



COMUNE DI NOCETO

OSPITA SEMINARIO FORMATIVO

**ACQUE REFLUE E BIANCHE:
LEGAMI E PROBLEMATICHE TECNICHE E NORMATIVE**

GIOVEDÌ 12 MARZO 2015

**LAMINAZIONE DELLE ACQUE
PIOVANE E PRIMA PIOGGIA**



Ing. Gian Lorenzo Bernini



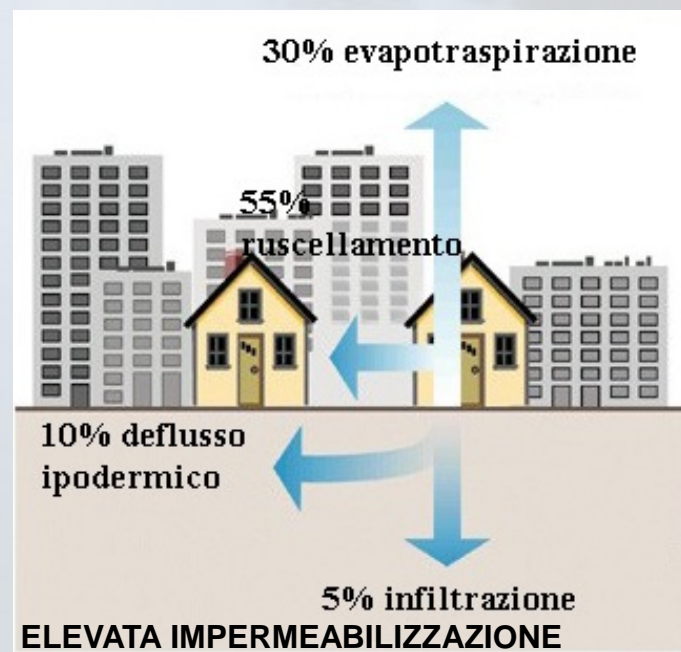
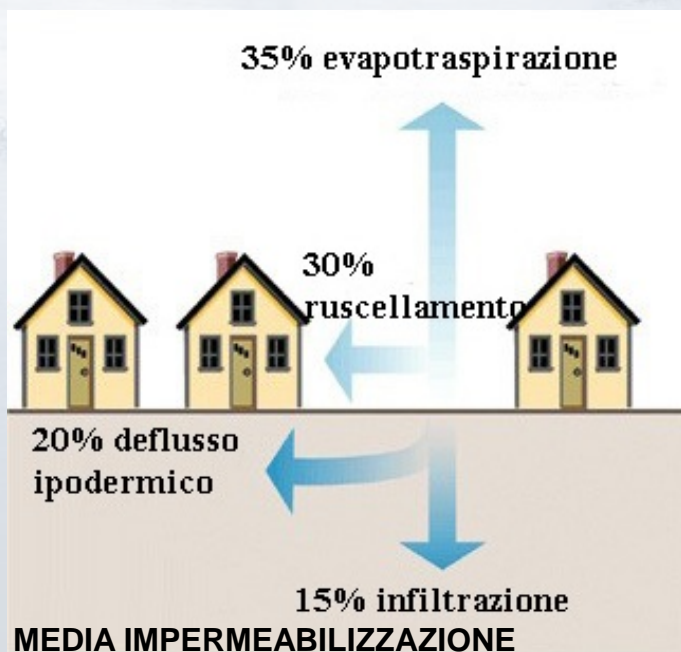
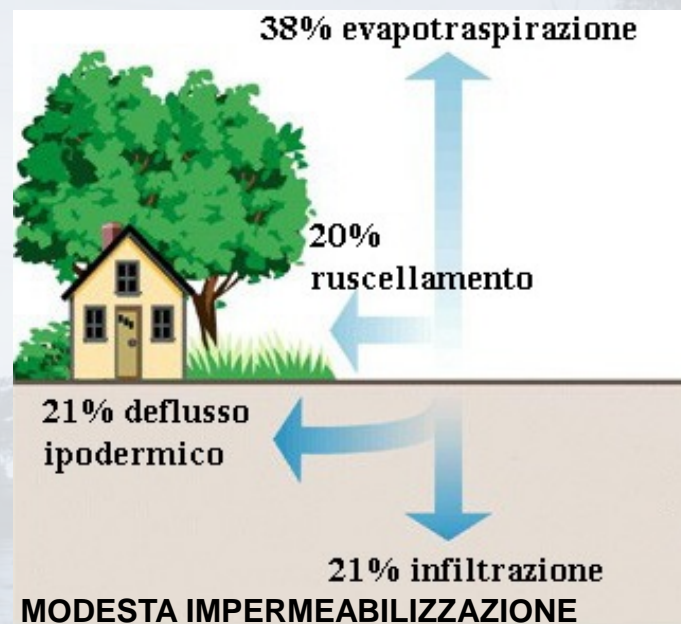
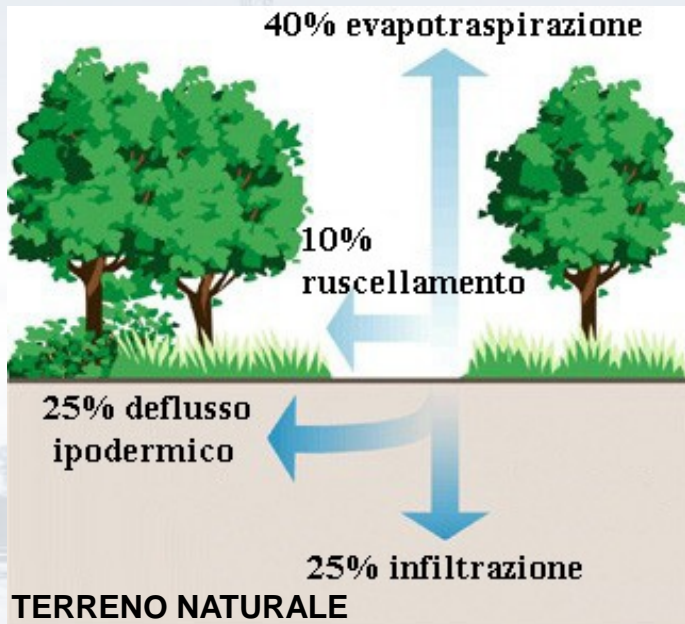
PROBLEMATICA IDRAULICA LEGATA ALL'ESPANSIONE URBANISTICA

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. Aumento dell'attività e degli oneri di manutenzione, esercizio e adeguamento dei reticoli idrografici minori e delle opere connesse
4. Aumento del rischio idraulico dei territori
5. Aumento del numero delle casse di laminazione e del volume di invaso dei dispositivi di attenuazione e controllo delle piene

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. Prospero - Giugno 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**

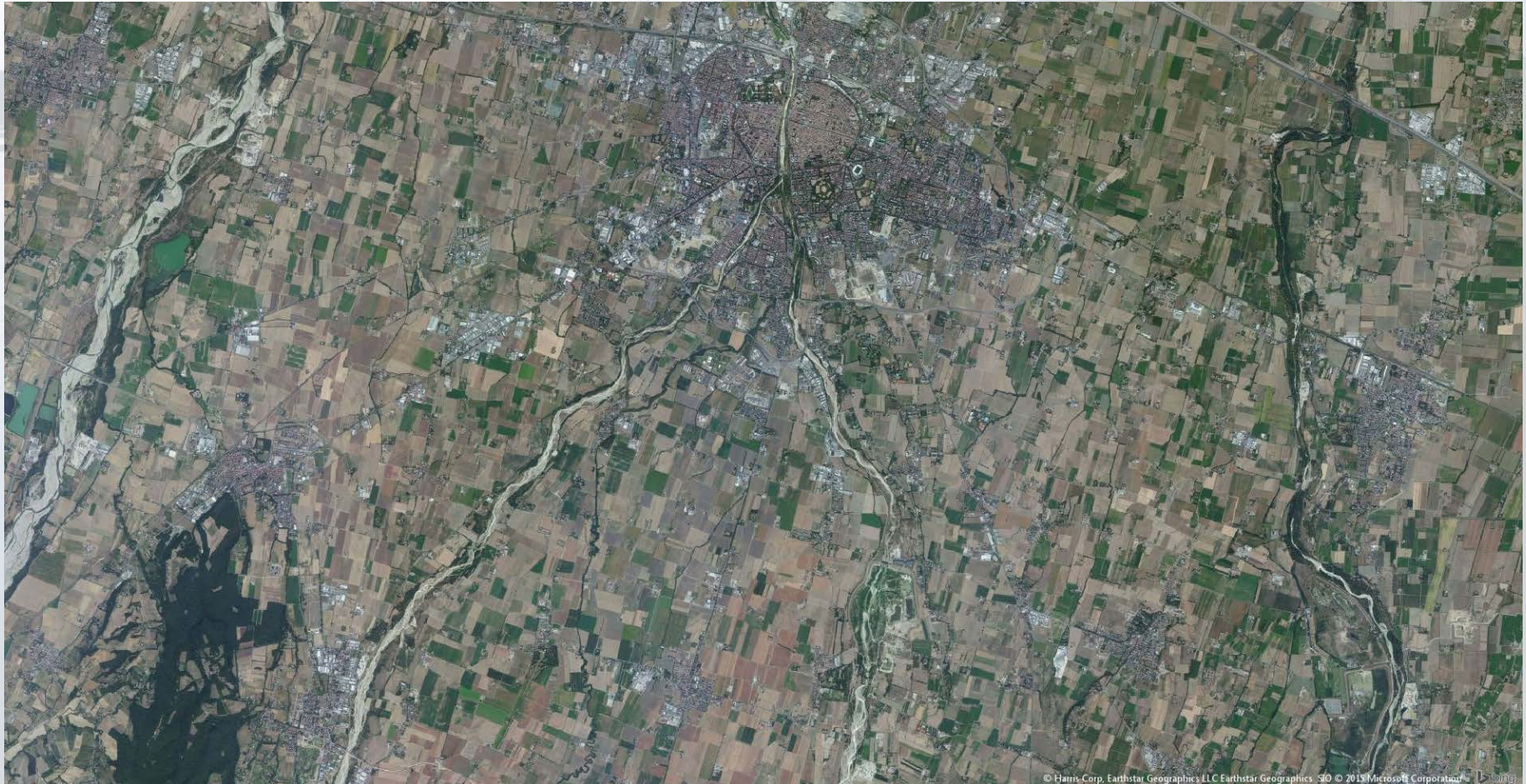


Parma - 13 Ottobre 2014

San Prospero - Giugno 2013

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



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



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



LE AZIONI PER RIDURRE LE CONSEGUENZE

Nelle aree urbanizzate: pianificazione idraulica “INVARIANZA” per ridurre i volumi scaricati e contribuire a ridurre/eliminare il rischio di allagamento. Tempo di ritorno di riferimento per la progettazione 20- 50 anni



LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

- 1. Controllo e regimazione degli apporti provenienti dalle aree agricole e dai bacini montani**
- 2. Riduzione e limitazione dell'impermeabilizzazione**
- 3. Controllo degli apporti idrici provenienti dalle aree urbanizzate:**

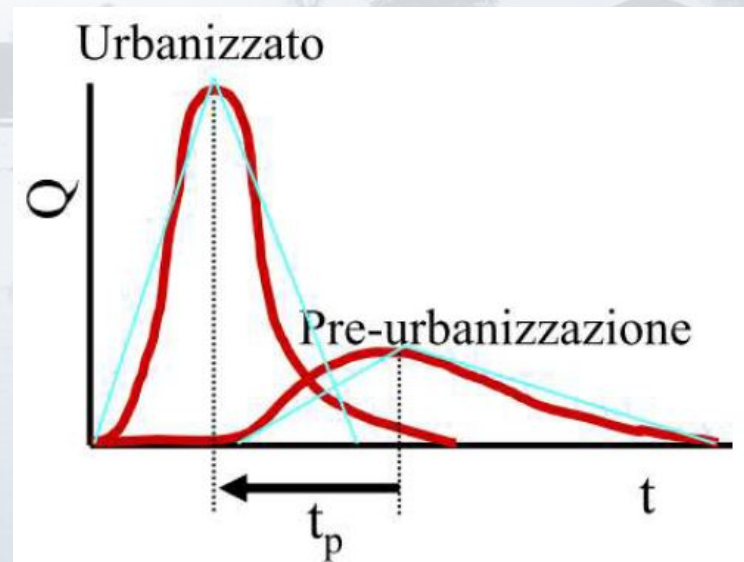
INVARIANZA IDRAULICA

- 4. Norme e Direttive Tecniche**

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 UN AUMENTO DELLA PORTATA DI PIENA NEL CORPO IDRICO RICETTORE DEI DEFLUSSI SUPERFICIALI O DEGLI SCARICHI ORIGINATI DALL'AREA STESSA.

LE AZIONI PER RIDURRE IL RISCHIO IDRAULICO

QUANDO SI REALIZZANO PROGETTI CHE PREVEDONO OPERE DI COMPENSO IDRAULICO

- 1. NEL CASO DI MODIFICA DELLE CONDIZIONI PREESISTENTI 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 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?

