

COMUNE DI ORISTANO
PROVINCIA DI ORISTANO



*Progetto di Variante non sostanziale del
Comparto "B" del Piano di Lottizzazione
Convenzionato denominato "Borgo Verde" in
località Sa Rodia ad Oristano*



**STUDIO
DI
INVARIANZA IDRAULICA**

I tecnici Incaricati:

Geol. Stefano Sanna

Ing. Francesco Castagna

RELAZIONE TECNICA

1. Studio di Invarianza idraulica.

Come noto uno dei maggiori effetti dell'urbanizzazione è il consumo di territorio. Il consumo di territorio si concretizza, dal punto di vista idrologico, nell'aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli; una delle prime conseguenze è la diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi. I piccoli invasi, in terreni naturali, sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali che consentono l'accumulo dell'acqua. Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (dell'ordine di pochi millimetri) costituisce un invaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. In senso del tutto generale, si può dire che i volumi di invaso sono la principale causa del fenomeno della laminazione dei deflussi.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuiscono in modo determinante all'incremento del coefficiente di afflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente idrometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate.

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area deve essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

La portata in eccesso, derivata dall'impermeabilizzazione dell'area, o la quota parte che non può essere recepita dal collettore, deve essere trattenuta momentaneamente all'interno dell'area oppure va allontanata in altra maniera, tipo dispersione nel sottosuolo. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono diverse tra cui:

- *creazione di un invaso concentrato a cielo aperto o interrato;*
- *creazione di un invaso diffuso sotterraneo (sovradimensionamento rete fognaria);*
- *dispersione nel sottosuolo (pozzi drenanti)*

Nel caso in esame, considerato la presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si ritiene che si possa intervenire mediante la realizzazione di condotte sovradimensionate, in modo che, quando la portata entrante supera quella uscente, si abbia un progressivo riempimento della rete che funge da serbatoio diffuso nell'area.

L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali gli spazi per altre opere compensative risultano limitati come appunto nella lottizzazione in progetto e ben si presta ad utilizzare come sede di invaso quella sottostante alla rete stradale ed ai piazzali. Si ipotizza di concentrare i volumi d'acqua da invasare in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino corrispondente all'area in esame.

1.1 Stima dell'idrogramma di piena.

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena è stato considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r = 0.4$. Nel caso di lottizzazioni appartenenti alla classe di intervento c) devono essere considerati i due differenti tempi di ritorno (T_r) 20 e 50 anni che verranno utilizzati rispettivamente per il dimensionamento della rete di drenaggio interno 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 al. 2000), è stato calcolata l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed ai due diversi Tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i dati relativi alle aree oggetto di piano attuativo.

