

Il Centro Previsioni e Segnalazioni Maree di Venezia e la sua catena modellistica



Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di Venezia

venerdì 13 maggio 2022

- Storia delle funzioni del CPSM
- Principali caratteristiche del fenomeno
- La catena modellistica
- L'incertezza della previsione
- Sviluppi
- Argomenti aggiuntivi: alcuni dati relativi al 12 novembre 2019.

1501 Magistrato alle acque

1907 Ufficio Idrografico dello Stato

1967 Centro interprovinciale per l'Osservazione, lo studio, la previsione e la segnalazione del fenomeno dell'alta marea

1980 Centro Previsioni e Segnalazioni Maree

Accordi di collaborazione tecnico-scientifica:

- CNR-Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima
- CNR-Istituto di Scienze Marine (partner storico del Centro Maree)
- CNR-Istituto di Scienze Polari
- CNR-Istituto di BioEconomia
- Università degli Studi di Padova
- Università degli Studi di Trieste
- Arpa Veneto
- Arpa Emilia Romagna
- Arpa Friuli Venezia Giulia
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- Aeronautica Militare
- Autorità del Porto di Venezia
- Consorzio Venezia Nuova
- Commissario Straordinario per il MOSE
- Provveditorato alle Opere Pubbliche

Principali tavoli tecnici a cui il Centro partecipa:

- “Tavolo Tecnico per le Previsioni di Marea” (attivo dal 2018 con CNR-ISMAR, ISPRA, con il supporto di ArpaVeneto);
- “Tavolo Tecnico permanente per la messa a punto di nuove metodologie di calcolo della previsione a Venezia” (attivo dal 2014 assieme a CNR-ISMAR e ISPRA);
- “Tavolo di Cooperazione internazionale” tra i soggetti competenti di Slovenia, Croazia, Albania, Grecia e delle regioni italiane Veneto, Emilia Romagna e Puglia, con la supervisione del C.F.C. del dip.Naz.di Protezione Civile (coordinato fino al 2024 dal Centro Maree);
- “Tavolo Tecnico per la Previsione finalizzata alla attività del Sistema MOSE” (attivo dal 2021 con CVN, Commissario Straordinario per il MOSE, Provveditorato alle Opere Pubbliche).

Partner di progetti di ricerca o sviluppo:

- Agenzia Spaziale Europea
- Università Politecnica delle Marche
- IUAV Venezia
- Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
- Regione Puglia
- Regione Marche
- Agenzia slovena per l'ambiente
- Università di Zadar Croazia
- Consiglio regionale di Durazzo
- Unione regionale delle municipalità d'Epiro
- Istituto di geo-scienze, energia, acqua e ambiente Albania
- Servizio meteorologico e idrologico della Croazia
- Direzione generale per le emergenze civili dell'Albania
ecc...

Venezia e l'Acqua Alta



CPSM

Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di Venezia

13/05/2022

pag.5 di 76



Riferimento: Tutti i valori di livello ufficiali sono riferiti allo Zero Mareografico della Rete Altimetrica dello Stato del 1897 il caposaldo si trova a Punta della Salute a Venezia.

Marea Percepita: Piazza San Marco, uno dei punti più bassi della città si trova a circa 85cm rispetto allo zero.

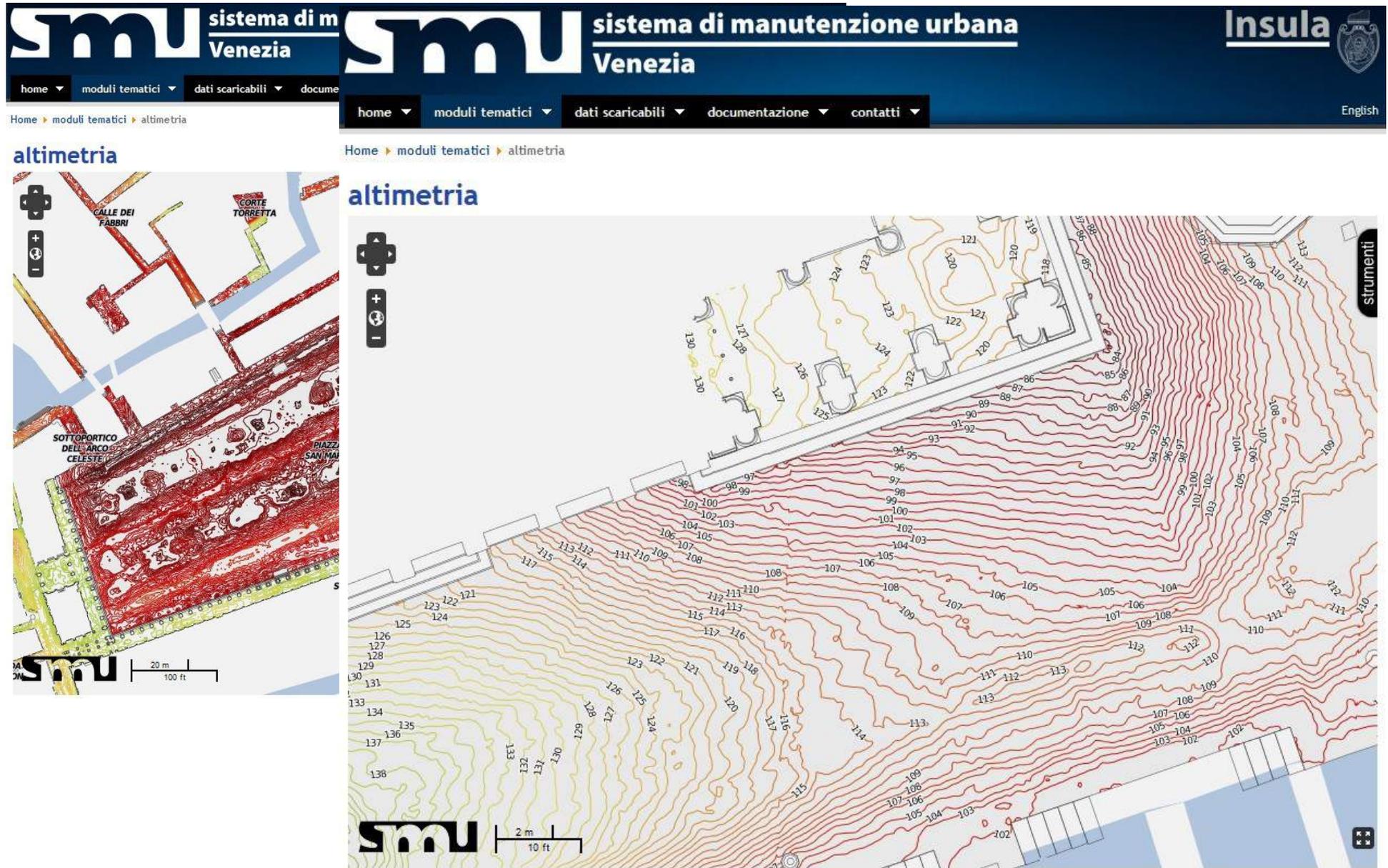
Disagio: Fino a 90cm la città non ha alcun vero disagio.

