

Seminario Formativo

**IL RECUPERO DELLE ACQUE:
SICUREZZA IDRAULICA E RISPARMIO
DELLA RISORSA IDRICA**

MERCOLEDÌ 15 GIUGNO 2016

Aula Conferenze Campus Universitario, Parco Area Delle Scienze SNC

**LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE
METEORICHE IN AREE URBANE**



Ing. Gian Lorenzo Bernini



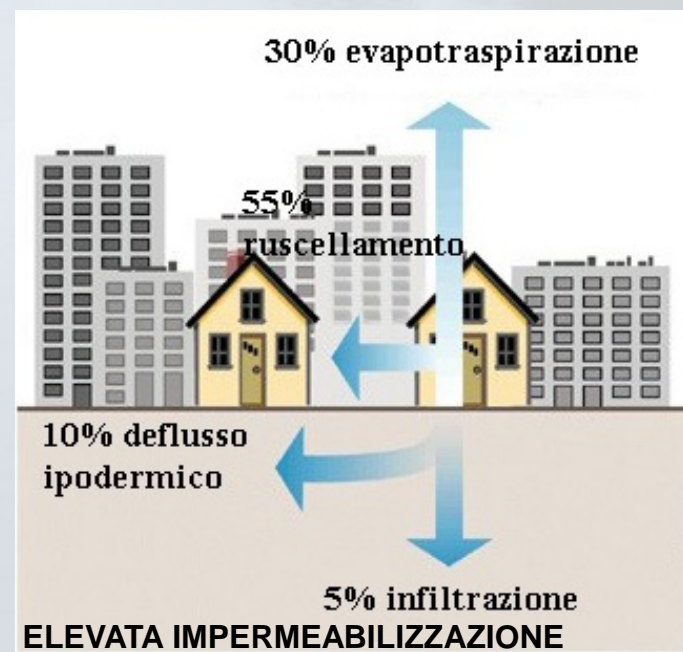
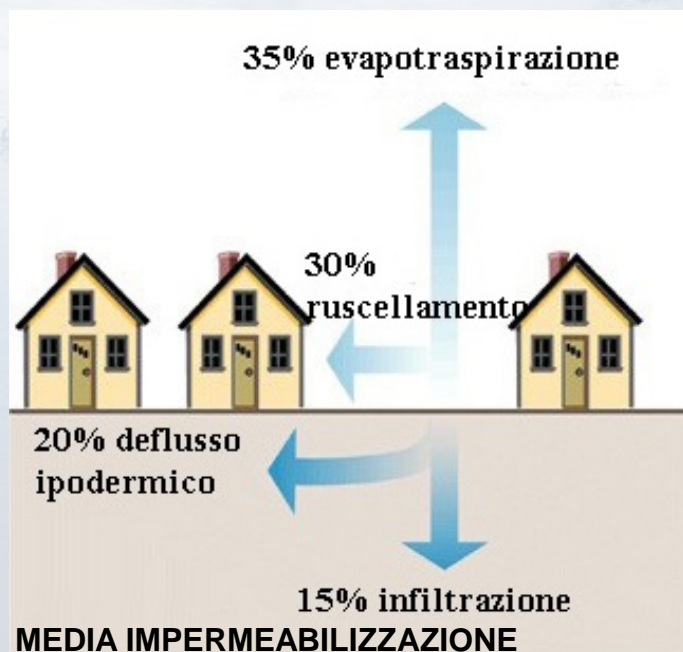
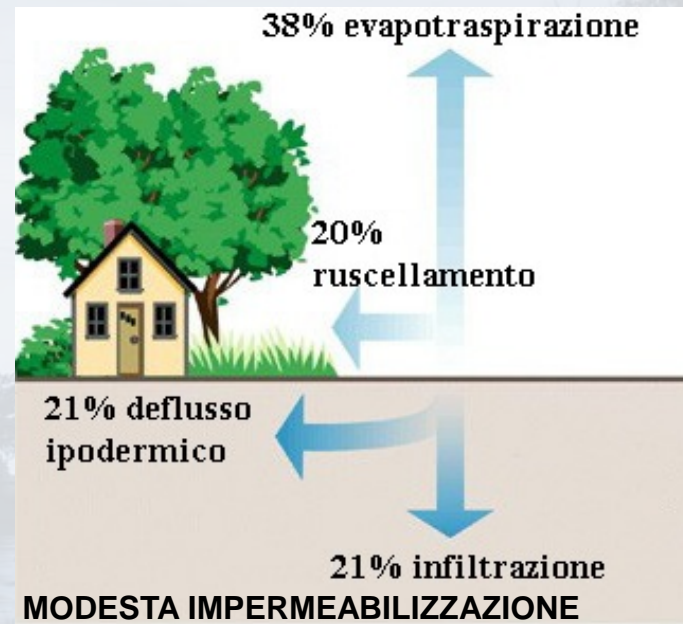
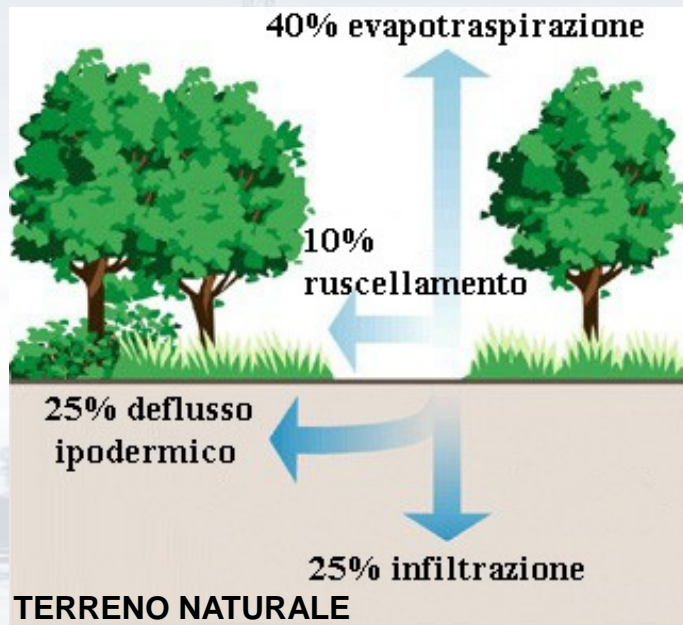
PROBLEMATICA IDRAULICA LEGATA ALL'ESPANSIONE URBANISTICA

La progressiva urbanizzazione e lo sviluppo edilizio avvenuti negli ultimi decenni stanno causando un aumento degli eventi di piena e causando allagamenti sempre più intensi e frequenti.



Questo è dovuto principalmente a due elementi:

1. Riduzione della capacità filtrante del terreno con conseguente aumento della portata che arriva ai recapiti finali
2. Riduzione dei tempi di corrivazione dei colmi di piena



CONSEGUENZE

1. Aumento della portata idrica (m³/sec) sulle reti di drenaggio urbano e sulla rete idrografica sia secondaria che principale
2. Aumento dei volumi d'acqua afferenti (m³) alle reti di drenaggio e agli impianti di sollevamento
3. Diminuzione del tempo di corrivazione
4. Riduzione ricarica falde
5. Aumento del rischio idraulico dei territori
6. Aumento del numero delle casse di laminazione e del volume di invaso dei dispositivi di attenuazione e controllo delle piene
7. Aumento dell'attività e degli oneri di manutenzione, esercizio e adeguamento dei reticoli idrografici minori e delle opere connesse

CONSEGUENZE

Gli allagamenti nelle aree urbane si formano a causa di:

1. **Sovraccarico e/o insufficienza della rete di drenaggio fognaria e superficiale minore (corsi d'acqua minori, canali, fossi etc...)**



S.Prospiero - Giugno 2013



Fontanellato - Luglio 2010

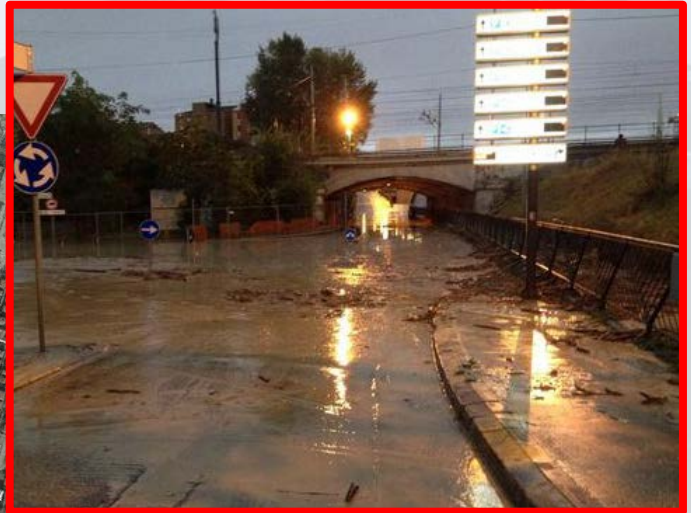


S.Polo Torriale - Aprile 2013

CONSEGUENZE

Gli allagamenti nelle aree urbane si formano a causa di:

1. Sovraccarico e/o insufficienza della rete di drenaggio fognaria e superficiale minore (corsi d'acqua minori, canali, fossi etc...)
2. Esondazioni e/o reflussi fluviali



Parma - 13 Ottobre 2014



LE AZIONI PER RIDURRE LE CONSEGUENZE

Lungo i corsi d'acqua principali: casse espansione (in linea o derivazione) e adeguamento rilevati arginali. Tempo di ritorno di riferimento per la progettazione 100-200 anni



Cassa espansione
Torrente Baganza in fase
di progetto definitivo

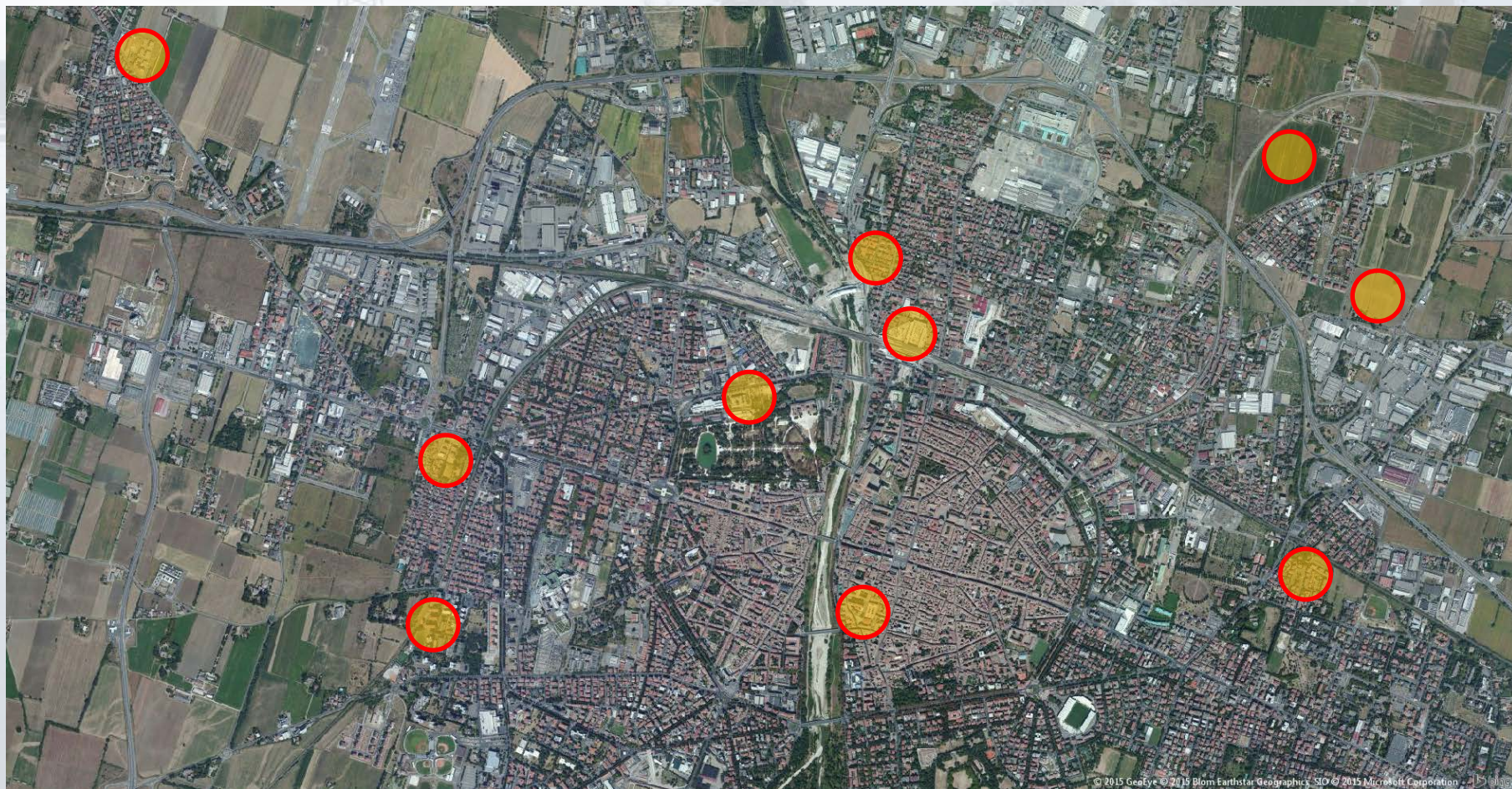


Cassa espansione Torrente Parma

LE AZIONI PER RIDURRE LE CONSEGUENZE

Nelle aree urbanizzate: pianificazione idraulica “INVARIANZA” per ridurre i volumi scaricati e contribuire a minimizzare/eliminare il rischio di allagamento.

