

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

VIABILITA'

NV02 – VIABILITA' PIAZZALE RI13 PGEP PK 68+650

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Faccioli

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	RI	NV0200	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	C. Ferrigno	08/02/2022	M. Faccioli	08/02/2022	T. Finocchietti	08/02/2022	Ing. R. Zanon    08/06/2022
B	C 08.01 – A valle del contraddittorio	C. Ferrigno	08/06/2022	M. Faccioli	08/06/2022	A. Callerio	08/06/2022	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RI</td> <td style="text-align: center;">NV0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">2 di 23</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RI	NV0200 001	B	2 di 23
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RI	NV0200 001	B	2 di 23													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>																		

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
	1.1 <b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO .....</b>	<b>9</b>
	4.1 <b>METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI .....</b>	<b>9</b>
	4.2 <b>METODO DELL'INVASO .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....</b>	<b>12</b>
	5.1 <b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>12</b>
	5.1.1 <b>DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE IN RILEVATO.....</b>	<b>12</b>
	5.1.2 <b>DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE IN TRINCEA .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....</b>	<b>15</b>
	6.1 <b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....</b>	<b>15</b>
	6.2 <b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI EMBRICI.....</b>	<b>16</b>
	6.3 <b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA CANALETTE E FOSSI DI GUARDIA .....</b>	<b>18</b>
	6.4 <b>VERIFICA TOMBINI IDRAULICI .....</b>	<b>20</b>
	<b>APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE.....</b>	<b>22</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 23</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta una descrizione del sistema di drenaggio delle opere in progetto, delle metodologie di calcolo e di verifica delle opere e dei manufatti idraulici annessi alla realizzazione delle viabilità del Progetto Esecutivo del Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualifica e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.

Tra le opere di progetto sono previste le realizzazioni di viabilità stradali, in particolare:

- NV01 Asse 1: viabilità di collegamento alla SSE e al piazzale di ventilazione;
- NV01 Asse 2: viabilità di collegamento al luogo sicuro;
- NV01 Asse 2\_acc.: ripristino viabilità locale;
- NV02: strada di accesso al piazzale d'emergenza presente nei pressi della stazione di Hirpinia.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento e la verifica idraulica dei manufatti e dei dispositivi atti alla raccolta, al collettamento ed allo smaltimento delle acque meteoriche precipitate sulla piattaforma e sulle aree limitrofe afferenti ai fossi di guardia.

In particolare, sono determinate le portate transitanti negli elementi costituenti il sistema di drenaggio in progetto e individuati i recapiti finali delle acque meteoriche raccolte.

Di seguito sono esposti i criteri e le metodologie adottate per il dimensionamento dei manufatti e per la verifica idraulica degli stessi.

Sono riportate sinteticamente le curve di possibilità pluviometrica per precipitazioni con durate inferiori e maggiori all'ora assunte come forzante idrologica di progetto.

In conformità al manuale di Progettazione Ferroviario i sistemi di drenaggio sono stati dimensionati e verificati per un evento critico di durata inferiore all'ora (scroscio) e per un prefissato tempo di ritorno  $T_r$ , posto pari a 25 [anni], in quanto si tratta di aree di deflusso non afferenti al sistema di drenaggio disposto a presidio della sede ferroviaria.

### 1.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'asse NV02 garantisce l'accesso al piazzale d'emergenza presente nei pressi della stazione di Hirpinia. La viabilità si sviluppa lungo una strada esistente riqualificata sia come sezione tipologica sia come geometria planoaltimetrica; essa si innesta su via del Tratturo che viene riqualificata durante la fase di appalto del progetto Apice – Hirpinia ed è denominata NV01-A3-AH. L'intervento viene considerato come adeguamento di viabilità esistente e si presta ad un uso ordinario fino agli innesti con le proprietà private e ad uso esclusivo RFI fino al piazzale d'emergenza della stazione Hirpinia.

Nell'immagine seguente viene rappresentata l'inquadramento generale della viabilità di intervento NV02:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                  ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 23</b>

