

50 ANNI  
DALL'ALLUVIONE  
DEL 4 NOVEMBRE 1966

LE ESONDAZIONI NELLA BONIFICA FRIULANA DEL NOVEMBRE 1966

*Ing. Massimo Canali – Consorzio di bonifica Pianura Friulana*

San Donà di Piave – 4 novembre 2016

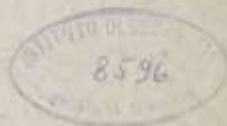
L'AREA VASTA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI  
MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE

COMMISSIONE INTERMINISTERIALE PER LO STUDIO DELLA  
SISTEMAZIONE IDRAULICA E DELLA DIFESA DEL SUOLO  
ART. 14 DELLA LEGGE 27/7/1967 N. 932

L'EVENTO ALLUVIONALE  
DEL NOVEMBRE 1966

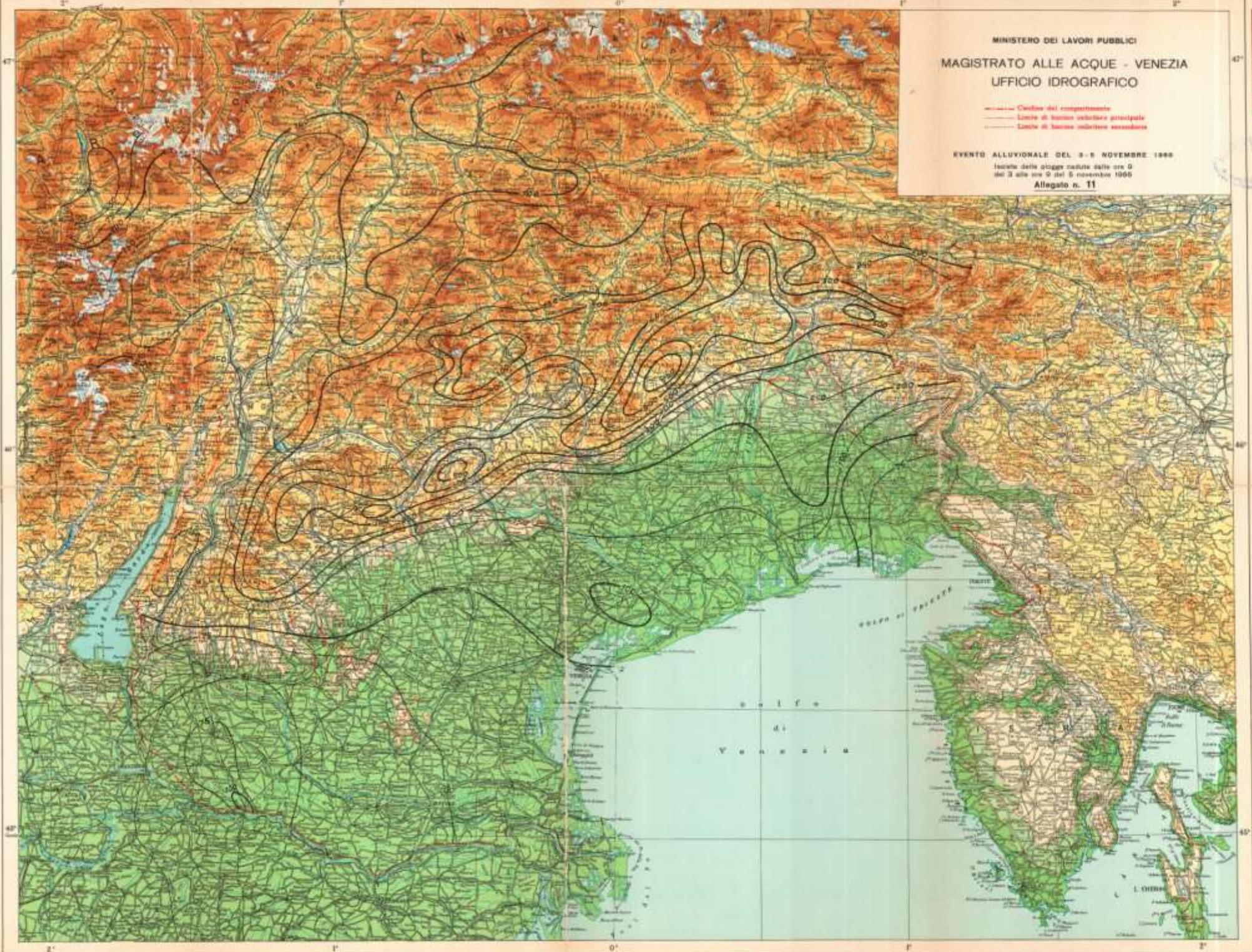
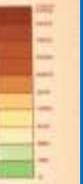


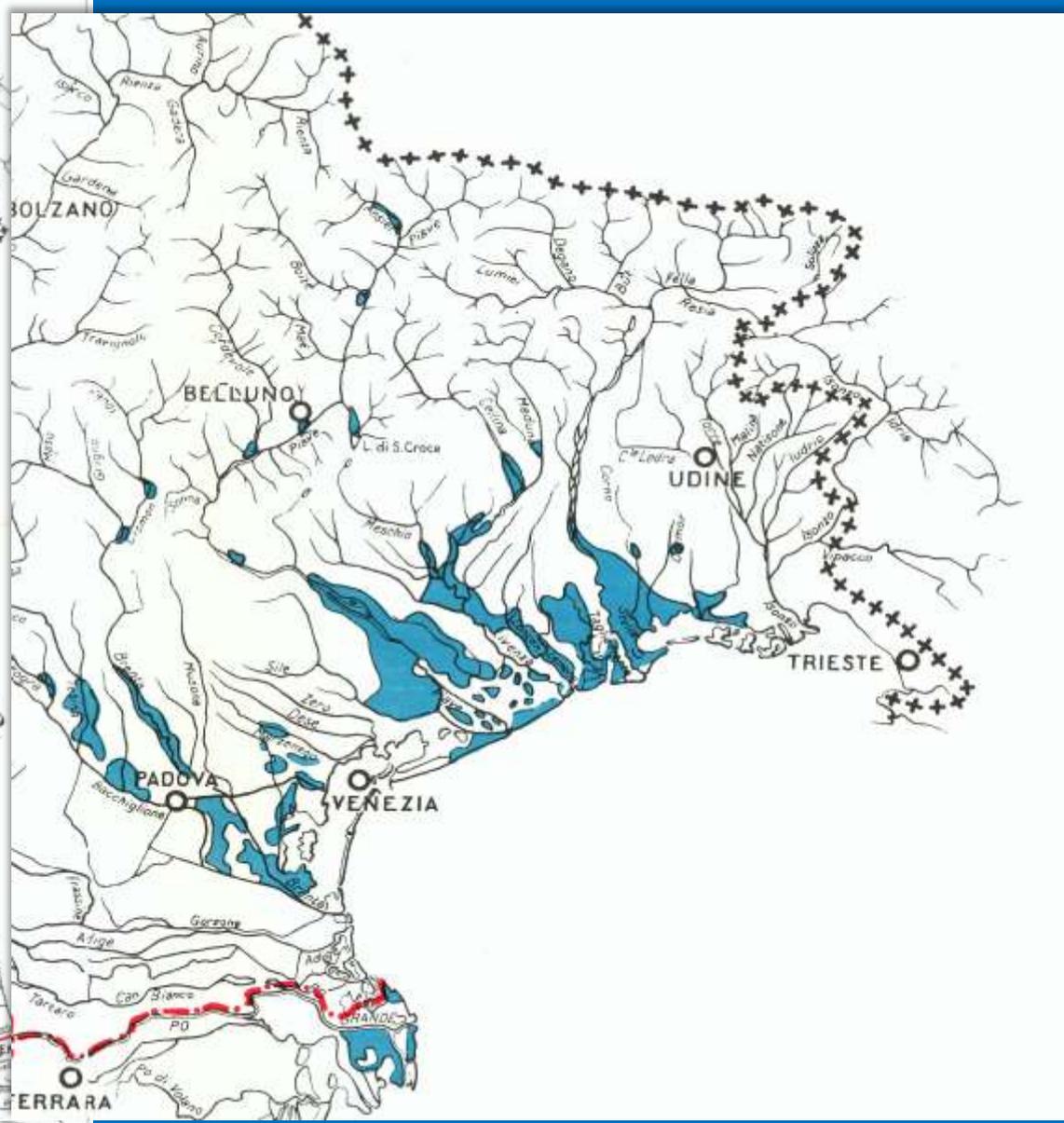
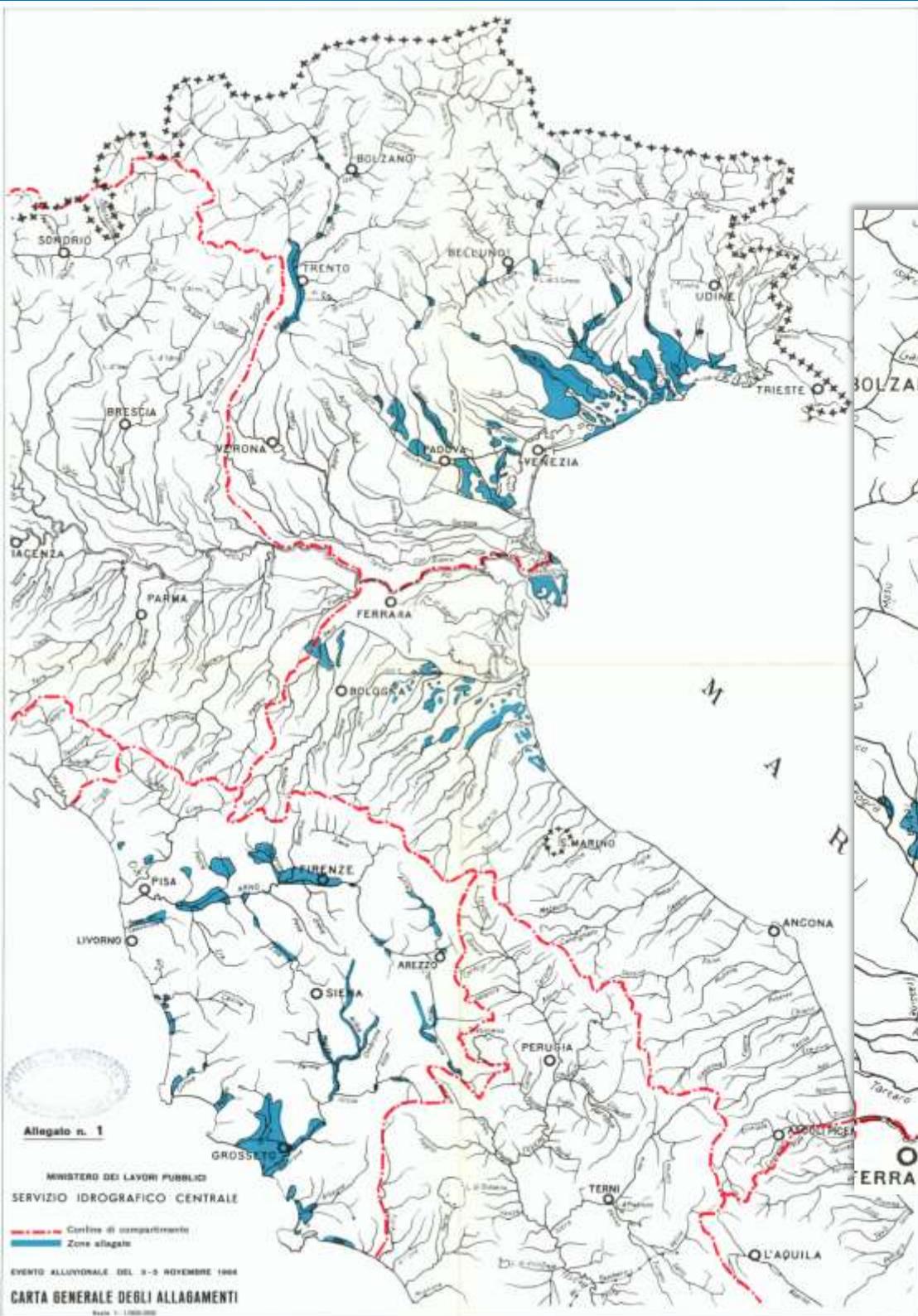
ROMA  
ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO  
LIBRERIA  
1969

