



Croce Rossa Italiana

CROCE ROSSA ITALIANA

Corso di formazione su
RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

Legislazione

Giuseppe Bolzoni
Emergency Manager

Legislazione relativa al rischio idrogeologico e idrologico del bacino del fiume Po e dei suoi affluenti.

P.A.I.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po. DPCM del 24 maggio 2001 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 183 dell' 8 agosto 2001).

Direttiva Alluvioni

La Direttiva 2007/60/CE - In Italia, l'attuazione della direttiva 2007/60/CE è avvenuta con D.Lgs. 49/2010 .

Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

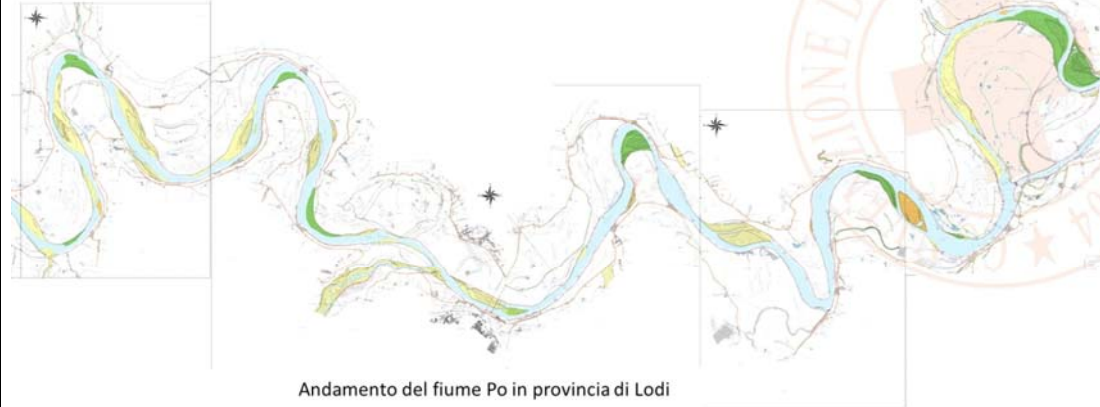
d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE.

Invarianza idraulica ed idrologica

Regione Lombardia - Regolamento regionale 23 novembre 2017 – n. 7.

P.A.I.

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

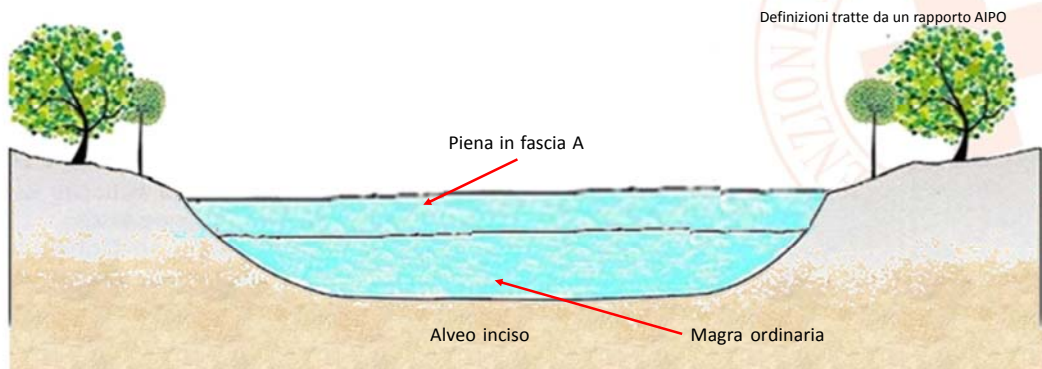


Il PAI contiene, riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni:

- nell'Elaborato 8 "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" la delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti,
- nell'Elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici" ,
- allegato 4 "Delimitazione delle aree in dissesto" la delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, dei fenomeni di dissesto che caratterizzano il reticolo idrografico di montagna,
- le esondazioni di carattere torrentizio,
- nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 "Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato", la perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura,
- nell'Elaborato 7 "Norme di attuazione" le norme alle quali le sopracitate aree sono assoggettate.

