

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA'

NV07 – VIABILITÀ DI ACCESSO RI54

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	NV0700	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.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>NV0700 001</td> <td>B</td> <td>2 di 15</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	NV0700 001	B	2 di 15
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RI	NV0700 001	B	2 di 15													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma																		

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 ...	7
5	VERIFICHE IDRAULICHE	7
5.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	7
5.1.1	METODO DELL'INVASO	7
5.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	10
5.3	DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA	11
5.3.1	CALCOLO INTERASSE DEGLI EMBRICI	11
5.4	INVARIANZA IDRAULICA.....	12
6	APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE	13

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 3 di 15

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 RI54.

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 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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 4 di 15

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Gli interventi NV07, NV08, NV09, NV11 individuano le viabilità che collegano i piazzali di emergenza della Galleria Melito alle viabilità esistenti. La galleria è a singola canna con doppio binario e risulta di lunghezza complessiva di 4413.50 m.

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'RI54, la viabilità di progetto si sviluppa prevalentemente in mezzacosta ed solo in piccola parte in parte in rilevato. Il sistema di drenaggio è costituito da embrici che scaricano in canalette al piede del rilevato fino allo scarico in un fosso esistente che, nell'ambito dell'intervento, viene risezionato e protetto con materassi tipo reno. Per permettere la realizzazione della nuova viabilità, infatti, si rende necessario prevedere un nuovo tombino

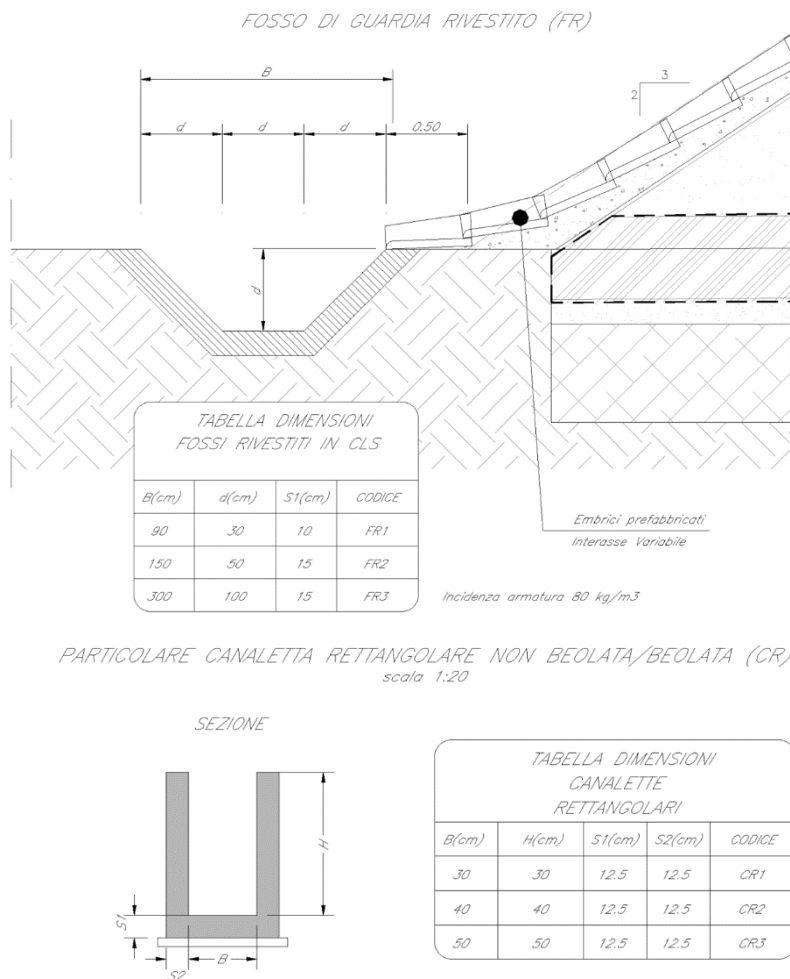


Figura 3.1: Sezione tipologica dei fossi e delle canalette in calcestruzzo utilizzati per realizzare la rete di drenaggio.

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.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>NV0700 001</td> <td>B</td> <td>5 di 15</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	NV0700 001	B	5 di 15
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RI	NV0700 001	B	5 di 15													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma																		

stradale per attraversare un affossatura esistente che raccoglie le acque scaricate dai fossi delle aree coltivate lungo il pendio in cui si interviene. Il tombino di progetto sarà realizzato con calcestruzzo gettato in opera, con tubo forma interno della dimensione di 100 cm di diametro netto. Tale tombino sarà lungo 18.75 m e, assecondando la pendenza naturale dell'affossatura, presenterà un dislivello tra monte e valle pari a circa 90 cm.

