

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.
1° LOTTO FUNZIONALE TELESE - S. LORENZO.

Relazione Idraulica drenaggio piazzali di stazione

SCALA:

-

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

IF0H 12 D 11 RI ID0002 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C.Marson	giugno 2017	E.Elisei	giugno 2017	F.Cerrone	giugno 2017	F.Arduni	giugno 2017

ITALFERR S.p.A.
 Direzione Tecnica
 Infrastrutture Centrali
 Dott. Ing. Fabrizio Arduni
 n. 16342-001-A

INDICE

1.	OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
1.1	INTRODUZIONE.....	6
2.	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE.....	7
3.	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	9
3.1	IL METODO DELL'INVASO.....	9
3.1.1	<i>Sezioni chiuse</i>	12
3.1.2	<i>Sezioni aperte</i>	14
3.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	16
4.	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	17
4.1	CONDOTTE DI DRENAGGIO	18
5.	DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO DELLE STAZIONI DI PROGETTO	19
5.1	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI AMOROSI	19
5.2	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI TELESE	20
5.3	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI SOLOPACA.....	21
5.4	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI SAN LORENZO MAGGIORE	22
5.5	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI PONTE CASALDUNI.....	23
6.	APPENDICE: FOGLI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	25
6.1	STAZIONE DI AMOROSI	25
6.2	STAZIONE DI TELESE.....	26
6.3	STAZIONE DI SOLOPACA	27
6.4	STAZIONE DI SAN LORENZO MAGGIORE	27
6.5	STAZIONE DI PONTE CASALDUNI	27

1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'intervento complessivo relativo alla tratta "Cancello – Benevento" è suddiviso in due lotti: il primo lotto, fra Cancello e Frasso Telesino, e il secondo lotto tra Frasso Telesino e Vitulano (BN).

Il secondo lotto "Frasso Telesino-Vitulano, oggetto della presente relazione, ha inizio al km 143+200 della LS (km16+500 di progetto in relazione alle chilometriche del I lotto Funzionale Cancello-Frasso) dopo il PC/Fermata di Frasso Telesino e termina al km 108+030 LS (km 46+887 di progetto) prima dell'impianto di Vitulano. La tratta Vitulano – Benevento è già raddoppiata ed è in esercizio.

Il tracciato di variante si estende per 30,387 km con una velocità di tracciato di 180 km/h, tranne che per due tratti a 160 km/h rispettivamente di circa 1.7 km nella zona di Amorosi e di circa 300 m prima dell'allaccio alla Linea Storica lato Vitulano, mentre nella tratta compresa tra le fermate di Solopaca e S. Lorenzo Maggiore la velocità di tracciato è innalzata a 200 km/h.

In sintesi l'intervento è composto da:

- il raddoppio del binario in parte in affiancamento, in parte in variante;
- la nuova fermata di Amorosi comprensiva di due marciapiedi da m 300 con sottopassaggio pedonale;
 - la nuova stazione di Teleso dotata di due marciapiedi da m 400 con sottopassaggio e modulo di 750m, comprensiva di quattro comunicazioni P/D a 60km/h;
 - due binari di precedenza con itinerari in deviata a 60 km/h;
 - modulo di stazione a 750 m;
- la nuova fermata di Solopaca comprensiva di due marciapiedi da m 300 con sottopassaggio;
- la nuova fermata di San Lorenzo Maggiore marciapiedi da m 300 e sottopassaggio;
- il nuovo PC di San Lorenzo Maggiore con comunicazioni a 60 km/h;
- la nuova fermata di Ponte Casalduni comprensiva di due marciapiedi da 300m con sottopassaggio.

Con Ordinanza n. 5 dell'11 marzo 2015, il Commissario ha approvato il Programma generale delle attività da porre in essere per ciascun intervento inserito nei "Progetti Sblocca Italia", fra i quali rientra il progetto della Frasso –Vitulano.

Il Progetto Preliminare della Tratta Frasso Vitulano è stato approvato con Ordinanza n. 25 del 29 ottobre 2016.. Tale Ordinanza definisce che la realizzazione dell'opera dovrà essere pianificata sulla base della disponibilità finanziaria, con la conseguente necessità di suddividere l'intervento in lotti funzionali (sub lotti)

Dall'analisi di tracciato e in funzione delle fasi di esercizio, è stata quindi analizzata la suddivisione dell'intervento in 3 lotti funzionali in relazione ai tratti in cui l'infrastruttura dialoga con gli impianti esistenti di Telesse e San Lorenzo:

- Sublotto 1 (circa 10 km): dal km 19+000 fino all'impianto di Telesse al km 26+490;
- Sublotto 2 (circa 10,5 km): da Telesse fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 37+500);
- Sublotto 3 (circa 9 km): dall'impianto del PC di San Lorenzo fino a fine intervento (km 46+500 coincidente con il km 108+500 LS).

Questo progetto rispetta le indicazioni contenute nel Progetto Preliminare, a meno di alcune modifiche di miglioramento progettuale e/o modifica dei dati di base:

- Dal km 16+500 al km 18+100 modeste variazioni planoaltimetriche nella tratta in stretto affiancamento alla sede attuale anche per l'inserimento di un nuovo sottopasso stradale al km 17+750;
- Modifica planoaltimetrica dal km 20+500 al km 24+200 in corrispondenza della nuova Fermata di Amorosi;
- Modifica planimetrica dal km 24+200 al 26+200 per inserimento di una seconda comunicazione pari/dispari, lato Napoli, per la stazione di Telesse nonché per adeguamento progettuale del Ponte sul Torrente Portella;
- Modesta variazione di tracciato per inserimento dello stesso in posizione centrale al viadotto della variante stradale della Via turistica del Lago di Telesse e per l'inserimento di una nuova comunicazione estrema per la stazione di Telesse, lato Benevento;
- Eliminazione del fascio manutenzione in stazione di Telesse;
- Varianti planoaltimetriche tra le progressive il km 31+050 ed il km 37+070 per:
 - l'innalzamento della velocità di tracciato da 180 a 200 km/h,