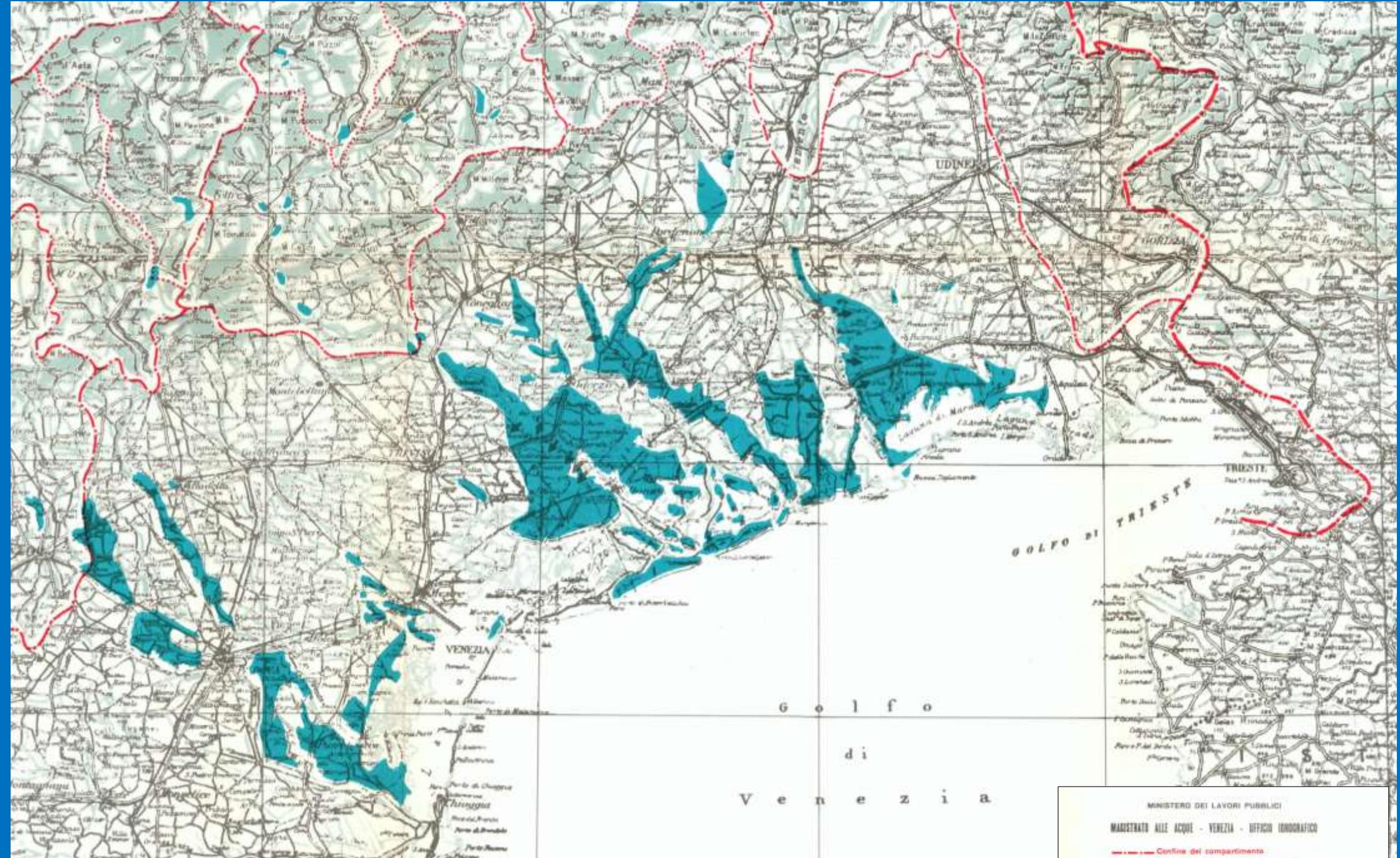
MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI  
MAGISTRATO ALLE ACQUE - VENEZIA  
UFFICIO IDROGRAFICO

- Contorno del compartimento
- Contorno di bacino idrologico principale
- Contorno di bacino idrologico secondario

EVENTO ALLUVIONALE DEL 3-5 NOVEMBRE 1966  
Isola delle piogge caduta dalle ore 0  
del 3 alle ore 9 del 5 novembre 1966  
Allegato n. 11







MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI  
 MAGISTRATO ALLE ACQUE - VENEZIA - UFFICIO IDROGRAFICO

- Confine del compartimento
- Limite di bacino imbrifero principale
- Limite di bacino imbrifero secondario
- Allagamenti

