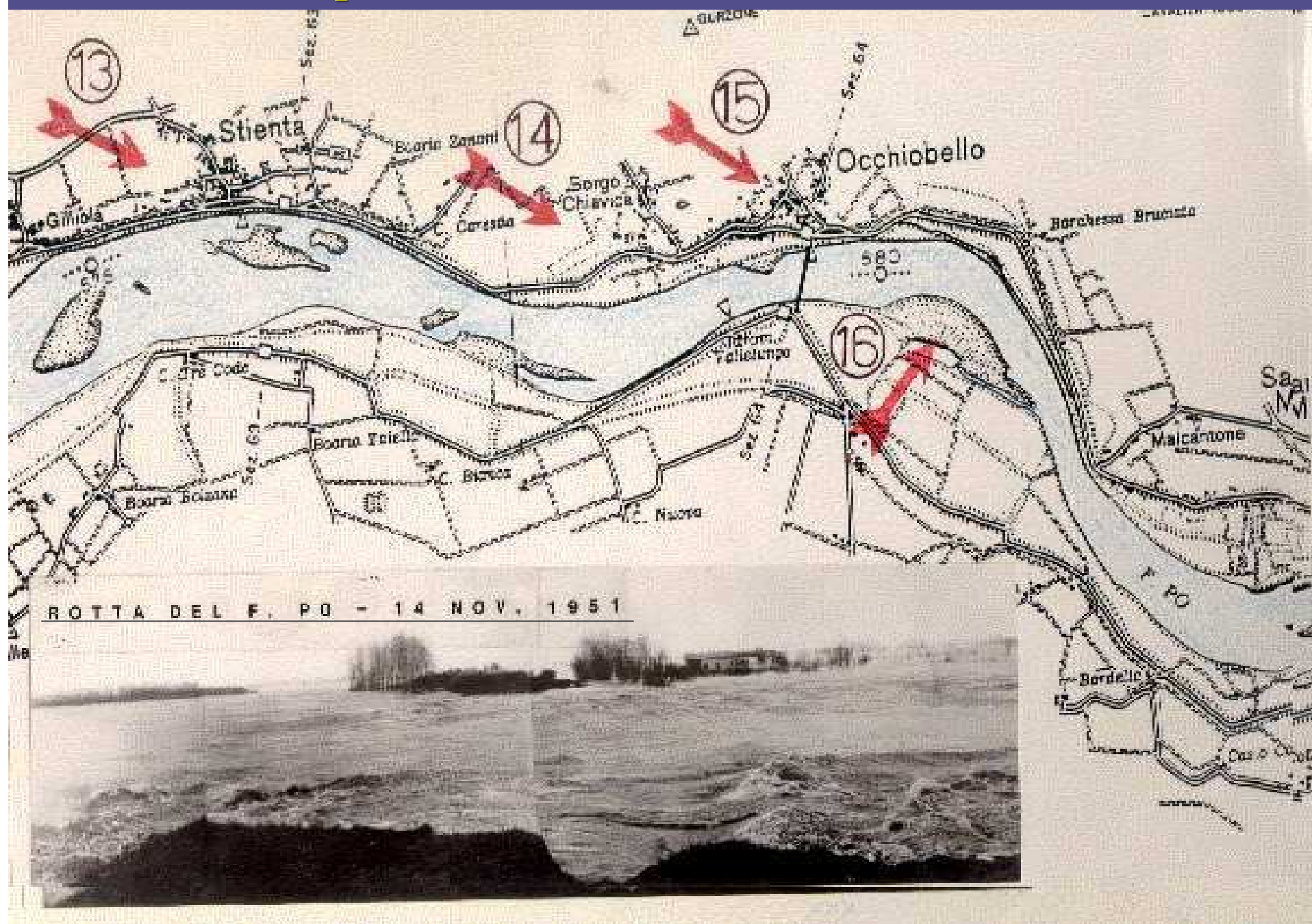


Le piene storiche del Po dell'ultimo secolo



Le piene storiche del Po dell'ultimo secolo

Stazione	Zero idrom. (m s.m.m.)	1926 (m s.z.i.)	1951 (m s.z.i.)	1994 (m s.z.i.)	2000 (m s.z.i.)	Livello di guardia (m s.z.i.)	Sezioni di riferimento Brioschi e integrazione 1999
Po a Cardè	250.78	-	-	4.10	6.04	2.00	-
Po a Carignano	-	-	-	4.61	6.29	2.50	-
Po Torino Murazzi	210.00	-	-	5.19	5.72	2.70	-
Po a Crescentino	146.08	-	-	-	6.45	4.00	Sez. 03B2
Po a Casale Monferrato	107.22	-	-	4.15	5.39	2.50	Sez. 02/1
Po Ponte Valenza	84.65	-	6.74	5.90	5.56	3.50	Sez. 01
Po Isola S'Antonio	68.54	-	-	12.00	9.30	6.50	Sez. 00B/1
Po Ponte Becca	55.10	7.88	7.85	7.60	7.81	4.50	Sez. 6
Po a Piacenza	42.16	9.63	10.25	9.98	10.50	6.00	Sez. 18A
Po a Cremona	34.34	5.20	5.94	5.87	6.15	4.19	Sez. 26
Po a Casalmaggiore	23.49	6.37	7.64	7.58	8.01	4.61	Sez. 35
Po a Boretto	19.95	-	8.59	8.43	9.06	5.50	Sez. 37B
Po a Borgoforte	14.70	-	9.96	9.28	9.93	6.00	Sez. 42
Po Sermide	8.03	-	10.38	-	10.71	5.50	Sez. 57
Po Castelmassa	0.00	-	-	15.65	16.06	13.03	Sez. 57
Po a Pontelagoscuro	8.21	3.70	4.28	3.04	3.66	1.00	Sez. 65
Po a Polesella	0.00	-	12.60	8.51	10.05	9.27	Sez. 69
Po a Cavanella	0.00	-	7.19	5.02	5.28	3.40	Sez. 77
Ariano (Po di Goro)	0.00	-	7.86	5.80	6.08	3.55	(Po di Goro)
Pila	0.00	-	2.86	1.39	1.34	1.00	Sez. 87

** quote in rosso: massimi storici*

I livelli di progetto e le quote assolute delle piene storiche

Stazione	Zero idrom. (m s.m.m.)	1926 (m s.m.m.)	1951 (m s.m.m.)	1994 (m s.m.m.)	2000 (m s.m.m.)	SIMPO '82 (m s.m.m.)	'94+'51 (m s.m.m.)	Sezioni di riferimento Brioschi e integrazioni 1999
Po a Cardè	250.78	-	-	254.88	256.82			-
Po a Carignano	-	-	-	-	-			-
Po Torino Murazzi	210.00	-	-	215.19	215.72			-
Po a Crescentino	146.08	-	-	-	152.53			Sez. 03B2
Po a Casale Monferrato	107.22	-	-	111.37	112.61			Sez. 02/1
Po Ponte Valenza	84.65	-	91.39	90.55	90.21			Sez. 01
Po Isola S'Antonio	68.54	-	-	80.54	77.84	77.26		Sez. 00B/1
Po Ponte Becca	55.10	62.98	62.95	62.70	62.91	63.51	63.78	Sez. 6
Po a Piacenza	42.16	51.79	52.41	52.14	52.66	53.13	52.97	Sez. 18
Po a Cremona	34.34	39.54	40.28	40.21	40.49	40.61	40.93	Sez. 26
Po a Casalmaggiore	23.49	29.86	31.13	31.07	31.50	31.44	32.68	Sez. 35
Po a Boretto	19.95	-	28.54	28.38	29.01	28.74	28.99	Sez. 37B
Po a Borgoforte	14.70	-	24.66	23.98	24.63	25.50	26.42	Sez. 42
Po Sermide	8.03	-	18.41	-	18.74	18.38	18.62	Sez. 57
Po Castelmasa	0.00	-	-	15.65	16.06	18.38	18.62	Sez. 57
Po a Pontelagoscuro	8.21	11.91	-	11.25	11.87	14.24	14.57	Sez. 65
Po a Polesella	0.00	-	12.60	8.51	10.05	12.60	12.89	Sez. 69
Po a Cavanella	0.00	-	7.19	5.02	5.28			Sez. 77
Ariano (Po di Goro)	0.00	-	7.86	5.80	6.08			(Po di Goro)
Pila	0.00	-	2.86	1.39	1.34			Sez. 87

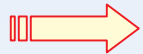
Alcuni livelli della piena 2000 risultano superiori alle quote di progetto sia SIMPO '82 che '94+'51

PIENE STORICHE DEL PO

NOVEMBRE 1951



L'evento è stato caratterizzato da un primo colmo, fino ad oltre un metro sopra la guardia al Ponte della Becca e da un successivo, più importante, che ha raggiunto il massimo nella medesima sezione con m. 7.85



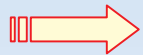
La particolare caratteristica dell'evento è identificabile, nelle sezioni di monte, dalla **sovrapposizione di due colmi successivi** a breve distanza tra loro, con la presenza di contributi significativi da parte degli affluenti emiliani



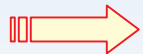
Ciò ha fatto sì che i volumi di piena e la permanenza dei livelli siano stati i maggiori fra quelli dei tre eventi esaminati

PIENE STORICHE DEL PO

NOVEMBRE 1994



L'evento ha avuto origine da precipitazioni fortemente concentrate sulla parte occidentale del bacino, in particolare sull'asta del Tanaro



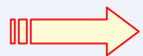
L'onda di piena ha proceduto verso valle, rappresentata da un diagramma piuttosto “stretto”, tipico di una propagazione con apporti concentrati. In questo caso sia i volumi di piena che le permanenze dei livelli sono stati limitati