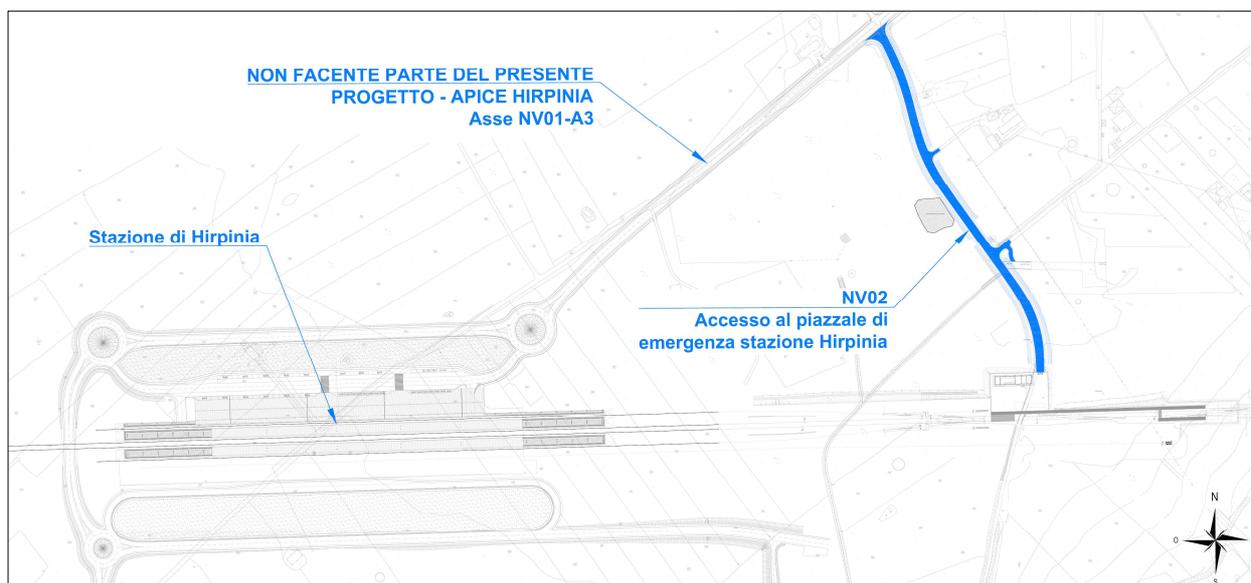


Figura 1- Stralcio planimetrico della viabilità NV02

## 2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- Decreto ministeriale 4 aprile 2014 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- Circolare Min. LL.PP. n. 11633/74;
- Piano Direttore per la tutela delle acque, approvato con decreto n. 191/CD/A del 13 giugno 2002 dalla Regione Puglia;
- Decreto Commissariale n. 282/CD/A del 21/11/2003;
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- L. R. Puglia n. 17 del 14/06/2007;
- D. Lgs. 16/01/2008 n. 4 “Codice dell’Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.Lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 - Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”.
- RFI - Manuale di Progettazione RFI.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 23</b>

### 3 ANALISI IDROLOGICA

La definizione delle caratteristiche dell'evento pluviometrico da utilizzare per la stima delle altezze di pioggia di progetto è stata fatta sulla base dello studio di regionalizzazione delle piogge redatto nell'ambito del VaPi Campania (Copertino et al. 1994). Lo studio di regionalizzazione prevede la stima delle precipitazioni per fissata durata in corrispondenza di un dato tempo di ritorno tramite il calcolo dei valori della media dei massimi delle precipitazioni stesse  $ht$  relative ad una generica durata  $t$ , e la successiva amplificazione delle stesse attraverso il fattore di crescita (della media con il periodo di ritorno)  $KT$

$$ht,T = t KT$$

Nello studio di Copertino et al. (1994), è stata individuata per l'area in esame un'unica zona pluviometrica per la quale sono stati forniti i parametri della distribuzione. La curva di crescita assume pertanto l'espressione:

$$KT = 0.5648 + 0.415 \ln (T)$$

T (anni)	KT (Puglia)
2	0.91
5	1.26
10	1.53
15	1.71
20	1.81
25	1.9
30	1.99
40	2.1
50	2.19
100	2.48
200	2.77
300	2.93
500	3.15

**Tabella 1 - Valori di KT al variare del TR**

*Il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:*

Zona 1:  $x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]}$

Zona 2:  $x(t) = 22.23 t^{0.247}$

Zona 3:  $x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]}$

Zona 4:  $x(t) = 24.70 t^{0.256}$

Zona 5:  $x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>6 di 23</b>

Zona 6:  $x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022z)/3.178]}$

L'area oggetto di studio ricade interamente nella zona pluviometrica 4. Sono stati quindi ricavati i valori dei parametri "a" e "n" delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) per i tempi di ritorno  $T_r = 5, 15, 25, 30, 100, 200, 300$  e 500 per  $t > 1h$ .



Figura 2- Suddivisione in zone omogenee dell'intervento in progetto

Sulla base delle opere in progetto, si è analizzata la rete di pluviometri attivi della regione Campania e Puglia in modo da identificare i pluviometri ricadenti nell'area oggetto di studio. A tale scopo è stato applicato il metodo dei Topoieti che consente di individuare le aree di influenza di ciascun pluviometro della rete.