$T_r = 50$ anni

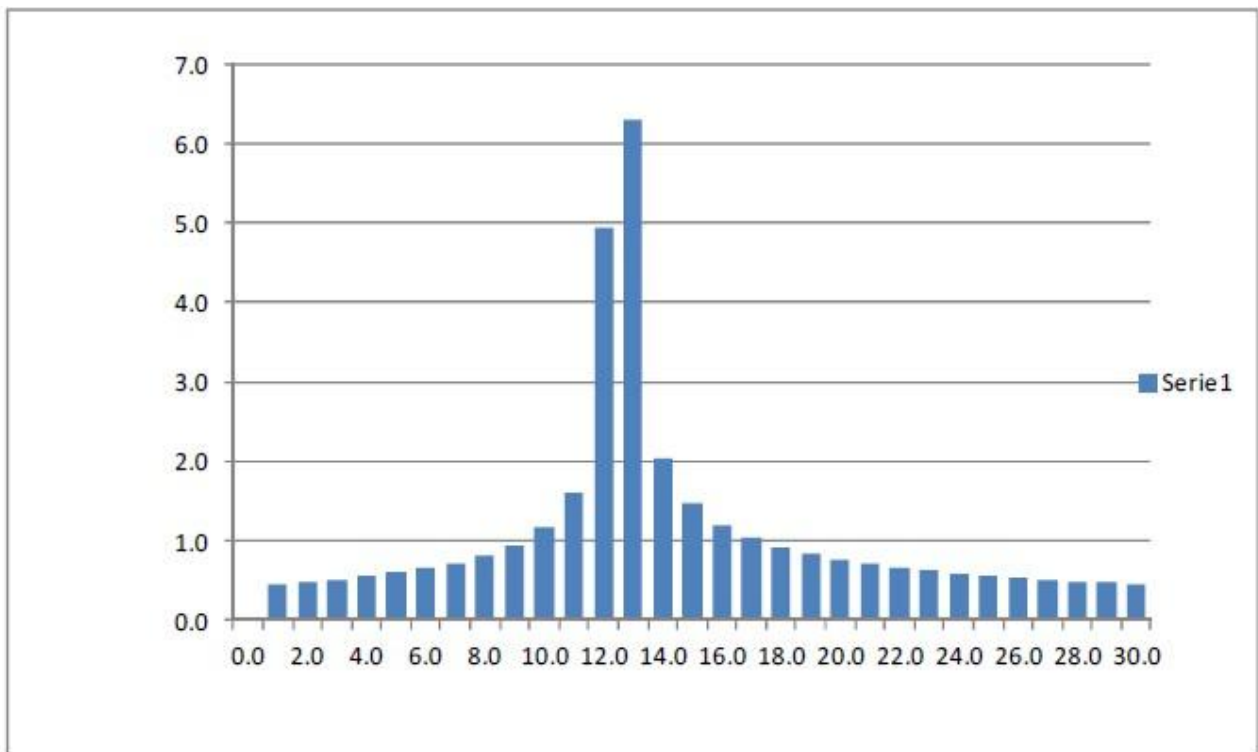
$H_g = 45$

Sottozona 1

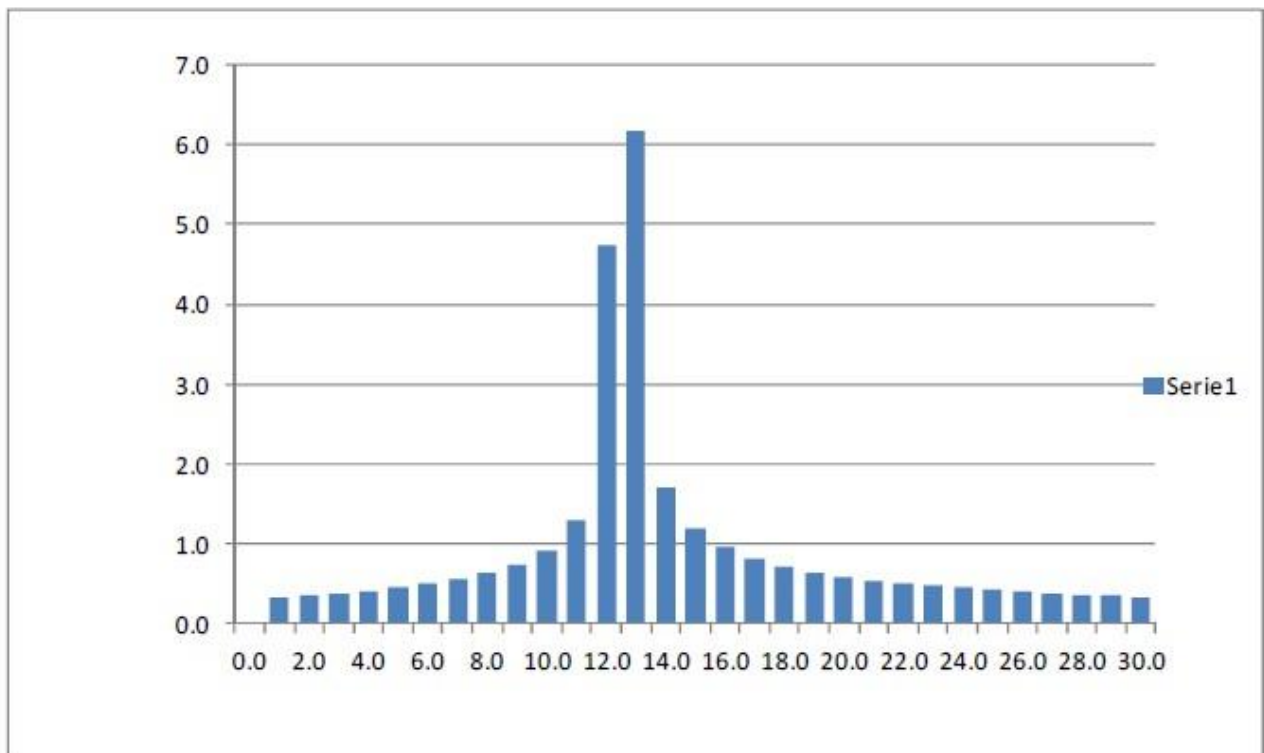
