



ORDINE DEGLI INGEGNERI DI CREMONA

Dott. Ing. Marco Chiesa

ORDINE INGEGNERI LODI



Invarianza idraulica, idrologica e rischio idraulico - Applicazione ai canali e all'idrografia di superficie

Giovedì 23 maggio 2019



Comune di Crema

Allagamenti
urbani



Il clima sta
cambiando?



Disposizioni
normative



Invarianza
idraulica



Laminazione



Progetto di
Settala

Stazione di Alassio



Basse velocità di inondazione

Allagamenti urbani

Il clima sta cambiando?

Disposizioni normative

Invarianza idraulica

Laminazione

Progetto di Settala

Alluvione di Genova, 2014

Allagamenti urbani



Il clima sta cambiando?



Disposizioni normative



Invarianza idraulica



Laminazione



Progetto di Settala



Alte velocità di inondazione

Allagamenti urbani

Il clima sta cambiando?

Disposizioni normative

Invarianza idraulica

Laminazione

Progetto di Settala

Conseguenze (materiali) a Genova



Allagamenti urbani



Il clima sta cambiando?



Disposizioni normative



Invarianza idraulica



Laminazione



Progetto di Settala

Alluvione a Settala, 2014



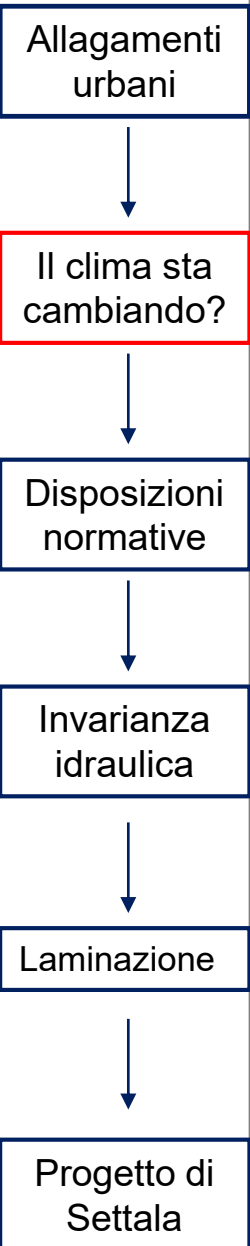
IL CLIMA STA CAMBIANDO?

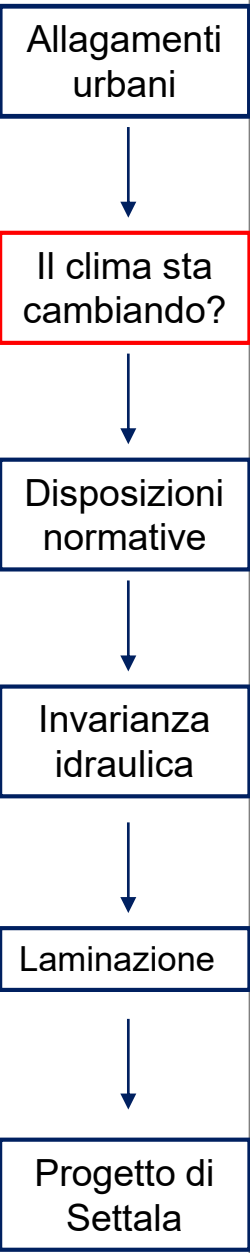
Sì, il clima sta cambiando... però...

I cambiamenti climatici sono la diretta conseguenza del surriscaldamento globale. Negli ultimi 60 anni sono stati rilevati cambiamenti in termini di temperature medie mensili, annuali, stagionali.



Aumento della temperature terrestre fino a 1,5 – 2 °C





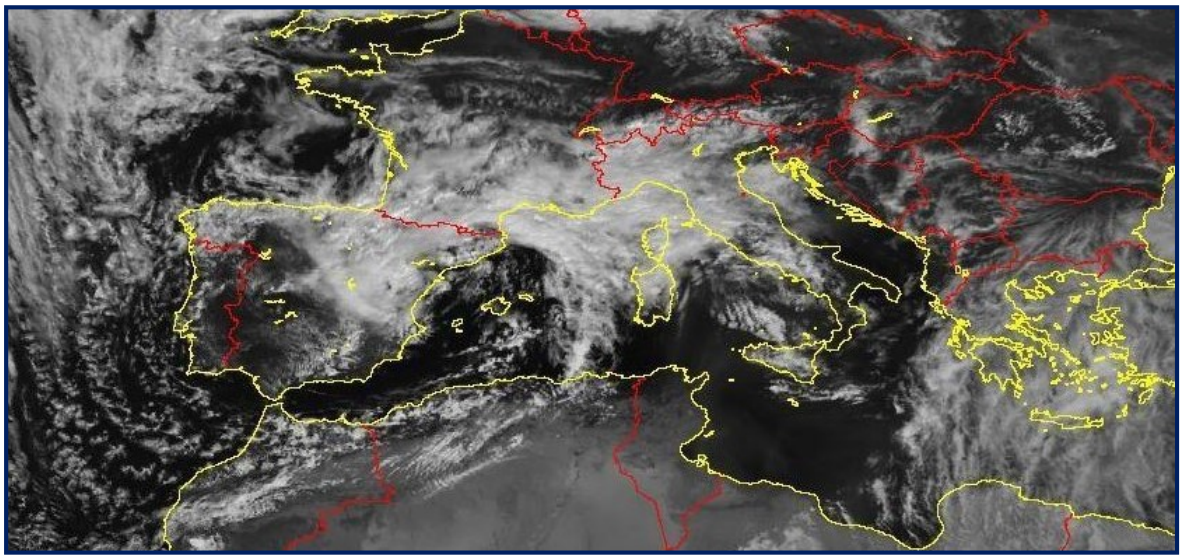
Diminuzione del numero di giorni piovosi durante l'anno

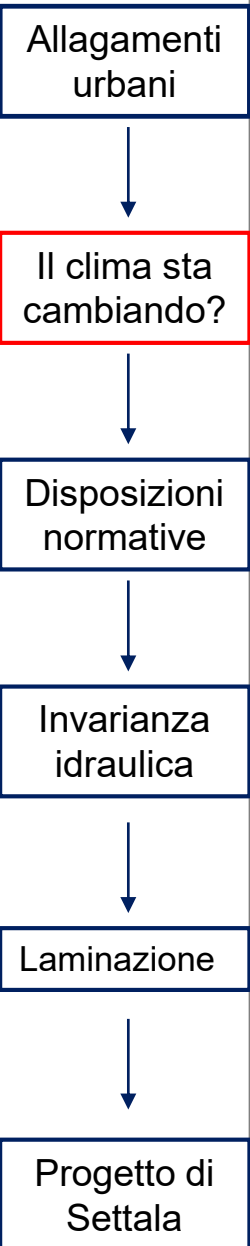
Aumento dell'intensità oraria di pioggia (cosiddetti *scrosci*)

Massima concentrazione nel periodo autunnale



EVENTI DI PIENA



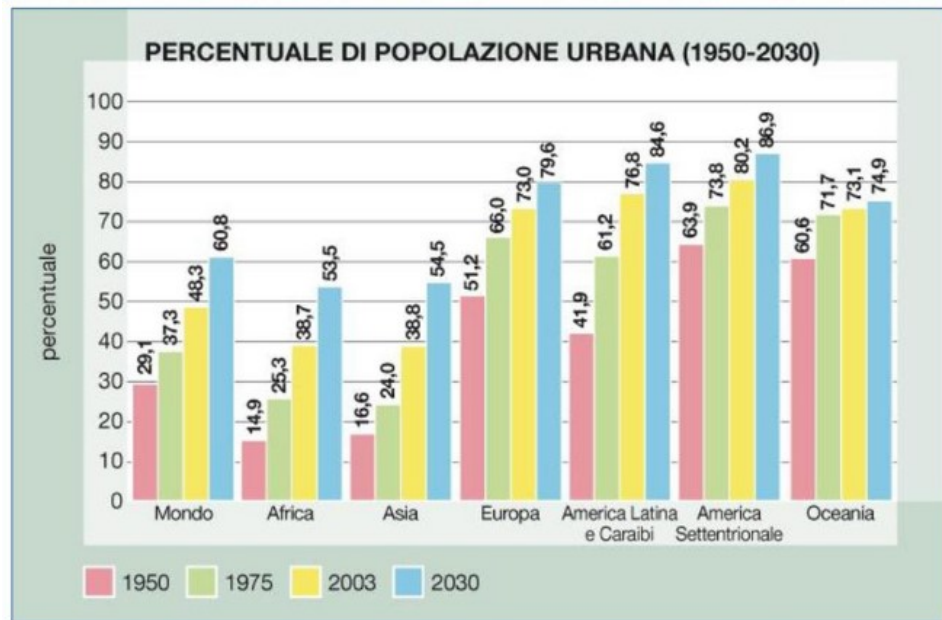


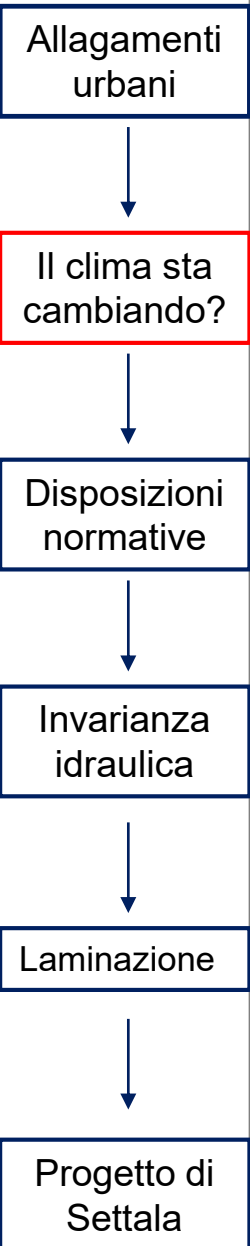
Ma le conseguenze sono solamente colpa del clima?



