

COMUNE DI GREVE IN CHIANTI

**NUOVO PROGETTO PER LA COLTIVAZIONE ED IL RECUPERO AMBIENTALE
DELLA CAVA DI PONETA IN LOCALITÀ FERRONE**



Elaborato
REL.05.A

**STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL BORRO DI
PONETA**

AI SENSI ART. 3.L.R. 41/18

Il proponente:



Progettazione:



STG A - STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA E INGEGNERIA AMBIENTALE

50121 FIRENZE – Viale Giovanni Amendola n.6/4 – www.stgassociati.it
studio@stgassociati.it – stga@pec.it - 055.9336400 – P.IVA 03740890482

Gruppo di lavoro

geol. Giancarlo Ceccanti (STGA)
geol. Giampaolo Mariannelli (STGA)
ing. Lapo Consumi (STGA)
for. Gianluca Capecci

Collaboratori

geol. Marco Folini (STGA)
chimico Giuseppe Sarti
biologo Alberto Conti
geol. Francesco Facchini

Revisione 0 - data: aprile 2025

1	PREMESSA.....	3
2	UBICAZIONE DELL'AREA	3
3	ANALISI IDROLOGICA	4
3.1	PERIMETRAZIONE E CARATTERISTICHE DEL BACINO	4
3.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	5
3.3	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE	6
3.4	DETERMINAZIONE DELLE PIOGGE E TEMPO DI RITORNO	6
3.5	COEFFICIENTE DI RAGGUAGLIO	7
3.6	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	8
3.7	RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA.....	11
4	ANALISI IDRAULICA	13
4.1	CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA	13
4.2	GEOMETRIA DEL MODELLO IDRAULICO.....	13
4.3	COEFFICIENTI DI SCABREZZA	15
4.4	CONDIZIONI AL CONTO RNO	16
4.5	RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	16
5	CONCLUSIONI.....	18
6	ALLEGATI.....	18

1 PREMESSA

Il presente lavoro costituisce la relazione idrologico-idraulica a supporto della progettazione delle opere in alveo da eseguirsi lungo il corso del Borro di Poneta nell'ambito della realizzazione del Piccolo Parco di Poneta.

Le opere in questione sono relative a due guadi da realizzarsi per consentire l'attraversamento del Borro nei periodi di magra per il collegamento del sentiero che si sviluppa sia in sinistra che in destra idraulica, e quindi permettere la realizzazione di un itinerario pedonale a fruizione della cittadinanza. Sono incluse opere di sistemazione delle sponde del Borro lungo il tratto in esame, che però non andranno ad alterare la geometria del corso d'acqua.

Lo studio idrologico-idraulico analizzerà eventi meteorici con tempo di ritorno 30 e 200 anni per valutare la fattibilità degli interventi di progetto.

2 UBICAZIONE DELL'AREA

L'area ove verrà realizzato il Piccolo Parco di Poneta è ubicata nel Comune di Greve in Chianti in località Poneta, circa 8 km a Nord-Ovest dell'abitato di Greve, nei pressi della località Ferrone, sul fianco Ovest della collina di Poneta. L'area è interessata dallo sviluppo del Borro di Poneta, corso d'acqua facente parte del reticolo idrografico di cui L.R. 79/2012 aggiornato con varie DD.C.R. (l'ultima la 25/2024 del 23/04/2024).

Il Borro di Poneta è un corso d'acqua che origina dall'invaso di Bello Stento, scorre da destra verso sinistra fino alla località del Ferrone per una lunghezza complessiva di 3,5 km circa, prima di immettersi nel Fiume Greve dalla destra idraulica.

Il tratto in esame è il tratto di valle del Borro, prima dell'attraversamento stradale della S.P. n. 3, compreso tra l'area estrattiva e l'area residenziale di fianco alla zona artigianale "Melamezza".

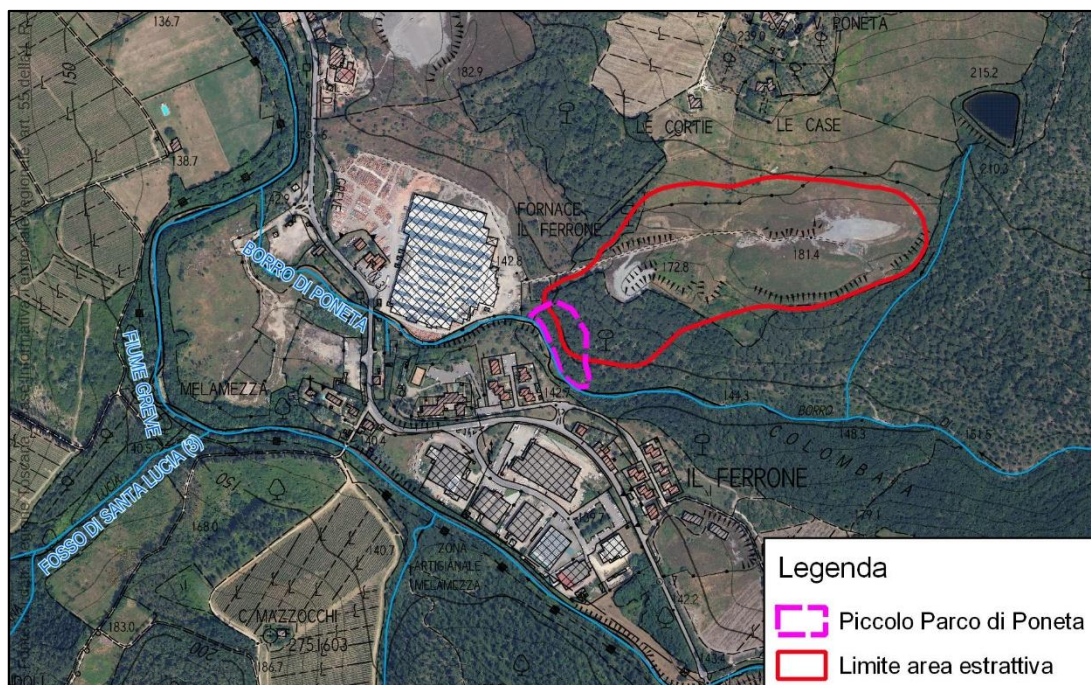


Figura 1- Inquadramento dell'area

3 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica si pone lo scopo di determinare il deflusso idrico, in termini di portate massime e idrogrammi di piena, per l'area oggetto di esame ovvero per il bacino idrografico del Borro di Poneta avente sezione di chiusura in corrispondenza del Piccolo Parco di Poneta. Ciò sarà determinato in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico e delle caratteristiche pluviometriche dell'area.

3.1 PERIMETRAZIONE E CARATTERISTICHE DEL BACINO

La perimetrazione del bacino idrografico è stata eseguita mediante indagini in loco e l'ausilio dei seguenti dati:

- CTR scala 1:10.000 fornita dalla Regione Toscana (fonte Geoscopio);
- Modello Digitale del Terreno, 10x10, della zona fornito dalla Regione Toscana (fonte Geoscopio);
- Ortofoto 2023 scala di dettaglio 1:5.000 fornita dalla Regione Toscana (fonte Geoscopio S);
- Reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012 e successivi aggiornamenti fornito dalla Regione Toscana (fonte Geoscopio e banca dati Geoportale Lamma);
- Rilievo topografico eseguito in loco, sia sull'area estrattiva che lungo il corso del Borro di Poneta.

