

Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente

Università della Basilicata

Potenza

**Problemi connessi ai canali naturali di drenaggio
in aree oggetto di pianificazione urbanistica**

A. Sole, V. Comuniello, L. Giosa, G. Oliveto

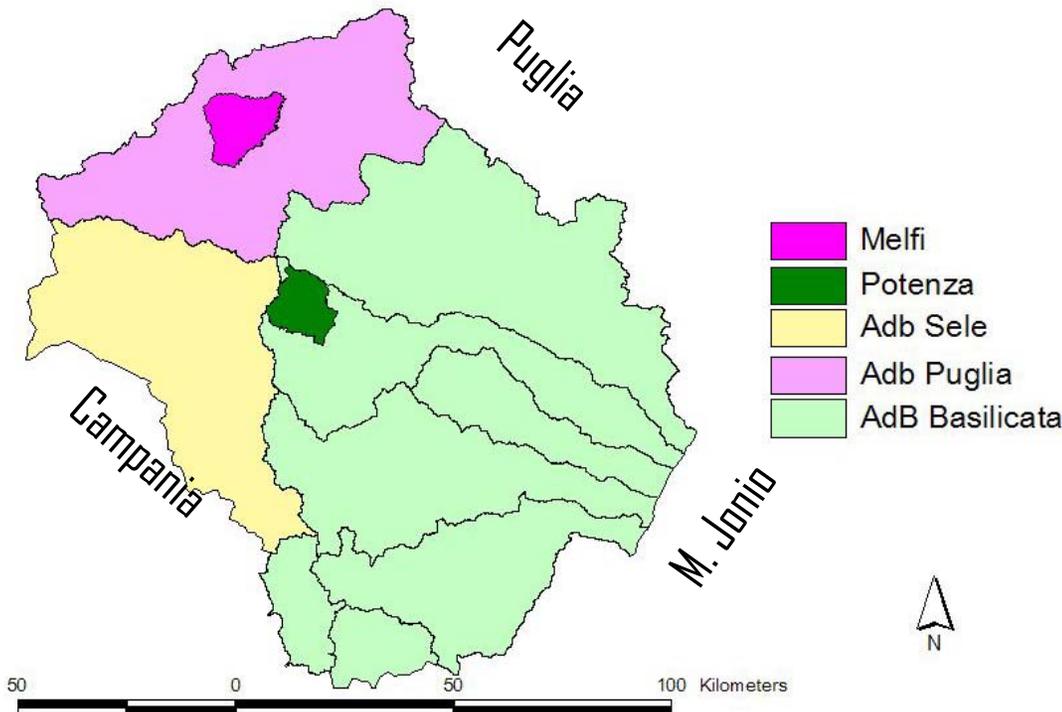
PIANIFICAZIONE COME STRUMENTO DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

$$R = P \times E \times V$$

la pericolosità (P), ovvero la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso;

il valore esposto (E), ovvero il valore della popolazione, delle proprietà e delle attività economiche, inclusi i servizi pubblici;

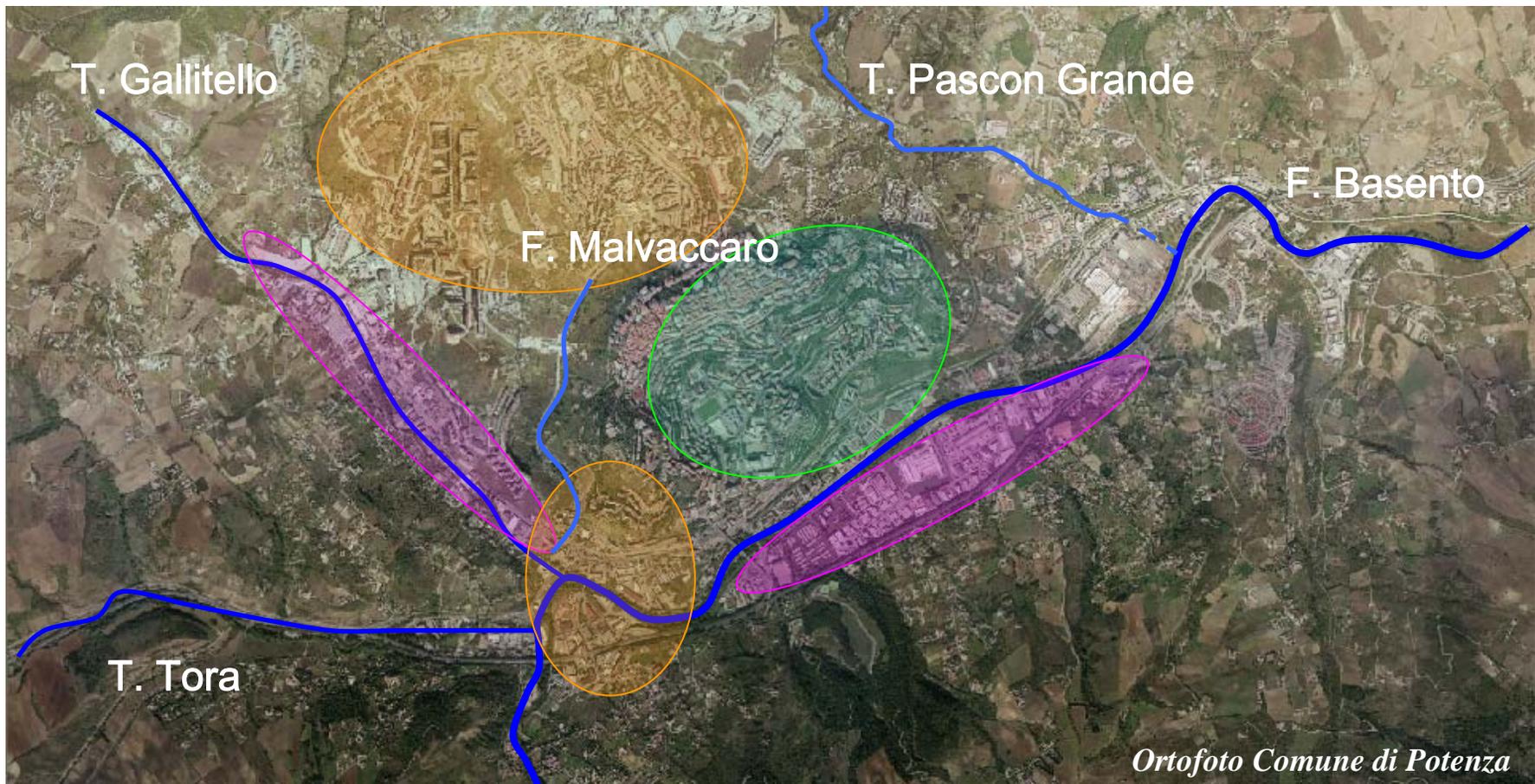
la vulnerabilità (V) ovvero il grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi dell'evento calamitoso temuto, espresso in una scala da zero (nessun danno) a uno (perdita totale).



COMUNE DI POTENZA

-  **Vecchio insediamento urbano**
-  **Nuovo insediamento urbano**
-  **Insedimento industriale/commerciale**

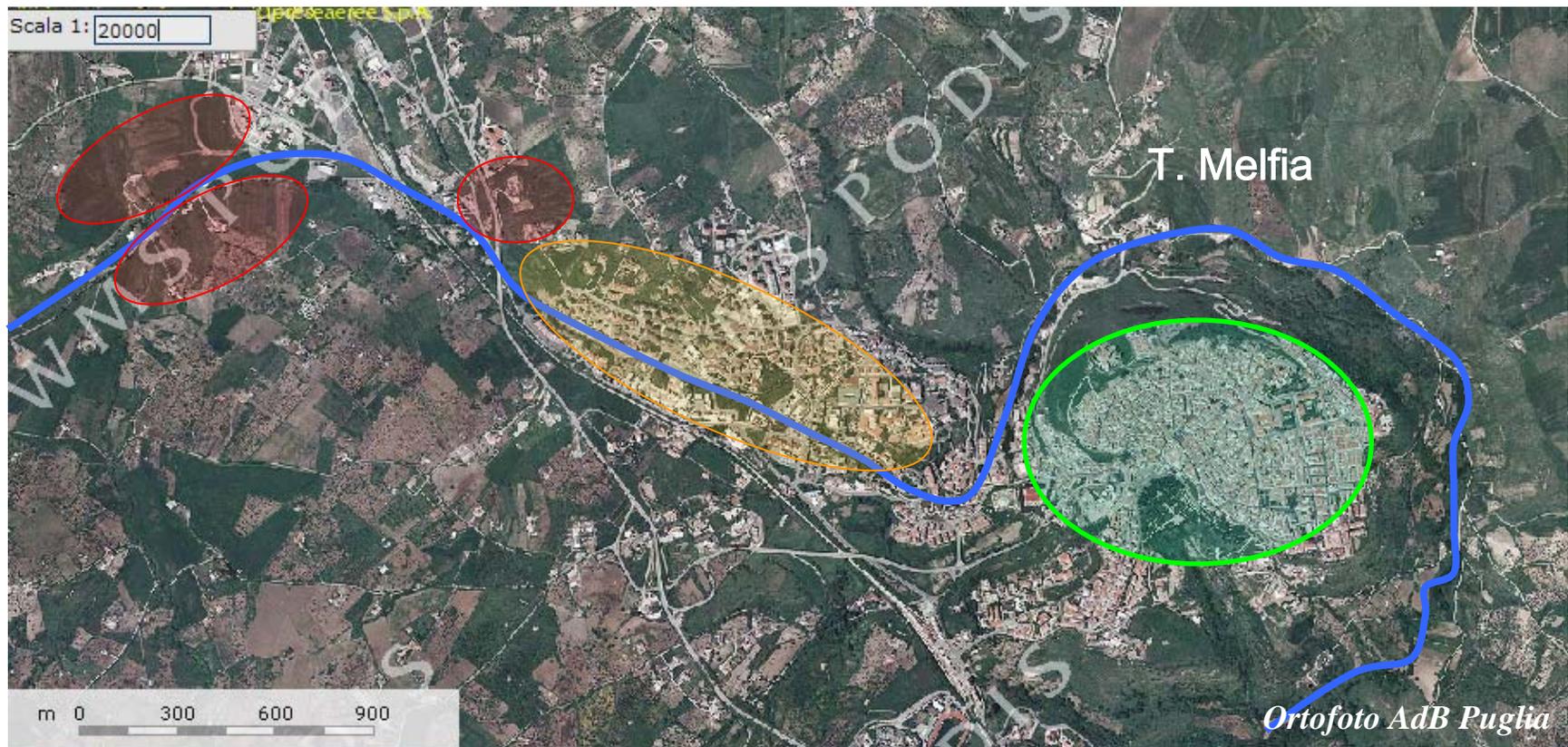
Ab = 96.000 (Istat 2001)



-  Vecchio insediamento urbano
-  Nuovo insediamento urbano
-  Prossimo insediamento urbano

COMUNE DI MELFI

Ab = 16.000 (Istat 2001)

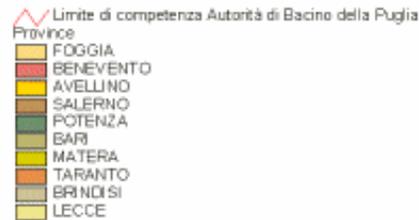


Regolamento Urbanistico del Comune di Melfi

Norme di Attuazione (art 20)

Le amministrazioni
e gli enti pubblici
territorialmente

*“Piano Stralcio
per la Difesa
dal Rischio
Idrogeologico”*



*“Studio del rischio idraulico finalizzato alla
riperimetrazione delle aree inondabili lungo il
torrente Melfia – Finaide”*



territorio alle
disposizioni
contenute nel PAI.

