



UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI PARMA



EU.WATERCENTER
inspired by water, driven by innovation



Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale

Continuing education seminars

La pianificazione di distretto idrografico
nel contesto nazionale ed europeo

**Il Piano di gestione del rischio di alluvioni
Valutazione della pericolosità e del rischio**

Andrea Colombo

Parma, Campus Universitario, 12 Giugno 2015



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI PARMA



ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA DI PARMA

Sommario

- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE
- La valutazione della pericolosità
- La valutazione del rischio
- Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (obiettivi e misure)
- Il monitoraggio dei beni esposti e la riduzione della vulnerabilità

La Direttiva Alluvioni: finalità

La Direttiva Alluvioni ha l'obiettivo di costruire un **quadro conoscitivo omogeneo** a livello europeo sugli effetti che gli eventi alluvionali generano sul territorio in termini di:

- aree allagate (**mappe di pericolosità**),
- popolazione coinvolta, superficie urbanizzate e produttive ed infrastrutture strategiche interessate (**mappe del rischio**).

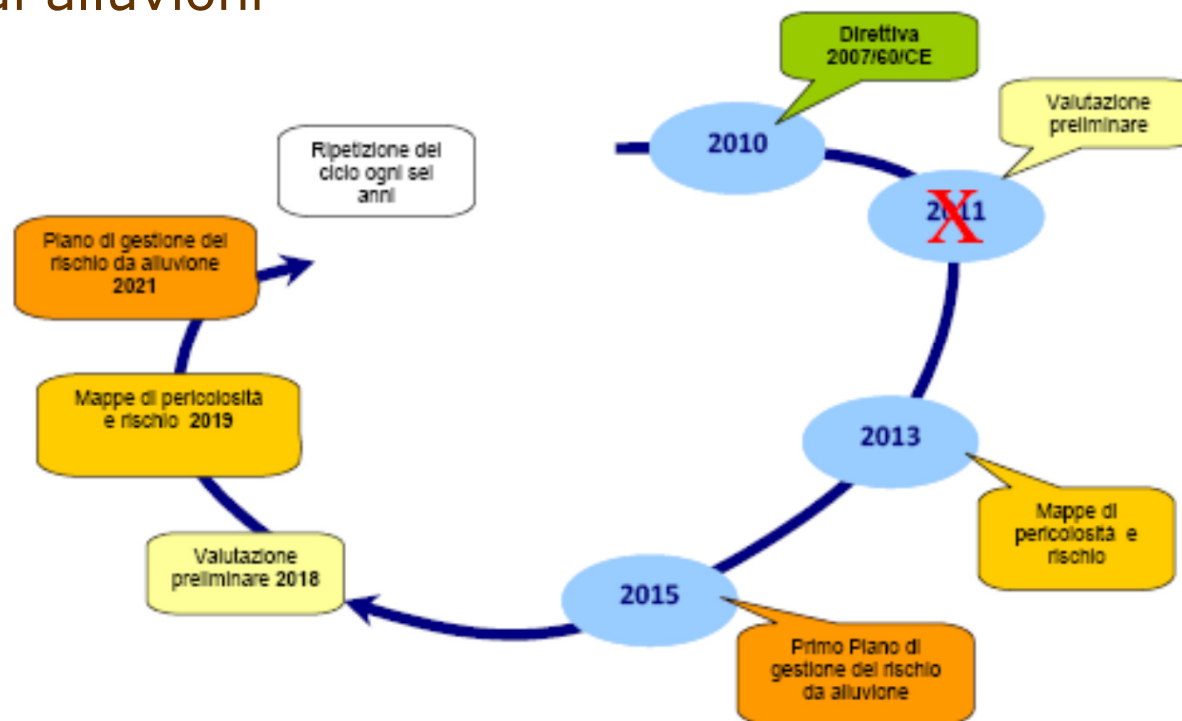
Tali mappe costituiscono il riferimento per definire il **Piano di gestione dei rischi di alluvioni** che ha la finalità di ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche.

La Direttiva Alluvioni: Strumenti e scadenze

Valutazione preliminare del rischio di alluvioni
entro il 22 settembre 2011

Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni
entro il 22 dicembre 2013

Piano di gestione del rischio di alluvioni
entro il 22 dicembre 2015



La Direttiva Alluvioni: Le mappe di pericolosità e di rischio

Le **mappe della pericolosità** contengono la **perimetrazione delle aree inondabili** dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, secondo tre **scenari**:

- frequenti o di elevata probabilità di accadimento;
- poco frequenti o di media probabilità di accadimento;
- rare o eventi estremi.

Per ciascun scenario devono essere definiti: estensione dell'inondazione, altezza idrica, caratteristiche del deflusso.

Le **mappe del rischio** indicano le **potenziali conseguenze negative** derivanti dalle alluvioni in termini di popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente **livello di rischio**, distinto in 4 classi (D.lgs. 49/2010).

La Direttiva Alluvioni: Il Piano di gestione del rischio di alluvioni

Sulla base delle mappe di pericolosità e rischio, gli Stati membri predispongono i **piani di gestione del rischio di alluvioni** che riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare:

- la prevenzione
- la protezione
- la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento.

I piani di gestione del rischio di alluvioni possono anche comprendere la promozione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo, il miglioramento di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.



Ambiti territoriali di analisi e modello organizzativo

La rilevante estensione del bacino del fiume Po e la peculiarità e diversità dei processi di alluvione sul suo reticolo idrografico, hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo **approcci metodologici differenziati** per i diversi **ambiti territoriali**.

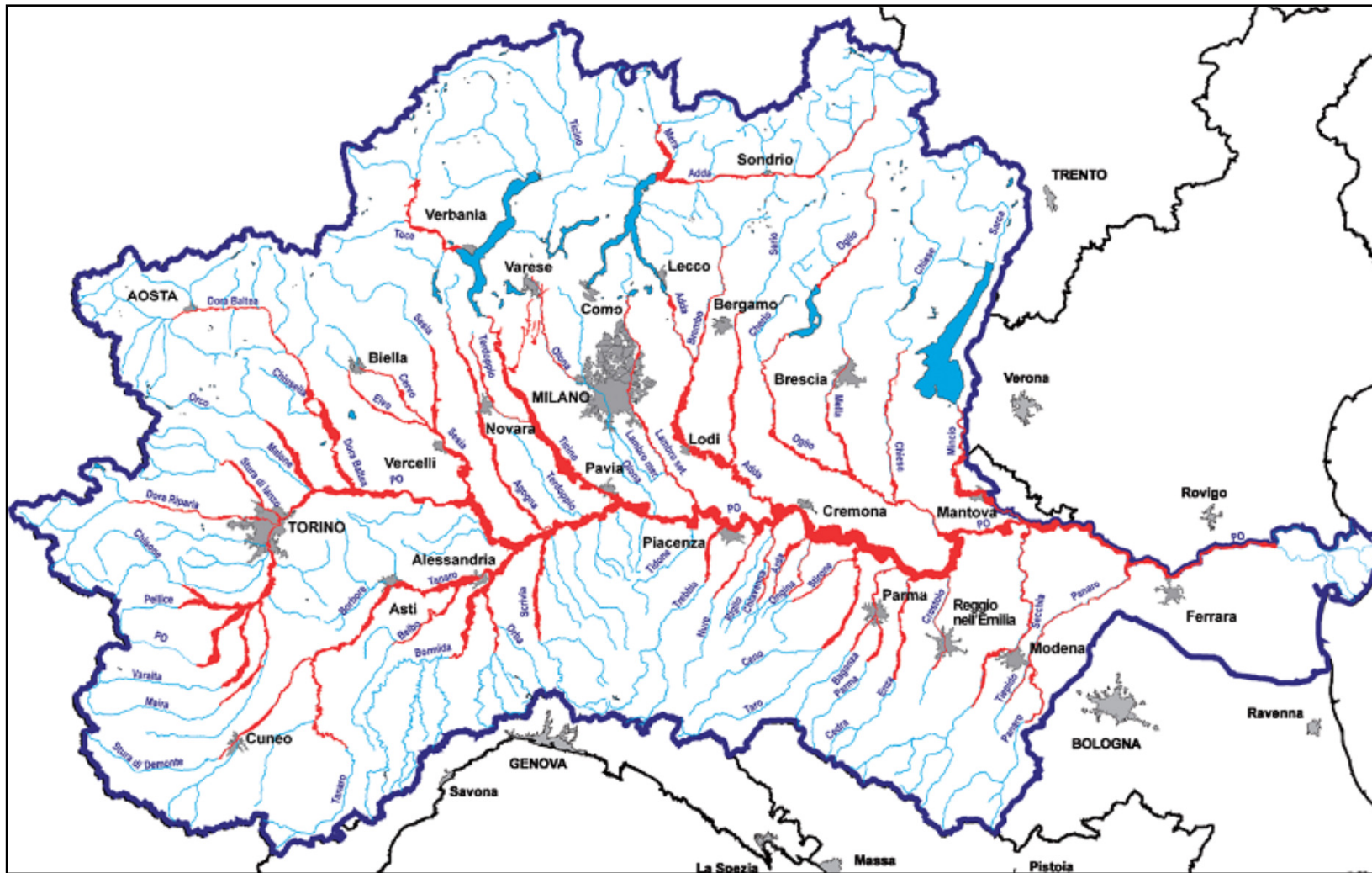
Le attività sono state operativamente condotte da soggetti diversi all'interno di un **modello organizzativo** che ha coinvolto tutti gli enti e le amministrazioni competenti in materia di difesa del suolo

- | | |
|--|-----------------------------|
| • Reticolo idrografico principale | Autorità di bacino |
| • Reticolo secondario collinare e montano | Regioni |
| • Reticolo secondario di pianura artificiale | Regioni - Consorzi bonifica |
| • Aree costiere lacuali | Regioni, ARPA |
| • Aree costiere marine | Regioni |

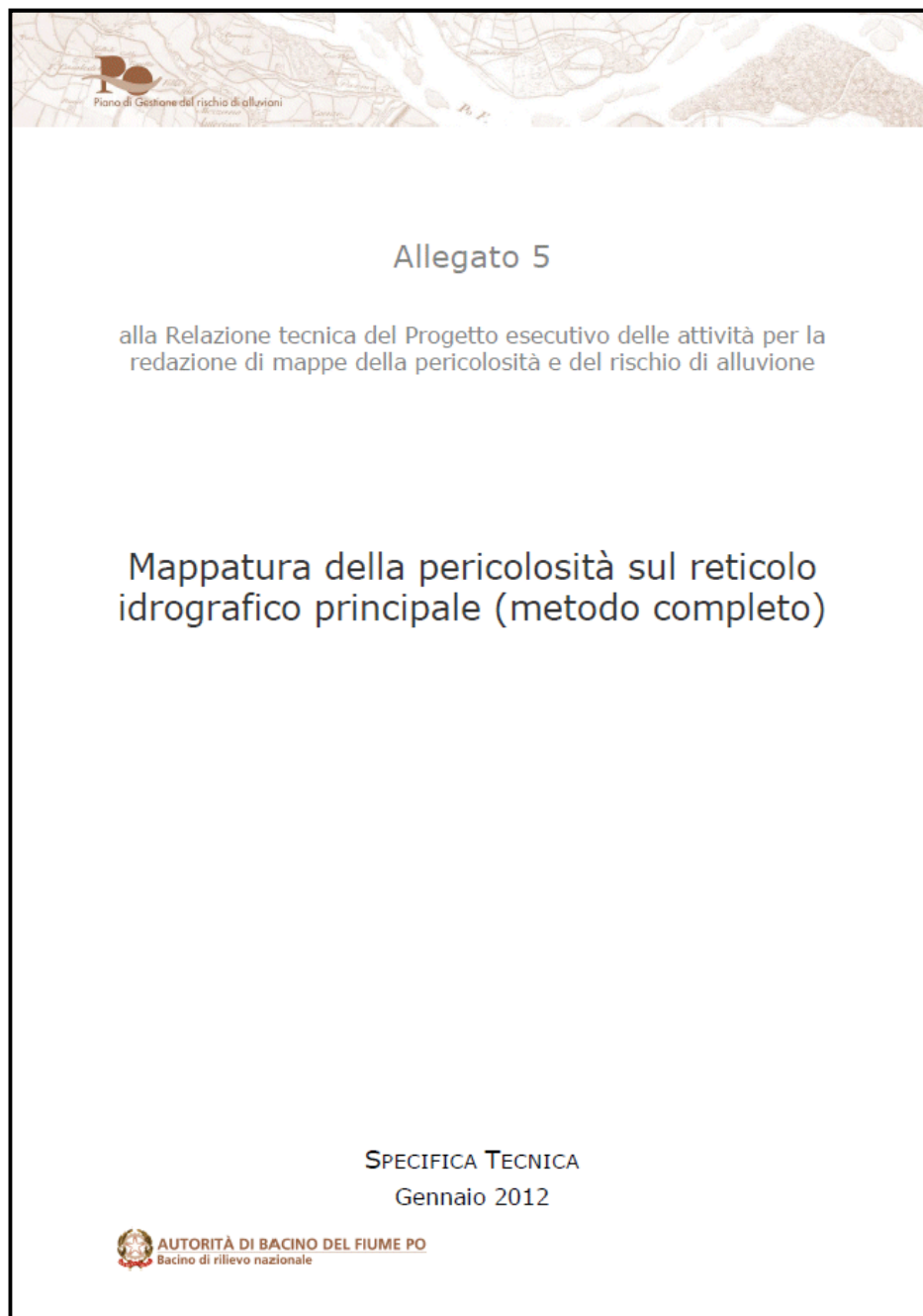
Le mappe di pericolosità sul reticolo principale

Le mappe di pericolosità sul reticolo principale

Il reticolo principale è caratterizzato dall'asta del fiume Po e dai suoi principali affluenti nei tratti di pianura e nei più importanti fondovalle montani. E' caratterizzato da una lunghezza di circa 5000 km.



Il metodo completo per la mappatura della pericolosità



Il metodo per l'attività di mappatura della pericolosità di alluvione sul reticolo idrografico principale (metodo completo) è stato definito nell'Allegato 5 della Relazione tecnica del Progetto esecutivo, approvato nella seduta del Comitato tecnico del 31 gennaio 2012.

Non sono state condotte, a meno di casi particolari, tutte le analisi specifiche previste nel Progetto Esecutivo (gennaio 2012) che necessitavano di risorse economiche che non sono state messe a disposizione e che pertanto sono state rimandate ai prossimi cicli di pianificazione.

Il metodo completo per la mappatura della pericolosità

Il metodo, utilizzando e valorizzando tutte le conoscenze ed informazioni disponibili sia nella pianificazione di bacino che negli studi condotti per l'aggiornamento e l'attuazione, prevede un'attività di **analisi ed interpretazione** dei risultati dell'analisi idraulica (studi geomorfologici, carte d'evento, segnalazioni, ecc.).

Consente di rappresentare, come richiesto dal D.Lgs 49/2010:

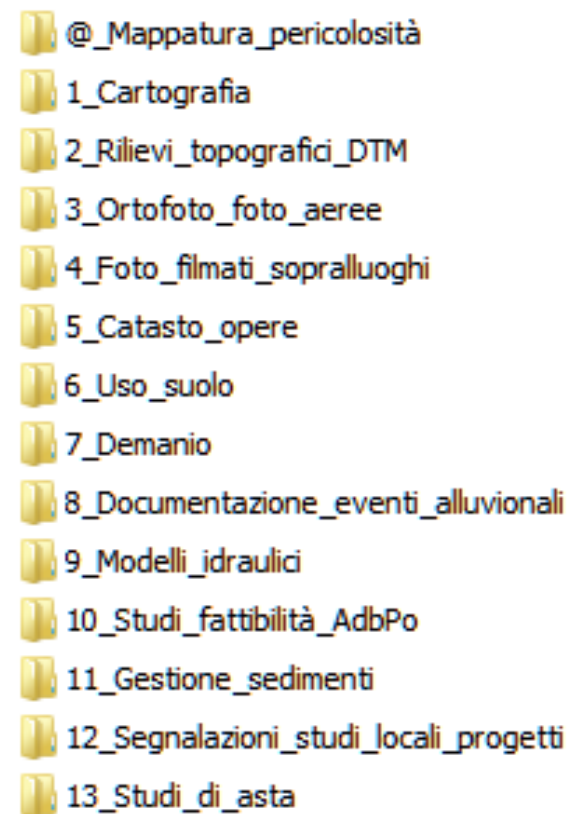
1. ESTENSIONE DELL'INONDAZIONE (art. 6, comma 3, lettera a);
2. ALTEZZA IDRICA O LIVELLO (art. 6, comma 3, lettera b);
3. CARATTERISTICHE DEL DEFLUSSO (art. 6, comma 3, lettera c);

per ciascuno dei tre distinti scenari di piena frequente (TR 20 - 50 anni), poco frequente (TR 100 - 200 anni) e rara (TR 500 anni).

Raccolta e sistematizzazione delle fonti informative

Acquisizione e organizzazione di tutti i principali studi e conoscenze ad oggi disponibili sulle diverse aste fluviali:

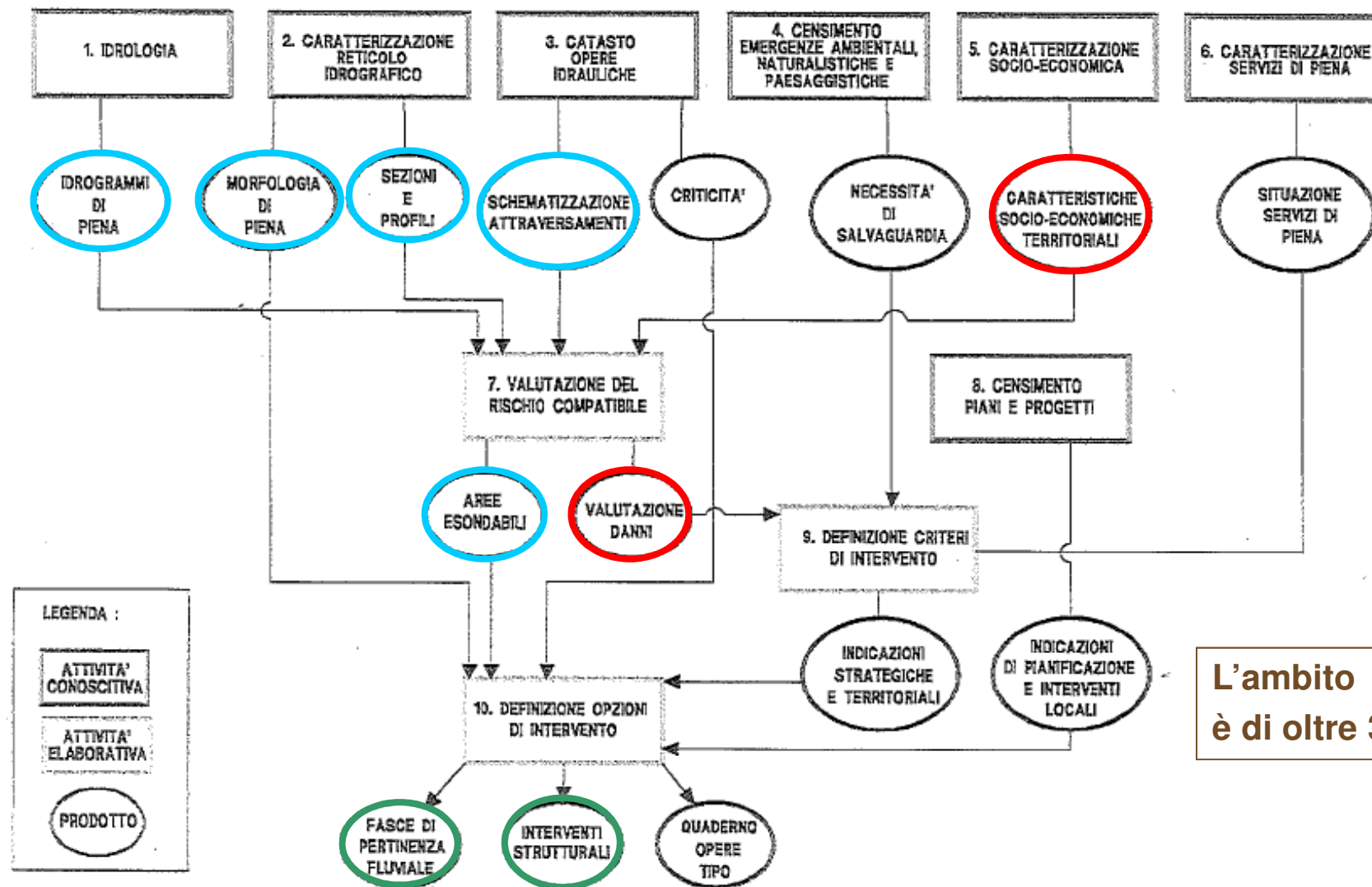
- Studi propedeutici al PAI: SP.1.1 (1995)
- Fasce fluviali del PAI e dei PTCP
- Studi di fattibilità (2004), SP.1.4 (2004)
- Studi propedeutici al Piano sedimenti
- Studi per la progettazione di opere
- Studi locali per la pianificazione territoriale e urbanistica
- DTM del Piano di telerilevamento del MATT (2008 – 2010)
- Aree storicamente allagate



- @_Mappatura_pericolosità
- 1_Cartografia
- 2_Rilievi_topografici_DTM
- 3_Ortofoto_foto_aeree
- 4_Foto_filmati_sopralluoghi
- 5_Catasto_opere
- 6_Uso_suolo
- 7_Demanio
- 8_Documentazione_eventi_alluvionali
- 9_Modelli_idraulici
- 10_Studi_fattibilità_AdbPo
- 11_Gestione_sedimenti
- 12_Segnalazioni_studi_locali_progetti
- 13_Studi_di_asta

Gli studi propedeutici al PAI: SP1.1 (1993 – 1995)

