



# Le mappe di pericolosità e di rischio di alluvioni sul reticolo principale

Metodologia ed esempi



# Fonti dati e soggetti attuatori

AMBITO TERRITORIALE	SOGGETTO ATTUATORE	FONTI
<p><b>Reticolo idrografico principale (RP)</b></p>	<p>Autorità di bacino del fiume Po</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•PAI</li> <li>•PTCP</li> <li>•Rilievi topografici di dettaglio (Rilievi LIDAR MATTM 2008)</li> </ul>



# Mappe di pericolosità - scenari

Direttiva Alluvioni		Pericolosità
Scenario	Tempo di ritorno	
Aree allagabili – scenario frequente Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 anni (frequente)	<b>P3</b> <b>elevata</b>
Aree allagabili – scenario poco frequente Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 anni (poco frequente)	<b>P2</b> <b>media</b>
Aree allagabili – scenario raro Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	500 anni o massimo storico registrato	<b>P1</b> <b>bassa</b>



# Processo di costruzione delle mappe di pericolosità

- Fase 1
  - Valutazione dei principali eventi alluvionali storici, per i quali sono disponibili mappe delle aree allagate e stima delle portate di piena.
  - Raccolta e sistematizzazione di tutti gli Studi disponibili (AdbPo, AiPo, Province, Regioni);
  - Presa in carico dei modelli del tempo reale;
  - Presa in carico dei progetti delle grandi opere infrastrutturali (alta velocità, autostrade).
  
- Fase 2
  - Confronto e verifica delle diverse informazioni disponibili e analisi di coerenza.
  
- Fase 3
  - Delimitazione delle mappe delle aree inondabili, per ciascuno dei tre scenari di piena (frequente, poco frequente e rara), anche sulla base delle indicazioni fornite dalla Regione (Difesa suolo, STB) e dall'AIPO.



# Criteri generali per la delimitazione delle aree inondabili

## (1/2)

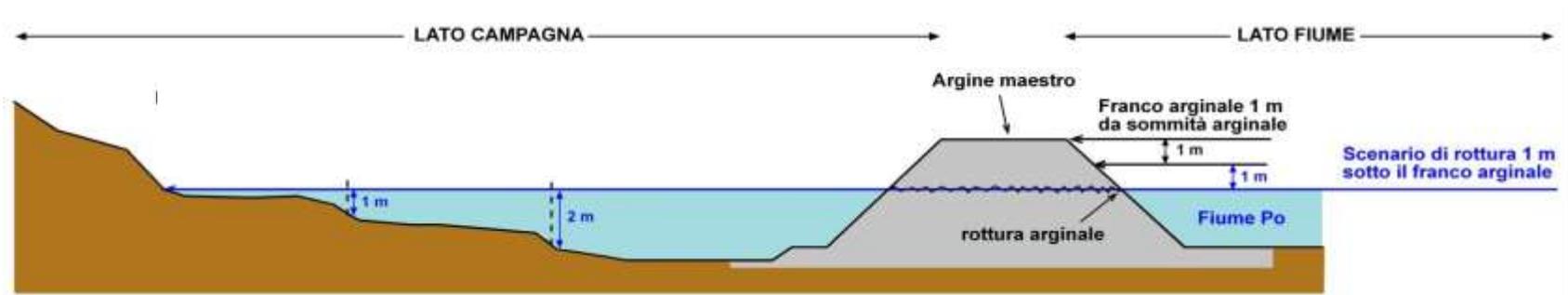
- Le mappe riportano informazioni sull'estensione delle aree inondabili per i diversi tempi di ritorno, ma non contengono ancora indicazioni rispetto alle altezze e alle velocità né valutazioni specifiche sulle dinamiche di allagamento conseguenti a rotture arginali.
- Nel caso specifico dei corsi d'acqua del reticolo principale, arginati con continuità (asta fiume Po e tratto terminale del Panaro), il limite delle aree inondabili per lo scenario M (alluvioni poco frequenti) è posto in corrispondenza del tracciato dei rilevati medesimi.
- Le aree inondabili conseguenti alla rottura di tali rilevati arginali sono sempre ricomprese nello scenario L (alluvioni rare o estreme) e definite con i criteri seguenti:



# Criteri generali per la delimitazione delle aree inondabili

## (2/2)

1. **criterio speditivo**, illustrato nella figura di seguito riportata (intersezione fra una superficie - 2 metri rispetto alla sommità arginale e il terreno);



2. **criterio storico**, in funzione delle aree inondate in seguito a rotte avvenute in passato;
3. **criterio idraulico**, mediante l'utilizzo di modelli bidimensionali, qualora disponibili.