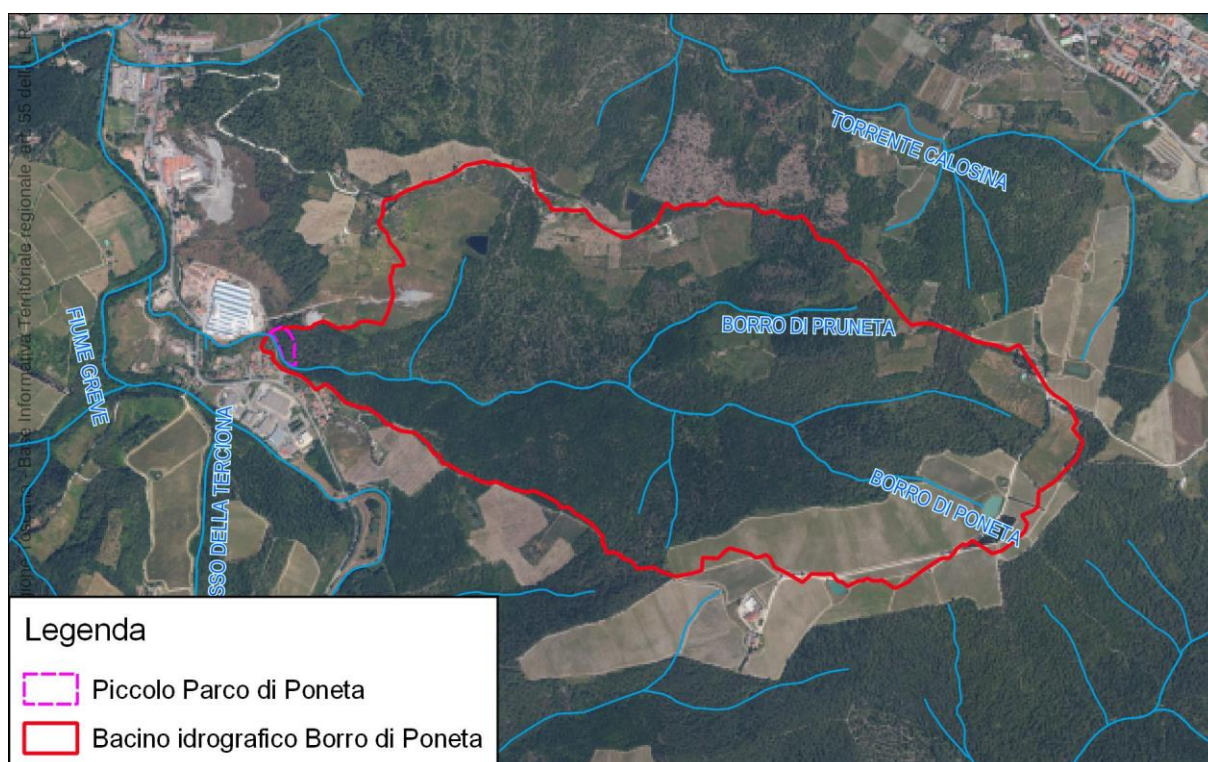


Figura 2 - Perimetrazione del bacino del Borro di Poneta su base ortofoto 2023 (Geoscopio Regione Toscana)

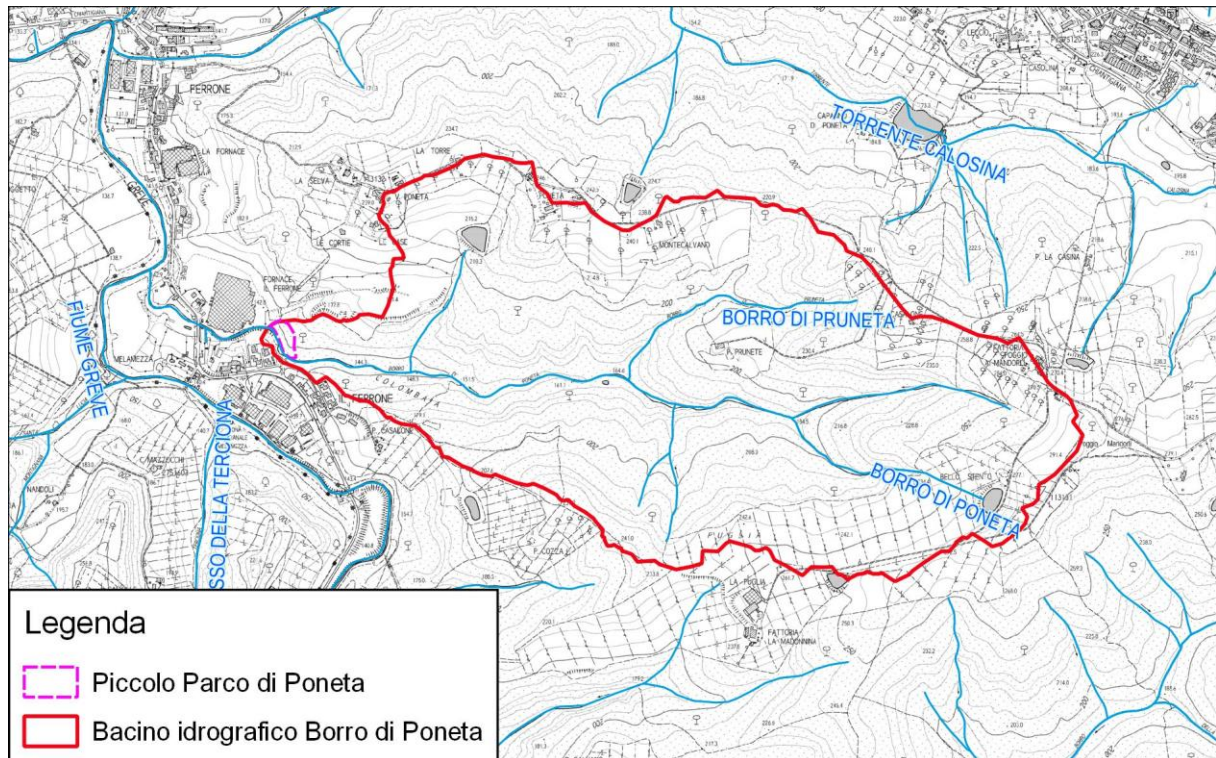


Figura 3 - Perimetrazione del bacino del Borro di Poneta su base CTR 1:10.000 (Geoscopia Regione Toscana)

Di seguito le caratteristiche geomorfologiche principali del bacino idrografico del Fosso Smaiella:

- Estensione complessiva: 222,9 ha
- Quota sezione di chiusura: 140,0 m slm
- Quota massima del bacino: 290,0 m slm
- Quota media del bacino: 213,1 m slm
- Pendenza media: 0,161 m/m
- Lunghezza del massimo percorso idraulico: 2.800 m

3.2 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione di un bacino idrografico rappresenta il tempo necessario alla particella d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino rispetto alla sezione di chiusura per arrivare ad attraversare tale sezione scorrendo superficialmente. Il tempo di corrivazione può essere stimato sulla base di numerose formule di letteratura; nel caso in esame, si fa riferimento al valore medio derivante dalle seguenti:

Formula di Pezzoli
$$t_c = 0,055 \frac{L_{max}}{i^{0,5}}$$

Formula di Pasini
$$t_c = \frac{24 \cdot 0,045 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L_{max}}}{\sqrt{i \cdot 100}}$$

Formula di Ventura 1
$$t_c = 0,1272 \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Formula di Ventura 2
$$t_c = 0,315 \sqrt{S}$$

Formula di Kirpich
$$t_c = 0,066 L_{max}^{0,77} \left(\frac{1000 L_{max}}{H_{max} - H_{min}} \right)^{0,385}$$

Formula di Merlo-Tournon
$$t_c = 0,396 \cdot \frac{L_{max}}{\sqrt{i}} \cdot \left(\frac{S \cdot \sqrt{i}}{L_{max}^2 \cdot \sqrt{i_m}} \right)$$

con

t_c	tempo di corrivazione (espresso in h)
S	area del bacino (espressa in kmq)
L_{max}	lunghezza del massimo percorso idraulico (espressa in km)
H_{min}	altezza minima del bacino (espressa in m)
H_{max}	altezza massima del bacino (espressa in m)
i	pendenza media dell'asta principale (adimensionale)
i_m	pendenza media del bacino (adimensionale)

Le formule sopra riportate forniscono valori del tempo di corrivazione compreso fra 0,85 e 0,45 h; il valore medio è pari a 0,676 h, pari a 41 minuti.

