

Comune di Loiri Porto San Paolo. Provincia di Olbia –Tempio.

Piano di Lottizzazione

“Le Vedute di Tavolara”

(legge 1150/42 art. 28 e s.m.i.)

Il Committente: Soc. **“Le Vedute di Tavolara”** s.r.l.

All. 6. Studio di invarianza idraulica- art. 47 NTA del PAI

Relazione tecnica

I Progettisti : Arch. Andrea G. Antolini
Arch. Antonio Antolini

Consulenza opere idrauliche: Ing. Massimiliano Demontis

INDICE

1. PREMESSA	4
2. PREVISIONI DEL PROGETTO DI PIANO	4
3. QUADRO DI RIFERIMENTO DELLE PIANIFICAZIONI DI SETTORE	4
3.1. PAI E RELAZIONI CON L'AREA DI INTERESSE	4
3.2. PSFF E RELAZIONI CON L'AREA DI INTERESSE	5
3.3. PGRA E RELAZIONI CON L'AREA DI INTERESSE	6
4. ANALISI IDROLOGICA E PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA	8
4.1. METODOLOGIE DELL'ANALISI IDROLOGICA	8
4.1.1. <i>Curva inviluppo dei massimi contributi unitari di Sirchia-Fassò</i>	8
4.1.2. <i>Curva inviluppo dei massimi contributi unitari aggiornata</i>	8
4.1.3. <i>Metodi diretti</i>	9
4.1.3.1. La distribuzione probabilistica lognormale di Lazzari	9
4.1.3.2. La distribuzione probabilistica TCEV di Cao	9
4.1.4. <i>Metodi indiretti: il metodo razionale basato sul modello cinematico</i>	10
4.1.4.1. Formulazione e limiti	10
4.1.4.2. Ipotesi di pioggia lorda: le curve di possibilità pluviometrica	10
4.1.4.3. Raggiungimento della pioggia all'area	12
4.1.4.4. Stima del tempo di corrivazione	12
4.1.4.5. Stima del coefficiente di deflusso	12
4.2. LINEE GUIDA R.A.S. PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA	13
5. RISULTATI DELLE ANALISI	14
5.1. CLASSE DI INTERVENTO	14
5.2. VERIFICA DEL RECETTORE FINALE	14
5.3. CARATTERIZZAZIONE GEO-PEDOLOGICA DEL SUOLO	16
5.4. STATO ATTUALE	16
5.4.1. <i>Determinazione del CN</i>	16
5.4.1.1. Risultati	20
5.4.2. <i>Ietogrammi di riferimento</i>	22
5.4.2.1. Risultati	22
5.4.3. <i>Idrogrammi di piena</i>	26
5.5. STATO DI PROGETTO (POST-INTERVENTO)	36
5.5.1. <i>Determinazione del CN</i>	36
5.5.1.1. Risultati	36
5.5.2. <i>Ietogrammi di riferimento</i>	38
5.5.3. <i>Idrogrammi di piena</i>	38
5.6. RAFFRONTO STATO ATTUALE E STATO DI PROGETTO	47

5.7.	VOLUME DEL BACINO DI COMPENSO ACQUE METEORICHE	48
5.8.	DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE BIANCHE	48
6.	SOLUZIONE PROGETTUALE	50
6.1.	VASCHE DI COMPENSO CON VOLUME UTILE PARI A 10 MC	51
6.2.	VASCHE DI COMPENSO CON VOLUME UTILE PARI A 50 MC	52
6.3.	VASCHE DI COMPENSO CON VOLUME UTILE PARI A 40 MC	53

TAVOLE GRAFICHE

Tav. 13	STUDIO INVARIANZA IDRAULICA ART.47 NTA del PAI Situazione ex-ante - Uso del suolo e determinazione del curve number
Tav. 14	STUDIO INVARIANZA IDRAULICA ART.47 NTA del PAI Situazione ex-post - Trasformazione del territorio e determinazione del curve number
Tav. 15	Rete acque meteoriche in progetto (TR= 20 anni)

1. Premessa

La società "Le vedute di Tavolara s.r.l." unitamente ad altri soggetti ha conferito a Professionisti di propria fiducia l'incarico per la progettazione di un Piano di Lottizzazione convenzionato, in un'area sita nella periferia Nord del centro abitato del Comune Loiri Porto San Paolo.

Il presente documento costituisce lo studio per la dimostrazione dell'applicazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico della Sardegna (di qui in poi PAI) alle opere del primo stralcio Piano di Lottizzazione precedentemente richiamato.

2. Previsioni del progetto di Piano

Per la conoscenza nel dettaglio delle previsioni di progetto del Piano Attuativo, del quale il presente studio costituisce parte integrante, si rinvia alla lettura della relazione tecnica redatta dai Progettisti incaricati.

3. Quadro di riferimento delle pianificazioni di settore

3.1. PAI e relazioni con l'area di interesse

Ai fini della difesa, della salvaguardia e del corretto sfruttamento del territorio, il PAI costituisce il documento di sintesi delle azioni promulgate dalla Pubblica Amministrazione (ai diversi livelli) e dagli Enti competenti nell'ambito della prevenzione del rischio idrogeologico. A tal proposito, si riporta brevemente il contesto normativo alla base della redazione dello stesso:

Legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
Decreto Legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla Legge 3.8.1998, n. 267;
Decreto Legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
Legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n.9;
altre disposizioni normative.

Nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana, il PAI ha le finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici, e tutelare quindi le attività umane, i beni economici, il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

Inoltre, il PAI è lo strumento attraverso il quale si deve:

inibire le attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico e contrastare l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti;
costituire le condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
evitare la creazione di nuove situazioni di rischio, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate.

Sulla scorta di quanto sopra, nel PAI sono riportati gli elementi per l'individuazione e la delimitazione delle aree con pericolosità idraulica e con pericolosità da frana ai diversi livelli, gli elementi per la rilevazione degli insediamenti, dei beni, degli interessi e delle attività vulnerabili nelle aree pericolose, e gli elementi per l'individuazione e la delimitazione delle aree a rischio idraulico e a rischio da frana ai diversi livelli.

Le Norme di Attuazione del PAI sono orientate sia verso la disciplina di politiche di prevenzione nelle aree di pericolosità idrogeologica allo scopo di bloccare la nascita di nuove situazioni di rischio, sia verso la disciplina del controllo delle situazioni di rischio esistenti nelle stesse aree pericolose allo scopo di non consentire l'incremento del rischio specifico, fino all'eliminazione o alla riduzione delle condizioni di rischio attuali.

Come evidenziato nella figura appresso riportata, l'area della lottizzazione oggetto di studio non insiste su aree di pericolosità idraulica.



Figura 1 – Aree di pericolosità idraulica nel Comune di Loiri Porto San Paolo (Fonte sito istituzionale Sardegna Geoportale) – In rosso l'area oggetto di studio

3.2. PSFF e relazioni con l'area di interesse

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (di qui in poi PSFF) costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al PAI, in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni, il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Analogamente alle previsioni del PAI, il PSFF non ricomprende l'area della lottizzazione oggetto di studio all'interno della perimetrazione delle fasce fluviali.

Si riporta di seguito l'estratto dell'atlante fasce fluviali.



Figura 2 - Estratto del PSFF nel Comune di Loiri Porto San Paolo (Fonte sito istituzionale Sardegna Geoportale) – In rosso l'area oggetto di studio

3.3. PGRA e relazioni con l'area di interesse

In attuazione delle previsioni dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010 e dell'art. 13 del D.Lgs. 152/2006, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 1 del 30.07.2015 è stata adottata la "Proposta di Piano di gestione del rischio di alluvioni" (di qui in poi PGRA) e la relativa documentazione per la Valutazione Ambientale Strategica, comprendente il Rapporto Ambientale, la Sintesi non tecnica e la Valutazione di incidenza ambientale.

Con successiva Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 2 del 30.07.2015 è stata approvata la proposta di variante al PAI costituita dall'integrazione del Titolo V alle N.A del PAI recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)" così come riportato nell'allegato A alla predetta deliberazione.

In similitudine alle previsioni del PSFF, il PGRA non ricomprende l'area della lottizzazione oggetto di studio all'interno della perimetrazione delle aree caratterizzate da una Classe di Pericolosità. Si riporta di seguito l'estratto della mappa di riferimento delle classi di pericolosità (Hi-1456).

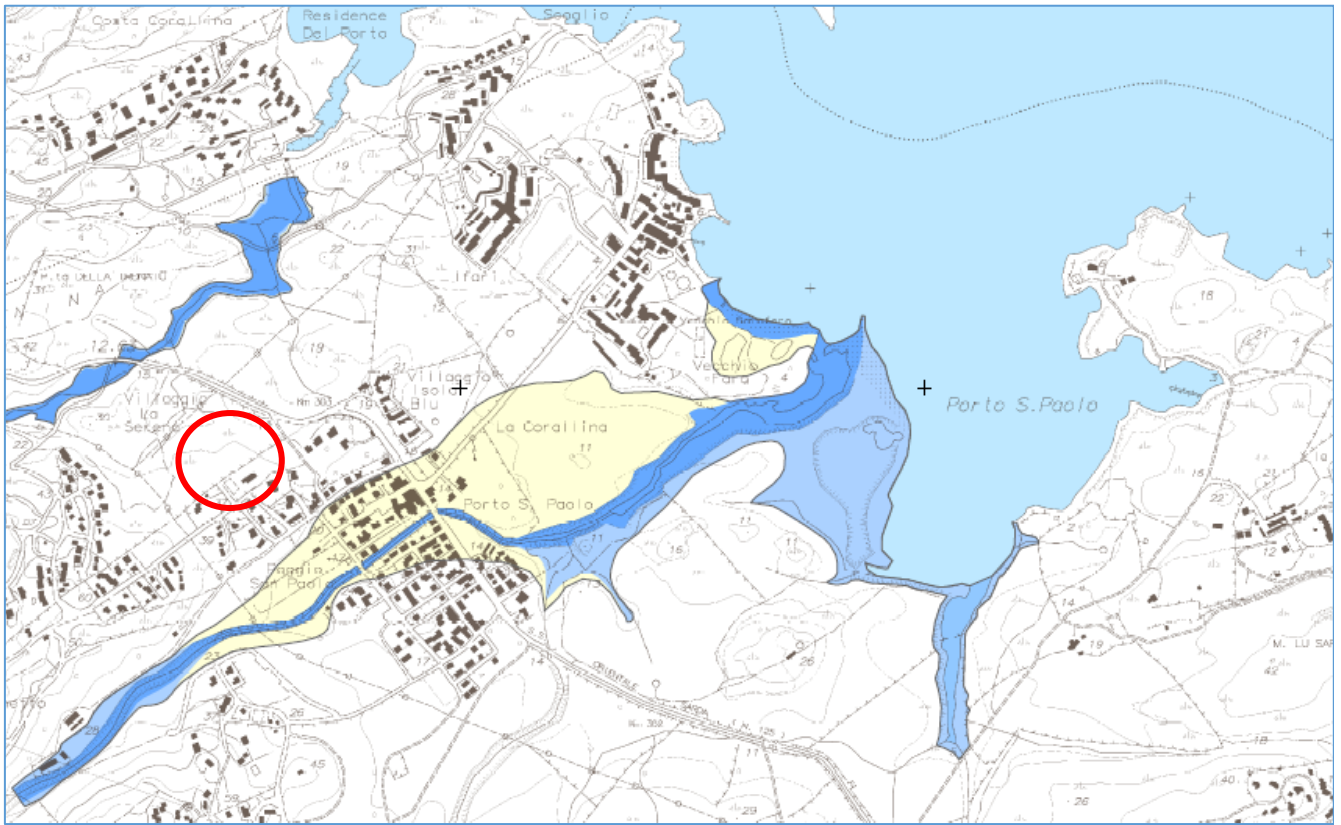


Figura 3 - Estratto del PGRA (Tavola Hi 1456 – Mappa della pericolosità da alluvione) – In rosso l'area oggetto di studio

4. Analisi idrologica e principio dell'invarianza idraulica

4.1. Metodologie dell'analisi idrologica

Appresso è riportato un breve riepilogo dei metodi di calcolo comunemente impiegati per la stima delle portate da adoperare nella progettazione delle opere.

4.1.1. Curva inviluppo dei massimi contributi unitari di Sirchia-Fassò

La formula di Sirchia–Fassò¹ è stata ottenuta come inviluppo dei massimi contributi unitari delle piene registrate in Sardegna fino al 1969 e risulta legata alla posizione geografica del bacino studiato per il tramite di un fattore correttivo Ps.

La formula ha la seguente espressione

$$Q = Ps \ q \ S$$

dove:

Ps = Coefficiente di riduzione

q = Contributo in m³/(s km²)

S = Superficie km²

Per la valutazione dei contributi unitari Fassò suggerisce le seguenti espressioni:

$$q = 45.8 S^{-0.106} \quad \text{per} \quad S < 21 \quad (\text{km}^2)$$

$$q = 207 S^{-0.60} \quad \text{per} \quad 21 \leq S < 1000 \quad (\text{km}^2)$$

Sulla base delle indicazioni di Sirchia e con alcune considerazioni integrative il Fassò riporta la distribuzione geografica del coefficiente Ps il quale risulta variabile tra 0.4 e 1.

Il metodo non è supportato da analisi probabilistiche e di conseguenza la portata che si ricava con l'applicazione delle formule esposte non può essere messa in relazione con il tempo di ritorno.

4.1.2. Curva inviluppo dei massimi contributi unitari aggiornata

Descritto nel Rapporto per la Valutazione delle Piene in Sardegna (novembre 1991), il metodo rappresenta una variante significativa della curva inviluppo di Sirchia-Fassò poiché delinea un legame della stessa con il tempo di ritorno. Formalmente identica alla precedente essa presenta un coefficiente correttivo Ps espresso come il prodotto dei due fattori Ps' e Pa.

$$Q = Ps' \ Pa \ q \ S$$

Il fattore Ps' è legato al tempo di ritorno e risulta tabellato in funzione dell'appartenenza a uno dei 18 bacini di riferimento in cui è stato suddiviso l'intero territorio regionale. Il coefficiente Pa è legato alle dimensioni del bacino ed è deducibile da una serie di grafici predisposti per lo scopo².

¹ *Rapporto Regionale Sardegna* Atti del Convegno Nazionale sull'idrologia e la sistemazione dei piccoli bacini – C.Fassò -Roma 1969

² Vedasi *Rapporto Regionale Sardegna Valutazione delle Piene in Sardegna* CNR-GNDCI-Università Degli Studi di Cagliari – Cao et alii -Cagliari 1991

4.1.3. Metodi diretti

I metodi diretti risultano dedotti dall'osservazione diretta delle portate osservate alle stazioni di misura idrometrica. I dati così raccolti sono successivamente rielaborati e statisticamente regionalizzati.

