

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Istituto Veneto SS. LL.AA.

Accademia Nazionale dei Lincei

LA GESTIONE DELL'EMERGENZA IDRAULICA

Dagli stati di allarme alle alluvioni

Luigi D'Alpaos

Venezia, 21 marzo 2014

La grande alluvione

Il 4 - 5 Novembre 1966 si abbattè sui principali fiumi del Veneto la massima piena storicamente mai conosciuta, causando danni e non poche vittime

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



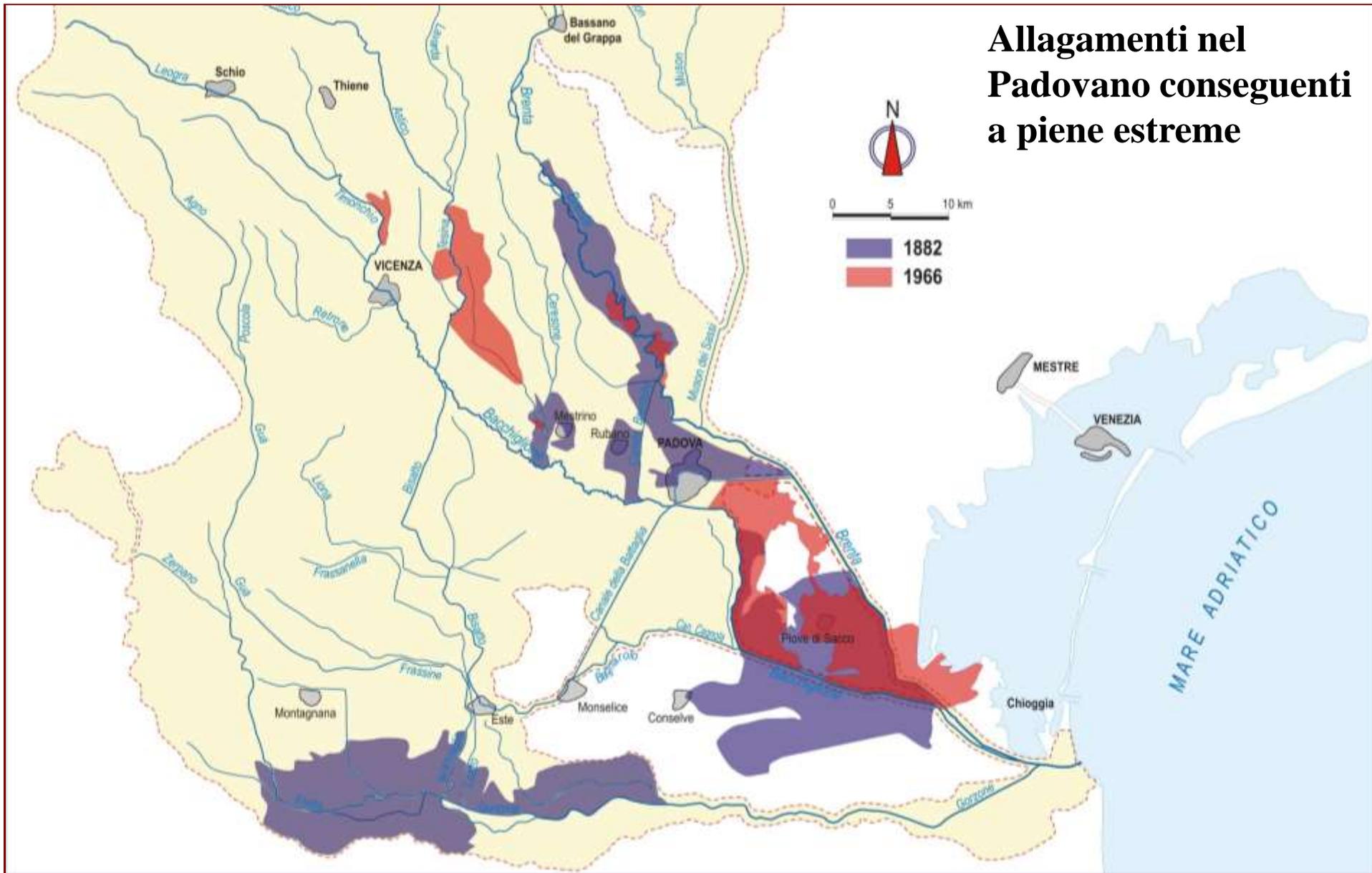
Insufficienza degli alvei dei fiumi in pianura

Le portate massime affluite ai corsi di pianura dei principali fiumi veneti durante la piena del 4-5 novembre 1966:

● Tagliamento a Pinzano	5.000 m ³ /s	1600 m ³ /s
● Meduna a Pordenone	2.200 m ³ /s	1200 m ³ /s
● Piave a Nervesa	4.850 m ³ /s	3000 m ³ /s
● Brenta a Bassano	2.700 m ³ /s	1600 m ³ /s
● Bacchiglione a Padova	850 m ³ /s	500 m ³ /s
● Adige a Trento	2.300 m ³ /s	

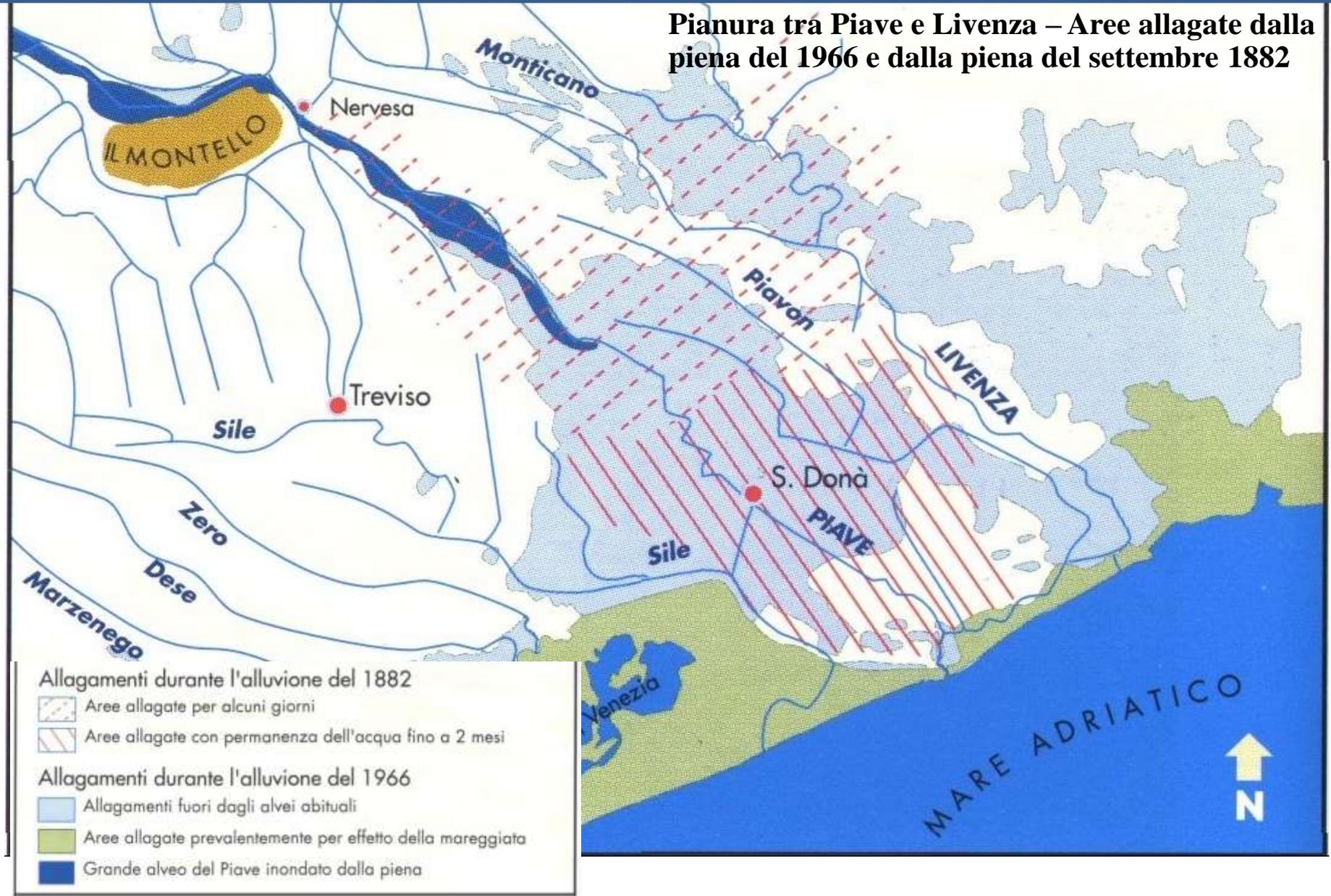
GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Allagamenti nel Padovano conseguenti a piene estreme



GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Pianura tra Piave e Livenza – Aree allagate dalla piena del 1966 e dalla piena del settembre 1882



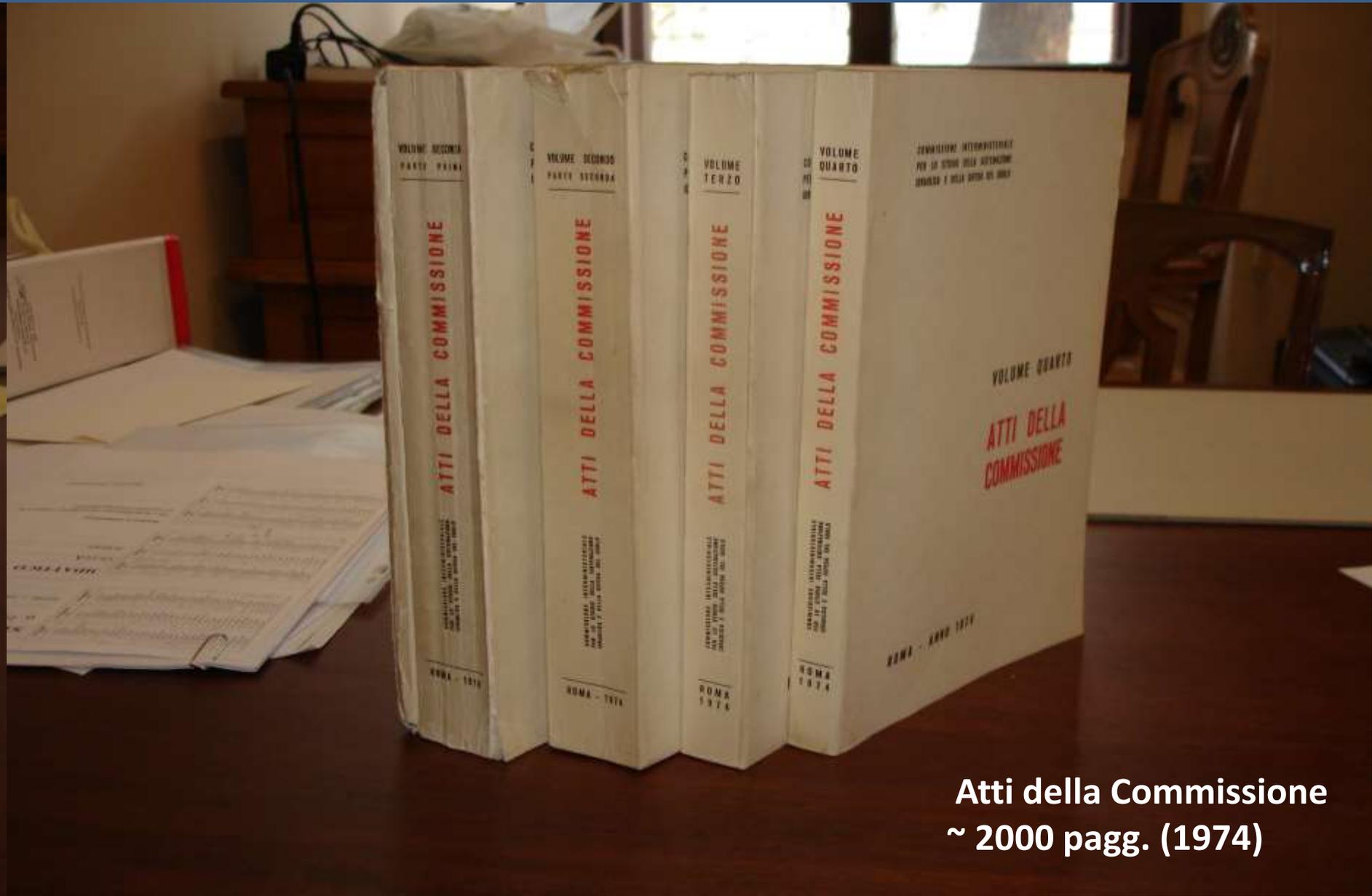


**L'istituzione della
“Commissione interministeriale
per lo studio della sistemazione
Idraulica e della difesa del suolo”**