L'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, costituente nel complesso la regione fluviale, sono oggetto della seguente articolazione in fasce:

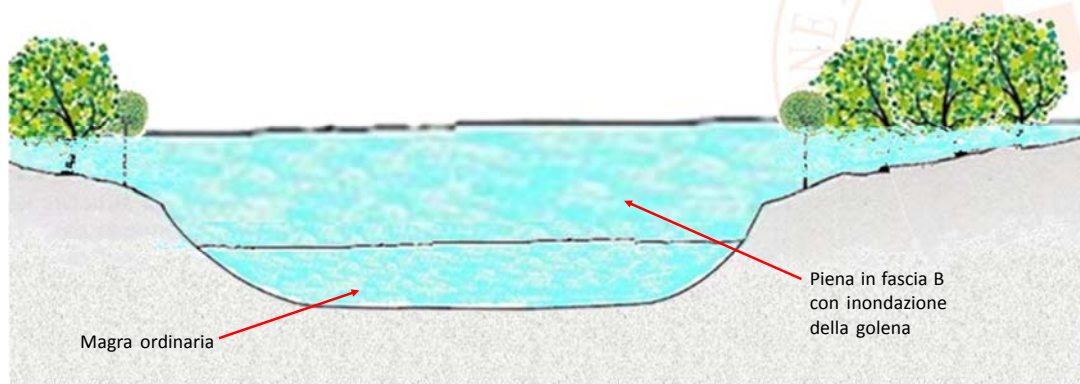
1.- Fascia di deflusso della piena (**Fascia A**), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;



Con il termine **laminazione** viene definita l'attenuazione di un'onda di piena per l'effetto dell'inserzione di un serbatoio lungo un corso d'acqua o nel caso dei grandi fiumi, l'allagamento delle aree golenali.

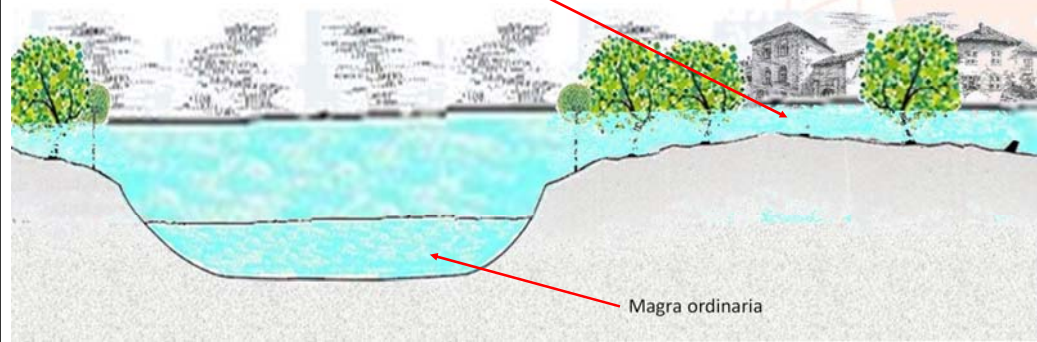


2.- Fascia di esondazione (**Fascia B**), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la **laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo**. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.



Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento (Ad es. con la rottura degli argini).

Piena in fascia C con inondazione disastrosa dei centri abitati esterni alla gola e protetti dagli argini



Magra ordinaria

Elaborato 7

Norme di attuazione degli interventi nelle aree soggette a inondazione

	FENOMENI	SCENARIO D'EVENTO		EFFETTI E DANNI
CRITICITÀ 'NULLA'	Assenza di fenomeni rilevanti	METEO	Situazione di normalità	<ul style="list-style-type: none"> Nessun effetto
ORDINARIA CRITICITÀ'	Eventi meteoroidrologici localizzati ed anche intensi	METEO	Temporalmente accompagnati da fulmini, rovesci di pioggia e grandinate, colpi di vento e trombe d'aria.	<ul style="list-style-type: none"> Allagamento dei locali interrati; Interruzioni puntuali e provvisorie della viabilità in prossimità di piccoli impluvi e a valle dei fenomeni di scorrimento superficiale.
		GEO	Possibilità di innesco di fenomeni di scorrimento superficiale localizzati con interessamento di coltri detritiche, cadute di massi ed alberi.	
		IDRO	Fenomeni di ruscellamento superficiale, rigurgiti fognari, piene improvvise nell'idrografia secondaria ed urbana.	

allegato 4 - Delimitazione delle aree in dissesto e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato



	FENOMENI	SCENARIO D'EVENTO		EFFETTI E DANNI
MODERATA CRITICITÀ	Eventi meteoroidrologici intensi e persistenti.	GEO	<ul style="list-style-type: none"> Frequenti fenomeni di instabilità dei versanti di tipo superficiale di limitate dimensioni; Localizzati fenomeni tipo colate detritiche con possibile riattivazione di conoidi. 	<ul style="list-style-type: none"> Interruzioni puntuali e provvisorie della viabilità in prossimità di piccoli impluvi e a valle dei fenomeni di scorrimento superficiale; Danni a singoli edifici o piccoli centri abitati interessati da fenomeni di instabilità dei versanti; Allagamenti e danni ai locali; Occasionali danni a persone e casuali perdite di vite umane
		IDRO	<ul style="list-style-type: none"> Allagamenti ad opera dei canali e dei rii e fenomeni di rigurgito del sistema di smaltimento delle acque piovane; Limitati fenomeni di inondazione connessi al passaggio della piena con coinvolgimento delle aree prossime al corso d'acqua e moderati fenomeni di erosione; Fenomeni localizzati di deposito del trasporto con formazione di sbarramenti temporanei; Occlusione parziale delle sezioni di deflusso delle acque; Divagazione d'alveo, salto di meandri, occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti. 	

Direttiva Alluvioni

La Direttiva 2007/60/CE

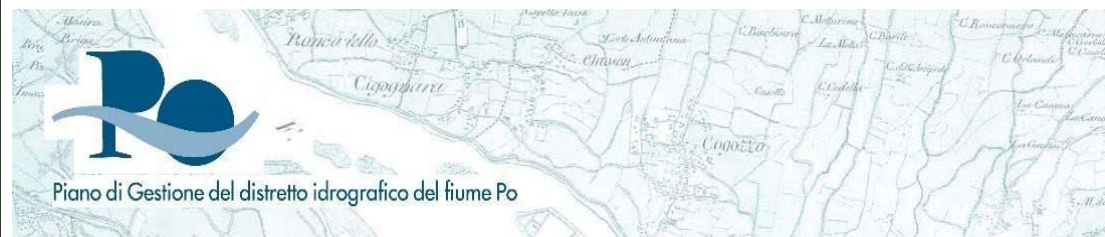
La Direttiva 2007/60/CE (**Direttiva Alluvioni**) intende “istituire un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all’interno della Comunità”.

L’obiettivo finale della direttiva è di dotare gli stati membri di piani di gestione del rischio di alluvioni che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare “**la prevenzione, la protezione, e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento**”. La direttiva ha altresì l’intento di promuovere, all’interno delle politiche comunitarie, l’integrazione di un elevato livello di tutela ambientale nella pianificazione territoriale, secondo il principio dello sviluppo sostenibile.

In Italia, l’attuazione della direttiva 2007/60/CE è avvenuta con D.Lgs. 49/2010

Da:  GEOPORTALE NAZIONALE

	FENOMENI	SCENARIO D'EVENTO	EFFETTI E DANNI
ELEVATA CRITICITÀ	Eventi meteoroidrologici diffusi, intensi e persistenti	GEO <ul style="list-style-type: none">Diffusi ed estesi fenomeni di instabilità dei versanti;Possibilità di riattivazione di frane, anche di grandi dimensioni, in aree note, legate a contesti geologici particolarmente critici.	<ul style="list-style-type: none">Danni alle attività agricole ed agli insediamenti residenziali ed industriali sia prossimi che distali rispetto al corso d’acqua;Danni o distruzione di centri abitati, di rilevati ferroviari o stradali, di opere di contenimento, regimazione o di attraversamento;Possibili perdite di vite umane e danni a persone.
		IDRO <ul style="list-style-type: none">Localizzati fenomeni tipo colate detritiche con parziale riattivazione di conoidi.Divagazioni d’alveo, salto di meandri, occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti.	



Obiettivo del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po è di impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici.

Cosa è il Piano Acque

Il Piano di Gestione del distretto idrografico è lo strumento operativo previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, recepita a livello nazionale dal D.lgs 152/06, per attuare una politica coerente e sostenibile della tutela delle acque comunitarie, attraverso un approccio integrato dei diversi aspetti gestionali ed ecologici alla scala di distretto idrografico.

DIRETTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

Articolo 2

Ai fini della presente direttiva, oltre alle definizioni di «fiume», «bacino idrografico», «sottobacino» e «distretto idrografico» di cui all’articolo 2, della direttiva 2000/60/CE, si applicano le seguenti definizioni:

- 1) «**alluvione**»: l’allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d’acqua. Ciò include le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d’acqua temporanei mediterranei, e le inondazioni marine delle zone costiere e può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari;
- 2) «**rischio di alluvioni**»: la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e l’attività economica derivanti da tale evento.

Il raggiungimento dell'obiettivo passa attraverso tre tappe fondamentali:

- ✓ valutazione preliminare del rischio di alluvioni (art. 4);
- ✓ elaborazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6);
- ✓ redazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni (art. 7).



Valutazione preliminare del rischio di alluvione

Valutazione preliminare del rischio di alluvioni e definizione delle aree a potenziale rischio significativo di alluvioni ai sensi degli art. 4 e 5 della Direttiva 2007/60/CE: secondo ciclo di gestione

RELAZIONE METODOLOGICA
MARZO 2019



DISTRETTO: DEL FIUME PO

- Eventi passati e loro effetti (**past flood**)
- Eventi futuri e loro effetti (**future flood**)
- Aree a rischio potenziale significativo (**APSMR**)

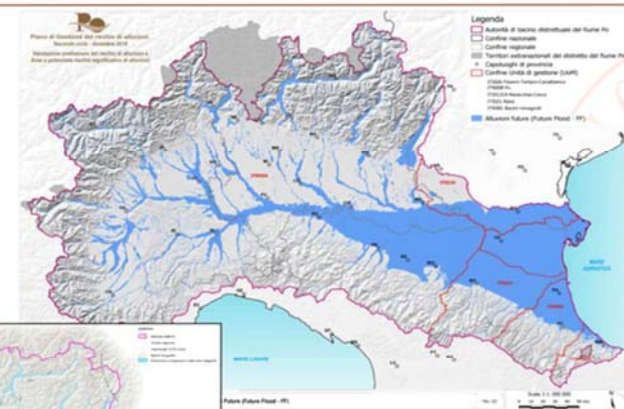


Direttiva Alluvioni La Direttiva 2007/60/CE Tempistica prevista



Future Flood

Bacino del Po ed aree allagabili della Pianura Padana



Le mappe nel I ciclo



MISURE PREVISTE DA DIRETTIVA 2007/60/CE

Misure di prevenzione

- divieto di realizzare nuove edificazioni in aree inondabili,
- demolizione e ricollocazione di volumi in aree a minor pericolosità,
- riduzione della vulnerabilità di elementi esposti,
- predisposizione di studi e modellazione idraulica per conoscere le modalità di propagazione delle piene.



MISURE PREVISTE DA DIRETTIVA 2007/60/CE

Misure di preparazione

- piani per previsione delle inondazioni,
- piani di emergenza,
- informazione preventiva e preparazione.

Misure di ricostruzione e valutazione post-evento

- ripristino funzionale degli edifici,
- ripristino ambientale dei corsi d'acqua,
- analisi del fenomeno per valorizzare l'esperienza e migliorare le conoscenze.



MISURE PREVISTE DA DIRETTIVA 2007/60/CE

Misure di protezione

- ripristino di sistemi naturali di espansione delle piene (per esempio le casse di espansione),
- regolazione delle piene,
- costruzione, modifica o rimozione opere arginali,
- **gestione delle acque superficiali per miglioramento della capacità di drenaggio (per un drenaggio urbano sostenibile). [Invarianza idraulica]**



I PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) devono riguardare tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tenere conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

I piani di gestione del rischio di alluvioni possono anche comprendere la promozione di **pratiche sostenibili di uso del suolo, il miglioramento delle capacità di ritenzione delle acque nonché il ricorso all'inondazione controllata di certe aree in caso di evento alluvionale**. Inoltre la Flood Directive suggerisce di porre l'accento, se opportuno, su misure non strutturali e/o volte alla riduzione della probabilità di inondazione.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni nel bacino del Fiume Po

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni"), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4 e approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 febbraio 2017).

Il piano ha l'obiettivo di individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.



Questa classificazione risponde alla richiesta di **organizzare la gestione del rischio alluvioni in modo condiviso** a livello nazionale ed europeo. Il PGRA-Po contiene:

- ✓ la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio; una diagnosi delle situazioni a maggiore criticità (SEZIONE A),
- ✓ il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni e una diagnosi delle principali criticità (SEZIONE B),
- ✓ le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione (SEZIONE A) e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (SEZIONE B).