4.1.3.1. La distribuzione probabilistica lognormale di Lazzari

La formula di Lazzari³ è stata dedotta dall'analisi probabilistica regionalizzata dei dati di portata massima annua registrati nei bacini osservati in Sardegna fino al 1967. È rappresentata dalla seguente distribuzione probabilistica lognormale

$$Q = 10^{(\mu + u\sigma)}$$

nella quale, μ e σ sono i parametri della distribuzione e u è il frattile della distribuzione normale. I parametri μ e σ sono espressi in funzione della superficie del bacino S e dell'altitudine media del bacino H_m , differentemente per i bacini aventi esposizione orientale e occidentale, e precisamente:

Per i bacini aventi esposizione orientale:

$$\mu = 0.746 \log(S H_m) - 1.781$$

$$\sigma = 0.4413$$

Per i bacini aventi esposizione occidentale:

$$\mu = 0.956 \log(S H_m) - 2.995$$

$$\sigma = 0.3583$$

con la limitazione di applicabilità:

$$S H_m > 50'000.$$

4.1.3.2. La distribuzione probabilistica TCEV di Cao

Studio probabilistico regionalizzato dei dati di portata massima annua registrati nei bacini osservati in Sardegna aggiornati al 1991, basato sulla distribuzione probabilistica TCEV di espressione⁴:

$$p = e^{(-\Lambda_1 e^{-x/\theta_1} - \Lambda_2 e^{-x/\theta_2})}$$

Il valore dei quattro parametri per i bacini sardi è stato stimato come segue:

(per tutti i bacini della Sardegna)

$$\theta = \theta_2/\theta_1 = 5.8866$$

$$\lambda = \lambda_2/\lambda_1^{1/\theta} = 0.3938$$

(per i bacini con esposizione occidentale)

$$\lambda_1 = 6.286$$

$$\theta_1 = 0.1646 S^{0.9235}$$

³ Studio Probabilistico delle piene con particolare riferimento ai corsi d'acqua della Sardegna, L'Energia Elettrica – Lazzari -1967

⁴ Rapporto Regionale Sardegna *Valutazione delle Piene in Sardegna* CNR-GNDICI-Università Degli Studi di Cagliari – Cao et alii -Cagliari 1991

(per i bacini con esposizione orientale)

$$\lambda_1 = 4.571$$

$$\theta_1 = 1.7677 S^{0.6452}$$

4.1.4. Metodi indiretti: il metodo razionale basato sul modello cinematico

Con il termine metodo indiretto si intende la deduzione della portata di piena attraverso l'assunzione di una ipotesi di pioggia lorda e la successiva applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi. Il modello di trasformazione cinematico si basa sui tempi di trasferimento della massa liquida alla sezione di verifica. Secondo tale modello il colmo dell'idrogramma di piena viene raggiunto quando tutta la superficie del bacino contribuisce al deflusso, ossia nell'istante in cui è avvenuto il trasferimento della particella liquida idraulicamente più lontana fino alla suddetta sezione di chiusura. Il metodo razionale costituisce una applicazione semplificata del modello cinematico poiché assume che la legge di variazione aree-tempi sia lineare e che l'entità della pioggia lorda sia costante e desunta dalle curve di possibilità pluviometrica.

4.1.4.1. Formulazione e limiti

La portata di piena assume l'espressione:

$$Q = \frac{\Phi \cdot ARF \cdot S \cdot H}{3.6 \cdot T}$$

in cui:

Φ coefficiente di deflusso che esprime l'aliquota di pioggia che si trasforma in deflusso superficiale. Dipende fondamentalmente dalle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nel bacino;

ARF acronimo di areal reduction factor esprime il fattore di riduzione necessario per il ragguaglio della pioggia puntuale all'area complessiva del bacino;

S superficie del bacino espressa in km²;

H altezza di pioggia critica lorda desunta dalle curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza di una determinata durata dell'evento piovoso e di un prefissato tempo di ritorno;

T durata in ore della pioggia critica. Per bacini di forma consueta si assume pari al tempo di corrivazione del bacino.

La formula razionale, pregevole per la sua forma semplice, riserva alcune incertezze sull'esito dei risultati allorché le dimensioni del bacino crescono significativamente. Infatti, tanto maggiore è la superficie del bacino tanto meno precise risultano sia la stima del tempo di corrivazione che l'entità della riduzione areale ARF.

4.1.4.2. Ipotesi di pioggia lorda: le curve di possibilità pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometrica rappresentano l'elaborazione statistica dei massimi eventi piovosi annuali misurati alle stazioni pluviometriche per prefissate durate di pioggia. La prima curva di possibilità pluviometrica per la regione Sardegna fu elaborata da Puddu nel 1974 e venne di seguito aggiornata negli anni con gli ultimi dati di volta in volta disponibili. L'aggiornamento ultimo risale al 1991 nella già citata pubblicazione VAPI ed assume la seguente espressione:

$$H=10^{A+uB} T_C^{C+uD}$$

in cui A, B, C, D sono i parametri della distribuzione lognormale e u è il frattile della distribuzione normale. I parametri sono tabellati in funzione del gruppo idrologico di appartenenza secondo lo schema che segue:

Gruppo 1: A = 1.273178: B = 0.179732: C = 0.305041: D = -0.017147

Gruppo 2: A = 1.296212: B = 0.167488: C = 0.359696: D = -0.017941

Gruppo 3: A = 1.379048: B = 0.164598: C = 0.418212: D = 0.009093

Gruppo 4: A = 1.460774: B = 0.191832: C = 0.497207: D = 0.041251

Recentemente⁵ è stato desunto un secondo tipo di curva di possibilità di pioggia critica basato sulla distribuzione a due componenti TCEV così espresso:

$$h(d) = a \cdot d^n$$

La metodologia di calcolo si basa sull'analisi regionale della variabile adimensionale

$$h' = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)}$$

che rappresenta il massimo annuale di pioggia, per assegnata durata **d**, normalizzato rispetto al parametro \bar{h} detto pioggia indice.

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata in funzione del tempo di ritorno T è pari a:

$$h'(T) = a \cdot d^n$$

in cui i parametri **a(T)** ed **n(T)** sono definiti per tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO); Nella tabella che segue si riportano le espressioni dei parametri per tempi di ritorno maggiori di 10 anni.

SZO1

$$a = 0.46378 + 1.0386 \cdot \text{Log}_{10}(T)$$

$$n = -0.18449 + 0.23032 \cdot \text{Log}_{10}T - 3.3330 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10}T)^2 \quad \text{per } T \leq 1 \text{ ora}$$

$$n = -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10}T \quad \text{per } T > 1 \text{ ora}$$

SZO2

$$a = 0.44182 + 1.0817 \cdot \text{Log}_{10}(T)$$

$$n = -0.18676 + 0.24310 \cdot \text{Log}_{10}T - 3.5453 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10}T)^2 \quad \text{per } T \leq 1 \text{ ora}$$

$$n = -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10}T \quad \text{per } T > 1 \text{ ora}$$

SZO3

$$a = 0.41273 + 1.1370 \cdot \text{Log}_{10}(T)$$

$$n = -0.19055 + 0.25937 \cdot \text{Log}_{10}T - 3.8160 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}_{10}T)^2 \quad \text{per } T \leq 1 \text{ ora}$$

$$n = 1.5878 \cdot 10^{-2} - 7.6250 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}_{10}T \quad \text{per } T > 1 \text{ ora}$$

La pioggia indice $\bar{h}(d)$ è espressa in funzione della pioggia media giornaliera \bar{h}_g , secondo l'espressione:

⁵ Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna. Deidda-Piga-Sechi 1997. Curve di possibilità pluviometrica aggiornate basate sul modello TCEV, Informazione, 81, pagine 9-14, Cagliari, 1998. Deidda-Piga.

$$\bar{h}(d) = \frac{\bar{h}_g}{0.886 * 24^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))}} * d^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))}$$

\bar{h}_g si ricava dalla distribuzione spaziale sull'intera Sardegna fornita dagli autori.

4.1.4.3. Raggiungimento della pioggia all'area

Il coefficiente di raggiuglio delle piogge all'area ARF(T, A), funzione della durata T in ore e della superficie del bacino A in km², è esprimibile con la formulazione proposta nel Flood Studies Report - Wallingford:

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) T^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(S)))} \quad \text{per } S < 20 \text{ km}^2$$

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) T^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(S)))} \quad \text{per } 20 < S < 100 \text{ km}^2$$

Il coefficiente di raggiuglio delle piogge all'area ARF(T, A), funzione della durata T in ore e della superficie del bacino A in km², è inoltre esprimibile con la formulazione proposta dall'USGS:

$$ARF = 1 - (e^{-1.1(T^{0.25})}) + (e^{-1.1(T^{0.25}) - 0.01S})$$

4.1.4.4. Stima del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione Tc può essere stimato facendo riferimento a diverse espressioni empiriche fornite in letteratura tra le quali:

Formula di Viparelli:	L/3.6/v
Formula di Giandotti:	(1.5 L + 4 S ^{0.5}) / (0.8 (H _m -H _o) ^{0.5})
Formula di Ventura:	0.127 (S/J) ^{0.5}
Formula di Pasini:	0.108 ((S L) ^{1/3})/J ^{0.5}
Formula VAPI:	0.212 S ^{0.231} (H _m /J) ^{0.289}

dove:

L:	lunghezza asta principale in km
v:	velocità media della corrente in alveo in m/s
S:	superficie del bacino in km ²
J:	pendenza media dell'asta principale
H _m :	quota media del bacino
H _o :	quota della sezione di chiusura

4.1.4.5. Stima del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso Φ tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nel bacino. La stima del coefficiente è legata alle caratteristiche morfologiche, tessiturali e di copertura vegetale del terreno, e per sarà verrà preso in considerazione il criterio - adottato nel PAI - derivato dal metodo SCS (Soil Conservation Service) per il calcolo delle piene noto anche come metodo del Curve Number.

Esso è espresso secondo la seguente relazione:

$$\Phi = \frac{(H - 0.2 \cdot S')^2}{H \cdot (H + 0.8 \cdot S')} \quad , \quad \text{con} \quad S' = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

avendo indicato con H l'altezza di pioggia lorda e con S' il valore del volume massimo invasabile dal suolo. Le caratteristiche di copertura, uso e permeabilità del suolo consentono la stima del parametro CN (curve number) tabellato dall'SCS in funzione di diverse combinazioni dei fattori.

4.2. Linee guida R.A.S. per l'applicazione del principio di invarianza idraulica

Con Deliberazione n. 2 del 17.05.2017 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna, concordemente a quanto previsto dall'art.47 delle NTA del PAI e in coerenza con i contenuti e finalità di prevenzione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione, è stato approvato l'aggiornamento delle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica". Queste ultime erano state approvate, nella loro prima emissione, con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 23.11.2016, avente ad oggetto "Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 "Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna – Approvazione di "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI"" e i relativi allegati.

Alla luce del citato articolo 47 delle NTA del PAI, le Linee Guida forniscono le indicazioni operative in merito alla concreta attuazione del principio dell'invarianza idraulica al fine di indirizzare e supportare la progettazione degli strumenti attuativi di pianificazione locale o altri strumenti di analoga valenza, con contenuti differenziati in relazione alla superficie totale territoriale interessata.

L'applicazione delle Linee Guida, indipendentemente dal fatto che l'intervento di trasformazione territoriale sia ricompreso o meno in aree di pericolosità PAI, è obbligatoria per tutti gli strumenti attuativi di cui alle lettere a) b) c) d) dbis) dell'articolo 21 della Legge Regionale 22 dicembre 1989, n. 45, con esclusione dei piani particolareggiati dei centri di antica e prima formazione identificati dal PPR e con esclusione dei piani attuativi, comprese loro varianti, già adottati definitivamente con deliberazione del Consiglio Comunale alla data del 23.11.2016.

Per le finalità delle Linee Guida, pertanto, risulta necessario calcolare la portata di piena ed il corrispondente volume di deflusso, per tempi di ritorno significativi considerando due diverse configurazioni: stato attuale e stato post-intervento. Lo scopo è quello di verificare che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale, come detto piani attuativi e altri strumenti di analoga valenza, permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.

Nella verifica post-intervento devono essere considerate, oltre la capacità di deflusso della rete di drenaggio, i fenomeni di laminazione delle portate che possono essere realizzate con opere di accumulo (sia realizzati in modo convenzionale mediante serbatoi sia con trincee drenanti, invasi superficiali e sotterranei, ecc.) che consentono la riduzione delle portate e il trasferimento dei deflussi al recettore in tempi più lunghi.

In termini generali, oltre le analisi di tipo idrologico e idraulico nel territorio oggetto dell'intervento, dovranno essere considerati i seguenti aspetti:

- invarianza del punto di recapito;
- invarianza delle quote altimetriche;
- invarianza nella capacità di drenaggio delle aree limitrofe.

Le Linee Guida stabiliscono inoltre che devono essere attentamente valutate le eventuali misure compensative che garantiscono l'invarianza idraulica nell'area oggetto dell'intervento. Queste misure compensative devono garantire, laddove possibile, adeguata capacità di infiltrazione e realizzare volumi di compenso che siano adeguati per contrastare l'aumento di deflusso determinato dalla maggiore impermeabilizzazione del suolo.

Si evidenzia che le opere di compensazione per l'attuazione del principio di invarianza idraulica non sono sostitutive delle opere eventualmente necessarie per il rispetto della Direttiva Regionale 69/25 del 10/12/2008 "Disciplina degli scarichi" (vasche di prima pioggia), laddove richiesto.

5. Risultati delle analisi

I risultati delle elaborazioni appresso riportati sono illustrati con la medesima articolazione contenuta nelle predette Linee Guida.

5.1. Classe di intervento

L'estensione superficiale dell'area di studio (26.933 m²) è compresa tra 0,5 e 10 ettari ricadendo pertanto nella classe di intervento "**C - Significativa impermeabilizzazione potenziale**".

Per l'intervento in oggetto si è proceduto con il dimensionamento dei tiranti idrici ammessi nelle luci di scarico, negli invasi e nel sistema drenante in modo da garantire che la portata massima defluente dall'area in trasformazione sia non superiore ai valori precedenti l'intervento di trasformazione territoriale.

Individuata la classe di intervento, si evince dalle Linee Guida che la verifica complessiva del principio di invarianza idraulica sarà riferita al tempo di ritorno $Tr=50$ anni, mentre il dimensionamento della rete di dreno di Piano è riferito al tempo di ritorno minimo di $Tr=20$ anni.

5.2. Verifica del recettore finale

Il sopralluogo eseguito ha permesso di riscontrare la presenza di un cavalcafosso sulla SS 125, in calcestruzzo di diametro interno pari a 80 cm e lunghezza pari a circa 11 metri.



Figura 4 - Tratto stradale sulla S.S. 125 attraversato dal tombino

La profondità di posa delle tubazioni nel punto di innesto della rete di lottizzazione nella rete comunale si attesta a circa 2.00 metri al di sotto del piano stradale (quota scorrimento 15.20 m s.l.m.). La sezione di ingresso del tombino è attualmente ostruita da una folta vegetazione, come del resto la sezione di sbocco a valle.