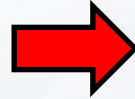
Sono ancora pochi gli esempi italiani di Norme di riferimento, direttive e linee guida applicative

- 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. Veneto: delibere della Giunta Regionale del Veneto N. 1322 del 10 Maggio 2006 e N. 1841 del 19 Giugno 2007 (INVARIANZA IDRAULICA);**
- 3. Provincia e Comune di Bolzano: REGOLAMENTO EDILIZIO - RIE (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)**

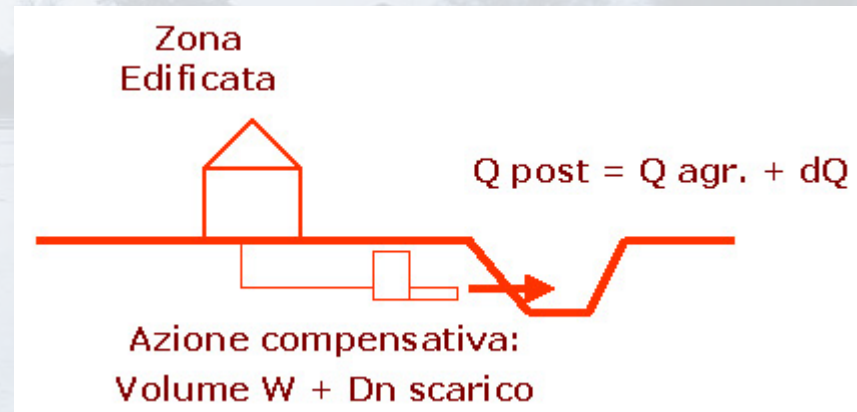
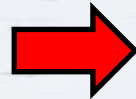
INVARIANZA IDRAULICA

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

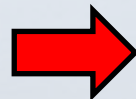
ANTE OPERAM



POST OPERAM

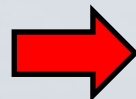


VOLUME DI
INVASO



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

STROZZATURA

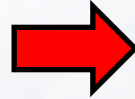


$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

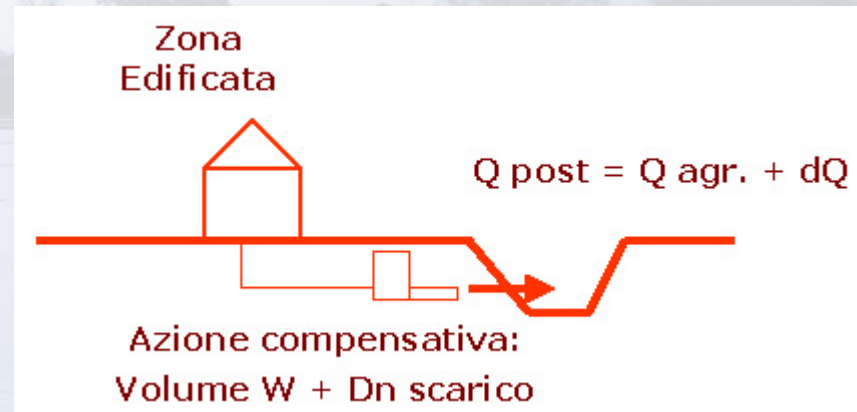
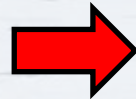
INVARIANZA IDRAULICA

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

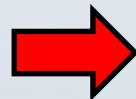
ANTE OPERAM



POST OPERAM

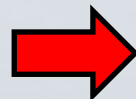


VOLUME DI
INVASO



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

STROZZATURA

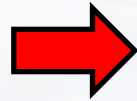


$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

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

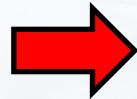
Q = Q agricola = 15 – 20 l/(s•ha) portata scaricata

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



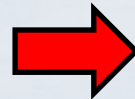
$$Q = 0.6A(2gh)^{0.5}$$

QUATTRO CLASSI DI INTERVENTO

(in funzione dell'impermeabilizzazione potenziale)

TRASCURABILE

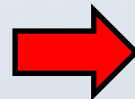
per $S < 0.1 \text{ ha}$



Formula w_0

MODESTA

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

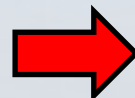


D_n scarico $< 200 \text{ mm}$

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

SIGNIFICATIVA

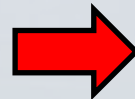
per $1 < S < 10 \text{ ha}$ e $S > 10 \text{ ha}$ e $\text{IMP} < 30\%$



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

REGIONE VENETO:

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

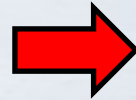
1. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
2. SUDDIVISIONI IN CLASSI DI INTERVENTO (COME E.R.)
3. VERIFICHE PER TR = 50 ANNI

$S < 0.1$ ha



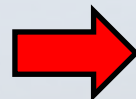
Buoni criteri costruttivi

0.1 ha $< S < 1$ ha



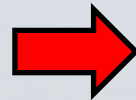
Scarico $< DN200$ mm
Battente < 1 m

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. Limiti imposti al diametro della condotta di scarico (DN160 - DN200);**
- 2. Rispetto del coefficiente udometrico pre-urbanizzazione per la portata scaricata (2 l/sec·ha - 20 l/sec·ha);**
- 3. Valore del volume di laminazione (300 m³/ha - 350 m³/ha);**
- 4. 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 scaricata, ma anche ad altri aspetti che sono necessari a garantirla.

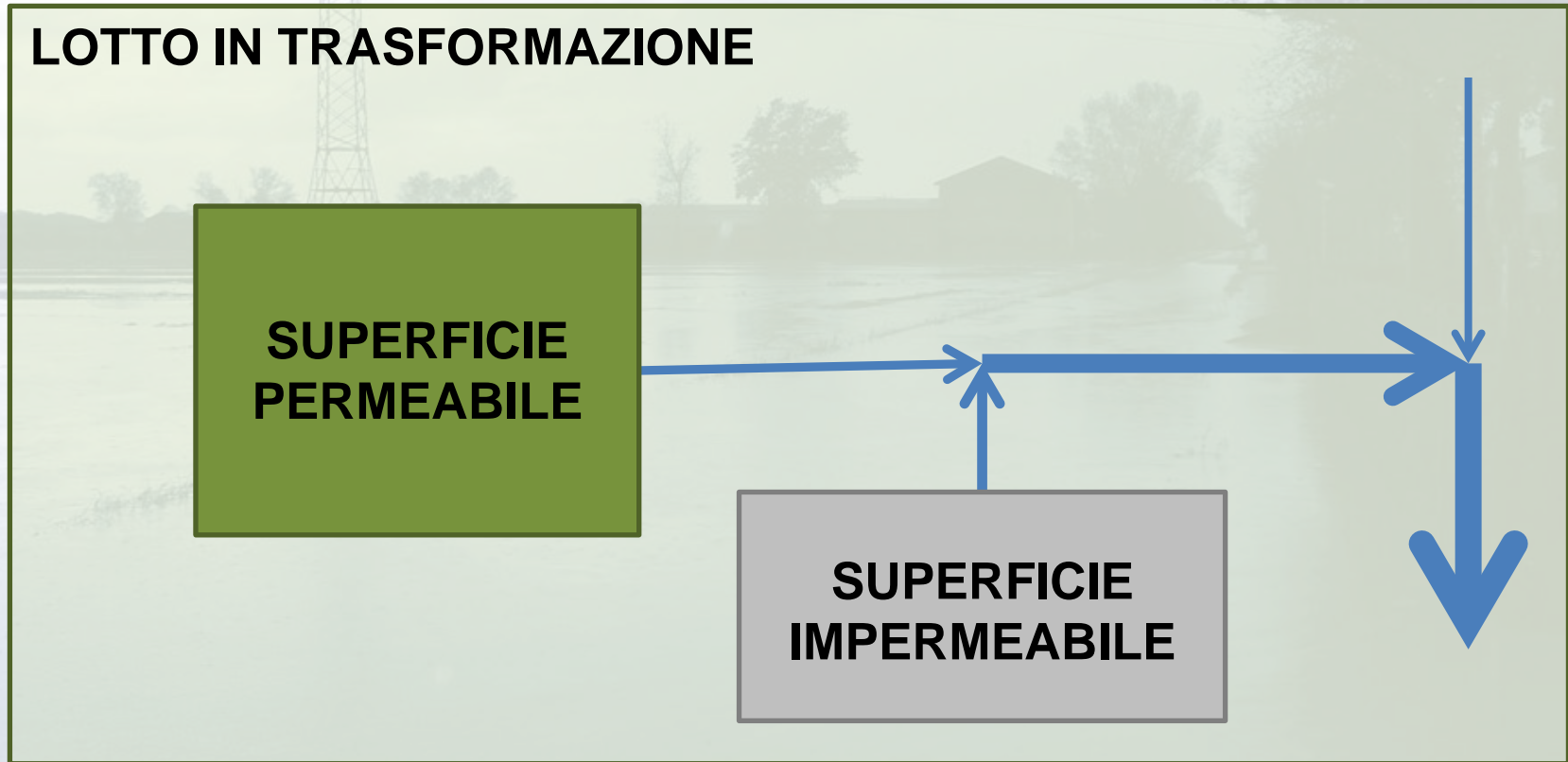
In particolare:

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

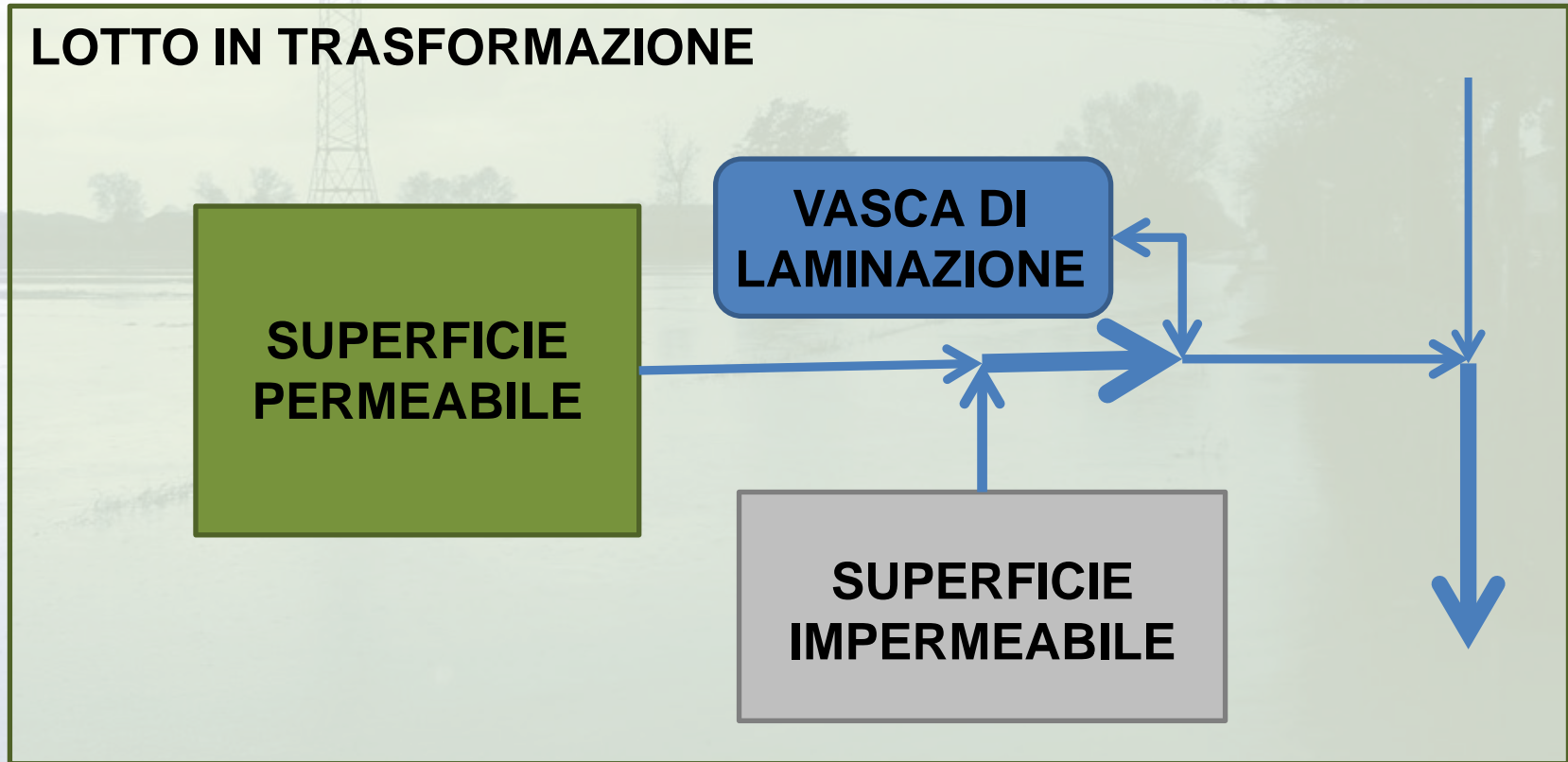


A) schema di drenaggio “tradizionale”; le superfici impermeabili vengono drenate con sistemi di fognatura che recapitano al corpo idrico ricevente