3.3 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE

Ai fini del calcolo delle portate di progetto per il caso in esame è stato preso in considerazione il metodo cinematico (o metodo razionale).

Il metodo cinematico, proposto da Turazza nel 1880 ed ampiamente utilizzato nella tradizionale prassi tecnica, è particolarmente adatto per bacini di estensione limitata e si basa sul fatto che la portata dipenda dalle caratteristiche proprie del bacino sotteso e dall'evento pluviometrico in relazione alla sua durata. Inoltre, si ipotizza che venga raggiunta la massima portata quando i contributi di tutto il bacino raggiungono la sezione di chiusura del bacino stesso; il tempo necessario affinché questo avvenga è costituito dal tempo di corrivazione.

La valutazione della portata prevista alla sezione di chiusura del bacino viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = \frac{h_m \cdot S \cdot C_d}{t_c \cdot 3,6}$$

dove:

Q	portata (espressa in mc/s)
h_m	altezza media di pioggia (espressa in mm), a sua volta ricavata dal prodotto: $h \cdot K_r$
K_r	coefficiente di ragguaglio delle piogge (adimensionale)
h	altezza di pioggia (espressa in mm) per eventi con durata $t=t_c$
S	area del bacino idrografico (espressa in kmq)
C_d	coefficiente di deflusso (adimensionale)
t_c	tempo di corrivazione (espresso in ore)

3.4 DETERMINAZIONE DELLE PIOGGE E TEMPO DI RITORNO

La stima delle piogge intense è stata eseguita mediante l'ausilio delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) elaborate nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione Scientifica RT-UNIFI - Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme", di cui alla D.G.R.T. n. 1133/2012, dedotte sulla base del dataset pluviometrico regionale aggiornato al 2012. Per i dettagli si rimanda al documento *Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012* messo a disposizione dal Servizio Idrologico Regionale (SIR).

La LSPP è comunemente descritta mediante la seguente formula:

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

con

h altezza di pioggia (espressa in mm)

t durata di pioggia (espressa in ore)

a ed n parametri della curva LSPP

I parametri a ed n per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni, calcolati nell'ambito dell'Accordo di cui al paragrafo precedente, sono forniti dal Servizio Idrologico Regionale (SIR) in formato raster con griglia di passo 1x1 km su tutto il territorio regionale.

Per il caso in esame, sono presi in considerazione eventi meteorici con tempo di ritorno 30 e 200 anni.

All'interno del bacino idrografico i valori medi dei parametri della LSPP sono:

TR30 ANNI

$$a = 48,342 \text{ mm}$$

$$n = 0,253265$$

TR200 ANNI

$$a = 67,2725 \text{ mm}$$

$$n = 0,278945$$

Nel metodo razionale vengono presi in considerazione eventi di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione, e poiché il tempo di corrivazione associato al bacino, come riportato precedentemente, è inferiore a 1 h, per la stima delle piogge si è fatto riferimento alla formula di Bell, valida appunto per eventi di durata inferiore a 1 h, ovvero:

$$\frac{h_t}{h_{60}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

con

h_t altezza di pioggia per eventi di durata t (inferiore a 60 minuti, espressa in mm)

h_{60} altezza di pioggia per eventi di durata pari a 60 minuti, calcolata come $h = a \cdot 1^n$ (espressa in mm)

t durata dall'evento (espresso in minuti)

Si ottiene che la precipitazione associata ad evento con tempo di ritorno 30 anni, per il caso in esame, è pari a 41,885 mm, mentre per eventi con tempo di ritorno 200 anni l'altezza di precipitazione è pari a 58,287 mm.

3.5 COEFFICIENTE DI RAGGUAGLIO

All'altezza di pioggia calcolata tramite la curva di possibilità pluviometrica $h(t)$ va applicato il coefficiente di riduzione k_r delle altezze di pioggia per ottenere il valore h_m di altezza media di pioggia distribuita su tutta la superficie del bacino sotteso.

Il coefficiente di riduzione, anche detto di *ragguaglio*, esprime il rapporto tra la pioggia media sul bacino e quella misurata presso il centro di scroscio, punto di massima intensità dell'area. Di norma vengono utilizzati valori inferiori all'unità variabili con la durata t della pioggia e con l'estensione del bacino. Nel caso in esame, in considerazione del fatto che il bacino idrografico è di dimensioni molto ridotte, a favore di sicurezza il coefficiente di riduzione areale è posto pari a 1.

3.6 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso C_d , che stima la frazione di pioggia al netto delle perdite idrologiche, può essere valutato in maniera speditiva sulla base della tipologia di uso del suolo del bacino idrografico prendendo a riferimento la tabella seguente (e comunque assumendo valori cautelativamente sovrastimati, che massimizzano le portate idrologiche) o mediante altri metodi, come ad esempio la stima del CURVE NUMBER CN.

Uso del suolo	Coefficiente di deflusso [-]
Aree completamente rivestite-pavimentate	0,9-0,95
Zone urbane con fabbricazione densa	0,7-0,8
Zone urbane con poche aree verdi	0,6-0,7
Zone urbane con ampie aree verdi	0,5-0,6
Aree coltivate	0,2-0,5
Pascoli	0,15-0,45
Parchi e boschi	0,05-0,4

Tabella – Valori dei coefficienti di deflusso per vari tipi di uso del suolo

Il metodo del Curve Number (CN) permette di caratterizzare le perdite di bacino in funzione di un numero, il Curve Number (CN) appunto, che riassume in sé le caratteristiche di tipologia ed uso del suolo.

Tramite il metodo del Curve Number, la pioggia efficace si calcola nel seguente modo:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

con P_e pioggia efficace, P pioggia totale, I_a perdite iniziali (per infiltrazione, intercettazione, depressioni locali, ...) e S massima capacità di ritenzione idrica del suolo.

A loro volta,

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

e

$$S = S_0 \left[\left(\frac{100}{CN} \right) - 1 \right]$$

con S_0 fattore di scala dipendente dalle unità di misura adottate.

L'assegnazione del parametro CN per le aree oggetto di studio è stata eseguita secondo quanto indicato nella tabella riportata nella relazione tecnica finale "Macroattività B - Modellazione idrologica Attività B2: Modellazione idrologica caso pilota. Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC. Addendum: parametrizzazione HMS" redatta dal Prof. Fabio Castelli, Università di Firenze (2014) nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Firenze per attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

In particolare, il parametro CN è stato assegnato, sulla base della tabella sopra citata e di seguito riportata, in funzione della carta di classificazione HSG del suolo e della carta di uso del suolo espresso con l'indice Corine Land Cover aggiornata al 2019.