Figura 5 - Particolare del punto di ingresso al tombino stradale (sezione di monte)

A valle del predetto punto di innesto, il terreno si presenta nella sua configurazione naturale (area non soggetta ad alcuna antropizzazione). Ipotizzando una futura urbanizzazione dell'area che funge da corpo recettore finale, a favore di sicurezza si ritiene di dover prendere in considerazione una "**media capacità di smaltimento**" del recettore (in osservanza della Linee Guida, tale assunzione comporta l'adozione di un coefficiente di riduzione 0.8 alla portata per la determinazione della portata ammissibile).

5.3. Caratterizzazione geo-pedologica del suolo

Preliminarmente alla esecuzione dei calcoli è stata effettuata la caratterizzazione geo-pedologica dell'area oggetto di studio, per la quale le informazioni di base sono state desunte dalla Carta geologica della Sardegna, dallo Strumento urbanistico comunale, dalle informazioni di natura geo-pedologica fornite dai Professionisti incaricati per la redazione del Piano Attuativo.

Tra le diverse casistiche individuate nella classificazione dal metodo SCS-CN, per l'area oggetto di studio il tipo di suolo individuato è il seguente:

Tipo di suolo	Descrizione
C	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa.
Deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm
	Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo

Tabella 1 – Tipo di suolo dell'area oggetto di studio

5.4. Stato attuale

A seguire sono riportati gli esiti delle analisi effettuate per determinare i parametri necessari per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica nella condizione Stato Attuale.

5.4.1. Determinazione del CN

Con riferimento alla classificazione Corine Land Cover RAS - 2008 e le informazioni di natura agronomica fornite dai Professionisti incaricati per la redazione del Piano Attuativo, attraverso l'impiego di una procedura di media pesata, dalla combinazione della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo è stato stimato il valore del **CN-II_a** medio dell'intera area oggetto di studio nello stato attuale.

I valori del CN-II_a sono indicati nella successiva tabella e associati ai diversi tipi di suolo e alle differenti classi di uso del suolo (UDS).

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95
CANTIERI	133	90	92	94	95
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84
CIMITERI	143	57	77	85	89
VIGNETI	221	72	81	88	91
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89
OLIVETI	223	72	81	88	91
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI	224	67	78	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	242	63	73	82	88
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE	313	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89
SPIAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100
SALINE	422	100	100	100	100
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
MARI	523	100	100	100	100
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	1111	89	92	94	96
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	1212	89	92	94	95
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI)	1223	92	93	94	95
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95
DISCARICHE	1321	90	92	94	95
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85
PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO,	2112	67	71	81	89

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI					
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
RISAIE	2122	98	98	98	98
VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%)	2413	59	74	82	86
BOSCO DI LATIFOGLIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGLIE)	3112	39	51	63	70
BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.)	3221	51	58	73	80
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	3222	51	58	73	80
MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
GARIGA	3232	51	58	73	80
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3312	56	73	82	86
AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M	3313	56	73	82	86

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	5231	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SUGHERETE	31122	39	51	63	70
CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
ALTRO	31124	39	51	63	70

Tabella 2 – Valore del Curve Number CN-II_a in funzione dell'uso del suolo (Corine) e del tipo di suolo (Elaborazione ADIS)

Il valore del CN-II_a (AMC II) è successivamente convertito in **CN-III_a** (AMC III), secondo le procedure indicate dall'SCS, secondo la formula di conversione che viene di seguito richiamata.

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Figura 6 – Formula di passaggio da CN-II_a (AMC II) a in CN-III_a (AMC III)

5.4.1.1. Risultati

Attraverso l'impiego delle tecniche GIS, per l'area oggetto di studio si è ricavata la seguente ripartizione dei tipi di suolo, e conseguentemente il valore medio del CN-II_a (AMC II).

Superficie [m ²]	UDS	Descrizione	CN-II _a	Sup*CN
235,37	1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	85	20007
1281,34	3231	MACCHIA MEDITERRANEA	73	93538

522,11	3231	MACCHIA MEDITERRANEA	73	38114
23215,18	3232	GARIGA	73	1694708
1678,99	3232	GARIGA	73	122566
			CN-II _a medio	73.10

Tabella 3 – Valore del CN-II_a (AMC II) per l'area di studio



Figura 7 – Uso del suolo dell'area oggetto di studio [fonte dati GIS R.A.S.]

La successiva applicazione della trasformata precedentemente richiamata ha permesso di ottenere il valore del **CN-III_a** (AMC III) e dei parametri **I_a** (altezza ragguagliata delle perdite iniziali) ed **S** (quest'ultimo consente di calcolare [I_a + S], pari all'altezza ragguagliata delle perdite asintotiche), utili al calcolo della portata e dell'idrogramma di piena.

Appresso è riportata la tabella dei risultati ottenuti.

Parametro	Valore
CN-III _a medio	86.21
S [mm]	40.63
I _a [mm]	8.13

Tabella 4 – Valore del CN-III_a (AMC III) e dei parametri del metodo SCS per l'area di studio

5.4.2. Ietogrammi di riferimento

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena, secondo quanto indicato dalle Linee Guida per gli interventi in Classe c, è stato assunto uno ietogramma Chicago di durata di 30 minuti, con posizione del picco $r = 0.4$ e con passo temporale Δt di 1 minuto.

Ovviamente sono stati presi in considerazione i due differenti tempi di ritorno (T_r) pari a 20 e 50 anni, utilizzati rispettivamente per il dimensionamento della rete di drenaggio interna alla lottizzazione e per il dimensionamento della vasca di accumulo e della portata massima scaricabile nel recettore finale.

Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et alii 2000), è stata calcolata l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata t (pari a 30 minuti) per i due diversi tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i dati relativi al Piano Attuativo oggetto di studio.

Parametro	Valore
H_g [mm]	73
SZO	2
Durata pioggia [min]	30
ARF	1
Superficie [m ²]	26.933,00

Tabella 5 – Parametri dell'area di studio per il calcolo dello ietogramma

Lo ietogramma tipo "Chicago" (Keifer e Chu, 1957) ha come caratteristica principale il fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno. È così chiamato perché adottato da Keifer e Chu in occasione della progettazione della fognatura di Chicago.

Per le applicazioni pratiche si ricorre ad una forma discretizzata dello ietogramma Chicago, rappresentandolo con un istogramma descritto ad intervalli di tempo Δt . Il metodo utilizzato è chiamato "Metodo dei blocchi alternati".

Con questo metodo si calcolano direttamente le altezze di pioggia incrementali corrispondenti ad n intervalli di tempo Δt successivi in cui è stata suddivisa la durata totale della pioggia t .

Dalla curva di possibilità pluviometrica si ricavano le altezze di pioggia per ciascuna durata Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$... $n\Delta t$ (altezze cumulate), facendo la differenza tra le altezze di pioggia corrispondenti a due durate successive si ottiene la pioggia incrementale relativa a ciascun intervallo considerato (blocchi). I blocchi così ottenuti vengono poi riordinati in una sequenza temporale con la massima intensità in corrispondenza dell'intervallo di picco. I blocchi rimanenti vengono disposti alternativamente a cavallo dell'intervallo di picco.

5.4.2.1. Risultati

A seguire si riportano i grafici degli ietogrammi calcolati per i tempi di ritorno pari a 20 e 50 anni e le relative discretizzazioni in blocchi.

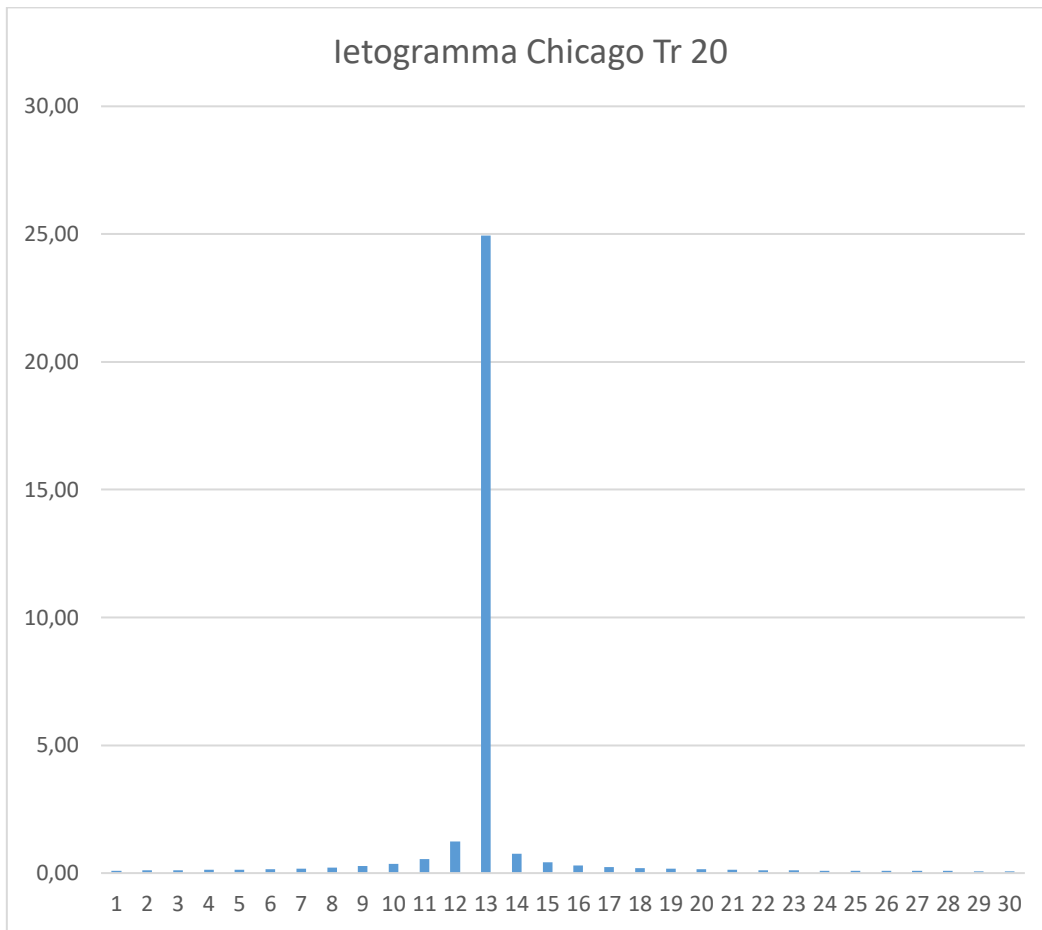


Figura 8 – Ietogramma Chicago Tr 20 anni

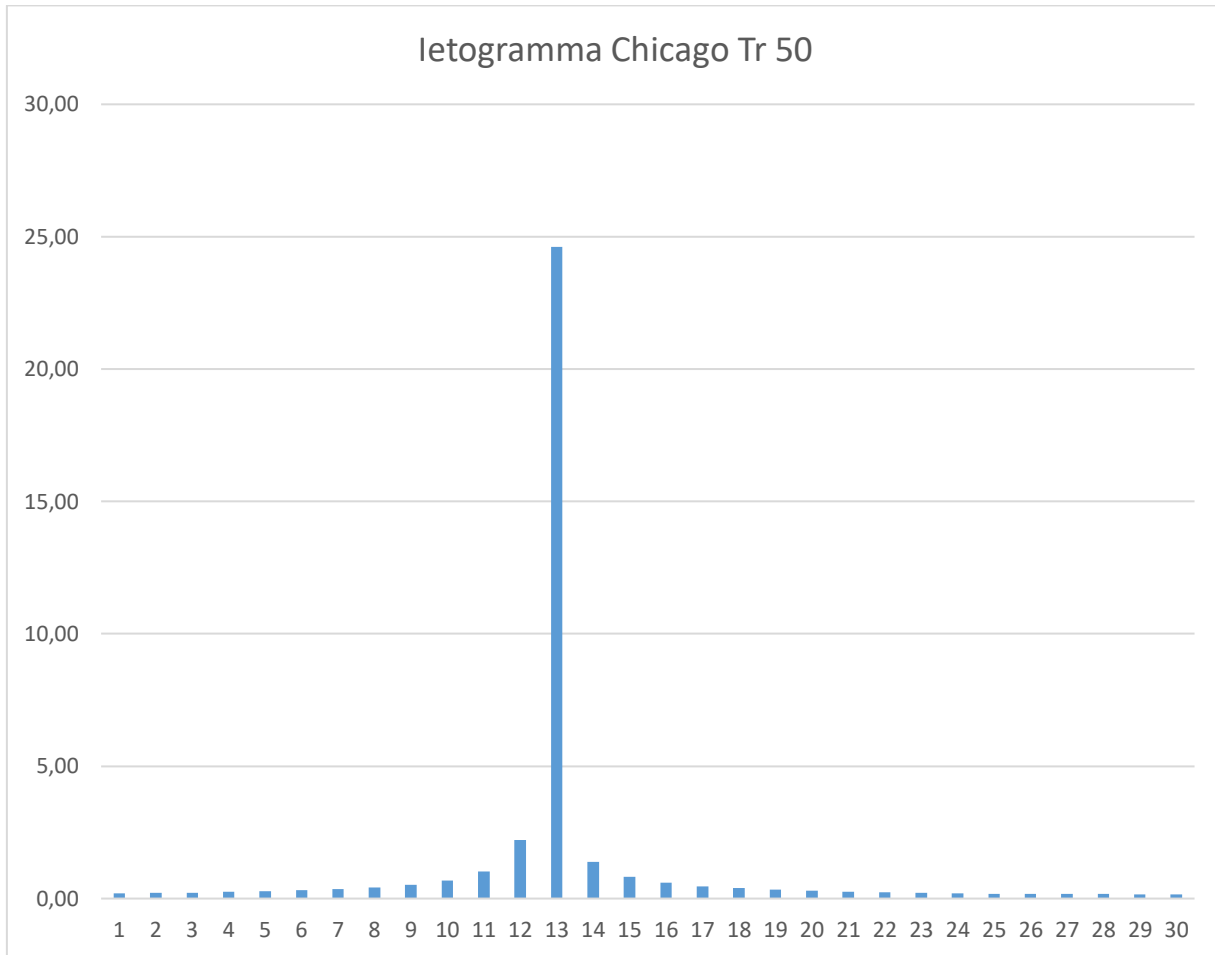


Figura 9 – Ietogramma Chicago Tr 50 anni

Scansione ietogramma TR 20			Scansione ietogramma TR 50		
N	i _m [mm/h]	Δh [mm]	N	i _m [mm/h]	Δh [mm]
1	5,514	0,09	1	11,516	0,19
2	5,990	0,10	2	12,449	0,21
3	6,559	0,11	3	13,561	0,23
4	7,255	0,12	4	14,910	0,25
5	8,123	0,14	5	16,584	0,28
6	9,238	0,15	6	18,719	0,31
7	10,726	0,18	7	21,546	0,36
8	12,816	0,21	8	25,478	0,42
9	15,977	0,27	9	31,354	0,52
10	21,346	0,36	10	41,187	0,69
11	32,627	0,54	11	61,403	1,02
12	73,872	1,23	12	132,434	2,21
13	1496,584	24,94	13	1476,490	24,61
14	44,891	0,75	14	82,909	1,38
15	25,760	0,43	15	49,159	0,82
16	18,260	0,30	16	35,557	0,59
17	14,216	0,24	17	28,090	0,47
18	11,674	0,19	18	23,336	0,39
19	9,924	0,17	19	20,026	0,33
20	8,643	0,14	20	17,583	0,29
21	7,663	0,13	21	15,700	0,26
22	6,889	0,11	22	14,202	0,24
23	6,261	0,10	23	12,980	0,22
24	5,741	0,10	24	11,963	0,20
25	5,304	0,09	25	11,103	0,19
26	5,110	0,09	26	10,720	0,18
27	4,930	0,08	27	10,365	0,17
28	4,763	0,08	28	10,034	0,17
29	4,608	0,08	29	9,725	0,16
30	4,462	0,07	30	9,435	0,16

Tabella 6 – Scansione a blocchi degli ietogrammi Tr 20 (sfondo celeste) e Tr 50 (sfondo verde)

5.4.3. Idrogrammi di piena

Per la generazione dell'idrogramma di piena si è utilizzato l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps of Engineers. Il tempo di ritardo (Lag Time) richiesto dal programma è posto pari al 15 minuti. Gli idrogrammi di piena ottenuti per la situazione stato attuale sono riportati di seguito.

