



# Comune di Ascoli Piceno

MEDAGLIA D'ORO AL VALOR MILITARE PER ATTIVITÀ PARTIGIANA

**PIANO PARTICOLAREGGIATO ESECUTIVO  
ZONA APRS-2 "AREE A PREVALENTE DESTINAZIONE  
RESIDENZIALE E SERVIZI" - VIALE INDIPENDENZA  
AREA EX CENTRO DIREZIONALE  
(ART. 62 DELLE N.T.A. DEL PIANO REGOLATORE GENERALE)**



ELABORATO

**G.03**

SCALA

**varie**

DATA

Ottobre 2018

OGGETTO

**PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE PER L'INVARIANZA IDRAULICA**

(L.R. n.22/2011, art.10 - D.G.R. n.53/2014 titolo III)

**RELAZIONE TECNICA**

Sindaco:

Guido Castelli

Assessore Urbanistica: Luigi Lattanzi

Segretario Generale: Giovanni Schiano Di Colella Lavina

Progettazione: Vincenzo Ballatori - Maurizio Piccioni

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA  
E GEOTECNICA MARUCCI

dott.geol. Vittorio Marucci

dott.geol. Pier Luigi Anasparri

STUDIO TECNICO DI  
PROGETTAZIONE

Maravalle Ing. Massimo Livio

## Indice

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	6
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	7
5. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO.....	8
6. CONFRONTO CON EVENTUALI DISPOSIZIONI PIU' RESTRITTIVE.....	9
7. SCHEMA DI VALUTAZIONE GLOBALE DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....	10
7.1. Valutazione degli interventi utili a garantire l'invarianza idraulica.....	12
7.1.1. Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree pubbliche.....	13
7.1.1.1 Interventi realizzabili nel sottosuolo e/o invisibili).....	13
7.1.1.2 Interventi realizzabili nel soprassuolo e/o visibili).....	16
7.1.2 Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree private.....	22
8. PRESCRIZIONI.....	23
8.1 Prescrizioni per le aree che diverranno pubbliche.....	24
8.2 Prescrizioni per le aree fondiarie o assimilabili.....	25
9. PROGETTO DEGLI INTERVENTI PER IL CONSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA PER LE SUPERFICI PUBBLICHE.....	28
9.1 Elaborazione statistica dei dati di pioggia.....	29
9.2 Dispositivi di laminazione.....	33
9.2.1. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 1 – aree pubbliche.....	34
9.2.1.1. Volume minimo di invaso.....	34
9.2.1.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento.....	38
9.2.2. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 2 – aree pubbliche.....	43
9.2.3. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 3 – aree pubbliche.....	44
9.2.3.1. Volume minimo di invaso.....	44
9.2.3.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento.....	48
9.2.4. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 4 – aree pubbliche.....	53
9.2.4.1. Volume minimo di invaso.....	53
9.2.4.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento.....	57
9.2.5. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 5 – aree pubbliche.....	62

## 1. PREMESSA

Il Comune di Ascoli Piceno, nell'ambito della progettazione del **“Piano Particolareggiato Esecutivo Zona Aprs-2” Aree a prevalente Destinazione Residenziale e Servizi**, con **Determinazione n. 2235 del 30/07/2018** ha incaricato lo Studio Associato di Geologia e Geotecnica Marucci di redigere la **Verifica per l'invarianza idraulica**, ai sensi dell' art. 10, comma 3 della L.R. 22 del 23.11.2011.

Lo studio, **redatto con la collaborazione dell'Ing. Massimo Livio Maravalle**, è stato condotto sulla base delle seguenti norme:

- art.10, comma 3 della Legge Regionale n.22/2011 (Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22)
- D.G.R. n.53 del 21.01.2014 (CRITERI, MODALITA' E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLA TRASFORMAZIONI TERRITORIALI), pubblicata sul B.U.R. della Regione Marche n.19 del 17.02.2014 (d'ora in avanti *Criteri*).

Inoltre, sono stati perseguiti, per quanto possibile, i principi contenuti nelle:

- **“LINEE GUIDA”** generali, pubblicate in data 04.04.2014, e richiamate nel Titolo I della D.G.R. n.53/2014, seppur non vincolanti, ma di natura esplicativa dei contenuti dei *Criteri*; nello specifico si è consultata la parte **“B”** (Sviluppo della Verifica per l'invarianza idraulica) delle Linee Guida.

La L.R. n.22/2011, all'articolo 10, comma 3 prevede che *“Al fine altresì di evitare gli effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di*

*permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione".*

La D.G.R. n.53/2014 contiene i criteri tecnici utili alla definizione delle Verifiche di Compatibilità Idraulica (V.C.I.), nonché i principi per il perseguimento dell'"Invarianza idraulica (I.I.), il tutto in attuazione di quanto previsto all'art.10, comma 4 della L.R. n.22/2011.

Al paragrafo 3.3 della D.G.R. n.53/2014 è previsto che “gli enti competenti al rilascio dei titoli abilitativi ad attività di trasformazione del suolo provocanti una variazione della permeabilità superficiale accertano siano applicate le previsioni del titolo III” della delibera stessa. Le *Linee Guida* ribadiscono che *“l'applicazione delle misure per l'invarianza idraulica, qualora richieste, costituisce ulteriore elemento da soddisfare per il rilascio del titolo abilitativo alla realizzazione degli interventi edilizi”*.

L'intervento proposto comporta **la trasformazione del suolo con conseguente variazione della permeabilità superficiale**, pertanto deve **prevedere misure compensative allo scopo di perseguire il principio di invarianza idraulica**.

In sintesi, l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, **gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo**.

Il criterio deve tener conto dell'effettivo grado di consumo della risorsa associato ad ogni singolo intervento, e richiedere azioni compensative proporzionate di conseguenza.

Anche le misure da applicare sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione ed a tal fine vengono indicate, al titolo III dei *Criteri*, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione

all'effetto atteso dell'intervento.

Si riporta al capitolo 5 la **determinazione della classe dell'intervento** in funzione delle soglie dimensionali definite nella tabella n.1 della D.G.R n.53/2014.

Alla presente relazione si allegano i seguenti elaborati grafici:

- **Elaborato G.03.1: Individuazione e caratterizzazione delle superfici intercettanti le acque meteoriche ante e post-operam**
- **Elaborato G.03.2: Progetto degli interventi per il perseguimento dell'invarianza idraulica**



## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona comprendente l'area dell'“Ex Centro Direzionale” è situata ad Est del centro storico di Ascoli Piceno e cioè nel quartiere di porta Maggiore, a Sud-Est della stazione ferroviaria, tra la linea ferroviaria e Viale Indipendenza.

L'area, comprensiva anche delle zone in conservazione, ha una estensione di oltre 28.000 mq, mentre le aree oggetto di trasformazione sviluppano una superficie complessiva pari a 16.758mq, così suddivisa:

- Sub-ambito 1                      3.375,0mq
- Sub-ambito 2                      926,0 mq
- Sub-ambito 3                      5.848,0 mq
- Sub-ambito 4                      4.883,0 mq
- Sub-ambito 5                      1.726,0 mq

Il perimetro di intervento comprende zone già edificate e zone ancora libere; cartograficamente è compresa nella tavoletta I.G.M. “Ascoli Piceno Est” in scala 1 :25.000, IV° quadrante S-E del F. 133 della Carta d'Italia.

Nella Nuova Carta Tecnica della Regione Marche l'area in oggetto è individuata nella sezione 32612.

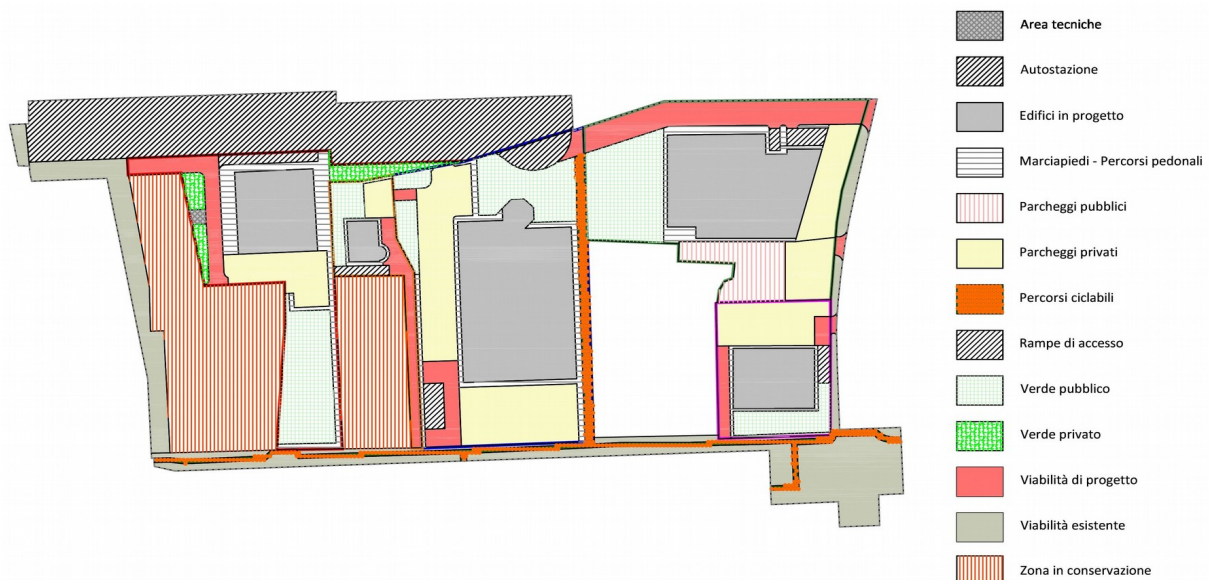


Figura 1: Zonizzazione di progetto del Piano Particolareggiato

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area del Piano Particolareggiato in oggetto, appartiene al terrazzo fluviale di III° ordine, generato dall'azione erosivo-sedimentaria del Fiume Tronto, pertanto i terreni presenti nella zona sono costituiti da una coltre alluvio-colluviale di **limi sabbiosi**, di spessore estremamente variabile (da 2,00 a 10,0 metri) e verso il basso, da **ghiaie alluvionali** eteroclastiche ed eterometriche, caratterizzate da un buon grado di arrotondamento, con matrice limoso-sabbiosa, dello spessore variabile tra 2,00 e 5,00 metri (**Vedi Elaborato n. G.01.3 – Sezioni litostratigrafiche**).

Il substrato geologico della zona è costituito dalla **formazione della Laga**, e cioè da alternanze di strati arenacei e marnoso-argillosi aventi una giacitura con immersione verso nord-est e pendenze medie di 20-25°, come risulta da alcuni affioramenti rocciosi presenti sui versanti e nelle incisioni vallive.

