



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

IL MONITORAGGIO METEO MARINO DELL'ISPRA NELLE LAGUNE E SUI LITORALI NORD ADRIATICI

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)
Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine - Servizio Laguna di Venezia
Castello 4665 - 30124 Venezia - www.venezia.isprambiente.it

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - Direttiva 2007/60/CE

Misura M4 - Preparazione

Cod. M41 - Sistemi previsionali

Misure per realizzare o migliorare i sistemi di allarme e previsione delle piene e delle mareggiate

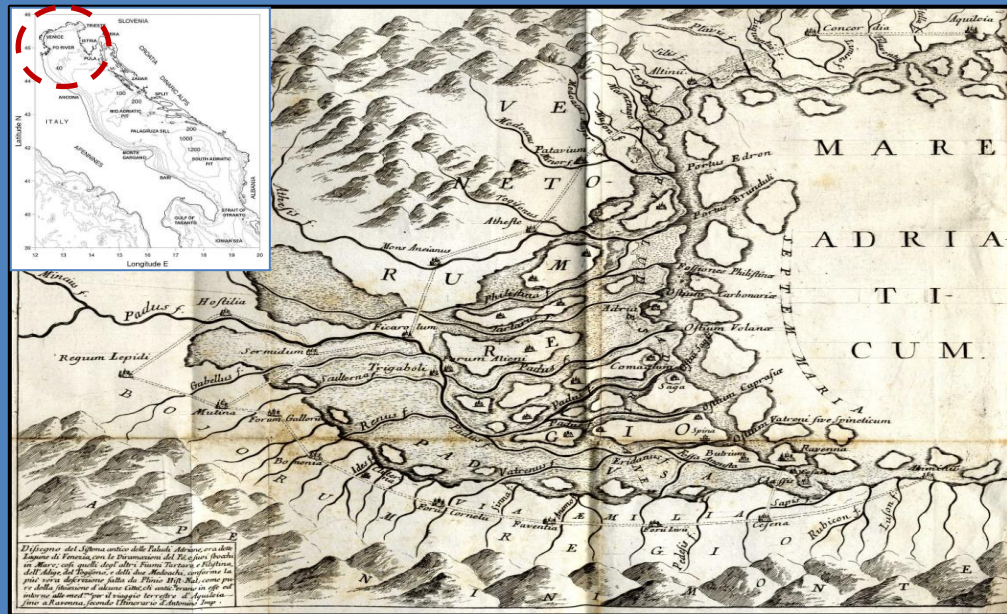


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Litorali e Lagune nel Nord Adriatico

Un ambiente particolare in continua evoluzione



Una continua variabilità originata da differenti processi morfologici di lungo periodo:

- sistemi fluviali paralleli
- trasporto di sedimenti dovuto alle piene fluviali in combinazione con le variazioni eustatiche del mare e le naturali oscillazioni della marea
- avanzamento discontinuo della linea di costa dovuto alla presenza di foci fluviali e lagunari
- comparsa e scomparsa di lagune

Istorica e geografica descrizione delle antiche Paludi Adriane

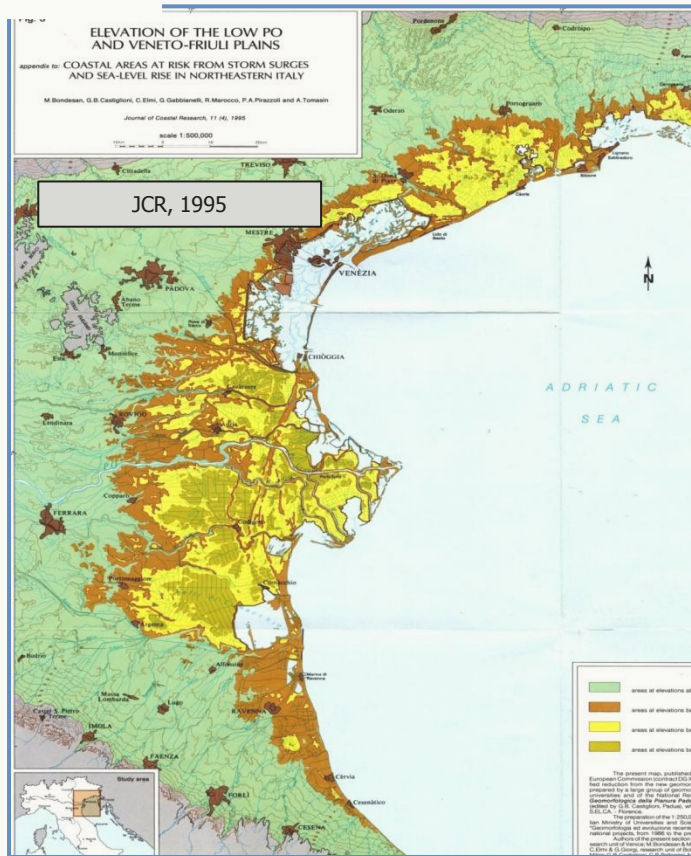
Opera del Co. Carlo Silvestri Nobile di Rovigo - Venezia 1736 Biblioteca
dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

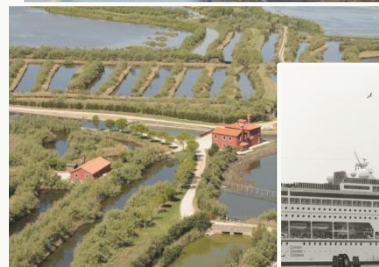
Litorali e Lagune nel Nord Adriatico, l'attuale scenario: una molteplicità di pressioni indotte da interventi dell'uomo e processi naturali



Nel territorio



Nelle lagune



Lungo i litorali



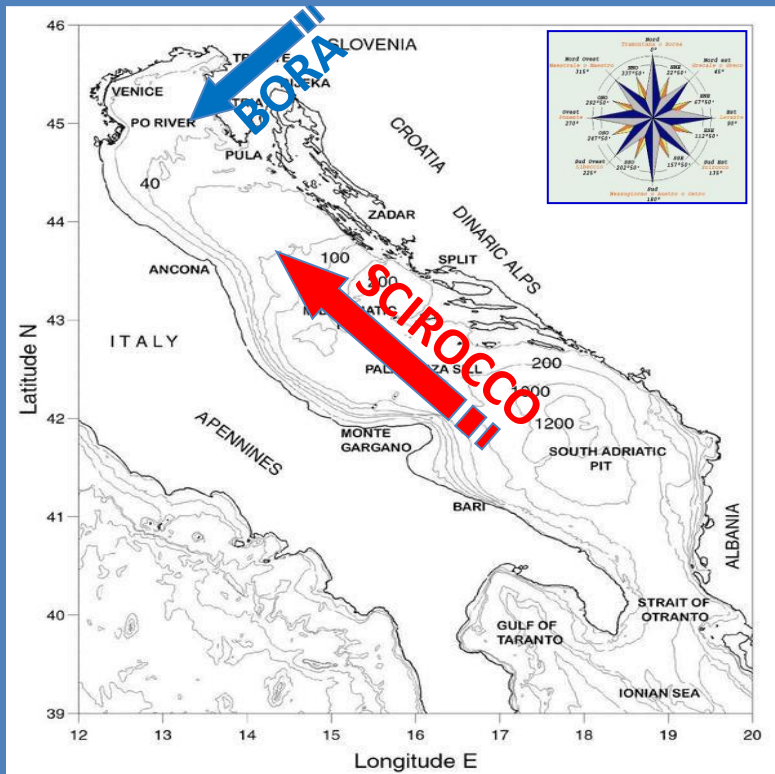
- Crescita relativa del livello medio del mare
- Subsidenza (naturale + indotta)
- Inondazioni marine



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il moto ondoso in Alto Adriatico



Regime dei venti al largo dei litorali veneziani

- Bora (ENE) $V_{med} = 25-30$ kn $V_{max} 70$ kn
- Scirocco (SSE) $V_{med} = 20$ kn $V_{max} 55$ kn

FETCH

- 800 km da SCIROCCO
- 100 km da BORA

Altezze d'onda significativa stimata (SWH) al largo dei litorali veneziani

- con 30 kn di scirocco per 24 ore $H_s = 6$ m
- con 30 kn di bora per 8 ore $H_s = 2,5$ m



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Maree Astronomiche in Alto Adriatico

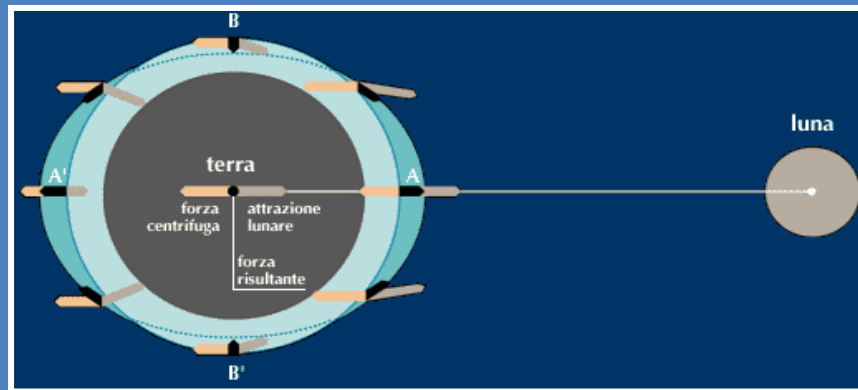
Escursione Massima

- 1 m (Plenilunio/Novilunio)