INVARIANZA IDRAULICA

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

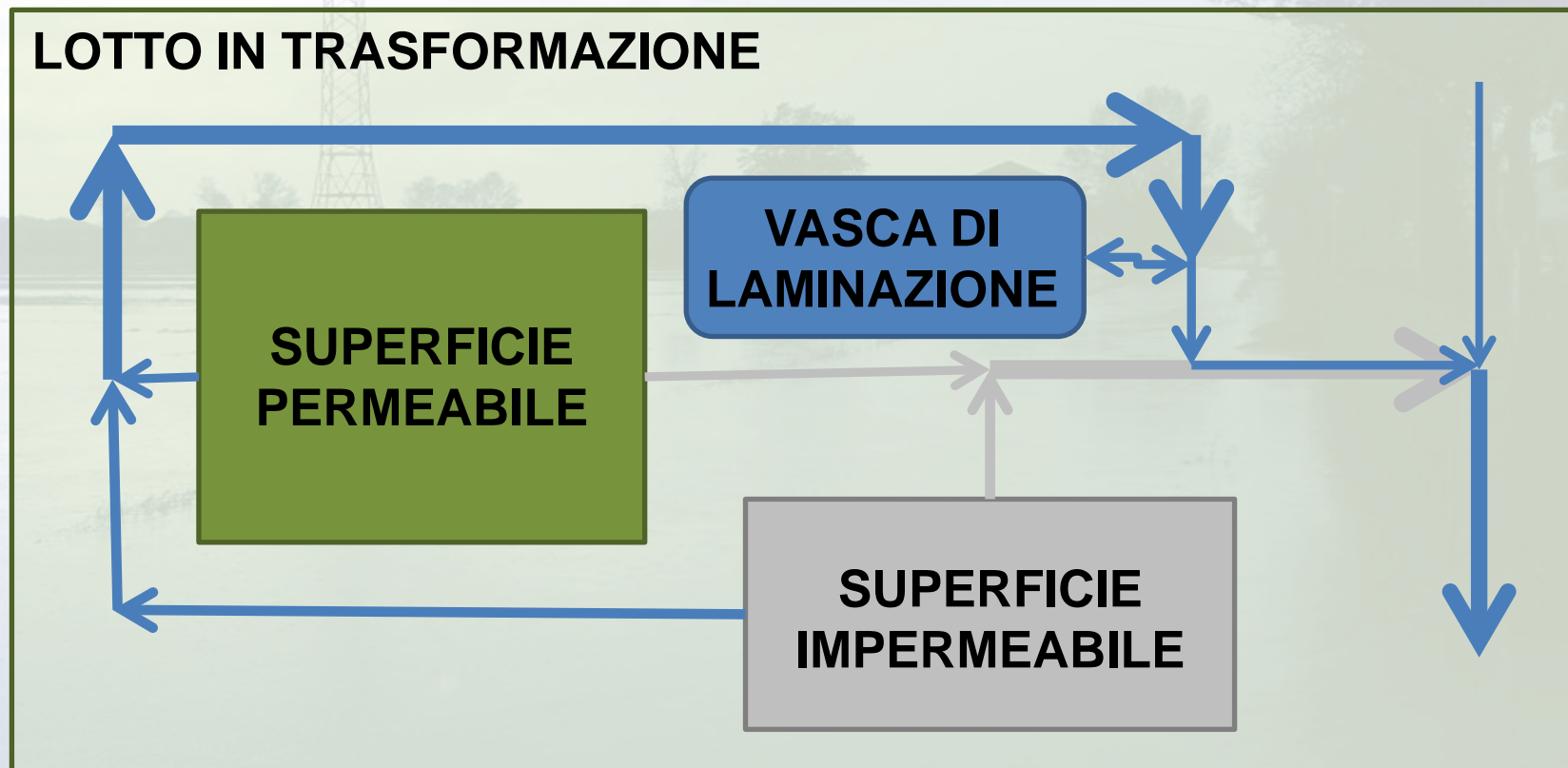
LOTTO IN TRASFORMAZIONE



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

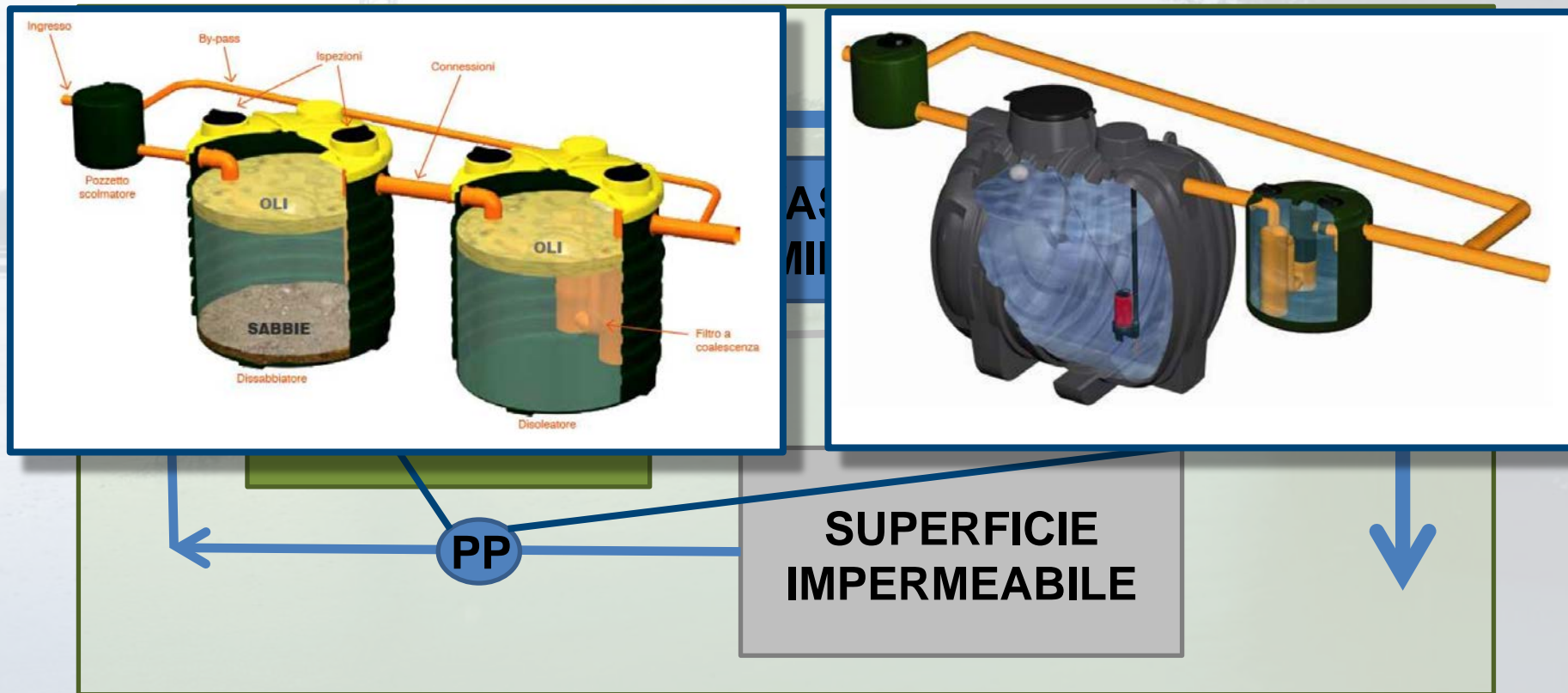
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



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

INVARIANZA IDRAULICA

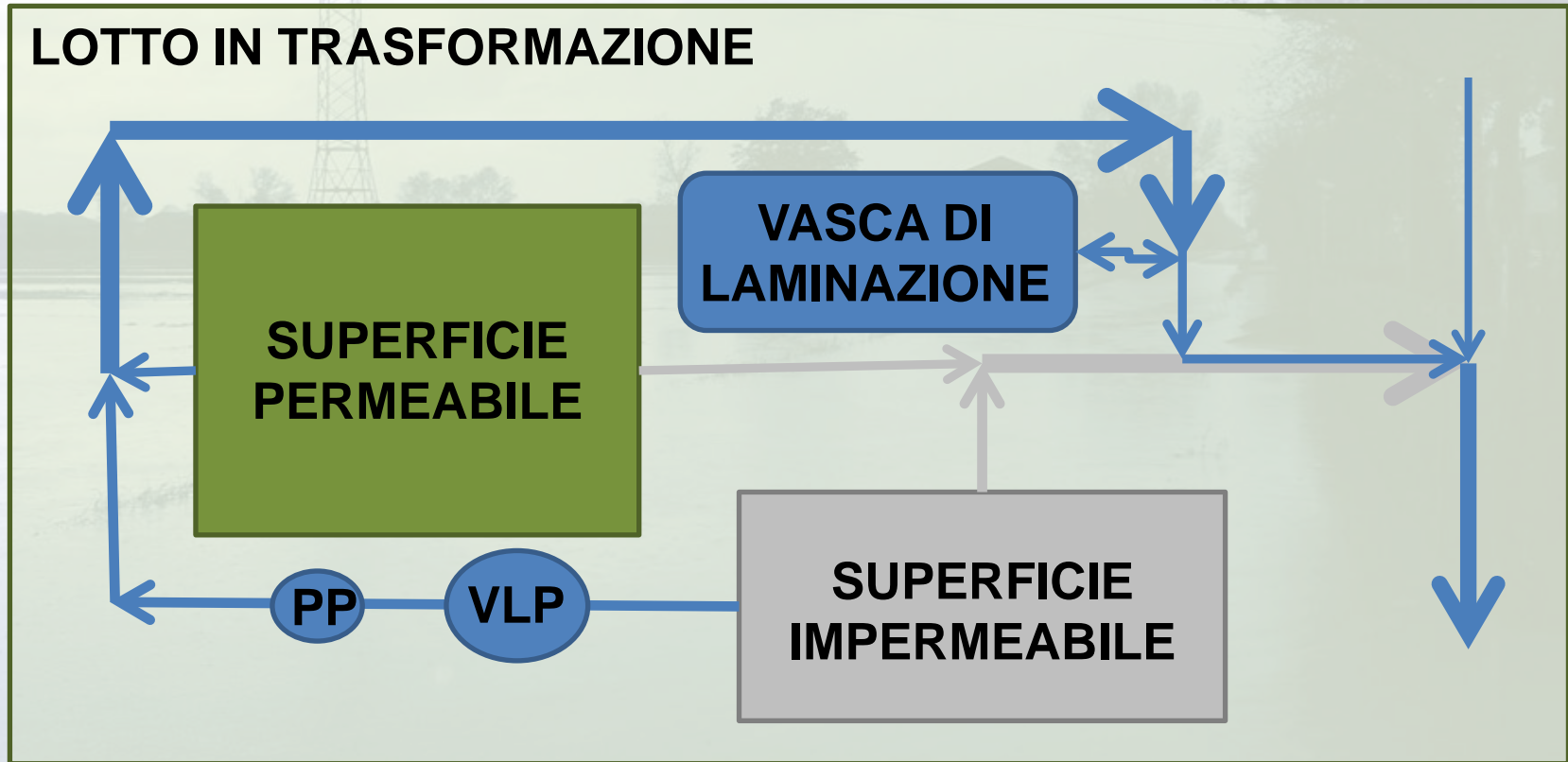
PRINCIPALI SCHEMI UTILIZZABILI PER LA RETE DI DRENAGGIO DOTATA DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DELLE PORTATE.



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.

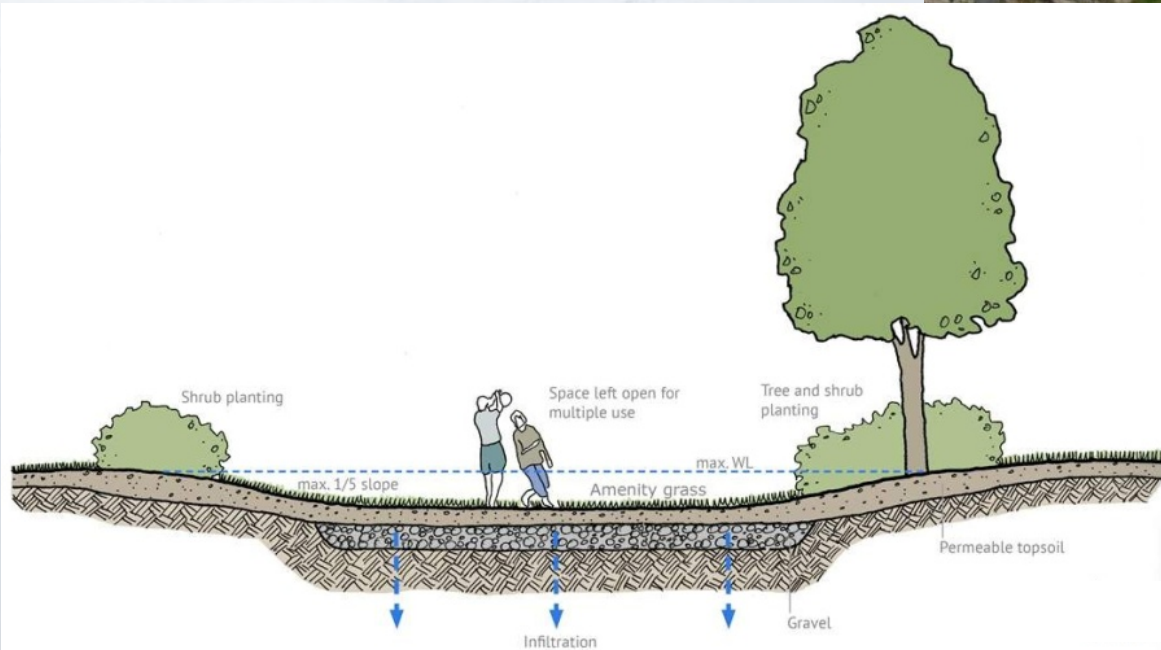


D) schema di drenaggio con dispositivo di invarianza ibrido (sovradimensionamento della rete di fognatura + vasca di laminazione pubblica + trattamento prima pioggia PP + vasca laminazione privata VLP)

INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

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

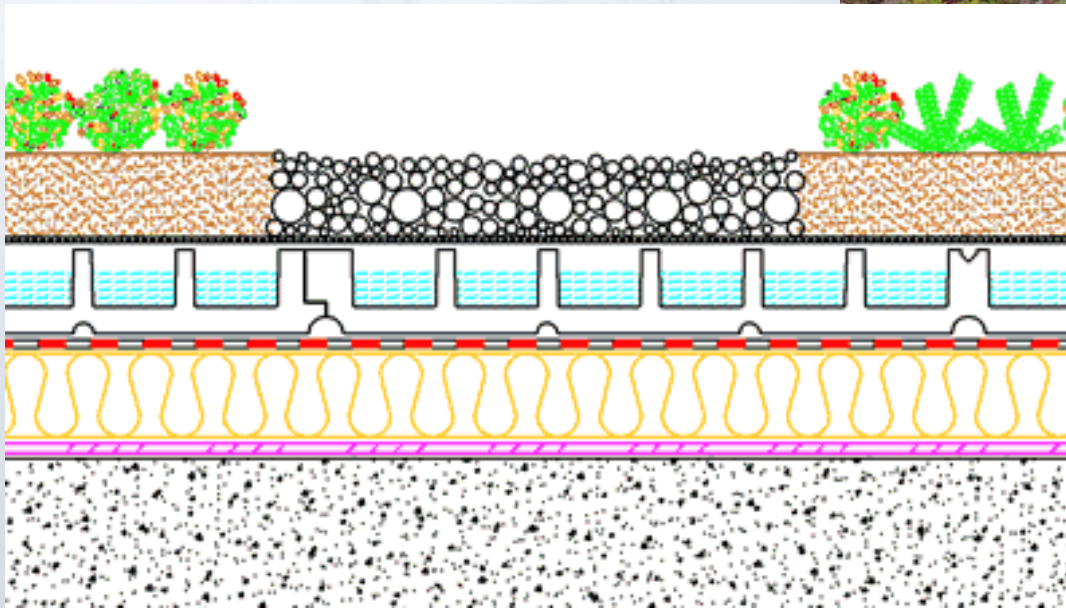
- Trincee di infiltrazione
- Pozzi drenanti
- **Pavimentazioni permeabili**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

STRUTTURE DI INFILTRAZIONE

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



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

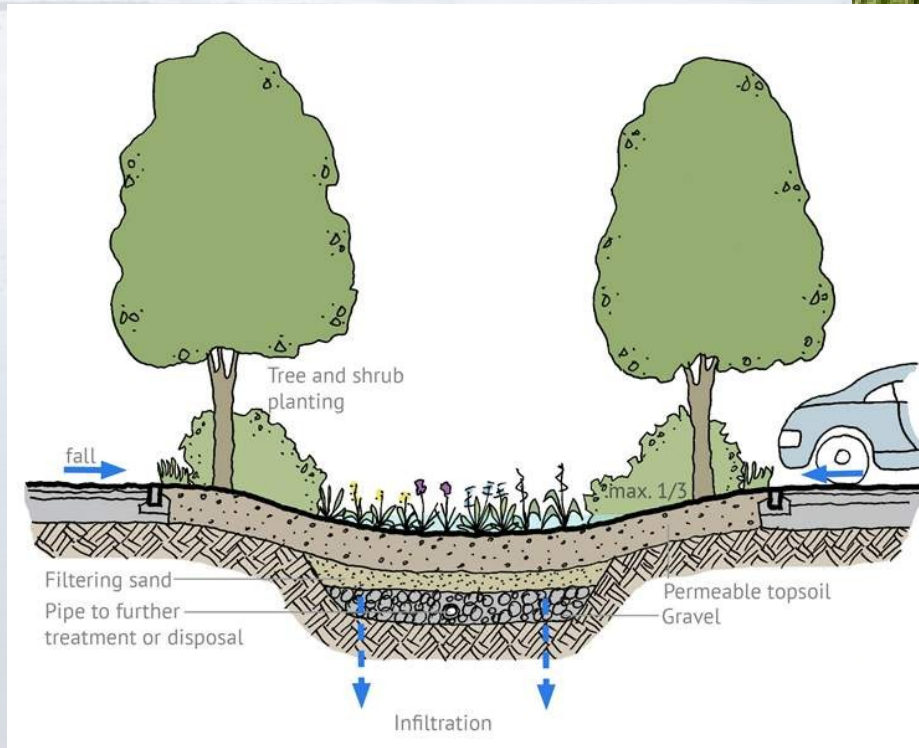
- **Wetlands**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

