

Il t. Bisagno a Genova: la ricostruzione degli ultimi eventi alluvionali e l'aggiornamento della mappatura delle aree a pericolosità di inondazione

Cinzia Rossi, Paolo Persico

REGIONE LIGURIA

Torino, 14-15 Ottobre 2015



Genova e il bacino del torrente Bisagno



DATI GENERALI SUL BACINO

- *Superficie: 95 kmq*
- *Quota massima del bacino: 1034 m s.l.m. - Monte Candelozzo*
- *Lunghezza asta principale: 25 km*
- *Pendenza media dei versanti: 31%*
- *Tessuto urbano: 13%*
- *Portata di piena T200: 1300 mc/s*

L'area in considerazione



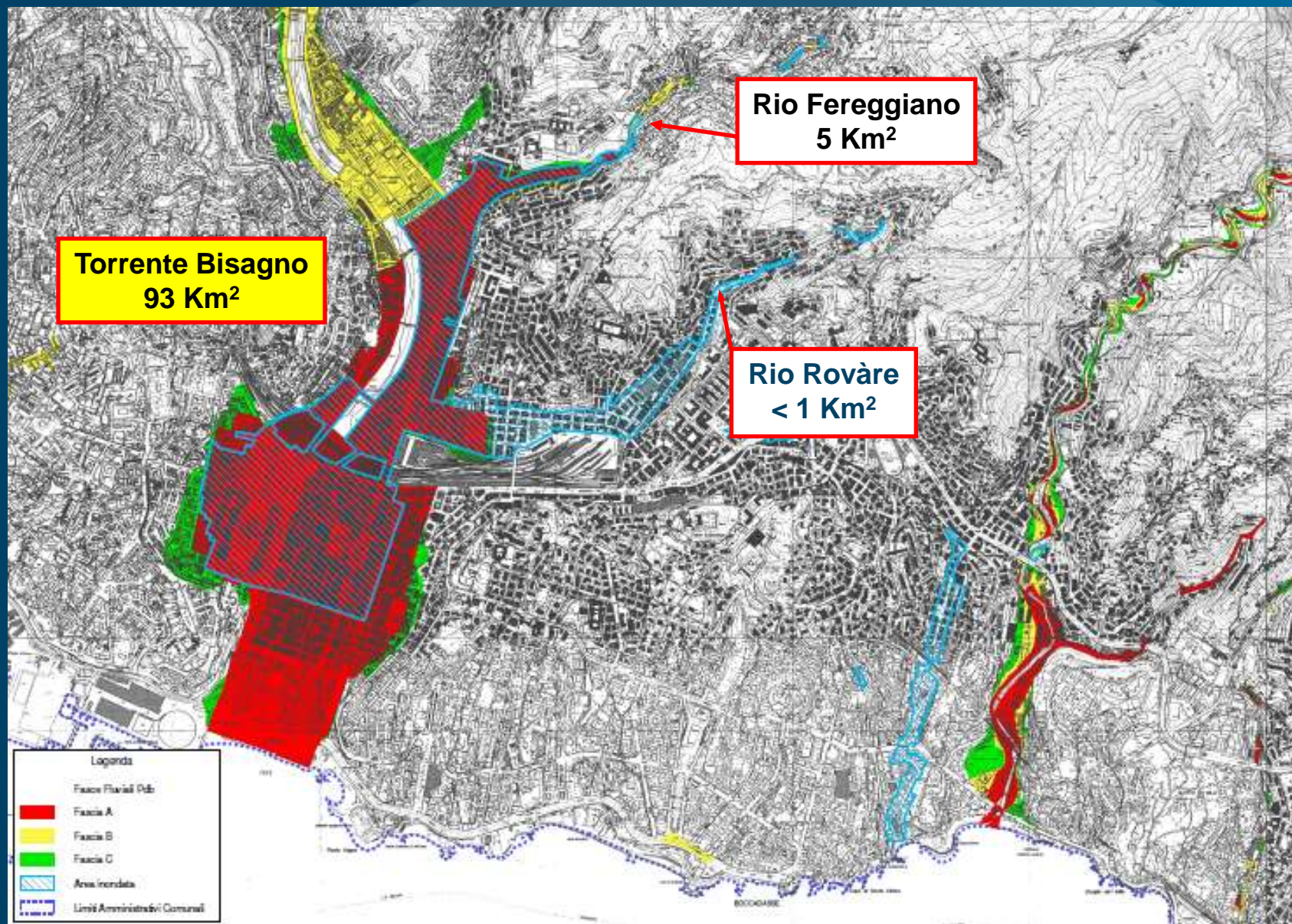
I principali corsi d'acqua interessati



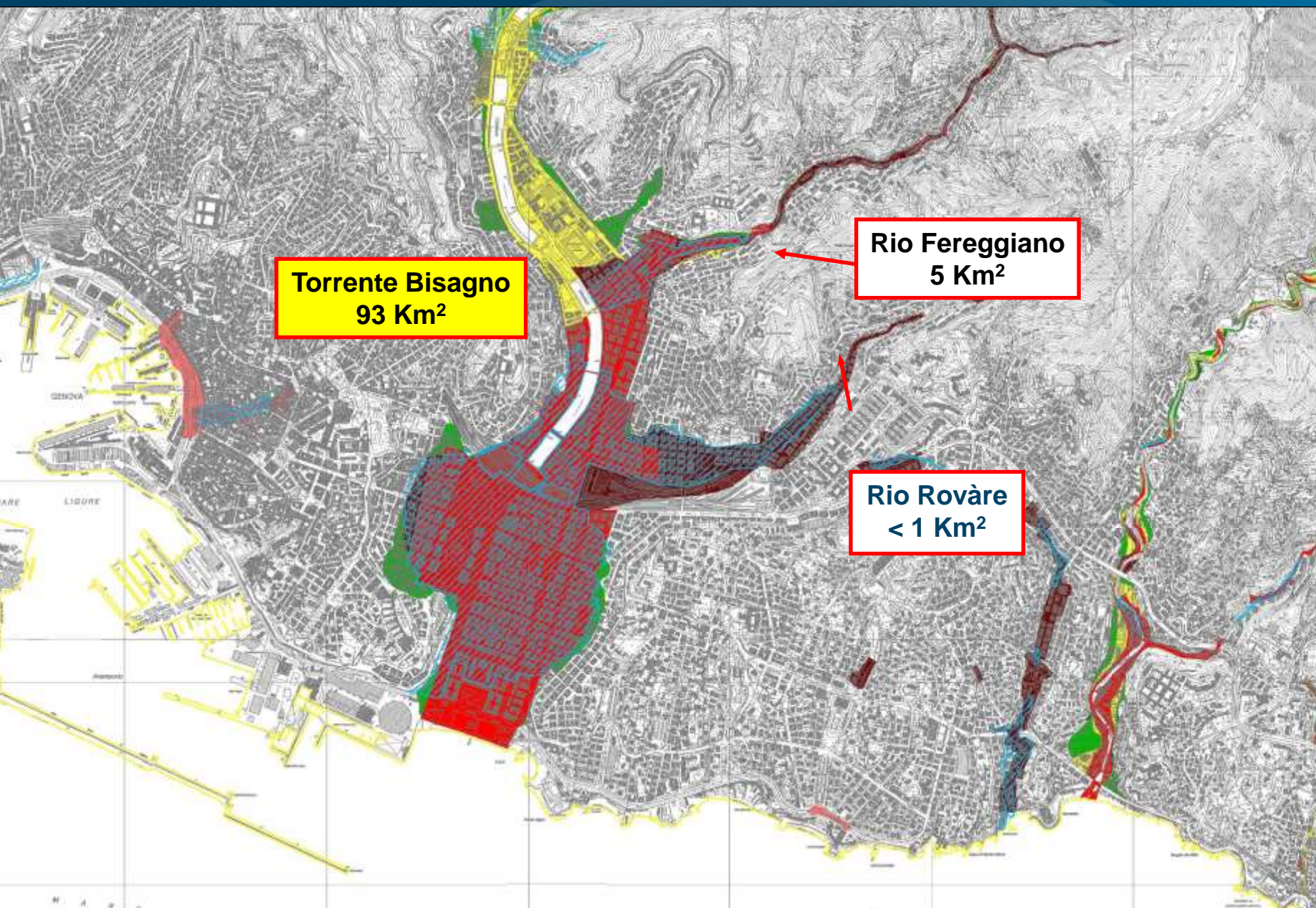
Torrente Bisagno
93 Km²

Rio Fereggiano
5 Km²

Aree inondabili e aree inondate – EVENTO NOV. 2011



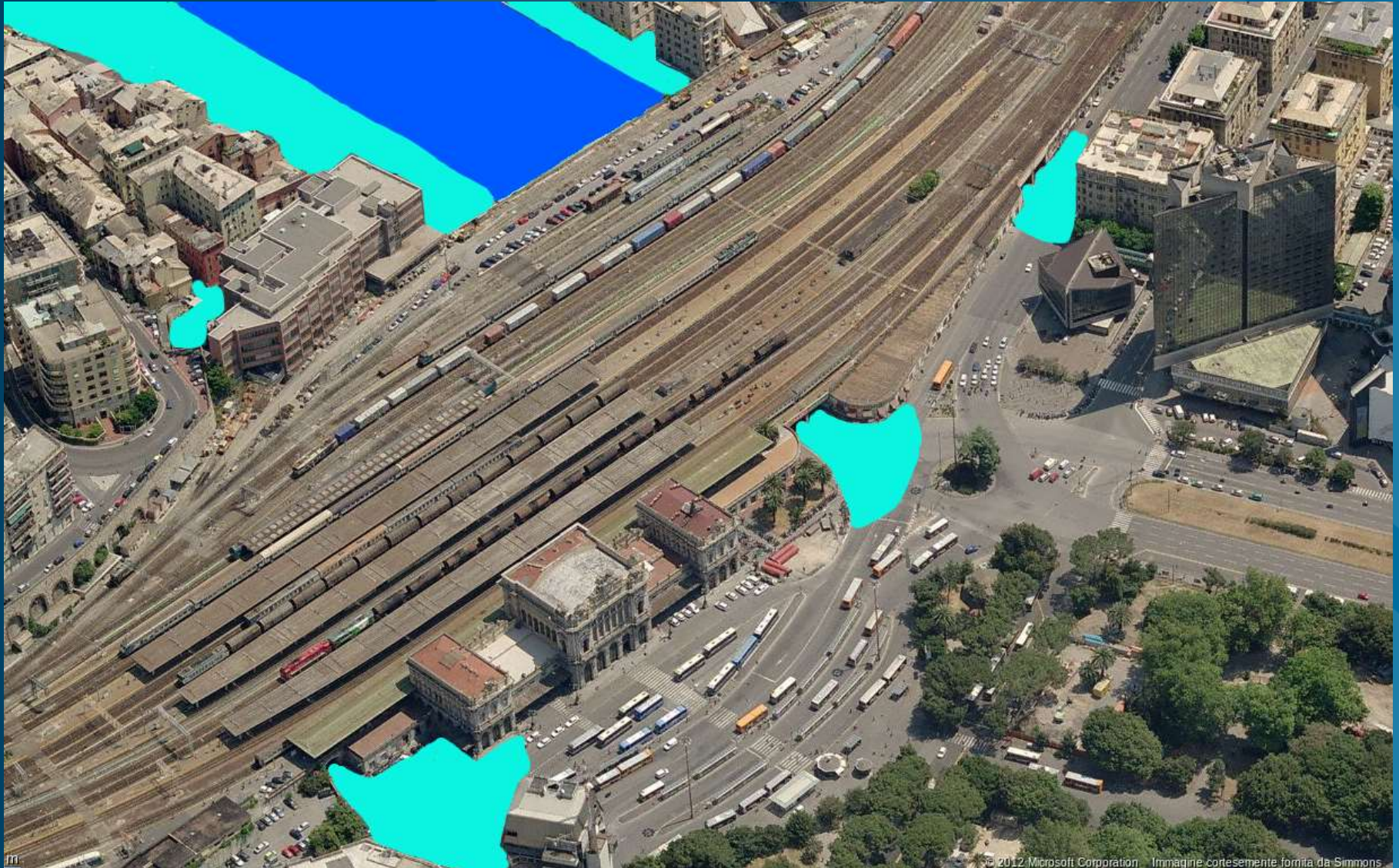
AREE INONDABILI E AREE INONDATE - EVENTO OTT. 2014



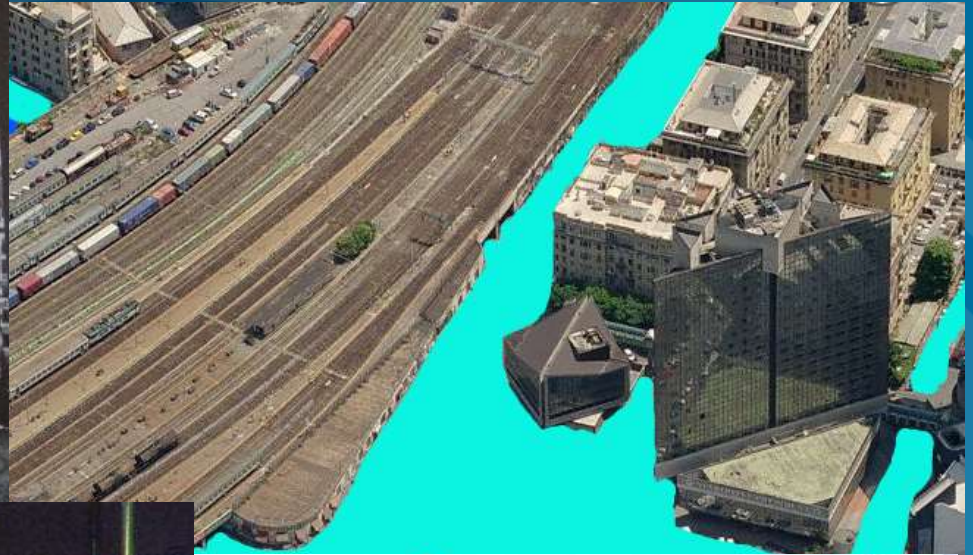
La zona della stazione Brignole – inizio della copertura