Durata ietogramma [min] = 30 minuti

$A_{rf} = 1$

Superficie lotto (Progetto di Variante) = 6.389,02 mq



letogramma discreto $Tr=20$ anni

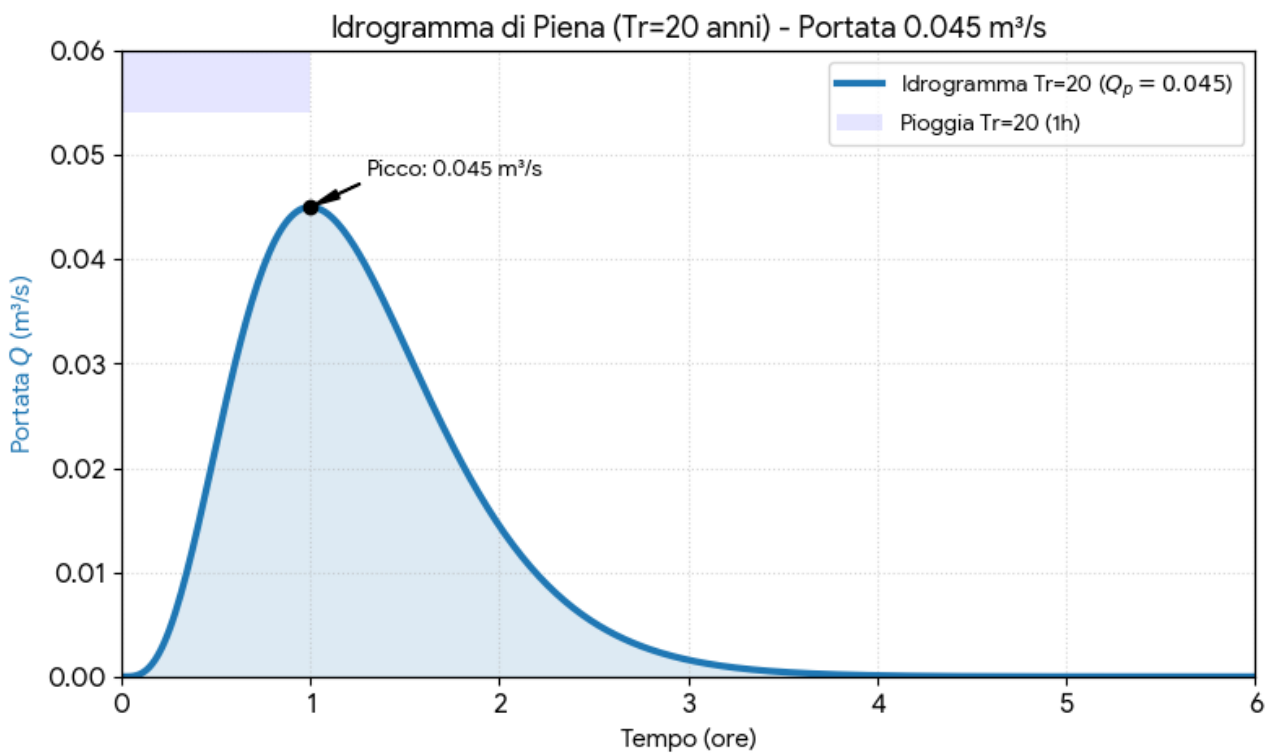
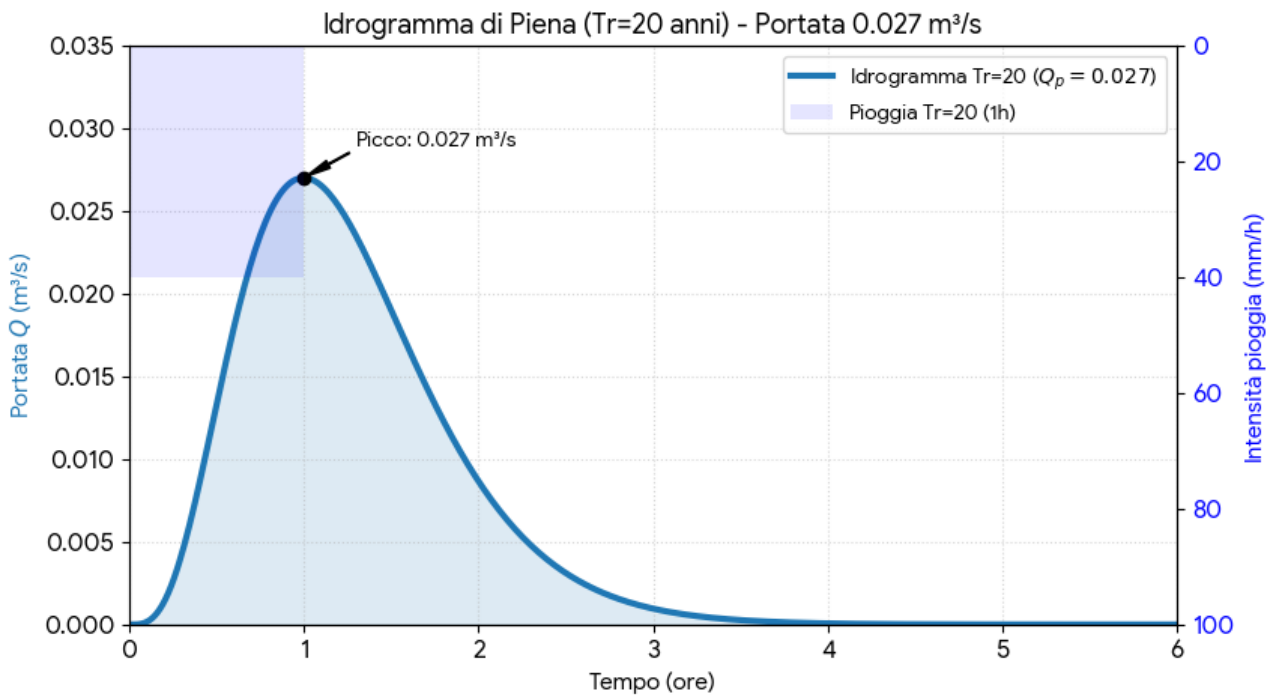


