

## **Interventi urgenti per il contrasto al dissesto del Rio Cipollina (Asti)**

*ai sensi del PR FESR 2021-2027 Priorità II Obiettivo RSO 2.4 Azione II.2IV.1*

*BANDO 2023*



### **Fascicolo 4 Relazione di inquadramento ambientale e relazione idrologica e idraulica**

Rev. n.	Descrizione	Data	Redazione	Verifica	Approvazione
01	Progetto definitivo allegato all'istanza di finanziamento	Giugno 2023	AM	PC	

#### GRUPPO DI LAVORO

Dott. for. Paolo Cielo  
Dott. for. Paolo Settembri  
Dott. for. Fabio Pesce  
Dott. for. Alberto Morera  
Dott. for. Hervé Blanc



ForTeA s.r.l. s.t.p.  
Via Traves, 43 – Torino  
Tel. +39 011 7491520  
[fortea@fortea.eu](mailto:fortea@fortea.eu)/[fortea@mypec.eu](mailto:fortea@mypec.eu)

Dott. geologo Andrea Scaglia

Via Maria Vittoria 24 - 10123 Torino  
[andrea.scaglia@fastwebnet.it](mailto:andrea.scaglia@fastwebnet.it)

## INDICE

1. .Quadro normativo e programmatico.....	2
2. Inquadramento degli interventi con gli strumenti di pianificazione vigenti .....	3
3. Relazione di inquadramento ambientale .....	5
2.1 Analisi climatica.....	5
2.2 Analisi vegetazionale.....	9
4. Relazione idrologica e idraulica.....	12

## 1. .Quadro normativo e programmatico

Le superfici a intervento ricadono interamente nella Riserva Naturale della Valle Andona, Valle Botto e Val Grande. Non sono comprese in siti della Rete Natura 2000.

Le superfici interessate sono sottoposte al vincolo idrogeologico (L.R. 45/89) e ricadono altresì interamente in area sottoposta al vincolo paesaggistico ex lege in quanto aree boscate e all'interno di un'area protetta (D.lgs. 42/04, Art. 142, lett. f e lett. g).

La cartografia tematica regionale include le superfici a intervento anche nella fattispecie del (D.lgs. 42/04, Art. 142 lettera c), ma tutti i terreni risultano sono censiti a catasto come proprietà privata e pertanto il rio Cipollina nel tratto interessato non è acqua pubblica.

Gli interventi previsti per contrastare il dissesto in atto, non comportano modificazioni dell'uso del suolo e movimenti terra, pertanto non richiedono procedimenti ai sensi del vincolo idrogeologico.

Inoltre, sono esclusi dall'autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'allegato A del D.P.R. n. 31 del 13/02/2017, secondo i seguenti commi:

- A.19 ("interventi di manutenzione della viabilità vicinale, poderale e forestale che non modifichino la struttura e le pavimentazioni dei tracciati"; "interventi di manutenzione e realizzazione di muretti a secco e abbeveratoi funzionali alle attività agro-silvo-pastorali");
- A.20 ("interventi di contenimento della vegetazione spontanea indispensabili per la manutenzione delle infrastrutture pubbliche esistenti pertinenti al bosco");
- A.26 ("interventi puntuali d'ingegneria naturalistica diretti alla regimazione delle acque e/o alla conservazione del suolo che prevedano l'utilizzo di piante autoctone e pioniere, anche in combinazione con materiali inerti di origine locale o con materiali artificiali biodegradabili").

Gli interventi di taglio piante ricadono nella disciplina della L.r. 4/2009 e s.m.i. e del regolamento forestale di attuazione (R.r. n.8/2011). L'intervento è soggetto a comunicazione semplice ai sensi dell'art. 4 del regolamento forestale in quanto la superficie interessata è inferiore a 0,5 ha.

Dal punto di vista patrimoniale, le superfici interessate dall'intervento sono interamente di proprietà privata.

## **2. Inquadramento degli interventi con gli strumenti di pianificazione vigenti**

Nel tratto interessato il Rio Cipollina manifesta fenomeni di erosione esaltati dalla modificazione antropica del territorio (relativamente fragile per la natura del substrato), alla quale non corrisponde un'adeguata e costante manutenzione della rete viaria e della rete di deflusso. Diversi alberi cresciuti sulle sponde acclivi, o sui bassi versanti parimenti acclivi, sono instabili per le grandi dimensioni, lo stato di deperimento o lo scalzamento della ceppaia. Crollando occludono in parte l'alveo e trattengono detriti che al cedimento dell'occlusione si riversano a valle con effetto erosivo accentuato sulle sponde. Inoltre la nicchia di distacco della zolla radicale costituisce un ulteriore potenziale innesco di fenomeni erosivi.

L'assenza di opere di raccolta e sgrondo delle acque superficiali in corrispondenza della viabilità e il posizionamento non ottimale dell'attraversamento in corrispondenza di un ramo del Rio Cipollina presso l'affioramento fossilifero Gonella, determinano fenomeni localizzati di erosione suscettibili di aggravamento durante eventi meteorici anche non eccezionali. Sono inoltre presenti, sia in alveo che nel reticolo viario, detriti e rifiuti scaricati abusivamente, in parte mascherati dalla vegetazione, in quantità limitata ma incompatibili con il pregio naturalistico-ambientale dell'area.

Inoltre l'affioramento fossilifero dismesso lungo la viabilità di accesso da Casabianca è sistemato con due ordini di palificate a doppia parete che mostrano incipienti segni di degrado. Tale affioramento necessita di essere messo in sicurezza, anche in considerazione dell'altezza del fronte di taglio del versante.

Per le ragioni sopra descritte sono necessari puntuali interventi d'ingegneria naturalistica volti alla regimazione delle acque e alla conservazione del suolo oltre a interventi di contenimento della vegetazione spontanea, indispensabili sia per favorire il corretto deflusso delle acque e sia per garantire la manutenzione delle infrastrutture pubbliche esistenti pertinenti al bosco.

Gli interventi previsti, meglio dettagliati negli specifici elaborati, sono compatibili con i vigenti strumenti pianificatori e in particolare con il Piano territoriale della Provincia d'Asti (PTP), con il Piano Forestale Territoriale (PFT) e con il Piano Regolatore Comunale della Città di Asti (PRGC). Di seguito si verifica la coerenza degli interventi proposti con gli strumenti di pianificazione territoriale e di gestione vigenti sull'area.

- **Piano Territoriale della Provincia di Asti (PTP)**

Approvato dal consiglio provinciale con D.C.P. 47517 del 08/07/2002. Si tratta di uno strumento in stretta relazione con il Piano Territoriale Regionale, con il compito di indicare gli obiettivi e le strategie della Regione contestualizzate a livello provinciale e di verificare le politiche e gli strumenti di pianificazione vigenti nel territorio.

Il contrasto del dissesto del Rio Cipollina rientra nell'ambito delle strategie e obiettivi del Piano, e in particolare, con i punti 1. "Coniugare sviluppo sostenibile e salvaguardia ambientale" e 5. "Valorizzare le caratteristiche proprie e speciali del territorio". Inoltre, l'intervento in progetto è in linea con gli indirizzi generali riportati nella Relazione Illustrativa Generale del PTP per quanto

riguarda la difesa dell'assetto idrogeologico del territorio ("...tutela sui settori di fondovalle caratterizzati da pericolosità geomorfologica per processi nella rete idrografica...").

- **Piano Forestale Territoriale AF54 (PFT)**

Il PFT mette in luce la fragilità idrogeologica in cui si trova parte dell'Alto Monferrato Astigiano, promuovendo interventi selvicolturali volti a diversificare il bosco in termini di composizione e struttura, opere di bonifica delle sponde e degli alvei dei corsi d'acqua e puntuali sistemazioni con tecniche di ingegneria naturalistica (palificate vive, drenaggi, gabbionate) ove necessario.

- **Piano Regolatore Comunale Città di Asti (PRGC)**

L'intervento in oggetto è conforme anche con le prescrizioni del PRGC, e in particolare con l'Art. 11 bis "Fasce di rispetto e aree soggette a vincoli di tutela derivanti dal PTP", il quale specifica che le opere per il consolidamento, il contenimento e la prevenzione di frane e smottamenti e le opere di difesa spondale dei corsi d'acqua, dovranno essere prioritariamente realizzate utilizzando tecniche di ingegneria naturalistica.

### **3. Relazione di inquadramento ambientale**

La Riserva Naturale di Valle Andona, Valle Botto e Valle Grande, istituita dalla L.r. n. 23 del 25 marzo 1985 e ampliata con la L.r. n. 35 del 24 dicembre 2003, è localizzata nel settore collinare dell'alto Monferrato Astigiano nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Asti verso il confine con il comune di Baldichieri d'Asti.

La Riserva nasce principalmente come area di interesse paleontologico (art. 3 Legge istitutiva); infatti la peculiarità principale dell'area protetta sono gli affioramenti fossili, fra i più significativi d'Europa. Oltre agli aspetti paleontologici, negli ultimi anni è cresciuta la sensibilità verso gli aspetti naturalistici e paesaggistici tipici del Basso Monferrato e la Riserva ha promosso iniziative volte alla tutela e al miglioramento paesaggistico collinare, con particolare riferimento agli aspetti forestali, didattici e fruizionali.

L'area d'intervento è localizzata lungo l'asta Rio Cipollina in Valle Botto, nei pressi di alcuni affioramenti paleontologici risalenti al pliocene, ad una quota altimetrica compresa tra i 160 m s.l.m. sul fondovalle e i 210 m s.l.m. sui rilievi collinari. Questo corso d'acqua è interessato da una marcata erosione riconducibile a dinamiche naturali che, nel tempo, hanno dato origine a una valle collinare molto stretta e con versanti ripidi e sabbiosi che si caratterizzano per frequenti fenomeni di smottamento. Proprio per la forza erosiva del Rio si sono originate pareti naturali formate da sedimenti marini pliocenici in cui sono presenti alcuni livelli ricchi di fossili.