Mappe di allagamento viabilità pedonale



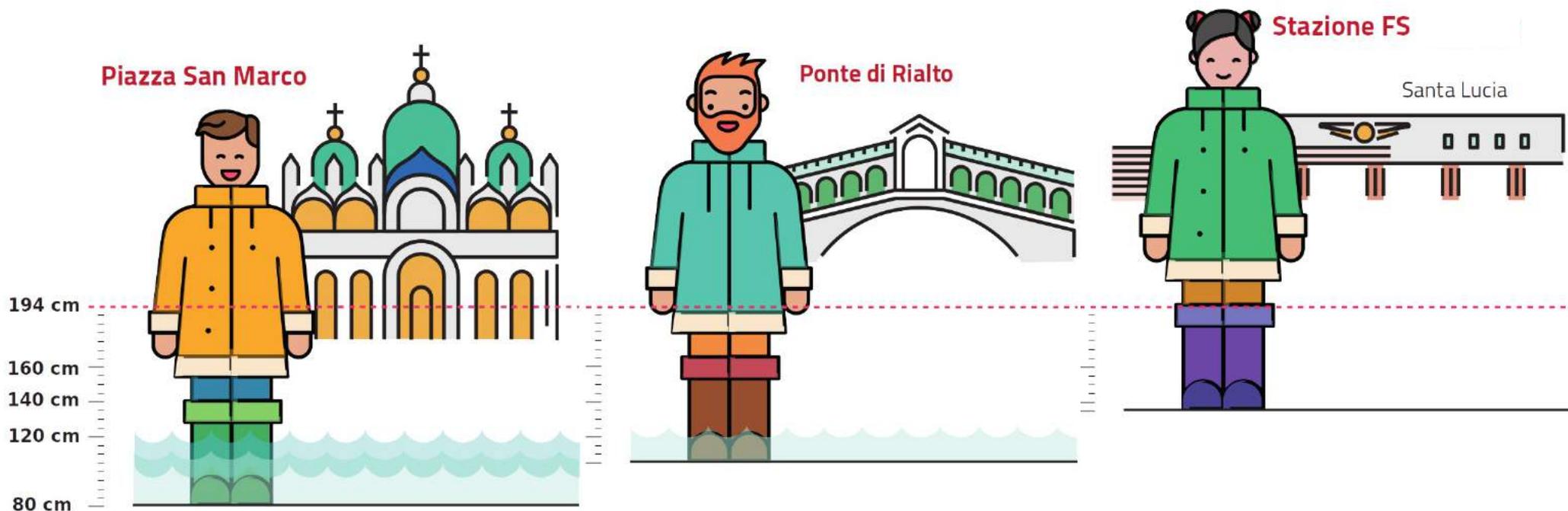
cm	%
90	2
100	5
110	12
120	28
130	46
140	59
150	69
160	77
170	82
180	85
190	88
200	91
210	100

Una informazione puntuale



Un servizio erogato dal Comune di Venezia all'indirizzo <http://smu.insula.it>

Esempio di marea percepita con un livello di +120cm



Punti diversi della città possono essere interessati in modo molto diverso da uno stesso fenomeno mareale, Venezia non si trova su un piano omogeneo. Per questo il Comune mette a disposizione il servizio via web di altimetria della città

Viabilità pedonale





Per gentile concessione
di insula spa



CPSM

Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di
Venezia

13/05/2022
pag.11 di 76



Il Centro Maree e la vita della città



CPSM

Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di Venezia

13/05/2022
pag.12 di 76



Basse maree e viabilità d'emergenza



Piano Comunale di Protezione Civile

Piano Integrato degli interventi in caso di alta e bassa marea

CITTA' DI
VENEZIA



Direzione Polizia Locale

Settore Protezione Civile, Rischio industriale e Centro Previsione e
Segnalazione Maree



Centro Operativo Gestione Previsioni e Allertamenti
Settore Protezione Civile, Rischio Industriale e Centro Previsione e Segnalazione Maree
Direzione Polizia Locale - Città di Venezia



Informazione e Allertamento



CPSM

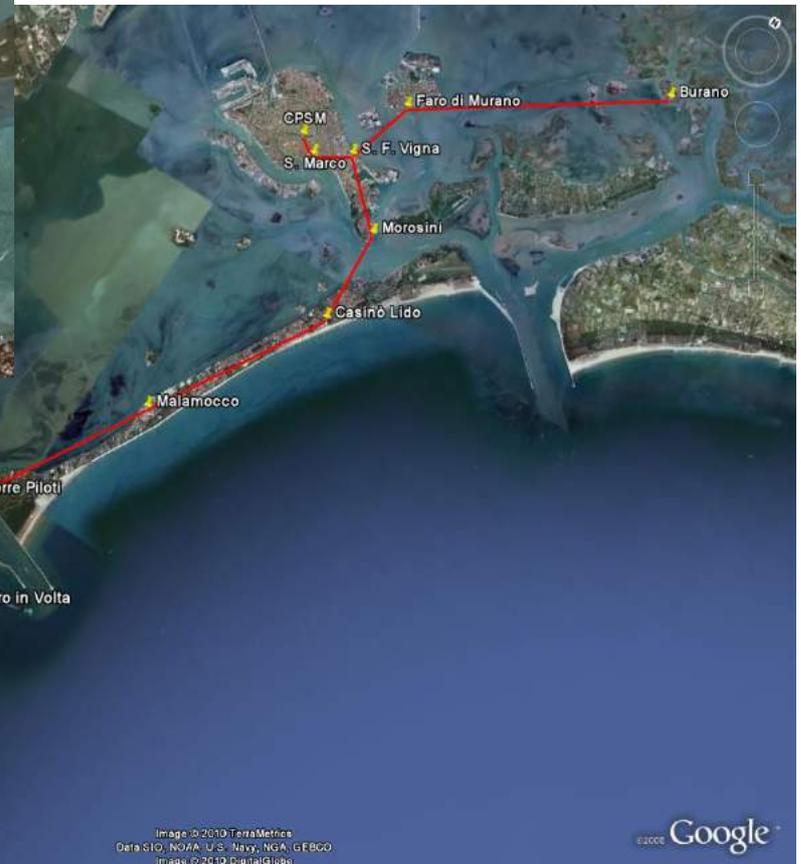
Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di Venezia

13/05/2022

pag.15 di 76



In caso di previsione di marea ≥ 110 , ai canali informativi si aggiungono:
Campagne SMS e Suono delle sirene