Escursione minima

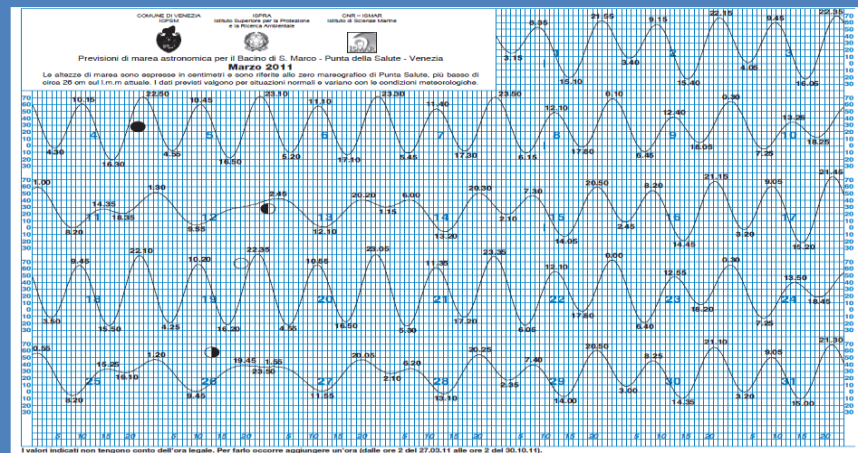
- 0,1 m (primo/ultimo quarto)

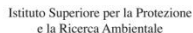
Periodicità principali: 12 - 24 ore



VENEZIA PUNTA DELLA SALUTE - MAREA ASTRONOMICA

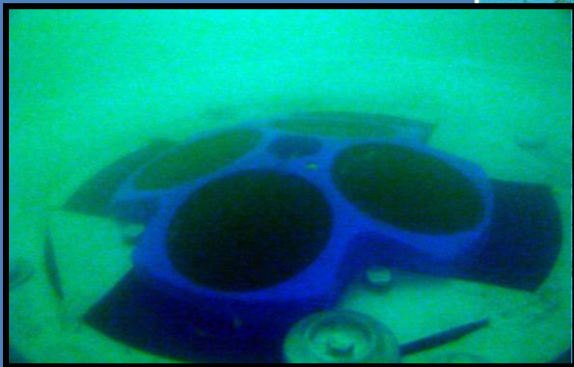
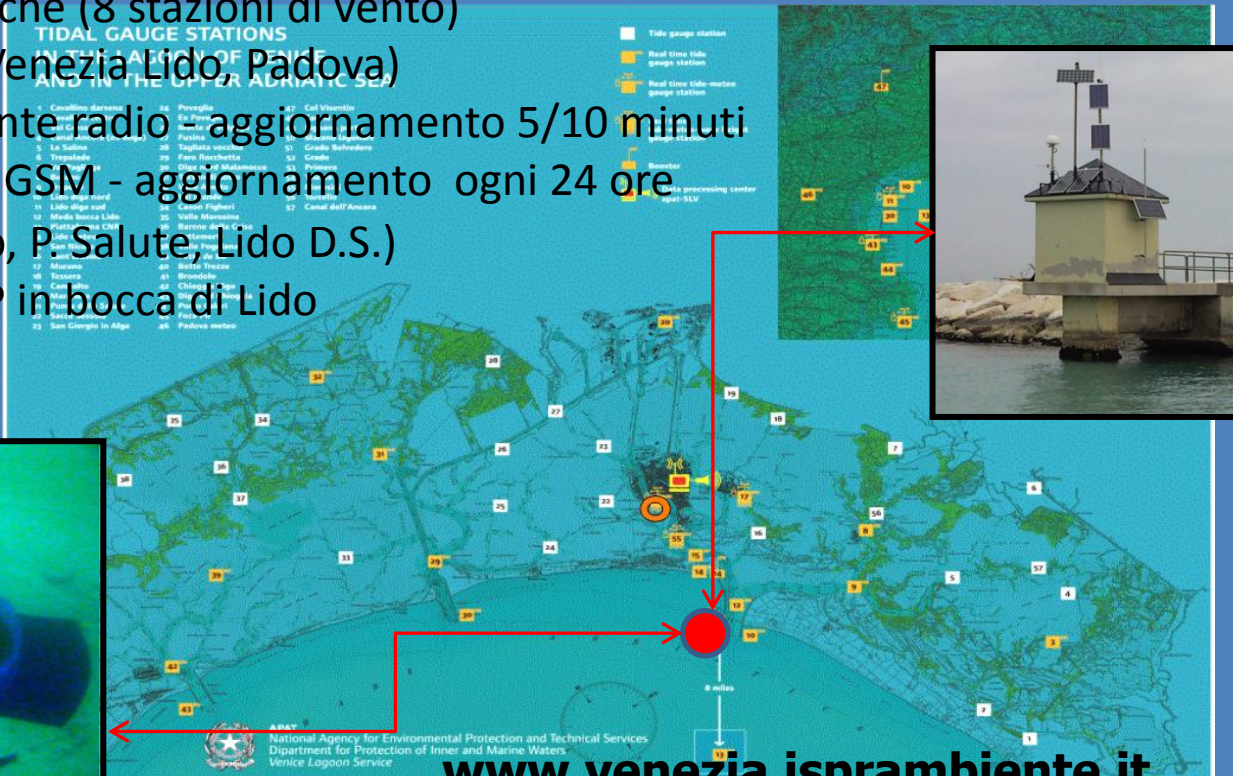
		periodo (ore)	ampiezza (cm)
M2	Lunare semidiurna	12,48	23,7
S2	Solare semidiurna	12,00	14,3
N2	Lunare ellittica	12,66	3,8
K2	Declinazione luni-solare	11,97	4,9
K1	Lunisolare diurna	23,93	18,6
O1	Lunare diurna	25,82	5,8
P1	Solare diurna	24,07	5,9





La rete mareografica della laguna di Venezia e del litorale Nord Adriatico (RMLV)

- 50 stazioni mareografiche (8 stazioni di vento)
- 2 osservatori meteo (Venezia Lido, Padova)
- Trasmissione TR in ponte radio – aggiornamento 5/10 minuti
- Trasmissione in TD via GSM - aggiornamento ogni 24 ore
- 3 stazioni CGPS (Grado, P. Salute, Lido D.S.)
- 1 correntometro ADCP in bocca di Lido





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Le osservazioni mareografiche

Le osservazioni mareografiche costituiscono una fondamentale fonte di informazioni per l'analisi di pressioni ed impatti che riguardano gli ambienti marino costieri e di transizione, su tutte:

- le variazioni del livello del mare di lungo periodo;
- i processi morfologici delle coste, degli estuari e delle lagune;
- le inondazione marine;
- la diffusione di sostanze inquinanti.

ISPRA, attraverso il Servizio Laguna di Venezia, raccoglie, elabora, valida ed analizza dati meteo-mareografici delle lagune e lungo il litorale Nord Adriatico al fine di produrre:

- reports tecnico-scientifici ;
- bollettini giornalieri, mensili, annuali;
- previsioni ed avvisi di condizioni avverse,

il tutto diffuso attraverso il portale dedicato

www.venezia.isprambiente.it



2010:
un anno da ricordare
per l'eccezionale
crescita del livello medio mare
a Venezia e nel nord Adriatico

4/2010



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Manuale di mareografia e linee guida per i processi di validazione dei dati mareografici

Dati mareografici
gestiti in accordo
con i requisiti della
norma UNI EN
ISO 9001:2008
nell'ambito del
Sistema Gestione
per la Qualità
ISPRA.

RICERCA MARINA

77 / 2012

Quaderni



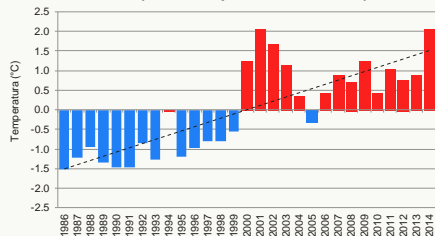
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

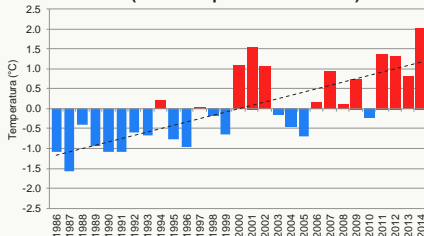
Climatologia del bacino lagunare veneziano

Elaborazione/Analisi dati della stazione meteorologica di Venezia - Lido Meteo

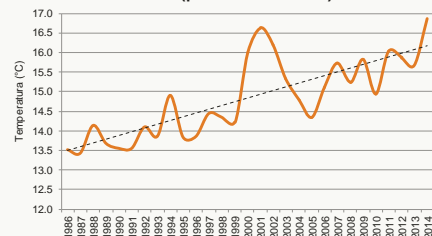
Anomalie termiche annue - media MINIME
(Venezia - periodo 1986-2014)



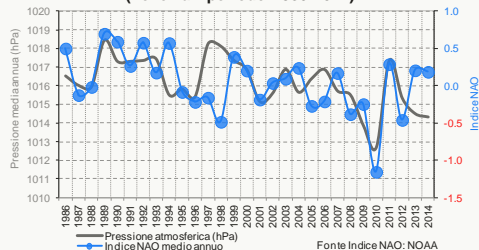
Anomalie termiche annue - media MASSIME
(Venezia - periodo 1986-2014)



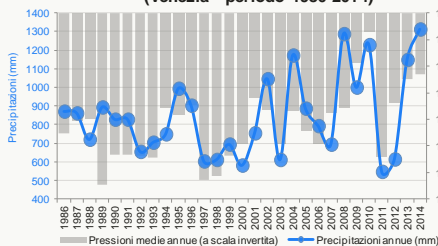
Temperature medie diurne a Venezia
(periodo 1986-2014)