#### **2.1 Analisi climatica**

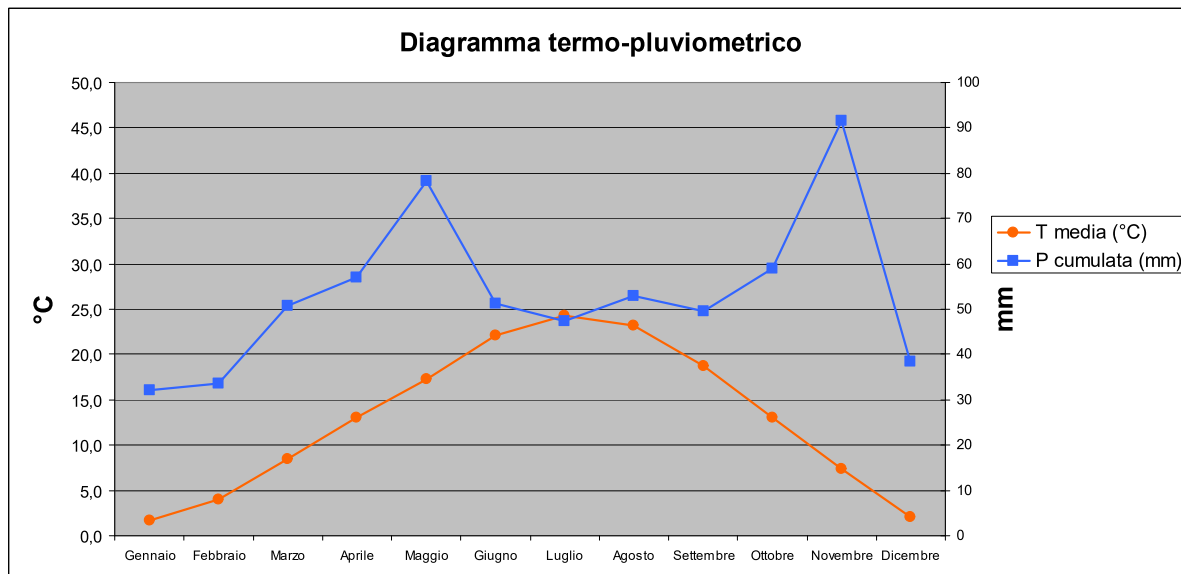
Il clima dell'area è di tipo temperato sub-continentale (Cfa secondo la classificazione di Koeppen), con inverni freddi e umidi ed estati calde e afose.

La temperatura media annua è pari a 12,9 °C, variando dagli 1,7 °C di gennaio ai 24,3 °C di luglio. La piovosità annua è pari a circa 640 mm.

Il regime pluviometrico si caratterizza per massimi equinoziali, dove quello primaverile è superiore a quello autunnale, e minimi estivi e invernali (più accentuato). Il mese più piovoso è Novembre con precipitazioni pari a 92 mm, seguito da Maggio (78 mm), mentre i mesi più aridi sono gennaio (32 mm) e febbraio (34 mm).

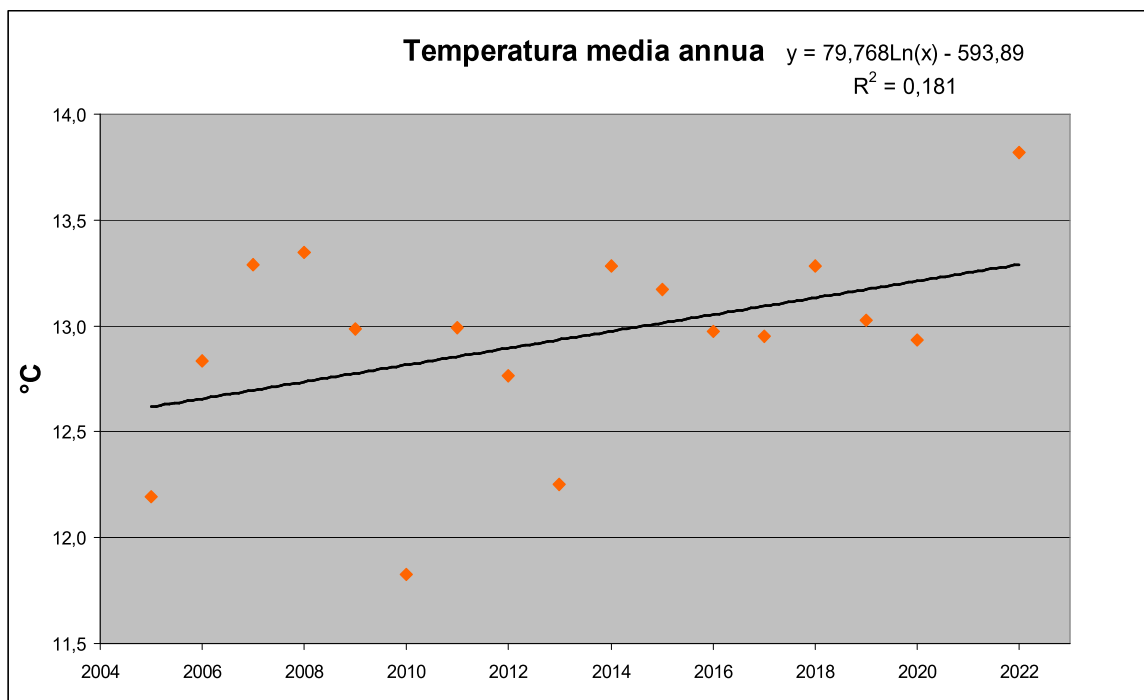
L'analisi del diagramma di Walter e Lieth evidenzia un periodo di aridità estiva nel mese di Agosto, seppur poco pronunciato.

Ente di Gestione del Parco Paleontologico Astigiano  
**Interventi urgenti per il contrasto al dissesto del Rio Cipollina (Asti)**  
 ai sensi del PR FESR 2021-2027 Priorità II Obiettivo RSO 2.4 Azione II.2IV.1 - BANDO 2023  
**Relazione di inquadramento ambientale, idraulica ed idrologica**



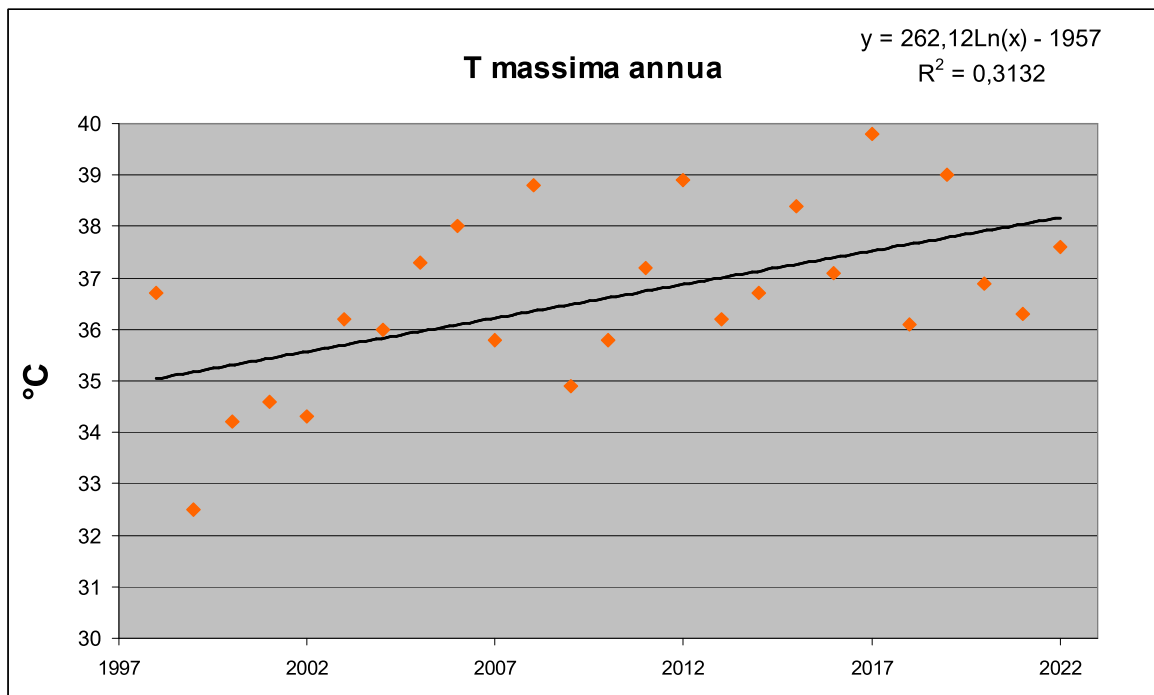
**Diagramma di Walter e Lieth riferito alla stazione meteorologica di Asti "Istituto Penna" (periodo di riferimento 2005 - 2022)**

L'analisi dei dati climatici dell'area mostra un evidente incremento della temperatura media annua, con variazioni dell'ordine di + 0,4 °C per decennio.