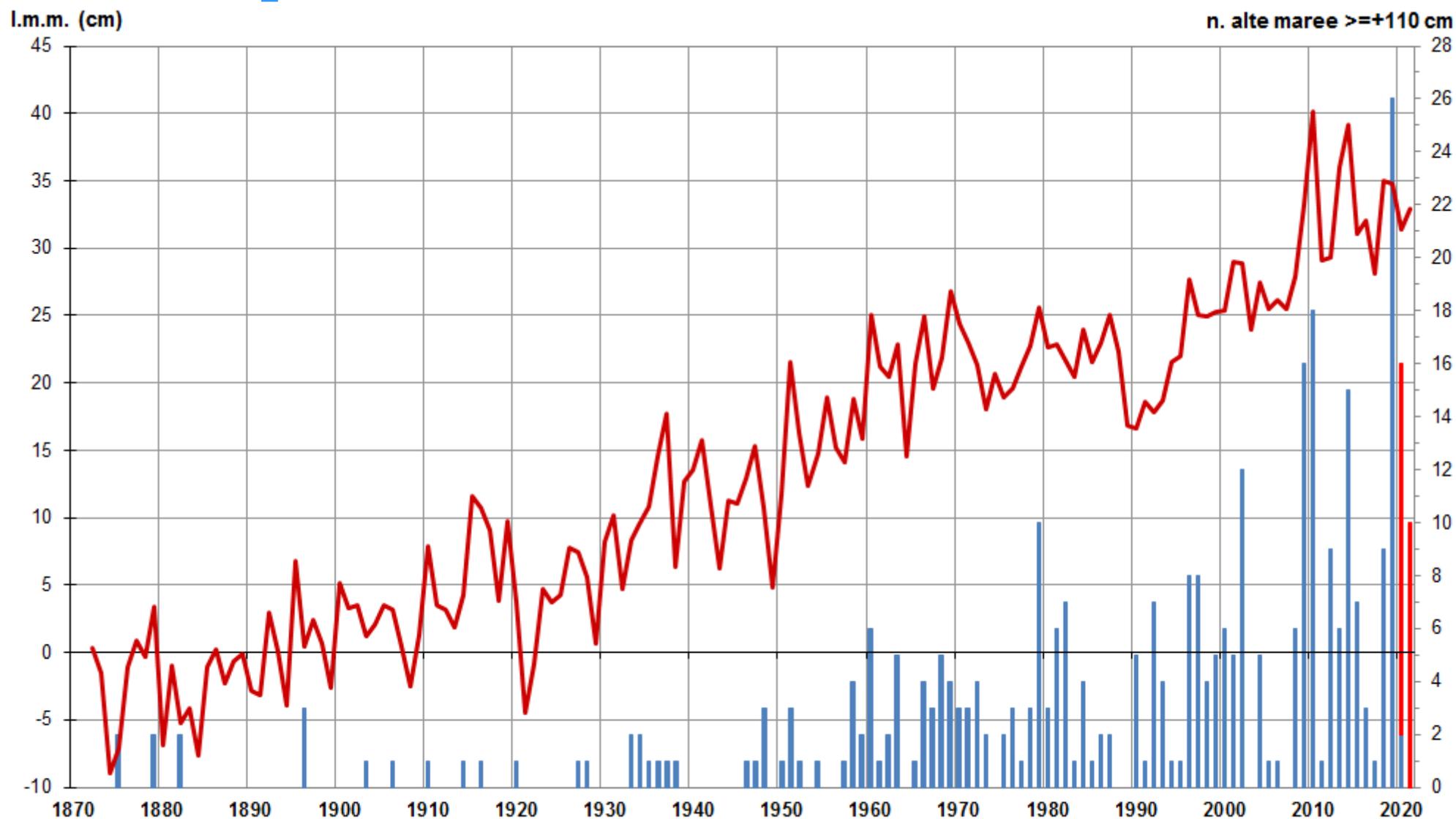


La rete è composta da 23 sirene, installate nel centro storico di Venezia e nelle isole principali,

Viene attivata 3 o 4 ore prima del superamento previsto della soglia dei 110 cm

Andamento del livello medio del mare a Venezia 1872-2021

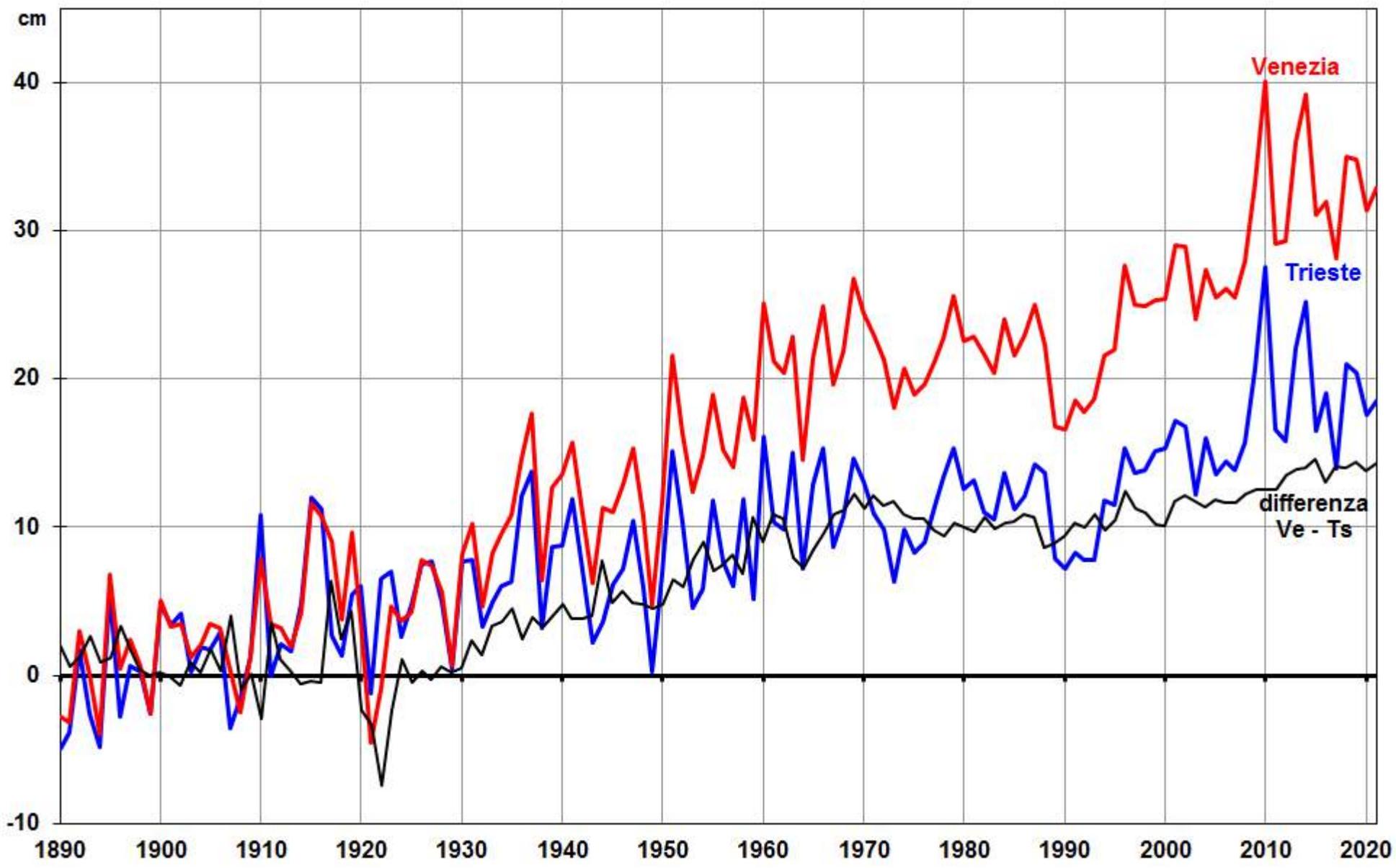
- Livello medio del mare su base annuale
- Numero di eventi mareali superiori o uguali a 110cm