EVENTO ALLUVIONALE DEL 3-5 NOVEMBRE 1966

**CARTA DEGLI ALLAGAMENTI**  
 Scala da 1:1.000.000  
 Allegato n. 10

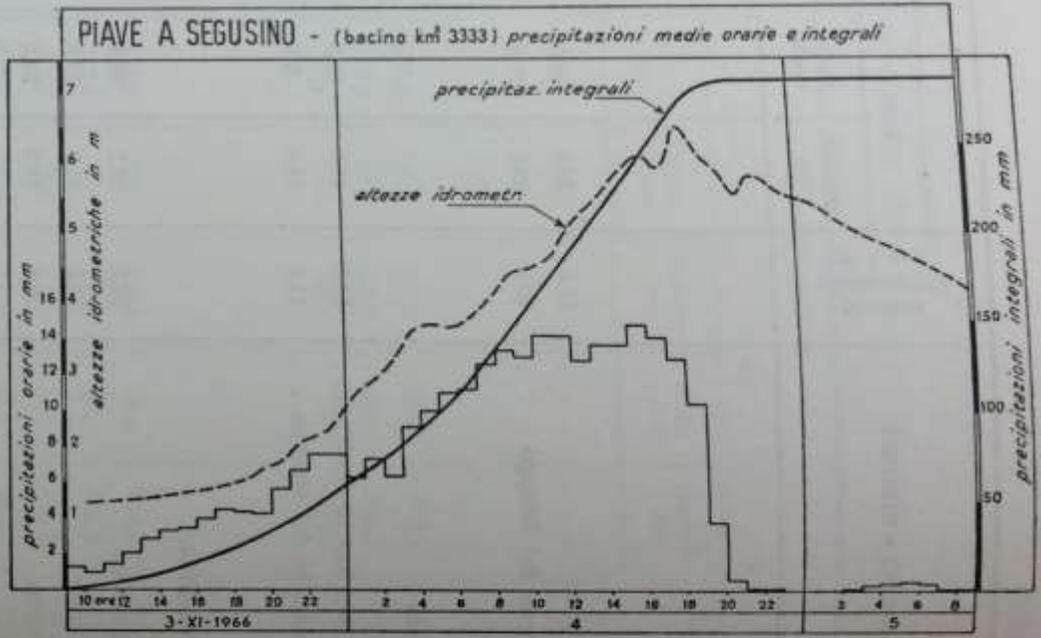
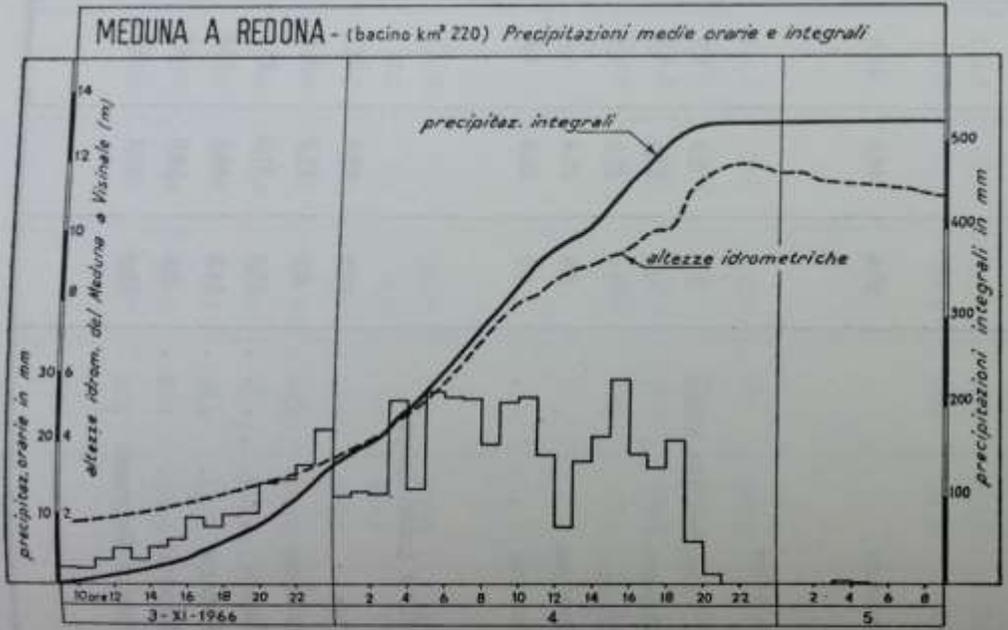
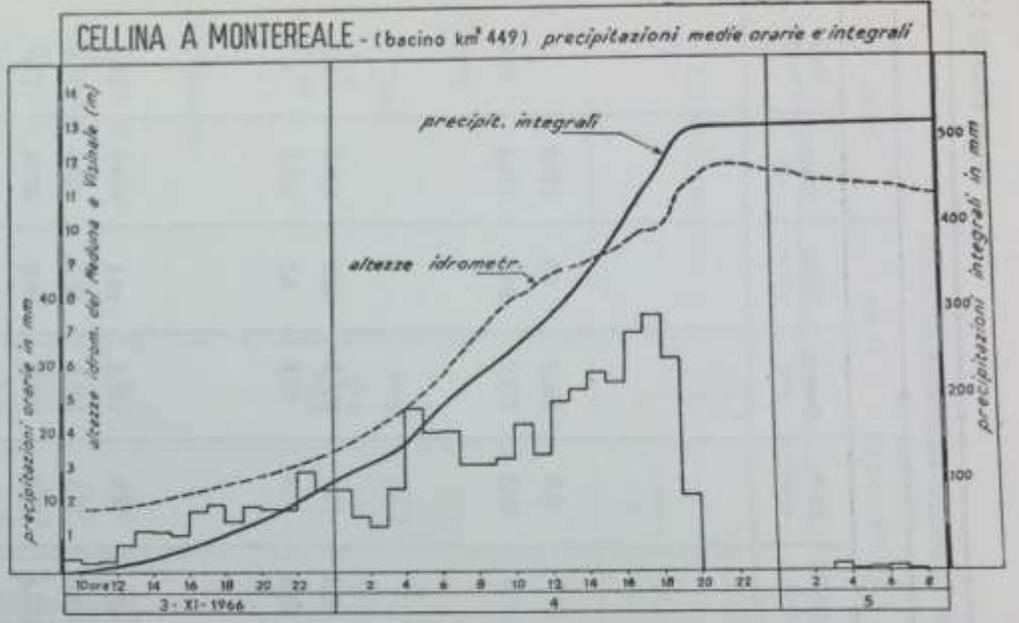
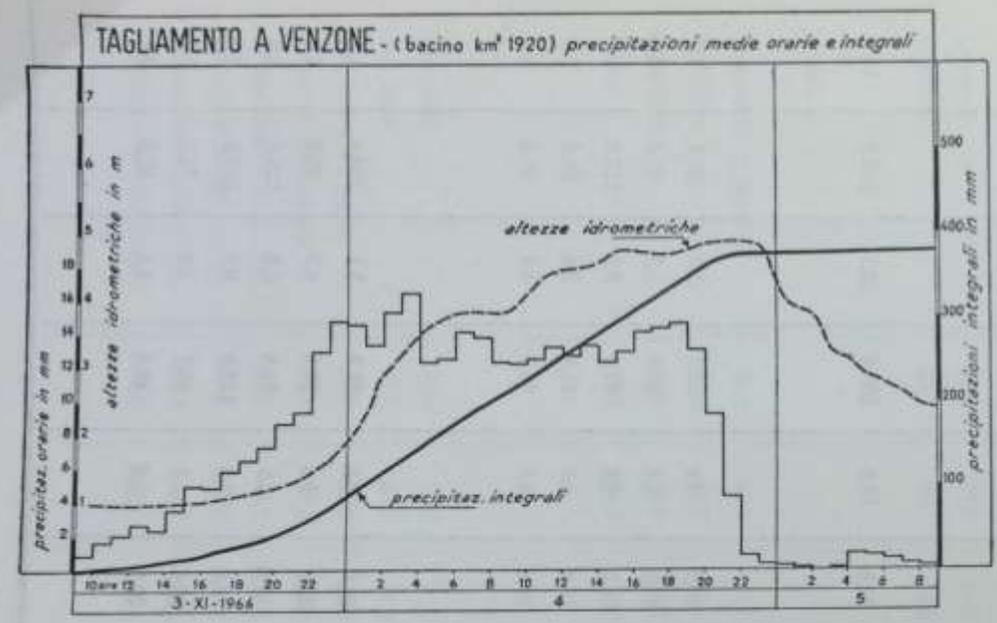
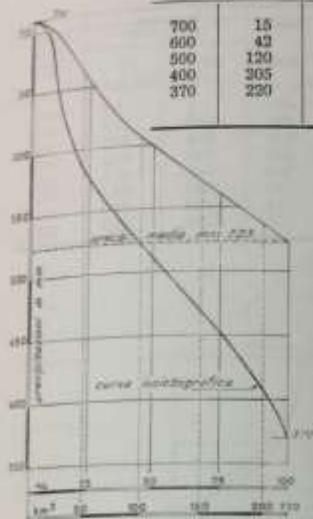


Fig. 2. - Precipitazioni medie orarie e integrali e altezze idrometriche in alcuni bacini del compartimento.

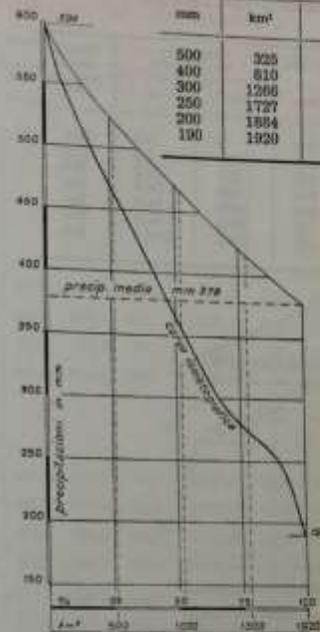
### MEDUNA A REDONA km<sup>2</sup> 220,00

Isioteia mm	Superficie tra le isioteie		Precip. media raggiung. mm
	km <sup>2</sup>	%	
700	15	6,8	705
600	42	19,1	670
500	120	54,5	592
400	205	93,2	533
370	220	100,0	523



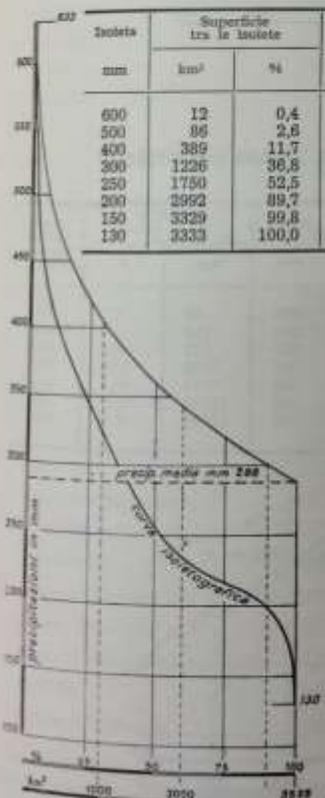
### TAGLIAMENTO A VENZONE Km<sup>2</sup> 1920,00

Isioteia mm	Superficie tra le isioteie		Precip. media raggiung. mm
	km <sup>2</sup>	%	
500	325	17	549
400	810	42	490
300	1266	66	430
250	1727	90	396
200	1884	98	381
190	1920	100	378



### PIAVE A SEGUSINO km<sup>2</sup> 3333,00

Isioteia mm	Superficie tra le isioteie		Precip. media raggiung. mm
	km <sup>2</sup>	%	
600	12	0,4	615
500	95	2,8	559
400	389	11,7	474
300	1226	36,8	389
250	1750	52,5	355
200	2992	89,7	301
150	3329	99,8	288
130	3333	100,0	288



### CELLINA A MONTEREALE km<sup>2</sup> 449,00

Isioteia mm	Superficie tra le isioteie		Precip. media raggiung. mm
	km <sup>2</sup>	%	
700	54	12,0	725
600	147	32,7	678
500	253	56,3	624
400	333	74,2	582
300	447	99,6	523
290	449	100,0	522

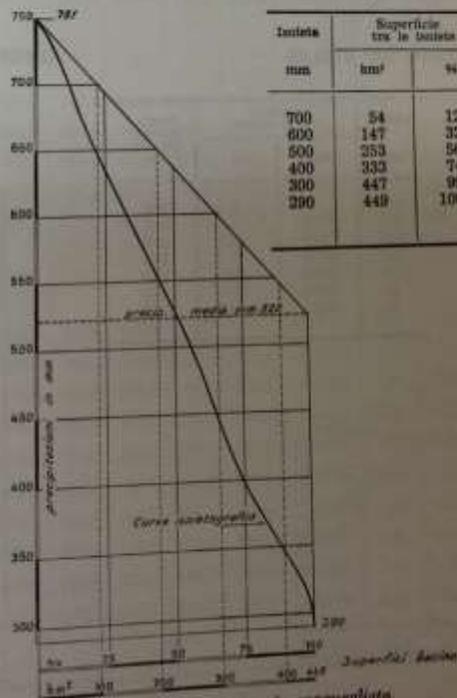
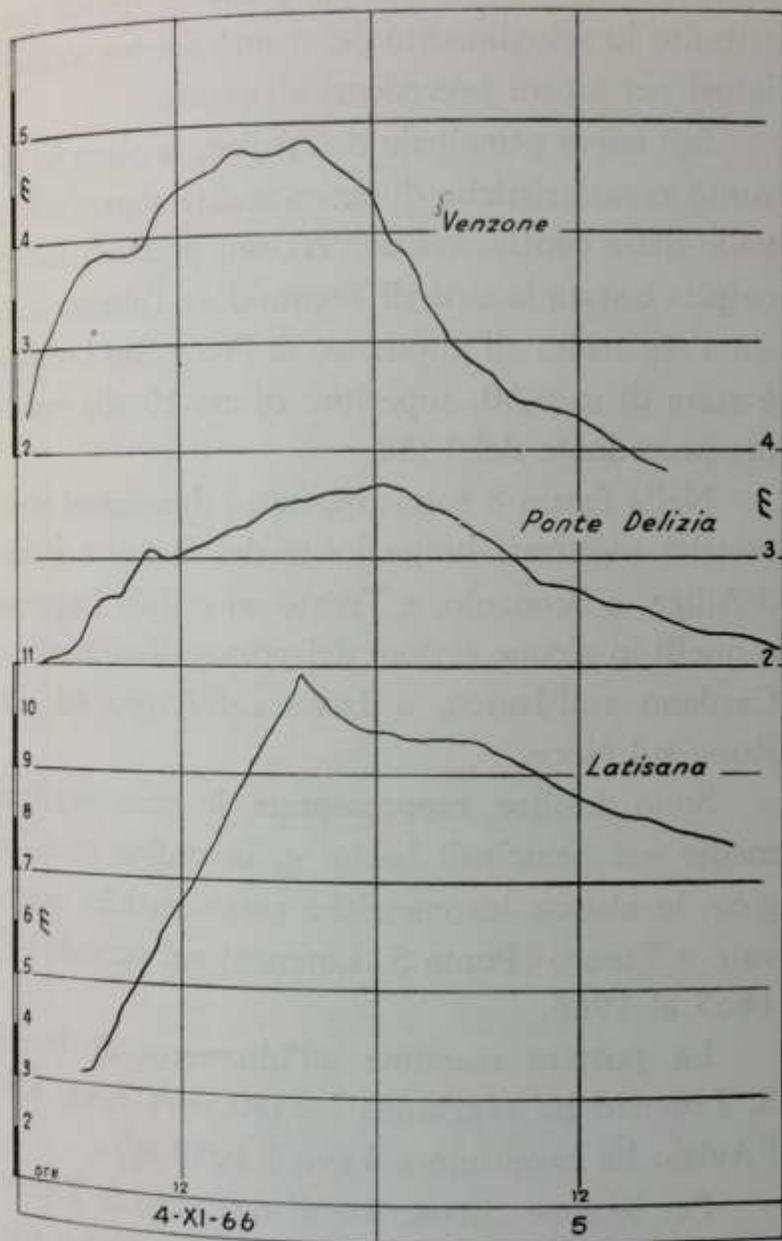


