

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO

**COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M.
CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI**

FA01- Fabbricato tipologico T2 – PM Cargnacco

Relazione idrologico-idraulica e di smaltimento acque

SCALA:

-

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

I Z 0 9 0 0 D 2 6 R I F A 0 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	F.Serrau	Settembre 2019	M.Ventura	Settembre 2019	S. Lo Presti	Settembre 2019	F. Sacchi Settembre 2019

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Doct. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Udine
n. 23172 Sp. A.

File: IZ0900D26RIFA0100001A

n. Elab.:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 2 di 39

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL' AREA	6
4	ANALISI PLUVIOMETRICA.....	10
5	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	18
6	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	22
7	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	23
8	SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE NERE.....	25
9	FOSSA IMHOFF.....	27
10	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO FOSSO DISPERDENTE.....	31
11	DIMENSIONAMENTO DEI PLUVIALI.....	35
12	DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI.....	38

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 3 di 39

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere idrauliche di drenaggio previste nella progettazione definitiva del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.

Il presente studio descrive il sistema di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sul fabbricato ACC T2 ed il relativo piazzale (con annessa viabilità di accesso), analizzando in dettaglio le opere di presidio idraulico per l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale di progetto. Il progetto analizza le interferenze con le opere esistenti e le opere di futura realizzazione studiandone la perfetta compatibilità.

Si riportano, inoltre, le analisi degli aspetti legati alla verifica di "Compatibilità Idraulica" rispetto ai disposti normativi di pianificazione e assetto del territorio della Autorità di Bacino Alpi Orientali.

Gli elaborati idraulici prodotti nell'ambito del presente studio sono riportati in Tabella 1.1:

FA01 – Fabbricato tipologico T2 – PM Cagnacco	
-	Relazione idrologico-idraulico e di smaltimento acque
1:100	Planimetria di smaltimento acque meteoriche

Tabella 1.1: Elaborati prodotti nell'ambito del presente studio.

Lo studio idrologico è finalizzato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, che verranno assunte nelle successive verifiche idrauliche. La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle costruzioni.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>4 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	4 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	4 di 39								

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018);
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato;
- PAI - 1. Relazione Generale
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;
- PRTA – Piano Regionale di Tutela delle Acque
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Alpi Orientali (P.G.R.A. 04/03/2016);
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee;
- Decreto del Presidente della Regione 27 marzo 2018, n.083/Pres. - Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, letterak) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque).- PAIR – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali
- PAI – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>5 di 39</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	5 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	5 di 39								

- Piano Regolatore Generale Comunale (Variante n.49) – Approvato con Deliberazione consiliare del 6 ottobre 2016, n.30.

	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 6 di 39

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1 Inquadramento normativo idraulico

Le opere in progetto ricadono all'interno del bacino idrografico della "Laguna Marano Grado" ricadente all'interno del bacino idrografico Alpi Orientali, pertanto le competenze in materia di pianificazione idraulica sono demandate all'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali e al PAI in vigore.

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 8 distretti idrografici (Figura 3-1) in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 3-1 - Suddivisione territoriale in distretti

Gli interventi in progetto ricadono nell'area di giurisdizione del Distretto idrografico Alpi Orientali
Figura 3-2.



Figura 3-2 – Distretto idrografico Padano

L'analisi idraulica dovrà considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento che per la zona in esame sono:

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

3.2 Rischio idraulico

Per la valutazione della pericolosità idraulica cui è soggetta l'area d'intervento sono stati consultati gli studi idraulici disponibili sul rischio idraulico del territorio ed in particolare il Piano Regolatore Generale Comunale (Variante n.49).

In Figura 3-3 è rappresentata la mappa del Piano Regolatore, nella quale è presente anche la mappatura delle zone di pericolosità idraulica individuate dal progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (P.A.I.R. aggiornamento Ottobre 2014).

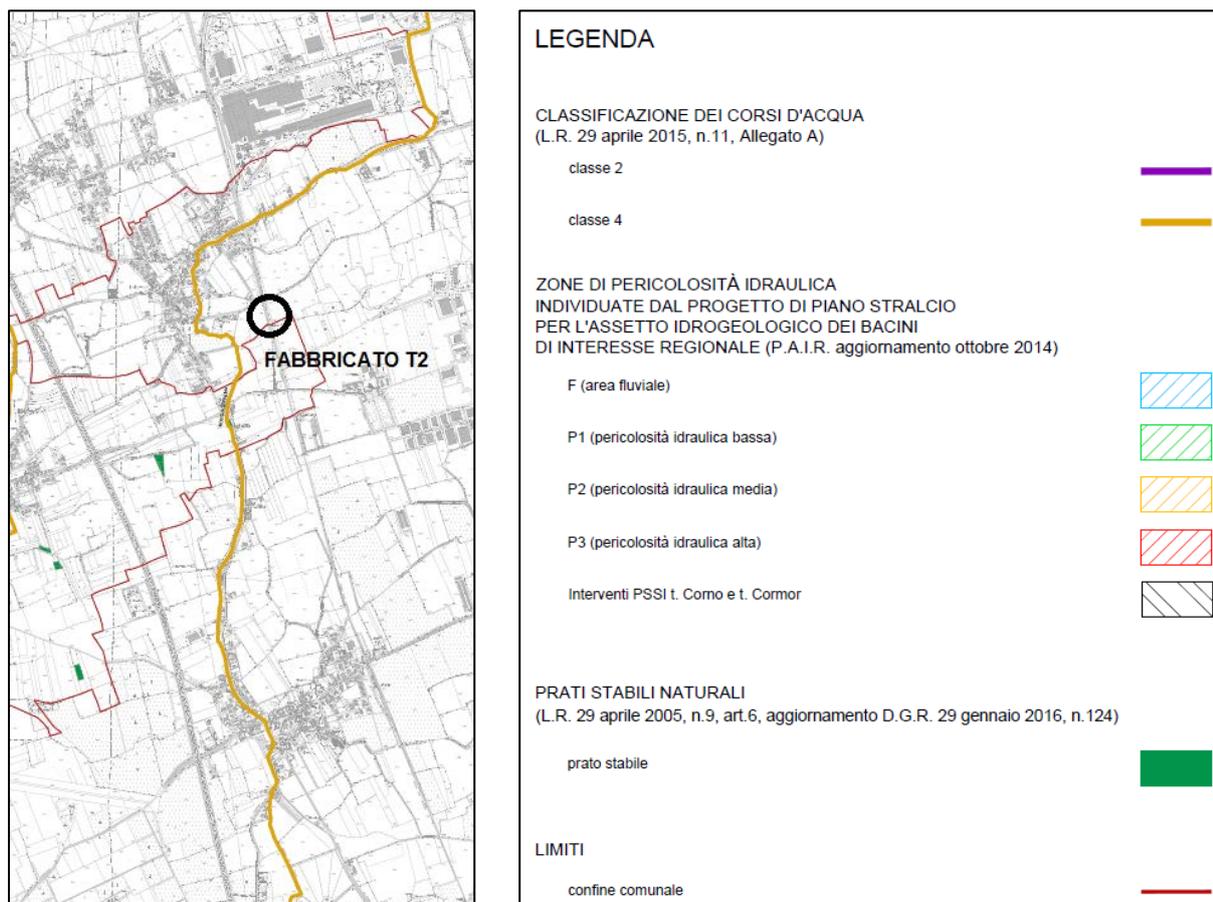


Figura 3-3 – Localizzazione Fabbricato ACC T2 all'interno del Piano Regolatore generale Comunale.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>					
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>COMMESSA IZ09</p>	<p>LOTTO 00 D 26</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 9 di 39</p>

Come illustrato in Figura 3-3, la zona in cui verrà inserito il fabbricato e la viabilità annessa, è situata in un'area in cui non si evidenziano particolari criticità idrauliche, pertanto non sarà necessario adottare speciali misure di salvaguardia idraulica dell'opera.