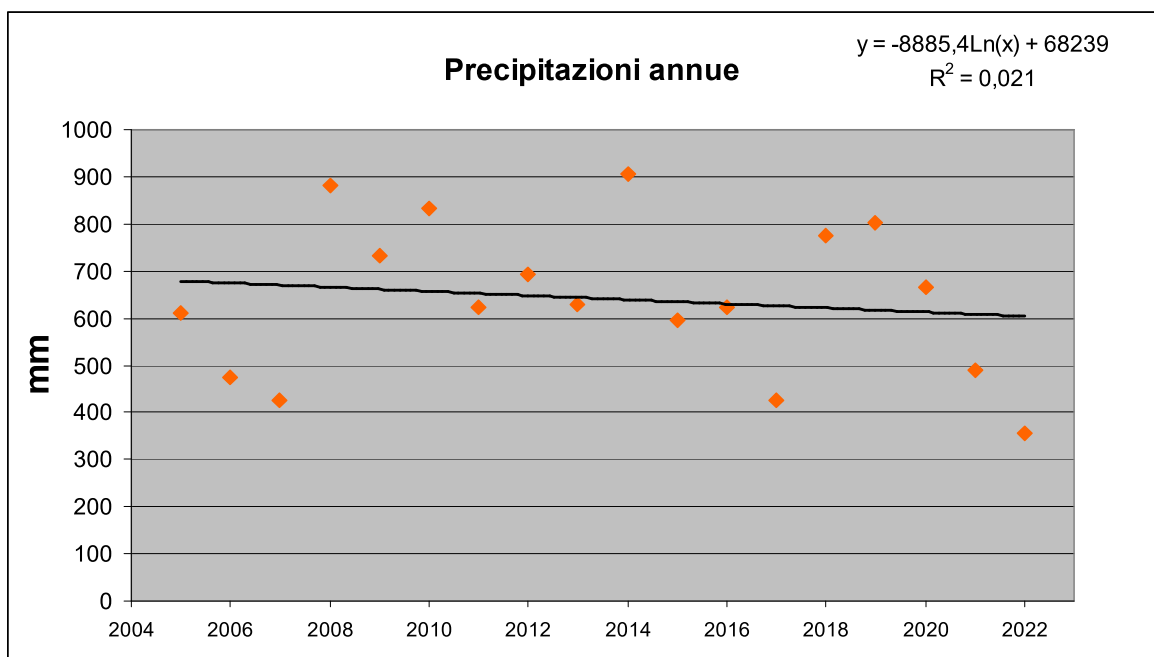
**Andamento delle temperature medie annue nel periodo 2005-2022 (stazione meteo "Asti - Istituto Penna")**

Particolare incremento hanno subito le temperature massime, con ondate di calore estive sempre più frequenti, prolungate e intense. Nel trimestre estivo le temperature massime registrate hanno subito un incremento di + 1,3 °C per decennio, sfiorando nel 2017 e 2019 la soglia dei 40 °C.



**Andamento delle temperature massime annue nel periodo 1998-2022 (stazione "Asti – Tanaro")**

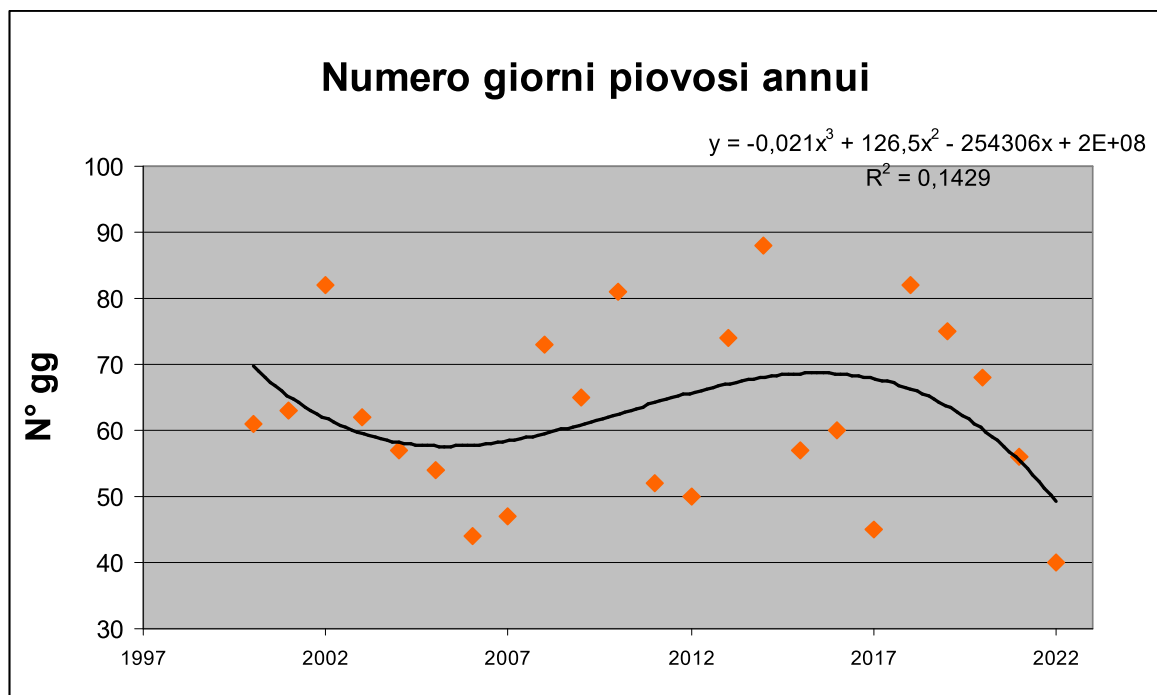
Per quanto concerne le precipitazioni annue, si assiste a una moderata riduzione, seppur statisticamente non significativa. L'entità della variazione si attesta intorno ai 40 mm per decennio.



**Andamento delle precipitazioni annue nel periodo 2005-2022 (stazione meteo "Asti – Istituto Penna")**

Il numero di giorni piovosi annui si contraddistingue per una variabilità molto elevata che non consente di evidenziare chiari trend. E', tuttavia, possibile osservare un ripetersi periodico dei periodi siccitosi con durata media di 2-3 anni.





**Andamento del numero di giorni piovosi nel periodo 2000-2022 (stazione "Asti – Tanaro")**

L'analisi dei dati climatici evidenzia i seguenti rischi per il territorio in esame:

- Aumento della frequenza e dell'intensità delle ondate di calore.
- Stress fisiologici per la vegetazione da ricondurre alla riduzione delle precipitazioni e al sensibile incremento dell'evapotraspirazione, soprattutto nel trimestre estivo.
- Rarefazione delle precipitazioni con periodi siccitosi di maggior durata, seguiti da eventi estremi sempre più intensi. Ciò determina un incremento della pericolosità idrogeologica del territorio, con processi erosivi favoriti, da una parte, dall'intensità delle precipitazioni e dall'altra dalla riduzione dei tassi d'infiltrazione degli strati superficiali del terreno, induriti dalle siccità.
- L'intensificazione degli eventi estremi determina, inoltre, un maggior rischio di danneggiamenti e schianti a carico della vegetazione arborea, con possibile interessamento delle aree d'interesse fruitivo.

## **2.2 Analisi vegetazionale**

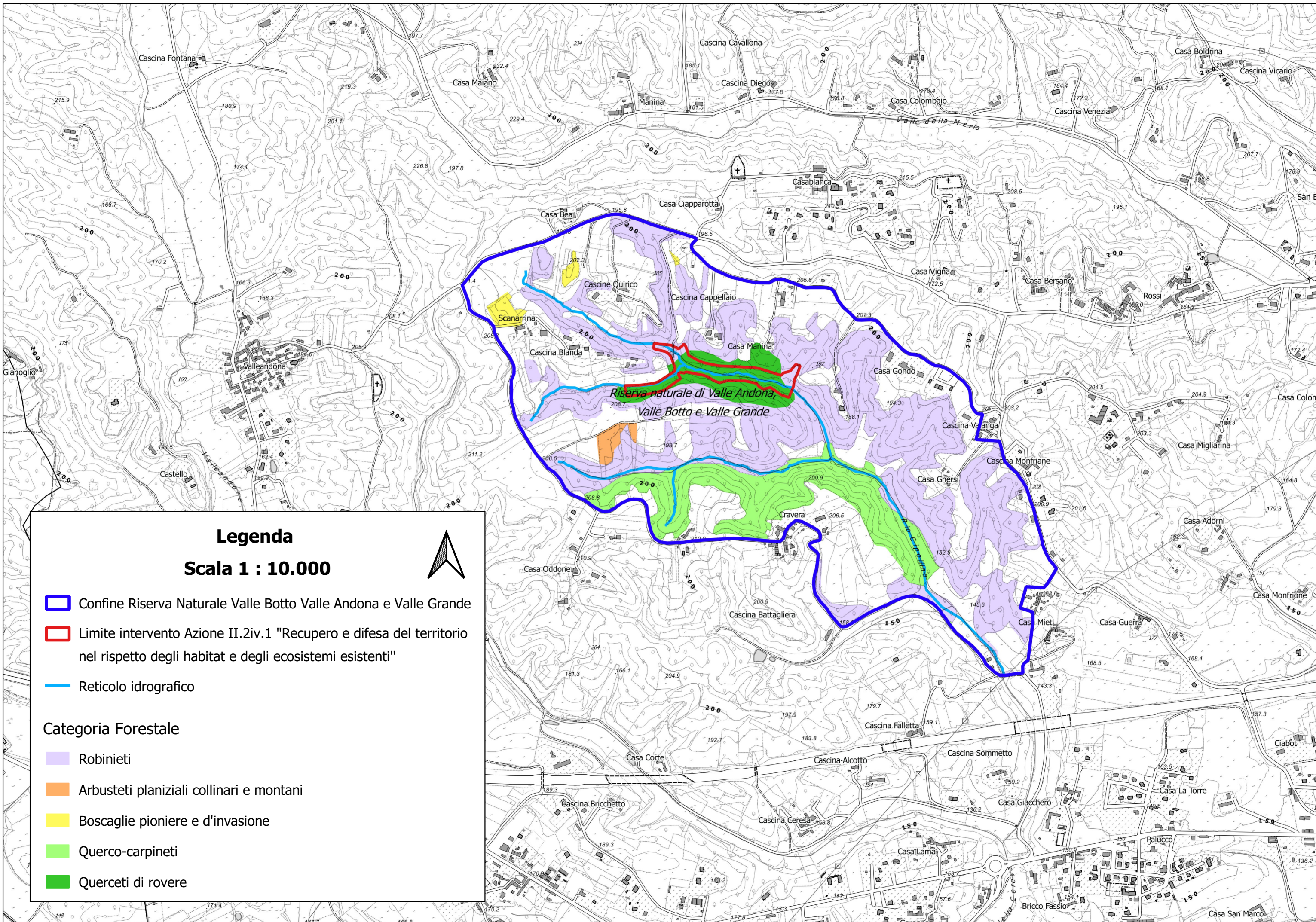
La morfologia della Valle Botto si contraddistingue per l'alternanza di rilievi collinari e avvallamenti; i pendii sono solcati da incisioni profonde originate dall'azione erosiva delle acque sul substrato litologico sedimentario. La particolare morfologia determina differenze microclimatiche notevoli che creano le condizioni per una buona biodiversità floristica: le vallette incise creano ambienti ombrosi e freschi anche durante il periodo estivo, con minore escursione termica rispetto ai rilievi ove, in particolare nei mesi estivi e nelle esposizioni a sud, le condizioni climatiche sono sub mediterranee.