**altrimenti conosciuta come
Commissione DE MARCHI**

**Fu nominata il 16 novembre 1967
e concluse i suoi lavori
il 16 marzo 1970,
licenziando i volumi della propria
Relazione conclusiva
il 30 giugno dello stesso anno**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



Atti della Commissione
~ 2000 pagg. (1974)

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Nella presentazione dei lavori della commissione da lui presieduta, il Prof. De Marchi così scriveva:

"Senza voler escludere che qualche lacuna sia rimasta e qualche particolare sia sfuggito all'esame condotto nel corso di oltre tre anni (incluso i lavori della Commissione ministeriale), ritengo tuttavia di poter affermare che pochi esempi esistono di un lavoro di pari ampiezza e condotto con altrettanto impegno da parte di un organo consultivo come è quello che ho avuto l'onore di presiedere"

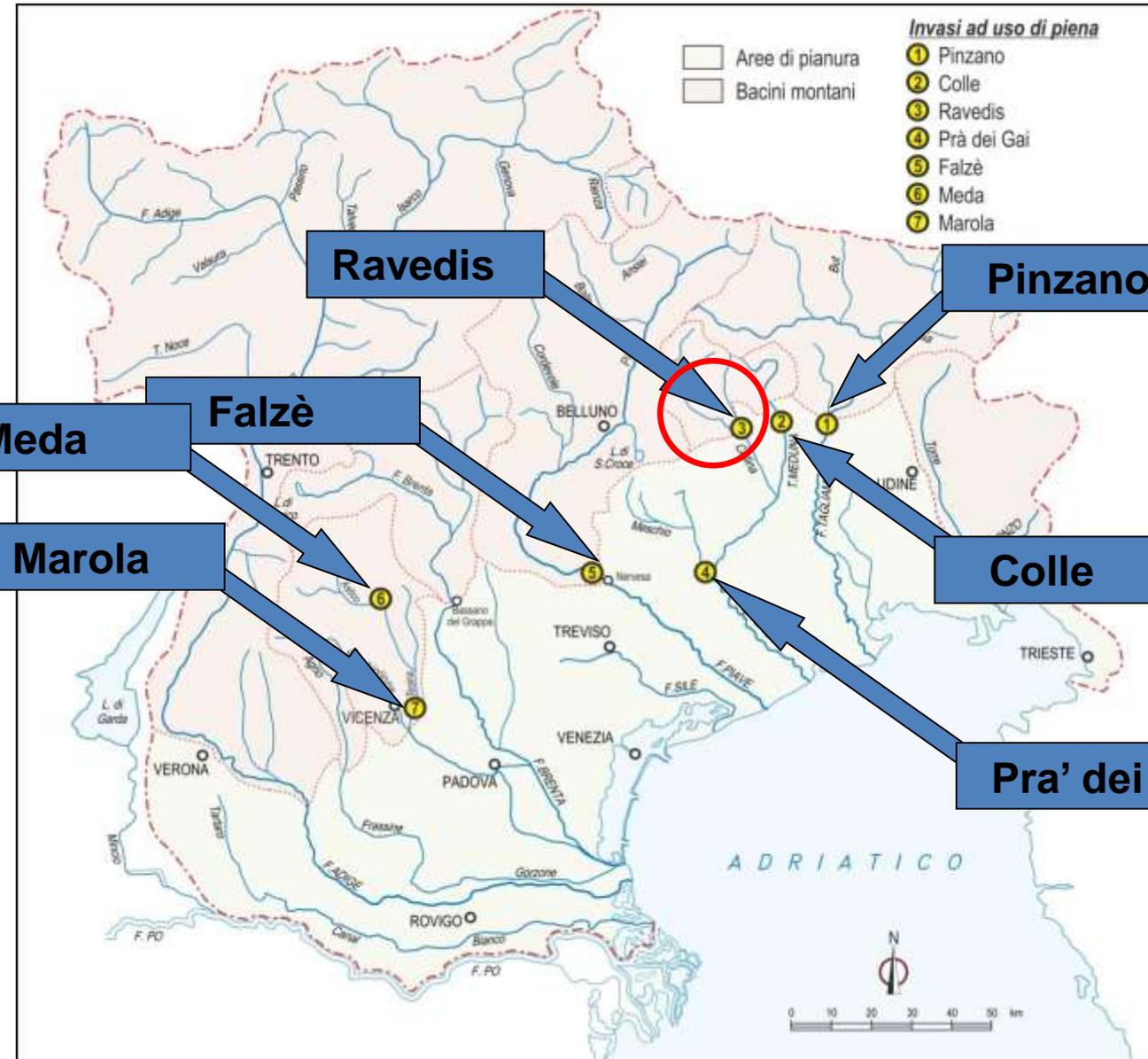
e poi, rivolto alle future generazione tecnici, quasi a volersi scusare:

" in ogni caso non temete, perché comunque nel campo della difesa idraulica e della difesa del suolo ci sarà lavoro anche per voi..... "

Alcune importanti conclusioni della Commissione De Marchi

- **Improponibilità di interventi rivolti ad adeguare ulteriormente la capacità di portata degli alvei in pianura alle massime portate probabili in arrivo da monte**
- **Necessità di intraprendere una diversa politica nella difesa dalle piene, operando mediante trattenuta temporanea dei loro colmi entro invasi appositamente predisposti, in modo da moderare le portate massime fino alla capacità degli alvei di valle**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



Gli invasi a esclusivo uso di piena indicati sul Tagliamento, sul Livenza, sul Piave e sul Brenta-Bacchiglione

**La piena del novembre 2010
sul Bacchiglione**

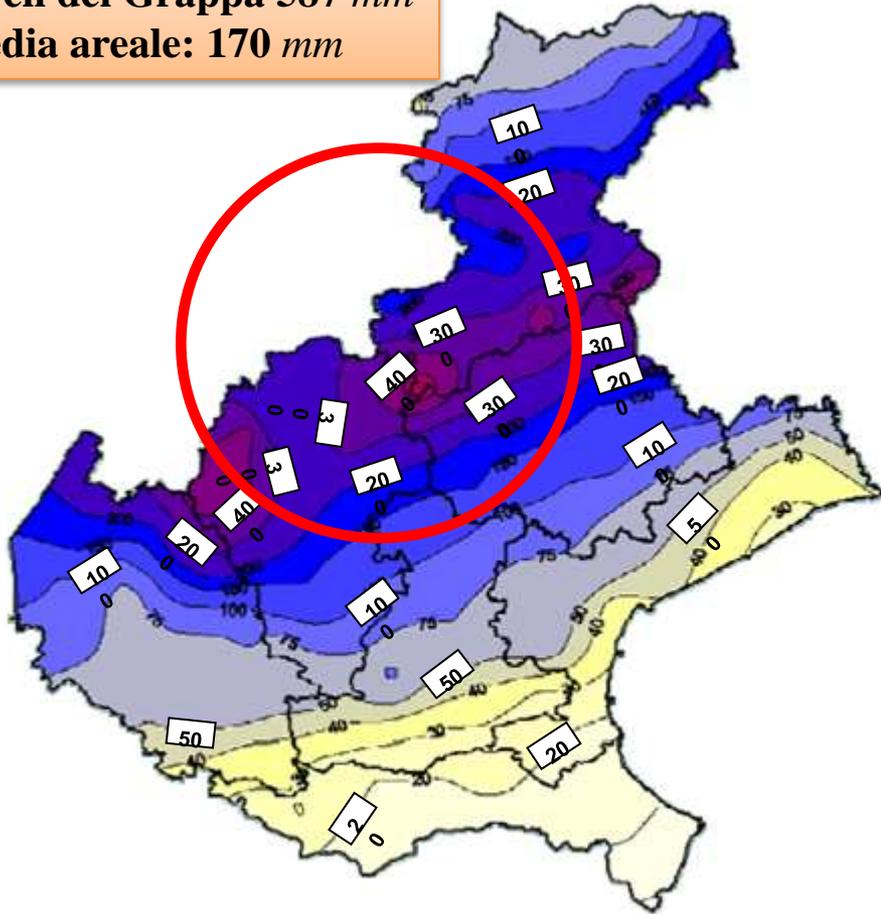
Evento inatteso

o

largamente prevedibile?

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Picco locale:
Seren del Grappa 587 mm
Media areale: 170 mm

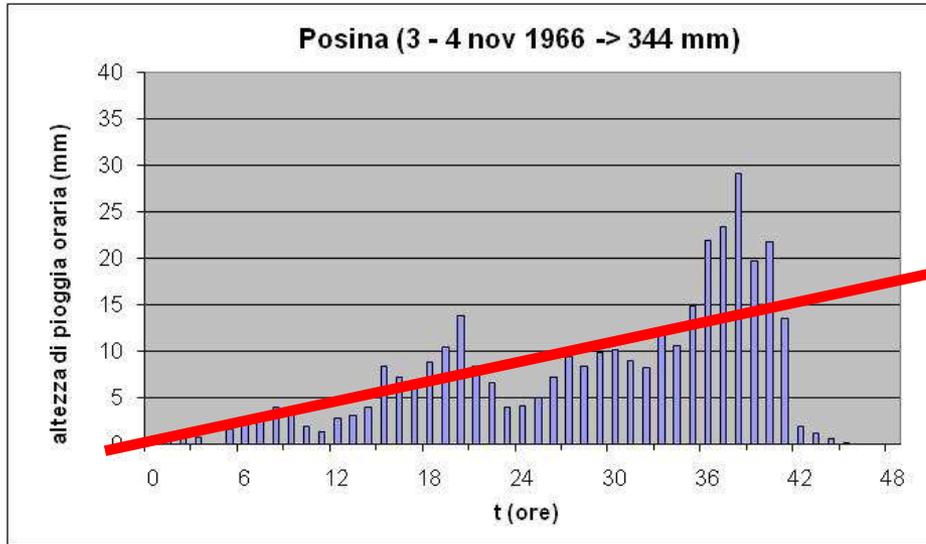


**Le piogge complessive cadute
sul Veneto fra
il 31 ottobre e il 2 novembre 2010**



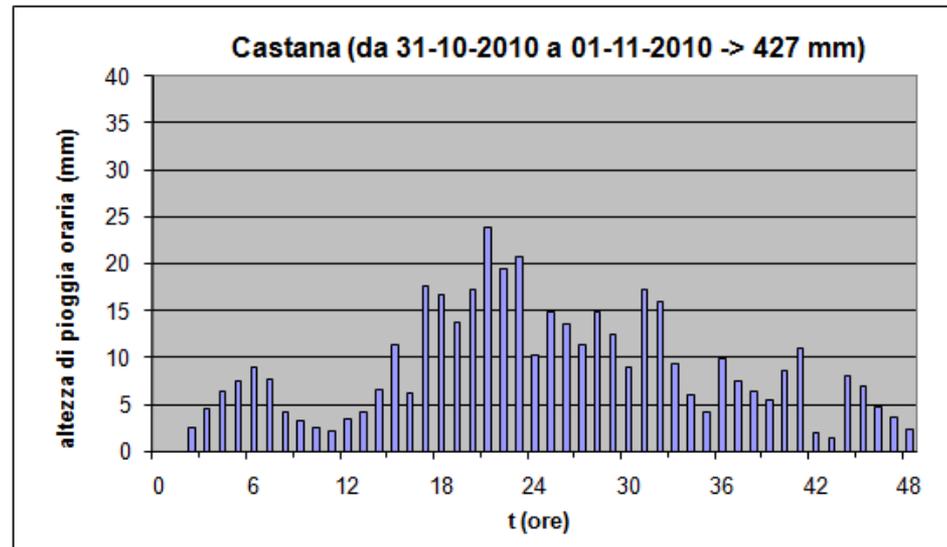
Precipitazione cumulata dal 31 ottobre al 2 novembre 2010