Territorio di competenza dall'AdB della Puglia

Regolamento Urbanistico del Comune di Potenza

*“Piano Stralcio
per la Difesa
dal Rischio
Idrogeologico”*



**Norme di Attuazione
(art 4 comma 3.2)**
La conformità dei piani comunali rispetto al PAI dovrà essere attestata dal

“Studio della rete idrografica del comune di Potenza interessata dalle previsioni di progetto del regolamento urbanistico”

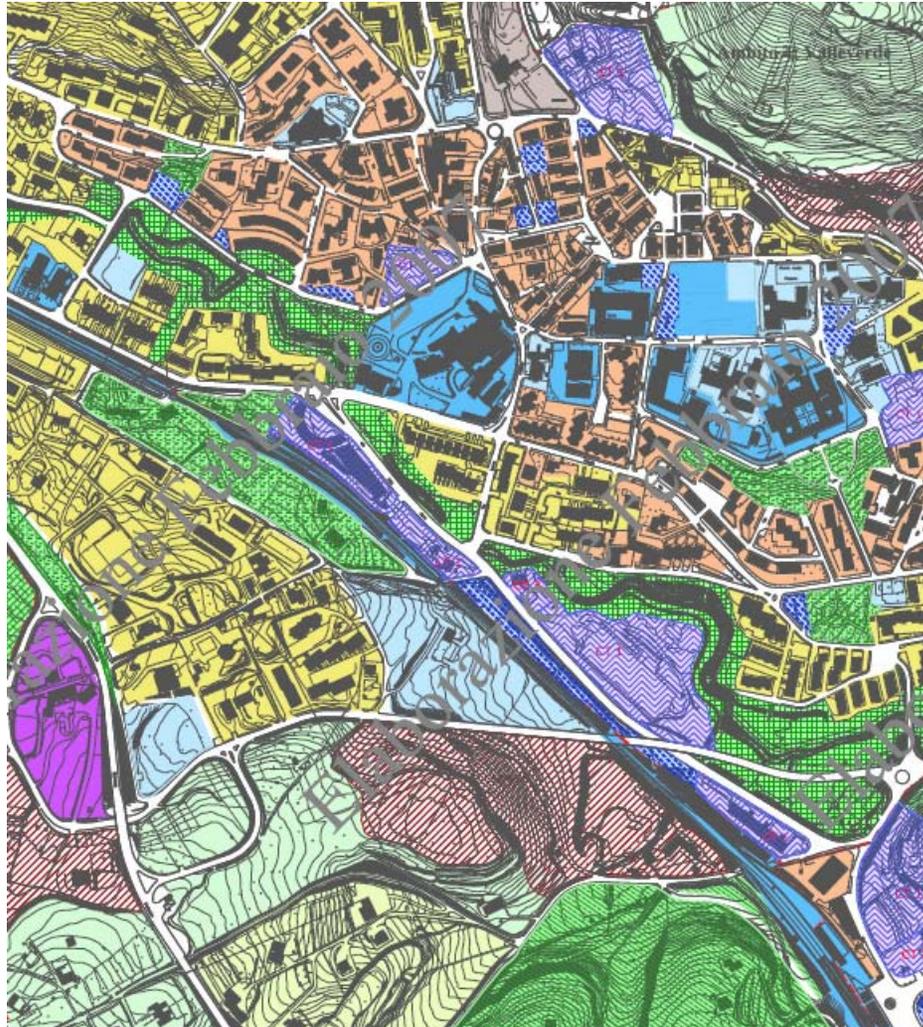


35000 m

stessi. L'attestazione dovrà essere inviata agli Uffici regionali competenti al momento della convocazione delle conferenze di pianificazione/localizzazione.

Territorio di competenza dall'AdB della Basilicata

Tavola della destinazione urbanistica



M
E
L
F
I

Elevata urbanizzazione
delle aree limitrofe
ai corsi d'acqua

M
E
L
F
I

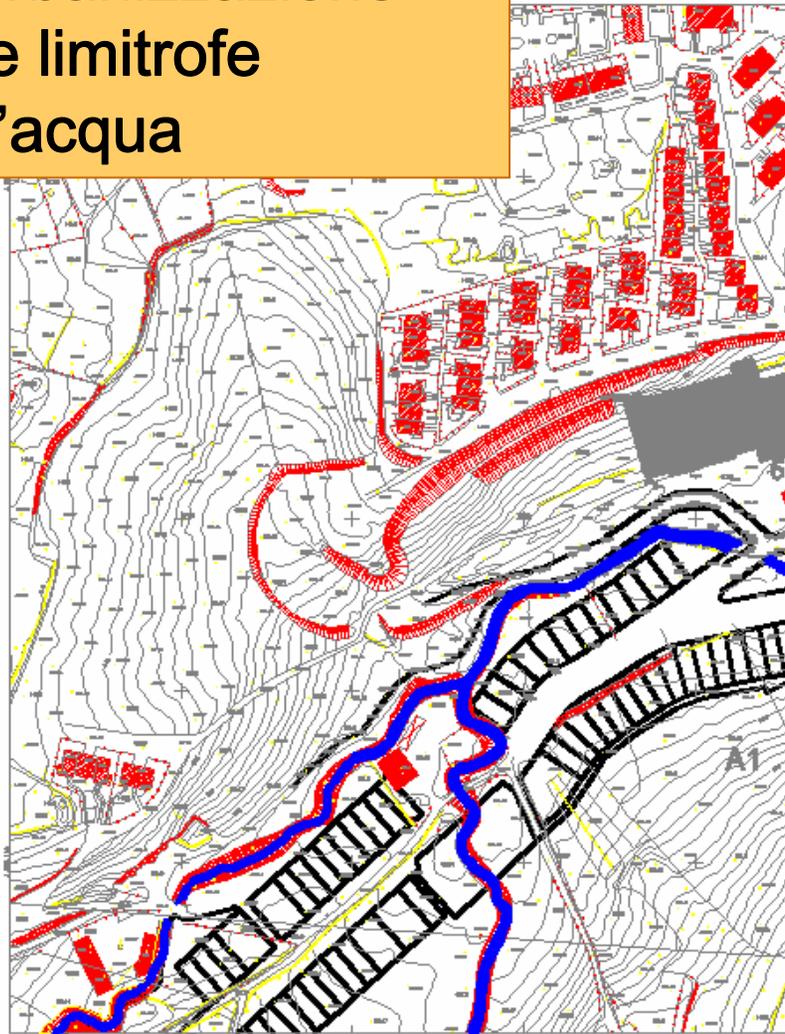


Foto del 22/10/2005

Elevata urbanizzazione
delle aree limitrofe
ai corsi d'acqua

M
E
L
F
I

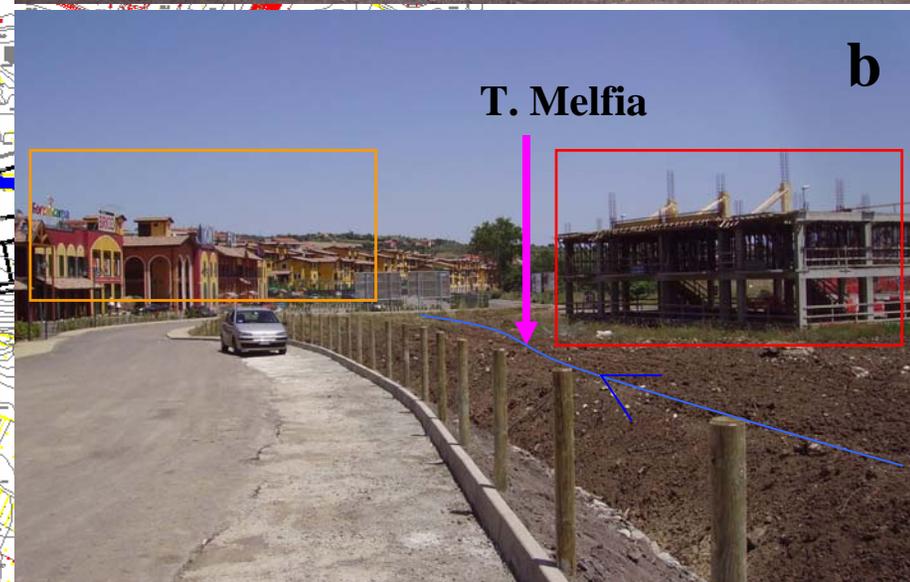
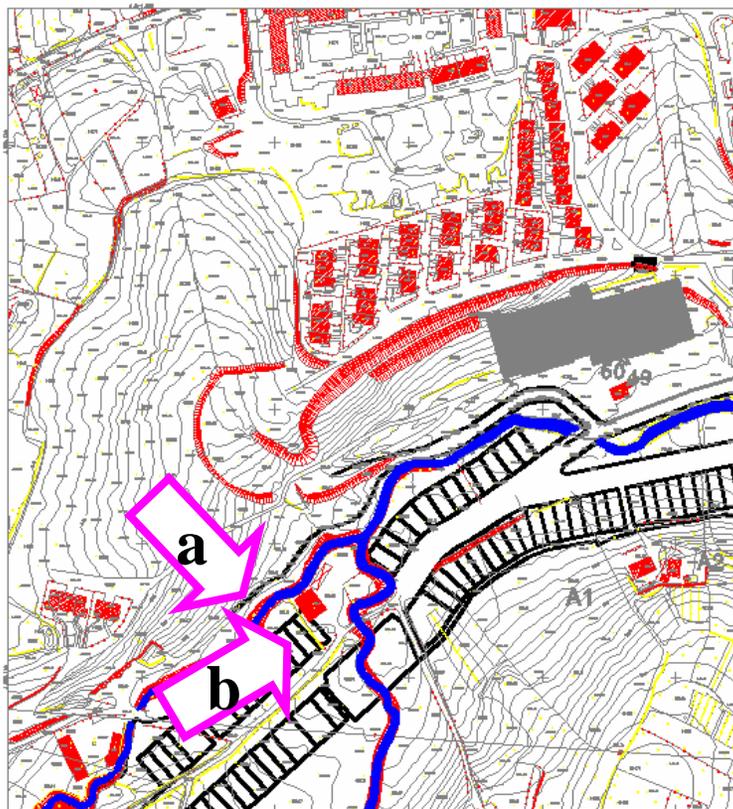


Foto del 18/06/2007

Opere idrauliche insufficienti al deflusso delle portate di piena

M
E
L
F
I



Foto del 22/10/2005



Foto del 02/05/2007

Opere idrauliche insufficienti al deflusso delle portate di piena

P
O
T
E
N
Z
A

Fosso Malvaccaro	
Area bacino idrografico	2.1 km²
Lunghezza asta principale	3.4 km
Quota massima dell'asta	990 m s.l.m.m
Quota minima dell'asta	700 m s.l.m.m
Pendenza media dell'asta principale	0.06



Foto del 18/06/2007

Opere idrauliche insufficienti al deflusso delle portate di piena

P
O
T
E
N
Z
A



F. MALVACCARO

... altre sezioni che inducono: fenomeni di rigurgito.