Corine LIVELLO 3		Classi HSG-SCS				Corine LIVELLO 3		Classi HSG-SCS			
		A	B	C	D			A	B	C	D
111	Tessuto urbano continuo	89	92	94	95	311	Foreste a latifoglie	36	60	73	79
112	Tessuto urbano discontinuo	77	85	90	92	312	Foreste a conifere	36	60	73	79
121	Unità industriali o commerciali	81	88	91	93	313	Foreste miste	36	60	73	79
122	Reti di strade e binari e territori associati	98	98	98	98	321	Prateria naturale	49	69	79	84
123	Aree portuali	98	98	98	98	322	Lande e brughiera	49	69	79	84
124	Aeroporti	98	98	98	98	323	Vegetazione sclerofila	35	56	70	77
131	Luoghi di estrazioni di materiali	76	85	89	91	324	Transizione suolo boscoso/arbusti	35	56	70	77
132	Discariche	81	88	91	93	331	Spiagge, dune e piani di sabbia	46	65	77	82
133	Luoghi di costruzione	77	86	91	94	332	Roccia nuda	96	96	96	96
141	Aree di verde urbano	49	69	79	84	333	Aree scarsamente vegetate	63	77	85	88
142	Strutture di sport e tempo libero	68	79	86	89	334	Aree bruciate	63	77	85	88
211	Seminativi non irrigati	61	73	81	84	335	Ghiacciai e nevi perenni	98	98	98	98
212	Suolo permanentemente irrigato	67	78	85	89	411	Piani interidali	98	98	98	98
213	Risaie	62	71	78	81	412	Torbiere	98	98	98	98
221	Vigneti	76	85	90	93	421	Paludi di sale	98	98	98	98
222	Frutteti e frutti minori	43	65	76	82	422	Saline	98	98	98	98
223	Oliveti	43	65	76	82	423	Piani interidali	98	98	98	98
231	Pascoli	49	69	79	84	511	Corsi d'acqua	98	98	98	98
241	Culture annuali associate a culture permanenti	61	73	81	84	512	Corpi d'acqua	98	98	98	98
242	Coltivazione complessa	61	73	81	84	521	Lagune costiere	98	98	98	98
243	Suoli principalmente occupati dall'agricoltura	61	73	81	84	522	Estuari	98	98	98	98
244	Aree di agro-silvicoltura	43	65	76	82	523	Mare	98	98	98	98

Figura 4 - Tabella di assegnazione del CN in funzione di uso suolo e classe HSG

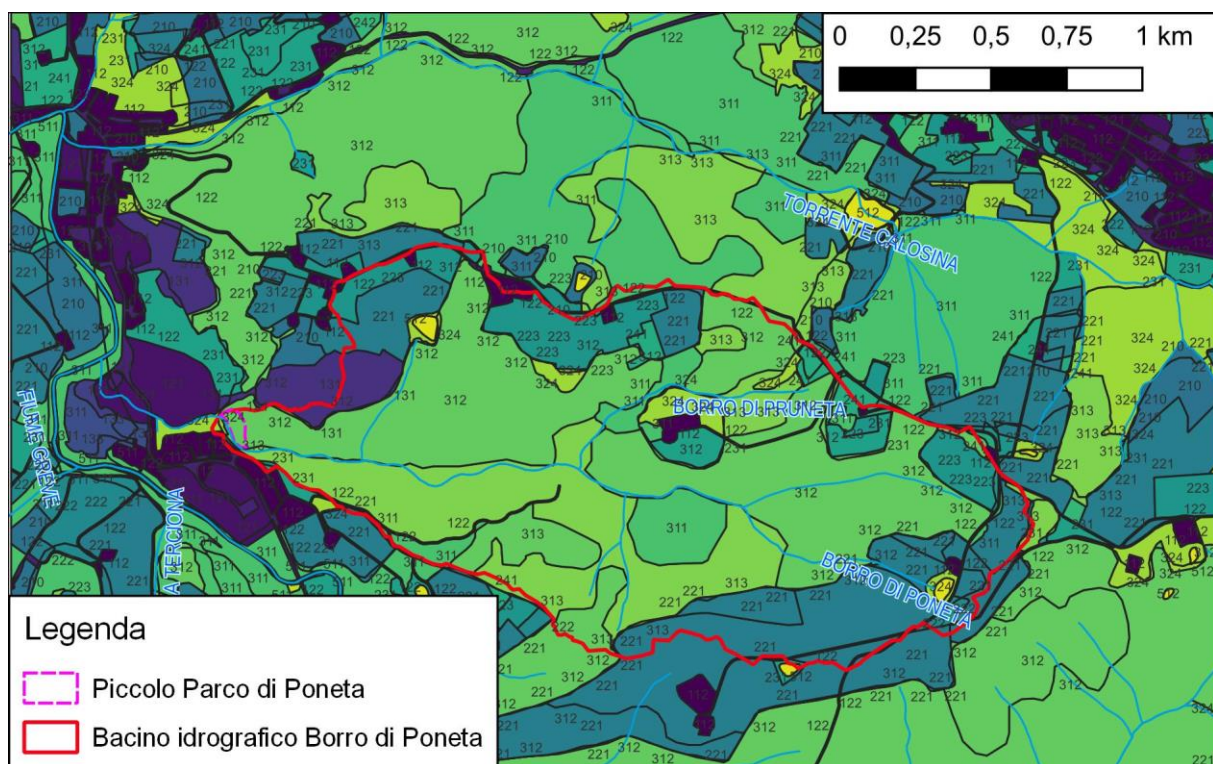


Figura 5 - Classificazione uso del suolo tramite codice Corine Land Cover 2019 (Geoscopia Regione Toscana)

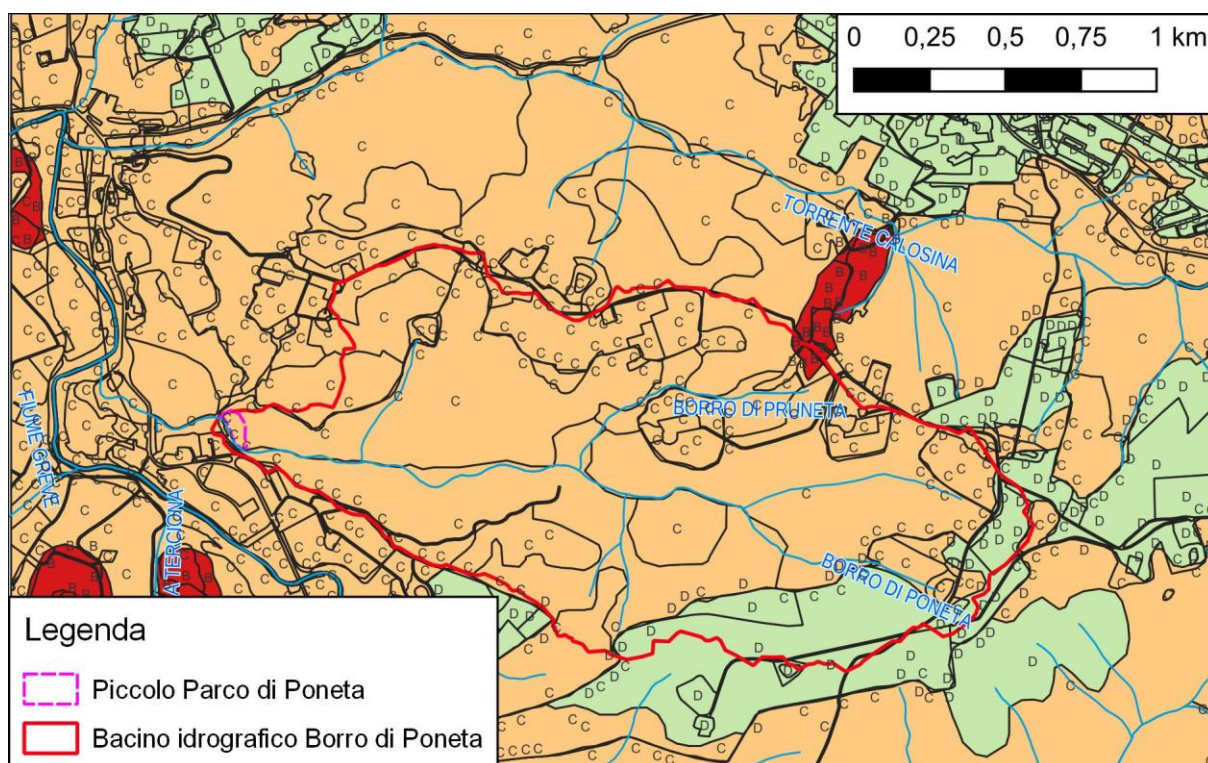


Figura 6 - Classificazione del suolo secondo le classi HSG-SCS (Geoscopia Regione Toscana)