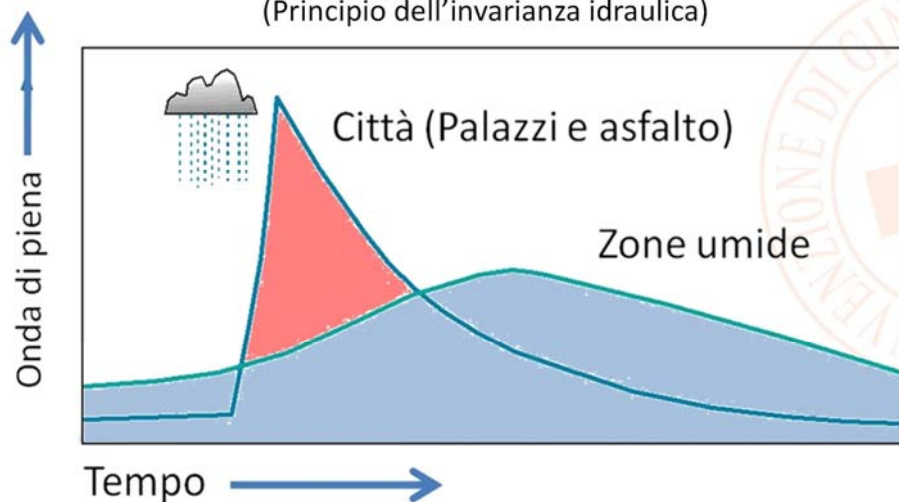
Le azioni previste dal PGRA-Po (Piano Gestione Rischio Alluvioni del fiume PO) sono classificate in **quattro tipologie**, che corrispondono alle quattro fasi di gestione del rischio alluvioni:

- 1.- prevenzione (es. vincoli all'uso del suolo),
- 2.- protezione (es. realizzazione di opere di difesa strutturale),
- 3.- preparazione (es. allerte, gestione dell'emergenza),
- 4.- ritorno alla normalità e analisi (es. valutazione e ristoro danni, analisi degli eventi accaduti).

Alterazione della permeabilità del suolo
(Vincoli all'uso del suolo)



Andamento delle onde di piena in funzione dell'urbanizzazione del territorio (Principio dell'invarianza idraulica)



INVARIANZA IDRAULICA

Regione Lombardia - Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7

Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

I comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti generali e in sede di redazione degli strumenti urbanistici attuativi, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo rispettino il principio dell'invarianza idraulica.

Gli strumenti urbanistici generali ed attuativi individuano e definiscono le infrastrutture necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica per gli ambiti di nuova trasformazione e disciplinano le modalità per il suo conseguimento, anche mediante la realizzazione di vasche di laminazione.

INVARIANZA IDRAULICA

Principio in base al quale la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