Da quanto esposto, è possibile ricostruire la seguente successione stratigrafica (dall'alto verso il basso):

- **Limo sabbioso** debolmente argilloso di colore nocciola, mediamente consistente e con raro ghiaietto disperso (spessore variabile da 2,00 a 5,0 m);
- **Alluvioni ghiaiose**, eteroclastiche ed eterometriche, in matrice limoso-sabbiosa (spessore variabile da 2,00 a 5,0 m);
- **Formazione della Laga**, costituita da alternanze di strati arenacei e marnoso-argillosi (spessore indefinito, da m 10,00 in poi).

#### 4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area d'intervento è compresa in una zona quasi completamente urbanizzata e pertanto, la **circolazione idrica di superficie** è regolata principalmente dalla rete fognante esistente e dalle canalizzazioni di superficie, che raccolgono e smaltiscono le acque di diretta precipitazione meteorica.

Per quanto riguarda **la circolazione idrica profonda**, come evidenziato dai dati stratigrafici reperiti, è **presente una falda acquifera all'interno delle alluvioni ghiaiose**; tale falda risulta tamponata inferiormente dal basamento roccioso rappresentato dalla formazione arenaceo-marnosa;

Il livello della falda si rileva mediamente a circa  $6,0 \div 7,0$  m di profondità dall'attuale piano campagna, con un battente di circa  $1,0 \div 2,0$  metri, ed è soggetto ad oscillazioni stagionali.

Pertanto non ci sono interferenze con i meccanismi di laminazione potenzialmente installabili.



## 5. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO

Le misure da applicare per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica, in termini di prestazioni attese, sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione.

A tal fine vengono indicate, al titolo III dei *Criteri*, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

I parametri di riferimento sono l'estensione superficiale dell'intervento ed il grado di impermeabilizzazione.

Onde determinare la consistenza dell'intervento si è considerato l'intero perimetro del Piano, la cui estensione è pari a 28.079mq; si è considerata anche l'estensione dei singoli subambiti, che sommati raggiungono un'estensione pari a 16.758 mq.

Inoltre, il valore del parametro IMP (coefficiente di impermeabilità), indice della frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile dopo la trasformazione, è pari ad almeno 0,89.

In tali condizioni, l'intervento proposto ricade nella ***terza classe di intervento ("significativa impermeabilizzazione potenziale")***, secondo quanto stabilito dalla tabella n.1 della D.G.R n.53/2014.

**Pertanto, tutte le trasformazioni che si opereranno all'interno del Piano, seppur in maniera differita e/o autonoma per ciascuna sub-ambito, andranno trattate secondo i criteri riservati alla terza classe di intervento.**

## 6. CONFRONTO CON EVENTUALI DISPOSIZIONI PIU' RESTRITTIVE

La D.G.R. n.53/2014, al TITOLO III, prescrive che i criteri di invarianza idraulica vadano confrontati con eventuali disposizioni più restrittive ovvero più cautelative nei confronti della sicurezza approvate dalle norme di attuazione dei piani di bacino ovvero analoghi strumenti redatti dalle Autorità di Bacino / Distretto ricadenti all'interno del territorio regionale.

**Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (P.A.I.), approvato con Delibera Amministrativa n. 81 del 29/01/2008 del Consiglio Regionale della Regione Marche e n. 121/4 del 7/11/2008 del Consiglio Regionale della Regione Abruzzo, non ha individuato alcun livello di rischio e pertanto non sono previste altre disposizioni da osservare.**

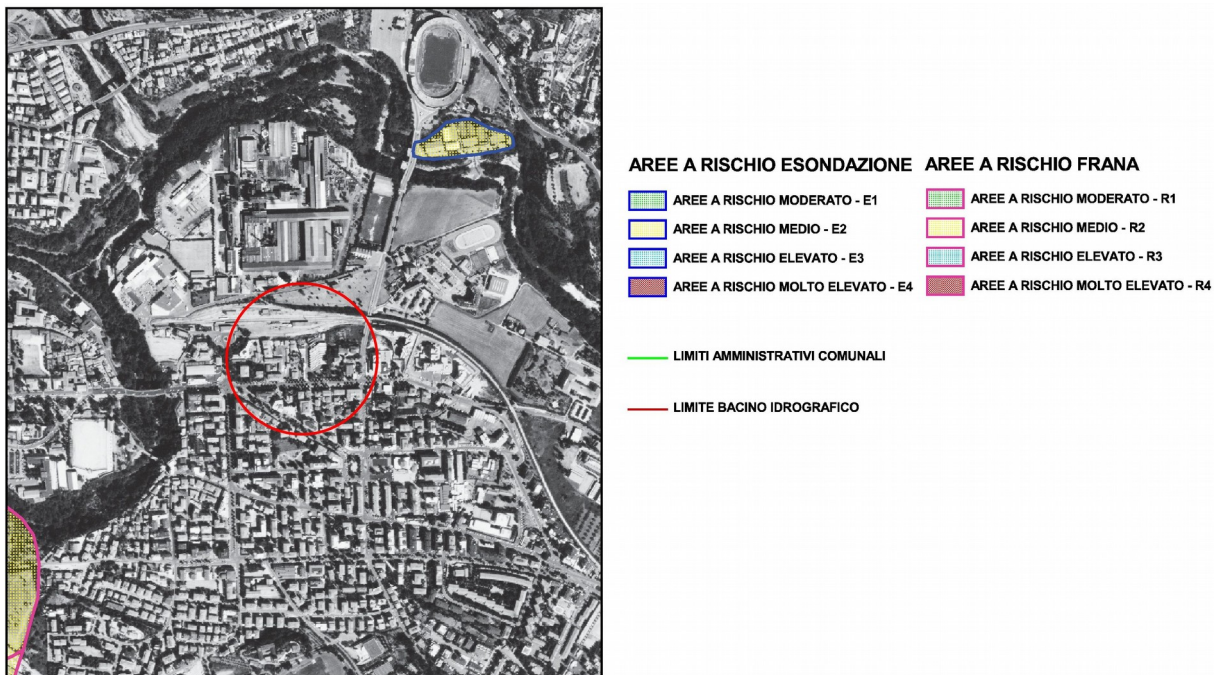


Figura 2: Stralcio del PAI dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto

## 7. SCHEMA DI VALUTAZIONE GLOBALE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Per redigere una valutazione analitica dell'invarianza idraulica, occorrerebbe definire in dettaglio, sia per le aree pubbliche (o che diverranno pubbliche) che per quelle private:

- la tipologia di trasformazione del suolo con individuazione dei materiali;
- l'impostazione altimetrica degli interventi;
- il dettaglio del sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Allo scopo di semplificare l'approccio al problema, viene operata una distinzione tra gli interventi da realizzarsi su aree pubbliche (o che diverranno pubbliche) e gli interventi da realizzarsi sulle superfici fondiarie ed assimilabili.

Tale approccio, pur costituendo un'approssimazione (in quanto le misure di mitigazione da realizzarsi per le superfici pubbliche sottendono un bacino urbano che congloberà anche le superfici fondiarie), si rende inevitabile per le motivazioni di seguito esposte:

- non è possibile determinare, in sede di redazione dello Strumento Urbanistico Attuativo, alcune scelte che saranno di natura soggettiva e specifica per ogni singolo intervento privato;
- l'attuazione del Piano avverrà per sub-ambiti, dunque in maniera differita nel tempo ed in funzione delle specifiche esigenze.

Pertanto, l'attuazione delle misure per l'invarianza idraulica avverrà in maniera distinta e separata.

- per le aree pubbliche (o che diverranno pubbliche)
- per le superfici fondiarie od assimilabili ad esse.

Ai sensi del punto 3.4 della D.G.R. n.53/2014, viene redatto uno **schema di valutazione globale dell'invarianza idraulica** analizzando **alcune ipotesi di interventi** utili a garantire la stessa (paragrafo 7.1).

**Per le aree pubbliche o che diverranno pubbliche**, invece, viene redatto uno specifico progetto delle opere atte a garantire l'invarianza idraulica con relativa verifica (capitolo 9).

L'intervento in esame è inquadrabile nella **terza classe di intervento**, secondo la classificazione di cui alla tabella 1 – paragrafo 3.4 - dei *Criteri* e come indicato nel capitolo 5 della presente relazione e pertanto, la trasformazione correlata all'intervento proposto determinerà una **significativa impermeabilizzazione potenziale**.

L'intervento dovrà garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica attraverso:

- a) la **realizzazione di un volume minimo di invaso**;
- b) la **realizzazione di manufatti di protezione e di regolazione delle portate**, allo scopo di garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni;
- c) la **realizzazione di manufatti di regolazione delle portate**, allo scopo di garantire una portata in uscita (allo scarico) nella configurazione di progetto, non superiore a quella desumibile da un coefficiente idrometrico di 20 litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per  $T_r=30$  anni.

Mentre la determinazione dei volumi di cui al punto a) può essere effettuata separando i volumi di competenza delle superfici fondiarie (o assimilabili) dai volumi di competenza delle superfici che diverranno pubbliche, non è altrettanto immediata

la determinazione dei meccanismi atti a garantire il principio di cui ai punti b) e c) nel caso in cui si volesse separare l'approccio al modello di laminazione per le aree fondiarie (ed assimilabili) e per le aree pubbliche.

**Pertanto, va prescritta l'attuazione delle misure per l'invarianza idraulica, all'interno dei singoli fondi, secondo i criteri della terza classe di intervento.**

Infatti, l'approccio all'invarianza idraulica per un singolo lotto, se decontestualizzato, porterebbe alla determinazione di scelte che soddisfano i soli principi relativi alla prima classe di intervento.

**Occorrerà invece attuare, anche nel singolo lotto, i principi relativi alla terza classe di intervento, in quanto il contributo di ogni area determinerà il soddisfacimento globale delle misure necessarie all'intero piano.**

La verifica delle suddette prescrizioni andrà effettuata:

- nell'ambito della progettazione esecutiva delle opere di urbanizzazione per gli interventi su aree pubbliche (o che diverranno pubbliche);
- in sede di Permesso di Costruire (o altro titolo richiesto) per quelli su aree private.

### ***7.1. Valutazione degli interventi utili a garantire l'invarianza idraulica***

Vengono di seguito fornite delle indicazioni operative sulle modalità di applicazione della DGR 53/2014, suggerendo tipologie di opere più idonee al piano particolareggiato in oggetto.

In linea generale si fa riferimento alle soluzioni tipologiche suggerite nelle “Linee Guida”.

La scelta definitiva delle misure per l'invarianza idraulica può risultare la somma di più soluzioni tipologiche opportunamente combinate.



### 7.1.1. Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree pubbliche

#### 7.1.1.1 Interventi realizzabili nel sottosuolo e/o invisibili)

I volumi di invaso necessari saranno realizzati nel sottosuolo.