La vegetazione forestale tipica della zona è costituita dal querceto di rovere in situazioni drenanti e dal quercu-carpineto in situazioni più idromorfe; essa è stata alterata dalla passata gestione del bosco che ha provocato la sostituzione delle specie forestali (es. robinia a scapito delle querce e del carpino bianco) e l'impoverimento del soprassuolo in termini di struttura e composizione. Attualmente, infatti, la maggior parte delle formazioni forestali presenti nella Riserva, è costituita da cedui di robinia, a regime o invecchiati.

Il valore naturalistico del sito resta tuttavia elevato in quanto si tratta di un ecosistema forestale seminaturale inserito in una zona a forte impatto agricolo.

Di seguito si riporta la Carta Forestale della Valle Botto, con in evidenza la zona interessata dal presente progetto.













### Legenda

Scala 1 : 10.000



-  Confine Riserva Naturale Valle Botto Valle Andona e Valle Grande
-  Limite intervento Azione II.2iv.1 "Recupero e difesa del territorio nel rispetto degli habitat e degli ecosistemi esistenti"
-  Reticolo idrografico

#### Categoria Forestale

-  Robinieti
-  Arbusteti planiziali collinari e montani
-  Boscaglie pioniere e d'invasione
-  Querco-carpineti
-  Querceti di rovere



Nell'area interessata dall'intervento, il tipo forestale presente è il querceto di rovere a *Physospermum cornubiense* dei rilievi collinari interni st. delle sabbie astiane, presente nella variante con robinia, che a tratti diventa la specie prevalente. Altre specie presenti sono il ciliegio selvatico, l'olmo campestre, il pioppo bianco e il pioppo tremolo. Sporadica la farnia. Nello strato arbustivo sono presenti nocciolo, biancospino, sanguinello, caprifoglio e berretta del prete. Nel sottobosco erbaceo, oltre all'ombrellifera *Physospermum cornubiense*, si sviluppano specie di pregio floristico come le Orchidee, il Mughetto, il Sigillo di Salomone, il Dente di cane, il Lilioasfodelo, il Giglio di San Giovanni ed il Campanellino.

Dal punto di vista strutturale il bosco è biplano, con la rovere nel piano dominante (intorno ai 20 metri di altezza) e la robinia nel piano dominato (dai 10 m ai 15 m).

Lo stato fitosanitario appare mediocre a causa degli stress climatici evidenziati nel precedente paragrafo. Le estati calde e siccitose che si sono succedute negli ultimi vent'anni hanno causato un marcato deperimento e mortalità; a questo fenomeno sono seguite numerose fitopatie dovute a funghi e insetti. I danni di maggiori entità si osservano a carico della chioma (defogliazioni, perdita di vigore, disseccamenti). Come per molti querceti piemontesi, una delle problematiche più rilevanti nella gestione, è la difficoltà di rinnovazione delle querce; infatti, i semenzali sono colpiti dall'oidio e dal conseguente insorgere del mal bianco o sono vinti dalla competizione della vegetazione avventizia qualora ci si trovi in condizioni di maggior luce.

Inoltre, le condizioni fitostatiche sono precarie per via delle caratteristiche del suolo (scivolamento dello strato sabbioso a partire dal limite con lo strato argilloso sottostante) e della morfologia acclive delle scarpate. Si assiste pertanto a significativi schianti, in particolare di piante di grosse dimensioni.

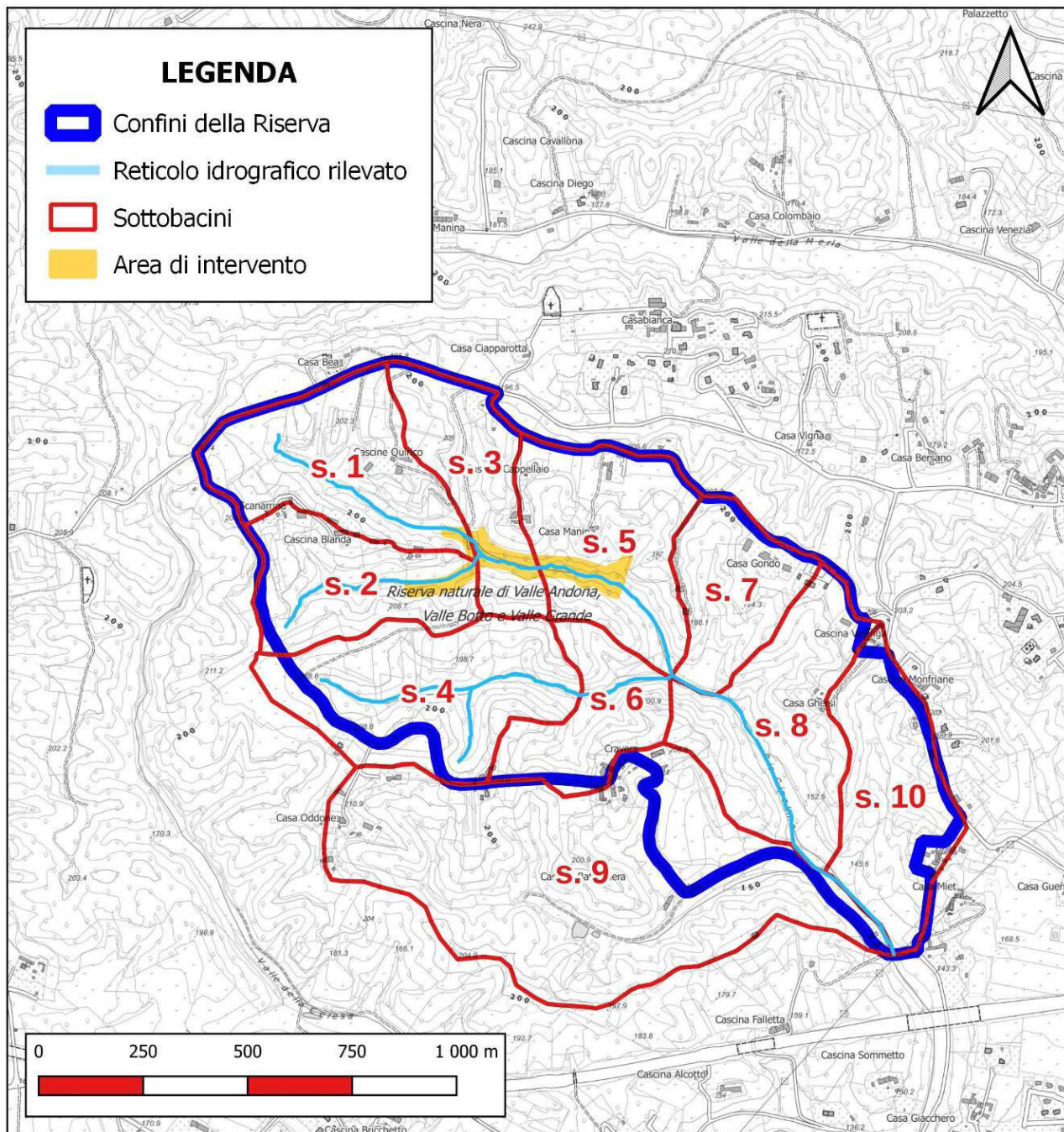
Ad esclusione della robinia, ormai naturalizzata in tutta la Riserva, non si sono rilevate altre specie arboree non autoctone.

Il bosco offre inoltre rifugio a numerose specie faunistiche: tra i mammiferi i più comuni sono il cinghiale, la volpe, lo scoiattolo, il riccio, la donnola, il moscardino e il tasso, scelto come simbolo del parco. L'avifauna particolarmente ricca è rappresentata secondo la letteratura da una quarantina di specie nidificanti tra cui si segnalano: il raro picchio rosso minore, il picchio muratore, il rampichino, il lu' verde, l'airone, le rumorose ghiandaie e numerosi rapaci diurni e notturni.

## 4. Relazione idrologica e idraulica

### Inquadramento

La Valle Botto dal punto di vista idrologico si articola in piccoli sottobacini, che sono stati individuati cartograficamente ai fini del presente progetto.