PIENE STORICHE DEL PO

OTTOBRE 2000

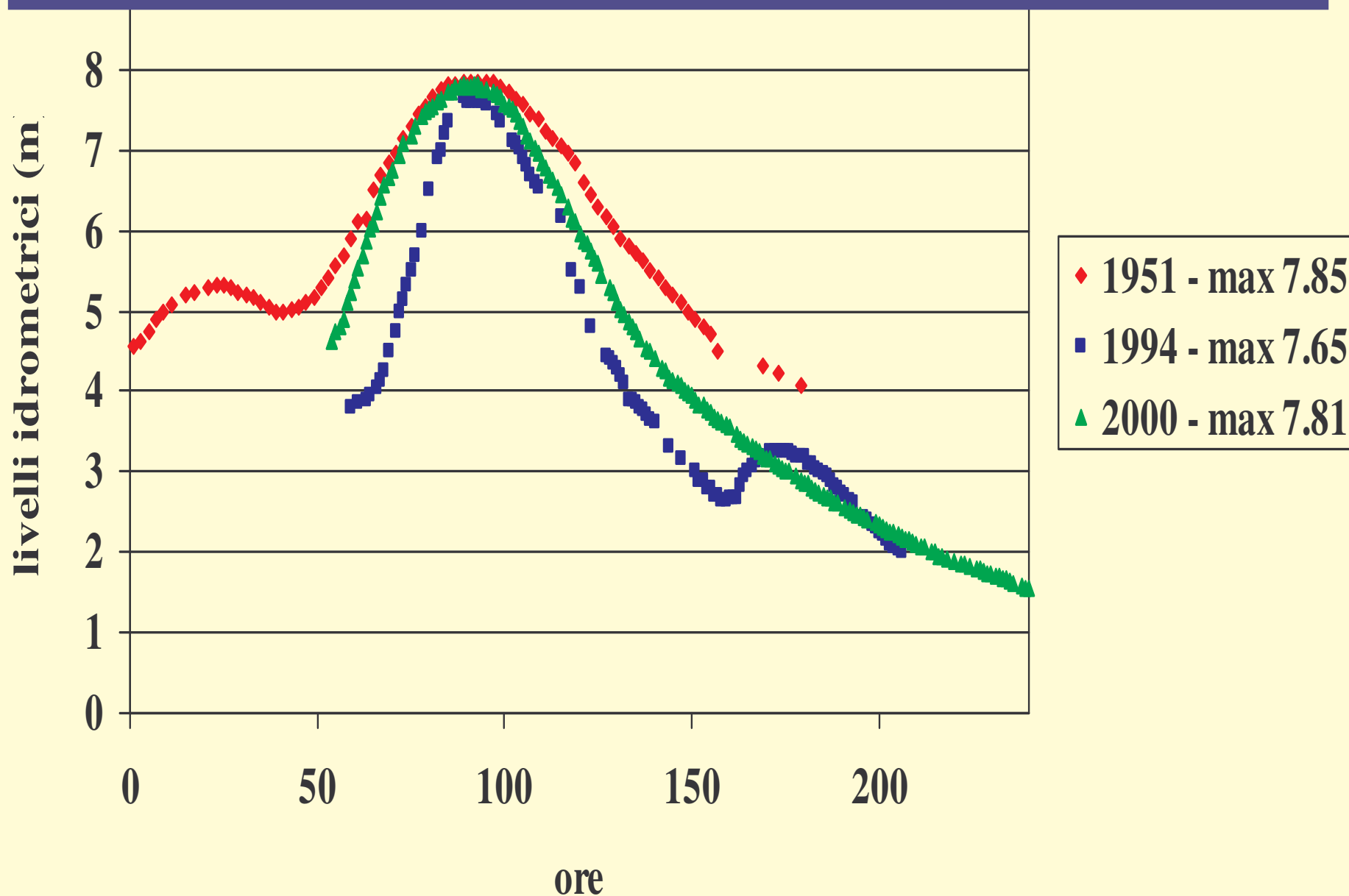


L'evento verificatosi è stato originato in massima parte dai contributi dell'Alto Po e degli affluenti nord occidentali, oltre che da un costante elevato apporto del lago Maggiore tramite il Ticino e del Lago di Como tramite l'Adda, con trascurabile apporto degli affluenti emiliani

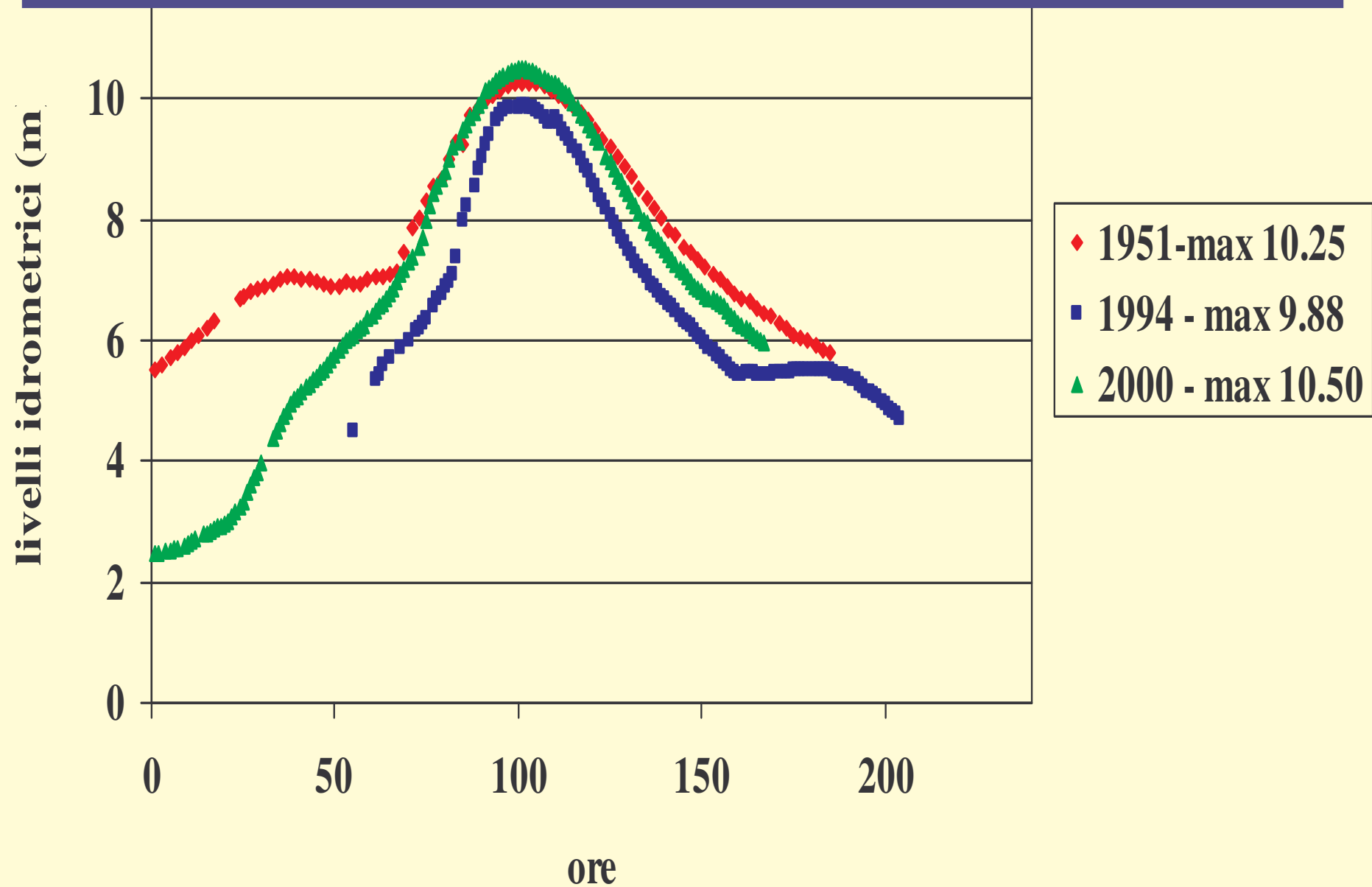


L'evento si colloca, per livelli idrometrici, in posizione simile o leggermente superiore a quello del '51, mentre per quanto riguarda i volumi e le permanenze si pone in posizione intermedia tra il '51 ed il '94