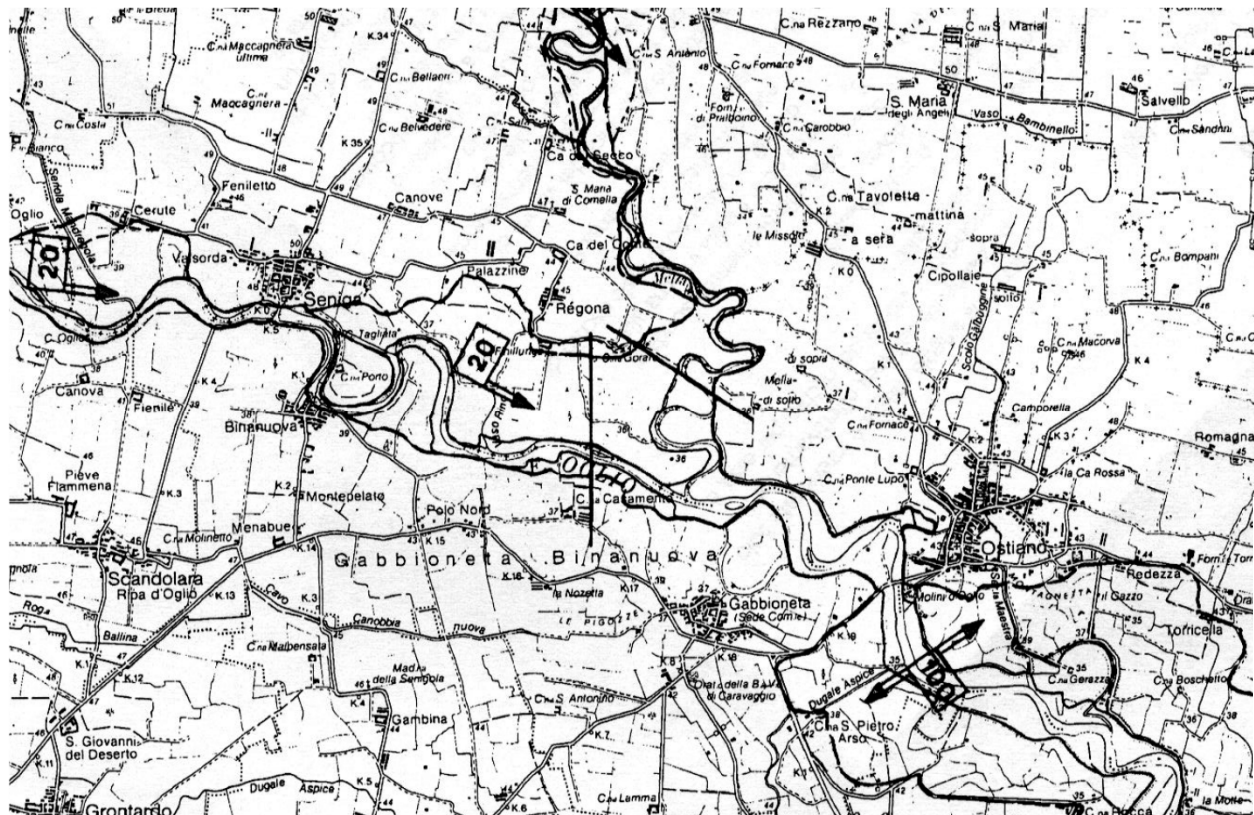
DIAG. 1 - "PIENE E NATURALITÀ DEGLI ALVEI FLUVIALI"



L'ambito di studio
è di oltre 3.300 km

Gli studi propedeutici al PAI: SP1.1 (1993 – 1995)

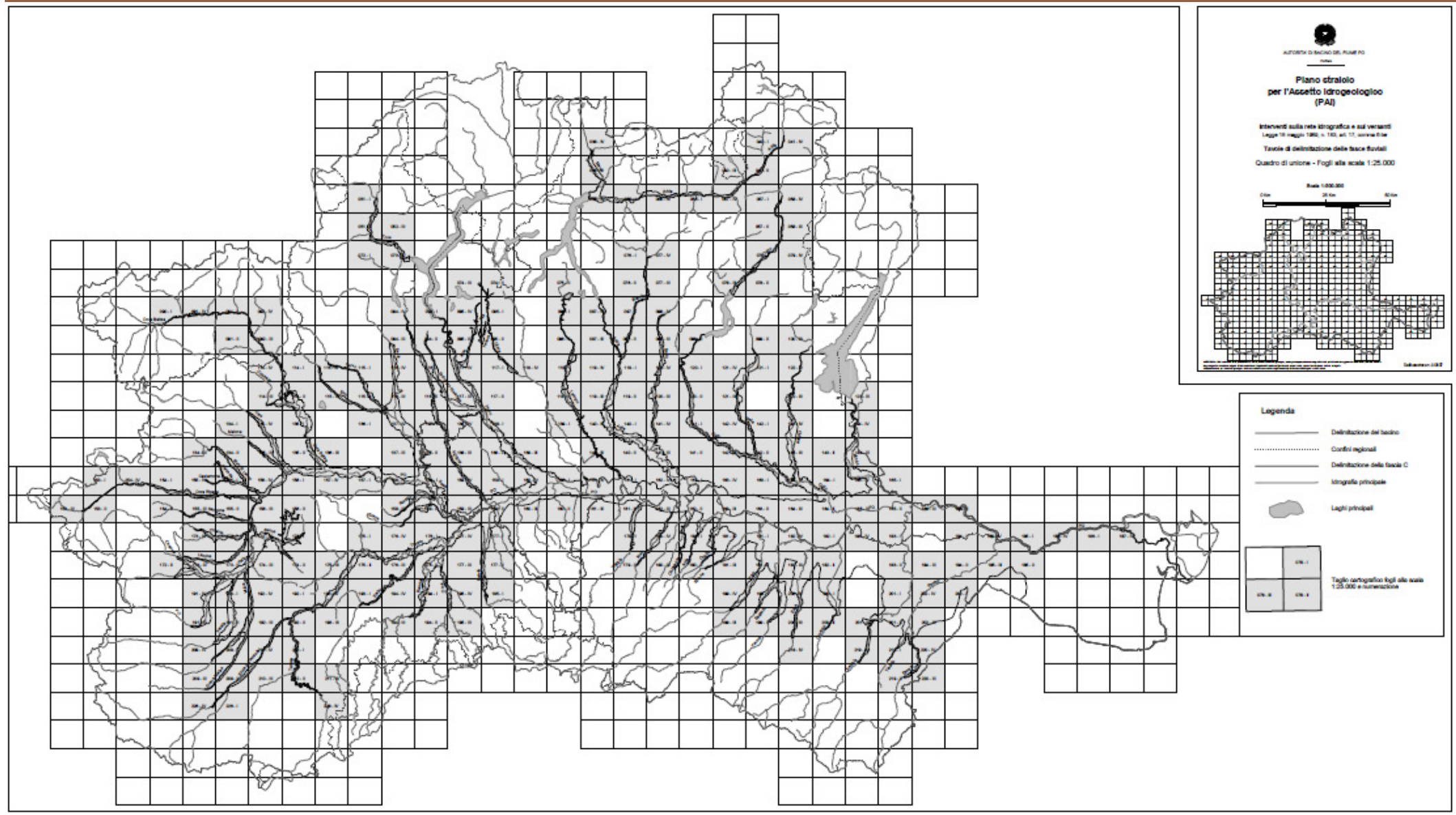
La delimitazione delle aree allagabili



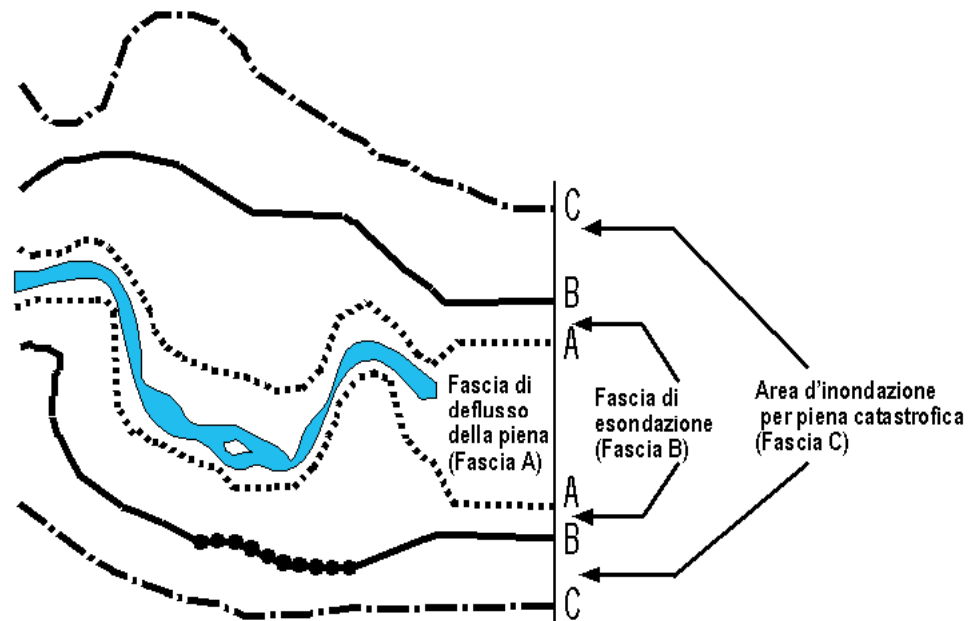
LEGENDA

- Zona d'alveo o golenale
- Divisione di area o tratto di esondazione
- Delimitazione delle aree esondabili per eventi di piena con tempo di ritorno 20 anni
- Delimitazione delle aree esondabili per eventi di piena con tempo di ritorno 100 anni
- Delimitazione delle aree esondabili per eventi di piena con tempo di ritorno 200 anni
- Delimitazione delle aree esondabili per crollo del rilevato arginale

Le fasce fluviali del PAI



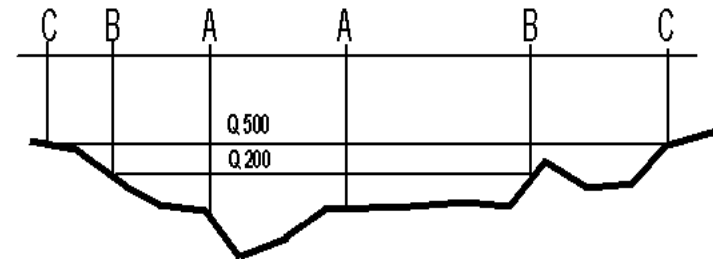
Le fasce fluviali del PAI



----- limite* tra la Fascia A e la Fascia B

ooooooooo limite* di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

* il limite è individuato dal bordo interno del graficismo



———— limite* tra la Fascia B e la Fascia C

----- limite* esterno di Fascia C

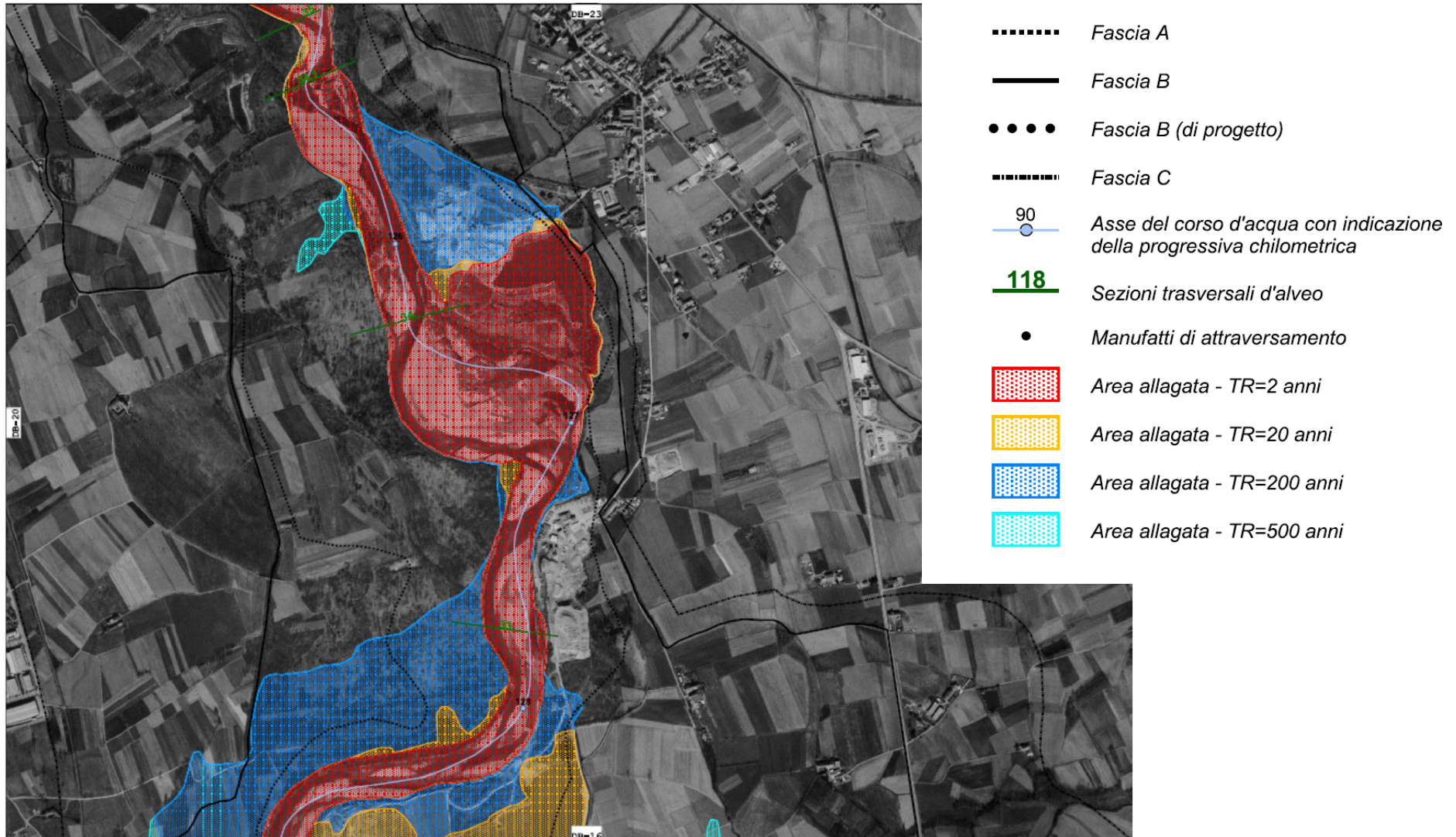
Fascia A di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena

Fascia B di esondazione, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento, integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte e con le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale

Fascia C di inondazione per piena catastrofica

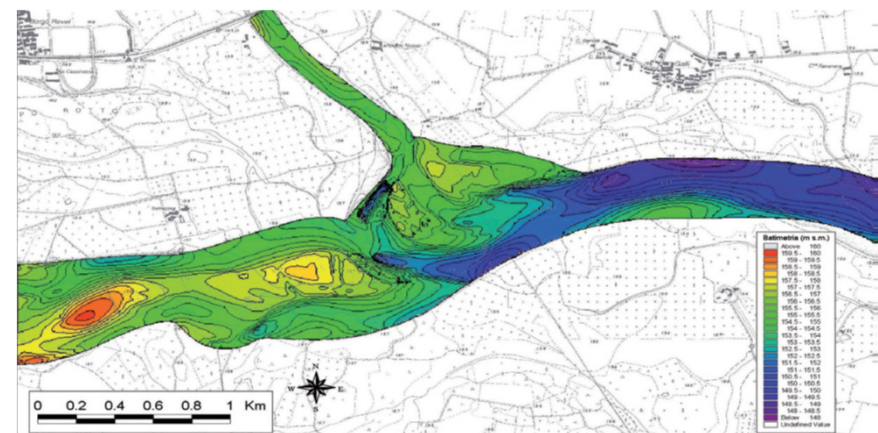
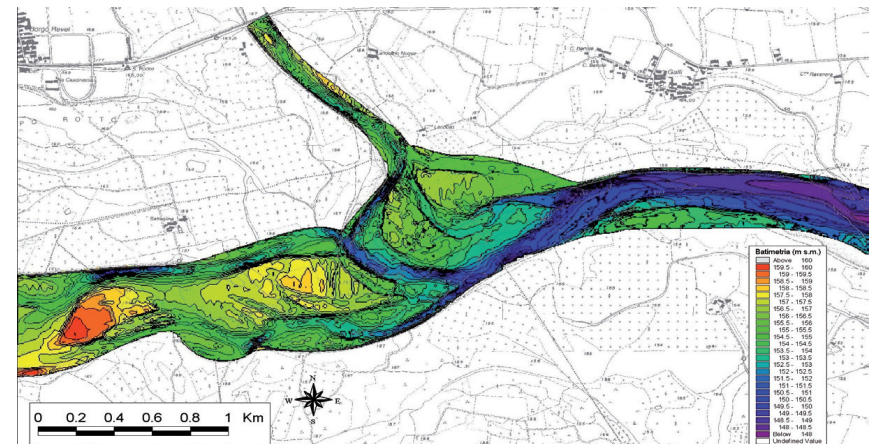
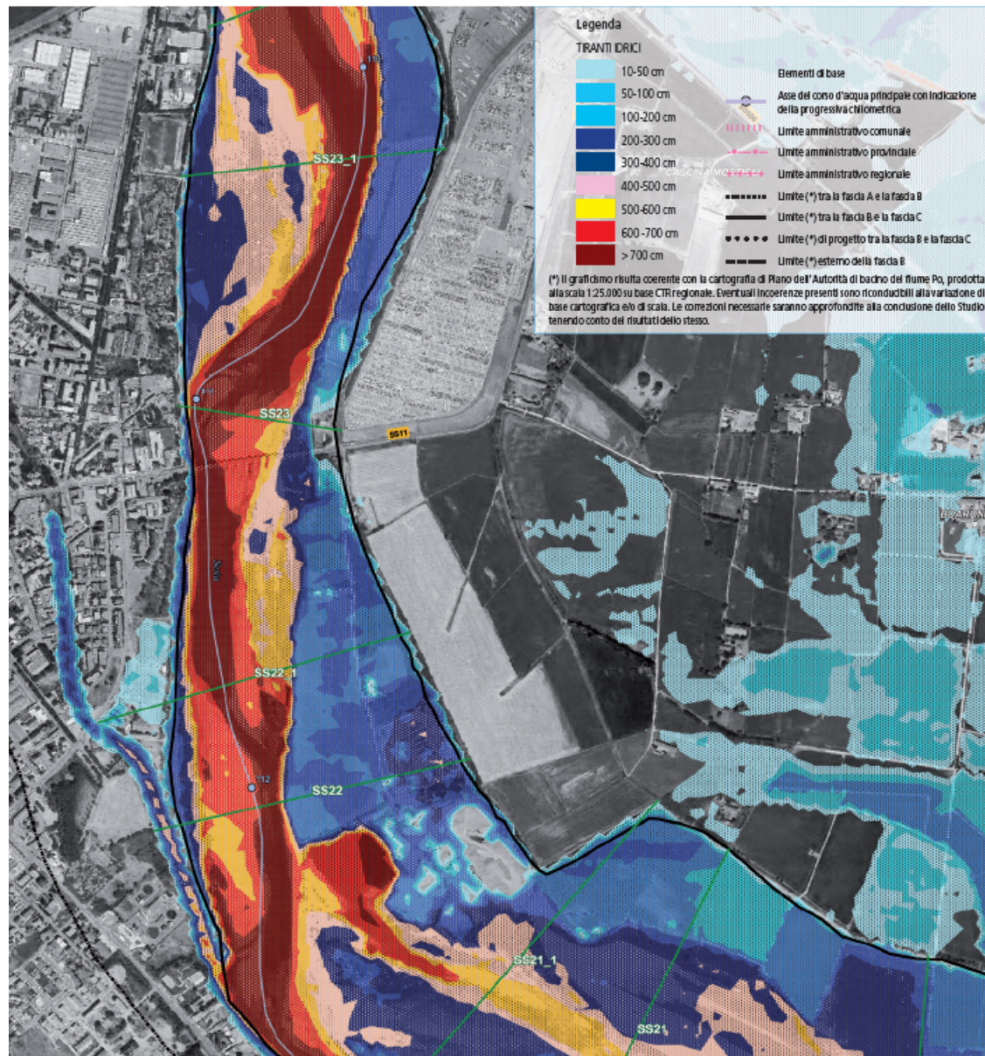
Gli Studi di fattibilità successivi al PAI (2000 – 2005)

La delimitazione delle aree allagabili

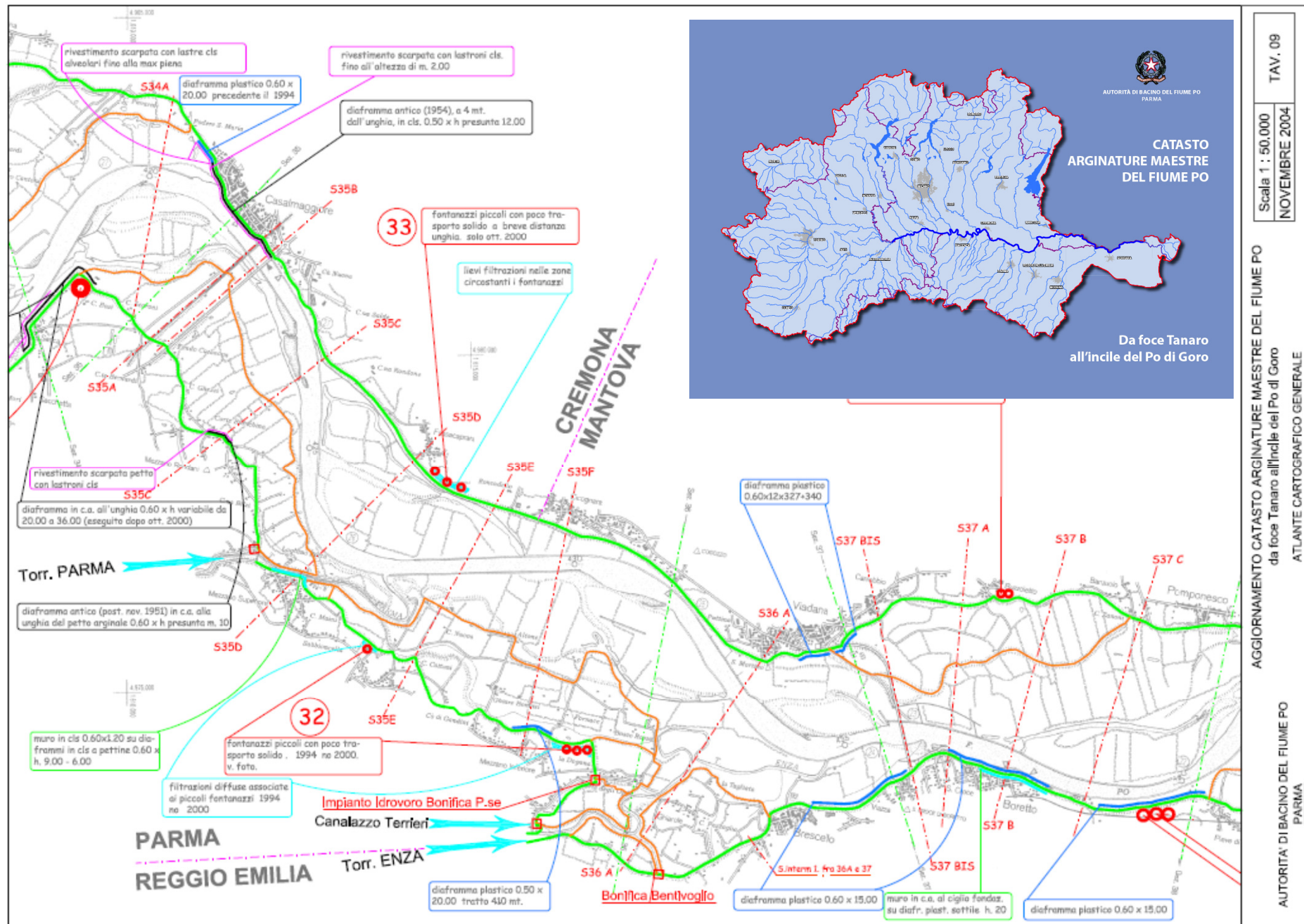


Gli Studi di fattibilità successivi al PAI (2000 – 2005)

L'applicazione di modelli 2D su ambiti fluviali specifici



Gli Studi sull'asta medio inferiore del Po (2000 – 2005)



