



Provincia di Prato

Area Tecnica

Servizio assetto e gestione del territorio

Strada Regionale SR325


*Intervento di consolidamento strutturale del ponte alla
p.Km 48+300 nel Comune di Vernio (PO)*

PROGETTO ESECUTIVO

TIPO
ELABORATO

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE IDROLOGICA

RESPONSABILE PROGETTAZIONE:		RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:		
 <p>Tel./Fax 0571/489221 Mob. 338/3274556 E-mail studio@ingep.it Pec: emanuele.pacini@ingpec.eu</p> <p>Viale Italia, 35 - 56022 Castellfranco di Sotto (PI)</p>		ING. ELISA GORGAI	_____	
				(IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO)
RIFERIMENTO ELABORATO		DATA DI STAMPA:	RIFERIMENTO INTERNO	
N° Ordine	Codice Elaborato	dicembre 21	Progetto n.	PR-175-21
08	PEEGRT0800	SCALA:	REVISIONE	
		INDICATA	n.	data
			n.	data
REDATTO:	<i>Ing. Emanuele Pacini</i>	VERIFICATO:	<i>Ing. Emanuele Pacini</i>	
APPROVATO:	<i>Ing. Emanuele Pacini</i>	NOME FILE:	08-PE.EG.RT.08.00_Realzione idrologica	

SERVIZIO ASSETTO E GESTIONE DEL TERRITORIO

TAVOLA N.	VISTO DEL COMMITTENTE	IL PROFESSIONISTA



Provincia di Prato

Area Tecnica

Servizio assetto e gestione del territorio

Strada Regionale SR325

*Intervento di consolidamento strutturale del ponte alla
p.Km 48+300 nel Comune di Vernio (PO)*

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione idrologica

IL PROGETTISTA



A – Elaborati Generali



INDICE

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DEL PONTE.....	2
	2.1 Cenni storici.....	2
3	ANALISI IDROLOGICA	5
	3.1 Descrizione del bacino idrografico	5
	3.2 Uso del suolo, proprietà idrologiche dei suoli e calcolo del Curve Number	6
	3.3 Stima del tempo di corrivazione	7
	3.4 Definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica	8
	3.5 Modellazione Idrologica.....	8
	3.5.1 <i>Basin Model</i>	9
	3.5.2 <i>Metereologic Model</i>	10
	3.5.3 <i>Control Specifications</i>	10
	3.5.4 <i>Time-Series Data</i>	10
	3.6 Risultati della modellazione idrologica.....	10



1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è redatta a supporto degli interventi di consolidamento e manutenzione delle strutture di elevazione ed impalcato che compongono un ponte ad arco in muratura, sulla strada regionale SR 325 alla progressiva chilometrica 48+300, in prossimità della località detta "La Cantoniera" fra i centri abitati di Montepiano e Sasseta nel Comune di Vernio (PO). L'attraversamento è stato realizzato sul corso d'acqua identificato nel Reticolo Regionale ai sensi della L.R. 79/2012 e s.m.i. con il codice MV6046, denominato Fosso della Cantoniera.

In questa sede si è provveduto a eseguire l'analisi idrologica per evento con tempo di ritorno 200 anni così da ottenere il della portata massima con cui effettuare le verifiche idrauliche.

2 DESCRIZIONE DEL PONTE

2.1 CENNI STORICI

La Strada Regionale SR 325 è stata in precedenza una Statale denominata SS325, essa faceva parte della rete di arterie stradali sotto la gestione dell'Anas; oggi è strada provinciale 325R di Val di Setta e Val di Bisenzio in Emilia-Romagna e strada regionale SR 325 di Val di Setta e Val di Bisenzio in Toscana, il cui percorso si snoda tra l'Emilia-Romagna e la Toscana. È una importante arteria delle provincie di Bologna e Prato che attraversa i principali centri nella valle del Setta di Vado di Monzuno, Rioveggio, Lagaro, Castiglione dei Pepoli, per poi raggiungere il valico (m.750 s.l.m.) in località Montepiano ove si entra in Toscana e passare nella valle del Bisenzio dove la strada attraversa le località del comune di Vernio e scendendo verso Prato attraversa Vaiano. La gestione de ltratto toscano è passata alla Regione Toscana che ha poi devoluto le competenze alla Provincia di Prato e alla Provincia di Firenze per le tratte territorialmente competenti. Precedentemente e ancora negli anni '50 la strada era un'arteria interprovinciale costituita dalla provinciale bolognese della Val di Setta e dalla provinciale fiorentina della Val di Bisenzio, congiungente le due vallate. Essa costituiva un'alternativa alla statale n.64 Porrettana e alla statale n.65 Futa Raticosa, entrambe di valico appenninico che svolgevano il traffico di collegamento fra Bologna e Firenze già in periodo anteguerra. L'arteria era un'importante alternativa, grazie anche alle pendenze ridotte e dopo la costruzione dell'arteria autostradale italiana ha subito una certa riduzione di traffico. Tutt'oggi però nei periodi di traffico Autostradale congestionato tra Firenze e Barberino di Mugello è presa come alternativa per raggiungere velocemente l'autostrada nel Comune di Castiglione dei Pepoli o nel Mugello, soprattutto dal traffico pesante.