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



**Stazione di Posina:
confronto fra le
precipitazioni del 2010 e
quelle del 2010**

**Nel 1966, la
distribuzione nel tempo
delle intensità di
precipitazione è stata
molto più sfavorevole**



GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

COMUNE DI MEGLIADINO SAN FIDENZIO - ROTTA ARGINE DESTRO DEL FRASSINE



Rotta argine destro fiume Frassine ore 15,06 1/11/2010

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

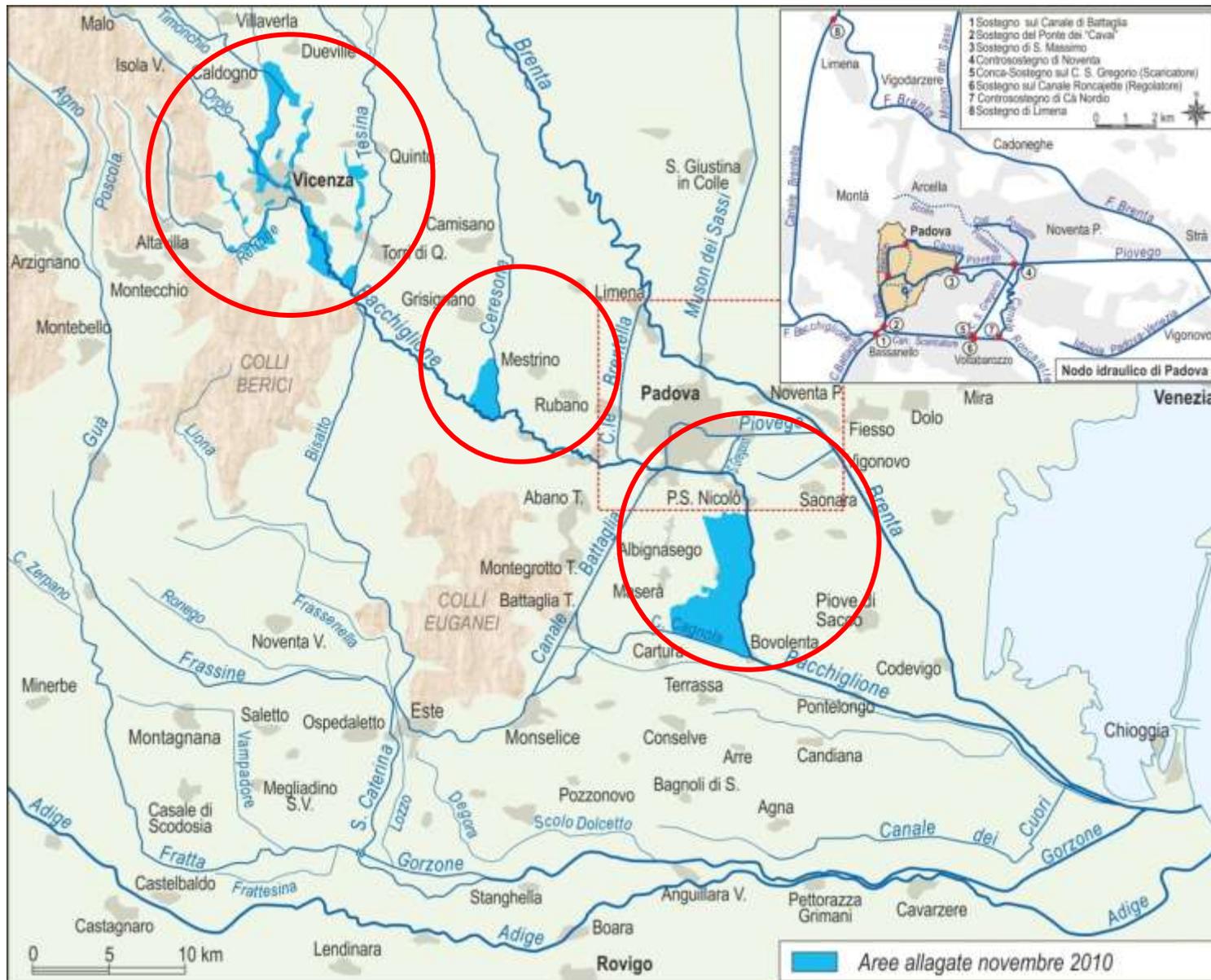
Piena
dell'1-2 novembre 2010
Mappa degli allagamenti
nel Veronese



GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Piena dell'1-2 novembre 2010

Mappa degli allagamenti fra Vicenza e Padova



GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA


COMMISSARIO DELEGATO
PER IL SUPERAMENTO DELL'EMERGENZA DERIVANTE DAGLI EVENTI ALLUVIONALI CHE
HANNO COLPITO IL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO
NEI GIORNI DAL 31 OTTOBRE AL 2 NOVEMBRE 2012
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3856 del 12/11/2012

evento alluvionale del 21 ottobre - 2 novembre 2012

**PIANO DELLE AZIONI E DEGLI INTERVENTI
DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOLOGICO**

prospetto ai sensi dell'art. 1 comma 3 lettera g) dell'ordinanza n. 3856 del 12 novembre 2012

Venezia, 30 marzo 2014




COMMISSARIO DELEGATO
PER IL SUPERAMENTO DELL'EMERGENZA DERIVANTE DAGLI EVENTI ALLUVIONALI CHE
HANNO COLPITO IL TERRITORIO DELLA REGIONE VENETO
NEI GIORNI DAL 31 OTTOBRE AL 2 NOVEMBRE 2012
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3856 del 12/11/2012

Venezia, 30 marzo 2014

E' verosimile che il complesso di questi interventi richieda per la sua realizzazione alcuni decenni, se mai ci sarà la volontà politica di intraprendere le opere indicate e si avranno le risorse finanziarie per la loro realizzazione

E nel frattempo ?

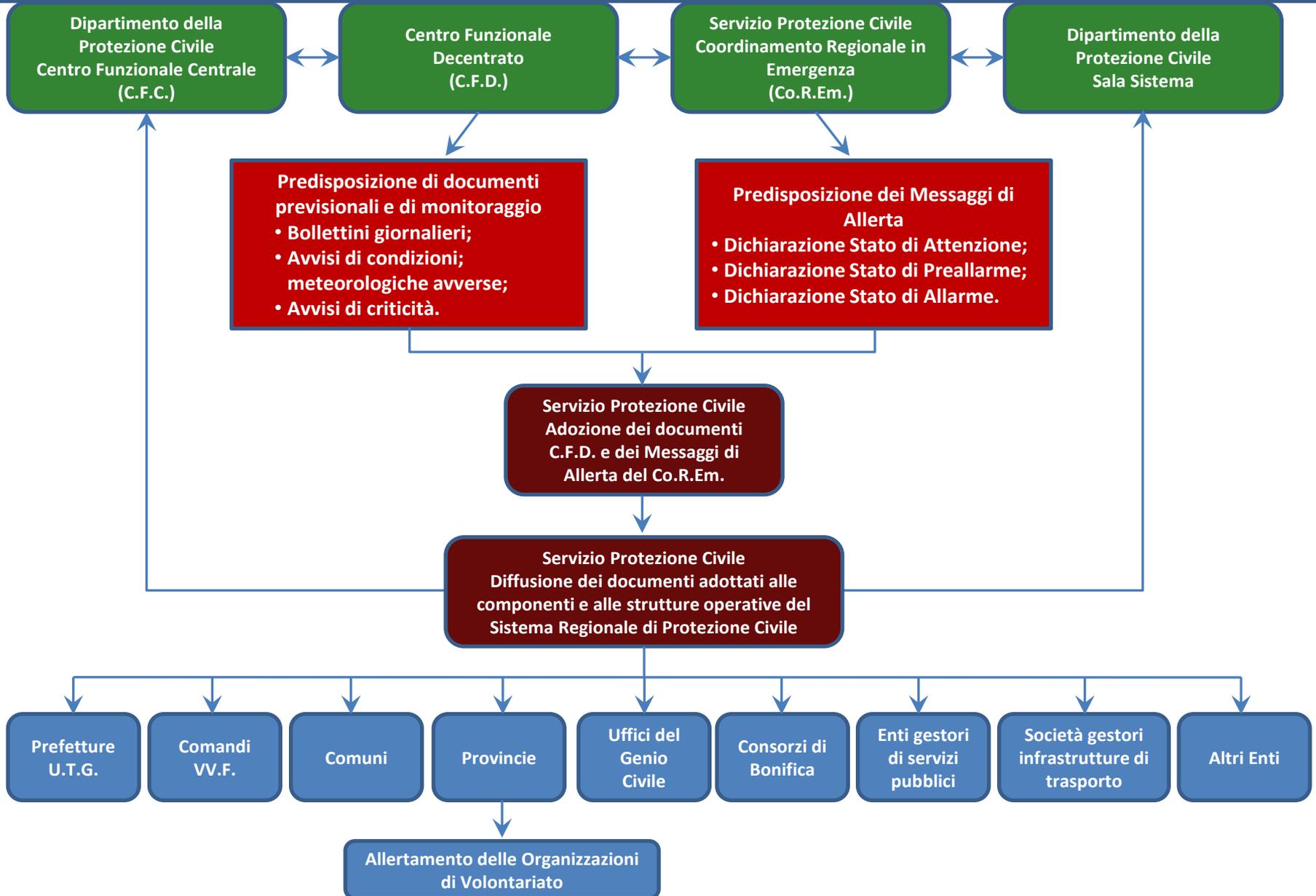
Nel frattempo è giocoforza adottare il " **PIANO B " ovvero:**

IMPARARE A CONVIVERE CON LE ALLUVIONI

Il “PIANO B” comporta

- **La necessità di apportare una modifica radicale alla Politica di Pianificazione del Territorio, nella quale il Piano di riassetto idraulico risulti, senza equivoci, sovrastrutturato rispetto a qualsiasi altro tipo di Piano**
- **La necessità di non subire passivamente, ma anche di intervenire attivamente sulle piene, per limitarne i danni**
- **La necessità di gestire le fasi dell'emergenza di piena non soltanto sulla base delle esperienze del passato, ma supportati dagli elementi oggettivi di giudizio che l'utilizzazione della più moderna modellazione matematica e la simulazione di scenari ipotetici di evoluzione del fenomeno consente**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



**Servizio Protezione Civile
Coordinamento Regionale in
Emergenza
(Co.R.Em.)**

Assicura le funzioni per

- **l'analisi e la stima del pericolo**
- **la valutazione del rischio**
- **la diffusione della messaggistica alle autorità di governo locale e alle strutture che concorrono alle attività della protezione civile**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

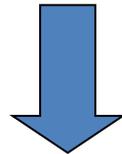
Servizio Protezione
Civile
Coordinamento
Regionale in Emergenza
(Co.R.Em.)