Dall'applicazione del metodo dei topoieti, si sono individuati, come pluviometri di riferimento:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0200 001	REV. B	FOGLIO 7 di 23

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Lat	Long	Quota	Regione	APO
CASTELFRANCO IN MISCANO		0	0	0	Campania	5 VAPI CAMPANIA
ANZANO DI PUGLIA	FG	15.2878	41.12661	760	Campania	4
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	15.25873	41.16379	844	Puglia	4
ARIANO IRPINO METEO		0	0	0	Campania	5 VAPI CAMPANIA
BOVINO	FG	15.33751	41.24499	620	Puglia	3
SAVIGNANO IRPINO	AV	15.18362	41.22482	718	Puglia	4
ORSARA DI PUGLIA	FG	15.26651	41.28038	683	Puglia	3
FLUMERI		0	0	0	Campania	5 VAPI CAMPANIA
FAETO	FG	15.1632	41.32207	776	Puglia	4
CASTELLUCCIO DEI SAURI	FG	15.47621	41.30266	284	Puglia	2
S. AGATA DI PUGLIA	FG	15.38126	41.14923	710	Puglia	4
DELICETO	FG	15.38908	41.22205	573	Puglia	3

**Tabella 2 - Stazioni pluviometriche**

La viabilità in progetto ricade interamente nel topoioto della stazione di Flumeri da cui, sulla base dell'analisi regionalizzata si sono ricavati i valori di a ed n, per t>1h, delle Curve di Possibilità Pluviometrica di seguito riportati.

STAZIONE PLUVIOMETRICA	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
FLUMERI	17.96	0.24	30.80	0.24	36.84	0.24	38.88	0.24	52.89	0.24	61.03	0.24	65.77	0.24	71.9	0.24

**Tabella 3 – Valori di a e n – Stazione pluviometrica Flumeri – t>1h**

Per t<1h, per il calcolo di a ed n si è applicata la formula di Bell definita dalla seguente equazione:

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 \cdot \tau^{0.25} - 0.50)$$

Con:

- $h_{\tau,Tr}$  indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo  $\tau$  riferita al periodo di ritorno  $Tr$ ;
- $h_{60,Tr}$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno  $Tr$ ;
- $\tau$  è il tempo di pioggia espresso in minuti.

Di seguito si riportano i valori di a ed n per t<1h ottenuti

STAZIONE PLUVIOMETRICA	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
FLUMERI	18.70	0.48	32.06	0.48	38.34	0.48	40.46	0.48	55.04	0.48	63.51	0.48	68.45	0.48	74.80	0.48

**Tabella 4 – Valori di a e n – Stazione pluviometrica Flumeri – t<1h**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 23</b>

Per lo smaltimento idraulico della piattaforma stradale e dei piazzali è stata utilizzata la legge di pioggia nella sua espressione monomia:

$$i_t(T) = a(T) \cdot t^{n-1}$$

Di seguito sono riportati i valori dei coefficienti a e n per tempi di ritorno utilizzati nel presente progetto:

<b>VIABILITA'</b>	<b>TR</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
NV01	25	38.34	0.48
NV02	25	37.48	0.44

**Tabella 5 - Valori dei parametri a e n delle curve di possibilità pluviometriche di progetto**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>9 di 23</b>

## 4 METODOLOGIA DI CALCOLO

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.

### 4.1 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.

### 4.2 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 " $\varphi$ " 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,  $\varphi$  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  $w$ .

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>10 di 23</b>

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  $\omega$ :

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

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,  $\Omega$  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 idrometrico:

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>11 di 23</b>

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in  $l/s \cdot ha$ ,  $\varphi$  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:

- $a = 38,34 \text{ mm/h}$
- $n = 0.48$

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 e le superfici acclivi in terreno poco permeabile;
- $\varphi = 0.30$  per il bacino esterno.

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  $30 \text{ m}^3/ha$  per le superfici stradali [Manuale di Progettazione Italferr] e 50 per il bacino esterno e le scarpate.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>12 di 23</b>

## 5 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

### 5.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale, nei tratti in rilevato e in trincea, ed assicurare il loro recapito all'esterno, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche.

La tratta Hirpinia-Orsara non prevede il drenaggio di zone dotate di collettori fognari (abitate) da utilizzare come recapiti finali per poter convogliare le portate drenate da strade, piazzali e ferrovie; per questo si è scelto di prevedere un sistema di drenaggio che scarica in fossi di guardia o direttamente al ricettore finale.