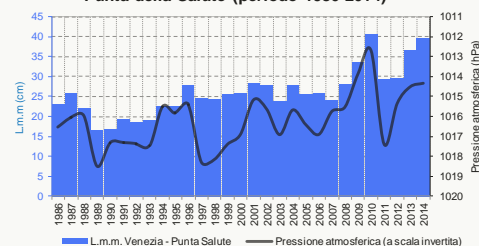
Indice NAO e Pressione media annua
(Venezia - periodo 1986-2014)



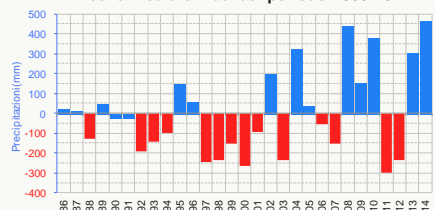
Pressione atmosferica e Precipitazioni
(Venezia - periodo 1986-2014)



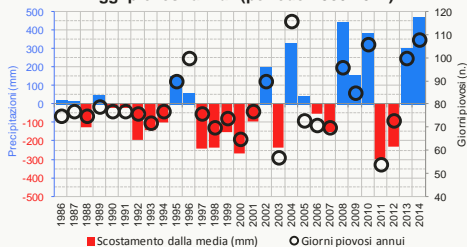
Pressione atmosferica e l.m.m. a Venezia
Punta della Salute (periodo 1986-2014)



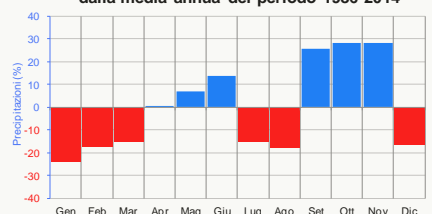
Scostamento delle precipitazioni
dalla media annua del periodo 1986-2014



Scostamento annuo delle precipitazioni e
gg. piovosi annui (periodo 1986-2014)



Scostamento mensile delle precipitazioni
dalla media annua del periodo 1986-2014



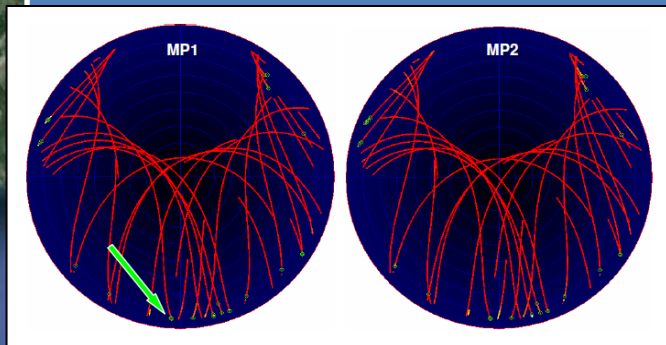
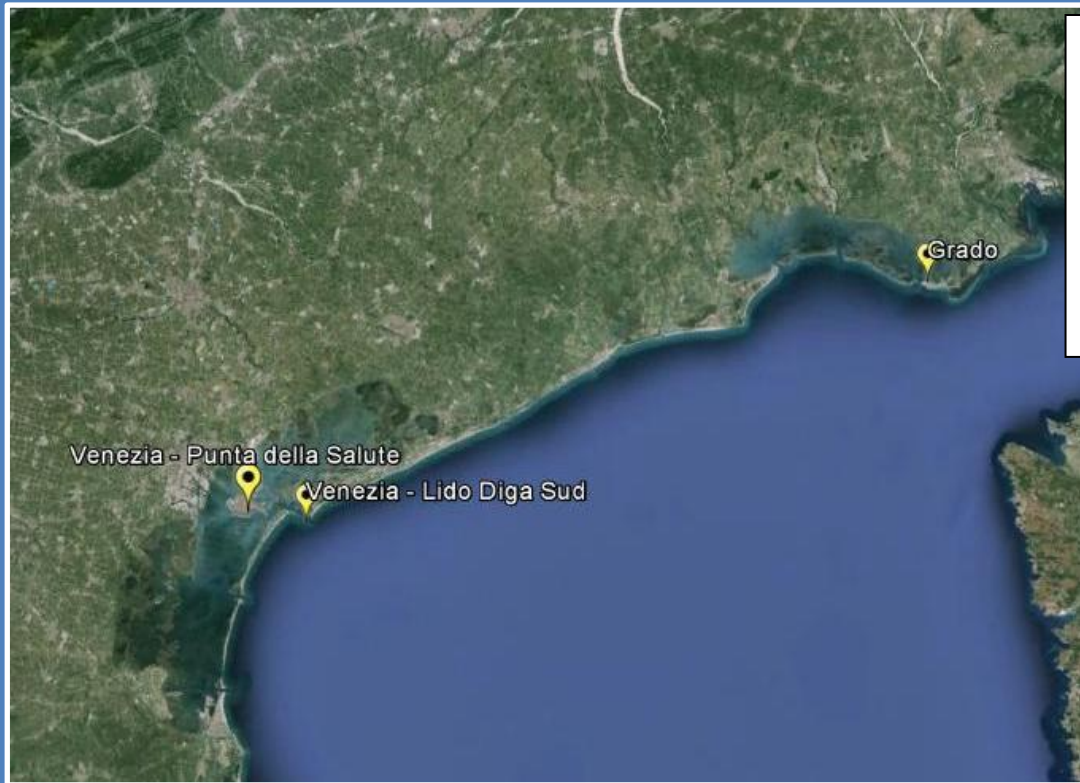


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il monitoraggio degli spostamenti dei capisaldi mareografici: La Rete Stazioni GPS

I dati sono liberamente accessibili all'utenza registrata per servizio in tempo reale RTK tramite interconnessione con Rete GPS della Regione Veneto ([link 147.162.229.63/Web/index.php](http://link.147.162.229.63/Web/index.php)) con servizio di post-processing a cura di CISAS (Centro Interdipartimentale Studi Attività Spaziali - UniPD- [link www.cisas.unipd.it](http://link.www.cisas.unipd.it))





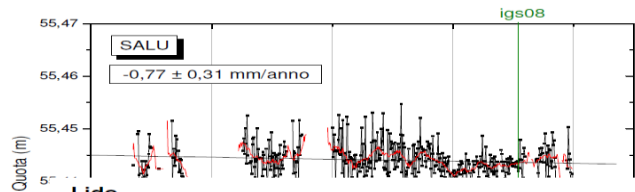
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

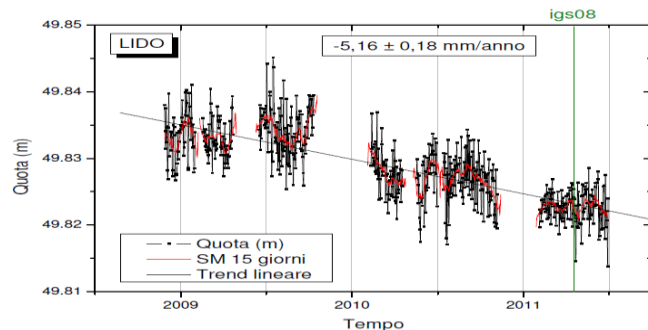
Il monitoraggio degli spostamenti dei capisaldi mareografici: La Rete Stazioni GPS

- Dati in formato RINEX
- Controllo di qualità copertura satellitare e metadati
- Sistema di riferimento IGS05 e IGS08 dal 2011
- Analisi dati secondo standard stazioni IGS
- Stime componenti orizzontali e verticali

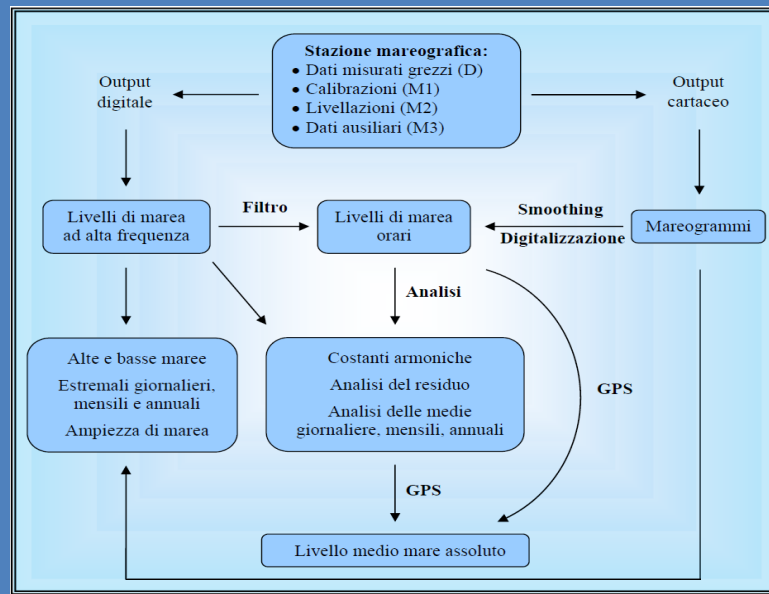
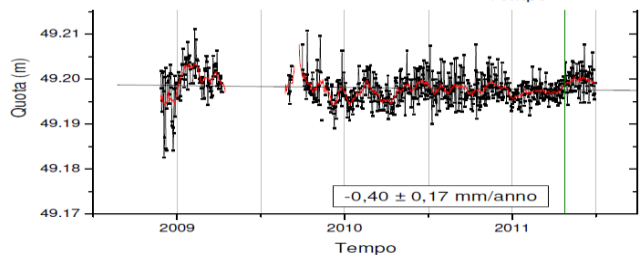
Punta della Salute