Tempo di ritorno di riferimento per la progettazione 25- 50 anni



LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

- 1. Pianificazione e gestione integrata delle acque meteoriche (Dir. UE 2007/60 – D. L.vo 49/2010 PGRA)**
- 2. Controllo e regimazione degli apporti provenienti dalle aree agricole e dai bacini montani**
- 3. Riduzione e limitazione dell'impermeabilizzazione**
- 4. Controllo degli apporti idrici provenienti dalle aree urbanizzate:**

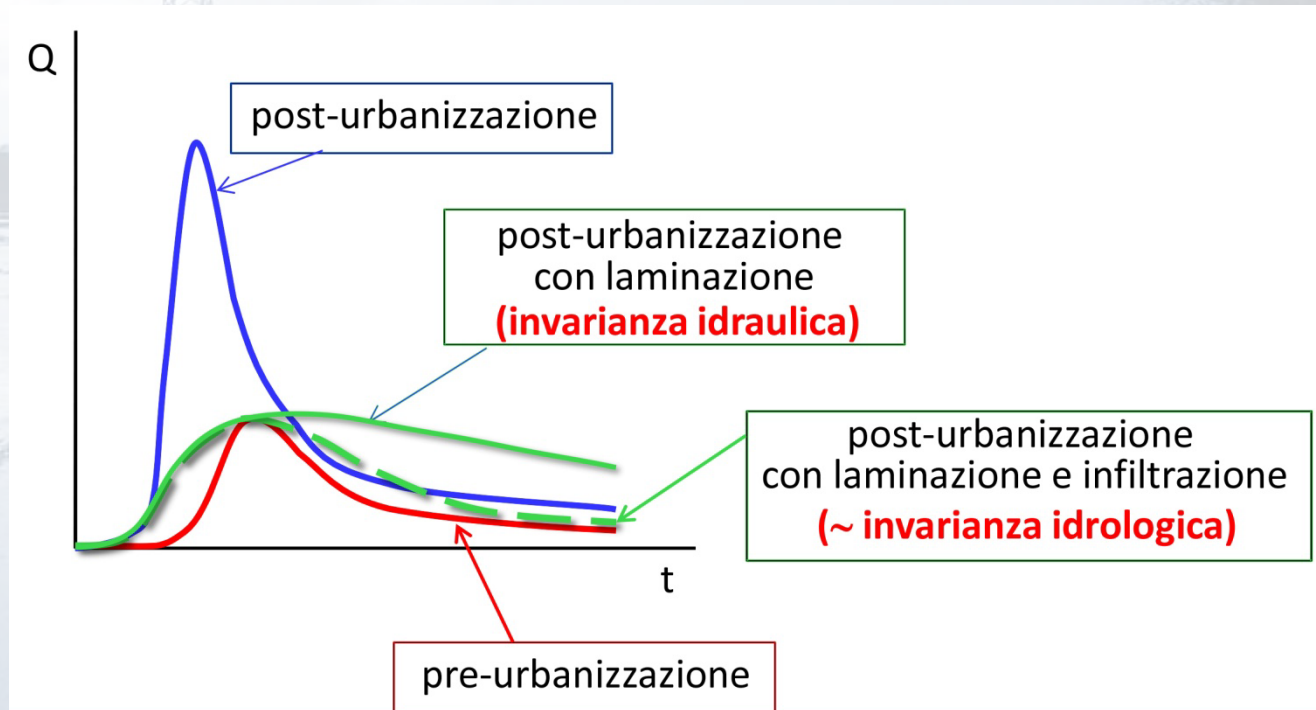
INVARIANZA IDRAULICA

INVARIANZA IDROLOGICA

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

COS'È IL CONCETTO DI “INVARIANZA” IDRAULICA?

PER TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO AD INVARIANZA IDRAULICA SI INTENDE

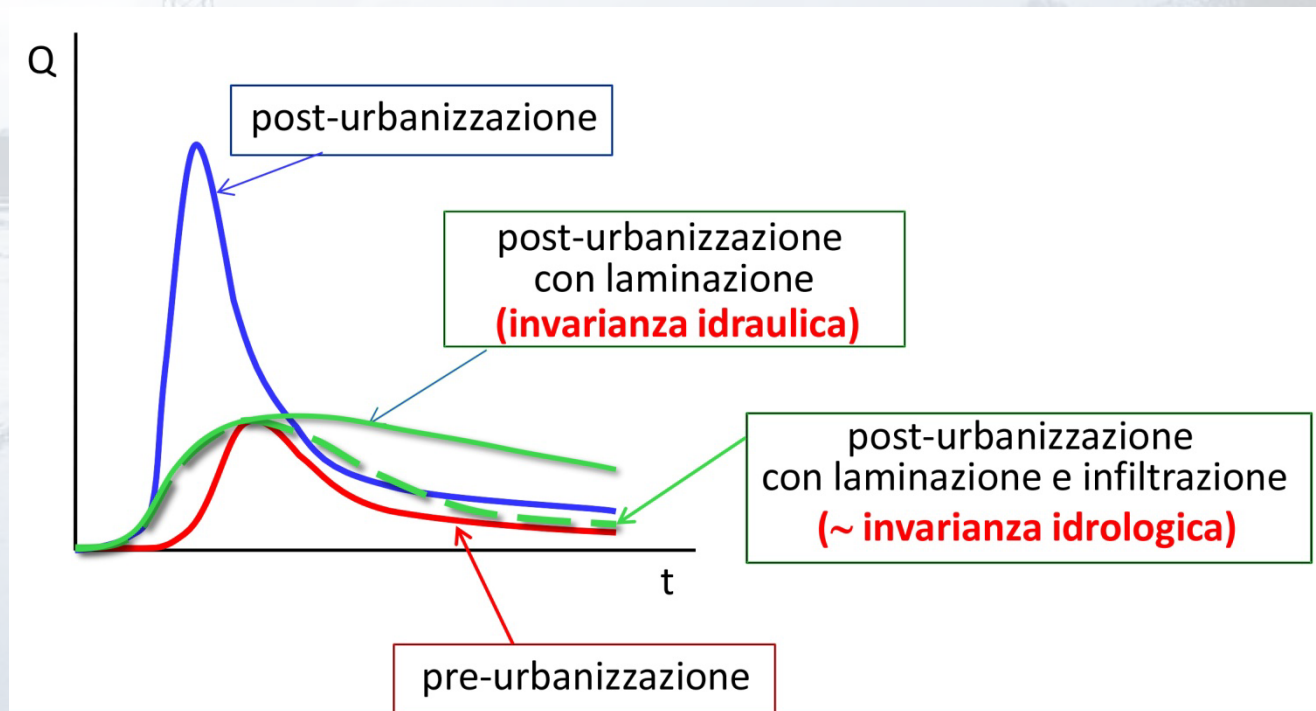


... UNA TRASFORMAZIONE URBANISTICA (AREA RESIDENZIALE, ARTIGIANALE, INDUSTRIALE O DI INFRASTRUTTURE) CHE NON GENERI PORTATE DI DEFLUSSO METEORICO SCARICATE NEI RECETTORI NATURALI O ARTIFICIALI DI VALLE MAGGIORI DI QUELLE PREESISTENTI L'URBANIZZAZIONE.

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

COS'È IL CONCETTO DI “INVARIANZA” IDROLOGICA?

PER TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO AD INVARIANZA IDROLOGICA SI INTENDE



... IL PRINCIPIO IN BASE AL QUALE NON SOLO LE PORTATE, MA ANCHE I VOLUMI DI DEFLUSSO METEORICO SCARICATI DALLE AREE URBANIZZATE NON SIANO MAGGIORI DI QUELLI PREESISTENTI L'INTERVENTO DI TRASFORMAZIONE.

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

QUANDO SI REALIZZANO PROGETTI CHE PREVEDONO OPERE DI COMPENSO IDRAULICO

- 1. NEL CASO DI MODIFICA DELLE CONDIZIONI PREESENTI DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICI AGRICOLE (CASO CHIUSURA FOSSI, COSTRUZIONI DI DRENAGGI, ETC...);**
- 2. NEL CASO DI NUOVE TRASFORMAZIONI URBANISTICHE CHE GENERANO UN AUMENTO DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI (COMPARTI RESIDENZIALI, ARTIGIANALI-PRODUTTIVI, INFRASTRUTTURE VIARIE, ETC...);**
- 3. NEL CASO DI AUMENTI DI IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE AREE ESISTENTI (ES. SUPERFICI COPERTE DA PAVIMENTAZIONI O DA VOLUMI EDILIZI);**
- 4. NEL CASO, DOVE POSSIBILE, DI INSEDIAMENTI ESISTENTI.**

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

TIPOLOGIE COSTRUTTIVE CON INVARIANZA IDRAULICA:

- 1. Invasi in aree verdi ribassate;**
- 2. Invasi in vasche c.a. prefabbricate o in opera chiuse o aperte;**
- 3. Invasi con sovradimensionamenti delle fognature;**
- 4. Invasi mediante modesti allagamenti dei piazzali adibiti a parcheggio o di alcune aree cortilizie.**

NON SONO EFFETTIVE OPERE DI COMPENSO IDRAULICO:

- 1. Vasche di prima pioggia;**
- 2. Vasche di accumulo irriguo;**
- 3. Vasche di accumulo per riutilizzo delle acque di pioggia.**

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

COME SI DIMENSIONANO LE OPERE DI LAMINAZIONE PER RISPETTARE L'INVARIANZA IDRAULICA?

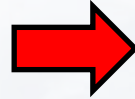
Sono ancora pochi gli esempi italiani di Norme di riferimento, direttive e linee guida applicative

- 1. Emilia Romagna: Piano stralcio per il rischio idrogeologico DIRETTIVA INERENTE LE VERIFICHE IDRAULICHE adottata dal Comitato Istituzionale con delibera N. 3/2 del 20 Ottobre 2003**
- 2. Lombardia: PTUA 2006 (DRG 8/2244), DGR N. 4052 del 19 Settembre 2012 “norme per la difesa del suolo e per la gestione dei corsi d’acqua della Lombardia”**
- 3. Veneto: delibere della Giunta Regionale del Veneto N. 1322 del 10 Maggio 2006 e N. 1841 del 19 Giugno 2007 (INVARIANZA IDRAULICA)**

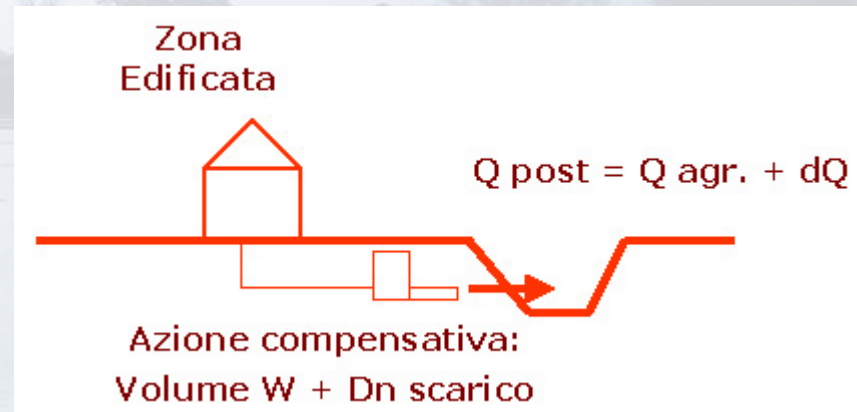
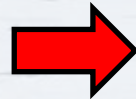
INVARIANZA IDRAULICA

EMILIA ROMAGNA – Autorità Bacini Romagnoli: DELIBERA 3/2 2003

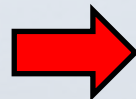
ANTE OPERAM



POST OPERAM

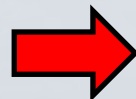


VOLUME DI
INVASO



$$W = w_0 \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15l - w_0 P$$

STROZZATURA

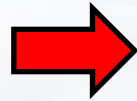


$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

INVARIANZA IDRAULICA

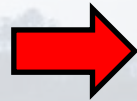
EMILIA ROMAGNA – Autorità Bacini Romagnoli: DELIBERA 3/2 2003

