

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO CORPO STRADALE GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO
ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO – FRASSO TEESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

FV02 – FERMATA DUGENTA FRASSO TELESINO
RELAZIONE IDRAULICA

SCALA:



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

IF0F 01 D 11 RI FV0202 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	06/2015	E. P. Pini	06/2015	F. Carone	06/2015		

ITALEFER
CORPO STRADALE GEOTECNICA
Dott. Ing. F. CARONE
Ingegnere della Provincia di Roma
CA2 n. 72
06/2015

File: IF0F01D11RIFV0202001A.doc

n. Elab:

934

INDICE

1. PREMESSA	3
2. STUDIO IDROLOGICO	4
1 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO	5
1.1 Generalità	5
1.2 Requisiti prestazionali	5
1.3 Schema di drenaggio	5
1.4 Portate di progetto	6
1.5 Metodologia progettuale	8
1.6 Elementi di raccolta	8
1.6.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta	8
1.6.2 Elemento di margine	9
1.6.3 Caditoie a griglia carrabile	13
1.7 Elementi di convogliamento	17
1.7.1 Dimensionamento degli elementi di convogliamento	17
1.7.2 Collettori circolari in PEad	18

1. PREMESSA

La presente relazione riassume i risultati delle indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idraulico delle aree interessate dal parcheggio e dalle sistemazioni superficiali relative alla fermata DUGENTA FRASSO TELESIMO relativa al tracciato del 1° Lotto funzionale, che prevede la variante della linea storica Roma-Napoli, via Cassino, nel territorio di Maddaloni (nel seguito, per brevità, definito “Shunt di Maddaloni”) ed il proseguo con la tratta Canello – Frasso Telesino.

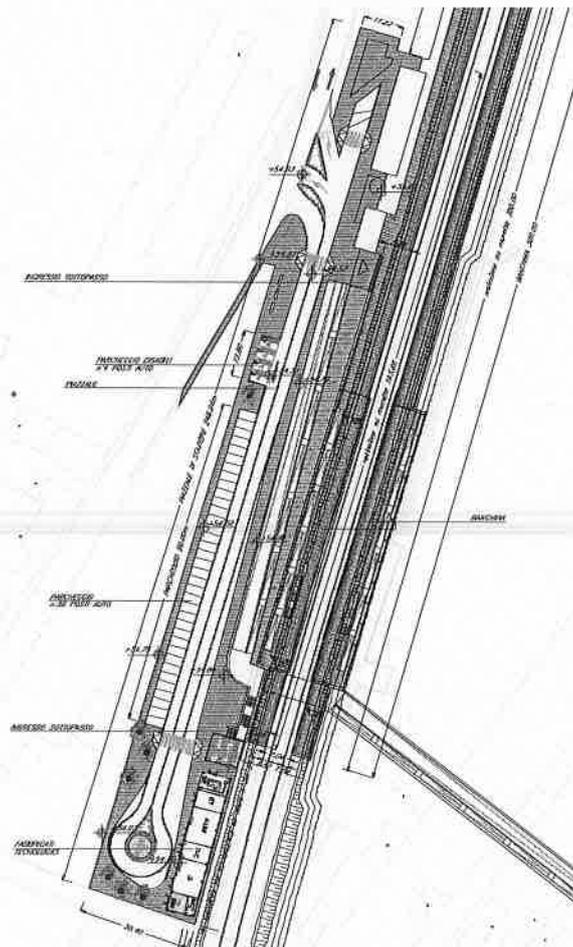


Figura 1 : Stralcio Planimetrico Fermata DUGENTA

L'area oggetto dello studio idraulico, ovvero quella sottesa dal raddoppio della linea ferroviaria, è ubicata nella Regione Campania, tra le province di Caserta e Benevento.

2. STUDIO IDROLOGICO

Per le curve di probabilità pluviometrica, si è fatto riferimento alle risultanze degli studi idrologici riportate nella relazione idrologica (IF0F01D11RIFV0001001A).

Nella seguente tabella si riportano inoltre le equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ($h(t) = a \times T_p^n$), che verranno utilizzate per la determinazione delle portate massime istantanee di piena in funzione del tempo di ritorno (colonne 1 e 2).