NO

Urbanizzazione e impermeabilizzazione dei suoli



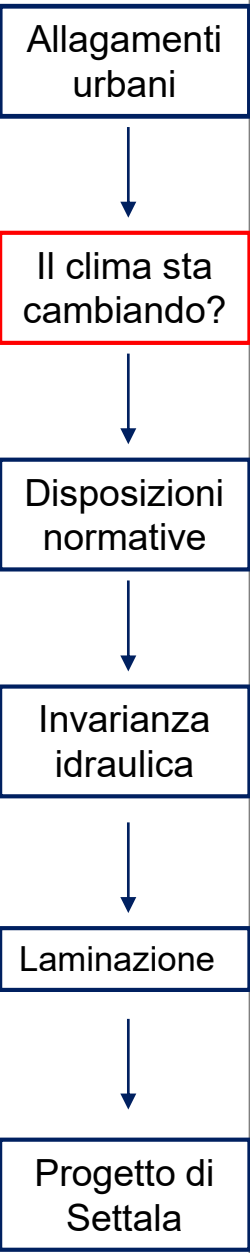


Se l'occupazione del suolo fosse avvenuta idraulicamente in modo corretto non si sarebbero verificati tali allagamenti o quantomeno non così gravi!

2 PROBLEMI
FONDAMENTALI

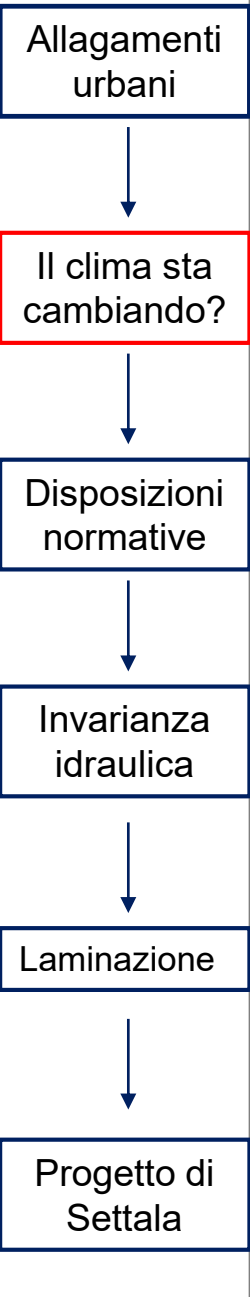
Sottodimensionamento (es.: fognatura
va in pressione, fenomeni di rigurgito)

Ricettori non idonei



Fognatura in pressione, fenomeni di rigurgito

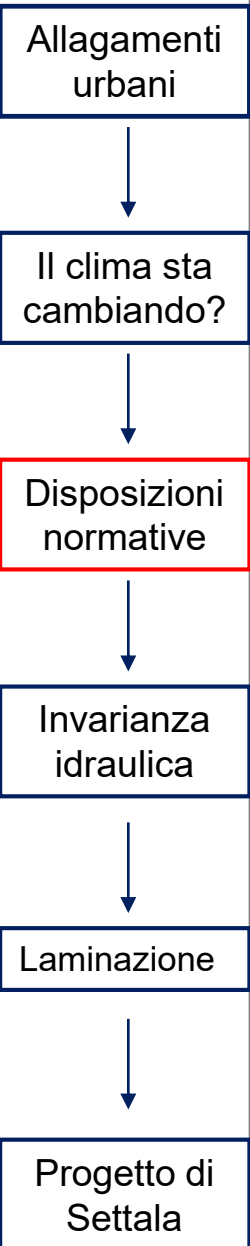




Ricettore non idoneo

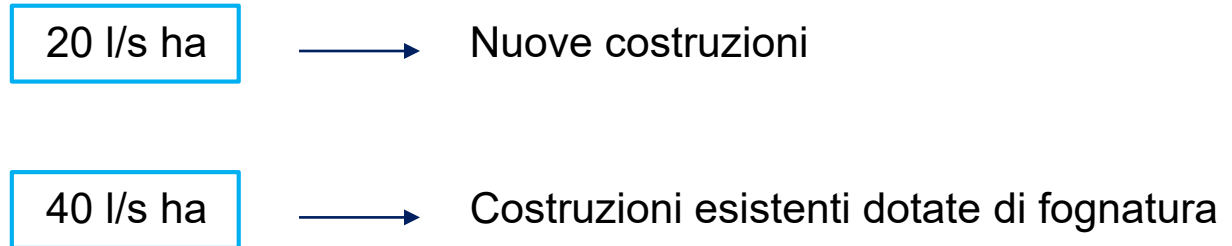


DISPOSIZIONI NORMATIVE

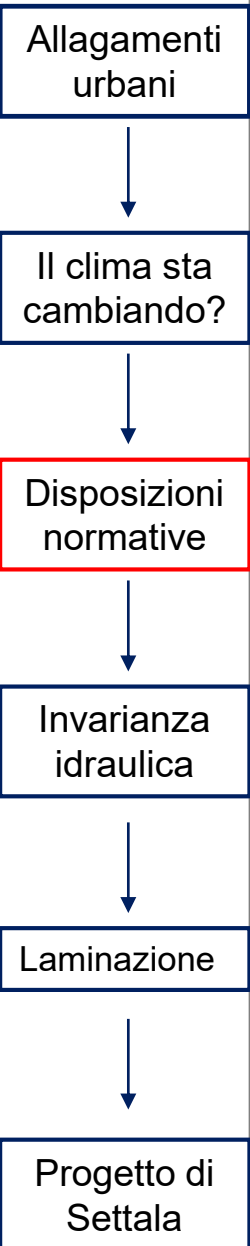


Disposizioni normative già presenti da tempo tra le norme più disattese del nostro Paese.

Già nel 1998, con il piano di risanamento delle acque, Regione Lombardia aveva previsto delle limitazioni per lo scarico in collettori fognari / ricettori naturali:



Il problema è quindi percepito da tempo...



PAI: Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po

Anche il PAI prevede, con le NTA, già dalla sua prima edizione, che lo scarico sia valutato e obbligatoriamente autorizzato dal gestore in relazione alle effettive capacità ricettive del corso d'acqua in cui vengono immesse le portate.

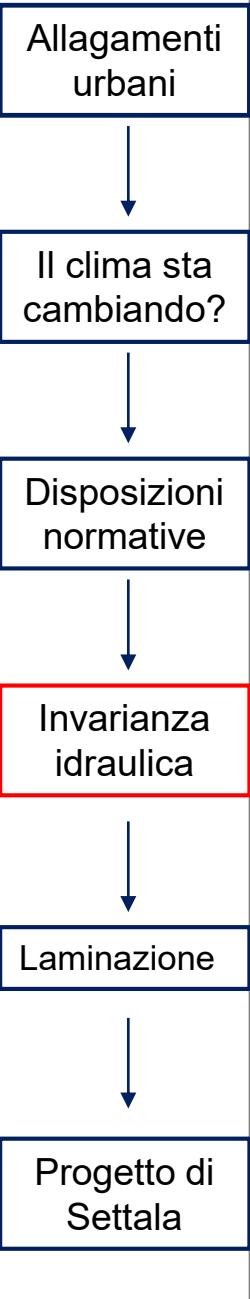


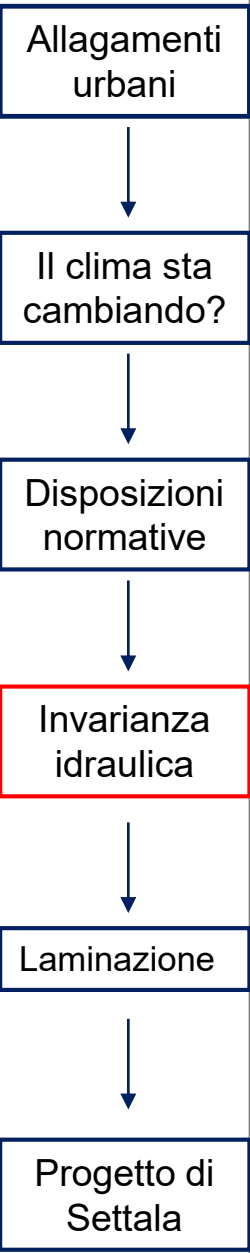
INVARIANZA IDRAULICA

Introdotta con la legge 4/2016 sulla difesa del suolo

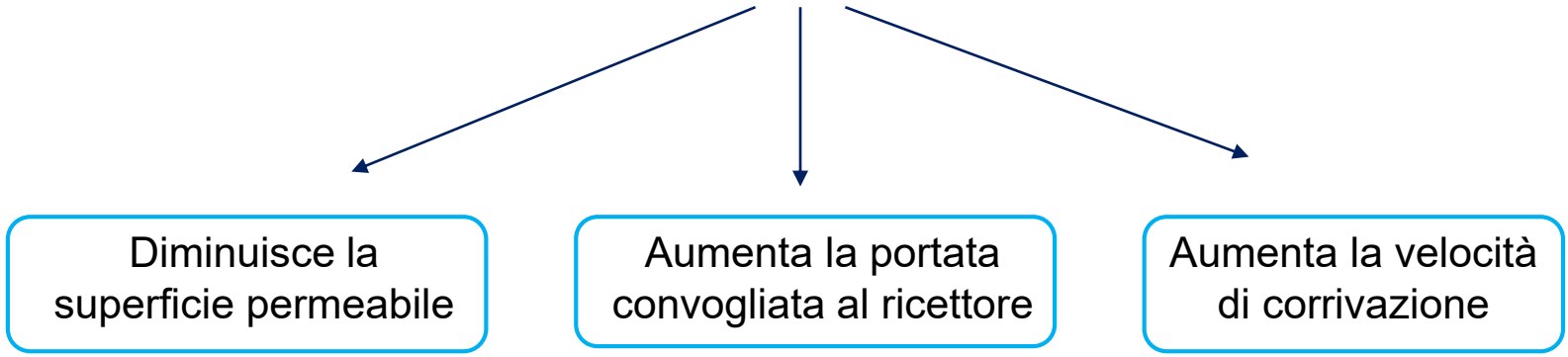
L'invarianza, tra le altre cose, tende a «pareggiare» il bilancio idrologico idraulico di aree da occupare con nuove costruzioni.