Lido



Grado





ISPRA

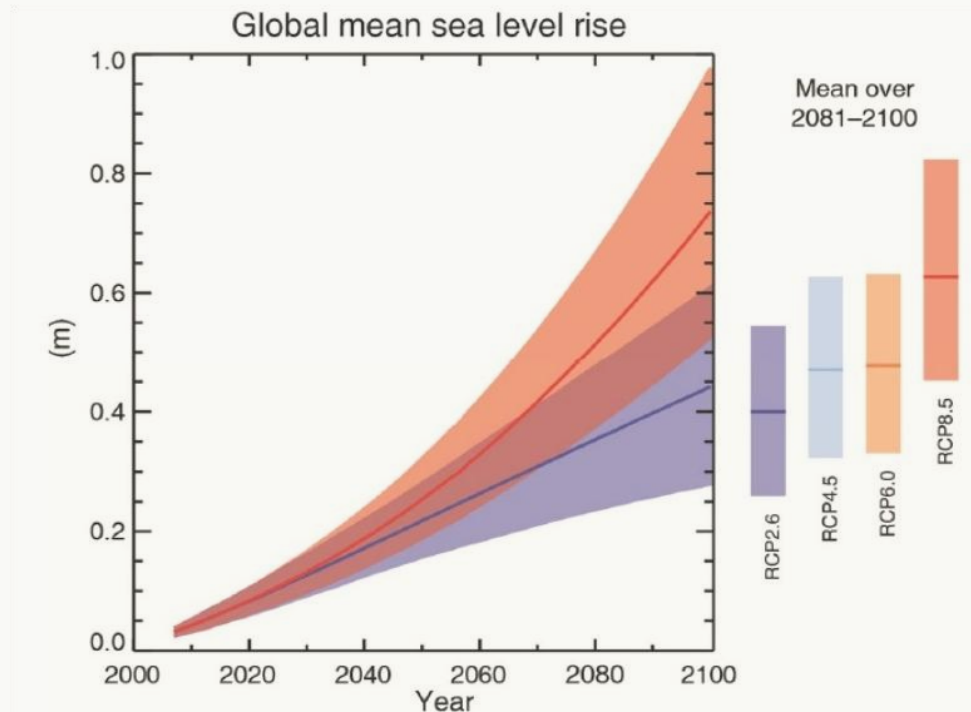
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il riscaldamento del pianeta e l'innalzamento globale del livello medio del mare

“Global mean sea level will continue to rise during the 21st century. Under all RCP scenarios the rate of sea level will *very likely* exceed that observed during 1971-2010 due to increased ocean warming and increased loss of mass from glaciers and ice sheets”.
(2013 - 5^o Assessment Report IPCC- 12th Session of WG1)

Proiezioni al 2100:

- a) 28-61 cm (scenario ottimistico)
- b) 52-98 cm (scenario pessimistico)



Cosa accade intanto in Alto Adriatico?

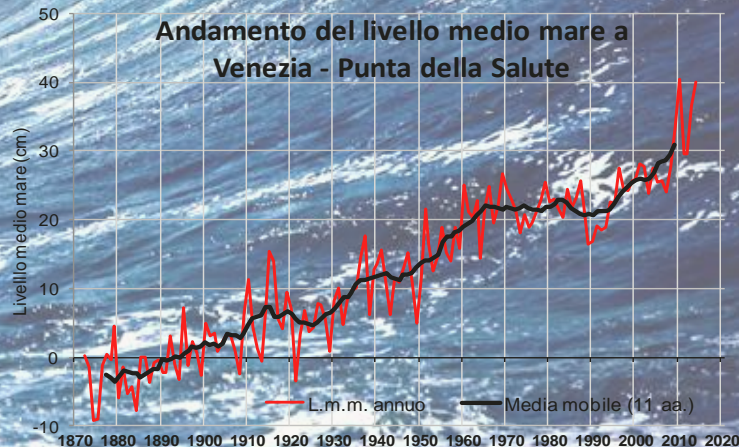
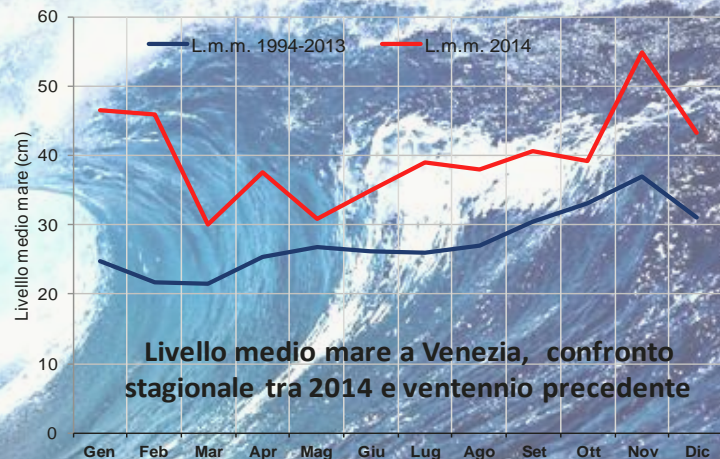


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

L'innalzamento del livello medio del mare in Alto Adriatico ...quasi 150 anni di osservazioni

Nel 2014, a Venezia, il livello medio del mare (l.m.m.) si è mantenuto costantemente su valori superiori a quelli medi dell'ultimo ventennio (1994-2013). Il l.m.m. annuale per il 2014 è stato di 40.0 cm sullo ZMPS, molto prossimo al valore record di 40.5 cm registrato nel 2010. Nel 2014 si sono registrati i valori medi mensili più alti della serie storica per i mesi di gennaio, luglio, agosto e settembre. Al secondo posto della serie storica vi sono invece i valori medi mensili dei mesi di febbraio, aprile e novembre.



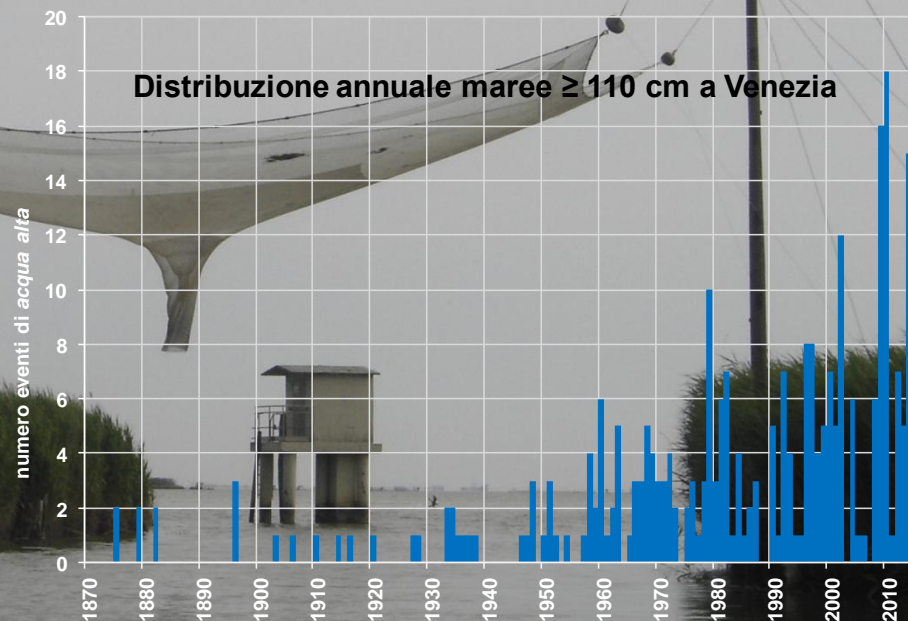
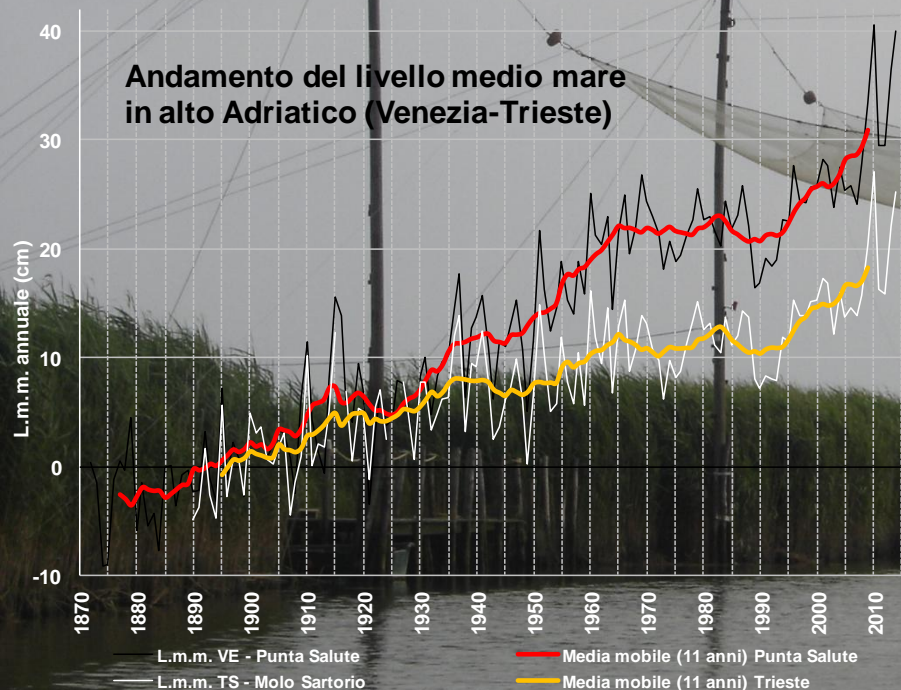


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

L'inesorabile innalzamento del livello medio del mare...

L'innalzamento del l.m.m. registrato nel corso dell'ultimo secolo a Venezia viene confermato dall'andamento dello stesso parametro per Trieste, al netto degli effetti dei noti fenomeni di subsidenza tipici del sottosuolo veneziano. Sembra doveroso segnalare anche il sensibile aumento della frequenza dei casi di *acqua alta* nel corso dell'ultimo secolo, a conferma che l'aumento delle alte maree sostenute dipende principalmente dall'aumento del livello medio del mare.