Attualmente la strada SR 325 può essere classificata ai sensi del D.M. 5.11.2001 n.6792 come strada extraurbana secondaria di tipo C che collega capoluoghi di provincia altresì serviti da strade di

tipo A e B; pertanto l'infrastruttura e le opere attinenti possono ricadere nella Classe d'uso III ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Di seguito si riportano delle fotografie del Fosso della Cantoniera nel tratto d'interesse.

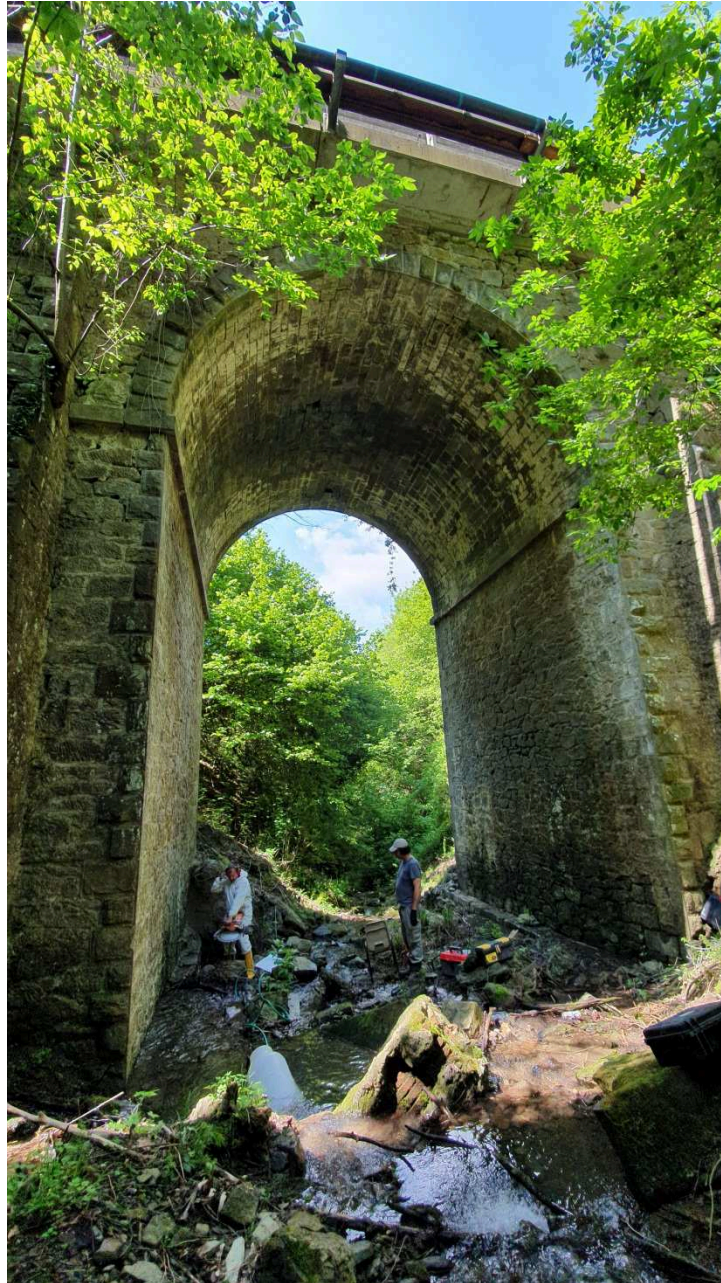


FOTO 1. PONTE OGGETTO D'INTERVENTO

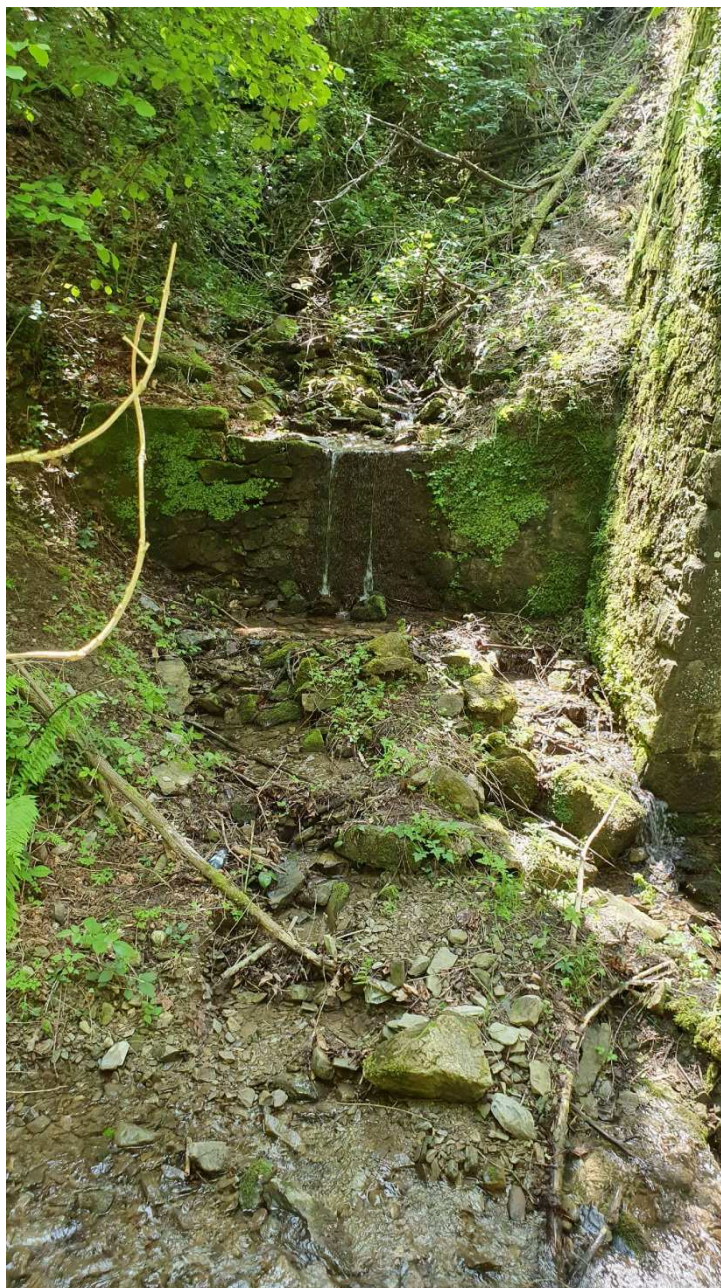


FOTO 2. AFFLUENTE DI SINISTRA IMMEDIATAMENTE A MONTE DEL PONTE

3 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata svolta con riferimento al bacino idrografico del Fosso della Cantoniera, con sezione di chiusura posta in corrispondenza dell'attraversamento oggetto d'intervento.

Ai paragrafi successivi si riportano la caratterizzazione del bacino e la modellazione idrologica effettuata per il calcolo degli idrogrammi di piena.

3.1 DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del Fosso della Cantoniera, oggetto del presente studio, è stato individuato sulla base delle curve di livello della cartografia tecnica regionale con dettaglio in scala 1:10'000.

Di seguito si riporta il DTM ritagliato sul perimetro del bacino ottenuto.