Quando piove su una superficie *permeabile* una parte dell'acqua meteorica viene **assorbita** dal terreno, mentre un'altra parte tende a **defluire** dando luogo ad una portata che viene convogliata, naturalmente o artificialmente, in un corso d'acqua o in una rete urbana.





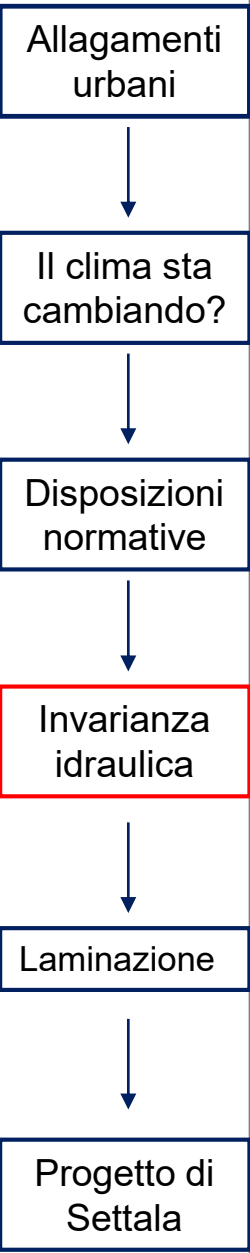
Impermeabilizzando, tutto o una parte di questa, in sintesi si ottengono tre effetti:



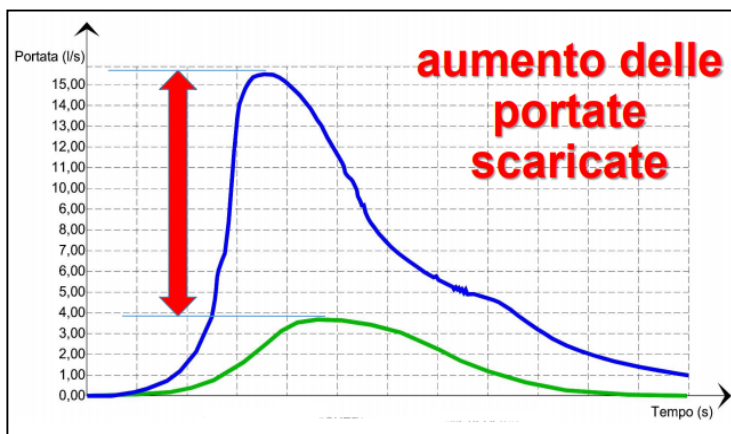
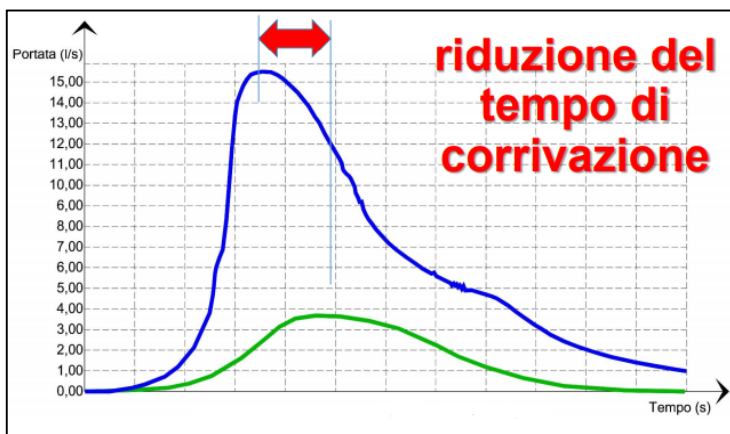
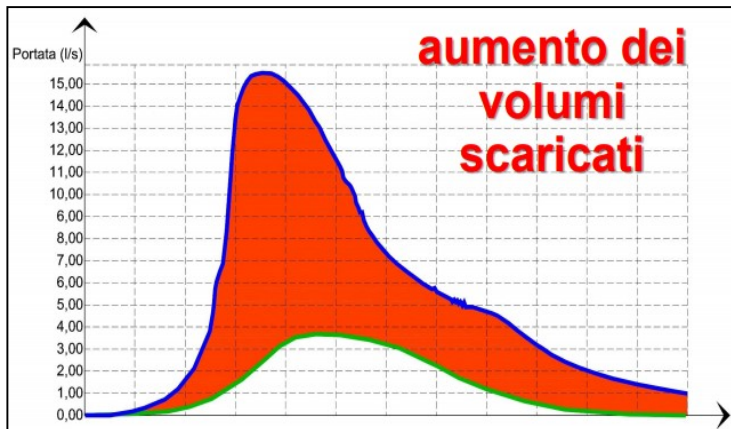
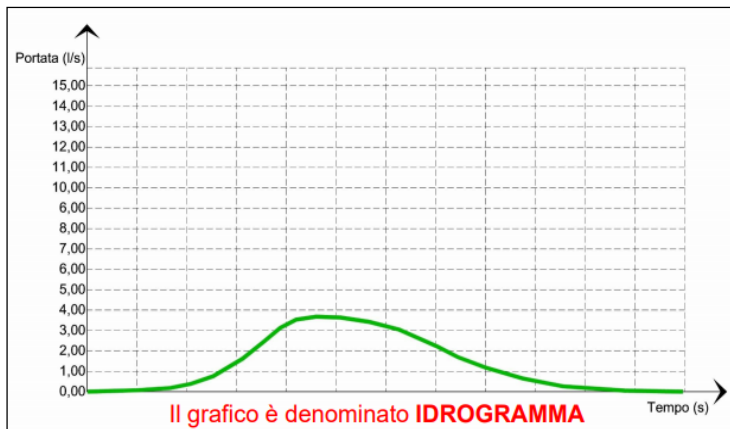
Quali sono le conseguenze?

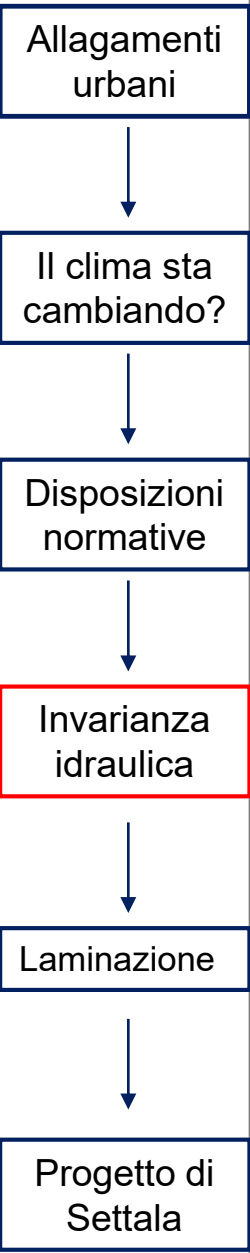
↓

Il ricevitore riceve più acqua in un tempo minore!



Quindi...





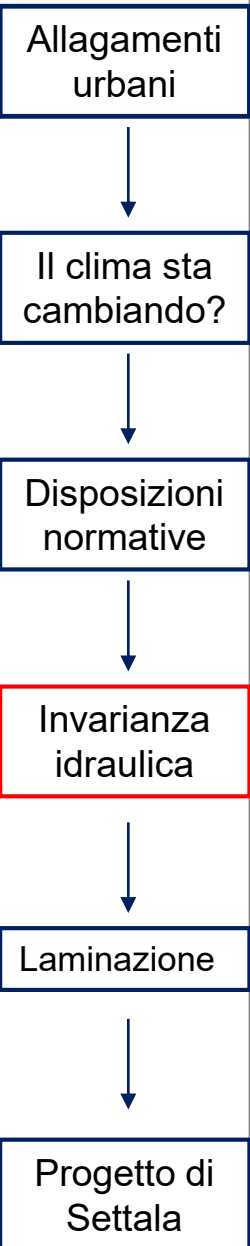
INVARIANZA IDRAULICA

Principio in base al quale le **portate massime** di deflusso meteorico scaricate dalle *aree urbanizzate* ai *ricettori, naturali o artificiali*, di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

INVARIANZA IDROLOGICA

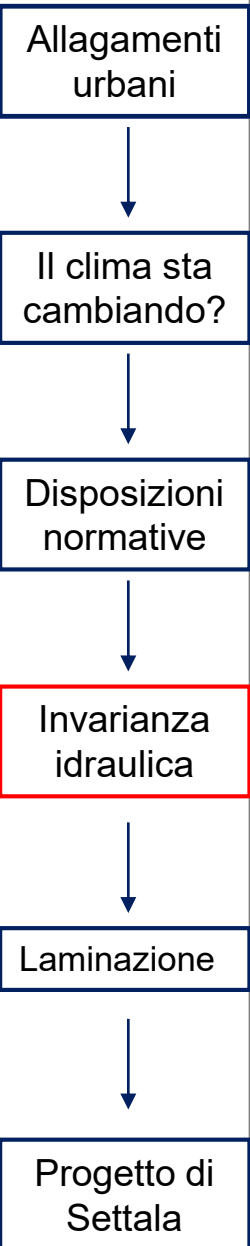
Principio in base al quale sia le **portate** che i **volumi** di deflusso meteorico scaricati dalle *aree urbanizzate* ai *ricettori, naturali o artificiali*, di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Pensiamo come il consumo del suolo ha cambiato il nostro territorio nei decenni...