La colonna 3 riporta invece le opere in progetto ed il corrispondente T_r (colonna1) così come previsto nel manuale Italferr.

Tempo di ritorno (anni)	$h = a * t^n$ altezza di precipitazione (mm)	Opera di riferimento
(1)	(2)	(3)
25	$47.00 \times T_p^{0.432}$	Viabilità interconnessa

1 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO

1.1 Generalità

Nel presente capitolo si espongono i criteri generali seguiti per il dimensionamento e la verifica dei manufatti preposti al drenaggio delle acque meteoriche delle sistemazioni esterne.

1.2 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

1.3 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito. Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	TR progetto
----------	------------	-----------	-------------

La massima portata al colmo di piena, espressa in m³/s, è calcolata mediante la seguente relazione:

$$Q_{\max} = \frac{\phi \cdot i_c \cdot A}{360}$$

dove:

ϕ è il coefficiente di deflusso,

$i_c = h/t_c$ è l'intensità della precipitazione, in mm/ora, corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione e dipendente dal tempo di ritorno

A è l'area della superficie del bacino espressa in ha.

Il metodo razionale considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata di piena in modo rigoroso sotto le seguenti ipotesi:

- l'intensità di precipitazione è costante per tutta la durata dell'evento meteorico che si considera equivalente al tempo di corrivazione;
- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T_r di quello utilizzato per la determinazione dell'intensità di pioggia;
- il coefficiente di deflusso è costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- la portata è nulla all'istante iniziale;
- il modello di trasformazione afflussi-deflussi è di tipo lineare stazionario.

Il coefficiente di deflusso ϕ rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia efficace ed il volume della pioggia totale e tiene conto in modo globale delle perdite del bacino, poiché non tutto il volume di pioggia arriva nella sezione di chiusura in quanto una parte di pioggia si perde a causa di evaporazione, infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 0.9 per le superfici pavimentate, 0.4 per le aree a verde.

Il tempo di corrivazione t_c è definito come il tempo impiegato dalla goccia, che cade nel punto idraulicamente più lontano del bacino, ad arrivare nella sezione di chiusura dello stesso.

La condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione del bacino relativo a ciascuna sezione di calcolo è stato stimato pari a 10 minuti:

1.5 Metodologia progettuale

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se si considerano gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

1.6 Elementi di raccolta

In questa sezione vengono individuati gli interassi massimi e i passi di scarico degli elementi di drenaggio diretto della superficie stradale. Per ciascun elemento tipologico di margine vengono definite la portata specifica in condizioni di moto uniforme e quindi la portata massima smaltita per le varie condizioni di pendenza longitudinale e trasversale.

Di conseguenza risultano anche definite le curve che descrivono gli interassi massimi tra gli scarichi in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato stradale.

1.6.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

Il dimensionamento consiste nello stabilire l'interasse delle caditoie grigliate. Gli elementi di raccolta previsti sono di tipo discontinuo, ovvero sono degli elementi puntuali.

Gli interassi tra gli elementi si dimensionano calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza, data dalla:

$$q_0 = \phi b i = \phi b a t^{n-1}$$

dove b (m) è la larghezza della falda, ϕ il coefficiente di deflusso, i (mm/h) l'intensità di pioggia.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 0.9 per le superfici pavimentate, 0.4 per le aree a verde.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0):

$$\text{Interasse} = Q_{\max} / q_0$$

1.6.2 Elemento di margine

L'elemento di margine che convoglia longitudinalmente le portate verso le opere di scarico è quello formato in banchina dalla pendenza della piattaforma stradale e dal cordolo del marciapiede.

La portata massima smaltibile dalla banchina in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata in moto uniforme con la legge di Manning, avendo fissato il massimo riempimento della banchina in modo che non venga allagata la piattaforma stradale.

