

COME REDIGERE IL PROGETTO DI INVARIANZA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI VARESE – ing. Maurizio Girolidi



Foto Fabrizio Radaelli

MONZA 04.05.2018

ing. Maurizio Girolidi
girolidi.ingvarese@gmail.com

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

R.R. 7/2017 ART. 6

Per gli interventi soggetti a Permesso di costruire, a segnalazione certificata di inizio attività SCIA o a comunicazione di inizio lavori asseverata CILA:

nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario anche redigere un

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

firmato da un

**TECNICO ABILITATO, QUALIFICATO E DI ESPERIENZA
NELL'ESECUZIONE DI STIME IDROLOGICHE E CALCOLI
IDRAULICI**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Serve quindi
UN PROGETTO
e non una semplice relazione

Il progetto sarà differente in ragione di 3 diversi fattori:

- 1) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO
- 2) SUPERFICIE DELL'INTERVENTO
- 3) COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

primo fattore

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Il territorio lombardo è stato suddiviso in 3 ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato B):

A – alta criticità

B – media criticità

C – bassa criticità

Tutti i Comuni della Provincia di Monza Brianza sono in Ambito A

secondo fattore

SUPERFICIE DELL'INTERVENTO

Sono richiesti diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. superficie fino a 100 m^2
2. superficie $> 100 \text{ m}^2$ e $\leq 1.000 \text{ m}^2$
3. superficie $> 1.000 \text{ m}^2$ e $\leq 10.000 \text{ m}^2$
4. superficie $> 10.000 \text{ m}^2$ e $\leq 100.000 \text{ m}^2$
5. superficie $> 100.000 \text{ m}^2$

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

terzo fattore

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Diverso sarà l'approccio anche in ragione del coefficiente φ :

1. $\varphi \leq 0,4$
2. $\varphi > 0,4$

ATTENZIONE!!

INDIPENDENTEMENTE DAL COMUNE IN CUI RICADONO,
GLI **AMBITI DI TRASFORMAZIONE**
ED I **PIANI ATTUATIVI PREVISTI NEI P.G.T.**
SONO EQUIPARATI ALLE
AREE A - AD ALTA CRITICITÀ

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONTERALE	MODALITA' DI CALCOLO	
				AREE A - B	AREE C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$S \leq 100 \text{ m}^2$	QUALSIASI	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$	$\varphi \leq 0,4$	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$	$\varphi > 0,4$	METODO DELLE SOLE PIOGGE art. 11 comma 2	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2
		$1.000 \text{ m}^2 < S \leq 10.000 \text{ m}^2$	qualsiasi		
		$10.000 \text{ m}^2 < S \leq 100.000 \text{ m}^2$	$\varphi \leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$10.000 \text{ m}^2 < S \leq 100.000 \text{ m}^2$	$\varphi > 0,4$	PROCEDURA DETTAGLIATA art. 11 comma 2	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2
		$S > 100.000 \text{ m}^2$	qualsiasi		

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Area C – bassa criticità

**PER TUTTI GLI INTERVENTI IN QUESTE AREE E'
SUFFICIENTE REDIGERE IL PROGETTO SECONDO I
REQUISITI MINIMI
previsti dall'art. 12**

Nessun Comune in provincia ricade in Area C

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Aree C – bassa criticità

REQUISITI MINIMI

previsti dall'art. 12

**$S \leq 100 \text{ m}^2$ NON SERVE IL PROGETTO se scarico in
suolo/sottosuolo**

SE $S > 100 \text{ m}^2$

REALIZZAZIONE DI UNO O PIÙ INVASI DI LAMINAZIONE

COMUNQUE CONFIGURATI

AVENTI VOLUME MINIMO PARI A

**400 m^3 PER ETTARO DI SUPERFICIE SCOLANTE
IMPERMEABILE**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Aree A – alta criticità