Foto del 18/06/2007

Opere idrauliche insufficienti al deflusso delle portate di piena

P
O
T
E
N
Z
A

Fosso Verderuolo	
Area bacino idrografico	2.72 km²
Lunghezza asta principale	4.6 km
Quota massima dell'asta	950 m s.l.m.m
Quota minima dell'asta	675 m s.l.m.m
Pendenza media dell'asta principale	0.04

Imbocco del tombino



Sbocco del tombino

Foto del 18/06/2007

Opere idrauliche insufficienti al deflusso delle portate di piena

P
O
T
E
N
Z
A

F. VERDERUOLO

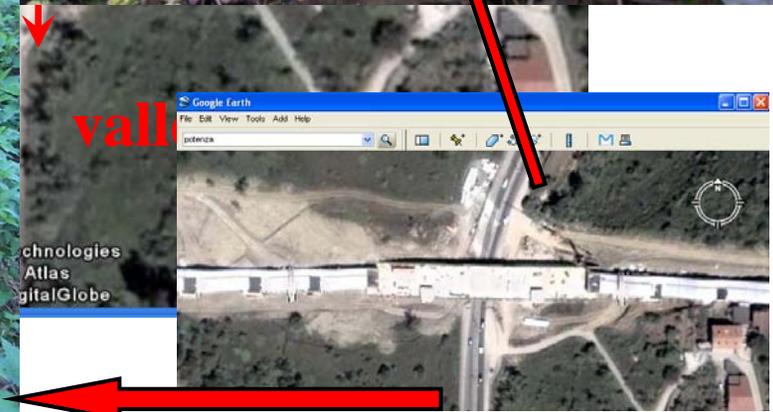
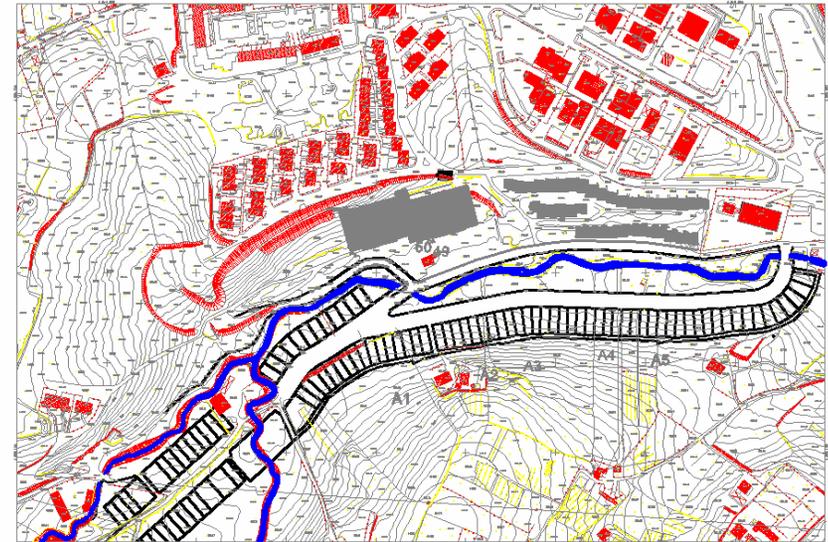


Foto del 18/06/2007

Mediocre manutenzione
dei corsi d'acqua

M
E
L
F
I



Interrimento di tratti
canalizzati chiusi anche di
recente costruzione

Foto del 02/05/2007

Mediocre manutenzione dei corsi d'acqua

P
O
T
E
N
Z
A

sezione ad alto rischio di
occlusione...

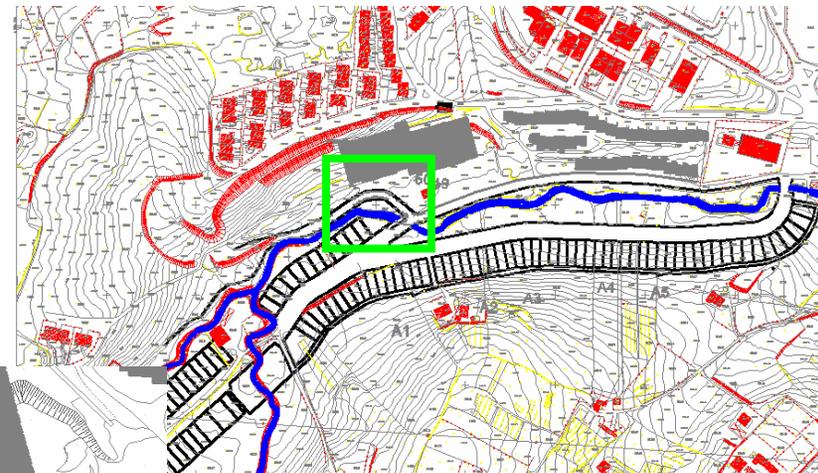
Fosso Malvaccaro	
Area bacino idrografico	2.1 km²
Lunghezza asta principale	3.4 km
Quota massima dell'asta	990 m s.l.m.m
Quota minima dell'asta	700 m s.l.m.m
Pendenza media dell'asta principale	0.06



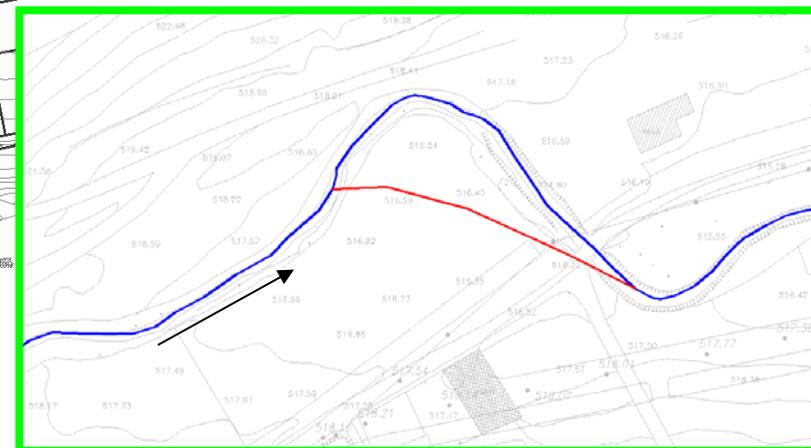
Foto del xx/xx/xx

Modifiche improprie al tracciato del corso d'acqua

M
E
L
F
I



— Vecchio tracciato
— Nuovo tracciato



Modifiche improprie al tracciato del corso d'acqua

M
E
L
F
I

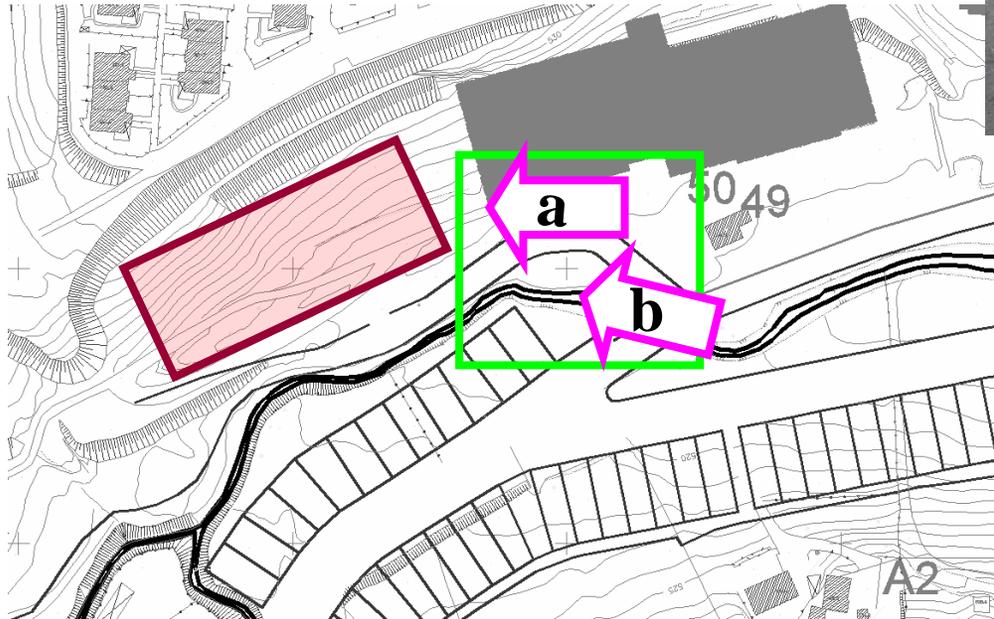


Foto del 02/05/2007

Eventi di pioggia significativi

P
O
T
E
N
Z
A



**Evento di pioggia del 3
giugno 2008** (foto del 4.6.08 a circa
12h dall'evento di piena)

F. PASCON GRANDE

**rigurgito ed esondazione
indotti dall'attraversamento**



Eventi di pioggia significativi

F. PASCON GRANDE

P
O
T
E
N
Z
A



In occasione di precipitazioni poco più intense di quelle ordinarie



Evento di pioggia del 03.06.2008
(foto del 4.6.08 a circa 12h dall'evento di piena)

Eventi di pioggia significativi

P
O
T
E
N
Z
A



**Evento di pioggia
del 24 gennaio 2005**



T. GALLITELLO

Attraversamenti in pressione

Eventi di pioggia significativi

F. PASCON GRANDE

**rigurgito ed esondazione
indotti dall'attraversamento**

**P
O
T
E
N
Z
A**



Evento di pioggia del 03.06.2008 (foto
del 4.6.08 a circa 12h dall'evento di piena)