**VOLUME DI
INVASO**



$$W = w_0 \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15I - w_0P$$

STROZZATURA



$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

$W_0 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ volume disponibile naturalmente per la laminazione

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

ϕ_0 = coefficiente di deflusso prima della trasformazione

$n = 0.48$, coefficiente curva (h,d) per piogge di durata inferiori all'ora

15 = volume, in m^3/ha , disponibile per la laminazione in superfici diverse dall'agricola (convenzione)

I = % di superficie impermeabile e permeabile trasformata rispetto all'area agricola

P = percentuale di superficie agricola inalterata

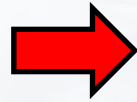
Q = Q agricola = 15 – 20 l/(s•ha) portata scaricata

h = battente idrico di massima riempimento

INVARIANZA IDRAULICA

EMILIA ROMAGNA – Autorità Bacini Romagnoli: DELIBERA 3/2 2003

**VOLUME DI
INVASO**



$$W = w_0 \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15I - w_0 P$$

STROZZATURA



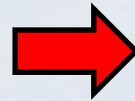
$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

QUATTRO CLASSI DI INTERVENTO

(in funzione dell'impermeabilizzazione potenziale)

TRASCURABILE

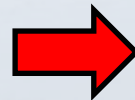
per $S < 0.1 \text{ ha}$



Formula w_0

MODESTA

$0.1 < S < 1 \text{ ha}$

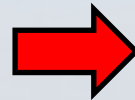


D_n scarico $< 200 \text{ mm}$

Tirante idrico (battente) $< 1 \text{ m}$

SIGNIFICATIVA

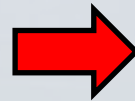
per $1 < S < 10 \text{ ha}$ e $S > 10 \text{ ha}$ e $\text{IMP} < 30\%$



D_n scarico e battente in funzione di pioggia TR30 anni e T_p 2 ore

MARCATA

per $S > 10 \text{ ha}$ e $\text{IMP} > 30\%$



Studio di maggior dettaglio

INVARIANZA IDRAULICA

LOMBARDIA: PTUA 2006 (DGR 8/2244), DGR N. 4052 del 19/09/2012

PTUA 2006 (DGR 8/2244):

Nuove edificazioni
(pubbliche/private)



Max 20 l/(s•ha_{imp})

Edificazioni esistenti
(pubbliche/private)



Max 40 l/(s•ha_{imp})

LR N.4 del 15 Marzo 2016:

Legge Regionale LR n°4 del 15 Marzo 2016, pubblicata sul supplemento al Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia del 18 marzo 2016, prevede che, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscono il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo.

La legge sarà seguita da un Regolamento Regionale contenente i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica.

INVARIANZA IDRAULICA

REGIONE VENETO:

DGRV 1322/2006 – 1841/2007 e successivo Dgr n. 2948 del 6-10-2009

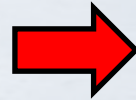
1. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
2. SUDDIVISIONI IN CLASSI DI INTERVENTO (COME E.R.)
3. VERIFICHE PER TR = 50 ANNI

$S < 0.1$ ha



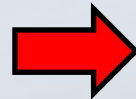
Buoni criteri costruttivi

0.1 ha $< S < 1$ ha



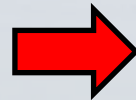
Scarico $< DN200$ mm
Battente < 1 m

1 ha $< S < 10$ ha o
 $S > 10$ ha con Imp $< 30\%$



INVARIANZA IDRAULICA:
 $Q_{ante} = Q_{post}$ (TR = 50 anni)

$S > 10$ ha con Imp $> 30\%$



Studio di maggior dettaglio

INVARIANZA IDRAULICA

Come si procede per le nuove aree di urbanizzazione da realizzare all'interno del territorio Provinciale di Parma?

Gli strumenti di pianificazione (P.A.I., P.T.C.P., P.S.C., P.O.C. etc...) prevedono l'applicazione della "Invarianza Idraulica" per tutti gli interventi che determinano una modifica della impermeabilizzazione del suolo.

- 1. Tempo di ritorno di riferimento (anni): 25, 50. In alcuni casi si arriva ai 100 anni;**
- 2. Limiti imposti al diametro della condotta di scarico (DN160 - DN200);**
- 3. Rispetto del coefficiente udometrico pre-urbanizzazione per la portata scaricata (2 l/sec·ha - 20 l/sec·ha);**
- 4. Valore del volume di laminazione (300 m³/ha - 350 m³/ha);**
- 5. Calcolo della portata nello stato attuale e rispetto della stessa nello stato di progetto.**

INVARIANZA IDRAULICA

E' inoltre importante sottolineare che l'invarianza idraulica non dovrebbe essere solo riferita alla portata e volumi scaricati, ma anche ad altri aspetti che sono necessari a garantirla.

In particolare:

- 1. L'INVARIANZA DEL PUNTO DI RECAPITO:** è opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto.
- 2. LE QUOTE ALTIMETRICHE:** a tutela delle aree limitrofe è buona norma mantenere pressoché inalterata la quota del piano campagna oggetto di trasformazione (innalzamento non superiore ai 20-30 cm rispetto alle strade e ai lotti adiacenti).
- 3. LA CAPACITÀ DI SCOLO DELLE AREE LIMITROFE:** mantenimento della capacità di scolo e deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento.

INVARIANZA IDRAULICA

PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO
DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.

LOTTO IN TRASFORMAZIONE

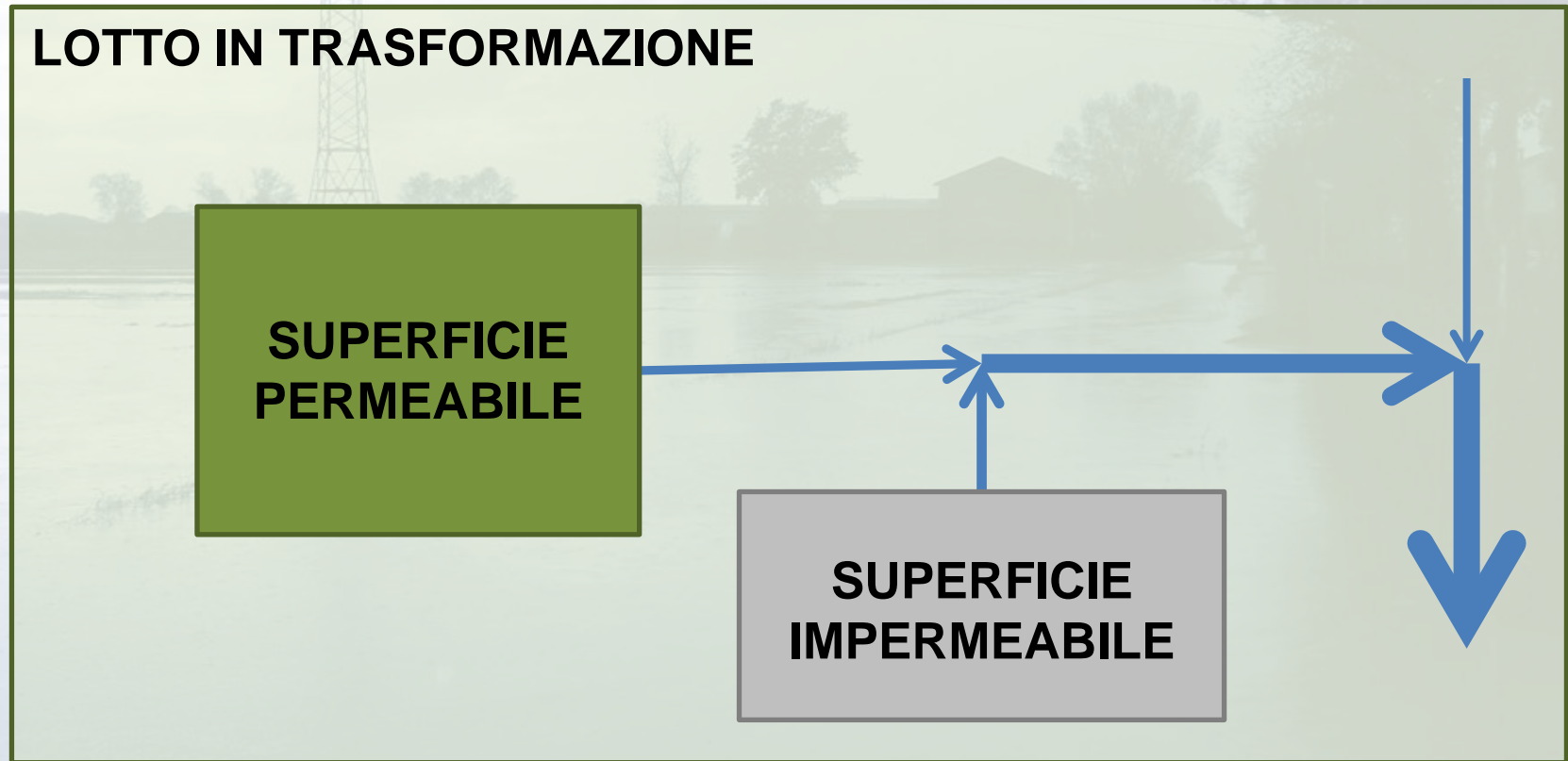
SUPERFICIE
PERMEABILE

A diagram illustrating a permeable surface in a drainage network. A green rectangular box on the left contains the text "SUPERFICIE PERMEABILE". A blue horizontal line with an arrowhead pointing right extends from the right side of this box. On the right end of this horizontal line, a blue vertical line with an arrowhead pointing down intersects it at a right angle. The background of the diagram is a faded image of a rural landscape with a house and trees.

INVARIANZA IDRAULICA

PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.

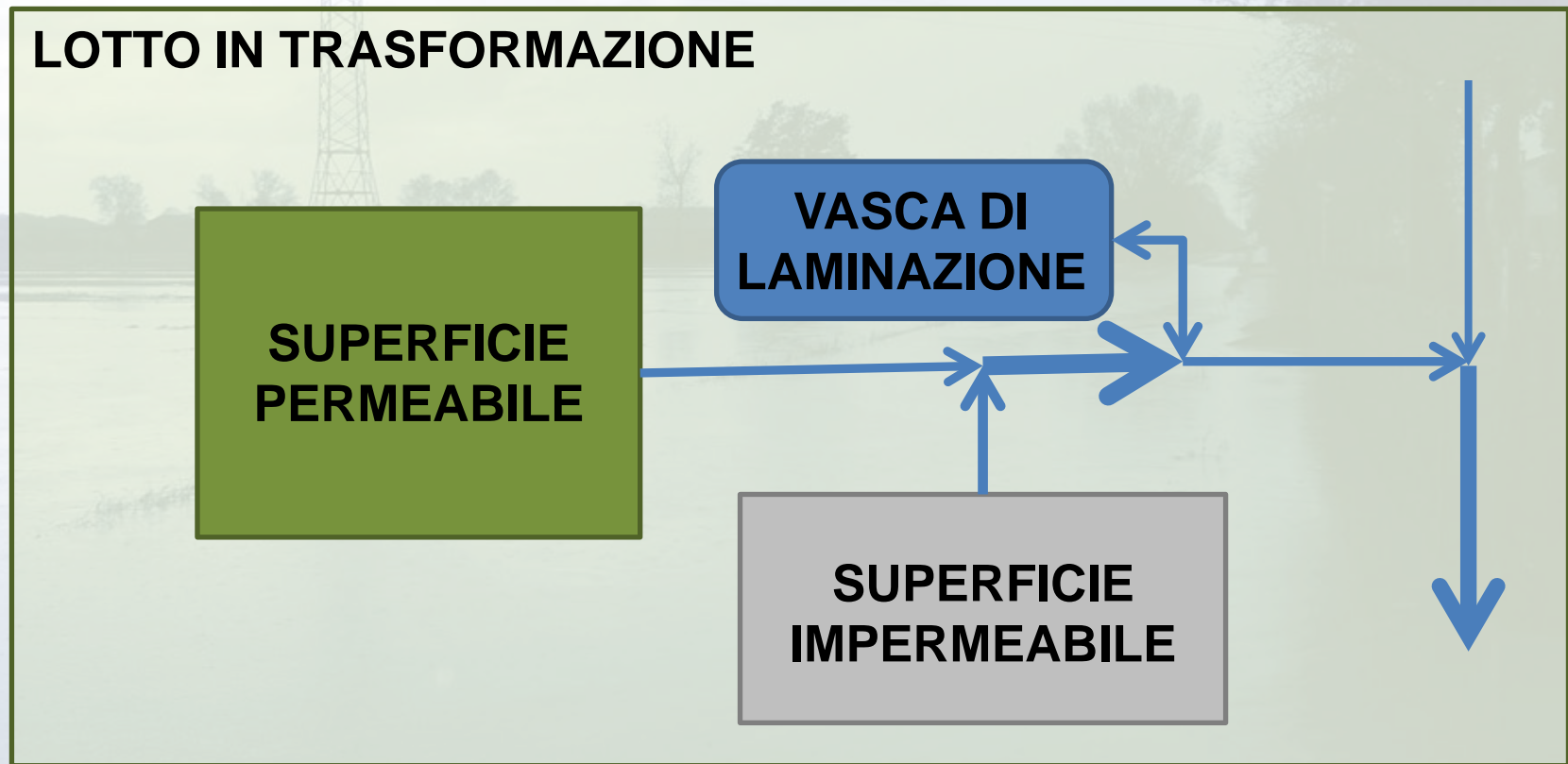
LOTTO IN TRASFORMAZIONE



A) schema di drenaggio “tradizionale”; le superfici impermeabili vengono drenate con sistemi di fognatura che recapitano al corpo idrico ricevente