+

Centro Funzionale
Decentrato
(C.F.D.)

concorrono
alla
dichiarazione

- dello stato di attenzione
- dello stato di preallarme
- dello stato di allarme



Gli enti destinatari dei messaggi di allerta provvedono a comunicare al Co.R.Em. ogni utile informazione sulle misure adottate per far fronte allo scenario d'evento segnalato

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Per le finalità di allertamento, il territorio regionale è suddiviso in sei differenti aree



Per ciascuna di esse l'afflusso meteorico stimato dall'ARPAV è trasformato in deflusso probabile al suolo

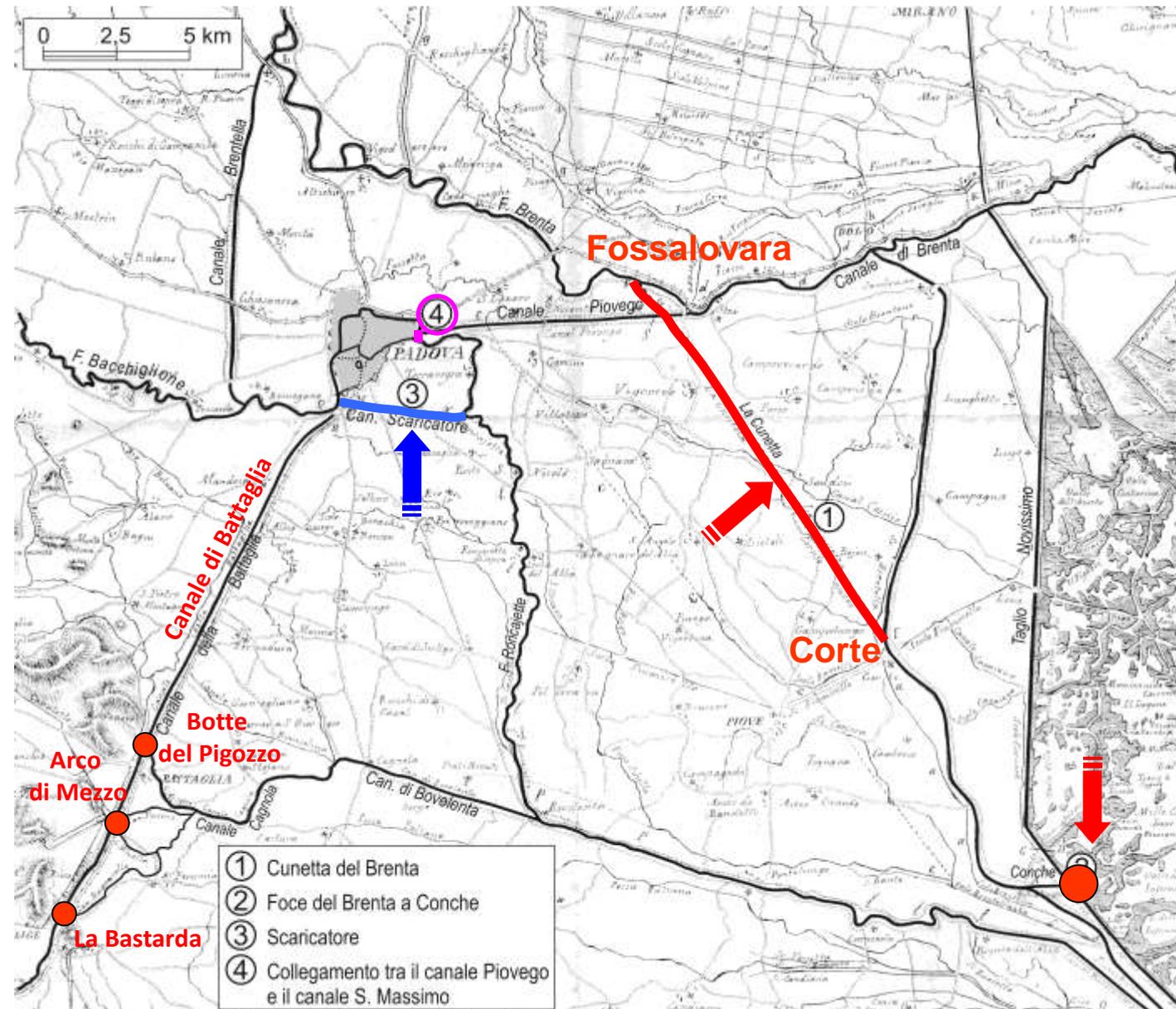
Uffici del Genio Civile

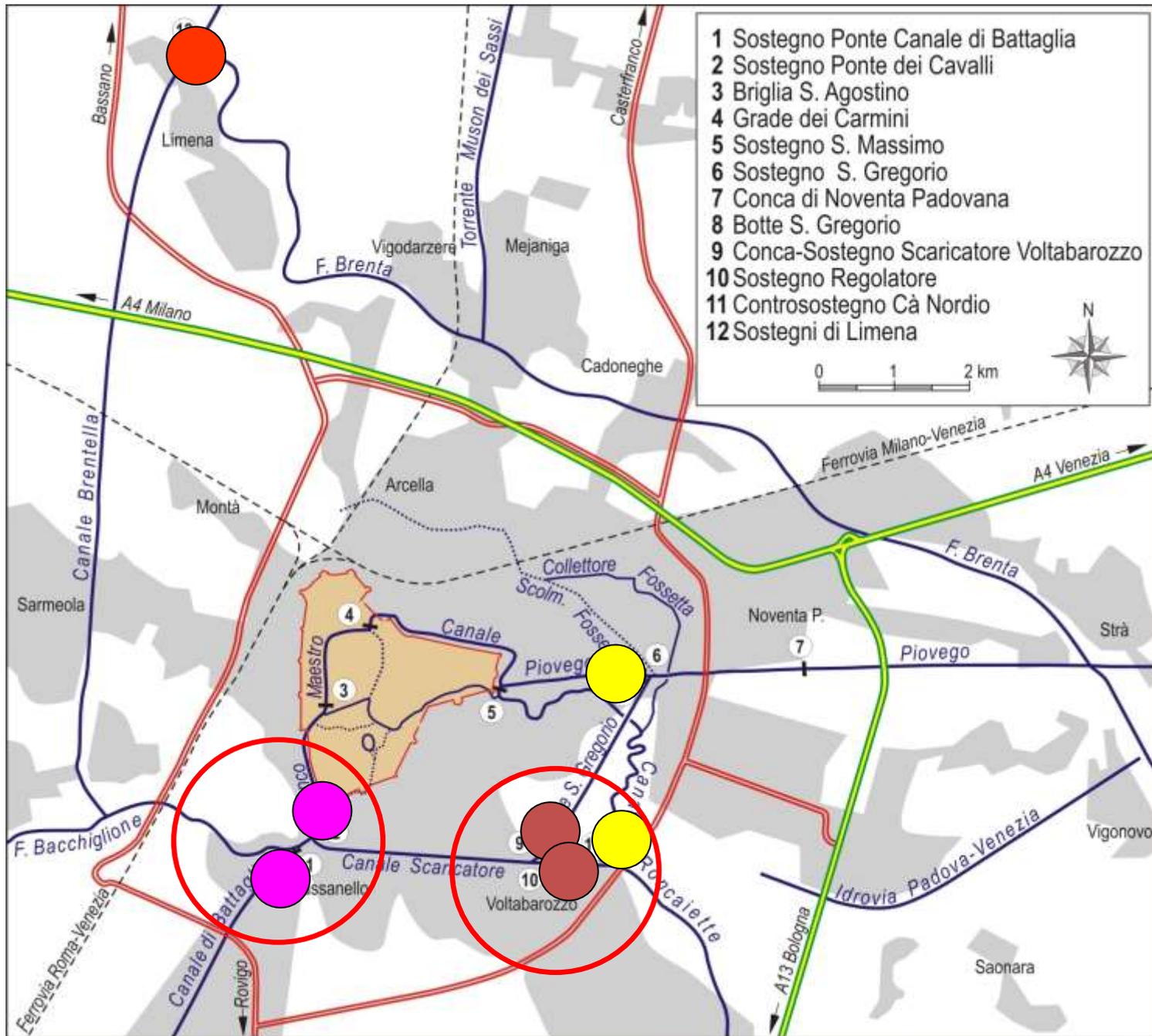
**attivano il servizio di piena sulla rete principale,
appoggiandosi,
per individuare il livello di criticità idraulica,
alle osservazioni condotte dall'ARPAV in tempo
reale su oltre una trentina (33)
teleidrometri regolatori
per i quali è predefinita una quota idrometrica
il cui superamento definisce tre distinti
stati di criticità (ordinaria, moderata, elevata)**

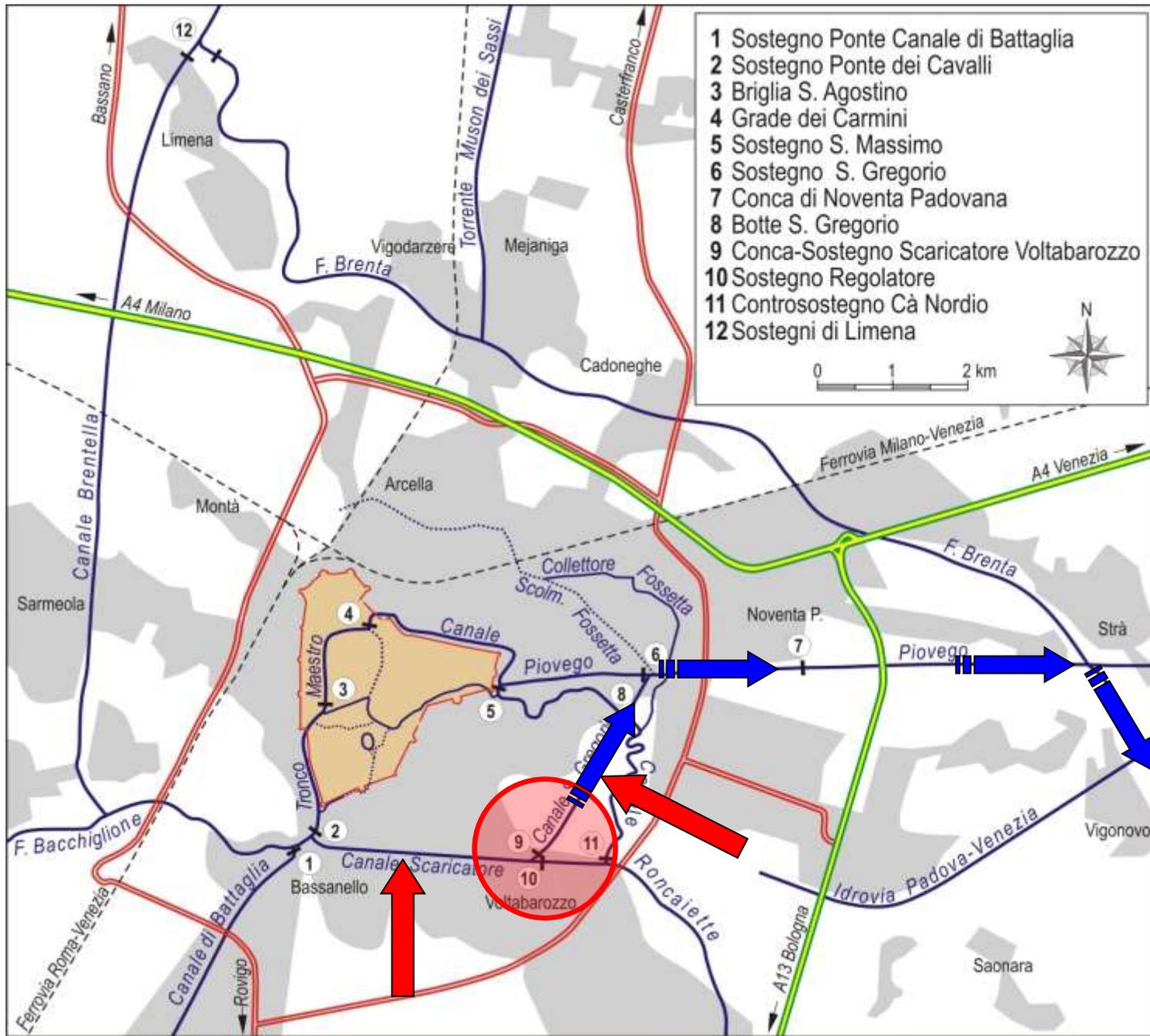
**In relazione alle quote idrometriche che via via si registrano nelle sezioni osservate e in
altre sezioni di controllo attivate in fase di allarme, il Genio Civile provvede alle più
opportune manovre di regolazione dei sostegni regolatori della rete che, entro certi
limiti, permettono di regolare il flusso lungo le diverse direttrici possibili, nel tentativo di
ottimizzare il funzionamento del sistema idraulico principale**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Il sistema Brenta Bacchiglione