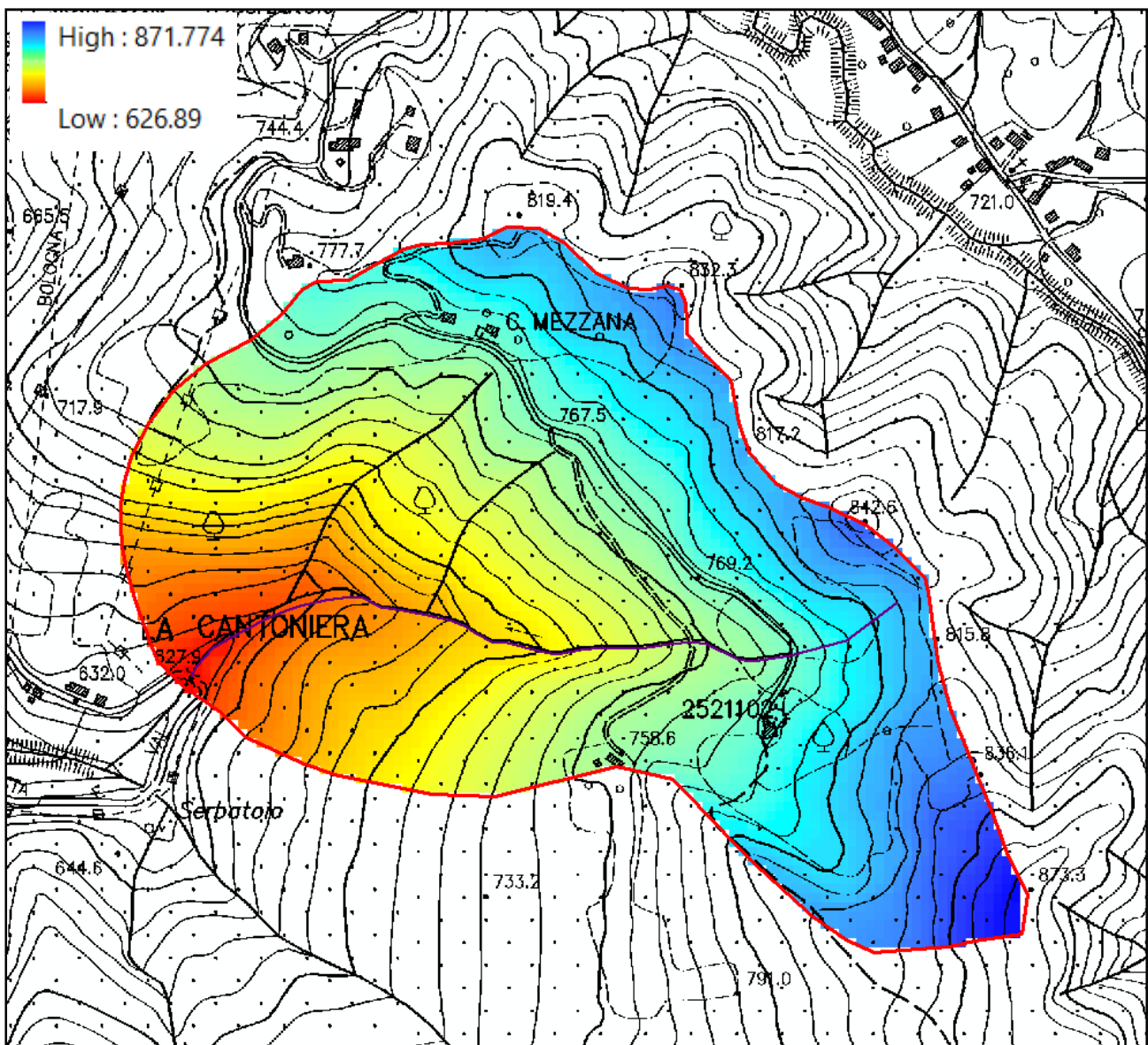


FIGURA 1. DTM DEL BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

Il bacino idrografico del Fosso della Cantoniera è totalmente coperto da boschi con presenza di

abitazioni sparse e ha una superficie di circa 0.46 Km².

3.2 USO DEL SUOLO, PROPRIETÀ IDROLOGICHE DEI SUOLI E CALCOLO DEL CURVE NUMBER

Allo scopo di calcolare gli idrogrammi di piena per le varie durate di studio, relativi al bacino idrografico del Fosso della Cantoniera nel tratto in oggetto, è stato utilizzato il software HEC-HMS 4.7.1 del *US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center*. Nello specifico, la stima delle perdite per infiltrazione è stata eseguita utilizzando il metodo proposto dal *Soil Conservation Service (SCS)*, denominato “*SCS Curve Number*”, che si basa sulla definizione del parametro fondamentale *Curve Number (CN)* ottenibile tramite l'incrocio di classificazioni indipendenti sull'uso del suolo e sulle proprietà idrologiche del suolo. In tale metodo vengono distinti i seguenti gruppi di terreno sulla base delle proprietà idrologiche del suolo:

Gruppo A – terreni sabbiosi molto permeabili: strati di sabbie e depositi eolici di elevato spessore, limi parzialmente consolidati;

Gruppo B – terreni franchi moderatamente permeabili, depositi sabbiosi superficiali;

Gruppo C – terreni franco-limosi poco permeabili: argille a medio impasto, terreni con ridotto contenuto di parti organiche o a elevato tenore di argilla;

Gruppo D – terreni argillosi quasi impermeabili: argille fortemente plastiche (suolo rigonfiante), terreni con elevato contenuto salino.

Il *CN* può essere calcolato in tre differenti condizioni di umidità del terreno che si differenziano per l'altezza di pioggia dei cinque giorni antecedenti l'evento di riferimento (*antecedentmoisturecondition* – *AMC*). Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle altezze di pioggia nelle tre condizioni di umidità.

AMC categoria	Altezza di precipitazione nei 5 giorni antecedenti (mm)	
	Stagione di riposo	Stagione vegetativa
AMC-I	< 13	< 36
AMC-II	13 - 28	36 - 53
AMC-III	> 28	> 53

TABELLA 1. ALTEZZE DI PIOGGIA NELLE TRE CONDIZIONI DI UMIDITÀ

Per la stima di detto parametro sono stati utilizzati i dati pubblicati a corredo dello studio “*Modellazione idrologica caso pilota. Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC Addendum: Parametrizzazione HMS*” (Castelli, 2014) pubblicato dalla Regione Toscana. Tali dati sono consultabili mediante un file *.shape* che ha al suo interno molti strati informativi relativi alle caratteristiche del territorio, tra cui, appunto, uso del suolo, proprietà idrologiche dei suoli e *CN*. Tali

dati sono stati aggiornati dagli scriventi sulla base del Database Pedologico della Regione Toscana del 2017 ottenendo una nuova mappa dei valori del CN che in alcune aree va a modificare quello presente nello studio del 2014.

Nel presente studio si è fatto riferimento, nel calcolo delle portate idrologiche, cautelativamente alle condizioni di umidità del terreno AMC-III. Di seguito si riporta la mappa dei valori del CN III del bacino idrografico del Fosso della Cantoniera.