Eventi di pioggia significativi

P
O
T
E
N
Z
A



**Evento di pioggia del 3
giugno 2008** (foto del 4.6.08 a circa
12h dall'evento di piena)

F. PASCON GRANDE

**L'acqua ed il fango hanno
allagato alcuni piani
seminterrati e pian terreni**

Eventi di pioggia significativi

P
O
T
E
N
Z
A



F. PASCON GRANDE

**Tracce
dell'esondazione**



**Evento di pioggia del 3
giugno 2008** (foto del 4.6.08 a
circa 12h dall'evento di piena)

Eventi di pioggia significativi

P
O
T
E
N
Z
A



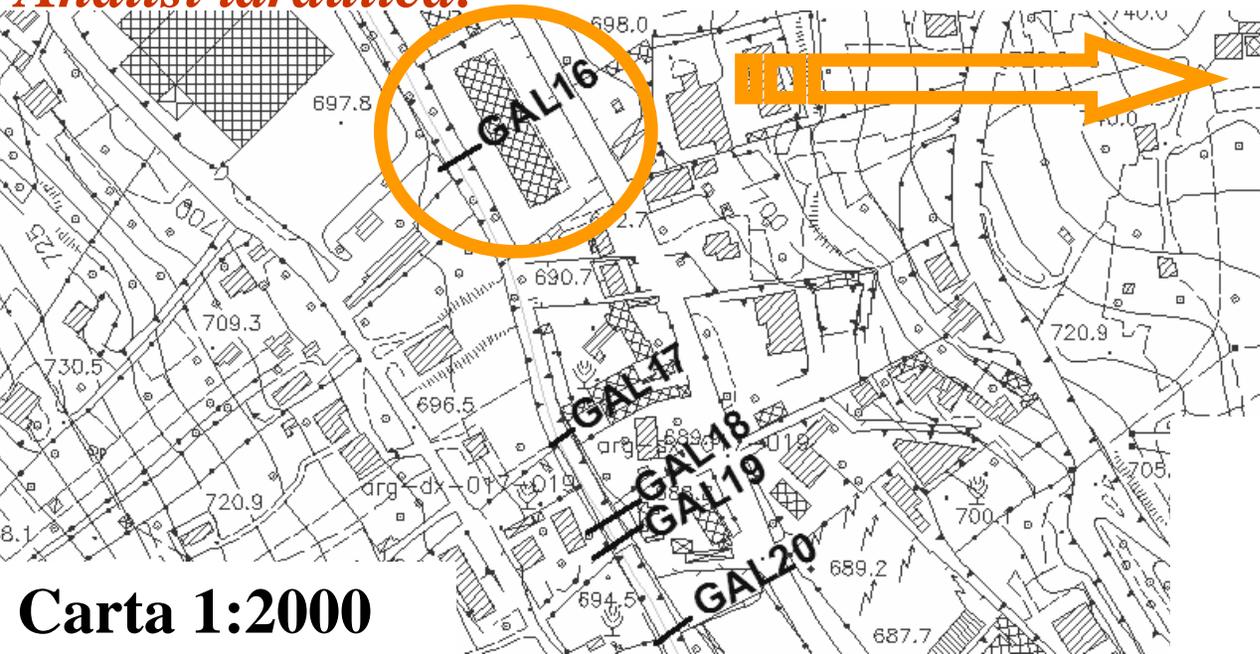
F. PASCON GRANDE

Porzioni di pavimentazione stradale,
asportata dalla corrente e
trasportata verso valle



**Evento di pioggia del 3
giugno 2008** (foto del 4.6.08 a
circa 12h dall'evento di piena)

Analisi idraulica:



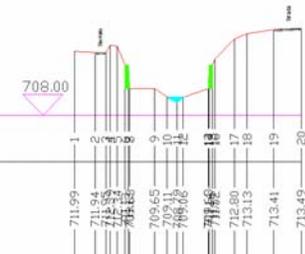
Sezione trasversale

x1=565565.04 y1=4499566.78
 x2=565546.78 y2=4499548.18
 x3=565524.68 y3=4499525.68

Scala altezze 1:250
 Scala lunghezze 1:1000

Numero picchetto

Quote terreno



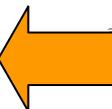
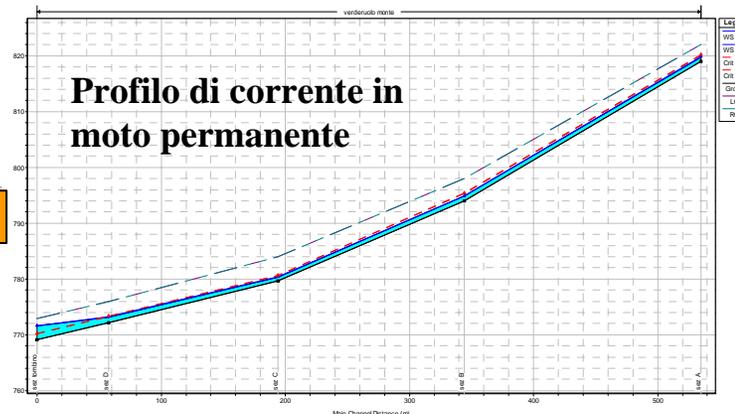
Portate al colmo di piena:

- Tr_1
- Tr_2

Carta 1:2000



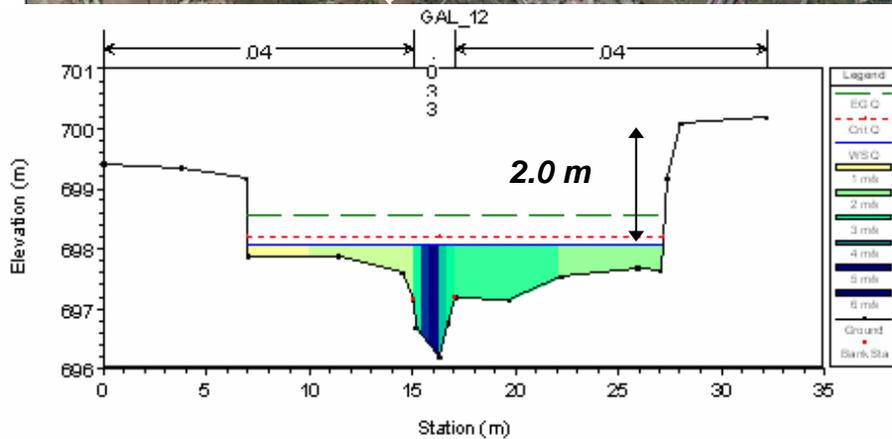
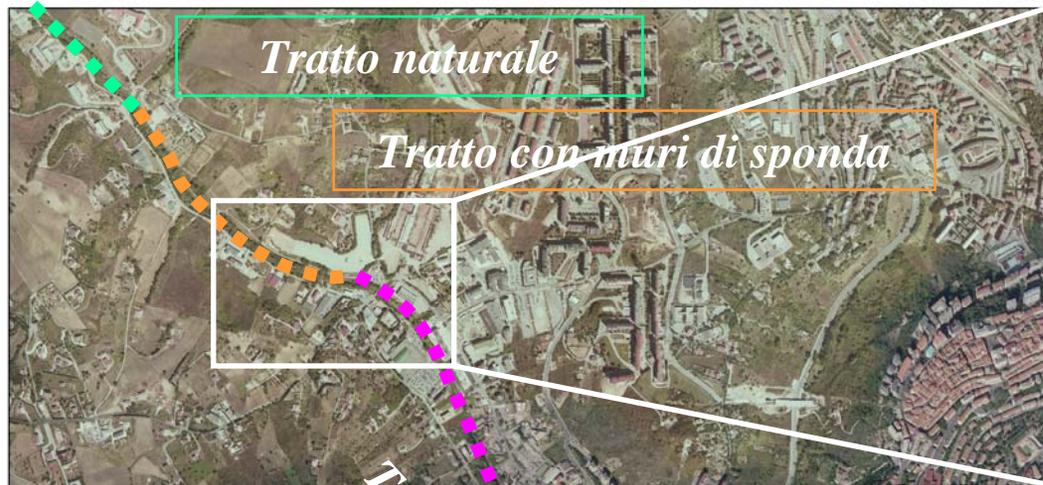
Profilo di corrente in moto permanente



Analisi idraulica:

*Evento di piena del
24 gennaio 2005*

SIMULAZIONE MONODIMENSIONALE CON HEC-RAS

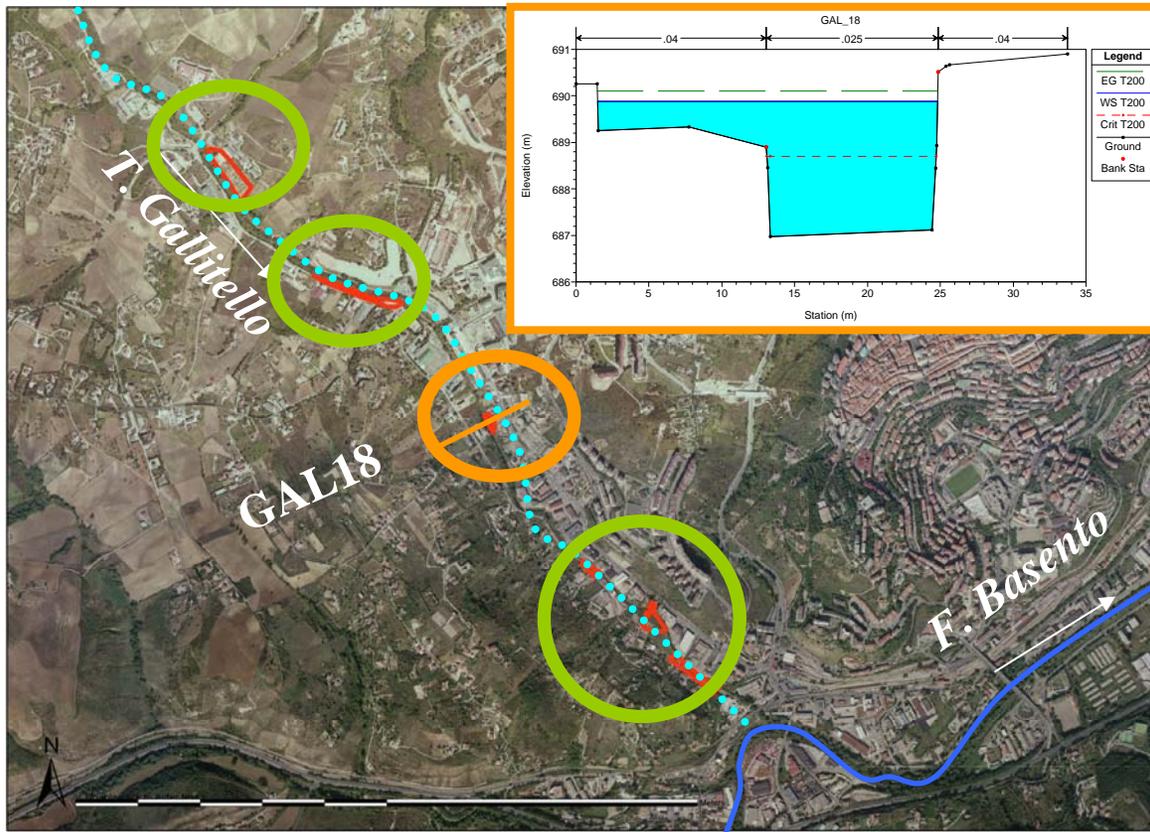


$$Q = 31 \text{ m}^3/\text{s}$$

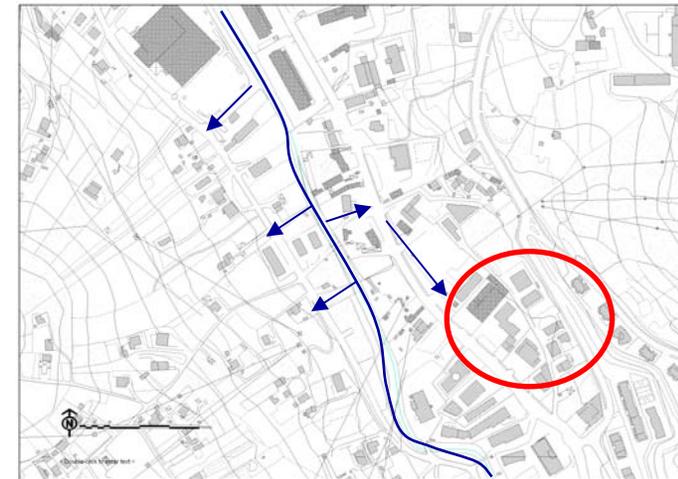
$$Tr = 7 \text{ anni}$$

Analisi idraulica:

SIMULAZIONE MONODIMENSIONALE CON HEC-RAS



Risultati della simulazione idraulica monodimensionale con Hec-Ras



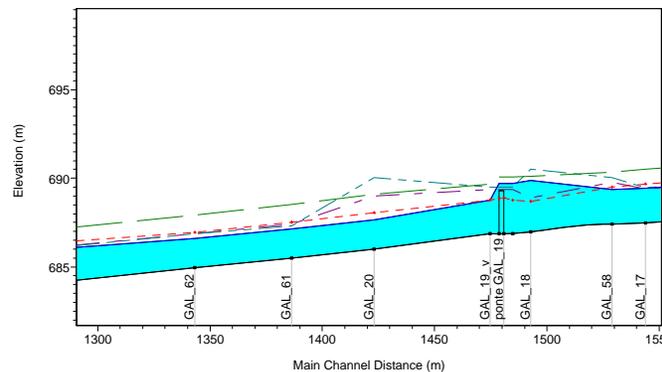
Analisi idraulica:

SIMULAZIONE QUASI-BIDIMENSIONALE CON

MODELLO D

sviluppato nell'ambito
Idrauliche del Dipar
dell' Università degli

fase della propagazione in al



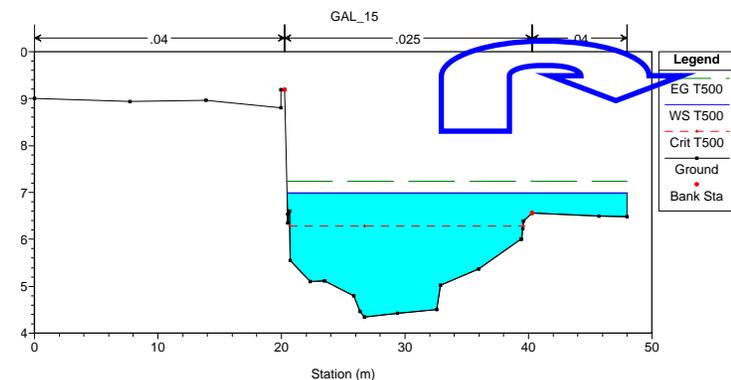
mutua interazione tra il corso d' acqua ed il territorio urbano circostante

i due moduli procedono di pari passo nella simulazione, in questo modo è possibile tenere conto, ad esempio, della **diminuzione della portata a valle** di un punto di esondazione, ma anche degli eventuali **rientri dei volumi in alveo** al termine della piena

ONE URBANA

del gruppo di Costruzioni e Fisica dell' Ambiente
(Sole e Zuccaro, 2004)

fase di esondazione fuori alveo



Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

- simula la **propagazione di una piena** sia all' interno di un alveo che nel territorio urbano circostante.
- ed è composto da tre moduli:
 - **modulo di propagazione in alveo;**
 - **modulo di esondazione fuori alveo;**
 - **modulo GIS.**

Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

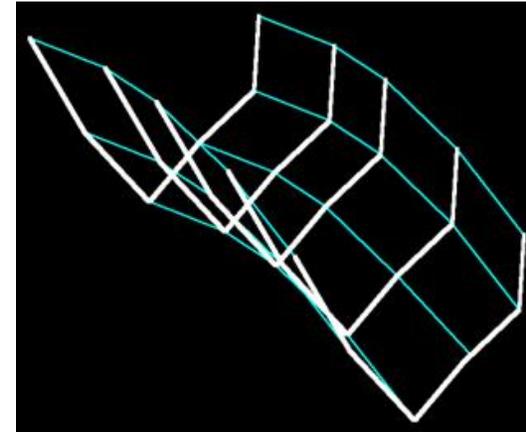
1. Modulo di propagazione in alveo

Il modulo di propagazione in alveo si basa sulla risoluzione delle equazioni di De Saint Venant con lo schema esplicito alle differenze finite di **McCormack** più uno schema **TVD** per l'attenuazioni delle oscillazioni numeriche.

L' alveo viene discretizzato in sezioni trasversali.

Viene imposto un intervallo di integrazione temporale in base al **numero massimo di Courant**.

Lo schema viene risolto una volta impostate le condizioni iniziali e quelle al contorno



$$\begin{aligned}
 Cr &= \frac{\Delta t}{\Delta x} \cdot c = \\
 &= \frac{\Delta t}{\Delta x} \cdot \left(\frac{Q}{\Omega} + \sqrt{\frac{g \cdot \Omega}{L}} \right)
 \end{aligned}$$

Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

1. Modulo di propagazione in alveo

Eq.ni del De Saint Venant

Le equazioni sono costituite dalle leggi di:

1. conservazione della massa;
2. conservazione della quantità di moto.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \Omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial h}{\partial s} + \frac{U \partial U}{g \partial s} + \frac{1 \partial U}{g \partial s} + \frac{1}{g} \frac{\partial U}{\partial t} = -j = \frac{-\tau_0}{\gamma R} \end{array} \right.$$

Tali equazioni vengono risolte con **metodi alle differenze finite** attraverso uno schema esplicito.

IPOTESI DI BASE:

variazioni graduali di sezione e di velocità nello spazio e nel tempo per le quali si possono considerare velocità sensibilmente parallele alla direzione del moto e distribuzione idrostatica delle pressioni nelle sezioni

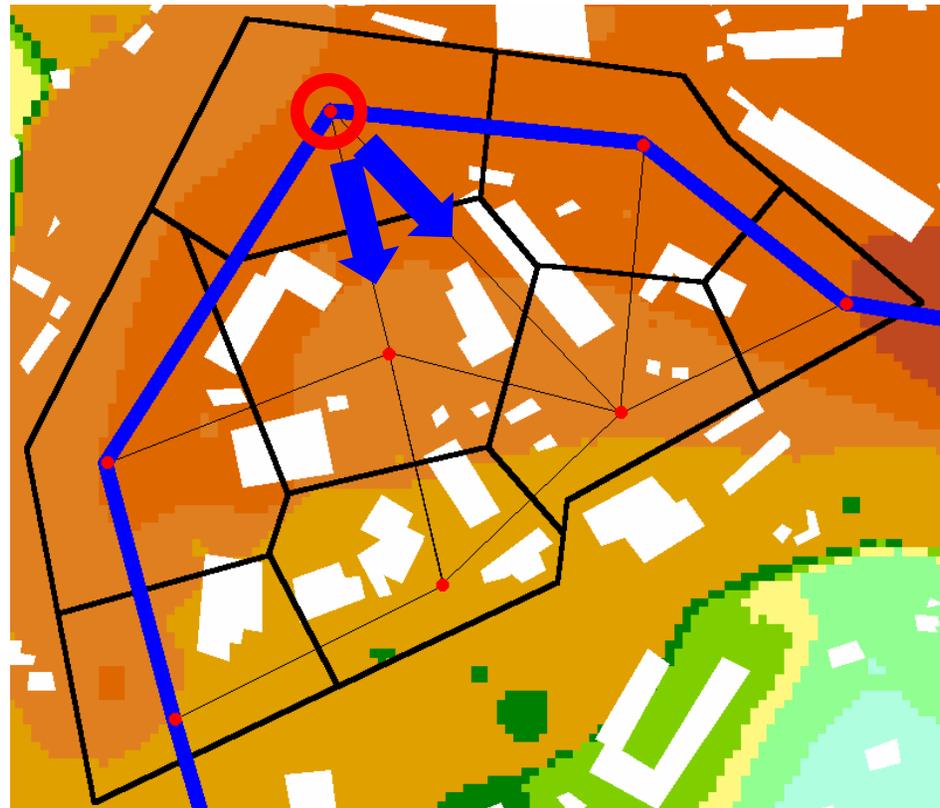
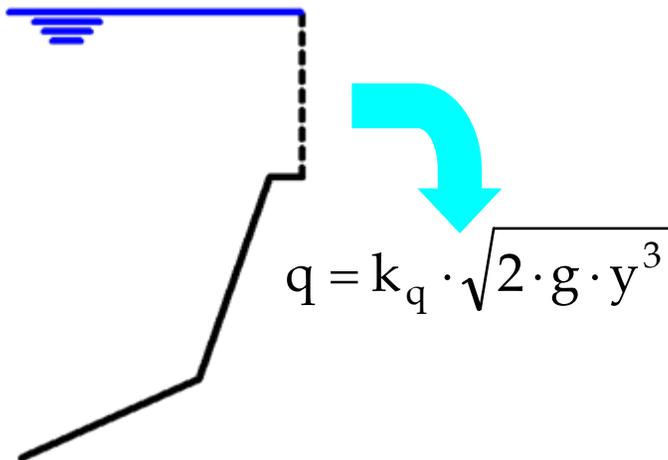
Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

2. Modulo di esondazione fuori alveo

I volumi di acqua che fuoriescono dall'alveo vengono "distribuiti" sul territorio attraverso una rete di "serbatoi" e "canali"

(Braschi, Gallati e Natale (1990))



Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

2. Modulo di esondazione fuori alveo

E' molto importante la scelta della posizione dei **nodi** (le piazze) ed i **collegamenti** fra essi (le strade).