**Previsione delle piene
partendo dalle previsioni meteorologiche per la gestione
degli stati di allarme e per le attività di protezione civile**

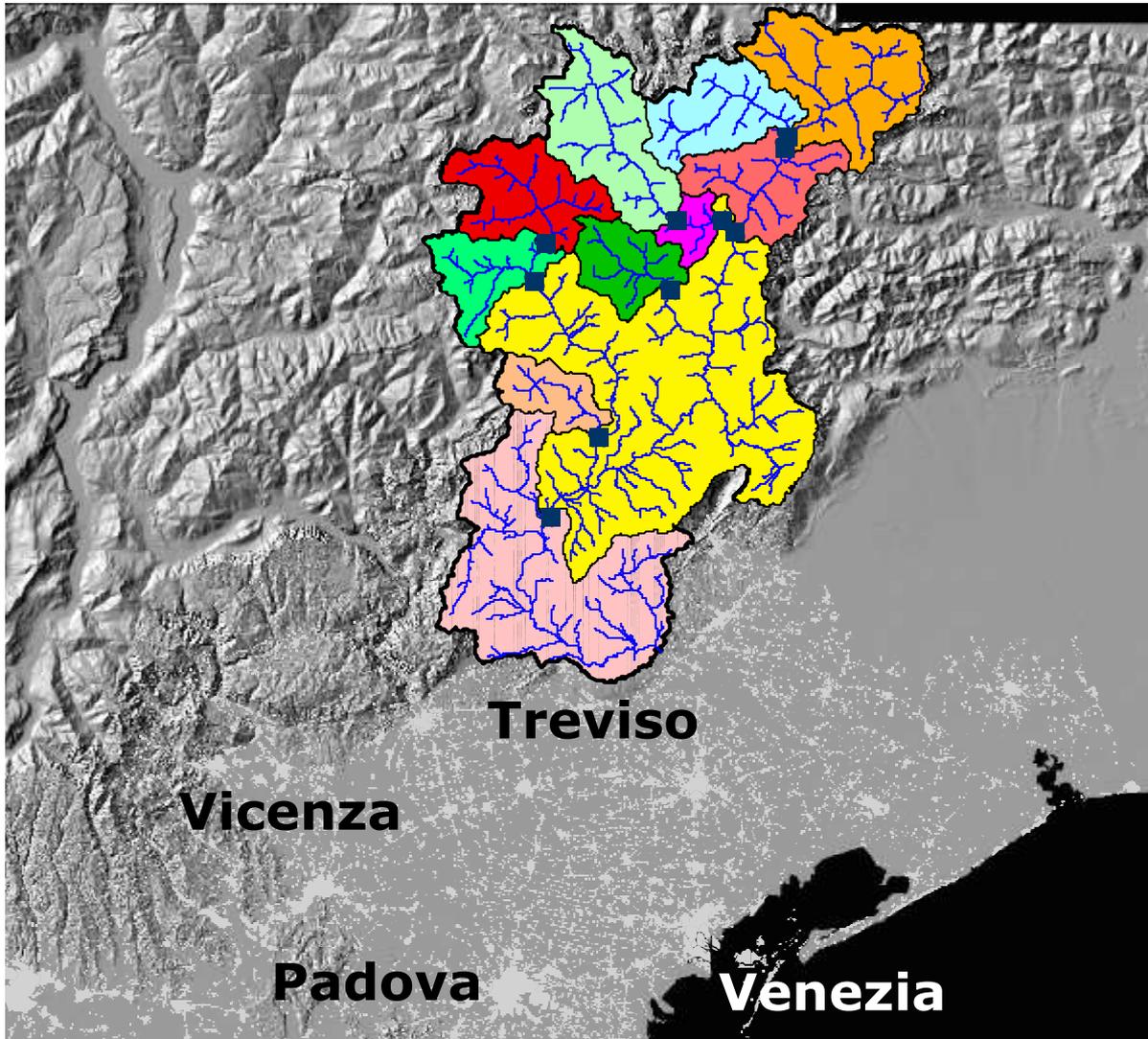
**Previsioni meteorologiche
a scala di bacino**

```
graph TD; A[Previsioni meteorologiche a scala di bacino] --> B[Generazione delle piene nei singoli elementi della rete idrografica]; B --> C[Propagazione delle piene nel reticolo idrografico e delle eventuali onde di sommersione sul territorio adiacente];
```

**Generazione delle piene nei singoli
elementi della rete idrografica**

**Propagazione delle piene nel reticolo
idrografico e delle eventuali onde di
sommersione sul territorio adiacente**

IL MODELLO IDROLOGICO: il bacino del Fiume Piave



I bacini afferenti ai serbatoi

-  Comelico
-  Santa Caterina
-  Pieve di Cadore
-  Valle di Cadore
-  Vodo di Cadore
-  Alleghe
-  Pontesei
-  Ghirlo
-  Mis
-  Busche

IL MODELLO METEOROLOGICO: caratteristiche generali



LAT: 46.7°
LONG: 12.8°

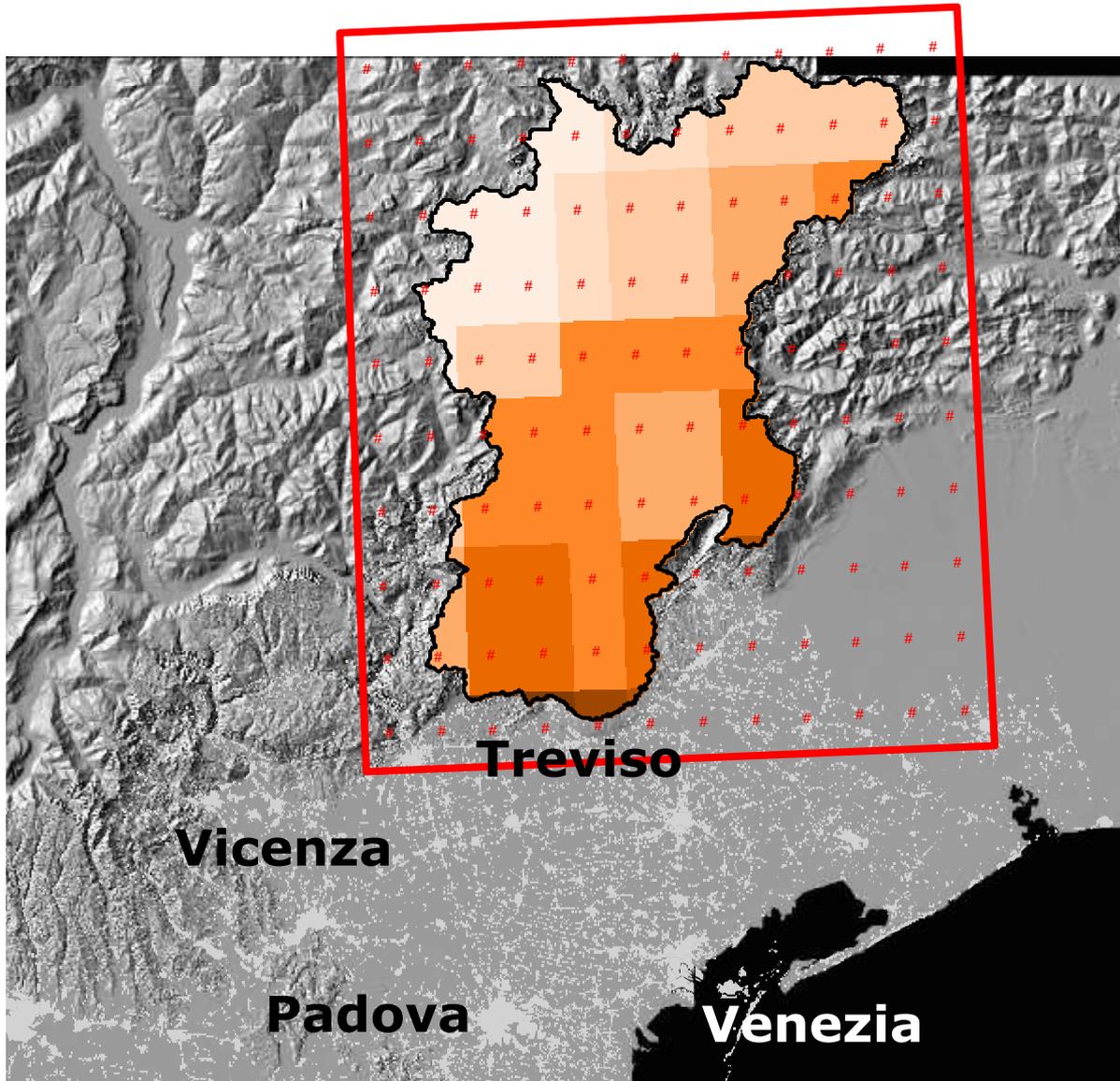
**MODELLO AD AREA
LIMITATA:**

- previsioni per 5 giorni;
- risoluzione spaziale di 0.1°

**120 pixel della griglia
meteorologica**

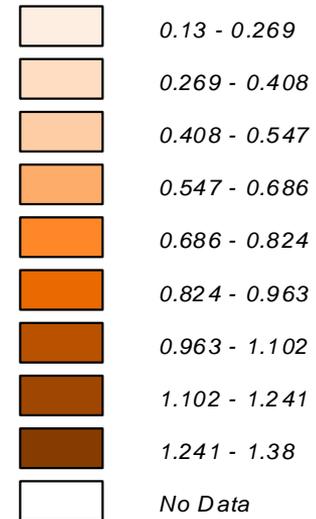
- Centri dei pixel della griglia meteorologica
- Contorno della griglia di interesse per il Piave
- Centri dei pixel di Interesse per il Piave