	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 10 di 39

4 ANALISI PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica è finalizzata alla definizione dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili per il dimensionamento dei diversi manufatti idraulici in particolare per la valutazione dei tiranti idrici.

Il software Rainmap FVG permette la determinazione delle Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica che hanno il compito di esprimere il legame esistente tra l'altezza della pioggia h e la sua durata d , per un assegnato tempo di ritorno T . I dati analizzati sono stati ricavati da serie storiche di 130 stazioni pluviometriche e coprono un intervallo di tempo dal 1920 al 2013. Usualmente tale legame si trova espresso nella formulazione: $hd(T) = a * dn$.

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica permettono quindi di ottenere uno studio statistico delle piogge intense in un punto o in un'area della superficie terrestre. Nella formulazione i parametri a ed n sono in funzione del tempo di ritorno T . Il parametro a rappresenta l'altezza della precipitazione di durata unitaria e tempo di ritorno T ; tale valore risulta essere crescente rispetto a T . Il parametro n invece assume oscillazioni molto più limitate.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

Di seguito si riportano i risultati ottenuti inserendo le coordinate geografiche del progetto in esame:

Parametri LSPP							
n	0,31						
a	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
	33,1	44,5	52,7	61,0	72,6	81,9	91,8

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	33,1	44,5	52,7	61,0	72,6	81,9	91,8
2	41,0	55,0	65,1	75,4	89,7	101,2	113,5
3	46,3	62,2	73,6	85,3	101,5	114,6	128,4
4	50,6	67,9	80,4	93,1	110,9	125,1	140,2
5	54,2	72,7	86,1	99,7	118,7	133,9	150,1
6	57,3	76,9	91,0	105,4	125,5	141,6	158,7
7	60,0	80,6	95,4	110,5	131,5	148,4	166,3
8	62,5	84,0	99,4	115,1	137,0	154,6	173,3
9	64,8	87,0	103,0	119,3	142,0	160,3	179,6
10	66,9	89,9	106,4	123,2	146,7	165,5	185,5
11	68,9	92,5	109,5	126,9	151,0	170,4	191,0
12	70,8	95,0	112,5	130,3	155,1	175,0	196,1
13	72,5	97,4	115,2	133,5	158,9	179,3	201,0
14	74,2	99,6	117,9	136,6	162,5	183,4	205,6
15	75,8	101,7	120,4	139,5	166,0	187,3	209,9
16	77,3	103,8	122,8	142,2	169,3	191,1	214,1
17	78,7	105,7	125,1	144,9	172,5	194,6	218,1
18	80,1	107,6	127,3	147,5	175,5	198,1	222,0
19	81,4	109,4	129,4	149,9	178,4	201,4	225,7
20	82,7	111,1	131,5	152,3	181,3	204,6	229,2
21	84,0	112,8	133,4	154,6	184,0	207,6	232,7
22	85,2	114,4	135,3	156,8	186,6	210,6	236,0
23	86,3	115,9	137,2	158,9	189,2	213,5	239,2
24	87,5	117,4	139,0	161,0	191,6	216,3	242,3

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 12 di 39

Il Manuale di Progettazione ferroviaria di RFI definisce i tempi di ritorno da utilizzare per il dimensionamento delle opere idrauliche in funzione dell'importanza strategica del manufatto. Per le opere idrauliche relative alla piattaforma ferroviaria il tempo di ritorno con cui dimensionare è di 100 anni mentre per alcuni manufatti il tempo di ritorno di riferimento è 25 anni. Bisogna quindi ricavare anche i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 25 anni, questo può essere effettuato attraverso l'interpolazione dei parametri precedentemente definiti.

I parametri di riferimento per i tempi di ritorno di 25 anni, ottenuti dalle interpolazioni, sono:

Tr= 25 anni	
a [mm/h]	n [-]
64.0	0.31

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

Di seguito si riporta la curva di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno, calcolata per piogge di durata maggiori di 1h con l'aggiunta della curva interpolata per TR25 anni.

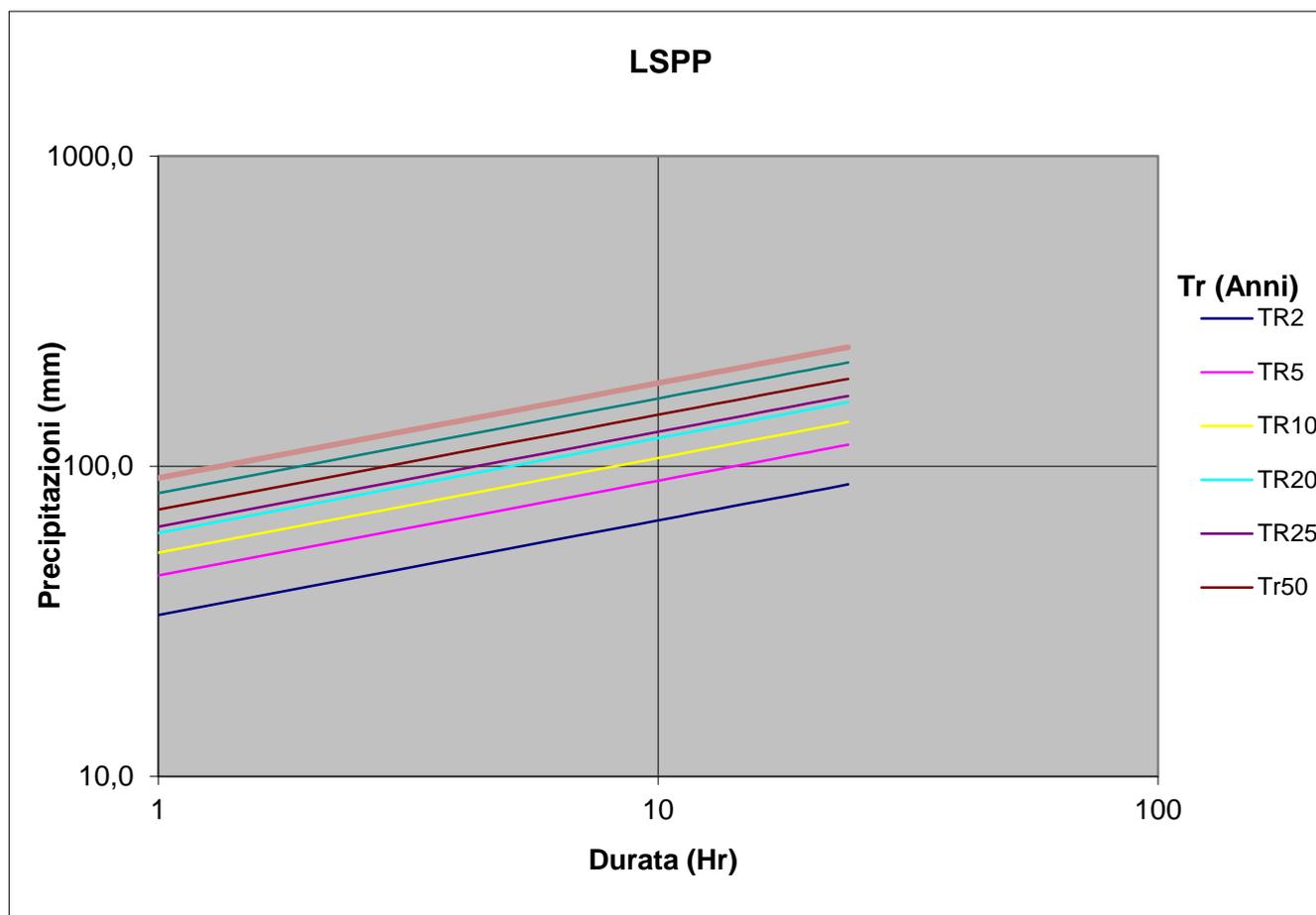


Figura 4-1- Curve di possibilità pluviometrica di durata superiore ad un'ora

In bacini imbriferi di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all'ora. Tale aspetto assume una notevole importanza nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma. L'utilizzo della legge valida per durate maggiori dell'ora risulta spesso troppo cautelativa.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>14 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	14 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	14 di 39								

Nel caso oggetto della presente relazione il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un'ora è stata utilizzata la formula di Bell.