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

L'inesorabile innalzamento del livello medio del mare...

L'impennata del trend di crescita del l.m.m. annuale dell'ultimo decennio desta preoccupazione per le possibili conseguenze non solo per la città Venezia e i centri abitati lagunari ma per tutto il sistema naturale ed antropico che caratterizza la fascia costiera Nord Adriatica:

- Incremento nella frequenza delle inondazioni marine;
- Erosione dei litorali;
- Perdita dei caratteri tipici dell'ambiente lagunare (erosione di velme e barene) ;
- Riduzione di habitat e perdita di biodiversità;
- Impatti sul tessuto socio-economico (turismo, portualità, ecc.).



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

IL RISCHIO DI INONDAZIONI MARINE NELL'ALTO ADRIATICO: APPROCCIO INTEGRATO PER LA PREVISIONE DEI FENOMENI DI *STORM SURGE*

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)
Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine - Servizio Laguna di Venezia
Castello 4665 - 30124 Venezia - www.venezia.isprambiente.it

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - Direttiva 2007/60/CE

Misura M4 - Preparazione

Cod. M41 - Sistemi previsionali

Misure per realizzare o migliorare i sistemi di allarme e previsione delle piene e delle mareggiate



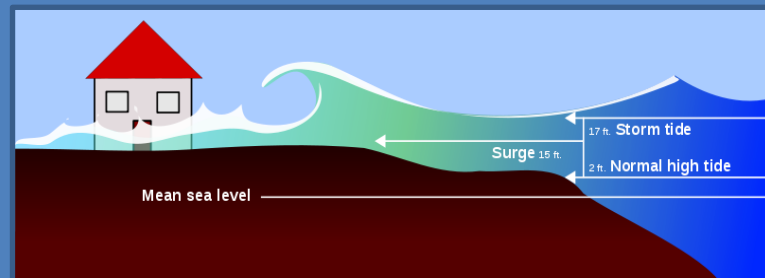
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

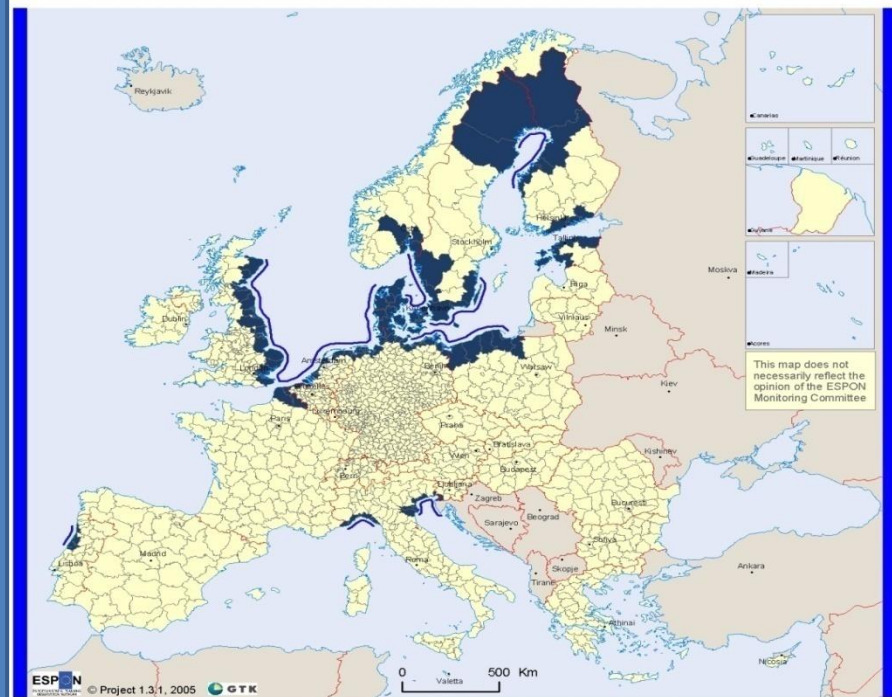
IL FENOMENO DI *STORM SURGE*

...condizione del livello del mare anormalmente alta,
innescata da insoliti fenomeni atmosferici particolarmente avversi

Gli *storm surge* sono associati al
transito di profondi sistemi di bassa
pressione associati a forti venti che
sospingono le acque marine contro i
litorali



Litorali e lagune Nord Adriatiche,
insieme al Delta del Po, sono le aree
mediterranee maggiormente esposte
al rischio di inondazione marine



Storm surge hazard

— Storm surge

Occurrence of storm surges NUTS 3

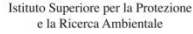
ESPON space

Storm surge hazard

Non ESPON space

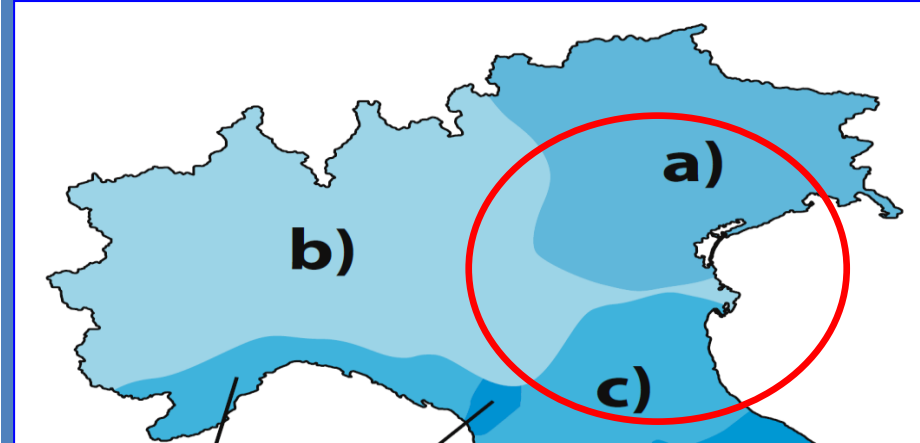
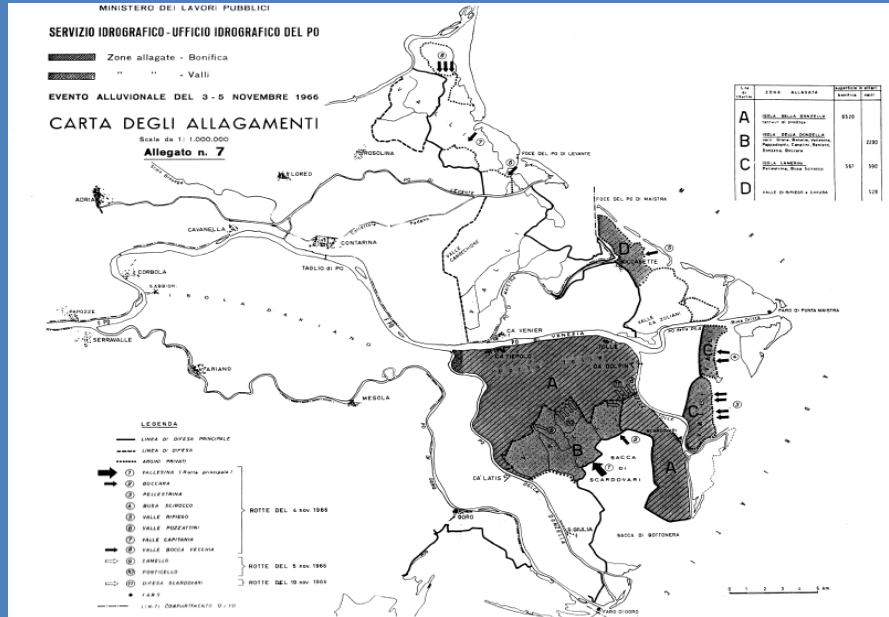
Origin of the data: © EuroGeographics Association for the administrative boundaries
Storm surges © Munich Reinsurance Company
Source: ESPON Data Base

This map presents the approximate probability of having
storm surges in Europe.



Valutazione e gestione del rischio di inondazione

Riduzione delle avverse conseguenze sulla salute umana, sull'ambiente, sul patrimonio culturale e le attività economiche esposte a rischi di inondazione





ISPRA

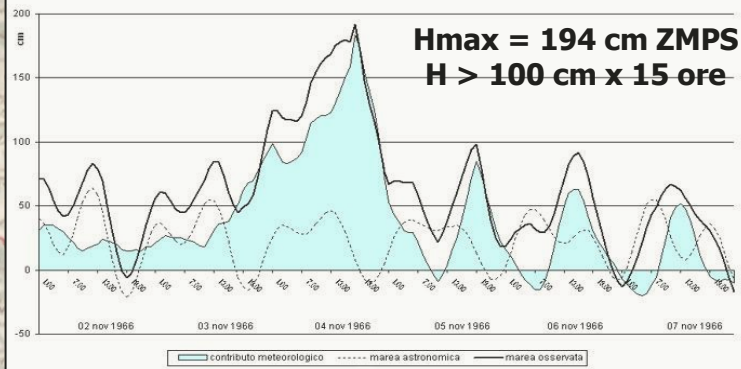
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

L'alluvione del 4 Novembre 1966 nel Nord Adriatico

Aree inondate: dai Grandi Fiumi 1.750 km², dal Mare 440 km²



4 Novembre 1966 : ore 18.00 cm 194





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Ruolo di un sistema **previsionale** nella gestione delle inondazioni marine

- Limiti di efficacia delle misure strutturali
- Attivazione presidio idraulico
- Misure di autoprotezione (sandbagging) e/o evacuazione