La zona della stazione Brignole – inizio della copertura



La zona della stazione Brignole – inizio della copertura



il Torrente Bisagno – la copertura del tratto terminale



Portata progetto anni '30: 500 m³/s

• Portata cinquantennale: 790 m³/s

• Portata duecentennale: 1300 m³/s

Rio Fereggiano



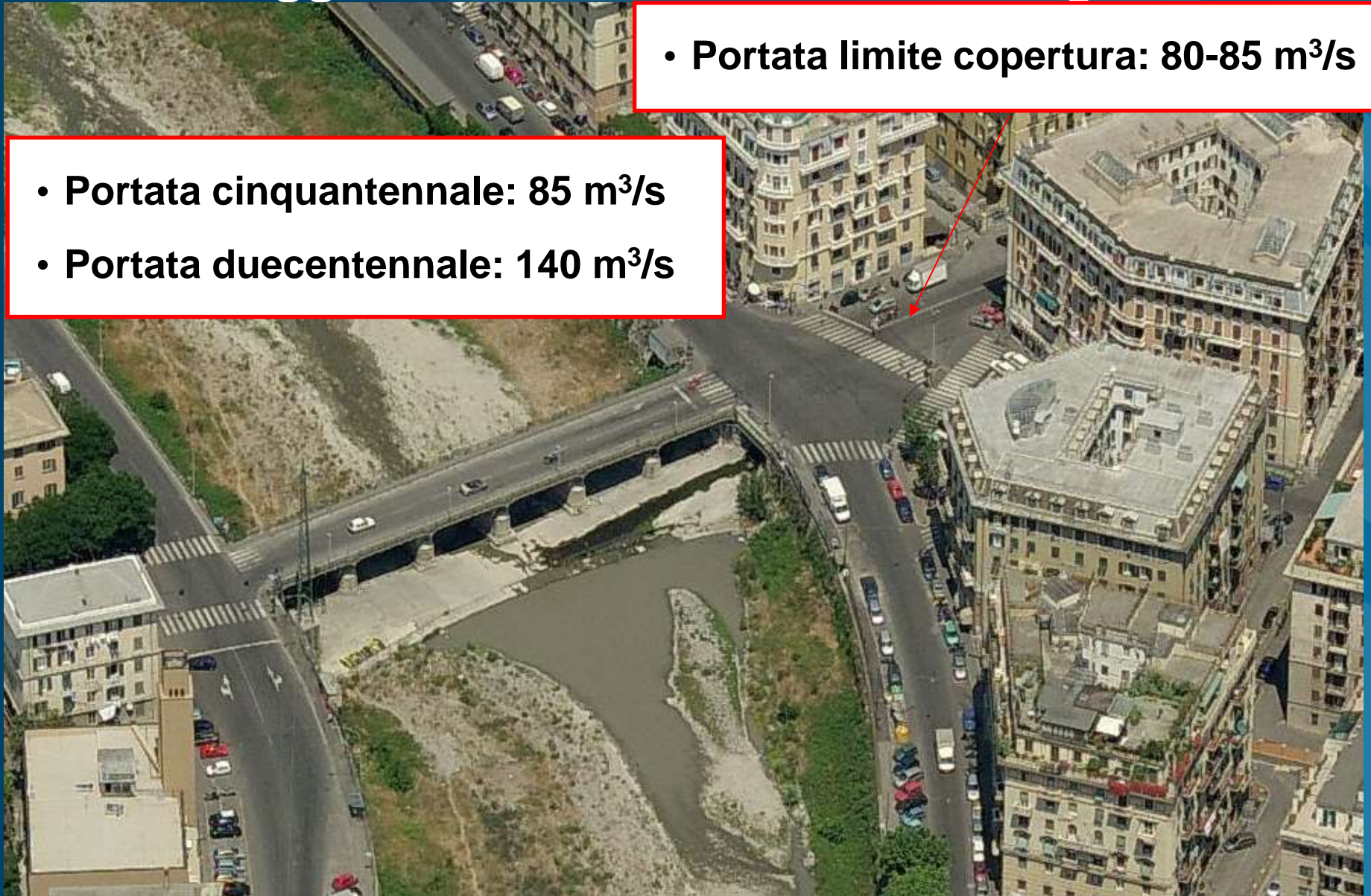
Rio Fereggiano

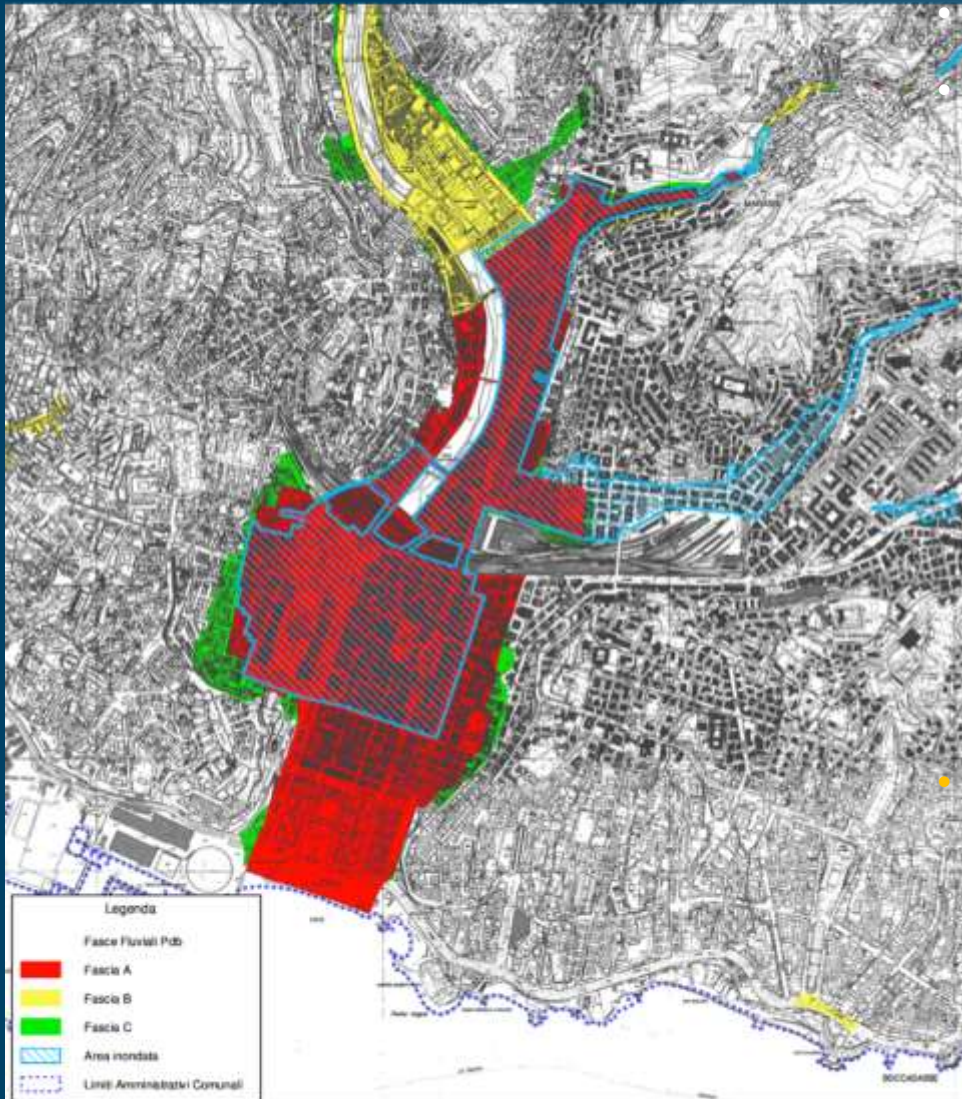


Rio Fereggiano - confluenza con t. Bisagno

- Portata limite copertura: 80-85 m³/s

- Portata cinquantennale: 85 m³/s
- Portata duecentennale: 140 m³/s





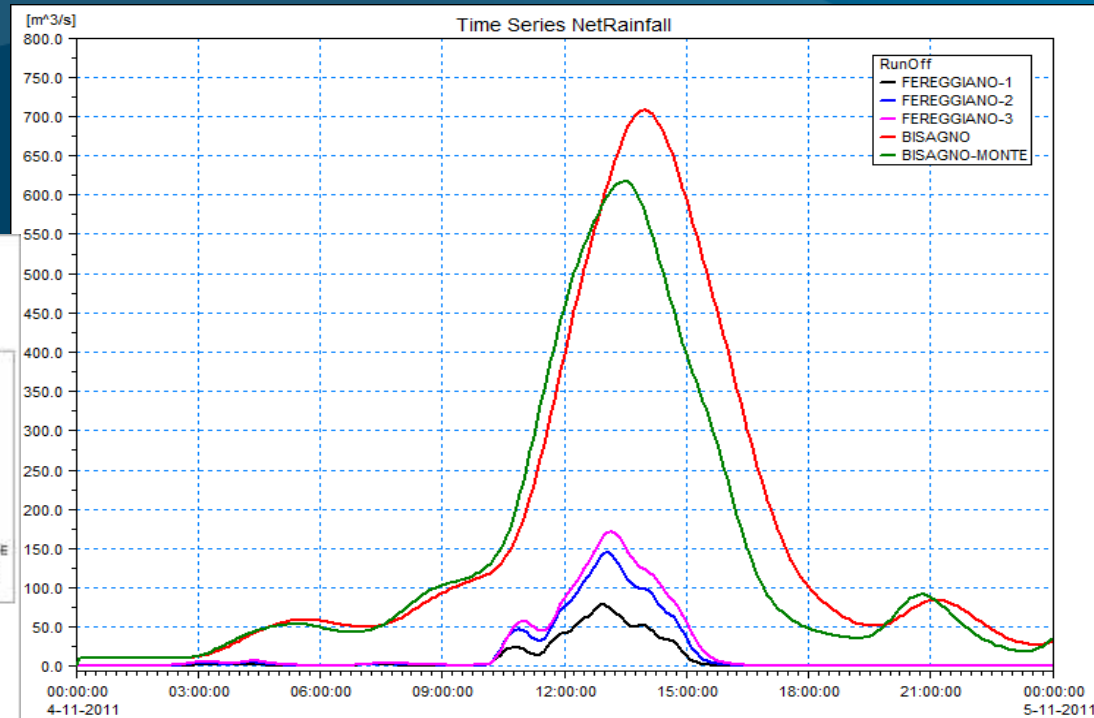
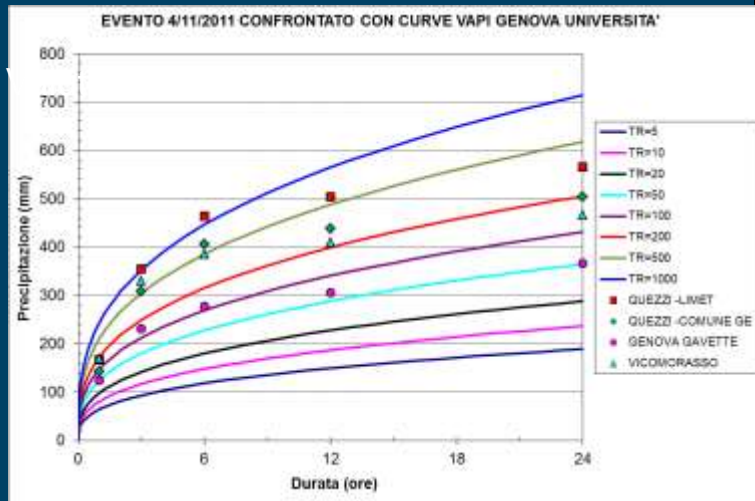
- Piano di bacino approvato nel 2001
- Nell'ambito delle attività di revisione del Piano di bacino, a seguito dell'evento alluvionale che ha interessato il bacino il 4 novembre 2011, è stato affidato a DHI l'incarico per lo sviluppo di un modello idraulico bidimensionale del tratto terminale del corso d'acqua, **finalizzato all'aggiornamento delle aree inondabili a vari tempi di ritorno, e alla determinazione dei valori massimi di tiranti idrici e velocità di scorrimento.**
- In particolare era richiesta la **ricostruzione dell'evento alluvionale** occorso al fine di effettuare una validazione della modellazione idraulica (**benchmarking del modello idraulico**)

CRITERI REGIONALI EX DGR 16/2007

Ricostruzione idrologica – Evento 2011

