

Committenti:



Provincia di Reggio Emilia

Livello di progettazione:

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto:

INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC. SAN DONNINO



Progettista:

ing. Luca Piacentini



via Belvedere 6, 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)

Titolo elaborato:

IDRAULICA

RELAZIONE IDRAULICA

Scala:

-

RIFERIMENTI DOCUMENTO

RIFERIMENTI DOCUMENTO		CODICE PROG.	CODICE DOCUMENTO	REV.	
IDR.001		TR5	PD-IDR-001	A	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	17/07/20	EMISSIONE	LGI	GPI	LPI

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	FRANCO IDRAULICO DELL'OPERA	5
4	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	6
5	ANALISI IDROLOGICA.....	7
6	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	9
	6.1 Portata massima di origine meteorica	9
	6.1.1 Tempo di corrivazione.....	9
	6.1.2 Coefficienti di deflusso	10
	6.2 Verifica dell'interasse di caditoie e embrici.....	10
	6.3 Dimensionamento e verifica dei collettori e fossi.....	13
7	INVARIANZA IDRAULICA	14
	7.1 Dimensionamento e verifica del fosso di laminazione	15
	7.2 Dimensionamento e verifica dei fossi drenanti	16

1 PREMESSA

L'eliminazione dell'attuale ponte di S. Donnino e conseguente ricostruzione comporta l'adeguamento delle viabilità esistenti di via Franceschini, via Madonna di Corticella e via del Torrente.

L'intersezione tra tali viabilità verrà riorganizzata mediante la realizzazione di una rotatoria a tre rami denominati "Ramo S" (via Franceschini), Ramo N (via Madonna di Corticella) e Ramo E (via del Torrente).

È prevista, inoltre, la ricucitura dei percorsi ciclo-pedonali esistenti sugli argini del torrente Tresinaro, sul lato ovest del ponte, mediante una passerella ciclo-pedonale che andrà ad affiancare il nuovo ponte carrabile.

La presente relazione tratterà quindi degli aspetti idraulici connessi allo smaltimento delle acque meteoriche dell'intervento di rifacimento del ponte e del conseguente adeguamento delle viabilità.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Vengono ora sintetizzati alcuni dei principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico e ambientale.

- **L. 183/89** “*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*”

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi.

Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo e dell’Autorità di Bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino.

- **L. 36/94 (Legge Galli)** “*Disposizioni in materia di risorse idriche*”
- **DPCM 4/3/96** “*Disposizioni in materia di risorse idriche*” (direttive di attuazione della Legge Galli).
- **DPR 14/4/94**
Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
- **DPR 18/7/95**
Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.
- **L. 267/98 (Legge Sarno)**
“Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”.
La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.
- **L. 365/00 (Legge Soverato)**
“Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000”.

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile; individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152**

Tale decreto ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il DL 152/99.

- **D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4**

"Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

3 FRANCO IDRAULICO DELL'OPERA

A seguito di una convenzione stipulata a giugno 2017 tra la Regione Emilia Romagna e l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, è stato eseguito uno studio finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alle condizioni di pericolosità e rischio idraulico lungo il torrente Tresinaro.

Tale studio rivela una condizione critica per il torrente Tresinaro. La presenza dell'attuale ponte di San Donnino, inoltre, costituisce un ostacolo per il torrente stesso aggravandone la situazione.

Al fine di mitigare le criticità idrauliche presenti, sono previsti degli interventi lungo un tratto esteso dell'alveo e l'eliminazione dell'ostacolo costituito dal ponte di S. Donnino attuale.

Nel tratto oggetto di intervento, lo studio prevede, senza possibilità di alternative, che gli argini attuali non vengano innalzati. Tale scelta di non modificare la quota arginale nasce, infatti, dalla necessità di non aggravare le condizioni di sicurezza idraulica del Comune di Rubiera.

Per il progetto del ponte si assume la situazione massima presentabile con massima piena pari alla sommità arginale e quindi a quota 64,14m s.l.m.

Il franco di progetto è pari a 1,50 m sulla quota di massima piena come da NTC 2018.

