

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
 RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA  
 I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA**

VIABILITA'

Relazione di smaltimento idraulico NV15 (RI61) – NV16

SCALA:

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

IF0G   01   D   11   RI   ID0002   020   A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Grimaldi	Luglio 2017	C. Volpini	Luglio 2017	D. Aprea	Luglio 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Agnelli Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 16392 del 19/11/2017	

File: IF0G01D11RIID0002020A

n. Elab.:

107  
 n. 16392 del 19/11/2017

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	2 di 12

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....	4
3.1 NV15 – PIAZZALE RI61 .....	4
3.2 NV16.....	4
4. VERIFICHE IDRAULICHE.....	6
4.1 INVARIANZA IDRAULICA .....	9
APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE .....	11

Viabilità - Refazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	3 di 12

## 1. **PREMESSA**

La variante oggetto del presente Progetto Definitivo 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:

- a) 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;
- b) Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- c) Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- d) nuova fermata di Apice;
- e) 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 NV15 di collegamento al piazzale di emergenza RI61 e della NV16 di collegamento alla nuova fermata di Apice.

## 2. **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

D.Lgs. N.. 152/2006 - T.U. Ambiente

### 3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

#### 3.1 NV15 – Piazzale RI61

La viabilità in progetto ed il relativo piazzale di emergenza sono realizzati in adiacenza alla sede ferroviaria in corrispondenza dello sbocco della galleria Rocchetta.

Le opere di drenaggio del piazzale e della viabilità in parte sono continuità del sistema di drenaggio ferroviario ed alcuni elementi del sistema sono stati dimensionati come opere ferroviarie.

La viabilità si sviluppa in rilevato- Le acque meteoriche saranno pertanto canalizzate in prossimità dell'arginello al lato della piattaforma dotata di una pendenza trasversale pari al 2,5%.

Le acque ad interasse massimo pari a 15m saranno convogliate in embrici posizionati sulla scarpata del rilevato e, da questi, nei fossi di guardia in terra o in cemento prefabbricati di sezione variabile a seconda delle esigenze. In particolare si utilizzano fossi di sezione trapezia in calcestruzzo con sponde inclinate 1/1 (tipo TRA).

Il recapito del sistema di drenaggio avviene in parte nella deviazione del fosso esistente affluente dell'Ufita ed in parte collegandosi a NORD ad un tombino esistente.

direttamente nell'Ufita o nel F. Ufita attraverso i fossi esistenti intercettati dal rilevato in progetto e attraverso un tombino realizzato in corrispondenza della curva dopo il superamento del viadotto.

Il piazzale si sviluppa a mezza costa. Le canalette rettangolari in testa muro trovano recapito nella deviazione del fosso esistente per il quale è prevista la realizzazione di un tombino sotto il piazzale.

Il drenaggio interno del piazzale, realizzato con caditoie a griglia e tubazione interrata, trova recapito nel suddetto tombino.

Le caditoie sono posizionate ad interasse medio pari a circa 15.00 metri al fine di intercettare un bacino pari a circa 150 mq.

#### 3.2 NV16

La viabilità NV16 si divide in tre assi di progetto.

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	5 di 12

L'asse 1 e 2, nella prima fase, sono propedeutici all'adeguamento della viabilità esistente per la futura realizzazione della nuova fermata di Apice.

In parte le viabilità si sviluppano sull'esistente viabilità andandola ad adeguare.

La sezione è caratterizzata dalla presenza di un marciapiede e pertanto il sistema di drenaggio è costituito da pozzetti grigliati ad interasse 15m realizzati in prossimità del ciglio del marciapiede e da tubazioni interrato che trovano recapito nell'idrografia superficiale costituita da fossi regimati e tombati.

L'asse 3 si snoda verso SUD e dopo aver attraversato il viadotto in progetto si affianca ad esso. L'asse in progetto garantisce l'accesso alla cava limitrofa ed alla SSE in progetto.

Il corpo stradale dell'asse 3 si sviluppa in rilevato. Le acque meteoriche saranno pertanto canalizzate in prossimità dell'arginello al lato della piattaforma dotata di una pendenza trasversale pari al 2,5%.

Le acque ad interasse massimo pari a 15m saranno convogliate in embrici posizionati sulla scarpata del rilevato e, da questi, nei fossi di guardia in terra o in cemento prefabbricati di sezione variabile a seconda delle esigenze. In particolare si utilizzano fossi di sezione trapezia in calcestruzzo con sponde inclinate 1/1 (tipo TRA).