Fig. 3. - Curve isohigrafiche e curve delle altezze di pioggia raggiunta.

## FIUME TAGLIAMENTO - Andamenti idrometrici



## BACINO DEL LIVENZA - Andamenti idrometrici

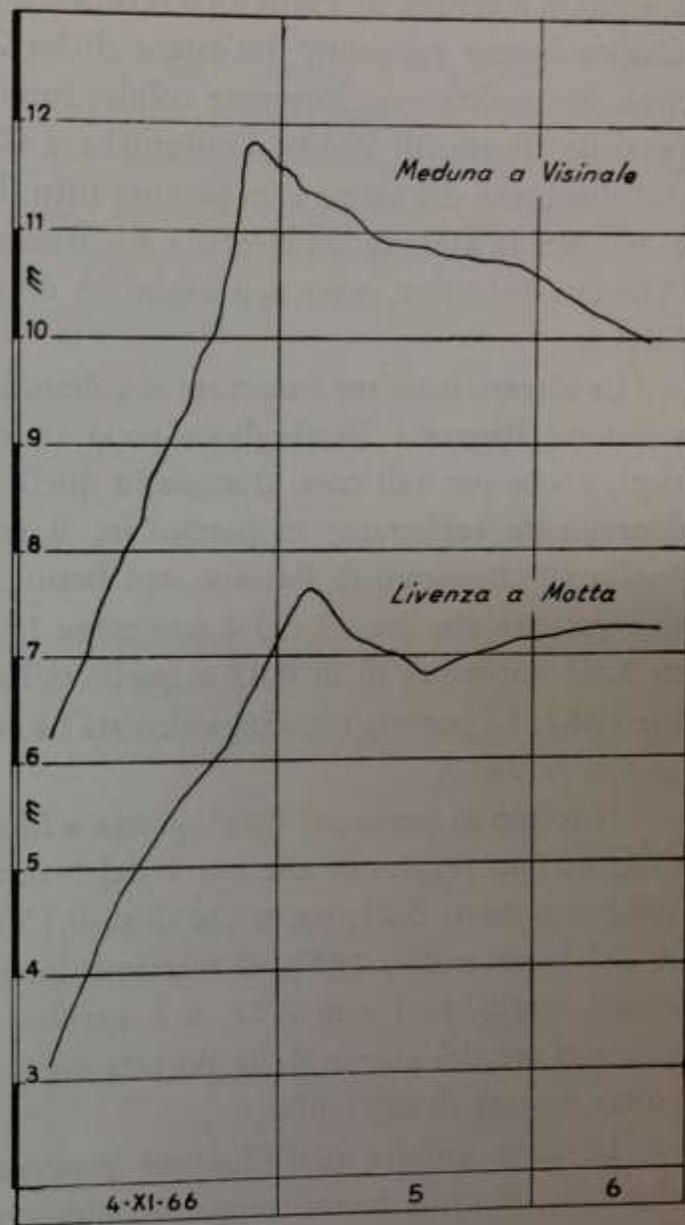


Fig. 7. - Andamento dei livelli idrometrici nelle stazioni dei Fiumi Tagliamento, Meduna e Livenza.