Scala 1 : 50.000
NOVEMBRE 2004
TAV. 09

AGGIORNAMENTO CATASTO ARGINATURE MAESTRE DEL FIUME PO
da foce Tanaro all'incile del Po di Goro
ATLANTE CARTOGRAFICO GENERALE

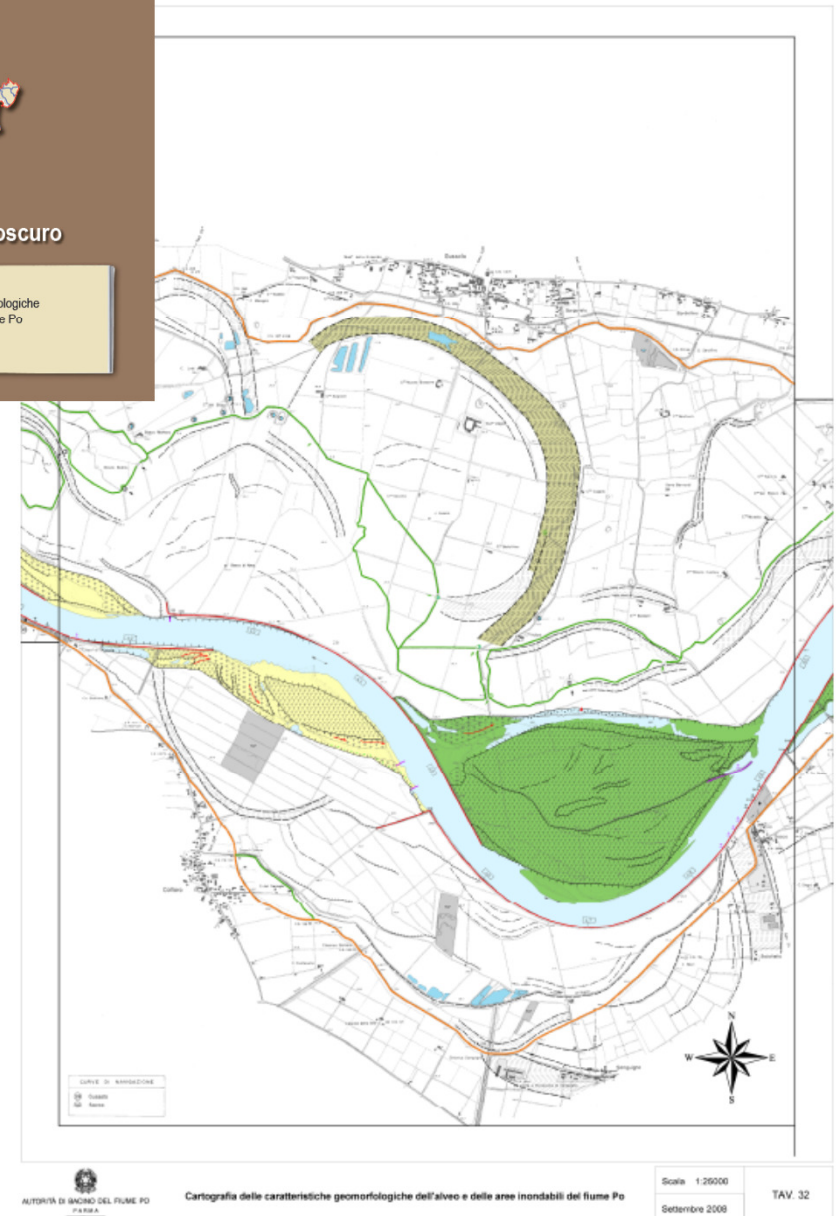
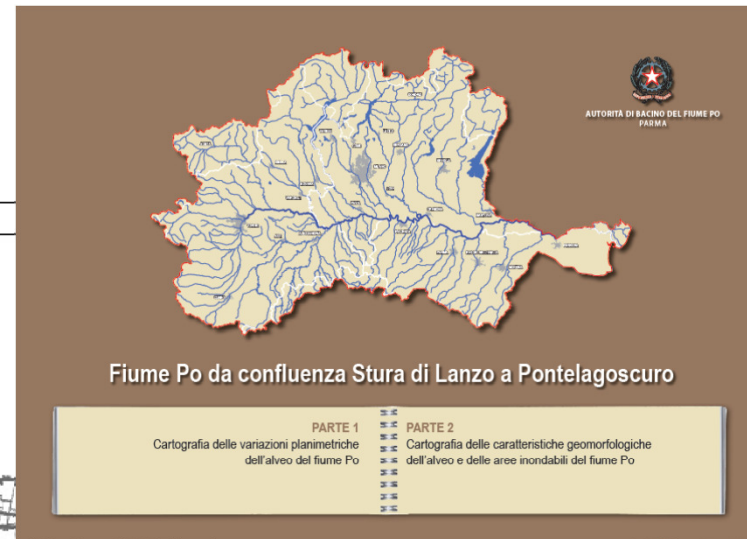
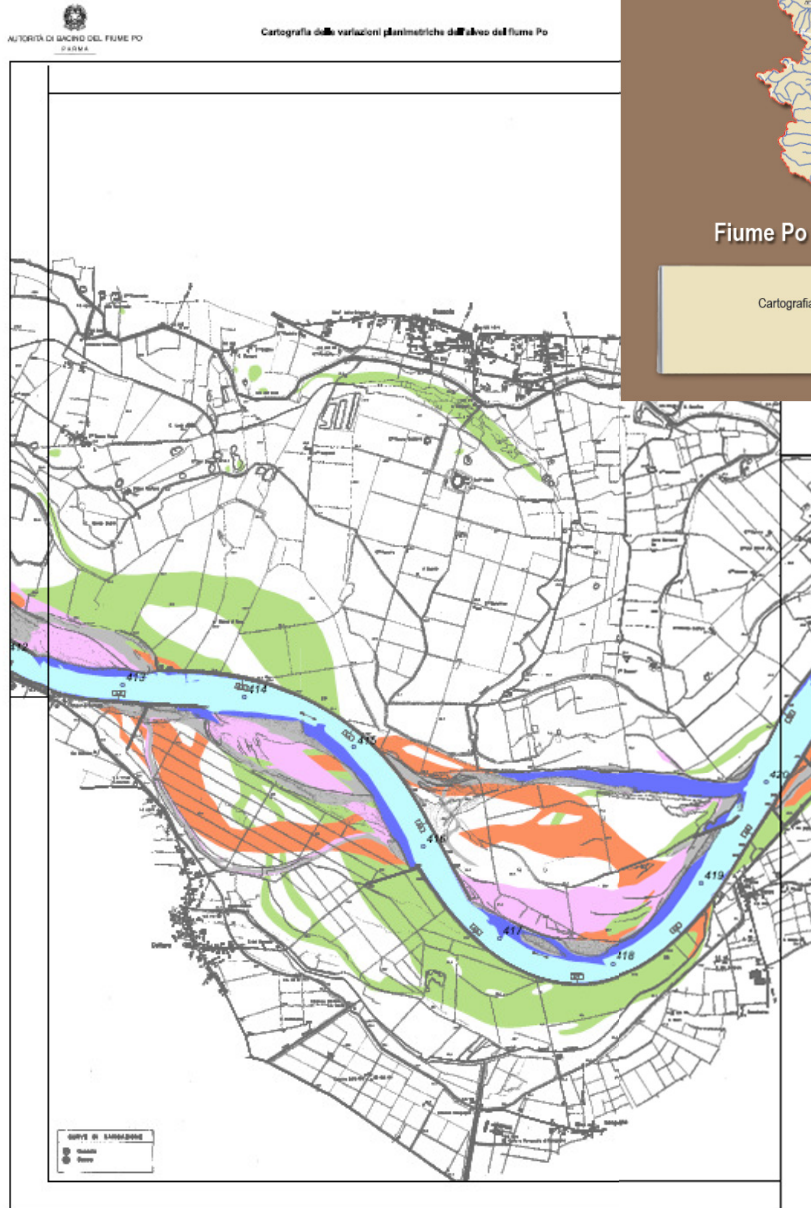
AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA



CATASTO
ARGINATURE MAESTRE
DEL FIUME PO

Da foce Tanaro
all'incile del Po di Goro

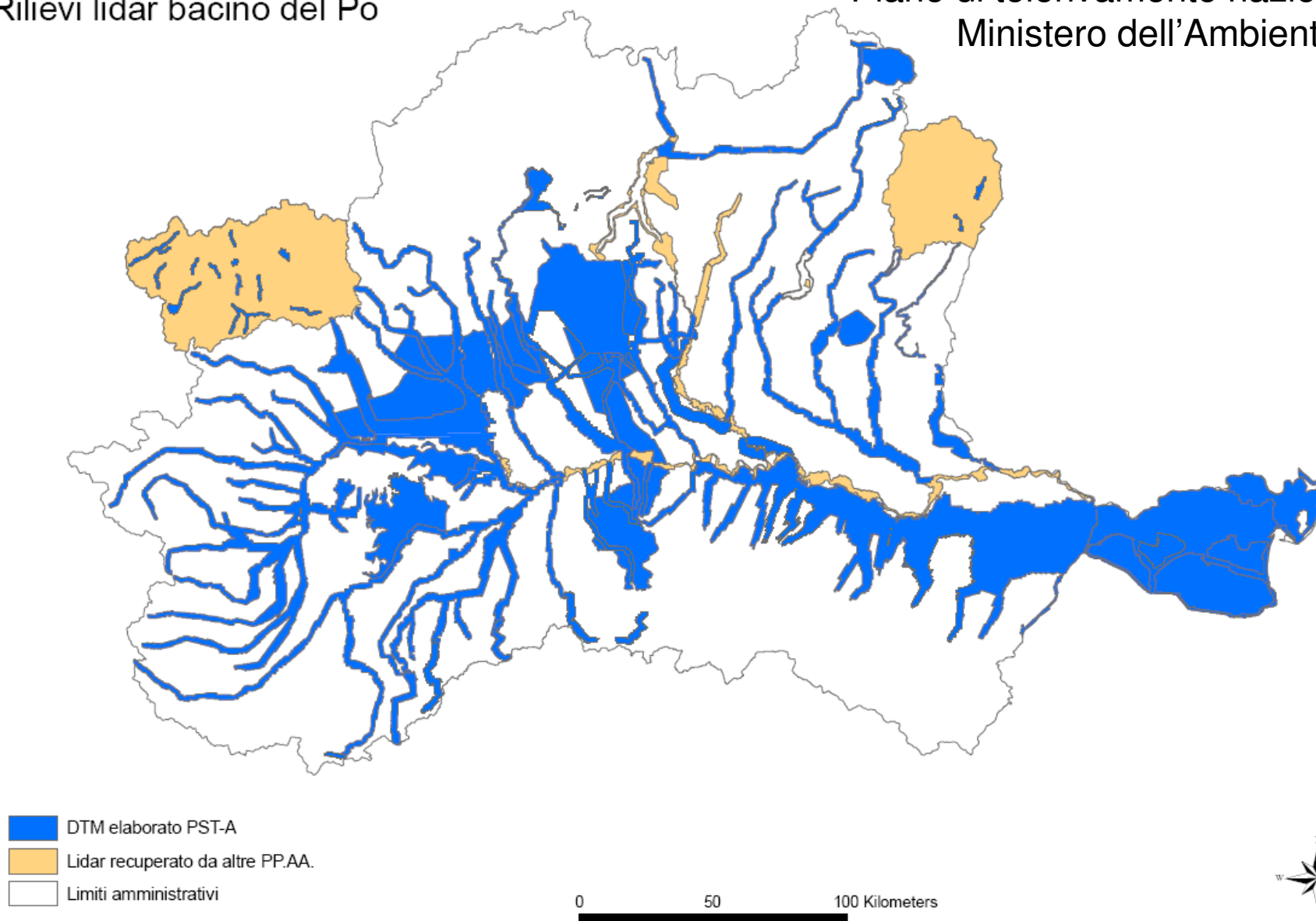
Gli Studi sull'asta medio inferiore del Po (2000 – 2005)



I più recenti elementi conoscitivi

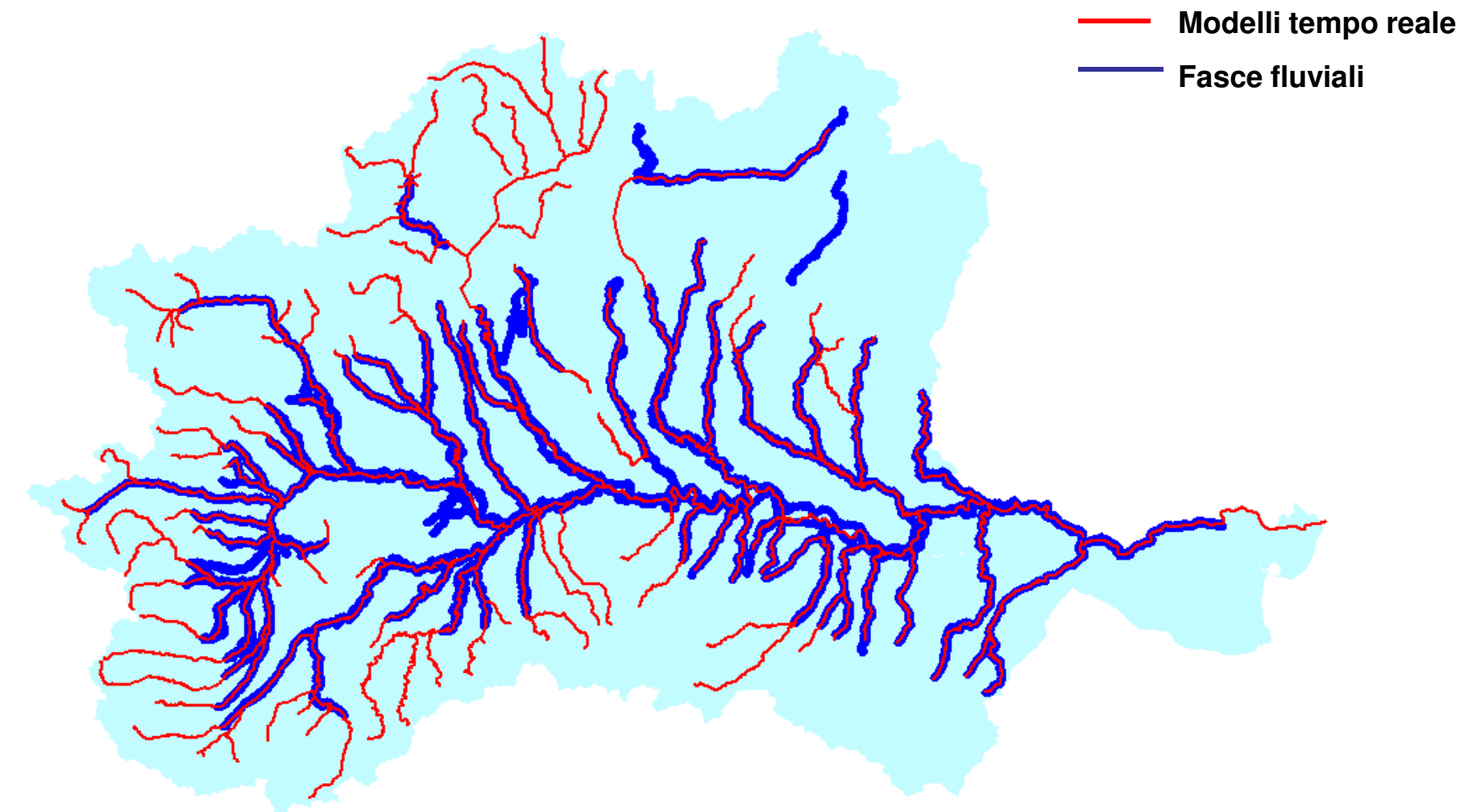
Rilievi lidar bacino del Po

Piano di telerivamento nazionale del
Ministero dell'Ambiente



I più recenti elementi conoscitivi

Modelli idraulici del tempo reale per la previsione delle piene



Le fasi operative di attività di mappatura

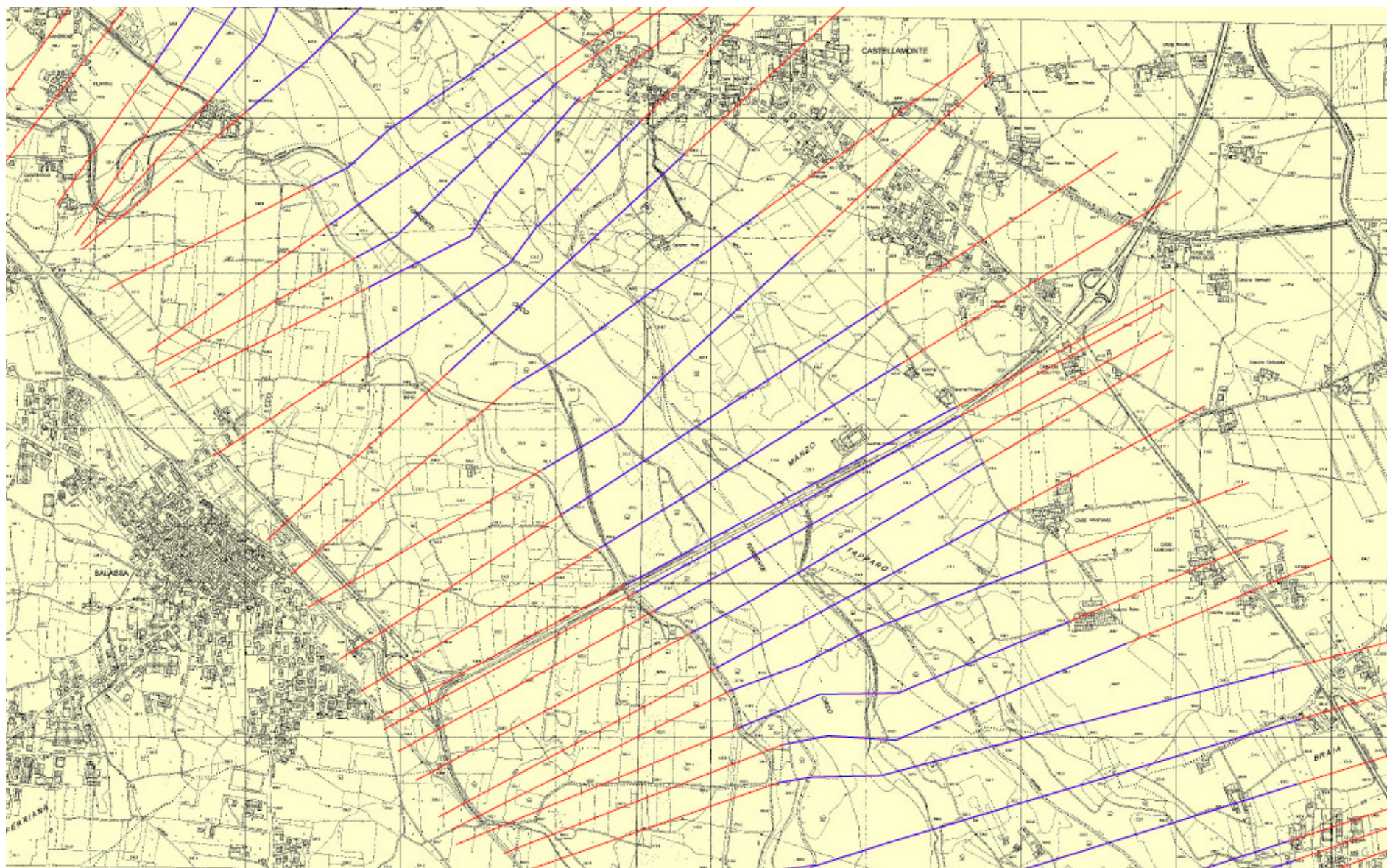
L'estensione dell'inondazione è rappresentata delimitando e caratterizzando per tratti omogenei il **limite delle aree allagabili**.

Il metodo prevede 4 fasi operative di attività:

1. Presa in carico dei risultati del modello idraulico (mappa di soggiacenza);
2. Analisi dell'assetto planoaltimetrico (morfologia, infrastrutture, opere di difesa) e delimitazione del limite delle aree inondabili;
3. Analisi degli effetti degli eventi di piena storici;
4. Verifiche locali (analisi foto, sopralluoghi, segnalazioni).