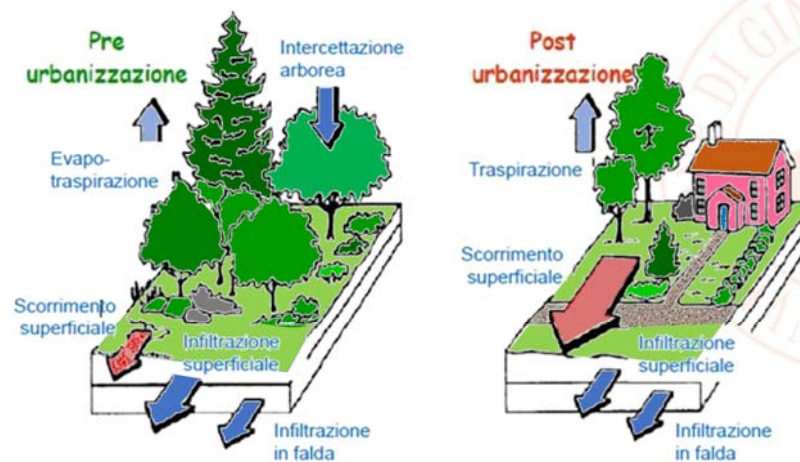
INVARIANZA IDROLOGICA

Principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

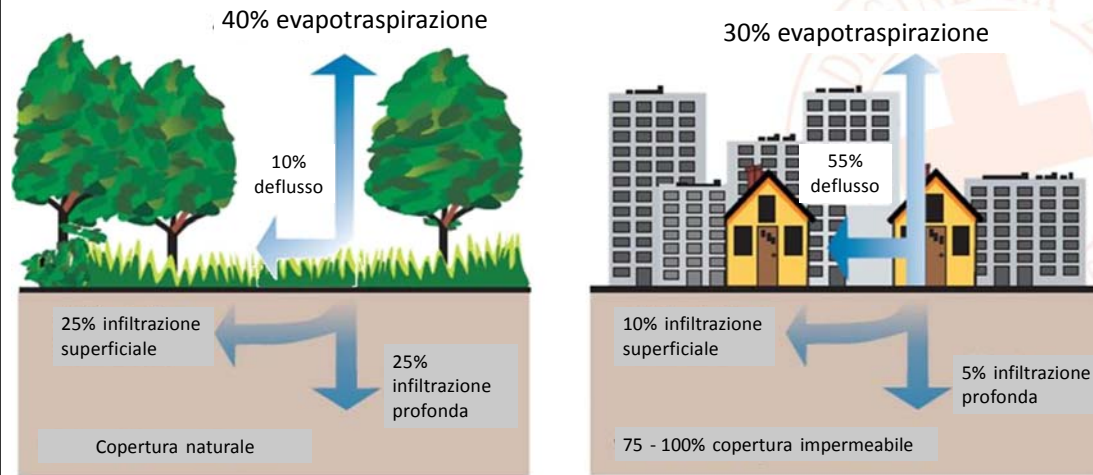
DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Strumento volto a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche ed a ridurre il degrado qualitativo delle acque. I sistemi di drenaggio urbano sostenibili tendono a ridurre gli effetti idrologici e idraulici dell'impermeabilizzazione, migliorare la qualità delle acque ed integrare il design del verde nella città.

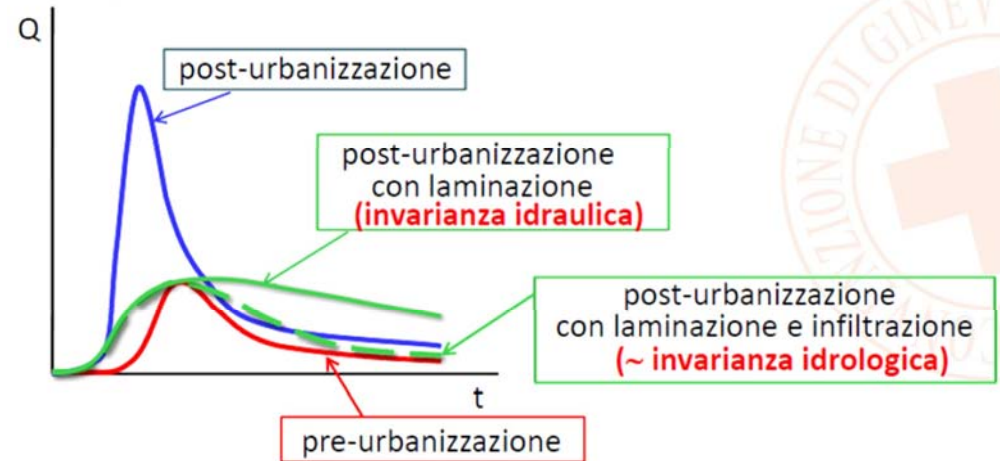
INVARIANZA IDRAULICA DEFLUSSI SUPERFICIALI E URBANIZZAZIONE



Deflusso delle acque meteoriche su differenti superfici



Principio dell'invarianza idraulica



IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI E SISTEMI DI DRENAGGIO



IERI 10% di superficie urbanizzata
Sistemi di drenaggio urbano tradizionali, infiltrazione in aree non edificate (verde urbano, aree agricole)



OGGI 30-40 % di superficie urbanizzata
Sistemi di drenaggio urbano tradizionali, allagamento di porzioni di città, infiltrazione in aree non edificate sempre meno estese.



Domani 40-50 % di superficie urbanizzata
Sistemi di drenaggio urbano diffusi su tutta la città e il territorio (rain garden, fosse drenanti, stagni di ritenuta, tetti verdi, cisterne, ecc.)