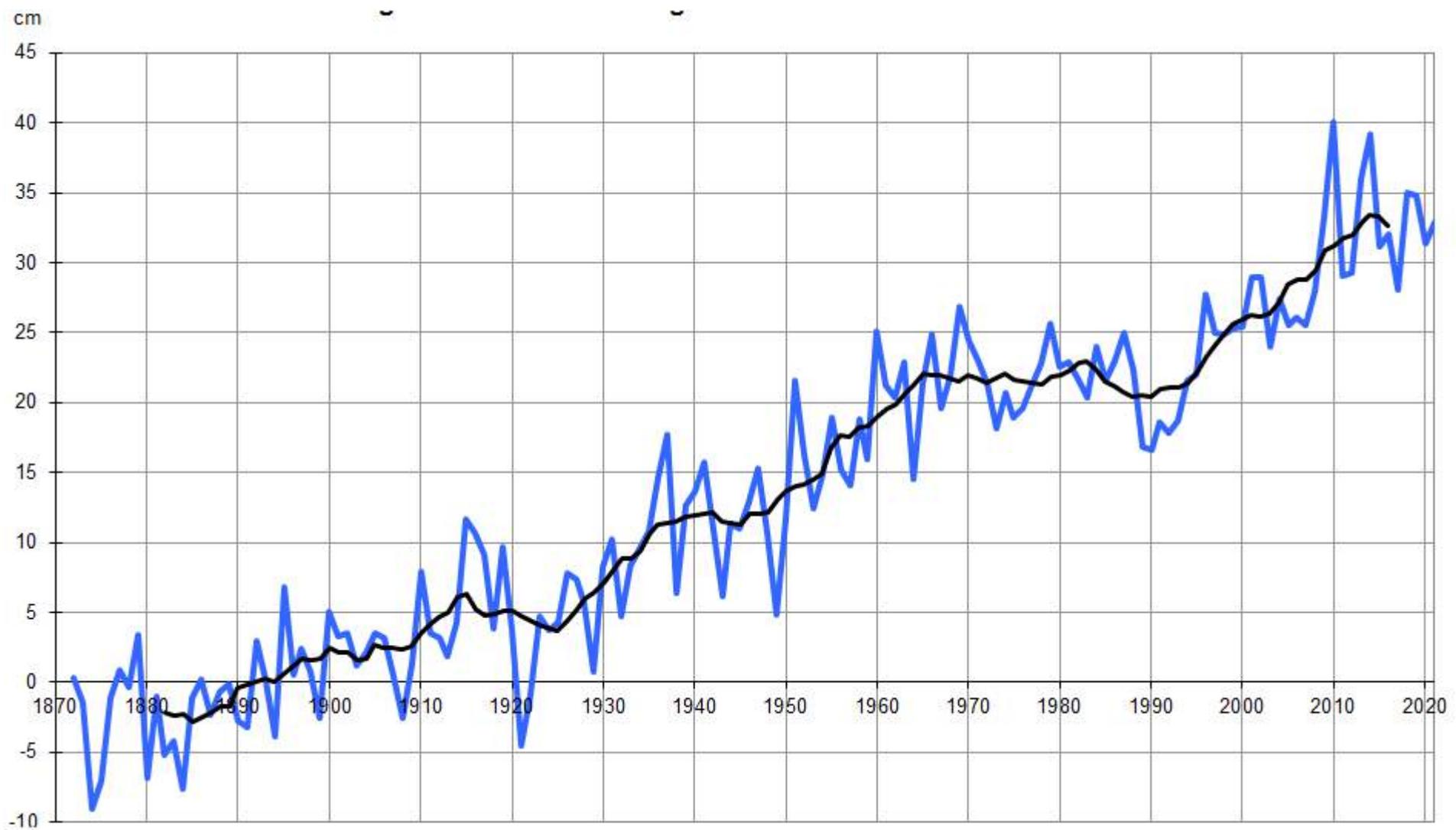
Variazione della media degli estremali di marea registrati a Venezia dal 1872 al 2021 e alte maree ≥ 110 cm (in rosso alte maree registrate in mare con sistema Mose in funzione)



Andamento del livello medio del mare a Venezia 1872-2021



Andamento del livello medio del mare a Venezia: media mobile



Livello medio annuale del mare a Venezia con tracciata in nero la media mobile centrata su un periodo di 11 anni



Permanenza e Frequenza media del fenomeno

<i>Livello raggiunto</i>	<i>numero casi</i>	<i>durata media sopra 90 cm average</i>	<i>durata media sopra 100 cm average</i>	<i>durata media sopra 110 cm average</i>	<i>durata media sopra 120 cm average</i>	<i>durata media sopra 130 cm average</i>	<i>durata media sopra 140 cm average</i>	<i>durata media sopra 150 cm average</i>	<i>durata media sopra 160 cm average</i>	<i>frequenza media</i>
<i>tidal level reached</i>	<i>number of cases</i>	<i>duration over 90 cm</i>	<i>duration over 100 cm</i>	<i>duration over 110 cm</i>	<i>duration over 120 cm</i>	<i>duration over 130 cm</i>	<i>duration over 140 cm</i>	<i>duration over 150 cm</i>	<i>duration over 160 cm</i>	<i>yearly average frequency</i>
110-119	165	5h 02'	3h 34'	1h 27'	-	-	-	-	-	una volta ogni 4 mesi once every 4 months
120-129	73	6h 29'	5h 04'	3h 35'	1h 18'	-	-	-	-	una volta ogni 9 mesi once every 9 months
130-139	27	6h 43'	5h 37'	4h 32'	2h 58'	1h 16'	-	-	-	una volta ogni 2 anni e 1 mese once every 2 years, 1 months
140-149	14	9h 51'	8h 08'	7h 05'	5h 00'	3h 34'	1h 27'	-	-	una volta ogni 4 anni once every 4 years
150-159	5	11h 12'	9h 59'	8h 56'	5h 48'	4h 33'	3h 15'	1h 36'	-	una volta ogni 11 anni once every 11 years
>=160	3	13h 20'	12h 22'	11h 23'	8h 18'	7h 12'	6h 15'	5h 07'	3h 33'	una volta ogni 18 anni e 8 mesi once every 18 years, 8 months