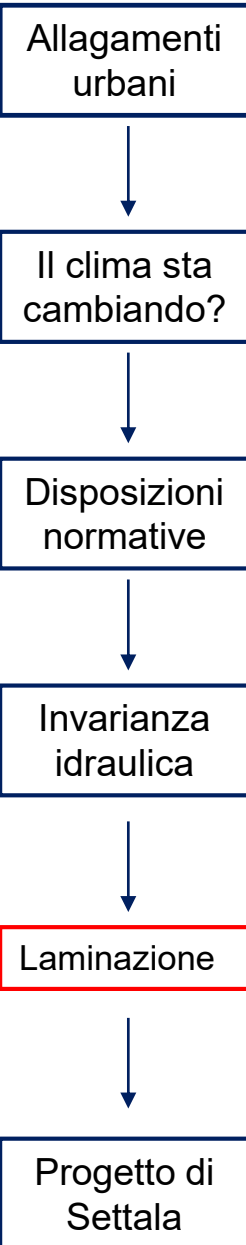
■ dal 1960 ad oggi
S.u. = 120 ha

Quindi, prima di dare sempre la colpa al «**CLIMA CHE CAMBIA**», pensiamoci su!



L'invarianza può indubbiamente aiutare ma non può risolvere tutto il pesante «regresso» e, poiché l'acqua quando eccede non fa condoni, risulta necessario trovare soluzioni percorribili per evitare le situazioni viste in precedenza!

Ma quanto costa laminare? Tanto!



Costo economico

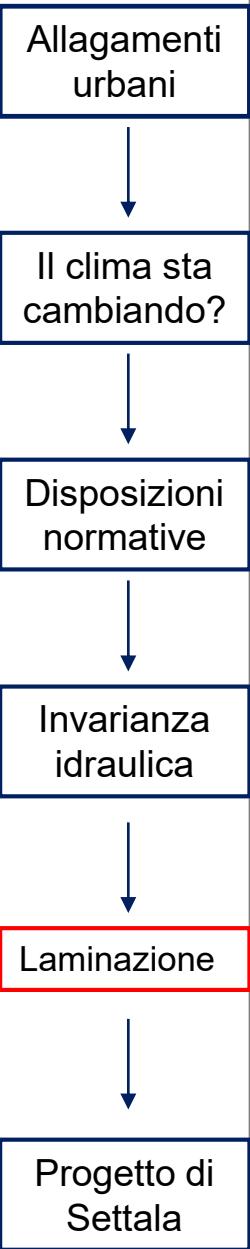
- Espropri
- Costruzione e impiantistica
- Gestione



Costo territoriale

- Impiego di superfici da dedicare esclusivamente all'invaso
- Induzione di situazioni con criticità di carattere igienico - sanitario
- Integrazione forzata nel territorio periurbano esistente
- Opere imponenti in genere non gradite dalle comunità ospitanti

Quindi che fare?

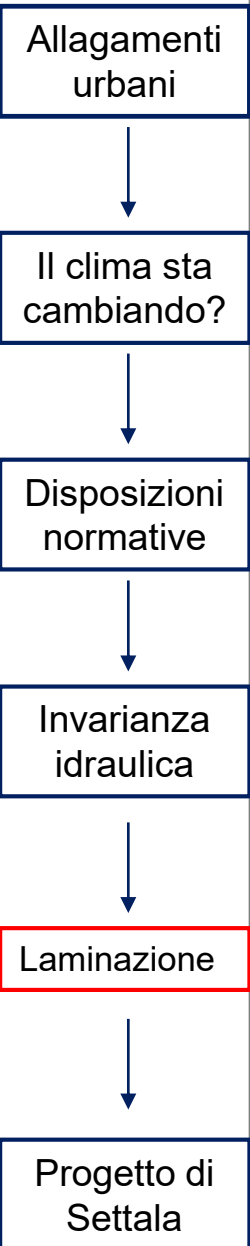


Opportuna utilizzazione della rete irriguo – idraulica Consortile ai fini del **trattenimento** e della **laminazione** dei volumi pluviali derivanti da eventi meteorologici avversi

Perché?

Si può fare sempre?

Quali possono essere i benefici?



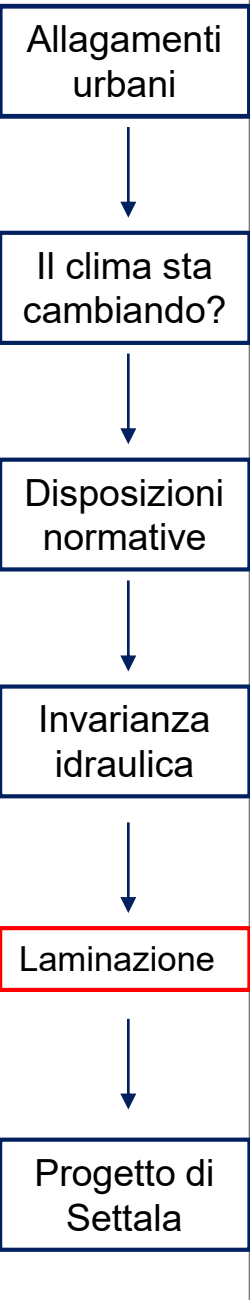
2 MODALITA'
..... apparentemente distinte

Laminazione in linea

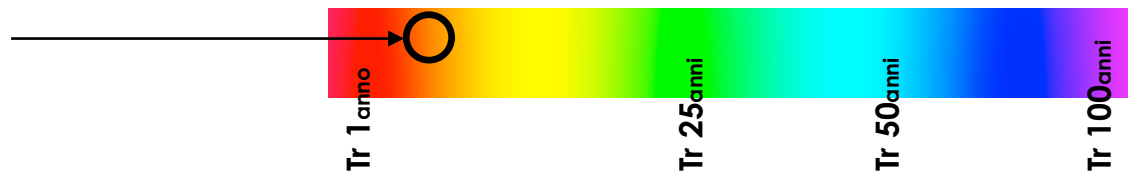
Sfrutta la capacità di invaso degli alvei di canali irrigui e colatori che, opportunamente gestiti ed in certe condizioni, possono costituire una formidabile «vasca di laminazione» distribuita.

Laminazione leggera

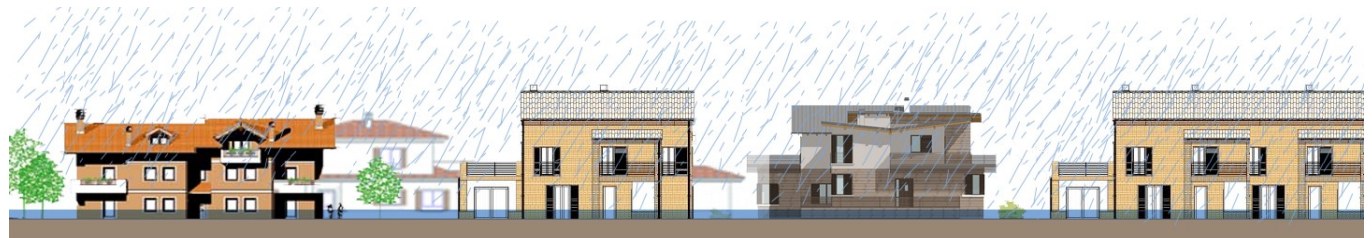
Sfrutta la possibilità di impegnare superfici di natura rurale in maniera diffusa sul territorio con contenuti battenti idrici e costi nettamente inferiori alla laminazione statica.

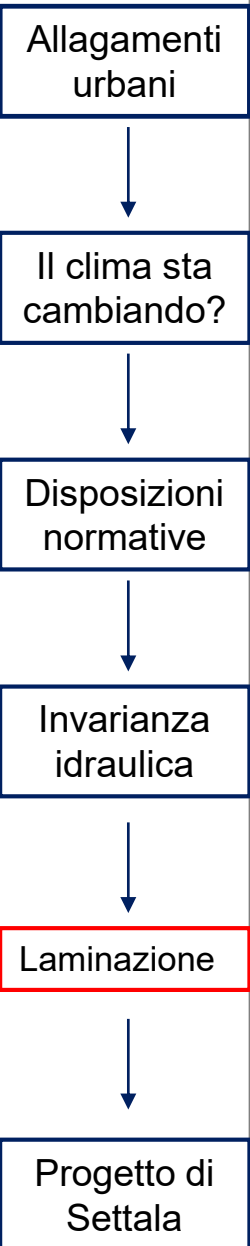


1. A supporto della laminazione dei volumi di piena di origine urbana per la riduzione della diffusa vulnerabilità idraulica del territorio, a fronte degli elevati costi del classico approccio della laminazione statica.
2. La criticità idraulica è quasi una costante nei territori urbanizzati, con frequenze di accadimento elevate (esistono situazioni in cui l'episodio di crisi è atteso mediamente ogni 2 anni).



3. Esiste la concreta opportunità di ottenere significativi miglioramenti utilizzando adeguatamente e dove possibile le strutture irriguo - idrauliche esistenti ad un costo significativamente inferiore.





COSA COMPORTA

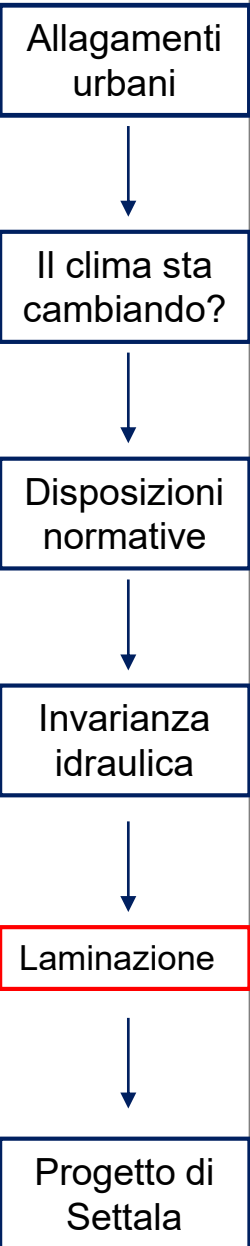
IMPATTO GESTIONALE SOSTENIBILE

- **Gestione integrata**, coordinata e specifica, nell'ambito del reticolo irriguo idraulico consortile, con l'ausilio di personale esperto
- **Operatività governata in tempo reale**, da idonee professionalità nell'ambito di una organizzazione consortile dedicata a Monitoraggio Previsione e Allerta, esteso alle autorità e amministrazioni locali (Province, Comuni, Prefetture...)