Bell ("Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship" – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) ha osservato che i rapporti r_T tra le altezze di durata t molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano.

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

t [min]	5	10	15	30
$r_\delta = h_\delta / h_{60}$	0.29	0.45	0.57	0.79

Tabella 4.1 - Rapporto tra altezza di pioggia di durata inferiore ad un ora – U.S. Water Bureau

Questi rapporti variano di molto poco negli Stati Uniti ed i loro valori sono indipendenti dal periodo di ritorno.

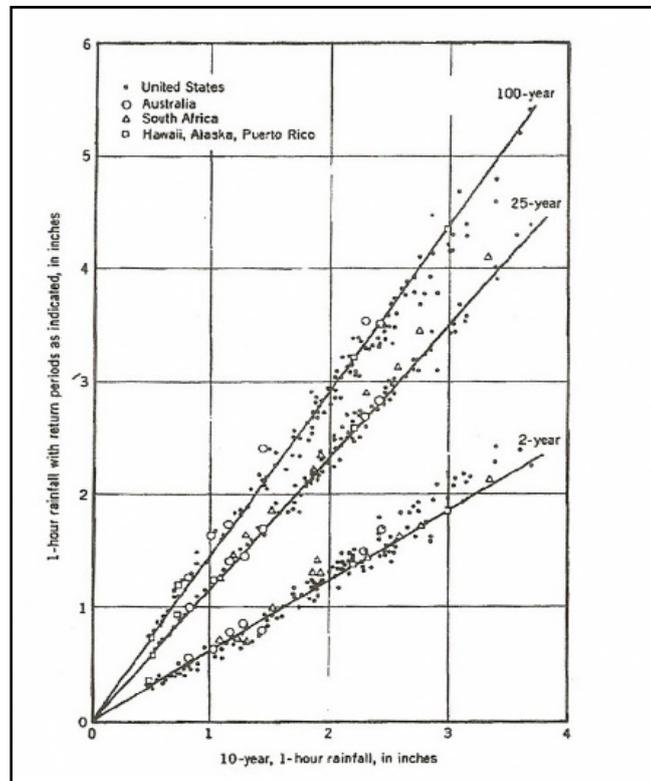


Figura 4-2- Relazione altezza-frequenza per 2, 25, 100 anni

Bell, come sopra accennato, sulla scorta di osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere fino a valori di durata sino alle due ore, come risulta dalla Figura 4.3, ha riscontrato la costanza dei rapporti tr tempi di pioggia breve e tempo di pioggia della durata pari ad un'ora, anche in Australia, Africa, Hawaii, Alaska e Porto Rico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$\frac{P_T^t}{h_T^{60}} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per $5 \leq t \leq 120$ minuti dove:

- P_T^t indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo t riferita al periodo di ritorno T ;

- h_T^{60} è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno T ;

- t è il tempo di pioggia espresso in minuti.

Nota l'altezza di pioggia h_t relativa all'evento di durata t , passando ai logaritmi, le coppie altezza di pioggia-durata vengono regolarizzate con l'equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro a e il coefficiente angolare rappresenta il parametro n' .

Le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni e durata inferiore ad un ora, riferite al progetto in essere, sono riportate di seguito, con tempo t espresso in minuti.

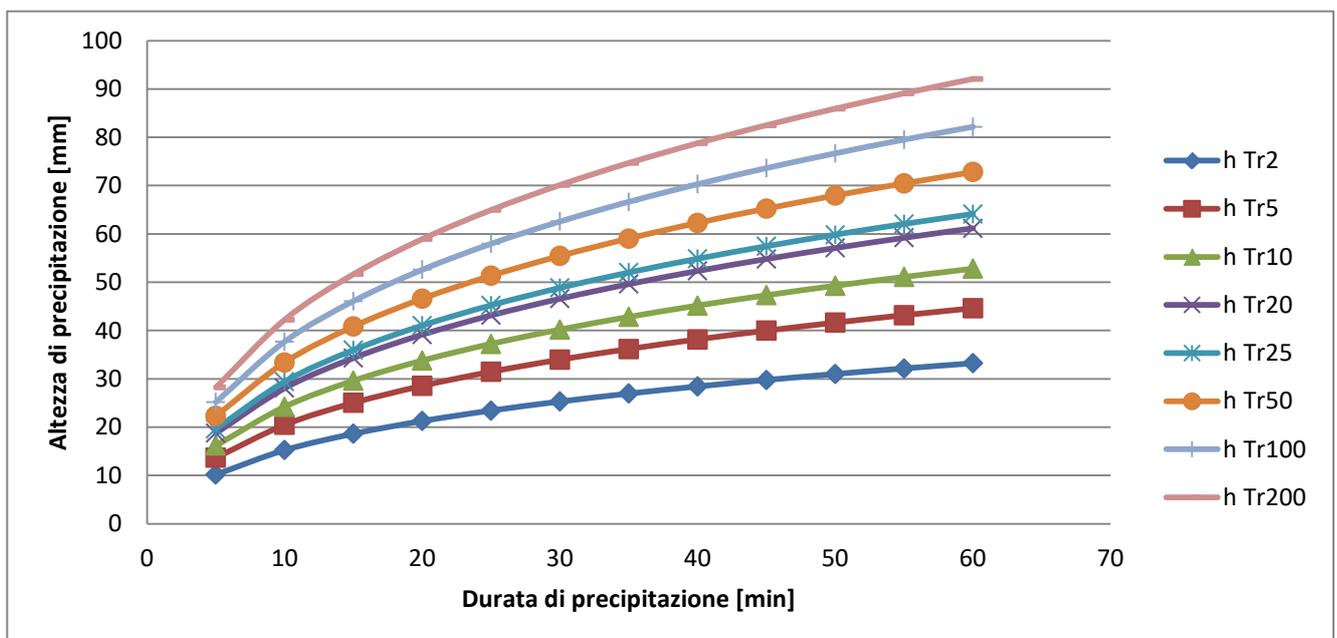


Figura 4-3- Curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora

	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 17 di 39

Date le dimensioni dell'area da servire e le lunghezze dei singoli tratti a vantaggio di sicurezza, le curve di pioggia utilizzate fanno riferimento a piogge con durate minori di un'ora perché maggiormente rispondenti al reale funzionamento del sistema.

Nell'ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

I tempi di ritorno (T_r) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di manufatto idraulico:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia, trincea drenante:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio del piazzale e del fabbricato, (tempo di ritorno pari a 25 anni), la legge di pioggia è:

- $h = 64 \cdot t^{0.31}$, per le durate di pioggia t maggiori di un'ora;
- $h = (0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50) \cdot 64.0$, per le durate di pioggia t minori di un'ora. Passando ai logaritmi e regolarizzando con l'equazione di una retta, dove il termine noto indica il parametro a e il coefficiente angolare rappresenta il parametro n' , tale relazione si può semplicemente esprimere come $h = 64 \cdot t^{0.464}$.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>					
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>COMMESSA IZ09</p>	<p>LOTTO 00 D 26</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 18 di 39</p>

5 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Per un dimensionamento della rete di drenaggio del piazzale occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di preassegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile (nei seguenti calcoli è stato impostato un valore di riempimento massimo pari al 50% essendo in questo caso utilizzate condotte esclusivamente di diametro uguale o inferiore a 500 mm).

Si è proceduto attraverso l'applicazione del modello cinematico lineare (comunemente utilizzato per il calcolo di progetto e di verifica delle fognature bianche a servizio di aree scolanti in cui siano trascurabili gli effetti di laminazione). Si adotta un modello di trasformazione afflussi-deflussi del tipo deterministico razionale, in considerazione delle modeste dimensioni delle superficie scolanti.