Il recapito del sistema di drenaggio avviene nel F. Calore attraverso i fossi esistenti intercettati dal rilevato in progetto e attraverso un tombino realizzato in corrispondenza della curva dopo il superamento del viadotto.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>Viabilità - Relazione di smaltimento idraulico NV15 (RI61) – NV16</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0G</td> <td>01 D 11</td> <td>RI</td> <td>ID0002 020</td> <td>A</td> <td>6 di 12</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	6 di 12
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	6 di 12								

#### 4. VERIFICHE IDRAULICHE

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

$$p = \varphi * I * A \quad [2]$$

Nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà p\*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\*dt e quello che defluisce è q\*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:

$$p * dt = q * dt + dw \quad [3]$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica della rete di drenaggio 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 [4] 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:

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	7 di 12

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

$$w/\omega = W/\omega = \text{cost} \quad [4]$$

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:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost} \quad [5]$$

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:

$$\frac{dw}{w} = \frac{dq}{q} \quad [6]$$

$$dw = \frac{dq}{q} * W \quad [7]$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{w}{q} * dq \quad [8]$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt} \quad [9]$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo  $\tau$  il tempo necessario per passare da  $q=0$  a  $q=q_{\max}$ , e  $t_r$  il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se  $\tau \leq t_r$ , viceversa se  $\tau > t_r$ , il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo  $\tau = t_r$ , 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  $\tau = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Viabilità - Relazione di smaltimento idraulico NV15 (RI61) – NV16</b>	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 11	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 020	REV. A

$$u = k * \frac{(\varphi * a)^{1/n}}{w^{1/n-1}} \quad [10]$$

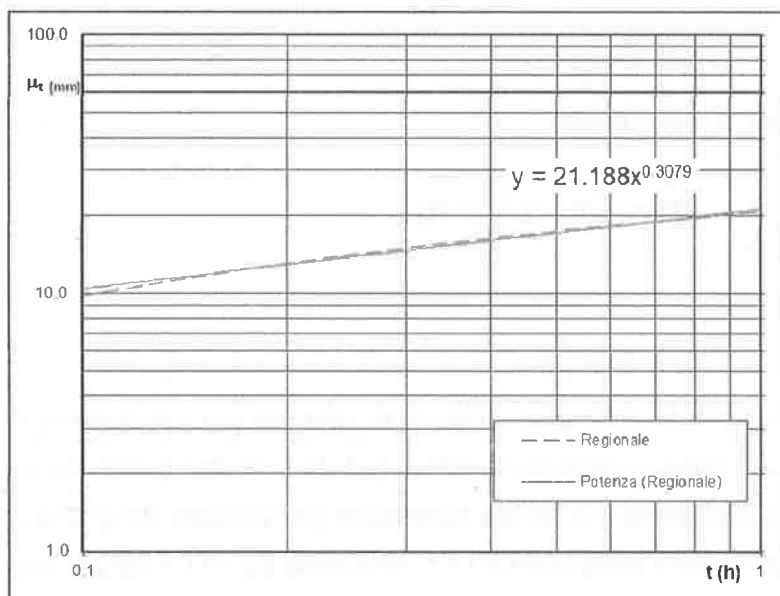
Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in l/s\*ha,  $\varphi$  è il coefficiente di afflusso,  $w$  è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in  $m^3/m^2$ ,  $a$  ed  $n$  sono i coefficienti della curva di probabilità pluviometrica 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·n" [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]

I parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità climatica, con riferimento alla relazione idrologica, sono stati ricavati dall'analisi della parte inferiore all'ora della curva ricavata dallo studio VAPI Campania.

$$a = 21.20 \text{ mm/h}$$

$$n = 0.31$$

$$K_{T25 \text{ anni}} = 1.72$$



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

$$u = 2168 * n * \frac{(\psi * a)^{1/n}}{w^{1/n-1}} \quad [11]$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi=0.90$  per la piattaforma stradale ed i piazzali;



Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	9 di 12

- $\varphi=0.50$  per le scarpate di progetto;
- $\varphi=0.30$  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,  $W1$ ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi,  $W2$ ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata,  $W3$ .