- permettere una maggior “permeabilità” tra le aree a monte ed a valle della ferrovia in Comune di Guarda Sanframondi,
 - spostamento verso nord del tracciato nella Galleria S. Lorenzo Maggiore per aumentare il ricoprimento della galleria nel punto di sottopasso del Torrente lanare,
 - alzare la livelletta in corrispondenza del Vallone La Cerasa,
- Variazione planimetrica tra le progressive km 37+600 e km 39+150 per realizzare in una unica fase i nuovi ponti sul Vallone Fornace e sul Burrone Martello;
- Spostamento della comunicazione, già prevista al km 37+093, al km 38+236;
- Variazione planimetrica in corrispondenza del cimitero di Casalduni per allontanare il tracciato dei binari dal confine cimiteriale;
- Modifica del tracciato in corrispondenza della Fermata di Casalduni per ridurre la sopraelevazione dei binari in corrispondenza dei marciapiedi;
- Varianti planoaltimetriche tra le progressive il km 42+700 ed il km 46++372 per:
- aumentare la distanza, alla progressiva 43+300, da un fabbricato di civile abitazione e nel contempo aumentare la quota di passaggio sul Torrente Reventa,
 - abbassamento della quota del piano del ferro in corrispondenza del passaggio, in Galleria Le Forche, al di sotto di una frana quiescente al km 47+500 circa,
 - rialzamento della quota del piano del ferro in corrispondenza del Vallone Fangara per aumento del franco idraulico.

1.1 INTRODUZIONE

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma dei nuovi piazzali di stazione connessi al nuovo tracciato ferroviario del 2° Lotto funzionale della linea Canello – Benevento, nella tratta tra Frasso Telesino e Vitulano.

Le stazioni legate al presente progetto sono:

- Fermata Amorosi alla pk 21+950.45
- Stazione Telese alla pk 26+397.06
- Fermata Solopaca alla pk 30+949.75
- Fermata S. Lorenzo alla pk 37+435.00
- Fermata Ponte Casalduini alla pk 41+578.00

Di seguito si riporta un'immagine della posizione delle stazioni lungo il tracciato di progetto.

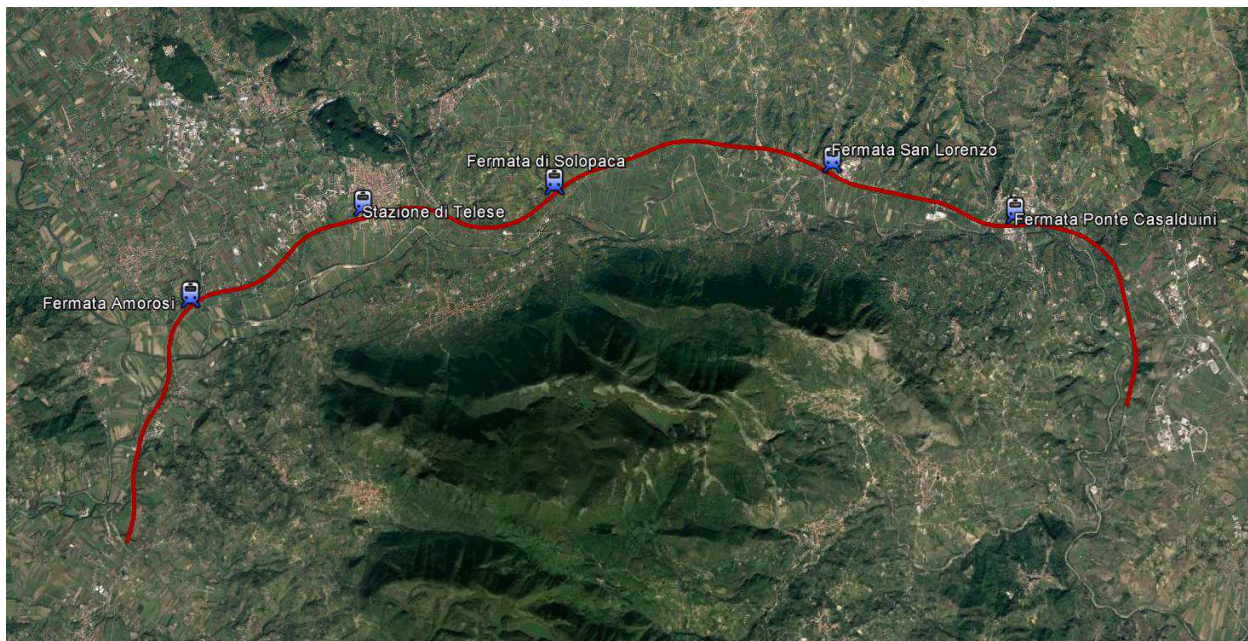


Figura 1: Posizione delle stazioni lungo il tracciato di progetto.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici per il dimensionamento dei manufatti e, successivamente, il dimensionamento idraulico degli stessi.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI/Italferr in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 25 anni) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

2. ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, utilizzando le curve di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno pari a 25 anni.

I parametri caratteristici delle curve sono ottenuti a partire dai dati di precipitazione della zona pluviometrica omogenea in cui ricadono le stazioni di progetto (si veda a questo proposito la relazione idrologica IF0H02D09RIID0001001A).



Figura 2: Tracciato ferroviario, stazioni e suddivisione in sottozone pluviometriche – Progetto VAPI.

Come risulta evidente dalla Figura 2, le stazioni di progetto ricadono tutte nell'area pluviometrica omogenea "A3". Dai parametri delle statistiche pluviometriche caratteristiche di questa zona si è calcolata la curva di probabilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori l'ora per l'analisi del drenaggio delle stazioni.

Il legame funzionale tra l'altezza h_t della precipitazione e la sua durata t per un determinato tempo di ritorno (T_r) è espressa mediante una equazione del tipo:

$$h_{t,T_r} = a t^n$$

dove:

a = altezza di precipitazione oraria in mm.

t = tempo di pioggia in ore

Nella seguente tabella si mostrano i dati di precipitazione ricavati dalle curve di intensità pluviometrica della zone omogenea "A3" e quelli ottenuti dall'equazione di progetto. Si specifica che la curva di intensità pluviometrica è relativa all'altitudine media del tracciato ferroviario di progetto (78 m s.m.m.).