Ruolo di un sistema di **alertamento**

- Portare le strutture operative di emergenza alla condizione di prontezza
- Avvisare la popolazione sui tempi e localizzazione degli eventi
- Valutare i possibili impatti su via di comunicazioni, reti e strutture di difesa
- Nei casi estremi diramare avvisi per la preparazione all'evacuazione



ISPRA

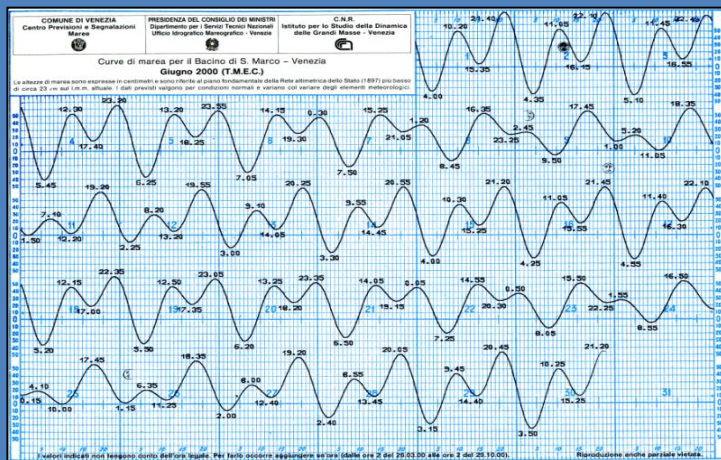
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

LA PREVISIONE DEI FENOMENI DI “ALTA MAREA ECCEZIONALE” NEL NORD ADRIATICO

Approccio metodologico

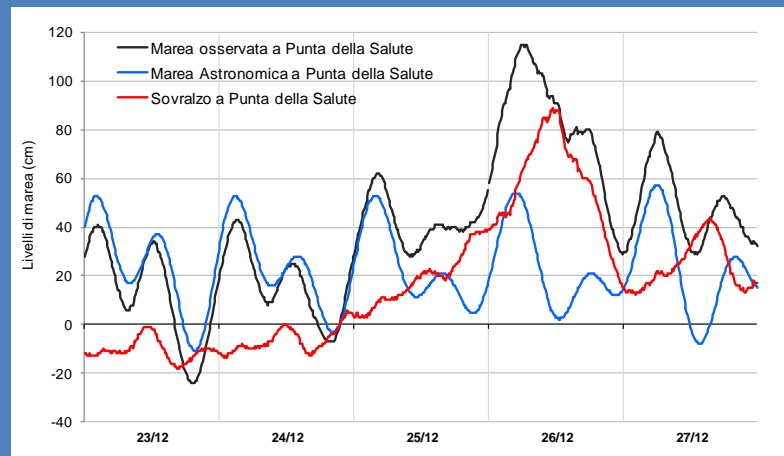
Livello della marea = Astro. + Sovralzo (*surge/residual*)

La marea Astronomica



Orizzonte temporale: 1 anno

Sovralzo



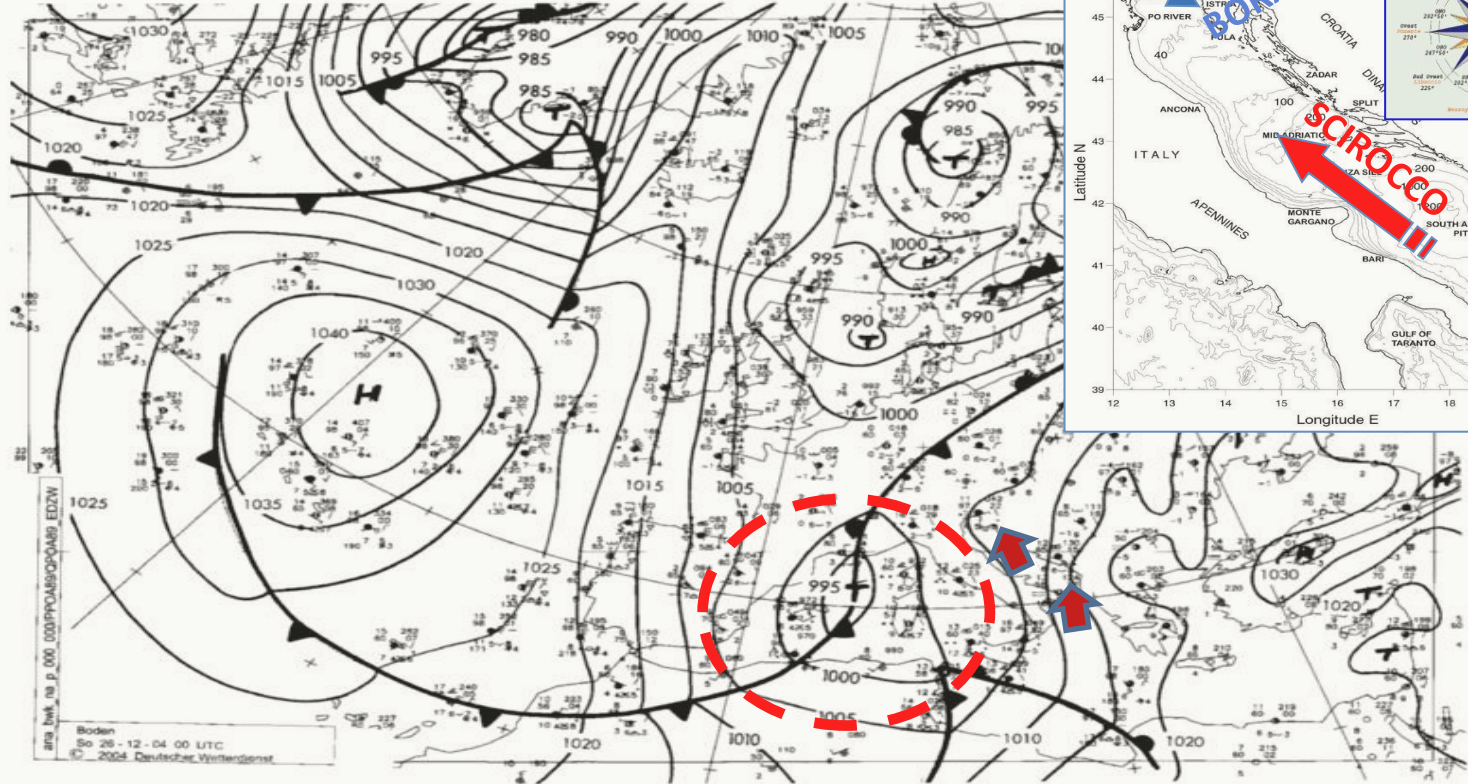
Orizzonte temporale: 1-3-5 giorni



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Le condizioni Meteorologiche che innescano i sovralzi della marea in Alto Adriatico



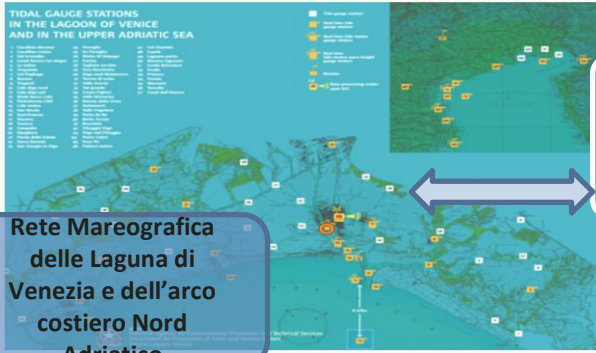


Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il Sistema ISPRA di previsione dei fenomeni di *storm surge* in Alto Adriatico

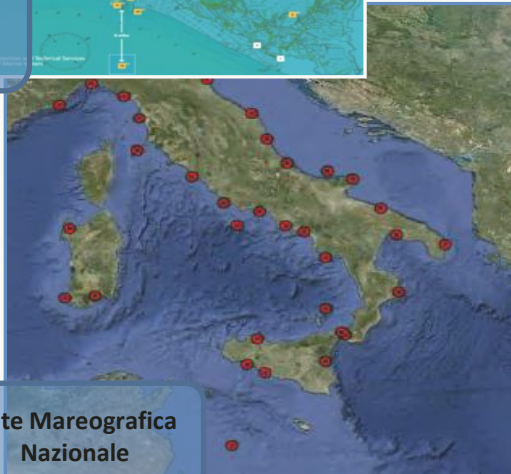
Il sistema delle RETI ISPRA in Tempo Reale

Il sistema dei Modelli



Centri Funzionali
Regionali -
- Protez. Civile

Rete Mareografica delle Laguna di Venezia e dell'arco costiero Nord Adriatico



Rete Mareografica Nazionale

Modelli meteo

- **GLOBALE** (ECMWF – 0.5°- Mediterraneo)
- **BOLAM** (ISPRA – 0.1° - Mediterraneo)

Modelli idrodinamici

SHYFEM 2D Mediterraneo (CNR/ISMAR)