# Confronto tra mappe di pericolosità e PAI

- Aree allagabili più estese delle fasce fluviali  
 Modifica fasce  
 Approfondimenti di analisi
- Aree allagabili meno estese delle fasce fluviali  
 Nessuna modifica alle fasce: le fasce sono tracciate tenendo conto anche di altri aspetti oltre a quello idraulico (ambientale, geomorfologico, tutela paesistica e ambientale)
  - occorre restituire ai corsi d'acqua il proprio territorio
  - occorre ridurre il consumo di suolo
- Aree allagabili riferite a corsi d'acqua privi di fasce fluviali  
 La mappatura è un riferimento indispensabile al fine di dare una ricostruzione dell'ambito fluviale omogenea a livello di asta, superando le frammentazioni locali



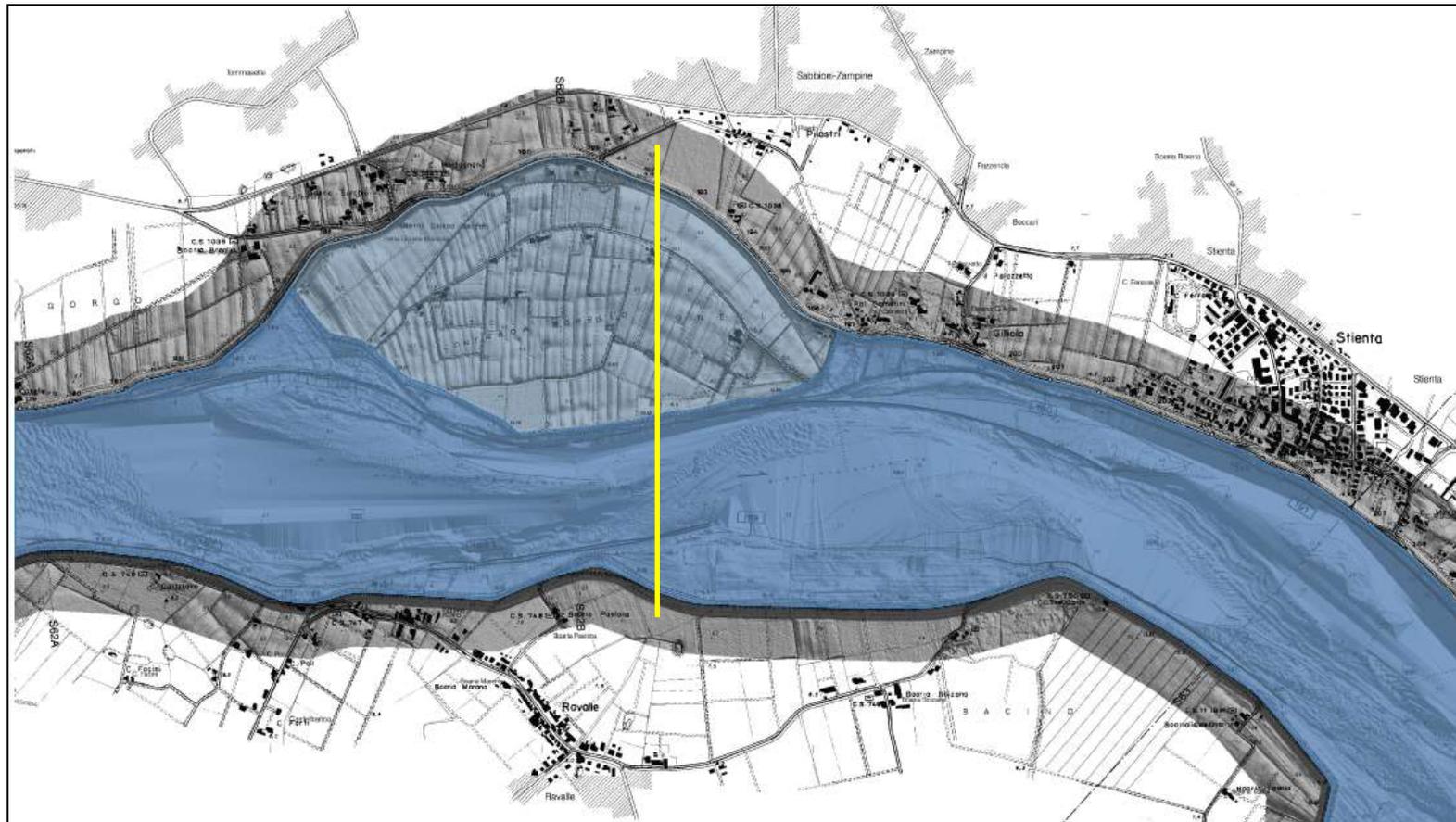
## Esiti della mappatura

Per il **Po** le aree inondabili sono state delimitate in corrispondenza delle arginature maestre (TR 200 anni) o golenali (laddove adeguate alla piena TR 20 anni). Per lo scenario di evento estremo è stata utilizzata la fascia C del PAI.

Sono disponibili inoltre specifici Atlanti dai quali possono essere tratte informazioni sulla vulnerabilità per sormonto, sifonamento e sfiancamento.