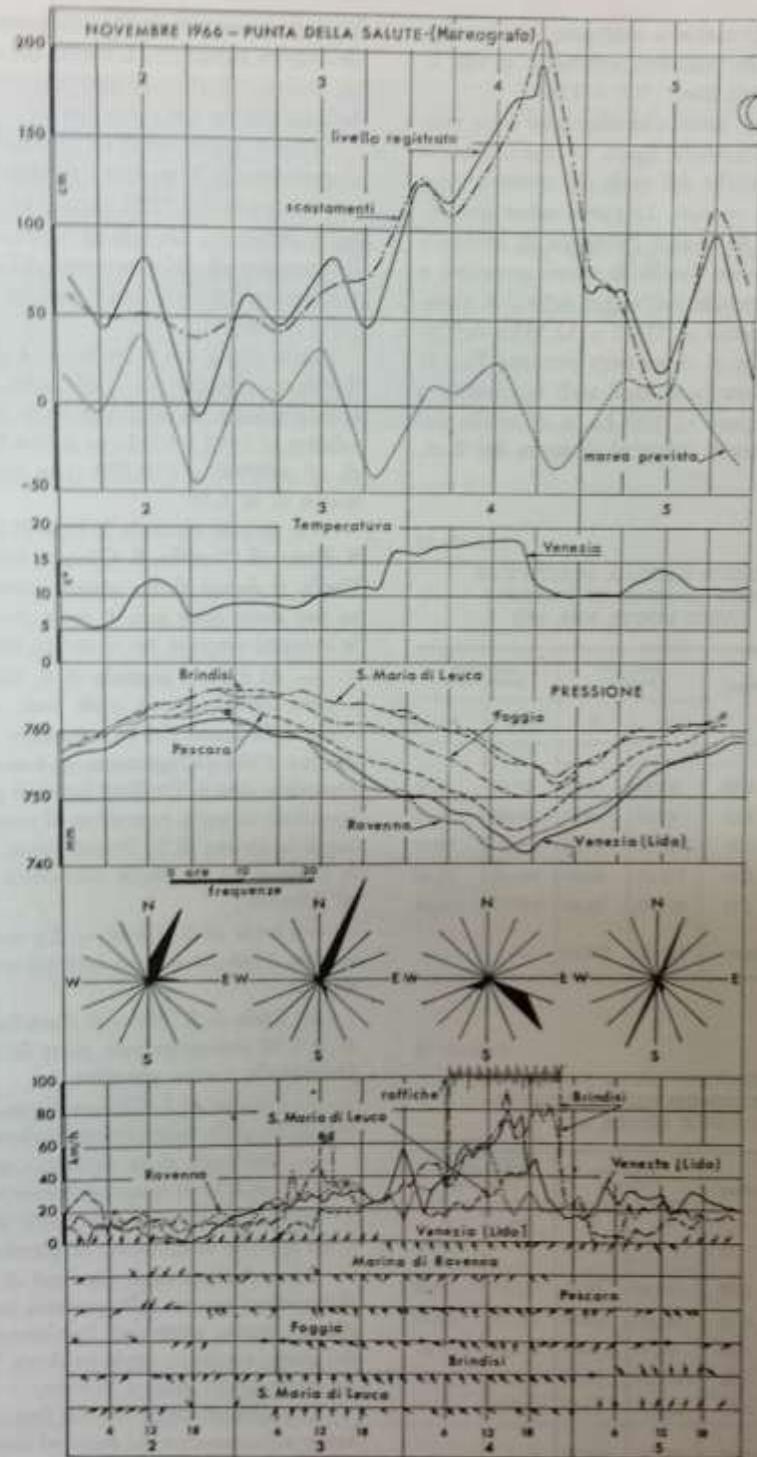


Fig. 11

# LA PIANURA FRIULANA TRA TAGLIAMENTO E ISONZO



Zona superiore asciutta

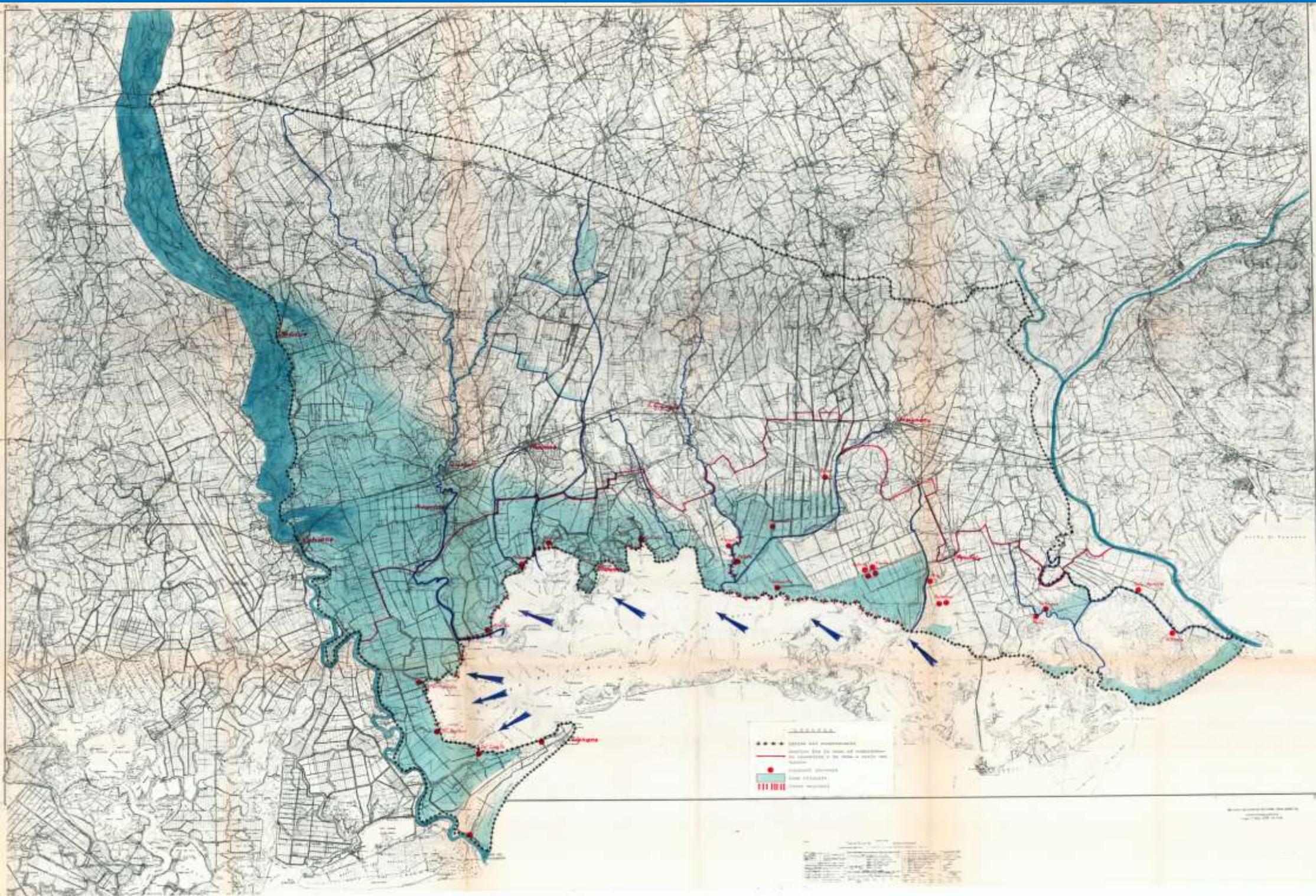
Zona umida delle risorglie

Zona a scolo meccanico

Impianti di sollevamento

Impianti idrovori

PUDIESA  
 FRAIDA  
 FAMULA  
 AQUILEIENSE  
 PERTEGADA  
 VAL PANTANI



LOCAL AND INTERNATIONAL  
ROADS AND HIGHWAYS  
RAILROADS  
WATERWAYS  
LAND USE

Scale: 1:50,000  
Projection: UTM  
Datum: WGS 84  
Elevation: 100 feet  
Contour Interval: 20 feet  
Map Date: 1980

# FAMULA

Rotte ed allagamenti in Bacino Famula



# FAMULA

Primi interventi con pontone



# FAMULA

Corrosioni ed interventi in Bacino Famula



# AQUILEIENSE

Interventi e costruzione coronelle



# AQUILEIENSE

Rotte ed allagamenti nel Bacino Aquileiense



# FRAIDA

Vedute aeree allagamento del Bacino Fraida e dell'impianto idrovoro



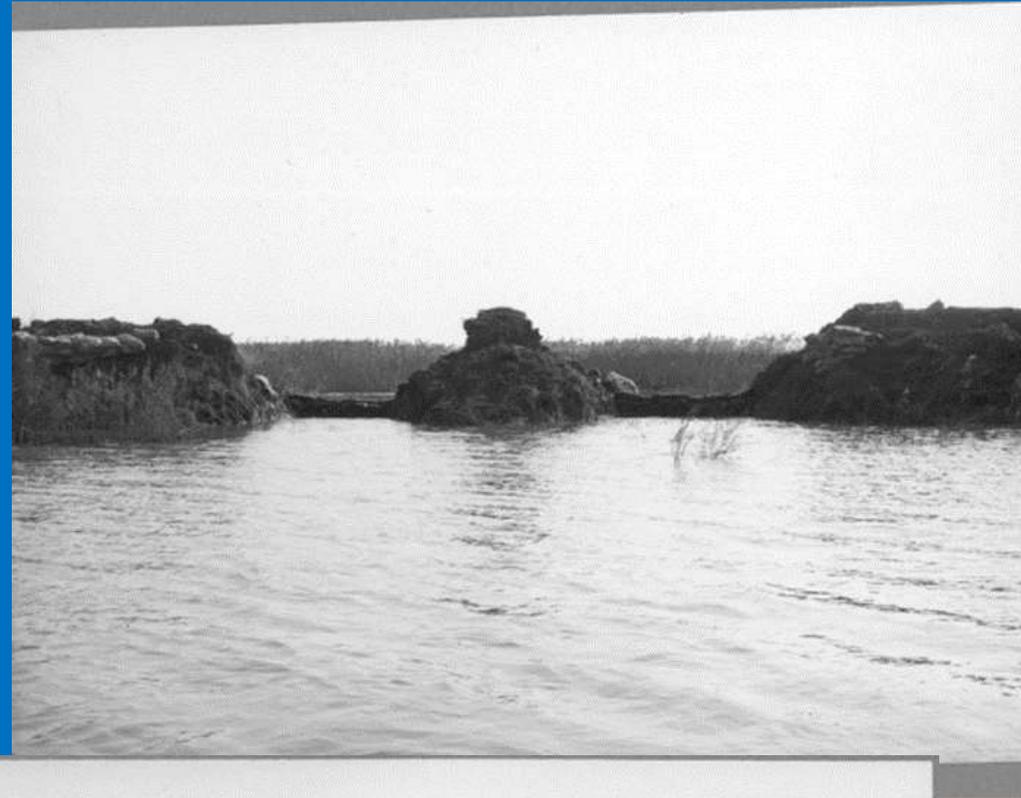
# FRAIDA

Rotte ed interventi in Bacino Fraida



# FRAIDA

Rotte arginali in Bacino Fraida



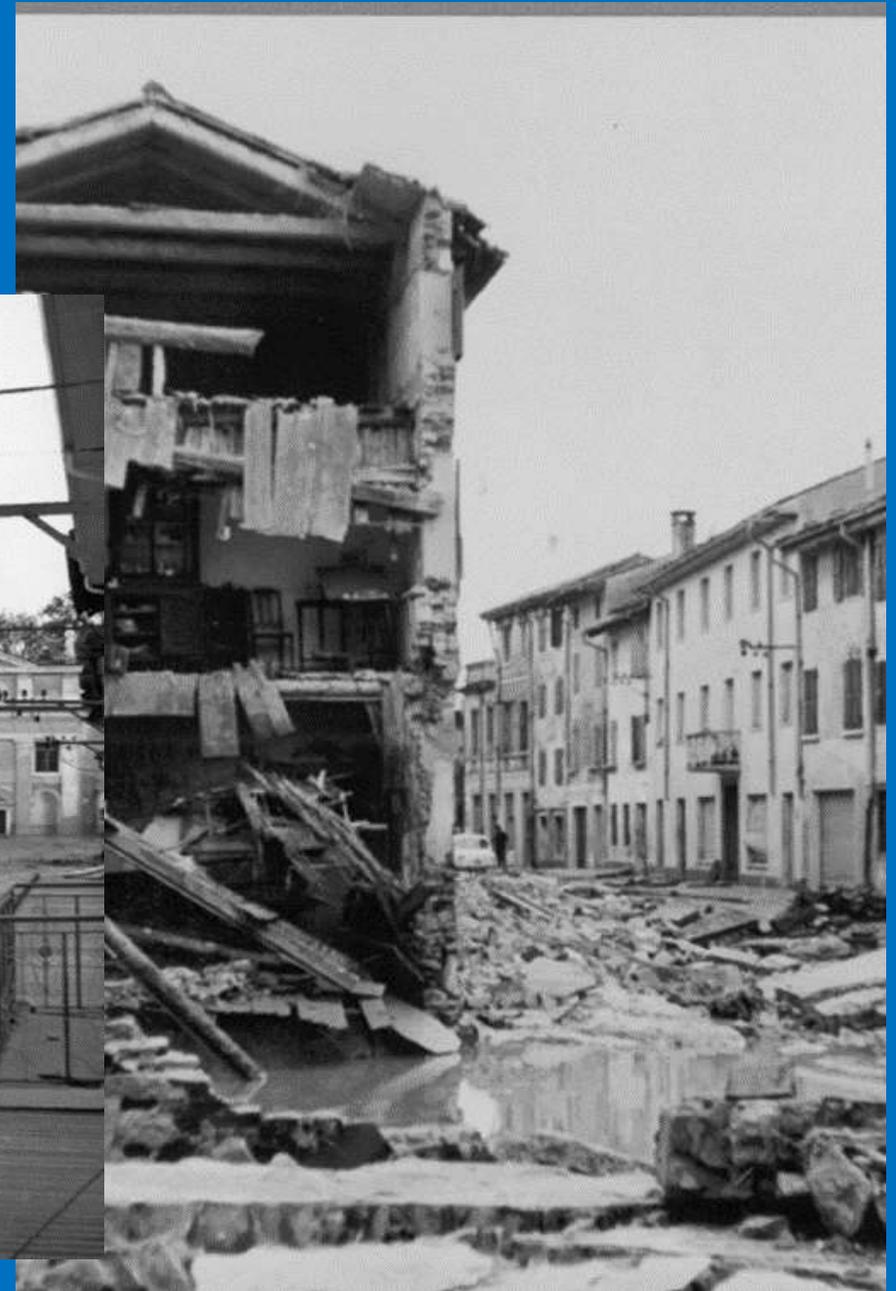
# LATISANA

Rotte Fiume Tagliamento a Latisana



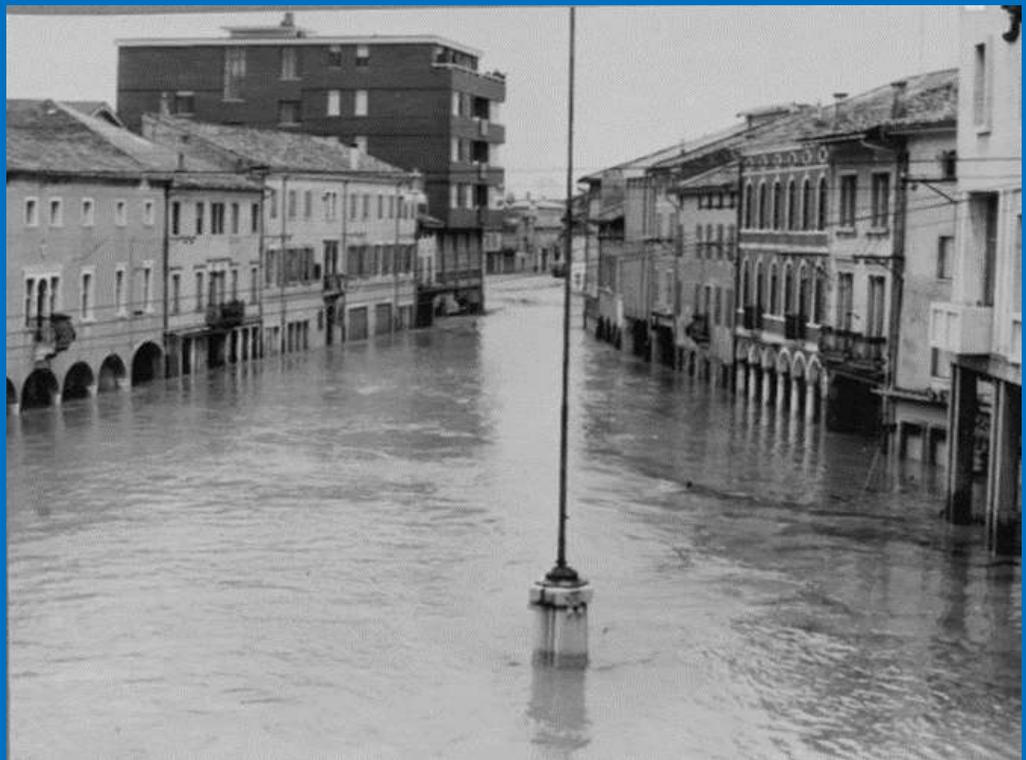
# LATISANA

Allagamenti e danni a Latisana dalle acque del fiume Tagliamento



# LATISANA

Allagamento abitato di Latisana



# LIGNANO



Difesa frontale (tura) a mare - distrutta



Corrosione della duna a mare (pontile)