4 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Allo stato attuale le viabilità esistenti (Via Franceschini, via Madonna di Corticella e via del Torrente) non presentano particolari accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche: le acque piovane defluiscono, infatti, naturalmente dalla piattaforma stradale raggiungendo i campi vicini.

In merito all'intervento in oggetto, lo smaltimento delle acque piovane dall'impalcato prevede caditoie con boccaccio che intercetteranno le portate scaricandole con tubo verticale nel Tresinaro. Per i dettagli relativi ai boccacci di scarico si rimanda all'elaborato PD STR 011 "*Ponte stradale: smaltimento acque meteoriche da impalcato*".

Per quanto riguarda invece le rampe del ramo S, la rotatoria e i rami N ed E sarà previsto l'allontanamento delle portate meteoriche mediante embrici che trasporteranno i deflussi fino ai fossi al piede.

Fa eccezione il tratto della rampa sud del ramo S dove è prevista la realizzazione di una terra armata: per questo tratto gli embrici saranno sostituiti da pozzetti con caditoia e il trasporto dei deflussi avviene mediante collettori in PVC.

L'area oggetto di intervento non è caratterizzata dalla presenza di recapiti ad eccezione di un fosso che corre parallelamente al Tresinaro, a Sud del torrente stesso, e che viene tombato al di sotto di via Franceschini. La nuova viabilità interferisce con il fosso stesso per cui sarà necessario prolungare il tombino esistente al fine di garantire la continuità idraulica.

Il fosso esistente costituirà il recapito per parte dei deflussi della rampa sud del ramo S. Le portate, quindi, dalla piattaforma raggiungeranno il sistema di fossi orizzontali ai piedi del rilevato. Tali fossi garantiranno un adeguato volume di invaso per la laminazione delle portate e, mediante un manufatto dotato di bocca tarata, recapiteranno una portata controllata al in modo da garantire l'invarianza idraulica.

Laddove non è presente recapito o non può essere raggiunto si prevederà la realizzazione di fossi orizzontali drenanti in modo da smaltire le portate meteoriche per infiltrazione.

Per ulteriori dettagli riguardo lo smaltimento delle acque piovane e gli elementi del sistema di drenaggio si rimanda all'elaborato PD IDR 002 "*Smaltimento acque meteoriche. Planimetria e dettagli*".

5 ANALISI IDROLOGICA

Ogni opera richiede lo studio della pluviometria più idonea in funzione della distribuzione dei pluviometri disponibili sul territorio.

Per individuare le piogge di progetto è stata sviluppata una analisi delle precipitazioni per l'area del progetto e si è poi provveduto a definire le curve di possibilità pluviometrica.

Lo studio della pluviometria è stato svolto facendo riferimento ai dati degli Annali Idrologici relativi alle precipitazioni registrate ai pluviografi più vicini all'area di intervento. In particolare, si è fatto riferimento alla stazione di Ca' de Caroli per quanto riguarda i dati di pioggia più recenti (dal 2003 al 2018) mentre per i dati storici ci si è riferiti alla stazione di Reggio Emilia (dal 1951 al 2002).

Sono stati quindi analizzati, per gli anni che vanno dal 1951 al 2018, gli eventi di breve durata e forte intensità di durata 15, 30, 45 minuti, e gli eventi di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Tale campione di dati è stato utilizzato per ricavare la curva di possibilità pluviometrica espressa nella sua consueta forma monomia:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui h rappresenta l'altezza di pioggia (mm), t la durata della precipitazione (ore), mentre a (mm/h^n) ed n sono i due parametri stimati attraverso l'elaborazione statistica dei dati di pioggia disponibili ($0 < n < 1$).

Per l'analisi delle altezze di pioggia si è adottata la legge per i valori estremi di Gumbel:

$$P(h \leq \bar{h}) = e^{-e^{-\alpha(\bar{h}-u)}}$$

I due parametri a e u vengono stimati mediante le seguenti espressioni:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{1,285}{\sigma} \\ u = \mu - 0,45 \sigma \end{cases}$$

dove σ è lo scarto quadratico medio (deviazione standard) e μ la media dei dati osservati per una singola durata.