Tali volumi avranno sempre e comunque una funzione di detenzione; è consigliabile che esse abbiano anche una funzione di infiltrazione, anche allo scopo di agevolare lo svuotamento dopo l'evento di pioggia.

Tra le varie soluzioni possibili si possono prendere a riferimento le seguenti.

- 1. Sistemi modulari geocellulari ad elevato indice alveolare**, aventi sia funzione di detenzione che di infiltrazione.





**2.Volumi realizzati mediante l'utilizzo di elementi modulari in propilene** con forma a cupola ribassata, eventualmente sopraelevati con piedini in PVC che fungeranno da cassero a perdere per il getto di pilastri in calcestruzzo. Tale soluzione si presta anche all'alloggiamento di sotto-servizi non ispezionabili, nonché alla realizzazione di piccoli volumi di ridotto spessore.

Nel caso si adotti questa soluzione occorrerà considerare opportunamente i sovraccarichi, nonché considerare come volume di invaso il volume al netto degli elementi di sostegno.





**3. Sovradimensionamento dei collettori delle acque bianche.** In questo caso si considererà solamente il volume disponibile in eccesso rispetto al grado di riempimento necessario al deflusso in sicurezza della massima portata prevedibile.

Tale soluzione si presta ad essere attuata in territori pianeggianti. Tuttavia, proprio in tale contesto, occorre considerare attentamente eventuali controindicazioni ed effetti dannosi derivanti dalle interconnessioni con gli allacci privati, nonché dalle pressioni determinate dai fenomeni di rigurgito ed invaso nella condotta.

**4. Realizzazione di cisterne sotterranee.** Esse, oltre alla funzione di detenzione, potrebbero avere anche la funzione di infiltrazione (compatibilmente con la presenza della falda). Tali cisterne potranno essere realizzate in elementi prefabbricati di materiale vario, oppure potranno essere realizzate mediante la posa di condotte di grande diametro, od altri sistemi che il progettista riterrà

opportuno.

A tali cisterne potrà essere assegnata anche una funzione di raccolta di acque da poter riutilizzare per usi non potabili. In tal caso il volume di laminazione andrà sommato al volume previsto per la raccolta, ed il volume correlato alla sola laminazione andrà svuotato nel più breve tempo possibile.

**5. Utilizzo di conglomerati bituminosi drenanti per la finitura delle superfici stradali.** In tal caso occorrerà predisporre la fondazione e/o il cassonetto stradale in modo da agevolare la raccolta delle acque drenate in maniera opportuna.

**Per tutte le soluzioni sopra descritte va attentamente valutata l'interazione con la falda acquifera, sia dal punto di vista idraulico e quindi degli effetti negativi di eventuali meccanismi di scambio, sia dal punto di vista ambientale per quanto la contaminazione della falda.**

#### 7.1.1.2 Interventi realizzabili nel soprassuolo e/o visibili)

Vengono di seguito proposti interventi che possono essere realizzati a cielo aperto.

Tali interventi (volumi di invaso) potranno avere una funzione di detenzione, o di infiltrazione, oppure una doppia funzione di detenzione ed infiltrazione.

In questo caso risulta di difficile attuazione il reperimento in maniera concentrata dei volumi necessari, **per cui si consiglia la dislocazione diffusa degli interventi da attuare.**



Tra le varie soluzioni possibili, vengono indicate alcune riportate di seguito:

**1. La creazione di microaree permeabili il più possibile diffuse in modo da favorire i meccanismi di infiltrazione.** Tali aree, puntuali o lineari a verde, potrebbero essere ubicati lungo i marciapiedi od a bordo di essi, con lo scopo di raccogliere le acque di precipitazione diretta sulle aree limitrofe, favorendone l'infiltrazione nel sottosuolo.

Tali aree potranno prevedere strati di raccolta inferiore, ove l'acqua viene contenuta prima di essere infiltrata nel terreno sottostante.



**2. Realizzazione di bacini di detenzione mediante realizzazione di aree verdi depresse.**

Tali aree, con opportuni accorgimenti possono essere utilizzate in condizioni di tempo asciutto con funzioni ricreative.

Per questi invasi i *Criteri* prescrivono il contenimento dei tiranti idrici ammessi entro la misura di un metro.

Per il piano in esame si consiglia di non superare il tirante pari a 75 cm e di mettere in atto tutte le precauzioni e gli accorgimenti utili a scongiurare situazioni di pericolo.







**3. Realizzazione di bacini di infiltrazione e sistemi di bioritenzione**, costituiti generalmente da superfici depresse ove il substrato viene realizzato con materiale drenante, Detto substrato può essere ricoperto con terreno vegetale allo scopo di allestire zone verdi con vegetazione più o meno fitta. Un esempio di tali sistemazioni sono i cosiddetti "rain garden".

I sistemi qui descritti possono essere abbinati alla soluzione delle aree verdi depresse, allo scopo di garantire, per piogge ordinarie, il perfetto drenaggio della porzione fruibile dell'area verde.





**4. Realizzazione di fossati e/o canali allo scopo di creare un bacino di detenzione a sviluppo lineare.** Tale soluzione si presta ad essere attuata ove la conformazione planimetrica non permette di realizzare bacini tradizionali e quando si vuole far assolvere al bacino anche una funzione di trasferimento.

In ogni caso, per evitare problemi di natura igienico-sanitaria, si consiglia il rivestimento dei canali o il ricorso ad altre soluzioni.





**5. Realizzazione di vassoi.** Trattasi di zone depresse ad andamento lineare aventi una funzione di detenzione delle acque raccolte. Ad esse è possibile associare anche una funzione di infiltrazione. **Anche per questa soluzione è necessario valutare l'interazione con la falda acquifera.**

### 7.1.2 Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree private

Nell'ambito di ciascuna superficie fondiaria (od assimilabile) potrà perseguirsi il principio di invarianza idraulica proporzionalmente alla propria superficie di competenza.

Per quanto concerne le misure attuabili, oltre a quelle proposte per le aree pubbliche è possibile prevedere, a titolo esemplificativo:

- **invasi in copertura** allo scopo di escludere dal calcolo del volume minimo di laminazione la superficie impermeabile corrispondente all'impronta dell'edificio sul fondo (nel caso di edificio regolare in altezza); l'invaso potrà avvenire in modo lineare o in modo diffuso, ossia “spalmato” sull'intera superficie del tetto in caso di copertura piana;
- **cisterne di raccolta delle acque dei tetti**; esse, se posizionate totalmente o parzialmente al di sopra del piano campagna hanno il duplice vantaggio:
  - di permettere lo svuotamento con meccanismi a gravità;
  - di garantire la raccolta delle acque meteoriche raccolte dalle coperture ed immagazzinarle parzialmente per un successivo riuso; si evidenzia che i volumi di tali cisterne, destinati all'invarianza idraulica, vanno svuotati successivamente all'evento di pioggia in previsione di un potenziale ed imminente successivo evento; pertanto per ogni cisterna di raccolta occorrerà prevedere che una frazione del volume possa essere destinata all'immagazzinamento delle acque da riutilizzare, mentre una frazione (corrispondente al volume minimo di laminazione) va svuotata e resa nuovamente disponibile in tempi brevi.
- **realizzazione di tetti verdi e/o giardini pensili;**
- **realizzazione di volumi di detenzione nel sottosuolo.**

## 8. PRESCRIZIONI

Le misure atte a garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica dell'intero piano attuativo andranno realizzate separatamente:

- per le aree che diverranno pubbliche
- per le superfici fondiariae o ad esse assimilabili.

Per le ragioni esposte ai capitoli precedenti, pur essendo tecnicamente consigliabile un'attuazione globale e concentrata delle misure, risulterà necessario prevedere un'attuazione per stralci e per tale ragione, per le aree che diverranno pubbliche si provvederà ambito per ambito.

**Ciascun'area fondiaria (od assimilabile) dovrà garantire la propria autonomia funzionale per quanto concerne il soddisfacimento dei requisiti per l'invarianza idraulica.**

### **8.1 Prescrizioni per le aree che diverranno pubbliche**

Le aree ricadenti all'interno del piano andranno compartimentate idraulicamente allo scopo di non determinare, all'interno delle stesse, lo sversamento e/o il drenaggio di acque meteoriche derivanti dalla precipitazione sui suoli esterni al piano.

Allo scopo di garantire la suddetta compartimentazione occorrerà:

- impedire che le acque meteoriche (o di altra origine) di ruscellamento sul piano campagna delle aree limitrofe penetrino nei singoli ambiti per deflusso superficiale;
- impedire che le acque coltate dai sistemi di drenaggio delle aree poste idraulicamente a monte (sia esistenti che future) vengano sversate nelle reti di drenaggio di nuova realizzazione a servizio degli ambiti; qualora la circostanza appena descritta si rendesse necessaria, occorrerà perseguire l'invarianza idraulica relativamente al bacino sotteso dalla ulteriore rete di drenaggio separatamente ed a monte dell'immissione, ma sempre inquadrando l'ulteriore bacino nella quarta classe di intervento; inoltre occorrerà garantire che, in ogni punto della rete di drenaggio a servizio del presente intervento venga mantenuta inalterata la portata al colmo;
- attuare tutte le misure che si renderanno necessarie in seguito a valutazioni specifiche e di dettaglio che verranno fatte in fase esecutiva per ogni singolo ambito di intervento.
- Le aree verdi dei sub-ambiti 3 e 4 dovranno essere realizzate lievemente depresse o comunque in modo da evitare lo sversamento delle acque meteoriche sulle aree circostanti;
- le linee delle acque nere dovranno essere sempre idraulicamente separate

- dalle linee delle acque bianche, eliminando ogni possibile interconnessione;
- i chiusini di ispezione delle reti pubbliche delle acque nere devono essere a tenuta stagna e le guarnizioni di tenuta e/o gli altri meccanismi che ne garantiscono la tenuta dovranno essere mantenuti in efficienza nel tempo.
  - i chiusini di ispezione delle reti pubbliche delle acque bianche devono essere dotati di coperchi incernierati e non devono essere ad apertura facilitata.