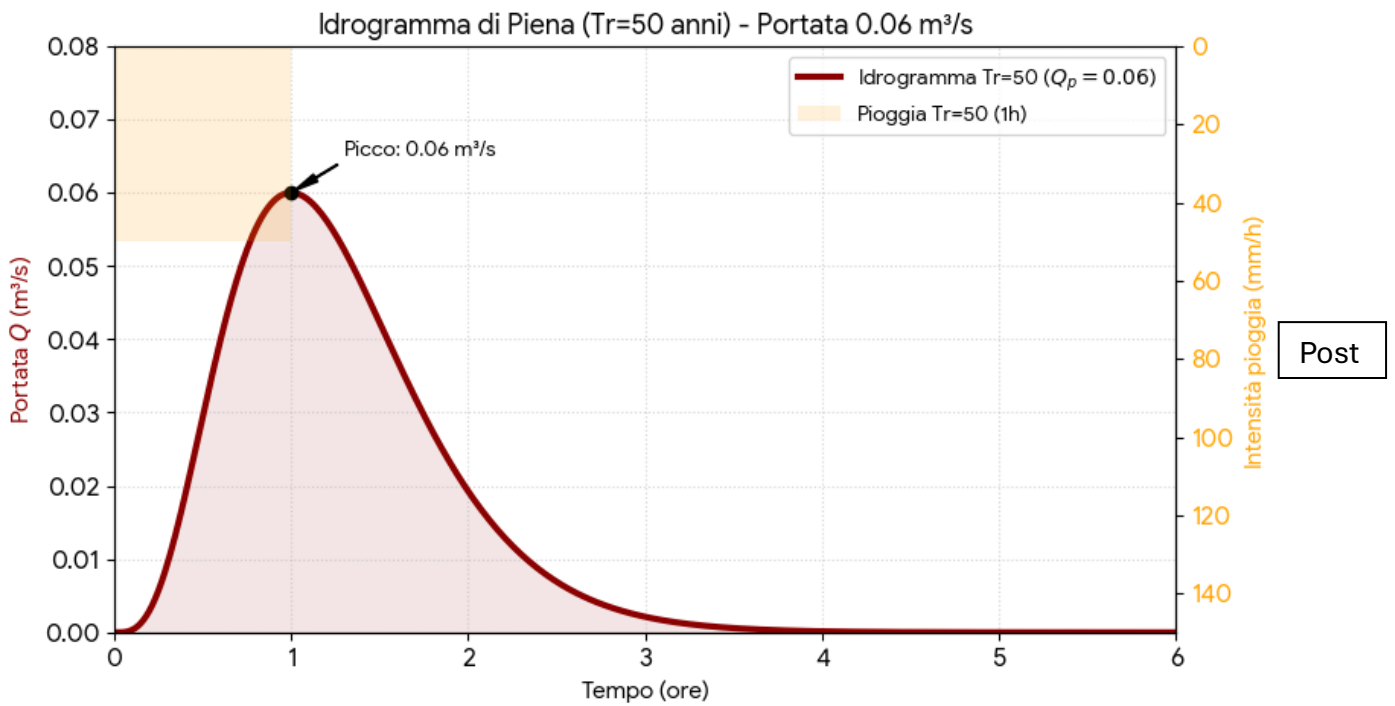
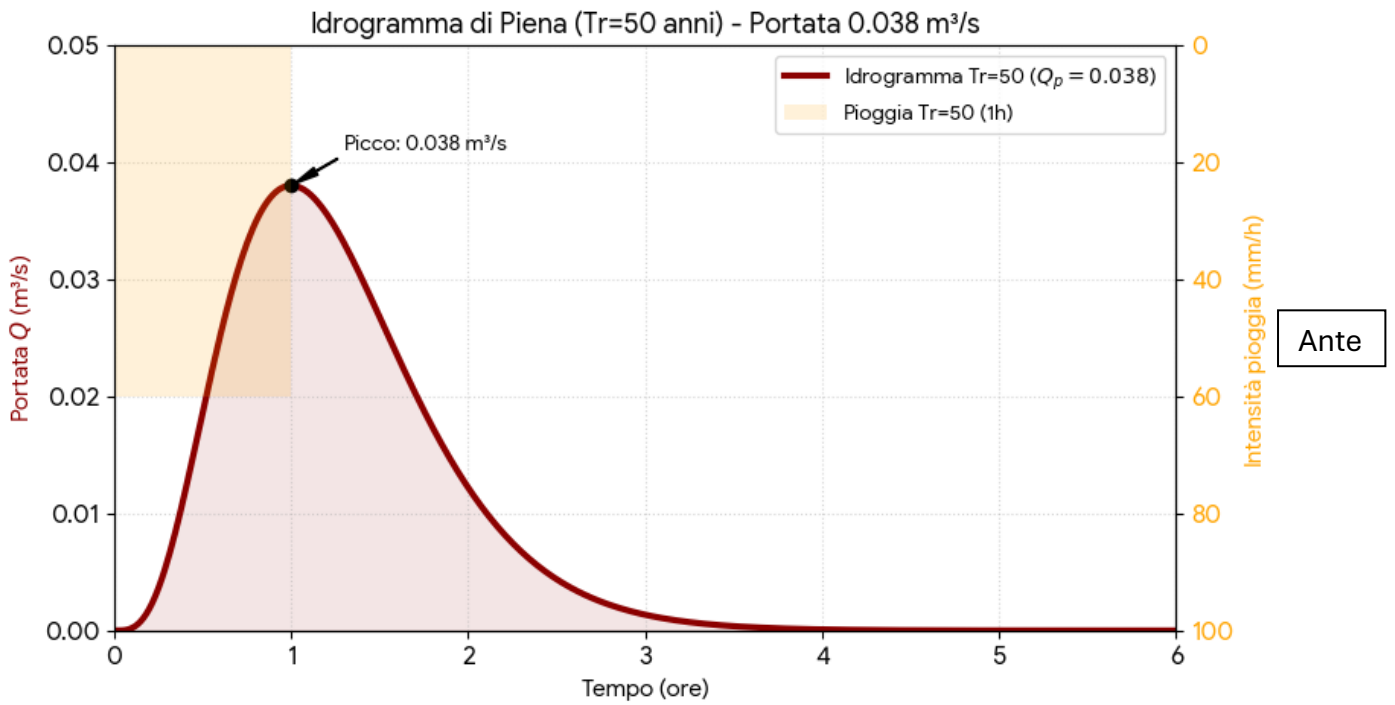
letogramma discreto $Tr=50$ anni