È nota per definizione la probabilità di non superamento, in funzione del tempo di ritorno:

$$P(h \leq \bar{h}) = \frac{T_r - 1}{T_r} = 1 - \frac{1}{T_r}$$

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Le altezze di pioggia di progetto (una per ogni durata di pioggia) possono essere ricavate eguagliando le due espressioni precedentemente ottenute, a tempo di ritorno fissato:

$$h(T_r) = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - \frac{1}{T_r}} \right) \right]$$

Sono poi stati individuati i coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica interpolando su un piano bilogarithmico i punti trovati. Tali coefficienti sono stati ottenuti suddividendo i dati in due gruppi, quelli di durata fino all'ora e quelli di durata da 1 ora a 24 ore.

Si riportano in Tabella 5.1 i coefficienti a e n della curva di possibilità pluviometrica ottenuti:

Tempo di Ritorno [anni]	d<1h		d>1h	
	a [mm/h]	n	a [mm/h]	n
25	50.834	0.262	43.433	0.264
50	57.339	0.247	52.185	0.262

Tabella 5.1 - Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica di progetto

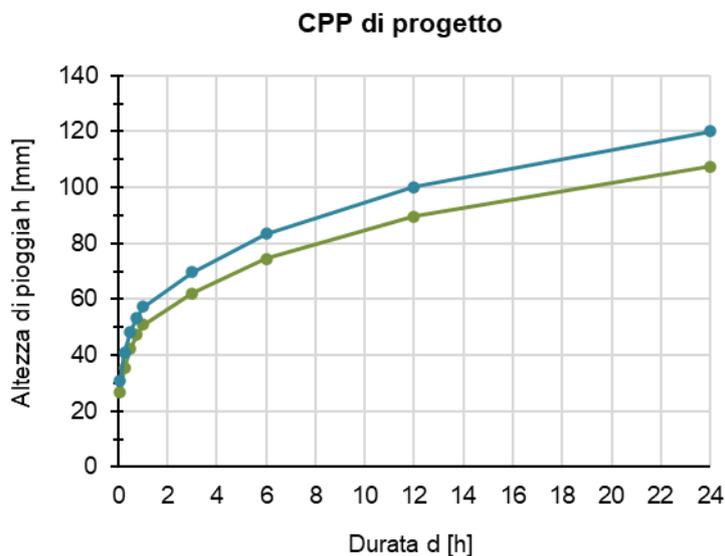


Figura 5.1 - Curve di possibilità pluviometrica di progetto

Nel caso in esame è stato utilizzato un tempo di ritorno per il dimensionamento degli elementi del sistema di drenaggio di piattaforma (caditoie, embrici, collettori) e un tempo di ritorno di 50 anni per quanto riguarda il fosso di laminazione e quelli drenanti.

6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

6.1 Portata massima di origine meteorica

La stima del valore della portata di progetto che sollecita, per assegnato tempo di ritorno, il sistema scolante e di conseguenza, il sistema di laminazione, viene effettuata mediante l'applicazione del metodo cinematico.

Il metodo cinematico o della corrivazione è basato sulle seguenti ipotesi:

- gocce d'acqua cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per giungere alla sezione di chiusura;
- il contributo di ogni singolo punto alla formazione della portata di bacino sia proporzionale all'intensità di pioggia in quel punto;
- il tempo impiegato dalle gocce per raggiungere la sezione di chiusura sia caratteristico di ciascun punto ed invariante nel tempo.

Secondo il metodo cinematico, la portata massima di origine meteorica è calcolata come:

$$Q = \varphi \cdot S \cdot i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

Dove:

- φ Coefficiente di deflusso del bacino;
- S Superficie del bacino;
- t_c Tempo di corrivazione;
- $i = a \cdot t_c^{n-1}$ Intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno
- a ed n Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica

6.1.1 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione caratteristico del bacino è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura.

Per le reti urbane il tempo di corrivazione t_c è dato dalla somma di due termini:

$$T_c = T_a + T_r$$

- T_a rappresenta il tempo di accesso che la particella d'acqua impiega per raggiungere il sistema di scolo delle acque; il tempo di accesso è di incerta determinazione variando infatti con la

pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; in genere assume valori compresi tra i 5 e i 15 minuti. Per la determinazione della portata di progetto viene scelto, in questo caso, un tempo di accesso pari a 5 minuti.