### **8.2 Prescrizioni per le aree fondiari e assimilabili**

Per le aree fondiari e assimilabili è necessario che:

1. gli scarichi provenienti dagli edifici e dalle aree private siano impostati con fondo tubo a quota superiore all'estradosso delle condotte pubbliche nel punto di allaccio;
2. le linee delle acque nere siano sempre idraulicamente separate dalle linee delle acque bianche;
3. le linee delle acque nere provenienti dagli edifici siano dotate di dispositivi antireflusso (preferibilmente a doppio piattello) con dispositivo di chiusura d'emergenza azionabile manualmente;
4. i dispositivi di cui al punto precedente:
  - siano dotati di aperture per la pulizia e l'ispezione, e che dette aperture siano a tenuta (preferibilmente con guarnizioni solidali ai corpi di apertura o coperchi);
  - siano installati in pozzetti di ispezione da ubicarsi in zone comuni o condominiali degli edifici in modo da essere raggiunti agevolmente e consentire all'utente comune di azionare il dispositivo manuale di chiusura di emergenza;
  - siano mantenuti in buone condizioni di efficienza, con operazioni di



ispezione e manutenzione da programmarsi secondo frequenze prestabilite e definite dal tecnico incaricato per la progettazione delle misure per l'invarianza idraulica (anche facendo riferimento alle frequenze consigliate dalla casa costruttrice del dispositivo, e prevedendo una sostituzione totale a frequenza pari ad un multiplo della frequenza stabilita per la manutenzione ordinaria);

5. i chiusini di ispezione delle reti private delle acque nere siano a tenuta stagna e le guarnizioni di tenuta e/o gli altri meccanismi che ne garantiscono la tenuta siano mantenuti in efficienza nel tempo;
6. i chiusini di ispezione delle reti private delle acque bianche siano dotati di coperchi incernierati e non siano ad apertura facilitata
7. il progettista del singolo intervento valuterà se anche le linee delle acque bianche provenienti dagli edifici debbano essere dotate di dispositivi antireflusso.

Poiché i volumi di laminazione sono dimensionati, come previsto dalla norma, per eventi caratterizzati da un definito tempo di ritorno, non è possibile escludere il verificarsi di eventi maggiormente critici. In tali circostanze si potrebbe determinare la crisi del sistema, e tale scenario potrebbe determinare situazioni pericolose nei confronti di superfici depresse rispetto alla viabilità o più in generale rispetto alle quote delle condotte pubbliche.

Per tale motivo **la realizzazione di piani interrati o comunque di piani aventi il piano di calpestio posto a quota inferiore rispetto a quella della viabilità va attentamente valutata.**

Nel caso in cui si volessero realizzare detti piani, sarà opportuno:

1. che gli accessi, sia carrabili che pedonali, siano protetti da una “soglia” o “dosso” idraulicamente efficace, il cui colmo sia posto ad una quota superiore

a quella della prospiciente viabilità; l'entità della maggiore quota andrà opportunamente valutata dal progettista dell'intervento;

2. che gli scarichi provenienti da detti livelli non siano collegati a gravità alle condotte pubbliche, bensì siano sollevati meccanicamente oltre una quota che andrà opportunamente valutata dal progettista dell'intervento.

L'elenco di prescrizioni di cui sopra è da ritenersi applicabile, per quanto possibile, anche a tutti gli edifici che, pur non prevedendo piani interrati (o comunque piani aventi il piano di calpestio posto a quota inferiore rispetto a quella della viabilità) sono ubicati nelle aree maggiormente depresse delle aree di intervento.

Al fine di evitare la formazione di aree depresse, si raccomanda l'impostazione delle quote della viabilità in modo tale da non determinare andamenti longitudinali concavi; nei casi in cui non sia possibile il rispetto di detto criterio occorrerà predisporre opportune misure tecniche allo scopo di evitare gli effetti dannosi conseguenti ad eventuali rigurgiti sul piano campagna e sul piano stradale.

I muretti di recinzione dei lotti, tutti i manufatti e/o opere poste lungo i confini dei lotti (o in prossimità di essi) dovranno avere superfici tali da sversare le acque di precipitazione diretta all'interno del lotto anziché su suolo pubblico. In generale **non si dovranno verificare sversamenti su suolo pubblico di acque derivanti da precipitazione diretta sui singoli lotti o sulle superfici fondiarie (ed assimilabili).**

Nel caso di realizzazione di invasi in copertura, di tetti verdi o di opere similari, la domanda di Permesso di Costruire (o altro titolo edilizio necessario) sarà accompagnata da una dichiarazione del tecnico progettista dell'intervento con cui si garantisca che, nella modellazione per il dimensionamento delle strutture dell'edificio, si terrà conto dei sovraccarichi correlati all'invaso previsto.

## **9. PROGETTO DEGLI INTERVENTI PER IL CONSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA PER LE SUPERFICI PUBBLICHE**

Di seguito, vengono proposte le soluzioni per il perseguimento dell'invarianza idraulica relativamente alle aree pubbliche dei vari sub-ambiti, dimensionando le misure e gli interventi da realizzare, graficizzati nell'**elaborato G.03.2 “PROGETTO DEGLI INTERVENTI PER IL PERSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA”**.

Ai fini del dimensionamento delle opere, oltre al calcolo dei volumi minimi di invaso con i criteri di cui al paragrafo 3.4 della DGR n.53/2014, occorre garantire:

- il mantenimento della portata al colmo per il corpo ricettore;
- una portata in uscita (allo scarico) nella configurazione di progetto, non superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 20 litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per  $T_r=30$  anni.

In fase di progettazione esecutiva delle opere di urbanizzazione, sarà necessario effettuare calibrature di dettaglio, tenendo conto delle effettive quote altimetriche di progetto, nonché del progetto esecutivo della rete delle acque meteoriche.

Il dimensionamento degli interventi per il perseguimento del principio di invarianza idraulica fa riferimento alle specifiche previsioni del progetto del Piano Particolareggiato (**vedi elaborato G.03.1 “INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE SUPERFICI INTERCETTANTI LE ACQUE METEORICHE ANTE E POST OPERAM”**).

Si è valutata la necessità di ulteriori incrementi dei volumi di laminazione correlati al trasporto solido determinato dalle acque di dilavamento. Secondo studi recenti l'entità del trasporto solido specifico, in ambito urbano, si attesta su valori pari a circa 30kg/ha/anno.

Al paragrafo 9.1 si riportano le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, utili alle elaborazioni idrologiche successive.

Al paragrafo 9.2 si riportano i dimensionamenti per ciascun sub-ambito.

### **9.1 Elaborazione statistica dei dati di pioggia**

Le valutazioni idrauliche descritte ai paragrafi successivi sono state elaborate per il seguente tempo di ritorno:  $Tr = 30$  anni.

A tale scopo sono stati raccolti ed utilizzati i valori annuali delle altezze di piogge di massima intensità di precipitazione, pubblicati negli Annali idrologici.

L'elaborazione degli Annali Idrologici è stata curata storicamente (periodo 1932-2002) dagli Uffici Compartimentali dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), inizialmente afferente al Genio Civile del Ministero dei Lavori Pubblici e successivamente al Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali. A fine 2002 gli uffici compartimentali e le stazioni distaccate del SIMN sono stati trasferiti alle Regioni, in attuazione del processo di decentramento amministrativo previsto dalla Legge 59/97, così come disciplinato dal D.Lgs 112/98.

Per le stazioni pluviometriche della Regione Marche gli Annali Idrologici sono stati elaborati dal Servizio Idrografico di Bologna fino al 2002; dal 2003 la competenza è della Protezione Civile della Regione Marche.

Osservando l'ubicazione sul territorio delle varie stazioni di misura pluviometrica appartenenti al Sistema Informativo Regionale Meteo-Idro-Pluviometrico è stata individuata la seguente stazione di interesse:

- Ascoli Piceno.

Di seguito si riporta, per le stazioni pluviometriche di riferimento, l'elaborazione statistica dei dati di pioggia. A tal fine, sono stati utilizzati i valori massimi annuali delle altezze di pioggia per le piogge orarie (1, 3, 6, 12, 24 ore) e per le piogge di durata inferiore all'ora.

Si riportano di seguito le precipitazioni registrate presso la stazione in esame in ordine cronologico.

STAZIONE IDROGRAFICA DI: **Ascoli Piceno**  
 Bacino: Tronto  
 Quota (m s.m.m.): 136  
 Coordinate geografiche: **LONG 13°35', LAT 42°51'**

ANNO	PIOGGE ORARIE					SCROSCI		
	1ORA	3ORE	6ORE	12ORE	24ORE	15MIN	30MIN	45MIN
1935	16	23	38	53	103		14,2	
1936	59	63	63,2	63,2	64,2		12	
1937	40	40,4	40,6	40,6	48		16,6	38,6
1938	49,4	88,4	100,8	103,6	103,6		16	
1939	16,6	27,8	31,6	48	74,8		10,2	
1940	20	29	40,2	78	109,4			16,2
1941	30	43	55,2	79,8	86,4			24,8
1942	20,2	26,8	31,2	46	61,6			20,2
1944	19	38,4	42,2	62	89,2			15
1946	19,8	19,8	25,4	33,2	35,4			15,8
1947	22	38,6	38,6	38,6	38,6			20
1948	16	26,4	27,8	30,4	35,8			14,4
1949	36	60	82	103	137,8			19
1950	12,2	20	22	34,4	44,6			11,8
1951	33,6	33,8	56,8	65,2	67		12,4	
1952	16,8	27,4	45,2	58	64,2	10,4	10,8	
1953	24,4	38	44,2	66	74,4	13,6	24,4	
1954	27,4	53	54,2	54,2	57,6		16,6	15,2
1955	25,6	27,4	32,6	51	60,6	13,8	14	24,6
1956	11,2	16,8	32,4	43	70,4		10,2	
1957	37,6	37,6	56	67	72,2	15	16,4	
1958	13,6	20	36,4	59,4	77,6		10,2	
1959	34	43,6	47,4	76,6	95	12,4	11,4	
1960	28	29	32,4	54,4	64,6	11,4		26,8
1961	54,8	60,2	75,4	125,2	141,2	14,6		
1962	25,8	34,6	56,6	66,6	74,2	10,2	22,8	17
1963	28,2	33,4	44	74	87,6		20,4	
1964	11,6	18,8	25	37,8	49	10,6	10,8	
1965	12	12,8	28,2	37,4	47,4			
1966	42	58,6	58,8	58,8	58,8			24
1967	21,8	22,2	36,2	50,4	86,6		10,6	15
1968	20,6	39	71	85,6	106,2	12	13,4	17,4
1969	21,2	23,2	28,2	44	72,2	13	11,8	16
1970	29	33,6	33,6	33,6	60,4	11,4		15
1971	25,2	33,4	34,8	45,4	67,4			15
1972	24,2	30,2	31,2	39,8	50,6			24
1973	29	42,6	53,8	80,6	92,2			
1974	46	55,6	55,6	64	117	14,2		30
1975	21,6	29,6	37,6	42,2	57,8		21,6	
1976	32	54	60,8	110	126,2			23
1977	24	27,4	35,4	45,2	47,6	12		20
1978	26,8	58,4	67,2	94,2	135,2			15,8
1979	19,6	19,8	29,4	41	41,8		16,4	
1980	18,4	26,4	34,2	34,4	46		17	
1981	18	29	54	90,6	91			12
1982	20	20,6	27,6	48	89			19
1983	22,4	29	30,4	32,8	35,6	10,6		17
1984	34	42	42,8	43,2	76,4			24,4
1985	20,4	44	60,4	66,4	72			16,4
1986	30,2	34,4	39	72	117,2	16,2		21
1987	21,8	25,6	25,8	43	73,2			14,6
1988	21,6	32	34	37,4	37,8			17,2
1989	23,4	50,4	72,8	103,2	115,8			20,6
1990	14,2	23,4	31,8	50,8	84	9,4	10,6	
1991	13,2	21,4	31,8	45	59,6	7,8	10,4	
1992	17,2	24,8	46,4	74	109,8	10,8	13	
1993	24,6	24,6	27,2	30,8	44,6	18,2	21,6	
1994	28,4	44,8	46,4	67,4	87,6	9,6	16,4	
1995	27,8	31	31	35,4	54,4	14	17,8	
1996	26,6	48	63,2	77,6	77,6	12,4	18	
1997	22,4	40,2	45,2	45,4	49,8	11	15,6	
1998	17	34,6	42,8	45	53	7,8	12	
1999	25,2	49,6	57,6	57,6	104,2	8,8	15,2	
2000	37	41	53,4	70,4	82,6	10,8	20,8	
2001	43,2	46,6	46,6	46,6	65,2	20,4	38	
2002	28,4	38	46,2	48,2	48,8	14,2	17,8	
2006	14,4	25,6	36,4	43,8	50,2	5,6	9,6	
2007	29,4	62,4	101,4	130,8	135,4	20,6	22,8	
2008	22,4	23,2	32,4	53	69,2	12,2	17,2	
2009	26,2	26,4	40	42,8	58,6	13,6	21,8	
2010	31,2	33,8	39,8	55,2	59	11,2	17	
2011	27	47	89,6	145,4	222,8	17,4	22,4	
2012	33	72,8	117	155,2	204,2	16,2	18,6	
N=	73	73	73	73	73	36	43	34