IL MODELLO METEOROLOGICO: l'evento del 2002



**MODELLO AD AREA
LIMITATA:
campo di precipitazione
previsto per il 26 novembre
2002 alle 17:00**

Campo di precipitazione [mm/h]

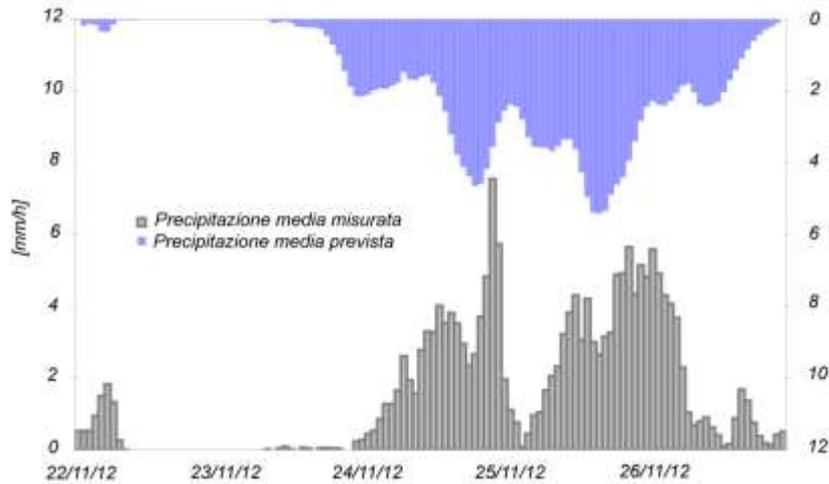


ANALISI DELL'EVENTO DEL NOVEMBRE 2002:

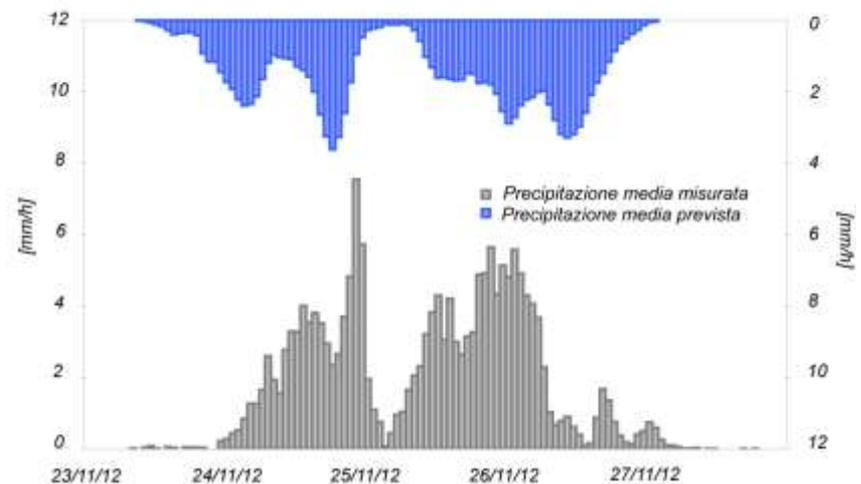
previsioni di 5 giorni ripetute, a partire dall'inizio dell'evento di interesse, ogni 24 ore fino all'esaurimento dell'evento; il periodo di simulazione è compreso quindi tra le 12 del 22 Novembre e le 12 del 1 Dicembre 2002.

Il modello di previsione meteorologia tende a sottostimare l'intensità di precipitazione mediamente caduta sul bacino, pur valutando correttamente il *timing* dell'evento e le ore asciutte.