Elaborazione su dati della Regione Lombardia

La cartografia ufficiale delle aree allagabili del PGRA alla quale i Comuni devono fare riferimento è costituita dalle Mappe della Pericolosità e del Rischio aggiornate al 2015 pubblicate sul GEOPortale della Regione Lombardia visualizzabili attraverso il Servizio di Mappa denominato Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015. Tutti i dati sono scaricabili in formato vettoriale attraverso il Servizio di Download del GEOPortale

PERICOLOSITA' - DEFINIZIONE

Probabilità di accadimento di un evento alluvionale di data intensità, in un intervallo di tempo prefissato, e su una determinata area

MAPPE PERICOLOSITA' - SCENARI

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo i seguenti scenari:

Scenario	Tempo di ritorno	Pericolosità
Elevata probabilità di alluvione (H = High)	20 - 50 anni (frequente)	P3 Elevata
Media probabilità di alluvione (M = Medium)	100 - 200 anni (poco frequente)	P2 Media
Bassa probabilità di alluvione (L = Low)	Maggiore di 500 anni o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa

Mappe di rischio - Scenari

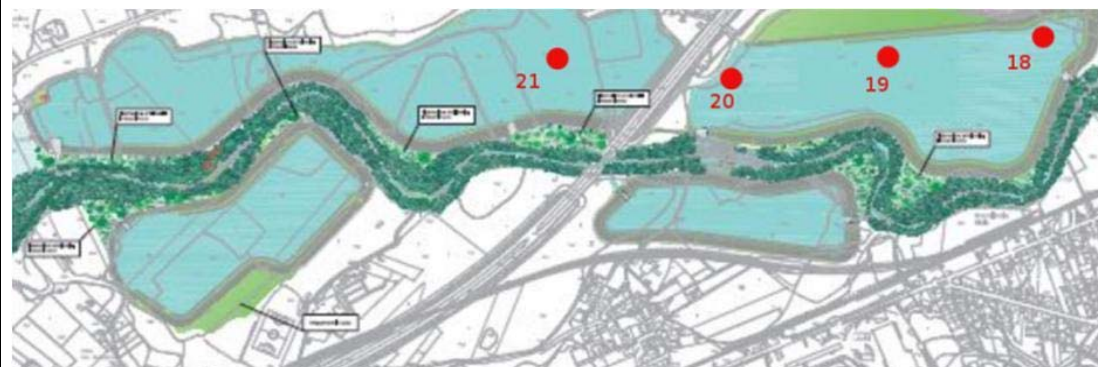
Le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dell'evento alluvionale, individuando il numero indicativo di abitanti interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali esposti, la distribuzione e la tipologia delle attività economiche, gli impianti a rischio di incidente rilevante, e per ultimo le aree soggette ad alluvioni con elevata volume di trasporto solido e/o colate detritiche.

R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici marginali;

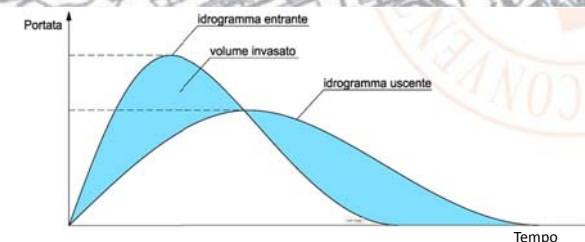
R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;

R3 (rischio elevato): possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;

R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.



Vasche di laminazione per ridurre l'impatto della piena di un torrente



Con Regolamento regionale 23 novembre 2017 – n. 7 (pubblicato in data 27/11/2017), Regione Lombardia ha emanato i criteri e metodi per il rispetto del principio di **invarianza idraulica ed idrologica** ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12, da applicarsi agli interventi di:

- ✓ nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- ✓ demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ✓ ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

Vasche di laminazione in programma per il Seveso

Seveso, riparte il piano anti-alluvioni

Sconfitto il Comune di Bresso: dopo oltre un anno il governo dice sì alla vasca di contenimento nel Parco Nord

ORIANA LEO

Via libera dal governo al progetto delle vasche di laminazione per il contenimento delle acque del fiume Seveso. La presidenza del Consiglio dei ministri, infatti, ha risposto - giudicando favorevole - il ricorso presentato dal Comune di Bresso contro l'opera. Un ricorso che, in pratica, ha bloccato per più di un anno l'iter di approvazione per la realizzazione del lago artificiale nel Parco Nord, che insieme ad altri analoghi dovrebbe evitare le inondazioni che, da decenni, colpiscono la zona nord della città. Il governo scrive al sindaco di Bresso - quello in carica, Simone Caini, anche se il ricorso era stato fatto dal suo predecessore Ugo Vecchiarelli - spingendo che Bresso non poteva presentare ricorso invocando la tutela dell'interesse della salute e dell'incolumità dei suoi cittadini in quanto «gli enti direttamente