Il modello cinematico o della corrivazione si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari, provenienti dalle singole aree del bacino, che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura (funzionamento sincrono a favore di sicurezza).

Ne consegue che esiste un tempo di concentrazione t_c caratteristico del bacino, che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura; si può dimostrare che la portata massima al colmo nella sezione di chiusura del bacino si ottiene per piogge di durata pari proprio al tempo t_c , nell'ipotesi che la curva aree–tempi sia lineare e che la pioggia sia uniformemente distribuita nel tempo e nello spazio.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCIO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>19 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	19 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	19 di 39								

La determinazione dell'intensità di pioggia i è subordinata al calcolo del tempo di concentrazione del bacino ed alla ricerca dei dati idrologici relativi all'area in esame.

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata e risulta dalla somma di due termini:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

t_a = tempo di accesso alla rete;

t_r = tempo di rete.

Il tempo di accesso è sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la sua natura, le caratteristiche pluviometriche ed il livello di realizzazione dei drenaggi.

In ogni caso, il valore normalmente assunto nella progettazione varia entro l'intervallo 5 ÷ 15 minuti, assumendo i valori più bassi per le aree impermeabili di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza ed i valori più alti per i casi opposti, compresi i drenaggi dei versanti tramite fossi di guardia. Ciò permette di tenere in conto il forte effetto d'invaso che si ha nelle superfici stradali che scolano nelle cunette all'inizio della precipitazione:

Il tempo di rete t_r viene calcolato, invece, come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, facendo riferimento alle velocità di moto uniforme v_u che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo della rete fognaria.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>20 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	20 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	20 di 39								

Per il dimensionamento esecutivo delle sezioni terminali dei collettori, si dovrà determinare, per ogni sezione di verifica, l'area totale sottesa S ed il coefficiente d'afflusso medio pesato φ , il tempo di accesso t_a ed il tempo di corrivazione t_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto t_c , si determinerà l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e quindi la portata al colmo di piena in funzione della quale si proporzionerà lo speco e si calcolerà la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincida con quella stimata al passo precedente.

La portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione t_c :

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot S \cdot 10^6}{3600 \cdot \tau_c}$$

dove:

Q: portata di massima piena (in m^3/s);

S: superficie scolante (in km^2);

h: altezza di pioggia (in m);

τ_c : tempo di corrivazione (in ore);

φ : coefficiente di deflusso.

Il tempo di corrivazione nel caso del piazzale oggetto di studio viene stimato pari a 5 minuti.

Si precisa inoltre che la pendenza longitudinale del fondo delle condotte e delle canalette non sarà in tutti i casi inferiore allo 0,2% (imposto dal Manuale di progettazione RFI), valore prescritto al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>21 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	21 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	21 di 39								

Per il dimensionamento dei collettori e e del fosso disperdente sono stati considerati i seguenti coefficienti di deflusso:

Superficie	Coefficiente
Copertura fabbricato	1
Scarpate	0.6
Pavimentazione drenante piazzale	0.6

Il coefficiente di deflusso medio è stato definito con media pesata sulle aree coinvolte nel calcolo, secondo la seguente relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot S_i}{S_{tot}}$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>					
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>COMMESSA IZ09</p>	<p>LOTTO 00 D 26</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO FA0100001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 22 di 39</p>

6 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Le acque della copertura e delle superfici scolanti del piazzale sono raccolte all'interno dei pozzetti (con caditoia) e da questi, attraverso una rete di collettori in PVC con rinfiaco in cls, inviate al recapito finale. La quota minima di fondo tubazione è stata impostata pari a -0.80 m rispetto al piano di calpestio del piazzale.

Pluviali

La superficie totale delle coperture in progetto è pari a 284 mq. Le acque provenienti dai tetti vengono raccolte tramite pluviali e quindi convogliate tramite tubazioni ai pozzetti di raccolta. Nel fabbricato il tetto è a doppia falda quindi si dispongono 4 pluviali complessivamente, 2 su ciascun lato corto dell'edificio.

Tubazioni

Sul piazzale annesso all'ACC è previsto un sistema di drenaggio con raccolta puntuale delle acque, costituito da pozzetti ispezionabili 0.80 x 0.80 m in cls vibrato precompresso, con caditoie grigliate in ghisa carrabile di classe D400.

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

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste al di sotto dei piazzali sono delle condotte in PVC di diametro variabile da un minimo di DN 200 ad un massimo di DN 315 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m²).

Le tubazioni, avendo un ricoprimento minimo pari a 50 cm, vengono baulettate con un rinfiaco in cls gettato in opera.

L'interasse massimo tra una caditoia e la successiva viene mantenuto pari a 15 m.

7 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio delle acque provenienti dalla copertura del fabbricato e dal piazzale annesso prevede una serie di linee di condotte, come raffigurato in Figura 7-1 :

- una linea (P1-SCARICO A) che raccoglie le acque della parte ovest del fabbricato e del piazzale;
- una linea (P5-SCARICO B) che raccoglie le acque della parte centrale del piazzale;
- una linea (P6-SCARICO C) che raccoglie le acque della parte est del fabbricato e del piazzale.