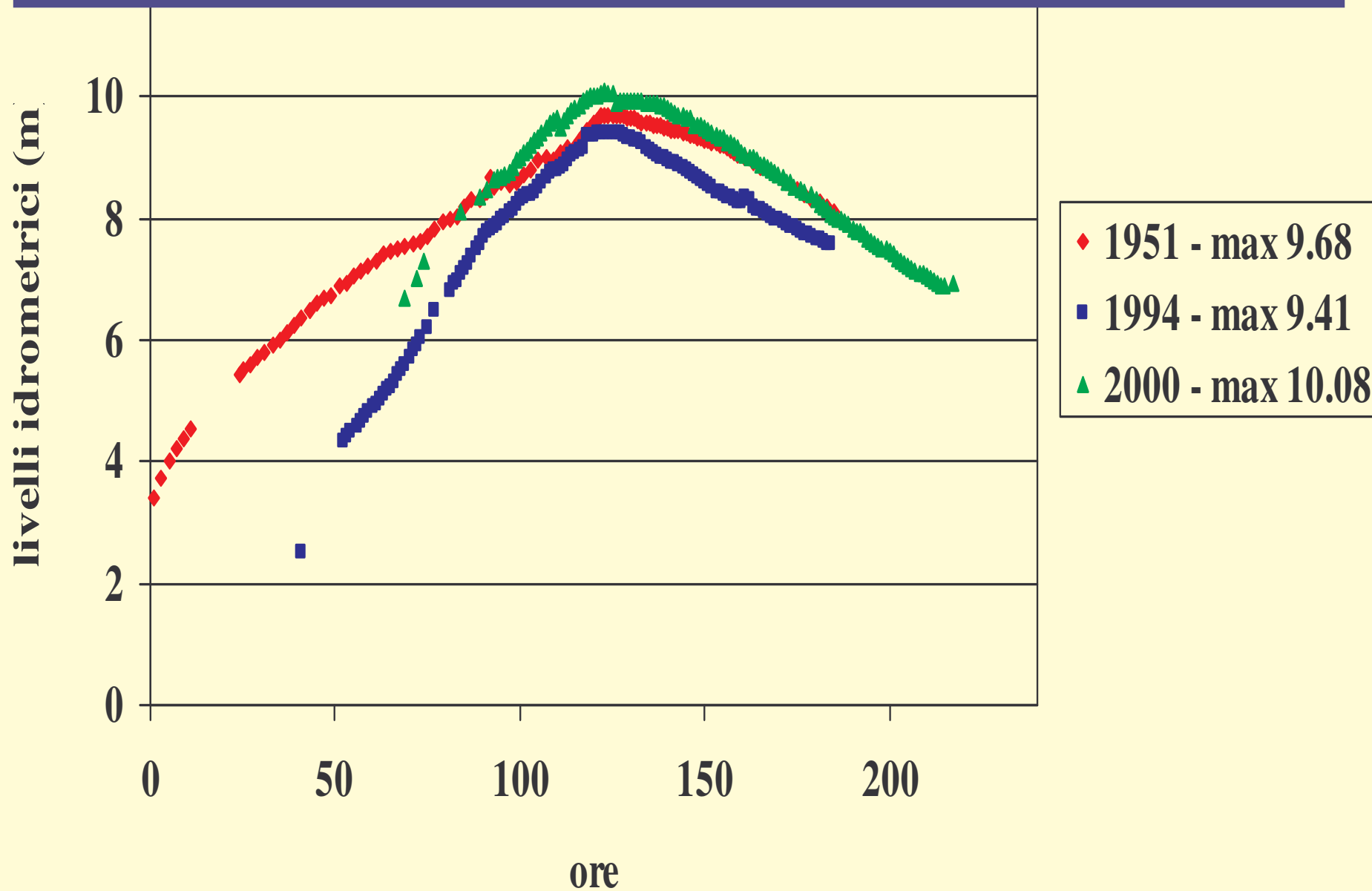
Stazione di Ponte Becca



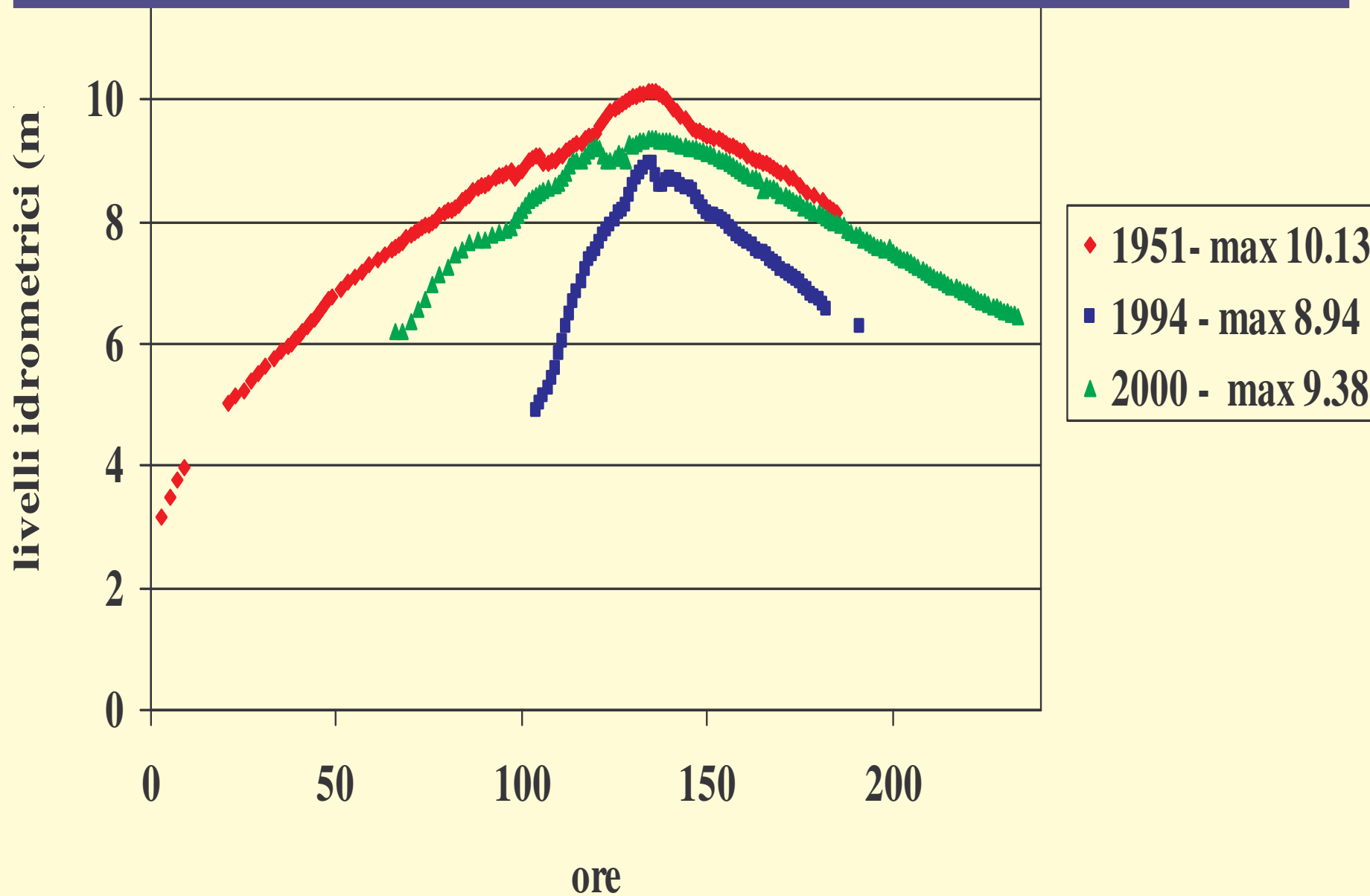
Stazione di Piacenza



Stazione di Roncorrente



Stazione di Revere



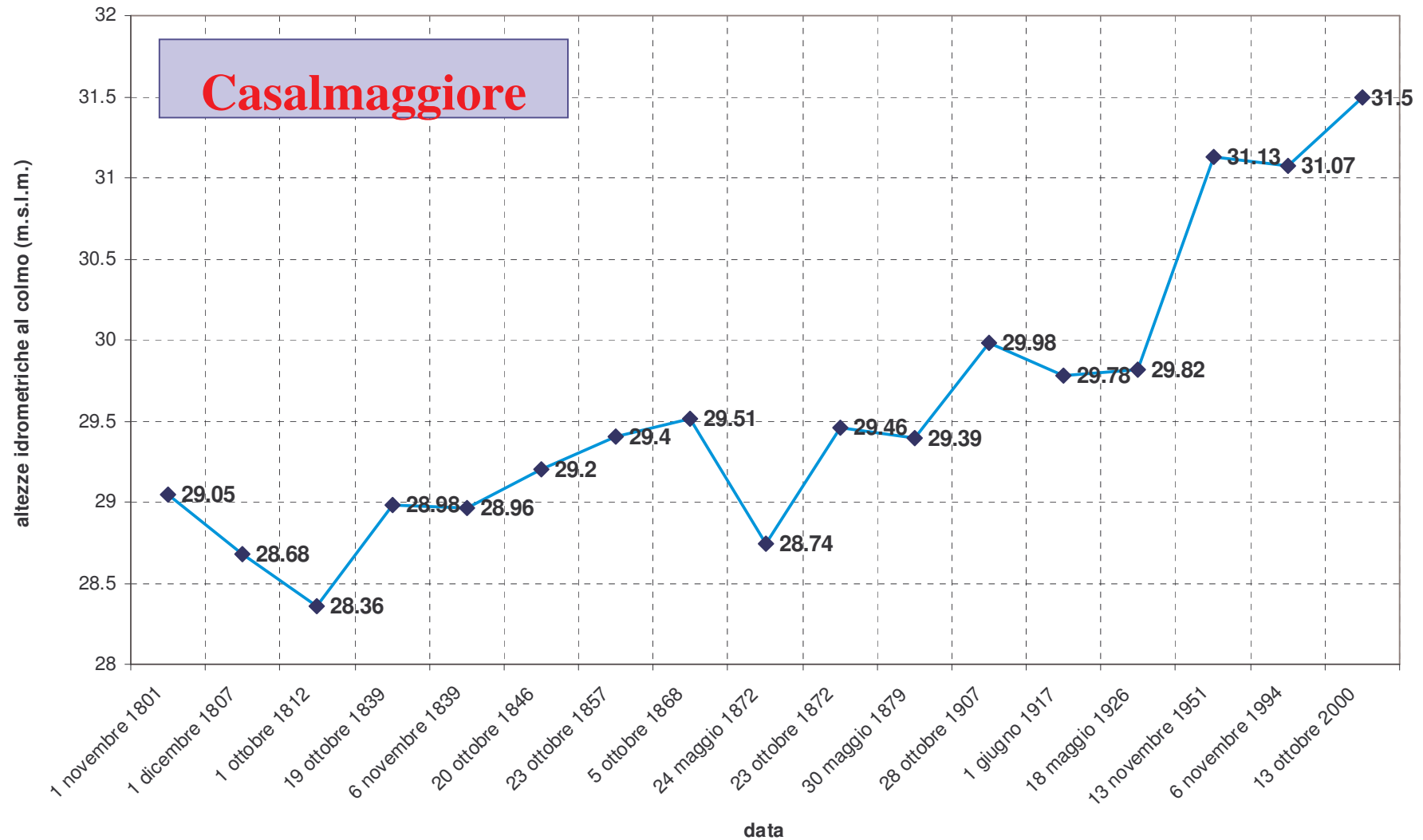
Piene storiche degli ultimi 2 secoli: superfici inondate in kmq

<i>Anno</i>	<i>Province PV LO PC</i>	<i>Province CR PR RE</i>	<i>Province MN RO FE</i>
Novembre 1801	150 km ²	30 km ²	1600 km ²
Dicembre 1807			1000 km ²
Ottobre 1812			650 km ²
Ottobre 1839	150 km ²		
Novembre 1839			650 km ²
Ottobre 1846	120 km ²		
Ottobre 1857	150 km ²		
Ottobre 1868	150 km ²	300 km ²	
Maggio 1872			650 km ²
Ottobre 1872	120 km ²		1000 km ²
Mag-Giu 1879	70 km ²		400 km ²
Ottobre 1907	120 km ²		
Giugno 1917	70 km ²		
Maggio 1926	30 km ²		
Novembre 1951		120 km ²	1000 km ²

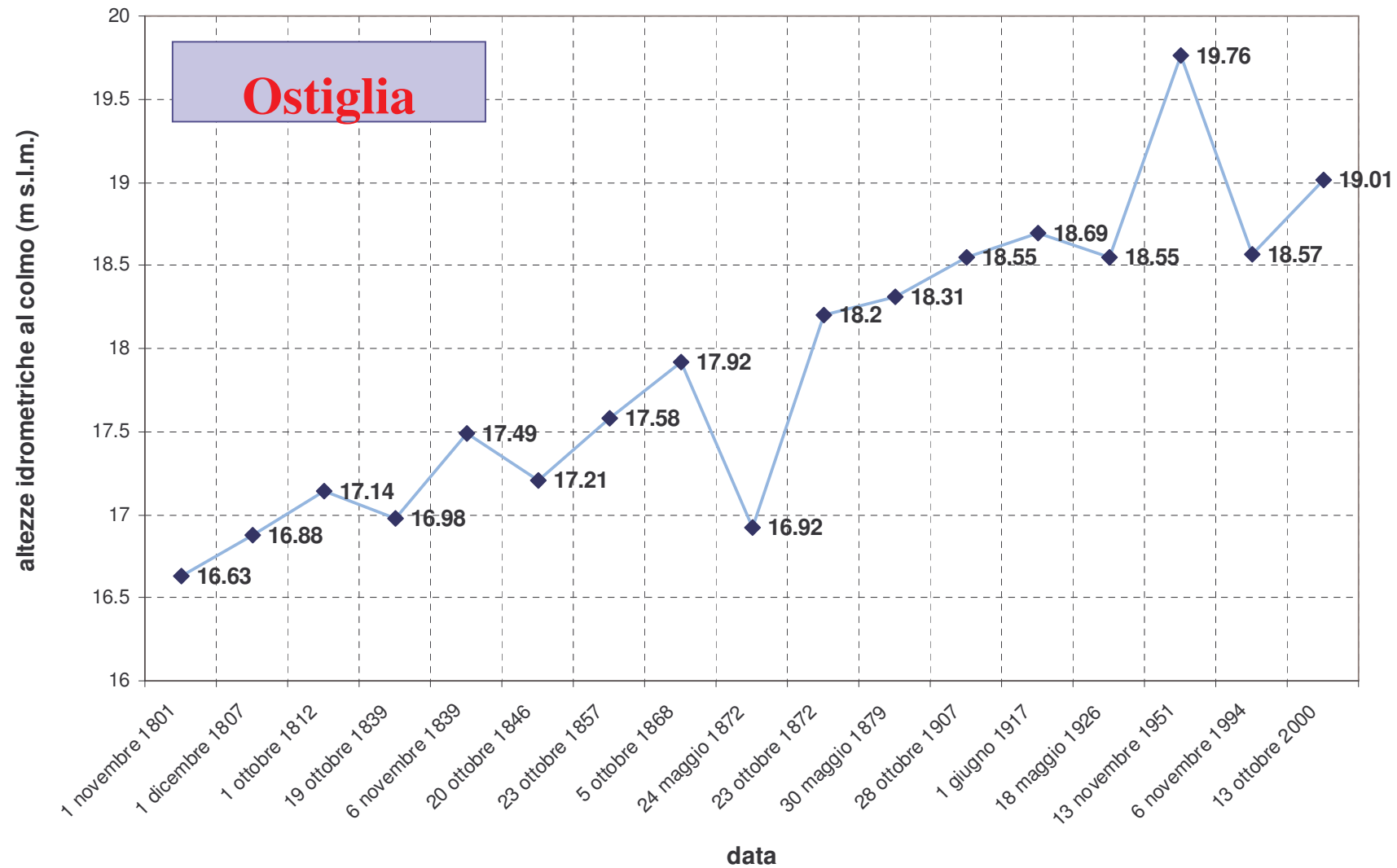
Evoluzione dei livelli nelle piene degli ultimi 2 secoli