#### 5.1.1 Drenaggio acque di piattaforma stradale in rilevato

Nei tratti in rilevato lo smaltimento delle acque meteoriche delle viabilità stradali avviene per mezzo di embrici in cls ad interasse costante, che convogliano le acque al fosso di guardia al piede del rilevato.

Le pendenze trasversali della carreggiata convogliano le acque ai margini, dove vengono contenute mediante un cordolino bituminoso.

Le acque di scarpata vengono convogliate al recapito finale tramite fossi di guardia collocati al piede dei rilevati, aventi anche la funzione di protezione del rilevato stesso dagli scoli superficiali dei bacini intercettati.

Al piede del rilevato stradale è posto il fosso di guardia a protezione del rilevato stesso.

La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza variabili a seconda delle necessità e sponde aventi pendenza pari a 1/1. I fossi sono di tipo in terra; laddove il bacino intercettato risulta di notevole entità sono state previste sezioni riveste in cls.

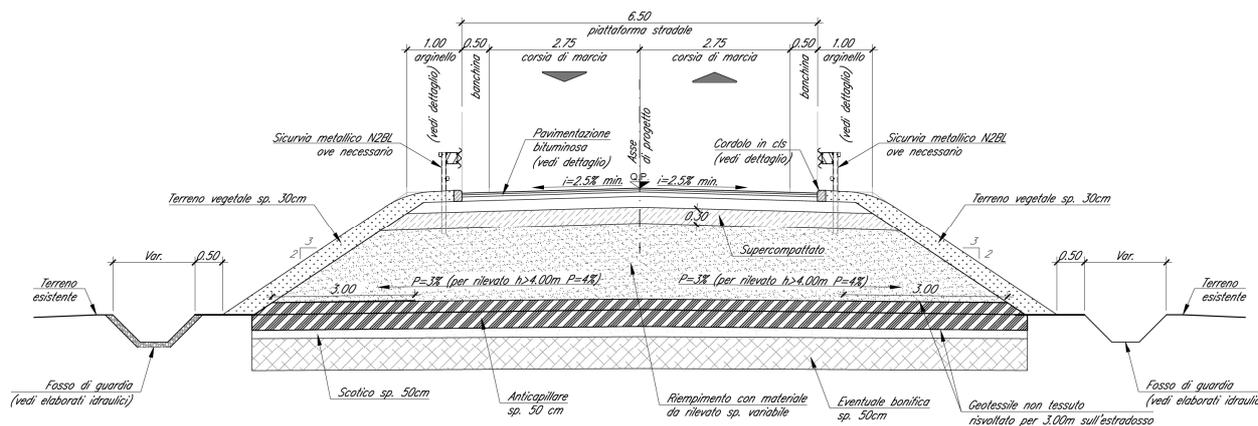


Figura 3- Sezione tipo viabilità in rilevato – smaltimento acque meteoriche

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>13 di 23</b>

### 5.1.2 Drenaggio acque di piattaforma stradale in trincea

Per quanto riguarda le sezioni della piattaforma stradale collocate in trincea lo smaltimento delle acque meteoriche avviene tramite cunette “alla francese” posto longitudinalmente alla banchina; le acque vengono poi scaricate tramite pozzetti in calcestruzzo e caditoie in ghisa sferoidale classe D400 in collettori sottostanti, con un interasse di 25m.

Nello specifico, essendo i tratti degli assi NV01 di limitata estensione, lo scarico attraverso pozzetti-caditoie avviene direttamente in corrispondenza del tombino IN01.

In testa alla trincea è previsto il posizionamento di fosso trapezoidale rivestito in calcestruzzo, atto a proteggere la scarpata, raccogliendo le acque provenienti dal terreno sovrastante. Per lo smaltimento delle acque raccolte tramite tale fosso il sistema garantisce il deflusso fino al recapito finale a gravità