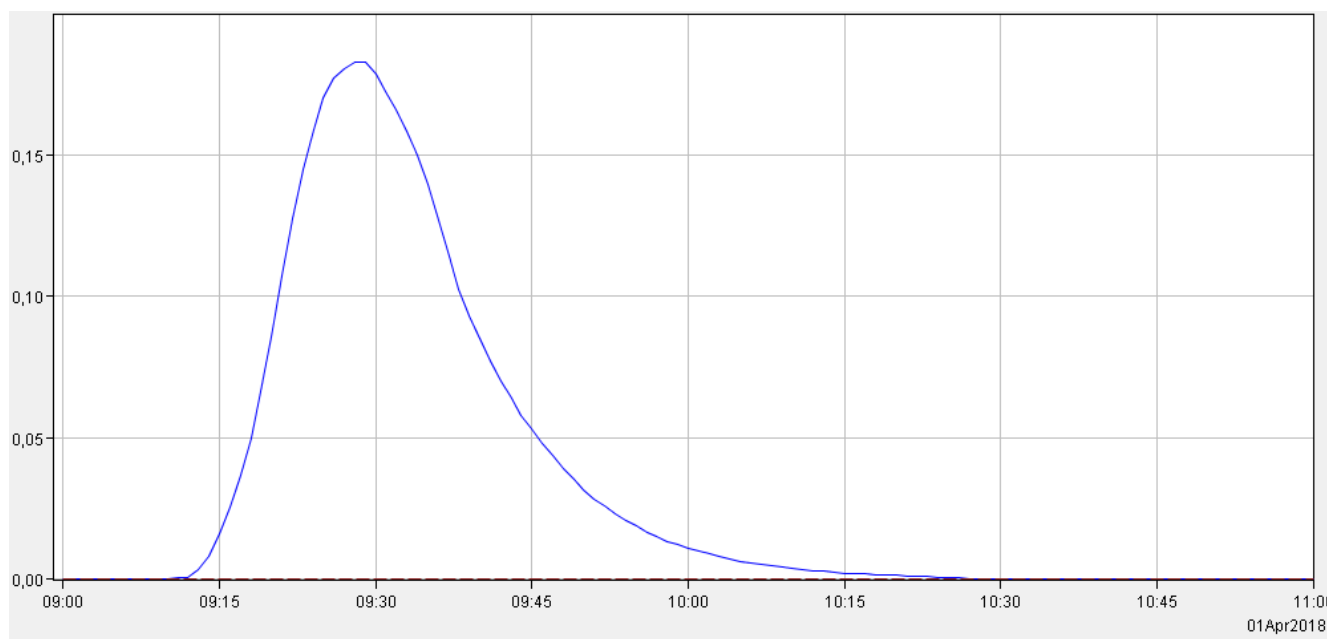


Figura 10 – Idrogramma di piena TR 20 anni

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
1	01-mar-22	09:01	0.09	0.09	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	01-mar-22	09:02	0.10	0.09	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
3	01-mar-22	09:03	0.11	0.10	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
4	01-mar-22	09:04	0.12	0.11	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
5	01-mar-22	09:05	0.14	0.13	0.01	0.0001	0.0000	0.0001
6	01-mar-22	09:06	0.15	0.14	0.01	0.0001	0.0000	0.0001
7	01-mar-22	09:07	0.18	0.17	0.01	0.0001	0.0000	0.0001
8	01-mar-22	09:08	0.21	0.20	0.01	0.0002	0.0000	0.0002
9	01-mar-22	09:09	0.27	0.26	0.01	0.0003	0.0000	0.0003
10	01-mar-22	09:10	0.36	0.34	0.02	0.0004	0.0000	0.0004
11	01-mar-22	09:11	0.54	0.51	0.03	0.0005	0.0000	0.0005
12	01-mar-22	09:12	1.23	1.17	0.06	0.0007	0.0000	0.0007
13	01-mar-22	09:13	24.94	17.21	7.73	0.0033	0.0000	0.0033

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
14	01-mar-22	09:14	0.75	0.31	0.44	0.0084	0.0000	0.0084
15	01-mar-22	09:15	0.43	0.18	0.25	0.0164	0.0000	0.0164
16	01-mar-22	09:16	0.30	0.12	0.18	0.0257	0.0000	0.0257
17	01-mar-22	09:17	0.24	0.10	0.14	0.0367	0.0000	0.0367
18	01-mar-22	09:18	0.19	0.08	0.11	0.0502	0.0000	0.0502
19	01-mar-22	09:19	0.17	0.07	0.10	0.0664	0.0000	0.0664
20	01-mar-22	09:20	0.14	0.05	0.09	0.0858	0.0000	0.0858
21	01-mar-22	09:21	0.13	0.05	0.08	0.1072	0.0000	0.1072
22	01-mar-22	09:22	0.11	0.04	0.07	0.1275	0.0000	0.1275
23	01-mar-22	09:23	0.10	0.04	0.06	0.1449	0.0000	0.1449
24	01-mar-22	09:24	0.10	0.04	0.06	0.1591	0.0000	0.1591
25	01-mar-22	09:25	0.09	0.03	0.06	0.1700	0.0000	0.1700
26	01-mar-22	09:26	0.09	0.03	0.06	0.1772	0.0000	0.1772
27	01-mar-22	09:27	0.08	0.03	0.05	0.1807	0.0000	0.1807
28	01-mar-22	09:28	0.08	0.03	0.05	0.1826	0.0000	0.1826
29	01-mar-22	09:29	0.08	0.03	0.05	0.1827	0.0000	0.1827
30	01-mar-22	09:30	0.07	0.03	0.04	0.1787	0.0000	0.1787
31	01-mar-22	09:31	0.00	0.00	0.00	0.1726	0.0000	0.1726
32	01-mar-22	09:32	0.00	0.00	0.00	0.1660	0.0000	0.1660
33	01-mar-22	09:33	0.00	0.00	0.00	0.1586	0.0000	0.1586
34	01-mar-22	09:34	0.00	0.00	0.00	0.1499	0.0000	0.1499
35	01-mar-22	09:35	0.00	0.00	0.00	0.1395	0.0000	0.1395
36	01-mar-22	09:36	0.00	0.00	0.00	0.1271	0.0000	0.1271
37	01-mar-22	09:37	0.00	0.00	0.00	0.1142	0.0000	0.1142
38	01-mar-22	09:38	0.00	0.00	0.00	0.1027	0.0000	0.1027
39	01-mar-22	09:39	0.00	0.00	0.00	0.0932	0.0000	0.0932
40	01-mar-22	09:40	0.00	0.00	0.00	0.0851	0.0000	0.0851
41	01-mar-22	09:41	0.00	0.00	0.00	0.0774	0.0000	0.0774
42	01-mar-22	09:42	0.00	0.00	0.00	0.0703	0.0000	0.0703
43	01-mar-22	09:43	0.00	0.00	0.00	0.0639	0.0000	0.0639

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
44	01-mar-22	09:44	0.00	0.00	0.00	0.0582	0.0000	0.0582
45	01-mar-22	09:45	0.00	0.00	0.00	0.0531	0.0000	0.0531
46	01-mar-22	09:46	0.00	0.00	0.00	0.0484	0.0000	0.0484
47	01-mar-22	09:47	0.00	0.00	0.00	0.0437	0.0000	0.0437
48	01-mar-22	09:48	0.00	0.00	0.00	0.0393	0.0000	0.0393
49	01-mar-22	09:49	0.00	0.00	0.00	0.0353	0.0000	0.0353
50	01-mar-22	09:50	0.00	0.00	0.00	0.0317	0.0000	0.0317
51	01-mar-22	09:51	0.00	0.00	0.00	0.0286	0.0000	0.0286
52	01-mar-22	09:52	0.00	0.00	0.00	0.0258	0.0000	0.0258
53	01-mar-22	09:53	0.00	0.00	0.00	0.0233	0.0000	0.0233
54	01-mar-22	09:54	0.00	0.00	0.00	0.0209	0.0000	0.0209
55	01-mar-22	09:55	0.00	0.00	0.00	0.0188	0.0000	0.0188
56	01-mar-22	09:56	0.00	0.00	0.00	0.0169	0.0000	0.0169
57	01-mar-22	09:57	0.00	0.00	0.00	0.0151	0.0000	0.0151
58	01-mar-22	09:58	0.00	0.00	0.00	0.0136	0.0000	0.0136
59	01-mar-22	09:59	0.00	0.00	0.00	0.0122	0.0000	0.0122
60	01-mar-22	10:00	0.00	0.00	0.00	0.0110	0.0000	0.0110
61	01-mar-22	10:01	0.00	0.00	0.00	0.0100	0.0000	0.0100
62	01-mar-22	10:02	0.00	0.00	0.00	0.0090	0.0000	0.0090
63	01-mar-22	10:03	0.00	0.00	0.00	0.0081	0.0000	0.0081
64	01-mar-22	10:04	0.00	0.00	0.00	0.0073	0.0000	0.0073
65	01-mar-22	10:05	0.00	0.00	0.00	0.0066	0.0000	0.0066
66	01-mar-22	10:06	0.00	0.00	0.00	0.0059	0.0000	0.0059
67	01-mar-22	10:07	0.00	0.00	0.00	0.0053	0.0000	0.0053
68	01-mar-22	10:08	0.00	0.00	0.00	0.0048	0.0000	0.0048
69	01-mar-22	10:09	0.00	0.00	0.00	0.0043	0.0000	0.0043
70	01-mar-22	10:10	0.00	0.00	0.00	0.0039	0.0000	0.0039
71	01-mar-22	10:11	0.00	0.00	0.00	0.0035	0.0000	0.0035
72	01-mar-22	10:12	0.00	0.00	0.00	0.0031	0.0000	0.0031
73	01-mar-22	10:13	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.0000	0.0028

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
74	01-mar-22	10:14	0.00	0.00	0.00	0.0026	0.0000	0.0026
75	01-mar-22	10:15	0.00	0.00	0.00	0.0023	0.0000	0.0023
76	01-mar-22	10:16	0.00	0.00	0.00	0.0021	0.0000	0.0021
77	01-mar-22	10:17	0.00	0.00	0.00	0.0019	0.0000	0.0019
78	01-mar-22	10:18	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0000	0.0017
79	01-mar-22	10:19	0.00	0.00	0.00	0.0016	0.0000	0.0016
80	01-mar-22	10:20	0.00	0.00	0.00	0.0014	0.0000	0.0014
81	01-mar-22	10:21	0.00	0.00	0.00	0.0013	0.0000	0.0013
82	01-mar-22	10:22	0.00	0.00	0.00	0.0011	0.0000	0.0011
83	01-mar-22	10:23	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0000	0.0010
84	01-mar-22	10:24	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0000	0.0009
85	01-mar-22	10:25	0.00	0.00	0.00	0.0007	0.0000	0.0007
86	01-mar-22	10:26	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0000	0.0006
87	01-mar-22	10:27	0.00	0.00	0.00	0.0005	0.0000	0.0005
88	01-mar-22	10:28	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0000	0.0003
89	01-mar-22	10:29	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
90	01-mar-22	10:30	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
91	01-mar-22	10:31	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
92	01-mar-22	10:32	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
93	01-mar-22	10:33	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
94	01-mar-22	10:34	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
95	01-mar-22	10:35	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
96	01-mar-22	10:36	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
97	01-mar-22	10:37	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
98	01-mar-22	10:38	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
99	01-mar-22	10:39	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
100	01-mar-22	10:40	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
101	01-mar-22	10:41	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
102	01-mar-22	10:42	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
103	01-mar-22	10:43	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
104	01-mar-22	10:44	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
105	01-mar-22	10:45	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
106	01-mar-22	10:46	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
107	01-mar-22	10:47	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
108	01-mar-22	10:48	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
109	01-mar-22	10:49	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
110	01-mar-22	10:50	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
111	01-mar-22	10:51	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
112	01-mar-22	10:52	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
113	01-mar-22	10:53	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
114	01-mar-22	10:54	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
115	01-mar-22	10:55	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
116	01-mar-22	10:56	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
117	01-mar-22	10:57	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
118	01-mar-22	10:58	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
119	01-mar-22	10:59	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
120	01-mar-22	11:00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Tabella 7 – Scansione idrogramma di piena Tr 20 anni