Con riferimento al metodo CN-SCS, di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri considerati per il calcolo della portata e dell'idrogramma di progetto nella situazione attuale e nella situazione post-intervento:

POST	
CN (II categ.)	78.67
CN (III categ.)	89.50
s	29.80
la	6.0
ANTE	
CN (II categ.)	81.83
CN (III categ.)	91.50
s	23.60
la	4.7

Gli idrogrammi di piena ottenuti sono riportati di seguito;





Di seguito si consegna il quadro sintetico relativo ai valori di portata:

PORTATE DI PICCO [m3/S]			
Area di lottizzazione		Tr 20 anni	Tr 50 anni
		Stato attuale	0,027
	Stato di progetto	0,045 (*)	0,06
Differenza	mc/s	0,018	0,022
(*) portata di progetto del sistema fognario			

La differenza del volume netto di deflusso stata fissata precauzionalmente in circa 20 mc.

Una volta valutate le portate ed i volumi di progetto e necessario verificare che il recettore finale sia in grado di smaltire questi nuovi contributi generati dalla nuova area in trasformazione. Le norme classificano gli elementi recettori sulla base di 3 differenti categorie: Alta, Media e Bassa capacità di smaltimento di ulteriori portate. A seconda della categoria di appartenenza possono essere applicati dei coefficienti correttivi alla portata massima defluente dall'intera area in trasformazione nella situazione attuale (valori Q_a CN-IIIa; Tr 50) sulla base della Tabella seguente.

Capacità di smaltimento del recettore	Parametro correttivo k
Alta	1
Media	0.8
Bassa	0.5

da cui

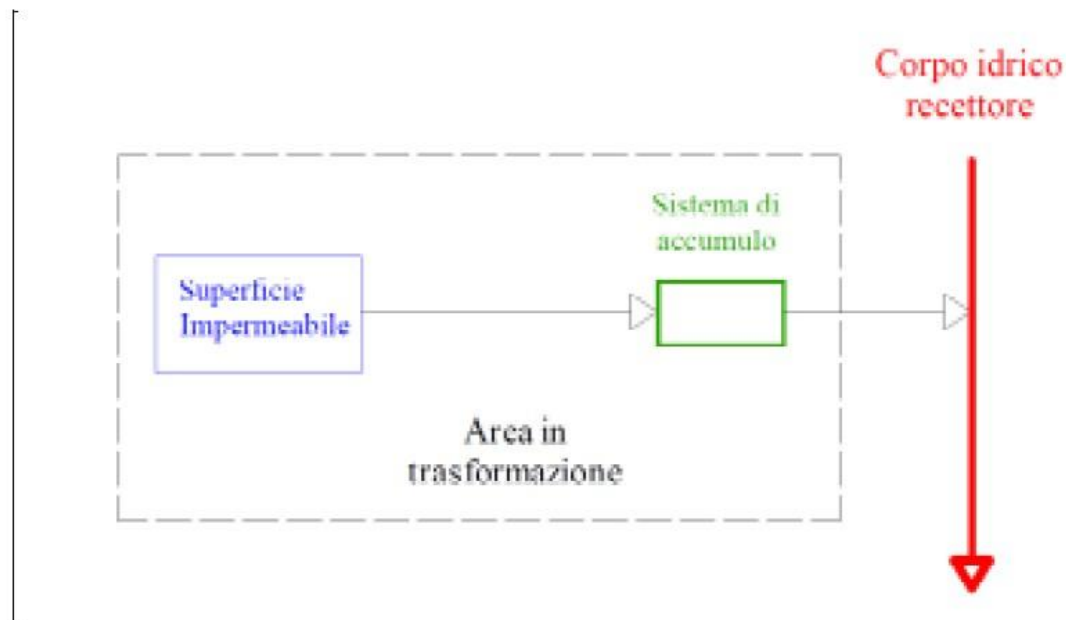
$$Q_a \text{ corr} = Q_a * k$$

Nel caso in esame in via precauzionale e stato considerato un valore del parametro k pari a 1.

7.12 Dimensionamento delle opere idrauliche

Di seguito si consegnano le elaborazioni necessarie alla valutazione delle dimensioni delle opere di compensazione che consenta di rispettare il principio dell'invarianza idraulica; nel caso specifico sarà valutata la dimensione della vasca da realizzare a valle dell'intero sistema drenante delle acque bianche, che come indicato in precedenza dovrà essere realizzato sulla base di un tempo di ritorno di 20 anni.

Lo schema della vasca di laminazione riportato nella seguente figura mostra che la vasca deve raccogliere i deflussi generati dalle diverse superfici impermeabili dell'area e deve essere posizionata a monte della immissione nel corpo idrico recettore.



Schema del sistema di raccolta con la presenza di sistema di accumulo

Il metodo di analisi per la valutazione delle dimensioni della vasca adottato è il metodo di Runge Kutta del terzo ordine; esso consiste nel suddividere ogni intervallo di tempo in tre incrementi e calcolare valori successivi di altezza della superficie dell'acqua e di portata effluente per ogni incremento. L'incremento di volume ΔV dovuto ad un incremento di altezza Δh può essere espresso dalla seguente formula:

$$\Delta V = A(h) \cdot h$$

dove $A(h)$ è la superficie dell'acqua corrispondente all'altezza h .

È possibile esprimere la relazione che lega la superficie dell'acqua all'altezza h tramite la seguente relazione:

$$A = ah^3 + bh^2 + ch + d$$

in cui i parametri a , b , c e d sono caratteristici dell'invaso considerato.