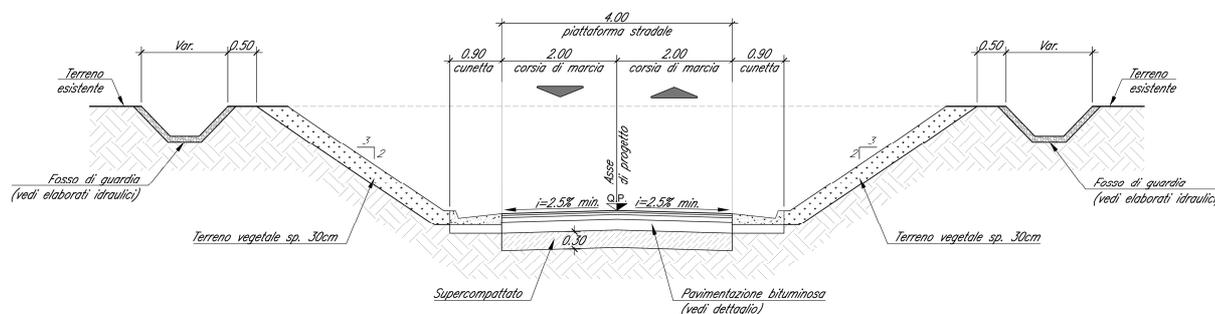


Figura 4-Sezione tipo viabilità in trincea – smaltimento acque meteoriche

La tratta Hirpinia-Orsara non prevede il drenaggio di zone dotate di collettori fognari (abitate) da utilizzare come recapiti finali per poter convogliare le portate drenate da strade, piazzali e ferrovie; per questo si è scelto di prevedere un sistema di drenaggio, stradale e ferroviario, distinto sulla base delle caratteristiche del tratto in esame:

- per i tratti in rilevato è stato predisposto un sistema costituito da embrici disposti ad intervalli regolari che scaricano in fossi di guardia in grado di addurre le portate risultanti ai ricettori naturali finali;
- per i tratti in trincea è stato previsto l'utilizzo di cunette disposte a bordo strada che scaricano in collettori posti al di sotto della piattaforma stradale direttamente collegati ai fossi di guardia;
- nei piazzali si è adottato un sistema di drenaggio con collettori in PVC che scaricano in fossi di guardia o direttamente al ricettore finale.

I fossi di guardia e i canali di gronda, disposti rispettivamente al piede dei rilevati e sul ciglio della scarpata delle trincee, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato stradale e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la viabilità in progetto, impedendo che queste raggiungano la pavimentazione.

Le acque intercettate dai fossi di guardia vengono convogliate fino ai recapiti finali individuati nel progetto mediante opere idrauliche di attraversamento.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<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 style="text-align: center;"><b>IF3A</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>E ZZ RI</b></td> <td style="text-align: center;"><b>NV0200 001</b></td> <td style="text-align: center;"><b>B</b></td> <td style="text-align: center;"><b>14 di 23</b></td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E ZZ RI</b>	<b>NV0200 001</b>	<b>B</b>	<b>14 di 23</b>
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E ZZ RI</b>	<b>NV0200 001</b>	<b>B</b>	<b>14 di 23</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>																		

Si rimanda agli elaborati specifici per un maggior approfondimento della rete di drenaggio della NV02; nel dettaglio:

- Planimetria di drenaggio: IF3A02EZZP8NV0200004B

I dettagli dei manufatti idraulici previsiti sono riportati nell'elaborato IF3A02EZZBZNV0000001B.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>15 di 23</b>

## 6 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

### 6.1 CRITERI DI 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<sup>3</sup>/s
- $R$ , il raggio idraulico in metri;
- $\sigma$ , la sezione idraulica [m<sup>2</sup>];
- $i$ , la pendenza [m/m];
- $K_s$ , il coefficiente di scabrezza in m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>, pari a 90 (tubazione in materiale plastico PVC), 60 per le strutture in cls.

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. Per la verifica dei tombini si rimanda alla relazione idraulica specifica.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                  ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>16 di 23</b>

## 6.2 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI EMBRICI

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma nei tratti in rilevato è concentrato in appositi elementi in cls per preservare lo stato d'arte dell'infrastruttura. Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento e le convogliano al piede del rilevato, in un fosso di guardia.

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

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

dove:

- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità);
- $c_q = 0.385$  (coefficiente di efflusso);
- $L = 0.3 \text{ m}$  (larghezza della vena sfiorante);
- $h = 0.04 \text{ m}$  (altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

Si ottiene una capacità di smaltimento pari a  $Q = 12.85 \text{ l/s}$ .