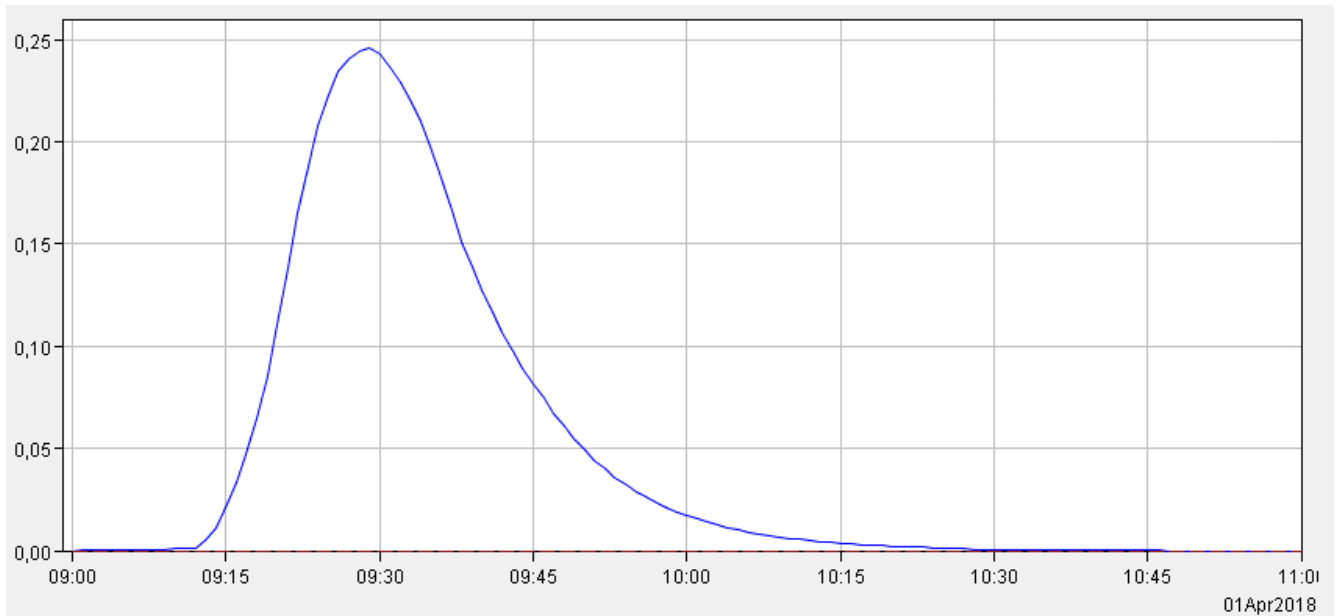


Figura 11 – Idrogramma di piena TR 50 anni

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m³/s]	Base Flow [m³/s]	Total Flow [m³/s]
1	01-mar-22	09:01	0.19	0.18	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
2	01-mar-22	09:02	0.21	0.20	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
3	01-mar-22	09:03	0.23	0.22	0.01	0.0000	0.0000	0.0000
4	01-mar-22	09:04	0.25	0.24	0.01	0.0001	0.0000	0.0001
5	01-mar-22	09:05	0.28	0.27	0.01	0.0001	0.0000	0.0001
6	01-mar-22	09:06	0.31	0.29	0.02	0.0002	0.0000	0.0002
7	01-mar-22	09:07	0.36	0.34	0.02	0.0003	0.0000	0.0003
8	01-mar-22	09:08	0.42	0.40	0.02	0.0004	0.0000	0.0004
9	01-mar-22	09:09	0.52	0.49	0.03	0.0006	0.0000	0.0006
10	01-mar-22	09:10	0.69	0.65	0.04	0.0008	0.0000	0.0008
11	01-mar-22	09:11	1.02	0.97	0.05	0.0011	0.0000	0.0011
12	01-mar-22	09:12	2.21	2.09	0.12	0.0014	0.0000	0.0014
13	01-mar-22	09:13	24.61	15.34	9.27	0.0047	0.0000	0.0047
14	01-mar-22	09:14	1.38	0.52	0.86	0.0111	0.0000	0.0111
15	01-mar-22	09:15	0.82	0.30	0.52	0.0211	0.0000	0.0211
16	01-mar-22	09:16	0.59	0.21	0.38	0.0330	0.0000	0.0330
17	01-mar-22	09:17	0.47	0.16	0.31	0.0472	0.0000	0.0472

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
18	01-mar-22	09:18	0.39	0.13	0.26	0.0644	0.0000	0.0644
19	01-mar-22	09:19	0.33	0.11	0.22	0.0854	0.0000	0.0854
20	01-mar-22	09:20	0.29	0.10	0.19	0.1103	0.0000	0.1103
21	01-mar-22	09:21	0.26	0.09	0.17	0.1380	0.0000	0.1380
22	01-mar-22	09:22	0.24	0.08	0.16	0.1647	0.0000	0.1647
23	01-mar-22	09:23	0.22	0.07	0.15	0.1881	0.0000	0.1881
24	01-mar-22	09:24	0.20	0.07	0.13	0.2076	0.0000	0.2076
25	01-mar-22	09:25	0.19	0.06	0.13	0.2232	0.0000	0.2232
26	01-mar-22	09:26	0.18	0.06	0.12	0.2342	0.0000	0.2342
27	01-mar-22	09:27	0.17	0.06	0.11	0.2405	0.0000	0.2405
28	01-mar-22	09:28	0.17	0.05	0.12	0.2445	0.0000	0.2445
29	01-mar-22	09:29	0.16	0.05	0.11	0.2462	0.0000	0.2462
30	01-mar-22	09:30	0.16	0.05	0.11	0.2427	0.0000	0.2427
31	01-mar-22	09:31	0.00	0.00	0.00	0.2363	0.0000	0.2363
32	01-mar-22	09:32	0.00	0.00	0.00	0.2291	0.0000	0.2291
33	01-mar-22	09:33	0.00	0.00	0.00	0.2206	0.0000	0.2206
34	01-mar-22	09:34	0.00	0.00	0.00	0.2103	0.0000	0.2103
35	01-mar-22	09:35	0.00	0.00	0.00	0.1976	0.0000	0.1976
36	01-mar-22	09:36	0.00	0.00	0.00	0.1823	0.0000	0.1823
37	01-mar-22	09:37	0.00	0.00	0.00	0.1660	0.0000	0.1660
38	01-mar-22	09:38	0.00	0.00	0.00	0.1511	0.0000	0.1511
39	01-mar-22	09:39	0.00	0.00	0.00	0.1384	0.0000	0.1384
40	01-mar-22	09:40	0.00	0.00	0.00	0.1273	0.0000	0.1273
41	01-mar-22	09:41	0.00	0.00	0.00	0.1166	0.0000	0.1166
42	01-mar-22	09:42	0.00	0.00	0.00	0.1065	0.0000	0.1065
43	01-mar-22	09:43	0.00	0.00	0.00	0.0973	0.0000	0.0973
44	01-mar-22	09:44	0.00	0.00	0.00	0.0890	0.0000	0.0890
45	01-mar-22	09:45	0.00	0.00	0.00	0.0814	0.0000	0.0814
46	01-mar-22	09:46	0.00	0.00	0.00	0.0742	0.0000	0.0742
47	01-mar-22	09:47	0.00	0.00	0.00	0.0673	0.0000	0.0673

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
48	01-mar-22	09:48	0.00	0.00	0.00	0.0607	0.0000	0.0607
49	01-mar-22	09:49	0.00	0.00	0.00	0.0546	0.0000	0.0546
50	01-mar-22	09:50	0.00	0.00	0.00	0.0491	0.0000	0.0491
51	01-mar-22	09:51	0.00	0.00	0.00	0.0443	0.0000	0.0443
52	01-mar-22	09:52	0.00	0.00	0.00	0.0399	0.0000	0.0399
53	01-mar-22	09:53	0.00	0.00	0.00	0.0359	0.0000	0.0359
54	01-mar-22	09:54	0.00	0.00	0.00	0.0323	0.0000	0.0323
55	01-mar-22	09:55	0.00	0.00	0.00	0.0290	0.0000	0.0290
56	01-mar-22	09:56	0.00	0.00	0.00	0.0260	0.0000	0.0260
57	01-mar-22	09:57	0.00	0.00	0.00	0.0234	0.0000	0.0234
58	01-mar-22	09:58	0.00	0.00	0.00	0.0210	0.0000	0.0210
59	01-mar-22	09:59	0.00	0.00	0.00	0.0189	0.0000	0.0189
60	01-mar-22	10:00	0.00	0.00	0.00	0.0171	0.0000	0.0171
61	01-mar-22	10:01	0.00	0.00	0.00	0.0154	0.0000	0.0154
62	01-mar-22	10:02	0.00	0.00	0.00	0.0139	0.0000	0.0139
63	01-mar-22	10:03	0.00	0.00	0.00	0.0125	0.0000	0.0125
64	01-mar-22	10:04	0.00	0.00	0.00	0.0113	0.0000	0.0113
65	01-mar-22	10:05	0.00	0.00	0.00	0.0101	0.0000	0.0101
66	01-mar-22	10:06	0.00	0.00	0.00	0.0091	0.0000	0.0091
67	01-mar-22	10:07	0.00	0.00	0.00	0.0082	0.0000	0.0082
68	01-mar-22	10:08	0.00	0.00	0.00	0.0074	0.0000	0.0074
69	01-mar-22	10:09	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0000	0.0067
70	01-mar-22	10:10	0.00	0.00	0.00	0.0060	0.0000	0.0060
71	01-mar-22	10:11	0.00	0.00	0.00	0.0054	0.0000	0.0054
72	01-mar-22	10:12	0.00	0.00	0.00	0.0048	0.0000	0.0048
73	01-mar-22	10:13	0.00	0.00	0.00	0.0044	0.0000	0.0044
74	01-mar-22	10:14	0.00	0.00	0.00	0.0039	0.0000	0.0039
75	01-mar-22	10:15	0.00	0.00	0.00	0.0036	0.0000	0.0036
76	01-mar-22	10:16	0.00	0.00	0.00	0.0032	0.0000	0.0032
77	01-mar-22	10:17	0.00	0.00	0.00	0.0029	0.0000	0.0029

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m³/s]	Base Flow [m³/s]	Total Flow [m³/s]
78	01-mar-22	10:18	0.00	0.00	0.00	0.0027	0.0000	0.0027
79	01-mar-22	10:19	0.00	0.00	0.00	0.0024	0.0000	0.0024
80	01-mar-22	10:20	0.00	0.00	0.00	0.0022	0.0000	0.0022
81	01-mar-22	10:21	0.00	0.00	0.00	0.0019	0.0000	0.0019
82	01-mar-22	10:22	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0000	0.0017
83	01-mar-22	10:23	0.00	0.00	0.00	0.0015	0.0000	0.0015
84	01-mar-22	10:24	0.00	0.00	0.00	0.0013	0.0000	0.0013
85	01-mar-22	10:25	0.00	0.00	0.00	0.0011	0.0000	0.0011
86	01-mar-22	10:26	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0000	0.0010
87	01-mar-22	10:27	0.00	0.00	0.00	0.0008	0.0000	0.0008
88	01-mar-22	10:28	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0000	0.0006
89	01-mar-22	10:29	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0000	0.0004
90	01-mar-22	10:30	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0000	0.0003
91	01-mar-22	10:31	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
92	01-mar-22	10:32	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
93	01-mar-22	10:33	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
94	01-mar-22	10:34	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
95	01-mar-22	10:35	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
96	01-mar-22	10:36	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
97	01-mar-22	10:37	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
98	01-mar-22	10:38	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
99	01-mar-22	10:39	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
100	01-mar-22	10:40	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
101	01-mar-22	10:41	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
102	01-mar-22	10:42	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
103	01-mar-22	10:43	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
104	01-mar-22	10:44	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
105	01-mar-22	10:45	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
106	01-mar-22	10:46	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
107	01-mar-22	10:47	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

STATO ATTUALE - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
108	01-mar-22	10:48	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
109	01-mar-22	10:49	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
110	01-mar-22	10:50	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
111	01-mar-22	10:51	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
112	01-mar-22	10:52	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
113	01-mar-22	10:53	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
114	01-mar-22	10:54	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
115	01-mar-22	10:55	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
116	01-mar-22	10:56	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
117	01-mar-22	10:57	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
118	01-mar-22	10:58	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
119	01-mar-22	10:59	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
120	01-mar-22	11:00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Tabella 8 – Scansione idrogramma di piena Tr 50 anni

5.5. Stato di progetto (post-intervento)

A seguire sono riportati gli esiti delle analisi effettuate per determinare i parametri necessari per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica nella condizione Stato di Progetto.

5.5.1. Determinazione del CN

Per la determinazione del parametro CN nella situazione di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni ottenute dai Progettisti del Piano Attuativo in merito alla destinazione d'uso delle diverse aree all'interno della lottizzazione, alla sistemazione prevista per ciascuna delle predette aree ed alla relativa ripartizione tra le superfici permeabili ed impermeabili.

Le informazioni date hanno consentito di attribuire per ciascuna delle aree l'estensione delle superfici permeabili ed impermeabili e la relativa categoria secondo la codifica di cui all'Allegato 1 delle Linee Guida. Conseguentemente è stato attribuito il valore di CN.

Il tutto come meglio esemplificato nella tabella riepilogativa che segue.

Superfici per categoria (Imperm.)		Superfici per categoria (Perm.)	
Tipo	[m ²]	Tipo	[m ²]
P10	2573,00	S1	6630,56
C6	5634,16	S3	4830,84
C7	7564,44		
Tot. Sup. Imp.	15771,60	Tot. Sup. Perm.	11161,40

Tabella 9 – Categorie delle superfici dell'area di lottizzazione

5.5.1.1. Risultati

Per l'area oggetto di studio si è ricavata la seguente ripartizione dei tipi di superficie, e conseguentemente il valore medio del CN-II_a (AMC II) attraverso l'applicazione di un processo di media ponderata.

Lottizzazione - Stato di Progetto									
Tipologia	Superficie (m ²)	Categoria di superficie	Codice Tabella	% realizzata	ϕ	S* ϕ	CN-II	CN*S	
STANDARDS	8100.00	Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	S3	59.64%	0.2	966.14	80	386457.82	
		Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato	C6	40.36%	0.9	2942.35	93	304042.78	
COMMERCIALE	2365.00	Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato	C6	100.00%	0.9	2128.50	93	219945.00	
RESIDENZA	13895.00	Pavimentazioni in cubetti, pietre o lastre a fuga sigillata	C7	54.44%	0.9	6808.26	96	726214.59	
		Pavimentazioni in asfalto o cls	S1	45.56%	0.1	633.03	74	468439.59	
VIABILITA': STRADE E MARCIAPIEDI	2573.00	Pavimentazioni in asfalto o cls	P10	100.00%	0.9	2315.70	95		
Coeff afflusso ϕ Post intervento Lottizzazione						0.59	CN-II medio	87.24	

Tabella 10 – Calcolo del CN per le superfici dell'area di lottizzazione

Nella figura appresso, riportata con maggior dettaglio nelle tavole allegate al presente studio, è rappresentata la suddivisione delle superfici del Piano Attuativo, a ciascuna delle quali corrisponde la ripartizione delle categorie di cui all'Allegato 1 delle Linee Guida dettagliata nelle precedenti **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Tabella 9.



Figura 12 – Suddivisione delle aree all'interno del Piano Attuativo

La successiva applicazione della trasformata richiamata nei precedenti paragrafi ha permesso di ottenere il valore del **CN-III_a** (AMC III) e dei parametri **I_a** (l'altezza ragguagliata delle perdite iniziali) ed **S** (quest'ultimo consente di calcolare [I_a + S], pari all'altezza ragguagliata delle perdite asintotiche), utili al calcolo della portata e dell'idrogramma di piena. Appresso è riportata la tabella dei risultati ottenuti.