Per tempo di ritorno di 25 anni		
Intensità A3 VAPI (z=78 m s.m.m.)		Equazione di progetto
Tempo h	I mm/h	$a t^{n-1}$ mm/h
0.1	119.86	122.97
0.2	88.43	86.35
0.3	71.31	70.22
0.4	60.36	60.64
0.5	52.69	54.11

Tabella 1: Curva di intensità pluviometrica dell'area pluviometrica omogenea A3.

Nella seguente tabella si riporta l'equazione monomia di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ($h(t) = a t^n$), da utilizzare ai fini della determinazione delle portate di progetto in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma delle stazioni.

Tempo di ritorno (anni)	Equazione di progetto $h_{t,Tr} = a t^n$
25	$38 t^{0.49}$

Tabella 2: Curve di possibilità pluviometrica per il calcolo del drenaggio di piattaforma.

3. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

La verifica idraulica delle canalette e delle condotte per lo smaltimento delle acque meteoriche dei piazzali è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

3.1 Il metodo dell'invaso

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante S sia solcata da un collettore avente sezione d'area A e pendenza i (Figura 3).

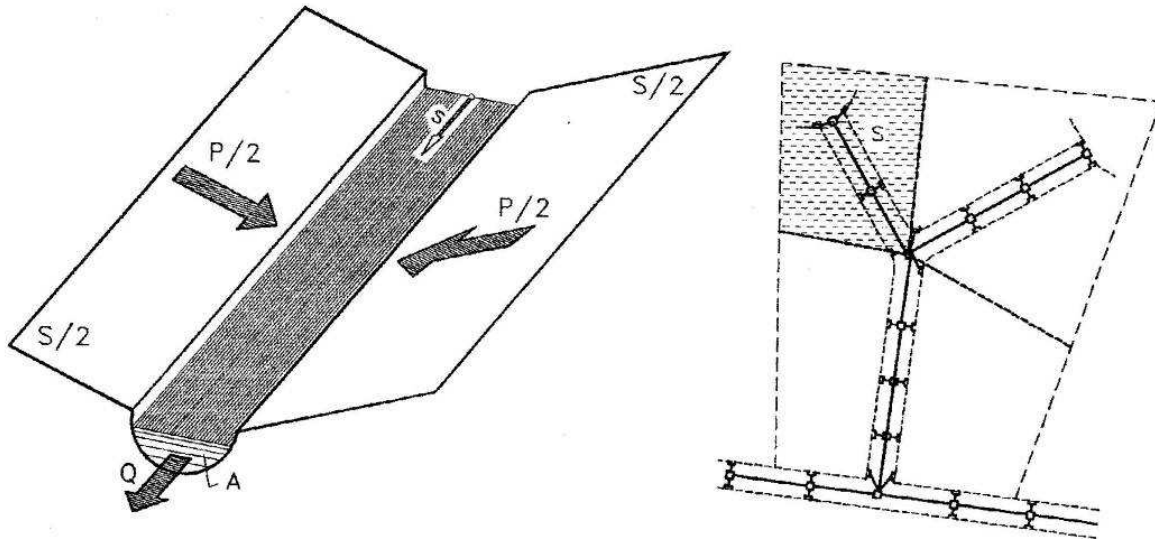


Figura 3: Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

- $p = \varphi j S$, con $j = a t^{\alpha-1}$ intensità di pioggia costante sulla durata τ della precipitazione;
- V = volume invasato a monte della sezione di chiusura;
- Q = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra Q e t ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento t_r del collettore, cioè il tempo necessario per passare da $Q = 0$ a $Q = Q_0$, essendo Q_0 il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra τ e t_r si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se $t_r < \tau$;
- corretto se $t_r \geq \tau$.

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:

- K_s = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;
- R_H = raggio idraulico;
- i = pendenza del canale.

Dall'identità $Q = Av$ si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume V in funzione della variabile Q . Il problema è trattato assumendo che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti V_0 e A_0 rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p - Q} dQ$$

3.1.1 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.0$ (Figura 4).

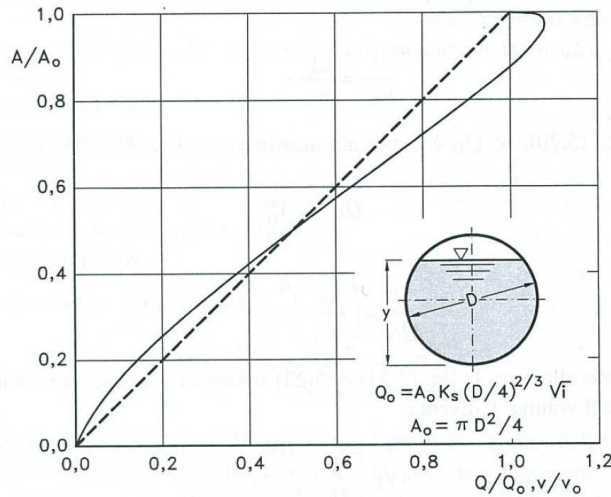


Figura 4: Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo $t_2 - t_1$ dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per $t_1=0$ e $Q_1=0$, si ha il tempo di riempimento t_r necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q_0 :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_2} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con } \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione $h = a r^n$, per una prefissata intensità $j = a r^{n-1}$, si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione $t_r = \tau$ dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che $u = Q_0 / S$,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)},$$

dalla quale, definito $v_0 = V_0 / S$ come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione $du / d\varepsilon = 0$ consente di calcolare il valore di $\varepsilon = p / Q_0$ relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di n , il desiderato valore di ε :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo v_0 in m^3/ha , S in ha , a in mm/ora^n e u in $l/s ha$ si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278\varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left(\frac{10\varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo (a e n), direttamente e nel parametro ε , e allo stato della superficie scolante (φ), l'equazione diventa:

$$u = \left(\frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico v_0 , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

3.1.2 Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.5$.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra t_1 e q_1 , effettuando uno sviluppo in serie della funzione z (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_{\alpha}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per $z < 1$.