Il valore del carico piezometrico nel nodo viene calcolato, utilizzando l' **equazione di continuità**, in base al carico dell'istante precedente ed ai volumi in ingresso e in uscita (Braschi et al., 1990):

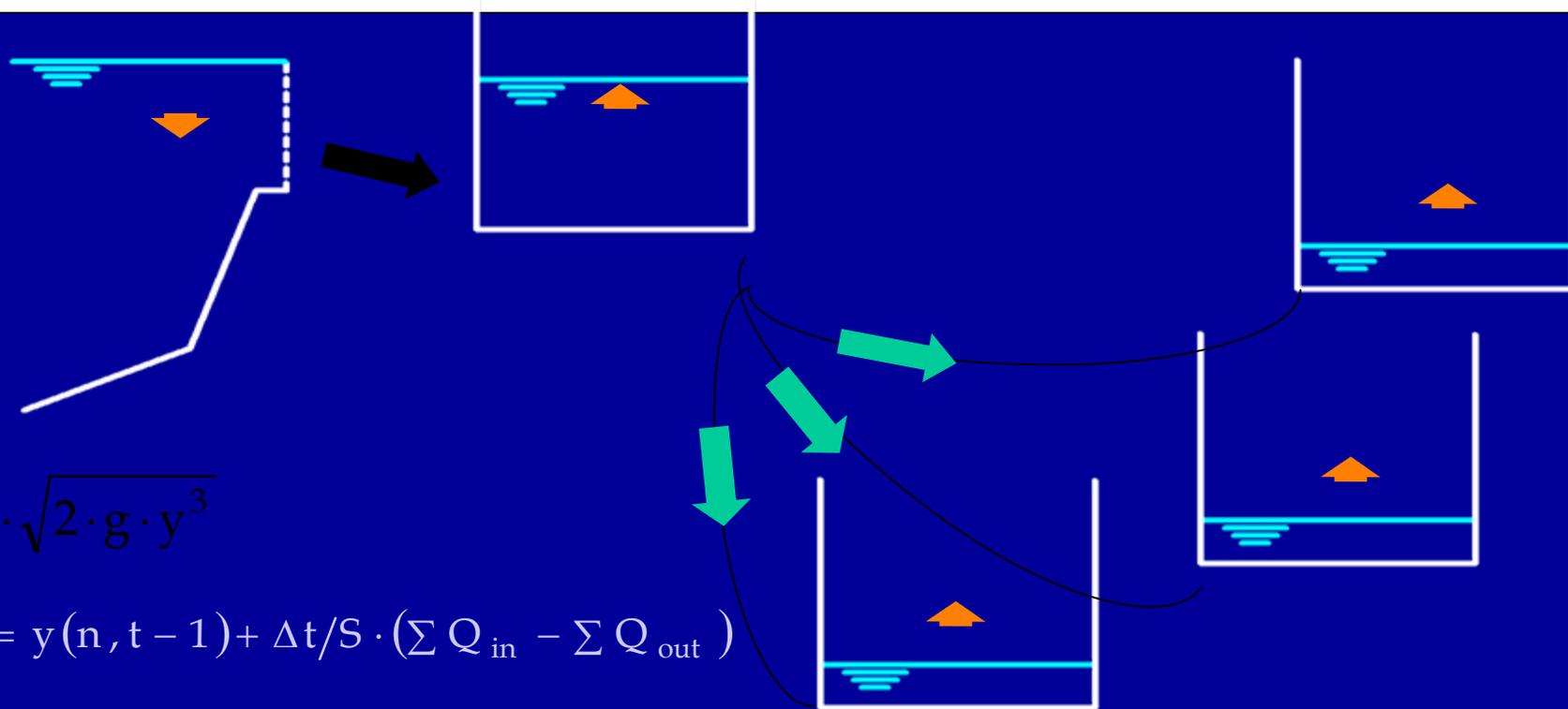


$$y(n,t) = y(n,t-1) + \frac{\Delta t}{S} \cdot (\sum Q_{in} - \sum Q_{out})$$

Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

2. Modulo di esondazione fuori alveo



$$q = k_q \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y^3}$$

$$y(n, t) = y(n, t - 1) + \Delta t / S \cdot (\sum Q_{in} - \sum Q_{out})$$

$$Q = M \cdot L \cdot y \cdot R^{3/2} \cdot \sqrt{[z(1) + y(1)] - [z(2) + y(2)]} / D \quad \text{legge del moto (Braschi et al., 1990)}$$

Analisi idraulica:

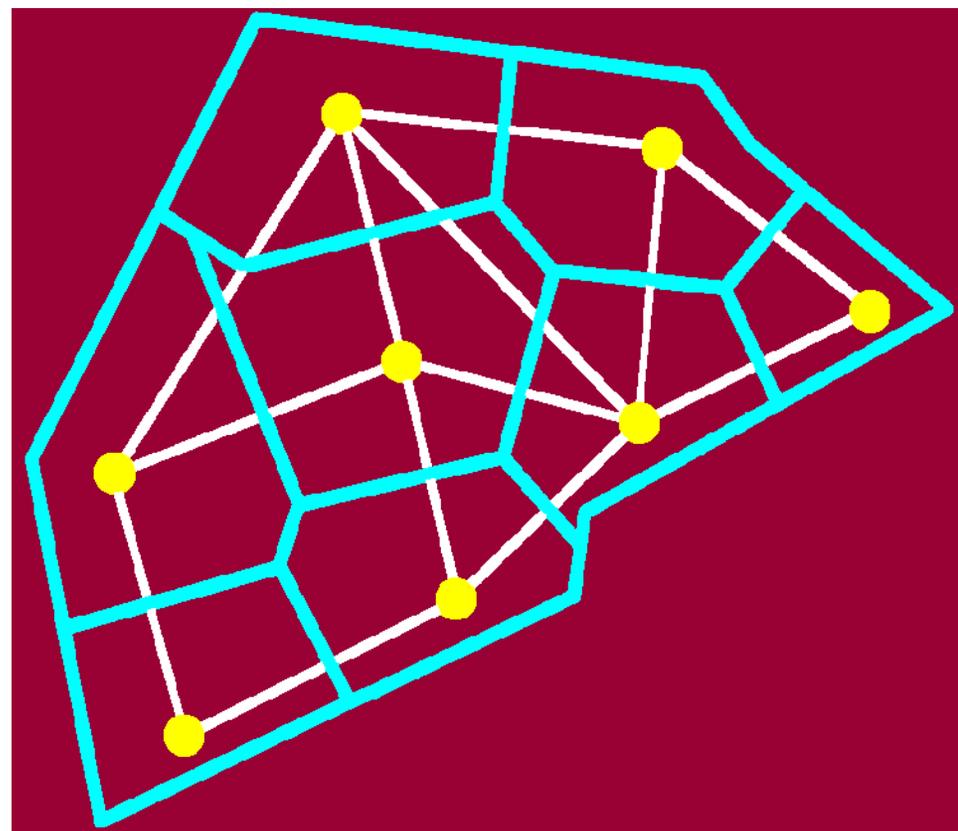
MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

3. Modulo GIS

•E' un modulo di scambio ed elaborazione dei dati.

Viene utilizzato soprattutto per:

- Input dati spaziali (DTM, strade, edifici...)
- Rappresentazione dei risultati planimetrici;
- Calcolo delle aree afferenti



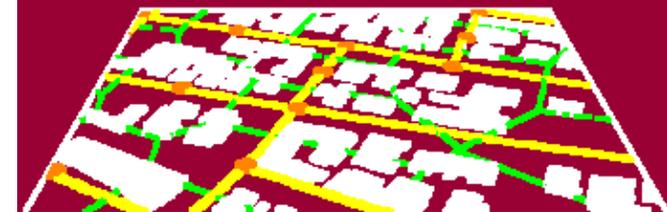
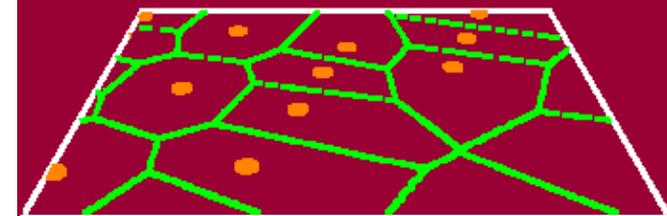
Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

3. Modulo GIS



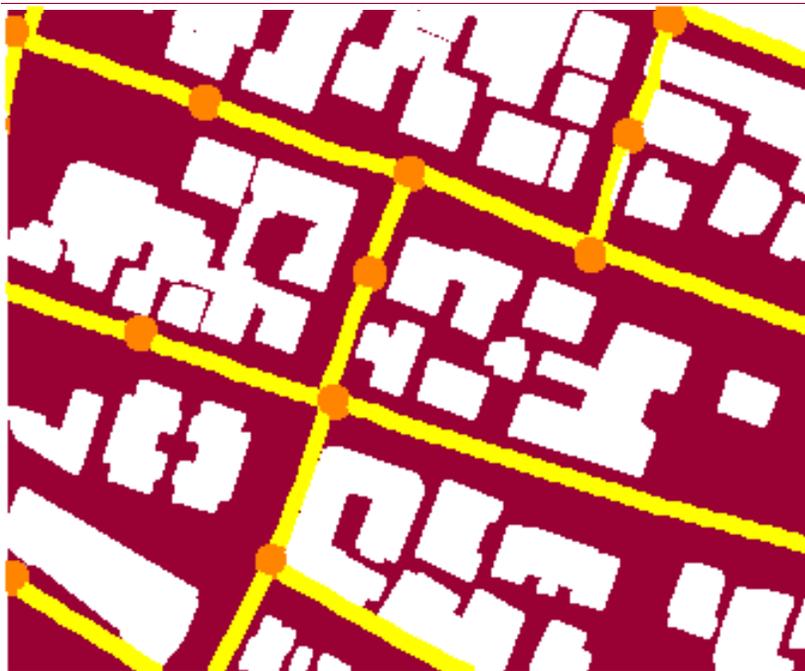
Situazione iniziale



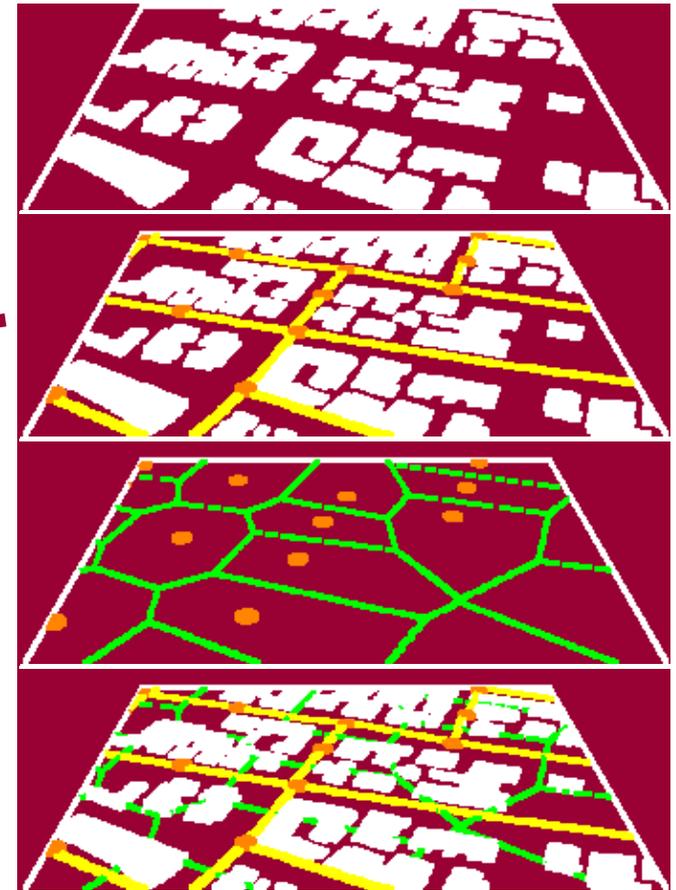
Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