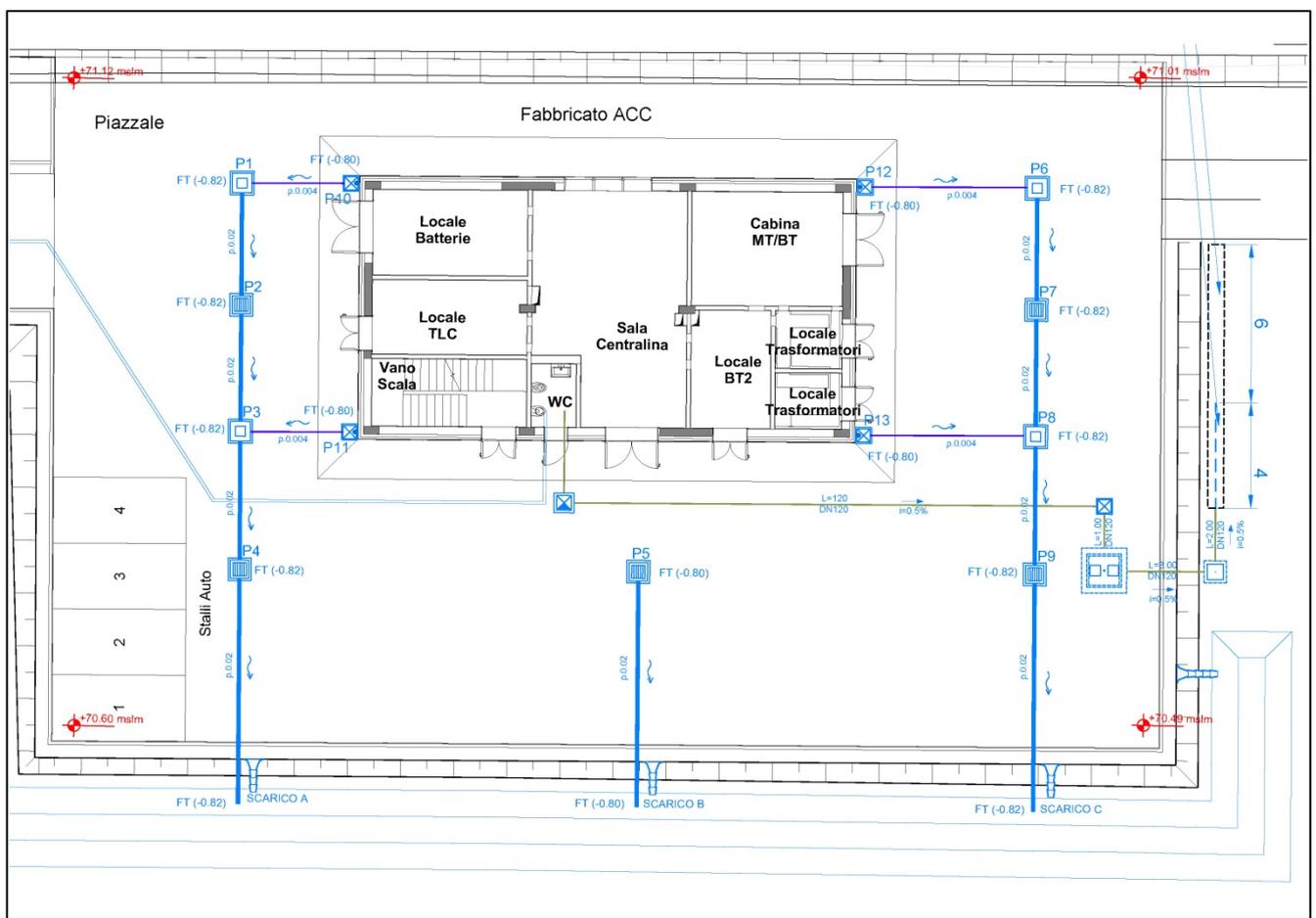


Figura 7-1- Schema di drenaggio del piazzale e del fabbricato ACC.

Il sistema di drenaggio delle acque afferenti alla viabilità di accesso al fabbricato, prevede una serie di embrici posizionati con un interasse massimo pari a 10 m, come raffigurato in Figura 7-2:

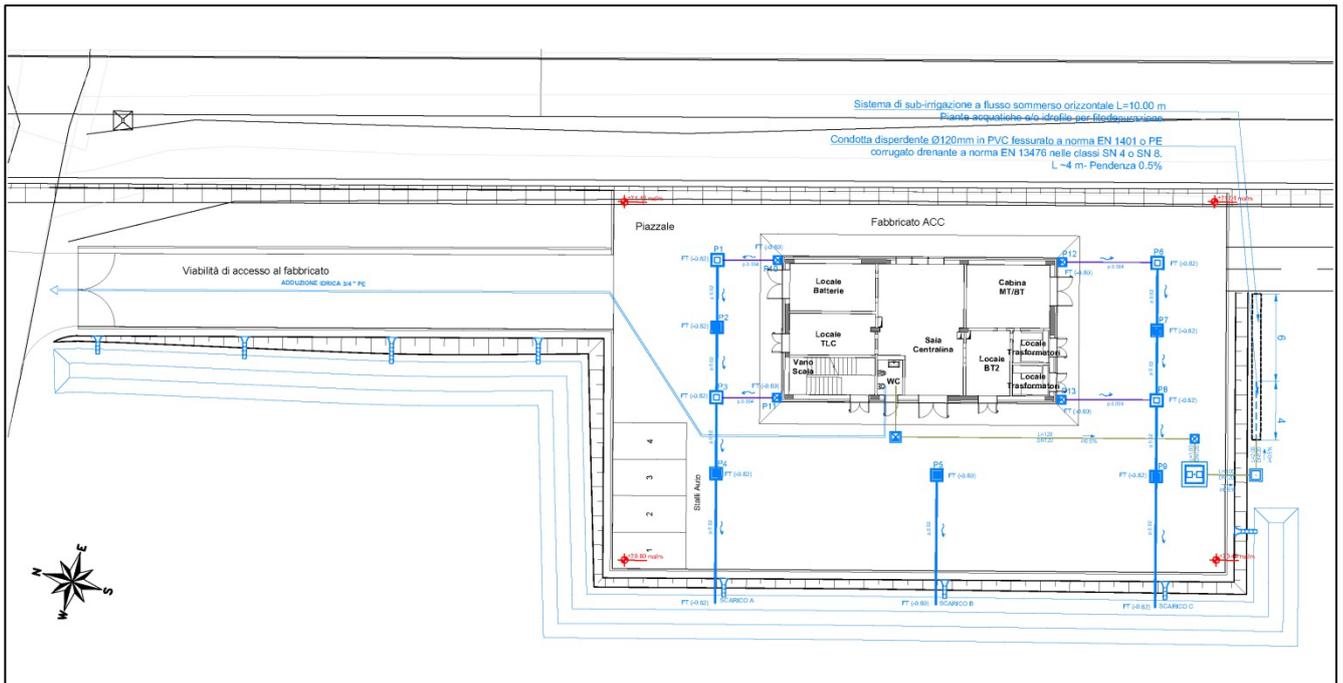


Figura 7-2- Schema di drenaggio del piazzale e della viabilità di accesso.

Il recapito individuato per lo scarico delle acque sia della viabilità di accesso, sia delle acque del piazzale, è costituito da una trincea disperdente 1x1 m (scarpa 1/1) con sottostante cassonetto drenante 1x0.5 m che corre a ovest del piazzale e che permette l'infiltrazione diretta nel terreno sottostante.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 25 di 39

8 SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE NERE

Il fabbricato ACC necessita di adeguati impianti sanitari e quindi di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque reflue.

Il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque reflue è stato effettuato studiando la composizione degli ambienti e sulla base di riferimenti normativi e valori di letteratura sono stati stimati gli abitanti equivalenti. Sulla base dei modelli disponibili in commercio sono stati proposti sistemi con le dimensioni minime da prevedere per il corretto trattamento delle acque.

In particolare:

Abitanti equivalenti. Il concetto di Abitante Equivalente (AE) è utile per esprimere il carico di una particolare utenza dell'impianto di depurazione, in termini omogenei e confrontabili con le utenze civili. L'equivalenza si può riferire al carico idraulico, o al carico in solidi sospesi o, nel caso più frequente, al carico organico espresso come BOD₅.

E' un concetto convenzionale basato su un apporto medio di un utente tipo pari a 60 g/BOD₅ per abitante (D.Lgs 152/2006) ma estremamente utile in quanto permette di confrontare facilmente il carico di varie utenze anche molto eterogenee tra loro, esprimendo ciascuna utenza con il suo carico di "abitanti equivalenti".

La portata media nera è stimata secondo la relazione:

$$Q_n = \phi * D * N_{ab} / 86400$$

In cui:

ϕ , coefficiente di afflusso (apporto pro-capite in fognatura derivante dall'uso dell'acqua distribuita dall'acquedotto; usualmente pari a 0.8);

D, dotazione idrica espressa in l/ab*g (d è pari a 250 l/ad*g);

N, numero di abitante equivalente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

La portata nera di punta è data dalla relazione:

$$Q_n = (P_g * P_o * \varphi * D * N_{ab}) / 86400$$

in cui sono P_g e P_o il coefficiente di punta giornaliero e orario posti abitualmente pari a 1.5.

Per il calcolo degli abitanti equivalenti si utilizza la tabella di conversione riportata nel seguito che permette in funzione della tipologia di utenza di determinare il numero di abitanti equivalenti. La tabella è conforme a quanto prescritto da D.Lgs 152/06.

Tipo di utenza	Abitanti equivalenti
Abitazioni	1 a.e. ogni persona
Alberghi, agriturismi, villaggi turistici	1 a.e. ogni persona + 1 a.e. ogni 3 addetti
Campeggi	1 a.e. ogni 2 persone + 1 a.e. ogni 3 addetti
Ristoranti	1 a.e. ogni 3 coperti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Bar	1 a.e. ogni 10 clienti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Cinema, teatri, sale convegni	1 a.e. ogni 10 posti + 1 a.e. ogni 3 addetti
Scuole	1 a.e. ogni 6 alunni
Uffici, negozi, attività commerciali	1 a.e. ogni 3 impiegati
Fabbriche, laboratori	1 a.e. ogni 2 lavoratori

Nel progetto in essere il dimensionamento farà riferimento a 2 a.e. Lo schema generale di funzionamento è quello descritto in Figura 7-1:

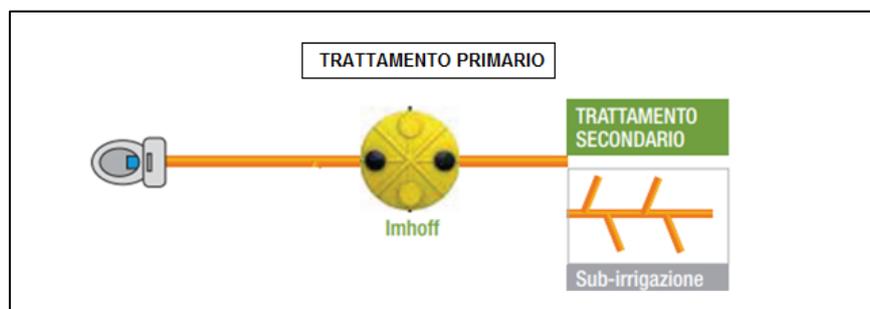


Figura 8-1- Schema di trattamento con sub-irrigazione.