L'obiettivo adesso è finire i lavori nel 2022. Graneli: "Andremo avanti velocemente ma tutelando le aree"

I punti Le tappe delle opere per contenere il fiume



Il fiume Seveso a Niguarda prima di entrare nel tratto interrato: poco prima sarà realizzato il laghetto artificiale dove far dissipare l'onda di piena

I punti

Le tappe delle opere per contenere il fiume

go, tendendo la mano proprio ai Comuni riuniti, che procedono velocemente sui progetti, pensando al milanese ma anche ai territori vicini alla futura va-

area». Si riserva di decidere sulla base di un'analisi di Bresso. Calza, che però commenta: «Leggere nelle motivazioni che non è il nostro compito tutelare la salute

La prossima settimana il governo di Bresso. Calza, che è commissario per l'opera, Bressa il progetto definitivo della vasca di laminazione, successivamente

VII
la Repubblica
Cronaca

Le tappe delle opere per contenere il fiume

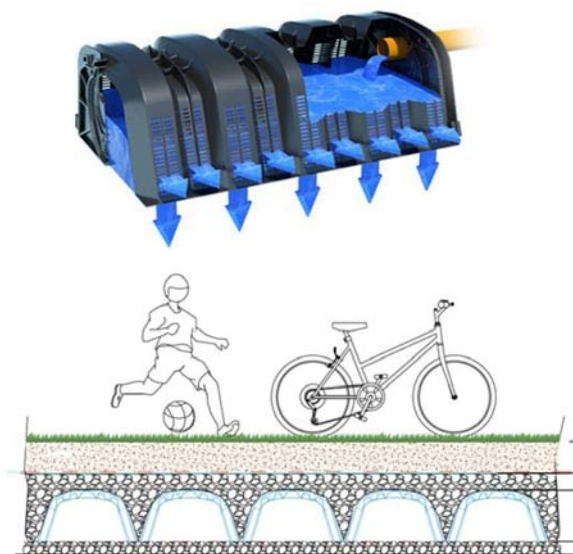
1 Il progetto
Nel 2014 viene presentato il progetto per realizzare quattro vasche di laminazione (a Senago, Lentate, Paderno e Parco Nord) per contenere la piena del fiume Seveso

2 Le vasche
Il progetto, che costa 140 milioni, di cui 110 del governo e gli altri di Comune e Regione, è in fortissimo ritardo: tutte le vasche avrebbero dovuto essere pronte nel 2016, ma oggi non ce n'è nemmeno una

3 I ricorsi
L'opposizione maggiore è arrivata dal Comune di Bresso, che ha presentato un ricorso, così come un comitato di cittadini, oltre ad appellarsi al governo, ma sempre con esito negativo

Storia del progetto illustrata dal giornale.

Tuttora i lavori sono bloccati per il ricorso del comune di Bresso.



In particolare, consideriamo di **importanza strategica la galleria scolmatrice e gli invasi montani** (il cui funzionamento è schematizzato nella Fig. 30) poiché consentono di sottrarre ingenti portate al centro città.



Fig. 30. Schema di funzionamento degli invasi montani di laminazione (sbarramenti a bocca tarata). Lo scopo è trattenere temporaneamente nell'invaso le portate eccedenti una certa soglia (quelle che produrrebbero esondazione a Carrara), rilasciandole in seguito, quando il picco di piena è già passato e le acque possono transitare a valle senza provocare danni. **1:** lo sbarramento ha un'apertura sul fondo (qui disegnata verticale, ma solitamente orizzontale) che lascia passare interamente le portate ordinarie. **2:** all'arrivo di una piena non tutta l'acqua riesce a passare dalla bocca tarata, perciò il livello nell'invaso inizia ad aumentare. **3:** col picco di piena si raggiunge il massimo livello nell'invaso. **4:** passato il picco di piena, l'acqua invasata continua a uscire e il livello nell'invaso cala. **5:** nel giro di qualche ora (per il Carrione) l'invaso è nuovamente vuoto. Non si tratta quindi di laghi, ma di bacini completamente vuoti per diversi anni, salvo attivarsi per qualche ora in occasione di piene superiori a una certa soglia.



Grazie per l'attenzione