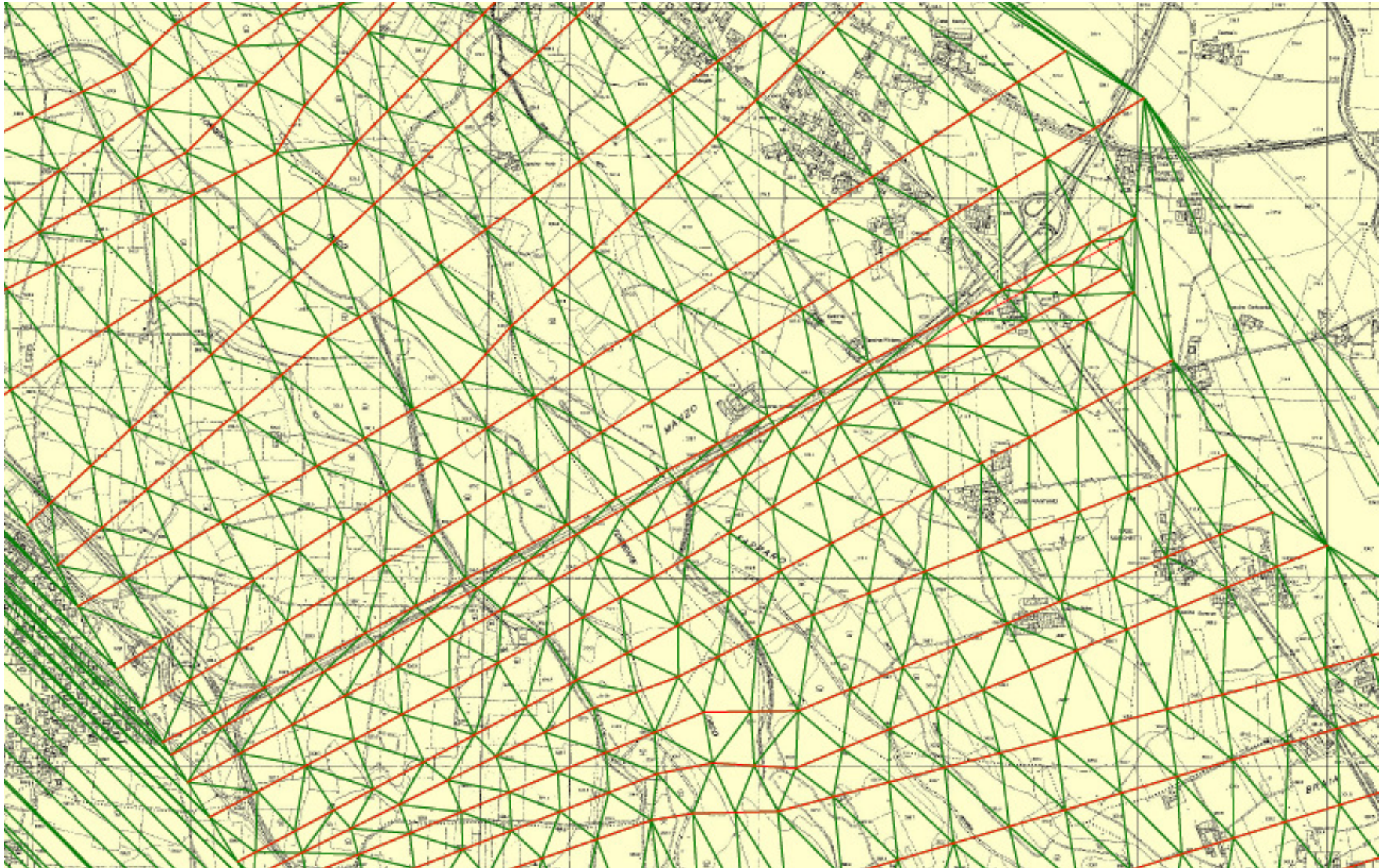
La mappa di soggiacenza

**Estensione e riorientamento delle sezioni del modello idraulico +
verifica topografica sezioni modello idraulico / sezioni DTM**

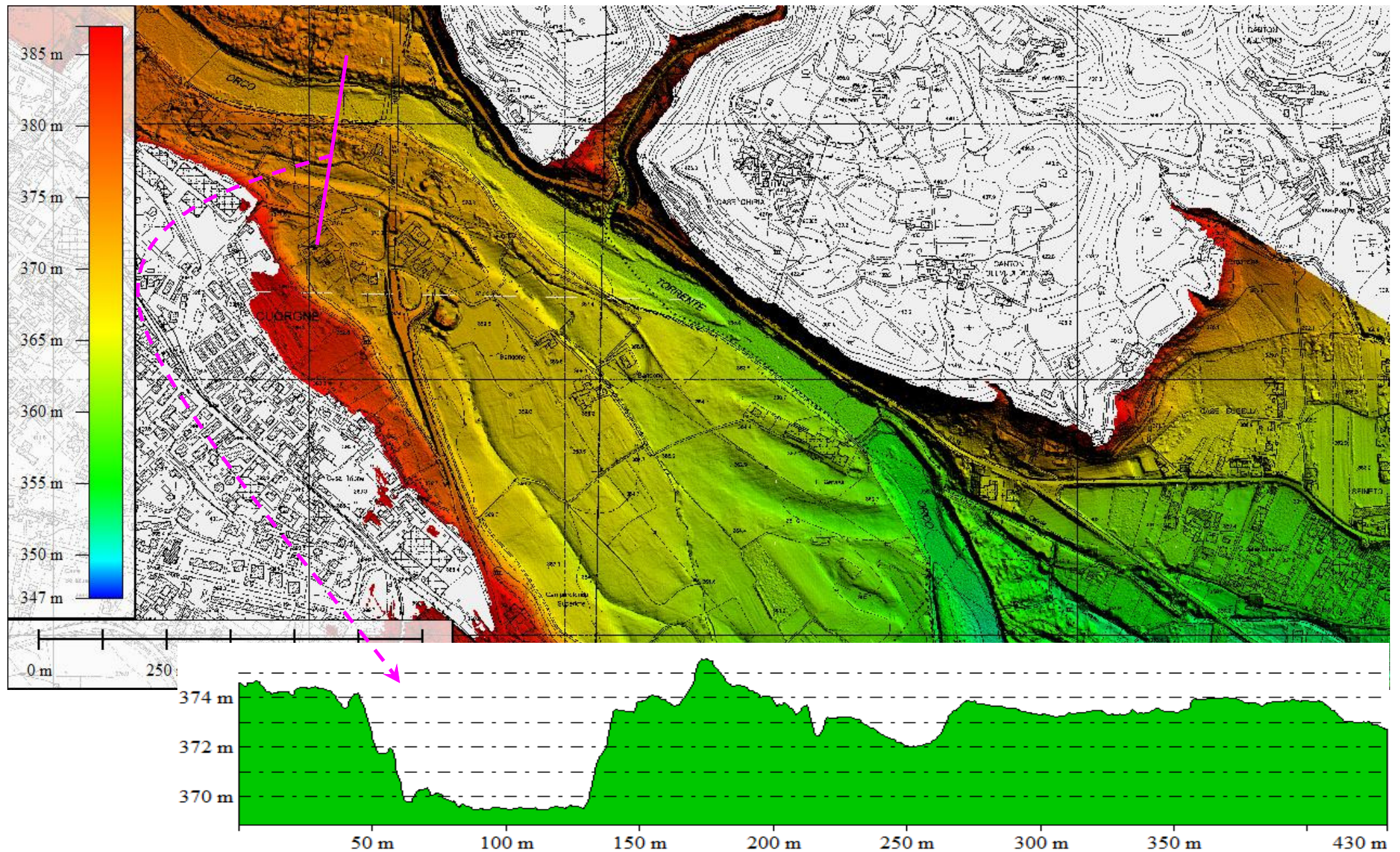


La mappa di soggiacenza

Realizzazione del DEM liquido

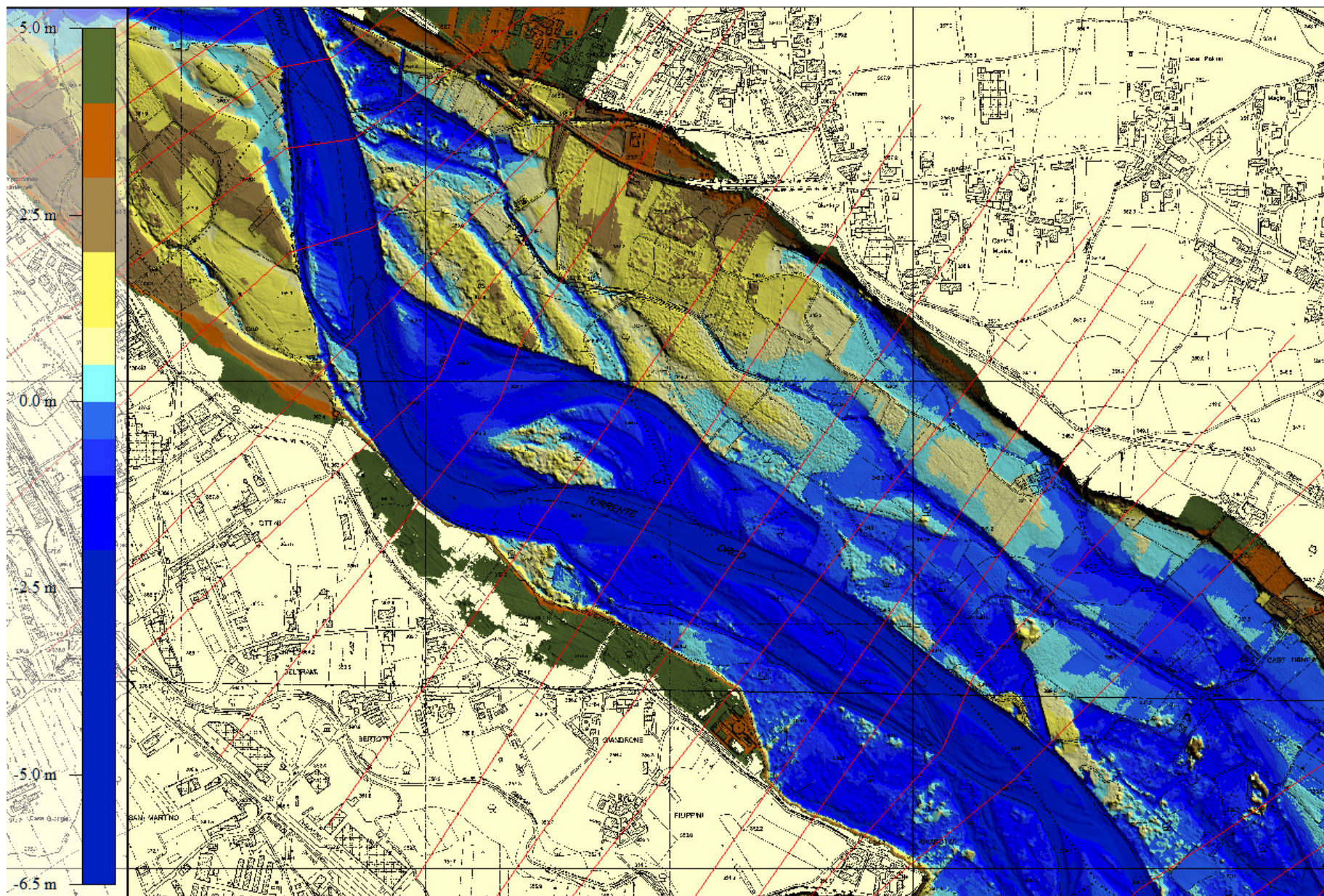


Modello digitale del terreno (DTM)



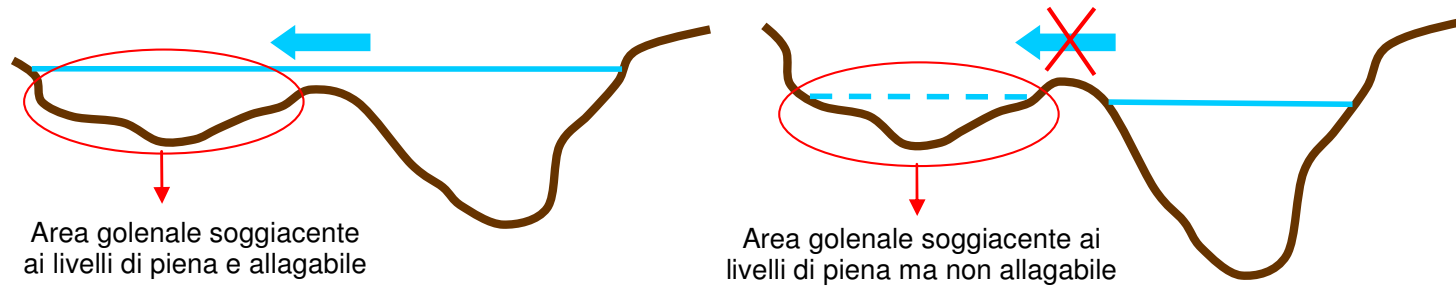
La mappa di soggiacenza

La mappa rappresenta la soggiacenza del terreno rispetto ai livelli di piena

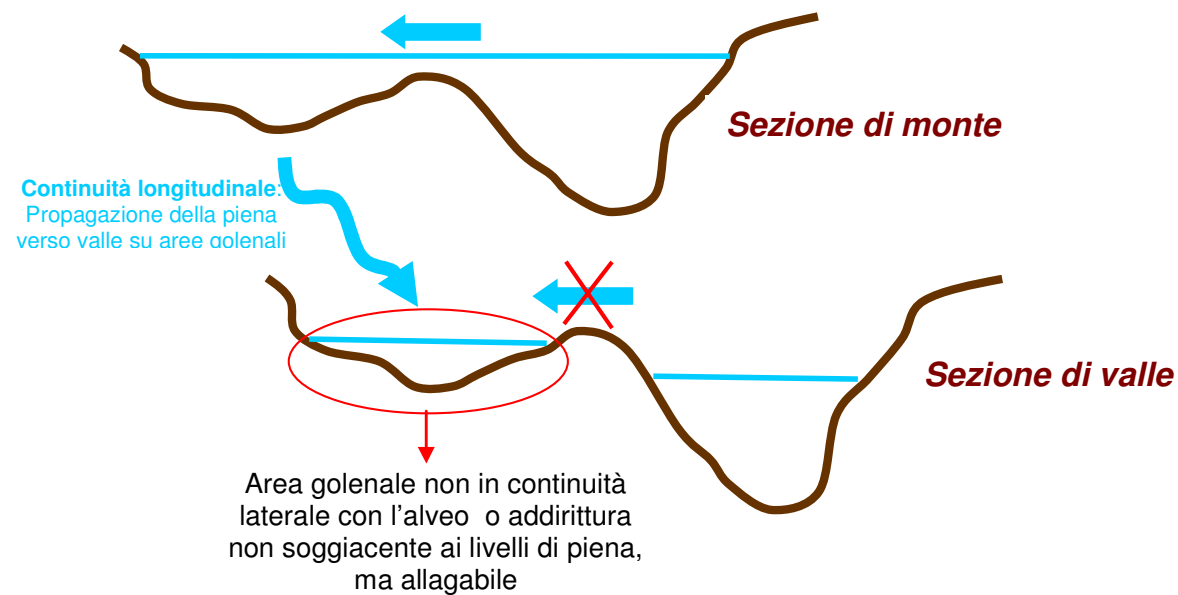


Analisi e interpretazione dei risultati dell'analisi idraulica

CONTINUITÀ LATERALE

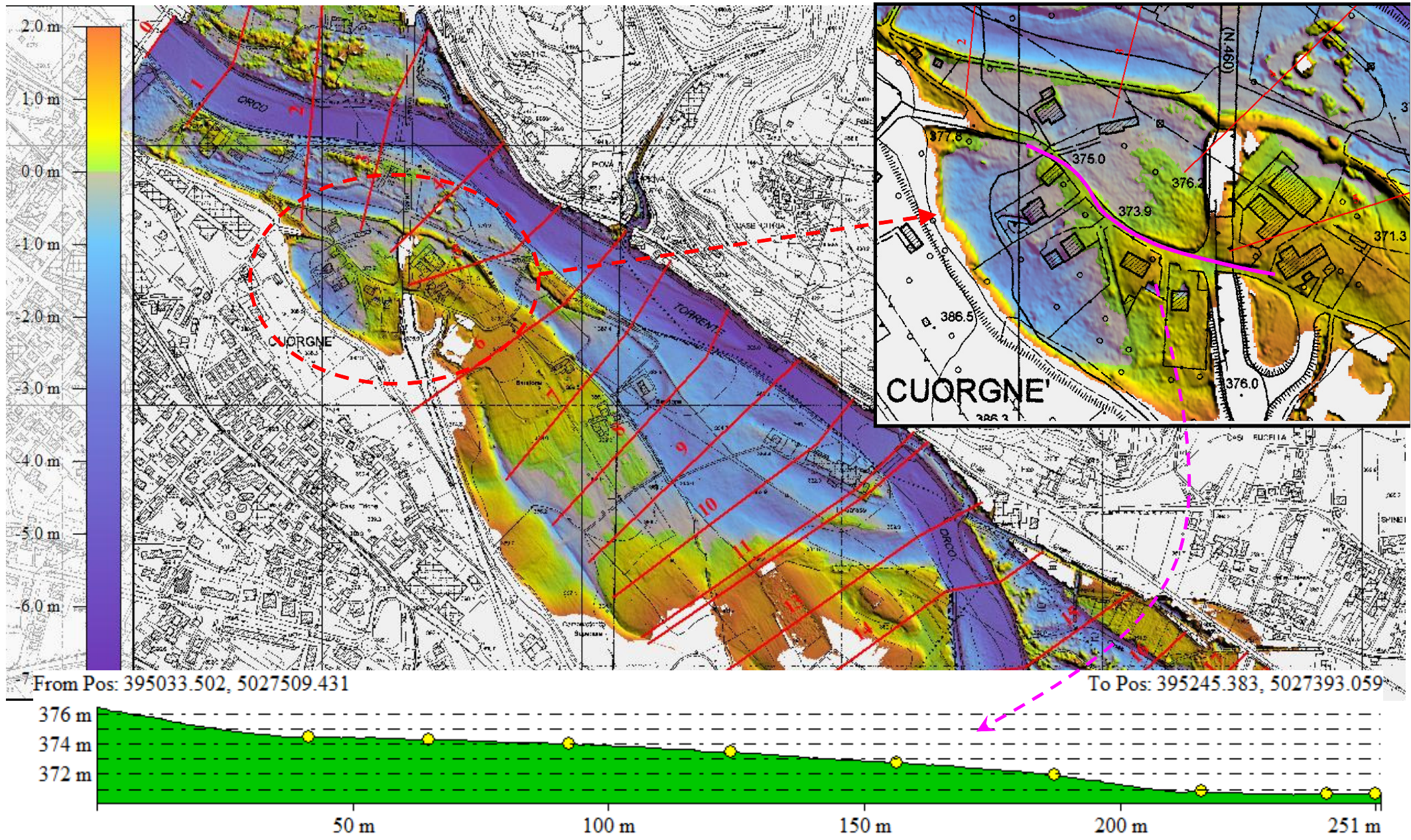


CONTINUITÀ LONGITUDINALE



Analisi e interpretazione dei risultati dell'analisi idraulica

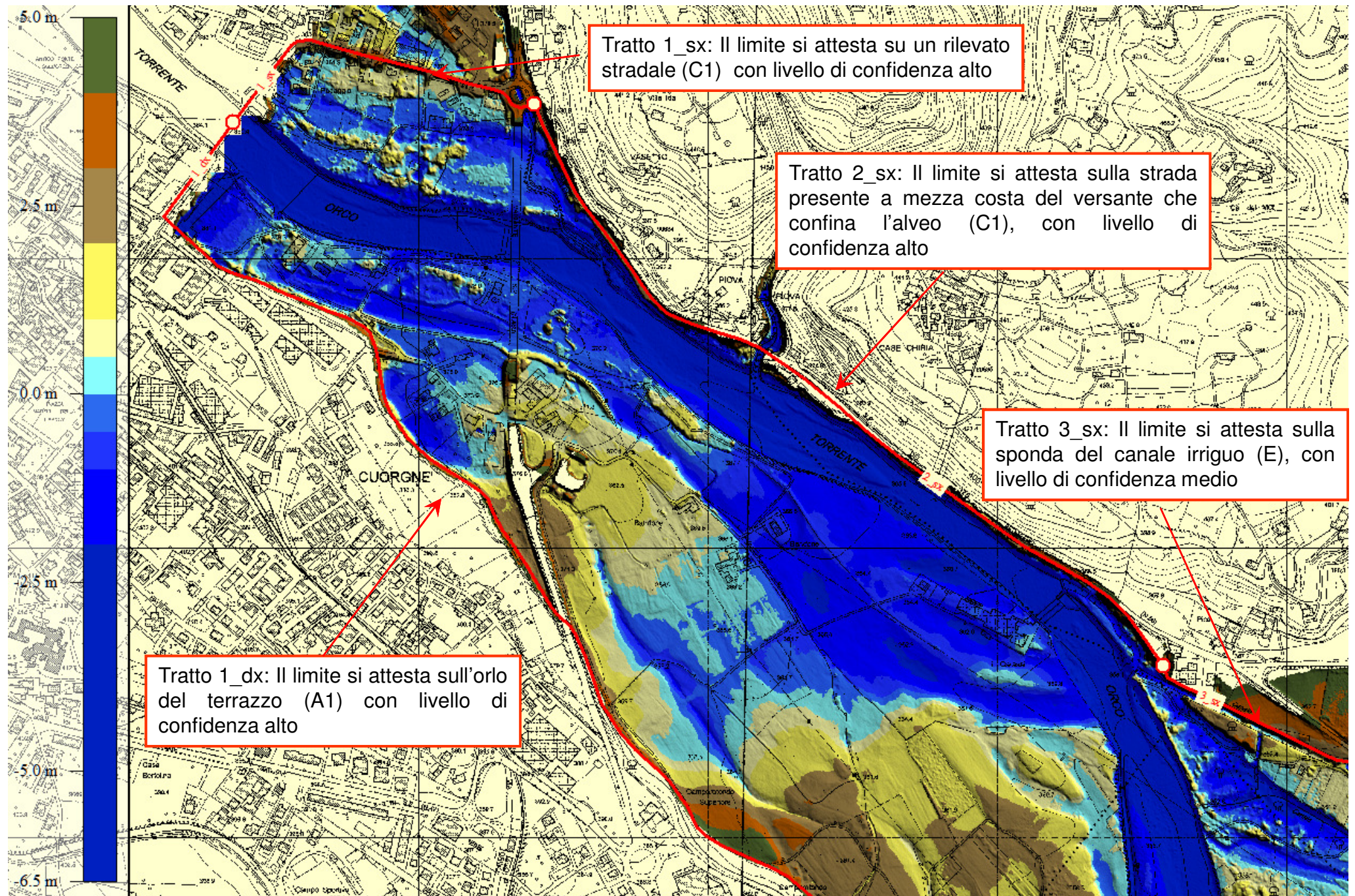
carta aree soggiacenti (TR200)



Verifiche locali (analisi foto, sopralluoghi, segnalazioni)



Delimitazione del limite delle aree inondabili (TR 200)