- T_r rappresenta il tempo di rete ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di chiusura ed è stimabile con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{v_{ri}}$$

dove L_i (m) è la lunghezza dell' i -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione in esame e v_{ri} (m/s) è la velocità di moto uniforme della corrente transitante nella i -esima elemento del sistema di drenaggio.

6.1.2 Coefficienti di deflusso

La determinazione della pioggia netta avviene per depurazione della frazione lorda caduta sul terreno considerando che una parte di questa si perde per effetto di infiltrazione e detenzione superficiale.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie i -esima S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{S_i}$$

In Tabella 6.1 sono riportati i coefficienti di deflusso utilizzati sulla base dei diversi tipi di superficie.

Tipologia di superficie	Coefficiente di deflusso φ
Aree pavimentate	$\varphi_{pav} = 0.9$
Aree verdi	$\varphi_{verde} = 0.3$
Fossi	$\varphi_{fossi} = 1.0$

Tabella 6.1 - Coefficienti di deflusso di progetto

6.2 Verifica dell'interasse di caditoie e embrici

Il posizionamento di caditoie ed embrici dovrà essere tale da garantire la limitazione della lama d'acqua defluente ai margini stradali e l'efficiente evacuazione delle stesse.

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

La cunetta laterale di scolo sarà ricavata direttamente sulla banchina stradale.

La portata che l'ipotetica cunetta risulta essere in grado di smaltire viene calcolata con la formula di Chézy, adottando i coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler secondo la seguente relazione:

$$Q_c = A \cdot k \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{i}$$

In cui:

- k Coefficiente di scabrezza, assunto pari a 70 [$m^{1/3}s^{-1}$]
- A Area della sezione d'acqua nel collettore
- R Raggio idraulico
- i Pendenza

In generale l'interasse degli embrici, o delle caditoie, è stato fissato pari a 20 m in rettilineo e 10 m in curva nei rami N ed S e 15 m per il ramo E.

Fissato l'interasse di tali elementi è stato verificato che l'allagamento trasversale fosse compatibile con la larghezza della banchina.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le verifiche di tali interassi per le situazioni più rappresentative.

Interasse Embrici - Caditoie Curva (Ramo S e N)			
Dati stradale			
Sezione stradale	B	7.00	m
Interasse Embrici - Caditoie	d	10.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.050	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.025	m/m
Portata di Progetto			
Area pavimentata	A_{imp}	70.00	m ²
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	0.90	-
Parametri curva LSPP	a	50.834	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
T Accesso = T corrvazione	$t_a = t_c$	300	s
Intensità di pioggia	i	318.4	mm/h
Q deflusso	Q_d	5.57	l/s
Accumulo trasversale in banchina			
Larghezza trasversale accumul	L_{acc}	0.79	m
Altezza velo liquido	h	0.02	m

Tabella 6.2 Interassi embrici e caditoie rami S e N – Curva

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

Interasse Embrici - Rettifilo (Ramo S e N)			
Dati stradale			
Sezione stradale	B	3.50	m
Interasse Embrici - Caditoie	d	20.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.050	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.025	m/m
Portata di Progetto			
Area pavimentata	A_{imp}	70.00	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	0.90	-
Parametri curva LSPP	a	50.834	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
T Accesso = T corrivazione	$t_a = t_c$	300	s
Intensità di pioggia	i	318.4	mm/h
Q deflusso	Q_d	5.57	l/s
Accumulo trasversale in banchina			
Larghezza trasversale accumul	L_{acc}	0.79	m
Altezza velo liquido	h	0.02	m

Tabella 6.3 - Interassi embrici ramo S e N - Rettifilo

Interasse Embrici Curva (Ramo E)			
Dati stradale			
Sezione stradale	B	5.00	m
Interasse Embrici - Caditoie	d	15.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.050	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.025	m/m
Portata di Progetto			
Area pavimentata	A_{imp}	75.00	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	0.90	-
Parametri curva LSPP	a	50.834	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
T Accesso = T corrivazione	$t_a = t_c$	300	s
Intensità di pioggia	i	318.4	mm/h
Q deflusso	Q_d	5.97	l/s
Accumulo trasversale in banchina			
Larghezza trasversale accumul	L_{acc}	0.80	m
Altezza velo liquido	h	0.02	m

Tabella 6.4 - Interassi embrici ramo E

I risultati riportati mostrano come in tutti i casi l'allargamento trasversale risulta poco superiore alla larghezza della banchina e la quantità eccedente risulta essere accettabile. Gli interassi ipotizzati sono quindi verificati.