# LIGNANO



Un impianto spiaggia distrutto



Resti delle difese lungo il  
Tagliamento



Resti di tura distrutta

# PERTEGADA



Tracimazione prima delle rotte



Rotta strada argine Sterpo del Moro



Corrosione del rilevato arginale

# PERTEGADA

Rotte ed interventi nella zona Valle Hierscel



# PERTEGADA

Rotte ed interventi nella zona Valle Hierscel



# PERTEGADA

Tura arginale



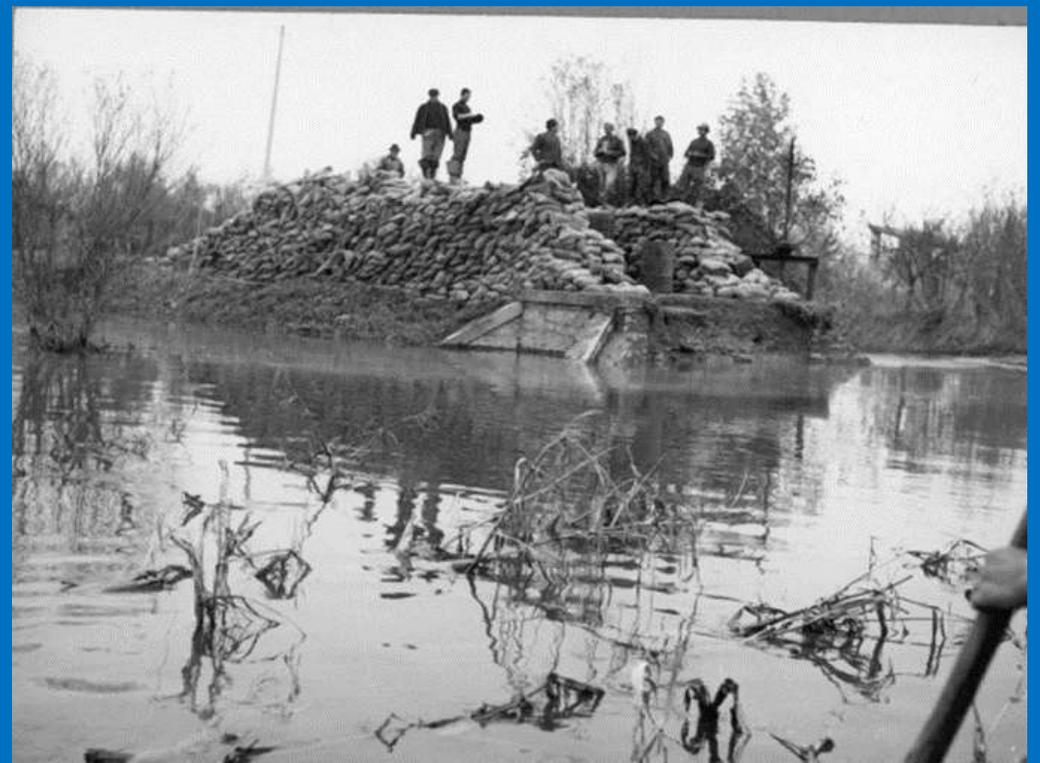
Cantiere pompe mobili

# PERTEGADA

Corrosione del  
rilevato arginale



Rotta chiavica Sterpo del Moro

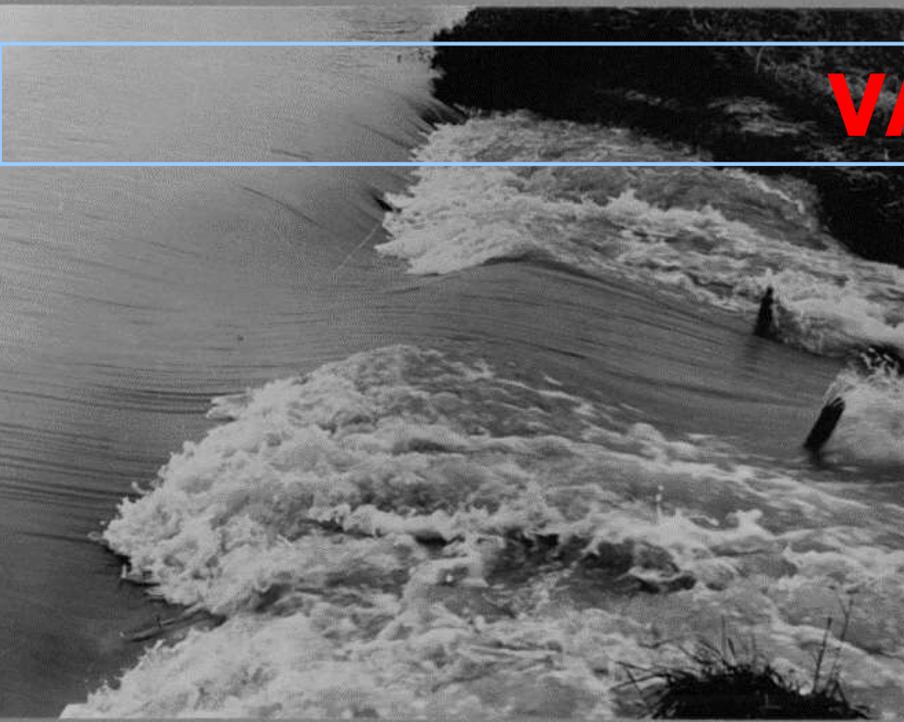


# PUDIESA

Rotte corrosioni ed interventi in Bacino Pudiesa



# VAL PANTANI



*vaso di acque marine attraverso  
la rotta originale*



*Allagamenti visti dalla strada statale*



# VAL PANTANI

Rotte arginali e primi interventi



# VAL PANTANI

Rotte arginali e primi interventi



# VAL PANTANI

Rotte e ture presso l'impianto idrovoro



# VAL PANTANI

Allagamenti e rotte presso l'idrovora di Val Pantani





## PROTEZIONE CIVILE

**Analisi delle aree a rischio di ingressione marina dell'area lagunare e perigulanere del Friuli Venezia Giulia e di esposizione al rischio della popolazione rispetto ad un evento meteo-marino estremo**