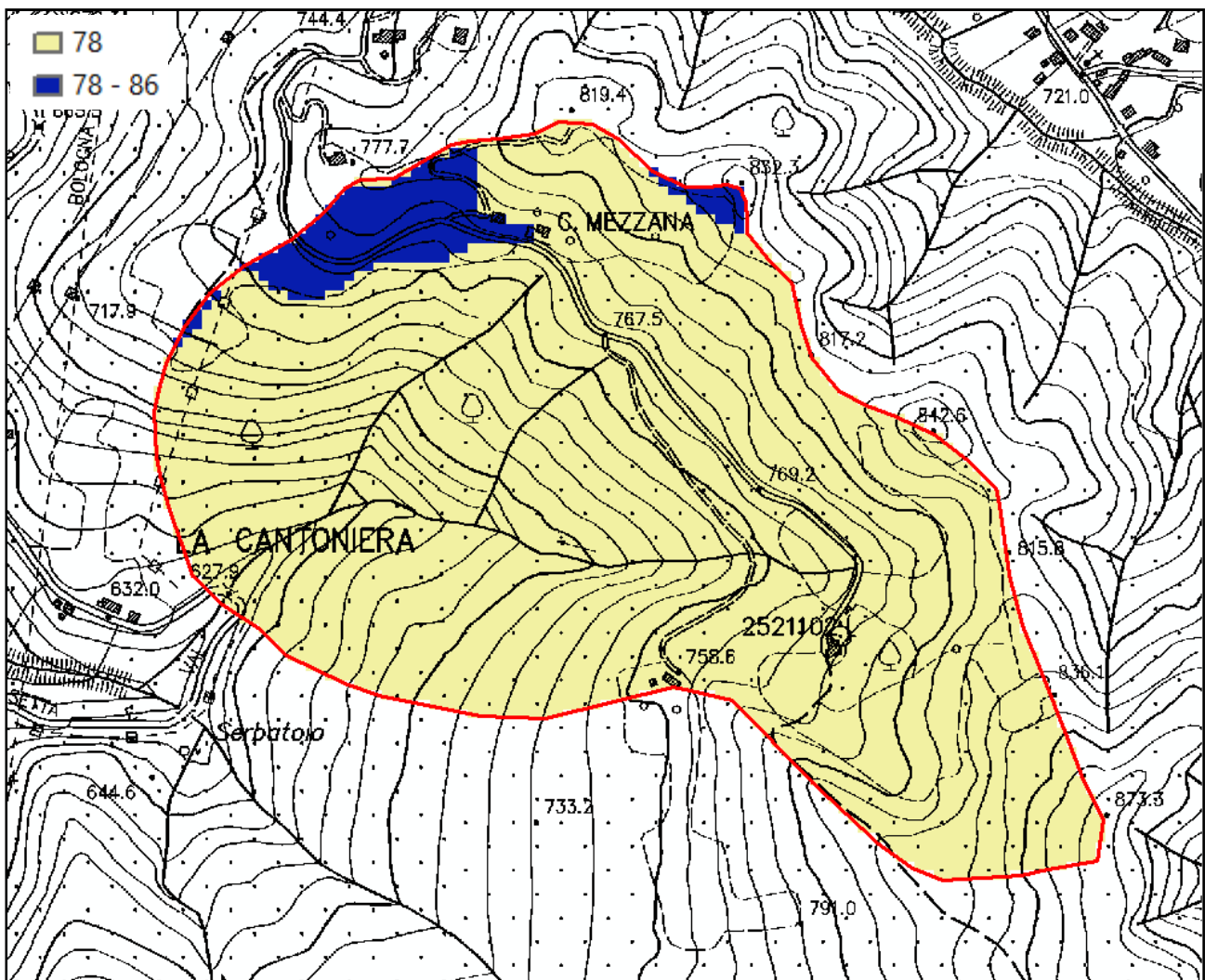


FIGURA 2. VALORI DEL CN III DEL BACINO IDROGRAFICO IN ESAME

Al fine di ottenere un unico valore del parametro CN III caratteristico per il bacino è stata eseguita la media pesata dei CN delle singole zone rispetto all'area totale. Nel dettaglio è stato ottenuto un valore di CN III pari a **78**.

3.3 **STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

Il tempo di corrivazione del bacino del Fosso della Cantoniera è stato calcolato sulla base della formula proposta dal *Soil Conservation Service*(SCS) di seguito riportata:



$$t_c = 0.00227(1000L_a)^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7} i_b^{-0.5}$$

dove:

L_a è la lunghezza dell'asta principale del bacino espressa in Km

CN è il valore del Curve Number

i_b è la pendenza media percentuale del bacino.

Nel dettaglio, per il bacino in esame, si ha:

$L_a = 0.835$ Km

$CN = 78$

$i_b = 39.1\%$.

Da quanto sopra riportato si ottiene un tempo di corrvazione t_c pari a **12 minuti**.

3.4 DEFINIZIONE DELLE LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La stima dei parametri caratteristici delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), nella sua forma classica $h = a*t^n$, è stata eseguita sulla base dello studio "Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme – LSPP – Aggiornamento al 2012" redatto nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012. Tale studio ha implementato e aggiornato il quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano stimando i nuovi parametri delle LSPP con dati fino all'anno 2012 compreso. I risultati dello studio in termini parametrici sono consultabili sul sito del Settore Idrologico Regionale da cui sono stati ripresi i valori di **72.42** per a e **0.382** per n .

3.5 MODELLAZIONE IDROLOGICA

Come anticipato in precedenza la modellazione idrologica è stato eseguita con l'utilizzo del software HEC-HMS 4.7.1 del *US ArmyCorps of Engineers, Hydrologic Engineering Center*, che consente l'analisi della trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali. Nel dettaglio è possibile calcolare gli idrogrammi di piena di un determinato bacino con la possibilità di scelta tra numerosi metodi, sia per la stima delle perdite per infiltrazioni sia per la trasformazione afflussi-deflussi.