In particolare, per $t_1 = 0$, $z_1 = 0$ (cioè $Q_1 = 0$) e $z_2 = Q_0/p$, si ottiene il tempo di riempimento t_r :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left(\frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_{\alpha}(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_{\alpha}(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_{\alpha}(z)$$

I valori della funzione $\zeta_{\alpha}(z)$ sono stati riassunti in Tabella 3 al variare di α .

z	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0,10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0,20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0,30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0,40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0,50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0,60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0,70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0,75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0,80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0,84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0,87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0,90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0,92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0,94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0,96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0,98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

Tabella 3: Valori di **Errore**. **Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo**. in funzione di α .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ($\tau = t_r$), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_{\alpha}(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico $v_0 = V_0/S$ cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione $du/dz=0$ (essendo z l'unica variabile), quale sia il valore di z (dipendente dall'intensità di precipitazione j) che rende massimo il coefficiente udometrico u . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di z di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di z :

$$z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1\alpha + \lambda_2)n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico. Esprimendo $[a]=$ metri \cdot giorni⁻ⁿ e $[v_0]=$ metri, e il coefficiente udometrico $[u]=$ litri \cdot secondo \cdot ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

3.2 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque meteoriche dei piazzali è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ($t_r = t_p$).

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma $W_p = 0.003$ m;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma $\varphi_p = 0.9$;

- Coefficiente di scabrezza di Manning delle condotte in PVC $n_M = 0.0125 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$;
- Larghezza piattaforma $L = \text{variabile}$.

La portata lungo la condotta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

- dove:
- n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [$\text{m}^{-1/3} \text{ s}$];
 - A – area bagnata [m^2];
 - R_h – raggio idraulico [m];
 - i – pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

4. COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Sui piazzali delle stazioni è previsto un sistema di drenaggio con raccolta puntuale delle acque, costituito da caditoie grigliate e da caditoie a bocca di lupo disposte ogni 15 m e afferenti alla condotta principale mediante condotte di connessione in PVC.

Il deflusso meteorico dei piazzali delle stazioni sono intercettate mediante caditoie grigliate e caditoie a bocca di lupo posizionate a bordo strada. In corrispondenza dell'ingresso alle stazioni di Telese e di Solopaca è previsto l'impluvio in corrispondenza della mezzeria stradale e dunque la raccolta delle acque viene affidato al pozzetto stesso, posizionato in centro strada, che viene dotato di un chiusino grigliato.

I pozzetti sono prefabbricati, realizzati in calcestruzzo e dotati di chiusini in ghisa sferoidale classe UNI EN 124 D400.

Le caditoie a griglia e quelle a bocca di lupo sono dotate di griglia in ghisa carrabile di classe D400 e scaricano il deflusso in condotte PVC DN 200 afferenti, a loro volta, alla condotta principale.

4.1 Condotte di drenaggio

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste a bordo strada o al di sotto dei piazzali sono delle condotte in PVC di diametro variabile da un minimo di DN 315 ad un massimo di DN 630 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m²). In generale sono posati sotto il marciapiede o al centro della carreggiata.

Per le condotte disposte al di sotto dei piazzali carrabili, gli spessori di ricoprimento minimi sono pari ad 0.8 m. Le condotte disposte al di sotto dei piazzali pedonali hanno ricoprimenti inferiori. Per tutte le condotte è previsto un rinfiacco in sabbia o in pietrisco con granulometria massima pari a 10 mm.

I collettori sono ispezionabili mediante i pozzetti d'ispezione in calcestruzzo disposti con un interasse massimo pari a 60 m. L'interasse può essere ridotto in particolari casi, ad esempio, in corrispondenza di curve planimetriche particolarmente accentuate nelle quali si è ritenuto opportuno disporre i pozzetti d'ispezione con un interasse inferiore onde evitare di posare le condotte con una curvatura incompatibile con le loro caratteristiche strutturali con conseguente riduzione della tenuta idraulica.

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma dei piazzali della stazione e della viabilità connessa è stato eseguito mediante l'utilizzo del metodo dell'invaso i cui fondamenti teorici sono stati precedentemente esposti.

La verifica eseguita è volta a rispettare le seguenti condizioni:

- $A_{rid} / A_c < 0,70$ il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 70%.
- $0,60 < v_{eff} < 5,00$ m/s al fine di preservare l'integrità delle tubazioni aumentandone di fatto la durabilità.

Nell'appendice del presente documento sono riportate le tabelle di verifica dei rami principali delle reti di drenaggio.

Le tabelle di verifica sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la progressiva del tratto, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE TELESE - S. LORENZO.					
	RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIAZZALI DI STAZIONE	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 11	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

Tabella 4: Intestazione delle tabelle di verifica dei manufatti.

5. DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO DELLE STAZIONI DI PROGETTO

Nei capitoli seguenti si riporta una descrizione dei sistemi di drenaggio di piattaforma dei piazzali delle stazioni progetto.

5.1 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI AMOROSI

Il sistema di drenaggio della stazione di Amorosi prevede tre linee di condotte, distinte in questo modo (Figura 5):

- una linea principale (A-01 – A-09) disposta al di sotto della mezzeria della viabilità della stazione che raccoglie gli scarichi delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede e gli scarichi delle caditoie e i pluviali disposti sul piazzale pedonale della stazione;
- una seconda linea principale (A-05 – A-09) disposta al di sotto della mezzeria della viabilità della stazione che raccoglie gli scarichi delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede;
- la condotta di scarico (A-09 – VASCA-A) che raccoglie le due linee precedenti e recapita il deflusso nella vasca posizionata in prossimità della stazione.