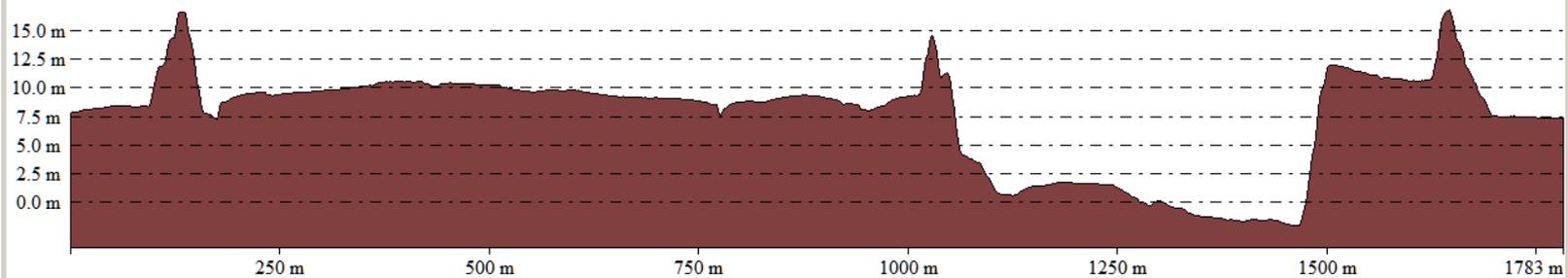


# Mappe di pericolosità per lo scenario H e M



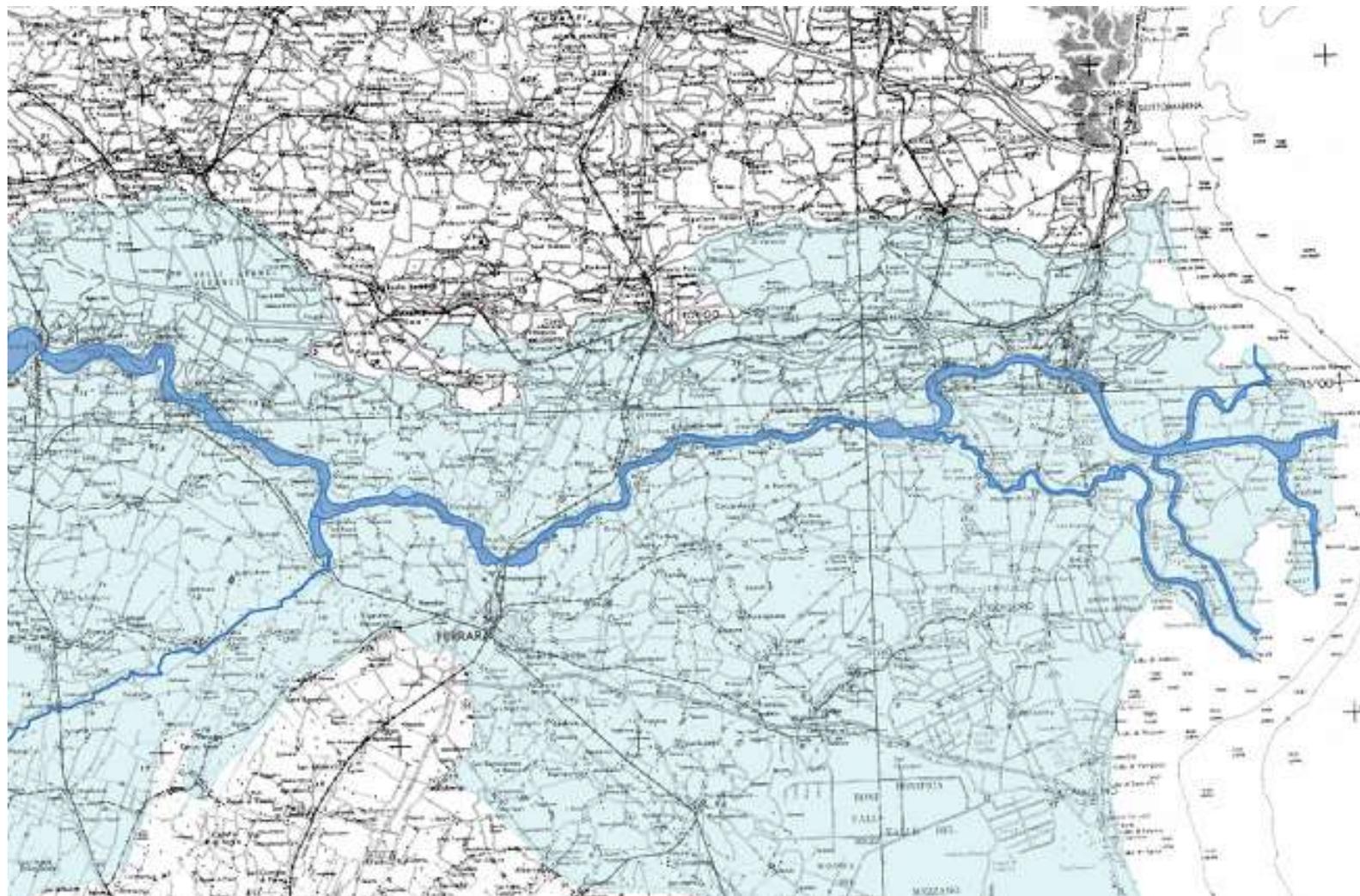
From Pos: 698383.200, 4980256.306

To Pos: 698377.197, 4978473.589

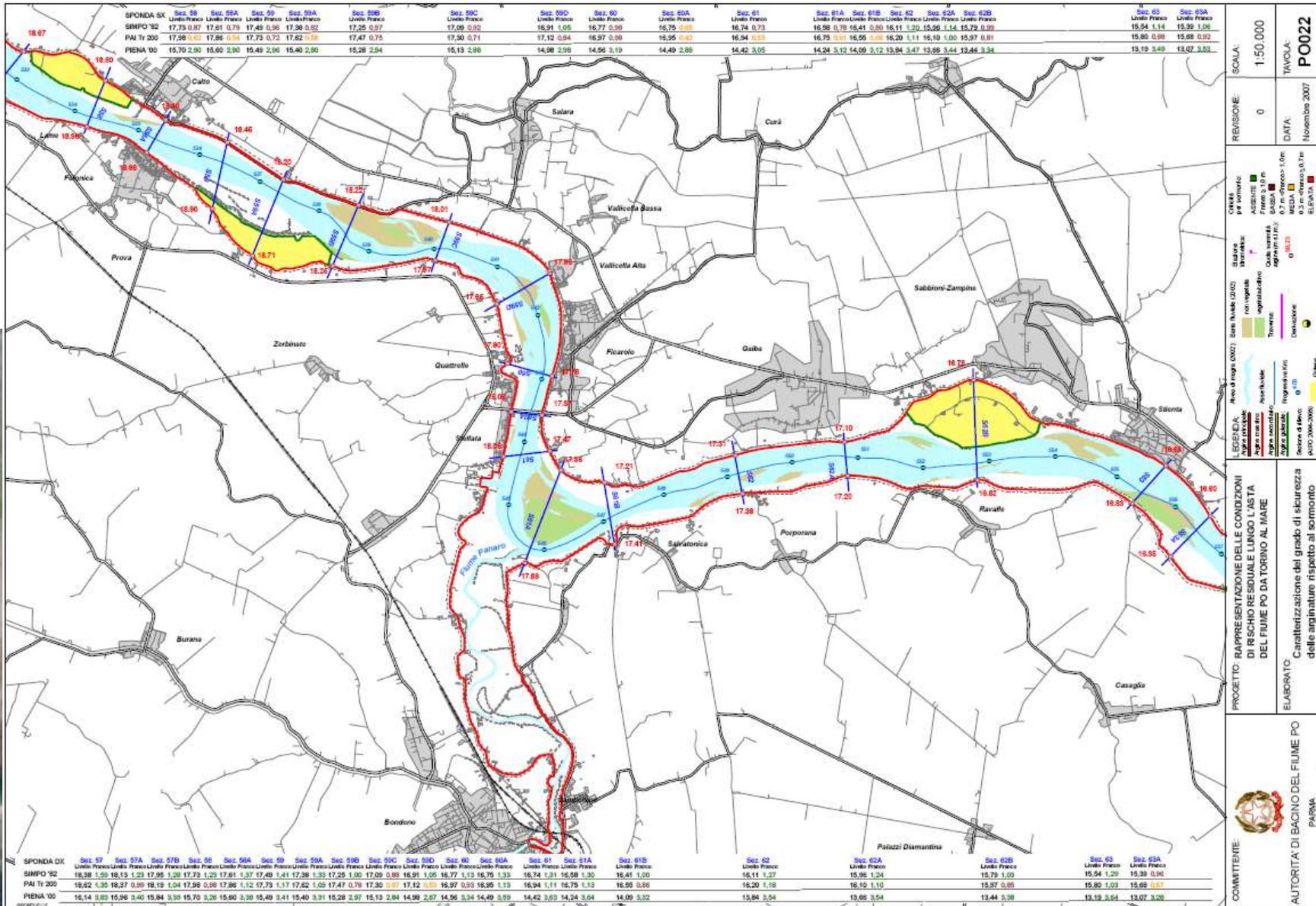


# Mappe di pericolosità finali

-  Elevata probabilità di alluvioni
-  Media probabilità di alluvioni
-  Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi



# Atlanti del fiume Po (criticità sormonto)







## Esiti della mappatura

Per il fiume **Panaro**, le aree inondabili sono state delimitate a partire dal PAI e dallo Studio SP1.1 (1997), tenuto conto di tutte le più recenti informazioni derivanti dagli enti gestori in relazione alle opere realizzate e agli allagamenti recenti, nonché dal PTCP e dal DTM.