Si tratta di piccoli bacini piuttosto articolati che alternano terrazzi e creste a moderata pendenza con tratti di versante acclive. L'alveo dell'asta principale del rio Cipollina è piuttosto inciso. L'acqua ha scavato nel substrato sabbioso e sabbioso-limoso determinando un dislivello di 4-9 m fra il centro del rio ed il piano di campagna ove presente, talora con sponde subverticali. Si

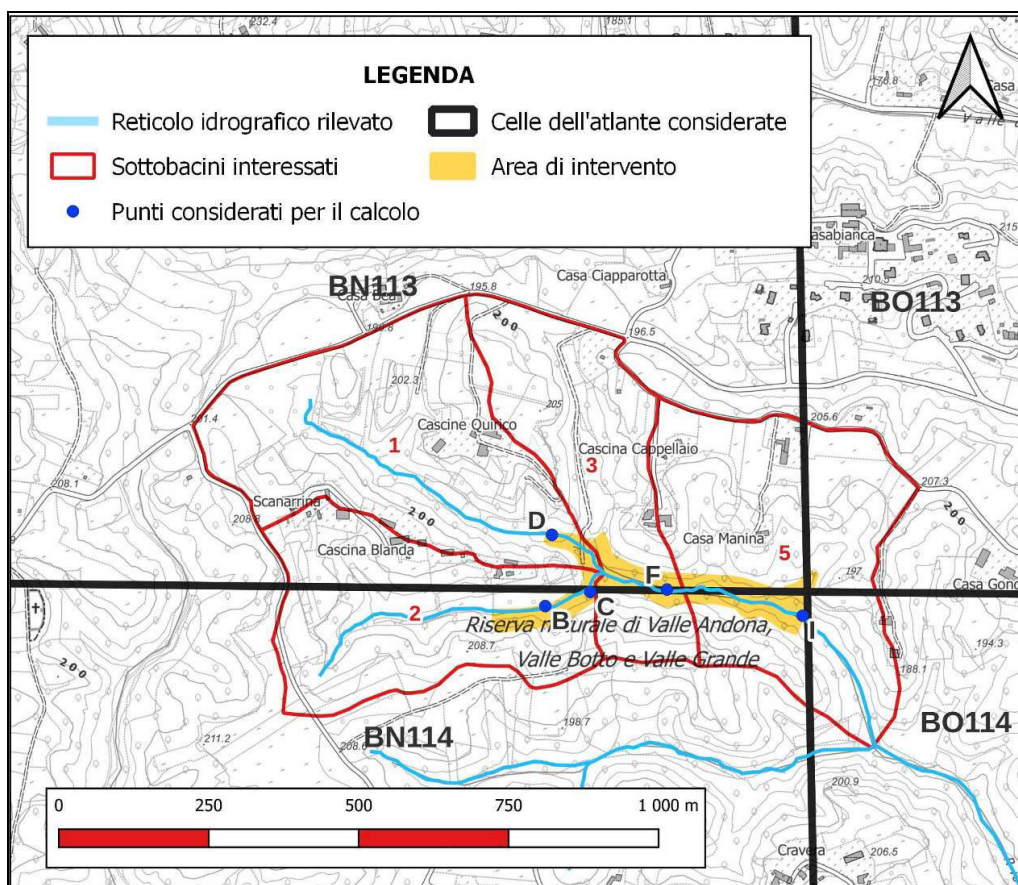


osservano locali fenomeni erosivi. La portata idrica è discontinua lungo l'asta principale e i fossi laterali sono normalmente asciutti salvo durante precipitazioni intense. L'acqua delle vallette laterali non defluisce in superficie ma riemerge lungo l'asta principale in corrispondenza del cambio di pendenza del terreno, alla base del versante.

In seguito alla definizione delle linee progettuali lo studio è stato approfondito sui bacini n. 1, 2, 3 e 5 interessati dagli interventi. Su tali bacini sono state calcolate le portate di massima piena e sono state verificate le sezioni d'alveo per verificarne l'idoneità e dimensionare le opere di attraversamento.

### Analisi delle portate

Per le precipitazioni sono stati utilizzati i dati indicati dalla direttiva PAI sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.



Di seguito si riportano i parametri delle celle interessate.

Cella	Coord. Est UTM cella	Coord. Nord UTM cella	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BN113	431000	4975000	40,42	0,261	53,88	0,237	59,67	0,23	67,28	0,221
BN114	431000	4973000	39,66	0,262	52,74	0,237	58,37	0,229	65,78	0,22

### STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.

"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

**Descrizione:** Sottobacino n. 1

**Punto di sezione:** D

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO		DATI RISULTANTI
<p><b>S</b> ⇒ <b>0,167</b> [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino</p> <p><b>L</b> ⇒ <b>0,740</b> [Km] Lunghezza asta principale</p> <p><b>Hm</b> ⇒ <b>190,00</b> [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.</p> <p><b>Ho</b> ⇒ <b>170,00</b> [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.</p>	<p>Tempo di Corrivazione</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> <math display="block">T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}}</math> </div> <p>⇒ <b>0,77</b> [ore]</p>	

### PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

<p>FORMULA</p> <p>Curva di probabilità pluviometrica</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math display="block">h_{(t)} = at^n</math> </div>	<p><math>h_{(t)}</math> = massima precipitazione in mm al tempo t</p> <p>t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione</p> <p>a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr</p> <p>n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr</p> <p>Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)</p>																		
<p>DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE</p> <p>(Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)</p>																				
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500										
<b>BN113</b>	<b>431000</b>	<b>4975000</b>	<b>40,42</b>	<b>0,261</b>	<b>53,88</b>	<b>0,237</b>	<b>59,67</b>	<b>0,230</b>	<b>67,28</b>	<b>0,221</b>										
<p>MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tr</th> <th style="text-align: center;">h(t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td style="text-align: center;">⇒ <b>37,72</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>100</b></td> <td style="text-align: center;">⇒ <b>50,61</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>200</b></td> <td style="text-align: center;">⇒ <b>56,15</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>500</b></td> <td style="text-align: center;">⇒ <b>63,46</b></td> </tr> </tbody> </table> <p><math>h_{(t)}</math> = massima precipitazione in mm al tempo t</p> <p>t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] ⇒ <b>0,77</b></p> <p>Tr = tempo di ritorno</p>											Tr	h(t)	<b>20</b>	⇒ <b>37,72</b>	<b>100</b>	⇒ <b>50,61</b>	<b>200</b>	⇒ <b>56,15</b>	<b>500</b>	⇒ <b>63,46</b>
Tr	h(t)																			
<b>20</b>	⇒ <b>37,72</b>																			
<b>100</b>	⇒ <b>50,61</b>																			
<b>200</b>	⇒ <b>56,15</b>																			
<b>500</b>	⇒ <b>63,46</b>																			

### PORTATE DI MASSIMA PIENA

<p>FORMULA del METODO RAZIONALE</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> <math display="block">Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}</math> </div>	
<p>dove</p> <p><math>Q_c</math> ⇒ portata al colmo</p> <p><math>c</math> ⇒ <b>0,3</b> coefficiente di deflusso</p> <p><math>h_{(t)}</math> ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)</p> <p><math>S</math> ⇒ <b>0,16738</b> [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino</p> <p><math>T_c</math> ⇒ <b>0,77</b> [ore] Tempo di corrivazione</p>	
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec]
<b>20</b>	⇒ <b>0,686</b>
<b>100</b>	⇒ <b>0,920</b>
<b>200</b>	⇒ <b>1,021</b>
<b>500</b>	⇒ <b>1,154</b>

### STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.

"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

**Descrizione:** Sottobacino n. 2

**Punto di sezione:** B e C

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO		DATI RISULTANTI
<b>S</b> ⇒	<b>0,129</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione  $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow \mathbf{0,64}$ [ore]
<b>L</b> ⇒	<b>0,560</b> [Km] Lunghezza asta principale	
<b>Hm</b> ⇒	<b>190,00</b> [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
<b>Ho</b> ⇒	<b>170,00</b> [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

### PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA																											
Curva di probabilità pluviometrica	$h_{(t)} = at^n$	$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)																									
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)																											
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM																									
<b>BN114</b>	<b>431000</b>	<b>4973000</b>																									
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 20</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 100</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 200</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 500</th> </tr> <tr> <th>n Tr 20</th> <th>n Tr 100</th> <th>n Tr 200</th> <th>n Tr 500</th> <th>n Tr 20</th> <th>n Tr 100</th> <th>n Tr 200</th> <th>n Tr 500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>39,66</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,262</b></td> <td style="text-align: center;"><b>52,74</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,237</b></td> <td style="text-align: center;"><b>58,37</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,229</b></td> <td style="text-align: center;"><b>65,78</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,220</b></td> </tr> </tbody> </table>	a Tr 20		a Tr 100		a Tr 200		a Tr 500		n Tr 20	n Tr 100	n Tr 200	n Tr 500	n Tr 20	n Tr 100	n Tr 200	n Tr 500	<b>39,66</b>	<b>0,262</b>	<b>52,74</b>	<b>0,237</b>	<b>58,37</b>	<b>0,229</b>	<b>65,78</b>	<b>0,220</b>
a Tr 20		a Tr 100		a Tr 200		a Tr 500																					
n Tr 20	n Tr 100	n Tr 200	n Tr 500	n Tr 20	n Tr 100	n Tr 200	n Tr 500																				
<b>39,66</b>	<b>0,262</b>	<b>52,74</b>	<b>0,237</b>	<b>58,37</b>	<b>0,229</b>	<b>65,78</b>	<b>0,220</b>																				
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE																											
<b>Tr</b>		<b>h(t)</b>																									
<b>20</b>	⇒	<b>35,23</b>	$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] Tr = tempo di ritorno																								
<b>100</b>	⇒	<b>47,38</b>																									
<b>200</b>	⇒	<b>52,63</b>																									
<b>500</b>	⇒	<b>59,55</b>																									

### PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0.278 \frac{c h_{(t)} S}{T_c}$	dove $Q_c$ ⇒ portata al colmo $c$ ⇒ <b>0,3</b> coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) $S$ ⇒ <b>0,1289</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino $T_c$ ⇒ <b>0,64</b> [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec]
<b>20</b>	⇒ <b>0,595</b>
<b>100</b>	⇒ <b>0,801</b>
<b>200</b>	⇒ <b>0,889</b>
<b>500</b>	⇒ <b>1,006</b>



### STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.

"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

**Descrizione:** Sottobacini n. 1+2+3

**Punto di sezione:** F

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO		DATI RISULTANTI
<b>S</b> ⇒ <b>0,407</b>	[Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione  $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow \mathbf{0,85}$ [ore]
<b>L</b> ⇒ <b>0,560</b>	[Km] Lunghezza asta principale	
<b>Hm</b> ⇒ <b>185,00</b>	[m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
<b>Ho</b> ⇒ <b>160,00</b>	[m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

### PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA		$h_{(t)} = at^n$									
Curva di probabilità pluviometrica			h <sub>(t)</sub> = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)								
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)											
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM		a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
<b>BN114</b>	<b>431000</b>	<b>4973000</b>		<b>39,66</b>	<b>0,262</b>	<b>52,74</b>	<b>0,237</b>	<b>58,37</b>	<b>0,229</b>	<b>65,78</b>	<b>0,220</b>
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE											
Tr	h(t)										
<b>20</b>	⇒	<b>37,99</b>									
<b>100</b>	⇒	<b>50,72</b>									
<b>200</b>	⇒	<b>56,21</b>									
<b>500</b>	⇒	<b>63,44</b>									
			h <sub>(t)</sub> = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] <b>0,85</b> Tr = tempo di ritorno								

### PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	dove $Q_c$ ⇒ portata al colmo $c$ ⇒ <b>0,3</b> coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) $S$ ⇒ <b>0,4074</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino $T_c$ ⇒ <b>0,85</b> [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = Q <sub>c</sub> [mc/sec]
<b>20</b>	⇒ <b>1,522</b>
<b>100</b>	⇒ <b>2,032</b>
<b>200</b>	⇒ <b>2,252</b>
<b>500</b>	⇒ <b>2,541</b>

### STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.

"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

**Descrizione:** Sottobacini n. 1 + 2 + 3 + 5

**Punto di sezione:** I

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO		DATI RISULTANTI
<b>S</b> ⇒	<b>0,575</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione  $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow 1,56$ [ore]
<b>L</b> ⇒	<b>0,740</b> [Km] Lunghezza asta principale	
<b>Hm</b> ⇒	<b>181,00</b> [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
<b>Ho</b> ⇒	<b>170,00</b> [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

### PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA																																																			
Curva di probabilità pluviometrica	$h_{(t)} = at^n$	$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)																																																	
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)																																																			
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM																																																	
<b>BN114</b>	<b>431000</b>	<b>4973000</b>																																																	
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 20</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 100</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 200</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">a Tr 500</th> </tr> <tr> <th>Tr</th> <th>h(t)</th> <th>Tr</th> <th>h(t)</th> <th>Tr</th> <th>h(t)</th> <th>Tr</th> <th>h(t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td style="text-align: center;"><b>44,57</b></td> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,262</b></td> <td style="text-align: center;"><b>100</b></td> <td style="text-align: center;"><b>52,74</b></td> <td style="text-align: center;"><b>200</b></td> <td style="text-align: center;"><b>58,37</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>100</b></td> <td style="text-align: center;"><b>58,61</b></td> <td style="text-align: center;"><b>100</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,237</b></td> <td style="text-align: center;"><b>200</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,229</b></td> <td style="text-align: center;"><b>500</b></td> <td style="text-align: center;"><b>65,78</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>200</b></td> <td style="text-align: center;"><b>64,64</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>500</b></td> <td style="text-align: center;"><b>72,56</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	a Tr 20		a Tr 100		a Tr 200		a Tr 500		Tr	h(t)	Tr	h(t)	Tr	h(t)	Tr	h(t)	<b>20</b>	<b>44,57</b>	<b>20</b>	<b>0,262</b>	<b>100</b>	<b>52,74</b>	<b>200</b>	<b>58,37</b>	<b>100</b>	<b>58,61</b>	<b>100</b>	<b>0,237</b>	<b>200</b>	<b>0,229</b>	<b>500</b>	<b>65,78</b>	<b>200</b>	<b>64,64</b>							<b>500</b>	<b>72,56</b>						
a Tr 20		a Tr 100		a Tr 200		a Tr 500																																													
Tr	h(t)	Tr	h(t)	Tr	h(t)	Tr	h(t)																																												
<b>20</b>	<b>44,57</b>	<b>20</b>	<b>0,262</b>	<b>100</b>	<b>52,74</b>	<b>200</b>	<b>58,37</b>																																												
<b>100</b>	<b>58,61</b>	<b>100</b>	<b>0,237</b>	<b>200</b>	<b>0,229</b>	<b>500</b>	<b>65,78</b>																																												
<b>200</b>	<b>64,64</b>																																																		
<b>500</b>	<b>72,56</b>																																																		

### PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	dove $Q_c$ ⇒ portata al colmo $c$ ⇒ <b>0,3</b> coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) $S$ ⇒ <b>0,5749</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino $T_c$ ⇒ <b>1,56</b> [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec]
<b>20</b>	<b>1,369</b>
<b>100</b>	<b>1,800</b>
<b>200</b>	<b>1,985</b>
<b>500</b>	<b>2,228</b>

## Verifica delle sezioni idrauliche

### CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

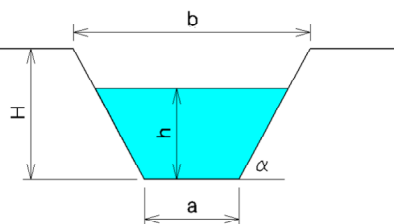
**Descrizione:** Sottobaxino 1

**Punto di sezione:** D

#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### DATI NOTI (da inserire)

<b>H</b>	⇒	<b>0,50</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>b</b>	⇒	<b>3,00</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,40</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>5,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



##### DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpate	$\alpha$	⇒	<b>21,8</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	<b>2,654</b> [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \text{tg}(90 - \alpha)]$	⇒	<b>0,6000</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,226</b> [m]

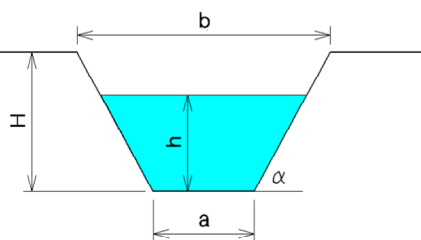
**Descrizione:** Bacino 2

**Punto di sezione:** B. C

#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### DATI NOTI (da inserire)

<b>H</b>	⇒	<b>0,90</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	⇒	<b>0,60</b>	[m]
<b>b</b>	⇒	<b>1,60</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,70</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



##### DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpate	$\alpha$	⇒	<b>60,9</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	<b>2,202</b> [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \text{tg}(90 - \alpha)]$	⇒	<b>0,6922</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,314</b> [m]

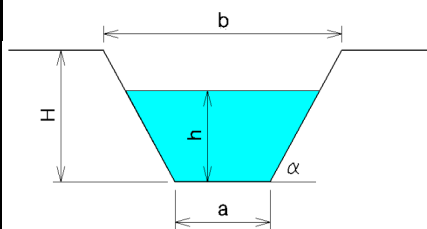
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO  
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

**Descrizione:** Sottobacini 1+2+3  
**Punto di sezione:** F

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>H</b>	⇒	<b>0,60</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	⇒	<b>1,20</b>	[m]
<b>b</b>	⇒	<b>3,00</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,60</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>1,75</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpate	K	⇒	<b>33,7</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	<b>3,363</b> [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$	⇒	<b>1,2600</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,375</b> [m]

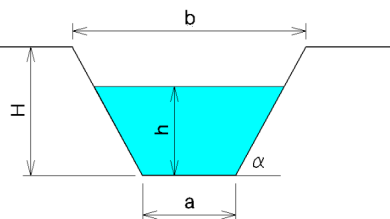
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO  
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

**Descrizione:** Sottobacini n. 1 + 2 + 3 + 5  
**Punto di sezione:** I

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>H</b>	⇒	<b>0,50</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	⇒	<b>5,00</b>	[m]
<b>b</b>	⇒	<b>4,00</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,40</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpate	$\eta$	⇒	<b>-45,0</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	<b>3,869</b> [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$	⇒	<b>1,8400</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,476</b> [m]

### SOTTOBACINO 1 SEZIONE D

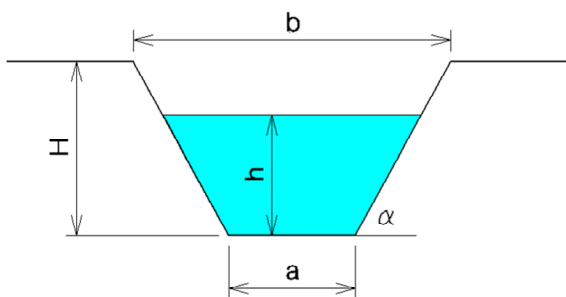
**CAPACITA' DI SMALTIMENTO**  
**SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**  
**per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

<b>H</b>	<b>0,50</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	<b>0,50</b>	[m]
<b>b</b>	<b>3,00</b>	[m]

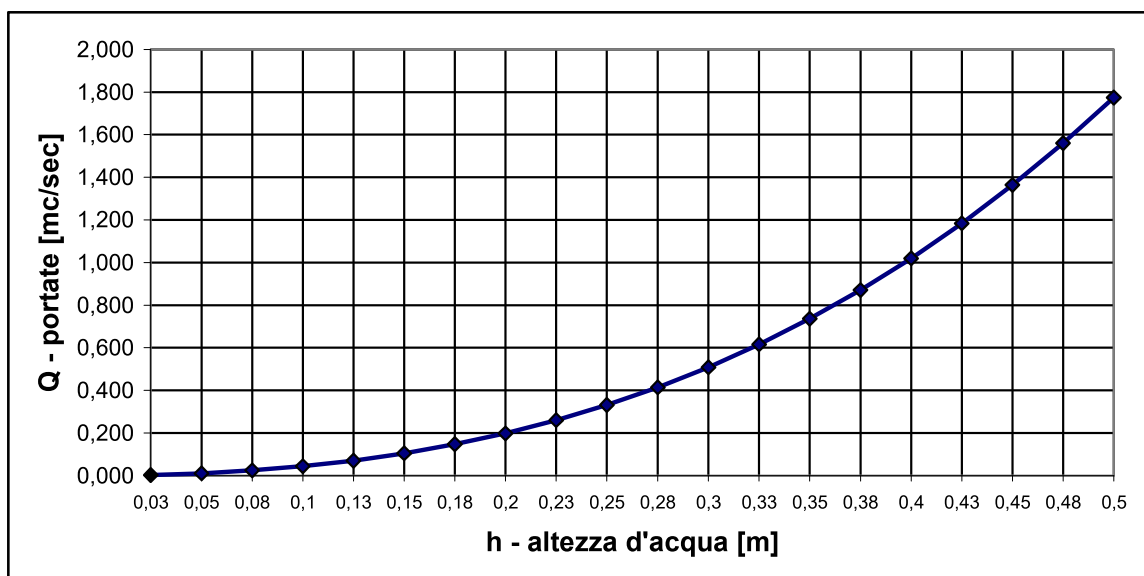
<b>p</b>	<b>5,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m <sup>3</sup> /sec]
0,03	0,003
0,05	0,011
0,08	0,024
0,10	0,044
0,13	0,070
0,15	0,105
0,18	0,147
0,20	0,199
0,23	0,260
0,25	0,331
0,28	0,414
0,30	0,509
0,33	0,616
0,35	0,736
0,38	0,871
0,40	1,019
0,43	1,183
0,45	1,363
0,48	1,560
0,50	1,774