Tutti i Comuni in Provincia di Monza Brianza

Aree B – media criticità

Nessun Comune in Provincia di Monza Brianza

PER GLI INTERVENTI IN QUESTE AREE SI DEVE VALUTARE LA CLASSE DI INTERVENTO

CLASSE 0	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
REQUISITI MINIMI previsti dall'art. 12		METODO DELLE SOLE PIOGGE	PROCEDURA DETTAGLIATA

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Aree A – alta criticità

Aree B – media criticità

**$S \leq 100 \text{ m}^2$ NON SERVE IL PROGETTO se scarico in suolo/sottosuolo
(Classe 0)**

$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$ (Classe 1)

REALIZZAZIONE DI UNO O PIÙ INVASI DI LAMINAZIONE

COMUNQUE CONFIGURATI

AVENTI VOLUME MINIMO PARI A

800 m³ PER ETTARO DI SUP. SCOLANTE IMPERMEABILE (Aree A)

600 m³ PER ETTARO DI SUP. SCOLANTE IMPERMEABILE (Aree B)

questi volumi minimi vanno rispettati anche per le Classi 2 e 3

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

SCARICO FINALE NEL RICETTORE

Una volta accumulata l'acqua nell'invaso di laminazione devo prevedere le modalità di rilascio ad evento meteorico esaurito:

entro 48 ore dalla fine dell'evento le vasche devono essere vuote e pronte per raccogliere nuovamente le portate pluviali

Qual è la portata scaricabile nel ricettore finale?

- Aree A 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile
- Aree B 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile
- Aree C 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile

I gestori dei ricettori (fiumi, rogge, reti meteoriche) possono imporre limiti più restrittivi

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Nuova villetta a **Monza** in lotto di 1.500 m²

avente superficie coperta di 150 m² con $\varphi = 1,0$

con aree esterne di 100 m² con pavimentazione semipermeabile $\varphi = 0,7$ e
la restante superficie di 1.250 m² a verde con $\varphi = 0,3$

Sup. scolante impermeabile $S_{si} = 150*1,0+100*0,7 = 220 \text{ m}^2$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è

$$\varphi_m = (150*1,00+100*0,70+1.250*0,3)/1.500 = 0,396 < 0,4$$

Quindi la classe di intervento è 1 (impermeabilizzazione potenziale bassa)

applico quindi il calcolo semplificato

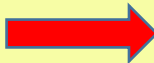
Il volume degli invasi di laminazione sarà $\geq 800 \text{ m}^3$ PER ETTARO DI
SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE

$W = 800*220/10.000 = 17,60 \text{ m}^3$ volume degli invasi di laminazione richiesti
da svuotare entro 48 ore da fine evento meteorico

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

BREVI CENNI SUI METODI ANALITICI

Il Metodo delle sole piogge ed il Metodo di calcolo dettagliato considerano le seguenti variabili:

- 1) **Tempi di ritorno di riferimento**: T 50 anni e T 100 anni (per le verifiche dei franchi di sicurezza delle opere)
- 2) **Calcolo delle precipitazioni di progetto** (dati ARPA o più specifici se disponibili)
- 3) **Calcolo del processo di infiltrazione**  relazione geologica
- 4) **Calcolo dell'idrogramma netto**
- 5) **Calcolo del volume di invaso** per la laminazione
- 6) **Calcolo del tempo di svuotamento** degli invasi
- 7) **Dimensionamento del sistema di scarico finale**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Nuova palazzina a **Monza** in lotto di 1.500 m²
avente superficie coperta di 450 m² con $\varphi = 1,0$

con aree esterne di 150 m² con pavimentazione semipermeabile $\varphi = 0,7$ e
la restante superficie di 900 m² a verde con $\varphi = 0,3$

Sup. scolante impermeabile $S_{si} = 450 \cdot 1,0 + 150 \cdot 0,7 = 555 \text{ m}^2$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è

$$\varphi_m = (450 \cdot 1,00 + 150 \cdot 0,70 + 900 \cdot 0,3) / 1.500 = 0,55 > 0,4$$

