

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA'

VIABILITA' DI ACCESSO ALLA NV05

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	NV0520	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	F. Carraro	23/12/2019	E. Casotto	23/12/2019	T. Finocchietti	23/12/2019	Ing. T. Finocchietti
B	Recepimento istruttoria	F. Carraro	10/06/2020	E. Casotto	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

File: IF2801EZZRINV0520001B

n. Elab.: -

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 20</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	<b>PREMESSA.....</b>	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>7</b>
5.1	<b>METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....</b>	<b>7</b>
5.1.1	<b>METODO DELL'INVASO .....</b>	<b>7</b>
5.2	<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....</b>	<b>9</b>
5.3	<b>DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA .....</b>	<b>10</b>
5.3.1	<b>CALCOLO INTERASSE DEGLI EMBRICI .....</b>	<b>11</b>
5.3.2	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE CUNETTE TRIANGOLARI.....</b>	<b>12</b>
5.4	<b>INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>15</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 20</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

La variante oggetto del presente Progetto Esecutivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottaminarda e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- Nuova fermata di Apice;
- Nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

In tale contesto progettuale nasce l'esigenza di realizzare nuove viabilità di collegamento della stazione di Hirpinia e della fermata di Apice.

Inoltre per consentire il raggiungimento da parte dei mezzi di soccorso dei piazzali di emergenza a servizio delle gallerie sono predisposti adeguamenti o nuovi collegamenti viari.

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale di accesso a NV05 e gli interventi necessari a garantire lo smaltimento delle acque per la deviazione provvisoria della viabilità durante la Fase 1 di realizzazione dell'Imbocco Grottaminarda lato Napoli.

## 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.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0520 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 20</b>

### 3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

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

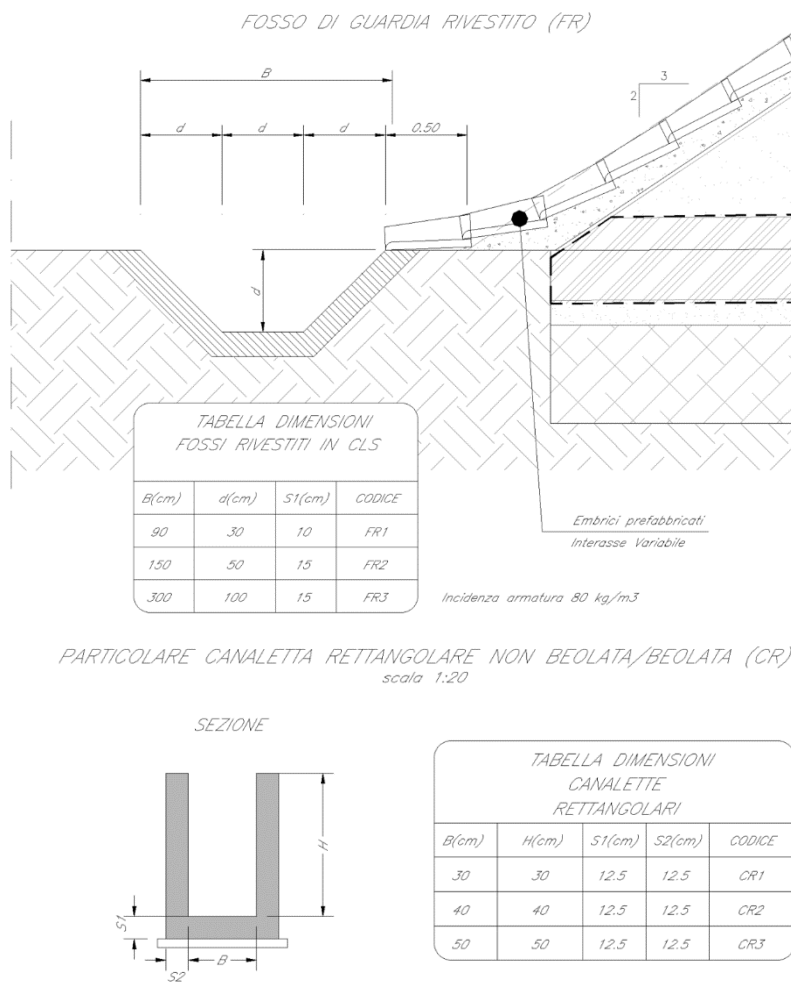
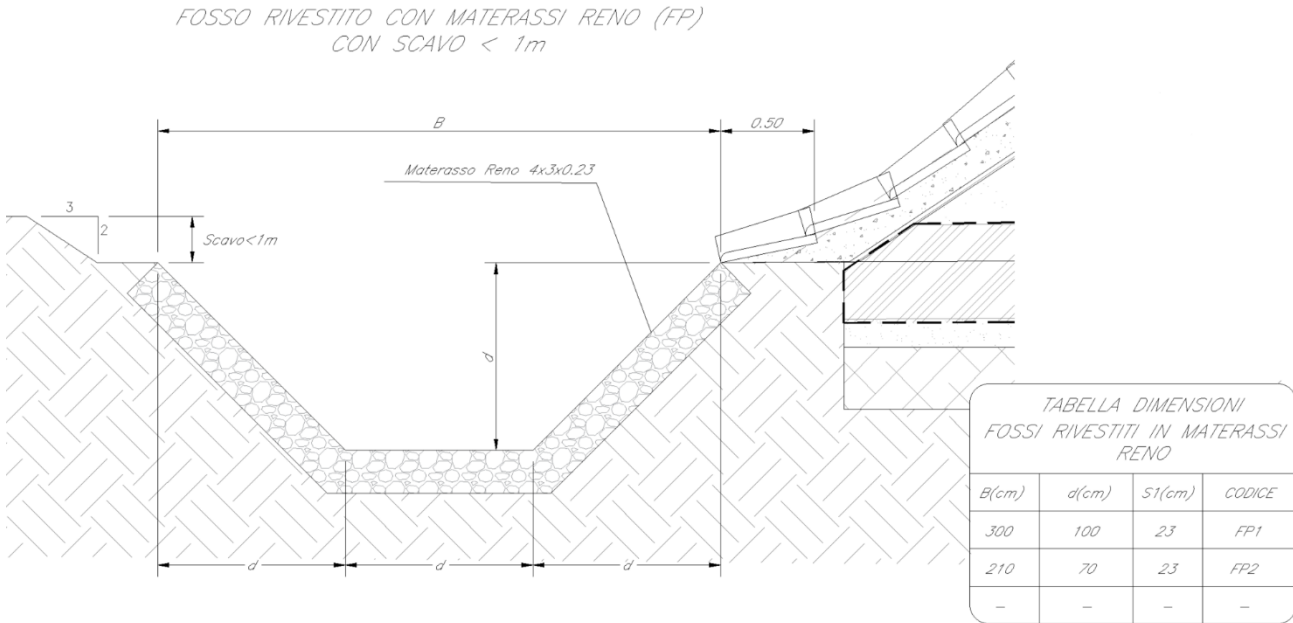