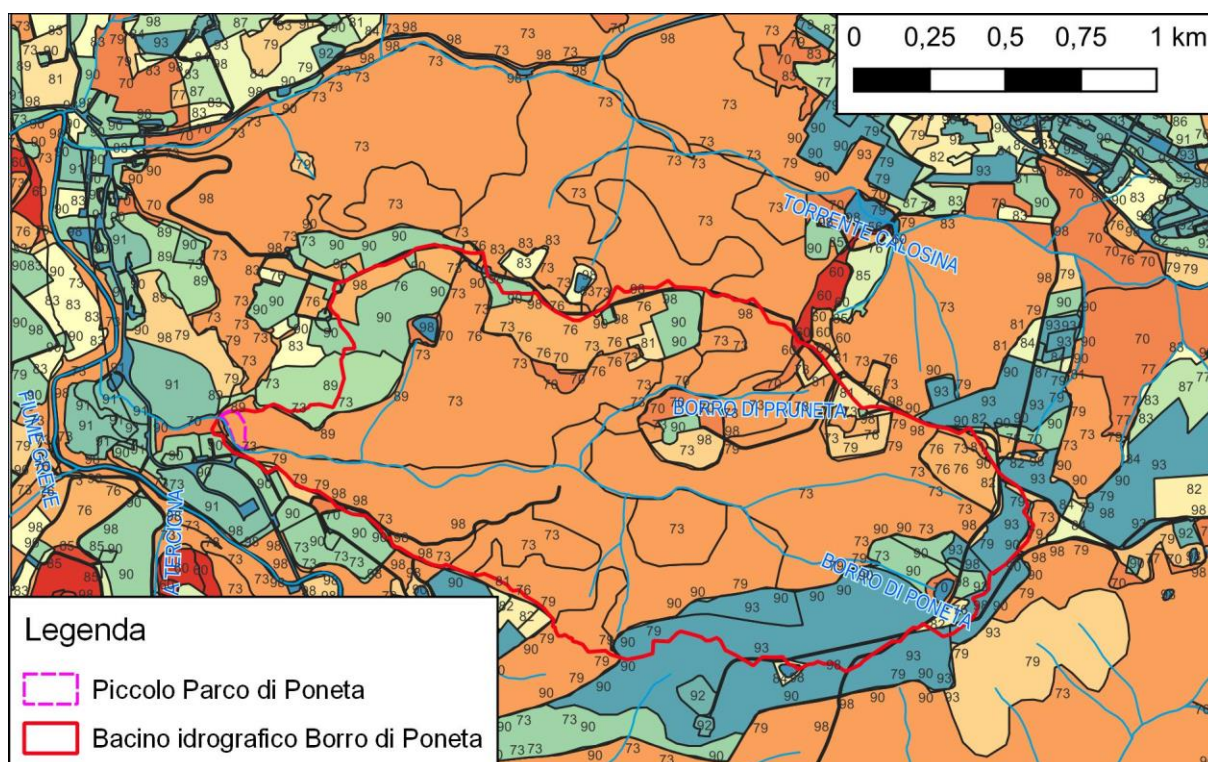


Figura 7 - Mappatura del CN sulla base dell'uso del suolo e delle classi di suolo

Il valore medio del CN nel bacino idrografico, determinato secondo la metodologia sopra riportata, è pari a 77,3.

Il CN così calcolato è riferito a condizioni “medie” di saturazione iniziale del suolo (Antecedent Moisture Condition AMC-II), definito come CN(II). Esistono due ulteriori diverse condizioni di

saturazione iniziale del suolo definite sulla base dell'altezza di pioggia caduta nei cinque giorni precedenti all'evento di progetto e della stagione di sviluppo delle specie vegetali, ovvero:

- saturazione minima del suolo (AMC-I) e conseguente capacità massima di infiltrazione;
- saturazione massima del suolo (AMC-III) e conseguente capacità minima di infiltrazione.

AMC categoria	Altezza di precipitazione nei 5	
	Stagione di riposo	Stagione vegetativa
AMC-I	<12,7	<35,6
AMC-II	12,7-27,9	35,6-53,3
AMC-III	>27,9	>53,3

Il CN riferito a queste due diverse condizioni, definito rispettivamente CN(I) e CN(III), può essere calcolato secondo le seguenti formule.

$$CN(I) = \frac{4,2 \cdot CN(II)}{10 - 0,058 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0,13 \cdot CN(II)}$$

Assumendo le condizioni più gravose, ovvero quelle per le quali il CN assume il valore CN(III), questo è pari a 88,5.

Da ciò consegue che i parametri seguenti sono così determinati:

- il valore di S (massima capacità di ritenzione idrica del suolo) è pari a 33 mm;
- il valore di I_a (perdita iniziale) è pari a 6,6 mm.

Per eventi con tempo di ritorno 30 anni, il valore di P (pioggia totale), così come determinata nel capitolo precedente, è pari a 41,885 mm; il valore di P_e (pioggia efficace) è pari a 18,23 mm.

Il coefficiente di deflusso, dato dal rapporto tra pioggia efficace e pioggia totale, secondo il metodo del CN in questo caso è pari a 0,43.

Per eventi con tempo di ritorno 200 anni, il valore di P (pioggia totale) è pari a 58,287 mm; il valore di P_e (pioggia efficace) è pari a 31,54 mm.

Il coefficiente di deflusso secondo il metodo del CN è pari a 0,54.

I valori così determinati risultano in linea, o addirittura leggermente sovrastimati, rispetto a quelli riportati nella tabella di determinazione speditiva del C_d . Pertanto, garantendo cautela a favore di sicurezza, vengono confermati.

3.7 RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA

In virtù dei parametri di cui ai capitoli precedenti, di seguito riportati, tramite il metodo razionale si ottengono i seguenti valori di massima portata di piena per il Borro di Poneta alla sezione di chiusura presso il Piccolo Parco da realizzarsi.

- Estensione del bacino: 1.307.000 mq
- Tempo di pioggia (ovvero tempo di corrivazione): 0,43 h

Tempo di ritorno 30 anni

- Altezza di pioggia: 41,885 mm

- Coefficiente di ragguaglio: 1
- Coefficiente di deflusso: 0,435
- Portata massima: 16,519 mc/s

Tempo di ritorno 200 anni

- Altezza di pioggia: 58,287 mm
- Coefficiente di ragguaglio: 1
- Coefficiente di deflusso: 0,541
- Portata massima: 28,581 mc/s

4 ANALISI IDRAULICA

La modellazione idraulica del corso d'acqua oggetto di studio è stata realizzata mediante il software HEC-RAS versione 5.0.4 sviluppato dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito Statunitense (U.S. Army Corps of Engineering – USACE). Il software consente la modellazione in regime di moto permanente e di moto vario monodimensionale all'interno dell'alveo del corso d'acqua, e bidimensionale nelle aree laterali. Per i dettagli sui metodi numerici si rimanda alla documentazione messa a disposizione dall'USACE.