- Aggiornamento delle conoscenze del PTCP e del PAI, grazie alla disponibilità del DTM del 2008, delle ortofoto del 2008 e del 2011, e delle informazioni di AIPO ed STB su opere e allagamenti recenti,
- necessità di aggiornamento delle analisi idrauliche e geomorfologiche mediante studi di asta,

Il confronto con le tavole della Fasce Fluviali del PAI evidenzia casi in cui le aree inondabili coprono anche zone esterne alle Fasce e casi in cui le Fasce sono più ampie delle aree inondabili, ma in generale vi è una buona corrispondenza.



# Esiti della mappatura

*esempio*

PERICOLOSITA'

del

Fiume Panaro a  
Bondeno



# Esiti della mappatura

*confronto tra Fasce PAI e Mappe di pericolosità*



su CTR 1:5000 del 2011



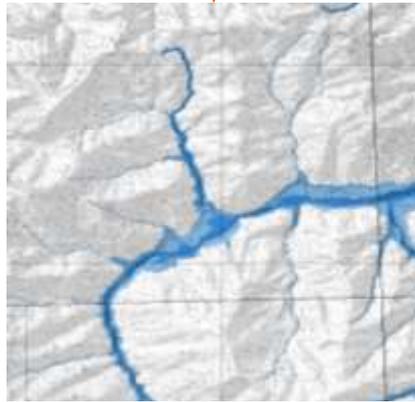
su ORTOFOTO AGEA del 2011



LEGENDA			
FASCE PAI		AREE INONDABILI	
--- A	A	■ H	H
— B	B	■ M	M
- · - C	C	■ L	L
● ● Bpr	Bpr		

# Dalla pericolosità al rischio

$$R = P * E * V = 1 \rightarrow D \text{ (danno)}$$



+

dove:

P = **Pericolosità** o probabilità di accadimento di un evento alluvionale di data intensità in un intervallo di tempo prefissato e su una determinata area

E = **Valore** degli elementi a rischio intesi come **persone, beni, patrimonio culturale ed ambientale ecc.** presenti nell'area inondabile

V = **Vulnerabilità** degli elementi a rischio, è il grado di perdita o danno associato a un elemento o a un gruppo di elementi a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data magnitudo. Dipende sia dalla capacità degli elementi a rischio di sopportare l'evento che dall'intensità dell'evento stesso. Varia da 0 (nessun danno/perdita) a 1 (danno/perdita totale)



# Le fasi del processo di analisi e valutazione del rischio

Le 3 fasi dell'attività:

- Individuazione degli elementi esposti (art. 6, comma 5, D.lgs.49/2010 e DPCM 29/9/1998);
- aggregazione in classi degli elementi esposti;
- attribuzione qualitativa di una classe di danno, dando i pesi maggiori alle classi riconducibili ad una presenza antropica costante sul territorio.

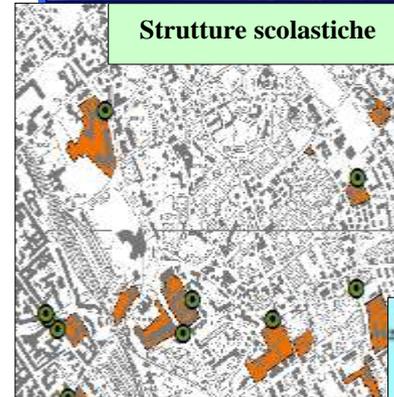


# Quali gli elementi esposti censire

## Fase 1

art. 6, comma 5, D.lgs.49/2010 e  
DPCM 29/9/1998

- urbanizzato;
- popolazione residente;
- strutture ospedaliere;
- scuole;
- stazioni e linee ferroviarie;
- rete stradale
- aree produttive
- beni ambientali
- Aree protette
- impianti all.I, D.lgs. N.59/2005
- ecc....



# Aggregazione in classi di elementi esposti

## Fase 2

### Interpretazione transcalare

#### Scala europea

- Popolazione
- Attività economica
- Ambiente
- Beni culturali

#### Scala nazionale

- Zone urbanizzate
- Strutture strategiche
- Infrastrutture strategiche
- Beni ambientali, storici e culturali
- Attività economiche
- Insediamenti produttivi o impianti tecnologici , potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale

#### Scala di distretto

- N. abitanti
- Zone tessuto residenziale
- Insediamenti industriali, artigianali, commerciali, servizi e agricoli
- Colture permanenti
- Colture orticole e vivai
- .....
- Insediamenti ospedalieri
- scuole
- .....
- Aeroporti
- reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori
- reti stradali secondarie e spazi accessori
- .....
- Impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005
- Discariche
- .....
- .....
- Beni ambientali, storici e culturali
- .....