Figura 3.1: Sezione tipologica dei fossi e delle canalette in calcestruzzo utilizzati per realizzare la rete di drenaggio.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0520 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 20</b>



**Figura 3.2: Sezione tipologica di una sistemazione idrografica esistente.**

Lungo l'accesso all'NV05, la viabilità di progetto si sviluppa prevalentemente in mezzacosta e pertanto il sistema di drenaggio è costituito da una serie di embrici con scarico in fosso di guardia nei tratti il ciglio stradale è in rilevato e da una cunetta alla francese, larga un metro, quando il ciglio della carreggiata si trova in scavo rispetto al terreno circostante. Le acque raccolte dalla cunetta vengono quindi scaricate in pozzetti con caditoia e convogliate a recapito tramite tubazioni in PVC.

Il sistema di drenaggio della piattaforma trova recapito in una serie di fossi di guardia rivestiti in calcestruzzo, opportunamente ricavati sul lato di valle della sezione in mezzacosta che hanno la funzione di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche fino al più prossimo canale di scarico delle aree coltivate circostanti, ripristinando il sistema di scarico presente allo stato di fatto. Sul lato di monte delle sezioni in mezzacosta viene realizzato un'intervento di stabilizzazione del pendio mediante la posa di gabbioni in pietrame. A tergo di questi gabbioni vengono posate delle canalette di guardia, di forma rettangolare e rivestite in calcestruzzo, con lo scopo di raccogliere e convogliare le acque scaricate dai terreni a monte della viabilità. Tali canalette hanno pendenza longitudinale definita dall'intervento di stabilizzazione, con scarico in pozzetti in calcestruzzo posizionati in corrispondenza dei minimi altimetrici delle canalette stesse e opportunamente allacciati alla rete di drenaggio di piattaforma. Riguardo agli interventi di drenaggio delle superfici scolanti sul lato di monte della sezione in mezzacosta, si evidenzia l'adeguamento di un fosso di drenaggio della campagna sovrastante la strada di progetto mediante la regolarizzazione della sezione (elemento **NV05-FR2.7**) e il ripristino dell'attraversamento esistente mediante il collettore **NV05-P18-V56**. In corrispondenza dell'intervento di deviazione provvisoria della strada, per consentire la realizzazione dell'Imbocco Grottaminarda lato Napoli, dato che la durata della deviazione è molto breve, si prevede solamente un pozzetto con caditoia posizionato nel punto di minimo del tracciato stradale e che scarica sul lato di valle dell'intervento mediante un collettore in PVC.

## **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.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 20</b>

## 5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'Autorità di Bacino Nazionale del Liri Garigliano Volturno ha elaborato le mappe della pericolosità idraulica nell'ambito della redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) attualmente vigente con alcune integrazioni derivanti da studi disponibili su ulteriori ambiti territoriali e non ancora utilizzati per adozioni di estensioni/varianti dei Piani Stralcio vigenti.

Nello specifico, l'Autorità di Bacino, nell'ambito della redazione del PAI, ha individuato le aree inondabili per Tempo di Ritorno pari a 30, 100 e 300 anni e la delimitazione delle fasce fluviali A, B1, B2, B3, C.