IMPATTO STRUTTURALE RIDOTTO

- **Minimo adeguamento delle strutture d'alveo** e dei manufatti di regolazione
- **Mantenimento della morfologia** locale rurale ed inserimento di corpi arginali rinverdibili di minimo impatto ambientale
- **Gestione manutentiva potenziata** ordinaria e straordinaria per la mitigazione degli effetti negativi legati alla velocità dei processi di riempimento e svuotamento (aree e alvei)

SI PUO' FARE OVUNQUE ?



- **NO** perché occorre poter disporre di una infrastruttura irriguo-idraulica, nonché di favorevoli condizioni morfologiche, che possano offrire tale opportunità:

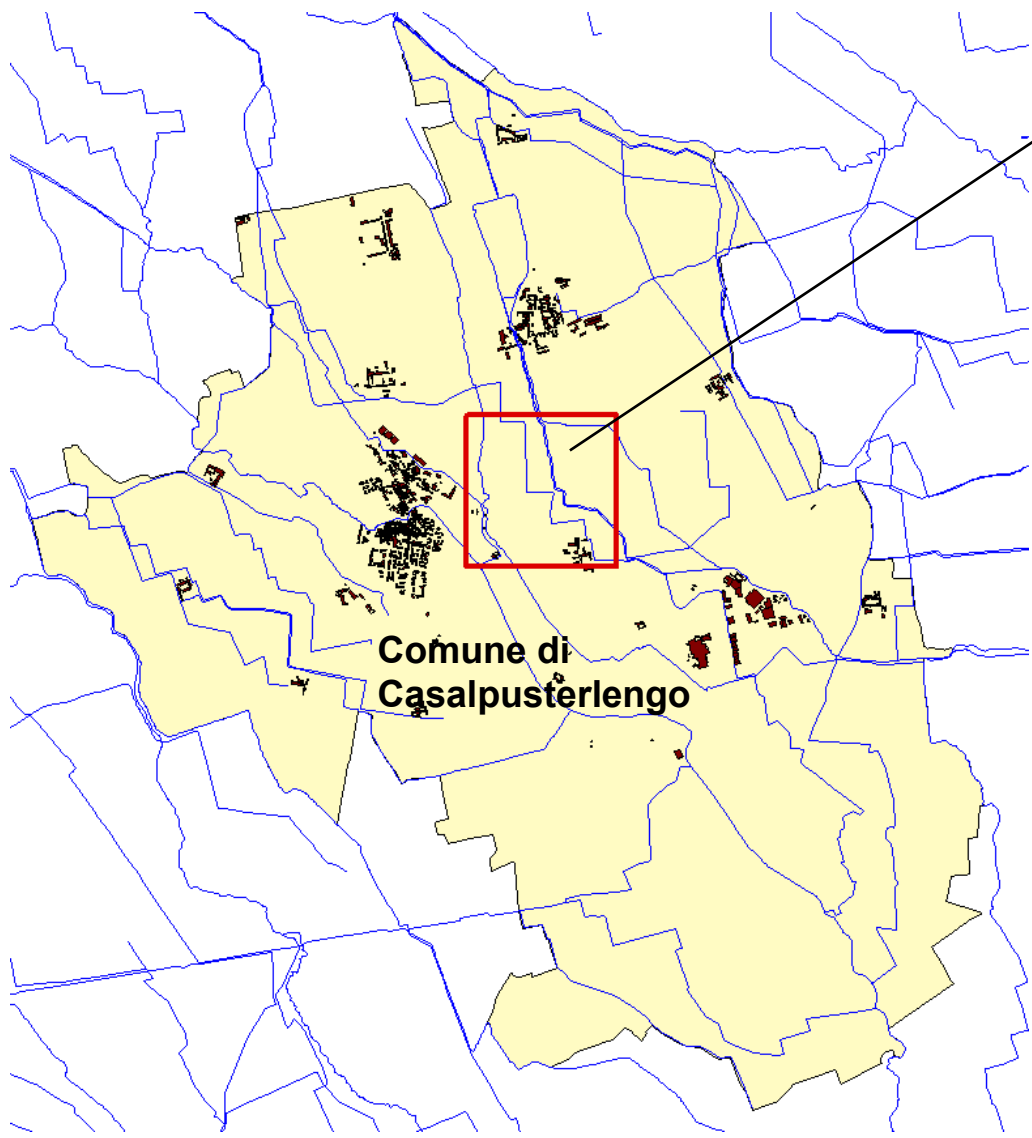
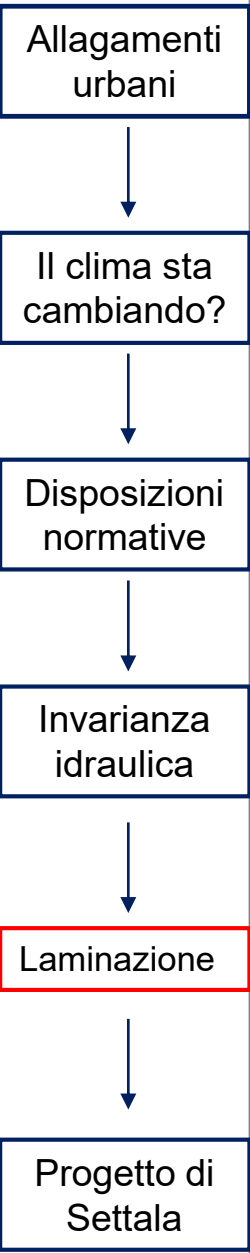
tipicamente gli antichi territori irrigui della Pianura Padana, ma non solo



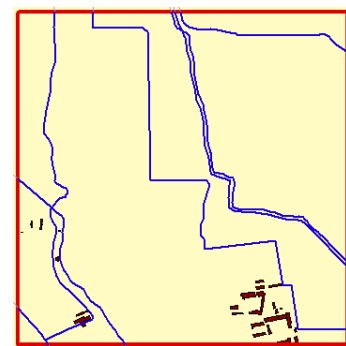
- **IN QUESTO CONTESTO** esistono situazioni che possono trarre grandi benefici in termini idraulici, con riduzione della frequenza degli episodi di allagamento a costi ridotti.



CAPACITA' VOLUMETRICA MEDIA DI INVASO IN LINEA DI UNA PORZIONE DI UN TERRITORIO CAMPIONE



1,00 Km² territorio



Densità media del reticolo 8,84 Km/Km²



Sezione tipologica media
5,25 mq

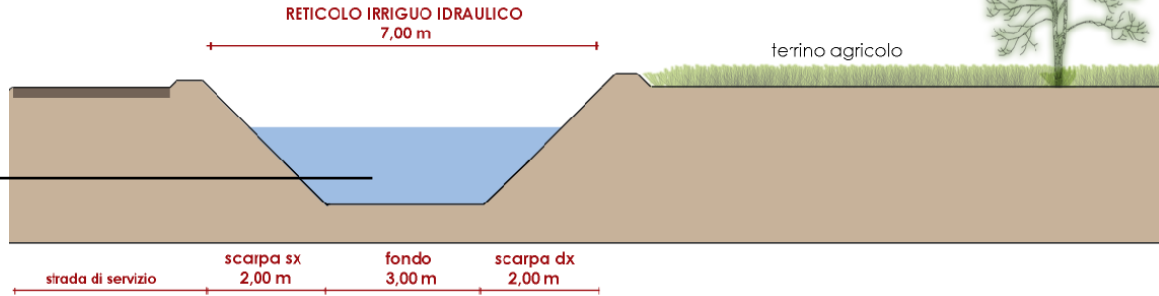
**VOLUME MEDIO DI INVASO DISPONIBILE
20.000 mc/Kmq**

SEZIONE TIPOLOGICA DI UN DERIVATORE IRRIGUO UTILIZZATO PER IL VETTORIAMENTO DELLE PORTATE



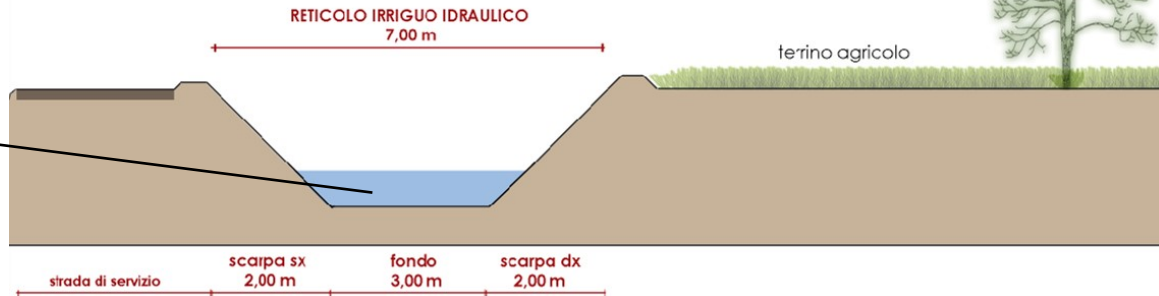
- Allagamenti urbani
- Il clima sta cambiando?
- Disposizioni normative
- Invarianza idraulica
- Laminazione**
- Progetto di Settala