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

La verifica idraulica degli spechi in progetto, è stata effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{Ri} \quad [12]$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V \quad [13]$$

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

$$K = K_s R^{1/6} \quad [14]$$

ottenendo:

$$Q = K_s \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times \sigma \quad [15]$$

dove:

$Q$ , la portata in  $\text{m}^3/\text{s}$

$R$ , il raggio idraulico in metri;

$\sigma$ , la sezione idraulica [ $\text{m}^2$ ];

$i$ , la pendenza [ $\text{m}/\text{m}$ ];

$K_s$ , il coefficiente di scabrezza in  $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ , pari a 80 (tubazione in materiale plastico ed acciaio), 66.67 per le strutture in cls, 35 per le opere rivestite in materassi tipo Reno..

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

#### 4.1 Invarianza idraulica

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	10 di 12

I fossi di guardia del rilevato ferroviario dotati di rivestimento impermeabile in calcestruzzo sono stati dimensionati – utilizzando il metodo dell'invaso– in riferimento a tempi di ritorno centennali, con la garanzia di un grado di riempimento medio inferiore al 70 %.

Il sistema di drenaggio prevede per la maggior parte dei casi lunghi fossati a pendenza bassa che recapitano nell'idrografia superficiale; tale configurazione porta alla realizzazione di un volume di invaso proprio della rete sufficiente a laminare la portata convogliata (coefficienti idrometrici bassi).

L'invaso di laminazione è ottimizzabile mediante l'impiego di setti dotati di "bocca tarata", al fine di garantire una portata effluente sostanzialmente invariante nei confronti del regime idraulico del recettore finale.

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	11 di 12

**APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE**

Viabilità - Relazione di smaltimento  
idraulico NV15 (RI61) – NV16

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 020	A	12 di 12

Tratto	$\Phi_{\text{medio}}$	Sup.Tot.	Pendenza calcolo	Invaso Spec.	U	Qtot	Tipo Canaletta	Tirante	%riemp.	Franco
		(ha)	(m/m)	(m)	(lt/s/ha)	(m <sup>3</sup> /s)	trap. bxh R (rett. bxh) DN (D int. mm)	(m)	(%)	(m)
NV15-01	0.30	0.172	0.0030	0.0055	34.4	0.006	R50	0.034	7%	0.47
NV15-02	0.81	0.460	0.0030	0.0060	674.5	0.310	TR50	0.318	64%	0.18
NV15-03	0.73	0.092	0.0030	0.0071	349.4	0.032	TR30	0.116	39%	0.18
PIAZZALE	0.90	0.085	0.0030	0.0066	775.8	0.066	DN400	0.223	59%	0.15

Tratto	$\Phi_{\text{medio}}$	Sup.Tot.	Pendenza calcolo	Invaso Spec.	U	Qtot	Tipo Canaletta	Tirante	%riemp.	Franco
		(ha)	(m/m)	(m)	(lt/s/ha)	(m <sup>3</sup> /s)	trap. bxh R (rett. bxh) DN (D int. mm)	(m)	(%)	(m)
NV16-01	0.90	0.051	0.0030	0.0093	368.1	0.019	DN315	0.122	41%	0.17
NV16-02/03	0.90	0.105	0.0030	0.0103	292.4	0.031	DN315	0.163	55%	0.13
NV16-04	0.90	0.018	0.0030	0.0076	579.2	0.010	DN315	0.089	30%	0.21
NV16-05	0.90	0.052	0.0030	0.0085	451.9	0.024	DN315	0.138	47%	0.16
NV16-06	0.90	0.091	0.0030	0.0095	350.3	0.032	DN315	0.166	56%	0.13
NV16-07	0.71	0.157	0.0050	0.0081	225.6	0.035	TR30	0.106	35%	0.19
NV16-08	0.35	0.692	0.0050	0.0054	57.9	0.040	TR30	0.114	38%	0.19
NV16-09	0.35	0.895	0.0050	0.0053	60.9	0.055	DN1000	0.131	13%	0.87
NV16-10	0.32	2.217	0.0020	0.0059	36.3	0.080	TR50	0.171	34%	0.33
NV16-11	0.33	2.257	0.0020	0.0054	50.4	0.114	TR50	0.091	18%	0.41
NV16-12	0.33	1.676	0.0050	0.0056	44.0	0.074	TR50	0.124	25%	0.38
NV16-13	0.34	0.739	0.0020	0.0055	50.1	0.037	TR50	0.108	22%	0.39