3. Modulo GIS



Scelta dei nodi e dei canali

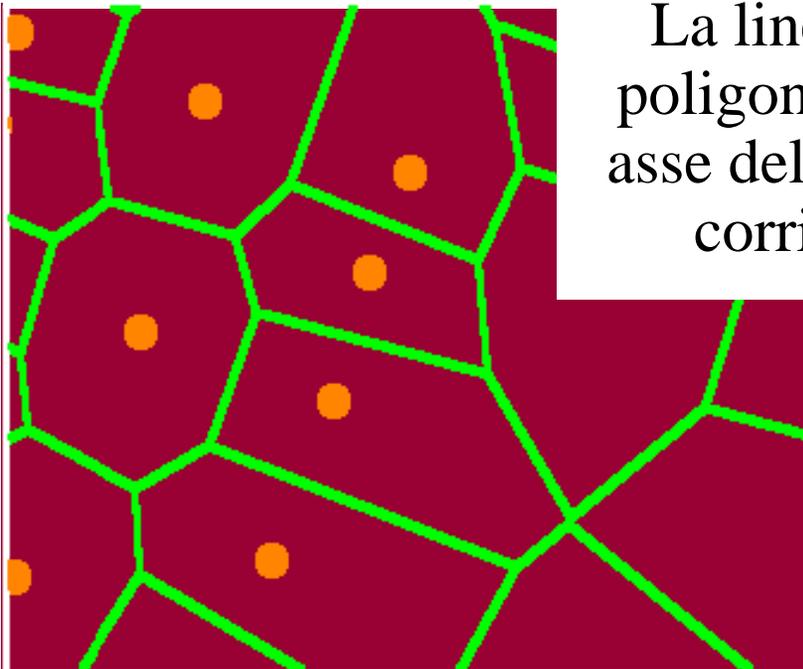


Analisi idraulica:

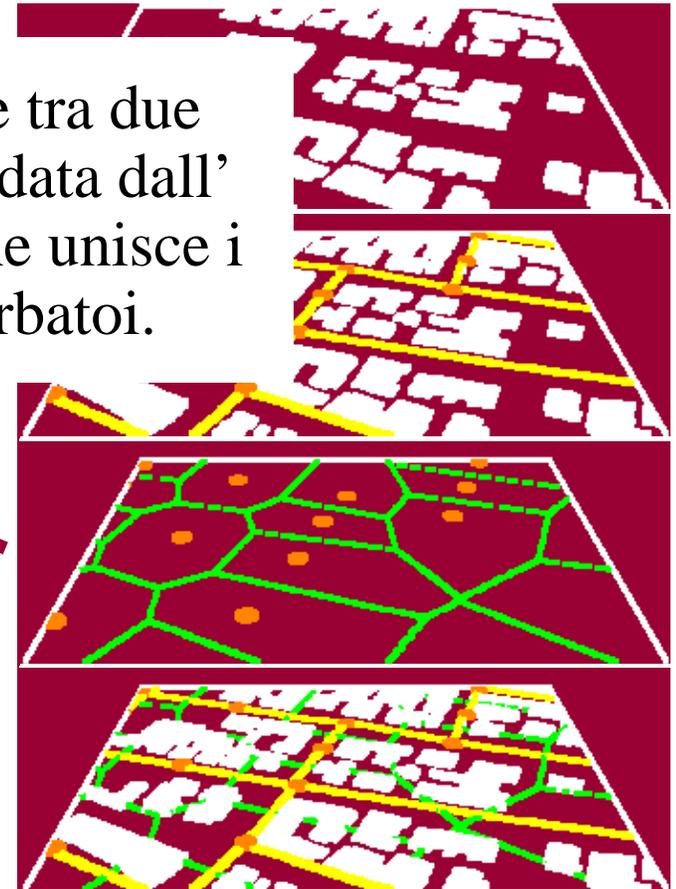
MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

3. Modulo GIS

La linea separatrice tra due poligoni adiacenti è data dall'asse del segmento che unisce i corrispondenti serbatoi.



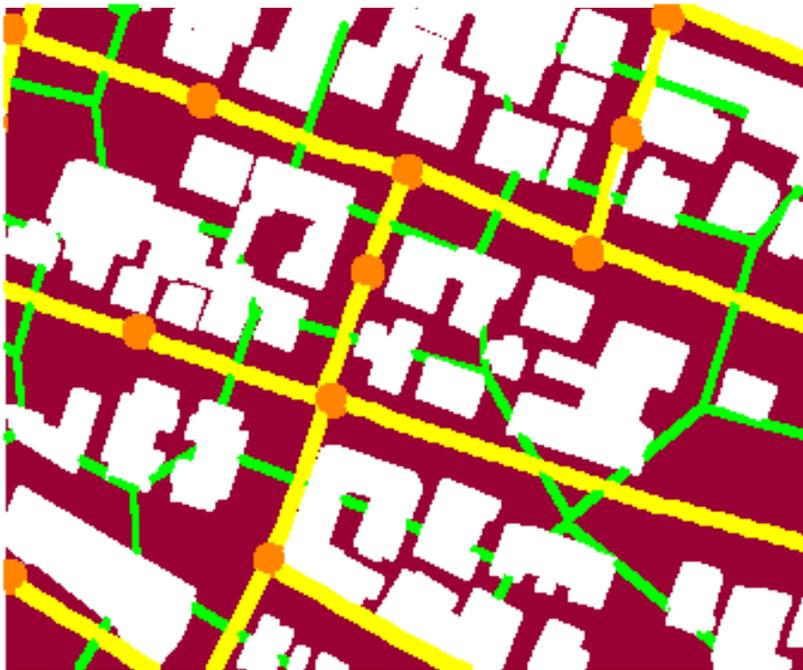
Calcolo della geometria dei poligoni col "metodo dei topoieti".



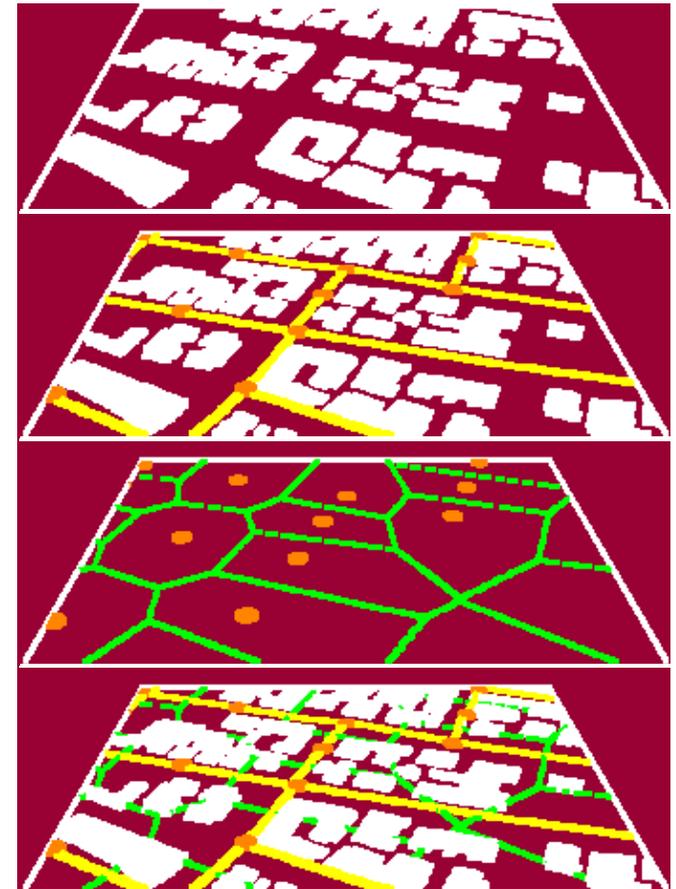
Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

3. Modulo GIS



Calcolo e sottrazione della superficie degli edifici.



Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA



Scarsa pulizia dell'alveo



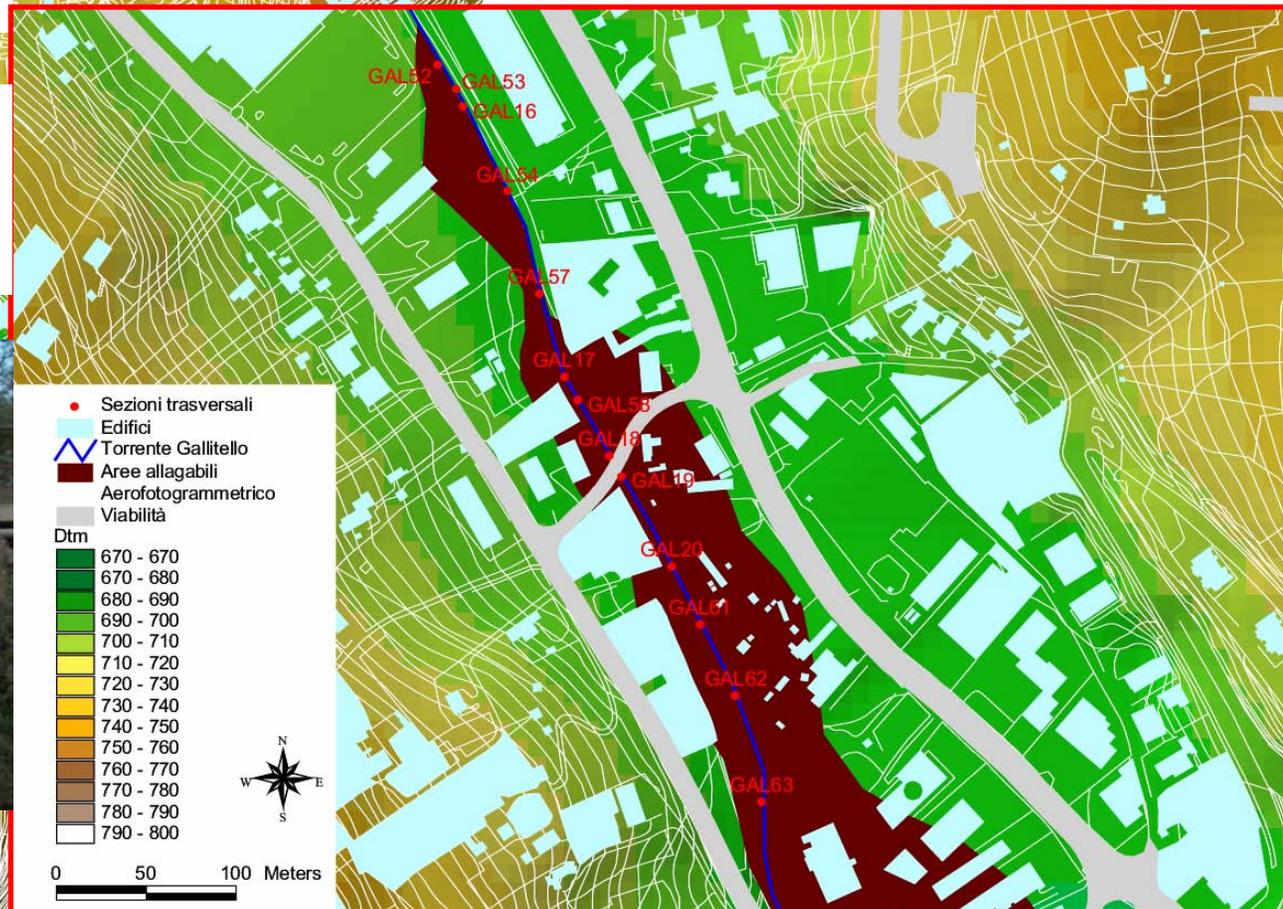
Innalzamento del pelo libero a monte del ponte
GAL19