Dati di pioggia osservata da pluviometri e LIMET (calibrata).

Valutazioni e confronti VAPI



Calibrazione integrata idrologica-idraulica (Qmax, volumi, timing)

DENOMINAZIONE BACINO	S (km ²)	Qmax-2011 (m ³ /s)	TR (anni)
Fereggiano-1	2,487	79,9	200÷500
Fereggiano-2	4,484	144,4	200÷500
Fereggiano-3	5,337	171,4	200÷500
Bisagno-ponte Feritore	74,62	617.8	20÷50
Bisagno-monte Fereggiano	84,36	708,1	20÷50

Ricostruzione evento di inondazione 20011

Finalità principale:

- Approfondire fenomeno e quadro conoscitivo
- Calibrazione modello matematico-numerico

Ricostruzione rilievo aggiornato alveo e dati topografici di dettaglio (LIDAR) delle aree limitrofe interessate da inondazioni

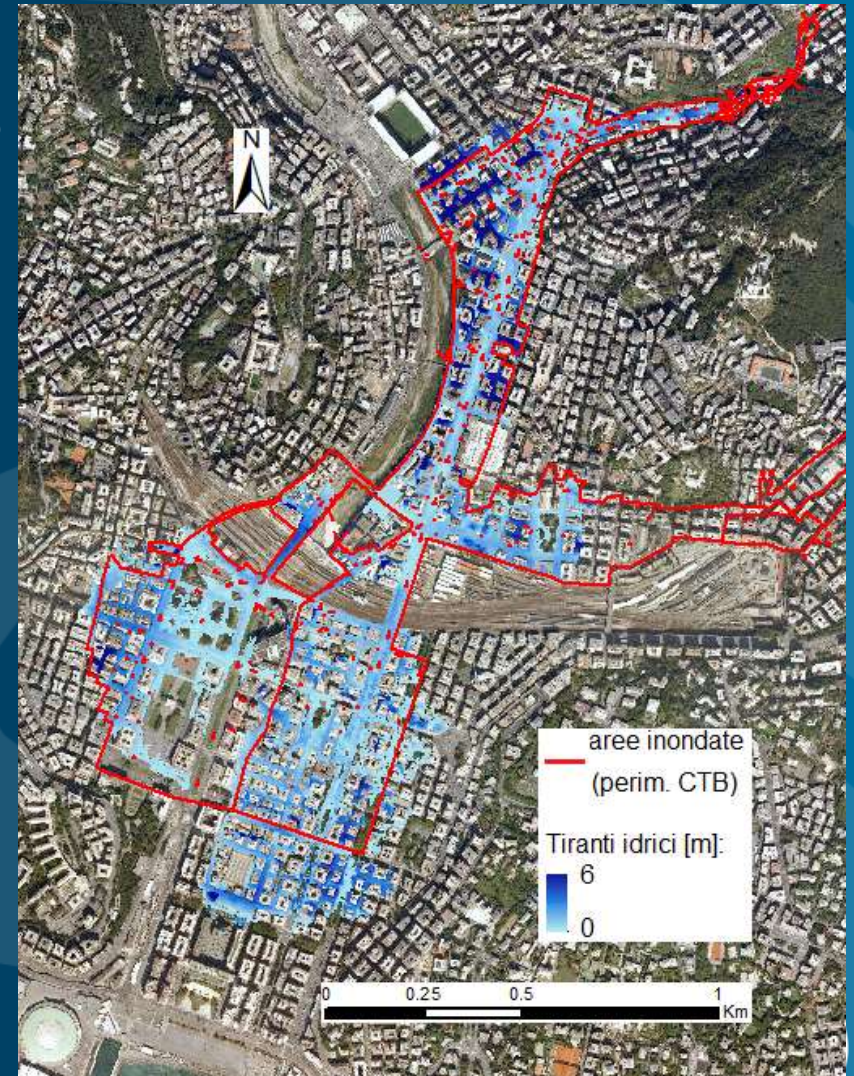
Ricostruzione dell'evento mediante modellazione accoppiata mono-bidimensionale (MIKE FLOOD).



Taratura del modello:

- Livelli in alveo;
- Estensione aree allagate;
- Tiranti in area urbana
- Velocità di deflusso in area urbana
- Timing dell'evento

Modello validato per l'analisi dello stato attuale (eventi di assegnato TR)



Evento 2011 Modellazione della propagazione

MIKE 11 (1D) alveo
MIKE 21 (2D) aree
(celle lato 3m)

Le stime condotte hanno permesso di attribuire alla piena sul t. Bisagno un tempo di ritorno di **circa 40 anni**, a quella su t. Fereggiano un tempo di ritorno compreso tra **200 e 500 anni**.