Tab. 1: Dati relativi alle piogge orarie ed agli scrosci di pioggia registrati alla stazione pluviometrica di Ascoli Piceno.

Calcolo dei valori estremi e dell'equazione di possibilità pluviometrica

Alle precipitazioni di massima durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi fra loro indipendenti, si applica la seguente relazione:

$$X(Tr) = X + F \cdot S_x \quad (1)$$

- dove:  $X(Tr)$  = valore dell'evento con tempo di ritorno  $Tr$ , ossia l'evento che è uguagliato o superato, mediamente, ogni  $Tr$  anni;  
 $X$  = valore medio degli eventi considerati;  
 $F$  = fattore di frequenza;  
 $S_x$  = scarto quadratico medio della variabile in esame.

Ad  $F$  si assegna l'espressione:  $F = \frac{Y(Tr) - Y_N}{S_N}$  (2)

- dove: -  $Y(Tr)$  = variabile ridotta = (3)  
 -  $Y_N$  e  $S_N$  = media e scarto quadratico medio della variabile ridotta.

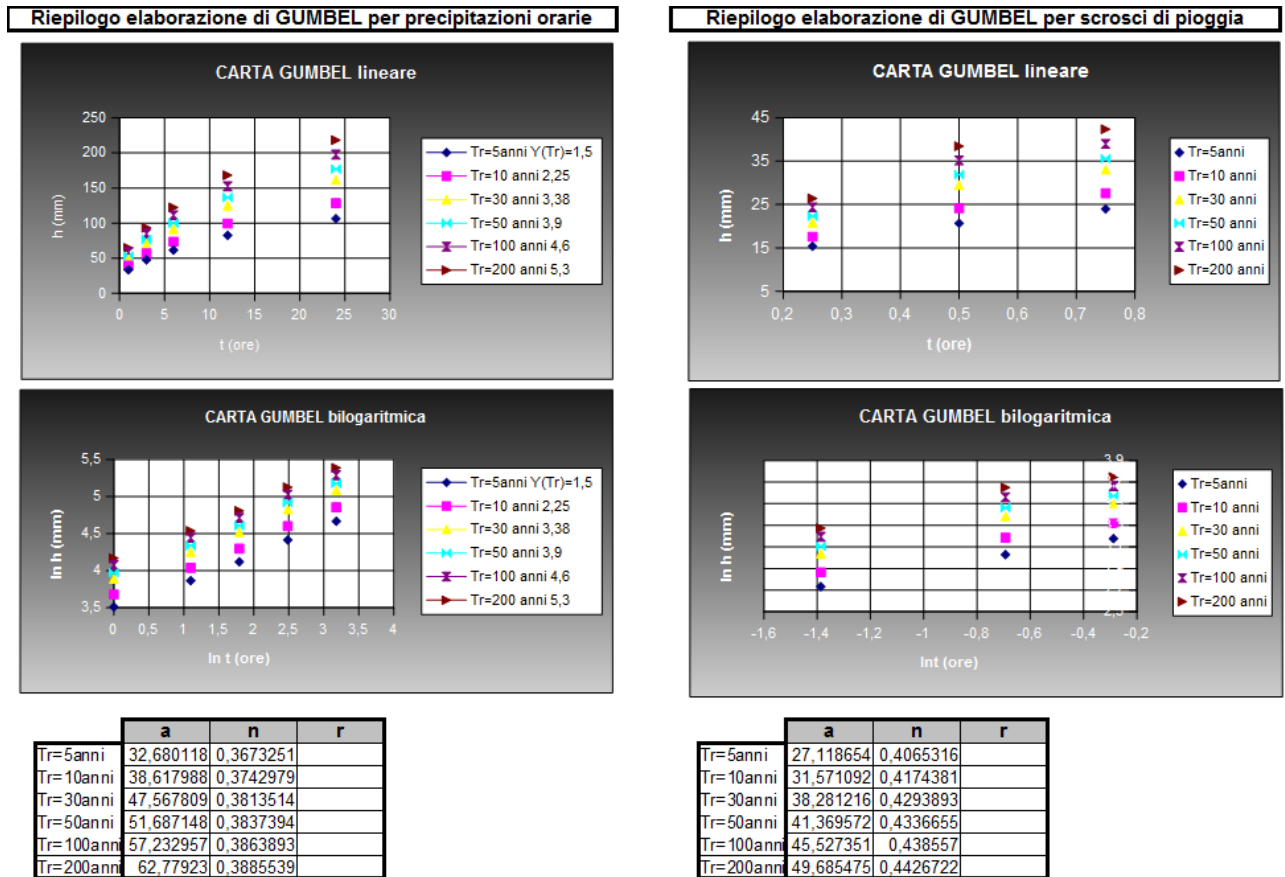
La (1) diventa:

$$X(Tr) = \underbrace{\bar{X} - \frac{S_x}{S_N} \bar{Y}_N}_{MODA} + \underbrace{\frac{S_x}{S_N} Y(Tr)}_{ALFA} \quad (4)$$

I valori estremi sono stati calcolati per le varie durate degli eventi e relativamente ai tempi di ritorno di 5, 10, 30, 50, 100, 200 anni.



Si riportano i grafici delle possibilità pluviometriche (sia per le piogge orarie che per gli scrosci) in forma lineare e bilogarithmica ed il riepilogo dei coefficienti “a” ed “n” ricavati.



Tab. 2: Riepilogo elaborazioni statistiche di Gumbel

## **9.2 Dispositivi di laminazione**

Sulla base della D.G.R. n.53/2014 e delle relative *Linee Guida*, si evidenzia che *“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa”*.

Inoltre *“E' da sottolineare che la predisposizione dei volumi di invaso di laminazione-raccolta, ..... , a compensazione delle impermeabilizzazioni non è finalizzata a trattenere le acque di piena nel lotto, ma a mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino. Tali prestazioni ..... sono riconducibili a due meccanismi di controllo naturale dei deflussi:*

- a. l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo*
- b. la laminazione, che consiste nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura”*.

Il criterio dell'invarianza idraulica che si propone, prevede la compensazione delle riduzioni sul meccanismo di cui alla lettera a), attraverso il potenziamento del meccanismo di cui alla lettera b).

**Praticamente, si potenzia la capacità di laminazione del bacino con lo scopo di compensare la perdita di capacità di infiltrazione ed immagazzinamento.**

A tal fine vanno realizzati dei meccanismi di laminazione, e pertanto occorrerà determinare degli opportuni volumi di invaso, da confrontare coi valori minimi da garantire prescritti dai *Criteri*.

### 9.2.1. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 1 – aree pubbliche

AREA TOTALE: 1830mq

SUP INTERVENTO: 1830mq

Il dispositivo di laminazione atto a garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni inerenti il sub-ambito in esame è costituito da una vasca interrata da posizionarsi al di sotto della viabilità di progetto.

Esso ha dimensioni interne, in pianta, pari a 1,5m x 12,2m, ed altezza utile tale da garantire un invaso pari a **18,30mc**.

Le particolari quote del terreno, nonché delle condotte nel punto di restituzione, non permettono lo svuotamento a gravità delle acque di laminazione, **pertanto è prevista l'installazione di un sistema di sollevamento in grado di restituire al collettore principale delle acque bianche una portata massima pari a 0,00366mc/s.**

#### 9.2.1.1. Volume minimo di invaso

Per la determinazione del volume minimo di invaso da garantire si è fatto riferimento alla formula (1) di cui al Titolo II dei Criteri (par. 5.1);

Il valore determinato rappresenta un elemento prestazionale da conseguire attraverso la realizzazione di interventi derivanti da un'opportuna combinazione di una o più soluzioni tipologiche. Tali soluzioni rappresentano azioni correttive finalizzate a poter preservare i fenomeni di laminazione prima e dopo gli interventi di trasformazione.

Al Titolo III° dei Criteri è previsto che il volume minimo di invaso (W) da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I e in cui viene lasciata inalterata una quota P è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$$

dove:

- $w$  = volume minimo di invaso da prescrivere
- $w^{\circ}$  = 50mc/ha = volume convenzionale di invaso prima della trasformazione
- $f$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
- $f^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione
- $n = 0,48$  esponente delle curve di possibilità climatica
- $I$  = frazione superficie impermeabile
- $P$  = frazione superficie permeabile

Si riporta di seguito la determinazione analitica del volume minimo di invaso.

## DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>
ANTE OPERAM	verde	0,00	0,20	0,00	0,00
	verde incolto	751,00	0,10	75,10	41,04
	strade e piazzali	439,00	1,00	439,00	23,99
	edifici	459,00	1,00	459,00	25,08
	sup semipermeabili (corti non pavimentate)	181,00	0,50	90,50	9,89
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	<b>TOTALI</b>	<b>1.830,00</b>		<b>1.063,60</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP°</b>		<b>0,5812</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>1.063,60</b>		
POST OPERAM	edifici	0,00	1,00	0,00	0,00
	verde pubblico	773,00	0,20	154,60	42,24
	verde privato	0,00	0,20	0,00	0,00
	ciclabile	0,00	1,00	0,00	0,00
	parcheggi pubblici (impermeabili)	459,00	1,00	459,00	25,08
	parcheggi pubblici (semipermeabili)	0,00	0,60	0,00	0,00
	parcheggi privati	0,00	1,00	0,00	0,00
	strade, marciapiedi, rampe ed aree tecniche	598,00	1,00	598,00	32,68
	<b>TOTALI</b>	<b>1.830,00</b>		<b>1.211,60</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP</b>		<b>0,6621</b>		
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>1.211,60</b>		

## DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	m <sup>2</sup>	1.830,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	m <sup>2</sup>	1.830,00	
	Superficie inalterata	m <sup>2</sup>	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento		3	titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	1.063,60	
	Imp°	frazione	0,581202	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	766,40	
	Per°	frazione	0,418798	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,6068	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	1.211,60	
	Imp	frazione	0,662077	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	618,40	
	Per	frazione	0,337923	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,6635	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		1,09	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	44,36	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>8,12</u></b>	

**Il volume minimo di invaso da garantire è pari a 8,12mc.**



### 9.2.1.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento

E' stato determinato il volume minimo di invaso pari a 8,12mc.

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata, onde verificare anche i criteri di cui alla terza classe di intervento.

Pertanto si è proceduto:

- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione ante operam;
- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione post operam in assenza di laminazione;
- determinando la massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico pari a 20 litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per  $Tr=30$  anni;
- verificando la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Nella condizione ante operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0717 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<i>Equazione climatica</i>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<i>Tempo di corrivazione</i>			
$t_c$ =		0,0717	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		12,3	mm
$i(\tau_c)$ =		172,2	mm/ora
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	12,3	mm
	$\varphi$ =	0,5812	
	$Q$ =	<b>0,0509</b>	$m^3/s$

Tab. 3: Determinazione portata al colmo nella condizione ante operam col metodo del Turazza.

**La portata trentennale relativa alla condizione ante operam è pari a 0,0509mc/s.**

Nella condizione post operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0589 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<b>Equazione climatica</b>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<b>Tempo di corrivazione</b>			
$t_c$ =		0,0589	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		11,3	mm
$i(\tau_c)$ =		192,7	mm/ora
<b>Portata di progetto</b>			
		$h$ =	11,3 mm
		$\varphi$ =	0,6621
		$Q$ =	<b>0,0649</b> m <sup>3</sup> /s

Tab. 4: Determinazione portata al colmo nella condizione post operam col metodo del Turazza.

La portata trentennale relativa alla condizione post operam è pari a 0,0649mc/s.

La massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico normato è pari a 0,00366mc/s.

Si riportano di seguito gli idrogrammi sintetici convenzionali sovrapposti.

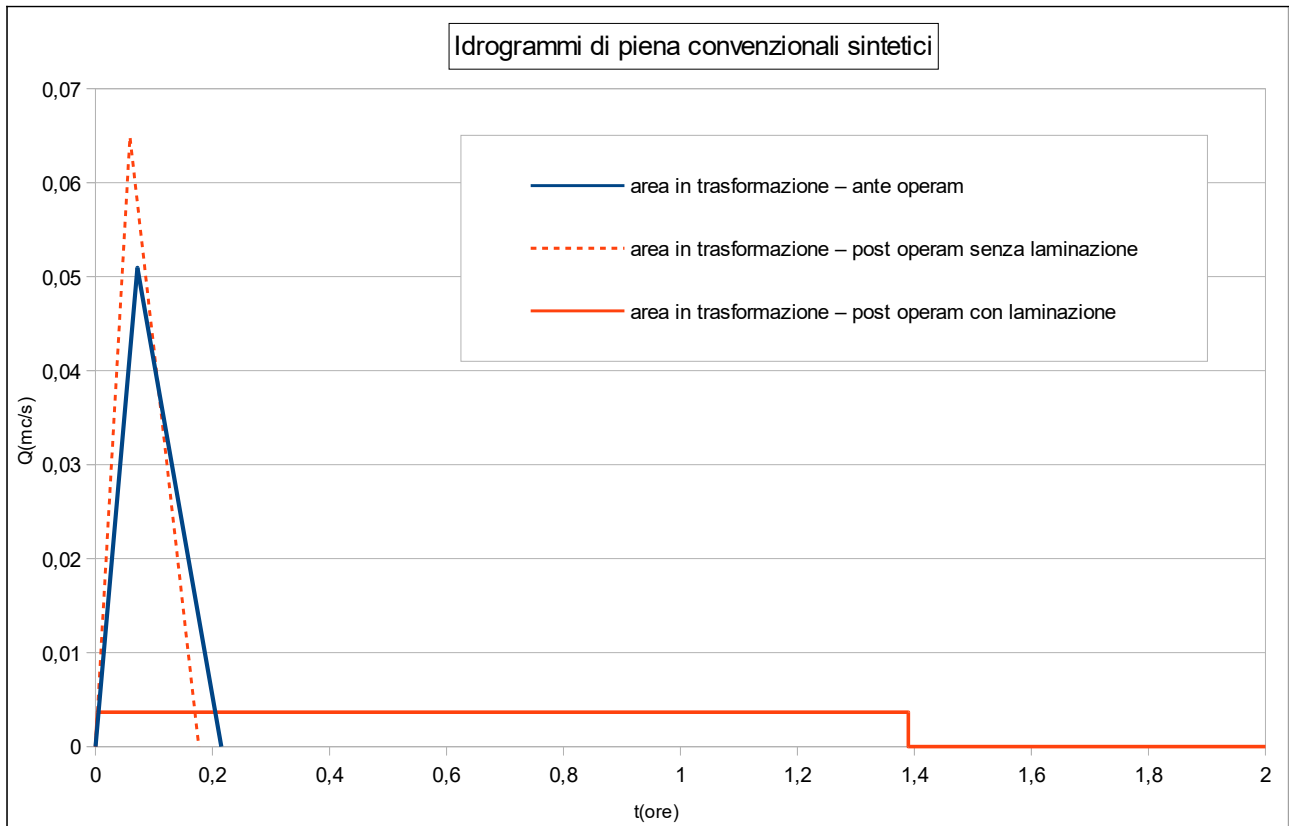


Fig. 3: Sovrapposizione idrogrammi sintetici convenzionali di piena (Tr 30 anni)

Considerando la massima portata effluente da norma, bilanciando le portate in ingresso nel meccanismo di laminazione con quelle in uscita, si determina la necessità di un volume complessivo di laminazione pari a 18,3mc.

Si riporta di seguito il riepilogo delle calcolazioni idrauliche svolte.

Bacino: *area in trasformazione – ante operam*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,001830	kmq	sup bacino
<i>tc</i>	0,071667	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,143333	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,215000	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,050929	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	19,709501	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam senza laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,001830	kmq	0
<i>tc</i>	0,058889	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,117778	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,176667	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,064895	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	20,636483	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam con laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>Qe max</i>	0,00366	mc/s	Massima portata allo scarico
<i>X1</i>	0,003321	ore	tempo di raggiungimento <i>Qe max</i>
<i>X2</i>	0,176667	ore	tempo saturazione volume laminaz
<i>V scaricato</i>	2,327760	mc	vol scaricato in continuo durante evento
<i>V da laminare</i>	18,308723	mc	vol da realizzare
	5002,383390	s	
<i>T svuotam</i>	1,389551	ore	tempo svuotam del volume realizzato

Tab. 5: Riepilogo delle calcolazioni idrauliche effettuate.

9.2.2. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 2 – aree pubbliche

AREA TOTALE: 654,3mq

SUP INTERVENTO: 654,3mq

Le trasformazioni previste in codesto sub ambito determinano una variazione in positivo delle permeabilità superficiali, dunque ai sensi del 3.3 della D.G.R. n.53/2014, Il dispositivo di laminazione atto a garantire l’invarianza idraulica delle trasformazioni non risulta occorrente.

Di seguito la verifica tabellare di quanto appena asserito.

DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'					
	Descrizione tipo di suolo	Superficie $S_i$ (mq)	Coefficiente parziale di impermeabilità $IMP_i$	$S_i \times IMP_i$	% area
ANTE OPERAM	verde	269,00	0,20	53,80	41,11
	verde incolto	0,00	0,10	0,00	0,00
	strade e piazzali	249,30	1,00	249,30	38,10
	edifici	136,00	1,00	136,00	20,79
	sup semipermeabili (corti non pavimentate)	0,00	0,50	0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	TOTALI	654,30		439,10	100,00
		<b>IMP°</b>		<b>0,6711</b>	
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>439,10</b>		
POST OPERAM	edifici	0,00	1,00	0,00	0,00
	verde pubblico	214,00	0,20	42,80	32,71
	verde privato	0,00	0,20	0,00	0,00
	ciclabile	0,00	1,00	0,00	0,00
	parcheggi pubblici (impermeabili)	0,00	1,00	0,00	0,00
	parcheggi pubblici (semipermeabili)	123,00	0,50	61,50	18,80
	parcheggi privati	0,00	1,00	0,00	0,00
	strade, marciapiedi, rampe ed aree tecniche	317,30	1,00	317,30	48,49
	TOTALI	654,30		421,60	100,00
		<b>IMP</b>		<b>0,6444</b>	
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>421,60</b>		



### 9.2.3. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 3 – aree pubbliche

AREA TOTALE: 3470,63mq

SUP INTERVENTO: 3470,63mq

Il dispositivo di laminazione atto a garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni inerenti il sub-ambito in esame è costituito da una vasca interrata da posizionarsi al di sotto della viabilità di progetto.

Esso ha dimensioni interne, in pianta, pari a 2,0m x 18m, ed altezza utile tale da garantire un invaso pari a **41,40mc**.

Le particolari quote del terreno, nonché delle condotte nel punto di restituzione, permettono lo svuotamento a gravità delle acque di laminazione, pertanto è prevista una restituzione a mezzo di una strozzatura; questa sarà opportunamente dimensionata in fase esecutiva in modo da restituire al collettore principale delle acque bianche una portata massima pari a 0,00694mc/s.

#### 9.2.3.1. Volume minimo di invaso

Per la determinazione del volume minimo di invaso da garantire si è fatto riferimento alla formula (1) di cui al Titolo II dei Criteri (par. 5.1);

Il valore determinato rappresenta un elemento prestazionale da conseguire attraverso la realizzazione di interventi derivanti da un'opportuna combinazione di una o più soluzioni tipologiche. Tali soluzioni rappresentano azioni correttive finalizzate a poter preservare i fenomeni di laminazione prima e dopo gli interventi di trasformazione.