790 - 800
0 100 200 Meters



Aree allagabili per $Tr = 200$ anni



Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

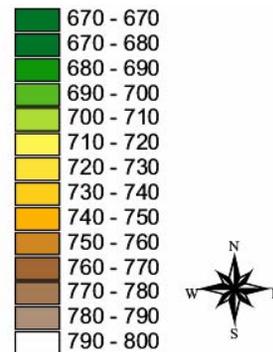
Aree allagabili per $Tr = 200$ anni



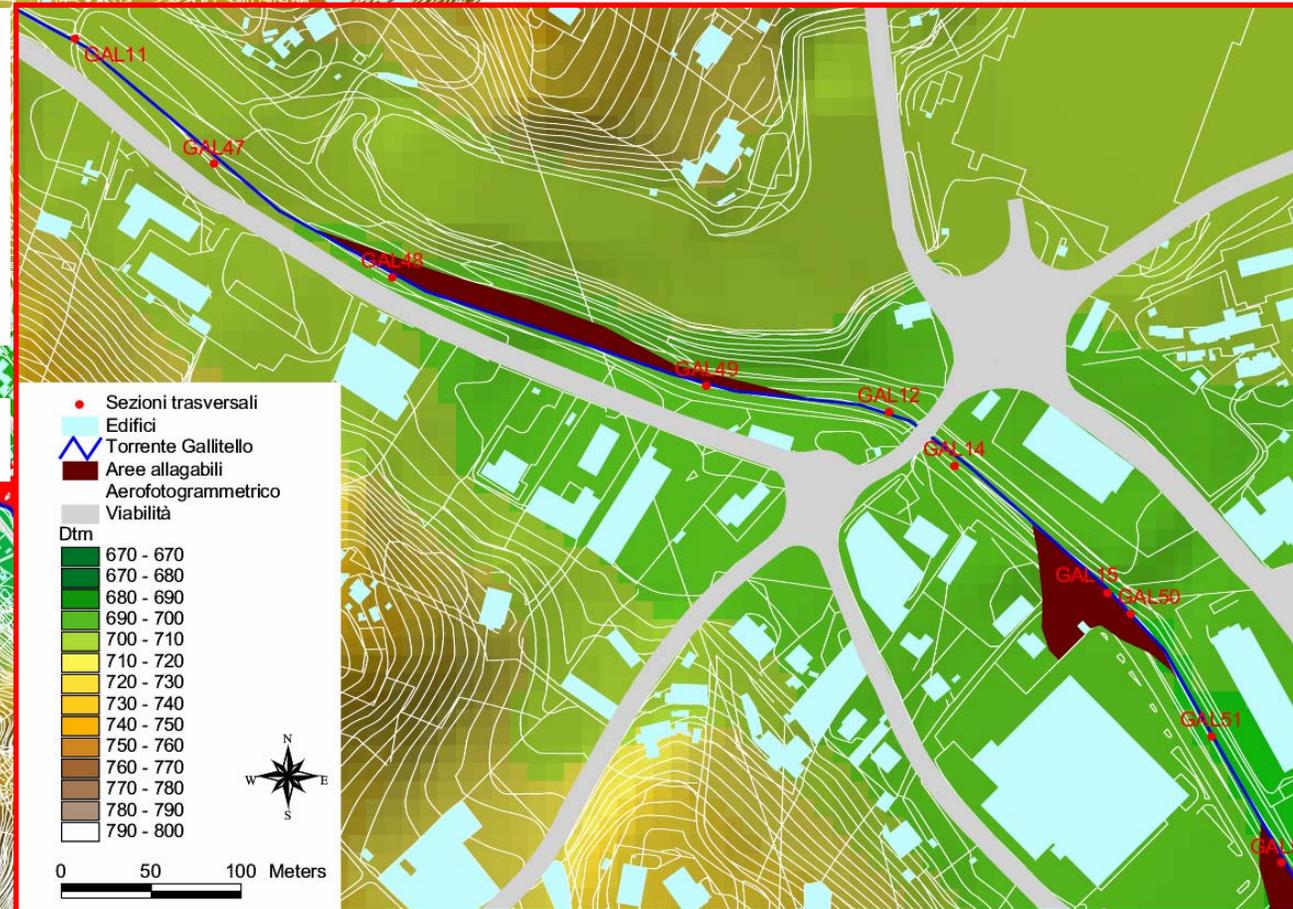
Il livello massimo di pelo libero raggiunto supera la quota dell' argine in sponda sinistra idraulica di circa 30 cm

Torrente Gallitello
 Area allagabili

Scarsa pulizia dell'alveo



0 100 200 Meters



0 50 100 Meters

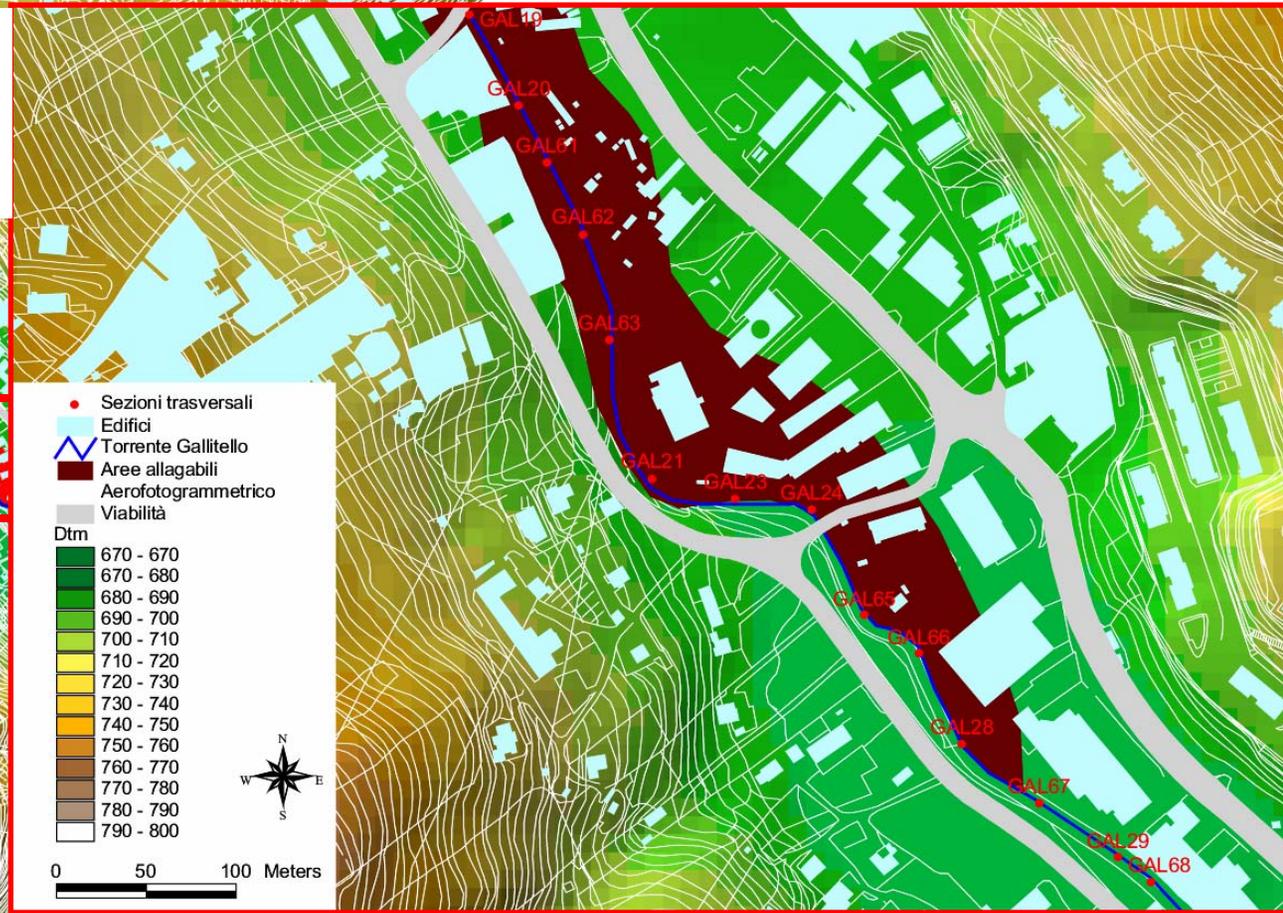
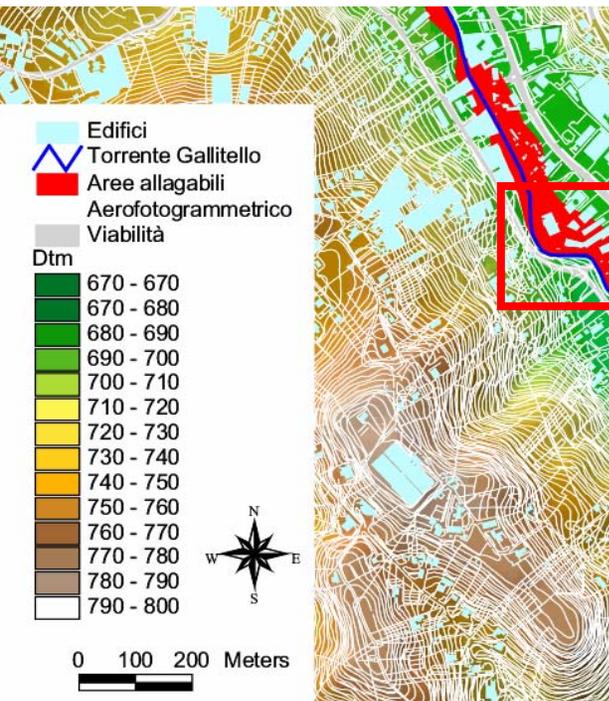
Analisi idraulica:

MODELLO DI INONDAZIONE IN AREA URBANA

Insufficienza delle sponde

Aree allagabili per $Tr = 200$ anni

Aree in sinistra allagate dai volumi esondati a monte



La pianificazione territoriale ed urbanistica deve considerare il rischio naturale come fattore centrale caratterizzante ogni scelta e ogni strategia di governo del territorio.

MODELLO DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISTEMICA APPLICATO AL RISCHIO DI ALLAGAMENTO

approccio matematico-decisionale



grado di esposizione al rischio di un sistema