9 FOSSA IMHOFF

Le vasche di tipo Imhoff, devono essere costruite a regola d'arte, sia per proteggere il terreno circostante e l'eventuale falda, in quanto sono anch'esse completamente interrate, sia per permettere un idoneo attraversamento del liquame nel primo scomparto, permettere un'ideale raccolta del fango nel secondo scomparto sottostante e l'uscita continua, come l'entrata, del liquame chiarificato. Il liquame grezzo entra con continuità, mentre quello chiarificato esce.

Il volume della vasca previsto in progetto è pari a 1.3 m³; essa è costituita da un manufatto prefabbricato in calcestruzzo dotato di due accessi per le operazioni di gestione, spurgo e manutenzione di dimensioni 0.40x0.40 m.

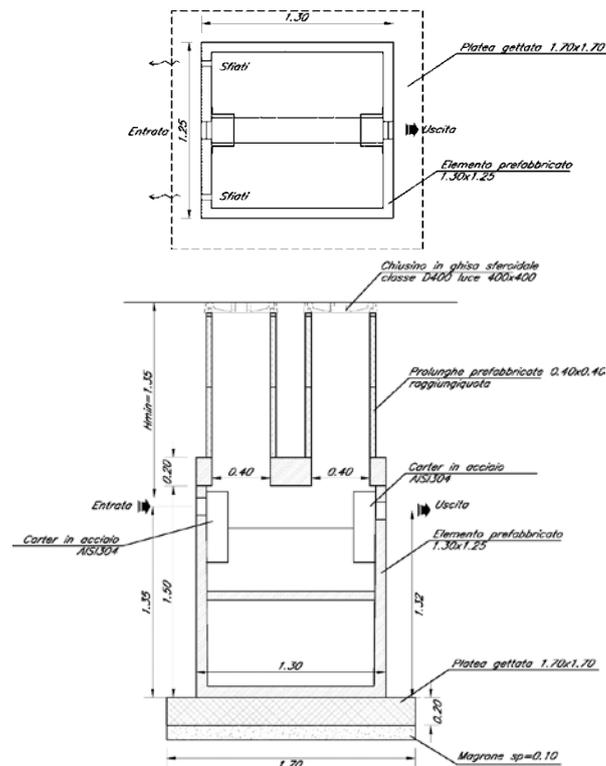


Figura 9-1- Vasca Imhoff – Pianta e sezione.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>28 di 39</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	28 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	28 di 39								

9.1 SUB-IRRIGAZIONE PER TRATTAMENTO FINALE ACQUE CHIARIFICATE

La dispersione negli strati superficiali del terreno (sub-irrigazione a flusso orizzontale sommerso) dei reflui civili è un particolare sistema di trattamento e smaltimento dei liquami che può essere adottato qualora non siano disponibili corpi recettori superficiali o nel caso in cui il contenuto di inquinanti risulti incompatibile con le caratteristiche del corpo idrico nel quale è previsto lo scarico dei liquami chiarificati.

Tale metodologia consiste nell'immissione del liquame stesso, tramite apposite tubazioni, direttamente sotto la superficie del terreno ove viene assorbito e gradualmente assimilato e degradato biologicamente in condizioni aerobiche da particolari specie vegetali.

Il liquame chiarificato, proveniente dalla fossa Imhoff mediante condotta a tenuta, perviene in un pozzetto, anch'esso a tenuta, dotato di sifone di cacciata che serve a garantire una distribuzione uniforme del liquame lungo tutta la condotta disperdente e consente un certo intervallo tra una immissione di liquame e l'altra nella rete di sub-irrigazione, in modo tale da agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento del terreno. Il fango verrà asportato dalla vasca Imhoff con periodicità almeno trimestrale ad opera di ditte autorizzate allo smaltimento.

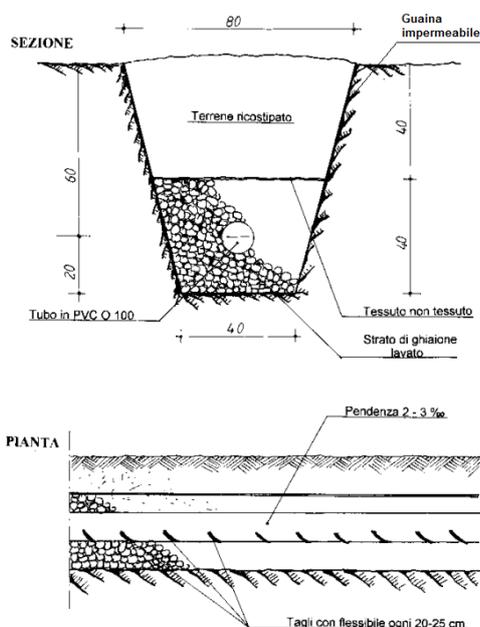


Figura 9.2 – Schema di funzionamento sub-irrigazione

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>FA0100001</td> <td>A</td> <td>29 di 39</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	29 di 39
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	FA0100001	A	29 di 39								

La condotta disperdente è realizzata in elementi tubolari continui in P.V.C. pesante, del diametro di 125 mm e con fessure, praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate 20 - 40 cm e larghe da 1 a 2 cm. La condotta disperdente avrà una pendenza compresa fra lo 0.2% e 0.5%.

Essa dovrà essere posta in trincea di adeguata profondità, non inferiore a 60 cm e non superiore a 80 cm, con larghezza alla base di almeno 40 cm. Il fondo della trincea per almeno 30 cm è occupato da un letto di pietrisco di tipo lavato della pezzatura 40/70. La condotta disperdente viene collocata al centro del letto di pietrisco. La parte superiore della massa ghiaiosa prima di essere coperta con il terreno di scavo, dovrà essere protetta con uno strato di materiale adeguato che impedisca l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisca l'aerazione del sistema drenante, attraverso il cosiddetto "tessuto non tessuto".

Lo sviluppo della condotta disperdente, in funzione della natura del terreno, si assume pari a 2-4 m per AE.

In progetto è prevista che la posa della tubazione della sub-irrigazione avverrà in una trincea con riempimento in pietrisco. La tubazione ha uno sviluppo di 4 m e la trincea in totale ha una lunghezza di circa 10 m.

Lungo l'asse della condotta disperdente saranno messe a dimora piante acquatiche e idrofile ad elevato apparato fogliare che consentono il rapido smaltimento del liquido chiarificato per evapotraspirazione.