IN ESERCIZIO

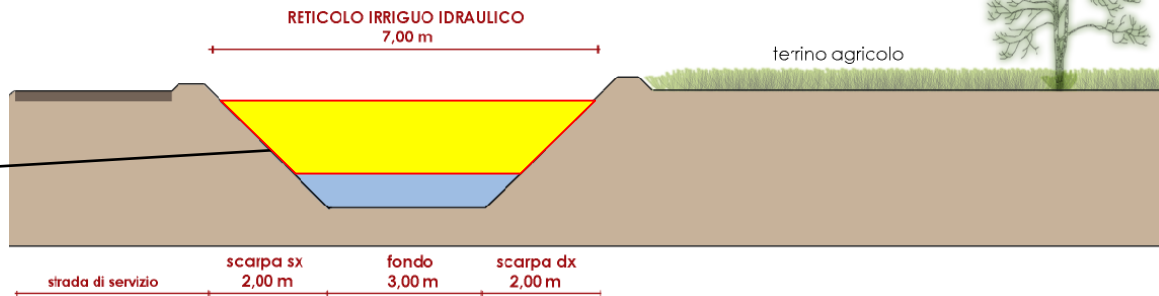


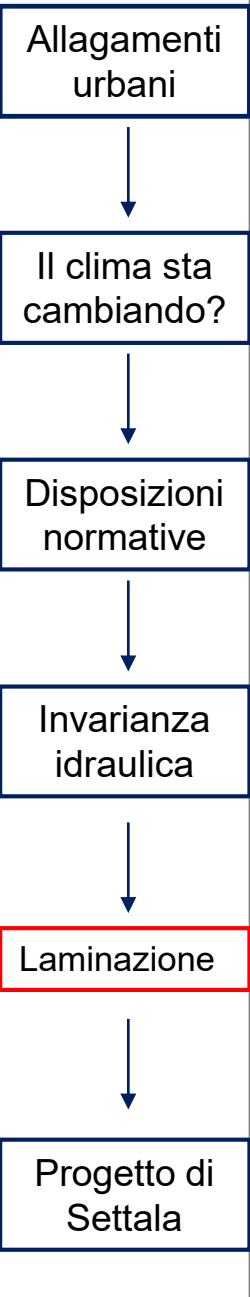
MANOVRE DI RIDUZIONE

Anche in tempo reale

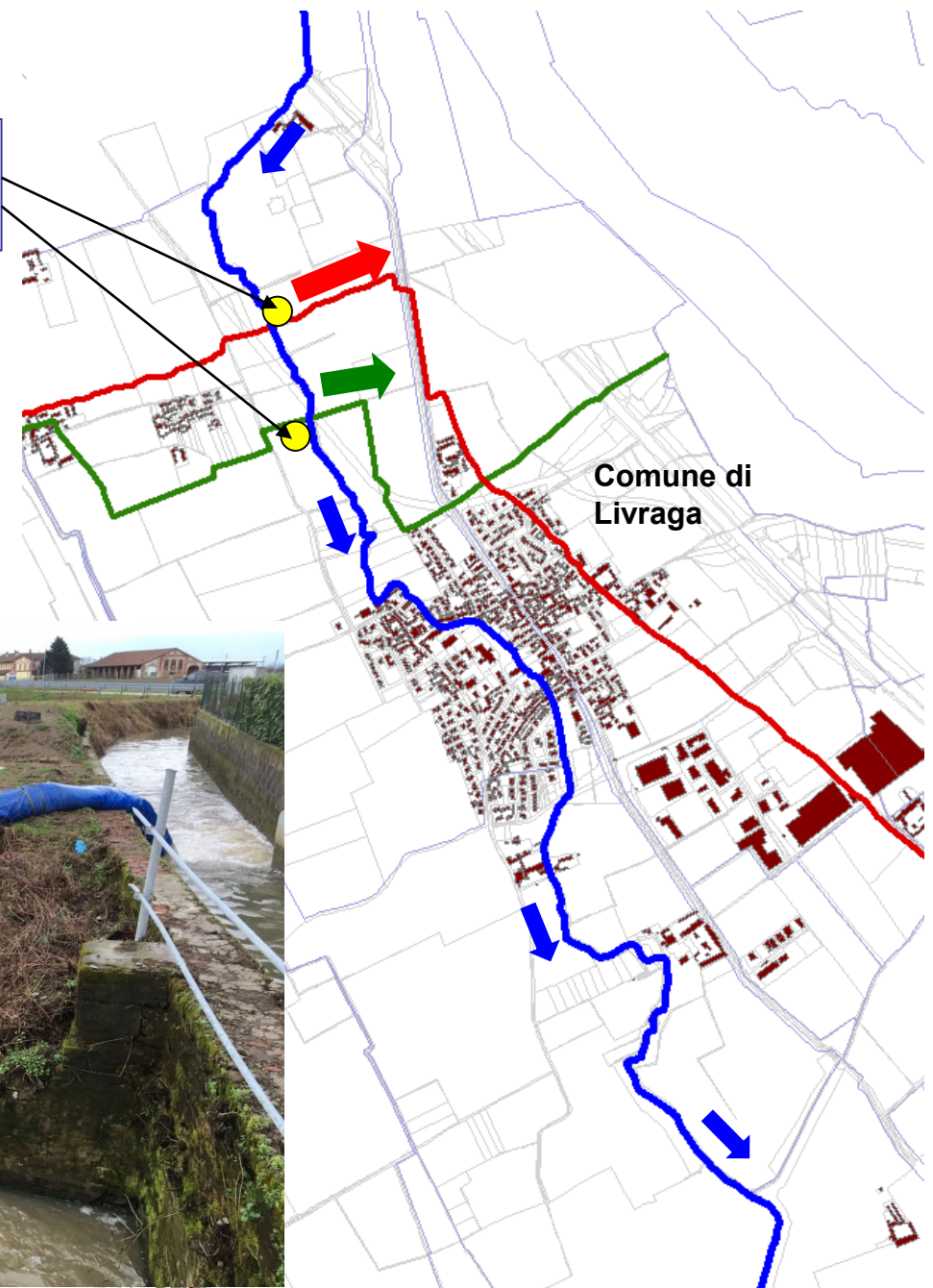


INVASO LAMINATIVO

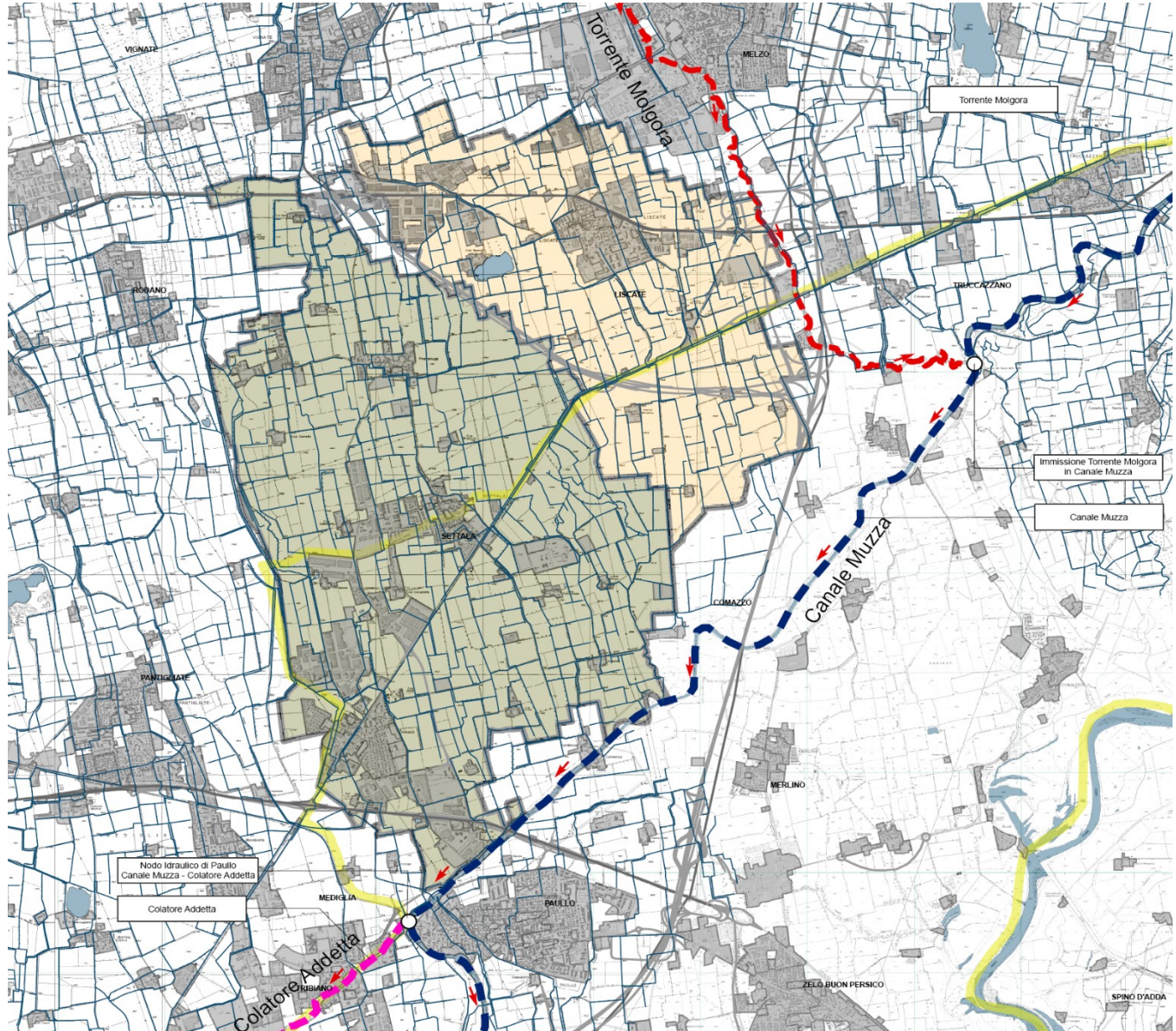
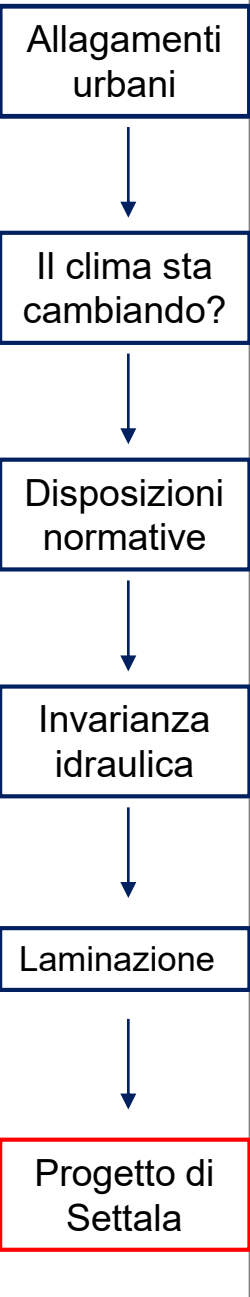