Evento 2011-Calibrazione



Livelli del pelo libero – Passerella Firpo, Bisagno

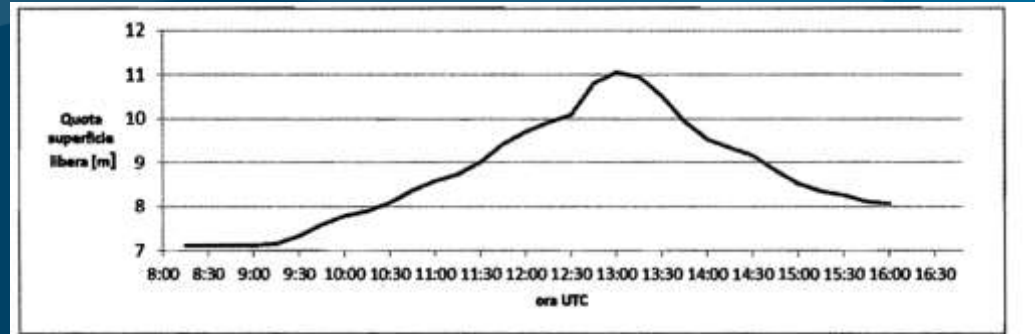
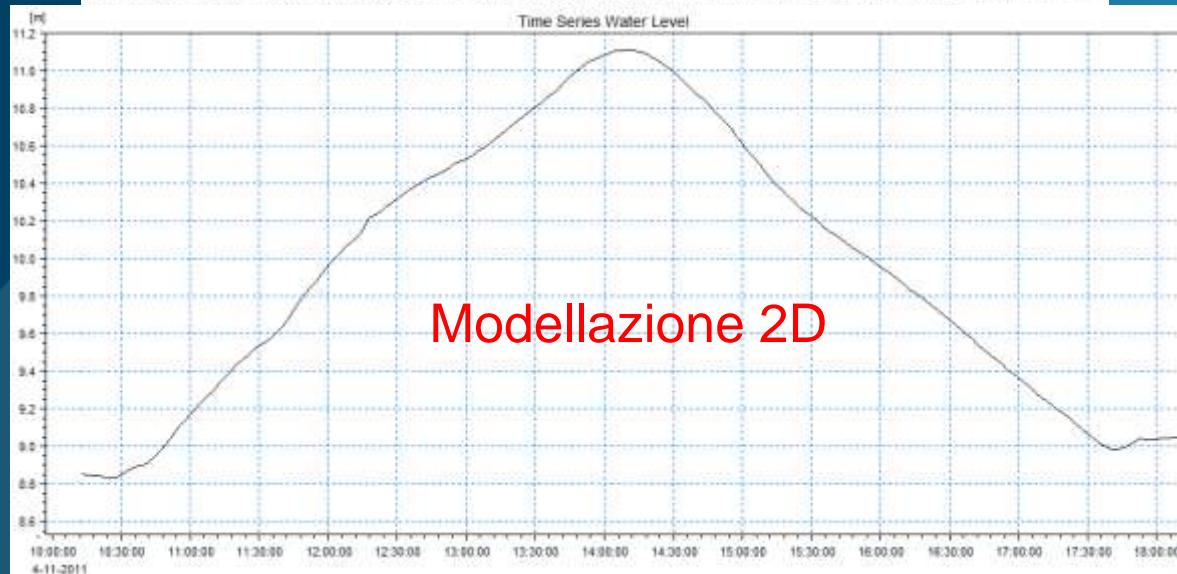


Figura 8.1.2: misurazione della superficie libera in corrispondenza dell'idrometro



Tiranti idrici - Piazza Verdi



Tiranti idrici - Via XX Settembre



Evento 2011-Benchmarking velocità deflusso

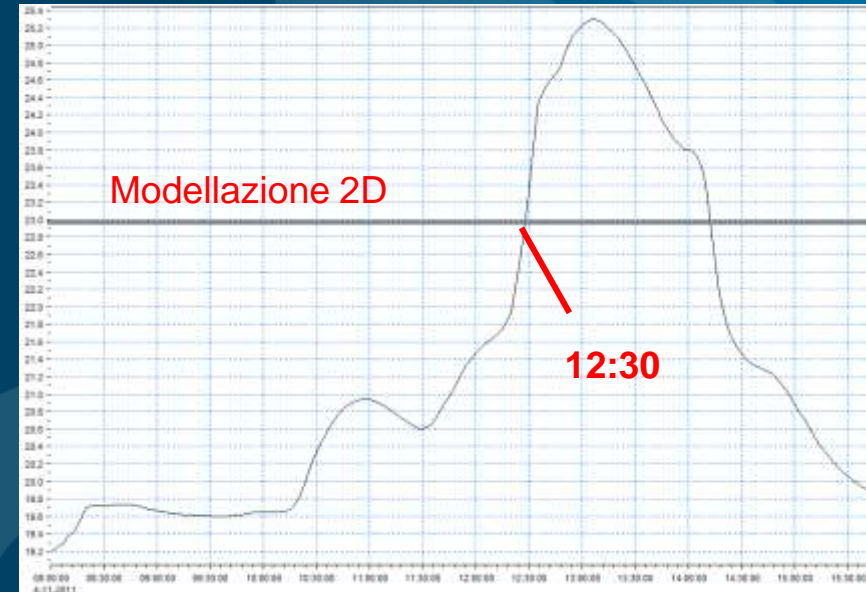
Per il Rio Fereggiano è stato possibile utilizzare un filmato dove si osservano transitare diverse automobili in un tratto che ha una lunghezza pari a 8 m. Di conseguenza, è stato possibile stimare in circa 3.5 – 4.0 m/s la velocità delle acque in tale tratto.

Le velocità del deflusso stimate dal modello nel medesimo tratto risultano in buon accordo con tale stima.



Evento 2011 - Fereggiano

Sormonto copertura terminale - Rio Fereggiano

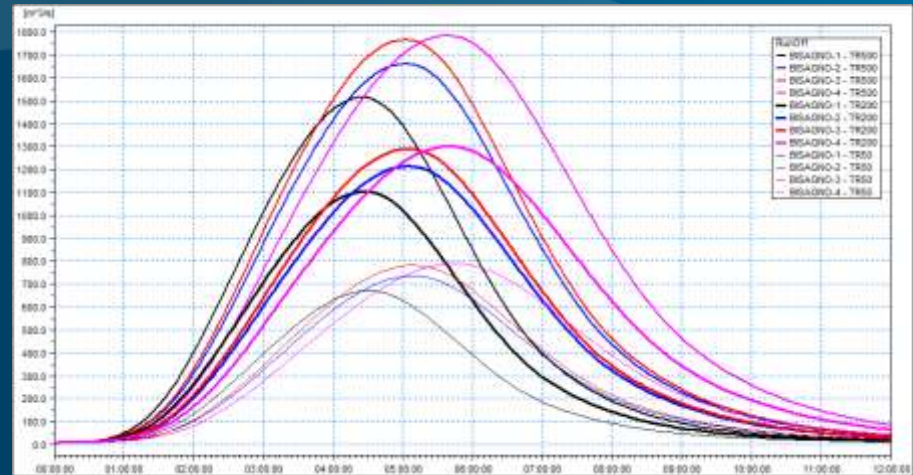
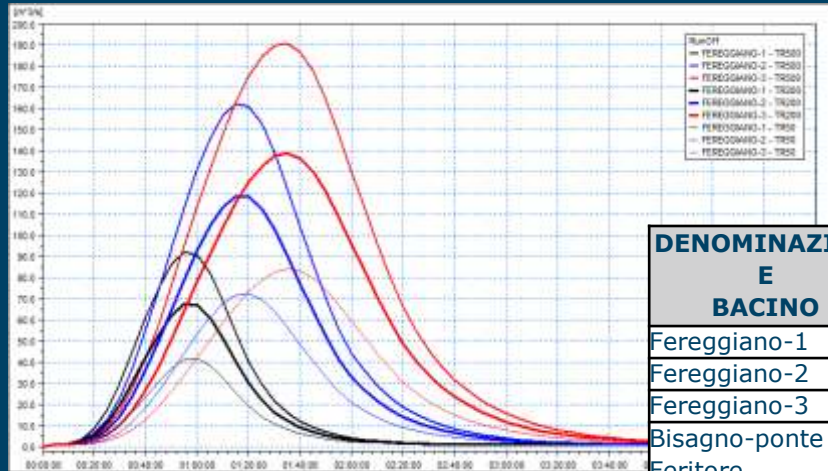


Testimonianze: funzionamento in pressione
alle 12:45

Il modello idraulico di stato attuale

Scenari per i diversi Tempi di Ritorno

Modello idrologico per la determinazione degli idrogrammi con tempo di ritorno 50, 200, 500 anni mantenendo stesse portate al colmo del Piano di Bacino