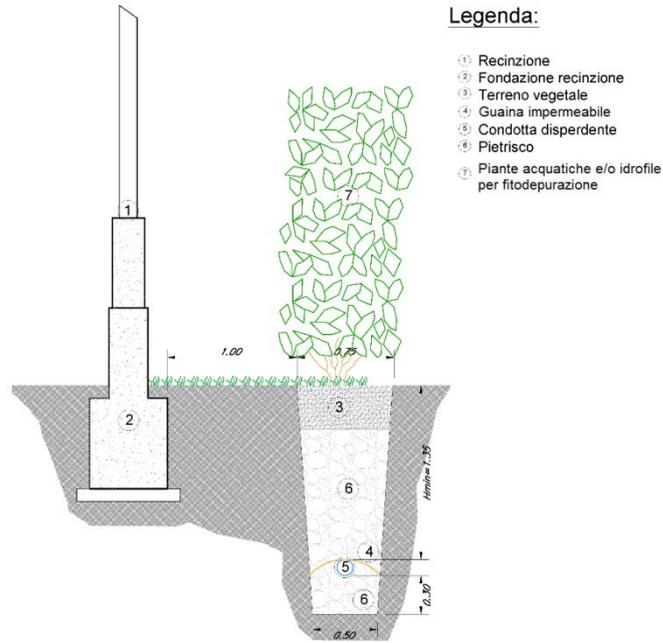


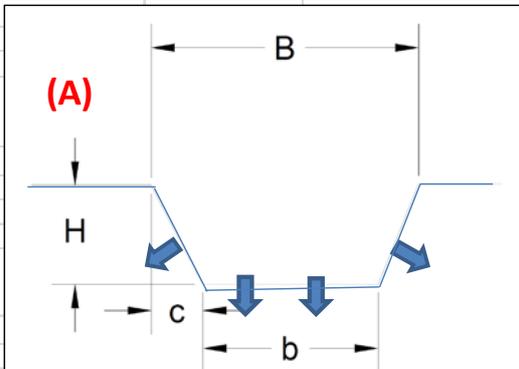
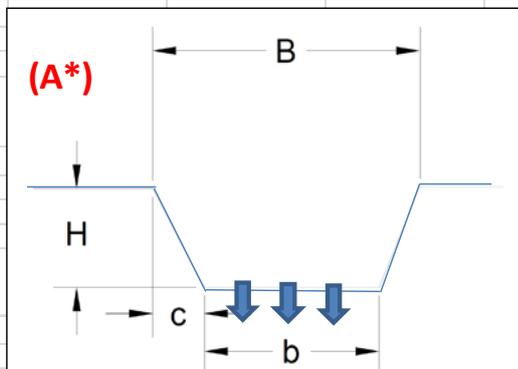
Figura 9.3 – Trincea di recapito.

10 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO FOSSO DISPERDENTE

Per il dimensionamento del fosso disperdente in terra è stato considerato il metodo delle sole piogge. Sulla base di tale metodo è stato dimensionata la dimensione minima del sistema a dispersione tenendo in conto delle caratteristiche idrologiche, geologiche e geometriche delle opere. Si riportano di seguito i grafici risultanti per la soluzione con dispersione sia dai lati che dal fondo (caso A), sia considerando una dispersione dal solo fondo (ipotesi A* cautelativa).

Viabilità di accesso

DATI DI PROGETTO						
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n'(t<1)$ [-]			
25	64,00	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S_{bacino_tot} [m ²]				ψ_{medio} [-]	$S_{afferente}$ [m ²]	$S_{afferente}$ [ha]
535				0,84	449,40	0,04
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

A- FOSSO DISPERDENTE in terra						
FOSSO TRAPEZIO						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A_{fosso} [m ²]	Lung [m]	c [m]
1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	36,00	1
 <p>(A)</p>		 <p>(A*)</p>				
CASSONETTO rettangolare (eventuale)						
b [m]	h [m]	porosità n [-]	$A_{cassonetto}$ [m ²]	Lung [m]		
1,00	0,5	0,3	0,15	36,00		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

La verificare viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il ΔV (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹	consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
A	Fosso trapezio	79,01	0,002173	OK	3,3180	
A*	Fosso trapezio (filtrazione attraverso solo fondo)	79,01	0,000450	OK	1,8503	

Figura 10.1 – Verifica fosso disperdente viabilità di accesso.

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento del fosso disperdente, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi A) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

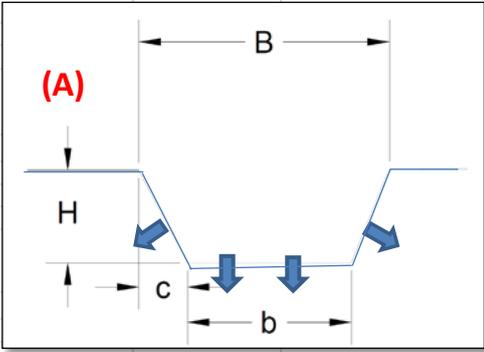
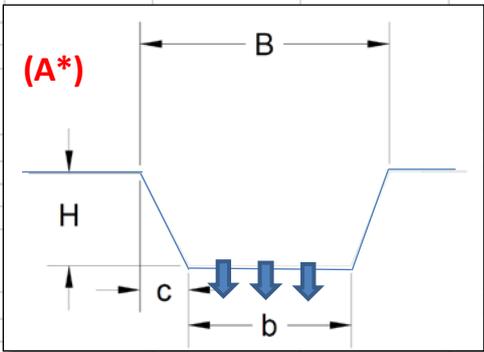
Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

	Verifiche tempi svuotamento			(inizia dopo la fine dell'evento piovoso di durata critica)		
	V max invasato [m ³]	Q _{filtr, fosso} [m ³ /s]	ts _{vuot} [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h
trapezio A	23,81	0,001723	3,84	297,70	0,00	79,01
trapezio A*	42,70	0,0004500	26,36	77,76	0,00	79,01

Figura 10.2 – Verifica svuotamento fosso disperdente viabilità di accesso.

Piazzale e fabbricato ACC

DATI DI PROGETTO						
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t<1)$ [-]			
25	64,00	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S_{bacino_tot} [m ²]				ψ_{medio} [-]	$S_{afferente}$ [m ²]	$S_{afferente}$ [ha]
1376				0,73	1004,48	0,10
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

A- FOSSO DISPERDENTE in terra						
FOSSO TRAPEZIO						
b [m]	H [m]	$s (c/H)$ [-]	B [m]	A_{fosso} [m ²]	Lung [m]	c [m]
1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	60,00	1
						
CASSONETTO rettangolare (eventuale)						
b [m]	h [m]	porosità n [-]	$A_{cassonetto}$ [m ²]	Lung [m]		
1,00	0,5	0,3	0,15	60,00		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il ΔV (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹	<small>¹consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,</small>
A	Fosso trapezio	133,13	0,003621	OK	2,3215	
A*	Fosso trapezio (filtrazione attraverso solo fondo)	133,13	0,000750	OK	1,2226	

Figura 10.3 – Verifica fosso disperdente piazzale e fabbricato ACC.

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento del fosso disperdente, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi A) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

	Verifiche tempi svuotamento			(inizia dopo la fine dell'evento piovoso di durata critica)		
	V max invasato [m ³]	Q _{filtr, fosso} [m ³ /s]	ts _{vuot} [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h
trapezio A	57,35	0,002871	5,55	496,16	0,00	133,13
trapezio A*	108,89	0,0007500	40,33	129,6	0,00	133,13

Figura 10.4 – Verifica svuotamento fosso disperdente piazzale e fabbricato ACC.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 35 di 39

11 DIMENSIONAMENTO DEI PLUVIALI

Per il calcolo dei canali di gronda e dei pluviali si fa riferimento alla norma UNI EN 12056 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo". Facendo riferimento a questa normativa si ottiene:

Capacità della bocca di efflusso circolari:

$$Q_o = K_o D^2 h^{0.5} / 15000 \text{ (l/s)}$$

dove:

- Q_o = capacità della bocca di efflusso (l/s);
- D = diametro efficace della bocca di efflusso (mm);
- k_o = coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri);
- h = carico alla bocca di efflusso (mm) = $W * F_h$;
- W = altezza al di sotto della linea d'acqua di progetto;
- F_h = coefficiente di carico alla bocca (pari a 0.47 se $S/T = 1$) come si può evincere dalla Figura 11-1.