Previsione del 22 Novembre 2002

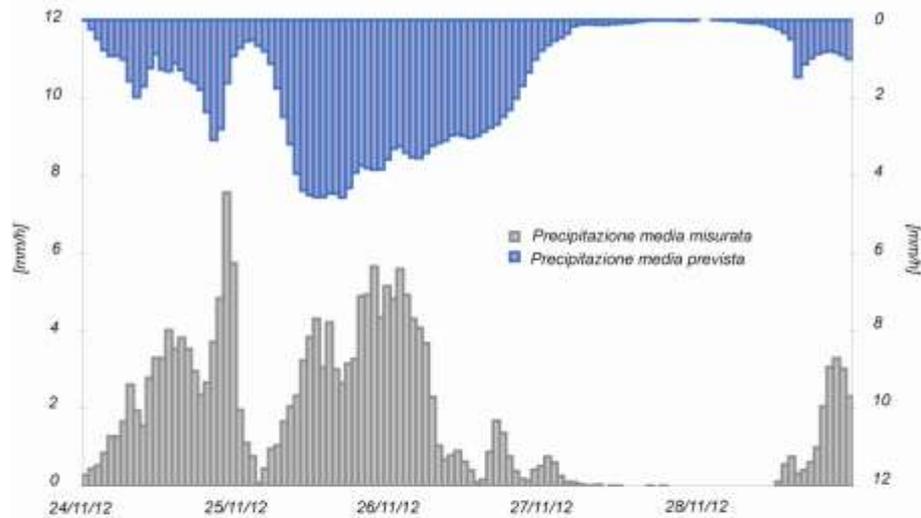


Previsione del 23 Novembre 2002

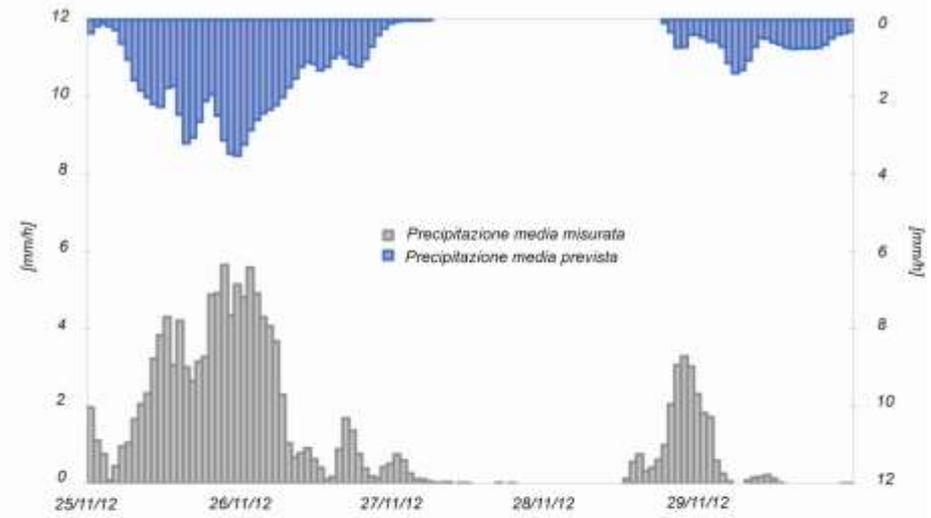


MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO: l'evento del 2002

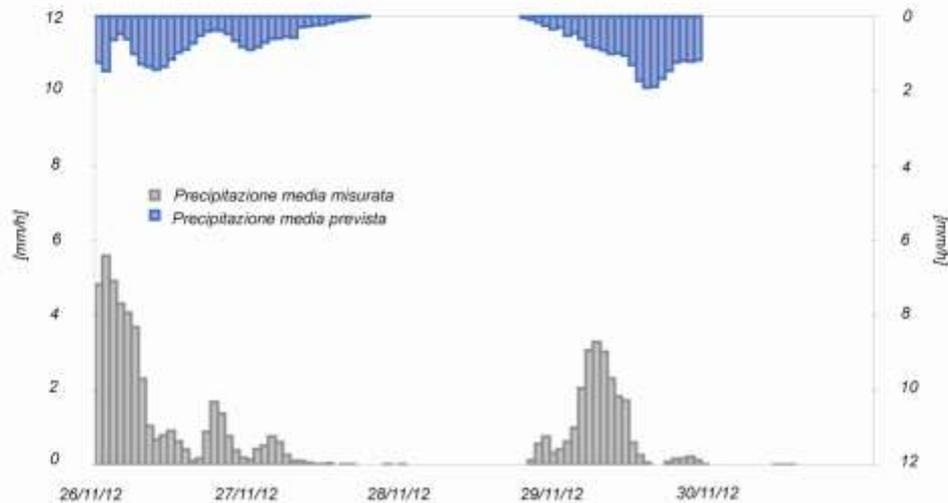
Previsione del 24 Novembre 2002



Previsione del 25 Novembre 2002

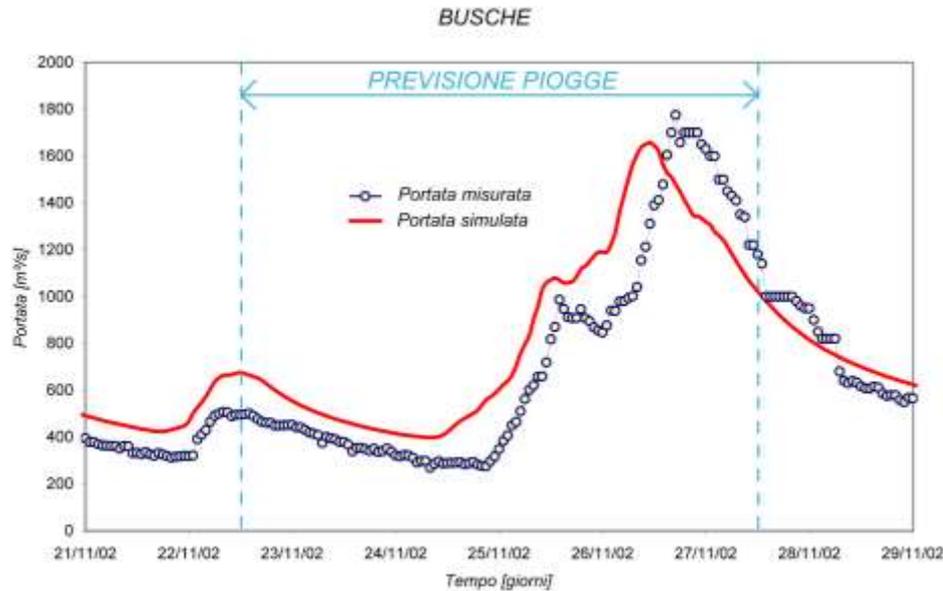


Previsione del 26 Novembre 2002

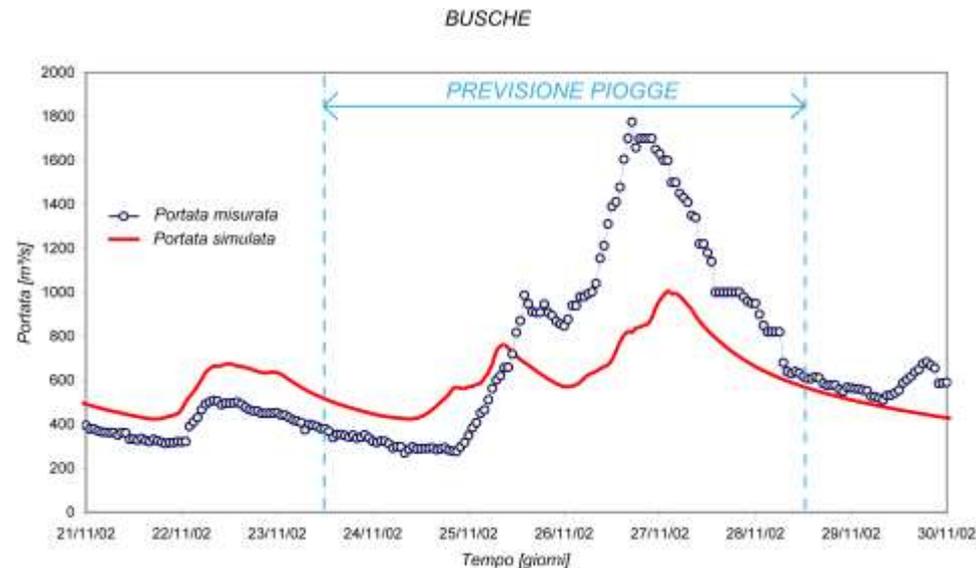


MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO: l'evento del 2002

MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO ACCOPPIATI



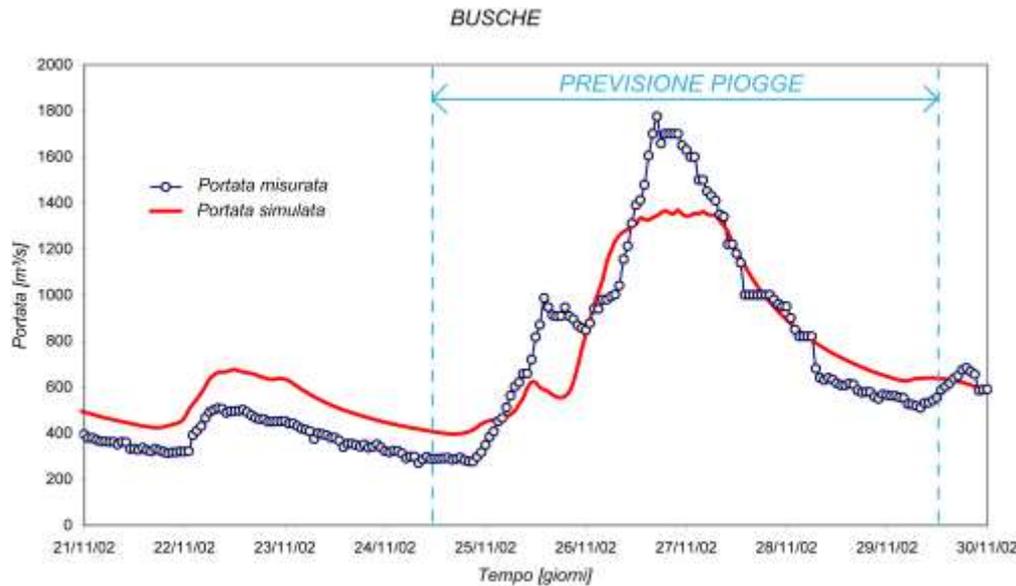
Dalle 12 del 22 Novembre
alle 12 del 27 Novembre



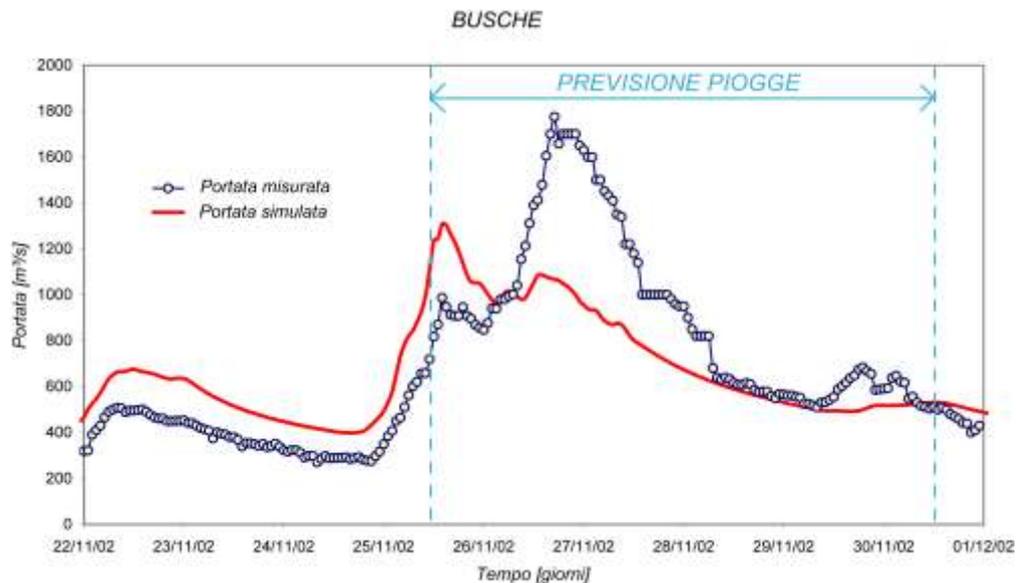
Dalle 12 del 23 Novembre
alle 12 del 28 Novembre

MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO: l'evento del 2002

MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO ACCOPPIATI

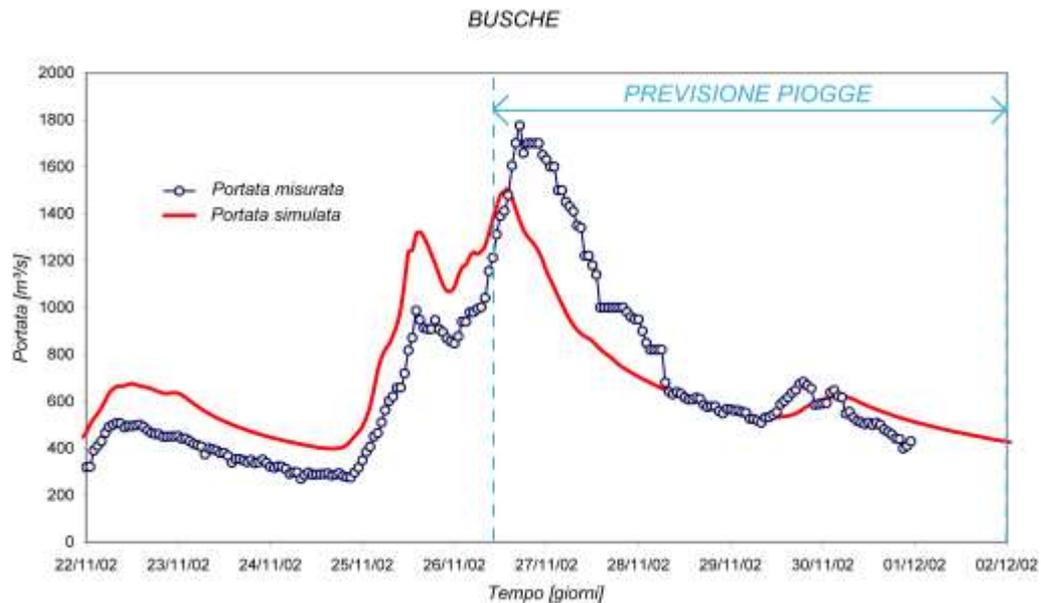


Dalle 12 del 24 Novembre
alle 12 del 29 Novembre



Dalle 12 del 25 Novembre
alle 12 del 30 Novembre

MODELLO METEOROLOGICO E IDROLOGICO ACCOPPIATI



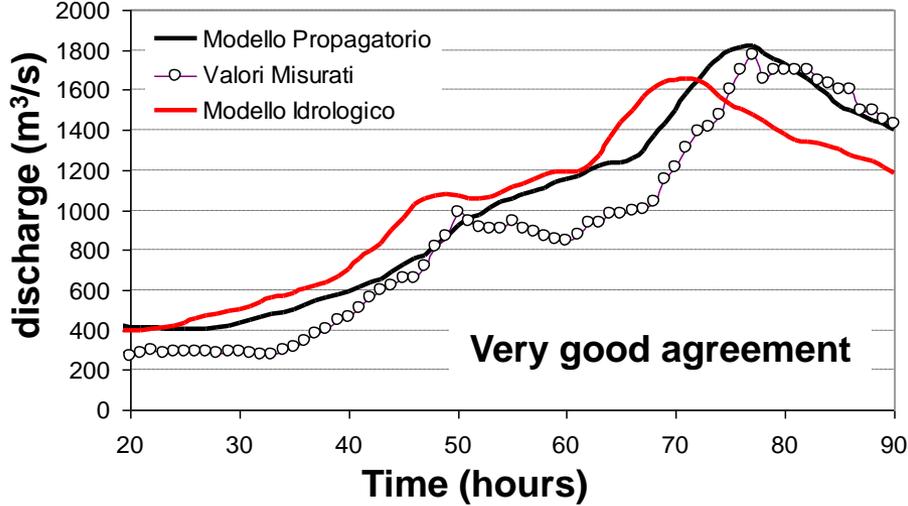
Dalle 12 del 26 Novembre
alle 12 del 1 Dicembre

Le portate simulate per l'evento esaminato sottostimano quelle misurate alla sezione di Busche; tuttavia i caratteri salienti dell'evento sono colti dalle previsioni ottenute dal Modello meteorologico-idrologico accoppiato

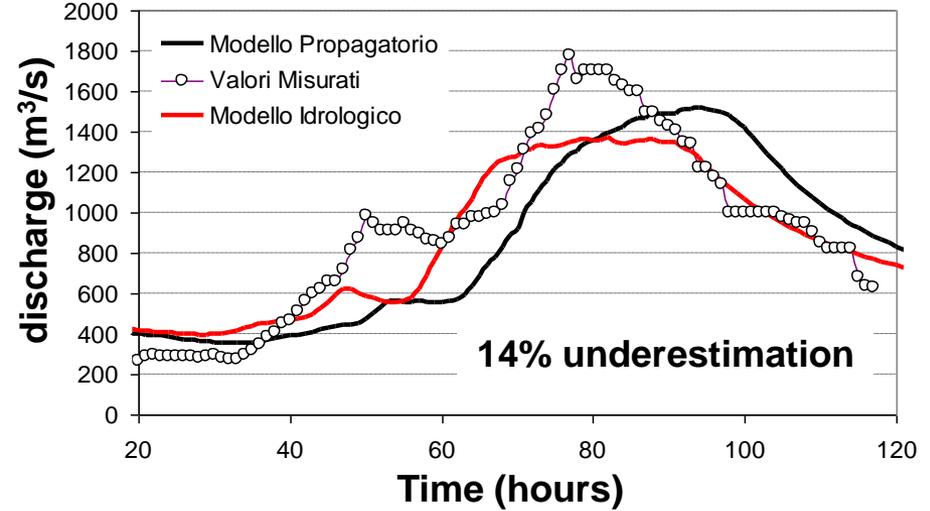
Propagazione lungo il Piave degli eventi di piena previsti

Confronto fra le portate calcolate e misurate a Busche

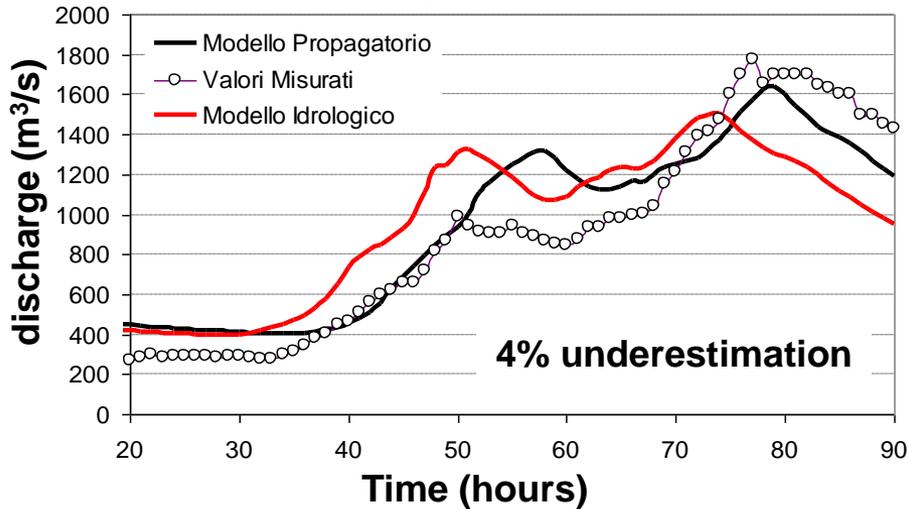
5 days forecast



3 days forecast



1 day forecast



- ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ measured
- Hydrodynamic model
- Hydrologic model