Parametro	Valore
CN-III _a medio	94,02
S [mm]	16,16
I _a [mm]	3.23

Tabella 11 – Valore del CN-III_a (AMC III) e dei parametri del metodo SCS per l'area di studio

5.5.2. Ietogrammi di riferimento

Gli ietogrammi di riferimento sono gli stessi dei quali si è ampiamente trattato nel precedente paragrafo 5.4.2. Si rinvia alla lettura del paragrafo per il dettaglio delle informazioni.

5.5.3. Idrogrammi di piena

Per la generazione dell'idrogramma di piena si è utilizzato l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps of Engineers. Il tempo di ritardo (Lag Time) richiesto dal programma è posto pari al 15 minuti. Gli idrogrammi di piena ottenuti per la situazione stato di progetto sono riportati di seguito.

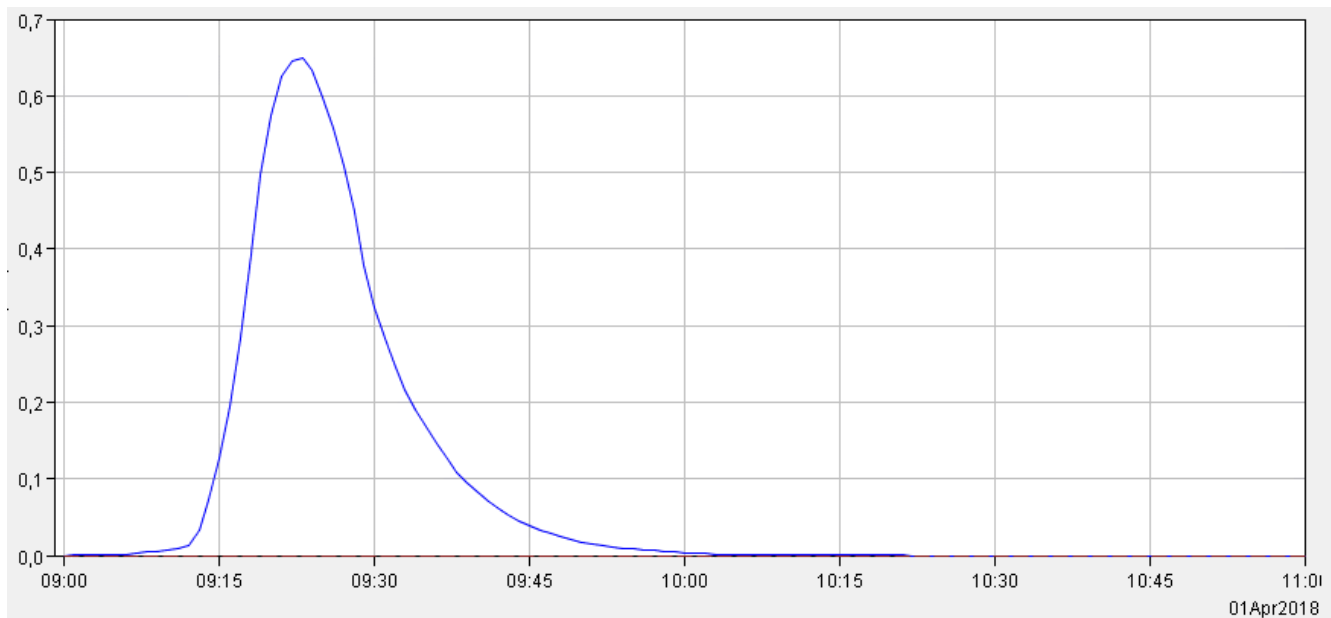


Figura 13 – Idrogramma di piena TR 20 anni

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m³/s]	Base Flow [m³/s]	Total Flow [m³/s]
1	01-mar-22	09:01	0.09	0.05	0.04	0.0000	0.0000	0.0000

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
2	01-mar-22	09:02	0.10	0.06	0.04	0.0001	0.0000	0.0001
3	01-mar-22	09:03	0.11	0.06	0.05	0.0001	0.0000	0.0001
4	01-mar-22	09:04	0.12	0.07	0.05	0.0003	0.0000	0.0003
5	01-mar-22	09:05	0.14	0.08	0.06	0.0005	0.0000	0.0005
6	01-mar-22	09:06	0.15	0.08	0.07	0.0007	0.0000	0.0007
7	01-mar-22	09:07	0.18	0.10	0.08	0.0011	0.0000	0.0011
8	01-mar-22	09:08	0.21	0.12	0.09	0.0017	0.0000	0.0017
9	01-mar-22	09:09	0.27	0.15	0.12	0.0024	0.0000	0.0024
10	01-mar-22	09:10	0.36	0.20	0.16	0.0032	0.0000	0.0032
11	01-mar-22	09:11	0.54	0.30	0.24	0.0044	0.0000	0.0044
12	01-mar-22	09:12	1.23	0.68	0.55	0.0059	0.0000	0.0059
13	01-mar-22	09:13	24.94	5.95	18.99	0.0136	0.0000	0.0136
14	01-mar-22	09:14	0.75	0.07	0.68	0.0275	0.0000	0.0275
15	01-mar-22	09:15	0.43	0.04	0.39	0.0483	0.0000	0.0483
16	01-mar-22	09:16	0.30	0.03	0.27	0.0724	0.0000	0.0724
17	01-mar-22	09:17	0.24	0.02	0.22	0.1004	0.0000	0.1004
18	01-mar-22	09:18	0.19	0.02	0.17	0.1343	0.0000	0.1343
19	01-mar-22	09:19	0.17	0.02	0.15	0.1747	0.0000	0.1747
20	01-mar-22	09:20	0.14	0.01	0.13	0.2223	0.0000	0.2223
21	01-mar-22	09:21	0.13	0.01	0.12	0.2743	0.0000	0.2743
22	01-mar-22	09:22	0.11	0.01	0.10	0.3227	0.0000	0.3227
23	01-mar-22	09:23	0.10	0.01	0.09	0.3635	0.0000	0.3635
24	01-mar-22	09:24	0.10	0.01	0.09	0.3959	0.0000	0.3959
25	01-mar-22	09:25	0.09	0.01	0.08	0.4200	0.0000	0.4200
26	01-mar-22	09:26	0.09	0.01	0.08	0.4351	0.0000	0.4351
27	01-mar-22	09:27	0.08	0.01	0.07	0.4409	0.0000	0.4409
28	01-mar-22	09:28	0.08	0.01	0.07	0.4430	0.0000	0.4430
29	01-mar-22	09:29	0.08	0.01	0.07	0.4406	0.0000	0.4406
30	01-mar-22	09:30	0.07	0.01	0.06	0.4282	0.0000	0.4282
31	01-mar-22	09:31	0.00	0.00	0.00	0.4111	0.0000	0.4111

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m³/s]	Base Flow [m³/s]	Total Flow [m³/s]
32	01-mar-22	09:32	0.00	0.00	0.00	0.3933	0.0000	0.3933
33	01-mar-22	09:33	0.00	0.00	0.00	0.3735	0.0000	0.3735
34	01-mar-22	09:34	0.00	0.00	0.00	0.3508	0.0000	0.3508
35	01-mar-22	09:35	0.00	0.00	0.00	0.3242	0.0000	0.3242
36	01-mar-22	09:36	0.00	0.00	0.00	0.2930	0.0000	0.2930
37	01-mar-22	09:37	0.00	0.00	0.00	0.2611	0.0000	0.2611
38	01-mar-22	09:38	0.00	0.00	0.00	0.2332	0.0000	0.2332
39	01-mar-22	09:39	0.00	0.00	0.00	0.2105	0.0000	0.2105
40	01-mar-22	09:40	0.00	0.00	0.00	0.1913	0.0000	0.1913
41	01-mar-22	09:41	0.00	0.00	0.00	0.1733	0.0000	0.1733
42	01-mar-22	09:42	0.00	0.00	0.00	0.1567	0.0000	0.1567
43	01-mar-22	09:43	0.00	0.00	0.00	0.1420	0.0000	0.1420
44	01-mar-22	09:44	0.00	0.00	0.00	0.1291	0.0000	0.1291
45	01-mar-22	09:45	0.00	0.00	0.00	0.1176	0.0000	0.1176
46	01-mar-22	09:46	0.00	0.00	0.00	0.1069	0.0000	0.1069
47	01-mar-22	09:47	0.00	0.00	0.00	0.0966	0.0000	0.0966
48	01-mar-22	09:48	0.00	0.00	0.00	0.0867	0.0000	0.0867
49	01-mar-22	09:49	0.00	0.00	0.00	0.0777	0.0000	0.0777
50	01-mar-22	09:50	0.00	0.00	0.00	0.0698	0.0000	0.0698
51	01-mar-22	09:51	0.00	0.00	0.00	0.0630	0.0000	0.0630
52	01-mar-22	09:52	0.00	0.00	0.00	0.0569	0.0000	0.0569
53	01-mar-22	09:53	0.00	0.00	0.00	0.0513	0.0000	0.0513
54	01-mar-22	09:54	0.00	0.00	0.00	0.0462	0.0000	0.0462
55	01-mar-22	09:55	0.00	0.00	0.00	0.0414	0.0000	0.0414
56	01-mar-22	09:56	0.00	0.00	0.00	0.0372	0.0000	0.0372
57	01-mar-22	09:57	0.00	0.00	0.00	0.0334	0.0000	0.0334
58	01-mar-22	09:58	0.00	0.00	0.00	0.0300	0.0000	0.0300
59	01-mar-22	09:59	0.00	0.00	0.00	0.0270	0.0000	0.0270
60	01-mar-22	10:00	0.00	0.00	0.00	0.0243	0.0000	0.0243
61	01-mar-22	10:01	0.00	0.00	0.00	0.0219	0.0000	0.0219

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
62	01-mar-22	10:02	0.00	0.00	0.00	0.0198	0.0000	0.0198
63	01-mar-22	10:03	0.00	0.00	0.00	0.0178	0.0000	0.0178
64	01-mar-22	10:04	0.00	0.00	0.00	0.0161	0.0000	0.0161
65	01-mar-22	10:05	0.00	0.00	0.00	0.0145	0.0000	0.0145
66	01-mar-22	10:06	0.00	0.00	0.00	0.0131	0.0000	0.0131
67	01-mar-22	10:07	0.00	0.00	0.00	0.0118	0.0000	0.0118
68	01-mar-22	10:08	0.00	0.00	0.00	0.0106	0.0000	0.0106
69	01-mar-22	10:09	0.00	0.00	0.00	0.0095	0.0000	0.0095
70	01-mar-22	10:10	0.00	0.00	0.00	0.0085	0.0000	0.0085
71	01-mar-22	10:11	0.00	0.00	0.00	0.0077	0.0000	0.0077
72	01-mar-22	10:12	0.00	0.00	0.00	0.0069	0.0000	0.0069
73	01-mar-22	10:13	0.00	0.00	0.00	0.0062	0.0000	0.0062
74	01-mar-22	10:14	0.00	0.00	0.00	0.0057	0.0000	0.0057
75	01-mar-22	10:15	0.00	0.00	0.00	0.0051	0.0000	0.0051
76	01-mar-22	10:16	0.00	0.00	0.00	0.0047	0.0000	0.0047
77	01-mar-22	10:17	0.00	0.00	0.00	0.0042	0.0000	0.0042
78	01-mar-22	10:18	0.00	0.00	0.00	0.0038	0.0000	0.0038
79	01-mar-22	10:19	0.00	0.00	0.00	0.0035	0.0000	0.0035
80	01-mar-22	10:20	0.00	0.00	0.00	0.0031	0.0000	0.0031
81	01-mar-22	10:21	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.0000	0.0028
82	01-mar-22	10:22	0.00	0.00	0.00	0.0025	0.0000	0.0025
83	01-mar-22	10:23	0.00	0.00	0.00	0.0022	0.0000	0.0022
84	01-mar-22	10:24	0.00	0.00	0.00	0.0018	0.0000	0.0018
85	01-mar-22	10:25	0.00	0.00	0.00	0.0015	0.0000	0.0015
86	01-mar-22	10:26	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0000	0.0012
87	01-mar-22	10:27	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0000	0.0009
88	01-mar-22	10:28	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0000	0.0006
89	01-mar-22	10:29	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0000	0.0004
90	01-mar-22	10:30	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
91	01-mar-22	10:31	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 20 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
92	01-mar-22	10:32	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
93	01-mar-22	10:33	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
94	01-mar-22	10:34	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
95	01-mar-22	10:35	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
96	01-mar-22	10:36	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
97	01-mar-22	10:37	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
98	01-mar-22	10:38	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
99	01-mar-22	10:39	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
100	01-mar-22	10:40	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
101	01-mar-22	10:41	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
102	01-mar-22	10:42	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
103	01-mar-22	10:43	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
104	01-mar-22	10:44	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
105	01-mar-22	10:45	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
106	01-mar-22	10:46	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
107	01-mar-22	10:47	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
108	01-mar-22	10:48	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
109	01-mar-22	10:49	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
110	01-mar-22	10:50	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
111	01-mar-22	10:51	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
112	01-mar-22	10:52	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
113	01-mar-22	10:53	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
114	01-mar-22	10:54	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
115	01-mar-22	10:55	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
116	01-mar-22	10:56	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
117	01-mar-22	10:57	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
118	01-mar-22	10:58	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
119	01-mar-22	10:59	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
120	01-mar-22	11:00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Tabella 12 – Scansione idrogramma di piena Tr 20 anni