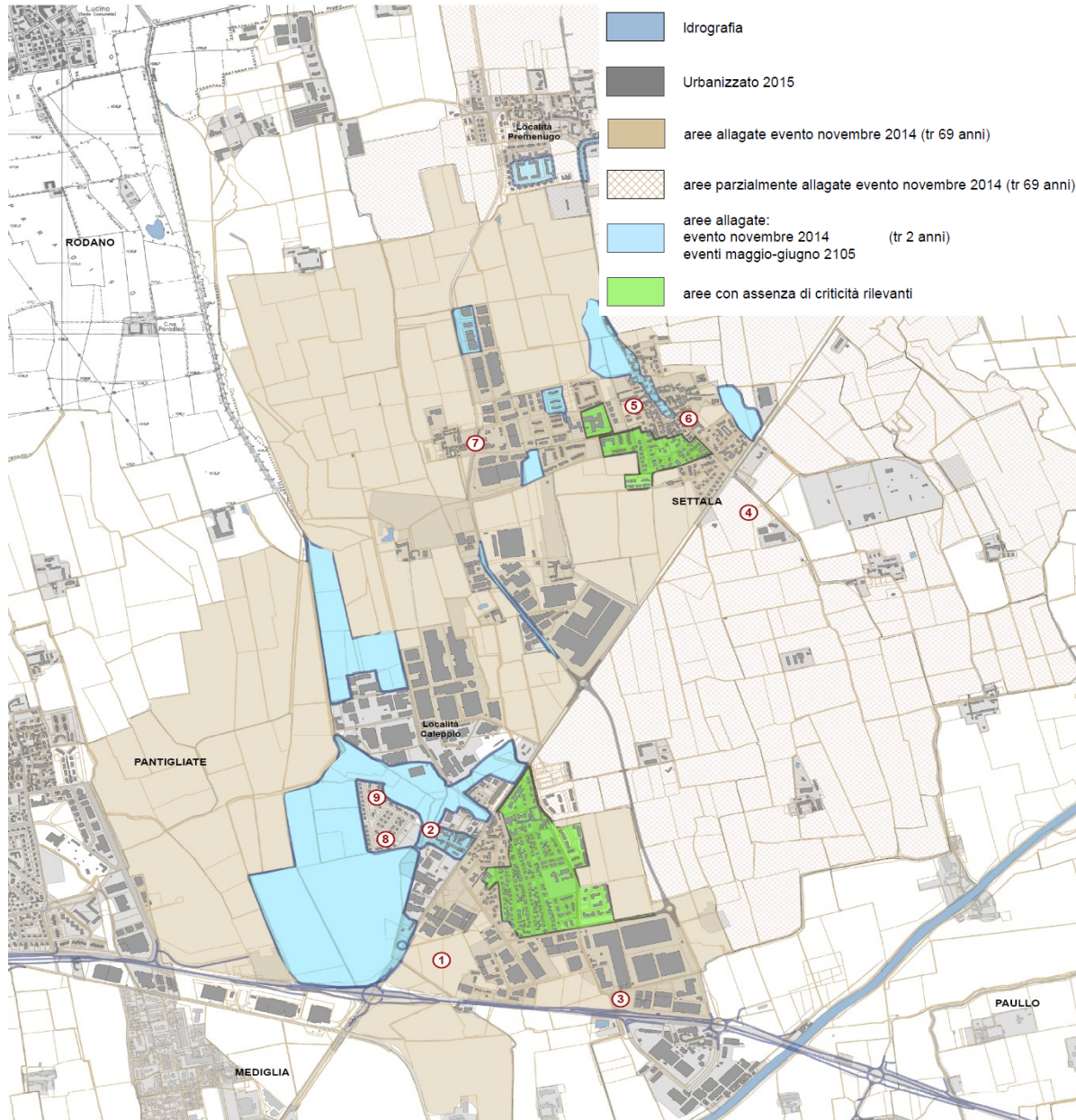
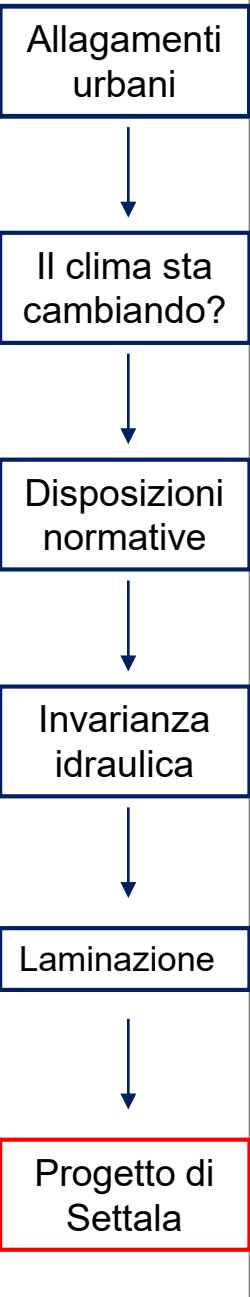
Idrovore mobili per la diversione dei flussi idrici

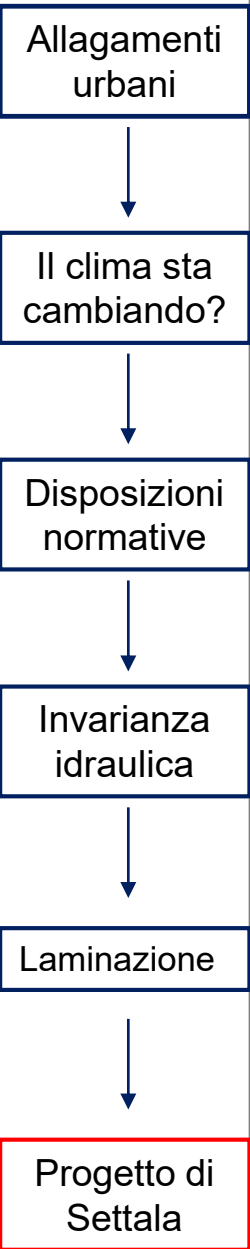


L'ESEMPIO DEL TERRITORIO SETTALESE, AFFETTO DA INEFFICIENZA IDRAULICA, CON FREQUENZA DI CRISI ATTESA BIENNALE, PRINCIPALMENTE PER DIFFICOLTA' DI ALLONTANAMENTO E SCARICO DELLE PORTATE DI ORIGINE PLUVIALE