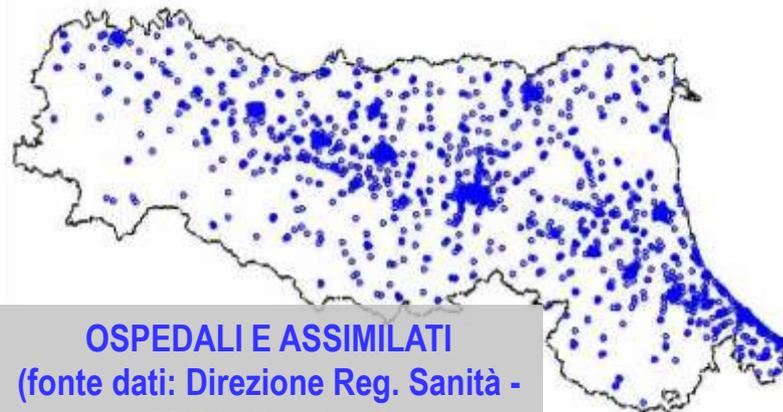


# Il database degli elementi esposti (art. 6, c. 5 D.lgs.49/2010)

## lett. b) – strutture strategiche



**STRUTTURE SCUOLATICHE**  
(fonte dati: Direzione Reg. Cultura  
- ARPC, Province)

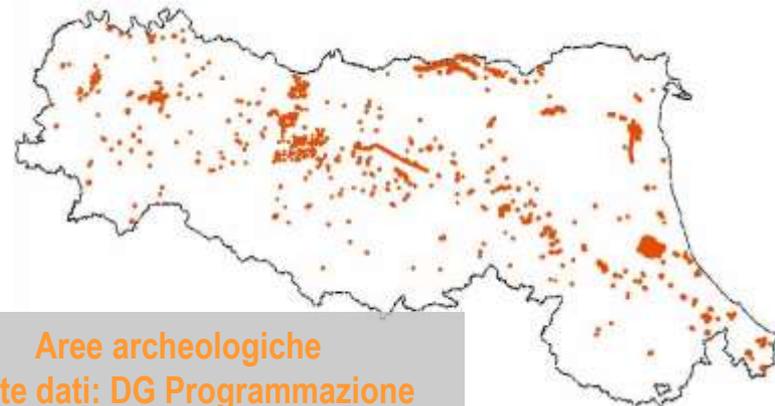


**OSPEDALI E ASSIMILATI**  
(fonte dati: Direzione Reg. Sanità -  
ARPC, Province)

## lett. c) – beni ambientali, storici e culturali



**Beni archeologici ed architettonici e  
aree archeologiche**  
(fonte dati: MIBAC)

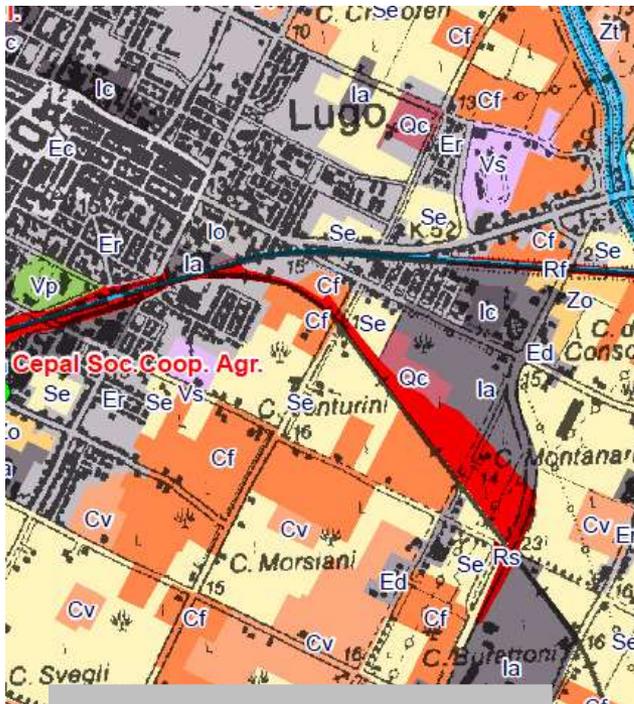


**Aree archeologiche**  
(fonte dati: DG Programmazione  
Territoriale)



# Il database degli elementi esposti (art. 6, c. 5)

lett. d): attività economiche



**CARTA DI USO DEL SUOLO REGIONALE (versione 2008)**

lett. e) insediamenti produttivi o impianti tecnologici pot. pericolosi)