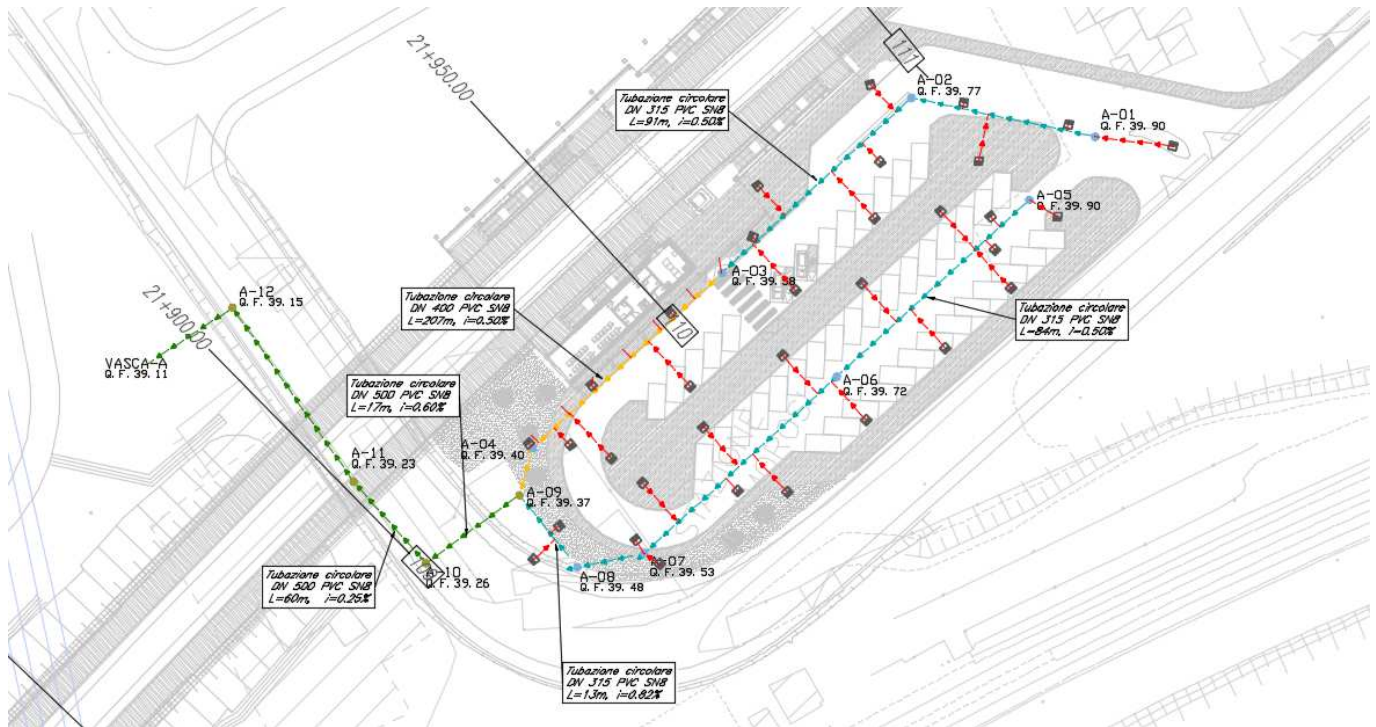


Figura 5: Stazione di Amadori, sistema di drenaggio.

5.2 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI TELESE

Il sistema di drenaggio della stazione di Telese prevede quattro linee di condotte, distinte in questo modo (Figura 6):

- due linee principale (B-01 – B-22, B-11 – B-10) disposta al di sotto della mezzeria della viabilità della stazione che raccoglie gli scarichi delle caditoie grigliate e delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede;
- una linea principale (B-13 – B-22) disposta al di sotto della mezzeria della viabilità della stazione che raccoglie gli scarichi delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede e gli scarichi delle griglie e dei pluviali disposti sul piazzale pedonale della stazione;
- la condotta di scarico che raccoglie le linee precedentemente descritte e recapita il deflusso nel fosso di guardia che delimita la linea ferroviaria.

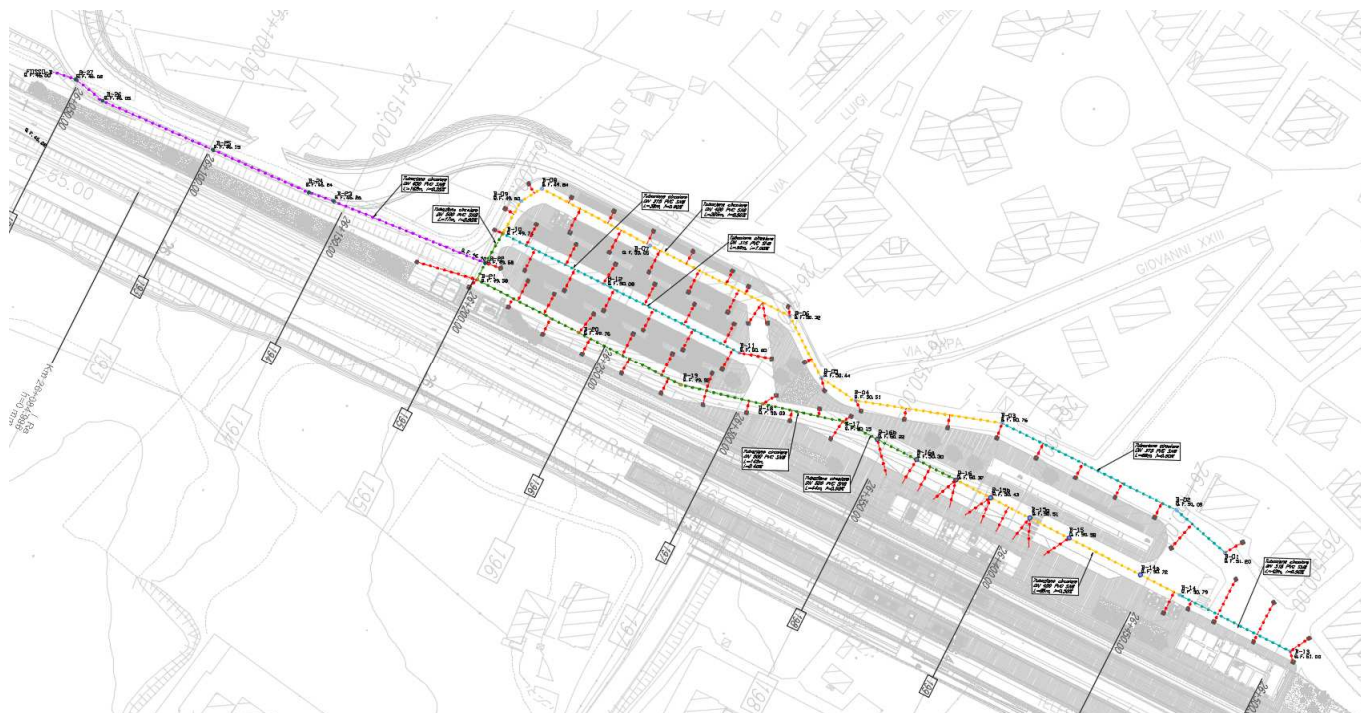


Figura 6: Stazione di Teleso, sistema di drenaggio.