**2009**

# INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI ANALISI



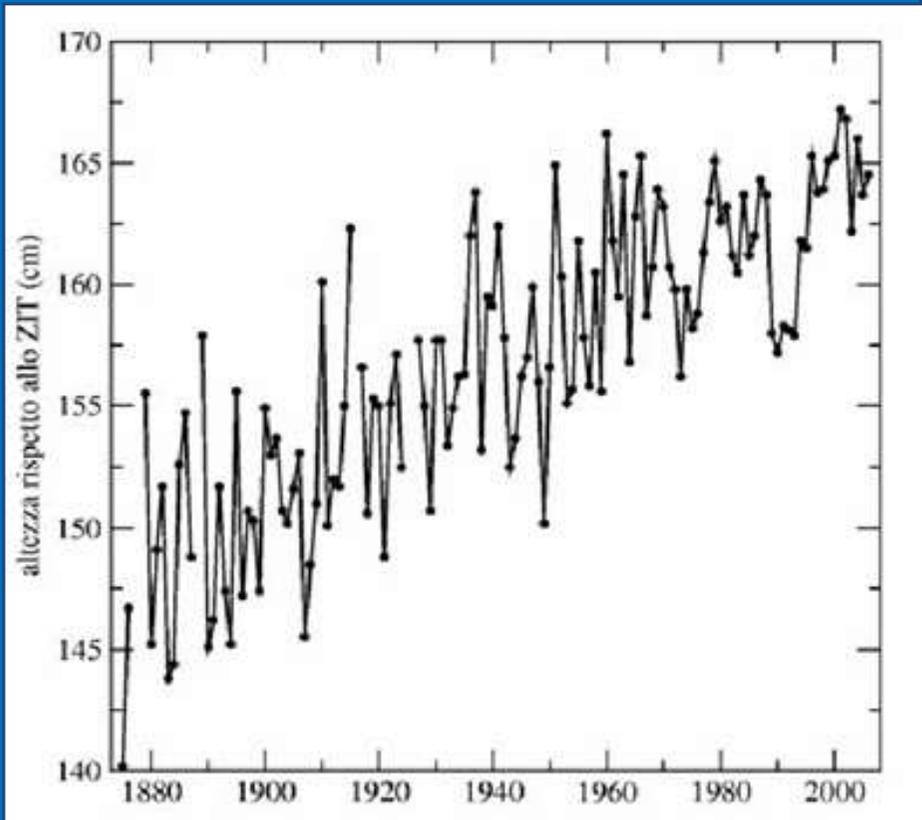
# AREA SOTTO LO ZERO IDROMETRICO



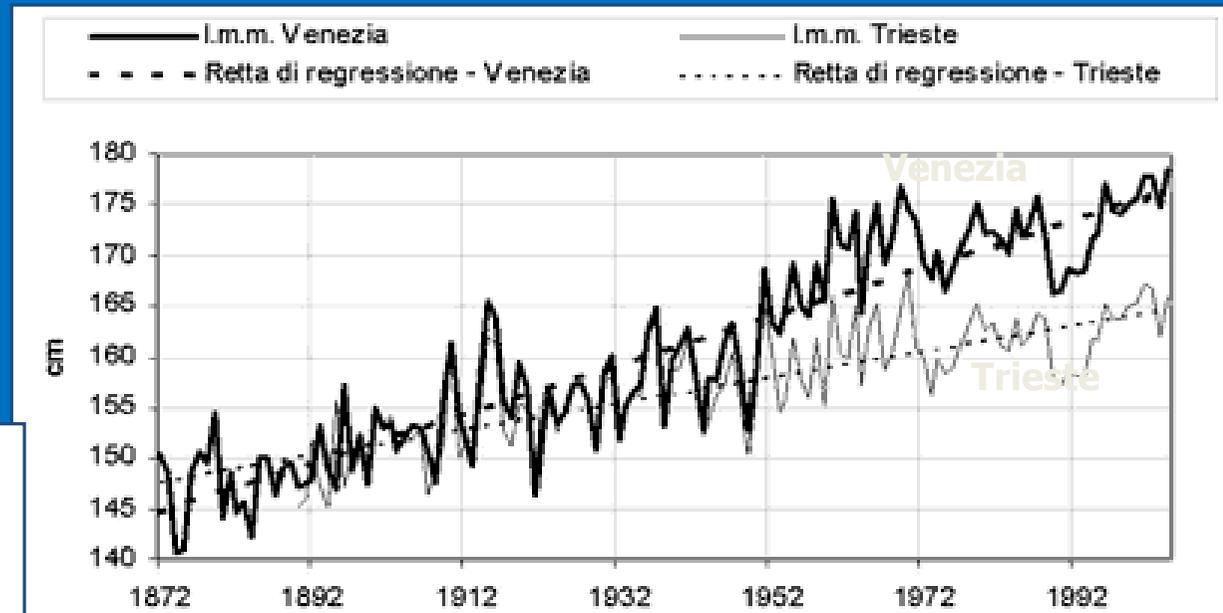


# Innalzamento livello medio marino

Da 133 anni si evidenzia un andamento pressoché crescente del livello medio marino



Livelli medi annui di Trieste 1875-2006.



Andamento dei livelli marini a Venezia (dal 1872) e a Trieste (dal 1890)

In 100 anni di osservazioni mareografiche a Trieste si riscontra un **innalzamento di circa 15 cm del livello medio marino**

# Il fenomeno dell'acqua alta

I fattori componenti sono:

- **Il livello marino medio**
- **La marea astronomica** (luna, sole)
- **La marea meteorologica**, causata da:
  - **Vento**: venti sciroccali persistenti per alcune ore sul bacino Adriatico causano un innalzamento del livello marino, mentre la bora produce un abbassamento
  - **Differenze della pressione atmosferica** sul mare durante il transito delle perturbazioni atmosferiche: il livello del mare si innalza (si abbassa) di circa 2 cm per un abbassamento (un aumento) di 1 ettopascal (pari ad un millibar) della pressione atmosferica
  - **Sesse**: oscillazioni del livello marino provocate dalle perturbazioni meteorologiche: i venti meridionali innescano la sessa fondamentale del Mare Adriatico, che ha un periodo di 21.5 ore ed un'ampiezza che può raggiungere, a Trieste, 50 cm nei casi più intensi.

Per gli effetti lungo la linea di costa e il cordone perilagunare bisogna inoltre considerare **l'effetto delle onde**.

# Maree eccezionali

sul livello medio mare IGM del 1942

5 novembre 1966

**Venezia Punta Salute:** 1.94 m (permanenza 11 ore sopra 1.7)

**Grado:** 1.94 m (permanenza 8-9 ore sopra 1.8 = livello minimo porto)

**Trieste:** 1.75 m

---

1 dicembre 2008

**Venezia Punta Salute:** 1.79 m (permanenza 1 ora sopra 1.7)

**Grado:** 2.07 m (permanenza 4 ore sopra 1.8 = livello minimo porto)

**Trieste:** 1.88 m (permanenza 4.5 ore sopra 1.73 = livello Molo Sartorio)

# Analisi effettuate

**1 - Verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini** della Bassa Pianura Friulana tra le foci del F. Tagliamento e del F. Timavo, mediante individuazione :

- caratteristiche geologico-tecniche dei terreni di fondazione del corpo arginale
- caratteristiche di permeabilità, filtrazione e sifonamento degli argini;
- verifica della stabilità dei corpi arginale rispetto ai moti di filtrazione;

**2 – Verifica del livello di subsidenza in atto nell'area** mediante analisi plano altimetrica delle aree lagunari e perilagunari con livellazione geometrica di alta precisione, con la definizione delle:

- Misure di livellazione geometrica e trigonometrica
- Rilievi topografici lungo i litorali
- Confronti con le misure precedenti
- Quote Argini lagunari e litorali

**3 - Individuazione delle aree potenzialmente esondabili** immediatamente a monte della Laguna di Marano e Grado;

**4 - Individuazione della pericolosità e del rischio da mareggiate lungo il litorale**

verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

# LUNGHEZZA ARGINI ESISTENTI

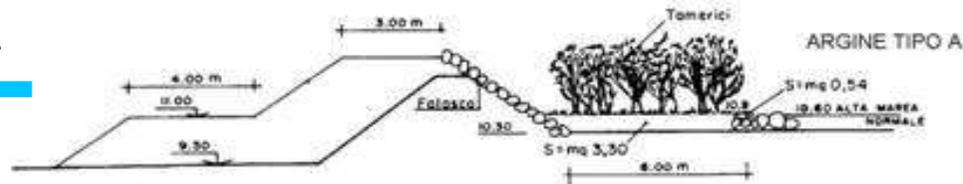


# TIPOLOGIE ARGINI

Argine con banca a mare protetta da scogliera e piantumazioni in Tamerici

12.7 km

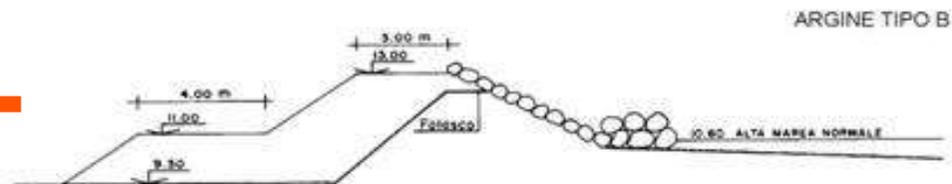
**Tipo A**



Argine con scogliera di protezione

10.3 km

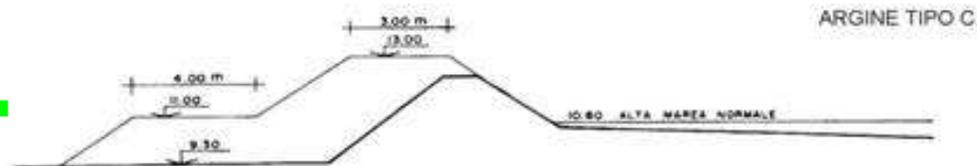
**Tipo B**



Argine privo di protezioni a mare

37.9 km

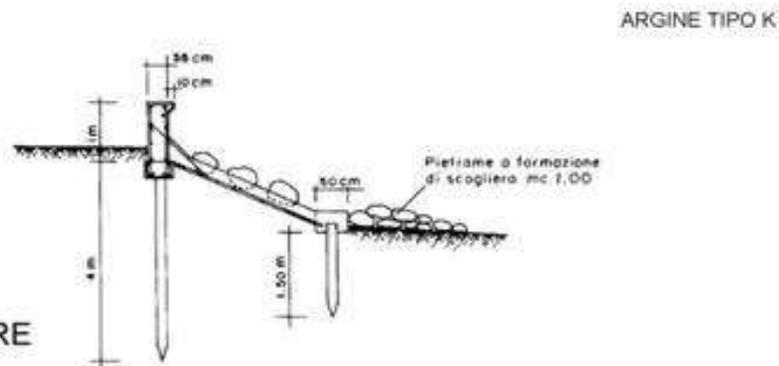
**Tipo C**



Argine con rivestimento in cemento e pietrame

10.4 km

**Tipo K**



TIPI DI ARGINE  
PRESENTI LUNGO  
IL MARGINE LAGUNARE

verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

# TIPOLOGIE ARGINI



verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

# TIPOLOGIE ARGINI



S. GIORGIO - **ARGINE TIPO A**

**Argine con banca a mare  
protetta da scogliera e  
piantumazioni in Tamerici**

verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

# TIPOLOGIE ARGINI



LIGNANO – LOC. PANTANI - **ARGINE TIPO B**

**Argine con scogliera di protezione**

verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

## TIPOLOGIE ARGINI



PRECENICCO – LOC. PUNTA LAMA - **ARGINE TIPO C**

Argine privo di protezioni a mare

verifica puntuale dello stato di conservazione degli argini

## TIPOLOGIE ARGINI



**FOSSALON - ARGINE TIPO K**

Argine con rivestimento in cemento e pietrame

# Problematiche e danni riscontrati negli argini

- **presenza di vegetazione arborea e arbustiva**
- **limitate dimensioni del colmo**
- **presenza di tane di nutrie, tassi, ....**
- **infiltrazioni di acqua salmastra**
- **danni per erosione**

# CARATTERISTICHE ARGINALI

- Con riferimento alle **caratteristiche geotecniche** e al grado di efficienza degli argini sulla base dell'addensamento e della consistenza dei materiali, risulta che il 44% dei terreni granulari (presenti per l'83% dello sviluppo arginale) è costituito da materiali sciolti.
- I terreni coesivi (17%) hanno una consistenza da soffice a molto soffice.
- Sotto il profilo della **stabilità**, sono emerse le buone condizioni di efficienza degli argini con fattore di sicurezza  $> 1.3$  ad eccezione di alcuni casi in cui il corpo arginale è costituito da materiali fini (limo-argillosi od argillosi) poggiante su terreni anch'essi di natura coesiva

# CARATTERISTICHE ARGINALI

- In più tratti, per un'estensione pari a circa 18 km, gli argini sono costituiti da sedimenti ad **elevata permeabilità**: Le zone maggiormente interessate sono: Lignano, Muzzanella, S. Marco, Centenara, Ponte Primo, Campeggi di Grado.
- In 2 dei 5 punti presi in considerazione in caso di maree o acque alte persistenti, è probabile che si manifesti il **sifonamento** (Muzzanella e Trebano: comuni di Marano e Aquileia).