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 6 di 15

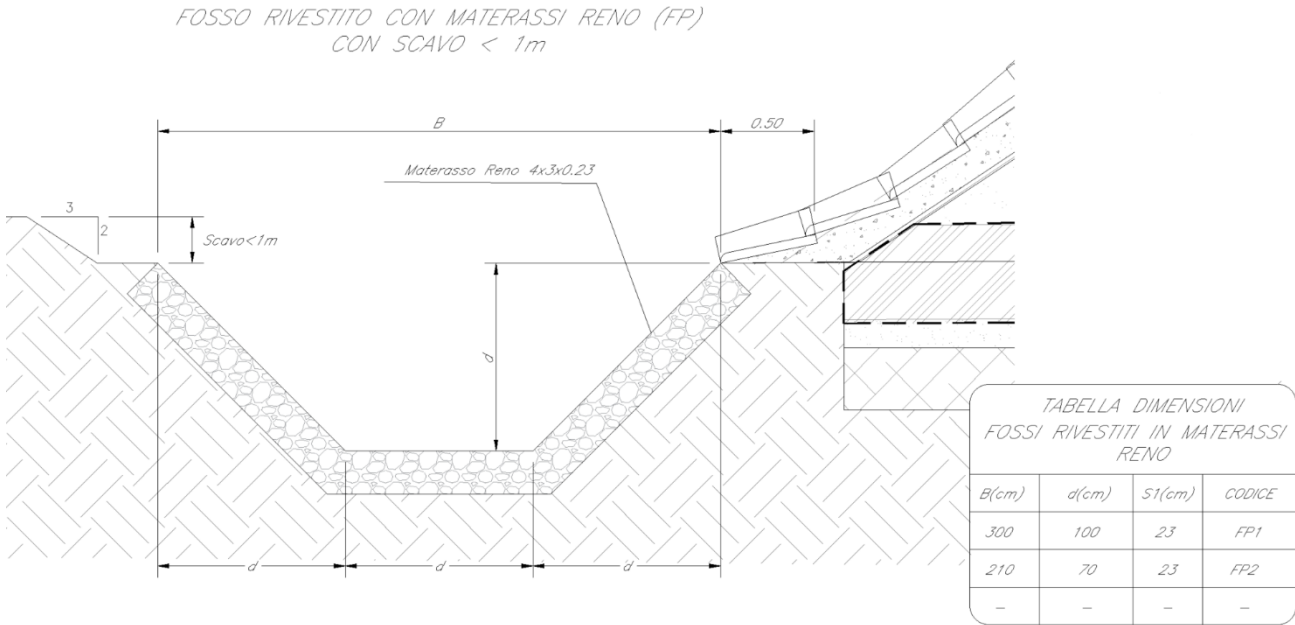


Figura 3.2: Sezione tipologica di una sistemazione idrografica esistente.

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 7 di 15

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 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.

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:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 8 di 15

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

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 riempiano contemporaneamente senza che mai 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 $T > t_r$.

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 9 di 15

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:

- $a = 49.9 \text{ mm/h}$
- $n = 0.49$

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

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

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

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					
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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 10 di 15

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 specchi 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

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

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 $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, 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.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 11 di 15