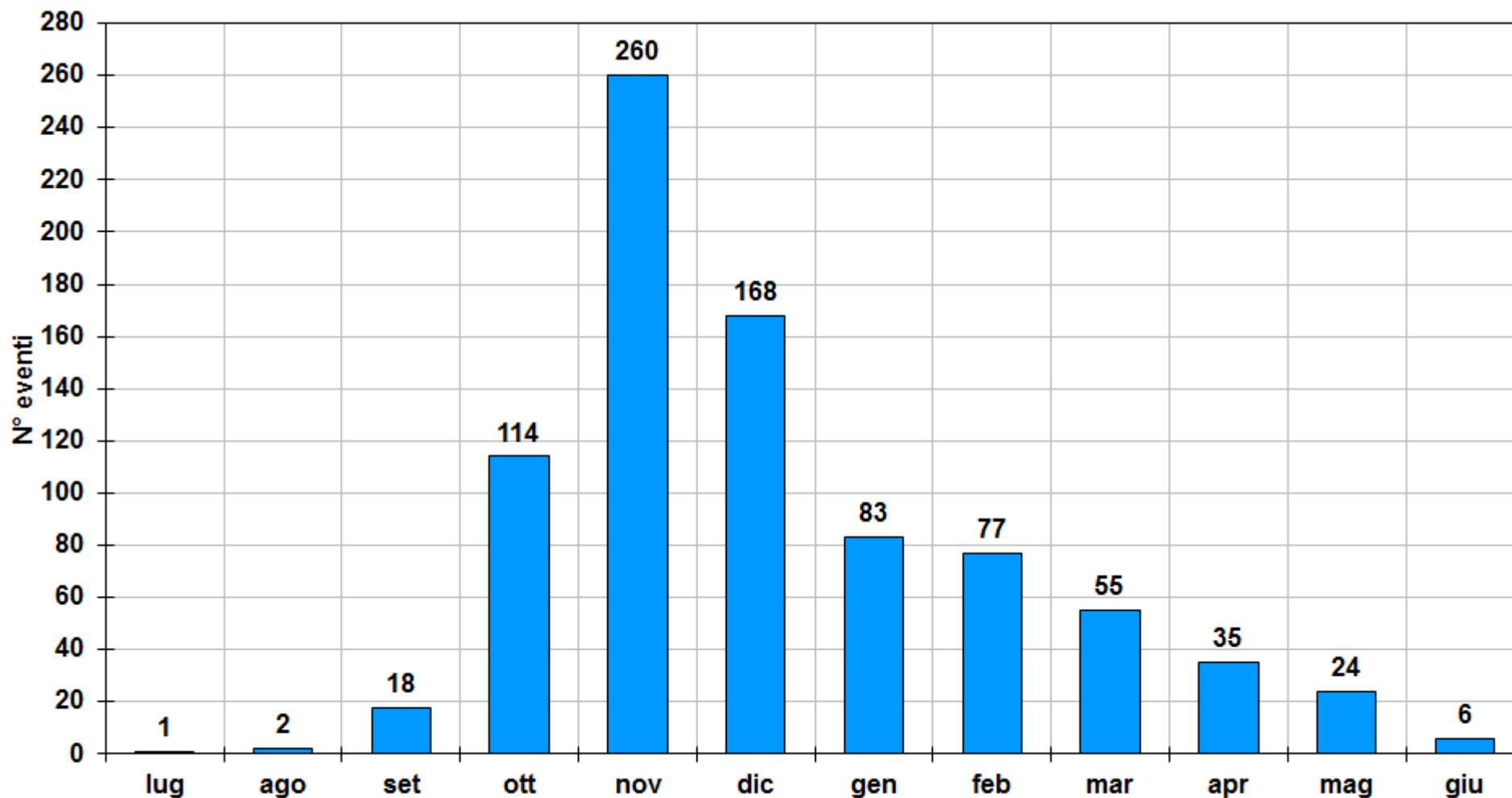
La tabella sopra mostra quanto tempo la marea rimane mediamente sopra determinate soglie (90cm, 100cm, 110cm, 120cm, ...) in base al livello totale raggiunto. Per esempio eventi che hanno registrato un livello fino a 119cm, rimangono mediamente sopra 110cm per meno di un'ora e mezza.

Frequenza media del fenomeno

Livello raggiunto	Frequenza media 1966-2000	Frequenza media 2001-2020
110-119	due volte all'anno	quattro volte all'anno
120-129	una volta ogni 1 anno e 2 mesi	due volte all'anno
130-139	una volta ogni 2 anni e 4 mesi	una volta ogni 1 anno e 10 mesi
140-149	una volta ogni 8 anni e 9 mesi	una volta ogni 2 anni
150-159	una volta ogni 35 anni	una volta ogni 5 anni
>=160	una volta ogni 17 anni e 6 mesi	una volta ogni 20 anni

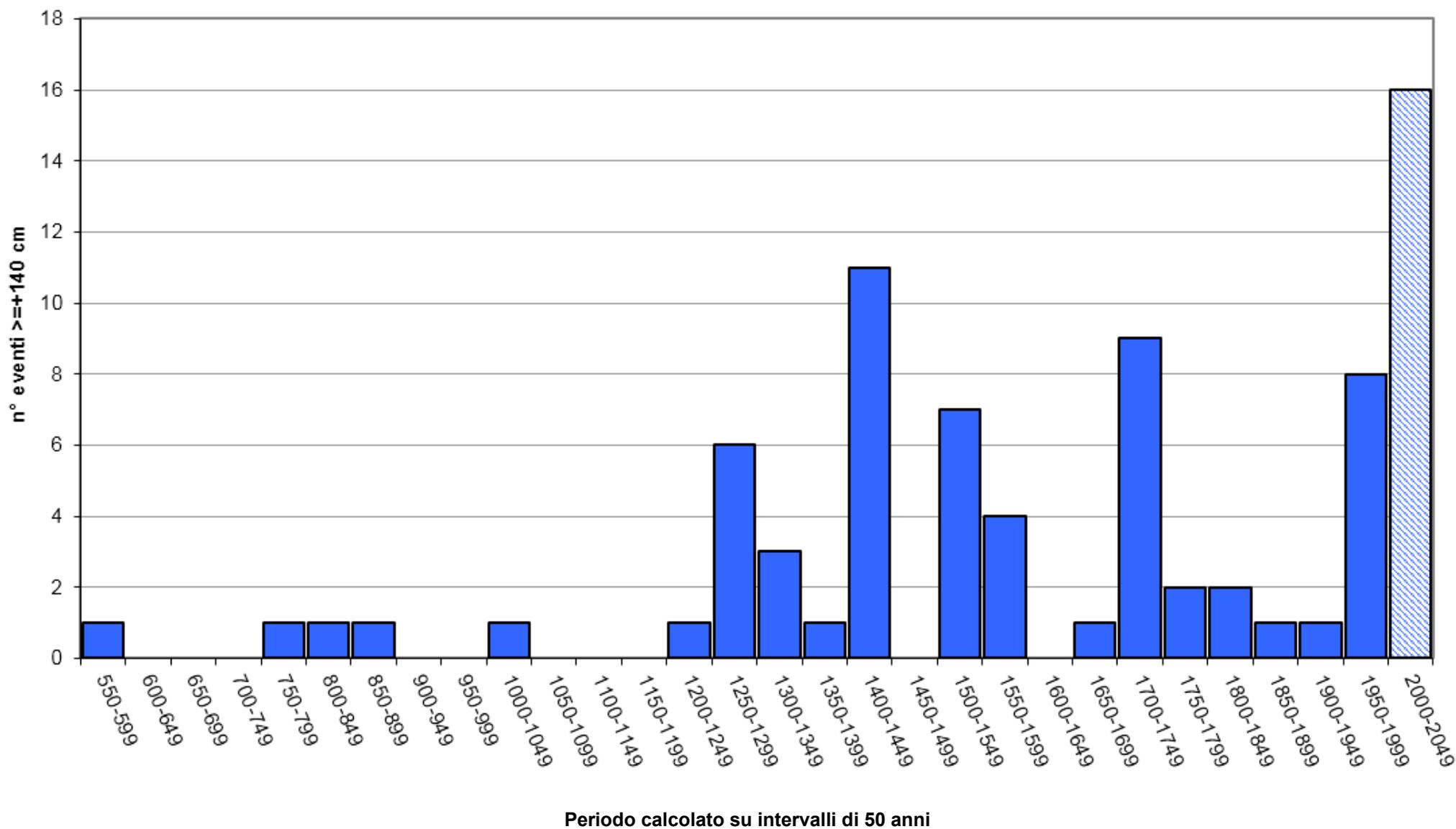
La tabella mostra come sono cambiate le frequenze degli eventi mareali nell'ultimo ventennio

