

Committenti:



Provincia di Reggio Emilia

Livello di progettazione:

PROGETTO ESECUTIVO STRALCIO 1

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	PE-IDR-001	A	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	10/08/20	EMISSIONE	LGI	GPI	LPI

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	FRANCO IDRAULICO DELL'OPERA	5
4	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	6
	4.1 Analisi idrologica.....	6
	4.2 Dimensionamento e verifica degli elementi del sistema di drenaggio.....	8
	4.2.1 Portata massima di origine meteorica	8
	4.2.2 Verifica degli elementi di scarico.....	10

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono trattati gli aspetti idraulici caratterizzanti il PROGETTO ESECUTIVO relativo allo STRALCIO 1 dell' "intervento di rifacimento ponte e collegamento alle arginature esistenti a quota adeguata del nodo loc.S. Donnino".

Tale intervento nasce dall'esigenza di dare risposta alle criticità idrauliche emerse in corrispondenza degli eccezionali eventi meteorologici che hanno interessato diverse regioni, tra le quali anche l'Emilia-Romagna, a partire dall'ottobre 2018.

Il presente progetto di Stralcio 1 prevede la realizzazione di un nuovo ponte stradale, di una nuova passerella ciclo-pedonale in affiancamento e di scogliere in massi cementati sulle sponde del torrente in corrispondenza delle nuove opere.

Il progetto di Stralcio 2 completa il progetto generale con la realizzazione di della nuova viabilità d'approccio, la ricucitura a quella esistente e la demolizione del ponte attuale.

La presente relazione tratterà quindi degli aspetti idraulici connessi alla realizzazione del nuovo ponte e 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

Lo smaltimento delle acque piovane dall'impalcato prevede caditoie con boccaccio, come illustrato in Figura 4.1, che intercetteranno le portate scaricandole con tubo verticale nel Tresinaro.

BOCCACCIO DI SCARICO – SCHEMA COMPLESSIVO

(quote in millimetri)

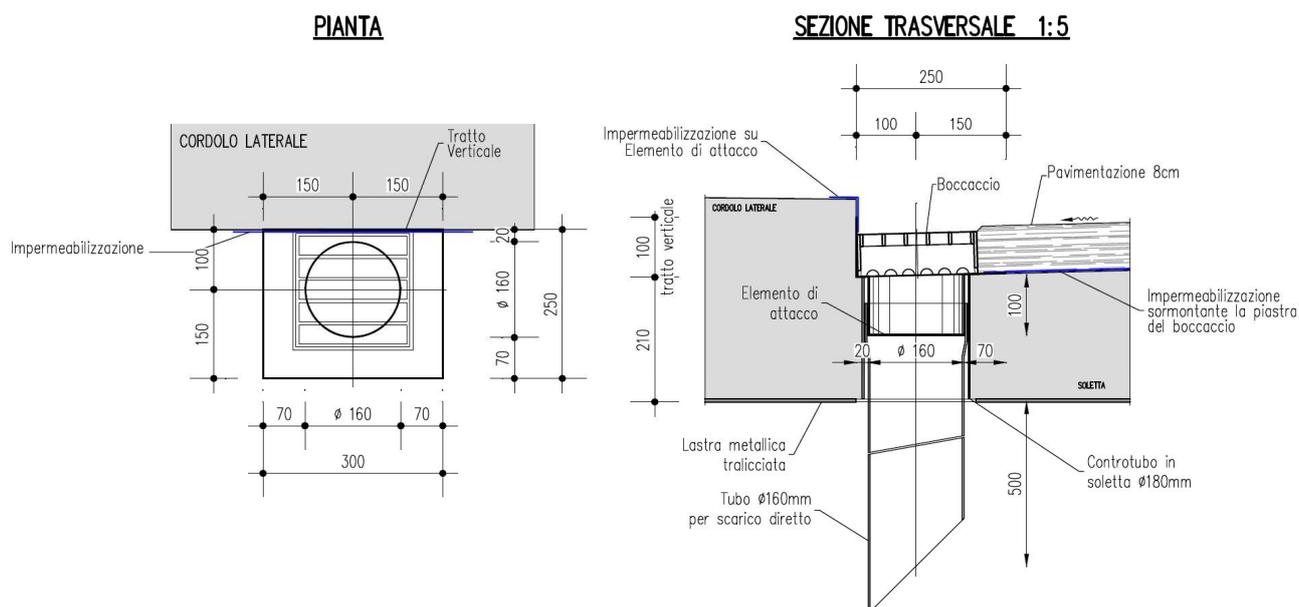


Figura 4.1 - Boccacci di scarico

Per i ulteriori dettagli relativi ai boccacci di scarico e per il loro posizionamento planimetrico si rimanda rispettivamente agli elaborati PE STR 011 "Nome elaborato" e PE STR 006 "Nome elaborato".