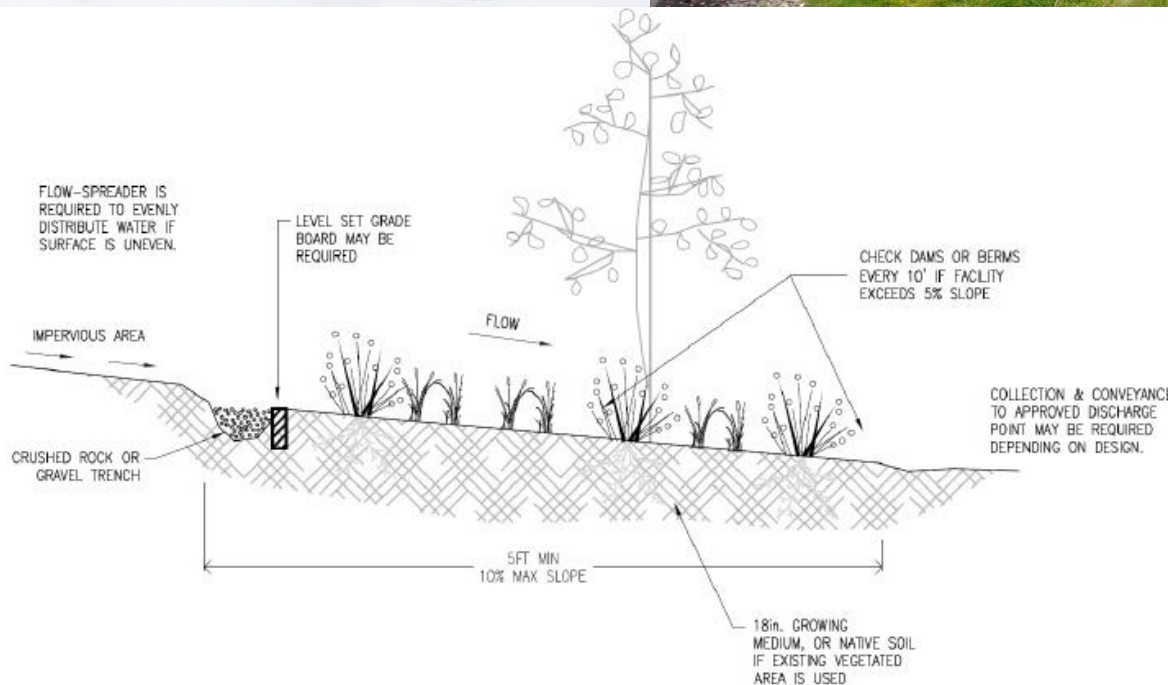
- Wetlands
- **Cunette vegetate**



INTERVENTI STRUTTURALI TIPICI

SISTEMI VEGETATI

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



ESEMPIO APPLICATIVO

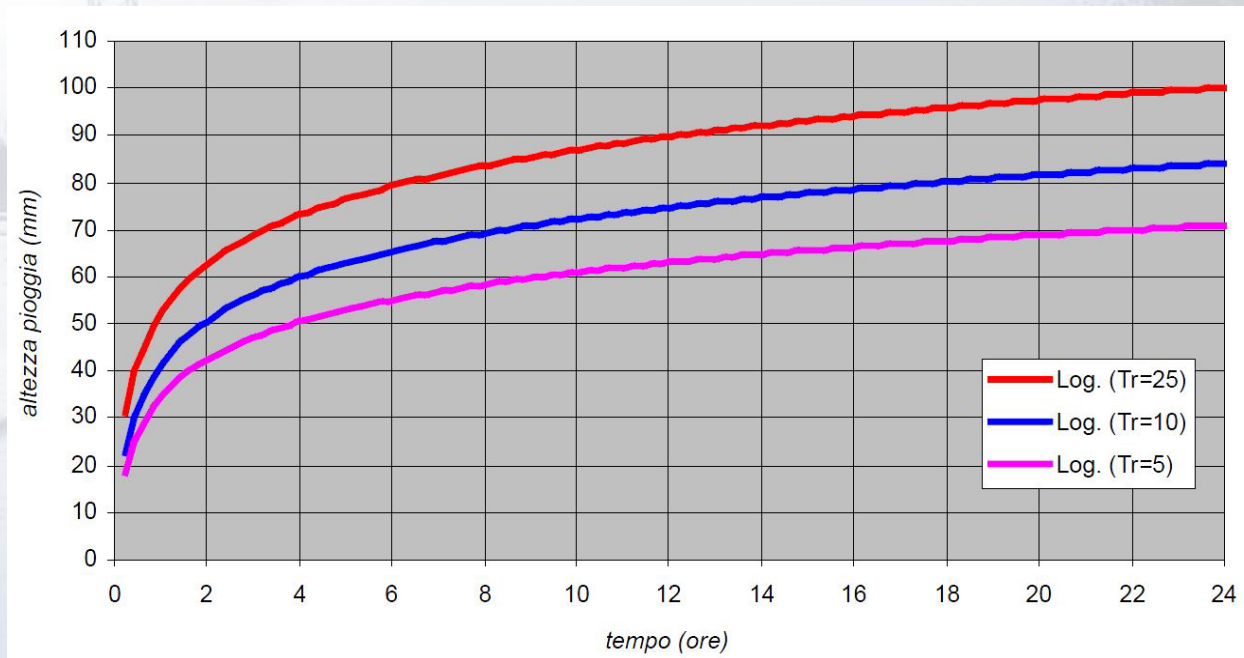
Superficie fondiaria: 287.700 m²

Superficie impermeabile: 108.700 m²

Superficie a verde: 88.100 m²

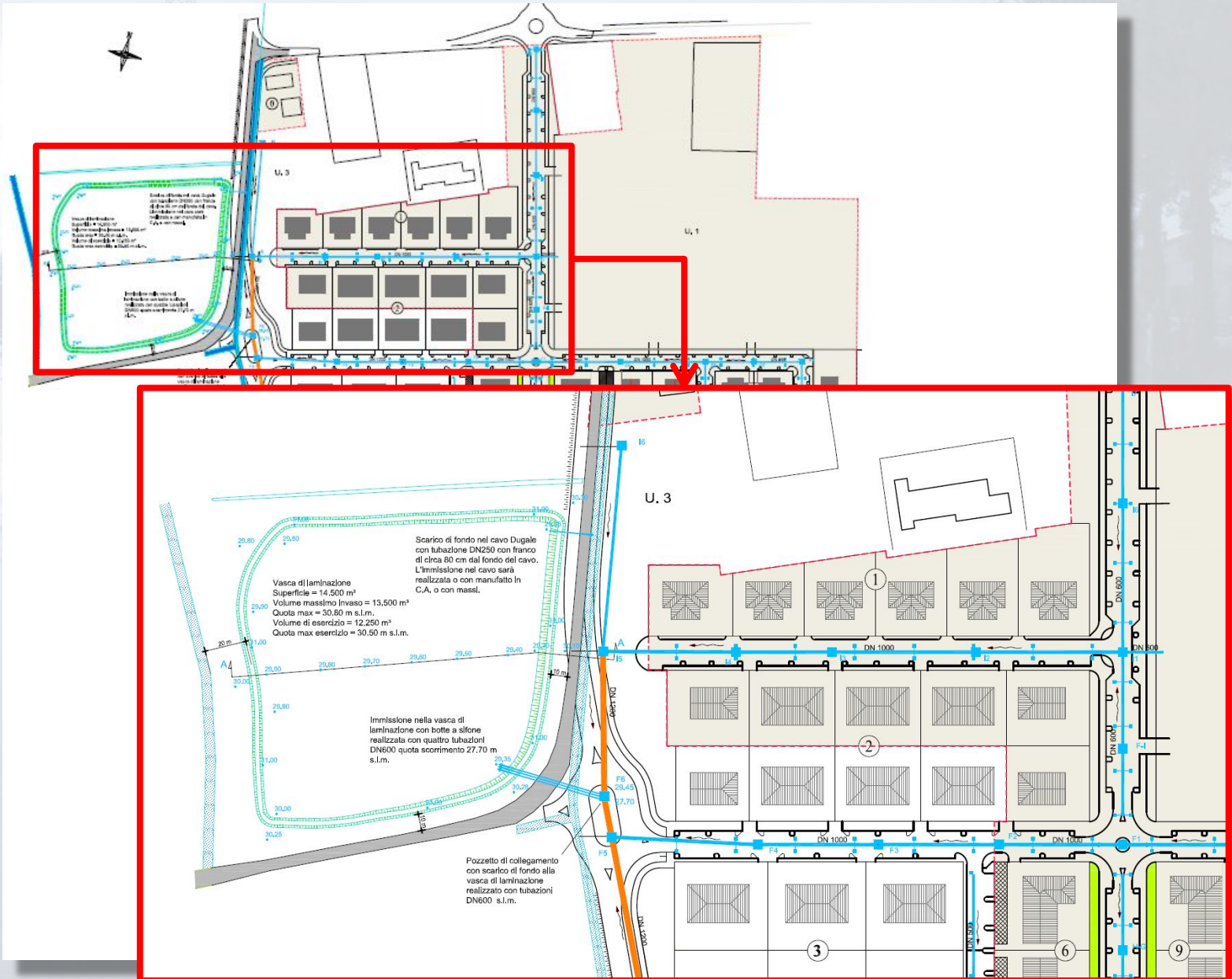
Superficie autobloccanti: 90.900 m²

C.P.P. alla stazione di Parma Università

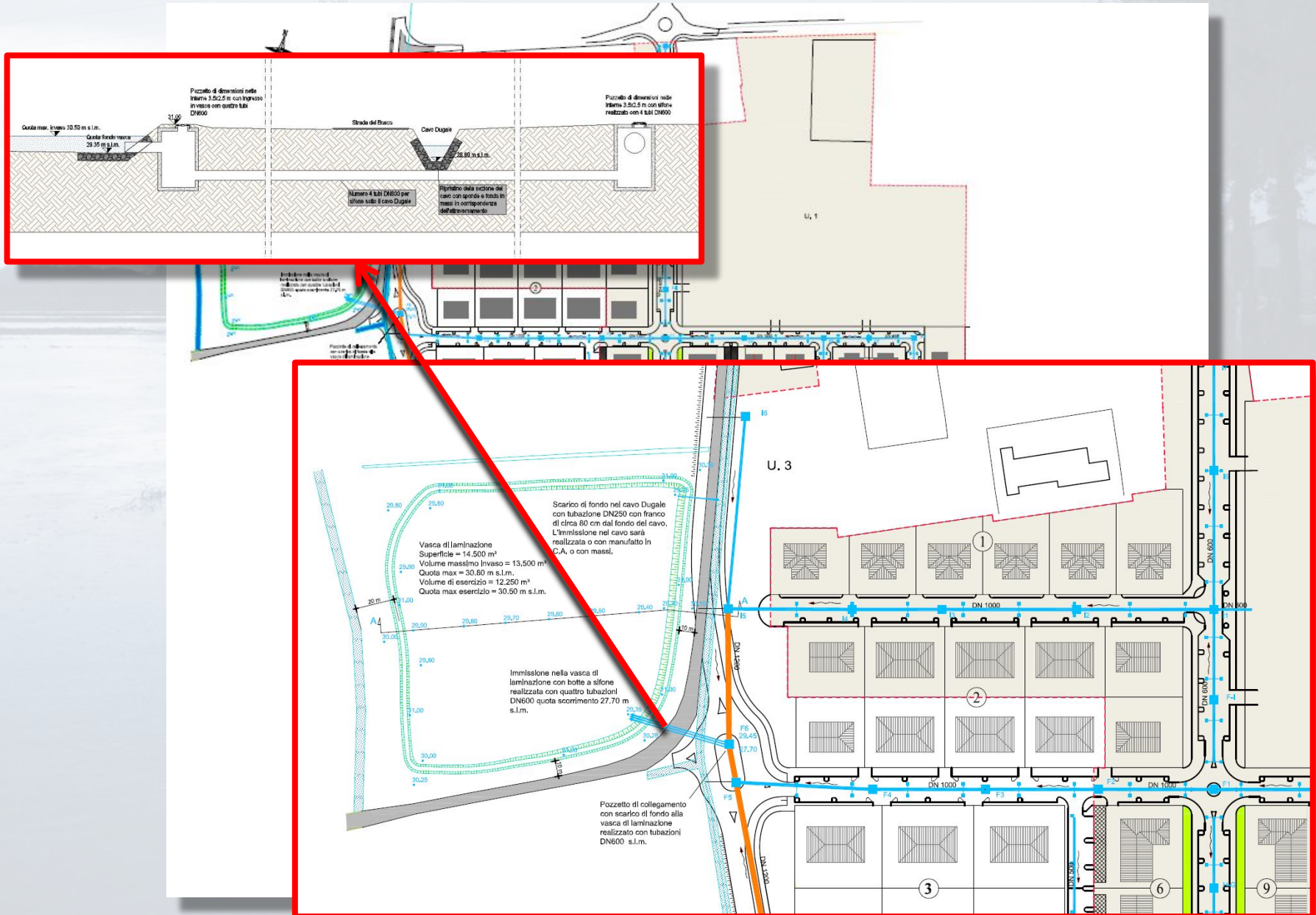


Tempo di pioggia	Tp	15'	30'	60'	120'	180'	360'	720'	1440'	minuti
Portata max. generata comparto	Q _{max}	8.280	7.020	5.750	3.480	2.600	1.400	880	516	l/sec
Volume complessivo generato	V _{max}	5.800	7.850	11.774	13.400	14.204	16.390	18.426	21.160	m ³
Volume di invaso	V _{id}	4.965	6.420	9.600	10.920	11.275	12.035	11.930	10.680	m ³
Portata massima al canale	Q _{umax}	119,85	130,50	156,72	170,42	177,20	195,60	193,12	184,70	l/sec

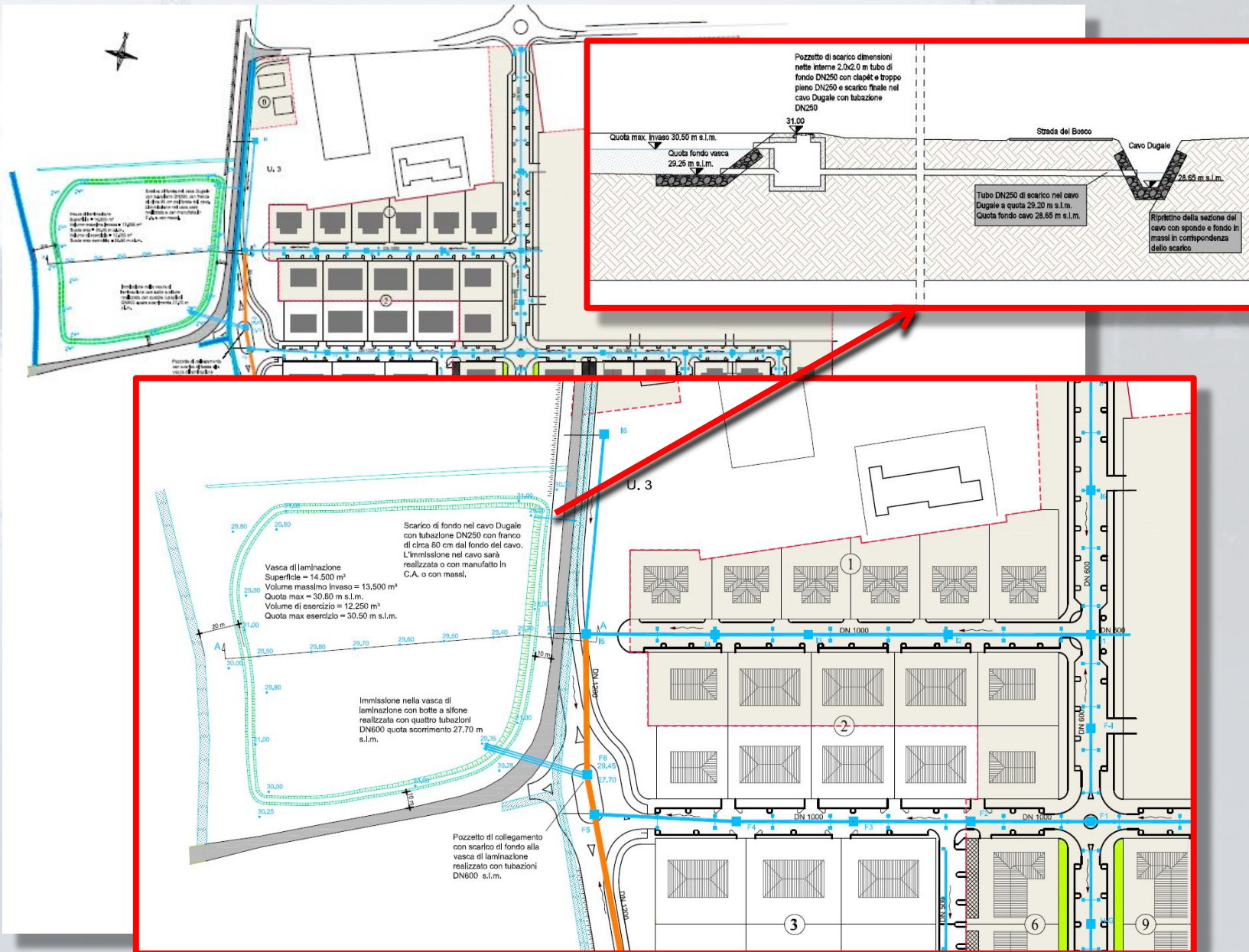
ESEMPIO APPLICATIVO



ESEMPIO APPLICATIVO



ESEMPIO APPLICATIVO

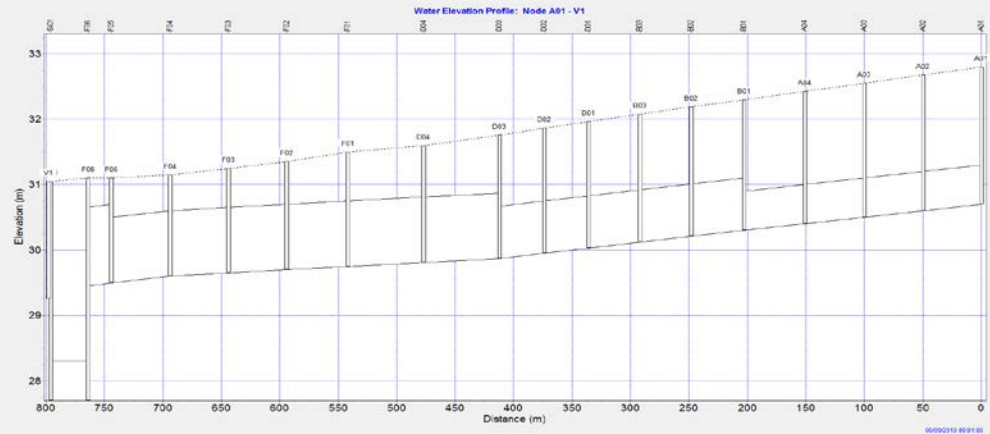


ESEMPIO APPLICATIVO

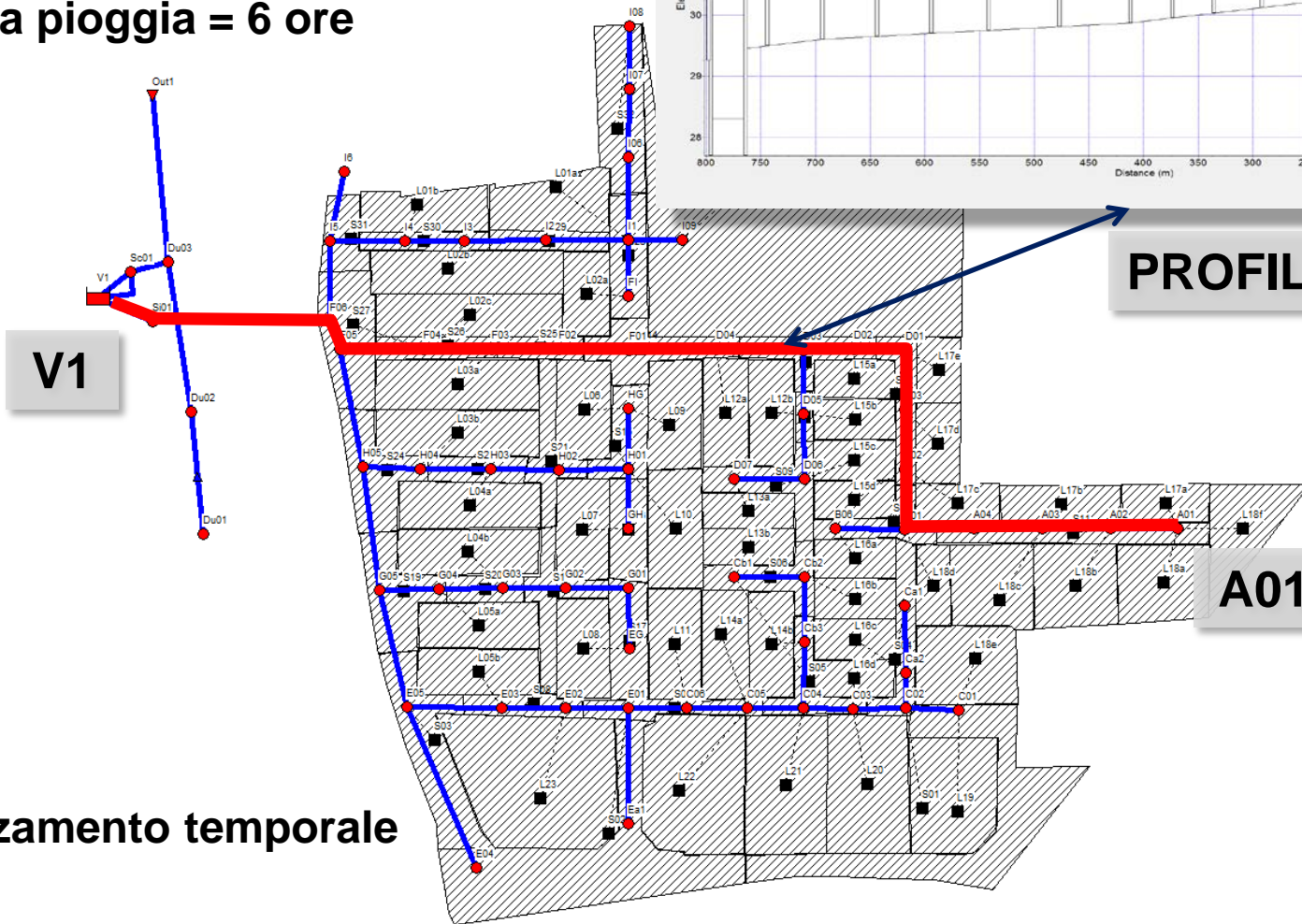
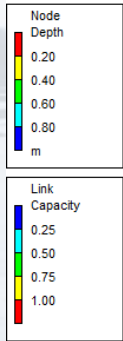
Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1