L'esecuzione della simulazione idrologica richiede la specificazione dei seguenti quattro insiemi di dati:

- *Basin Model*: rappresentazione fisica delle caratteristiche del bacino idrografico
- *Meteorologic Model*: dati meteorologici relativi alle precipitazioni
- *Control Specification*: informazioni temporali necessarie per la simulazione
- *Time-Series Data*: dati relativi agli ietogrammi di progetto

3.5.1 *Basin Model*

Per la caratterizzazione fisica del bacino, il modello richiede innanzitutto di specificare gli elementi idrologici presenti, quali bacini o sottobacini, fiumi, torrenti o affluenti, serbatoi, confluenze, sorgenti, ecc. Allo stesso tempo è necessario indicare i metodi di calcolo delle perdite del bacino per infiltrazioni e della trasformazione afflussi–deflussi; nel caso in esame sono stati scelti i metodi di calcolo proposti dall'SCS.

Al fine di calcolare le piogge nette, la stima delle perdite del bacino per infiltrazioni è stata eseguita con il metodo del *Curve Number*.

Scritta l'equazione di continuità nella forma:

$$P_{net} = P - S'$$

dove:

P_{net} [mm] = volume specifico della pioggia netta

P [mm] = volume specifico affluito

S' = volume specifico infiltrato

il metodo ipotizza che sussista la relazione di proporzionalità:

$$\frac{S'}{S} = \frac{P_{net}}{P - I_a}$$

dove

S = massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione

I_a = perdita iniziale, ovvero il valore limite dell'altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno piovoso, senza che si abbia produzione di deflusso.

I_a dipende anche da fenomeni complessi come l'intercettazione da parte della vegetazione, l'accumulo delle depressioni superficiali e la morfologia del suolo; per questo motivo la valutazione di S può essere ricondotta a quella dell'indice CN , secondo la seguente relazione:

$$S = 25.4 \left[\frac{1000}{CN} - 10 \right] [mm]$$

Sulla base del valore individuato di CN III per il bacino del Fosso della Cantoniera, si ottiene che il valore di S vale circa **72 mm**.

Per la stima di I_a invece l'SCS propone la seguente relazione:

$$I_a = 0.2 S$$

Si ottiene quindi il valore di perdita iniziale I_a pari a **14.3 mm**.

Per quanto riguarda il calcolo della trasformazione afflussi–deflussi l'SCS propone un proprio metodo per l'idrogramma istantaneo unitario, che si basa sul tempo di ritardo e sul *peak rate factor*, parametro che controlla la forma della curva ed è tabulato in funzione della morfologia e dell'uso del suolo del bacino. Per il bacino in oggetto è stato scelto il valore standard proposto dall'SCS pari a



484.

Per la stima del tempo di ritardo l'SCS propone la seguente relazione:

$$T_{lag} = 0.6 T_c$$

dove T_c è il tempo di corrivazione del bacino.

Sulla base del valore calcolato del tempo di corrivazione pari a 15 minuti si ottiene un tempo di ritardo T_{lag} di circa **7 minuti**.

3.5.2 *Meteorologic Model*

L'inserimento dei dati meteorologici consente di definire le precipitazioni storiche o ipotetiche che devono essere usate assieme al *Basin Model*. In particolare si assegnano ai bacini i dati di pioggia di pluviometri o mappe. Nel caso in esame è stato assegnato lo ietogramma calcolato nell'ambito dello studio.

3.5.3 *Control Specifications*

I dati del *Control Specification* contengono le informazioni sulla durata di una simulazione idrologica e l'intervallo di tempo da utilizzare nei calcoli che, nel caso in esame, sono stati assunti rispettivamente pari a **4 ore e 5 minuti**.

3.5.4 *Time-Series Data*

In questa fase della modellazione vengono inseriti i dati relativi agli ietogrammi di progetto che, nel caso in oggetto, sono stati scelti di intensità costante. In ragione del valore del tempo di corrivazione ottenuto sono state analizzate le durate di pioggia pari a 30 e 60 minuti che, sulla base della dimensione del bacino e del suo tempo di corrivazione, vanno a massimizzare la portata di picco. Di seguito si riportano i valori delle altezze di pioggia del bacino idrografico relativi al tempo di ritorno di 200 anni.

<i>H200 D=30 min [mm]</i>	<i>H200 D=60 min [mm]</i>
55.63	72.41

TABELLA 2. VALORI DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA

3.6 *RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDROLOGICA*

La modellazione idrologica effettuata con il software HEC-HMS 4.7.1 ha prodotto gli idrogrammi di piena relativi agli scenari analizzati, tempo di ritorno di 200 anni e durate di 30 e 60 minuti, di seguito riportati.