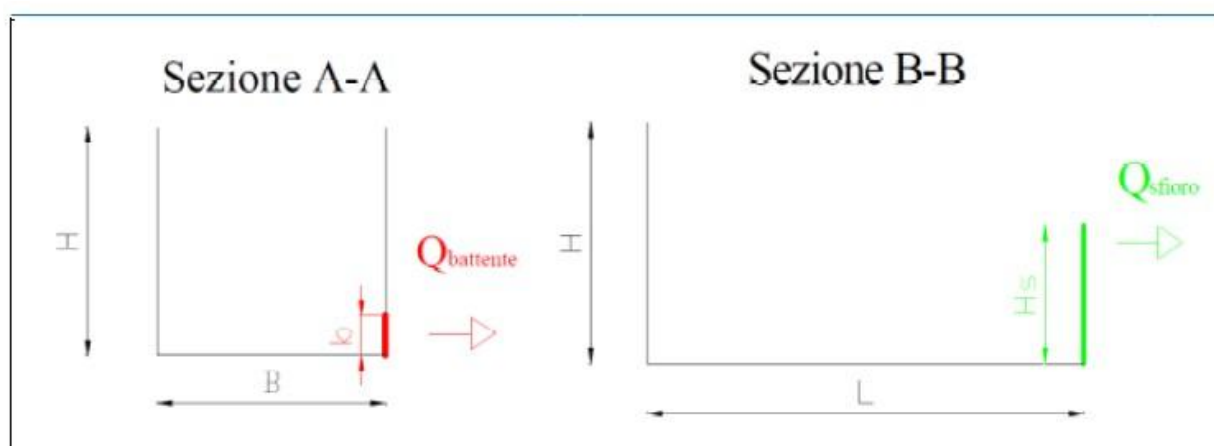
Nel caso specifico si prevede di realizzare una vasca con sezione rettangolare di dimensioni $L \times B$, relazione che lega la variazione del volume di invaso V al livello h e rappresentata da una retta che si mantiene a pendenza costante. Per la vasca a pianta rettangolare i parametri a , b e c sono uguali a zero mentre $d = L \times B$. Nelle

Figure di seguito sono riportate la planimetria e le sezioni della vasca di laminazione che si andrà a dimensionare.

Si osserva che gli organi di scarico sono costituiti da uno scarico di fondo di forma rettangolare di dimensioni $a \times b$ e da uno sfioratore di superficie avente larghezza L_s ed altezza H_s .



Schema planimetrico del sistema di accumulo



Sezione del sistema di accumulo

Come si rileva dalle tabelle seguenti le dimensioni assunte per la vasca di laminazione sono le seguenti

Dimensioni di base $B \times L$ (3 m x 4 m) H liv. idrico 1,90 m

In fase esecutiva andranno valutate eventuali ripartizioni dei volumi di laminazione dimensionando singole vasche a servizio delle singole unità abitative.

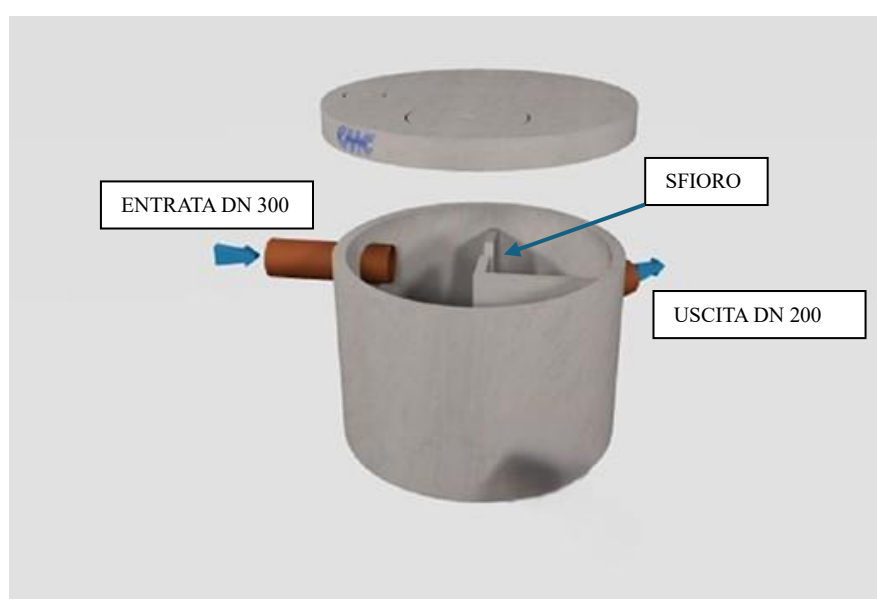
Geometria battente	
mu battente	0,6
Cc	0,9
larghezza luce a	0,3
altezza luce b	0,4
Geometria sfiori	
Hs soglia sfioro	2,1
Larghezza Ls (m)	1,5
mu stramazzo	0,4
Vasca	
pendenza fondo vasca	0.001
c (Strickler)	80
L1	3
B1	4