La definizione delle fasce è quella riportate nelle Norme Tecniche del PAI ovvero:

- la Fascia A viene definita come l'alveo di piena che assicura il libero deflusso della piena corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni;
- la Fascia B comprende le aree inondabili dalla piena con periodo di ritorno  $T < 100$  anni. In particolare, sono state considerate tre sottofasce:
  - la sottofascia B1 è quella compresa tra l'alveo di piena e la linea più esterna tra la congiungente l'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=30$  anni e altezza idrica  $h=90$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
  - la sottofascia B2 è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e quello dell'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
  - la sottofascia B3 è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni.
- la Fascia C è quella interessata dalla piena relativa a  $T = 300$  anni o dalla piena storica nettamente superiore alla piena di progetto.

Secondo gli indirizzi Ministeriali, ai fini del processo di equiparazione della classificazione di pericolosità idraulica per l'intero Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, l'Autorità di Bacino ha configurato il passaggio dalle mappe delle fasce fluviali e aree inondabili alle mappe di pericolosità.

L'equiparazione delle fasce fluviali, con le tre classi di pericolosità idraulica, è riportata in Tabella

Fascia	Pericolosità	Descrizione
A	P3	Pericolosità elevata
B1-B2-B3	P2	Pericolosità media
C	P1	Pericolosità bassa

Dalla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica risulta l'assenza di interferenze con le opere di intervento.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 20</b>

Anche con rispetto al Piano di Tutela delle acque, in particolare con l'art. 113, si rileva la compatibilità con le opere di progetto.

## 6 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.

### 6.1 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.

#### 6.1.1 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 " $\varphi$ " 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:

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0520 001	REV. B	FOGLIO 8 di 20

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  $\omega$ :

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

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 udometrico:



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0520 001	REV. B	FOGLIO 9 di 20

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

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

- $a = 47.0 \text{ mm/h}$
- $n = 0.49$

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

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

### Values of $\varphi$ 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: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0520 001	REV. B	FOGLIO 10 di 20

## 6.2 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 varibili sono:

- $Q$ , la portata in  $m^3/s$
- $R$ , il raggio idraulico in metri;
- $\sigma$ , 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. Per la verifica dei tombini si rimanda alla relazione idraulica specifica.

## 6.3 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'interasse massimo ammissibile tra uno scarico e quello successivo.

Assumendo impermeabile ( $\varphi = 0.9$ ) la superficie stradale e calcolando l'intensità di poggia 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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0520 001	REV. B	FOGLIO 11 di 20

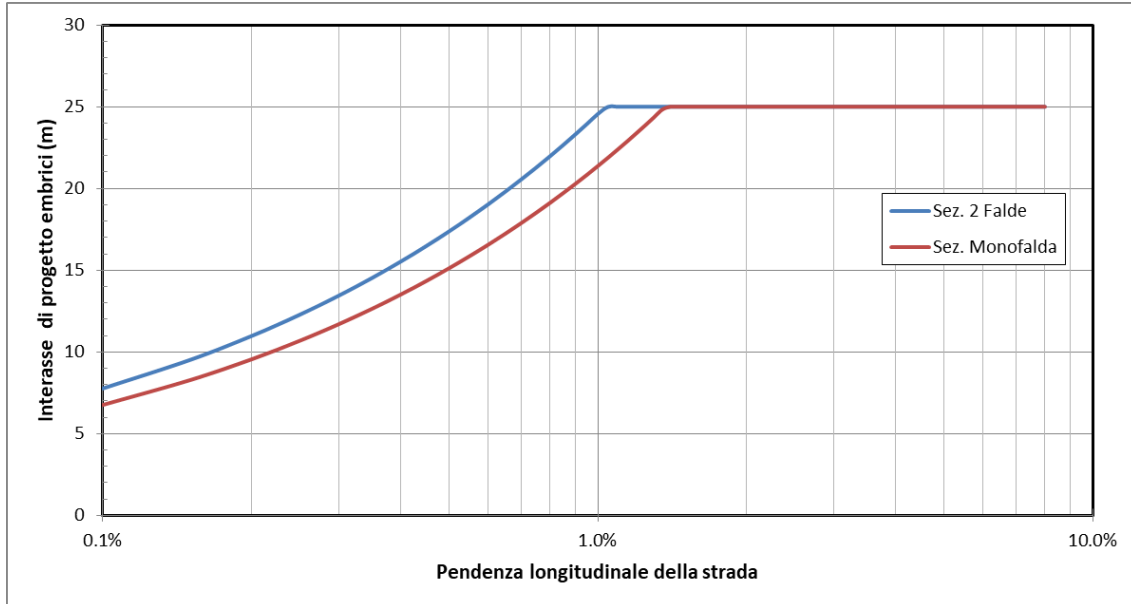


Figura 6.1: interasse massimo di scarico con embrice in rilevato.

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:

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

### 6.3.1 Calcolo interasse 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'interasse 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.