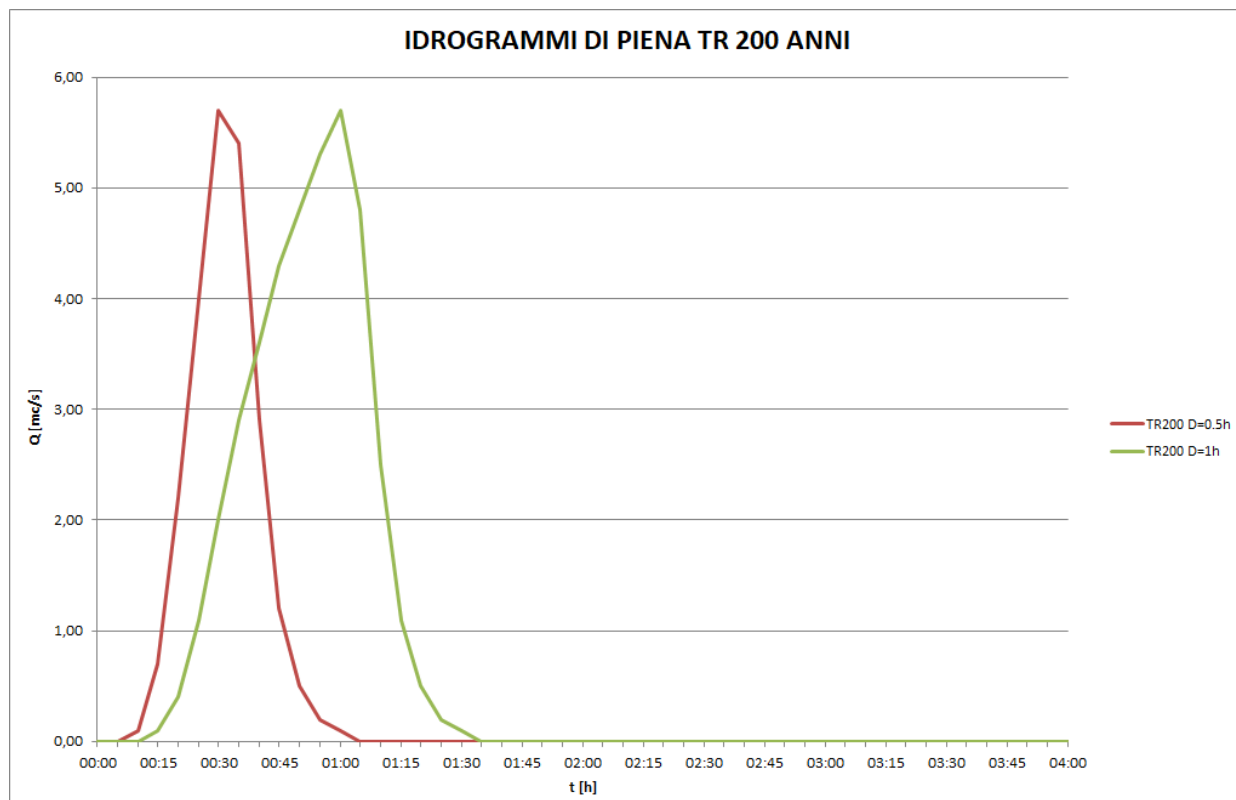


FIGURA 3. IDROGRAMMI DI PIENA TR200 ANNI PER IL BACINO DEL FOSSO DELLA CANTONIERA

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori delle portate di picco per gli scenari analizzati.

$Q_{200} D=30 \text{ min [mc/s]}$	$Q_{200} D=60 \text{ min [mc/s]}$
5.7	5.7

TABELLA 3. VALORI DELLE PORTATE DI PICCO PER TR 200 ANNI

Da quanto sopra riportato si evince che la portata stimata per evento con tempo di ritorno ha un valore elevato del coefficiente udometrico, ovvero della portata specifica massima, pari a 12.4 mc/(s*kmq).

Firmato da:

Pacini Emanuele

codice fiscale PCNMNL78B14D612X

num.serie: 151784363803881037269789361634263171229

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 04/10/2019 al 04/10/2022