Tale volume di accumulo pu  essere opportunamente conseguito anche mediante la predisposizione di una tubazione in Polietilene strutturato del diametro DN 300 mm sviluppa al di sotto del piano del marciapiede per una lunghezza di 300 m.

Tale condotta, confluisce attraverso un pozzetto di scolmo al collettore di scarico, meglio descritto nel paragrafo successivo.

Tramite un sistema a sfioro, invia la prima parte dell'evento meteorico direttamente al ricettore finale.

Il sistema di cui sopra, accumula le acque di piena (DN 300) e, una volta terminato l'evento, un sistema a paratia o pompa di rilancio convoglia l'acqua accumulata verso la rete di scarico minore (DN 200).



Pozzetto di scolmo

Le acque accumulate nella tubazione DN 300 rimangono stoccate per un periodo variabile (solitamente 48 ore dopo la fine della pioggia) prima di essere inviate al collettore finale (DN 200) tramite pompa temporizzata.

Un sistema con quadro elettrico e sensori gestisce l'attivazione della pompa e i tempi di ritenzione (rilancio temporizzato).

1.2 Calcolo del collettore.

Il dimensionamento del collettore di scarico in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino viene determinato ponendoci nell'ipotesi di moto uniforme.

In condizioni di moto uniforme la velocità media all'interno della condotta è legata alle caratteristiche della stessa (pendenza, scabrezza, dimensioni) e dalla corrente (raggio idraulico, area della sezione bagnata) dalla legge del moto uniforme che si esprime tramite la ben nota formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R} \cdot i$$

dove:

χ = è il coefficiente di scabrezza

A = area del bacino

R = è il raggio idraulico

i = la pendenza di fondo

Il coefficiente di scabrezza viene calcolato con la formula di Bazin

$$\chi = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad \gamma = \text{indice di scabrezza}$$

Fissata la pendenza i , il problema si riduce alla definizione della dimensione della sezione in modo che il tirante idrico h connesso con la portata Q di progetto, assicuri un prefissato franco minimo di sicurezza. Nel caso di condotti chiusi la portata massima di un collettore non corrisponde al grado di riempimento massimo della condotta. Infatti, la presenza di un franco, deve consentire una completa ed efficace aerazione della canalizzazione ed evitare che i fenomeni ondosi, che possono innescarsi sulla superficie libera, occludano momentaneamente lo speco provocando fenomeni di battimento pericolosi per la durata e la stabilità della condotta. Il riempimento massimo deve essere inferiore a quello a cui corrisponde la massima velocità di moto uniforme (per condotte circolari quindi $h_{\max} < 0,8 D$). La velocità massima in condotta non dovrà superare di norma i 2 m/s, in casi

eccezionali i 4 m/s; Considerando una tubazione a sezione circolare in PVC (UNI EN 1401-1) , tipo Classe SN 4, diametro \varnothing 200 con pendenza longitudinale del 0.02%, la portata in corrispondenza della sezione di chiusura risulta essere di 41.55 lt/sec. A tale valore corrisponde un'altezza idrica $h = 16$ cm, con una velocità in condotta di 1.53 m/sec e un grado di riempimento pari al 78%.

Il valore ottenuto verifica la portata massima in condizioni di pioggia critica di progetto con un tempo di ritorno di 50 anni.

7.12 Conclusioni.

"Alla luce di quanto esposto, la realizzazione delle opere comporterà un incremento del coefficiente di deflusso superficiale rispetto allo stato attuale. Si rende pertanto necessaria l'adozione del sistema di accumulo proposto, per la laminazione delle portate di piena. Nello specifico, il sovradimensionamento della rete fognaria interna alla lottizzazione garantirà la capacità d'invaso necessaria a differire il rilascio delle acque nel ricettore finale. Tale accorgimento assicurerà il rispetto del principio di invarianza idraulica, evitando il sovraccarico del sistema fognario comunale e garantendo che non vi sia alcun aggravio rispetto alle condizioni pre-intervento."

Oristano lì, marzo 2026