DENOMINAZIONE BACINO	S (km ²)	Qiniz (m ³ /s)	CN	AMC	Tc (ore)	h-TR50 (mm)	h-TR200 (mm)	h-TR500 (mm)	Q-TR50 (m ³ /s)	Q-TR200 (m ³ /s)	Q-TR500 (m ³ /s)
Fereggiano-1	2,487	1,0	67	3	0,70	84,5	118,8	150,3	41	67	92
Fereggiano-2	4,484	1,0	70	3	1,00	98,6	143,5	185,2	72	118	162
Fereggiano-3	5,337	1,0	73	3	1,20	107,6	161,5	212,4	84	139	191
Bisagno-ponte Feritore	74,62	10,0	69	3	3,50	165,4	251,5	333,1	671	1104	1515
Bisagno-monte Fereggiano	84,36	10,0	68	3	4,00	180,0	275,9	365,7	737	1213	1664
Bisagno-valle Fereggiano	89,70	10,0	69	3	4,00	180,0	275,9	365,7	783	1289	1768
Bisagno-foce	94,80	10,0	71	3	4,30	185,8	288,2	385,2	790	1301	1785

Torrente Bisagno e Rio Fereggiano – Definizione inondabilità Stato Attuale

- applicato modello calibrato con evento 2011 per stato attuale a vari tempi di ritorno
- modellazione separata delle aste di Fereggiano e Bisagno, per determinare le aree soggette ad allagamento di competenza dei singoli corsi d'acqua, pur tenendo conto della loro interazione;
- aggiornamenti delle geometrie per variazioni intervenute rispetto all'assetto del 2011, in particolare per gli interventi di ripristino eseguiti sul rio Fereggiano;
- esclusione dell'elevazione dei muretti di sponda, poiché la maggior parte dei muri spondali non sono in grado di reggere la spinta esercitata dalle acque di piena, facendo quindi riferimento per le sponde alla quota del piano stradale

Il modello idraulico – la questione della capienza “certa” in alveo

Coefficiente di sicurezza per le aree inondabili

Nei criteri per la redazione dei piani di bacino regionali è previsto che le aree inondabili siano determinate in corrispondenza dei tratti in cui le portate di massima piena non trovano più capienza “certa” nell'alveo (ad es. DGR 357/2001)

È necessario cioè considerare la **tolleranza con cui sono determinati i livelli idrici attraverso la stima di un adeguato “franco” di sicurezza**, al fine di tener conto di tutte le incertezze legate alla modellazione idrologico-idraulica nonché dei vari fenomeni che non sono tenuti in conto nella modellazione. Ciò assume particolarmente importanza per modellazioni con determinazione di tiranti idrici.

Rappresenta quindi, in senso ingegneristico, un coefficiente di sicurezza da applicare alle previsioni modellistiche.

Per la realizzazione di opere sono fissati franchi di sicurezza minimi.

Per la determinazione delle aree inondabili non sono stati predefiniti valori di “franco”. Sono pertanto richieste, nelle singole modellazioni, **valutazioni specifiche circa gli effetti della carenza di “franco”** sulle previsioni di inondabilità e sulla relativa robustezza della modellazione elaborata.



Il modello idraulico – la questione della capienza certa in alveo

Ipotesi modellistiche

Nel caso specifico, trattandosi di aree urbanizzate con molte opere interferenti con il deflusso, al fine di valutare l'influenza della carenza di “franco idraulico” , si è ipotizzato di effettuare **modellazioni con una riduzione di sezione utile in corrispondenza delle strutture di attraversamento.**

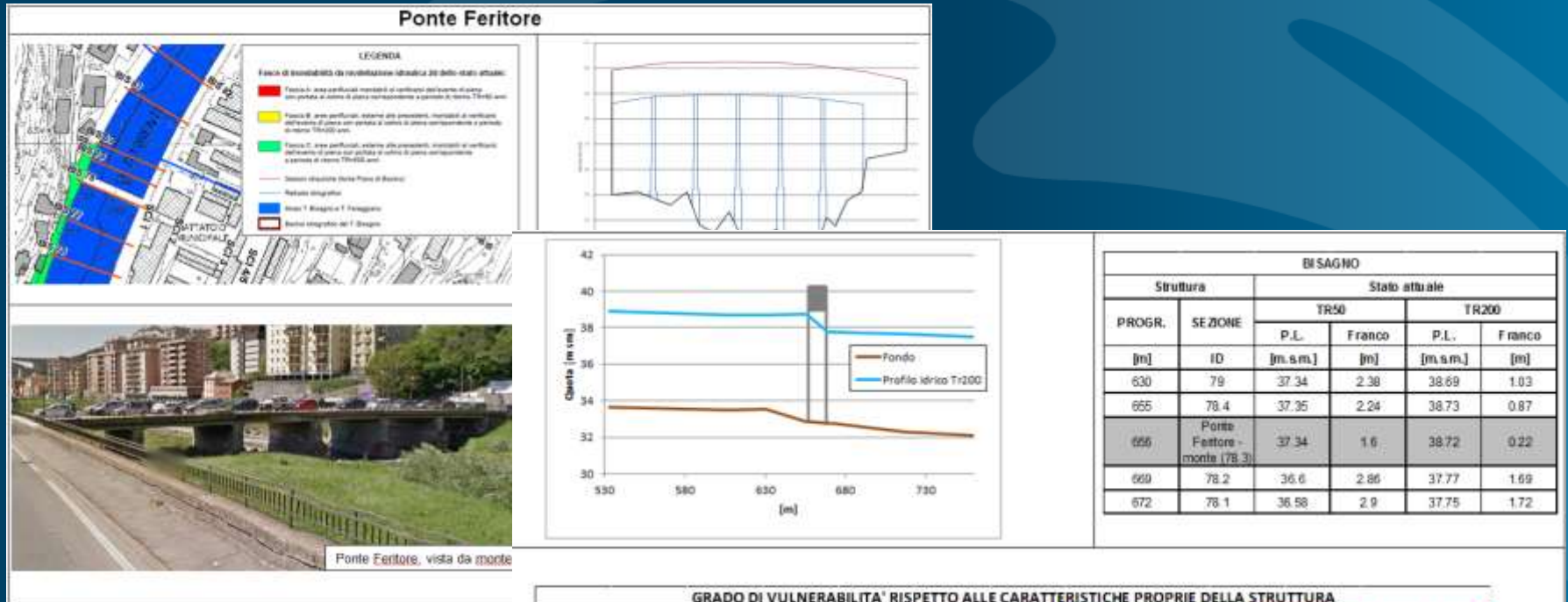
Per ogni ponte sono state espresse valutazioni sui vari parametri di rischio, riassunti da una valutazione sintetica (grado di vulnerabilità moderato, medio, elevato o molto elevato), funzione del franco idraulico e dell'effettiva interferenza sul deflusso.

La valutazione è conclusa con la definizione di una possibile percentuale di ostruzione per ciascuna opera, con la quale verificare la modellazione.

Dove si verifica un effetto significativo, si prevede l'inviluppo della mappatura e dei valori dei massimi tiranti idrici e velocità.



Esempio di parzializzazione sezione opere



GRADO DI VULNERABILITA' RISPETTO ALLE CARATTERISTICHE PROPRIE DELLA STRUTTURA				
grado di vulnerabilità	MODERATO	MEDIO	ELEVATO	MOLTO ELEVATO
a - franco minimo sulla piena di progetto	adeguato (>1.0 m)	insufficiente (0.3 - 1.0 m)	inadeguato (<0.3 m)	sormento
b - interferenze con il corso d'acqua:				
- ngurgito	moderato (<0.3 m)	medio (0.3 - 1.0 m)	elevato (1.0 - 2.0 m)	molto elevato (>2.0 m)
- ostruzione luci	moderata	media	elevata	molto elevata
Valutazione complessiva della criticità della struttura	ELEVATA			
E' presente un'occlusione in destra, ma le pile non presentano dimensioni ragguardevoli e risultano sufficientemente distanziate. L'assenza di archi mantiene la criticità della struttura al di sotto di "molto elevata".				
% ostruzione ipotizzata:	30	Occlusione delle due campate laterali.		

“ostruzione”:30 %



L'evento del 9-10 ottobre 2014

A seguito della conclusione dell'attività modellistica, si è verificato un nuovo evento meteo che ha colpito il bacino del t. Bisagno, in particolare nella parte bassa, ancora più gravoso rispetto al precedente.