- a) LR/HR
- b) Standard/Data Assimilation

Modelli stocastici

ISPRA_STAT2008 versioni 1 e 2

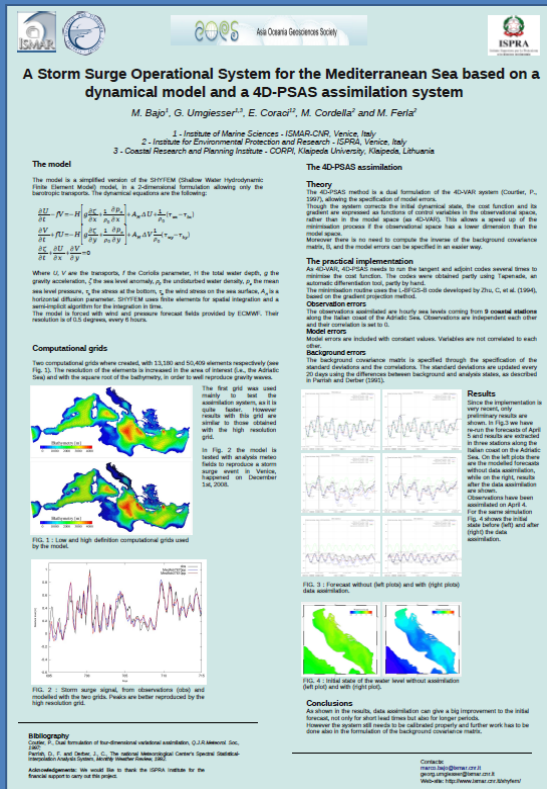
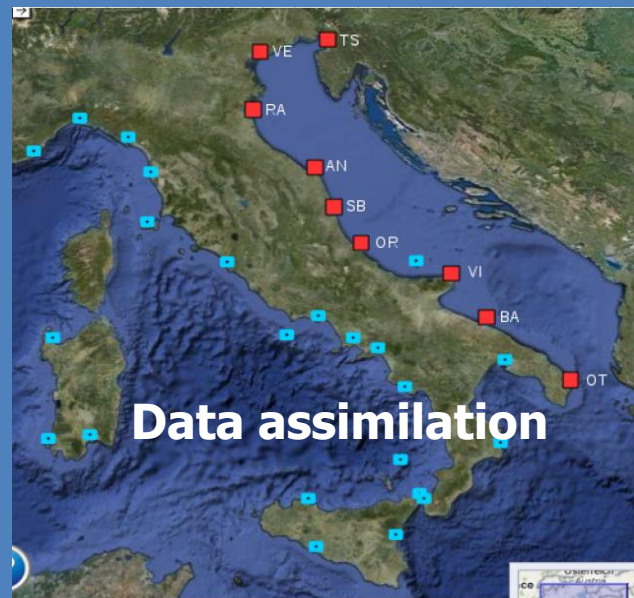
LA PREVISIONE DELLO STORM SURGE NELL'ALTO ADRIATICO L'APPROCCIO IDRODINAMICO

Versione semplificata SHYFEM 2D CNR ISMAR VE (Shallow Water Hydrodynamic Finite Element Model)

Forzanti meteo: ECMWF/BOLAM (ISPRA)

Alta/bassa risoluzione griglia computazionale

Standard/Data assimilation






ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il Sistema ISPRA di previsione dei fenomeni di *storm surge* in 7 località dell'Alto Adriatico



- 1) Bollettino Giornaliero della marea per l'Alto Adriatico
- 2) Emissione di avvisi di condizioni di marea avverse



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine
Servizio Laguna di Venezia

Venezia, 31 gennaio 2014 - **ORE13.00**

AVVISO CONDIZIONI DI MAREA

SITUAZIONE
La permanenza di correnti scroccali sull'Adriatico per le prossime 24-36 ore favorisce ancora la persistenza di condizioni di alta marea molto rovente nelle lagune e lungo i litorali Nord-Adriatici. L'alta marea scenderà di marea registrata ieri sera e questa mattina, previo le principali riduzioni di Venezia e del Nord Adriatico (RMLV) sono le seguenti:

	30/01/2014	01/02/2014
GRADO	126	128
LIDO D.S.	126	128
PIATTAFORMA CNR	122	122
VENIZIA P. SALUTE	123	123
BURANO	126	126
CHIOGGIA VIOO	123	123
P. CALERI	129	129


PREVISIONE
La marea è attualmente in fase calante e raggiungerà condizioni di marea moderata tra 10 ore (Grado, Venezia FO) e 15 ore (P. Caleri) saranno le previsioni per le serate seguenti: **intorno alle ore 23.30-00.00** 220 cm. Seguirà una fase di bassa marea con minimi ancora «brevi» (Chioggia V) intorno alle ore 5.00 di domani mattina. Una marea prevista per la mattina di domani con quote massime di circa 220 cm prevista sulla base delle elaborazioni modello RMLV. L'ISPRA con

VALORI MAX PREVISI PER OGGI			VALORI MIN		
	H (cm)	ORE		H (cm)	ORE
GRADO	115	23.00	126	126	00.00
LIDO D.S.	115	23.00	128	128	00.00
PIATT. CNR	126	23.30	122	122	00.00
VENIZIA P.S.	126	00.30	126	126	00.00
BURANO	110	00.40	115	115	00.00
CHIOGGIA V	115	00.00	115	115	00.00
P. CALERI	115	23.30	120	120	00.00

(Quote riferite allo ZMPS)

IL
dr. ing.

Per informazioni: 041/5218555-5235495. Segreteria telefonica: 041/5218555-5235495. Per aggiornamenti dati in tempo reale e previsioni consultare il sito: **www.zmgs.it** (P. ZMGS - ZER0 MAREOGRAFICO di Punta Salute) o **www.zmgs.it** (P. ZMGS - ZER0 MAREOGRAFICO di Punta Salute) o **www.zmgs.it** (P. ZMGS - ZER0 MAREOGRAFICO di Punta Salute).



ISPRA
Istituto Superiore per la
Protezione e la Ricerca Ambientale

Home News Istituto La marea Dati Modellistica Marea e maree Ricerche Link

Laguna di Venezia
Il Servizio Laguna di Venezia è inserito nel Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Il Servizio gestisce la Rete Mareografica della Laguna di Venezia e del litorale Nord-Adriatico (RMLV). Le attività principali riguardano la divulgazione di dati ed elaborazioni delle osservazioni RMLV, la previsione della marea e delle acque alte e la promozione di attività di ricerca che riguardano l'ambiente lagunare.

Rete Mareografica Laguna di Venezia
Mappa della Rete Mareografica
Dati in tempo reale

Previsioni - Bollettino della marea in alto Adriatico
Le previsioni di marea sono riferite allo Zero Mareografico di Punta Salute (1957).

Punta della Salute
Lido Diga Sud

Partners istituzionali
Ministero per la Tutela dell'Ambiente e del Territorio e del Mare
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV)
Magistrato delle Acque Venezia
Amministrazione Provinciale di Venezia
Comune di Venezia

Partners scientifici
Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine - Venezia (CNR-ISMAR)
Università di Bologna - Dipartimento di Fisica
Istituto Nazionale di Oceanografia e Sismologia Trieste (OIS)
Consorzio per il Coordinamento delle attività di ricerca nel sistema lagunare (CO.R.LA)

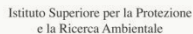


ISPRA

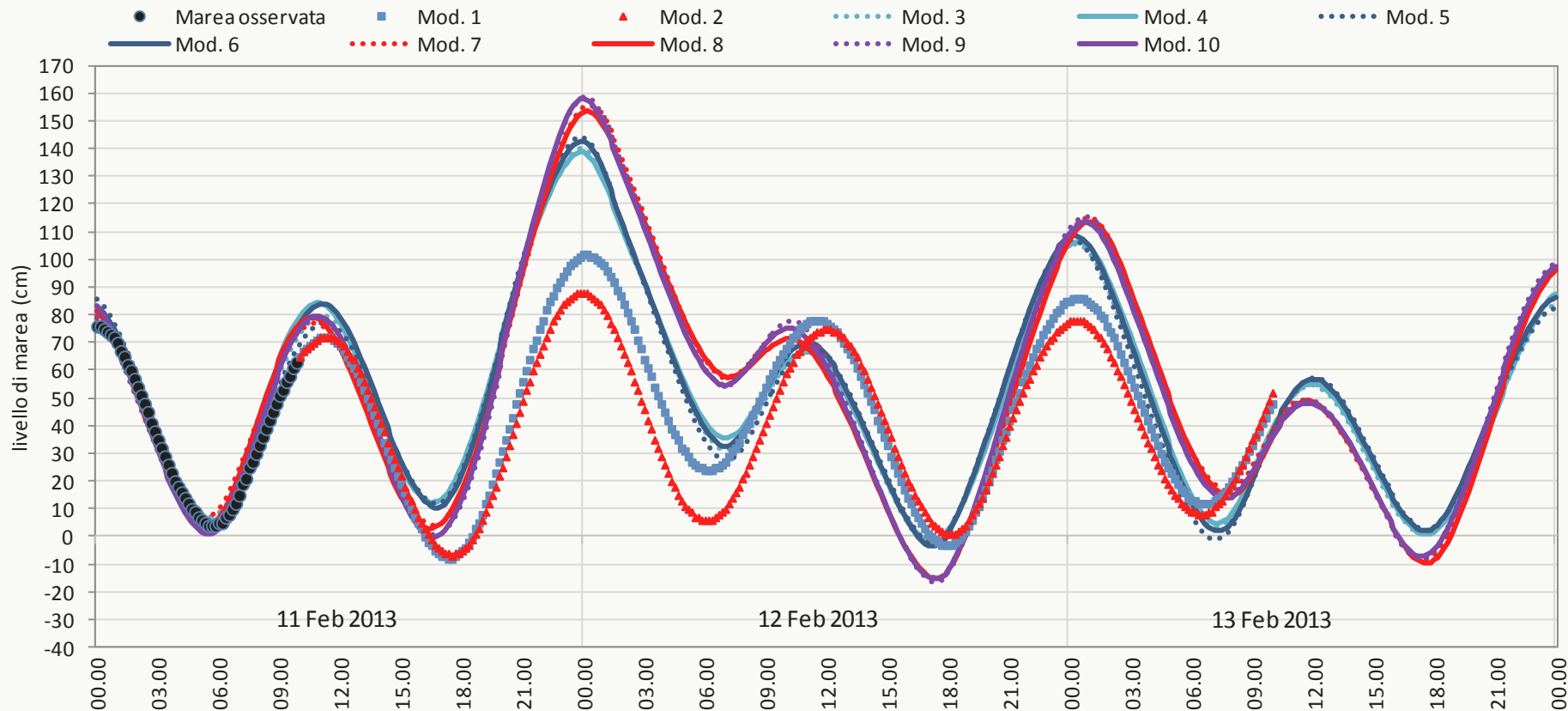
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

L'evento del 11 febbraio 2013...