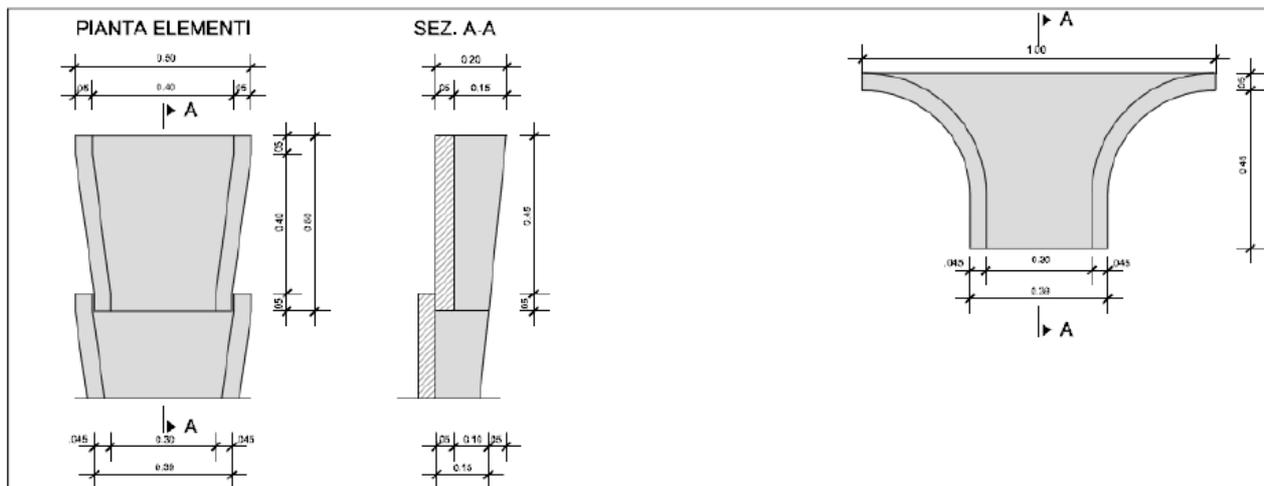


Figura 5: Dettaglio in sezione e pianta degli embrici

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>17 di 23</b>

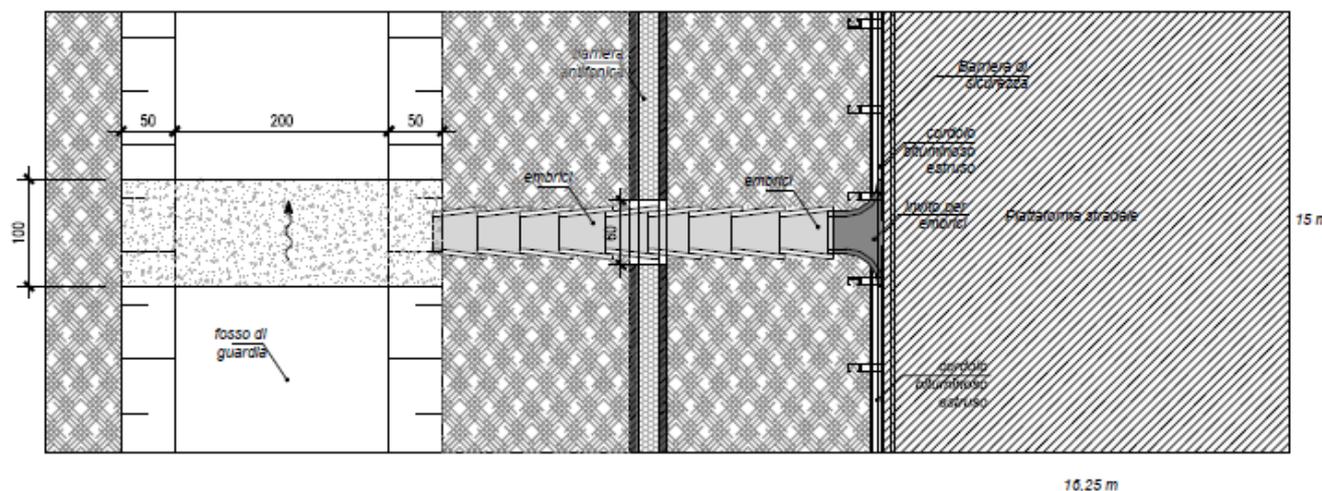


Figura 6: Dettaglio planimetrico dell'embrice

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

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

in cui:

- $Q$  è la portata [m<sup>3</sup>/sec];
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate;
- $h$  = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- $i$  = intensità di pioggia [m/ore];
- $S$  = superficie scolante che insiste su ogni embrice, che ipotizzando un interasse di 15 m è pari a circa 101.25m<sup>2</sup> (15m x 6.75m);
- $\tau_c$  = tempo di corrivazione valutato in circa 5 minuti (0.083 ore) per la superficie sottesa da ciascun embrice.

