

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA'

NV10 – VIABILITA' SOSTITUTIVA AL KM9+400

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	NV1000	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

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

<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>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 13</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>
3.1	<b>DEVIAZIONE PROVVISORIA.....</b>	5
3.2	<b>RIPRISTINO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE .....</b>	5
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>6</b>
5.1	<b>METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....</b>	6
5.1.1	<b>METODO DELL'INVASO .....</b>	6
5.2	<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....</b>	9
5.3	<b>DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA .....</b>	9
5.3.1	<b>CALCOLO INTERASSE DEGLI EMBRICI .....</b>	10
5.3.2	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE CUNETTE TRIANGOLARI .....</b>	11
5.4	<b>INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	12
<b>6</b>	<b>APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>12</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 Z Z R I</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 13</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

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

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

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

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

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

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale che dovrà essere adeguata per permettere le fasi di realizzazione dell'imbocco della Galleria Melito 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 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>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 13</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.

Per la NV10 si prevede un duplice intervento in quanto il nuovo imbocco della Galleria Melito lato Napoli crea una importante interferenza con la viabilità esistente, rendendo impossibile mantenere continuativo l'esercizio. Pertanto si prevede inizialmente la realizzazione di una strada provvisoria adiacente l'esistente, su cui spostare temporaneamente il traffico veicolare, e successivamente il ricollocamento della strada in sede attuale.

La viabilità esistente è caratterizzata da forti pendenze e si sviluppa prevalentemente in mezzacosta e rilevato. Allo stato attuale, nel tratto iniziale il drenaggio viene garantito da un mezzotubo posto in testa ad una fila di gabbioni con scarico in un tombino esistente; da tombino esistente in poi è invece presente solamente una cunetta alla

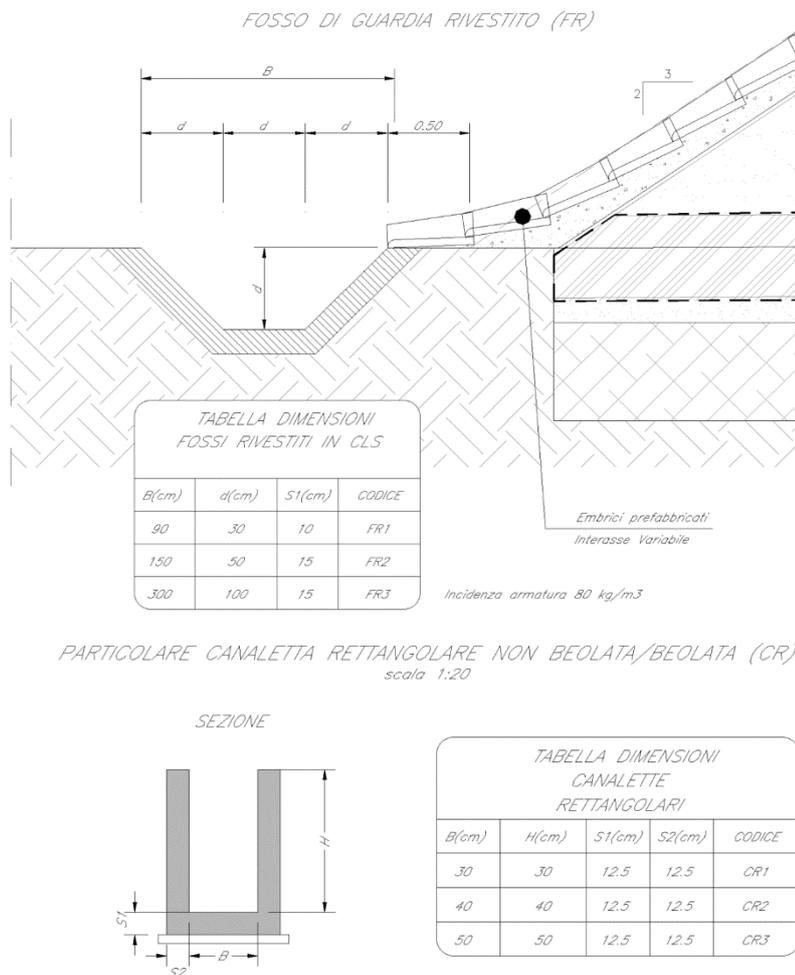
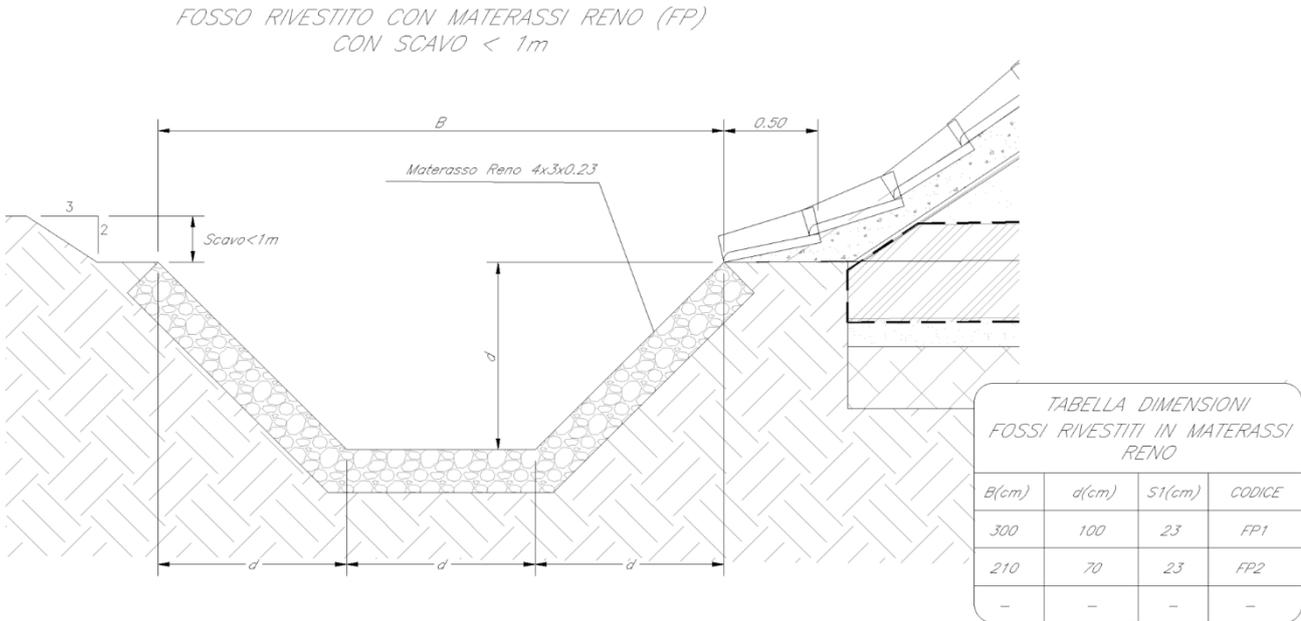