Prima che la portata accumulata su un tratto di strada risulti uguale alla massima portata smaltita per le condizioni di pendenza longitudinale di progetto, è previsto lo scarico delle acque, attraverso delle griglie carrabili, in un sistema di canalizzazione sotto la piattaforma stradale, che avvia le acque ai punti di recapito. Lo scarico avviene attraverso i pozzetti posti ad un interasse costante; dove le condizioni di pendenza risultino particolarmente basse, tali cioè che l'interasse massimo ammissibile per le caditoie, derivante dal calcolo, risulti inferiore a tale valore, verrà utilizzato l'interasse derivato dal calcolo.

La portata massima smaltita dalla banchina è esprimibile attraverso la formula Manning

La portata Q massima ammissibile per le varie pendenze longitudinali j del ciglio di piattaforma è riportata nelle Figura 1.6-2

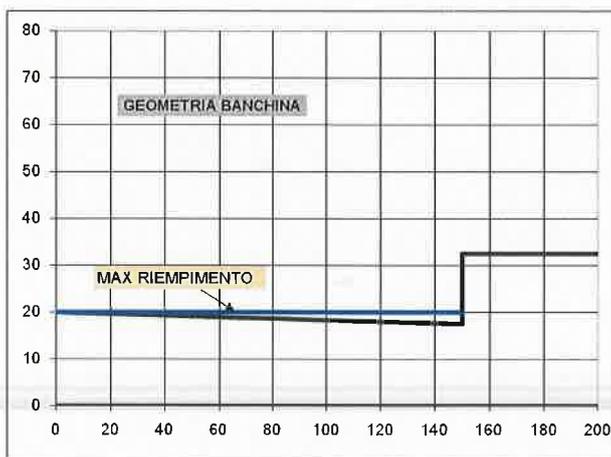


Figura 1.6-1: geometria della banchina



Figura 1.6-2: portate massime smaltite in banchina in funzione della pendenza longitudinale

La portata affluente, misurata in litri/secondo, è stata calcolata secondo le modalità descritte nel paragrafo precedente

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la banchina non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere un pozzetto con griglia carrabile, che consenta di deviare le acque della cunetta nel sottostante tubo collettore.

Gli interassi che si ricavano sono riportati nella Tabella 1-1 e nella Figura 1.6-3

Pendenza	Qmax smaltibile (l/s)	Interasse max contribuito totale (m)
0.001	4	8
0.002	6	11
0.003	7	14
0.004	8	16
0.005	9	17
0.006	10	19
0.007	11	21
0.008	12	22
0.009	13	23
0.010	13	25

0.011	14	26
0.012	15	27
0.013	15	28
0.014	16	29
0.015	16	30
0.016	17	31
0.017	17	32
0.018	18	33
0.019	18	34
0.020	19	35

Tabella 1-1: portate massime smaltite e interassi massimi della banchina per diverse pendenze longitudinali

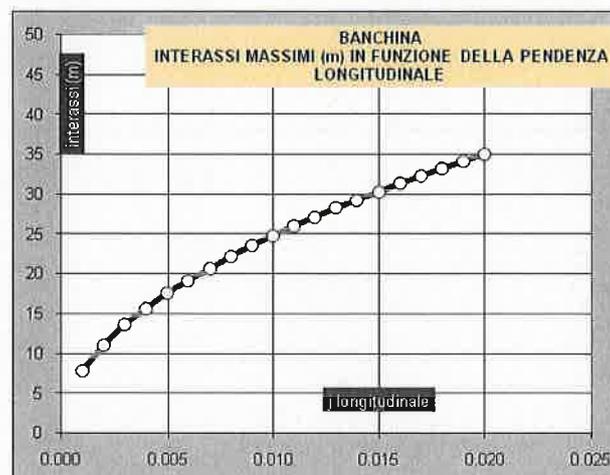


Figura 1.6-3: Banchina interassi massimi in funzione della pendenza longitudinale

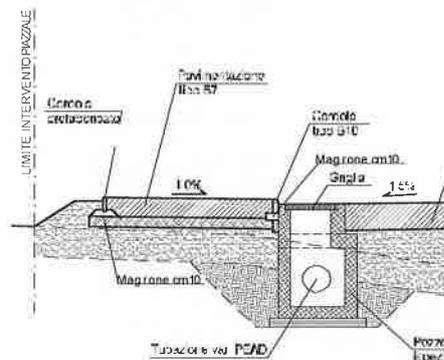
Come si deduce dalle tabelle, se si eccettuano le pendenze più basse, l'interasse ammissibile tra due pozzetti per le pendenze previste in progetto è superiore a 15 metri. Per i tratti meno acclivi si utilizzerà un interasse inferiore desunto dal calcolo avendo però impostato un interasse minimo di 7.5 m e un interasse massimo di 15m.