Quindi la classe di intervento è 2 (impermeabilizzazione potenziale media)

applico quindi il **METODO DELLE SOLE PIOGGE**

Il volume degli invasi di laminazione sarà **COMUNQUE $\geq 800 \text{ m}^3$ PER
ETTARO DI SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Ipotizzo di far defluire una portata pari al massimo consentito dal Regolamento, quindi 10 l/s per ettaro, contestualmente all'ingresso della portata di pioggia

$$\text{La formula è } W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_u \cdot D_w$$

ARPA www.idro.arpalombardia.it fornisce i dati pluviometrici da utilizzare (parametri a, n) per il calcolo che nel caso in esame sono

$$a = 21,078 \text{ e } n = 0,3874$$

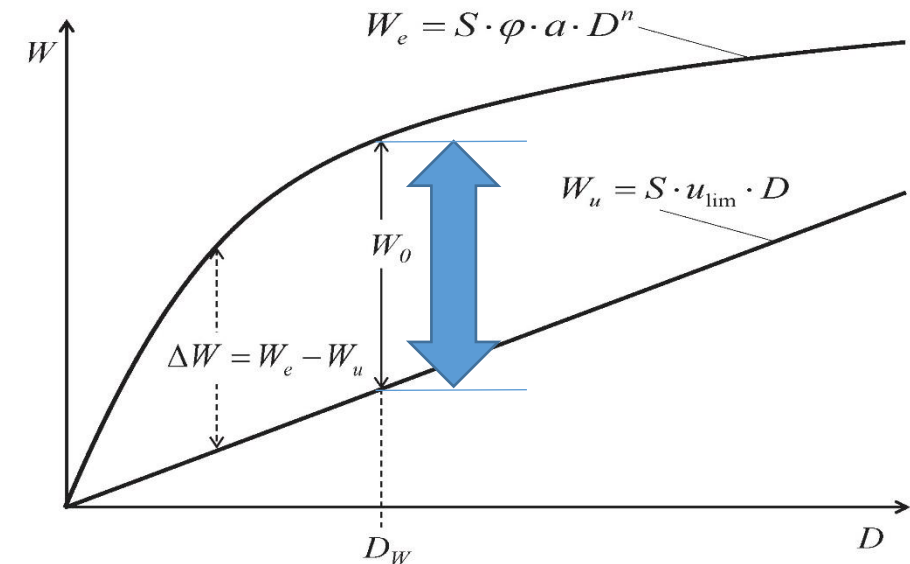
W_0 è il volume d'invaso richiesto

S è la superficie scolante totale

φ è il coefficiente di deflusso

D_w è la durata critica della pioggia

Q_u è la portata in uscita



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

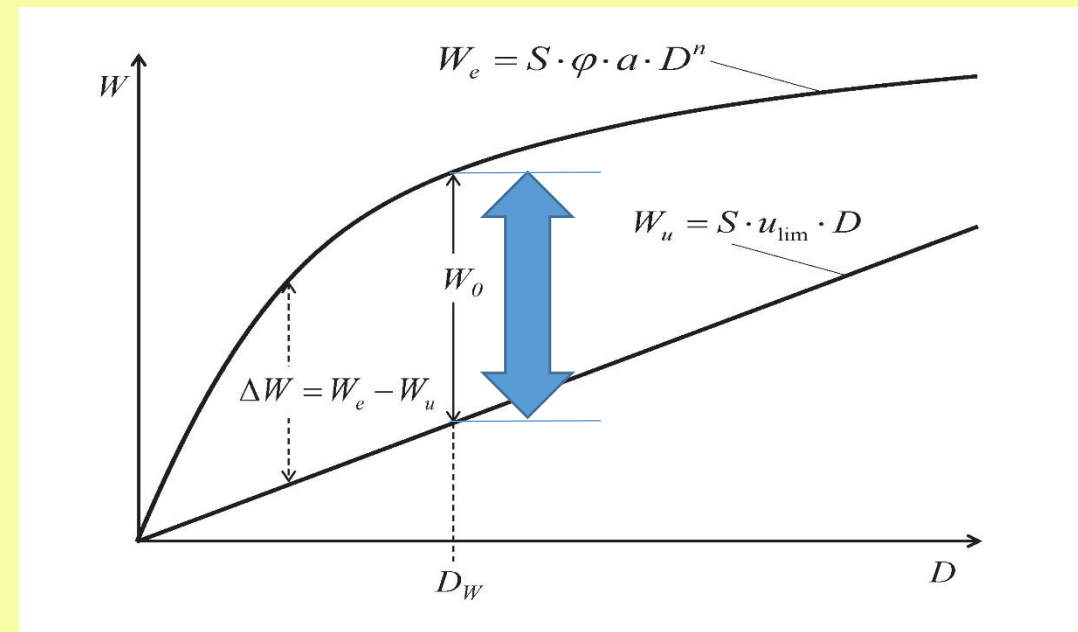
METODO DELLE SOLE PIOGGE

Ne consegue che $W_0 = 22,98 \text{ m}^3$

tale volume è inferiore a quello minimo richiesto e calcolato su 800 m^3 per ettaro e pari, invece, a $W = 800 \cdot 555 / 10.000 = 44,40 \text{ m}^3$ volume degli invasi di laminazione richiesti

Quindi, nonostante il volume derivante dal calcolo sia inferiore, devo considerare la realizzazione di vasche dimensionate coi criteri minimi del

CALCOLO SEMPLIFICATO



ESISTONO DEROGHE ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE?

SI, solo per interventi di **RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA** e di **NUOVA COSTRUZIONE** a condizione che siano verificate **contemporaneamente** le seguenti circostanze:

- 1) rapporto tra superficie occupata dall'edificazione e superficie totale intervento $\geq 90\%$
- 2) dimostrata impossibilità di realizzare i volumi di laminazione nell'area non edificata
- 3) dimostrata impossibilità di realizzare i volumi di laminazione nelle aree esterne poste nelle vicinanze dell'intervento
- 4) realizzazione dei volumi di laminazione sulle coperture dell'edificato è impedita in quanto intervento di demolizione senza modifica strutturale
- 5) realizzazione dei volumi di laminazione nel sottosuolo dell'edificato è impedita in quanto intervento senza modifica strutture di fondazione

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

COSA DEVE CONTENERE IL PROGETTO?

RELAZIONE TECNICA

1. Descrizione della soluzione progettuale ed individuazione delle opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico o disperdimento
2. Calcolo precipitazioni di progetto (solo classi 2 e 3)
3. Calcolo processi di infiltrazione e relativi dimensionamenti (solo classi 2 e 3)
4. Calcolo laminazione negli invasi e relativi dimensionamenti (solo classi 2 e 3)
5. Calcolo del tempo di svuotamento degli invasi
6. Calcolo e dimensionamento delle singole componenti del sistema di drenaggio
7. Dimensionamento del sistema di scarico terminale nel ricettore, qualora previsto

PLANIMETRIE, PROFILI, SEZIONI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

ASSEVERAZIONE DI CONFORMITA' COME DA ALLEGATO «E»

**A LAVORI ULTIMATI VA TRASMESSO ALLA REGIONE IL MODULO DI MONITORAGGIO
COME DA ALLEGATO «F»**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica



QUALI SONO LE OPERE DI INVARIANZA?