Confronto con aree allagabili Studio SP1.1

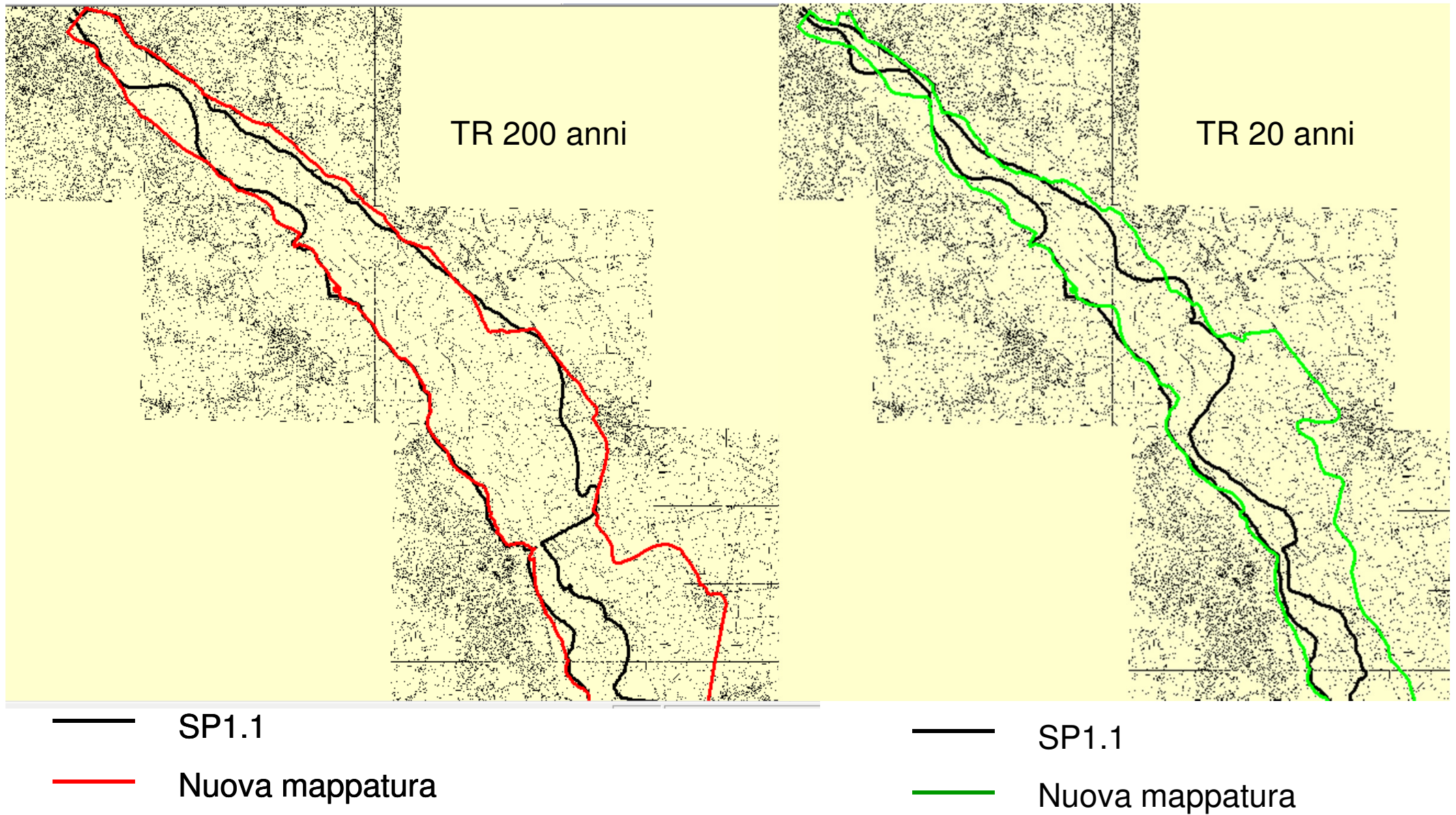


Tabella dei livelli di piena sulle sezioni modello 1D

Sezione notevole	Sezione_2007/60 (nome)	progressiva da monte (m)	Tr 20 Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Tr 100 Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Tr 200 Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Tr 500 Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)
30 PAI	30,00	0	1185	378,45	1927	379,49	2301	379,95	2860	380,58
29 PAI	29,00	144,11	1185	376,37	1927	376,86	2301	377,05	2860	377,28
	28,03	331,13	1185	374,2	1927	375,07	2301	375,64	2860	376,12
	28,02	478,26	1185	372,46	1927	373,31	2301	373,46	2860	373,79
	28,01	670,72	1185	370,97	1927	371,96	2301	372,25	2860	372,66
28 PAI	28,00	833,42	1185	368,9	1927	370	2301	370,54	2860	371,18
	27,13	967,71	1185	367,02	1927	367,44	2301	367,64	2860	367,97
	27,12	1085,76	1185	366,02	1927	367,01	2301	367,36	2860	367,82
	27,11	1235,22	1185	365,46	1927	366,39	2301	366,69	2860	367,09
	27,10	1385,84	1185	364,4	1927	365,31	2301	365,63	2860	366,02
	27,09	1520,23	1185	363,11	1927	363,85	2301	364,11	2860	364,43
	27,08	1644,32	1185	361,05	1927	361,82	2301	362,15	2860	362,52
Inl Struct	27.07_mS	1644,67	1185	361,67	1927	362,37	2301	362,62	2860	363,31
	27.07_vS	1672,38	1185	359,31	1927	360,2	2301	360,84	2860	361,52
	27,06	1812,25	1185	358,29	1927	359,31	2301	359,74	2860	359,14
	27,05	1947,6	1185	356,49	1927	357,54	2301	357,92	2860	358,69
	27,04	2116,63	1185	355,49	1927	356,24	2301	356,45	2860	356,76
	27,03	2313,35	1185	353,11	1927	354,05	2301	354,42	2860	354,78
	27,02	2501,03	1185	351,39	1927	352,02	2301	352,31	2860	352,71
	27,01	2675,22	1185	350,11	1927	350,48	2301	350,64	2860	350,86
27 PAI	27,00	2810,26	1208	348,53	1952	349,03	2320	349,25	2870	349,55
	26,07	3023,54	1208	346,07	1952	346,56	2320	346,76	2870	347,02
	26,06	3208,28	1208	344,85	1952	345,45	2320	345,72	2870	346,08
	26,05	3400,7	1208	343,08	1952	343,68	2320	343,89	2870	344,11
	26,04	3558,79	1208	341,51	1952	342	2320	342,26	2870	342,57
	26,03	3729,15	1208	339,89	1952	340,49	2320	340,69	2870	341,04
	26,02	3841,9	1208	338,82	1952	339,43	2320	339,68	2870	339,97
	26,01	3961,77	1208	337,74	1952	338,39	2320	338,65	2870	338,96
26 PAI	26,00	4138,97	1208	336,33	1952	336,86	2320	337,08	2870	337,37
	25,06	4491,25	1208	332,6	1952	333,03	2320	333,17	2870	333,39
	25,05	4625,24	1208	331,35	1952	331,82	2320	332,02	2870	332,25
	25,04	4759,35	1208	330,11	1952	330,6	2320	330,79	2870	331,03
	25,03	4924,83	1208	328,14	1952	328,65	2320	328,89	2870	329,25
	25,02	5083,44	1208	326,7	1952	327,34	2320	327,53	2870	327,87
	25,01	5217,64	1208	325,09	1952	325,6	2320	325,89	2870	326,28
25 PAI	25,00	5446,56	1208	322,21	1952	322,74	2320	322,93	2870	323,22
	24,06	5707,97	1208	319,12	1952	319,71	2320	319,97	2870	320,29
	24,05	5880,58	1208	317,64	1952	318,29	2320	318,51	2870	318,81
	24,04	6054,98	1208	315,94	1952	316,56	2320	316,79	2870	317,12
Ponte SS565 m	24.03_mP	6224,9	1208	314,6	1952	315,2	2320	315,44	2870	315,75
Ponte SS565 v	24.03_vP	6260	1208	314,39	1952	315,04	2320	315,27	2870	315,59
	24,02	6338,97	1208	314,03	1952	314,73	2320	314,94	2870	315,25

Rappresentazione tiranti modello 2D (locale)

Modello 2D locale in corrispondenza della confluenza Orco - Po

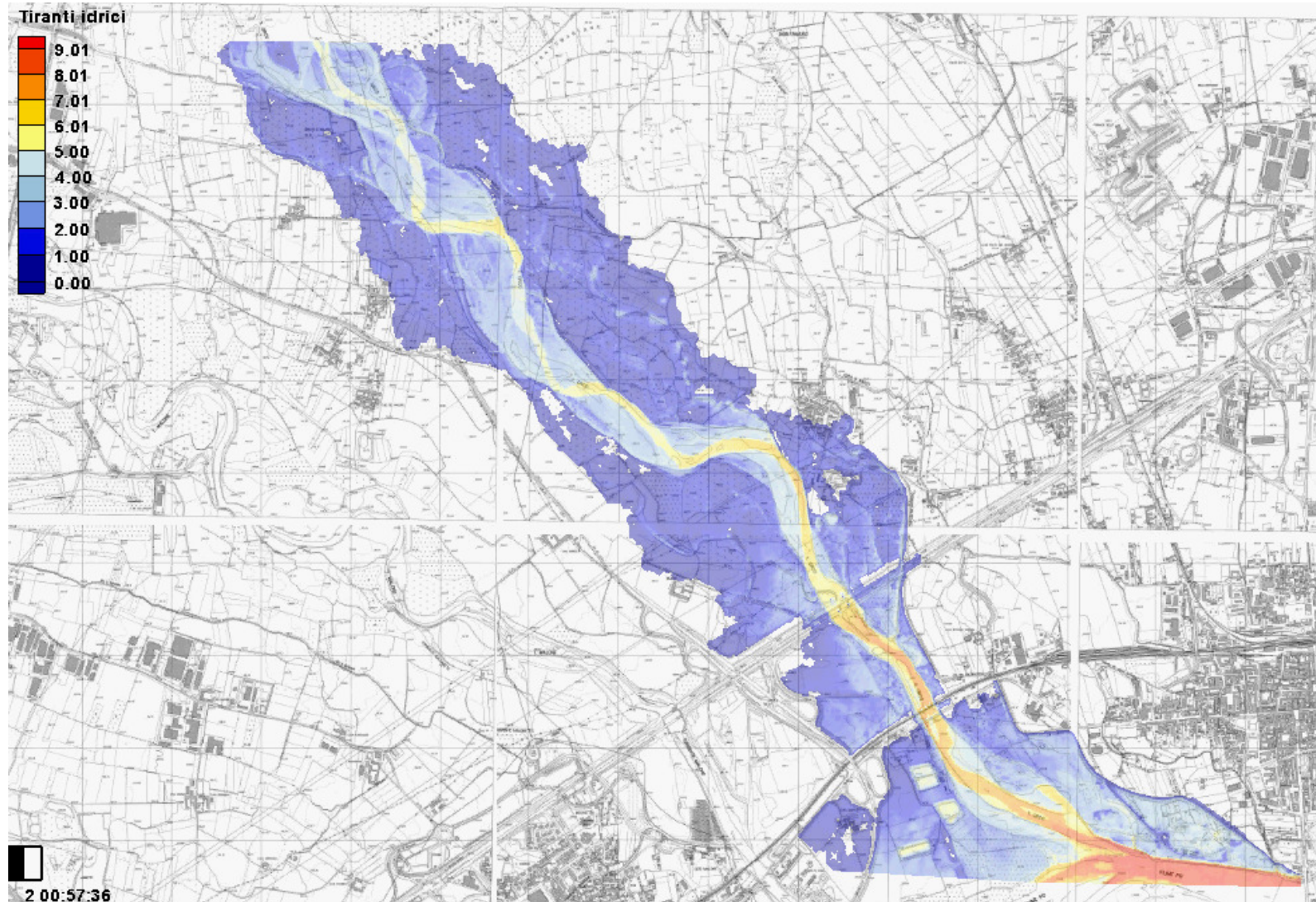


Tabella delle velocità medie sulle sezioni modello 1D

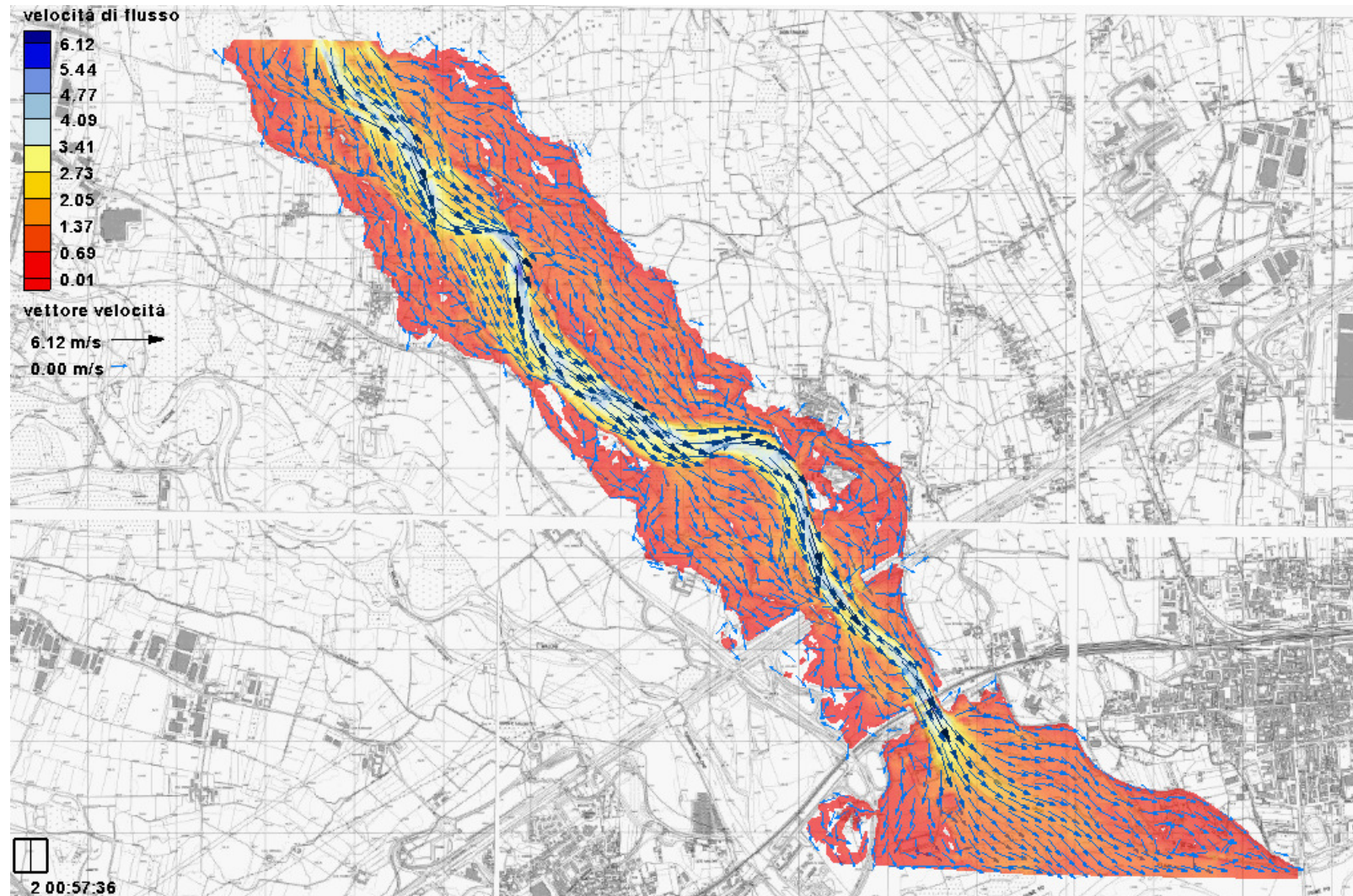
Sezione notevole	Sezione_2007/60 (nome)	progressiva da monte (m)	Tr 20		Tr 100		Tr 200		Tr 500	
			Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)
30 PAI	30,00	0	1185	378,45	1927	379,49	2301	379,95	2860	380,58
29 PAI	29,00	144,11	1185	376,37	1927	376,86	2301	377,05	2860	377,28
	28,03	331,13	1185	374,2	1927	375,07	2301	375,64	2860	376,12
	28,02	478,26	1185	372,46	1927	373,31	2301	373,46	2860	373,79
	28,01	670,72	1185	370,97	1927	371,96	2301	372,25	2860	372,66
28 PAI	28,00	833,42	1185	368,9	1927	370	2301	370,54	2860	371,18
	27,13	967,71	1185	367,02	1927	367,44	2301	367,64	2860	367,97
	27,12	1085,76	1185	366,02	1927	367,01	2301	367,36	2860	367,82
	27,11	1235,22	1185	365,46	1927	366,39	2301	366,69	2860	367,09
	27,10	1385,84	1185	364,4	1927	365,31	2301	365,63	2860	366,02
	27,09	1520,23	1185	363,11	1927	363,85	2301	364,11	2860	364,43
	27,08	1644,32	1185	361,05	1927	361,82	2301	362,15	2860	362,52
Inl Struct	27.07_mS	1644,67	1185	361,67	1927	362,37	2301	362,62	2860	363,31
	27.07_vS	1672,38	1185	359,31	1927	360,2	2301	360,84	2860	361,52
	27,06	1812,25	1185	358,29	1927	359,31	2301	359,74	2860	359,14
	27,05	1947,6	1185	356,49	1927	357,54	2301	357,92	2860	358,69
	27,04	2116,63	1185	355,49	1927	356,24	2301	356,45	2860	356,76
	27,03	2313,35	1185	353,11	1927	354,05	2301	354,42	2860	354,78
	27,02	2501,03	1185	351,39	1927	352,02	2301	352,31	2860	352,71
	27,01	2675,22	1185	350,11	1927	350,48	2301	350,64	2860	350,86
27 PAI	27,00	2810,26	1208	348,53	1952	349,03	2320	349,25	2870	349,55
	26,07	3023,54	1208	346,07	1952	346,56	2320	346,76	2870	347,02
	26,06	3208,28	1208	344,85	1952	345,45	2320	345,72	2870	346,08
	26,05	3400,7	1208	343,08	1952	343,68	2320	343,89	2870	344,11
	26,04	3558,79	1208	341,51	1952	342	2320	342,26	2870	342,57
	26,03	3729,15	1208	339,89	1952	340,49	2320	340,69	2870	341,04
	26,02	3841,9	1208	338,82	1952	339,43	2320	339,68	2870	339,97
	26,01	3961,77	1208	337,74	1952	338,39	2320	338,65	2870	338,96
26 PAI	26,00	4138,97	1208	336,33	1952	336,86	2320	337,08	2870	337,37
	25,06	4491,25	1208	332,6	1952	333,03	2320	333,17	2870	333,39
	25,05	4625,24	1208	331,35	1952	331,82	2320	332,02	2870	332,25
	25,04	4759,35	1208	330,11	1952	330,6	2320	330,79	2870	331,03
	25,03	4924,83	1208	328,14	1952	328,65	2320	328,89	2870	329,25
	25,02	5083,44	1208	326,7	1952	327,34	2320	327,53	2870	327,87
	25,01	5217,64	1208	325,09	1952	325,6	2320	325,89	2870	326,28
25 PAI	25,00	5446,56	1208	322,21	1952	322,74	2320	322,93	2870	323,22
	24,06	5707,97	1208	319,12	1952	319,71	2320	319,97	2870	320,29
	24,05	5880,58	1208	317,64	1952	318,29	2320	318,51	2870	318,81
	24,04	6054,98	1208	315,94	1952	316,56	2320	316,79	2870	317,12
Ponte SS565 m	24.03_mP	6224,9	1208	314,6	1952	315,2	2320	315,44	2870	315,75
Ponte SS565 v	24.03_vP	6260	1208	314,39	1952	315,04	2320	315,27	2870	315,59
	24,02	6338,97	1208	314,03	1952	314,73	2320	314,94	2870	315,25

Per ogni sezione e per ogni tempo di ritorno:

- Velocità media in alveo;
- Velocità media in goleni destra e sinistra.

Rappresentazione velocità modello 2D (locale)

Modello 2D locale in corrispondenza della confluenza Orco - Po



Le mappe di pericolosità: le attività condotte

La mancanza delle risorse necessarie ad implementare il metodo proposto nel Progetto esecutivo sull'intero reticolo idrografico principale ha reso necessario applicare un livello di analisi inferiore su buona parte del reticolo medesimo, consistente nella **sola acquisizione delle conoscenze disponibili** (dati idrologici, modello idraulico, aree inondabili) senza pertanto sviluppare nuovi approfondimenti e aggiornamenti delle analisi.

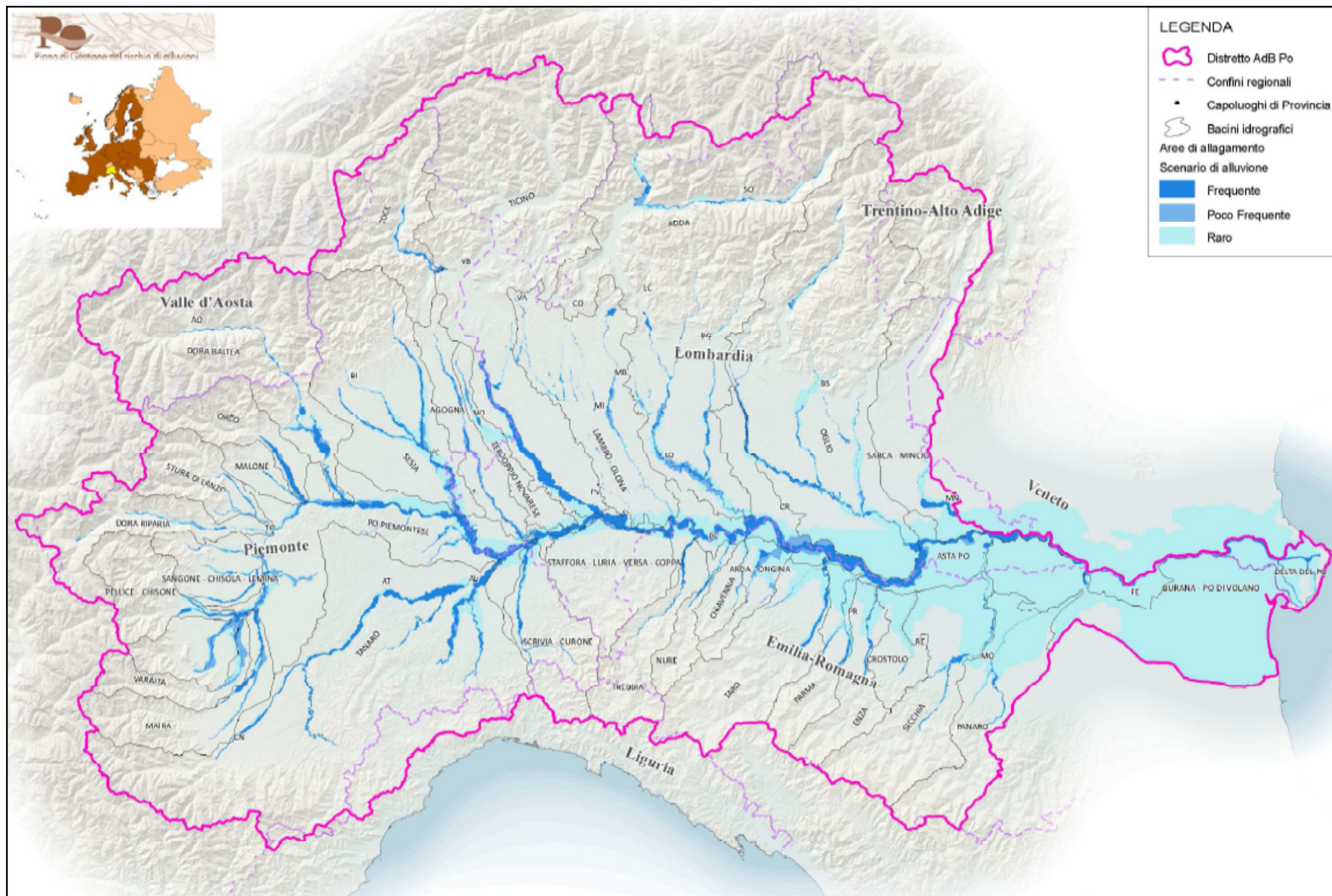
Le mappe di pericolosità: il livello di confidenza

Il **livello di confidenza** associato alle mappe di pericolosità, seppur complessivamente adeguato, risulta però differenziato sui diversi corsi d'acqua a causa dei dati disponibili non sempre omogenei e dovrà essere migliorato nei prossimi cicli di pianificazione.