1.6.3 Caditoie a griglia carrabile

Gli elementi di scarico delle acque convogliate longitudinalmente dalla banchina sono le caditoie

Le caditoie utilizzate nel presente progetto sono del tipo a salto sul fondo.

Le caditoie a salto sul fondo poste in banchina scaricano la portata in un pozzetto alla cui sommità è posta una griglia carrabile le cui barre, per motivi di efficienza idraulica, sono poste in senso longitudinale. A tale disposizione, infatti, corrispondono coefficienti d'efflusso molto più alti di quelli che si riscontrano con barre disposte trasversalmente.



La portata affluente, misurata in litri/secondo, è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q_{MAX} = \frac{(\Phi_1 \cdot LP + \Phi_2 \cdot S) \cdot I \cdot i(25,5')}{3600}$$

dove:

- I = sviluppo massimo assegnabile alla banchina in m (interasse massimo);
- Q_{MAX} = portata massima di smaltimento in l/s;
- LP = larghezza di piattaforma più cunetta in m;
- S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;
- Φ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

- $\Phi_2 =$ coefficiente di deflusso della scarpata = 0.7;

La somma ($\Phi_1 \cdot LP + \Phi_2 \cdot S$) viene definita sezione equivalente e rappresenta l'area efficace contribuente al deflusso per metro lineare.

l'intensità di pioggia è stata così calcolata:

$$i = h / t_c \text{ (mm/h)}$$

dove t_c è il tempo di corrivazione espresso in ore ed h è l'altezza di precipitazione nel periodo pari al tempo di corrivazione, per il calcolo dell'intensità di pioggia si sono utilizzate le curve di probabilità pluviometriche per un tempo di ritorno t_r pari a 25 anni, ovvero:

$$h = 47.00 t^{0.432}$$

valida per tempi di pioggia compresi tra 0 ed 1 h.

Intensità di pioggia			
parametro "n"			0,432
parametro "a"			47.00
altezza di precipitazione	$h_t(T=25)$	mm	16.07
intensità di precipitazione	$i_t(T=25)$	mm/h	192.78

Tabella 1-2: Calcolo dell'intensità di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni

I modi di defluire delle portate catturate da una caditoia sono del tipo a battente.

La formula utilizzata per il calcolo è:

$$Q = CA\sqrt{2gh_0}$$

dove:

h_0 : Carico della luce sotto battente;

A: Area netta della bocca interessata dal deflusso a battente.

Le caditoie a griglia sono state verificate ponendo per il coefficiente C un valore pari 0.67 per il funzionamento a battente.

Caratteristiche geometriche griglia		
Modello	Grigli in ghisa sferoidale D400	
Luce netta	600x600	mm
Telaio	700x700	mm
Peso	57	Kg
Scarico	1410	cm2

Confrontando i valori della portata di progetto con la capacità idraulica della caditoia, per le diverse condizioni geometriche di calcolo, si può notare come gli interassi di scarico imposti apportino un volume d'acqua inferiore alla capacità della caditoia.

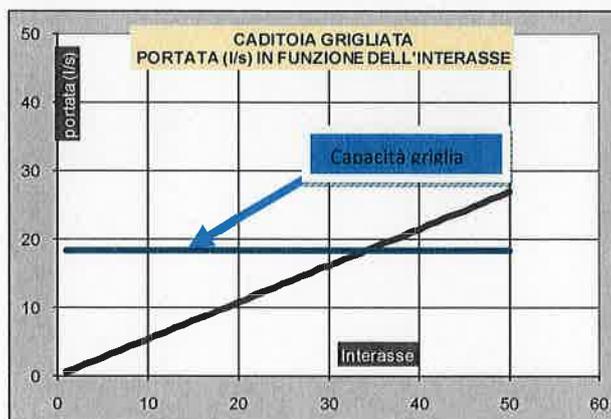


Figura 1.6-4: Caditoia grigliata confronto fra la capacità idraulica e la portata di pioggia in funzione dell'interasse

1.7 Elementi di convogliamento

Il sistema di drenaggio è come già detto funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma, ed alla protezione delle carreggiate dalle acque ad essa afferenti.