La modellazione idraulica, in questo caso, è stata eseguita in regime di moto vario ed ha tenuto conto dei valori di portata stimati nell'analisi idrologica relativi ad eventi con tempo di ritorno 30 e 200 anni.

Sono stati simulati sia lo scenario di stato attuale che di progetto.

4.1 CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA

Il segmento del corso d'acqua oggetto di modellazione idraulica ha uno sviluppo longitudinale pari a circa 275 m.

In questo tratto il corso d'acqua non è arginato, l'alveo è in scavo nella piccola valle del Poneta che si sviluppa tra l'area di cava e l'abitato residenziale. Sul margine dell'abitato residenziale è già presente un'area verde con un cipresseto leggermente rialzata rispetto al letto del Poneta.

Non è presente vegetazione nel tratto in esame, né nelle sponde né in alveo se non qualche arbusto isolato. Il letto del corso d'acqua è costituito da terra e massi e qua e là forma delle piccole pozze e (conformazione tipicamente a letto piano piuttosto che step and pools).

Non sono presenti opere idrauliche nel tratto in esame, né sono presenti opere a monte o a valle di esso a distanze tali da influire sul deflusso idraulico lungo il tratto di interesse.

4.2 GEOMETRIA DEL MODELLO IDRAULICO

Il tratto oggetto di modellazione è stato oggetto di rilievo nell'inverno 2025. Dal rilievo sono state estratte 8 sezioni rappresentative del corso d'acqua ubicate come da figura seguente.

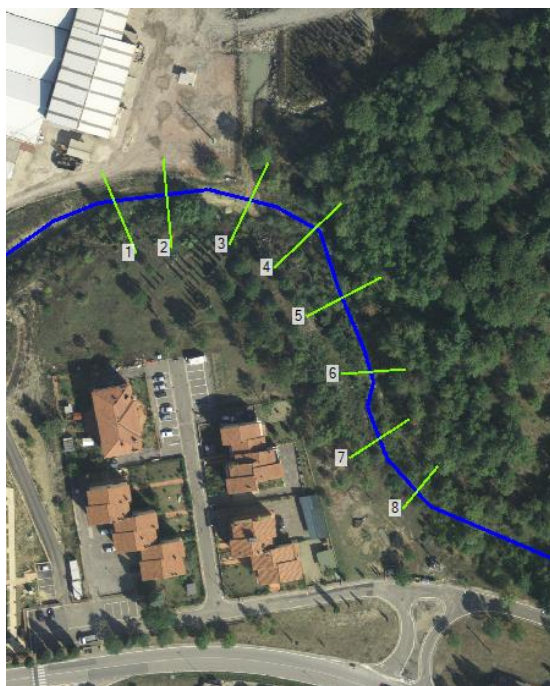


Figura 8 - Sezioni oggetto di rilievo lungo il tratto in esame del Borro di Poneta

La distanza relativa tra una sezione e l'altra è pari a 20-25 m; per maggiore precisione, si è proceduto all'interpolazione automatica tra ciascuna coppia di sezioni consecutive generando altre sezioni intermedie, facendo in modo che la distanza reciproca tra le sezioni non fosse superiore a 7,5 m. Si sono inoltre costruite due strutture laterali (*lateral structures*) in corrispondenza dei limiti destro e sinistro delle sezioni che, in caso di sormonto, avrebbero messo in collegamento il modello monodimensionale del corso d'acqua con le aree di esondazione bidimensionale in destra e sinistra idraulica.

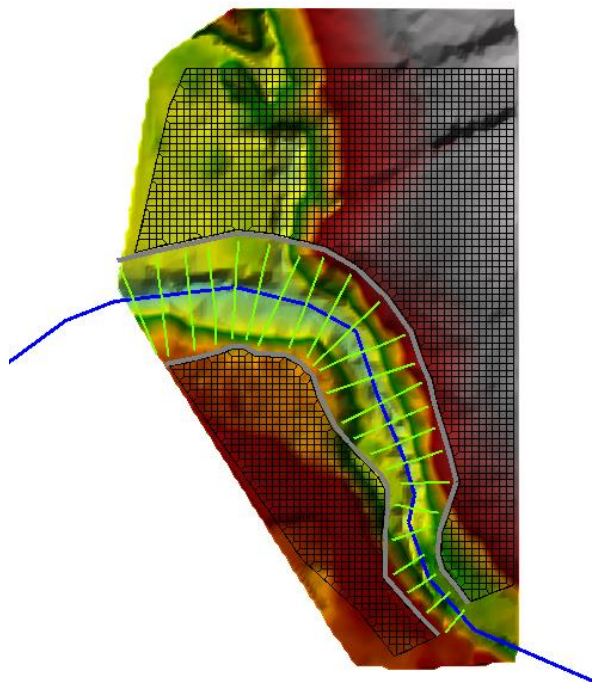


Figura 9 – Modello idraulico di stato attuale, con le sezioni idrauliche (in verde) disposte lungo l'asta del Borro di Poneta (in blu); in grigio, le strutture laterali e con maglia quadrata le due aree di modellazione bidimensionale

Si è proceduto alla modellazione del corso d'acqua sia nella configurazione di stato attuale che nella configurazione di progetto (presenza dei due guadi in alveo): i due guadi sono stati rappresentati come elementi bridge di altezza pari a 1 m circa rispetto al fondo alveo attuale, e con due elementi culvert a rappresentare le condotte diametro 600 mm per il passaggio del deflusso di magra. Lo scenario di progetto è stato simulato sia con condotte libere, che con condotte quasi del tutto ostruite (ostruzioni fino a 50 cm rispetto ai 60 cm di diametro disponibile).

I due guadi sono localizzati in corrispondenza delle sezioni 6 e 3.