Livello di confidenza	Alto	Medio	Basso
Dati topografici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dati idrologici e idraulici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Qualità del processo di rielaborazione e aggiornamento effettuato	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

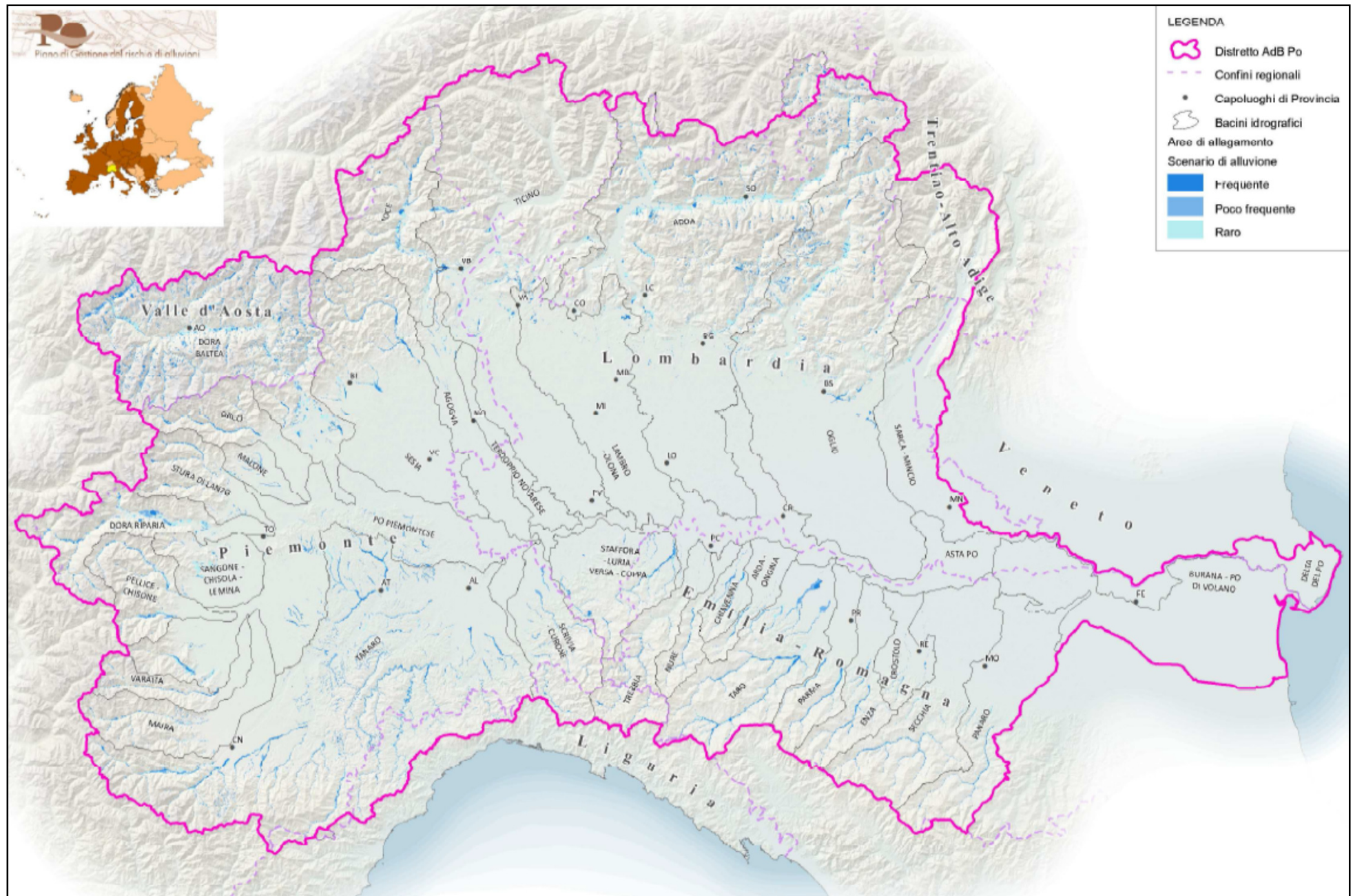
Allegato 1 al Progetto di Piano "Schede descrittive delle mappe di pericolosità sul reticolo principale (fonti, criteri, livelli confidenza)"

Le mappe di pericolosità: Reticolo principale

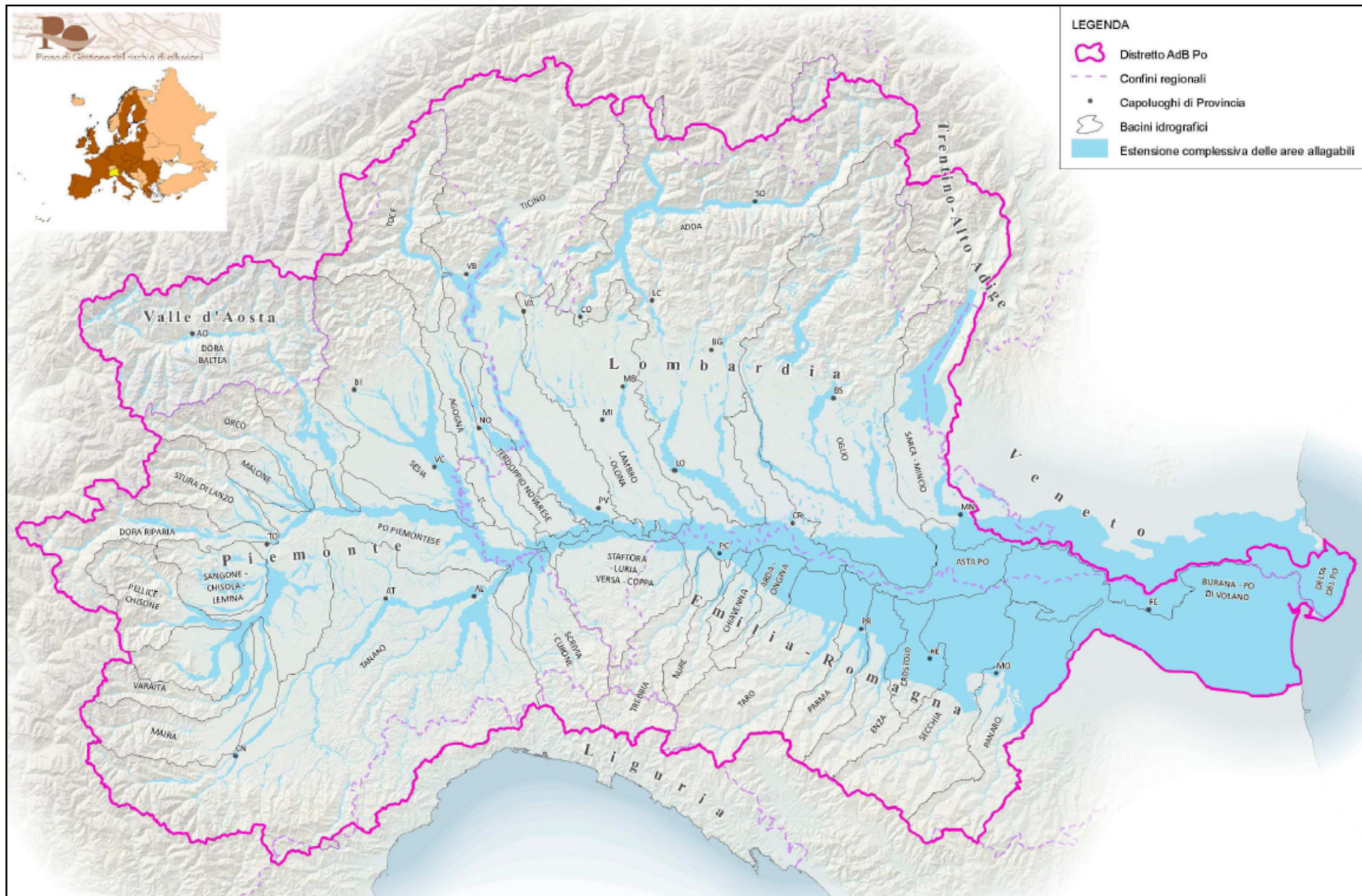


**Le mappe di pericolosità sugli altri ambiti
(reticolo secondario montano e di pianura, aree costiere)**

Le mappe di pericolosità: Reticolo secondario montano



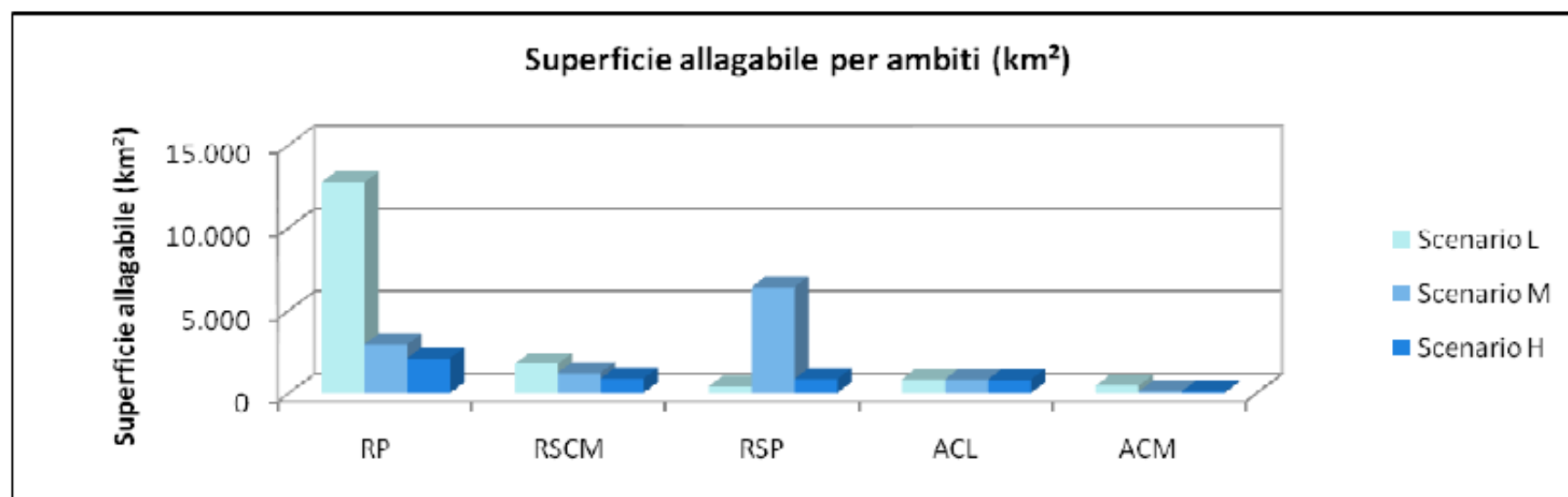
Le mappe di pericolosità complessiva



Le mappe della pericolosità

Dati complessivi aree allagabili a livello di Distretto	
Superficie complessiva distretto (km ²)	73.970,6
Superficie allagabile complessiva entro e fuori distretto (km ²)	17.112,7
Superficie allagabile compresa solo entro il distretto (km ²)	15.580,9
Percentuale di superficie allagabile complessiva nel distretto (%)	22,3%

Dati complessivi popolazione in aree allagabili a livello di Distretto	
Popolazione complessiva distretto (abitanti)	16.726.716
Popolazione complessiva in area allagabile entro e fuori distretto (abitanti)	3.864.476
Popolazione complessiva in area allagabile solo entro distretto (abitanti)	3.667.999
Percentuale di popolazione complessiva in area allagabile nel distretto (%)	21,9%

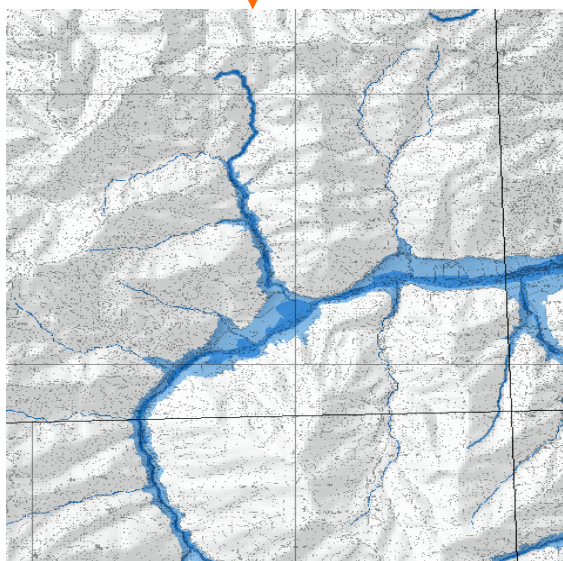


Le mappe del rischio

Le mappe del rischio

D.Lgs. 49/2010

4 classi di rischio



$$R = P * E * V$$

D (danno)

= 1

+

BANCA DATI DEGLI ELEMENTI ESPOSTI



Dir. 2007/60

Le potenziali conseguenze negative in termini di
elementi esposti

La determinazione della Vulnerabilità richiede:

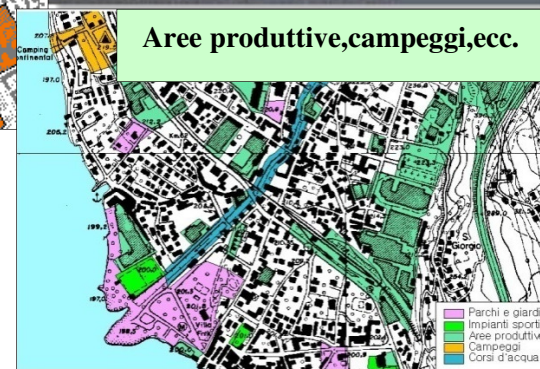
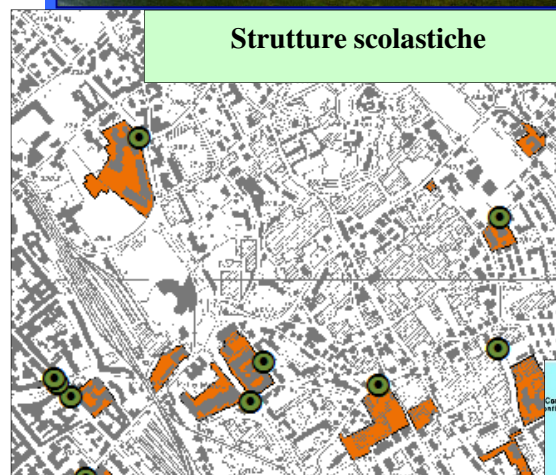
- la conoscenza della esatta tipologia, magnitudo e frequenza della fenomenologia considerata
- la conoscenza del comportamento delle strutture di fronte ai fenomeni in questione.
- la stessa V può variare in base a fattori casuali, quali ad esempio il periodo dell'anno, il giorno della settimana e l'ora in cui l'evento si verifica

Considerata la necessità di disporre di una valutazione uniforme delle conseguenze negative delle alluvioni su tutto il territorio del bacino del Po, ci si è orientati ad utilizzare un metodo semplificato e comunque cautelativo ($V=1$)

Elementi esposti da censire

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....



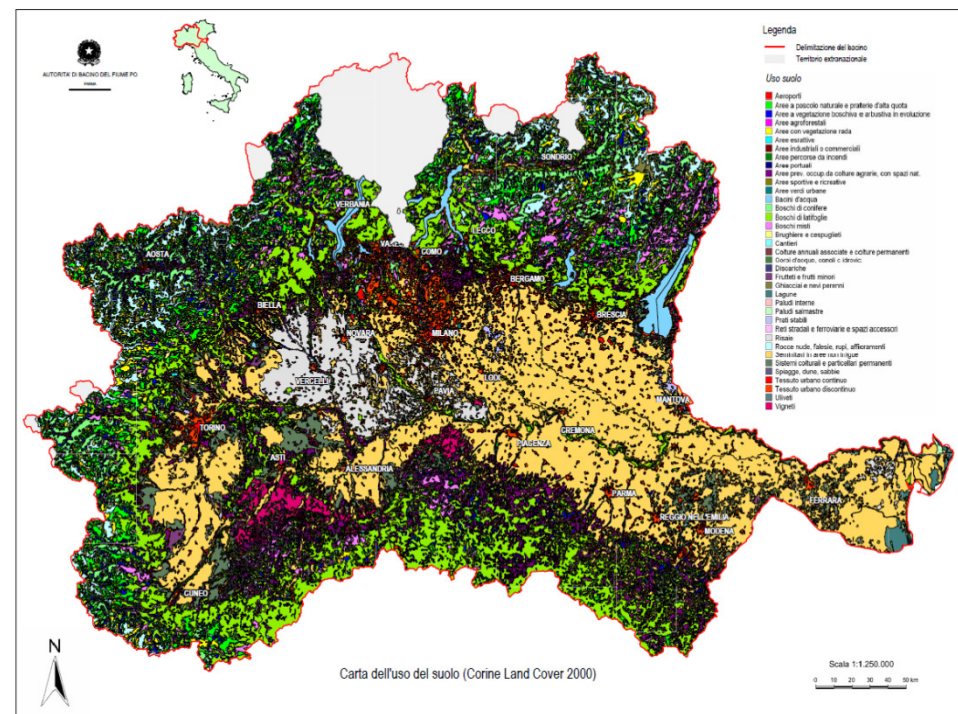
Banche dati per individuare gli elementi esposti

Lo strato informativo principale di riferimento è rappresentato dalla Carta uso del suolo, in quanto:

OMOGENEO: discende dal Progetto europeo Corine land cover(CLC)

AGGIORNATO: 2007-2010 da ortofoto AGEA

DETTAGLIATO: IV livello con un totale di circa 83 classi



Attribuzione classe di danno

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	Insediamanti industriali, artigianali, commerciali
12112	Insediamanti produttivi agricoli
12121	Insediamanti ospedalieri
12123	Impianti tecnologici
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori
123	Aree portuali
12125	Aree militari obliterate
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

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

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

La definizione della matrice del rischio (Indirizzi MATTM)

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

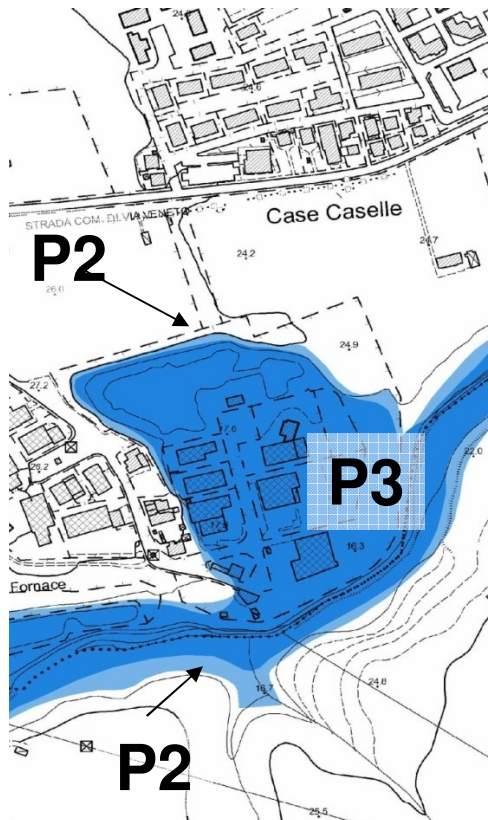
CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 2
 Aree costiere lacuali (ACL)

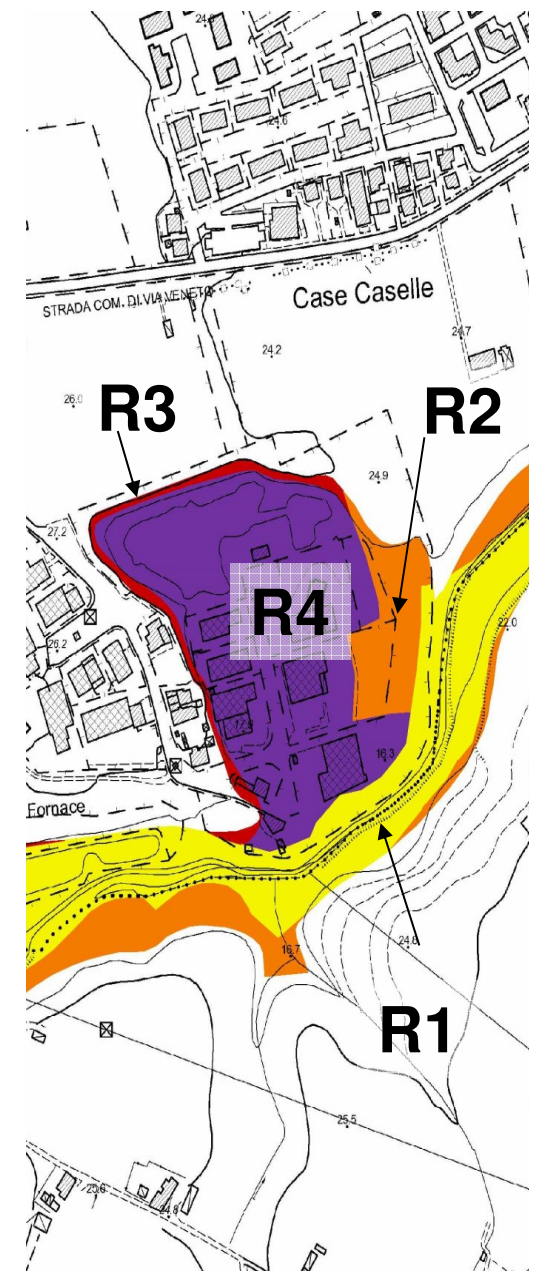
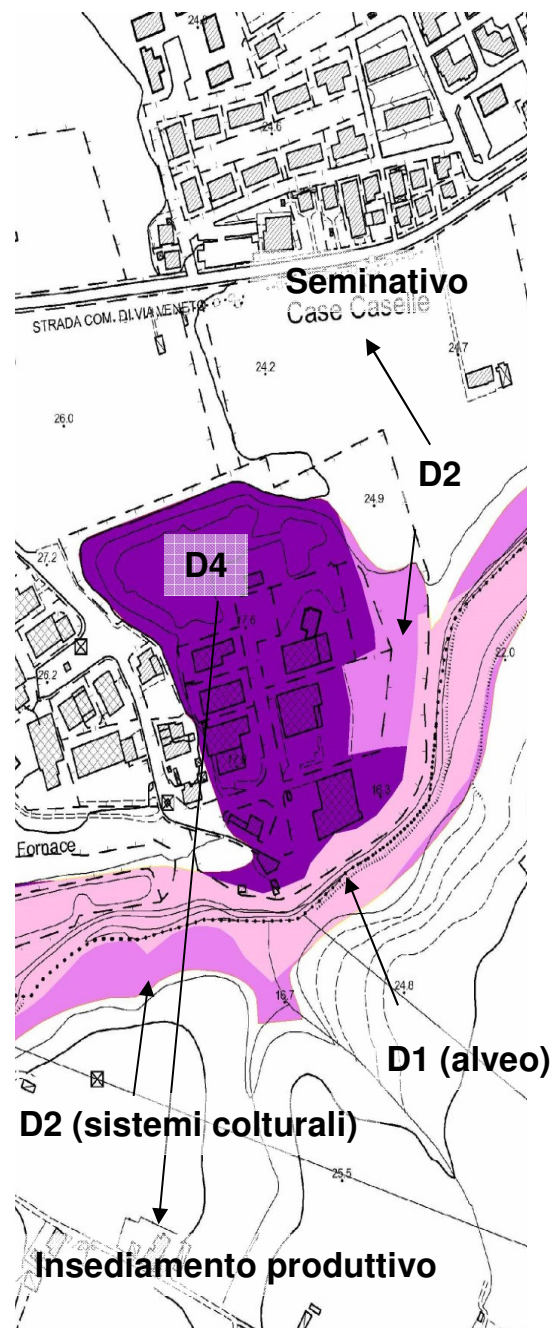
CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

Matrice 3
 Reticolo secondario di pianura (RSP)

I passaggi dalla pericolosità al rischio



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

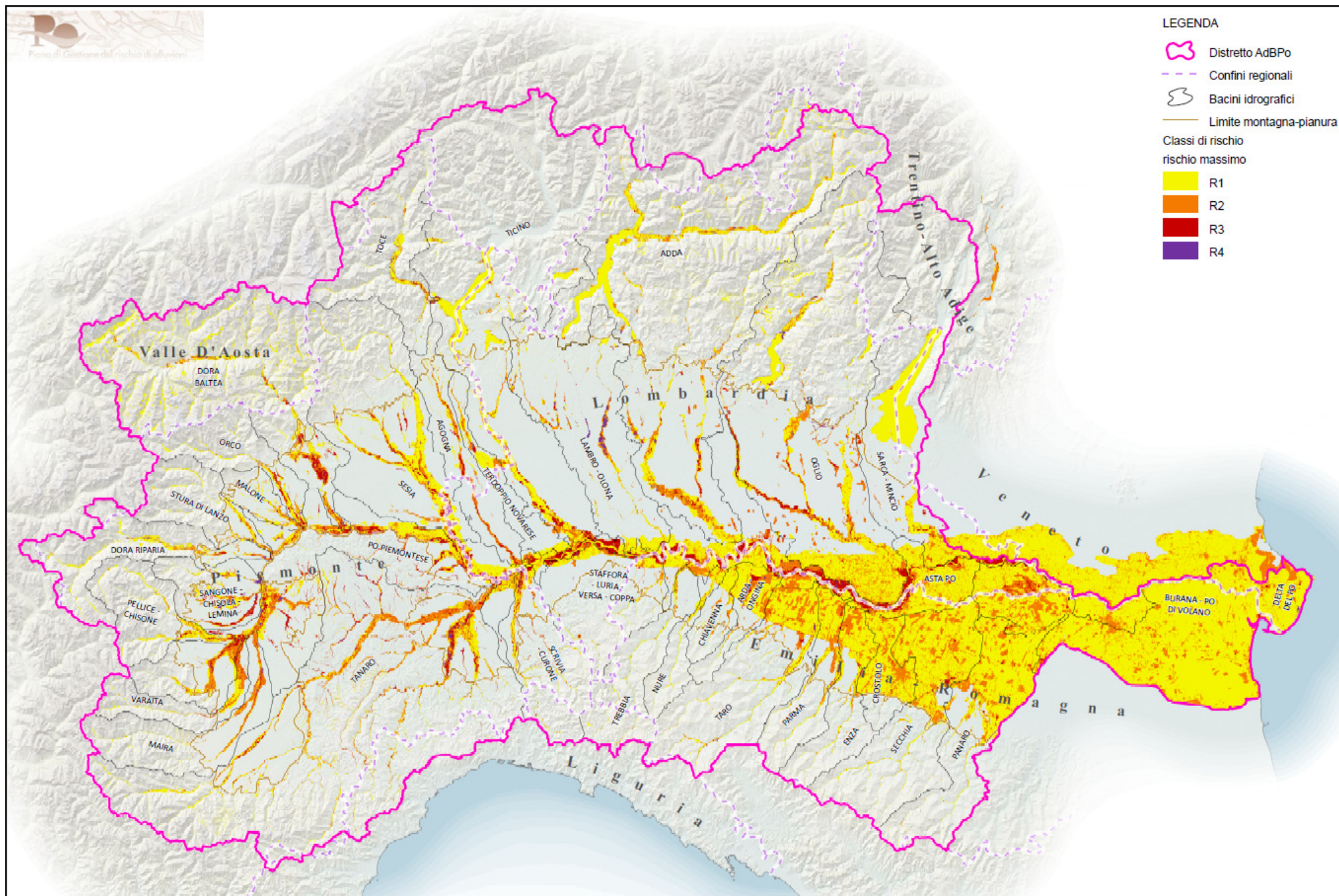


Mappe di rischio: livelli di confidenza

La valutazione degli elementi esposti e delle condizioni di rischio è stata condotta utilizzando le informazioni derivanti dalle banche dati regionali (non sempre omogenee tra loro), con **approcci semplificati** (Vulnerabilità=1) e **di tipo qualitativo** (matrice pericolosità – danno).