6.3 Dimensionamento e verifica dei collettori e fossi

Di ogni elemento viene verificata la sezione più gravosa in base alle portate massime, determinate come sopra, che devono smaltire.

La massima portata che può essere smaltita dal collettore/fosso vengono calcolate con la formula di Chézy, adottando i coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler secondo la seguente relazione:

$$Q_c = A \cdot k \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{i}$$

In cui:

- k Coefficiente di scabrezza pari a 80 [m^{1/3}s⁻¹] per i collettori in PVC ed a 40 [m^{1/3}s⁻¹] per fossi in terra
- A Area della sezione d'acqua nel collettore
- R Raggio idraulico
- i Pendenza

Per i collettori, fissati il coefficiente di scabrezza k_s e la pendenza longitudinale i_l , si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto, calcolata con il metodo cinematico.

I collettori previsti sono in PVC classe SN8. Nella verifica della sezione del collettore è stato considerato un grado di riempimento massimo del 70% e velocità in condotta comprese tra gli 0.5 m/s e i 5 m/s.

Analogamente, nel caso di un fosso, fissati il coefficiente di scabrezza k_s e la pendenza longitudinale i_l , e note le caratteristiche geometriche della sezione, si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, la portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo cinematico, definendo quindi il tirante nella sezione idraulica di verifica.

Nella Tabella 6.5 è riportato il tabulato di verifica delle sezioni idrauliche significative.

Elemento		Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{tot} (m ²)	φ_{medio}	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riempimento	v (m/s)
Collettore PVC DN 200		C1	C2	20.00	5.0	70	0.9	5.24	0.00538	19.0 %	1.4
Collettore PVC DN 200		C2	C3	20.00	5.0	140	0.9	5.44	0.01047	26.0 %	1.7
Collettore PVC DN 200		C3	Scarico	2.20	2.0	147.7	0.9	5.47	0.01101	35.0 %	1.2
Fosso F1	50-50-50	-	-	44.00	0.1	282	0.9	7.27	0.01702	8.8 cm	0.3
Coll. Attr. PVC DN 400		F1	FD2	12.50	0.2	365	0.764	7.62	0.01805	31.5 %	0.6

Tabella 6.5 - Tabulato verifica dei collettori

7 INVARIANZA IDRAULICA

Qualora l'intervento comporti un aumento delle superfici impermeabili rispetto alle condizioni precedenti è necessario prevedere delle misure per l'invarianza idraulica in modo che ai ricettori giunga una portata non superiore a quella ante operam e comunque compatibile con il ricettore stesso.

Come descritto al capitolo 4, allo stato attuale le portate meteoriche generate sulle viabilità esistenti defluiscono naturalmente verso i campi vicini e l'area oggetto di intervento non è caratterizzata dalla presenza recapiti ad eccezione del fosso che corre parallelamente al Tresinaro, a Sud del torrente stesso.

Tale fosso costituisce il recapito per parte dei deflussi della rampa sud del ramo S, i quali verranno invasati in un fosso di laminazione opportunamente dimensionato prima del loro scarico nel ricettore.

Laddove non è presente recapito o non può essere raggiunto si prevederà la realizzazione di fossi orizzontali drenanti in modo da smaltire le portate meteoriche per infiltrazione.

Come rappresentato in Figura 7.1, entrambe le tipologie di fossi avranno base 50cm, altezza 75cm e scarpa 1/1.

Per i fossi drenanti è previsto inoltre uno strato di 1 metro di ghiaia per favorire l'infiltrazione e aumentare il volume di invaso.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato PD IDR 002 "Smaltimento acque meteoriche. Planimetria e dettagli".