5.3 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI SOLOPACA

Il sistema di drenaggio della stazione di Solopaca prevede due linee di condotte, distinte in questo modo (Figura 7):

- una linea principale (C-01 – C-07) disposta al di sotto della mezzeria della viabilità della stazione che raccoglie gli scarichi delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede, gli scarichi delle griglie e dei pluviali disposti sul piazzale pedonale della stazione;
- la condotta di scarico (C-07 – FOSSO-C) che raccoglie il deflusso della linea precedente e lo recapita nel fosso di guardia che delimita il piazzale della stazione.

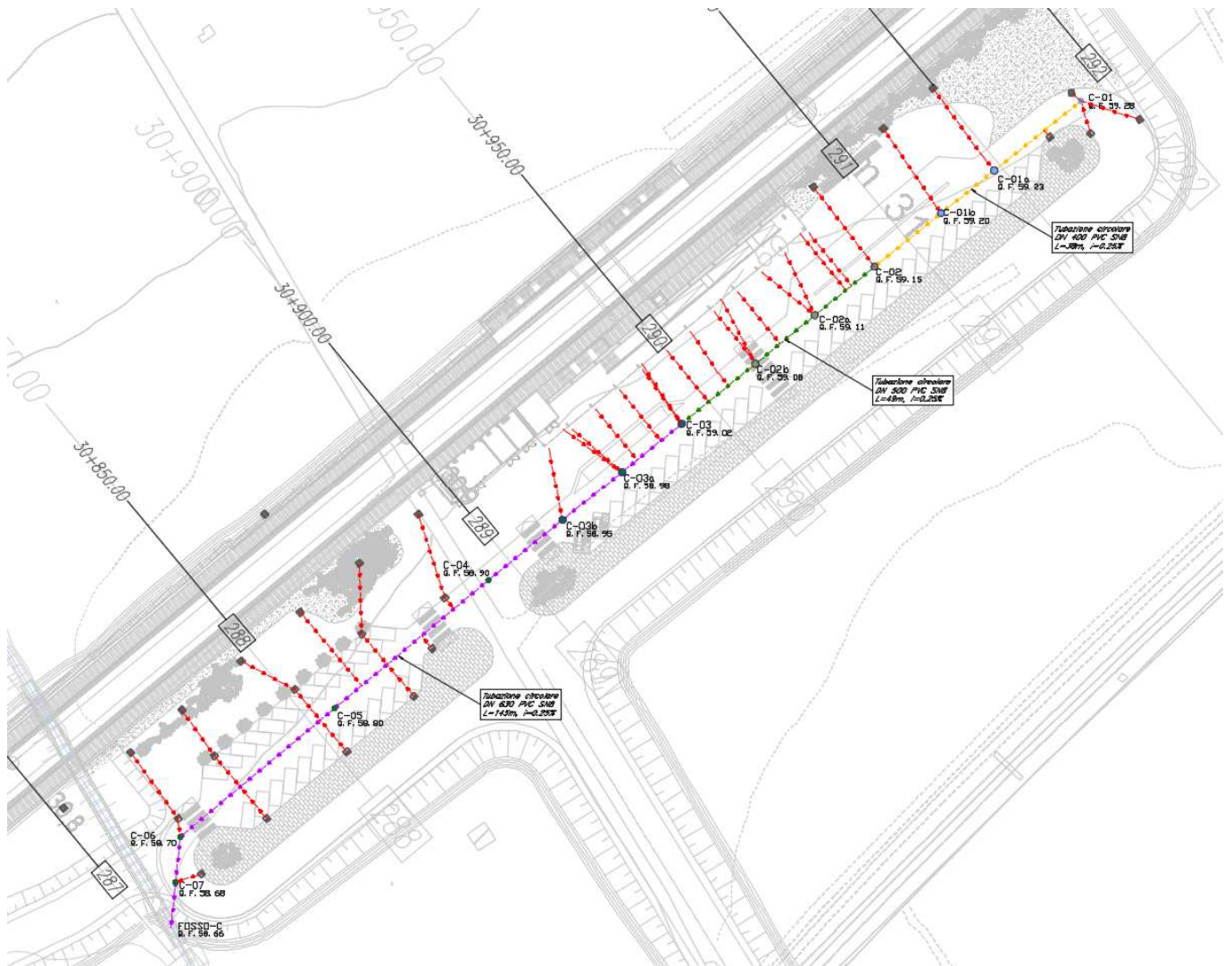


Figura 7: Stazione di Solopaca, sistema di drenaggio.

5.4 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI SAN LORENZO MAGGIORE

Il sistema di drenaggio della stazione di San Lorenzo Maggiore prevede due linee di condotte, distinte in questo modo (Figura 8):

- una linea principale (D-01 – D-04), posta per un primo tratto al di sotto della mezzeria della viabilità e per un secondo tratto posta sotto al marciapiede, che raccoglie gli scarichi delle caditoie grigliate e delle caditoie a bocca di lupo poste in corrispondenza del marciapiede; e

raccoglie, inoltre, gli scarichi delle griglie e i pluviali disposti sul piazzale pedonale della stazione;

- la condotta di scarico (D-04 – VASCA-D) che raccoglie il deflusso della linea precedentemente descritta e lo recapita nella vasca presente in prossimità del piazzale.