INVARIANZA IDRAULICA

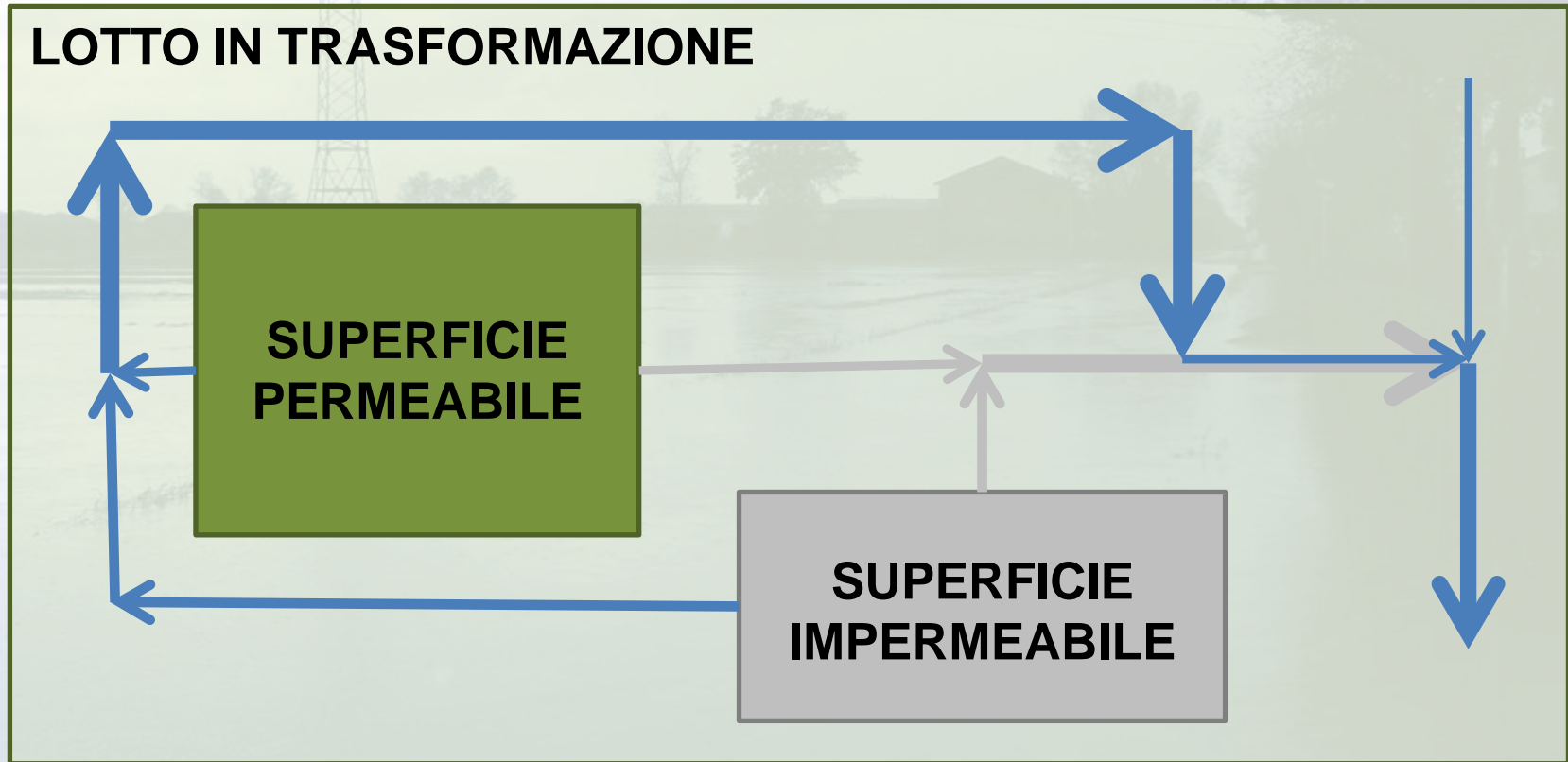
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



B) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza costituito da vasca di laminazione posta a monte del punto di recapito; il volume di invaso viene calcolato in relazione al tasso di impermeabilizzazione indotto

INVARIANZA IDRAULICA

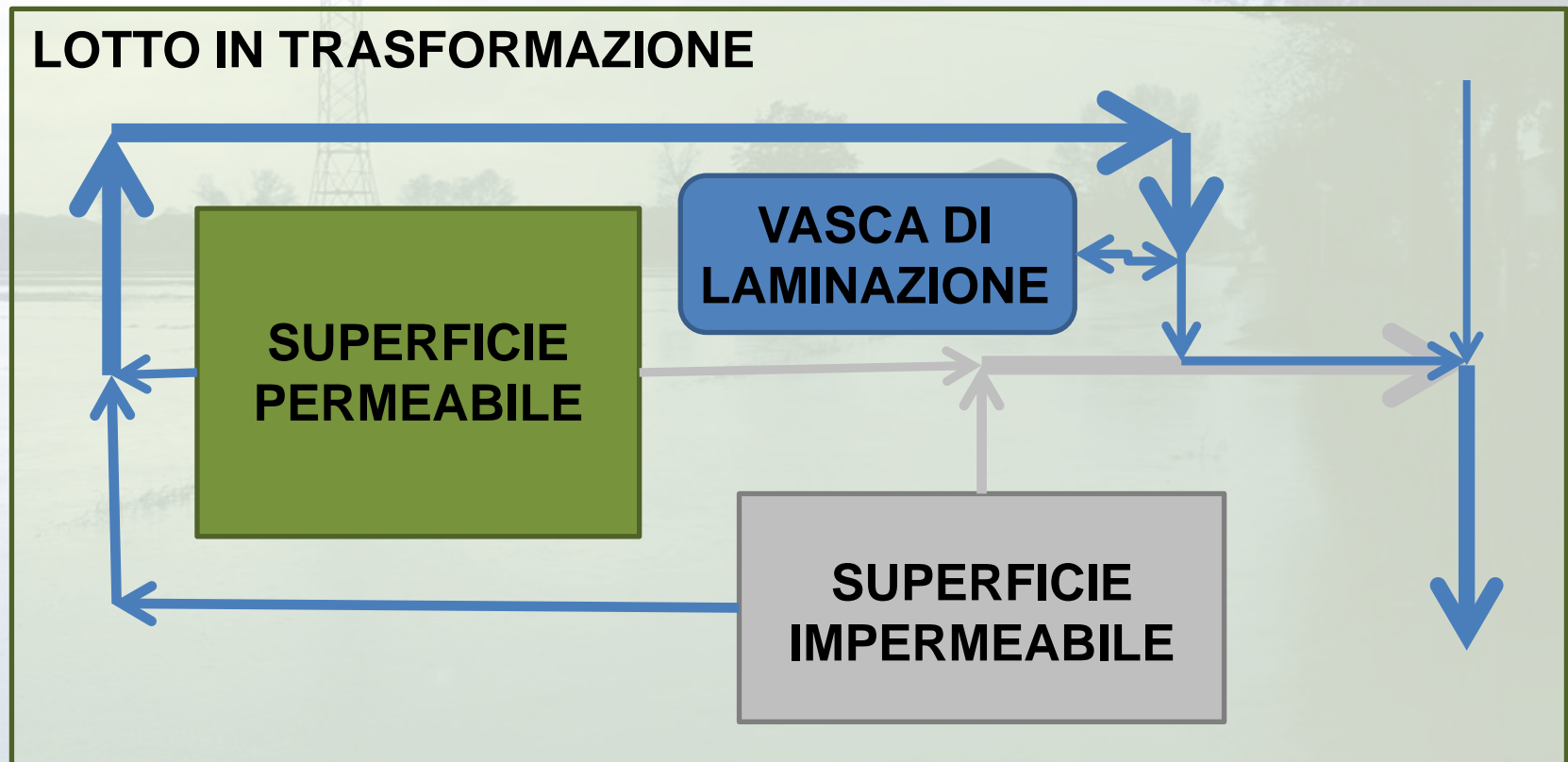
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



C) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza costituito da un sovradimensionamento della rete di fognatura; al posto del percorso minimo (in grigio) si realizza un percorso più lungo nel quale le piene vengono laminate

INVARIANZA IDRAULICA

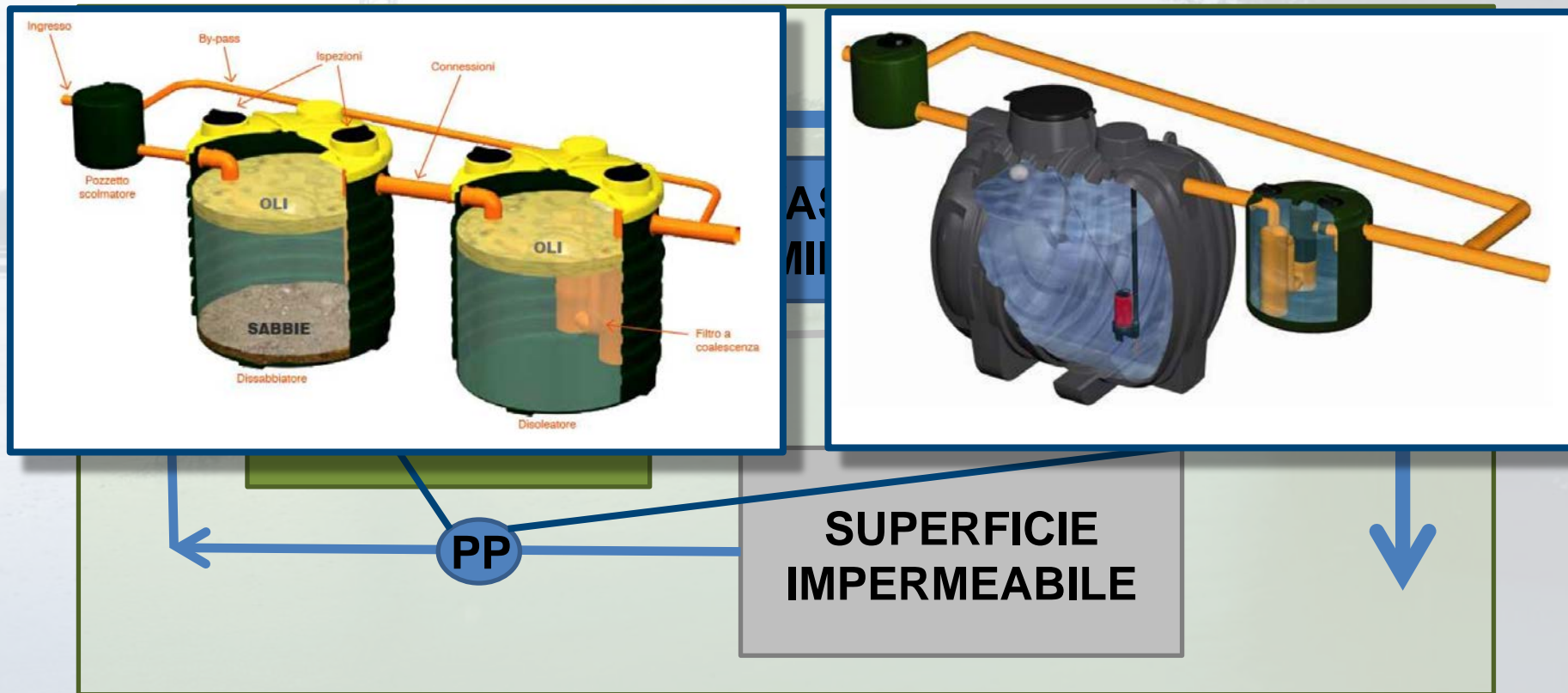
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



D) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza ibrido (sovradimensionamento della rete di fognatura + vasca di laminazione)

INVARIANZA IDRAULICA

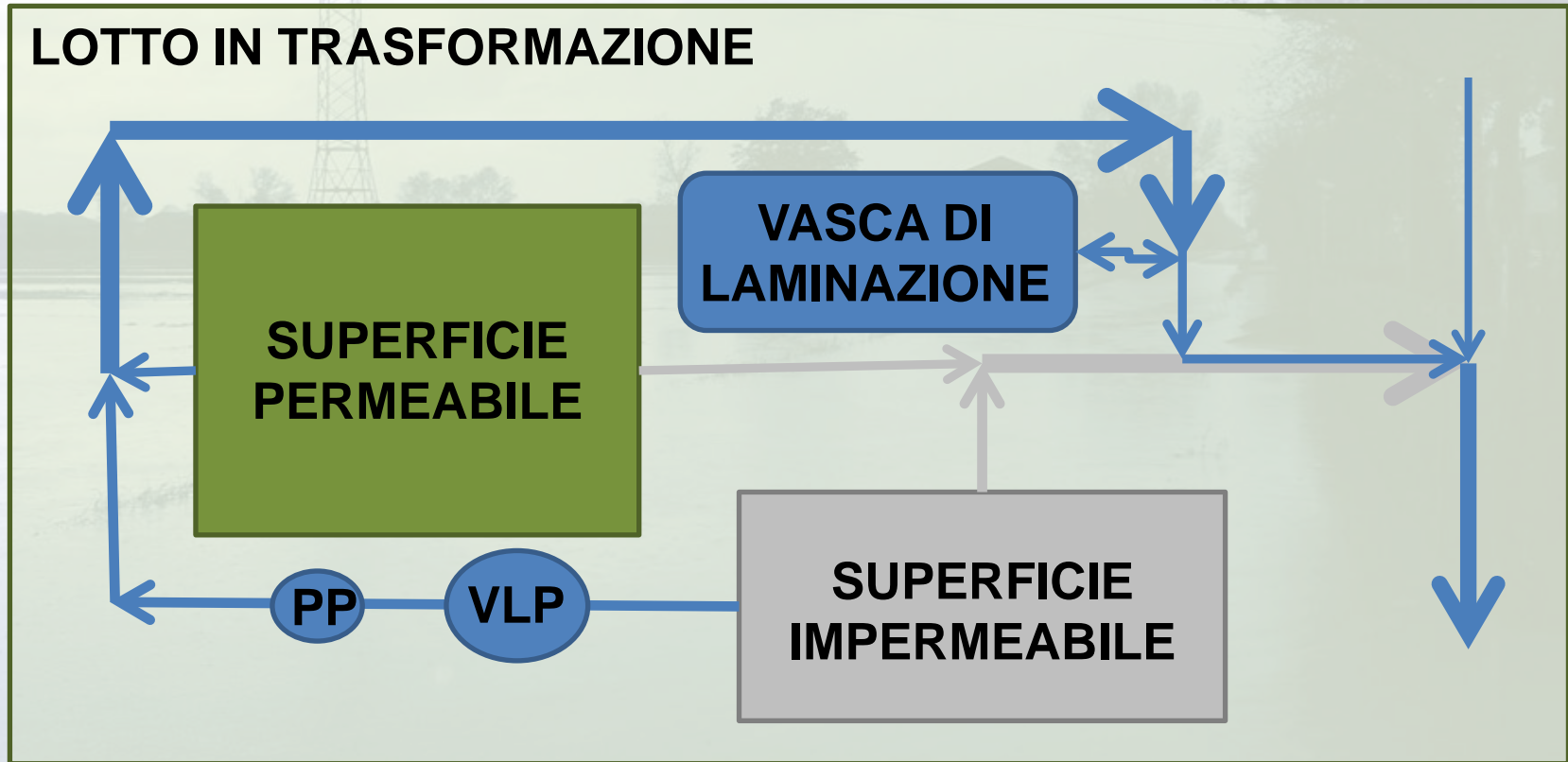
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



D) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza ibrido (sovradimensionamento della rete di fognatura + vasca di laminazione + trattamento prima pioggia PP)

INVARIANZA IDRAULICA

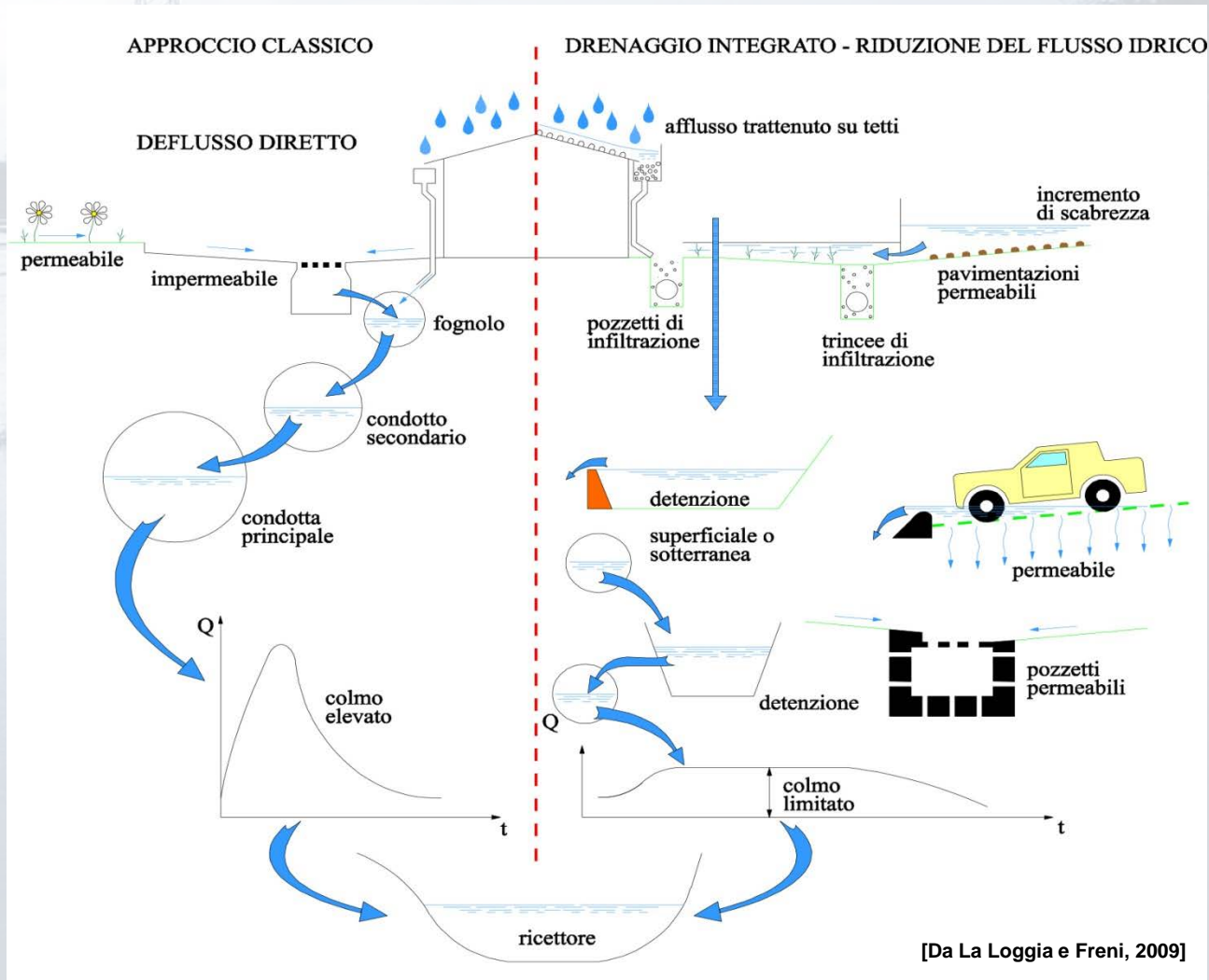
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



D) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza ibrido (sovradimensionamento della rete di fognatura + vasca di laminazione pubblica + trattamento prima pioggia PP + vasca laminazione privata VLP)

INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

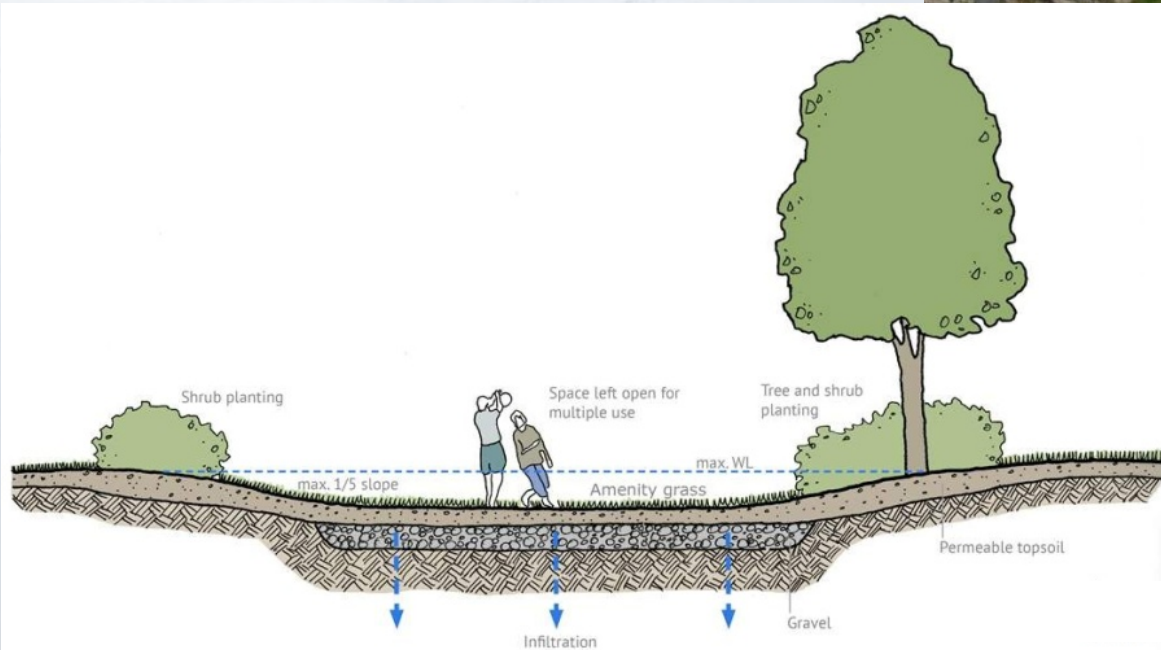
SOSTITUIRE PROGRESSIVAMENTE AL TRASFERIMENTO A VALLE DEI DEFLUSSI UN APPROCCIO DI RIDUZIONE DELLO SCARICO NEI CORPI RICETTORI. QUESTO LO SI PUÒ OTTENERE CON L'ADOZIONE DI SISTEMI, STRUTTURALI E NON, DI GESTIONE DEI DEFLUSSI A MONTE DELLE RETI DI DRENAGGIO URBANO E DEI CORSI D'ACQUA NATURALI (BMP – Best Management Practices).