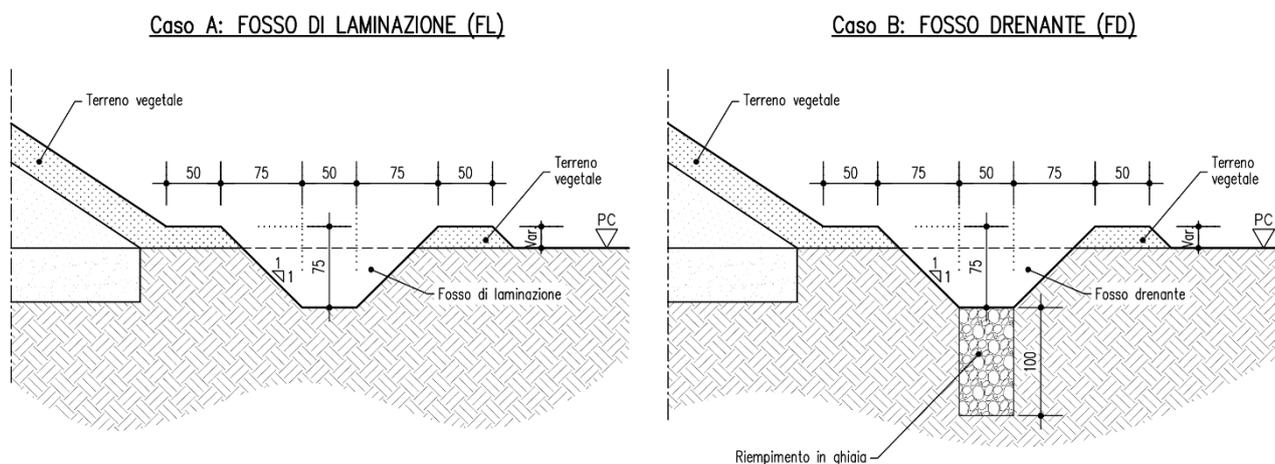


Figura 7.1 - Dettagli fossi di laminazione e drenanti

7.1 Dimensionamento e verifica del fosso di laminazione

Per la determinazione del volume minimo da invasare si è fatto riferimento al metodo delle sole piogge.

Il volume da invasare V_i , ad un certo tempo θ , è dato quindi dalla differenza tra volume entrante V_e e volume uscente V_u :

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente V_u al tempo θ viene calcolato come:

$$V_u = Q_u \cdot \theta$$

La portata uscente Q_u sarà costante e calcolata tenendo conto di un coefficiente udometrico pari a 20 l/s/ha. A favore di sicurezza è stata trascurata la permeabilità del terreno.

Il volume da invasare V_i nel caso di un evento meteorico di durata θ sarà pertanto pari a:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

V_i assumerà, quindi, il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata θ_p pari a:

$$\theta_p = \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

L'uscita della portata da tale invaso verrà realizzata mediante un manufatto di calcestruzzo dotato di bocca tarata per il controllo della portata. Il diametro della bocca tarata è stato calcolato come:

$$d = \sqrt{\frac{q_u \cdot A \cdot 4}{0,65 \cdot \pi \cdot \sqrt{2gh}}}$$

FOSSO LAMINAZIONE - FL			
Base inferiore fosso	b	0.50	m
Altezza fosso	H	0.75	m
Lunghezza totale fosso	L	173	m
Area totale	A _{tot}	2569	m ²
Coeff. di deflusso medio	φ _{medio}	0.6	-
Parametri curva LSPP	a	52.185	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
Portata limite	q _{lim}	20.00	l/(s ha)
Portata uscente	Q _u	5.14	l/s
Tempo di pioggia	θ _p	1.27	h
Portata entrante	Q _e	19.59	l/s
Volume minimo da invasare	V _{i,min}	66	mc
Tirante	h	0.42	m
Diametro bocca tarata	d	65	mm

Tabella 7.1 - Verifica Fosso di Laminazione FL

7.2 Dimensionamento e verifica dei fossi drenanti

Per la determinazione del volume minimo da invasare si è fatto riferimento al metodo delle sole piogge in modo del tutto analogo a quanto visto al paragrafo precedente. In questo caso, la portata uscente non sarà fissata e regolata da una bocca tarata ma dipenderà dal coefficiente di permeabilità (K) del terreno che nel progetto in esame, data la tipologia di terreno, è considerato pari a 10⁻⁶m/s.