L'altezza di pioggia considerata fa riferimento alla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 25 anni della zona maggiormente sollecitata dal punto di vista idrologico ( $a=38,34$  mm/h,  $n=0.48$ ). Si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 3.54 l/s per  $T_r$  di 25 anni, inferiore alla portata che può essere smaltita dal singolo manufatto.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>18 di 23</b>

<b>CARATTERISTICHE DI PROGETTO - EMBRICI</b>		
Cq	0.385	[-]
L	0.3	[m]
h	0.04	[m]
Q <sub>embrici</sub>	0.012851	[m <sup>3</sup> /s]
	<b>12.85142</b>	[l/s]

<b>PORTATA DEFLUENTE - SEDE STRADALE</b>		
Interasse	15	[m]
A <sub>deflusso</sub>	0.00008925	[Km <sup>2</sup> ]
a (Tr = 100)	38.34	[mm/h]
n	0.48	[-]
t	300	[s]
t	0.0833333333	[h]
φ	0.9	[-]
Q <sub>deflusso</sub>	0.003536	[m <sup>3</sup> /s]
	<b>3.54</b>	[l/s]

**Tabella 6 - Risultati dimensionamento e verifica embrice più sollecitato**

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

### **6.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA CANALETTE E FOSSI DI GUARDIA**

Per il dimensionamento degli elementi idraulici disposti a presidio della piattaforma ferroviaria è stato adottato il metodo dell'invaso lineare, la cui metodologia è esposta nel paragrafo.

La verifica idraulica dei fossi di guardia in progetto è stata effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative all portate di progetto tramite l'espressione a moto uniforme di Chézy:

$$V = K\sqrt{R \cdot i}$$

e l'equazione di continuità:

$$Q = \sigma \cdot V$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                  ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>19 di 23</b>

dove  $K$  [ $m^{1/3} s^{-1}$ ], coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$K = C R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = C \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot \sigma$$

dove:

- $Q$  = Portata – [ $m^3/s$ ]
- $R$  = Raggio idraulico – [ $m$ ];
- $\sigma$  = Sezione idraulica – [ $m^2$ ];
- $i$  = Pendenza – [ $m/m$ ];
- $C$  = Coefficiente di scabrezza – [ $m^{1/3}s^{-1}$ ], pari a 40 per fossi di guardia in terra e pari a 60 per fossi di guardia in CLS.

Per mezzo della scala di deflusso della sezione di interesse, fissate scabrezza  $K$ , larghezza  $L$  e pendenza  $i$ , si valuta la velocità  $v$  e il grado di riempimento  $GR$  con cui transita la portata  $Q$ .

La verifica sulle dimensioni dei fossi di guardia è stata effettuata in modo tale che:

- La portata transiti con un riempimento massimo pari al 80 [%].
- Il deflusso avvenga con velocità minima di 0.5 [ $m/s$ ] e con velocità massima pari a 2.5 [ $m/s$ ] per fossi realizzati in terra e pari a 5 [ $m/s$ ] per fossi realizzati in CLS; l'analisi delle velocità è essenziale al fine di evitare il deposito di possibili sedimenti sul fondo che riducono la capacità di smaltimento idraulico del drenaggio.

Nelle tabelle in appendice si riportano i risultati delle verifiche idrauliche dei fossi di guardia in progetto. Le seguenti immagini riportano i dettagli tipologici dei fossi di guardia in progetto:



**Figura 7: Sezione tipologica del fosso di guardia rivestito in CLS**

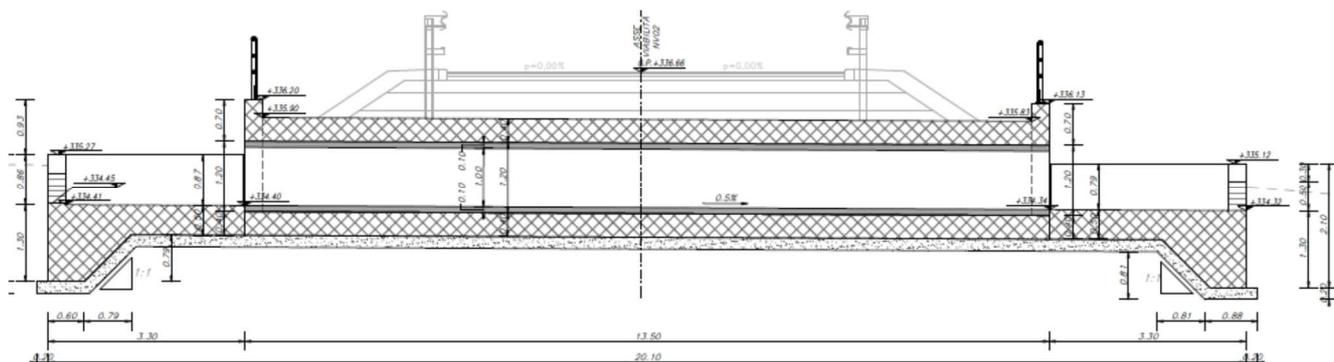
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>20 di 23</b>

## 6.4 VERIFICA TOMBINI IDRAULICI

Per quanto riguarda la viabilità NV02, il progetto prevede la realizzazione di due attraversamenti idraulici, rispettivamente IN04 e IN05.