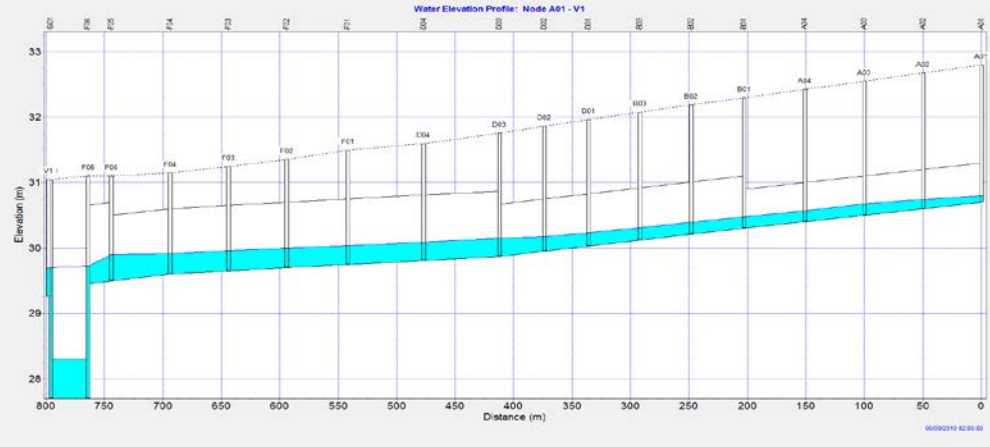
Avanzamento temporale
 $T = 0$

ESEMPIO APPLICATIVO

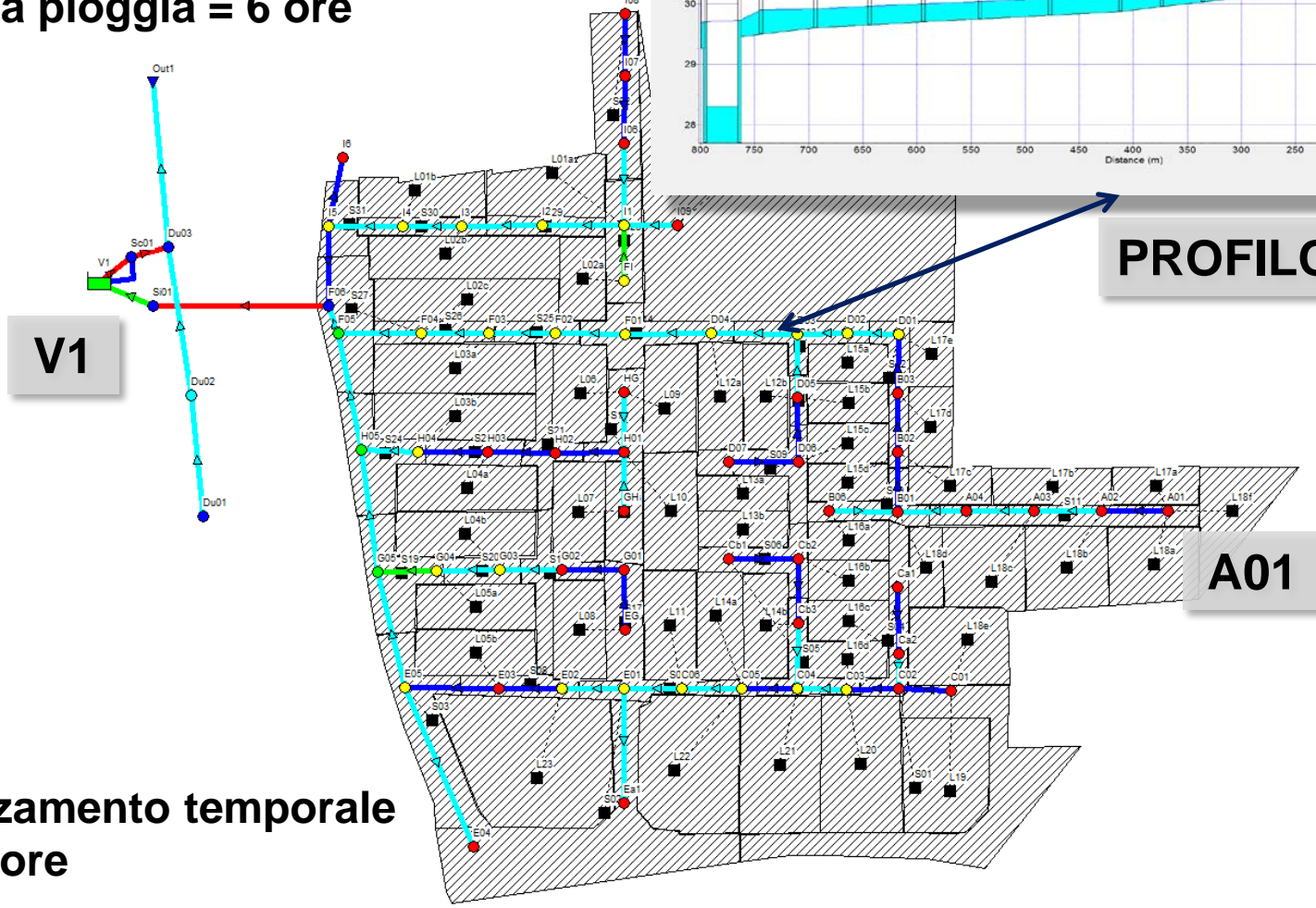
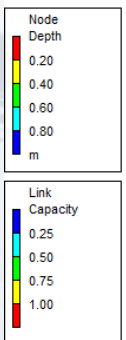
Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1



V1

A01

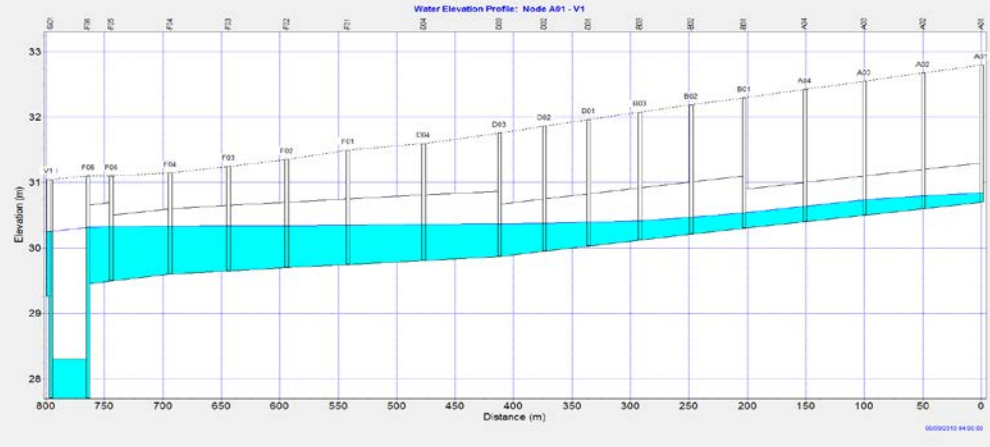
Avanzamento temporale
T = 2 ore

ESEMPIO APPLICATIVO

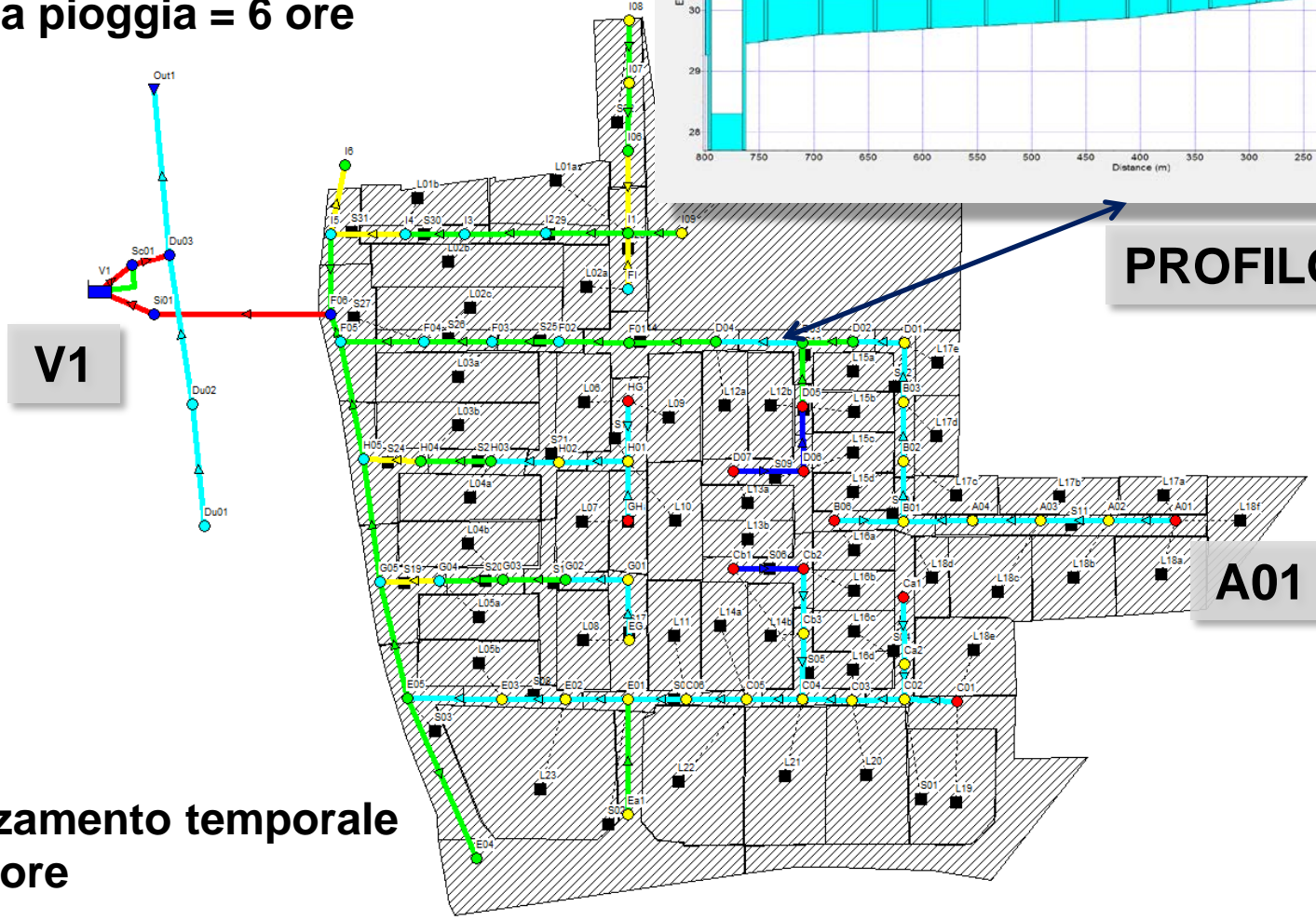
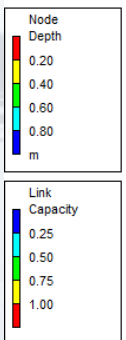
Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1