Sono quindi individuabili tre parti fondamentali in cui è stato strutturato il sistema generale di drenaggio: esso ottempera alle funzioni di raccolta, trasferimento e recapito delle acque meteoriche.

Fanno parte degli elementi di raccolta che costituiscono il sistema primario le opere descritte nei paragrafi precedenti. Infatti sono elementi continui, longitudinali alla carreggiata o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare la funzione di limitare i tiranti idrici in piattaforma a valori compatibili con la loro transitabilità, garantendo in tal modo la sicurezza dell'infrastruttura.

In questo capitolo si analizzano gli elementi di trasferimento e recapito. Essi rappresentano il sistema secondario ove scaricano gli elementi del sistema primario, garantendo la capacità necessaria per evitare i rigurgiti in piattaforma che andrebbero a compromettere l'aspetto connesso alla sicurezza dell'utenza; con tali elementi si garantisce anche il trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti. Sono costituiti da canalizzazioni realizzate con collettori di diverse dimensioni.

1.7.1 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Gli elementi di convogliamento sono costituiti dai collettori circolari e dai fossi di guardia.

Il dimensionamento viene effettuato ipotizzando che il deflusso all'interno dell'elemento avvenga in condizioni di moto uniforme.

Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono determinate mediante l'applicazione della formula di di Manning:



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	01	D 11 RI	FV 02 02 001	A	18 di 22

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2}$$

con:

Q = portata di progetto [m³/s];

A = sezione idraulica bagnata [m²];

n = coefficiente di Manning (n=0.013 per condotte in PEad);

R = raggio idraulico [m];

i = pendenza di fondo [m/m]

1.7.2 Collettori circolari in PEad

Le condotte sono realizzate in PEad con diametri esterni che vanno dal DE250 al DE500. Sono adatti per condotte interrate non in pressione, sia per tratti di linea che di attraversamento trasversale.

Gli elementi sono posti usualmente ad una distanza verticale minima di 1.0 m, misurata dalla superficie pavimentata alla generatrice superiore della tubazione.

Per il dimensionamento idraulico si è considerato il diametro interno riportato in tabella e un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.0125.

DE	Diametro interno
(mm)	(mm)
250	218

315	272
400	347
500	433
630	546

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata, dove possibile, la pendenza longitudinale stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s tale da consentire alla corrente di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

La verifica della sufficienza idraulica della rete di drenaggio è stata effettuata, per ciascun tratto, sulla base delle massime portate calcolate secondo i criteri enunciati nel precedente capitolo, facendo ricorso alla formulazione cinematica.

A garanzia di funzionalità nel tempo e in accordo alle regole di buona progettazione, si è ammesso un grado di riempimento massimo dei collettori pari a:

- **Gr max = 50%** per **DI ≤ 400 mm**
- **Gr max = 70%** per **DI > 400 mm**

Si è inoltre verificato che la velocità minima del flusso risultasse sempre superiore a quella di autopulizia, onde per evitare il rischio di depositi di trasporto solido ed eventuali intasamenti, e sempre inferiore a 4,3 m/s.

Nelle tabelle che seguono, si riportano: le superfici influenti su ciascun tratto di collettore, con riferimento alle sezioni di progetto; il corrispondente valore della portata, calcolata secondo l'intensità di precipitazione sopra indicata; la pendenza; i tiranti idrici; il grado di riempimento; la velocità. In questa tabella nella prima colonna è indicato il posizionamento dei collettori rispetto alle sezioni stradali, riportate in dettaglio nei relativi profili.