**...quando la previsione diventa
complessa**



Venezia - Punta Salute: insieme delle previsioni del 11.02.2013





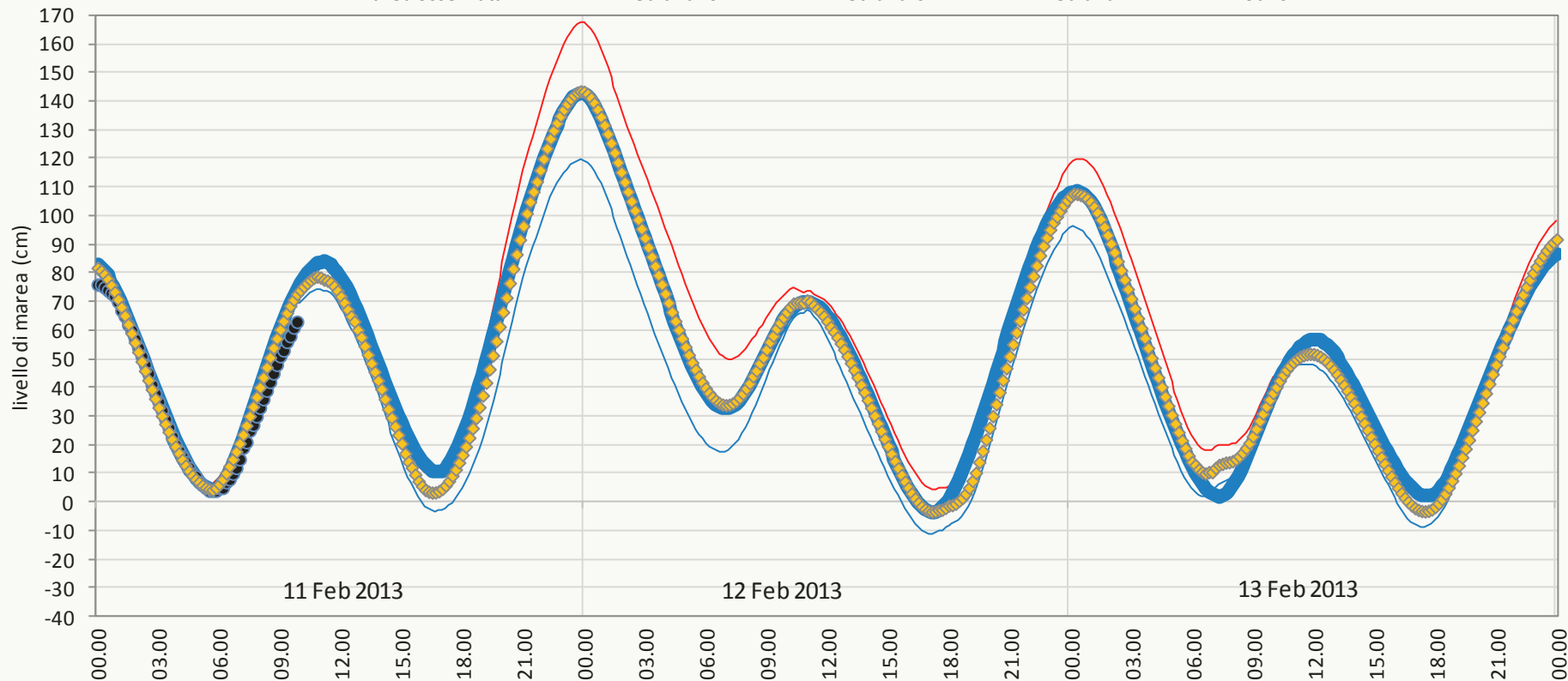
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Caso studio: la formulazione della previsione del 11 febbraio 2013

Venezia - Punta Salute: scelta previsione sulla base dell'analisi della MEDIANA

● Marea osservata — Mediana+ σ — Mediana- σ ◆ Mediana — Mod. 6



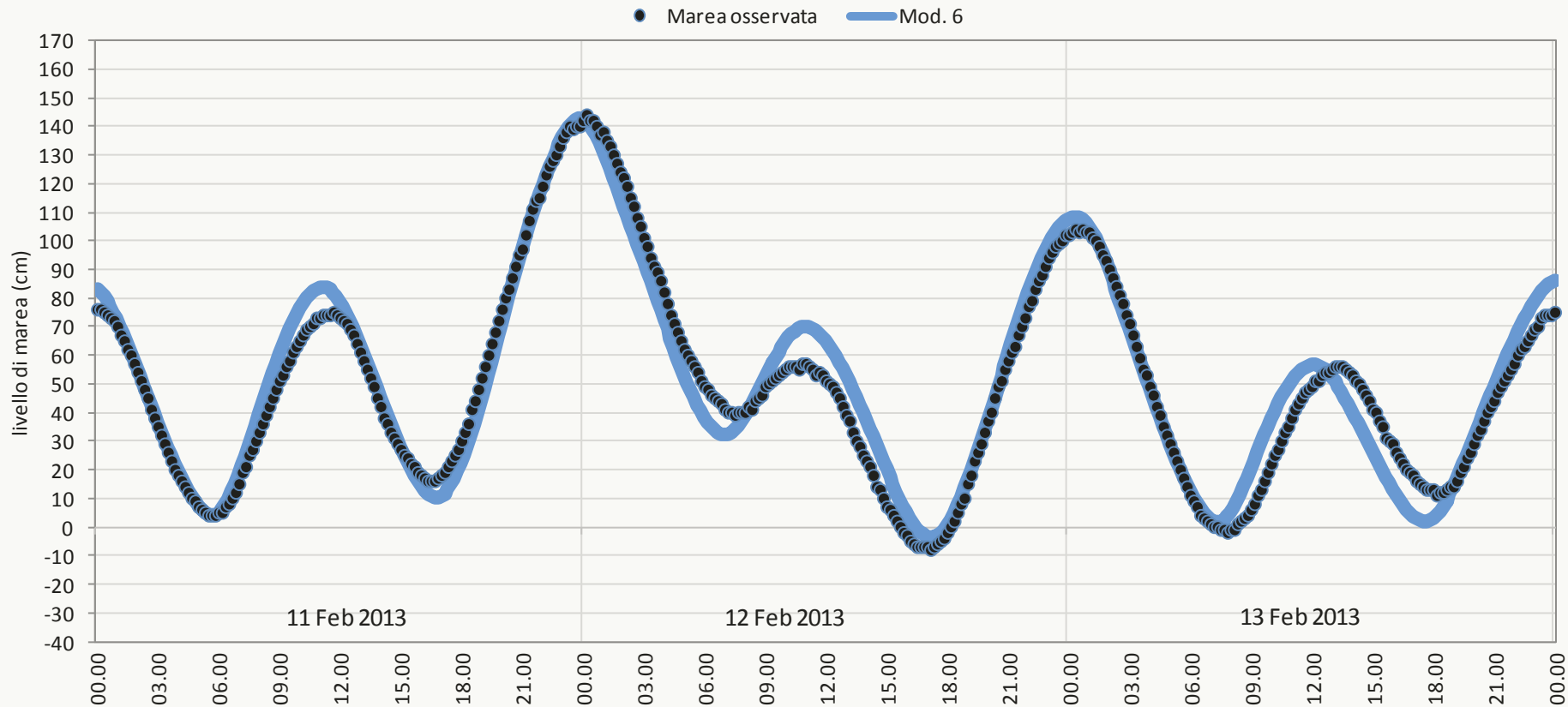


ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Caso studio: l'analisi post evento

Venezia - Punta Salute: confronto tra scelta adottata e la marea osservata





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Previsione, monitoraggio, sorveglianza ed allertamento attraverso la rete dei Centri Funzionali Decentrati regionali di Protezione Civile

Elementi di raccordo:

- a) Normativa regionale sul sistema di allertamento (Regioni Veneto, Friuli V.G., Emilia R.);
- b) Definizione degli scenari di criticità idraulico-marittima nel tempo reale (ordinaria, moderata, elevata) da adottare a livello regionale con riferimento ai tempi di ritorno;
- c) Documenti di allertamento adottati a livello regionale/distretto (Direttiva PCM 27/2/2004): Bollettini ed Avvisi di Criticità;
- d) Descrizione delle procedure di diramazione di allerta a livello regionale; catena di allertamento regionale-locale;
- e) Strumenti di monitoraggio (reti di stazioni, radar meteo, satelliti, modellistica operativa previsionale)



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

- L'operatività di un sistema integrato di previsione e monitoraggio dei fenomeni di *storm surge* è fondamentale per la gestione del rischio di inondazione marina nell'area Nord-Adriatica e nel Delta del Po (lagune, litorali, foci fluviali, aree subsidenti, sea level rise);
- La questione riveste particolare importanza in vista della approvazione dei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni nel Distretto Idrografico delle Alpi Orientali e in quello del Po, in applicazione della Direttiva 2007/60/UE (dicembre 2015);
- Tale sistema è quindi destinato a concorrere alla integrazione del Sistema di Allertamento Nazionale e regionale per il rischio idraulico ai fini delle Protezione Civile (DPCM 24/02/2004 e Dlgs 49/2010).