Il primo attraversamento IN04 è costituito da un tombino scatolare doppia canna di dimensioni 3.00x1.50 m alla pk di progetto 0+206,50 km; l'opera garantisce la continuità idraulica del bacino idrologico interferito, per i cui approfondimenti si rimanda agli elaborati di riferimento. Il tombino rappresenta anche il recapito dell'intera rete di drenaggio della viabilità NV02, rappresentando il punto di minimo dei fossi di guardia di monte.

Il secondo attraversamento, IN05 avviene alla progressiva di progetto 0+331 km ed è costituito da un tombino circolare di diametro DN1000. Tale attraversamento determina la continuità al recapito delle acque di piattaforma ferroviaria del tratto compreso tra le progressive di progetto (tracciato ferroviario) 68+556 – 68+725 precedente all'imbocco della galleria lato Hirpinia. In tale attraversamento sono ivi convogliate le acque coltate dal fosso di guardia FR-1.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 23</b>

<b>Tombini Scatolari di interferenza</b>								
<b>Interferenza</b>	<b>Verifiche con scale di deflusso</b>							
	<b>Lunghezza canna</b>	<b>Pendenza</b>	<b>Portata</b>	<b>Velocità di deflusso</b>	<b>Diametro nominale</b>	<b>Tirante idrico</b>	<b>Grado di riempimento</b>	<b>Franco idraulico</b>
	<b>L</b>	<b>j</b>	<b>Q</b>	<b>v</b>	<b>DN</b>	<b>y</b>	<b>GR</b>	<b>Franco</b>
	<b>m</b>	<b>m/m</b>	<b>l/s</b>	<b>m/s</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>%</b>	<b>cm</b>
<b>IN05</b>	10.00	0.006	301.07	1.45	1000	0.322	33	63

Tabella 7 - Risultati verifica tombino IN05

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>22 di 23</b>

## APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

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

### TABELLA FOSSI DI GUARDIA

- Ramo -  $ID_r$  = i-esimo ramo (tronco) della rete di drenaggio – [-];
- L = Lunghezza del ramo (tronco) i-esimo – [m];
- $S_p$  = Superficie piattaforma – [m<sup>2</sup>];
- $a_e$  = Superficie equivalente – [m<sup>2</sup>];
- $\phi_{equiv}$  = Coefficiente di afflusso medio equivalente – [-];
- $I_{med}$  = Pendenza media del ramo i-esimo – [m/m];
- $W_{sup}$  = Volume piccoli invasi – [m<sup>3</sup>];
- W = Volume invasato nel tratto corrente – [m<sup>3</sup>];
- W = Volume invasato totale – [m<sup>3</sup>];
- W = Volume invasato specifico totale – [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>];
- u = Coefficiente udometrico – [l/(s\*ha)];
- $Q_p$  = Portata di progetto – [l/s];
- V = Velocità di deflusso – [m/s];
- Tipo di fosso = dimensioni – [m];
- h = Tirante idrico [m];
- G.R. = Grado di riempimento – [%];
- Fr = Numero di Froude – [-];

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF                                              ELETTRI-FER					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0200 001	REV. B	FOGLIO 23 di 23

### Dimensionamento e verifica fossi di guardia (Invaso)

FOSSI DI GUARDIA																										
Viabilità	nome	progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza tronco	Superficie pavimentata	Superfici non pavimentate	Superficie PIATTAFORMA totale	Superficie trincheatotale	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente odometrico	Portata	Velocità della corrente	tipo di fosso	materiale	Tirante idrico	Grado di riempimento	Froude	Franco idraulico	
		pk i	pk f																							L
		m	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	l/s ha	l/s	m/s	-	-	m	%	[-]	cm	
NV02	FR-NV02-1	3	185	182	756	24655	756	24655	8077	0,32	0,005	2,268	0,0	20,6	96,79	0,00380896	45	113,59	1,006	0.50x0.50x0.50	CLS	0,17	34	0,78	33	
	FR-NV02-2	204	331	127	183	11950	183	11950	3750	0,31	0,008	0,549	0,0	7,3	43,69	0,003600876	45	54,37	0,947	0.50x0.50x0.50	CLS	0,10	19	0,97	40	
	FT-NV02-1	3	185	182	778	768	778	768	931	0,60	0,005	2,334	0,0	5,3	9,94	0,006428894	96	14,83	0,509	0.50x0.50x0.50	TERRA	0,05	11	0,71	45	
	FT-NV02-2	204	331	127	750	628	750	628	863	0,63	0,008	2,250	0,0	3,4	7,56	0,005488699	124	17,05	0,631	0.50x0.50x0.50	TERRA	0,05	10	0,91	45	