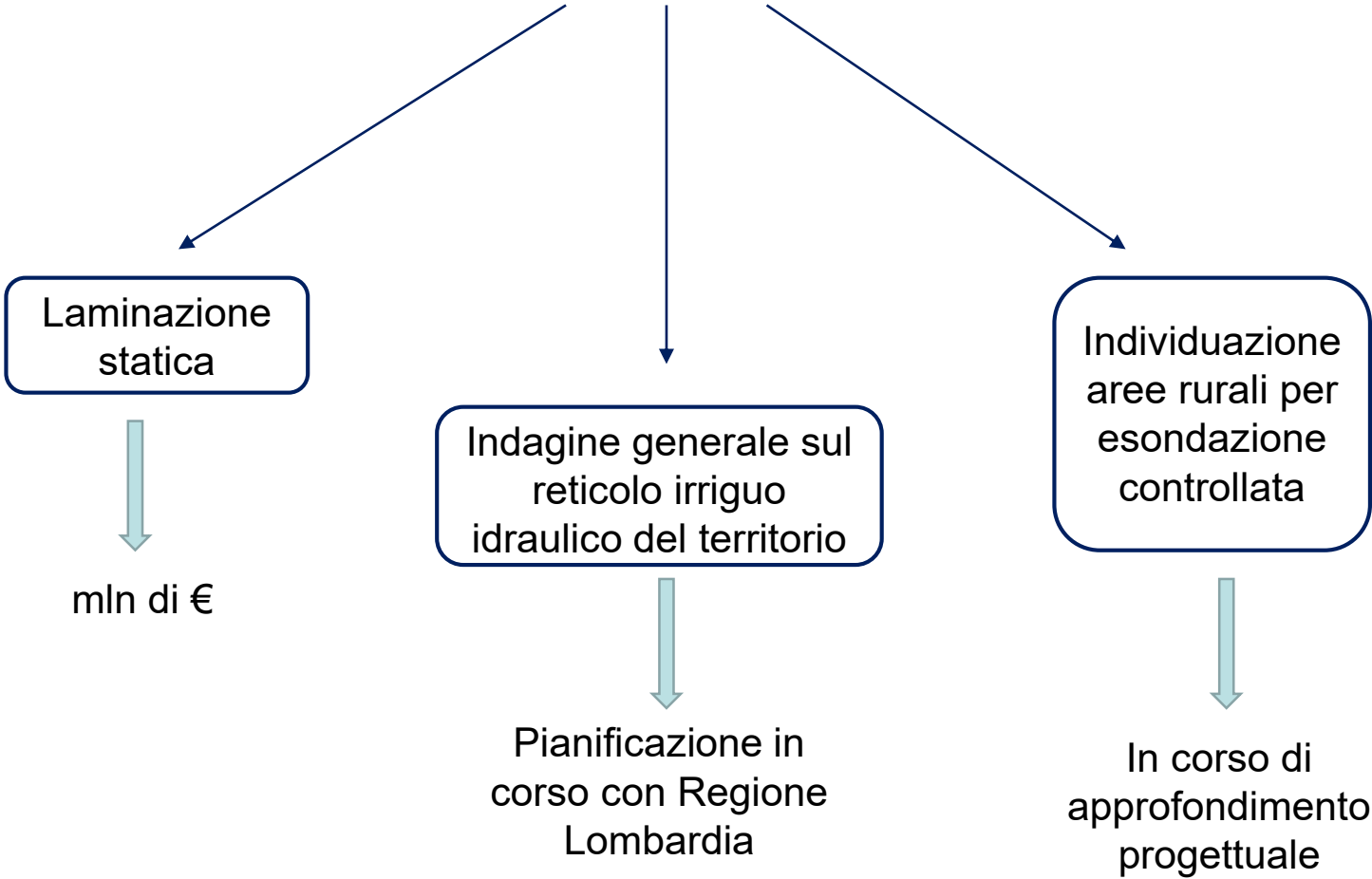


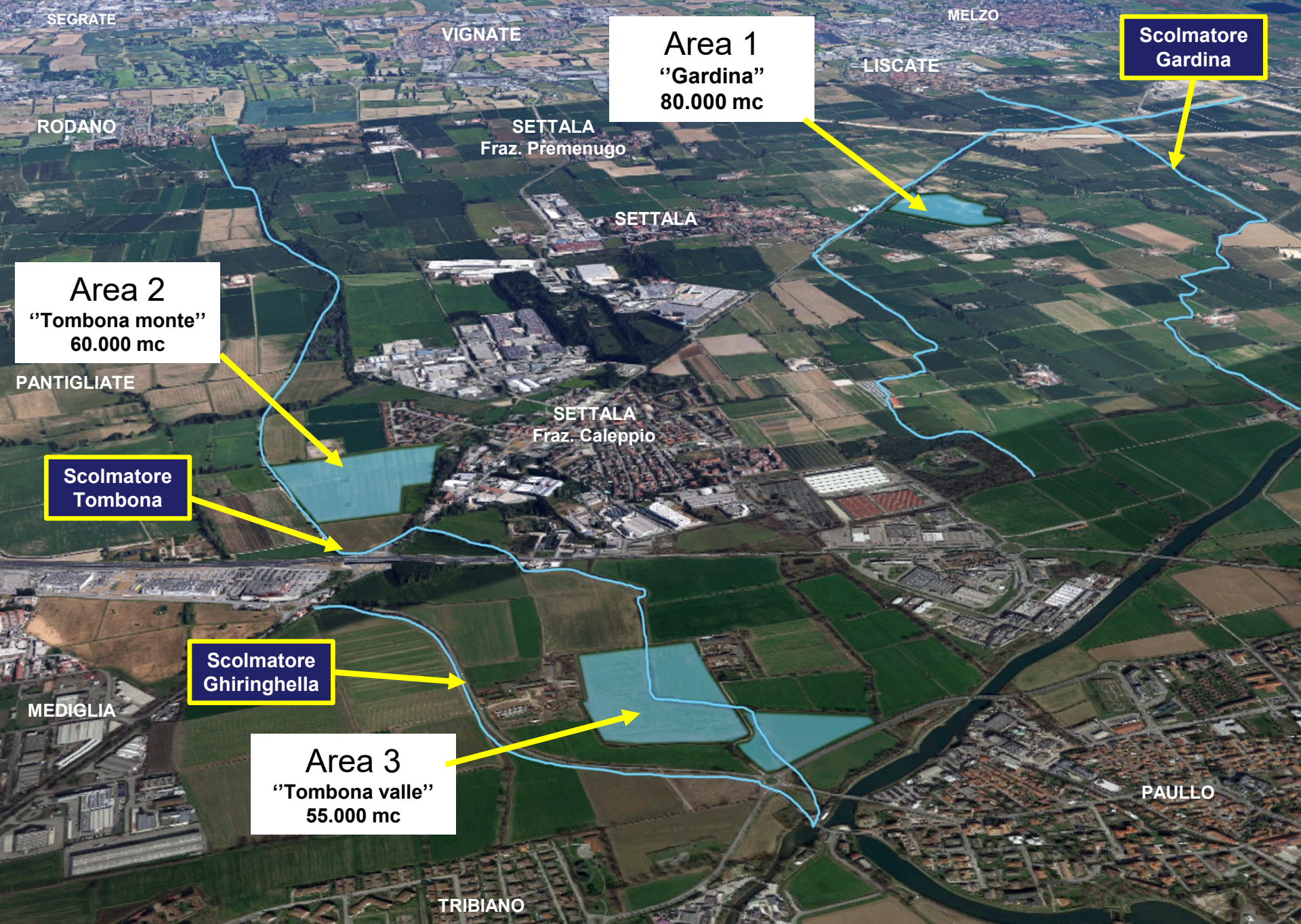
TRE ALLAGAMENTI NEGLI ULTIMI ANNI: NOVEMBRE 2014, MAGGIO E GIUGNO 2015





L'articolata ricerca di risultati immediati





Area allagabile 1 - Nord, -Bacino Nord Settala-

Ubicazione	in fregio alla s.p. 39 "cerca" a est di Settala
Comuni	Settala in prov. di Milano
Alimentazione	canale Cattaneo Settala
Recapito	fontanile Rile - cavo Marocco - Canale Addetta
Superficie potenziale disponibile	240.000 mq
Perimetro	2.100 m
Tirante idrico medio d'invaso	0,40 m
Volume potenziale invasabile	80.000 mc
Impronta argine	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà
Superficie interna	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà



Sup. 240.000 mq
2p 2.100,00 m

Area allagabile 2 - Sud, -Bacino Sud Caleppio di Settala-

Ubicazione	a monte della ss 415 Paullese, a ovest di Caleppio di Settala
Comuni	Pantigliate in prov. di Milano
Alimentazione	canale Tombona
Recapito	scolmatore Tombona - Canale Addetta
Superficie potenziale disponibile	165.000 mq
Perimetro	1.780 m
Tirante idrico medio d'invaso	0,40 m
Volume potenziale invasabile	60.000 mc
Impronta argine	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà
Superficie interna	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà



Area allagabile 3 - Addetta,

Ubicazione	a nord di Paullo in fregio alla nuova tangenziale omonima
Comuni	Paullo e Mediglia in prov. di Milano
Alimentazione	scolmatore Tombona
Recapito	scolmatore Tombona - Canale Addetta
Superficie potenziale disponibile	154.000 mq
Perimetro	1.900 m
Tirante idrico medio d'invaso	0,40 m
Volume potenziale invasabile	55.000 mc
Impronta argine	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà
Superficie interna	in uso pluriennale mediante accordi con proprietà



Sup. 114.000 mq
2p 1.250,00 m

Sup. 40.000 mq
2p 580,00 m

Bacino	Tr di crisi attuale	Scolmatori di piena	Aree di laminazione leggera			Volume laminato		Volume laminato totale		Tr atteso *		
	anni		Stima superfici potenziali lorde	Perimetro [m]	Tirante idrico medio - stima [m]	Lamin. leggera in allag. controllato - stima	Lamin. in linea - Dinamica	Lam. Dinamica + Leggera	stima			
1 - Nord Settala	2 anni		Area allag. 1 - Nord 240.000 mq	2,100.00	0, 40	Area 1 - 85.000 mc	-----	122.000 mc		12 anni minimo		
			Area all. 3 - Addetta (mista: 50% al bac. Nord) 154.000 mq	1,900.00	0, 40	Area 3 - 27.000 mc (attrib. 50%)	-----					
		Gardina				----	Scolm. Gardina 10.000 mc					
2 - Sud Calepio	2 anni		Area allag. 2 - Sud 165.000 mq	1,780.00	0, 40	Area 2 - 60.000 mc	-----	98.000 mc	133.000 mc	16 anni minimo	32 anni	
			Area all. 3 - Addetta (mista: 50% al bac. Sud) 154.000 mq	1,900.00	0, 40	Area 3 - 28.000 mc (attrib. 50%)	----					
		Tombona				----	Scolm. Tombona 10.000 mc					
		Ghiringhella				----	Scolm. Ghiringhella 35.000 mc					35.000 mc
								Volume laminato complessivo		255,000		

*: la stima dei Tr attesi discende sull'ipotesi di aver attribuito il 50% circa dell'area 3 - Addetta a ciascuno dei due bacini, ipotesi di riferimento che può variare nei rispettivi rapporti in funzione dello stato del sistema. Di conseguenza varierà anche il Tr atteso nell'intorno del valore indicato in tabella che quindi può essere inteso come un valore stimato minimo

Regione Lombardia
Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo

*Convenzione per la progettazione dell'intervento di realizzazione dello scolmatore
roggia Gardina tra i comuni di Settala e Liscate*

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Quadro economico generale

		Importo complessivo
A) <u>Lavori ed opere</u>		
1S.1 - 1S.2	Real. scaric. Muzzetta - Tombona e scolm. Tombona tronchi 1 + 2	€ 492.989,21
1N	Adeguamento e realizzazione dello scolmatore Gardina	€ 600.268,61
3S	Realizzazione dello scolmatore Ghiringhella	€ 650.187,75
2N	Adeguamento roggia Cattaneo Settala	€ 253.906,26
1NA	Realizzazione dell'area allagabile 1 - Nord	€ 642.158,04
1SA	Realizzazione dell'area allagabile 2 - Sud	€ 608.076,56
2AA	Realizzazione dell'area allagabile 3 - Addetta	€ 591.074,16
1SU - 2SU	Argine via della Ringraziata e man. Tombona zona intercl.	€ 75.857,71
	Sommano per lavori ed opere	€ 3.914.518,31
B) <u>Espropri</u>		
	Tombona	€ 15.750,00
	Gardina	€ 233.100,00
	Ghiringhella	€ 472.500,00
	Cattaneo Settala	€ -
	Area allagabile 1 - Nord	€ -
	Area allagabile 2 - Sud	€ -
	Area allagabile 3 - Addetta	€ -
	Argine via della Ringraziata e Tombona zona intercl.	€ -
	Sommano per espropri	€ 721.350,00
	C) <u>IVA di Legge (22% di A)</u>	€ 861.194,03
	D) <u>Spese tecniche generali (10% di A+B)</u>	€ 463.586,83
	E) <u>Danni per frutti pendenti e occ. temp.</u>	€ 78.290,37
	F) <u>Imprevisti</u>	€ 39.145,18
	G) <u>Sommano complessivamente</u>	€ 6.078.084,72

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott. Ing. Marco Chiesa

Direttore Generale

Consorzio Bonifica

Muzza Bassa Lodigiana