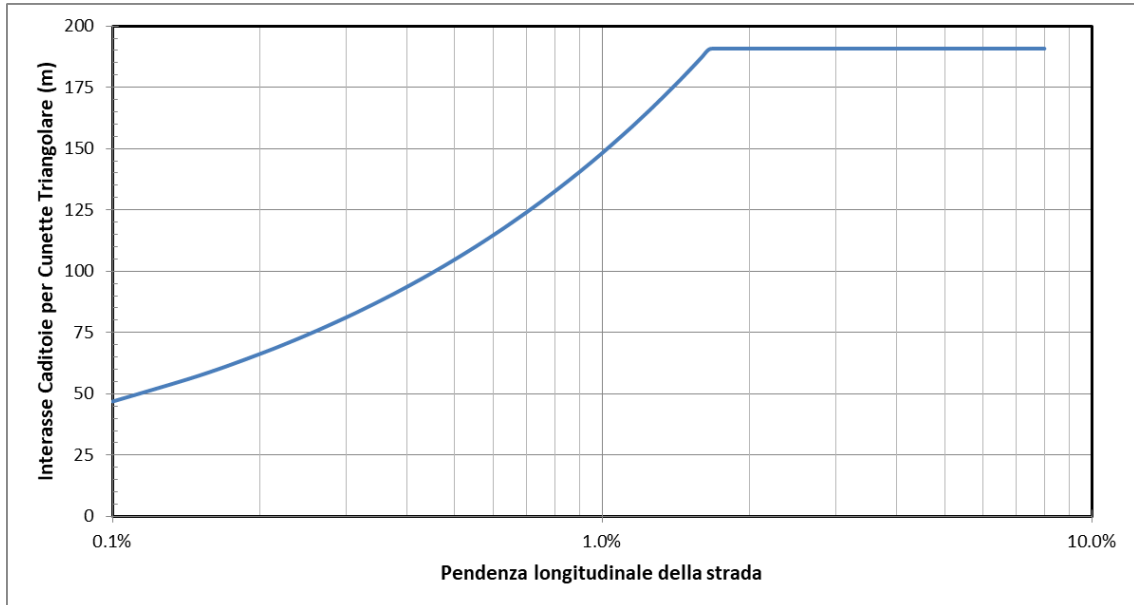
Per il calcolo della portata massima transitante a bordo strada si è utilizzata l'Eq. (13), ponendo come parametro di Strickler il valore di  $K_s = 66.67 \text{ m}^{1/3}/s$ . Assumendo quindi il deflusso in una sezione triangolare, definita  $i_t$  la pendenza trasversale, l'area e il perimetro bagnato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

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

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

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>12 di 20</b>



**Figura 6.2: Interasse massimo per le caditoie di scarico delle cunette triangolari**

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 6.1 si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

### 6.3.2 Dimensionamento delle cunette triangolari

Nei tratti in cui la piattaforma stradale si trova in trincea l'acqua meteorica viene raccolta da una cunetta triangolare e convogliata a bordo carreggiata fino al pozzetto di scarico più vicino in direzione concorde alla pendenza della strada. Utilizzando una cunetta di forma triangolare e assumendo a favore di sicurezza un funzionamento a stramazzo delle caditoie di scarico, il calcolo dell'interasse massimo delle caditoie può essere definito ancora sulla base delle equazioni (15),(16)(17) sostituendo le grandezze relative a banchina allagabile ed embrice con quelle di cunetta e caditoia, rispettivamente. In questo caso si ha quindi che la larghezza allagata in cunetta è pari a 75 cm; la lunghezza di sfioro delle caditoie è ancora 75 cm, mentre il tirante di sfioro coincide con quello presente in cunetta. Calcolando rispettivamente  $Q_c$  con l'Eq. (16) e  $Q_{cad}$  con la (17), l'espressione (18) si può riscrivere per il sistema cunetta/caditoia come segue:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>13 di 20</b>

$$Int = \min\left(\frac{Q_c}{q_p}, \frac{Q_{cad}}{q_p}\right) \quad (19)$$

In Figura 6.2. si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

### 6.3.3 Verifica del collettore di progetto P18-V56

L'interferenza con la linea di deflusso idraulico di drenaggio del versante ha causato la dismissione del tombino esistente al di sotto della viabilità oggetto di sistemazione e la nuova realizzazione di un attraversamento stradale intubato con riconnessione, a valle, al fosso esistente.

Il dimensionamento del collettore di progetto è stato effettuato considerando l'evento con tempo di ritorno di 200 anni ( $a=59,6$  mm/h;  $n=0.45$ ) con l'ausilio dell'applicativo Hydraflow Express Extension per Autodesk Civil 3D che consente di verificare idraulicamente il manufatto secondo il metodo *HDS-5 dell' FHWA (Hydraulic Design of Highway Culverts)*.