NERVESA

BACINO FIUME PIAVE

Simulazione Piena Novembre 1966

CASO 66/B

Oderzo

Ponte di
Piave

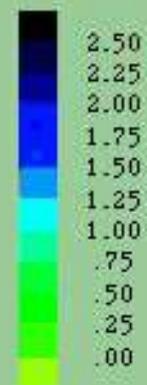
Zenson

S. Donà

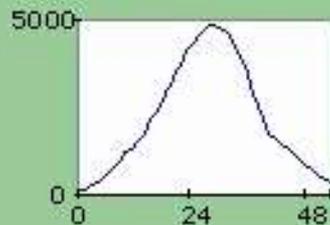
Jesolo

Mare
Adriatico

Altezza d'acqua (m)



66/B - Portata a Nervesa



Marea



Istante T = 0 ore

**Modello di previsione degli stati idrometrici di
piena attualmente utilizzato
per il Bacchiglione a Vicenza
a Ponte degli Angeli**

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

Il modello di previsione

Modello ibrido

Base statistica (regressione lineare multipla)

-descrive la componente lineare del processo di trasformazione afflussi-deflussi (idrogramma unitario)
-utilizza in maniera piena ed efficace grandi quantità di dati osservati

Aggiunta di semplici modelli concettuali

-descrivono la componente non lineare del processo, legata alla separazione dei deflussi
-la chiara interpretazione fisica rende comprensibile la struttura dell'intero modello

Ne risulta un modello **semplice** in grado di fornire la **previsione** e il rispettivo **grado di incertezza**:
particolarmente adatto alle applicazioni in tempo reale.

Piogge registrate

-bacino montano (stazioni di Valli del Pasubio e Monte Summano)
-bacino pedemontano (stazioni di Malo e Vicenza)

Piogge previste:

-dati registrati in fase di verifica (hindcasting)
-dati forniti da modelli meteorologici in fase operativa di previsione

Livelli registrati:

-livello idrometrico registrato a Ponte degli Angeli all'istante della previsione

Pre-processing (metodo SCS-CN)

-elaborazione della non-linearità che caratterizza la separazione dei deflussi
-valutazione dello stato di imbibizione del bacino in funzione del livello idrometrico a inizio evento

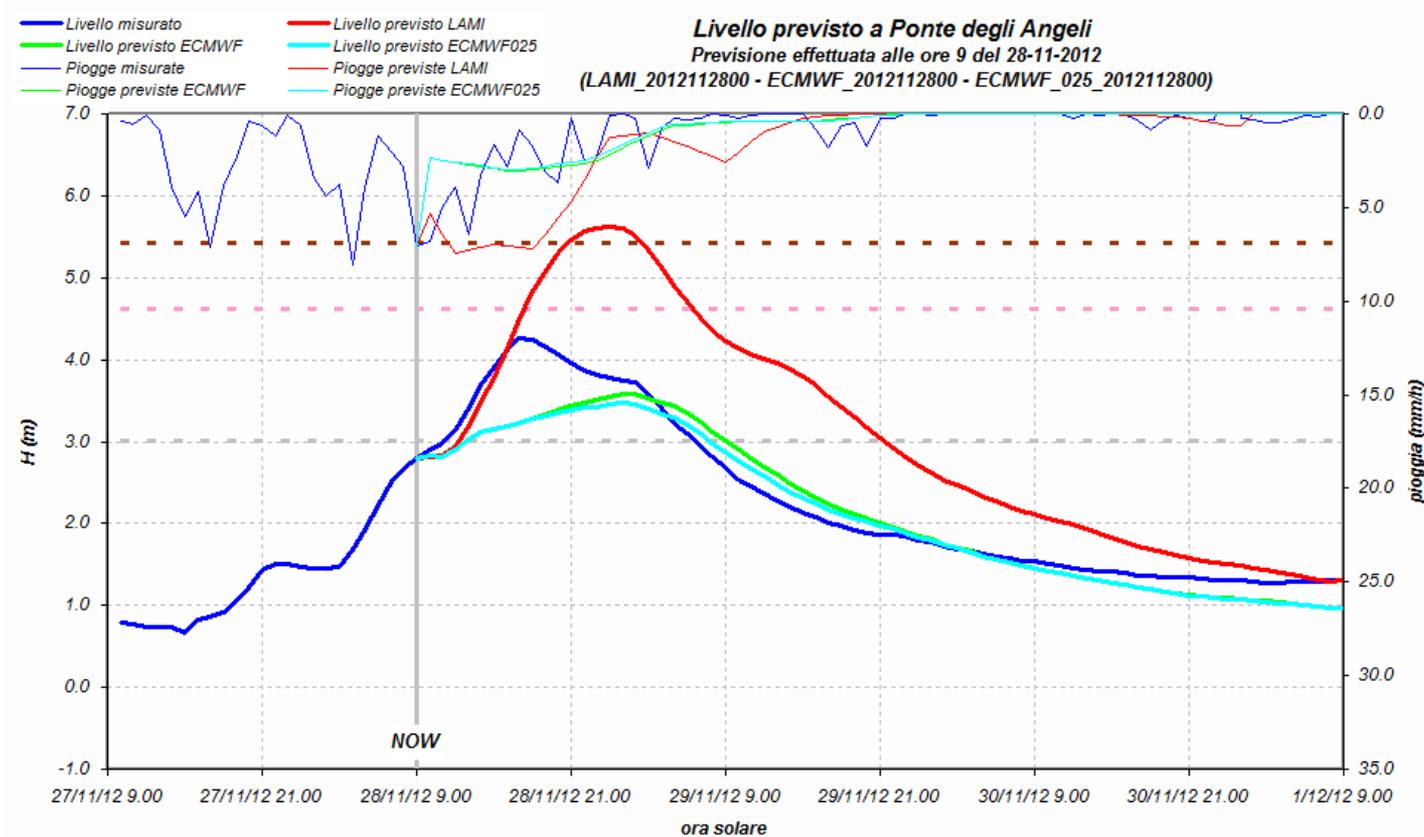
Pre-processing

-i livelli idrometrici vengono riferiti non allo zero idrometrico, ma al livello minimo registrato prima dell'inizio dell'evento: in questo modo non si considera il contributo fornito dal deflusso di base

Modello statistico autoregressivo

-utilizza come predittori i dati pre-processati
-fornisce il livello previsto nelle 72 ore successive all'istante di previsione

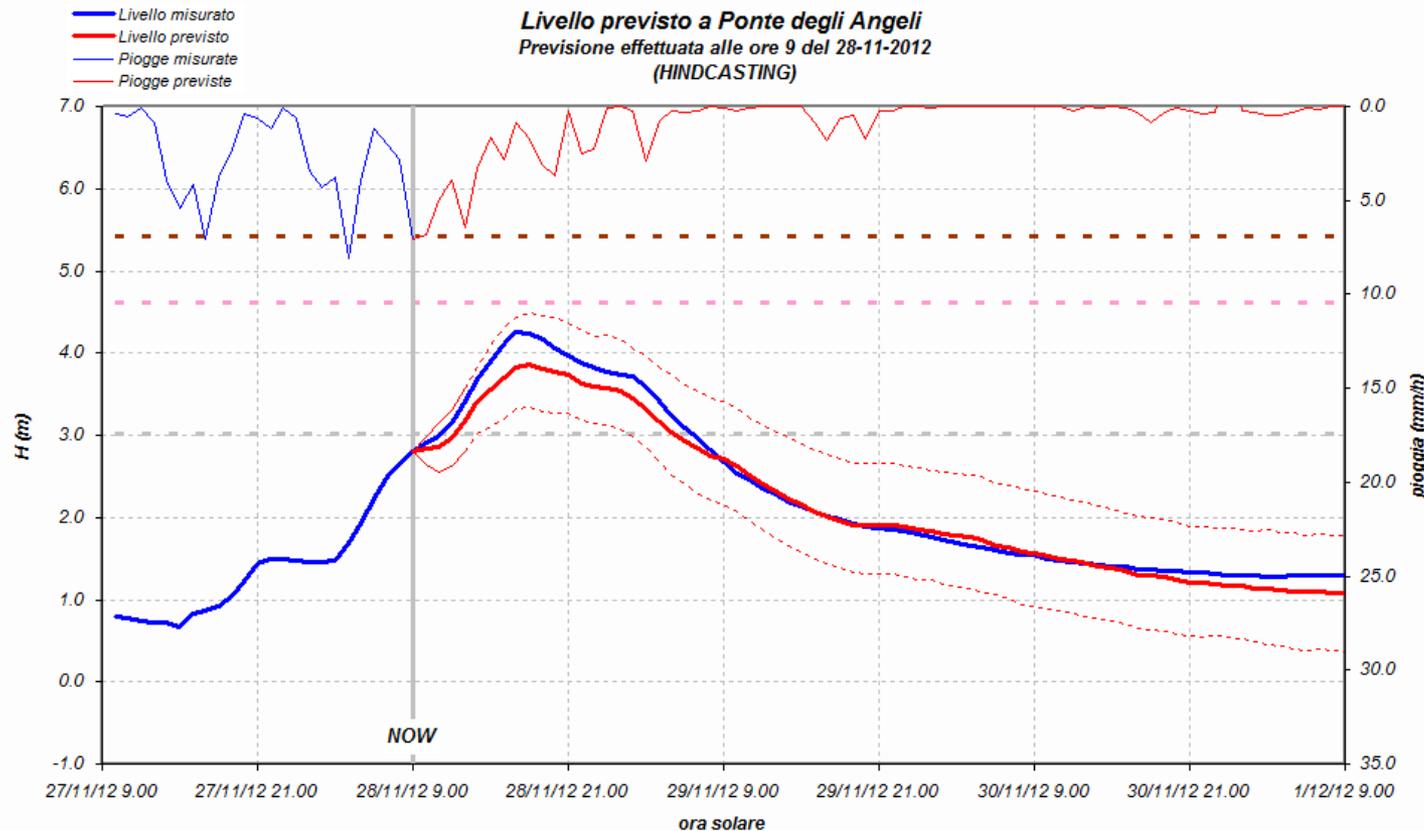
GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



MPP_Vi: Corsa del 28/11/2012 ore 9:00

- Previsione LAMI: 5.63 m ore 00:00 del 29/11
- Previsione ECMWF: 3.5 m ore 1:00 del 29/11

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA



MPP_Vi: Corsa del 28/11/2012 ore 9:00 Hindcasting

➤ Previsione 3.86 m ore 18:00 del 28/11. Output compreso entro limiti $\pm 2\sigma$

GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

A wide river with a rocky bed and a forested background. The water is a deep blue, and the sky is clear. The foreground shows a rocky bank with small stones and pebbles. The background is a dense line of green trees under a clear blue sky.

**GRAZIE
PER
LA VOSTRA ATTENZIONE**