Distribuzione mensile delle maree superiori a 100cm



Distribuzione mensile delle alte maree $\geq +100$ registrate a Venezia dal 1872 al 2021

"Archeo-statistica": eventi superiori a 140cm



E con il MOSE? Prendiamo ad esempio Piazza San Marco

Considerando che i punti più bassi della città cominciano ad allagarsi in modo significativo per valori di marea attorno 80/85cm

Analizzando il periodo compreso tra 2008-04-06 e il 2020-11-16

Per maree comprese tra	N di ore totali di permanenza	N medio annuale di ore di permanenza	Beneficio % in termini di ore
>80cm	4774	398	
[80cm, 110cm[4441	370	7%
[80cm, 130cm[4713	393	1%

La previsione

I fenomeni che concorrono al livello della marea a Venezia sono numerosi. Alcuni possono essere calcolati separatamente e poi sommati linearmente.

$$H(\text{Venezia}) = h_0 - \Delta p_{\text{Ve}} + \Delta p_{\text{Ve-Ba}} + \Gamma(v_{10}) + s1 + s2 + s3 + s4 + A(S,L,T,\dots) + \dots$$

I principali fattori possono essere considerati i seguenti:

- la marea astronomica
- la particolare conformazione morfologica del bacino Adriatico
- il contributo apportato dalle condizioni meteorologiche
- le sesse
- la circolazione marina

Le componenti della marea

1. Visione sulla situazione sinottica

1.1 posizione della corrente a getto polare

1.2 intensità e dimensione della struttura ciclonica

1.3 analisi della traiettoria

2. Visione a scala Mediterranea

2.1 intensità e dimensione dell'eventuale ciclone secondario

2.2 analisi della traiettoria

2.3 analisi della T mare per valutare l'energia

2.4 posizione e altezza dell'anticiclone

2.5 la pressione locale

3. Valutazione del vento

3.1 caratteristiche del vento (direzione/intensità, stress, shear verticale)

3.2 andamento e bontà della previsione

3.3 interazione con il mare

4. Lo stato del mare

4.1 il livello medio

4.2 l'astronomica

4.3 la sessa

4.4 le correnti

4.5 eventuale sovrapposizione di eventi

5. Lo stato della Laguna

5.1 condizioni al contorno

5.2 sessa interna

5.3 circolazione interna

Struttura morfologica del bacino: l'Adriatico



Struttura morfologica del bacino: la laguna



La marea astronomica

La componente astronomica della marea deriva dall'interazione gravitazionale principalmente tra terra, luna e sole

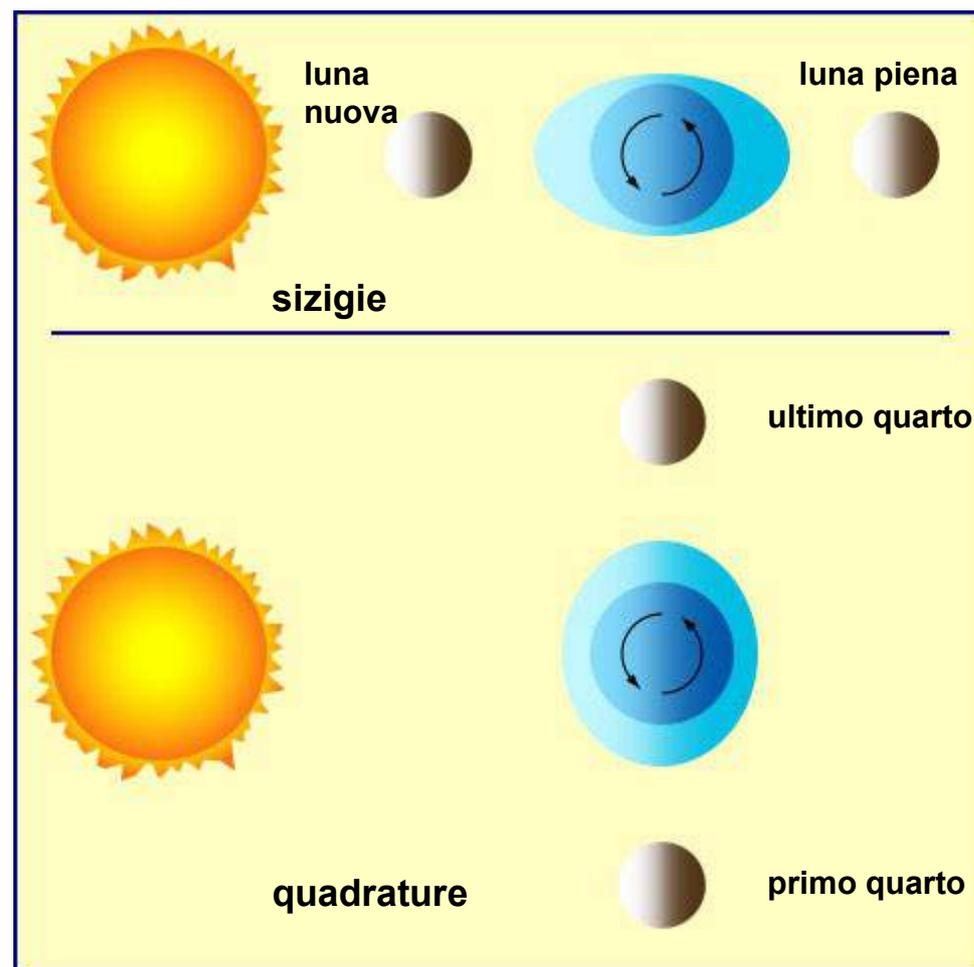
E' prevedibile con grande precisione

L'ampiezza della marea astronomica è compresa tra + 87 cm e - 35 cm

La marea astronomica calcolata per Venezia tiene conto, mediante l'aggiunta di un coefficiente, della subsidenza (circa 14cm) e dell'eustatismo (circa 18cm). Attualmente si aggiungono 31cm