Evoluzione dei livelli nelle piene degli ultimi 2 secoli



Evoluzione dei livelli nelle piene degli ultimi 2 secoli

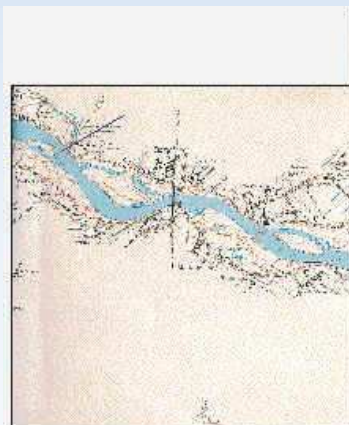


La piena 2000: influenza dell'invaso delle golene difese

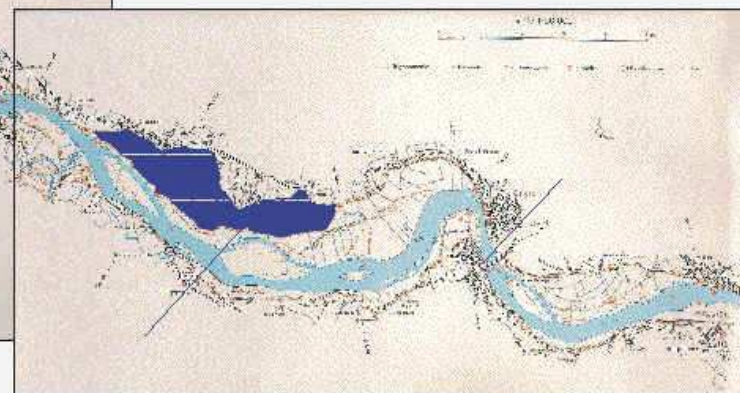
Golene	Posizione	Ha	Inizio invasio	Volume invasato 10 ³ mc
Ufficio Operativo di Piacenza				
Bosconi Cusani	dx Po	80	Ore 20.00 del 16/10/2000	290
Ufficio Operativo di Cremona				
Sommo con Porto (tra Brancere e S. Daniele Po)	sx Po	2253	Ore 19.00 del 17/10/2000	59.873
Motta Baluffi in Comune di San Daniele Po	sx Po	962	Ore 21.00 del 17/10/2000	29.845
Torricella in Comune di Torricella del Pizzo	sx Po	40	Ore 18.00 del 17/10/2000	800
Casalmaggiore in Comune di Torricella, Gussola, Martignana Po	sx Po	1653	Ore 18.00 del 17/10/2000	51.213
Ufficio Operativo di Milano				
A monte e a valle di San Rocco al Porto	sx Po	340	Ore 20.00 del 15/10/2000	14.654
A valle di Piacenza	sx Po	413	Ore 20.00 del 15/10/2000	26.133
Ufficio Operativo di Parma				
Consorzio Ongina in Comune di Polesine	dx Po	25	Ore 12.00 del 17/10/2000	84
Consorzio S. Franca Ongina in Comune di Polesine	dx Po	28	Ore 12.00 del 17/10/2000	94
Riboldino in Comune di Polesine	dx Po	26	Ore 12.00 del 17/10/2000	87
Consorzio del Tontone tra i comuni di Zibello e Roccabianca	dx Po	950	Ore 15.00 del 17/10/2000	31.859
Serraglio Barbù in comune di Sissa	dx Po	14	Ore 12.00 del 17/10/2000	47
Fossetta dell'Abate in comune di Colorno	dx Po	38	Ore 1.00 del 18/10/2000	127
Golena del Consorzio in comune di Colorno	dx Po	497	Ore 5.00 del 18/10/2000	15.691
Giarola di Mezzano Superiore	dx Po	40	Ore 4.00 del 18/10/2000	800
Ghiaie Bonvisi in comune di Mezzani	dx Po	369	Ore 17.30 del 17/10/2000	10.285
Bocca d'Enza in comune di Mezzani	dx Po	61	Ore 15.00 del 18/10/2000	170
Corte degli Oppi in comune di Mezzani	dx Po	43	Ore 10.30 del 16/10/2000	120
Ufficio Operativo di Parma - Sezione di Reggio Emilia				
Boschetto in comune di Guastalla	dx Po	51	Ore 23.00 del 17/10/2000	1.581
Bacchi in comune di Guastalla	dx Po	528	Ore 11.00 del 18/10/2000	18.648
Fogarino in comune di Luzzara	dx Po	233	Ore 14.00 del 17/10/2000	10.326
Lorenzini in comune di Luzzara	dx Po	125	Ore 18.00 del 16/10/2000	5.250
Malaspina in comune di Gualtieri	dx Po	439	Ore 14.00 del 17/10/2000	14.203
Golene Ufficio Operativo di Mantova				
Viadana	sx Po	365	Ore 12.00 del 17/10/2000	11.431
Cavallara a monte foce Oglio	sx Po	265	Ore 10.00 del 17/10/2000	11.395
Cizzolo a monte foce Oglio	sx Po	24	Ore 10.00 del 17/10/2000	103
Boccadiganda (S. Sivino)	sx Po	79	Ore 16.00 del 17/10/2000	340
San Giacomo in comune di Bagnolo San Vito	sx Po	230	Ore 16.00 del 17/10/2000	9.220
Restara di Pieve di Coriano a monte di Revere	dx Po	27	Ore 16.00 del 17/10/2000	110
S. Alberto (Oglio rigurgitato) in comune di Marcaria	sx Po	90	Ore 16.00 del 17/10/2000	365
Libiola (Sustiente e Serravalle Po)	sx Po	345	Ore 3.00 del 18/10/2000	14.006
Tabellano	dx Po	327	Ore 15.00 del 18/10/2000	13.275
Monteggiana	dx Po	84	Ore 15.00 del 18/10/2000	340
Fondo Barna località Correggio Micheli	sx Po	106	Ore 17.00 del 18/10/2000	430
San Sebastiano (Ostiglia)	sx Po	240	Ore 20.00 del 18/10/2000	8.262
Po Morto (Comune di San Benedetto Po)	dx Po	727	Ore 12.00 del 19/10/2000	40.018
Portiolo (Comune di San Benedetto Po)	dx Po	36	Ore 5.00 del 19/10/2000	190
Carbonara Po – Boschi di Borgofranco	dx Po	140	Ore 8.30 del 19/10/2000	5.593
Golene Ufficio Operativo di Ferrara				
Coronella Gamberone (foce Panaro)	dx Po	125	Ore 8.30 del 19/10/2000	485
Coronella Ospitale e golena la Cavaliera a valle dell'abitato di Bondeno (foce Panaro)	dx Po	55	Ore 16.30 del 18/10/2000	218
		12.473		407.961

La piena 2000: influenza dell'invaso delle golene difese San Benedetto - Sustinente (MN)