Il calcolo del tempo di corrivazione è stato effettuato con la formulazione suggerita dall'università del Maryland, che bene si adatta a bacini di questo tipo.

$$\tau_c = 26,3 \cdot \frac{\left(\frac{L}{K_s}\right)^{0,6}}{j^{0,4} \cdot i^{0,3}}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta principale (m) =440

i = pendenza media della superficie scolante (-) = 0.18

Ks = coeff. Di scabrezza di G.S. ( $m^{1/3}/s$ ) = 5

S = superficie del bacino ( $km^2$ ) = 0.73

Con questi dati il tempo di corrivazione risultante è pari a 0.47ore.

Il calcolo della portata di dimensionamento, considerando un coefficiente di deflusso pari a 0.4 sulla base delle coperture del suolo in sito e della relativa composizione stratigrafica, e utilizzando il metodo cinematico risulta pari a  $0.707 m^3/s$ .

Il grado di riempimento dimostra il rispetto del limite massimo del 70%.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0520 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>14 di 20</b>

## Culvert Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® AutoCAD® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

martedì, mag 26 2020

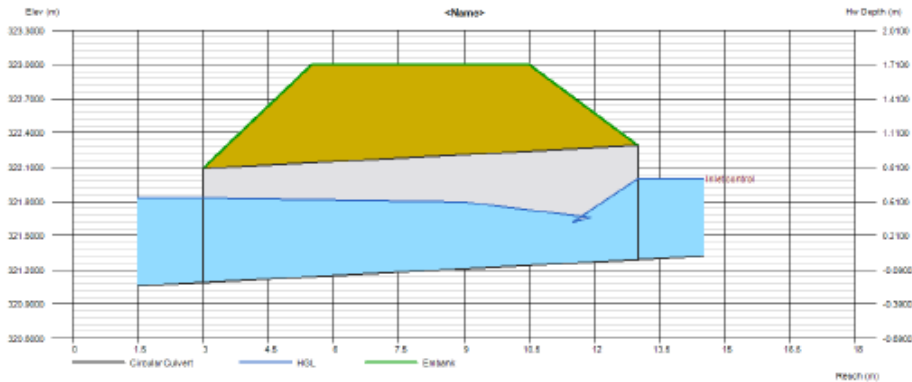
### Circular Culvert

Invert Elev Dn (m) = 321.0900  
 Pipe Length (m) = 10.0000  
 Slope (%) = 2.0003  
 Invert Elev Up (m) = 321.2900  
 Rise (mm) = 1000.0  
 Shape = Circular  
 Span (mm) = 1000.0  
 No. Barrels = 1  
 n-Value = 0.015  
 Culvert Type = Circular Culvert  
 Culvert Entrance = Rough tapered inlet throat  
 Coeff. K,M,c,Y,k = 0.519, 0.64, 0.021, 0.9, 0.5

**Calculations**  
 Qmin (cms) = 0.7070  
 Qmax (cms) = 0.7070  
 Tailwater Elev (m) = (dc+D)/2

**Highlighted**  
 Qtotal (cms) = 0.7070  
 Qpipe (cms) = 0.7070  
 Qovertop (cms) = 0.0000  
 Veloc Dn (m/s) = 1.1365  
 Veloc Up (m/s) = 1.9092  
 HGL Dn (m) = 321.8288  
 HGL Up (m) = 321.7676  
 Hw Elev (m) = 321.9997  
 Hw/D (m) = 0.7097  
 Flow Regime = Inlet Control

**Embankment**  
 Top Elevation (m) = 323.0000  
 Top Width (m) = 5.0000  
 Crest Width (m) = 4.9000



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>15 di 20</b>

## 6.4 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.

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato utilizzando il metodo dell'invaso con la garanzia di un grado di riempimento medio inferiore al 70%.

Il sistema è dimensionato realizzando un coefficiente udometrico in uscita simile all'ante operam.

La rete dovrà avere una configurazione in grado di realizzare un volume d'invaso proprio sufficiente a laminare la portata convogliata, mantenendo quindi dei coefficienti udometrici bassi.

Nel caso in esame, trattandosi di un rifacimento di una viabilità esistente non è presente un cambio di destinazione d'uso del suolo, pertanto le opere di progetto sono sufficienti a garantire l'invarianza idraulica senza ulteriori interventi dedicati.

## 7 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<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>];

φ<sub>medio</sub>=coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

φ=coefficiente di afflusso (-);

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

h= tirante [m]

voc=volume dei piccoli invasi di monte [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

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];

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>NV0520 001</td> <td>B</td> <td>16 di 20</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	NV0520 001	B	16 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RI	NV0520 001	B	16 di 20													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>																		

v0s=volume specifico dei piccoli invasi [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

v0c'monte=volume dei piccoli invasi cumulato di monte [m<sup>3</sup>];

v0c collettore/fosso/canaletta=volume di invaso dei collettori [m<sup>3</sup>];

vo=somma del volume di invaso [m<sup>3</sup>];

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.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0520 001	REV. B	FOGLIO 17 di 20