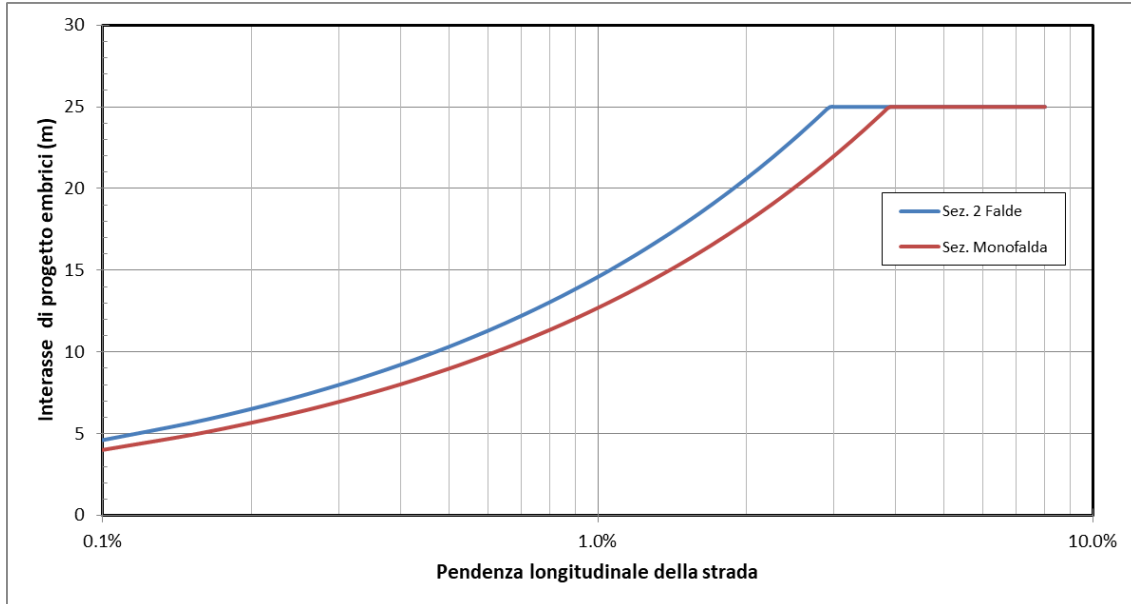


Figura 3: interesse massimo di scarico con embrice in rilevato.

5.3 DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA

Per il dimensionamento degli elementi di drenaggio di piattaforma è necessario confrontare la portata ricadente su un tratto unitario di sezione stradale con quella convogliata e scaricata da cunette, embrici e caditoie, definendo quindi l'interesse massimo ammissibile tra uno scarico e quello successivo.

Assumendo impermeabile ($\varphi = 0.9$) la superficie stradale e calcolando l'intensità di pioggia con il metodo cinematico, la portata meteorica generata da una superficie impermeabile è ricavabile dall'Eq.(1), esplicitando l'area afferente pari alla larghezza della piattaforma B_p avente pendenza trasversale i_t concorde in direzione della banchina stradale. Assumendo un tempo di accesso alla rete pari a $t_a = 5$ minuti, l'intensità di pioggia da utilizzare nell'Eq. (1) per il calcolo della portata unitaria di piattaforma si può scrivere come:

$$I_p = a \cdot t_a^{n-1} \Rightarrow q_p = 0.9 \cdot B_p \cdot I_p \left[\frac{m^3}{s \cdot m} \right] \quad (14)$$

5.3.1 Calcolo interesse degli embrici

Nei tratti in cui la piattaforma stradale si trova in rilevato rispetto al piano campagna per assicurare lo scarico delle acque meteoriche nei fossi di guardia si prevede la posa di embrici in cls. Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interesse massimo tale per cui l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato della sezione stradale, definito al massimo dall'arginello e pari alla larghezza B della banchina stradale. Nel caso delle viabilità minori o in assenza di banchina è stato assunto che la massima larghezza allagabile sia pari a $B_b = 75$ cm.

Per il calcolo della portata massima transitante a bordo strada si è utilizzata l'Eq. (13), ponendo come parametro di Strickler il valore di $K_s = 66.67 \text{ m}^{1/3}/s$. Assumendo quindi il deflusso in una sezione triangolare, definita i_t la pendenza trasversale, l'area e il perimetro bagnato possono essere calcolati rispettivamente come:

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 12 di 15

$$A_b = \frac{B_b^2 \cdot i_t}{2}; \quad C_b = B_b \left[i_t + \frac{1}{\cos(\arctan(i_t))} \right] \quad (15)$$

Sulla base dell'Eq. (15), indicando con i la pendenza longitudinale della strada, si può esprimere la portata che transita in banchina come:

$$Q_b = K_s \cdot A_b^{\frac{5}{3}} \cdot C_b^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

La portata transitante in banchina deve essere poi confrontata con quella scaricabile dal singolo embrice. Tale portata risulta dal calcolo della portata defluente da uno sfioro in parete grossa:

$$Q_{emb} = C_q \cdot Lh \cdot \sqrt{2gh} \quad (17)$$

in cui il coefficiente di deflusso C_q per gli stramazzi in parete grossa si approssima a 0.385, la lunghezza della soglia sfiorante $L = 30 \text{ cm}$ coincide con il collo dell'embrice e il carico idraulico h risulta pari al tirante presente sul ciglio della strada aumentato di 5 cm, ovvero dell'abbassamento del collo dell'embrice rispetto al ciglio stesso.

Sulla base delle relazioni appena definite l'interasse massimo di calcolo per gli embrici di scarico si esprime come il minimo i rapporti tra le portate convogliate/scaricate e la portata di pioggia unitaria e imponendo un massimo valore di 25m, ovvero:

$$\text{Int} = \min \left(\frac{Q_b}{q_p}, \frac{Q_{emb}}{q_p}, 25 \text{ m} \right) \quad (18)$$

L'interasse di scarico dipende quindi, oltre che dalla geometria della sezione stradale, anche dalla pendenza longitudinale della viabilità di progetto. In Figura 1 si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

5.4 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 (RI54).