Roncorrente



Revere

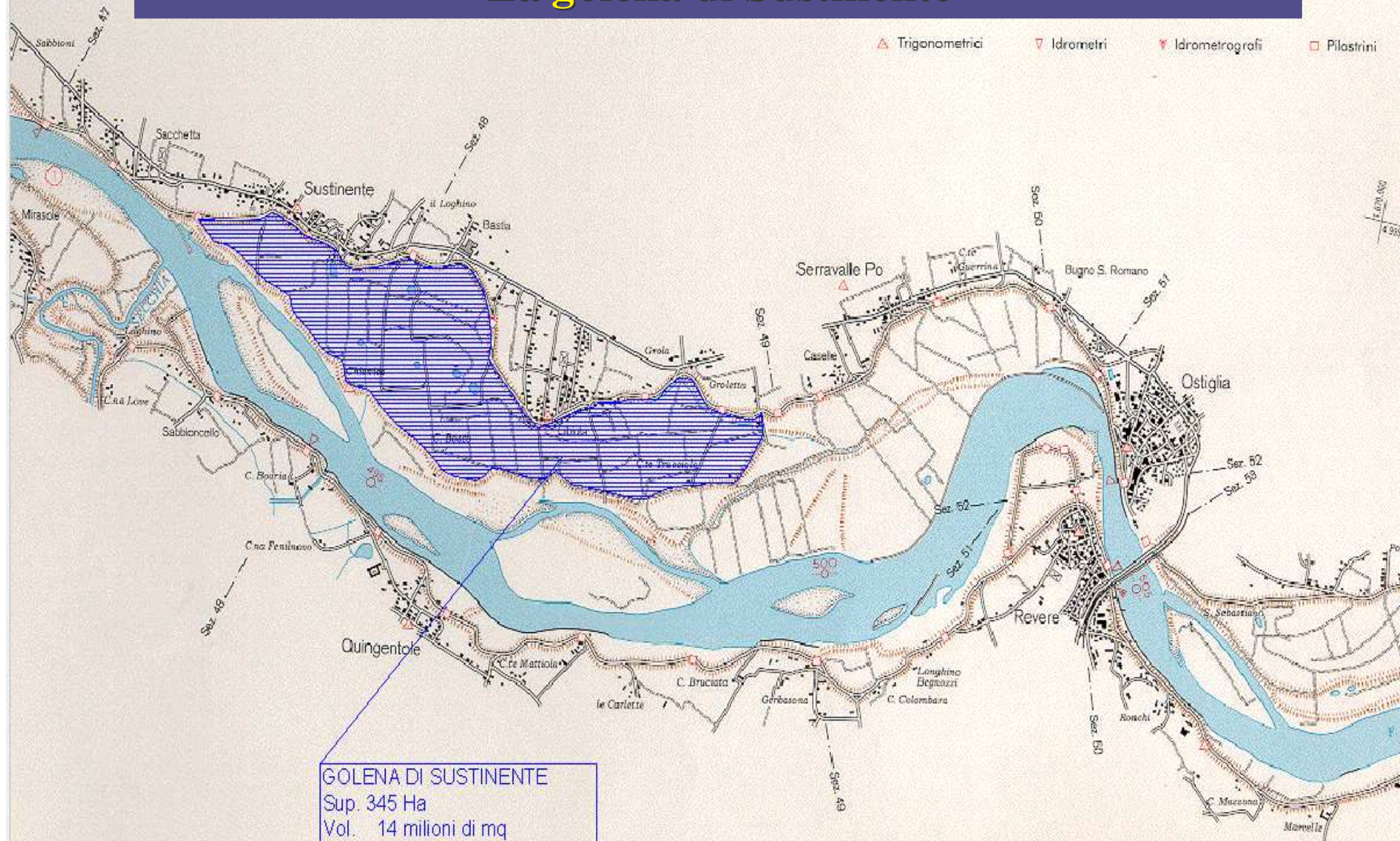


Golena di San Benedetto

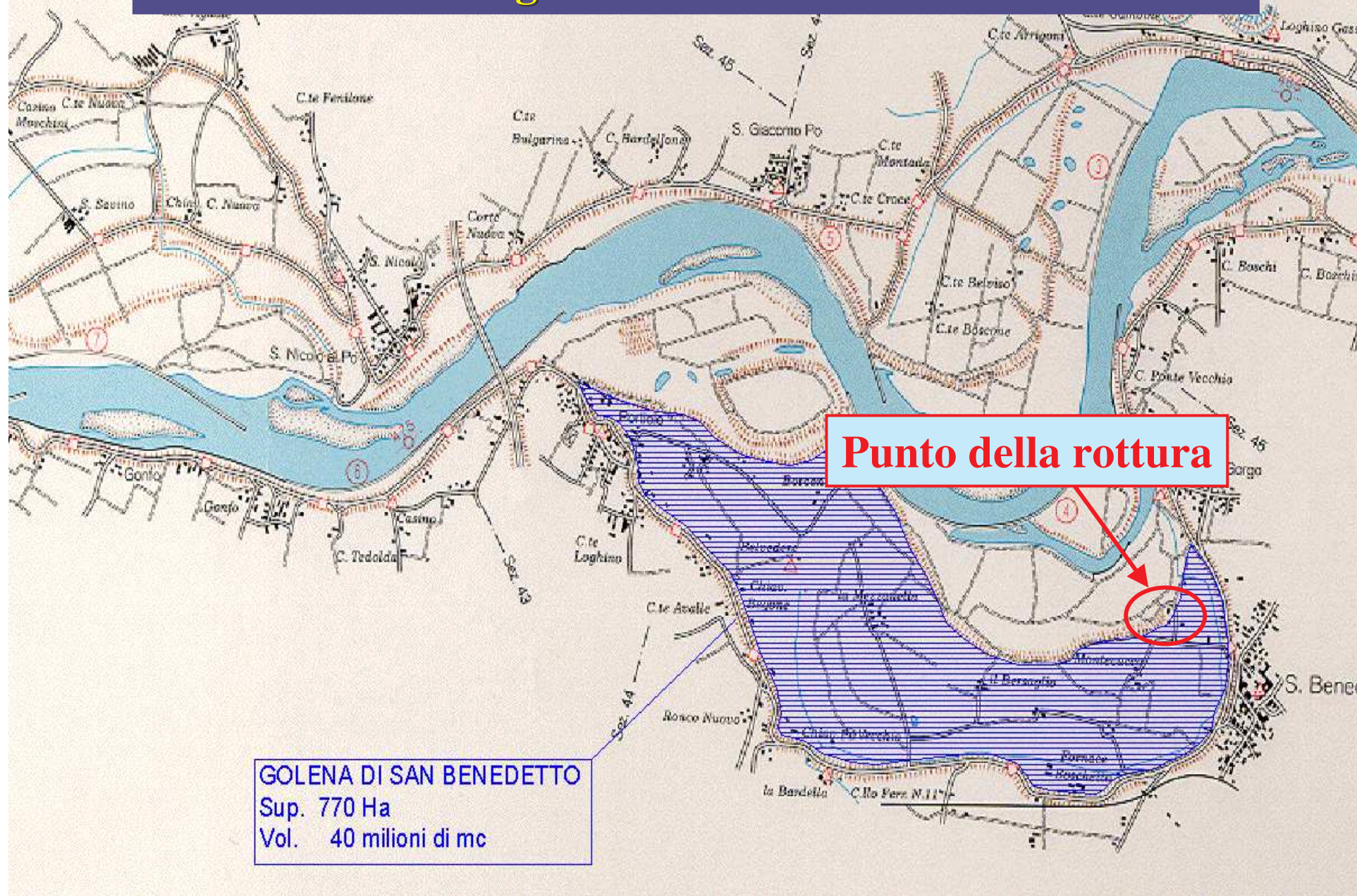


Golena di Sustinente

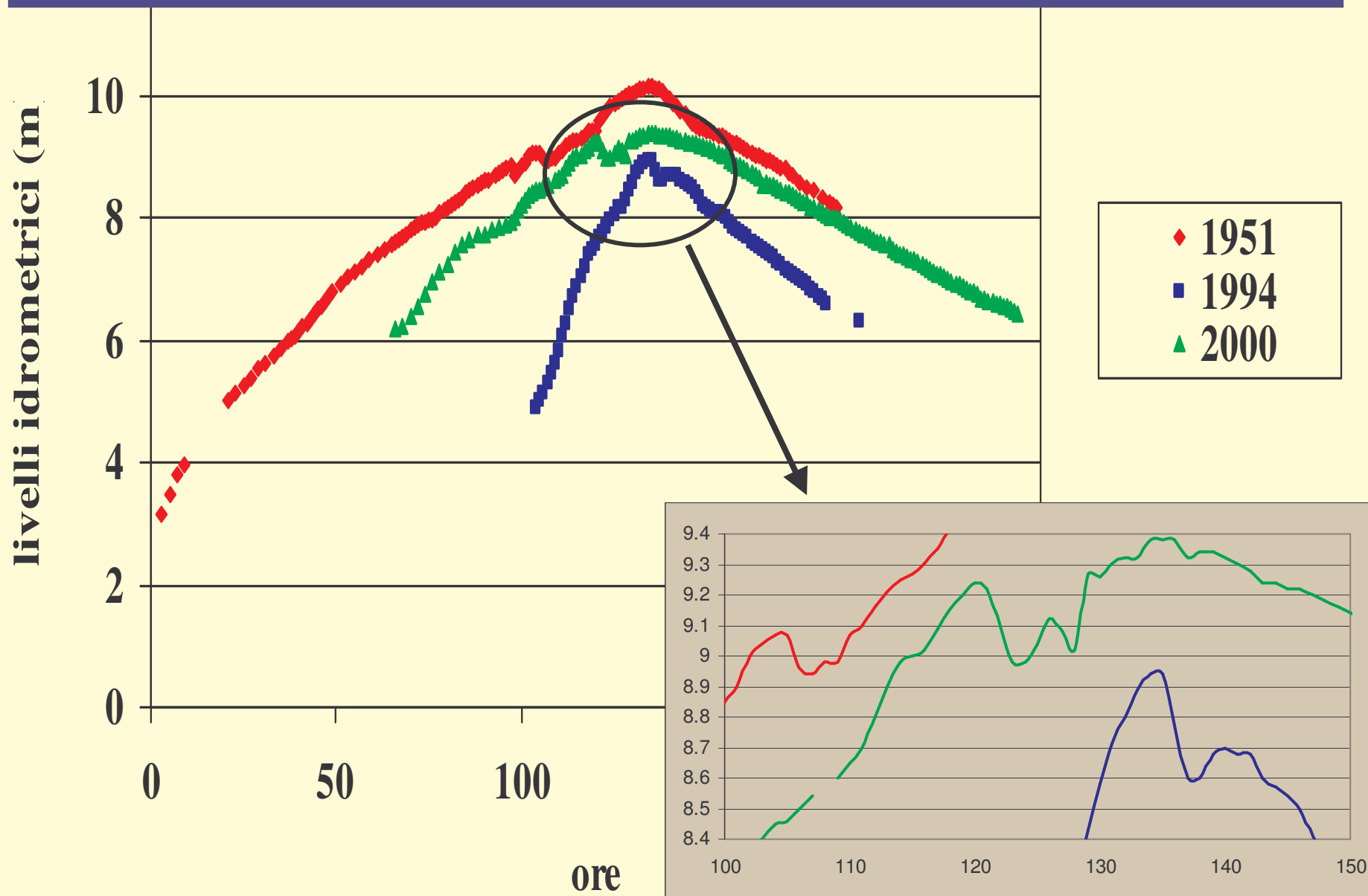
La golena di Sustinente



La golena di S. Benedetto



Stazione di Revere: effetti dell'invaso delle golene chiuse



Il problema dei fontanazzi

Il fenomeno dei fontanazzi è dovuto al flusso di filtrazione al di sotto del corpo arginale, causato dalla permeabilità del terreno di imposta;

Durante l'evento di piena, in conseguenza della permanenza di elevati battenti idrici per durate dell'ordine di diversi giorni, i fontanazzi possono rappresentare un serio problema per la stabilità del corpo arginale, specie se accompagnati da elevato trasporto di materiale;

In quest'ultima circostanza, l'unico metodo d'intervento, in via provvisoria, consiste nel circoscrivere e confinare la zona mediante realizzazione delle classiche "coronelle", con utilizzo di sacchetti di sabbia, al fine di diminuire il gradiente di carico nell'ammasso filtrante interessato dal flusso;

L'intervento definitivo di messa in sicurezza consiste, nei casi più gravi, nella realizzazione di un diaframma al piede.

Fontanazzo foce Oglio



14-20 ottobre 2000

A photograph showing a flooded agricultural field. In the foreground, several circular and rectangular structures made of stacked sandbags are partially submerged in dark water. These structures are interconnected by a network of wooden planks and beams, some of which are floating or partially submerged. One of the larger structures on the right is covered with a white plastic sheet. The water reflects the sky and the surrounding landscape. In the background, a wide expanse of tall, dry, golden-brown reeds or grasses stretches across the middle ground. Beyond this, a line of trees and a few small buildings are visible under a hazy, overcast sky.

Fontanazzi nella zona di Borgoforte (MN)

14-20 ottobre 2000

Riattivazione pozzo artesiano in Stagno di Roccabianca (PR)