### Dimensionamento post operam

Tabella 2: Verifica idraulica delle canalette rettangolari

Dimensionamento Canalette Rettangolari																								
DESCRIZIONE	V <sub>in</sub>	V <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	V <sub>0s</sub>	u	Q	B interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> <sup>4</sup> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
NV05-CR1.1	V12	V13	0.000	0.000	1.854	1.854	66.50	0.119	66.67	0.30	0.83	50.00	43.28	80.23	0.30	0.08	27	3.302	61.14	1.854	0	94.306	1.616	CLS
NV05-CR1.2	V23	V22	0.000	0.000	0.158	0.158	57.30	0.112	66.67	0.30	0.83	50.00	42.62	6.74	0.30	0.02	5	1.497	4.88	0.158	0	8.163	0.258	CLS
NV05-CR1.3	V25	V24	0.000	0.000	0.057	0.057	44.70	0.096	66.67	0.30	0.83	50.00	42.20	2.41	0.30	0.01	3	0.891	1.92	0.057	0	2.971	0.121	CLS
NV05-CR1.4	V25	V26	0.000	0.000	0.096	0.096	48.10	0.043	66.67	0.30	0.83	50.00	42.09	4.04	0.30	0.02	5	0.897	1.89	0.096	0	5.011	0.216	CLS
NV05-CR3.5	V31	V32	0.000	0.000	0.109	0.109	19.00	0.026	66.67	0.30	0.90	50.00	42.90	4.69	0.50	0.02	3	0.626	0.86	0.109	0	5.613	0.143	CLS
NV05-CR3.6	V34	V33	0.000	0.000	4.050	4.050	30.50	0.074	66.67	0.30	0.90	50.00	43.69	176.94	0.50	0.11	22	3.217	47.60	4.050	0	204.178	1.678	CLS
NV05-CR1.7	V43	V42	0.000	0.000	0.427	0.427	38.10	0.031	66.67	0.30	0.83	50.00	42.92	18.31	0.30	0.05	16	1.271	7.52	0.427	0	21.879	0.549	CLS
NV05-CR1.8	V43	V44	0.000	0.000	0.166	0.166	38.90	0.014	66.67	0.30	0.83	50.00	42.03	6.97	0.30	0.03	11	0.704	1.99	0.166	0	8.675	0.385	CLS
NV05-CR1.9	V45	V46	0.000	0.000	0.143	0.143	34.90	0.038	66.67	0.30	0.83	50.00	42.70	6.11	0.30	0.02	7	0.970	2.70	0.143	0	7.375	0.220	CLS
NV05-CR1.10	V48	V47	0.000	0.000	0.018	0.018	14.60	0.027	66.67	0.30	0.83	50.00	42.74	0.76	0.30	0.01	2	0.420	0.29	0.018	0	0.911	0.026	CLS

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
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 NV0520 001	REV. B	FOGLIO 18 di 20