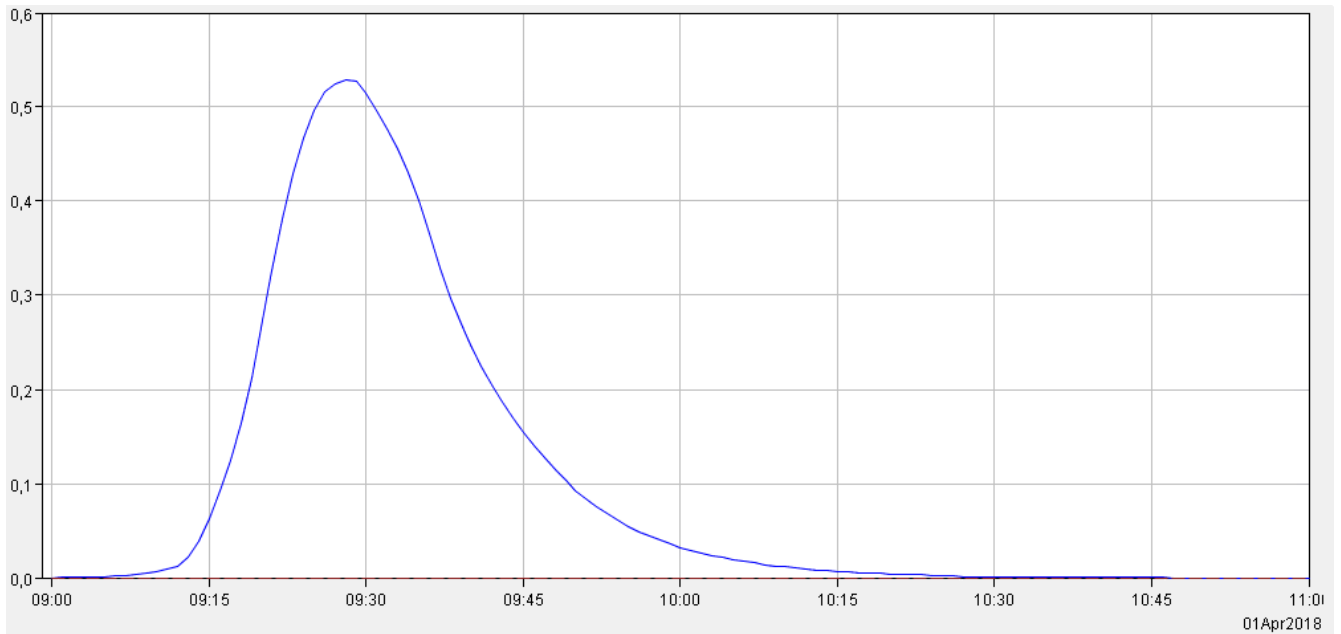


Figura 14 – Idrogramma di piena TR 50 anni

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
1	01-mar-22	09:01	0.19	0.11	0.08	0.0000	0.0000	0.0000
2	01-mar-22	09:02	0.21	0.12	0.09	0.0001	0.0000	0.0001
3	01-mar-22	09:03	0.23	0.13	0.10	0.0003	0.0000	0.0003
4	01-mar-22	09:04	0.25	0.14	0.11	0.0006	0.0000	0.0006
5	01-mar-22	09:05	0.28	0.16	0.12	0.0010	0.0000	0.0010
6	01-mar-22	09:06	0.31	0.17	0.14	0.0016	0.0000	0.0016
7	01-mar-22	09:07	0.36	0.20	0.16	0.0024	0.0000	0.0024
8	01-mar-22	09:08	0.42	0.23	0.19	0.0034	0.0000	0.0034
9	01-mar-22	09:09	0.52	0.29	0.23	0.0049	0.0000	0.0049
10	01-mar-22	09:10	0.69	0.38	0.31	0.0067	0.0000	0.0067
11	01-mar-22	09:11	1.02	0.55	0.47	0.0090	0.0000	0.0090
12	01-mar-22	09:12	2.21	1.01	1.20	0.0120	0.0000	0.0120
13	01-mar-22	09:13	24.61	4.68	19.93	0.0219	0.0000	0.0219
14	01-mar-22	09:14	1.38	0.12	1.26	0.0387	0.0000	0.0387
15	01-mar-22	09:15	0.82	0.07	0.75	0.0632	0.0000	0.0632
16	01-mar-22	09:16	0.59	0.05	0.54	0.0916	0.0000	0.0916

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m³/s]	Base Flow [m³/s]	Total Flow [m³/s]
17	01-mar-22	09:17	0.47	0.04	0.43	0.1247	0.0000	0.1247
18	01-mar-22	09:18	0.39	0.03	0.36	0.1643	0.0000	0.1643
19	01-mar-22	09:19	0.33	0.02	0.31	0.2114	0.0000	0.2114
20	01-mar-22	09:20	0.29	0.02	0.27	0.2662	0.0000	0.2662
21	01-mar-22	09:21	0.26	0.02	0.24	0.3258	0.0000	0.3258
22	01-mar-22	09:22	0.24	0.02	0.22	0.3817	0.0000	0.3817
23	01-mar-22	09:23	0.22	0.02	0.20	0.4293	0.0000	0.4293
24	01-mar-22	09:24	0.20	0.01	0.19	0.4676	0.0000	0.4676
25	01-mar-22	09:25	0.19	0.01	0.18	0.4967	0.0000	0.4967
26	01-mar-22	09:26	0.18	0.01	0.17	0.5156	0.0000	0.5156
27	01-mar-22	09:27	0.17	0.01	0.16	0.5243	0.0000	0.5243
28	01-mar-22	09:28	0.17	0.01	0.16	0.5283	0.0000	0.5283
29	01-mar-22	09:29	0.16	0.01	0.15	0.5269	0.0000	0.5269
30	01-mar-22	09:30	0.16	0.01	0.15	0.5145	0.0000	0.5145
31	01-mar-22	09:31	0.00	0.00	0.00	0.4966	0.0000	0.4966
32	01-mar-22	09:32	0.00	0.00	0.00	0.4773	0.0000	0.4773
33	01-mar-22	09:33	0.00	0.00	0.00	0.4555	0.0000	0.4555
34	01-mar-22	09:34	0.00	0.00	0.00	0.4300	0.0000	0.4300
35	01-mar-22	09:35	0.00	0.00	0.00	0.4001	0.0000	0.4001
36	01-mar-22	09:36	0.00	0.00	0.00	0.3650	0.0000	0.3650
37	01-mar-22	09:37	0.00	0.00	0.00	0.3289	0.0000	0.3289
38	01-mar-22	09:38	0.00	0.00	0.00	0.2967	0.0000	0.2967
39	01-mar-22	09:39	0.00	0.00	0.00	0.2699	0.0000	0.2699
40	01-mar-22	09:40	0.00	0.00	0.00	0.2467	0.0000	0.2467
41	01-mar-22	09:41	0.00	0.00	0.00	0.2247	0.0000	0.2247
42	01-mar-22	09:42	0.00	0.00	0.00	0.2043	0.0000	0.2043
43	01-mar-22	09:43	0.00	0.00	0.00	0.1859	0.0000	0.1859
44	01-mar-22	09:44	0.00	0.00	0.00	0.1695	0.0000	0.1695
45	01-mar-22	09:45	0.00	0.00	0.00	0.1547	0.0000	0.1547
46	01-mar-22	09:46	0.00	0.00	0.00	0.1408	0.0000	0.1408

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
47	01-mar-22	09:47	0.00	0.00	0.00	0.1274	0.0000	0.1274
48	01-mar-22	09:48	0.00	0.00	0.00	0.1147	0.0000	0.1147
49	01-mar-22	09:49	0.00	0.00	0.00	0.1030	0.0000	0.1030
50	01-mar-22	09:50	0.00	0.00	0.00	0.0926	0.0000	0.0926
51	01-mar-22	09:51	0.00	0.00	0.00	0.0835	0.0000	0.0835
52	01-mar-22	09:52	0.00	0.00	0.00	0.0754	0.0000	0.0754
53	01-mar-22	09:53	0.00	0.00	0.00	0.0679	0.0000	0.0679
54	01-mar-22	09:54	0.00	0.00	0.00	0.0610	0.0000	0.0610
55	01-mar-22	09:55	0.00	0.00	0.00	0.0548	0.0000	0.0548
56	01-mar-22	09:56	0.00	0.00	0.00	0.0492	0.0000	0.0492
57	01-mar-22	09:57	0.00	0.00	0.00	0.0442	0.0000	0.0442
58	01-mar-22	09:58	0.00	0.00	0.00	0.0397	0.0000	0.0397
59	01-mar-22	09:59	0.00	0.00	0.00	0.0357	0.0000	0.0357
60	01-mar-22	10:00	0.00	0.00	0.00	0.0322	0.0000	0.0322
61	01-mar-22	10:01	0.00	0.00	0.00	0.0291	0.0000	0.0291
62	01-mar-22	10:02	0.00	0.00	0.00	0.0262	0.0000	0.0262
63	01-mar-22	10:03	0.00	0.00	0.00	0.0236	0.0000	0.0236
64	01-mar-22	10:04	0.00	0.00	0.00	0.0213	0.0000	0.0213
65	01-mar-22	10:05	0.00	0.00	0.00	0.0192	0.0000	0.0192
66	01-mar-22	10:06	0.00	0.00	0.00	0.0173	0.0000	0.0173
67	01-mar-22	10:07	0.00	0.00	0.00	0.0156	0.0000	0.0156
68	01-mar-22	10:08	0.00	0.00	0.00	0.0140	0.0000	0.0140
69	01-mar-22	10:09	0.00	0.00	0.00	0.0126	0.0000	0.0126
70	01-mar-22	10:10	0.00	0.00	0.00	0.0113	0.0000	0.0113
71	01-mar-22	10:11	0.00	0.00	0.00	0.0102	0.0000	0.0102
72	01-mar-22	10:12	0.00	0.00	0.00	0.0091	0.0000	0.0091
73	01-mar-22	10:13	0.00	0.00	0.00	0.0083	0.0000	0.0083
74	01-mar-22	10:14	0.00	0.00	0.00	0.0075	0.0000	0.0075
75	01-mar-22	10:15	0.00	0.00	0.00	0.0068	0.0000	0.0068
76	01-mar-22	10:16	0.00	0.00	0.00	0.0061	0.0000	0.0061

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI

N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
77	01-mar-22	10:17	0.00	0.00	0.00	0.0056	0.0000	0.0056
78	01-mar-22	10:18	0.00	0.00	0.00	0.0050	0.0000	0.0050
79	01-mar-22	10:19	0.00	0.00	0.00	0.0045	0.0000	0.0045
80	01-mar-22	10:20	0.00	0.00	0.00	0.0041	0.0000	0.0041
81	01-mar-22	10:21	0.00	0.00	0.00	0.0037	0.0000	0.0037
82	01-mar-22	10:22	0.00	0.00	0.00	0.0032	0.0000	0.0032
83	01-mar-22	10:23	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.0000	0.0028
84	01-mar-22	10:24	0.00	0.00	0.00	0.0024	0.0000	0.0024
85	01-mar-22	10:25	0.00	0.00	0.00	0.0021	0.0000	0.0021
86	01-mar-22	10:26	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0000	0.0017
87	01-mar-22	10:27	0.00	0.00	0.00	0.0013	0.0000	0.0013
88	01-mar-22	10:28	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0000	0.0010
89	01-mar-22	10:29	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0000	0.0006
90	01-mar-22	10:30	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0000	0.0004
91	01-mar-22	10:31	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0000	0.0003
92	01-mar-22	10:32	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0000	0.0003
93	01-mar-22	10:33	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
94	01-mar-22	10:34	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
95	01-mar-22	10:35	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0000	0.0002
96	01-mar-22	10:36	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
97	01-mar-22	10:37	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
98	01-mar-22	10:38	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
99	01-mar-22	10:39	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.0001
100	01-mar-22	10:40	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
101	01-mar-22	10:41	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
102	01-mar-22	10:42	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
103	01-mar-22	10:43	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
104	01-mar-22	10:44	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
105	01-mar-22	10:45	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
106	01-mar-22	10:46	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

STATO DI PROGETTO - IDROGRAMMA PIENA TR 50 ANNI								
N.	Date	Time	Precip. [mm]	Loss [mm]	Excess [mm]	Direct Flow [m ³ /s]	Base Flow [m ³ /s]	Total Flow [m ³ /s]
107	01-mar-22	10:47	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
108	01-mar-22	10:48	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
109	01-mar-22	10:49	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
110	01-mar-22	10:50	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
111	01-mar-22	10:51	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
112	01-mar-22	10:52	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
113	01-mar-22	10:53	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
114	01-mar-22	10:54	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
115	01-mar-22	10:55	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
116	01-mar-22	10:56	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
117	01-mar-22	10:57	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
118	01-mar-22	10:58	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
119	01-mar-22	10:59	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
120	01-mar-22	11:00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Tabella 13 – Scansione idrogramma di piena Tr 50 anni

5.6. Raffronto stato attuale e stato di progetto

I risultati più significativi sono riportati appresso, attraverso l'evidenziazione delle differenze, sia in termini di portate di picco, sia in termini di volumi, tra lo stato attuale e la situazione di progetto.

Portate [m ³ /s]		
Condizione	TR 20 anni	TR 50 anni
Stato Attuale AMC III	0.183	0.246
Stato di progetto	0.443	0.528
Differenza	0.260	0.282

Tabella 14 – Variazioni delle portate di picco

Volumi di piena [m ³]		
Condizione	TR 20 anni	TR 50 anni
Stato Attuale AMC III	241.09	336.19
Stato di progetto	575.79	710.42

Differenza	334.70	374.23
------------	--------	--------

Tabella 15 – Variazioni dei volumi

5.7. Volume del bacino di compenso acque meteoriche

Le tabelle riportate nel precedente paragrafo illustrano compiutamente la differenza tra lo stato attuale e la situazione post-intervento al variare del tempo di ritorno assunto, sia in termini di portata di picco, sia in termini di differenza di volumi defluiti.

Per quanto attiene all'eccesso di volume, utile al dimensionamento di un sistema volano in grado di compensare l'incremento dei valori nel passaggio allo stato di progetto, si ricava che il volume netto disponibile del bacino di compenso è pari a 375 metri cubi.

5.8. Dimensionamento rete acque bianche

Schematicamente la rete acque bianche sarà suddivisa in due rami entrambi recapitanti nel compluvio a monte della SS 125, dove è ubicato un tombino in calcestruzzo DN 800 di attraversamento della strada stessa e che attualmente fa transitare le acque piovane verso il corso d'acqua naturale a valle.



Il sistema di smaltimento prevede, oltre ai due rami di tubazioni a gravità, un insieme di volumi di compenso distribuiti all'interno della lottizzazione che consentono di immettere in condotta portate ben definite in tempi prestabiliti, simulando un deflusso superficiale analogo a quello "ante intervento".

Tale scelta consente di attuare la laminazione delle portate gradualmente lungo tutto il tracciato della rete di smaltimento e dimensionare le condotte per portate inferiori rispetto a quelle previste a seguito della realizzazione delle opere (post intervento).

Per cui, nel compluvio naturale sarà convogliata sempre una portata non superiore ai 0,246 mc/s (portata di piena per TR = 50 anni ante intervento), laminando la restante parte pari a 0,282 mc/s attraverso il sistema di serbatoi interrati in cemento armato all'interno della lottizzazione.

Più precisamente, a parte il deflusso superficiale generato dalla pavimentazione stradale della viabilità principale, si impone che ogni lotto possa immettere in rete una portata massima prestabilita, tale che la somma sia inferiore o pari a quella massima ante intervento (0,246 mc/s per TR = 50 anni)

Per cui, è stato imposto che:

- N.12 unità immobiliari singole possano immettere in rete una portata massima di 8 l/s ciascuna (0.008 mc/s);
- N.1 lotto a destinazione residenziale possa immettere in rete una portata massima di 40 l/s (0.040 mc/s);
- N.1 lotto destinato a edifici pubblici possa immettere in rete una portata massima di 8 l/s (0.008 mc/s);
- N.1 lotto destinato a edifici pubblici possa immettere in rete una portata massima di 16 l/s (0.016 mc/s);
- N.1 area adibita a servizi connessi alla residenza possa immettere in rete una portata massima di 85 l/s (0.080 mc/s)

Ne consegue che il tronco A – M deve poter far defluire una portata massima pari a circa 185 l/s ed il tronco H – M una portata massima pari a circa 65 l/s. la portata eccedente deve essere laminata dai volumi di compenso in progetto. Ai fini della verifica idraulica il tempo di ritorno per il calcolo della portata e del volume di piena è stato preso pari a $T_r = 20$ anni.