# CEDIMENTI

- I **cedimenti** dei terreni d'appoggio degli argini variano da 4-5 cm fino a 16-17 cm.
- I valori più elevati si riscontrano presso la foce del Cormor (17 cm), del Natissa (13 cm), dell'Isonzo (12 cm) ed in prossimità del depuratore di S. Giorgio (12 cm).
- La correlazione tra subsidenza e cedimenti è buona.

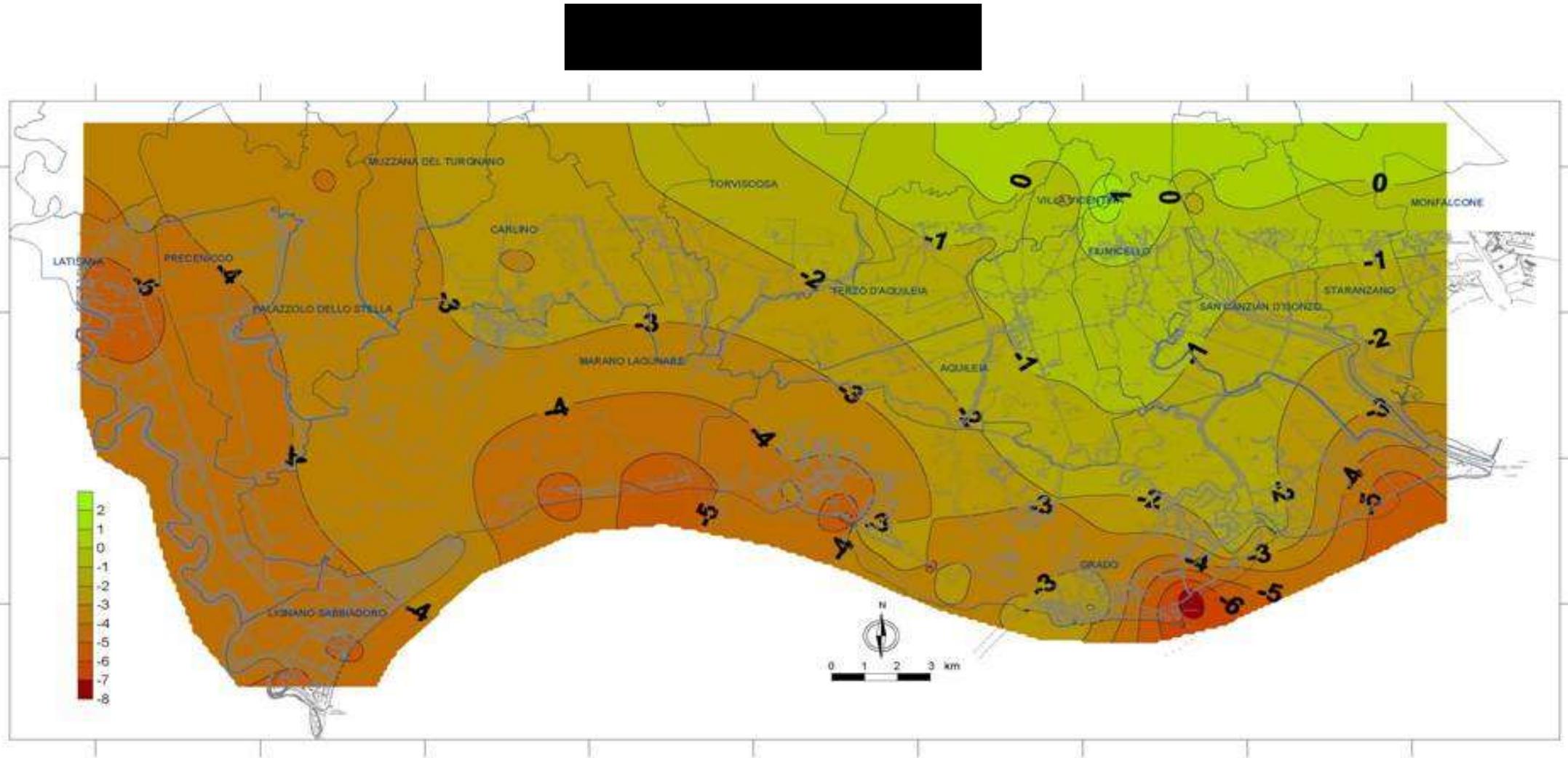
Verifica del livello di subsidenza in atto nell'area

## **SUBSIDENZA DEI TERRENI** (mm/anno)

- **Le zone maggiormente soggette alla subsidenza sono state rilevate nel comprensorio di Grado (oltre 7 mm/anno) e, in misura poco minore (6 mm/anno circa), nell'area prossima alla foce dell'Isonzo. Nelle isole del cordone litorale gli abbassamenti sono dell'ordine di 4-5 mm/anno, così come l'area a SUD di Latisana.**
- **Lungo la gronda lagunare i valori sono quasi sempre inferiori a 3 mm/anno.**
- **Sulla base dei dati medi di subsidenza rilevati (5 mm/anno), nelle condizioni attuali si può prevedere che l'abbassamento del suolo fra 100 anni sarà dell'ordine di 40-50 cm.**

Verifica del livello di subsidenza in atto nell'area

## SUBSIDENZA DEI TERRENI (mm/anno)

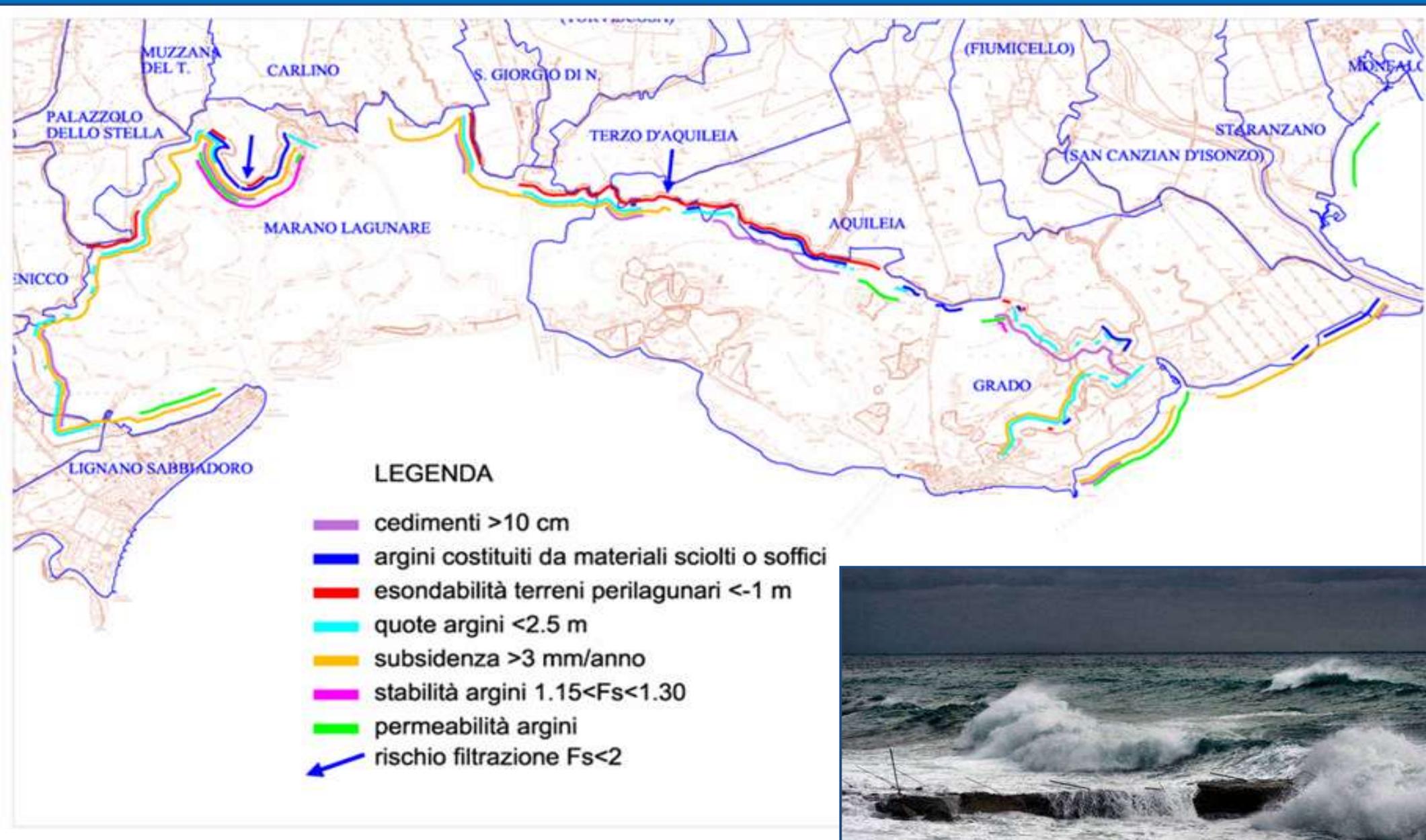


# QUOTE ARGINALI

- Le indagini effettuate hanno evidenziato che le **quote** degli argini **non sono sempre adeguate** alla difesa dalle acque alte.
- quote  $> 3$  m = 23,5%,
- comprese tra 2,5 e 3 m = 53%,
- comprese tra 2 e 2,5 m = 20%,
- inferiori a 2 m = 3,5%

**Le quote inferiori a 2,5 m devono essere considerate critiche, suscettibili cioè di sormonti in occasioni di acque alte eccezionali, e quindi di allagamenti nell'immediato retroterra.**

# CONDIZIONI CRITICHE DEGLI ARGINI



# **ANALISI VULNERABILITÀ E RISCHIO DA MAREGGIATE NEI LITORALI**

L'analisi della **vulnerabilità** e del **rischio** litorale ha evidenziato determinati punti critici dove il rischio è da moderato a molto elevato, in particolare

- Mancanza di difese dirette**
- Interruzioni delle difese (varchi di accesso alla spiaggia)**
- Elementi difensivi in pessimo stato di conservazione**
- Totale assenza di protezioni del retrospiaggia.**

# ESONDABILITA' POTENZIALE

estensione dei terreni perlagunari e numero degli edifici potenzialmente soggetti ad esondazione :



**LE ESIGENZE SONO «MOLTO SIGNIFICATIVE»,  
LE RISORSE SONO «LIMITATE»,  
I DANNI POTENZIALI SONO «MOLTO ELEVATI»,**

**PIU' IL TEMPO PASSA PIU' IL RISCHIO AUMENTA  
E QUINDI BISOGNA ESSERE SEMPRE PRONTI...,**

**MA QUESTO E' IL NOSTRO MESTIERE...**

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