Figura 3.1: Sezione tipologica dei fossi e delle canalette in calcestruzzo utilizzati per realizzare la rete di drenaggio.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI 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>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 13</b>



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

francese nell'internocurva.

### 3.1 DEVIAZIONE PROVVISORIA

Nella prima fase, data la natura temporanea dell'intervento, le opere di drenaggio idraulico prevedono la posa di un collettore che dia continuità al mezzotubo tra l'inizio della deviazione planimetrica ed il tombino esistente. Tale collettore avrà diametro nominale pari a 500 mm, così da garantire la continuità di sezione idrica con il collettore esistente. Sul lato di monte sarà inoltre scavato un fosso naturale per creare un punto di discontinuità tra la campagna circostante e la piattaforma stradale provvisoria.

### 3.2 RIPRISTINO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE

In configurazione finale, la viabilità verrà ripristinata come si presenta attualmente e allo stesso modo si opererà per il sistema di drenaggio. In particolare, nei tratti in rilevato e sul lato di valle dei tratti in mezzacosta si prevede la posa di embrici: nel tratto iniziale questi scaricano sul mezzotubo DN500 ripristinato in testa ai gabbioni esistenti; nel tratto finale lo scarico degli embrici avverrà su una nuova canaletta posta al piede della scarpata di progetto che avrà recapito nella nuova rete di drenaggio del piazzale e delle opere ferroviarie. Lungo il lato destro del tratto finale, verso il lato di monte della sezione in mezzacosta, è viene ripristinato il drenaggio esistente con il getto di una cunetta alla francese in cls.

Trattandosi di un ripristino di una viabilità esistente, non si rendono necessari specifici interventi per il rispetto dell'invarianza idraulica.

<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>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 13</b>

## 4 DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

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

## 5 VERIFICHE IDRAULICHE

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

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

### 5.1 METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

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

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

#### 5.1.1 Metodo dell'invaso

La portata fluviale della rete è calcolata con il metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " $p$ ", mentre " $I$ " indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo. Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con " $\varphi$ " 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: Mandatario 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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 7 di 13

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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 8 di 13

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

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:

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

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

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

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi = 0.90$  per la piattaforma stradale ed i piazzali;
- $\varphi = 0.50$  per le scarpate di progetto;
- per i bacini esterni i valori di  $\varphi$  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: Consorzio 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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 9 di 13

## 5.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

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

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

e l'equazione di continuità

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

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

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

ottenendo:

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

Dove le variabili sono:

- $Q$ , la portata in  $m^3/s$
- $R$ , il raggio idraulico in metri;
- $\sigma$ , 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.