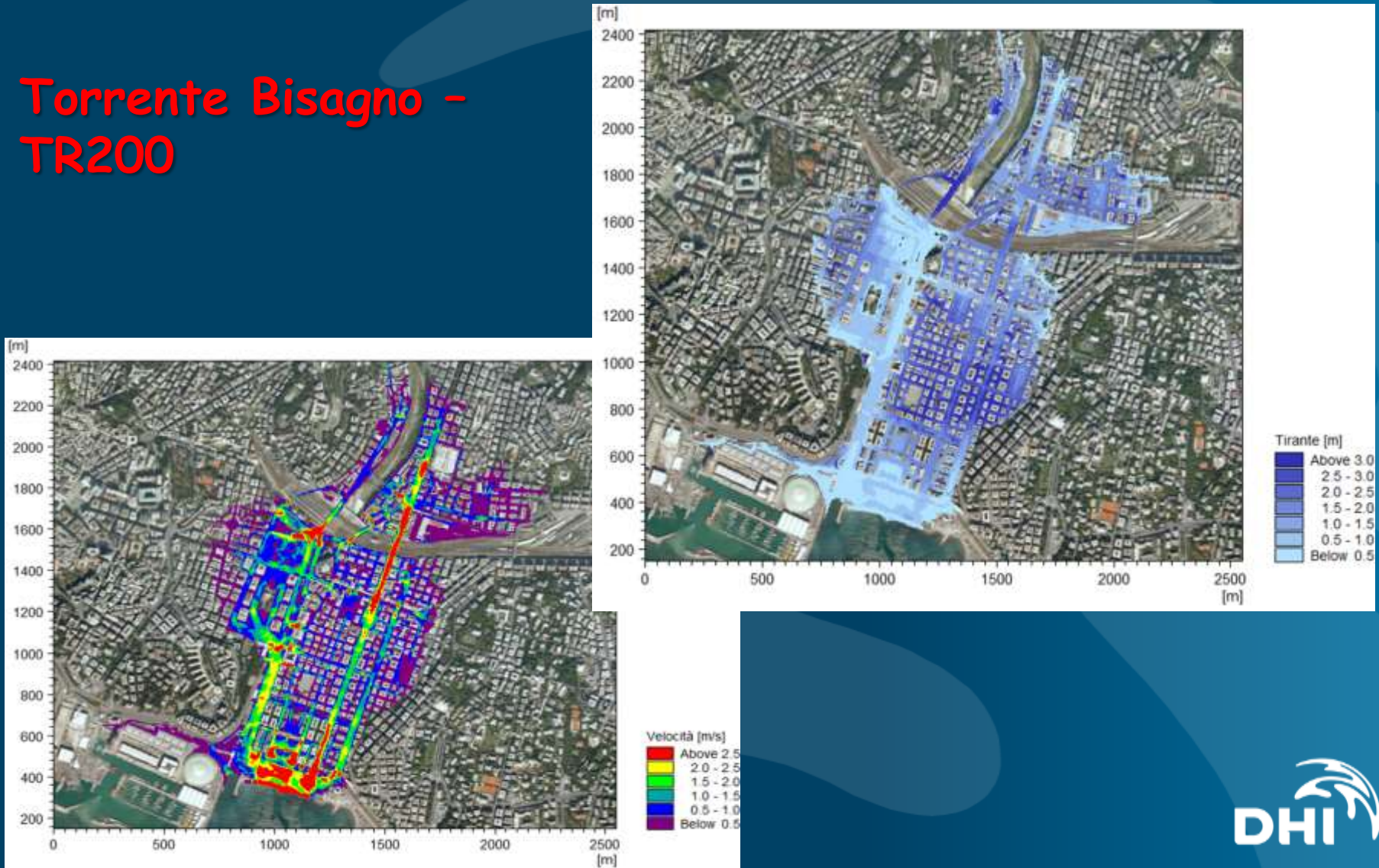
Si è quindi proceduto ad un nuovo benchmarking/verifica del modello, sulla base dei nuovi dati registrati.

Le stime condotte hanno portato ad attribuire alla piena sul Bisagno un tempo di ritorno di circa 100 anni.

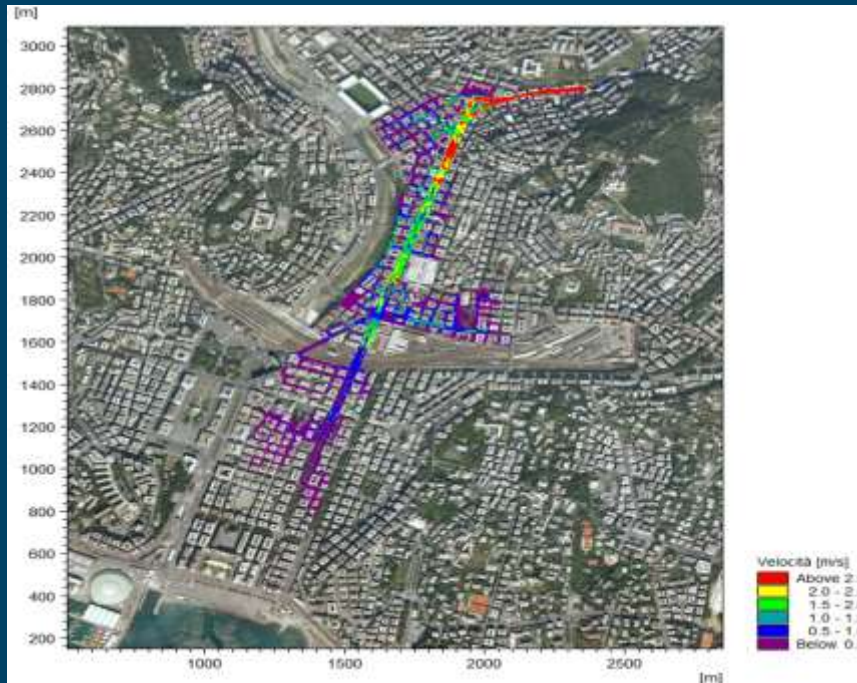


Riscontrata robustezza ed affidabilità del modello elaborato che è risultato adeguato per la ricostruzione anche di questo nuovo evento

Torrente Bisagno - TR200



Rio Fereggiano - TR200



Torrente Bisagno e Rio Fereggiano - Sintesi risultati del modello

Sostanziale conferma del piano di bacino vigente in termini di criticità e aree inondabili

Qualche aggiornamento dovuto a modifiche intervenute nel tempo

Maggiore dettaglio modellistico – determinazione tiranti e velocità massimi
Applicazioni a livello normativo per disciplina urbanistica