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INVASO

- **Bacini di laminazione superficiale**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INVASO

- Bacini di laminazione superficiale
- Vasche interrato di laminazione



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INVASO

- Bacini di laminazione superficiale
- Vasche interrato di laminazione
- **Sovradimensionamento condotte**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

- **Trincee di infiltrazione**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

- Trincee di infiltrazione
- **Pozzi drenanti**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

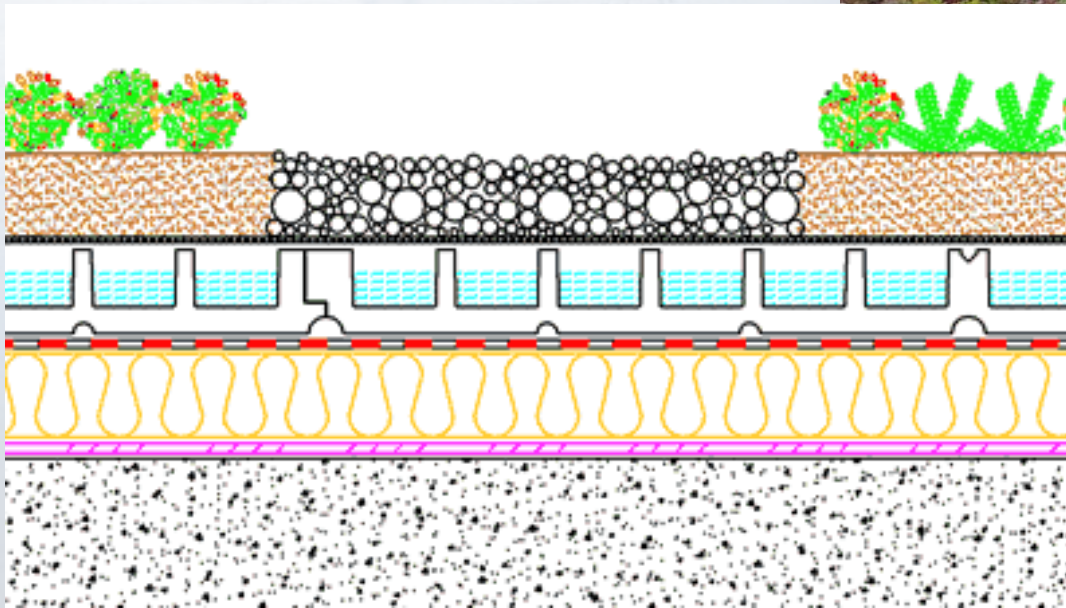
- Trincee di infiltrazione
- Pozzi drenanti
- **Pavimentazioni permeabili**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

- Trincee di infiltrazione
- Pozzi drenanti
- Pavimentazioni permeabili
- **Tetti verdi**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

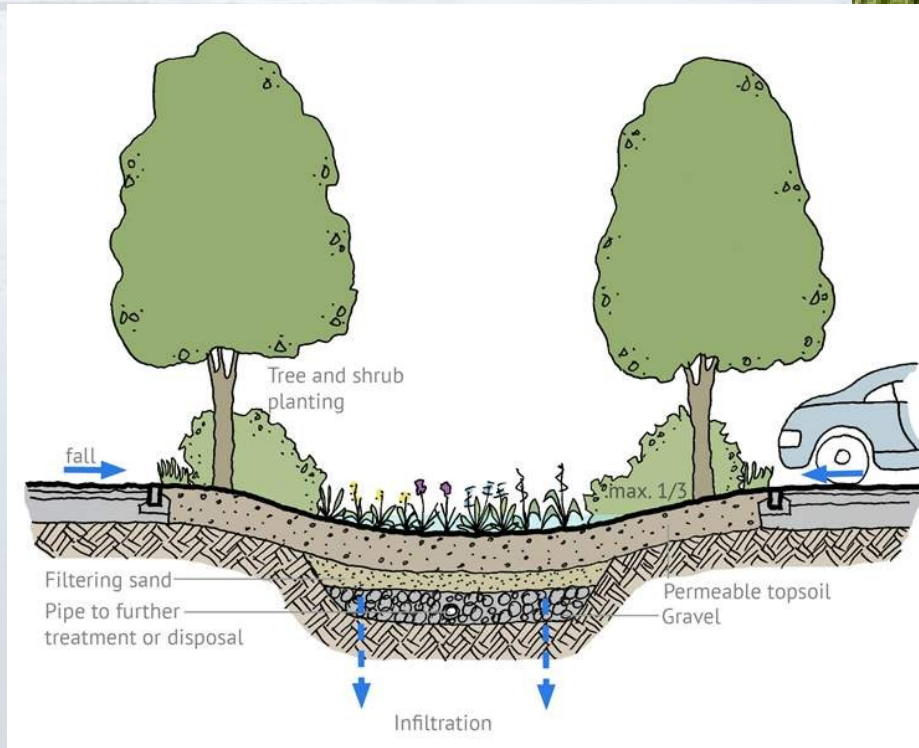
- **Wetlands**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

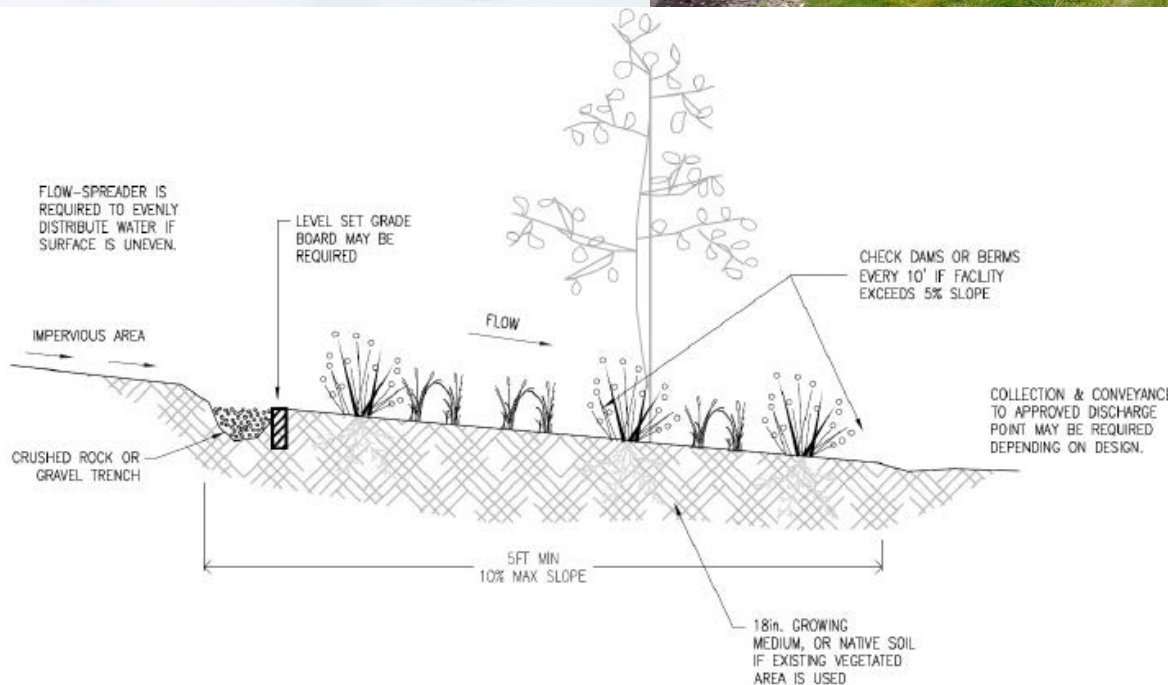
- Wetlands
- **Cunette vegetate**



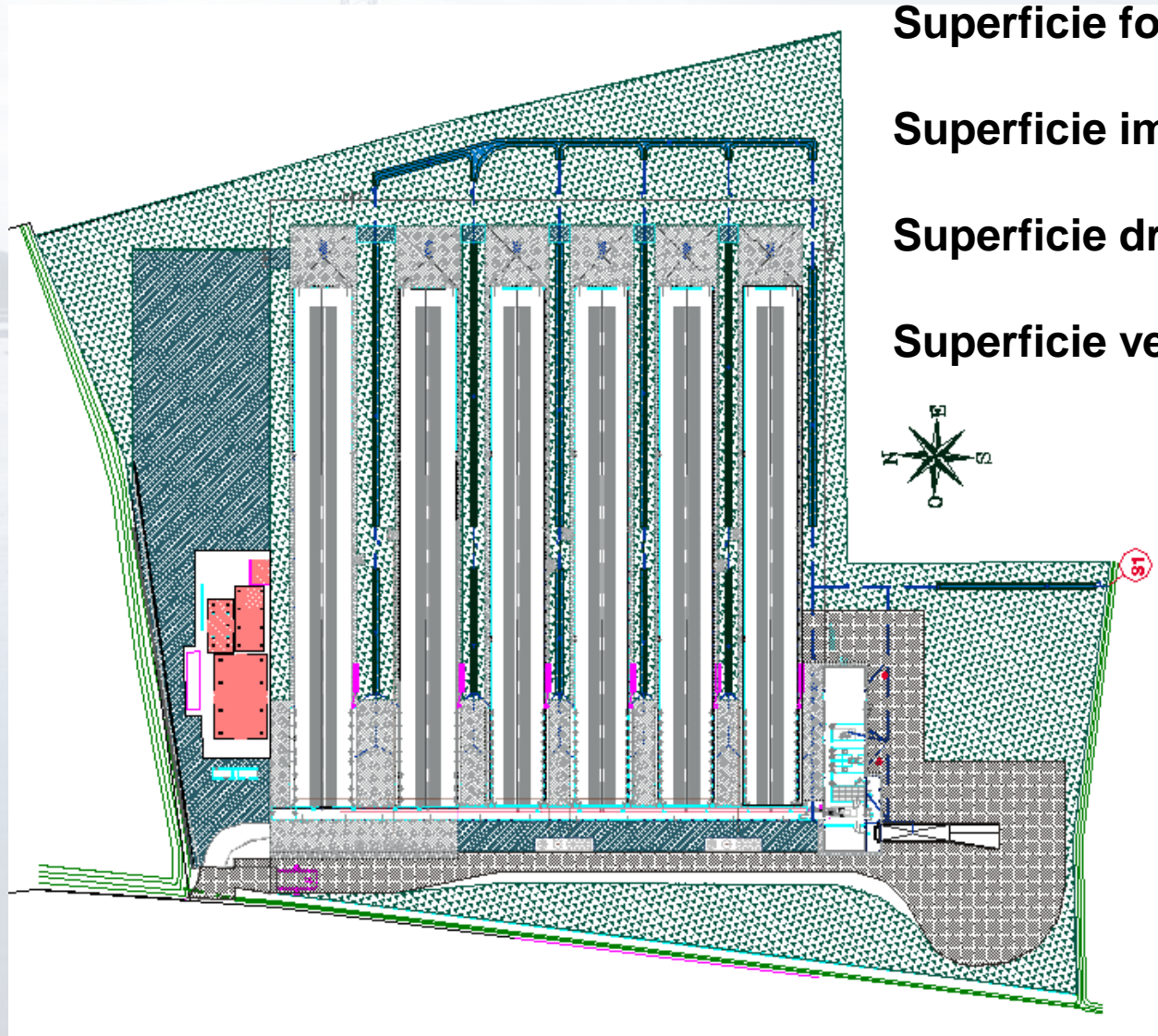
INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

- Wetlands
- Cunette vegetate
- **Filter strips**



ESEMPIO APPLICATIVO



Superficie fondiaria: 36.900 m²

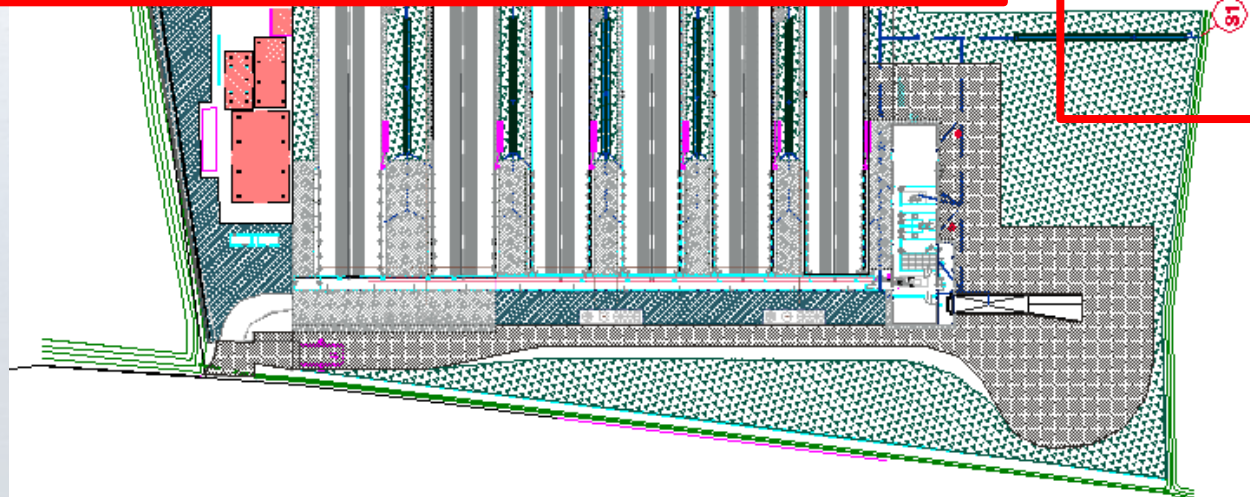
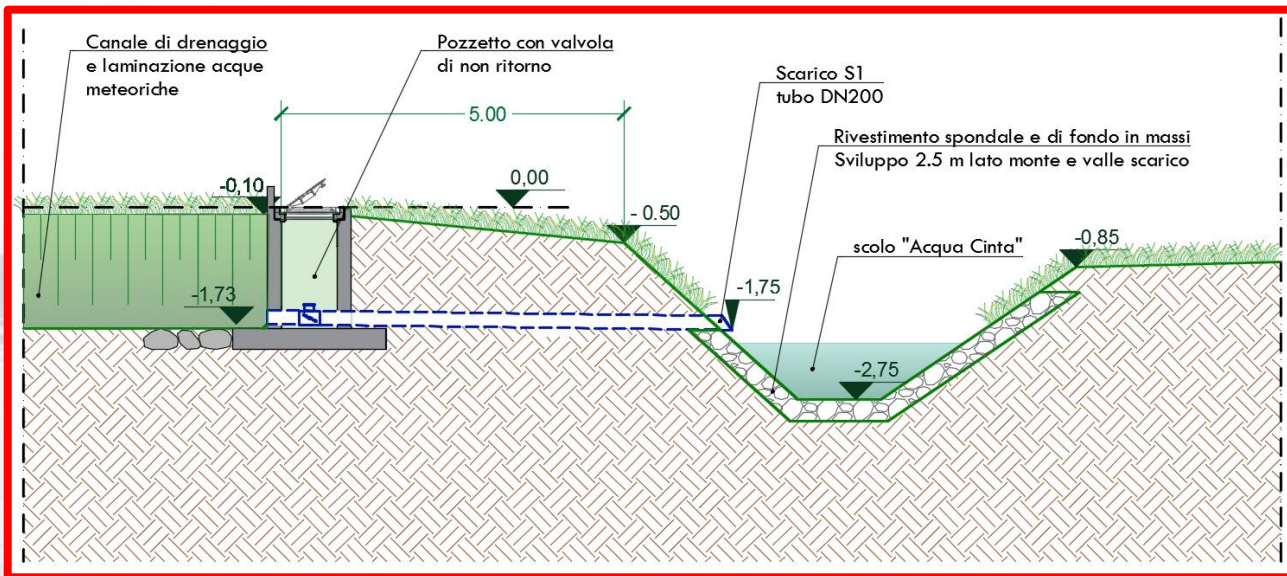
Superficie impermeabile: 18.200 m²