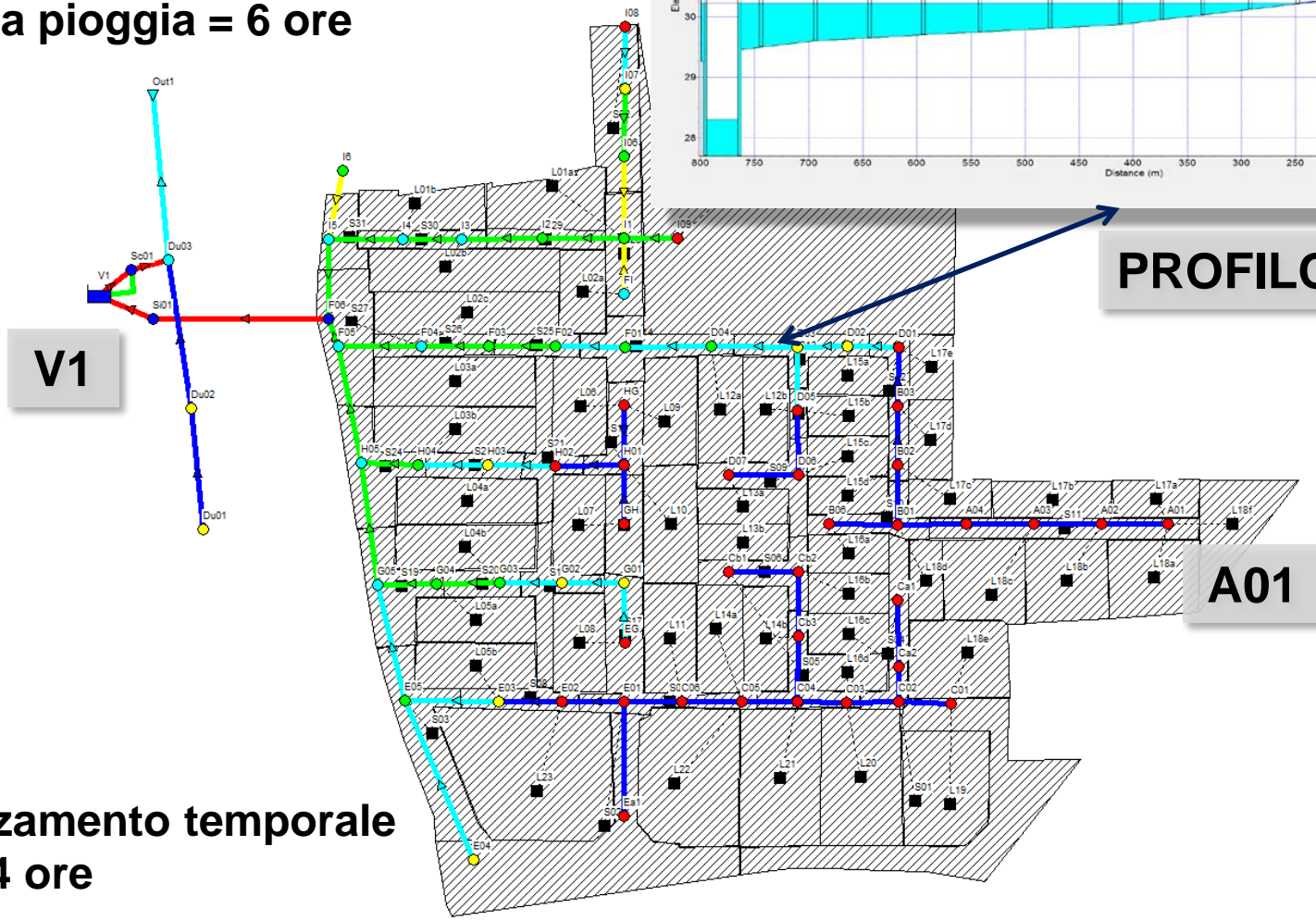
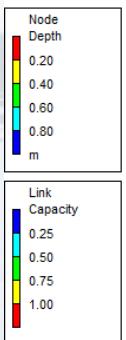
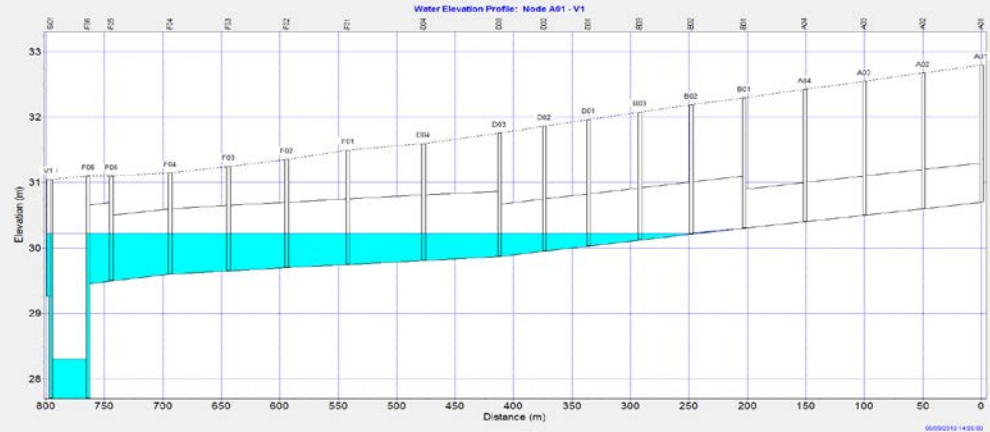
Avanzamento temporale
T = 4 ore

ESEMPIO APPLICATIVO

Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1

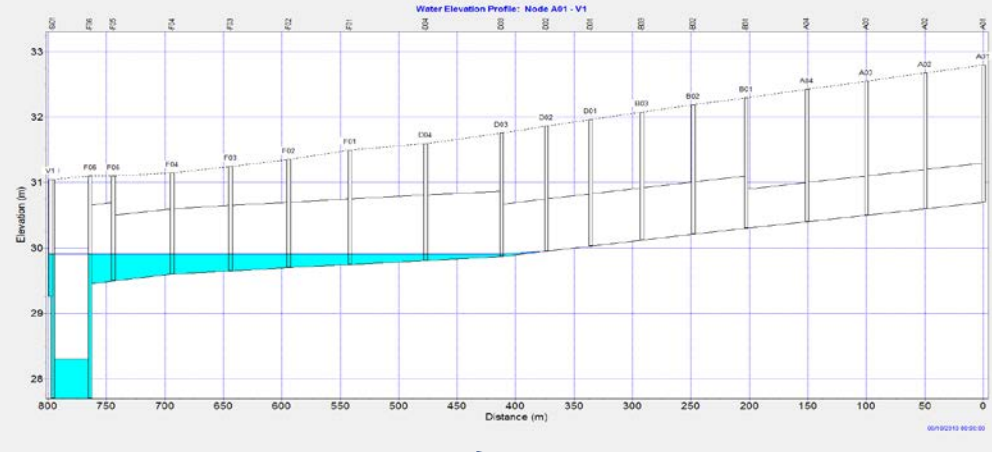
Avanzamento temporale
T = 14 ore

ESEMPIO APPLICATIVO

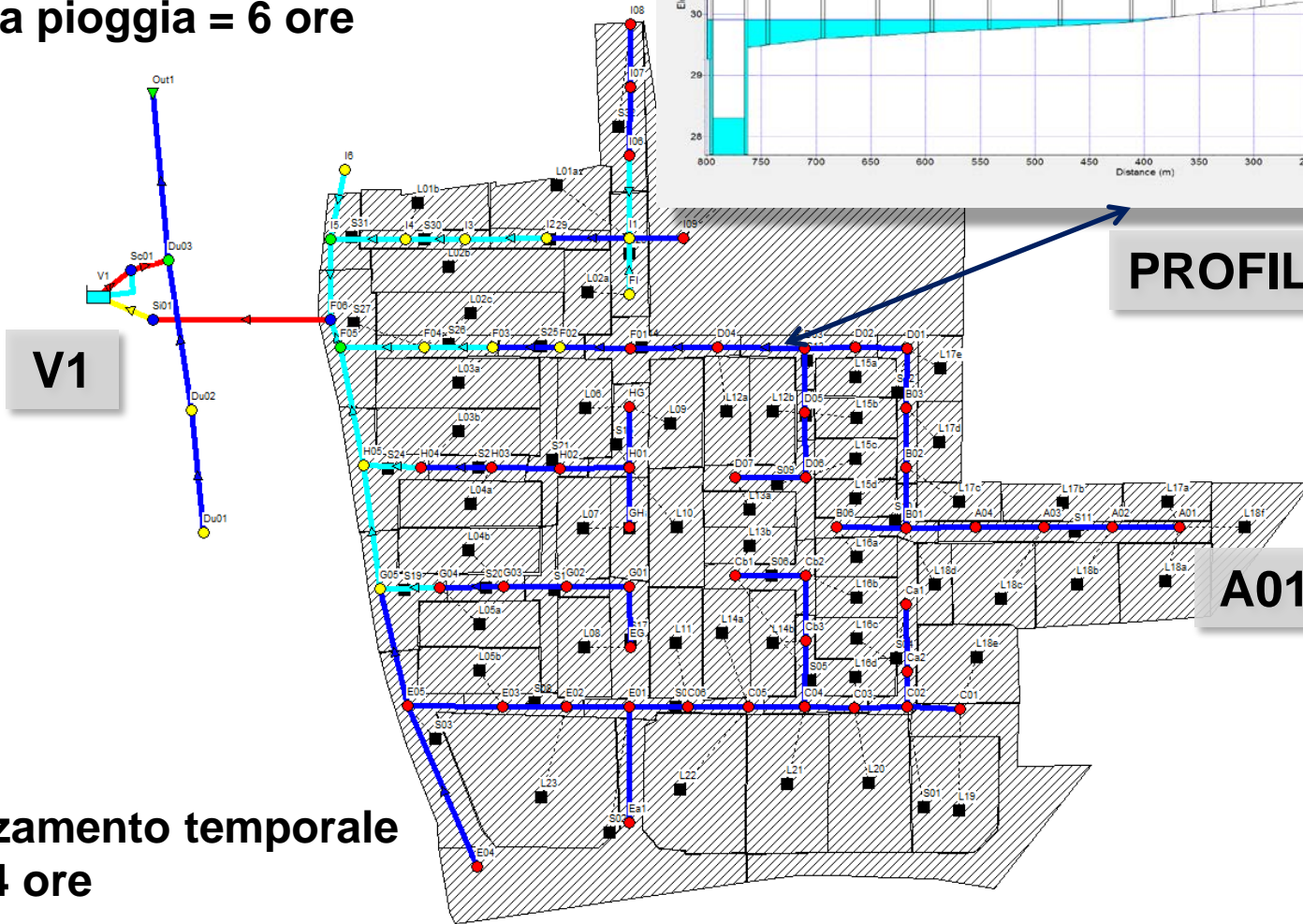
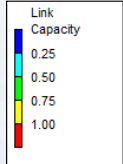
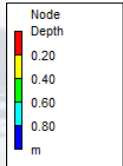
Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1



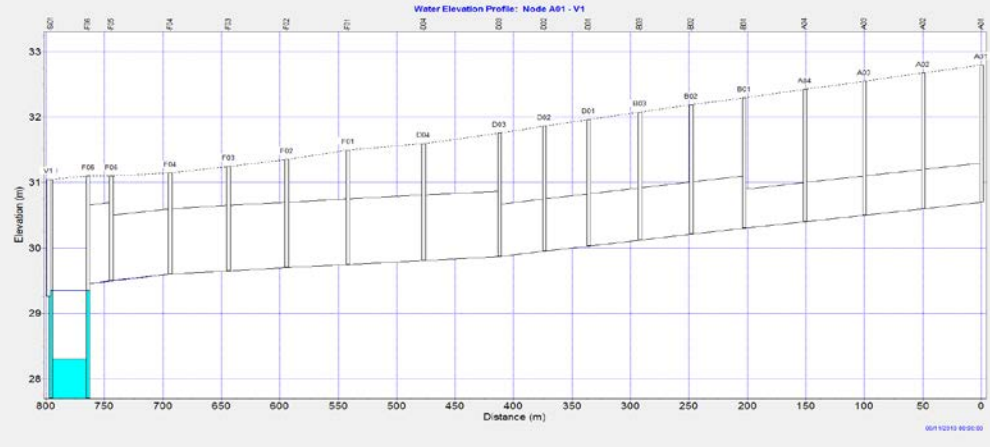
Avanzamento temporale
T = 24 ore

ESEMPIO APPLICATIVO

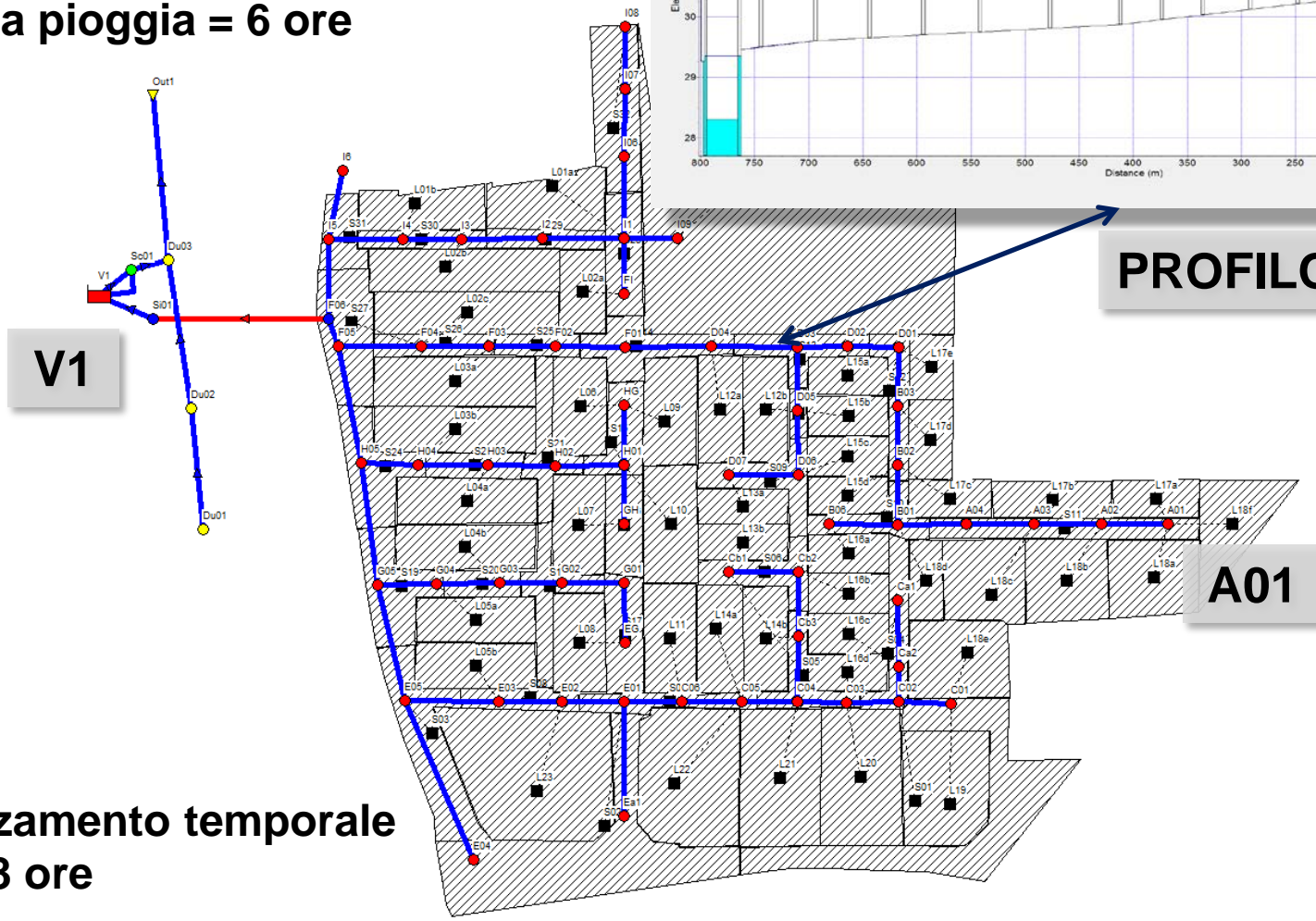
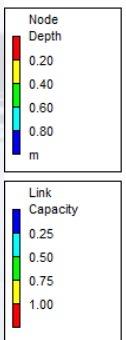
Modello idrologico-idraulico SWMM
(Storm Water Management Model)