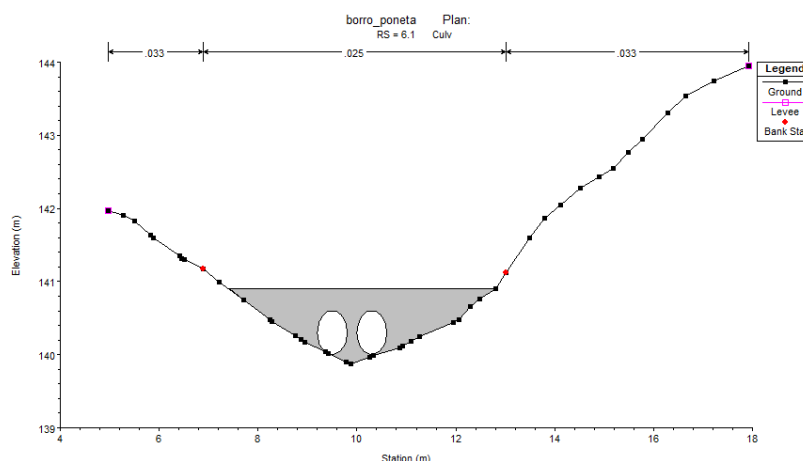


Figura 10 – Rappresentazione del guado di monte, tra le sezioni 6 e 6.3333*

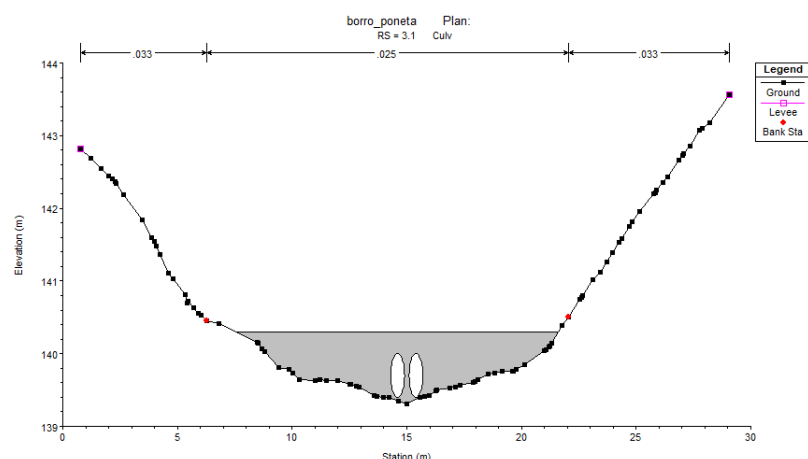


Figura 11 - Rappresentazione del guado di valle, tra le sezioni 3 e 3.3333*

4.3 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

L'assegnazione del coefficiente n di scabrezza è stata eseguita mediante il confronto tra le caratteristiche osservate del corso d'acqua e i valori forniti dai testi di letteratura per corsi d'acqua con caratteristiche simili. Si è distinto tra le aree golenali e l'alveo inciso, a seconda delle caratteristiche dei tratti esaminati.

Il coefficiente di scabrezza di Manning, date le condizioni in cui si presenta il Borro di Poneta, è stato impostato pari a 0,025 per l'alveo inciso, sostanzialmente costituito da un letto piano libero da vegetazione e senza salti di fondo, e pari a 0,033 per le sponde vegetate e le golene laterali.

Per le aree circostanti, oggetto di modellazione bidimensionale, l'assegnazione del coefficiente n di scabrezza è stata eseguita in funzione delle caratteristiche di uso del suolo, espresse dal codice Corine, mediante la tabella seguente.

Code	Designation	n
111	Continuous urban fabric	0.230
112	Discontinuous urban fabric	0.115
121	Industrial or commercial units	0.230
122	Roads and rail networks and associated land	0.038
124	Airports	0.230
131	Mineral extraction sites	0.104
132	Dump sites	0.115
133	Construction sites	0.115
142	Sport and leisure facilities	0.023
211	Non-irrigated arable land	0.043
212	Permanently irrigated land	0.043
213	Rice fields	0.023
221	Vineyards	0.043
222	Fruit trees and berry plantations	0.043
223	Olive groves	0.043
231	Pastures	0.298
241	Annual crops associated w/permanent crops	0.043
242	Complex cultivation patterns	0.023
243	Agriculture, w/significant natural vegetation	0.058
244	Agro-forestry areas	0.058
311	Broad-leaved forest	0.230
312	Coniferous forest	0.127
313	Mixed forest	0.230
321	Natural grasslands	0.039
322	Moors and heathland	0.058
323	Sclerophyllous vegetation	0.058
324	Transitional woodland-shrub	0.058
331	Beaches, dunes, sands	0.138
332	Bare rocks	0.104
333	Sparsely vegetated areas	0.104
334	Burnt areas	0.104
411	Inland marshes	0.115
511	Water courses	0.035
512	Water bodies	0.035

Figura 12 - Tabella di assegnazione del coefficiente di scabrezza n di Manning in funzione dell'uso del suolo (codice Corine) - R. Pestana et al., 2013, Calibration of 2d hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus river, ESA Living PI

Per ogni zona dell'area di potenziale esondazione bidimensionale è stata associata la classificazione dell'uso del suolo determinata mediante il file shape fornito da Regione Toscana Corine Land Cover, e ad essa il relativo valore del coefficiente di scabrezza di Manning.

4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

La condizione al contorno di monte del modello idraulico è costituita dall'idrogramma di piena di forma triangolare avente come valore massimo il valore di portata massima calcolata nella modellazione idrologica. L'idrogramma di piena ha durata pari a due volte il tempo di corrivazione, ed il picco è in corrispondenza del tempo di corrivazione.

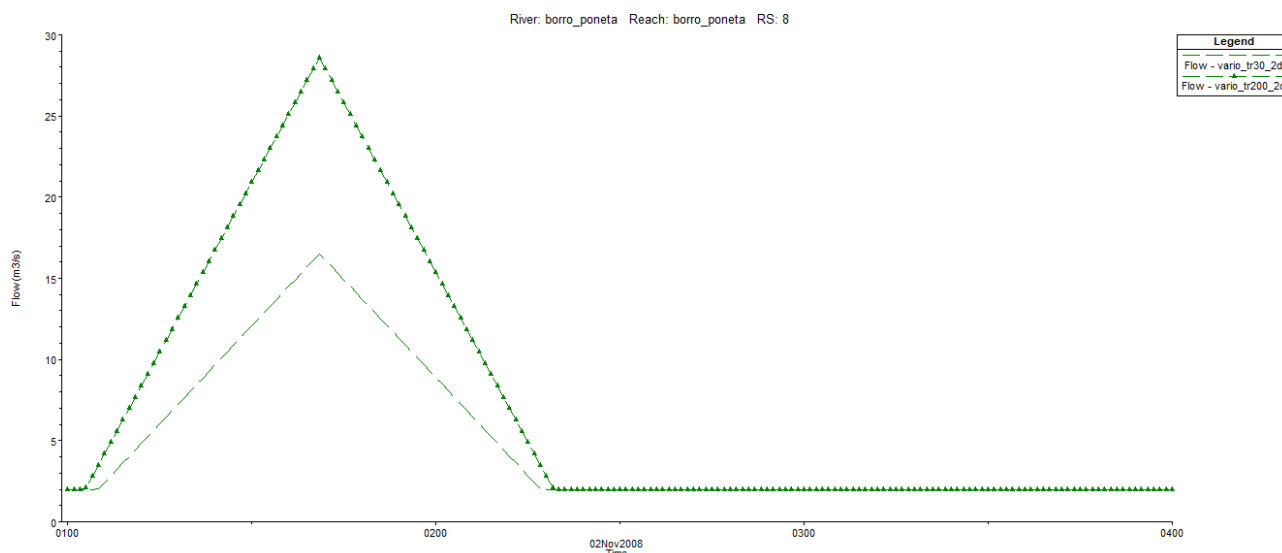


Figura 13 - Idrogrammi di piena applicati nella sezione 8 del modello idraulico (condizione al contorno di monte) per tempi di ritorno 30 e 200 anni

La condizione al contorno di valle è stata impostata selezionando la “normal depth” con pendenza pari alla pendenza dell'ultimo tratto del modello idraulico (0,01 m/m).

4.5 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

Dai risultati della modellazione idraulica e dal confronto tra i profili del pelo libero di stato attuale e di progetto si evince come l'inserimento dei due guadi comporti l'innalzamento dell'altezza d'acqua limitatamente al tratto in esame: infatti, subito a valle del secondo guado i due profili (stato attuale e di progetto) sono identici, mentre a monte la variazione si estende fino a circa 50 m a monte del primo guado.