Superficie drenante: 3.300 m²

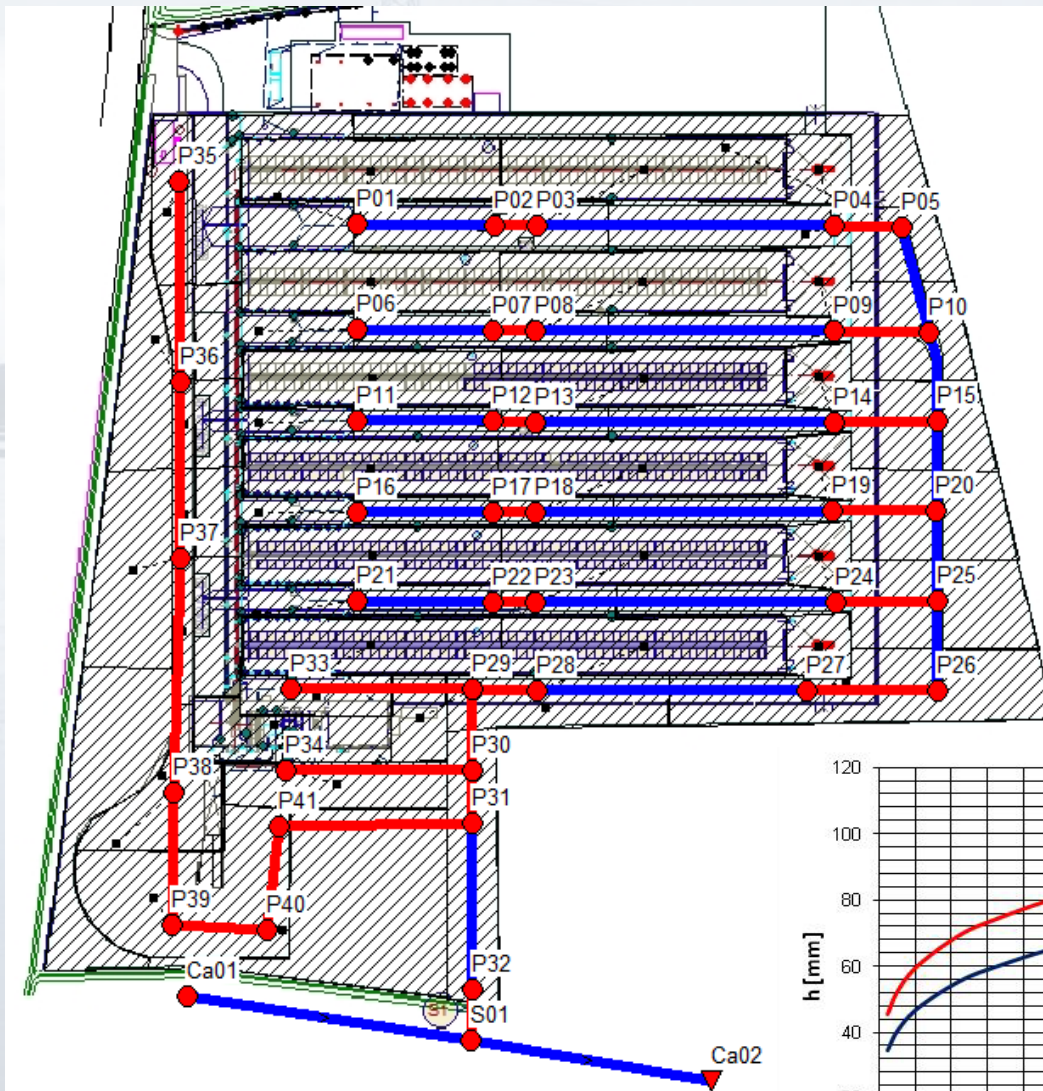
Superficie verde: 15.400 m²

ESEMPIO APPLICATIVO

SCARICO MEDIANTE TUBAZIONE DN200

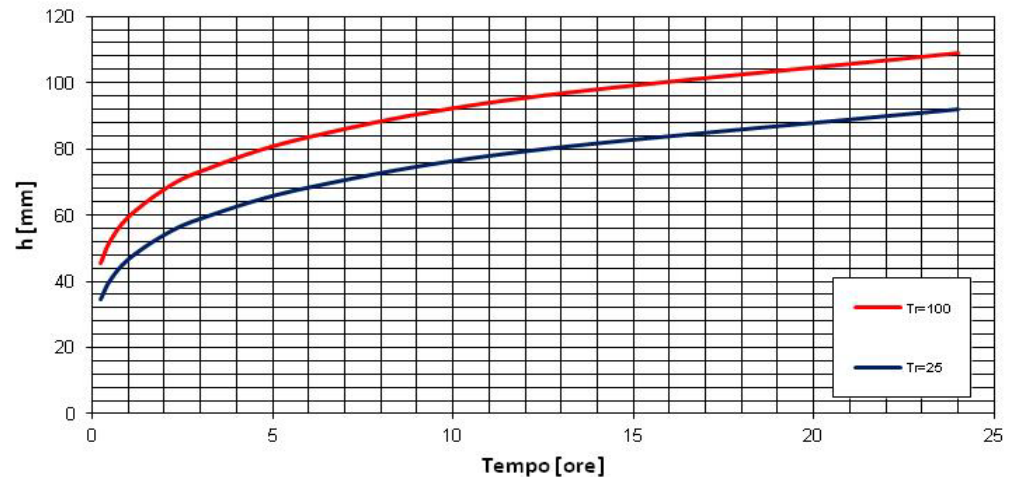


ESEMPIO APPLICATIVO



**Schematizzazione
modellistica della rete di
raccolta delle acque
meteoriche del complesso
mediante modello
idrologico-idraulico SWMM**

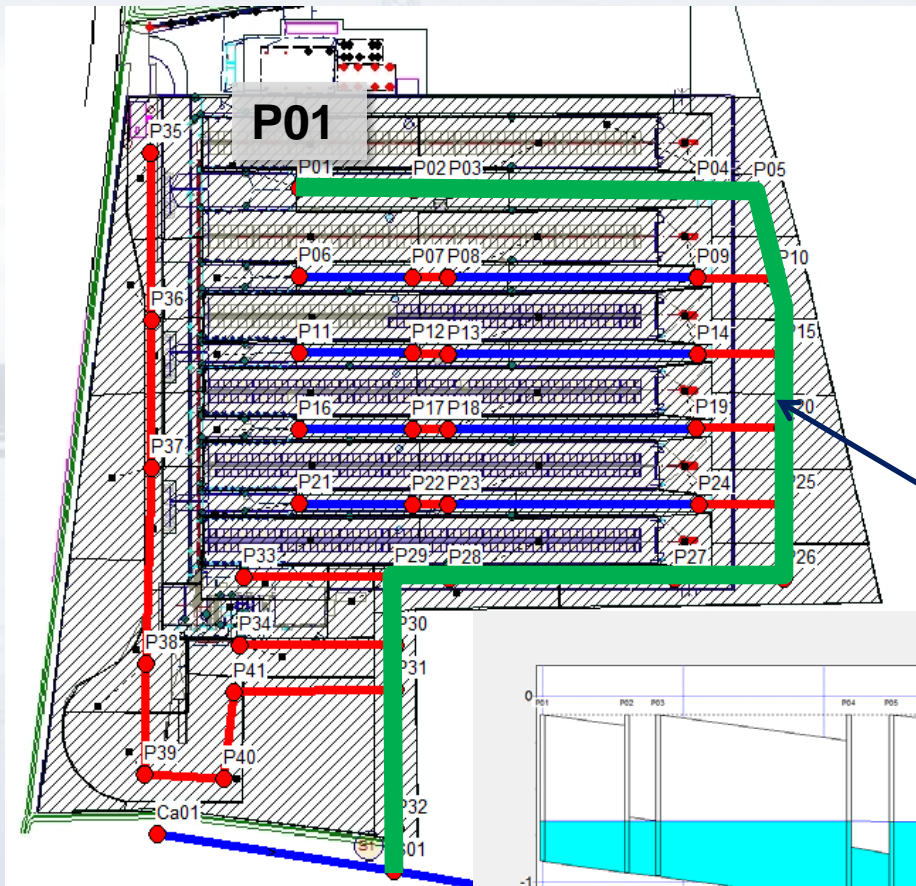
**Curva di possibilità pluviometrica per
la stazione di Parma Università
(1936-2013) per TR 25 e 100 anni**



ESEMPIO APPLICATIVO

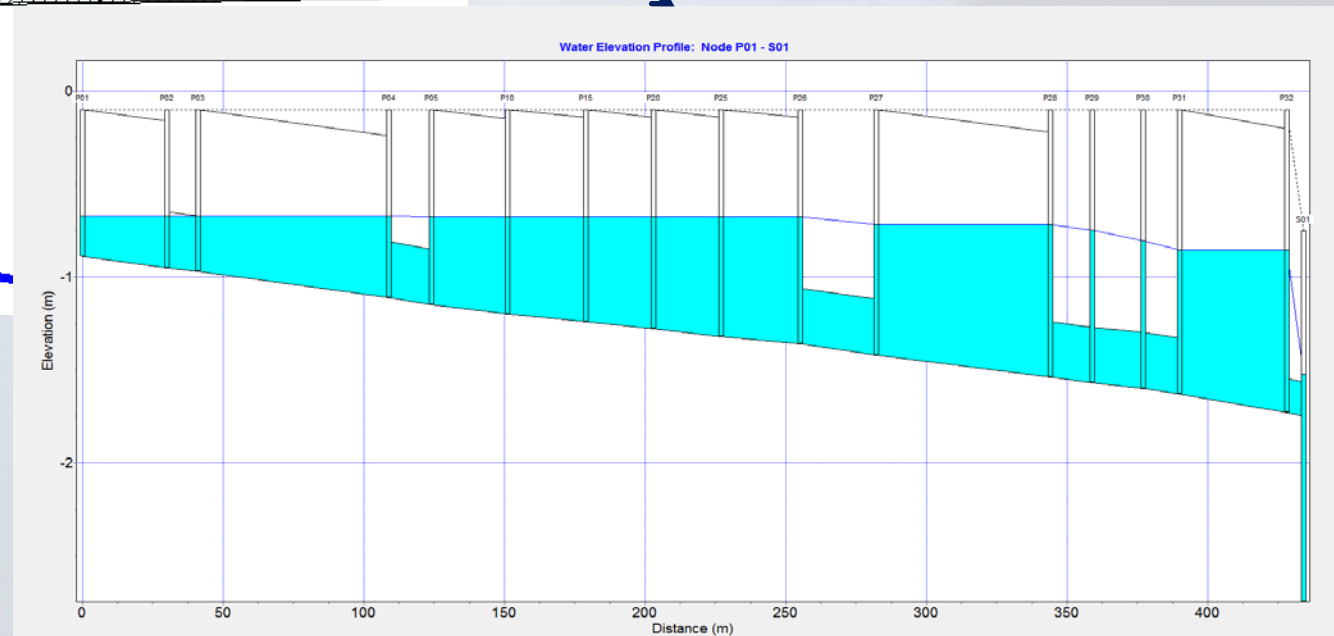
**Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)**