**IMPIANTI AIA-IPPC**  
(fonte dati: DG Ambiente RER, db Arpa E-R)



**IMPIANTI RIR**  
(fonte dati: DG Ambiente RER, db Arpa E-R)



# Attribuzione classe di danno

## Fase 3

CLASSE D4	
1111	Tessuto residenziale denso
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso
1121	Tessuto residenziale discontinuo
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme
1123	Tessuto residenziale sparso
11231	Cascine
1424	Aree archeologiche
12122	Impianti di servizi pubblici e privati
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali
12112	Insedimenti produttivi agricoli
12121	Insedimenti ospedalieri
12123	Impianti tecnologici
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori
123	Aree portuali
12125	Aree militari oblitee
124	Aeroporti ed eliporti
1421	Impianti sportivi
1423	Parchi divertimento
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive

CLASSE D3	
133	Cantieri
12124	Cimiteri
132	Discariche
131	Cave
2113	Colture orticole
2114	Colture floro-vivaistiche
2115	Orti familiari

CLASSE D2	
=	
211	Seminativi
1411	Parchi e giardini
221	Vigneti
222	Frutteti e frutti minori
223	Oliveti
3114	Castagneti da frutto
213	Risaie
2313	Marcite
1412	Aree verdi incolte
2241	Pioppeti
2242	Altre legnose agrarie

CLASSE D1	
134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
311	Boschi di latifoglie
312	Boschi conifere
313	Boschi misti
314	Rimboschimenti recenti
331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
321	Praterie naturali d'alta quota
322 - 324	Cespuglieti
332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
333	Vegetazione rada
411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
3113	Formazioni ripariali
3222	Vegetazione dei greti
3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
5121	Bacini idrici naturali
5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
5122	Bacini idrici artificiali
335	Ghiacciai e nevi perenni

Reti stradali	
D4	Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali
D3	Reti secondarie: strade comunali

Elementi esposti puntuali	Danno
Beni culturali vincolati	D4
Immobili e aree di notevole interesse pubblico	D4
Impianti allegato I del D.L. 59/2005	D4
Aree protette per estrazione acqua a uso idropotabile	D4
Strutture ospedaliere	D4
Scuole	D4
Dighe	D4
Depuratori	D3
Inceneritori	D3

# Rappresentazione del Rischio

## POTENZIALI CONSEGUENZE NEGATIVE DELLE ALLUVIONI

*espresse in termini di:*

- a) numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;*
- b) infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole, etc);*
- c) beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area;*
- d) distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area;*
- e) impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, .....*

### SECONDO 4 CLASSI DI RISCHIO:

- R1 (moderato o nullo)
- R2 (medio)
- R3 (elevato)
- R4 (molto elevato)