14-20 ottobre 2000

Evento alluvionale ottobre 2000

Fontanazzi a Colorno

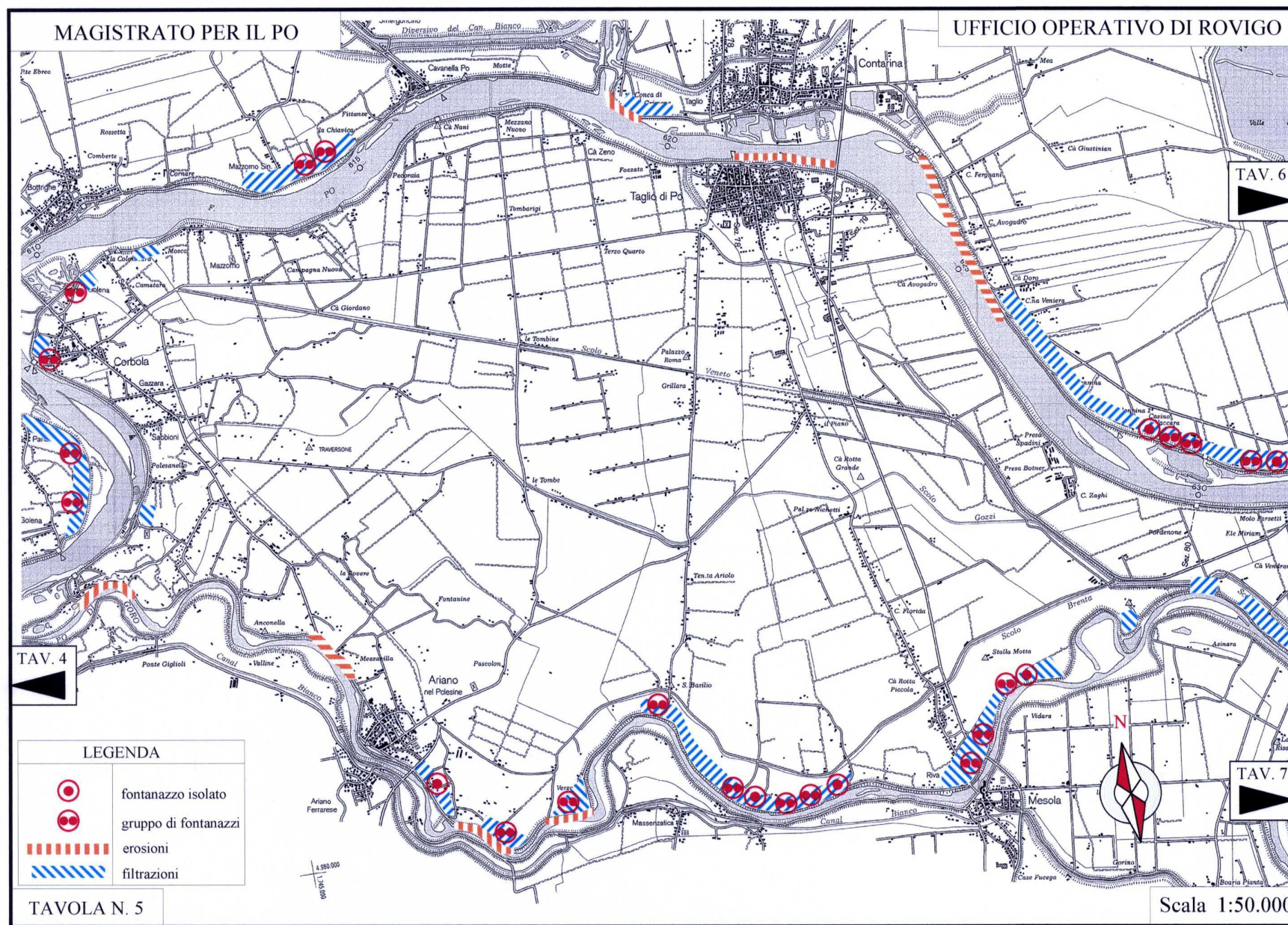


Fonti sospese al piede corpo arginale S. Croce di Polesine Parmense (PR)



14-20 ottobre 2000

Esempio di rilievo dei fontanazzi del '2000 nel Delta



Evento alluvionale ottobre 2000

Pavia – a Ponte Coperto



Evento alluvionale ottobre 2000

Po a Pontelagoscuro



Evento alluvionale 1951

Po a Pontelagoscuro



Evento alluvionale ottobre 2000

Fiume Po a Cremona



INTERVENTI STRUTTURALI SUI FONTANAZZI

Il problema di Sacca di Colorno (PR)

La zona di Sacca di Colorno è storicamente interessata dal fenomeno dei fontanazzi

La piena dell'ottobre 2000, caratterizzata da una prolungata permanenza di livelli idrici elevati, ha riattivato il fenomeno che si è manifestato con particolare virulenza

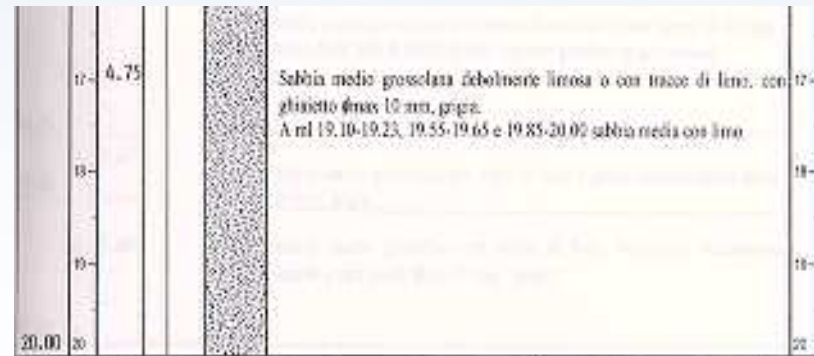
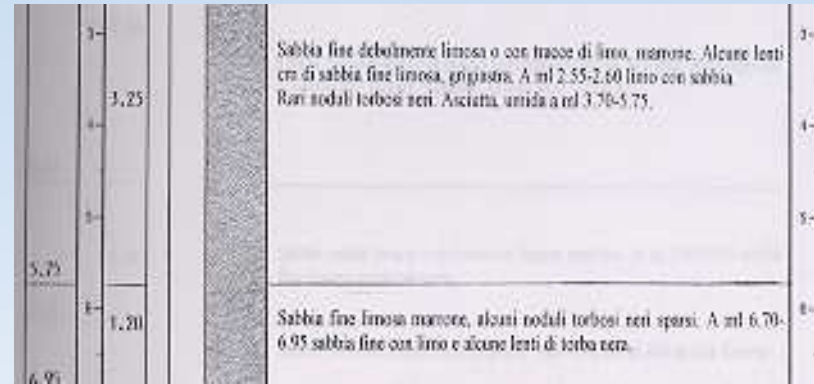
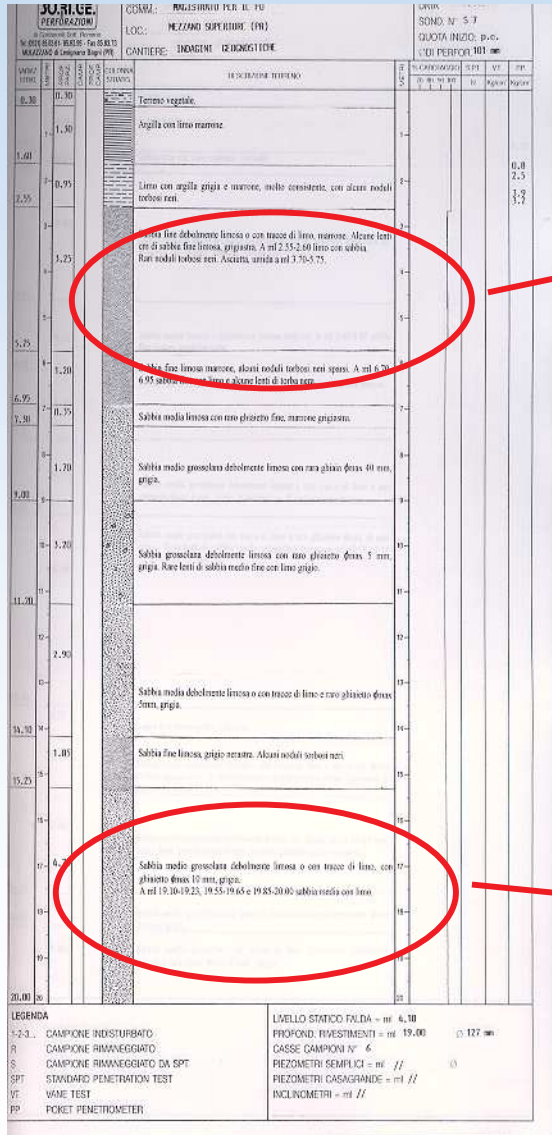
Fu effettuata una prima serie di indagini, costituita da sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo che hanno costituito i presupposti conoscitivi e di taratura per la campagna di indagini geofisiche

Al fine di avallare le definitive scelte progettuali, si è scelto di procedere con una campagna integrativa di caratterizzare l'area sotto il profilo fisiografico e della morfodinamica evolutiva

Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR)



**Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR):
esempio di stratigrafia delle prime indagini**



Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): campagna integrativa di indagini

OBIETTIVI

- pervenire ad una rappresentazione spaziale dei volumi di terreno interessati dai fenomeni di filtrazione
- pervenire ad una caratterizzazione litotecnica ed idrogeologica, al fine di individuare le vie preferenziali di filtrazione e la presenza di eventuali paleoalvei

METODOLOGIA

- Tomografia geoelettrica
- Sondaggi Elettrici Verticali (S.E.V.)

Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): area di indagine

Indagine tomografica condotta parallelamente all'arginatura

Sondaggi elettrici verticali su circa 85 ha per una profondità di 30 m



Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): esecuzione indagini e principali risultati



FOTO 28

- Sezione tomografica N°900.

Primavera 2001



- Stendimenti per SEV.

Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): esecuzione indagini e principali risultati

Primavera 2001



FOTO 5

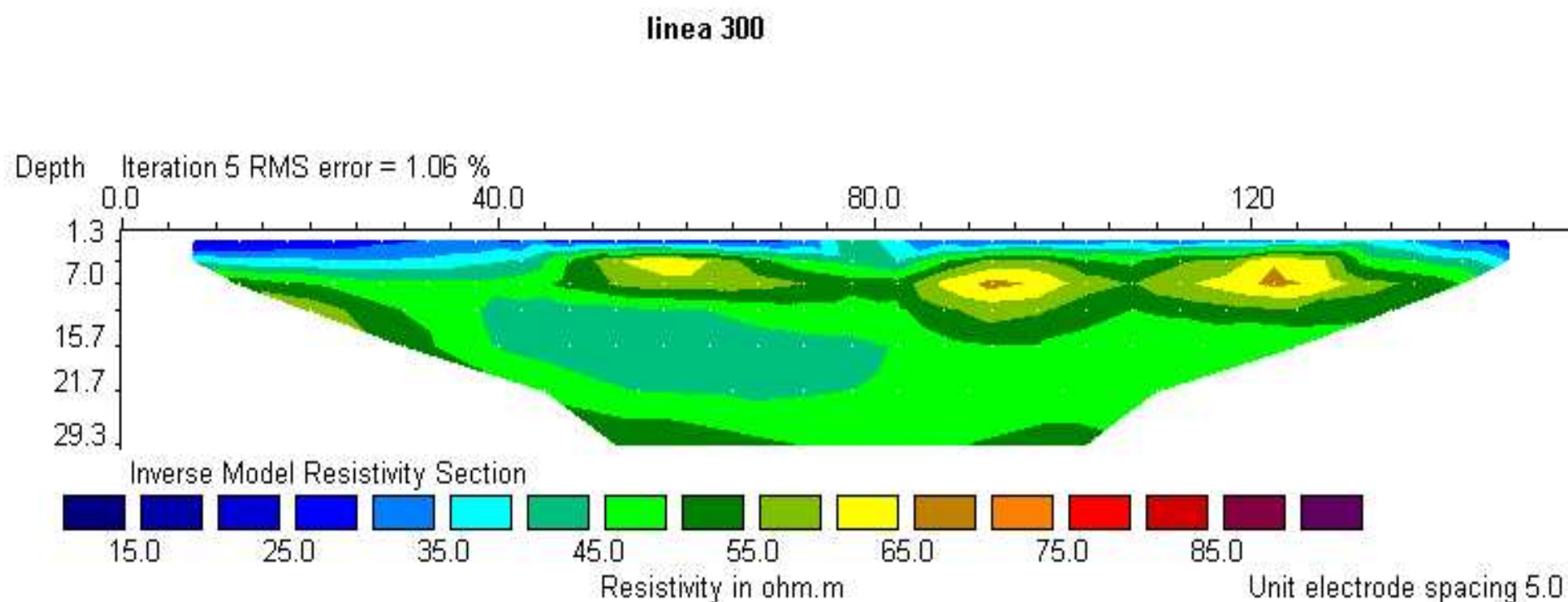
- Particolare dei fontanazzi a Nord di case BASSI vicini alla sezione tomografica N° 800.