**Tempo di ritorno = 25 anni
Durata pioggia = 1 ora**



S01

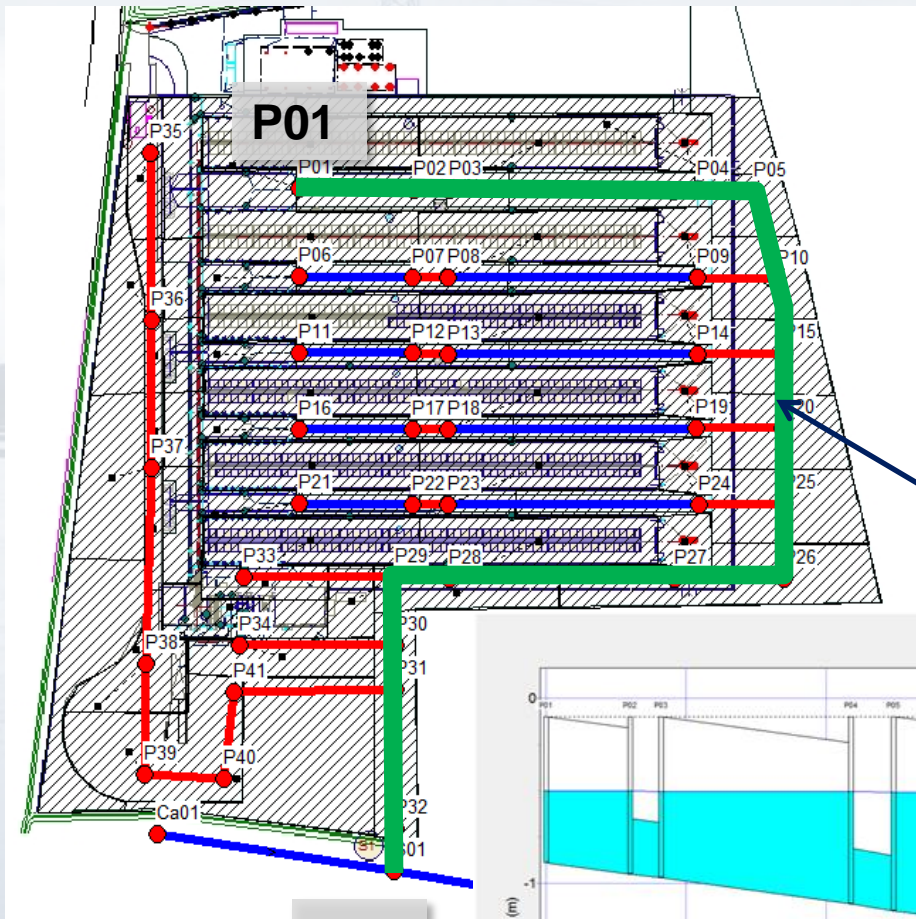
PROFILO P01 – S01



ESEMPIO APPLICATIVO

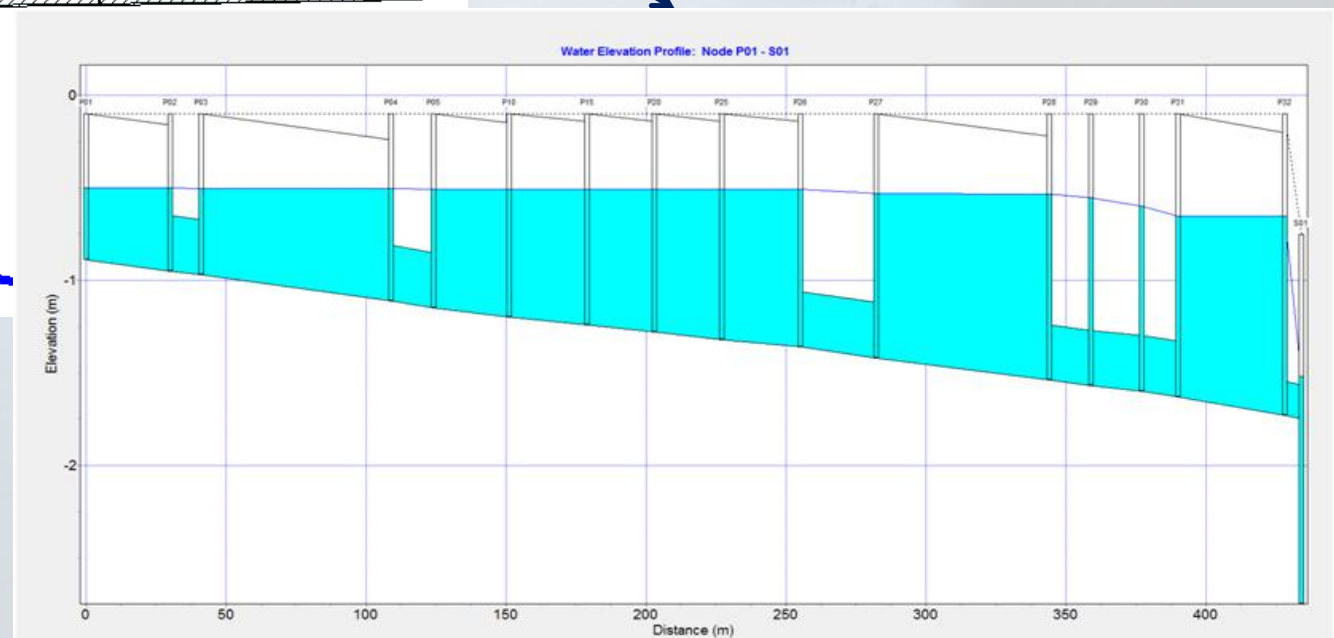
**Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)**

**Tempo di ritorno = 100 anni
Durata pioggia = 1 ora**

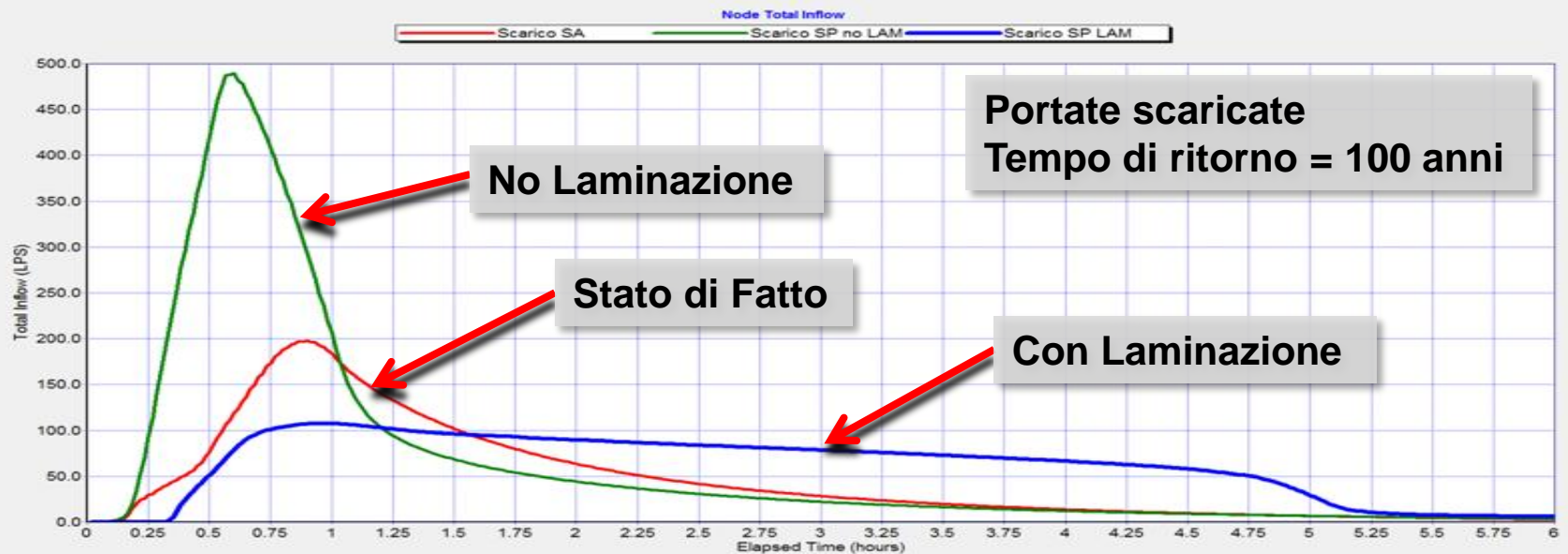
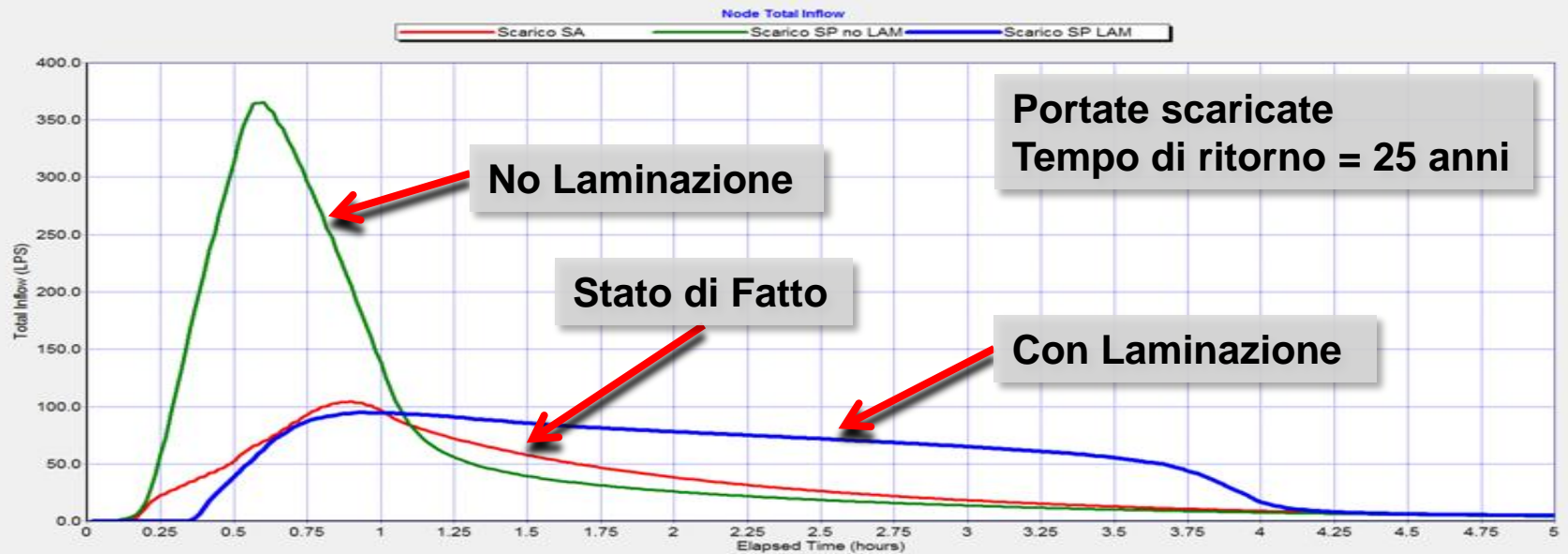


S01

PROFILO P01 – S01



ESEMPIO APPLICATIVO



ESEMPIO APPLICATIVO

Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto
Tempo di ritorno = 25 anni

Tempo di pioggia	T_p	15'	30'	60'	120'	180'	360'	minuti
<i>Portata generata dal Comparto</i>	Q_{max}	474	445	357	231	175	110	l/sec
<i>Volume invaso</i>	V_{Cmax}	386	467	585	580	532	360	m ³
<i>Portata massima scaricata</i>	Q_{Cmax}	78	88	93	90	86	77	l/sec
<i>Portata media scaricata</i>	Q_{Cmed}	7	8	10	12	14	18	l/sec

Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto
Tempo di ritorno = 100 anni

Tempo di pioggia	T_p	15'	30'	60'	120'	180'	360'	minuti
<i>Portata generata dal Comparto</i>	Q_{max}	673	620	485	307	231	148	l/sec
<i>Volume invaso</i>	V_{Cmax}	564	651	820	815	778	603	m ³
<i>Portata massima scaricata</i>	Q_{Cmax}	90	99	106	102	98	88	l/sec
<i>Portata media scaricata</i>	Q_{Cmed}	9	11	13	16	19	23	l/sec

GRAZIE PER LA
CORTESE ATTENZIONE



Ing. Gian Lorenzo Bernini