	0.50	0.01	1	1.137	0.78	0.030	0	1.548	0.030	CLS
NV04-CR3.9	V27	V26	0.000	0.061	0.030	0.091	29.50	0.005	66.67	0.45	0.90	50.00	86.41	10.49	0.50	0.04	8	0.525	0.73	0.121	1.5175	6.690	0.590	CLS
NV04-CR3.10	V28	V29	0.000	0.015	0.008	0.023	12.00	0.137	66.67	0.45	0.90	50.00	93.11	2.16	0.50	0.01	1	0.863	0.78	0.023	0	1.188	0.030	CLS
NV04-CR3.10	V29	V34	0.000	0.023	0.012	0.035	18.00	0.194	66.67	0.45	0.90	50.00	91.66	5.31	0.50	0.01	2	1.061	3.45	0.058	1.158	3.015	0.090	CLS