Figura 5 : Stralcio Planimetrico planimetria idraulica Fermata DUGENTA

SEZ	PK	Q _{cc}	Q _{fc}	Dir- collettore	Astrada	Ascarpata	tc	Q ₂₅	DN Collettore	hu	gdr	v
		m slm	m slm		m ²	m ²	minuti	m ³ /s	mm	m	%	m/s
Fermata Dugenta - FV02												
P1		53.72	53.47	↓			10		250			
P2	6.69	53.71	53.46	↓	127		10	0.0011	250	0.01	6	0.15
P3	15.59	53.69	53.44	↓	296		10	0.0025	250	0.05	24	0.35
P4	23.18	53.67	53.42	↓	440		10	0.0037	250	0.07	32	0.41
P5	32.99	53.65	53.40	↓	627		10	0.0052	250	0.08	35	0.43
P6	41.15	53.64	53.39	↓	782		10	0.0065	250	0.09	39	0.46
P7	45.27	53.63	53.38	↓	860		10	0.0072	250	0.09	42	0.47
P8	52.11	53.62	53.37	↓	990		10	0.0083	250	0.10	47	0.50
P9	62.33	53.60	53.28	↓	1'184		10	0.0099	315	0.10	38	0.52
P10	72.28	53.58	53.26	↓	1'373		10	0.0114	315	0.10	38	0.52
P11	82.23	53.56	53.24	↓	1'562		10	0.0130	315	0.12	44	0.56
P12	91.84	53.54	53.22	↓	1'745		10	0.0145	315	0.12	45	0.57
P13	101.86	53.52	53.20	↓	1'935		10	0.0161	315	0.13	48	0.58
P14	108.99	53.50	53.19	↓	2'071		10	0.0173	315	0.14	50	0.59
P15	116.49	53.49	53.09	↓	2'213		10	0.0184	400	0.12	36	0.60
P16	123.99	53.47	53.07	↓	2'356		10	0.0196	400	0.13	37	0.61
P17	131.51	53.46	53.06	↓	2'499		10	0.0208	400	0.13	38	0.62
P18	139.02	53.44	53.04	↓	2'641		10	0.0220	400	0.14	39	0.63
P19	146.52	53.43	53.03	↓	2'784		10	0.0232	400	0.14	40	0.64
P20	154.04	53.41	53.01	↓	2'927		10	0.0244	400	0.14	41	0.64
P21	161.54	53.40	53.00	↓	3'069		10	0.0256	400	0.15	43	0.65
P22	169.04	53.38	52.98	↓	3'212		10	0.0268	400	0.15	44	0.66
P23	176.54	53.37	52.97	↓	3'354		10	0.0280	400	0.15	45	0.67
P24	184.04	53.35	52.95	↓	3'497		10	0.0291	400	0.16	46	0.67
P25	191.18	53.28	52.88	↓	3'632		10	0.0303	400	0.11	31	1.24
P26	201.09	53.18	52.78	↓	3'821		10	0.0318	400	0.11	31	1.25
P27	206.17	53.13	52.73	↓	3'917		10	0.0326	400	0.11	32	1.26
P28	211.20	53.08	52.68	↓	4'013		10	0.0334	400	0.11	32	1.27
P29	218.71	53.01	52.61	↓	4'155		10	0.0346	400	0.11	33	1.28
P30	226.01	52.93	52.53	↓	4'294		10	0.0358	400	0.12	33	1.29
P31	233.35	52.92	52.42	↓	4'434		10	0.0369	500	0.16	38	0.72
P32	244.20	52.90	52.40	↓	4'640		10	0.0387	500	0.17	39	0.72
P33	250.30	52.88	52.38	↓	4'756		10	0.0396	500	0.17	40	0.73
P34	260.23	52.86	52.36	↓	4'944		10	0.0412	500	0.18	40	0.74
FOSSO	263.48	52.86	52.36	↓	5'095		10	0.0425	500	0.18	41	0.74
P35		53.09	52.84	↓			10		250			
P36	7.97	53.07	52.82	↓	48		5	0.0008	250			
P32	14.78	53.06	52.81	↓	89		5	0.0015	250	0.03	12	0.23



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	01	D 11 RI	FV 02 02 001	A	22 di 22

Tabella 1-3: Caratteristiche idrauliche dei collettori