Tempo di ritorno = 25 anni

Durata pioggia = 6 ore



PROFILO A01 - V1



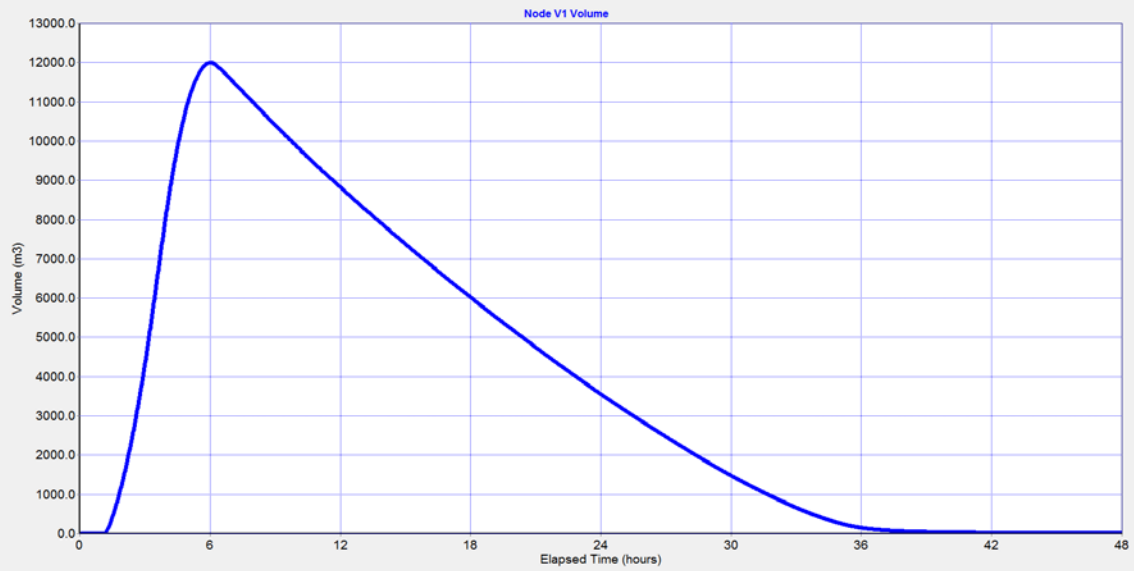
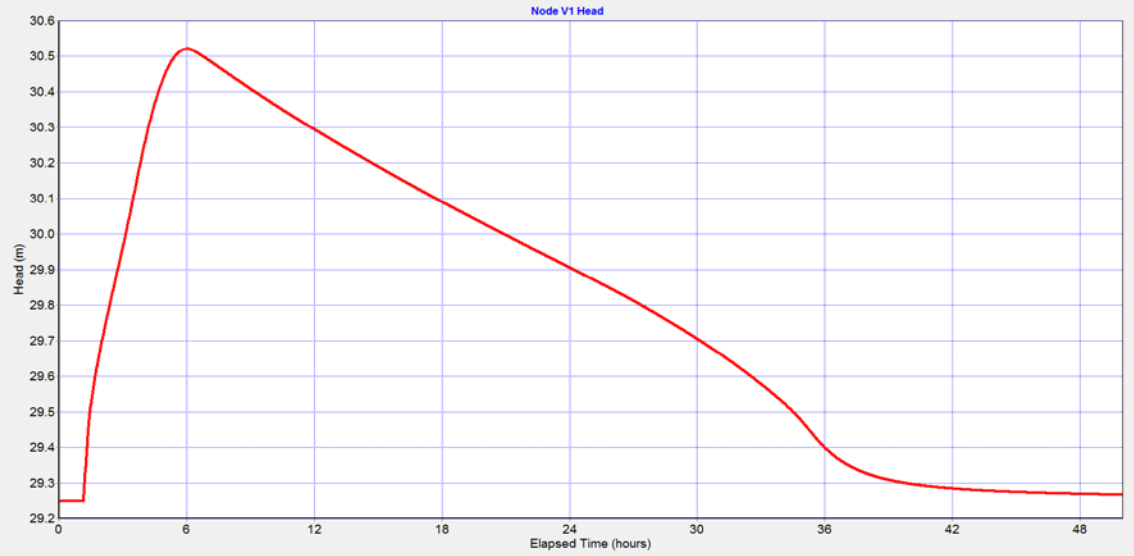
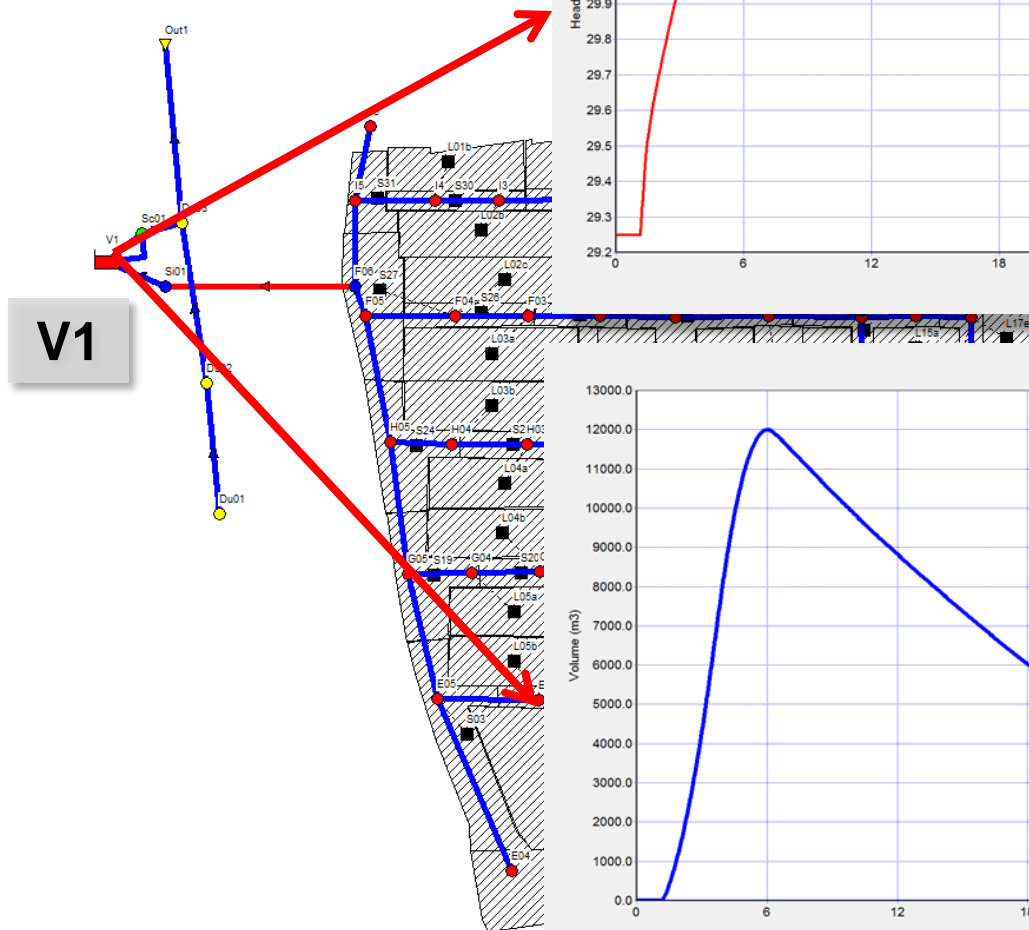
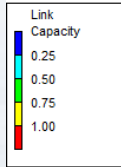
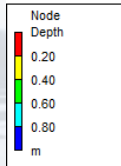
Avanzamento temporale
T = 48 ore

ESEMPIO APPLICATIVO

Modello idrologico-idraulico SWM
(Storm Water Management Mode)

Tempo di ritorno = 25 anni

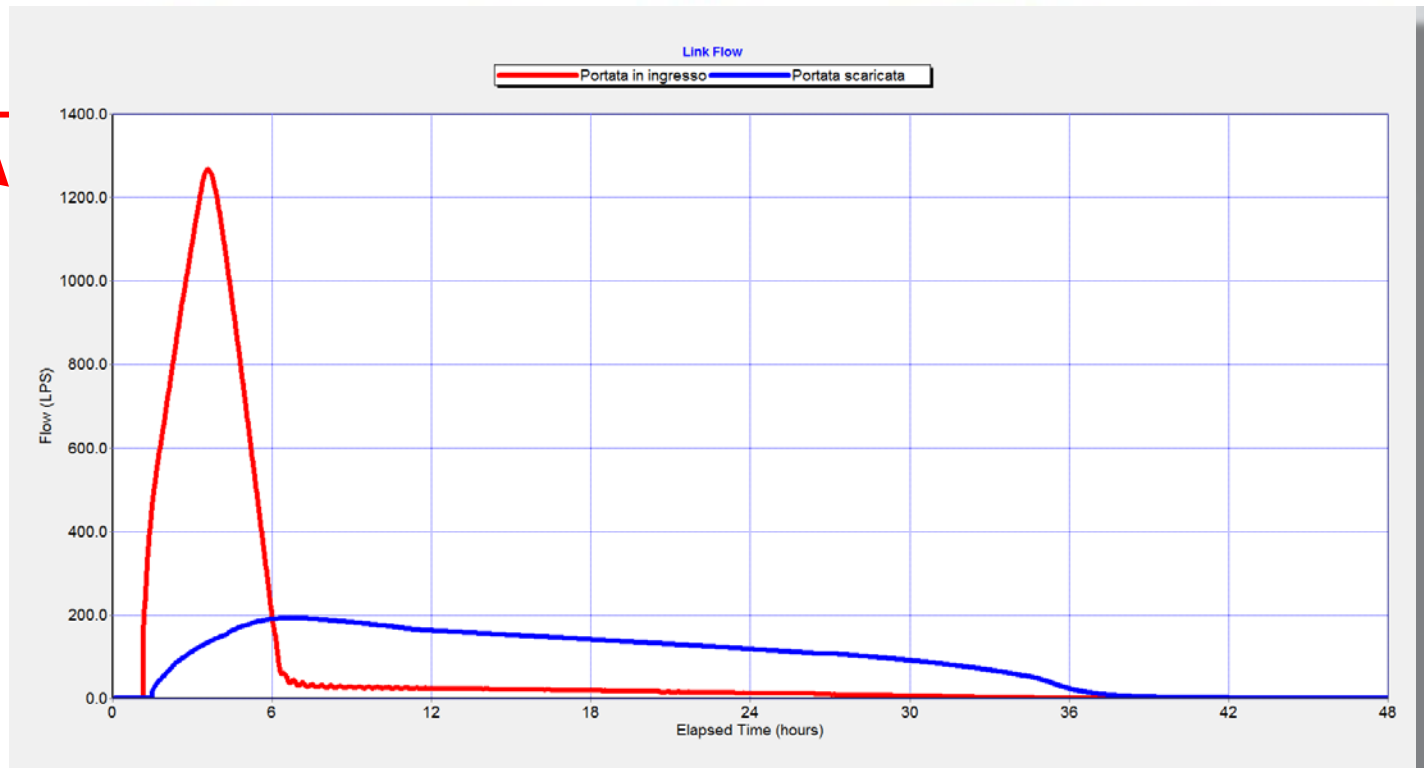
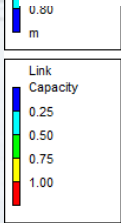
Durata pioggia = 6 ore



ESEMPIO APPLICATIVO

Modello idrologico-idraulico SWMM (Storm Water Management Model)

Tempo di pioggia	Tp	15'	30'	60'	120'	180'	360'	720'	1440'	minuti
Portata max. generata comparto	Q_{max}	8.280	7.020	5.750	3.480	2.600	1.400	880	516	l/sec
Volume complessivo generato	V_{max}	5.800	7.850	11.774	13.400	14.204	16.390	18.426	21.160	m ³
Volume di invaso	V_{id}	4.965	6.420	9.600	10.920	11.275	12.035	11.930	10.680	m ³
Portata massima al canale	Q_{umax}	119,85	130,50	156,72	170,42	177,20	195,60	193,12	184,70	l/sec



GRAZIE PER LA
CORTESE ATTENZIONE



Ing. Gian Lorenzo Bernini