Tabella 3: Verifica Idraulica dei collettori

<b>Dimensionamento Collettori</b>																								
DESCRIZIONE	V <sub>in</sub>	V <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	Φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
NV05-P1-V14	P1	V14	0.000	0.000	0.000	0.000	3.00	0.010	80	0.000	0.5	0.00	43.21	80.1	0.377	17.32	46	1.601	13.28	1.854	92.69	94.46	0.150	PVC
NV05-P2-R1	P2	R1	0.030	0.000	0.000	0.030	7.50	0.006	80	0.900	0.5	30.00	602.68	18.0	0.235	10.83	46	0.919	4.98	0.030	0.00	1.04	0.147	PVC
NV05-P3-R2	P3	R2	0.000	0.000	0.000	0.000	7.00	0.020	80	0.000	0.5	0.00	43.53	103.9	0.377	16.57	44	2.200	25.05	2.386	119.12	122.40	0.330	PVC
NV05-P4-P5	P4	P5	0.000	0.000	0.000	0.000	2.50	0.010	80	0.000	0.5	0.00	42.23	6.7	0.235	5.65	24	0.831	3.41	0.158	7.91	8.18	0.020	PVC
NV05-P5-R3	P5	R3	0.024	0.000	0.000	0.024	8.00	0.010	80	0.900	0.5	30.00	71.13	13.0	0.235	8.00	34	0.993	5.54	0.182	7.91	9.05	0.104	PVC
NV05-P6-P7	P6	P7	0.000	0.000	0.000	0.000	1.70	0.010	80	0.000	0.5	0.00	42.10	2.4	0.235	3.53	15	0.586	1.73	0.057	2.85	2.98	0.007	PVC
NV05-P7-R4	P7	R4	0.028	0.000	0.000	0.028	7.00	0.010	80	0.900	0.5	30.00	133.70	11.4	0.235	7.53	32	0.949	5.10	0.085	2.85	3.97	0.084	PVC
NV05-P8-P9	P8	P9	0.000	0.000	0.000	0.000	1.70	0.010	80	0.000	0.5	0.00	42.00	4.0	0.235	4.47	19	0.700	2.44	0.096	4.80	5.02	0.010	PVC
NV05-P9-R5	P9	R5	0.025	0.000	0.000	0.025	7.50	0.010	80	0.900	0.5	30.00	90.33	10.9	0.235	7.30	31	0.946	4.88	0.120	4.80	5.90	0.086	PVC
NV05-P10-P10	P10	P10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.050	80	0.000	0.5	0.00	42.90	4.7	0.377	2.64	7	1.369	4.51	0.109	5.47	5.61	0.000	PVC
NV05-P10-R6	P10	R6	0.000	0.000	0.000	0.000	11.20	0.050	80	0.000	0.5	0.00	42.43	176.5	0.377	17.32	46	3.528	66.38	4.159	207.97	215.67	0.560	PVC
NV05-P11-P12	P11	P12	0.000	0.000	0.000	0.000	1.70	0.010	80	0.000	0.5	0.00	42.86	18.3	0.235	9.65	41	1.088	7.13	0.427	21.33	21.91	0.029	PVC
NV05-P12-P13	P12	P13	0.017	0.000	0.000	0.017	12.00	0.039	80	0.900	0.5	30.00	50.43	22.4	0.235	7.30	31	1.948	19.10	0.444	21.33	22.59	0.138	PVC
NV05-P13-R7	P13	R7	0.005	0.000	0.000	0.005	8.80	0.010	80	0.900	0.5	30.00	52.08	23.4	0.235	11.06	47	1.162	8.53	0.448	21.85	22.91	0.177	PVC
NV05-P14-P15	P14	P15	0.000	0.000	0.000	0.000	1.70	0.010	80	0.000	0.5	0.00	41.96	7.0	0.235	5.89	25	0.818	3.61	0.166	8.29	8.69	0.014	PVC
NV05-P15-R8	P15	R8	0.017	0.000	0.000	0.017	12.00	0.010	80	0.900	0.5	30.00	60.30	11.0	0.235	7.30	31	0.957	4.88	0.182	8.29	9.37	0.138	PVC
NV05-P16-P16	P16	P16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.050	80	0.000	0.5	0.00	42.74	0.8	0.235	1.41	6	0.710	2.24	0.018	0.89	0.91	0.000	PVC
NV05-P16-P17	P16	P17	0.000	0.000	0.000	0.000	1.70	0.010	80	0.000	0.5	0.00	41.39	6.7	0.235	5.65	24	0.829	3.41	0.161	8.04	8.54	0.014	PVC
NV05-P17-R9	P17	R9	0.035	0.000	0.000	0.035	7.30	0.010	80	0.900	0.5	30.00	82.06	16.1	0.235	8.95	38	1.059	6.44	0.196	8.04	9.81	0.111	PVC
NV05dp-P1-R1	P1	R1	0.081	0.000	0.000	0.081	10.00	0.010	80	0.900	0.5	30.00	611.40	49.7	0.377	13.18	36	1.431	9.58	0.081	0.00	2.79	0.361	PVC

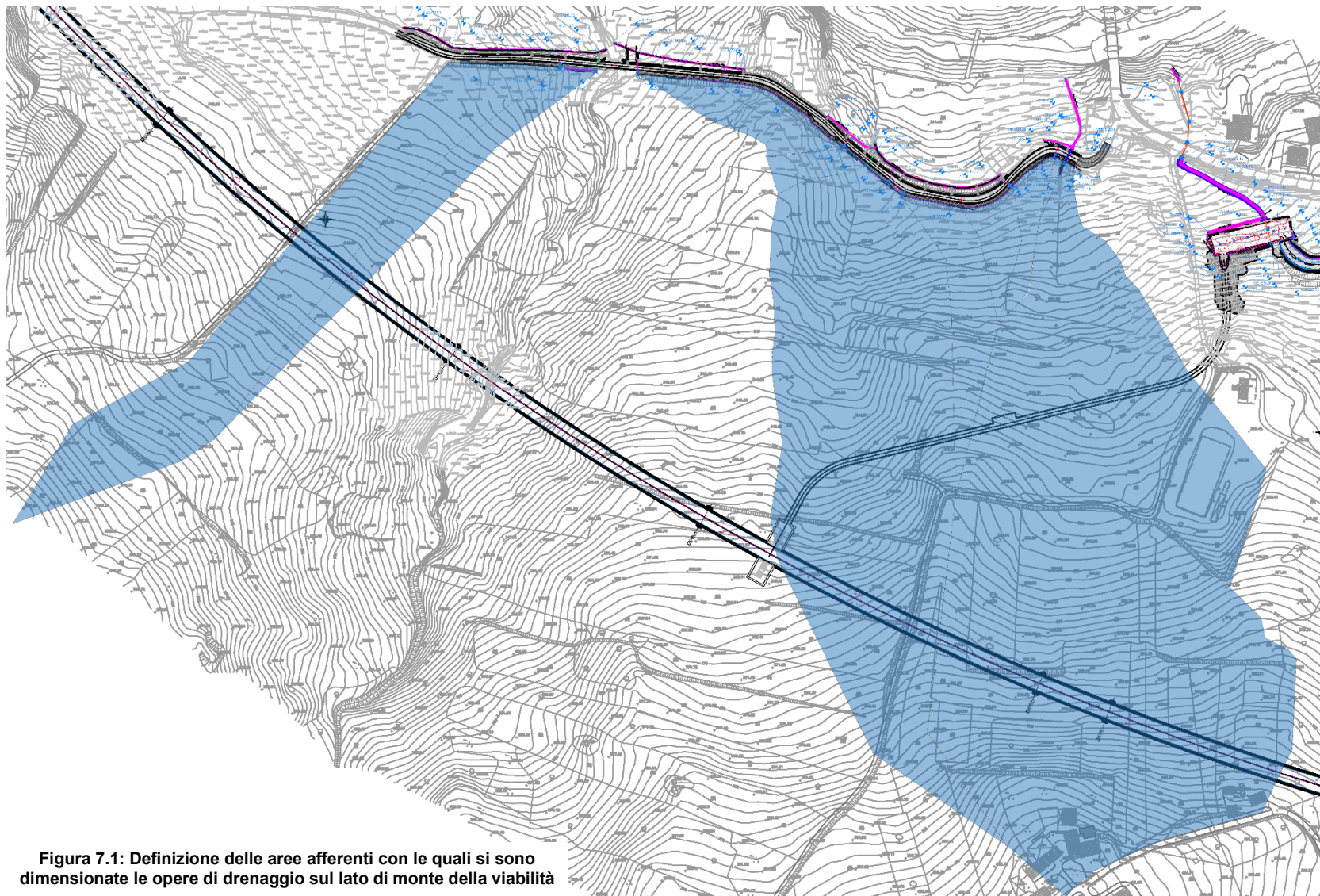
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV0520 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>19 di 20</b>