Componenti armoniche sono circa 52 di cui le più significative sono 8:

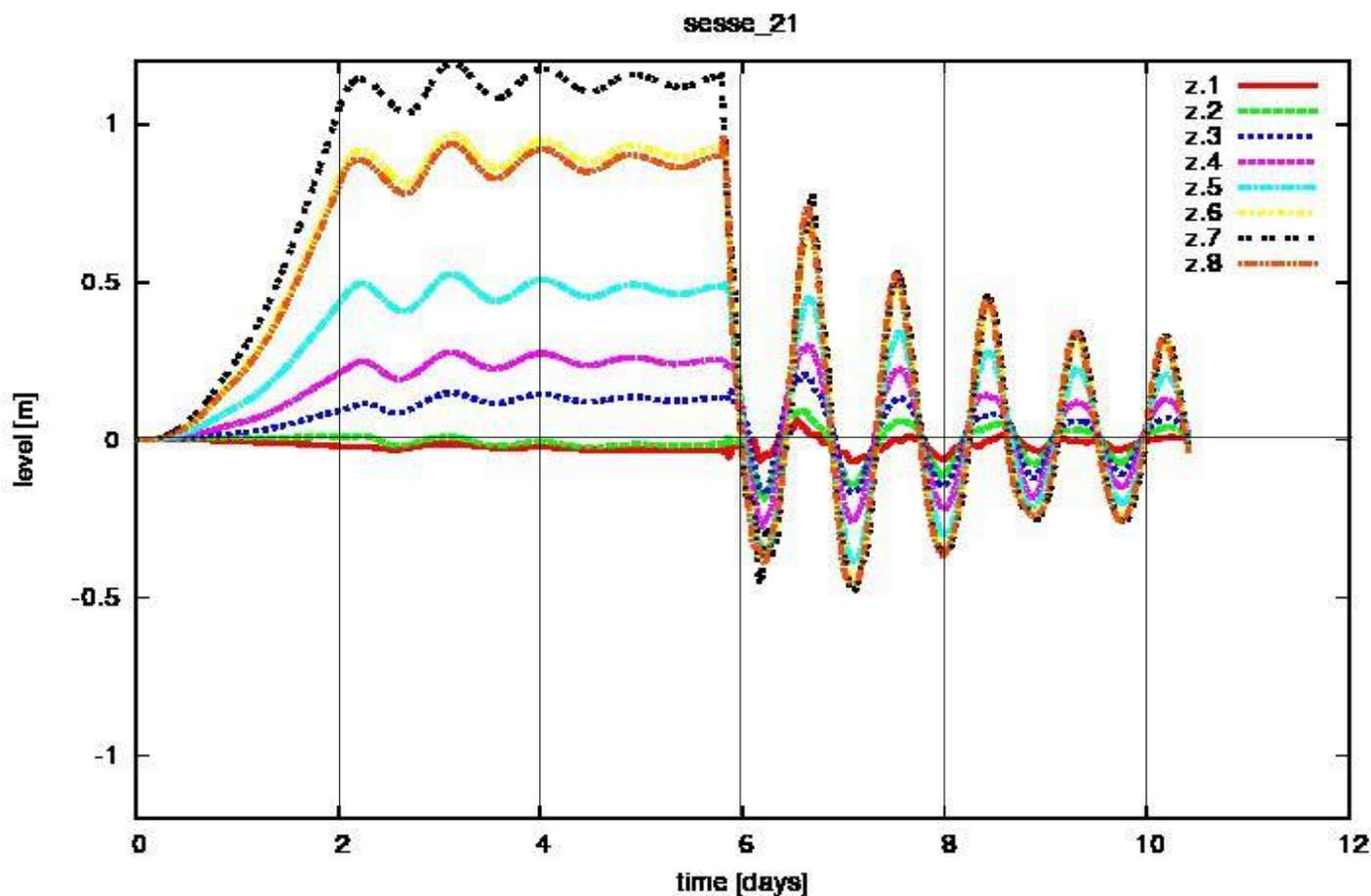
M2 S2 N2 K2 K1 O1 P1 S1



Ulteriore componente è data dalla sessa

Il fenomeno si genera quando una causa meteorologica impulsiva, produce un rapido dislivello in una zona del mare.

Il ristabilimento dell'equilibrio avviene mediante una successione di oscillazioni che gradualmente si smorzano: queste oscillazioni sono dette sesse.