**D.Lgs.  
49/2010  
(DPCM  
1998)**



# Mappe di rischio - matrici

**Matrice 1**  
Reticolo principale (RP)  
Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

**Matrice 2**  
Aree costiere lacuali (ACL)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

**Matrice 3**  
Reticolo secondario di pianura (RSP)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

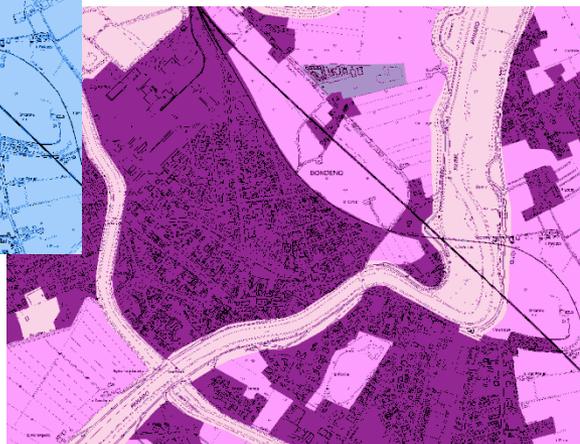


# Mappe di rischio

## Pericolosità su Danno e Mappe di Rischio



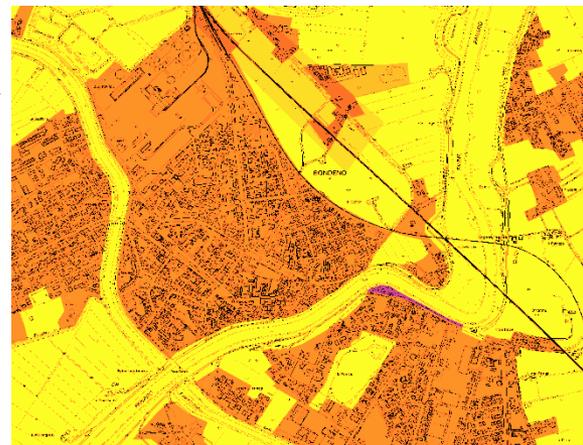
Mappe Pericolosità



Mappe Danno



Mappe Rischio

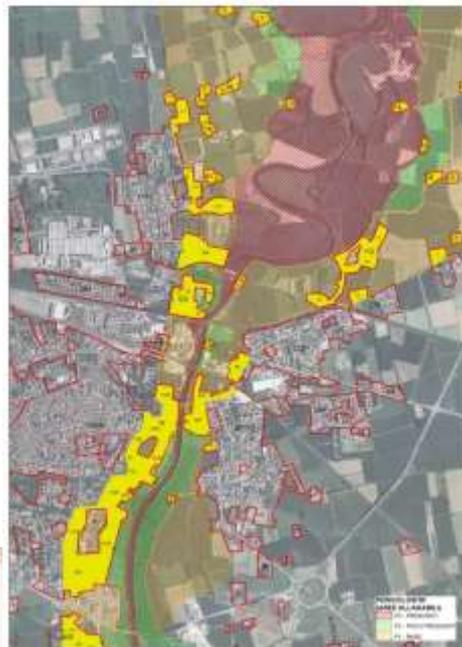


LEGENDA		
AREE INONDABILI	CLASSI DI DANNO	CLASSI DI RISCHIO
 H	 D1	 1
 M	 D2	 2
 L	 D3	 3
	 D4	 4

# Popolazione esposta



- Utilizzati i dati del censimento ISTAT 2001
- Unità territoriale di riferimento: sezioni di censimento
- Ipotizzata una densità costante della popolazione nelle sezioni di censimento
- La popolazione potenzialmente esposta è valutata proporzionalmente alla superfici di sezione di censimento interessata dagli scenari di allagamento



- \* 1- 10 abitanti
- 11 - 100 abitanti
- 101 - 1000 abitanti
- > 1000 abitanti



# Limiti delle elaborazioni sul rischio

<b>Elementi esposti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Le banche dati utilizzate hanno aggiornamenti temporali diversi</li><li>- La maggior parte delle banche dati sono a scala regionale e questo comporta un certo grado di disomogeneità a livello di distretto</li><li>- Metodologia scelta per la valutazione della popolazione esposta</li><li>- Attribuzione delle classi di danno</li></ul>
<b>Studi di approfondimento locale</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Necessità di una valutazione di livello locale sui beni esposti utile ad i quadri conoscitivi disponibili</li></ul>
<b>Reticolo principale</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Necessità di indicazioni estese relativamente alle altezze d'acqua e alle velocità della corrente per passare ad una valutazione quantitativa del rischio</li></ul>
<b>Impatti derivanti dal coinvolgimento di impianti che potrebbero provocare inquinamento in caso di alluvioni</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Necessità di analisi specifiche nei territori potenzialmente interessati dal coinvolgimento degli impianti censiti</li></ul>



# Criteri generali per l' utilizzo delle mappe

- Le mappe costituiscono un primo ed efficace strumento di diagnosi, delle conseguenze negative delle alluvioni e della vulnerabilità del territorio, sulla base delle quali procedere alla definizione degli obiettivi e delle misure del Piano di gestione del rischio alluvionale.
- Sono utili anche alla definizioni di indirizzi generali per l'organizzazione del servizio di protezione civile, sia a livello regionale che locale; tuttavia, per tali finalità è sicuramente richiesta una definizione di maggior dettaglio che va ben oltre le informazioni preliminari contenute nella cartografia prodotta.
- Esse costituiscono un elemento utile a rappresentare agli amministratori e ai cittadini le condizioni di rischio presenti nei territori in cui risiedono e, quindi, sono un adeguato strumento per aumentarne la consapevolezza e la capacità di mettere in atto comportamenti di auto difesa.



# Grazie per l'attenzione

---

## Mappa degli attori che hanno collaborato

- Autorità di Bacino, attività di coordinamento sull'intero distretto: elaborazione mappe della pericolosità da alluvione dei c.a. naturali, metodologia di valutazione del rischio e rapporti con la pianificazione di bacino vigente
- Servizio difesa del suolo della costa e bonifica, attività di coordinamento sull'intera regione sull'intera attività
- Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli: elaborazione mappe della pericolosità e del rischio per fenomeni di ingressioni marina. Sistematizzazione banche dati, elaborazioni cartografiche e supporto alla produzione delle mappe del rischio di alluvione. Supporto alla elaborazione delle mappe di pericolosità dell'ambito di bonifica e analisi morfologiche
- Servizi Tecnici di Bacino e AIPO: Verifica preliminare mappe e segnalazioni di criticità
- Servizio tutela e risanamento risorsa acqua: rapporti con la direttiva 2000/60/CE
- Servizio Statistica e Informazione geografica: Sviluppo Moka web Gis «Direttiva 2007/60/CE»
- Agenzia Regionale Protezione Civile: banche dati elementi esposti e rapporto con la pianificazione di emergenza
- Servizio Comunicazione, Educazione alla sostenibilità e strumenti di partecipazione: supporto alla fase di informazione, comunicazione, partecipazione e sviluppo strumenti dedicati
- Consorzi di Bonifica: analisi della pericolosità di alluvione della rete di bonifica
- Province: banche dati elementi esposti, PTCP, Piani di Emergenza Protezione Civile
- ARPA: Cambiamenti climatici e supporto all'aggiornamento dei dati idrologici (studio pilota)