## 5.3 DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA

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

Assumendo impermeabile ( $\varphi = 0.9$ ) la superficie stradale e calcolando l'intensità di pioggia con il metodo cinematico, la portata meteorica generata da una superficie impermeabile è ricavabile dall'Eq.(1), esplicitando l'area afferente pari alla larghezza della piattaforma  $B_p$  avente pendenza trasversale  $i_t$  concorde in direzione della

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci 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: Mandatara ROCKSOIL S.P.A	Mandanti 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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 10 di 13

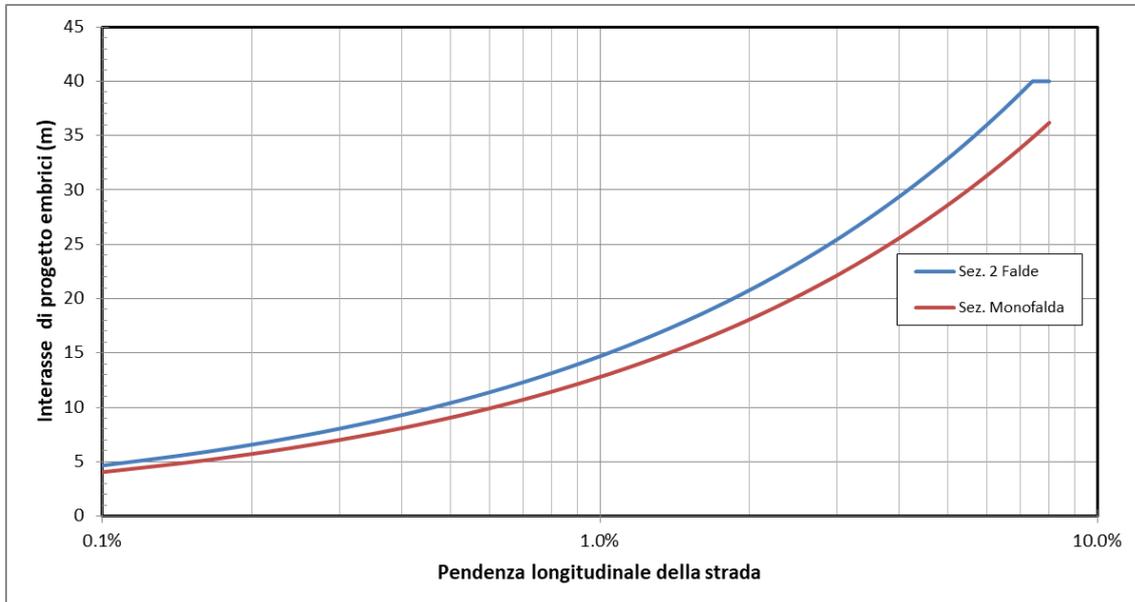


Figura 3: interasse massimo di scarico con embrice in rilevato.

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:

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

### 5.3.1 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:

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

APPALTATORE: Consorzio 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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 11 di 13



Figura 4: Interasse massimo per le caditoie di scarico delle cunette trinagolari

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, ovvero:

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

L'interasse di scarico dipende quindi, oltre che dalla geometria della sezione stradale, anche dalla pendenza longitudinale della viabilità di progetto. In Figura 3 si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

### 5.3.2 Dimensionamento delle cunette triangolari

Utilizzando una cunetta di forma triangolare la lunghezza massima di piattaforma che può essere drenata si può definire ancora sulla base delle equazioni (15) e (16), sostituendo la grandezza della banchina allagabile con quella della cunetta. In questo caso si ha quindi che la larghezza allagata in cunetta è pari a 75 cm. Calcolando  $Q_c$  con l'Eq. (16) l'espressione (18) si può riscrivere per la cunetta come segue:

$$L_{max} = \frac{Q_c}{q_p} \quad (19)$$

<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>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>12 di 13</b>

In Figura 4. si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

## 5.4 INVARIANZA IDRAULICA

Trattandosi di un ripristino di una viabilità esistente, non si rendono necessari specifici interventi per il rispetto dell'invarianza idraulica.

## 6 APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

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

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

L=lunghezza della tubazione [m];

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

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

$\phi_{\text{medio}}$ =coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

$\phi$ =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 [ $m^3ha^{-1}$ ];

u=coefficiente udometrico [l/s ha];

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

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

GR=grado di riempimento di progetto (%);

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

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

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

v0s=volume specifico dei piccoli invasi [ $m^3ha^{-1}$ ];

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: Conorzio 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 NV1000 001	REV. B	FOGLIO 13 di 13

### Dimensionamento post operam

**Tabella 2: Verifica idraulica dei mezzi tubi in cls**

Dimensionamento Mezzi Tubi																								
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) max	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	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-V1-V2	V1	V2	0.061	0.040	0.000	0.101	50.00	0.093	67	0.741	0.5	37.93	372.61	37.6	0.471	6.59	14	2.538	29.18	0.101	0.00	4.57	0.741	CLS

**Tabella 3: Verifica idraulica dei fossi trapezi**

Dimensionamento Fossi Trapezi																								
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) max	v <sub>0s</sub>	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-FI1.1	V2	V3	0.000	0.000	0.000	0.000	6.50	0.031	30	0.000	0.83	0.00	352.85	35.6	0.300	0.10	34	0.868	21.72	0.101	3.83	4.83	0.267	Terra

**Tabella 4: 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) max	v <sub>0s</sub>	u	Q	B interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-CR1.1	V1	V2	0.037	0.012	0.000	0.049	122.00	0.066	66.67	0.80	0.83	35.00	331.28	16.17	0.30	0.03	11	1.633	9.21	0.049	0	2.916	1.208	CLS