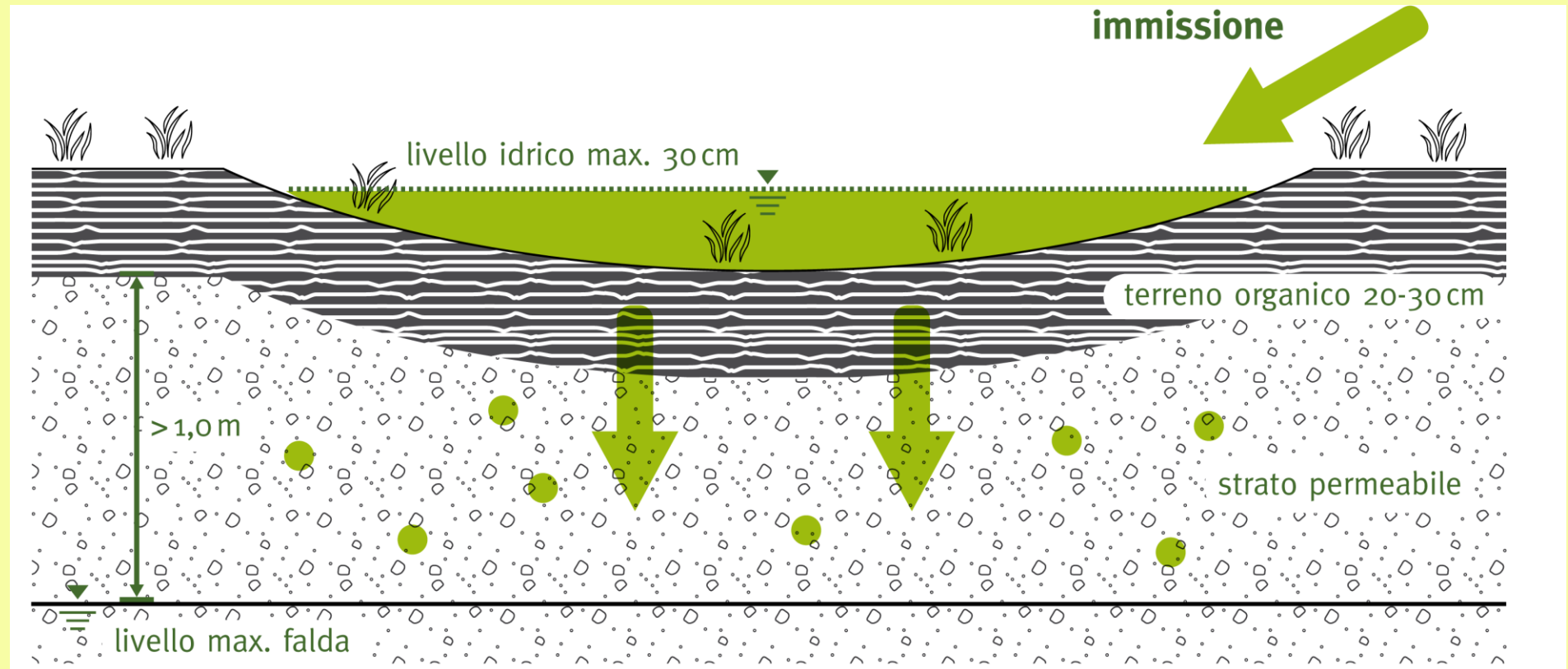
L'art. 5 del Regolamento stabilisce che

CONTROLLO e GESTIONE DELLE ACQUE PLUVIALI

avvengano mediante sistemi che garantiscano

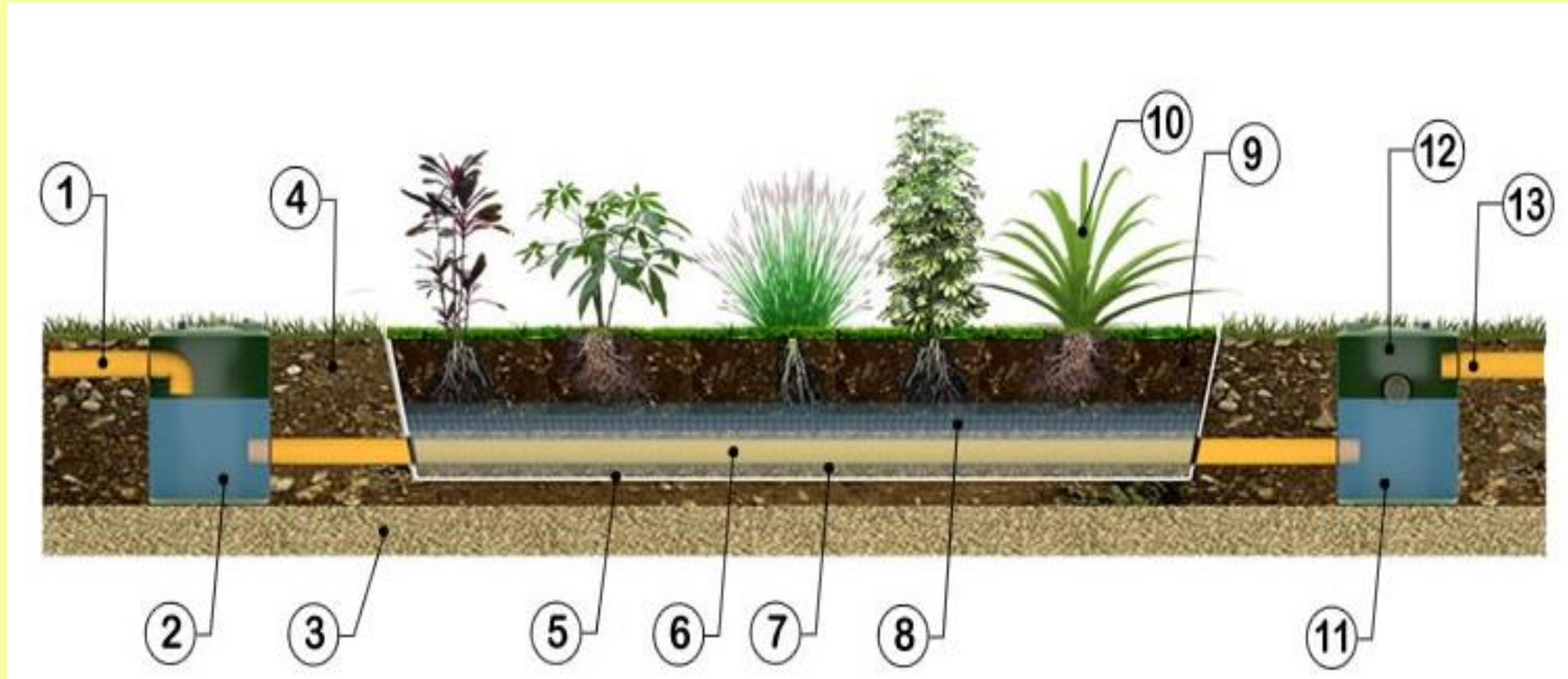
Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

INFILTRAZIONE



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

EVAPOTRASPIRAZIONE



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

RIUSO



CHE FINE FA L'ACQUA ACCUMULATA?

- L'ART. 5 IDENTIFICA L'ORDINE DI PRIORITA':

1. RIUSO DEI VOLUMI STOCCATI (*difficile il riuso per irrigazione!*)
2. INFILTRAZIONE NEL SUOLO E SOTTOSUOLO
3. SCARICO IN CORPO IDRICO
4. SCARICO IN FOGNATURA (*discrasia con la variante al R.R. 3/2006 – ingresso acque bianche in rete urbana e in depurazione*)

PERCHE' E' DANNOSO SCARICARE IN FOGNATURA?

1. SE IMMETTO ACQUE BIANCHE LA PORTATA NELLE FOGNATURE AUMENTA SMISURATAMENTE
2. LE FOGNATURE REGGONO FINO A 5 VOLTE LA PORTATA PRESENTE IN TEMPO DI ASCIUTTO
3. LA PORTATA DILUITA 5 VOLTE VIENE INVIATA NEI DEPURATORI CHE, QUINDI, FUNZIONANO MALE!
4. LA QUANTITA' ECCELENDE VIENE SCARICATA NEI FIUMI ESATTAMENTE COME VEDRETE ORA...