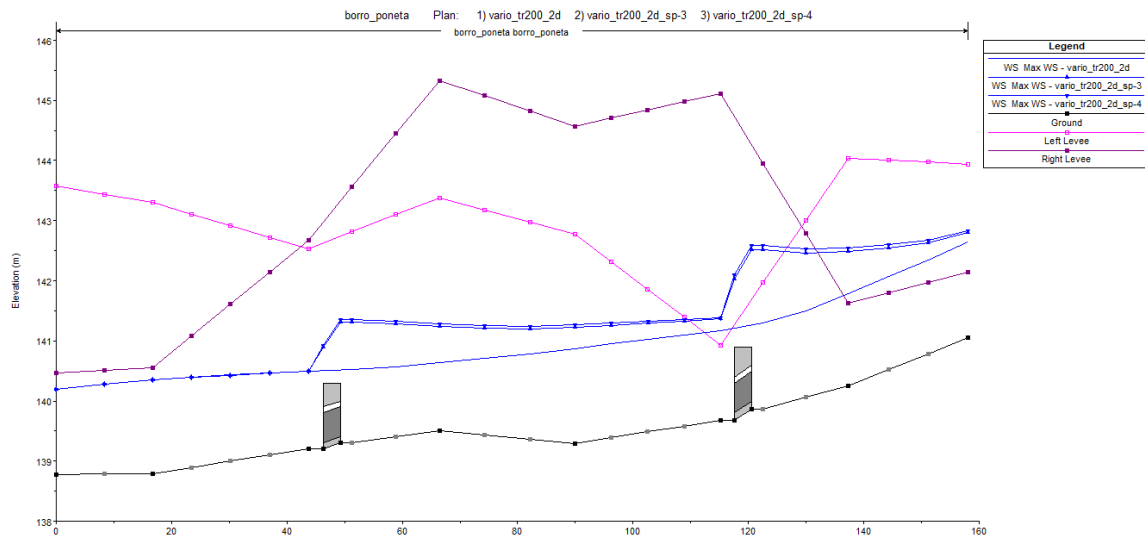


Figura 14 - Confronto tra il profilo dell'altezza d'acqua per eventi con tempo di ritorno 200 anni tra lo stato attuale e lo stato di progetto (con condotte libere e con condotte quasi del tutto ostruite)

In termini di esondazioni, si hanno limitati incrementi di portate in uscita nell'area bidimensionale di destra, nel tratto di monte del corso d'acqua; in tale tratto, infatti, si registrano sormonti anche allo stato attuale, così come avviene nell'area bidimensionale in sinistra idraulica. Nello stato di progetto, il sormonto in sinistra idraulica si riduce.

Solamente nel caso di condotto dei guadi parzialmente ostruite si hanno incrementi nei sormonti sia in sinistra che in destra idraulica.

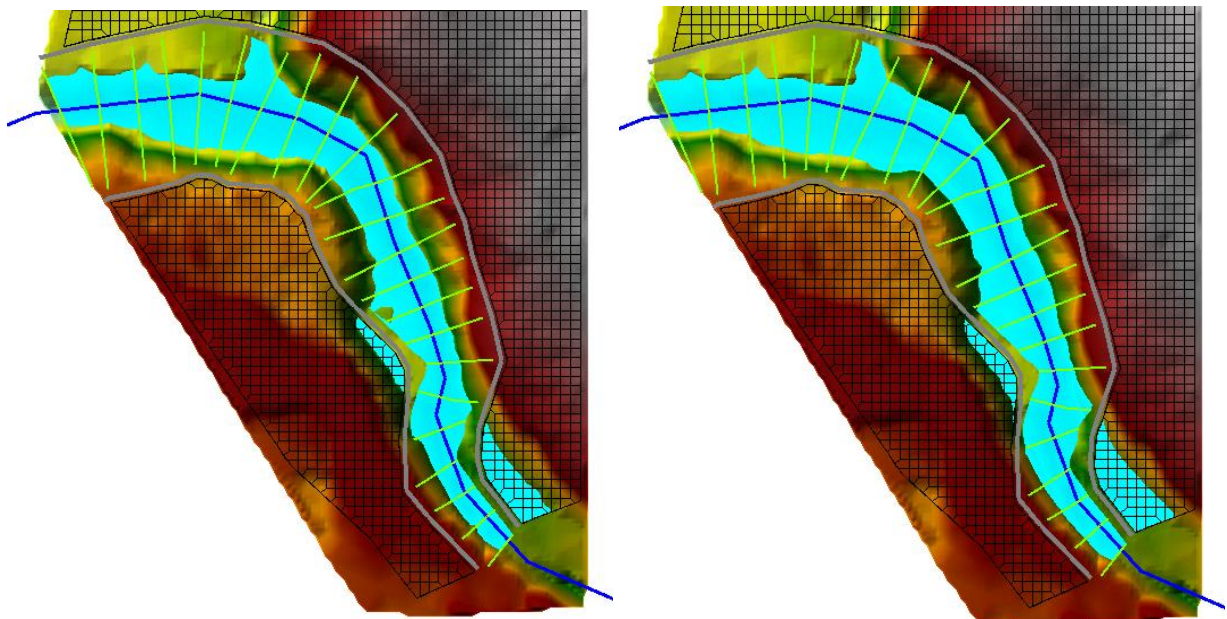


Figura 15 - Confronto tra le aree di esondazione per eventi con tempo di ritorno 200 anni tra lo stato attuale (a sinistra) e lo stato di progetto (a destra)

Il fatto che le aree di esondazione siano quasi identiche tra lo stato attuale e lo stato di progetto è dovuto al fatto che il corso d'acqua, come anticipato, è confinato tra due aree che si sviluppano a quota maggiore, ad eccezione delle aree golenale immediatamente adiacenti al Borro. Tali aree più elevate sono come se costituissero argini naturali rispetto alle quali vi sono margini di sicurezza molto ampi: infatti, l'area che si sviluppa in sinistra idraulica, la più bassa tra le due, ha una quota di 144,0 m slm, mentre la quota del pelo libero è circa pari a 142,1 m slm allo stato attuale. L'incremento di quota del pelo libero nell'area di esondazione allo stato di progetto è limitato a 2

cm circa, che cresce a 40 cm circa nel caso in cui vi siano le condotte quasi del tutto ostruite (quote del pelo libero 142,6 m s.l.m., 1,4 m al di sotto dell'area in sinistra idraulica).

5 CONCLUSIONI

Dallo studio idrologico del Borro di Poneta e dalla modellazione idraulica del tratto in esame si evince che la realizzazione delle opere in alveo, costituite dai due guadi di altezza pari a circa 1 m rispetto al fondo del Borro con due condotte di diametro 600 mm per il passaggio del deflusso di magra necessari per la realizzazione di un itinerario pedonale, non comportano sostanziali alterazioni nel regime delle acque e non comportano alcun aggravio del rischio in altre aree, anche nel caso in cui le due condotte dovessero risultare quasi del tutto ostruite dalla presenza di sedimenti o materiale flottante.

Negli allegati che seguono, le modellazioni idrauliche sono state così codificate:

- | | |
|-----------------------|---|
| • vario_tr30_2d | Stato attuale per tr 30 anni |
| • vario_tr200_2d | Stato attuale per tr 200 anni |
| • vario_tr30_2d_sp-3 | Stato di progetto per tr 30 anni |
| • vario_tr200_2d_sp-3 | Stato di progetto per tr 200 anni |
| • vario_tr30_2d_sp-4 | Stato di progetto (condotte ostruite) per tr 30 anni |
| • vario_tr200_2d_sp-4 | Stato di progetto (condotte ostruite) per tr 200 anni |

6 ALLEGATI

- REL.05 - Progetto del Piccolo Parco di Ponte (relazione descrittiva)
- REL.05.B - Allegati di modellazione idraulica Hec-Ras 5.0.4:
 - Planimetria del modello idraulico
 - Sezioni stato attuale
 - Sezioni stato di progetto
 - Profilo di stato attuale e di progetto
 - Tabella dei risultati di stato attuale e di progetto
 - Planimetrie delle aree di esondazione stato attuale e di progetto
- TAV.11 - Planimetria del Piccolo Parco di Poneta
- TAV.12 - Dettaglio delle opere di attraversamento del Borro di Poneta