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



### SOTTOBACINO 2 SEZIONI B e C

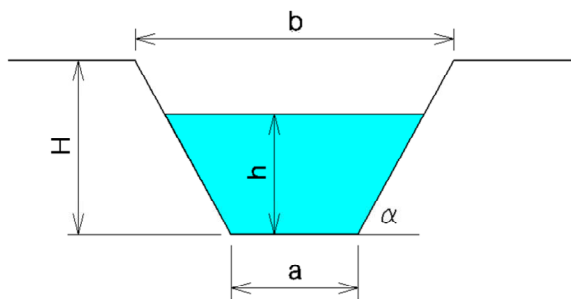
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO**  
**SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**  
 per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

<b>H</b>	<b>0,90</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	<b>0,60</b>	[m]
<b>b</b>	<b>1,60</b>	[m]

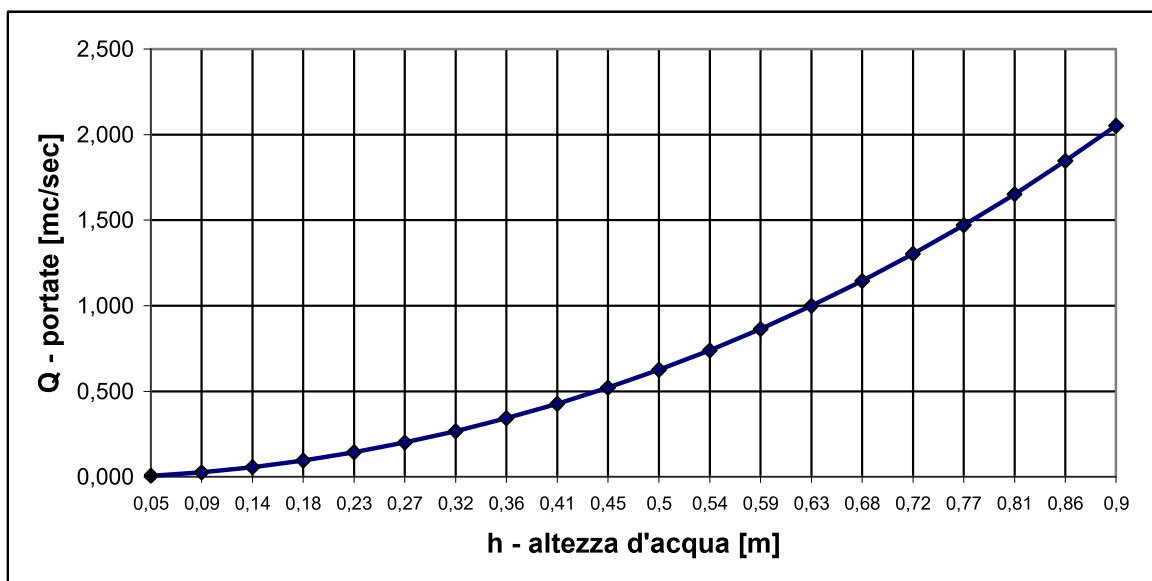
<b>p</b>	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,05	0,007
0,09	0,027
0,14	0,056
0,18	0,095
0,23	0,143
0,27	0,201
0,32	0,267
0,36	0,342
0,41	0,427
0,45	0,521
0,50	0,625
0,54	0,739
0,59	0,864
0,63	0,999
0,68	1,146
0,72	1,303
0,77	1,472
0,81	1,653
0,86	1,847
0,90	2,053



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



### SOTTOBACINI 1+2+3 SEZIONE F

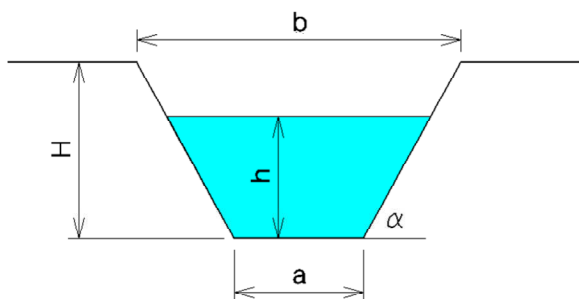
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO**  
**SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**  
**per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

<b>H</b>	<b>0,60</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	<b>1,20</b>	[m]
<b>b</b>	<b>3,00</b>	[m]

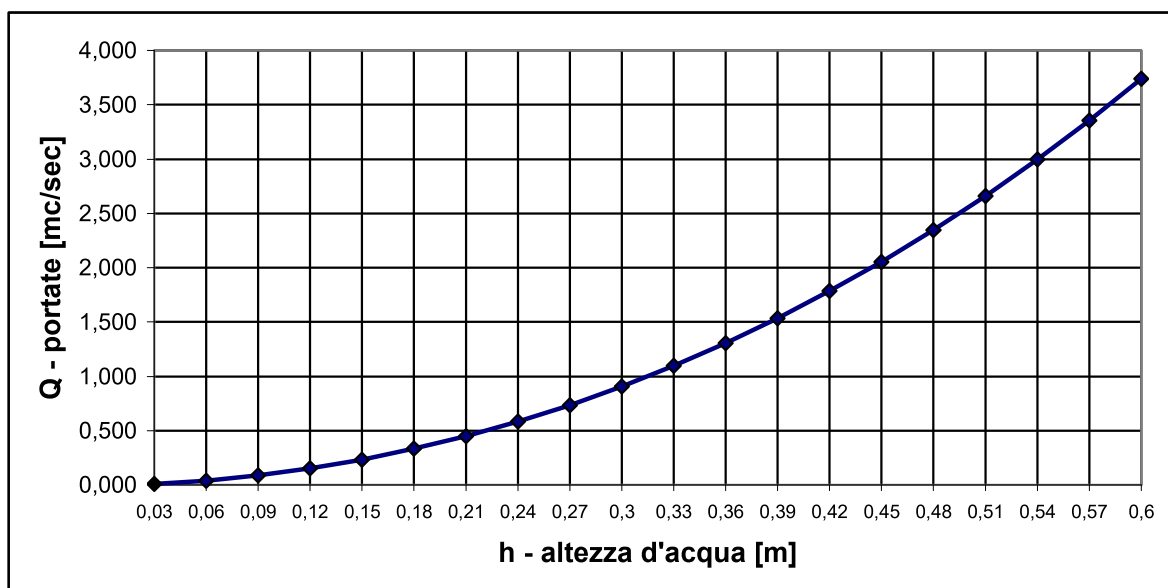
<b>p</b>	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>1,75</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m <sup>3</sup> /sec]
0,03	0,010
0,06	0,040
0,09	0,087
0,12	0,152
0,15	0,234
0,18	0,333
0,21	0,449
0,24	0,584
0,27	0,736
0,30	0,907
0,33	1,096
0,36	1,306
0,39	1,535
0,42	1,784
0,45	2,055
0,48	2,346
0,51	2,660
0,54	2,996
0,57	3,356
0,60	3,739



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



### SOTTOBACINI 1+2+3+5 SEZIONE I

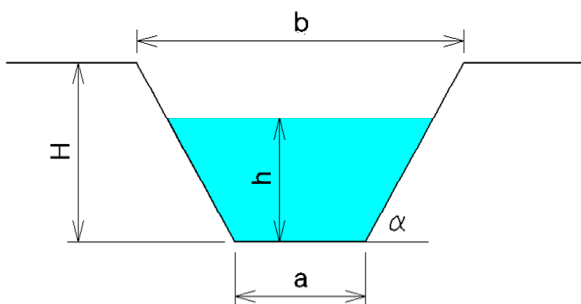
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO**  
**SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**  
**per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

<b>H</b>	<b>0,50</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	<b>5,00</b>	[m]
<b>b</b>	<b>4,00</b>	[m]

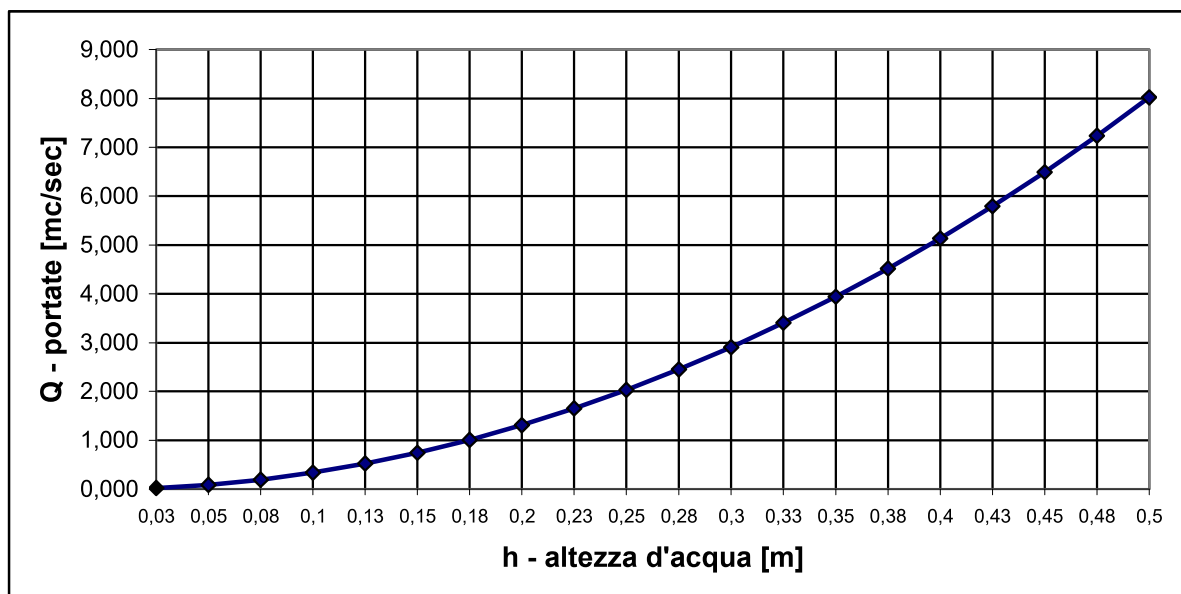
<b>p</b>	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>2,5</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m <sup>3</sup> /sec]
0,03	0,022
0,05	0,087
0,08	0,192
0,10	0,337
0,13	0,522
0,15	0,747
0,18	1,009
0,20	1,311
0,23	1,652
0,25	2,031
0,28	2,449
0,30	2,906
0,33	3,403
0,35	3,939
0,38	4,516
0,40	5,133
0,43	5,792
0,45	6,492
0,48	7,236
0,50	8,023