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

NON ESISTE UN UNICO SISTEMA ESECUTIVO CHE POSSA ADATTARSI A QUALSIASI INTERVENTO:

L'APPROCCIO PROGETTUALE DIPENDE DA TANTI FATTORI

- *SUPERFICIE IMPERMEABILE E PORTATA*
- *UBICAZIONE PLANI-ALTIMETRICA DEL TERRENO, DELL'INTERVENTO E DELLE OPERE DI LAMINAZIONE*
- *PERMEABILITÀ DEL TERRENO*
 - *INTERAZIONI CON L'AMBIENTE, IL TERRITORIO ALL'INTORNO ED EVENTUALI EDIFICI E MANUFATTI*
 - *POSIZIONE DEL RICETTORE FINALE*

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

TIPOLOGIE DI OPERE D'INVARIANZA:

- OPERE DI LAMINAZIONE
- OPERE DI INFILTRAZIONE
- OPERE MISTE LAMINAZIONE-INFILTRAZIONE
- TETTI E PARETI VERDI

OPERE DI LAMINAZIONE

Le opere di laminazione possono essere progettate per detenere o ritenere le acque:

nel primo caso il rilascio (nei limiti di cui all'art. 8) avviene durante l'evento meteorico ove l'acqua viene immagazzinata e solo la quantità ammissibile allo scarico (10 o 20 l/s) viene contemporaneamente scaricata nel ricettore

nel secondo caso si immagazzina tutta l'acqua e la si rilascia ad evento ultimato

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Vi sono strutture di accumulo sotterranee:



in c.a. o in lamiera, il costo è certamente elevato



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Altre modalità esecutive presuppongono opere superficiali, con interventi di modellazione ed impermeabilizzazione del terreno, talvolta molto onerose ed impattanti, per interventi a scala maggiore



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Vi sono altre proposte progettuali, applicabili a interventi minori, aventi costo iniziale decisamente inferiore.



Sebbene il risultato visivo sia assolutamente gradevole, si deve considerare l'elevato onere manutentivo per mantenere in condizioni ottimali le capacità di invaso.

In ogni caso si deve considerare di utilizzare porzioni di territorio per le opere di invarianza.

**Cambia l'approccio
progettuale!**

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Aumentando la scala progettuale ed arrivando alla pianificazione comunale si può arrivare alla definizione di paesaggio globale: laghetti urbani



Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

fossi vegetati



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



vasche volano urbane

OPERE DI INFILTRAZIONE

L'esecuzione delle opere di infiltrazione deve essere preliminarmente verificata in rapporto alle risultanze della Relazione geologica:

in caso di bassa permeabilità del terreno, di soggiacenza della falda, di compresenza di altre opere in sottosuolo, di vicinanza a fabbricati, le stesse possono essere inefficaci o, addirittura dannose.

Si dovrà considerare l'interazione delle opere di infiltrazione con l'appoggio fondazionale dei fabbricati: l'immissione di acqua nei substrati di appoggio può diminuire la capacità portante dei terreni!

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Le opere di infiltrazione più diffuse sono
pozzi perdenti



trincee drenanti a moduli prefabbricati

Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica



trincee
drenanti
con
tubazioni
microforate



pavimentazioni permeabili



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

TETTI E PARETI A VERDE

Molto attuali e di tendenza ma normalmente meno efficaci in termini di ritenzione d'acqua



Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Una domanda sorge spontanea...



**QUESTI COSTI SONO
SOSTENIBILI CON L'ATTUALE
CRISI DEL SETTORE?**

**LA SOLA REALIZZAZIONE DELLE
OPERE DI LAMINAZIONE È STIMATA
DA REGIONE LOMBARDIA
(ALLEGATO M) IN
CIRCA 750 €/m³ DI INVASO**

**OVVIAMENTE PER INTERVENTI PICCOLI L'INCIDENZA È MAGGIORE PERCHÈ NON
C'È ECONOMIA DI SCALA**

**A QUESTI COSTI, PERALTRO, SI DEVE AGGIUNGERE L'ONERE GESTIONALE E
MANUTENTIVO**

GRAZIE PER ~~L'ATTENZIONE~~

LA PAZIENZA!