Nei prossimi cicli di pianificazione dovranno essere sviluppate anche procedure di **analisi quantitativa** che tengano conto della vulnerabilità e del danno economico atteso ed in particolare consentano l'implementazione delle **analisi costi benefici** obbligatorie per il secondo Piano di gestione

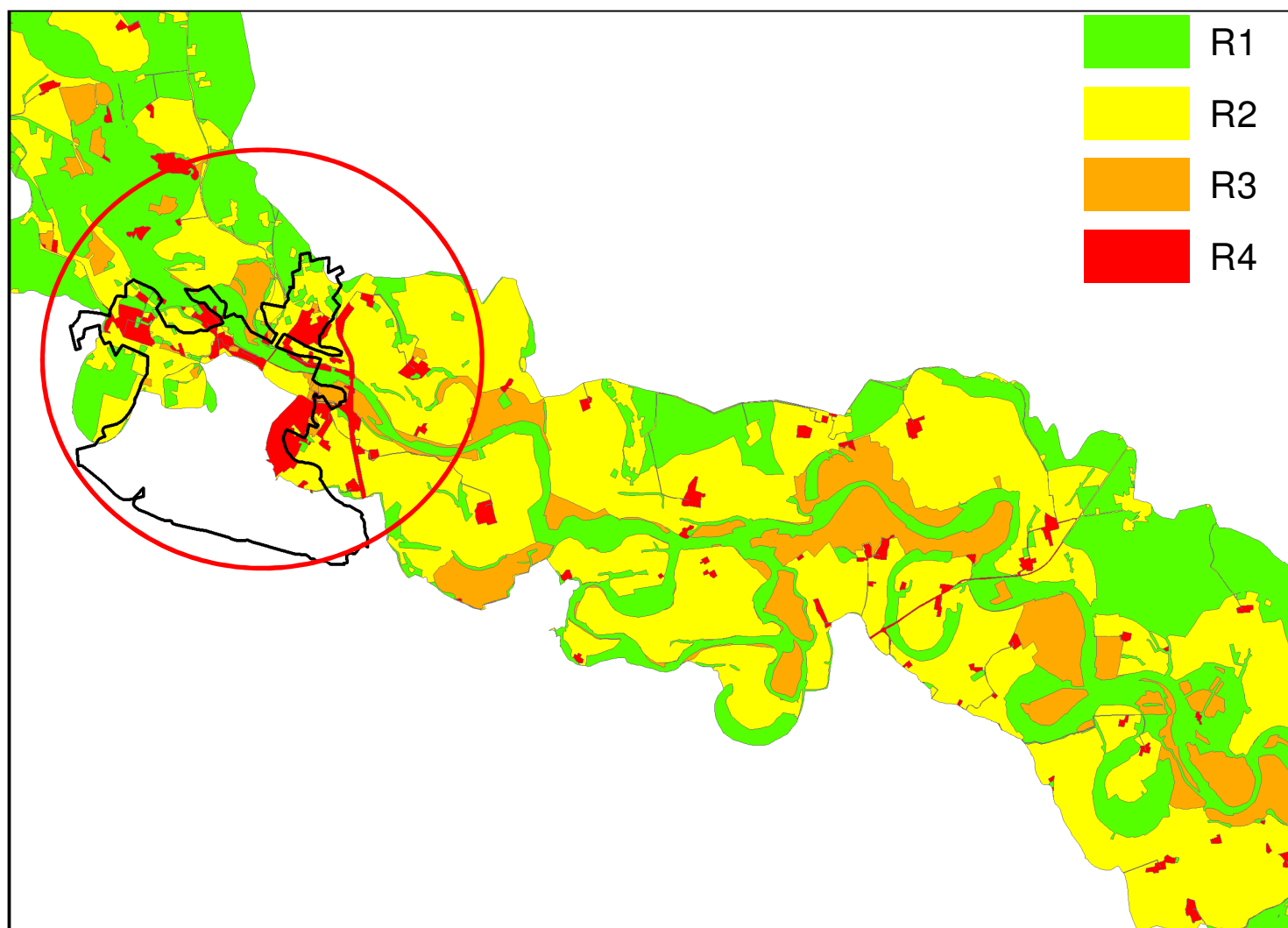
Le mappe di rischio: il prodotto complessivo finale



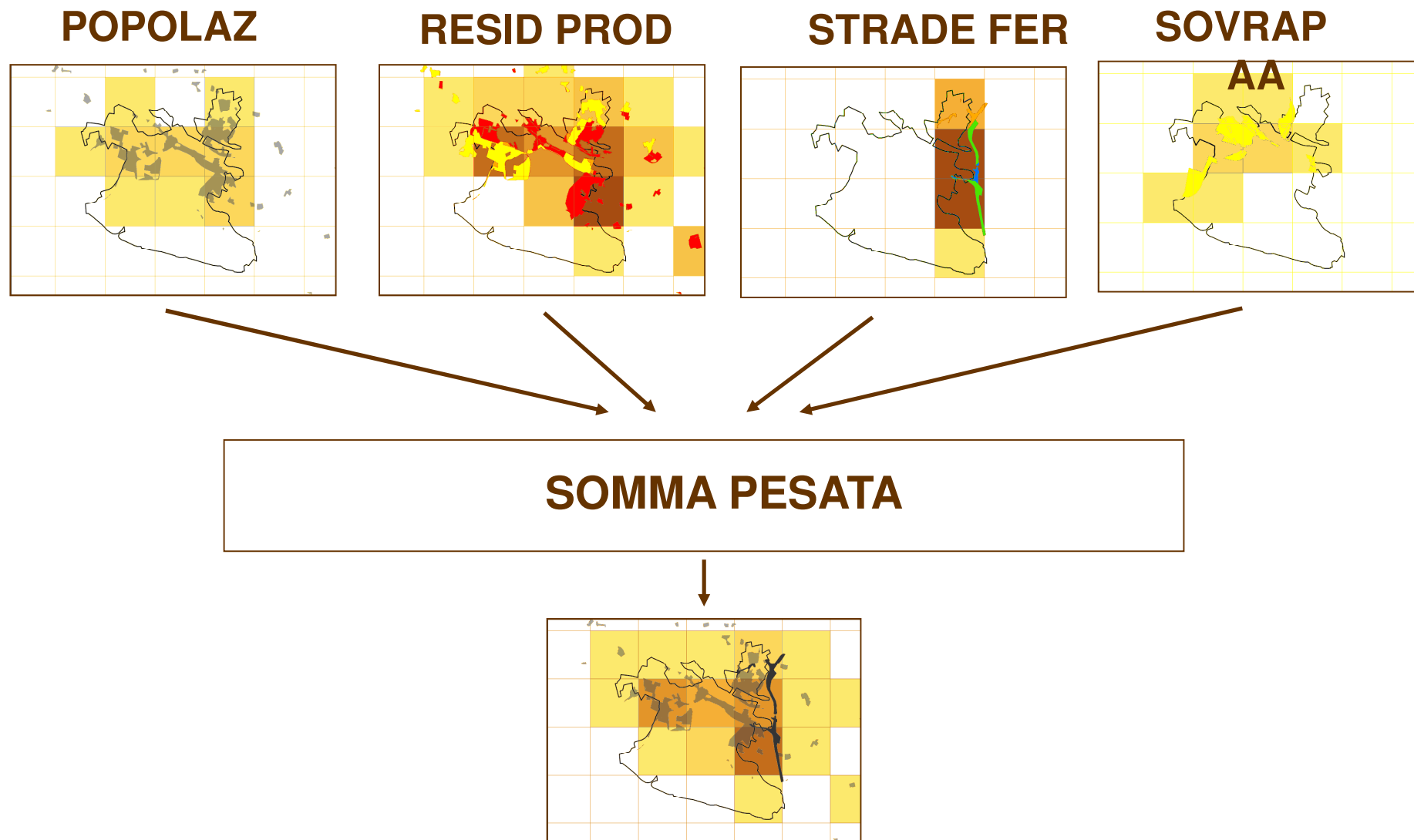
Il Piano di gestione del rischio di alluvioni

Ordinamento e gerarchizzazione delle aree a rischio

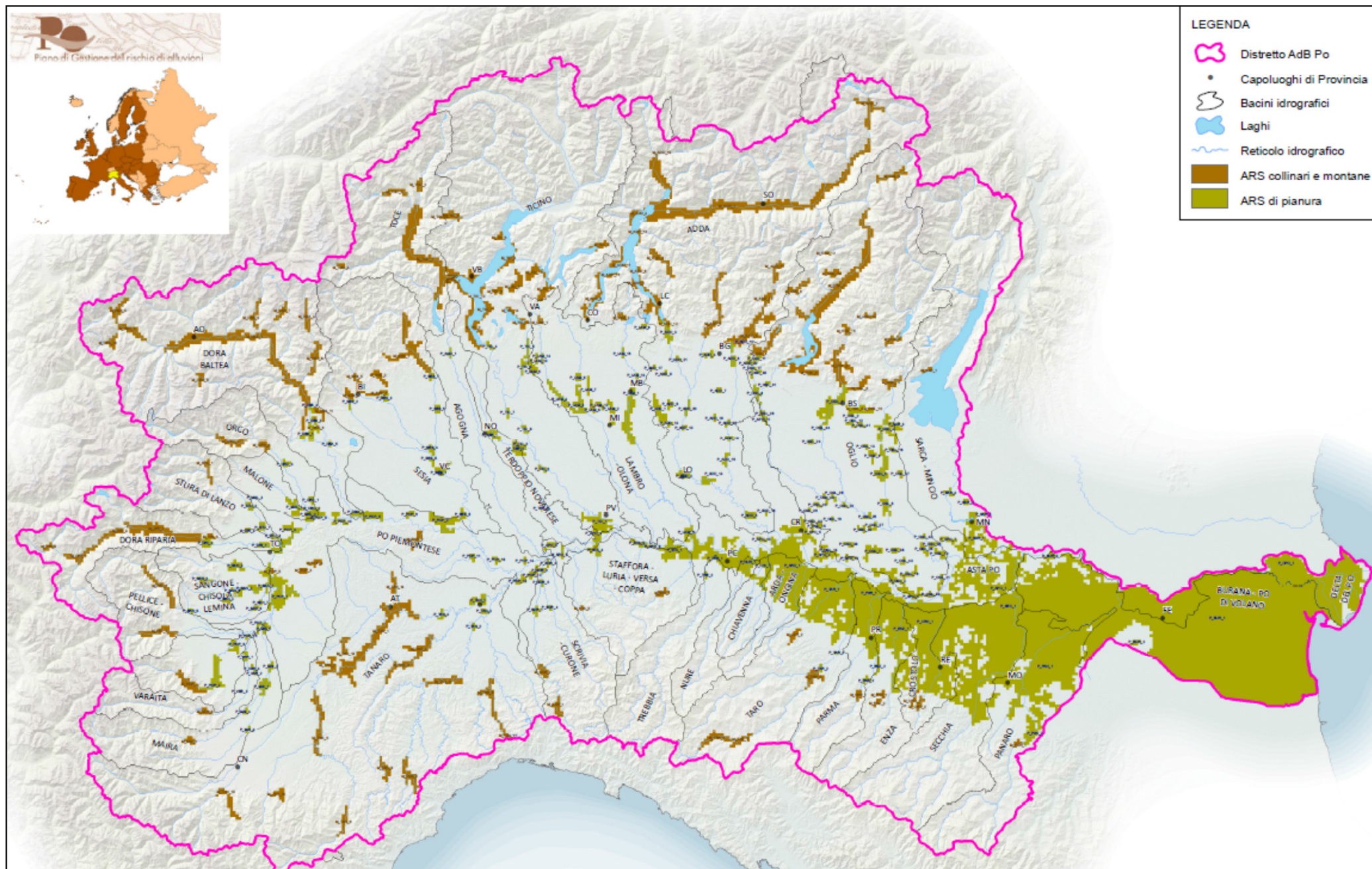
Il numero molto elevato di elementi a rischio (circa 150.000) ha fin da subito evidenziato la necessità di procedere ad un ordinamento e gerarchizzazione delle aree a rischio, necessario per poter definire ad una scala appropriata le strategie del Piano e le più adeguate misure.



Ordinamento e gerarchizzazione delle aree a rischio



Ordinamento e gerarchizzazione delle aree a rischio

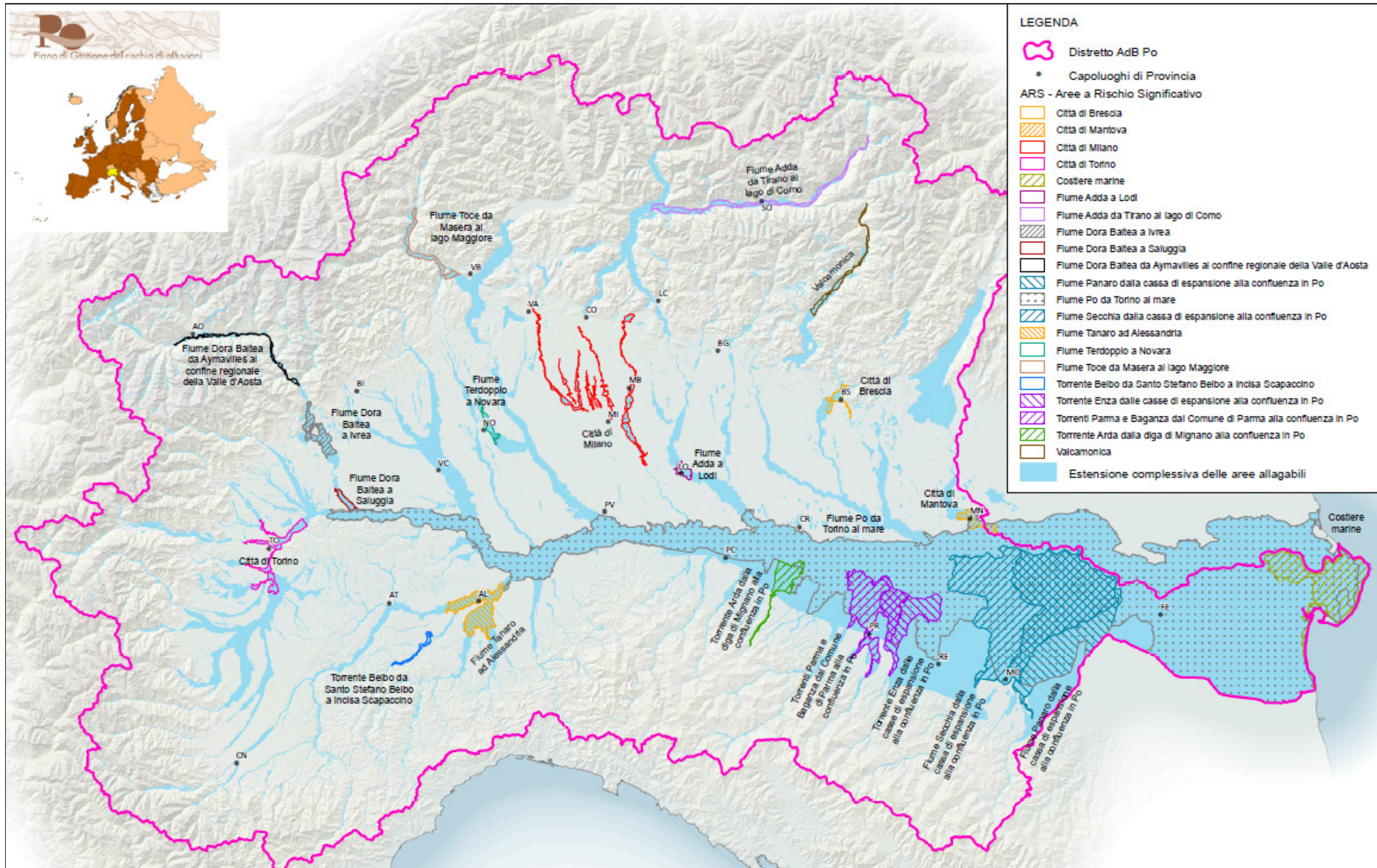


Aree a Rischio Significativo (ARS)

Tale ordinamento è stato poi integrato con ulteriori informazioni (nodi critici PAI, aree RME, complessità degli interventi, ecc.) ed ha consentito di definire tre livelli differenziati sui quali sono state declinate le misure del Piano.

- il **livello distrettuale**: a cui corrispondono le aree di rilevanza strategica a scala di bacino che richiedono interventi di mitigazione complessi per i quali è necessario il coordinamento delle politiche di più regioni (21 ARS)
- il **livello regionale**: a cui corrispondono situazioni di rischio elevato o molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali (54 ARS)
- il **livello locale**: il sottoinsieme più vasto di tutti i rimanenti elementi a rischio