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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 13 di 15

L'area afferente all'intero intervento di progetto presenta le seguenti caratteristiche:

S tot A.O.	φ A.O.	v_{0s}	v₀	u A.O.	Q_{max} A.O.
ha		m ³ ha ⁻¹	m ³	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l/s
19.75	0.45	50	987.44	109.1	2155.2

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, considerando i risultati riportati in Appendice, rispetto alla configurazione ante operam i volumi effettivi d'acqua invasati nel bacino permettono di ottenere un coefficiente udometrico complessivo allo scarico della rete pari a 106.5 l/s/ha. Pertanto, si assume che l'intervento di progetto sia compatibile idraulicamente allo stato attuale dell'area.

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];

φ_{medio}=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					
PROGETTAZIONE: Mandataria 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 NV0700 001	REV. B	FOGLIO 14 di 15

Dimensionamento post operam

Tabella 2: Verifica idraulica delle canalette rettangolari

Dimensionamento Canalette Rettangolari																								
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{rin}	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	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	-
NV07-CR2.3	V1	V14	0.000	0.072	0.018	0.090	12.25	0.237	66.67	0.46	0.88	50.00	112.75	10.10	0.40	0.01	3	2.105	6.31	0.090	0	4.539	0.059	CLS
NV07-CR3.4	V14	V18	0.000	0.866	0.239	1.105	133.50	0.048	66.67	0.46	0.90	50.00	101.83	121.67	0.50	0.10	19	2.562	24.93	1.195	4.4805	66.140	6.341	CLS
NV07-CR2.1	V1	V2	0.000	0.281	0.086	0.367	12.50	0.232	66.67	0.45	0.88	50.00	109.98	40.38	0.40	0.03	8	3.155	27.13	0.367	0	18.516	0.160	CLS
NV07-CR3.2	V2	V9	0.000	1.469	0.367	1.836	139.00	0.028	66.67	0.46	0.90	50.00	101.95	224.57	0.50	0.18	36	2.495	36.14	2.203	18.35625	122.808	12.510	CLS
NV07-CR3.5	V9	R2	0.091	0.009	0.000	0.100	95.00	0.045	66.67	0.86	0.90	31.82	113.16	271.18	0.50	0.18	35	3.099	55.40	2.396	112.9425	138.956	8.313	CLS
NV07-CR3.5	R2	V13	0.073	0.009	0.000	0.082	52.00	0.073	66.67	0.86	0.90	32.22	111.06	407.96	0.50	0.20	39	4.184	103.55	3.673	175.8722	213.496	5.070	CLS
NV07-CR3.6	V19	V22	0.007	1.302	0.431	1.740	68.00	0.073	66.67	0.45	0.90	49.92	105.89	184.24	0.50	0.11	22	3.350	46.75	1.740	0	90.606	3.740	CLS

Tabella 3: Verifica idraulica delle condotte

Dimensionamento Collettori																								
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{rin}	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	-
NV07-P2-R2	P2	R2	0.000	0.000	0.000	0.000	13.00	0.019	80	0.000	0.5	0.00	100.79	120.4	0.377	18.08	48	2.278	26.98	1.195	59.74	66.83	0.687	PVC

Tabella 4: Verifica idraulica dei Tombini

Dimensionamento Tombini Circolari																								
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{rin}	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	-
NV07-V24-V25	V24	V25	0.000	0.000	0.000	0.000	18.25	0.052	67	0.000	0.7	0.00	107.78	1709.8	1.000	42.00	42	5.462	161.14	15.865	793.10	805.34	5.713	CLS

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RI NV0700 001 B 15 di 15

Tabella 5: Verifica idraulica dei fossi trapezi

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																		
NV07-FP2.1	23	24	0.000	10.594	3.531	14.125	8.00	0.123	35	0.450	0.93	50.00	108.89	1538.0	0.700	0.34	48	4.418	319.42	14.125	0.00	709.02	2.785	Materassi Reno
NV07-FP2.2	25	26	0.006	0.000	0.000	0.006	0.50	0.089	35	0.900	0.93	30.00	107.84	1711.5	0.700	0.39	56	3.998	282.44	15.870	793.10	805.73	0.214	Materassi Reno
NV07-FP2.2	26	27	0.000	0.217	0.000	0.217	43.00	0.089	35	0.500	0.93	50.00	106.43	2103.1	0.700	0.44	63	4.180	325.31	19.760	971.79	1052.02	21.637	Materassi Reno