**Tabella 4: Verifica idraulica dei fossi di guardia**

<b>Dimensionamento Fossi sezione trapezia</b>																								
DESCRIZIONE	V <sub>in</sub>	V <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	V <sub>0s</sub>	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' <sub>monte</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
NV05-FR2.1	V1	V8	0.070	0.021	0.000	0.091	109.00	0.097	67	0.808	0.90	34.60	309.25	28.1	0.500	0.03	6	1.768	9.20	0.091	0.00	4.88	1.733	CLS
NV05-FR2.1	V8	V11	0.017	0.020	0.000	0.037	36.00	0.149	67	0.685	0.90	40.75	254.95	40.3	0.500	0.03	6	2.532	14.17	0.158	4.04	9.91	0.572	CLS
NV05-FR1.2	V14	V15	0.009	0.000	0.523	0.532	22.00	0.112	67	0.310	0.83	49.68	43.66	104.2	0.300	0.08	27	3.375	57.56	2.386	92.69	122.07	0.679	CLS
NV05-FR2.3	V21	V18	0.020	0.018	0.000	0.038	60.00	0.136	67	0.709	0.90	39.55	157.59	19.4	0.500	0.02	4	1.861	7.01	0.123	3.70	6.20	0.624	CLS
NV05-FR2.3	V18	V16	0.010	0.036	0.000	0.046	29.00	0.116	67	0.586	0.90	45.70	95.31	33.4	0.500	0.03	6	2.103	11.00	0.351	13.81	20.21	0.461	CLS
NV05-FR1.4	V27	V30	0.014	0.014	0.000	0.027	38.00	0.078	67	0.700	0.83	40.00	110.68	16.3	0.300	0.03	10	1.650	9.54	0.148	5.53	7.45	0.376	CLS
NV05-FR2.5	V35	V37	0.014	0.032	0.000	0.046	48.00	0.013	67	0.619	0.90	44.07	74.59	17.0	0.500	0.04	8	0.789	1.92	0.228	8.79	12.58	1.037	CLS
NV05-FR2.5	V37	V39	0.009	0.016	0.000	0.025	35.00	0.027	67	0.644	0.90	42.81	55.31	38.8	0.500	0.05	10	1.412	5.40	0.702	32.80	41.70	0.963	CLS
NV05-FR2.5	V39	V41	0.005	0.016	0.000	0.021	12.50	0.090	67	0.588	0.90	45.61	37.31	182.2	0.500	0.09	18	3.431	42.98	4.882	241.85	306.86	0.664	CLS
NV05-FR1.6	V52	V55	0.008	0.005	0.000	0.013	19.00	0.010	67	0.740	0.83	38.00	87.81	18.3	0.300	0.06	20	0.847	3.35	0.208	9.09	10.74	0.410	CLS
NV05-FR2.7	V49	V51	0.000	0.000	7.342	7.342	8.50	0.093	67	0.300	0.90	50.00	43.98	322.9	0.500	0.13	25	4.133	71.26	7.342	0.00	367.76	0.664	CLS
NV05-FR2.7	V56	V60	0.000	0.005	0.000	0.005	51.00	0.185	67	0.500	0.90	50.00	43.65	320.7	0.500	0.10	20	5.344	103.09	7.347	367.10	371.07	3.060	CLS

In Figura 7.1 si rappresentano le aree afferenti considerate per il dimensionamento delle opere di drenaggio sul lato di monte della viabilità in mezzacosta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV0520 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 20</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>						



**Figura 7.1: Definizione delle aree afferenti con le quali si sono dimensionate le opere di drenaggio sul lato di monte della viabilità**