Il tempo di corrivazione (t_c) è stato calcolato attraverso diverse formule, tra cui, sulla base di alcune esplorazioni numeriche, sembrano particolarmente adatte alla Sardegna quelle proposte da SCS, Ventura, Giandotti: è stato deciso di adottare quella del SCS.

Per i calcoli di verifica idraulica si è utilizzata la formula di Bazin:

$$87 \cdot \sqrt{R}$$

$$V = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

$$\gamma + \sqrt{R}$$

dove:

V = velocità a piena sezione [m/s]

R = raggio idraulico = $(\pi \cdot D^2/4) / (\pi \cdot D) = r/2$ [m]

i = pendenza della condotta [m/m]

γ = coefficiente di Bazin (assunto pari a 0.06)

Dalla precedente formula si è infine calcolata la portata smaltibile a piena sezione

$$Q = V * S = V * (\pi * D^2/4)$$

con ovvio significato dei simboli.

VERIFICA IDRAULICA									
Parametri		u.m.	RAMO A-C valori	RAMO C-E valori	RAMO E-F valori	RAMO F-G valori	RAMO G-M valori	RAMO H-L valori	RAMO L-M valori
Numero condotte	n =		1	1	1	1	1	1	1
Diametro esterno della condotta	DE		315	350	400	400	400	0.315	0.315
Diametro interno della condotta	∅ =	m	0.273	0.300	0.344	0.344	0.344	0.273	0.273
Pendenza	i =		8.600%	8.600%	4.000%	5.600%	4.200%	3.000%	3.000%
Coefficiente di Strickler	c =		70	70	70	70	70	70	70
Percentuale di riempimento	r =		60%	60%	65%	60%	65%	65%	65%
Altezza della corrente	h =	m	0.1638	0.18	0.2236	0.2064	0.2236	0.17745	0.17745
Perimetro bagnato (1 tubo)	P =	m	0.4838	0.5316	0.6452	0.6096	0.6452	0.5120	0.5120
Area bagnata (1 tubo)	A =	mq	0.0367	0.0443	0.0640	0.0582	0.0640	0.0403	0.0403
Raggio idraulico	R =	m	0.0758	0.0833	0.0991	0.0955	0.0991	0.0787	0.0787
Portata smaltibile	q =	mc/s	0.1348	0.1734	0.1918	0.2015	0.1965	0.0897	0.0897
Velocità	v =	m/s	3.6766	3.9152	2.9985	3.4612	3.0726	2.2259	2.2259

6. Soluzione progettuale

Data la conformazione piano altimetrica della nuova lottizzazione e l'impossibilità di individuare un'unica area in cui ubicare il "volume di compenso" necessario a compensare l'incremento dei valori nel passaggio allo stato di progetto, pari a **375 metri cubi**, si è optato per la seguente soluzione progettuale, che prevede di realizzare più volumi volano ubicati in parte all'interno dei singoli lotti e in parte nelle aree comuni all'interno della lottizzazione.

Più precisamente:

- si prevede di dotare le N.12 unità immobiliari singole di altrettante vasche volano in grado di laminare ciascuna 10 mc di acque meteoriche;
- N.1 vasca volano di volume pari a 50 mc sarà ubicata all'interno del lotto a destinazione residenziale;
- N.1 vasca di capacità pari a 10 mc sarà ubicata all'interno di uno dei due lotti destinato a edifici pubblici;
- N.2 vasche totalmente interrata di volume utile pari a 10 mc ciascuna nel secondo lotto adibito a standard pubblico;
- N.4 vasche di volume utile pari a 40 mc ciascuna, per un totale di 160 mc, saranno posizionate all'interno dell'area adibita a servizi connessi alla residenza.

In totale sarà realizzato un volume di compenso pari a **circa 360 mc** e quindi superiore a quello minimo richiesto per rispettare il principio dell'"invarianza idraulica" a seguito delle nuove opere previste in progetto.

6.1. Vasche di compenso con volume utile pari a 10 mc

All'interno dei 10 lotti singoli, destinati ciascuno alla realizzazione di ville indipendenti e all'interno dei lotti a destinazione pubblica, si prevede l'installazione di un sistema che possa gestire portate più elevate di quelle di progetto, convogliandole dapprima in un pozzetto scolmatore e poi all'interno di un serbatoio da 10.000 litri (10 mc) che permette l'accumulo dell'acqua di pioggia potenzialmente inquinata ed impedisce che venga dispersa prima di aver subito la necessaria depurazione, garantendo al contempo, l'invarianza idraulica del ricevitore di fognatura. Il rilancio ai successivi dispositivi di trattamento avviene grazie all'elettropompa sommersa collegata al quadro elettrico con temporizzazione.

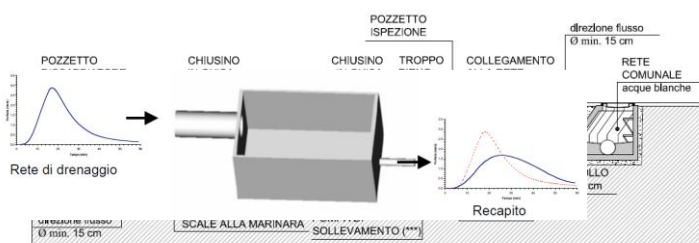
I sistemi di trattamento successivi sono:

- Vasca di calma chiamata dissabbiatore, che consente la separazione di sostanze e particelle in sospensione a densità diversa dall'acqua.
- Deoliatore con filtro a coalescenza che permette di trattare oli e grassi non biodegradabili che causerebbero inquinamento del ricevitore finale

Più precisamente, **per garantire un regolare deflusso e convogliamento in rete delle portate meteoriche, anche durante eventi di piena con tempi di ritorno di 50 anni ($T_r=50$) si offre di posizionare N.1. serbatoio interrato prefabbricato in cemento armato, da 10 mc, completo di**



copertura carrabile per traffico pesante monoblocco prefabbricata in C.A., da utilizzare come vasca volano per l'invarianza idraulica. Il sistema sarà dotato anche di un gruppo di elettropompe sommergibili, opportunamente dimensionate e installate all'interno della stessa vasca, comandate e controllate da quadri elettrici dotati di sistemi elettronici ad inverter in grado di variare le prestazioni idrauliche delle pompe e garantire allo scarico la portata di progetto. Più precisamente, il gruppo pompe sarà costituito da N.2 elettropompe sommergibili aventi portata 20 mc/h, prevalenza 5 m, complete ognuna di basamento per accoppiamento rapido alla tubazione di mandata con ancoraggio superiore tubo di guida, chiavarde ed accessori vari, catene in acciaio INOX con grillo, valvole a saracinesca in ghisa a corpo piatto, valvole di ritegno a palla in ghisa, tubazione di mandata in acciaio INOX AISI 304, regolatori di livello a variazioni di assetto completi di cavo e staffa di supporto, quadro elettrico di comando e controllo delle utenze corredato di batteria tampone e carica batteria per allarme "assenza tensione".



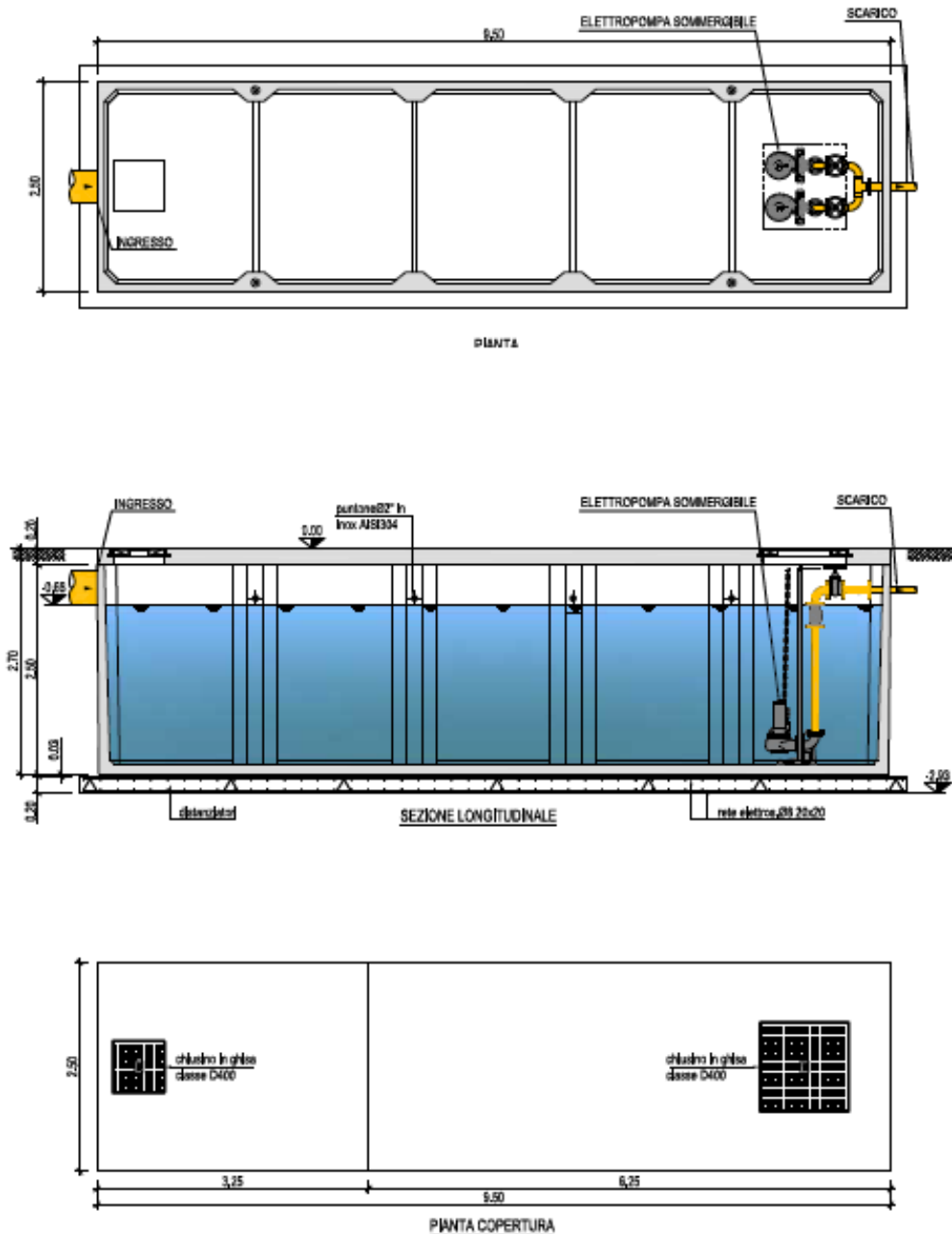
Il serbatoio prefabbricato offerto sarà posizionato all'interno del cortile scolastico prospiciente la nuova palestra in progetto.

Il collegamento idraulico tra la rete di smaltimento delle acque meteoriche e la vasca prefabbricata avverrà attraverso i pozzetti a monte e a valle della vasca di recupero sopra citata, creando un by-pass laterale: le portate eccedenti quelle recuperabili e quelle smaltibili in sicurezza dalla condotta comunale, saranno temporaneamente invasate nel nuovo serbatoio prefabbricato, e riimmesse in rete attraverso il gruppo pompe gradualmente.

6.2. Vasche di compenso con volume utile pari a 50 mc

Il lotto di dimensioni maggiori con destinazione residenziale, sarà dotato di un sistema di compenso analogo con l'unica differenza che il volume interrato avrà una capacità di 50.000 litri (50 mc).

Più precisamente, **per garantire un regolare deflusso e convogliamento in rete delle portate meteoriche, anche durante eventi di piena con tempi di ritorno di 50 anni ($T_r=50$) si offre di posizionare N.1. serbatoio interrato prefabbricato in cemento armato, da 50 mc, completo di copertura carrabile per traffico pesante monoblocco prefabbricata in C.A., da utilizzare come vasca volano per l'invarianza idraulica.**



Il sistema sarà dotato anche di un gruppo di elettropompe sommergibili, opportunamente dimensionate e installate all'interno della stessa vasca, comandate e controllate da quadri elettrici dotati di sistemi elettronici ad inverter in grado di variare le prestazioni idrauliche delle pompe e garantire allo scarico la portata di progetto. Più

precisamente, il gruppo pompe sarà costituito da N.2 elettropompe sommergibili aventi portata 30 mc/h, prevalenza 5 m, complete ognuna di basamento per accoppiamento rapido alla tubazione di mandata con ancoraggio superiore tubo di guida, chiavarde ed accessori vari, catene in acciaio INOX con grillo, valvole a saracinesca in ghisa a corpo piatto, valvole di ritegno a palla in ghisa, tubazione di mandata in acciaio INOX AISI 304, regolatori di livello a variazioni di assetto completi di cavo e staffa di supporto, quadro elettrico di comando e controllo delle utenze corredato di batteria tampone e carica batteria per allarme "assenza tensione".

6.3. Vasche di compenso con volume utile pari a 40 mc

Per quanto riguarda il volume di compenso di dimensione maggiore all'interno dell'area adibita a servizi connessi alla residenza, sarà realizzato posizionando N.4 vasche da 40 mc ciascuna, al fine di raggiungere un volume totale di 160 mc.

Tali vasche, collegate idraulicamente tra di loro, avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- **monoblocco prefabbricato in C.A. da interrare** *realizzato con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C50/60 ($R_{ck} \geq 600 \text{ Kg./cmq.}$), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo) conformi norma UNI EN 206-1, dotato di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01.2018, avente superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia* - **completo di manicotti in PVC inseriti a filo parete a tenuta idraulica per innesto tubazioni d'ingresso e scarico, n.ro 1, 2 o 3 elettropompe sommergibili aventi portata 50 mc/h prevalenza 5 m, complete ognuna di basamento per accoppiamento rapido alla tubazione di mandata con ancoraggio superiore tubo di guida, chiavarde ed accessori vari, catene in acciaio INOX con grillo, valvole a saracinesca in ghisa a corpo piatto, valvole di ritegno a palla in ghisa, tubazione di mandata in acciaio INOX AISI 304, regolatori di livello a variazioni di assetto completi di cavo e staffa di supporto, quadro elettrico di comando e controllo delle utenze corredato di batteria tampone e carica batteria per allarme "assenza tensione.**
- **N.ro ____ copertura carrabile traffico pesante (carichi stradali di 1° categoria) monoblocco prefabbricato in C.A.** *realizzata con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C50/60 ($R_{ck} \geq 600 \text{ Kg./cmq.}$), classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo) conformi norma UNI EN 206-1, dotata di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01.2018, avente superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia* - **completa di chiusini in ghisa sferoidale D400**