FOTO 1

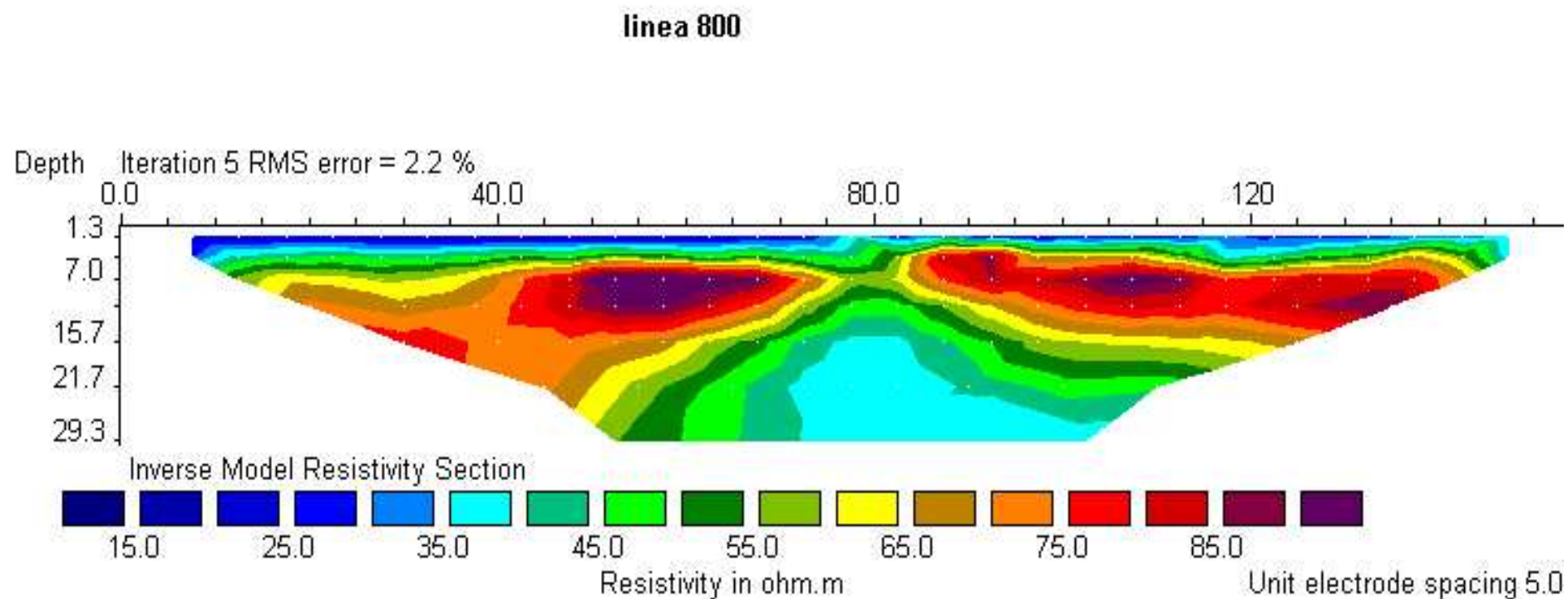
- Particolare dei sacchi di sabbia a protezione dei fontanazzi presso la chiesa di Sacca, interessati dalle sezioni tomografiche N° 500 e 600.

Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): indagini tomografiche e principali risultati

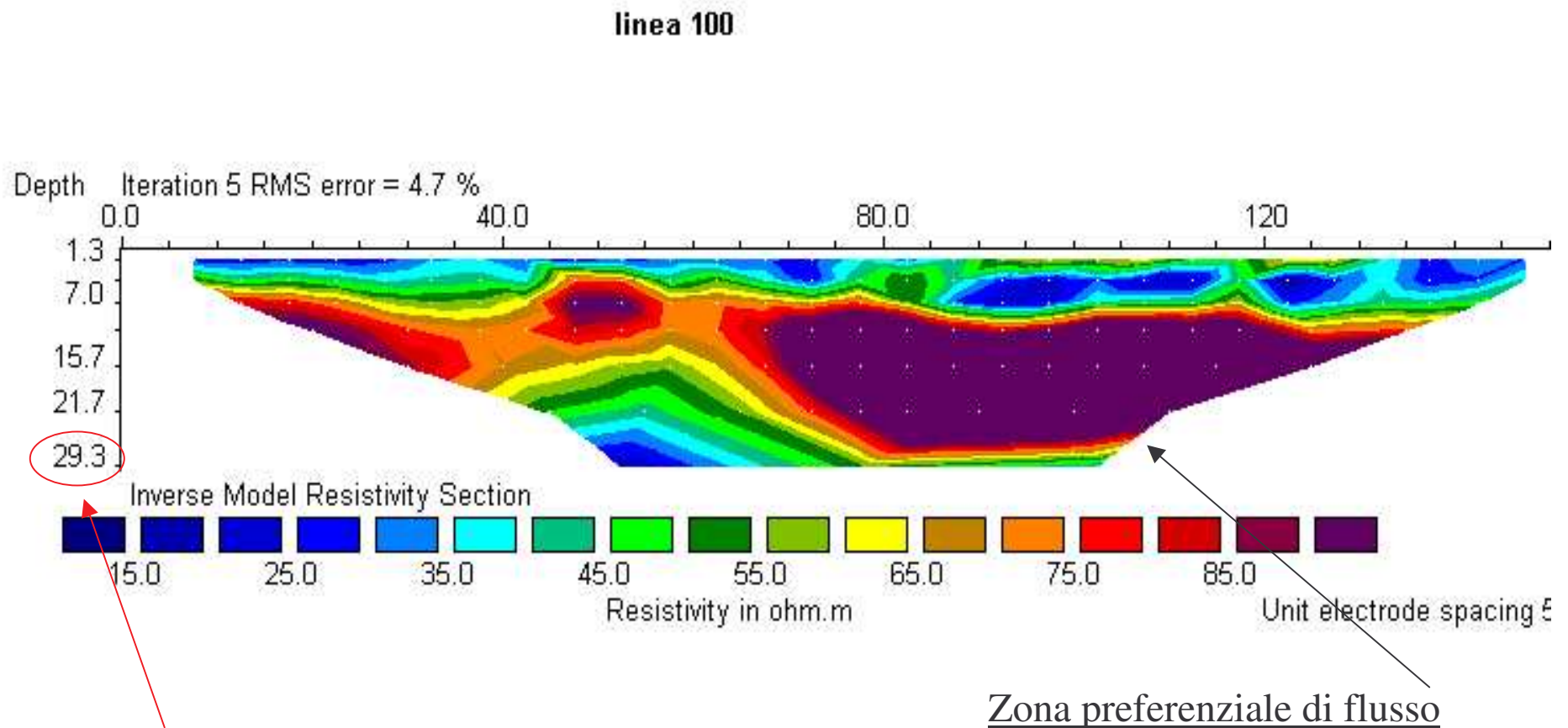


Sezione 300

Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): indagini tomografiche e principali risultati



Il problema dei fontanazzi a Sacca di Colorno (PR): indagini tomografiche e principali risultati



Diaframma fino ad una profondità di 30 metri

Lavori di diaframmatatura a Sacca di Colorno (PR)

Ottobre 2000



Ottobre 2001



Lavori di diaframmatatura a Sacca di Colorno (PR)



Per la perfetta tenuta del diaframma risulta indispensabile che sia garantita la verticalità in fase di scavo



20 ottobre 2001

Lavori di diaframmatatura a Sacca di Colorno (PR)

La macchina operatrice è fornita di uno strumento in grado di correggere la verticalità dello scavo in corso d'opera



Lavori di diaframmatura a Sacca di Colorno (PR)



Un'arginatura sperimentale per lo studio della stabilità e delle modalità costruttive degli argini di Po

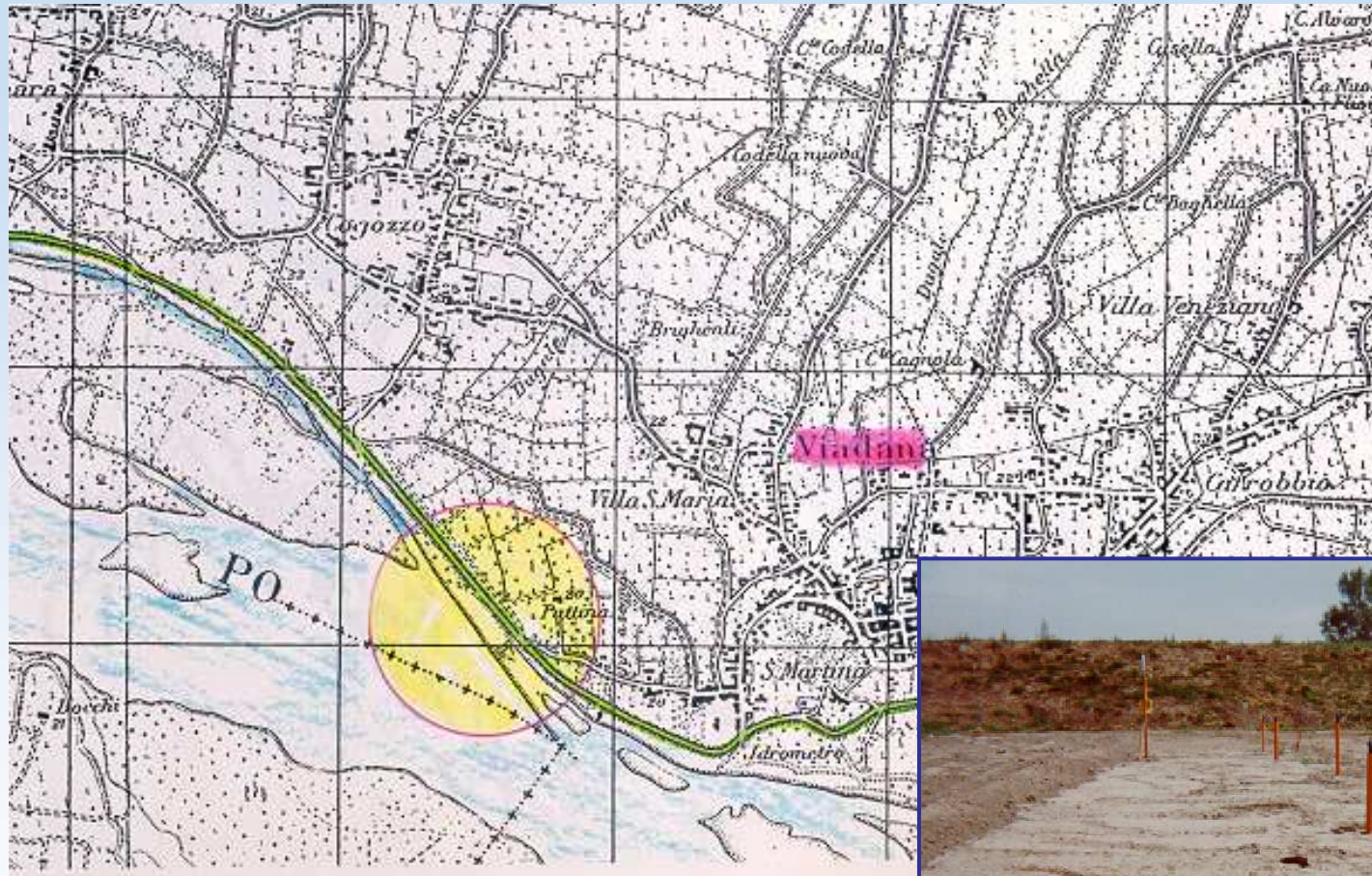
Nel 1999 il Magistrato per il Po firma una convenzione con le Università di Brescia, Parma, Roma La Sapienza e Napoli Federico II