Al Titolo III° dei Criteri è previsto che il volume minimo di invaso (W) da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I e in cui viene lasciata inalterata una quota P è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ}P$$

dove:

- w = volume minimo di invaso da prescrivere
- $w^{\circ}$  = 50mc/ha = volume convenzionale di invaso prima della trasformazione
- f = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
- $f^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione
- n = 0,48 esponente delle curve di possibilità climatica
- I = frazione superficie impermeabile
- P= frazione superficie permeabile

Si riporta di seguito la determinazione analitica del volume minimo di invaso.

## DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>
ANTE OPERAM	verde	858,00	0,20	171,60	24,72
	verde incolto	418,63	0,10	41,86	12,06
	strade e piazzali	1.633,00	1,00	1.633,00	47,05
	edifici	561,00	1,00	561,00	16,16
	sup semipermeabili (corti non pavimentate)	0,00	0,50	0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	<b>TOTALI</b>	<b>3.470,63</b>		<b>2.407,46</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP°</b>			<b>0,6937</b>	
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>2.407,46</b>	
POST OPERAM	edifici	0,00	1,00	0,00	0,00
	verde pubblico (lievemente depresso)	779,00	0,00	0,00	22,46
	verde privato	0,00	0,20	0,00	0,00
	ciclabile	297,00	0,60	178,20	8,56
	parcheggi pubblici (impermeabili)	1.632,00	1,00	1.632,00	47,05
	parcheggi pubblici (semipermeabili)	0,00	0,60	0,00	0,00
	parcheggi privati	0,00	1,00	0,00	0,00
	strade, marciapiedi, rampe ed aree tecniche	760,63	1,00	760,63	21,93
	<b>TOTALI</b>	<b>3.468,63</b>		<b>2.570,83</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP</b>			<b>0,7412</b>	
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>			<b>2.570,83</b>	

## DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	3.470,63	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	3.470,63	
	Superficie inalterata	mq	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento		3	titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	2.407,46	
	Imp°	frazione	0,693667	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	1.063,17	
	Per°	frazione	0,306333	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	$\phi^\circ$ (coefficiente di deflusso)		0,6856	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	2.570,83	
	Imp	frazione	0,740739	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	899,80	
	Per	frazione	0,259261	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	$\phi$ (coefficiente di deflusso)		0,7185	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	$n$		0,48	
	$(1/(1-n))$		1,92	
	$\phi/\phi^\circ$		1,05	
	$w^\circ$ (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	$w$ (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	39,72	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>13,79</u></b>	

**Il volume minimo di invaso da garantire è pari a 13,79mc.**

### 9.2.3.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento

**E' stato determinato il volume minimo di invaso pari a 13,79mc.**

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata, onde verificare anche i criteri di cui alla terza classe di intervento.

Pertanto si è proceduto:

- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione ante operam;
- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione post operam in assenza di laminazione;
- determinando la massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico pari a 20 litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per  $T_r=30$  anni;
- verificando la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Nella condizione ante operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0622 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.



<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<i>Equazione climatica</i>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<i>Tempo di corrivazione</i>			
$t_c$ =		0,0622	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		11,6	mm
$i(\tau_c)$ =		186,7	mm/ora
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	11,6	mm
	$\varphi$ =	0,6937	
	$Q$ =	<b>0,1250</b>	m <sup>3</sup> /s

Tab. 6: Determinazione portata al colmo nella condizione ante operam col metodo del Turazza.

La portata trentennale relativa alla condizione ante operam è pari a 0,125mc/s.

Nella condizione post operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0664 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<b>Equazione climatica</b>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<b>Tempo di corrivazione</b>			
$t_c$ =		0,0664	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		11,9	mm
$i(\tau_c)$ =		179,9	mm/ora
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	11,9	mm
	$\varphi$ =	0,7412	
	$Q$ =	<b>0,1287</b>	m <sup>3</sup> /s

Tab. 7: Determinazione portata al colmo nella condizione post operam col metodo del Turazza.

**La portata trentennale relativa alla condizione post operam è pari a 0,1287mc/s.**

La massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico normato è pari a 0,00694mc/s.

Si riportano di seguito gli idrogrammi sintetici convenzionali sovrapposti.

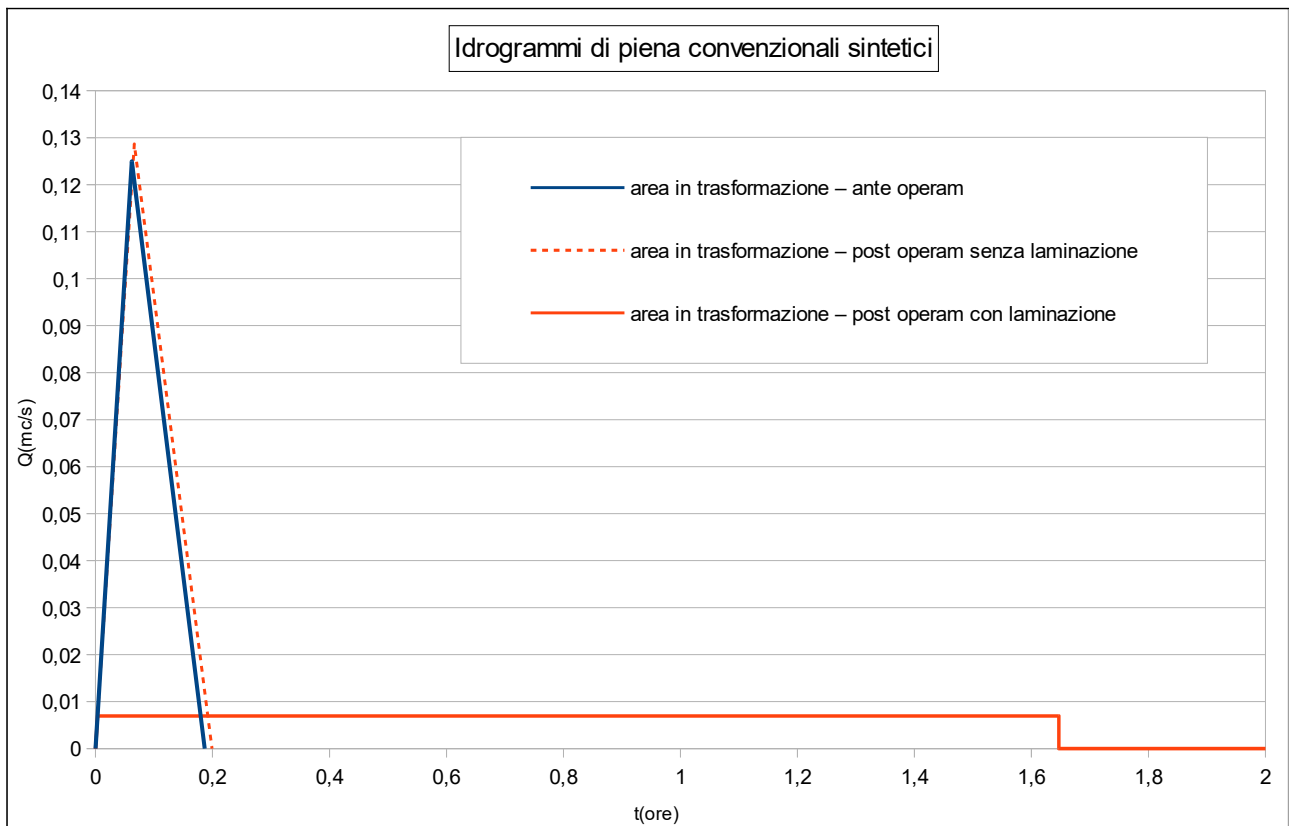


Fig. 4: Sovrapposizione idrogrammi sintetici convenzionali di piena (Tr 30 anni)

Considerando la massima portata effluente da norma, bilanciando le portate in ingresso nel meccanismo di laminazione con quelle in uscita, si determina la necessità di un volume complessivo di laminazione pari a 41,15mc.

Si riporta di seguito il riepilogo delle calcolazioni idrauliche svolte.

Bacino: *area in trasformazione – ante operam*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,003471	kmq	sup bacino
<i>tc</i>	0,062222	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,124444	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,186667	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,124958	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	41,985944	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam senza laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,003471	kmq	0
<i>tc</i>	0,066389	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,132778	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,199167	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,128667	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	46,127038	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam con laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>Qe max</i>	0,00694	mc/s	Massima portata allo scarico
<i>X1</i>	0,003582	ore	tempo di raggiungimento <i>Qe max</i>
<i>X2</i>	0,199167	ore	tempo saturazione volume laminaz
<i>V scaricato</i>	4,976883	mc	vol scaricato in continuo durante evento
<i>V da laminare</i>	41,150154	mc	vol da realizzare
	5928,340694	s	
<i>T svuotam</i>	1,646761	ore	tempo svuotam del volume realizzato

Tab. 8: Riepilogo delle calcolazioni idrauliche effettuate.



#### 9.2.4. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 4 – aree pubbliche

AREA TOTALE: 2530mq

SUP INTERVENTO: 2530mq

Il dispositivo di laminazione atto a garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni inerenti il sub-ambito in esame è costituito da una vasca interrata da posizionarsi al di sotto della viabilità di progetto.

Esso ha dimensioni interne, in pianta, pari a 2,0m x 14m, ed altezza utile tale da garantire un invaso pari a **35mc**.

Le particolari quote del terreno, nonché delle condotte nel punto di restituzione, permettono lo svuotamento a gravità delle acque di laminazione, pertanto è prevista una restituzione a mezzo di una strozzatura; questa sarà opportunamente dimensionata in fase esecutiva in modo da restituire al collettore principale delle acque bianche una portata massima pari a 0,00506mc/s.

##### 9.2.4.1. Volume minimo di invaso

Per la determinazione del volume minimo di invaso da garantire si è fatto riferimento alla formula (1) di cui al Titolo II dei Criteri (par. 5.1);

Il valore determinato rappresenta un elemento prestazionale da conseguire attraverso la realizzazione di interventi derivanti da un'opportuna combinazione di una o più soluzioni tipologiche. Tali soluzioni rappresentano azioni correttive finalizzate a poter preservare i fenomeni di laminazione prima e dopo gli interventi di trasformazione.

Al Titolo III° dei Criteri è previsto che il volume minimo di invaso (W) da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I e in cui viene lasciata inalterata una quota P è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ}P$$

dove:

- w = volume minimo di invaso da prescrivere
- w° = 50mc/ha = volume convenzionale di invaso prima della trasformazione
- f = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
- f° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione
- n = 0,48 esponente delle curve di possibilità climatica
- I = frazione superficie impermeabile
- P= frazione superficie permeabile

Si riporta di seguito la determinazione analitica del volume minimo di invaso.

## DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>
ANTE OPERAM	verde	0,00	0,20	0,00	0,00
	verde incolto	2.125,00	0,10	212,50	83,99
	strade e piazzali	237,00	1,00	237,00	9,37
	edifici	168,00	1,00	168,00	6,64
	sup semipermeabili (corti non pavimentate)	0,00	0,50	0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	<b>TOTALI</b>	<b>2.530,00</b>		<b>617,50</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP°</b>		<b>0,2441</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>617,50</b>		
POST OPERAM	edifici	0,00	1,00	0,00	0,00
	verde pubblico lievemente depresso	883,00	0,00	0,00	34,90
	verde privato	0,00	0,20	0,00	0,00
	ciclabile	0,00	1,00	0,00	0,00
	parcheeggi pubblici (impermeabili)	754,00	1,00	754,00	29,80
	parcheeggi pubblici (semipermeabili)	0,00	0,60	0,00	0,00
	parcheeggi privati	0,00	1,00	0,00	0,00
	strade, marciapiedi, rampe ed aree tecniche	893,00	1,00	893,00	35,30
	<b>TOTALI</b>	<b>2.530,00</b>		<b>1.647,00</b>	<b>100,00</b>
	<b>IMP</b>		<b>0,6510</b>		
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>1.647,00</b>		

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)**

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	m <sup>q</sup>	2.530,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	m <sup>q</sup>	2.530,00	
	Superficie inalterata	m <sup>q</sup>	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento		3	titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>q</sup>	617,50	
	Imp°	frazione	0,244071	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>q</sup>	1.912,50	
	Per°	frazione	0,755929	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,3708	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>q</sup>	1.647,00	
	Imp	frazione	0,650988	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>q</sup>	883,00	
	Per	frazione	0,349012	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,6557	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		1,77	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	134,60	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>34,05</u></b>	

**Il volume minimo di invaso da garantire è pari a 34,05mc.**

#### 9.2.4.2. Verifica criteri di cui alla terza classe di intervento

E' stato determinato il volume minimo di invaso pari a 34,05mc.

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata, onde verificare anche i criteri di cui alla terza classe di intervento.

Pertanto si è proceduto:

- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione ante operam;
- stimando l'idrogramma di piena convenzionale relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito nella condizione post operam in assenza di laminazione;
- determinando la massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico pari a 20 litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per  $Tr=30$  anni;
- verificando la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Nella condizione ante operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0475 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.



<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<i>Equazione climatica</i>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<i>Tempo di corrivazione</i>			
$t_c$ =		0,0475	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =	10,3	mm	
$i(\tau_c)$ =	217,8	mm/ora	
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	10,3	mm
	$\varphi$ =	0,2441	
	$Q$ =	<b>0,0374</b>	m <sup>3</sup> /s

Tab. 9: Determinazione portata al colmo nella condizione ante operam col metodo del Turazza.

**La portata trentennale relativa alla condizione ante operam è pari a 0,0374mc/s.**

Nella condizione post operam si è determinato un tempo di corrivazione pari a 0,0553 ore.

La portata al colmo è stata determinata col metodo del Turazza per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

<b>Calcolo portata di progetto</b>			
<b>(Turazza)</b>			
<b>Equazione climatica</b>			
Tr (anni)			30
n=			0,4294
a=			38,2812
<b>Tempo di corrivazione</b>			
$t_c$ =		0,0553	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		11,0	mm
$i(\tau_c)$ =		199,7	mm/ora
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	11,0	mm
	$\varphi$ =	0,6510	
	$Q$ =	<b>0,0915</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>

Tab. 10: Determinazione portata al colmo nella condizione post operam col metodo del Turazza.

La portata trentennale relativa alla condizione post operam è pari a 0,0915mc/s.

La massima portata effluente secondo il coefficiente udometrico normato è pari a 0,00506mc/s.

Si riportano di seguito gli idrogrammi sintetici convenzionali sovrapposti.

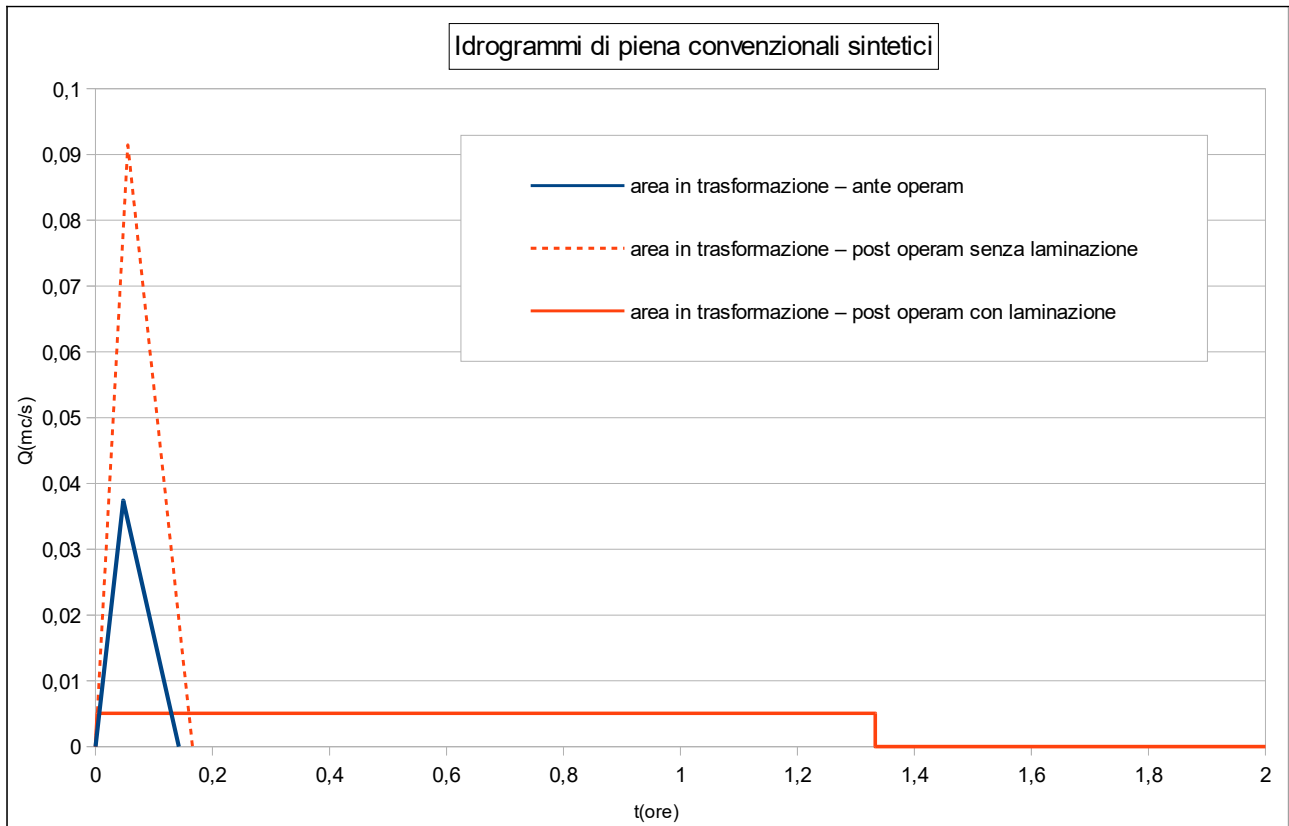


Fig. 5: Sovrapposizione idrogrammi sintetici convenzionali di piena (Tr 30 anni)

Considerando la massima portata effluente da norma, bilanciando le portate in ingresso nel meccanismo di laminazione con quelle in uscita, si determina la necessità di un volume complessivo di laminazione pari a 24,28mc.

Si riporta di seguito il riepilogo delle calcolazioni idrauliche svolte.

Bacino: *area in trasformazione – ante operam*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,002530	kmq	sup bacino
<i>tc</i>	0,047500	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,095000	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,142500	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,037389	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	9,590324	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam senza laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>S (sup bacino)</i>	0,002530	kmq	0
<i>tc</i>	0,055278	ore	tempo corrivazione
<i>te</i>	0,110556	ore	tempo esaurimento
<i>T tot</i>	0,165833	ore	durata totale idrogramma
<i>Qc</i>	0,091459	mc/s	portata al colmo
<i>V tot</i>	27,300394	mc	vol tot defluente

Bacino: *area in trasformazione – post operam con laminazione*

Parametri		u.m.	Note
<i>Qe max</i>	0,00506	mc/s	Massima portata allo scarico
<i>X1</i>	0,003058	ore	tempo di raggiungimento <i>Qe max</i>
<i>X2</i>	0,165833	ore	tempo saturazione volume laminaz
<i>V scaricato</i>	<b>3,020820</b>	mc	vol scaricato in continuo durante evento
<i>V da laminare</i>	<b>24,279574</b>	mc	vol da realizzare
	4798,334788	s	
<i>T svuotam</i>	1,332871	ore	tempo svuotam del volume realizzato

Tab. 11: Riepilogo delle calcolazioni idrauliche effettuate.

9.2.5. Dispositivi di laminazione per il sub-ambito 5 – aree pubbliche

AREA TOTALE: 1726mq

SUP INTERVENTO: 1726mq

Le trasformazioni previste in codesto sub ambito determinano una variazione in positivo delle permeabilità superficiali, dunque ai sensi del 3.3 della D.G.R. n.53/2014, Il dispositivo di laminazione atto a garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni non risulta occorrente.

Di seguito la verifica tabellare di quanto appena asserito.

DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'					
	Descrizione tipo di suolo	Superficie $S_i(mq)$	Coefficiente parziale di impermeabilità $IMP_i$	$S_i \times IMP_i$	% area
ANTE OPERAM	verde	0,00	0,20	0,00	0,00
	verde incolto	0,00	0,10	0,00	0,00
	strade e piazzali	1.071,00	1,00	1.071,00	97,54
	edifici	27,00	1,00	27,00	2,46
	sup semipermeabili (corti non pavimentate)	0,00	0,50	0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
	TOTALI	1.098,00		1.098,00	100,00
		<b>IMP°</b>	<b>1,0000</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>	<b>1.098,00</b>			
POST OPERAM	edifici	0,00	1,00	0,00	0,00
	verde pubblico	286,00	0,20	57,20	26,05
	verde privato	0,00	0,20	0,00	0,00
	ciclabile	0,00	1,00	0,00	0,00
	parcheeggi pubblici (impermeabili)	519,00	1,00	519,00	47,27
	parcheeggi pubblici (semipermeabili)	0,00	0,60	0,00	0,00
	parcheeggi privati	0,00	1,00	0,00	0,00
	strade, marciapiedi, rampe ed aree tecniche	293,00	1,00	293,00	26,68
	TOTALI	1.098,00		869,20	100,00
		<b>IMP</b>	<b>0,7916</b>		
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>	<b>869,20</b>			