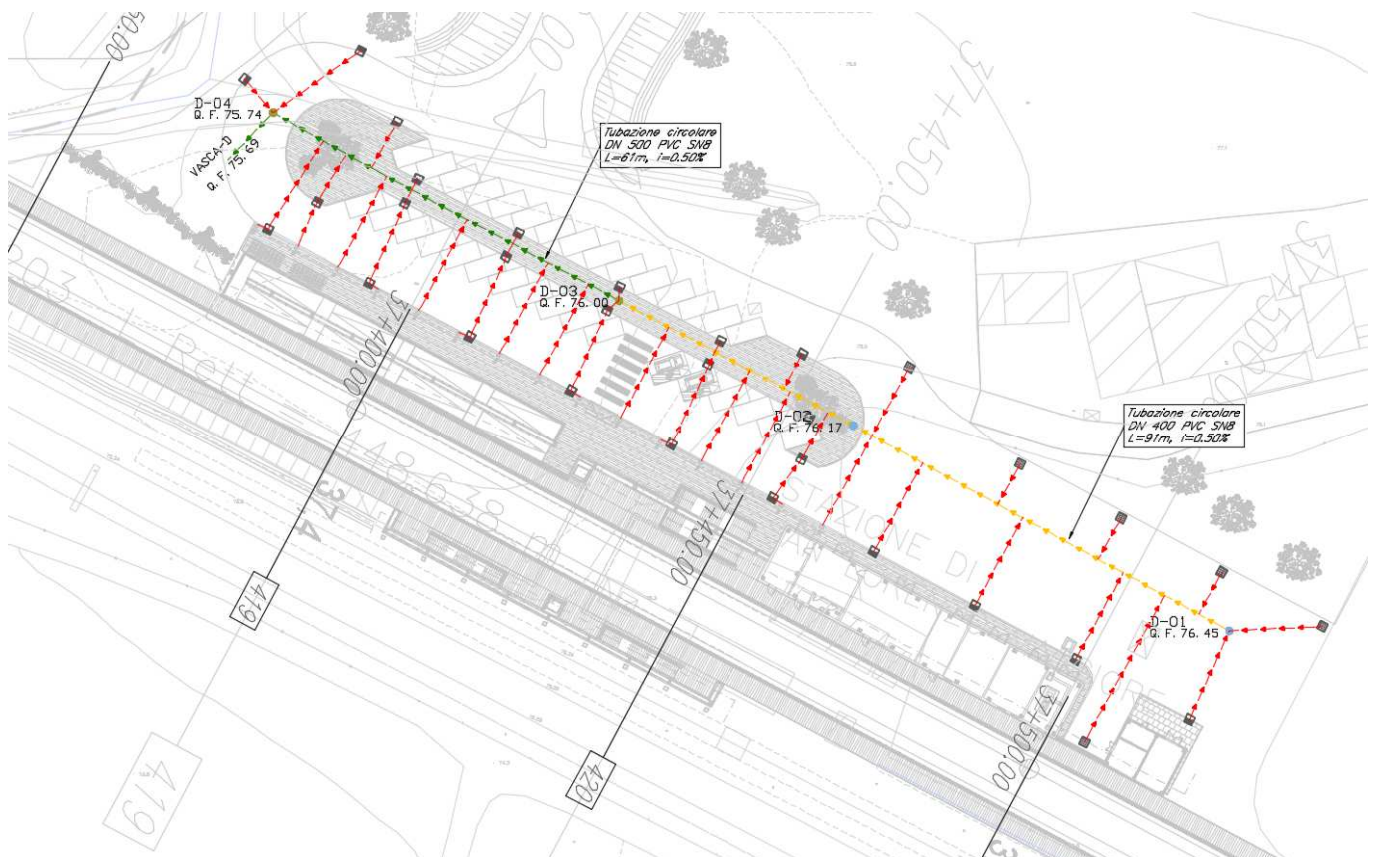


Figura 8: Stazione di San Lorenzo Maggiore, sistema di drenaggio.

5.5 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA STAZIONE DI PONTE CASALDUNI

Il sistema di drenaggio della stazione di Ponte Casaduni prevede due linee di condotte, distinte in questo modo (Figura 9):

- una linea principale (E-01 – E-05) disposta al di sotto del marciapiede della stazione che raccoglie, oltre gli scarichi delle caditoie grigliate e delle caditoie a bocca di lupo poste in

corrispondenza del marciapiede; e raccoglie, inoltre, gli scarichi delle griglie e i pluviali disposti sul piazzale pedonale della stazione;

- la condotta di scarico (E-05 – FOSSO-E) che raccoglie il deflusso della linea precedentemente descritta e lo recapita nel fosso che delimita la linea ferroviaria.



Figura 9: Stazione di Ponte Casalduni, sistema di drenaggio.

6. APPENDICE: FOGLI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

6.1 Stazione di Amorosi

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

CONDOTTA PRINCIPALE

A-01	A-02	PVC_SN8_315	27	27	0.50%	39.90	39.77	450	17.1	10.0	33%	0.8
A-02	A-03	PVC_SN8_315	37	64	0.50%	39.77	39.58	1265	44.1	17.1	57%	1.1
A-03	A-04	PVC_SN8_400	36	100	0.50%	39.58	39.40	2173	71.3	19.9	53%	1.2
A-04	A-09	PVC_SN8_400	7	107	0.50%	39.40	39.37	2236	71.5	19.9	53%	1.2

CONDOTTA PRINCIPALE

A-05	A-06	PVC_SN8_315	37	37	0.50%	39.90	39.72	766	28.0	13.1	44%	0.9
A-06	A-07	PVC_SN8_315	37	74	0.50%	39.72	39.53	1382	45.5	17.5	58%	1.1
A-07	A-08	PVC_SN8_315	10	84	0.50%	39.53	39.48	1467	46.6	17.7	59%	1.1
A-08	A-09	PVC_SN8_315	13	97	0.82%	39.48	39.37	1579	48.7	15.6	52%	1.3

A-09-VASCA

A-09	A-10	PVC_SN8_500	17	17	0.60%	39.37	39.26	3814	112.7	21.7	46%	1.4
A-10	A-11	PVC_SN8_500	15	32	0.25%	39.26	39.23	3814	105.0	27.0	57%	1.0
A-11	A-12	PVC_SN8_500	30	62	0.25%	39.23	39.15	3814	93.4	25.2	53%	1.0
A-12	VASCA	PVC_SN8_500	15	77	0.25%	39.15	39.11	3814	88.7	24.4	52%	1.0