Il volume da invasare V_i, ad un certo tempo θ, è dato quindi dalla differenza tra volume entrante V_e e volume uscente V_u:

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S, caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ, in un certo tempo di pioggia θ:

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente V_u al tempo θ viene calcolato come:

$$V_u = Q_u \cdot \theta = K \cdot A \cdot \theta$$

- K è il coefficiente di permeabilità del terreno,
- A è la superficie del fosso.

Il volume da invasare V_i nel caso di un evento meteorico di durata θ sarà pertanto pari a:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

Vi assumerà, quindi, il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata θ_p pari a:

$$\theta_p = \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Per il calcolo del volume di invaso è stata cautelativamente considerata come superficie drenante solo quella di fondo. Si è inoltre tenuto conto del volume immagazzinato nello strato ghiaioso considerando un materiale con porosità 0,4.

FOSSE DRENANTE - FD 1			
Base inferiore fosso	b	0.50	m
Altezza fosso	h	0.75	m
Lunghezza totale fosso	L	118	m
Superficie disperdente	S_{disp}	59	m ²
Area totale	A_{tot}	1375	m ²
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.62	-
Parametri curva LSPP	a	52.185	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
Permeabilità	k	1.00E-06	m/s
Portata uscente	Q_u	0.059	l/s
Tempo di pioggia	θ_p	227	h
Portata entrante	Q_e	0.23	l/s
Volume da invasare MSP	V_{iMSP}	135	mc
Tirante	h_b	0.74	m

Tabella 7.2 - Verifica fosso drenante FD 1

FOSSE DRENANTE - FD 2			
Base inferiore fosso	b	0.50	m
Altezza fosso	h	0.75	m
Lunghezza totale fosso	L	186	m
Superficie disperdente	S_{disp}	93	m ²
Area totale	A_{tot}	1238	m ²
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.83	-
Parametri curva LSPP	a	52.185	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
Permeabilità	k	1.00E-06	m/s
Portata uscente	Q_u	0.093	l/s
Tempo di pioggia	θ_p	159	h
Portata entrante	Q_e	0.35	l/s
Volume da invasare MSP	V_{iMSP}	150	mc
Tirante	h_b	0.57	m

Tabella 7.3 - Verifica fosso drenante FD 2

FOSSE DRENANTE - FD 3			
Base inferiore fosso	b	0.50	m
Altezza fosso	h	0.75	m
Lunghezza totale fosso	L	34	m
Superficie disperdente	S_{disp}	17	m ²
Area totale	A_{tot}	422	m ²
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.57	-
Parametri curva LSPP	a	52.185	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
Permeabilità	k	1.00E-06	m/s
Portata uscente	Q_u	0.017	l/s

FOSSE DRENANTE - FD 4			
Base inferiore fosso	b	0.50	m
Altezza fosso	h	0.75	m
Lunghezza totale fosso	L	78	m
Superficie disperdente	S_{disp}	39	m ²
Area totale	A_{tot}	729	m ²
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.77	-
Parametri curva LSPP	a	52.185	mm/h ⁿ
	n	0.262	-
Permeabilità	k	1.00E-06	m/s
Portata uscente	Q_u	0.039	l/s

**INTERVENTO DI RIFACIMENTO PONTE E COLLEGAMENTO ALLE ARGINATURE ESISTENTI A
QUOTA ADEGUATA DEL NODO LOC.S. DONNINO**

Documento

Relazione idraulica

Tempo di pioggia	θ_p	220	h
Portata entrante	Q_e	0.06	l/s
Volume da invasare MSP	V_{iMSP}	38	mc
Tirante	h_b	0.73	m

Tabella 7.4 - Verifica fosse frenante FD 3

Tempo di pioggia	θ_p	227	h
Portata entrante	Q_e	0.15	l/s
Volume da invasare MSP	V_{iMSP}	89	mc
Tirante	h_b	0.75	m

Tabella 7.5 - Verifica fosse frenante FD 4