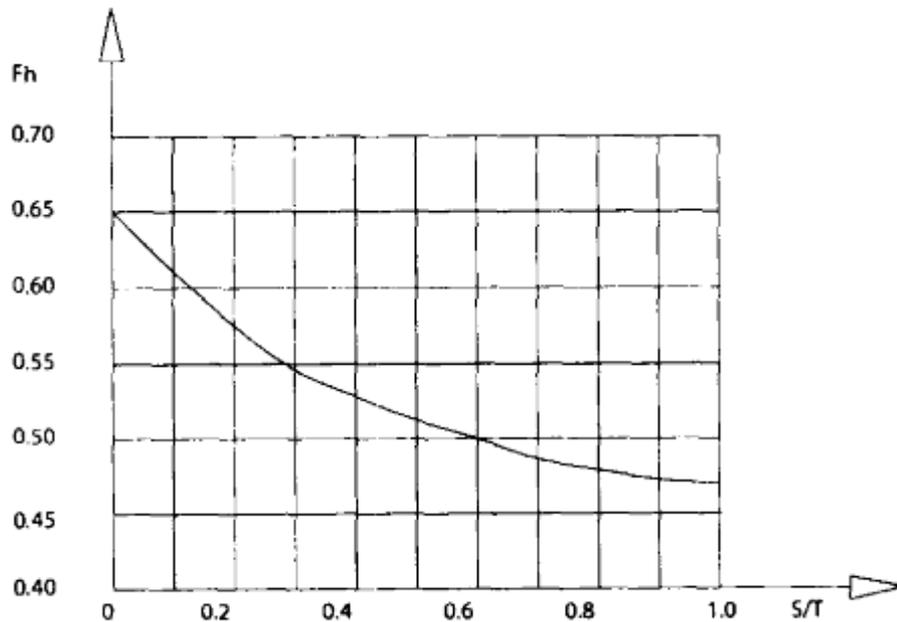


Figura 11-1- Coefficiente di carico F_h per determinare il carico disponibile alla bocca di efflusso

Per l'identificazione di S e T si rimanda alla Figura 11-2.

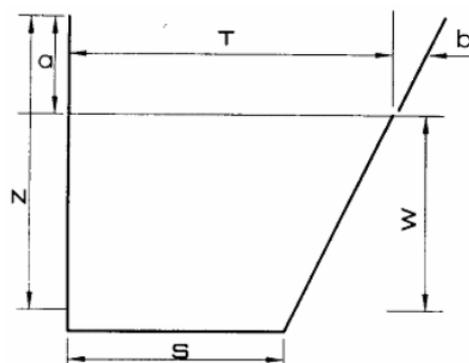


Figura 11-2- Descrizione parametri S e T.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARNACCIO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

La portata di progetto di un pluviale verticale a sezione circolare si calcola con la formula di Wylie Eaton:

$$Q_p = 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_0^{-0.167} \cdot d_i^{2.667} \cdot f^{1.667}$$

dove:

- Q_p = capacità del pluviale (l/s);
- k_0 = scabrezza del pluviale pari a 0.25 mm;
- d_i = diametro interno del pluviale (mm);
- f = grado di riempimento di norma pari a 0.33.

Capacità idraulica bocca di efflusso						Capacità idraulica pluviale				
Q	D=D0	K0	h	W	Fh	Q0	k_0	D interno	Grado riemp	Capacità idraulica
l/s	mm		mm	mm		l/s	mm	mm		l/s
4.74	170	1	47	100	0.47	13.21	0.25	170	0.33	44.1

Figura 11-3- Verifica capacità bocca di efflusso e pluviale di scarico.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A	FOGLIO 38 di 39

12 DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

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% per le condotte con diametro maggiore di 500 mm, per quelle minori si imposta un grado di riempimento massimo di 50%.
- $0,50 < v_{eff} < 5,00$ m/s al fine di preservare l'integrità delle tubazioni aumentandone di fatto la durabilità.

In allegato al presente documento sono riportate le tabelle di verifica dei rami principali delle reti di drenaggio. La tabella di verifica è suddivisa per recapito della rete di drenaggio e contiene la lunghezza del collettore, la pendenza del singolo tratto, la portata Q, il diametro nominale, il grado di riempimento e la velocità v in m/s.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE-PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA E DI SMALTIMENTO ACQUE	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO FA0100001	REV. A

Nella seguente tabella sono riportati i risultati della verifica dei collettori, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,5÷0,6 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- 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 50% per evitare che la condotta possa andare in pressione;
- Per la condotta di scarico si ammette un grado di riempimento leggermente maggiore in considerazione del sicuro effetto di richiamo indotto dal moto idraulico del canale di convogliamento in scarpata.

nodo monte	nodo valle	L[m]	area piazzale afferente [m ²]	somma aree piazzale a monte [m ²]	coeff. di afflusso piazzale	Area copertura [m ²]	somma aree copertura a monte [m ²]	coeff. Di afflusso copertura	Stot[m ²]	coeff. Di afflusso	pendenza [m/m]	Diametro esterno [mm]	Diametro interno [mm]	tc[min]	u[l/s,ha]	Q[m ³ /s]	Y/D	v[m/s]
P10	P1	4	0	0	0,60	71	71	1	71	1,00	0,004	200	190,20	5,12	664,38	0,005	0,34	0,55
P1	P2	4	0	0	0,60	0	71	1	71	1,00	0,020	315	299,60	5,19	659,31	0,005	0,12	0,90
P2	P3	4	181	181	0,60	0	71	1	252	0,71	0,020	315	299,60	5,25	467,22	0,012	0,19	1,20
P11	P3	4	0	0	0,60	71	71	1	71	1,00	0,004	200	190,20	5,12	664,38	0,005	0,34	0,55
P3	P4	5	0	181	0,60	0	142	1	323	0,78	0,020	315	299,60	5,31	505,34	0,016	0,22	1,31
P4	SCARICO A	9	165	346	0,60	0	142	1	488	0,72	0,020	315	299,60	5,42	461,78	0,023	0,26	1,44

nodo monte	nodo valle	L[m]	area piazzale afferente [m ²]	somma aree piazzale a monte [m ²]	coeff. di afflusso piazzale	Area copertura [m ²]	somma aree copertura a monte [m ²]	coeff. Di afflusso copertura	Stot[m ²]	coeff. Di afflusso	pendenza [m/m]	Diametro esterno [mm]	Diametro interno [mm]	tc[min]	u[l/s,ha]	Q[m ³ /s]	Y/D	v[m/s]
P5	SCARICO B	9	151	151	0,60	0,00	0,00	1	151	0,60	0,020	315	299,60	5,15	397,393	0,006	0,14	1,00

nodo monte	nodo valle	L[m]	area piazzale afferente [m ²]	somma aree piazzale a monte [m ²]	coeff. di afflusso piazzale	Area copertura [m ²]	somma aree copertura a monte [m ²]	coeff. Di afflusso copertura	Stot[m ²]	coeff. Di afflusso	pendenza [m/m]	Diametro esterno [mm]	Diametro interno [mm]	tc[min]	u[l/s,ha]	Q[m ³ /s]	Y/D	v[m/s]
P12	P6	6	0	0	0,60	71	71	1	71	1,00	0,004	200	190,20	5,18	660,016	0,005	0,33	0,54
P6	P7	4	0	0	0,60	0	71	1	71	1,00	0,020	315	299,60	5,26	655,041	0,005	0,12	0,90
P7	P8	4	175	175	0,60	0	71	1	246	0,72	0,020	315	299,60	5,31	466,013	0,011	0,19	1,20
P13	P8	6	0	0	0,60	71	71	1	71	1,00	0,004	200	190,20	5,18	660,016	0,005	0,33	0,54
P8	P9	5	0	175	0,60	0	142	1	317	0,78	0,020	315	299,60	5,38	504,294	0,016	0,22	1,31
P9	SCARICO C	9	141	316	0,60	0	142	1	458	0,72	0,020	315	299,60	5,48	463,799	0,021	0,26	1,44