ARS distrettuali



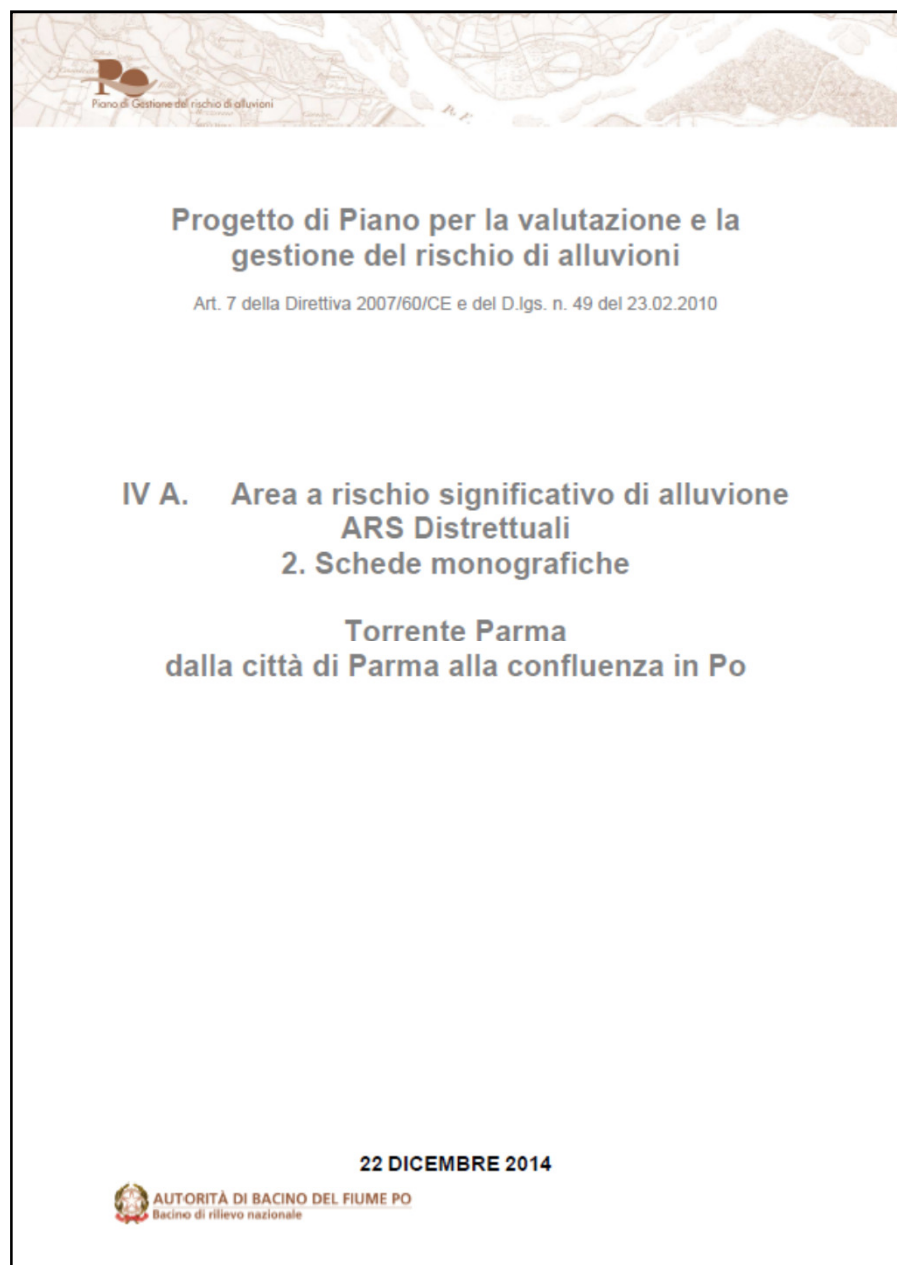
ARS distrettuali

Popolazione residente nelle aree allagabili delle Aree a Rischio Significativo (ARS)											
Aree a Rischio Significativo (ARS)	Popolazione (abitanti)			Popolazione (% della popolazione totale dei Comuni interessati dalle ARS)			Popolazione totale dei Comuni interessati dalle ARS (abitanti)	Popolazione (% della popolazione totale ARS)			Popolazione totale ARS (abitanti)
	L	M	H	L	M	H		L	M	H	
Città di Brescia	64.648	1.917	599	34,0%	1,0%	0,3%	189.902	100,0%	3,0%	0,9%	64.648
Città di Mantova	32.405	404	404	69,5%	0,9%	0,9%	46.649	100,0%	1,2%	1,2%	32.405
Città di Milano	220.847	98.338	40.943	6,4%	3,3%	1,4%	2.997.568	100,0%	44,5%	18,5%	220.847
Città di Torino	124.804	41.824	1.208	10,6%	3,5%	0,1%	1.180.971	100,0%	33,5%	1,0%	124.805
Costiere marine	29.760	2.304	615	13,2%	1,0%	0,3%	225.433	100,0%	7,7%	2,1%	29.760
Fiume Adda a Lodi	9.977	4.161	19	23,0%	9,6%	0,0%	43.332	100,0%	41,7%	0,2%	9.977
Fiume Adda da Tirano al lago di Comc	24.896	3.086	185	18,1%	2,2%	0,1%	137.697	100,0%	12,4%	0,7%	24.896
Fiume Dora Baltea a Ivrea	10.888	412	97	18,7%	0,7%	0,2%	58.343	100,0%	3,8%	0,9%	10.888
Fiume Dora Baltea a Saluggia	172	78	28	0,8%	0,4%	0,1%	21.766	100,0%	45,3%	16,3%	172
Fiume Dora Baltea da Aymavilles al confine regionale della Valle d'Aost	4.867	2.490	271	5,1%	2,6%	0,3%	95.386	100,0%	51,2%	5,6%	4.867
Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Pc	223.161	237	206	46,8%	0,0%	0,0%	477.287	100,0%	0,1%	0,1%	223.161
Fiume Po da Torino al mare	1.424.606	6.886	2.058	47,5%	0,2%	0,1%	2.999.906	100,0%	0,5%	0,1%	1.424.606
Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Pc	414.646	448	312	77,8%	0,1%	0,1%	533.258	100,0%	0,1%	0,1%	414.646
Fiume Tanaro ad Alessandria	25.871	580	554	25,5%	0,6%	0,5%	101.427	100,0%	2,2%	2,1%	25.872
Fiume Terdoppio a Novara	7.289	338	336	6,5%	0,3%	0,3%	112.722	100,0%	4,6%	4,6%	7.289
Fiume Toce da Masera al lago Maggiore	5.922	1.715	167	6,3%	1,8%	0,2%	93.814	100,0%	29,0%	2,8%	5.922
Torrente Belbo da Santo Stefano Belbo a Incisa Scapaccino	12.073	635	635	40,1%	2,1%	2,1%	30.123	100,0%	5,3%	5,3%	12.073
Torrente Enza dalle casse di espansione alla confluenza in Pc	46.068	635	225	16,5%	0,2%	0,1%	275.865	100,0%	1,4%	0,5%	46.068
Torrenti Parma e Baganza dal Comune di Parma alla confluenza in Pc	121.467	609	292	57,0%	0,3%	0,1%	213.248	100,0%	0,5%	0,2%	121.467
Torrente Arda dalla diga di Mignano alla confluenza in Pc	10.421	1.671	642	25,9%	4,3%	1,6%	39.111	100,0%	16,0%	6,2%	10.421
Valcamonica	17.699	8.942	2.909	20,5%	10,3%	3,4%	86.501	100,0%	50,5%	16,4%	17.699

Scenario di alluvione:
L: Alluvione rara (Low)
M: Alluvione poco frequente (Medium)
H: Alluvione frequente (High)

La popolazione ricompresa all'interno delle ARS distrettuali è circa il 60% della popolazione complessiva in area allagabile del distretto

ARS distrettuali – Schede monografiche



Schede monografiche di ARS:

- descrizione del sistema difensivo
- descrizione delle piene
- diagnosi di criticità
- analisi degli elementi esposti
- corpi idrici del PdGPo
- obiettivi e misure specifiche

Le misure definite per le ARS Distrettuali

Obiettivi generali di distretto	Obiettivi di ARS	Misure (da attuare al 2021)
MIGLIORARE LA CONOSCENZA DEL RISCHIO	Migliorare la conoscenza del rischio residuale e costruire scenari di riferimento per i piani di protezione civile e per la pianificazione urbanistica	Sviluppare modelli idraulici bidimensionali descrittivi della dinamica evolutiva degli eventi negli scenari di rischio residuale conseguenti alla rottura dei rilevati arginali sul fiume Tanaro e sul fiume Bormida.
	Migliorare la conoscenza delle dinamiche di laminazione delle piene	Effettuare analisi a scala di asta fluviale in relazione alle attuali capacità di espansione e laminazione delle piene sui fiumi Tanaro, Orba e Bormida a monte della città di Alessandria, a partire dagli studi idraulici già disponibili e approfondire gli scenari di progetto, anche in termini di costi benefici.
MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI	Garantire una adeguata manutenzione ordinaria e straordinaria degli alvei e dei sistemi difensivi	Sviluppare il programma di sorveglianza e manutenzione dei rilevati arginali e delle opere complementari (chiaviche, manufatti sollevamento, ecc.) sul fiume Tanaro e sul fiume Bormida organizzato per criticità.
	Adeguare strutturalmente e funzionalmente il sistema difensivo	Realizzare gli interventi già programmati e finanziati riguardanti il completamento e adeguamento del sistema difensivo esistente (rialzo e completamento argini, chiusura varchi e fornici) sul fiume Tanaro a valle dell'ex ponte della Cittadella.
		Predisporre la progettazione di fattibilità ed individuare le fonti di finanziamento degli interventi di completamento e adeguamento del sistema difensivo a monte dell'ex ponte della Cittadella sul fiume Tanaro e in corrispondenza della confluenza Bormida.
		Predisporre la progettazione di fattibilità ed individuare le fonti di finanziamento degli interventi sul fiume Tanaro di adeguamento della soglia dell'ex ponte della Cittadella e della sistemazione dell'alveo nel tratto cittadino.
ASSICURARE MAGGIORE SPAZIO AI FIUMI	Ripristinare la funzionalità morfologica dell'alveo anche per potenziare la capacità di laminazione delle piene nelle aree di pertinenza fluviale	Predisporre il Programma generale di gestione dei sedimenti, con l'obiettivo principale di ripristinare la funzionalità geomorfologica dell'alveo nei tratti di monte ed in particolare nel tratto Alba - Asti, al fine di migliorare i processi di espansione e laminazione delle piene nelle aree perfluviali, ora in parte sconnesse dai fenomeni di allagamento a causa dell'abbassamento dell'alveo, nonché concorrere a migliorare la qualità ecologica del corso d'acqua.

5 obiettivi per il Piano di gestione del rischio alluvioni

1. MIGLIORARE LA CONOSCENZA DEL RISCHIO

Favorire lo sviluppo di conoscenze tecniche e scientifiche adeguate alla gestione delle alluvioni e promuovere la diffusione di una formazione di base per decisori e per i cittadini adeguata a consentire la messa in atto di buone pratiche di difesa.

2. MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI

Assicurare la sorveglianza, la manutenzione, l'integrazione e l'adeguamento dei sistemi esistenti di difesa attiva e passiva dalle piene.

3. RIDURRE L'ESPOSIZIONE AL RISCHIO

Monitorare i beni esposti nelle aree inondabili, anche per scenari rari, e promuovere la riduzione della vulnerabilità economica del territorio e dei singoli beni.

4. ASSICURARE MAGGIORE SPAZIO AI FIUMI

Prevedere ove possibile il mantenimento e/o il ripristino delle pianure alluvionali, quali ambiti privilegiati per l'espansione delle piene e nel contempo per la conservazione, protezione e restauro degli ecosistemi coerentemente con la Direttiva 2000/60/CE e con il PDGPO.

5. DIFESA DELLE CITTA' E DELLE AREE METROPOLITANE

Promuovere pratiche sostenibili di utilizzo del suolo Migliorare la capacità di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di aree predefinite in caso di fenomeno alluvionale

ARS distrettuali –principali misure per le ARS in Emilia Romagna

Sviluppare una campagna di indagini in situ e di laboratorio per la caratterizzazione dei terreni di fondazione e dei corpi arginali ed effettuare verifiche di stabilità e resistenza in condizioni di piena e in condizioni sismiche

Sviluppare modelli idraulici bidimensionali descrittivi della dinamica evolutiva degli eventi negli scenari di rischio residuale conseguenti alla rottura dei rilevati arginali

Predisporre, comunicare ed attuare il programma di gestione della vegetazione ripariale finalizzata a garantire una adeguata capacità di deflusso dei tratti arginati

Sviluppare il programma di sorveglianza e manutenzione dei rilevati arginali e delle opere complementari (chiaviche, manufatti di sollevamento, ecc.)

Realizzare o predisporre la progettazione ed individuare le fonti di finanziamento degli interventi di adeguamento in quota e in sagoma delle arginature

Realizzare o predisporre la progettazione ed individuare le fonti di finanziamento degli interventi di adeguamento (o realizzazione) delle casse di espansione

Predisporre il programma generale dei sedimenti ed attuarlo sul fiume Po

Predisporre la progettazione ed individuare le fonti di finanziamento degli interventi di rimodellamento dei piani golenali nei tratti maggiormente pensili

Ulteriori temi generali di approfondimento strategico

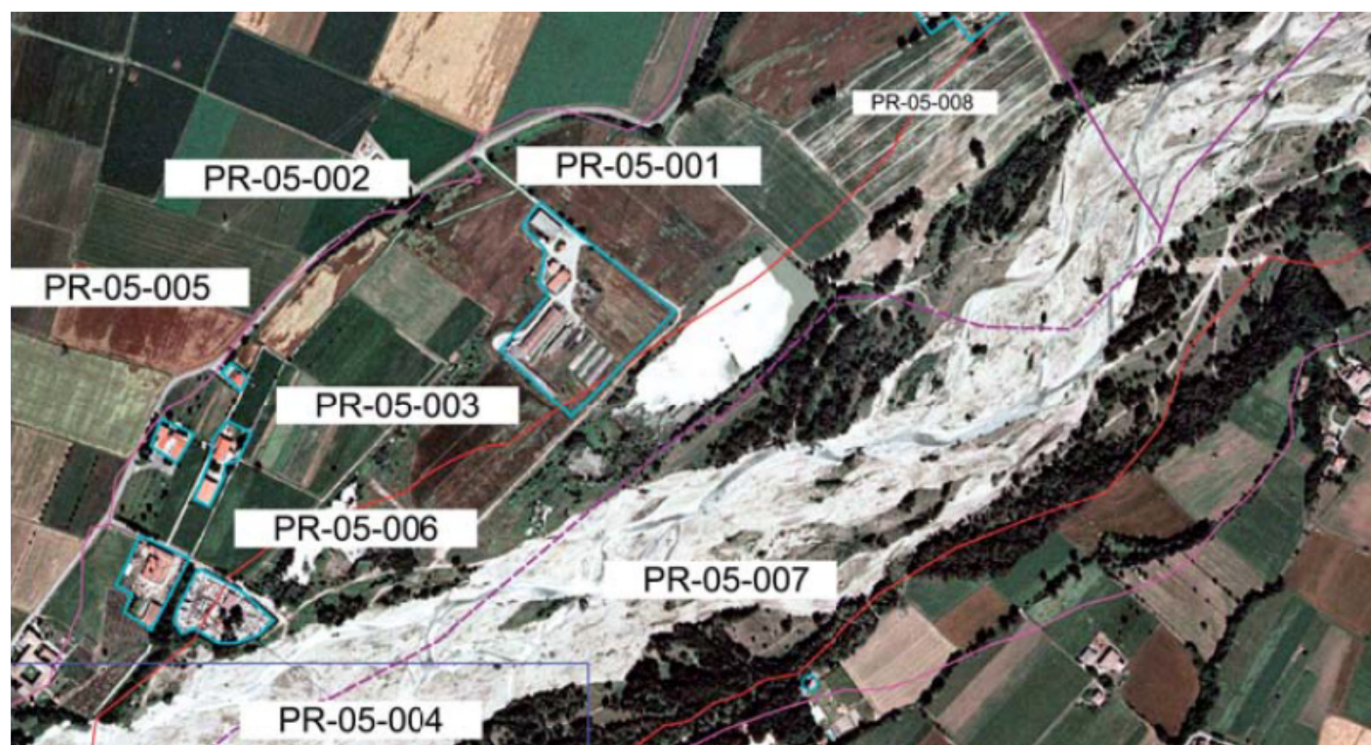
- ~ i **cambiamenti climatici** e loro influenza sulla mappatura e gestione del rischio di alluvione;
- ~ l'incidenza del **trasporto solido** sulla pericolosità idraulica e la corretta gestione dei sedimenti a scala di asta fluviale;
- ~ il potenziamento della capacità di espansione e laminazione naturale attraverso **interventi di riqualificazione morfologica ed ecologica** degli alvei e delle piane inondabili (Natural water retention measures);
- ~ la valutazione e la mitigazione delle condizioni di **vulnerabilità** del territorio e dei singoli beni e l'implementazione delle analisi costi benefici.

Il monitoraggio dei beni esposti e la riduzione della vulnerabilità



Il progetto SAFE

Nell'ambito del progetto "SAFE" (Sviluppo di un Ambiente Fluviale Eco-sostenibile), avviato nella prima metà degli anni 2000, sono stati censiti gli insediamenti all'interno delle fasce fluviali, predisponendo un primo inventario complessivo alla scala di intero bacino del Po.



Parma, Progetto SAFE.

Il progetto SAFE

Obiettivo del progetto: promuovere politiche di delocalizzazione e di ricostruzione dell'ambiente fluviale in forma coordinata con le amministrazioni regionali e locali.

Il progetto prevedeva infatti tra le azioni operative da condurre in coordinamento con le Regioni *"l'individuazione di aree campione su cui condurre sperimentazioni, con il finanziamento di progetti pilota strategici per la delocalizzazione e la valorizzazione di aree ad elevata criticità"*.

Legge regionale Emilia Romagna 25 /2001 "Norme per la delocalizzazione degli immobili colpiti dagli eventi dell'ottobre e novembre 2000"

Obiettivo del progetto:
approfondire la conoscenza
sulle misure di riduzione della
vulnerabilità degli edifici e degli
impianti nelle fasce fluviali, con
particolare riferimento agli
impianti sportivi e turistico
ricreativi presenti storicamente
lungo l'asta del Po.



EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE
COME RIDURNE LA VULNERABILITÀ



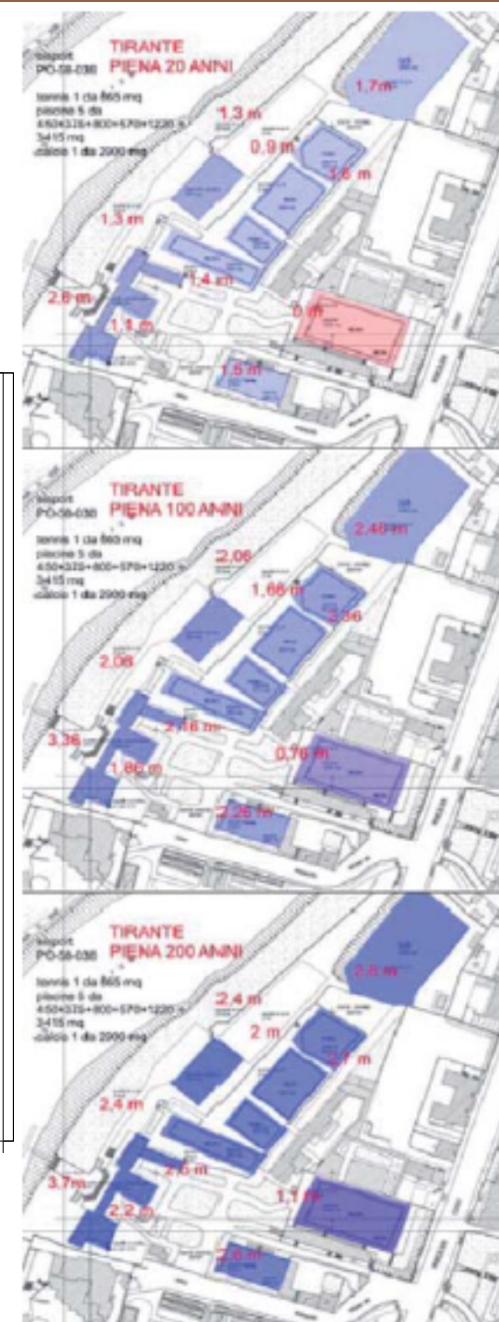
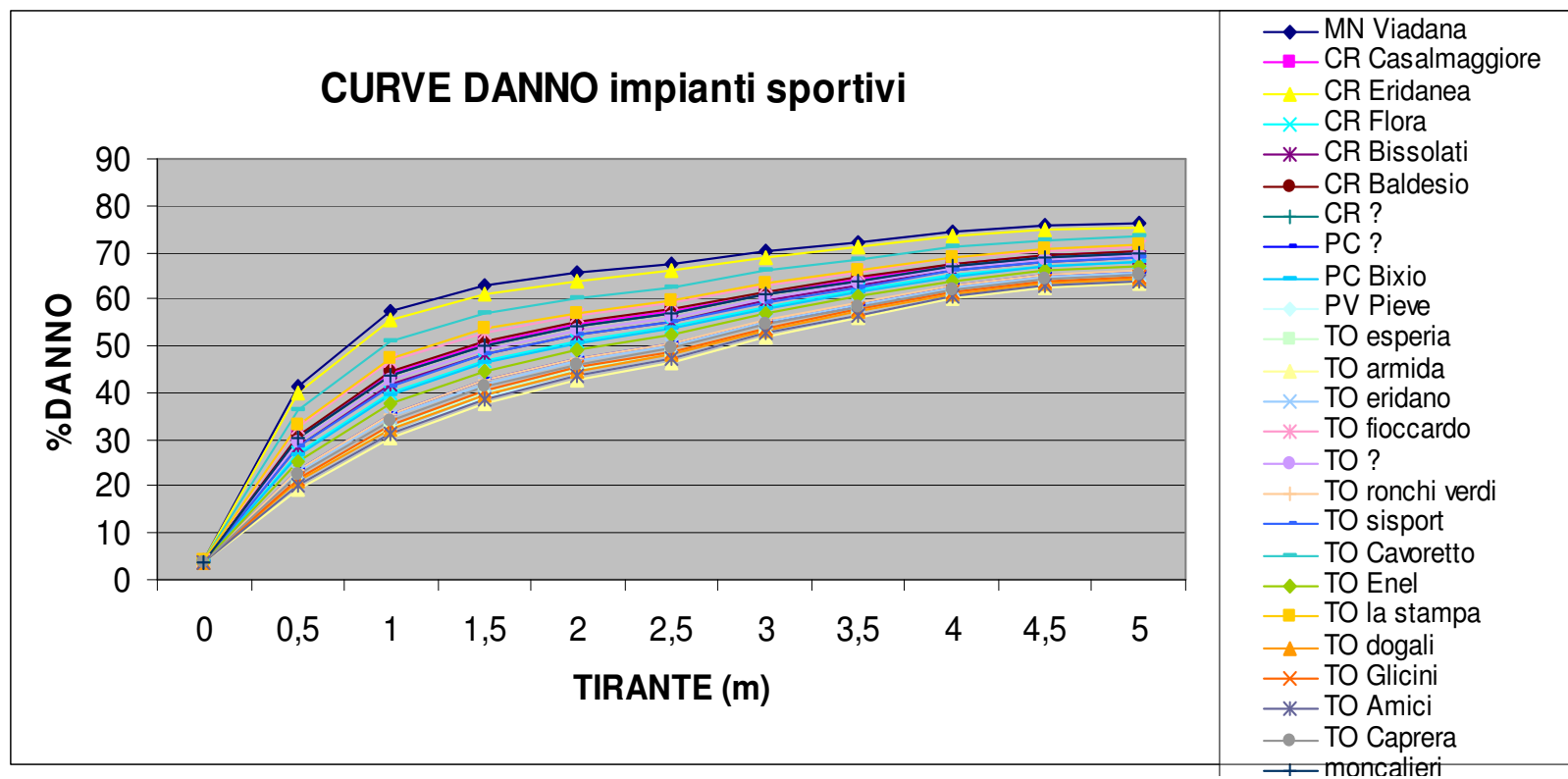
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA



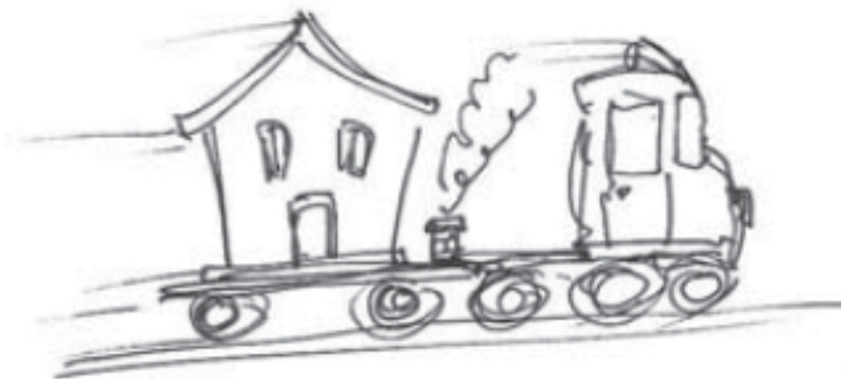
Progetto CanoaPo

Caratterizzazione delle condizioni di pericolosità degli impianti e determinazione delle curve di danno atteso in funzione del comportamento delle strutture .



Tipologie di interventi di riduzione della vulnerabilità

Delocalizzare



Torrente Stura di Ovada

Tipologie di interventi di riduzione della vulnerabilità

Elevare



Allagamento guidato



Tipologie di interventi di riduzione della vulnerabilità

Impermealizzare



Tipologie di interventi di riduzione della vulnerabilità

Barriere



Fiume Tanaro ad Alessandria



UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI PARMA



EU.WATERCENTER
inspired by water, driven by innovation



Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale

andrea.colombo@adbpo.it
www.adbpo.it

Parma, Campus Universitario 15 e 22 Maggio, 12 e 19 Giugno 2015



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI PARMA



ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA DI PARMA