6.2 Stazione di Telese

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m									

CONDOTTA PRINCIPALE

B-01	B-02	PVC_SN8_315	22	22	0.50%	51.20	51.09	485	19.4	10.7	36%	0.9
B-02	B-03	PVC_SN8_315	66	88	0.50%	51.09	50.76	1495	46.4	17.7	59%	1.1
B-03	B-04	PVC_SN8_400	51	139	0.50%	50.76	50.51	2046	56.6	17.4	46%	1.1
B-04	B-05	PVC_SN8_400	14	153	0.50%	50.51	50.44	2197	59.5	17.8	47%	1.1
B-05	B-06	PVC_SN8_400	24	177	0.50%	50.44	50.32	2402	62.2	18.3	49%	1.2
B-06	B-07	PVC_SN8_400	53	230	0.50%	50.32	50.05	3141	77.7	20.9	56%	1.2
B-07	B-08	PVC_SN8_400	42	272	0.50%	50.05	49.84	3727	89.1	22.9	61%	1.3
B-08	B-09	PVC_SN8_400	8	280	0.50%	49.84	49.80	3785	89.3	22.9	61%	1.3
B-09	B-10	PVC_SN8_400	13	293	0.50%	49.80	49.74	3873	89.5	22.9	61%	1.3

CONDOTTA PRINCIPALE

B-11	B-12	PVC_SN8_315	52	52	1.00%	50.60	50.08	1240	45.8	14.2	47%	1.4
B-12	B-10	PVC_SN8_315	38	90	0.90%	50.08	49.74	1822	61.2	17.5	58%	1.4

B-10 - B-22

B10	B22	PVC_SN8_500	17	17	0.90%	49.74	49.58	5794	144.7	22.3	47%	1.8
-----	-----	-------------	----	----	-------	-------	-------	------	-------	------	-----	-----

CONDOTTA PRINCIPALE

B-13	B-14	PVC_SN8_315	42	42	0.50%	51.00	50.79	1474	54.3	19.6	66%	1.1
B-14	B-15	PVC_SN8_400	42	84	0.50%	50.79	50.58	2476	81.3	21.5	57%	1.2
B-15	B-16	PVC_SN8_400	43	127	0.50%	50.58	50.37	3753	115.5	27.6	73%	1.3
B-16	B-17	PVC_SN8_500	44	171	0.50%	50.37	50.15	4961	143.6	26.5	56%	1.4
B-17	B-18	PVC_SN8_500	28	199	0.40%	50.15	50.03	5578	153.7	29.8	63%	1.3
B-18	B-19	PVC_SN8_500	29	228	0.40%	50.03	49.92	6009	156.2	30.1	64%	1.3
B-19	B-20	PVC_SN8_500	40	268	0.40%	49.92	49.76	6639	161.9	30.9	66%	1.3
B-20	B-22	PVC_SN8_500	45	313	0.40%	49.76	49.58	7591	177.1	32.9	70%	1.4

B-22 - FOSSO-B

B-22	B-23	PVC_SN8_630	56	56	0.25%	46.40	46.26	13384	282.8	44.5	75%	1.3
B-23	B-24	PVC_SN8_630	9	65	0.25%	46.26	46.24	13384	277.6	43.8	74%	1.3
B-24	B-25	PVC_SN8_630	36	101	0.25%	46.24	46.15	13384	259.3	41.5	70%	1.3
B-25	B-26	PVC_SN8_630	41	142	0.25%	46.15	46.05	13384	242.1	39.4	67%	1.2
B-26	B-27	PVC_SN8_630	12	154	0.25%	46.05	46.02	13384	237.5	38.9	66%	1.2
B-27	FOSSO-B	PVC_SN8_630	8	162	0.25%	46.02	46.00	13384	234.6	38.6	65%	1.2

6.3 Stazione di Solopaca

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

CONDOTTA PRINCIPALE

C-01	C-02	PVC_SN8_400	52	0	0.25%	59.28	59.15	1778	58.5	21.7	58%	0.9
C-02	C-03	PVC_SN8_500	49	0	0.25%	59.15	59.02	3697	112.0	28.1	60%	1.0
C-03	C-04	PVC_SN8_630	49	0	0.25%	59.02	58.90	5703	161.4	30.3	51%	1.1
C-04	C-05	PVC_SN8_630	39	0	0.25%	58.90	58.80	7160	192.1	33.7	57%	1.2
C-05	C-06	PVC_SN8_630	39	0	0.25%	58.80	58.70	8669	222.4	37.1	62%	1.2
C-06	C-07	PVC_SN8_630	9	0	0.25%	58.70	58.68	8795	220.9	36.9	62%	1.2
C-07	FOSSO-C	PVC_SN8_630	9	0	0.25%	58.68	58.66	8795	215.0	36.2	61%	1.2

6.4 Stazione di San Lorenzo Maggiore

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

CONDOTTA PRINCIPALE

D-01	D-02	PVC_SN8_400	56	56	0.50%	76.45	76.17	1991	69.5	19.6	52%	1.2
D-02	D-03	PVC_SN8_400	35	91	0.50%	76.17	76.00	3188	105.3	25.7	68%	1.3
D-03	D-04	PVC_SN8_500	52	143	0.50%	76.00	75.74	5013	153.4	27.6	59%	1.4
D-04	VASCA-D	PVC_SN8_500	9	152	0.50%	75.74	75.69	5013	148.3	27.0	57%	1.4

6.5 Stazione di Ponte Casalduni

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

CONDOTTA PRINCIPALE

E-01	E-02	PVC_SN8_315	12	12	0.35%	87.18	87.14	826	36.8	17.1	57%	0.9
E-02	E-03	PVC_SN8_400	34	46	0.35%	87.14	87.02	1790	64.7	20.9	55%	1.0
E-03	E-04	PVC_SN8_500	50	96	0.35%	87.02	86.84	3703	118.8	26.3	56%	1.2
E-04	E-05	PVC_SN8_500	50	146	0.35%	86.84	86.67	5660	167.2	33.2	71%	1.3
E-05	E-06	PVC_SN8_500	20	166	0.25%	86.67	86.62	5660	153.6	35.4	75%	1.1
E-06	E-07	PVC_SN8_500	60	226	0.25%	86.62	86.47	5660	127.1	30.6	65%	1.1
E-07	E-08	PVC_SN8_500	58	284	0.25%	86.47	86.32	5660	110.5	27.8	59%	1.0
E-08	E-09	PVC_SN8_500	44	328	0.25%	86.32	86.21	5660	101.0	26.3	56%	1.0
E-09	FOSSO-E	PVC_SN8_500	9	337	0.25%	86.21	86.19	5660	99.3	26.0	55%	1.0