4.1 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

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

Documento

Relazione idraulica

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/hⁿ) 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:

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

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 bilogaritmico 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 4.1 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 4.1 - Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica di progetto

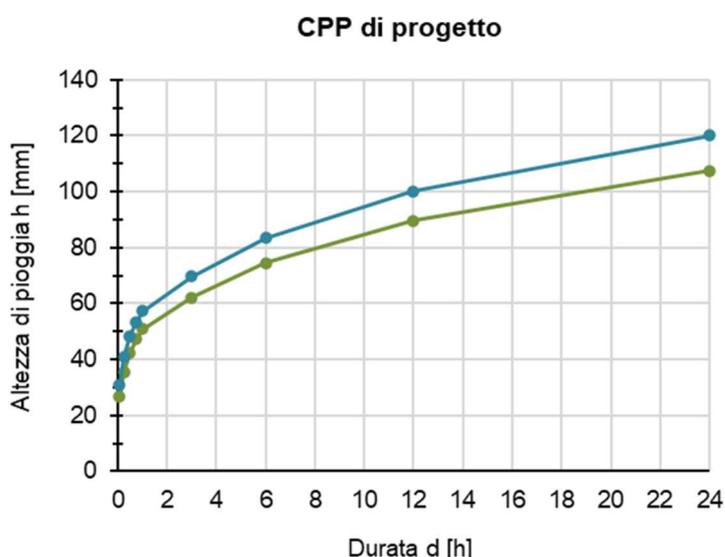


Figura 4.2 - Curve di possibilità pluviometrica di progetto

Per il dimensionamento e la verifica dei boccacci di scarico si farà riferimento ad un tempo di ritorno pari a 25 anni.

4.2 Dimensionamento e verifica degli elementi del sistema di drenaggio

4.2.1 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:

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

Documento

Relazione idraulica

- 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

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.

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 4.2 sono riportati i coefficienti di deflusso previsti per i diversi tipi di superficie.

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

Tabella 4.2 - Coefficienti di deflusso di progetto

4.2.2 Verifica degli elementi di scarico

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

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

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

Documento

Relazione idraulica

L'interasse massimo dei boccacci è pari a 12,40m. Fissata tale distanza è stato verificato che l'allagamento trasversale fosse compatibile con la larghezza della banchina.

È stato inoltre verificato che la portata smaltibile dal discendente fosse superiore alla portata di origine meteorica di progetto.

La portata smaltibile dal discendente verticale è stata calcolata ipotizzando un funzionamento a battente secondo la formula seguente:

$$Q_{disc} = \mu \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \sqrt{2gh}$$

Dove:

- μ Coefficiente di contrazione posto pari a 0.6
- D Diametro interno
- G Accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s²
- H Battente idraulico

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle verifiche effettuate.

Interasse Boccacci			
<i>Dati stradale</i>			
Sezione stradale	B	3.50	m
Interasse Embrici - Caditoie	d	12.40	m
Pendenza longitudinale media	i _l	0.015	m/m
Pendenza trasversale	i _t	0.025	m/m
<i>Portata di Progetto</i>			
Area pavimentata	A _{imp}	43.40	m ²
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	3.45	l/s
<i>Accumulo trasversale in banchina</i>			
Larghezza trasversale accumulo	L _{acc}	0.82	m
Altezza velo liquido	h	0.02	m
<i>Verifica discendente verticale</i>			
Diametro nominale	DN	160.00	-
Diametro interno	D _i	152.00	mm
Q max discendente	Q _{disc}	6.927	l/s

Tabella 4.3 Verifica elementi di scarico

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

Documento

Relazione idraulica

Come riportato nel precedente tabulato, l'allagamento trasversale risulta superiore alla larghezza della banchina, tuttavia, la parte eccedente può essere considerata accettabile. La portata smaltibile dal discendente risulta superiore alla portata di deflusso di progetto.