Normativa piani di bacino liguri

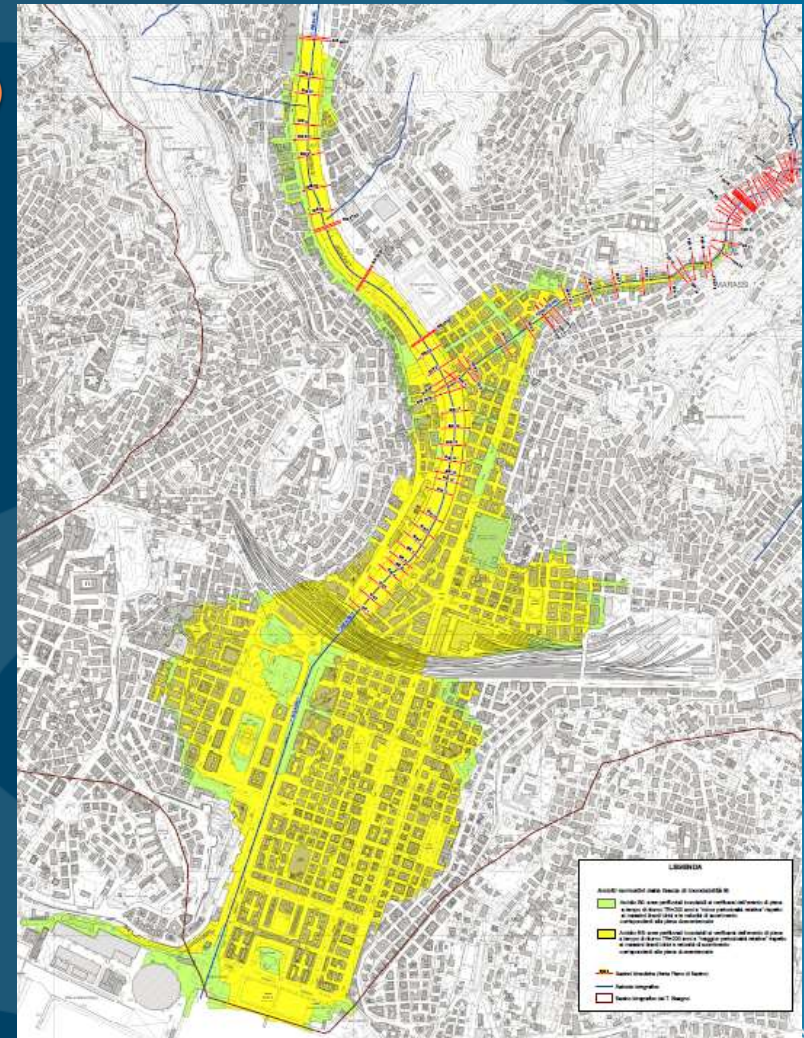
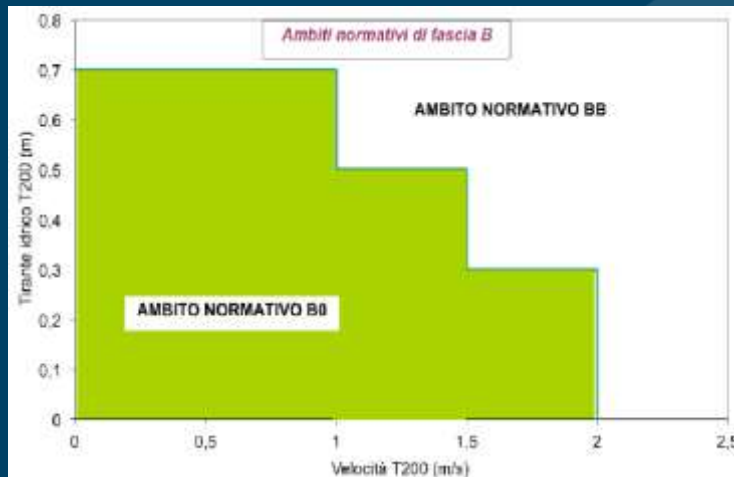
criteri DGR 91/2013 (modifica DGR 250/2005)

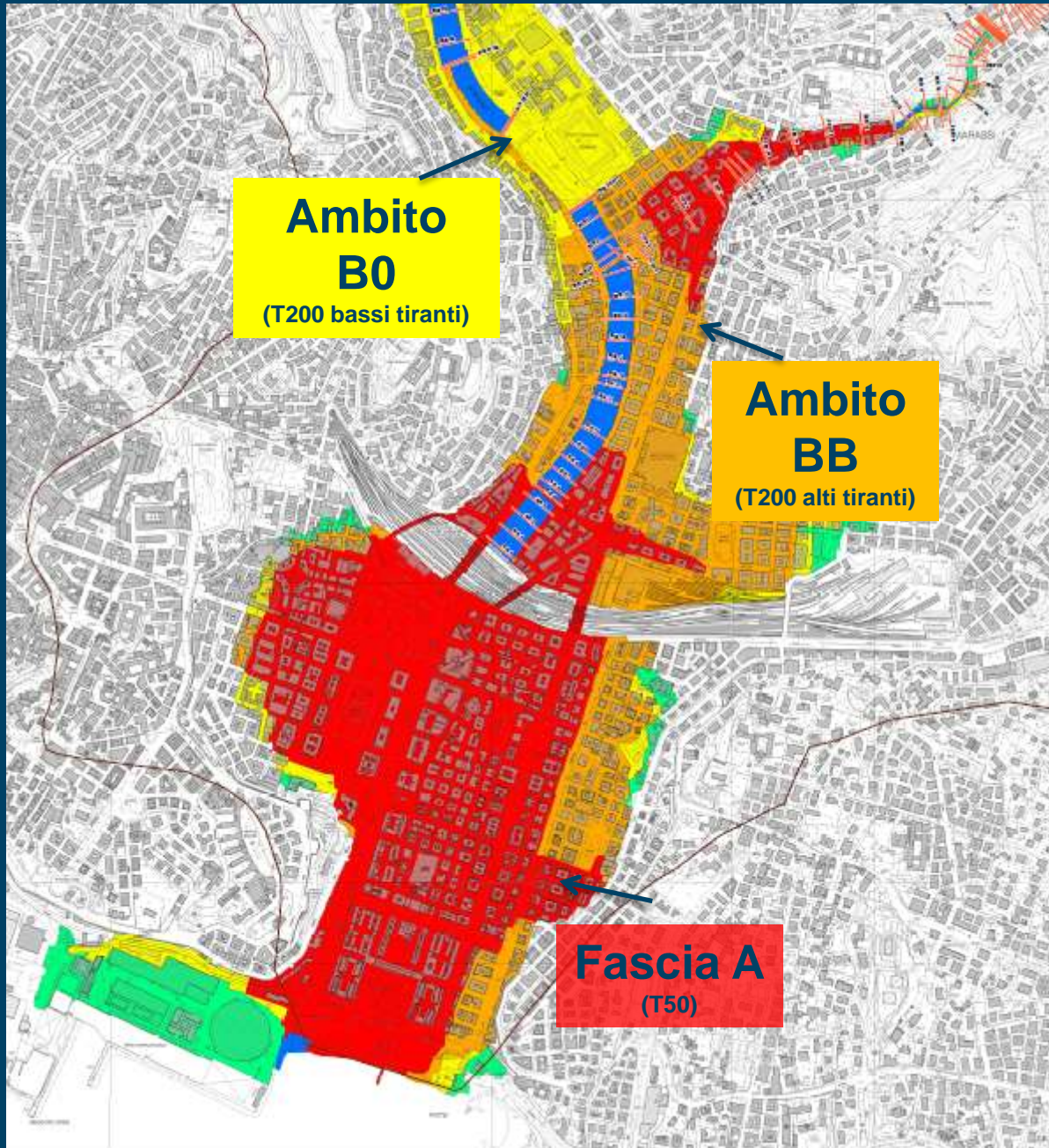
Fascia A (T=50 anni) confermata

“Ambiti Normativi” di Fascia B (T=200 anni)

“Ambito Normativo” BB: no nuova edificazione

“Ambito Normativo” B0: sì nuova edificazione
con accorgimenti costruttivi





Torrente Bisagno e Rio Fereggiano - Interventi di sistemazione idraulica

- La maggiore criticità attuale è ancora rappresentata dalla copertura terminale della zona di Brignole.
È previsto il completamento degli interventi di adeguamento realizzati con il 1° lotto: è già in corso la realizzazione del secondo lotto e terminata la progettazione del terzo e ultimo lotto.
- È confermata la necessità del previsto scolmatore sia del Bisagno che del Fereggiano (con captazione anche dei rio Noce e rio Rovare), con la relativa deviazione della quota parte di portata che i tratti terminali dei due corsi d'acqua non sarebbero in grado di smaltire, neanche dopo l'adeguamento della coperture.

Qualche considerazione conclusiva

- La modellistica elaborata ha dimostrato di essere affidabile per la previsione di scenari di inondazione anche in ambiente urbano
- Sono necessari dati di base e conoscenze di dettaglio
- Importanza del benchmarking del modello idraulico, che consente di calibrare il modello per il sito specifico
- Importanza del coefficiente di sicurezza per aree inondabili
- Quadro conoscitivo di dettaglio delle inondazioni possibili, della loro dinamica e dei loro parametri caratteristici, utili a fini normativi e di disciplina urbanistica nonché di protezione civile
- Una volta calibrato, il modello permette di verificare scenari di pericolosità residua a seguito della realizzazione di interventi

www.ambienteinliguria.it

-> Territorio → pianificazione di bacino

Grazie

Torino, 14-15 Ottobre 2015