OBIETTIVI:



1. Studiare il comportamento delle arginature esistenti
2. Fornire indicazioni sulle modalità costruttive delle arginature

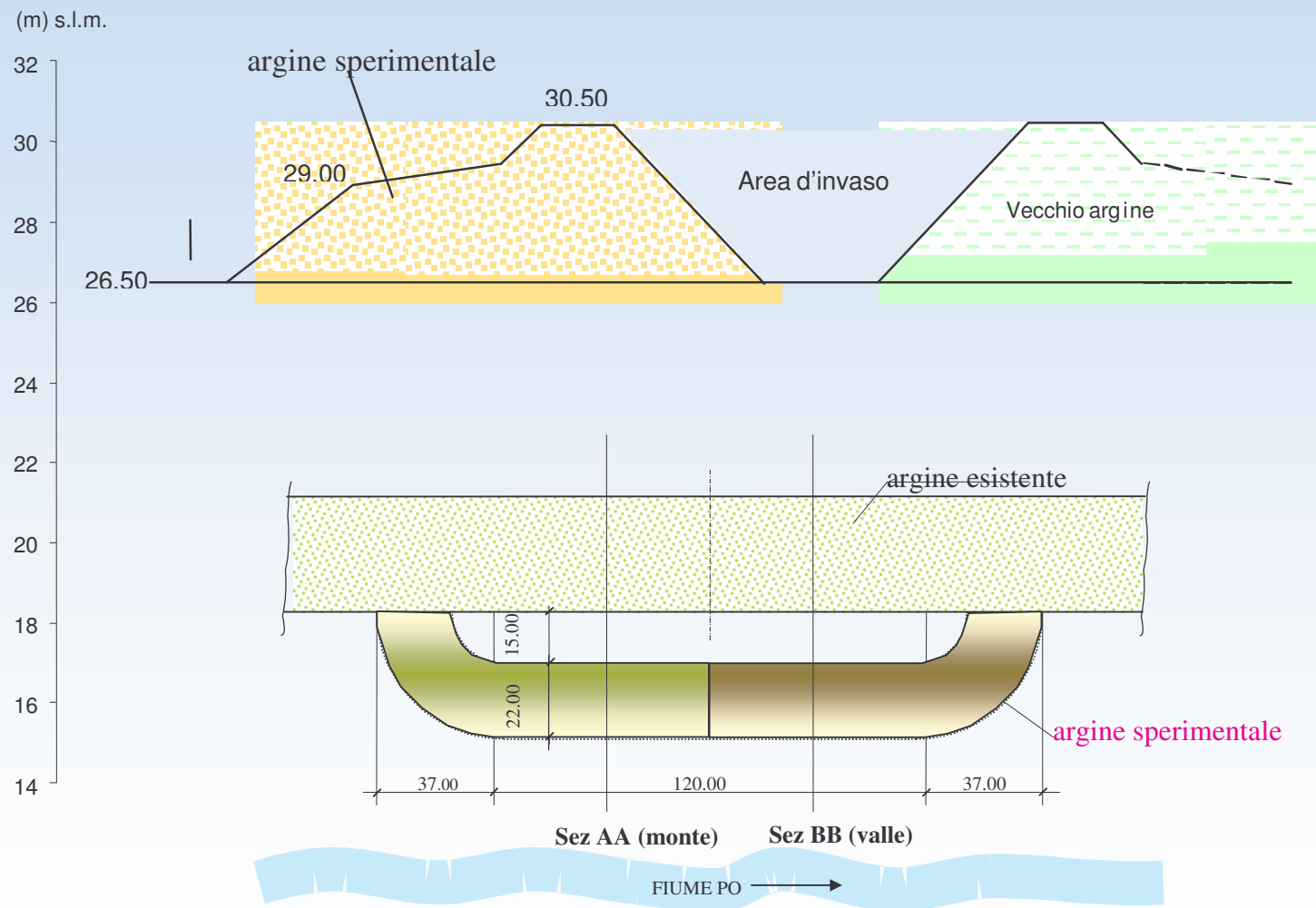
Un'arginatura sperimentale per lo studio della stabilità e delle modalità costruttive degli argini di Po



Località S. Martino
di Viadana (MN)

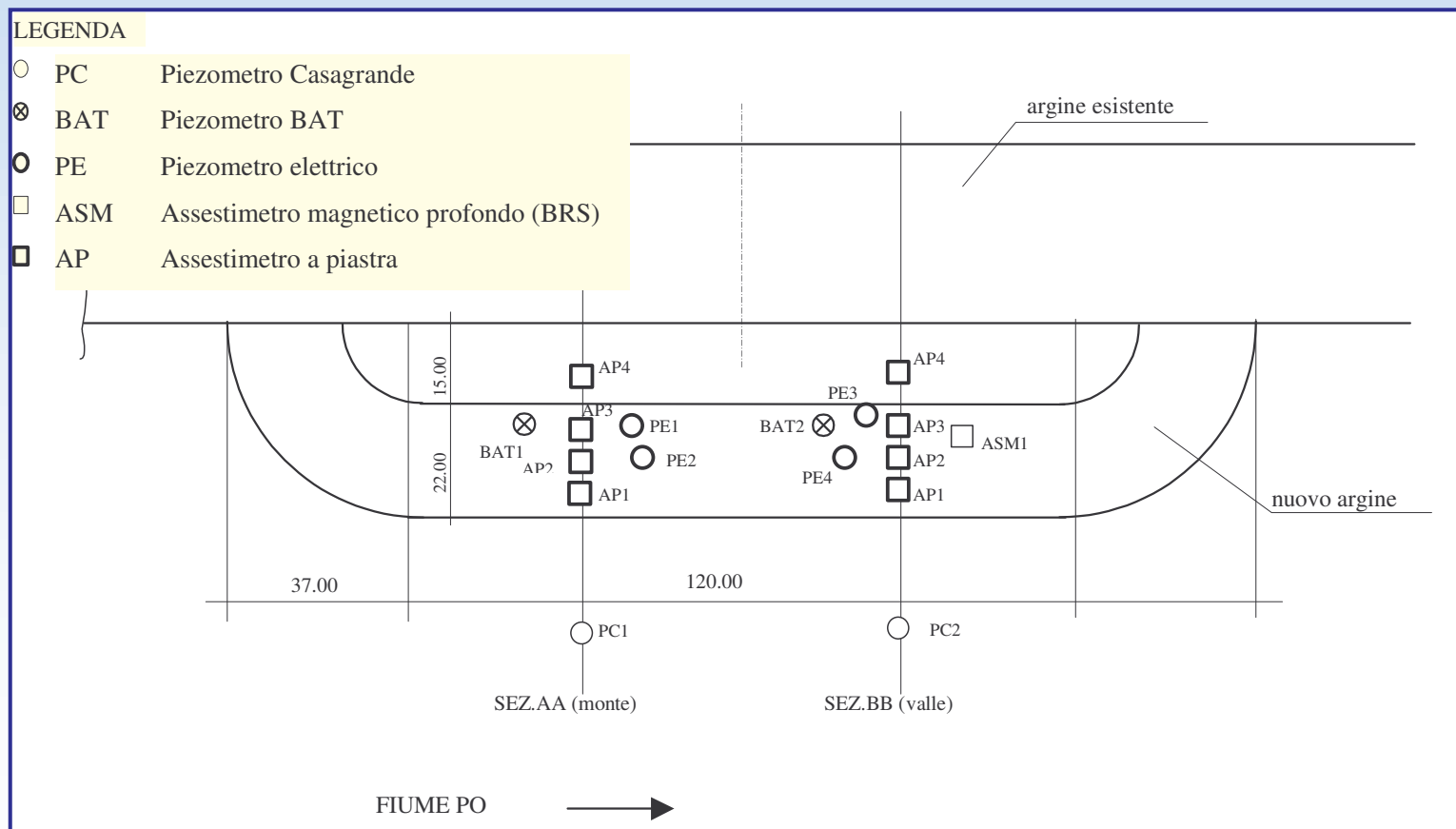


Un'arginatura sperimentale per lo studio della stabilità e delle modalità costruttive degli argini di Po



Un'arginatura sperimentale per lo studio della stabilità e delle modalità costruttive degli argini di Po

Disposizione degli strumenti di misura



Conclusioni

Le ultime piene significative hanno evidenziato una persistenza ed, in taluni casi, un incremento della quantità e dell'intensità dei fenomeni a carico delle opere arginali.

Parallelamente si è registrata una tendenza al costante incremento dei livelli massimi registrati in piene successive.

Una possibile ulteriore evoluzione in tal senso potrebbe portare a conseguenze gravissime nel caso di collasso strutturale delle opere fortemente sollecitate.

È quindi da escludere la possibilità di continuare nell'incremento delle quote arginali.

La difesa idraulica del territorio va quindi impostata sulla piena utilizzazione e, ove possibile, sull'incremento e sull'ottimizzazione della capacità di laminazione dei corsi d'acqua e delle fasce di pertinenza.

Tale attività deve essere accompagnata da una più attenta pianificazione dell'uso del territorio e degli insediamenti, accompagnata da un'opera di sensibilizzazione della popolazione alle problematiche di tutela dell'ambiente fluviale e da un attento controllo atto ad evitare pericolosi abusi.

Bibliografia e fonti

- **Autorità di Bacino del fiume Po** “*Piene e naturalità degli alvei fluviali*”
- **Corpo Reale del Genio Civile**, Circolo Superiore di Ispezione per il Po “*Istruzioni generali per il servizio di piena del fiume Po e dei fiumi e torrenti rigurgitati*”, 1929
- **M. Govi e O. Turitto** “*Grandi inondazioni lungo il fiume Po negli ultimi due secoli: scenari che si ripetono*” CNR IRPI
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Coordinamento Servizio di Piena “*Relazione sugli eventi del 15-22 ottobre 2000*”
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Operativo di Parma “*Lavori urgenti per la realizzazione di diaframma, in località Case Basse di Colorno in comune di Colorno*”
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Operativo di Parma “*Foto della piena 2000*”
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Operativo di Rovigo “*Pianta dei fontanazzi nel Delta*”
- **Magistrato per il Po** “*Linee guida per l’esecuzione degli interventi di adeguamento delle arginature di Po sia in corso di esecuzione che di progettazione*”, 1998
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Geotecnico “*Lavori urgenti per la realizzazione di diaframma, in località Case Basse di Colorno in comune di Colorno. Indagini geofisiche integrative*”
- **Magistrato per il Po** - Ufficio Geotecnico “*Lavori di costruzione di un’arginatura sperimentale e strumentata del fiume Po da realizzarsi in località S. Martino, in comune di Viadana (PR)*”
- **R.D. 523** , “*Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie* “, 25 luglio 1904
- **O. Zanchi** “*Manuale pratico per le opere idraulico-fluviali*”, Nistri Lischi Editori, 1957