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**





Ente di Gestione del Parco Paleontologico Astigiano  
**Interventi urgenti per il contrasto al dissesto del Rio Cipollina (Asti)**  
 ai sensi del PR FESR 2021-2027 Priorità II Obiettivo RSO 2.4 Azione II.2IV.1 - BANDO 2023  
**Relazione di inquadramento ambientale, idraulica ed idrologica**

Si riportano i risultati delle analisi, che danno le sezioni originali verificate. Non necessitano in conseguenza ampliamenti di tali sezioni ma il ripristino con la rimozione dei detriti vegetali e del trasporto solido.

Sottobacino	Superficie	Portata di massima piena Tr500	Sezione ai punti	Portata massima della sezione	Sezione verificata
	(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	
1	0,167	1,154	D	1,774	Sì
2	0,129	1,006	B, C	2,0526	Sì
1+2+3	0,407	2,541	F	3,7386	Sì
1+2+3+5	0,575	2,228	I	8,023	Sì

Parimenti non è necessario un franco elevato per la passerella pedonale che si intende realizzare al punto F. la passerella avrà comunque un franco prudenziale di 1,5 m.

### Verifica degli attraversamenti

Per quanto riguarda gli attraversamenti trattorabili ai punti B e C si verificano le portate delle condotte scelte.

Punto B: scatolare in calcestruzzo prefabbricato sezione interna 80x100 cm lunghezza 4 m

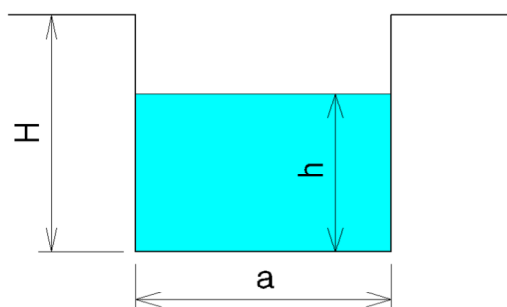
<b>CARATTERISTICHE SEZIONE</b>		
DATI NOTI (da inserire)		
<b>H</b> ⇒ <b>0,80</b>	ALTEZZA [m]	
<b>a</b> ⇒ <b>1,00</b>	[m]	
<b>h</b> ⇒ <b>0,60</b>	[m]	
<b>p</b> ⇒ <b>3,50%</b>	Pendenza	
<b>m</b> ⇒ <b>0,55</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter	
DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ <b>2,200</b> [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ <b>0,6000</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ <b>0,273</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO**  
**SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE**  
 per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

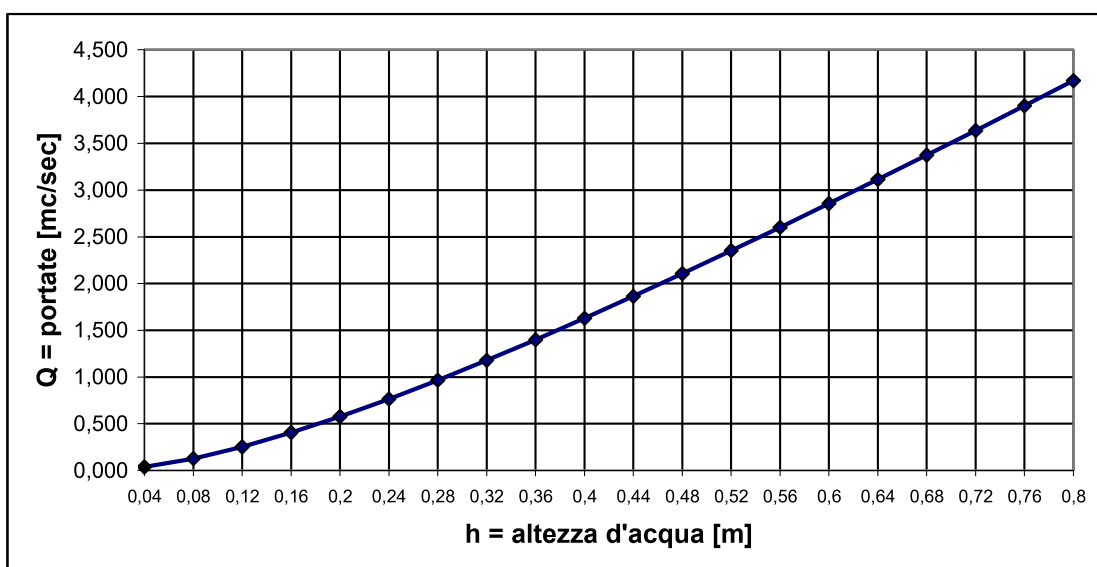
<b>H</b>	<b>0,80</b>	ALTEZZA [m]	<b>p</b>	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>a</b>	<b>1,00</b>	[m]	<b>m</b>	<b>0,55</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m <sup>3</sup> /sec]
0,04	0,037
0,08	0,127
0,12	0,252
0,16	0,404
0,20	0,576
0,24	0,764
0,28	0,966
0,32	1,178
0,36	1,399
0,40	1,628
0,44	1,864
0,48	2,105
0,52	2,351
0,56	2,601
0,60	2,855
0,64	3,113
0,68	3,373
0,72	3,636
0,76	3,901
0,80	4,169



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



L'elemento scatolare risulta verificato.

Punto C: condotta circolare in acciaio ondulato diametro interno 1 m

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

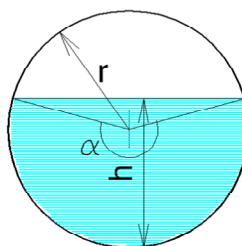
**Descrizione:** Sottobacino n. 2

**Punto di sezione:** B, C

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>1,00</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,60</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,4</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

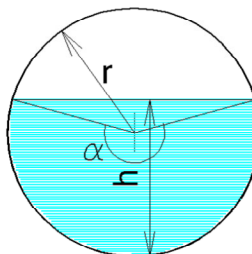
Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>203,1</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi\left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒	<b>1,772</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,4920</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,278</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE  
 per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

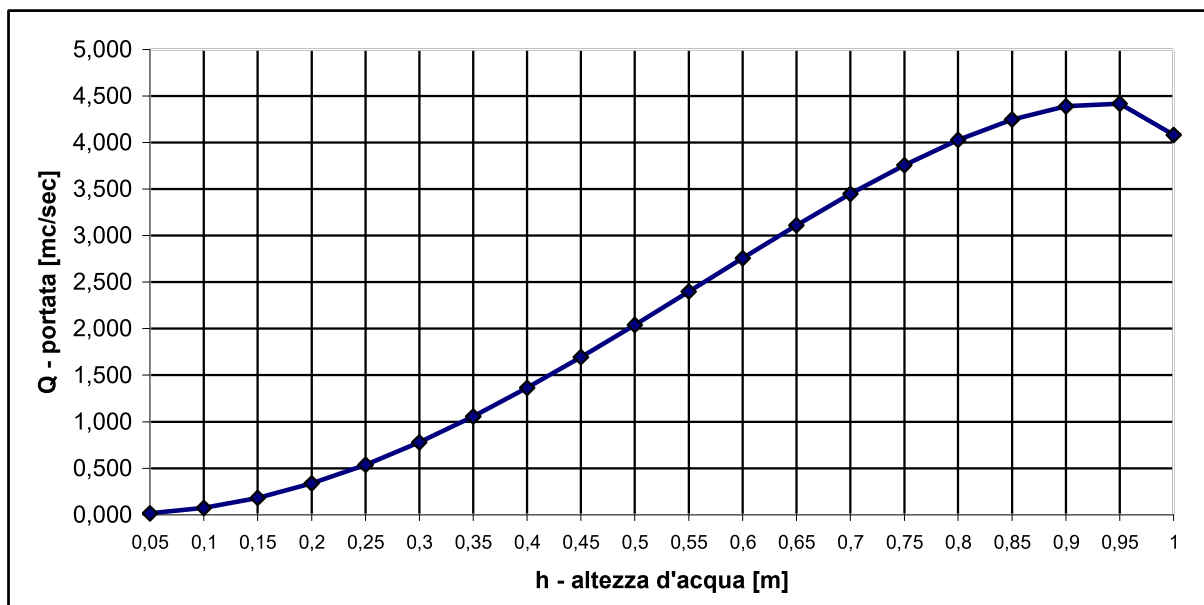
<b>d</b>	<b>1,00</b>	DIAMETRO [m]
<b>p</b>	<b>3,5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>0,4</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,05	0,015
0,10	0,074
0,15	0,182
0,20	0,338
0,25	0,538
0,30	0,779
0,35	1,056
0,40	1,363
0,45	1,693
0,50	2,041
0,55	2,398
0,60	2,757
0,65	3,110
0,70	3,447
0,75	3,757
0,80	4,029
0,85	4,246
0,90	4,389
0,95	4,416
1,00	4,082



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

### Grafico Portata / Altezza idrometrica



Anche la condotta circolare in acciaio risulta ampiamente verificata.