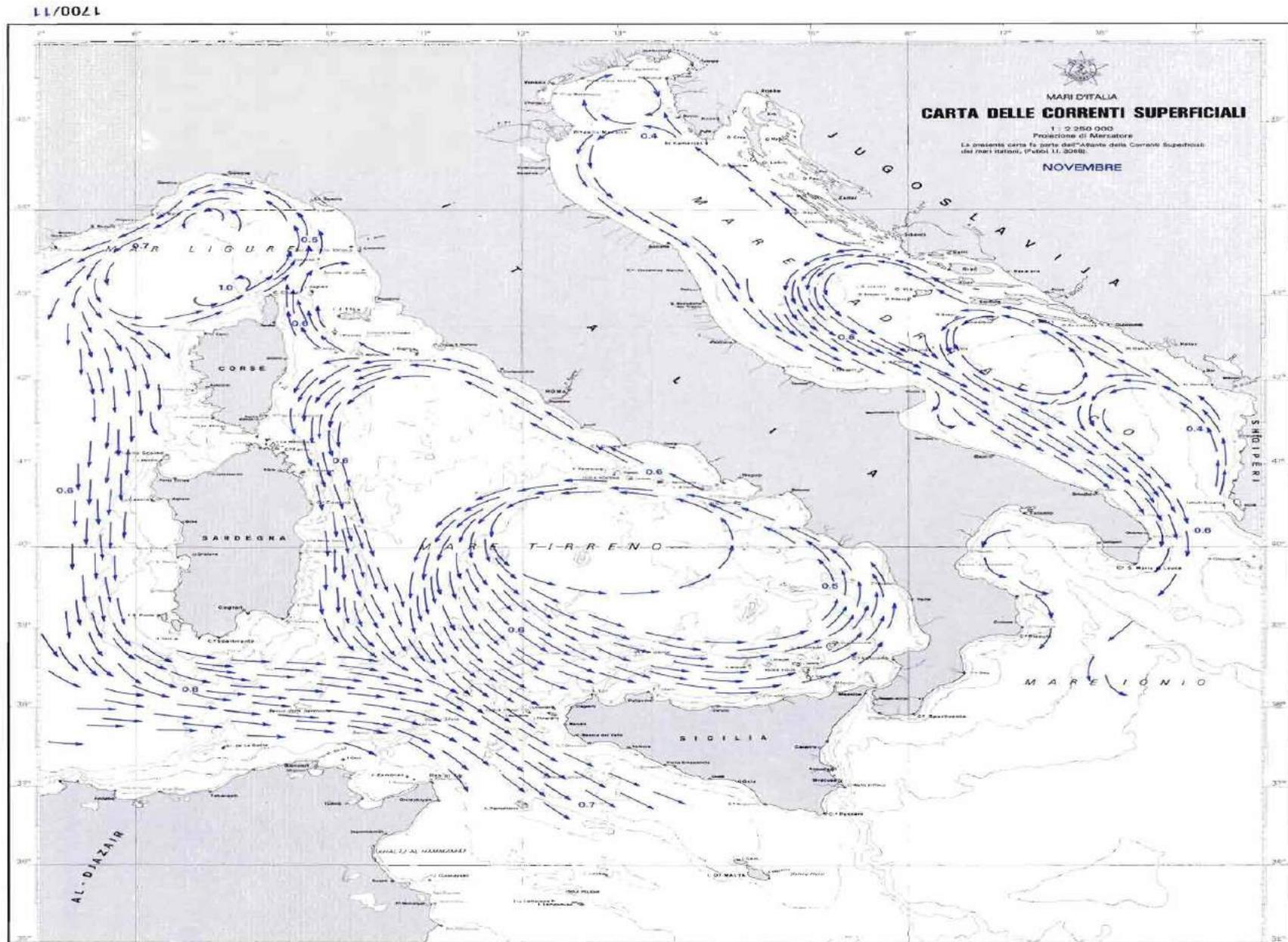


I periodi fondamentali sono circa:

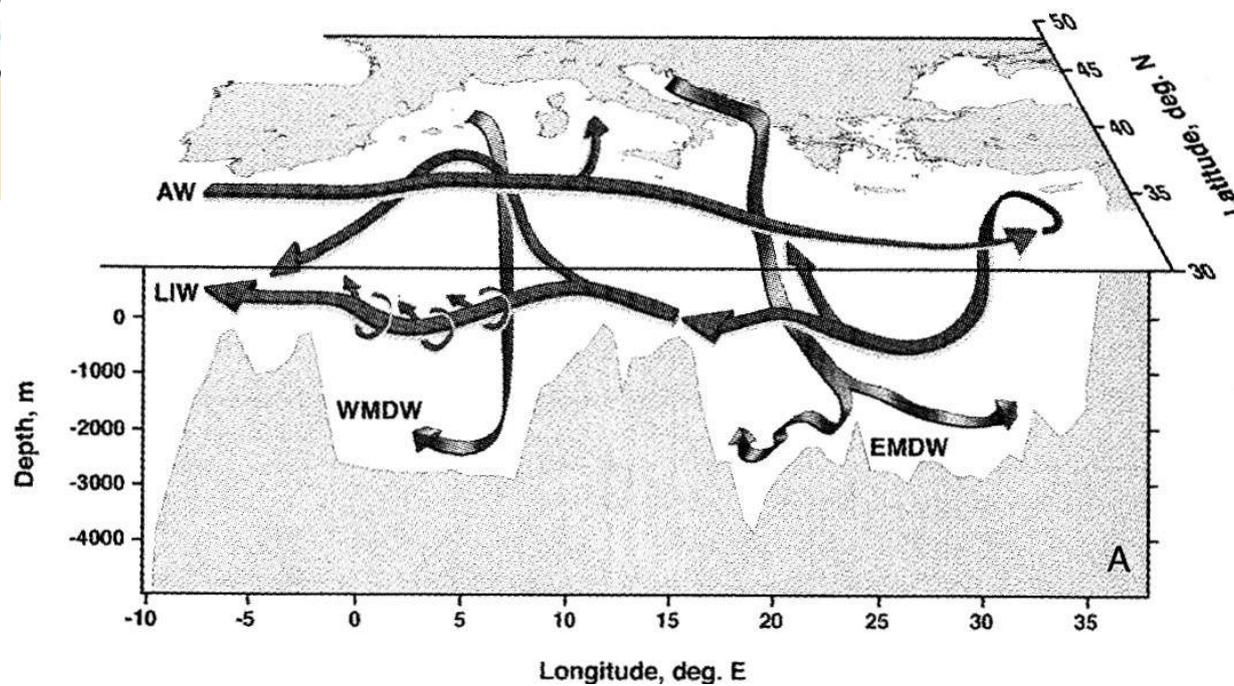
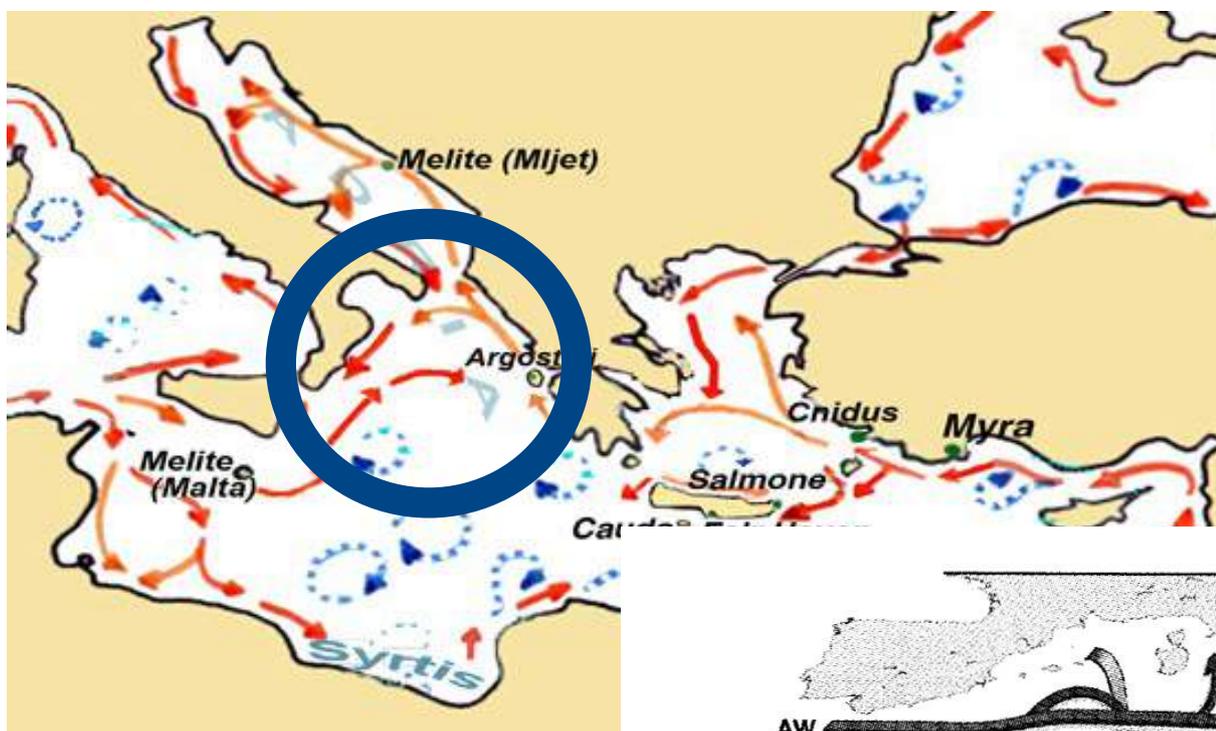
- 21h 42m
- 10h 48m
- 7h 30m
- 4h 20m

Esempio di componenti della Sessa da scirocco calcolata da CNR-ISMAR-Ve

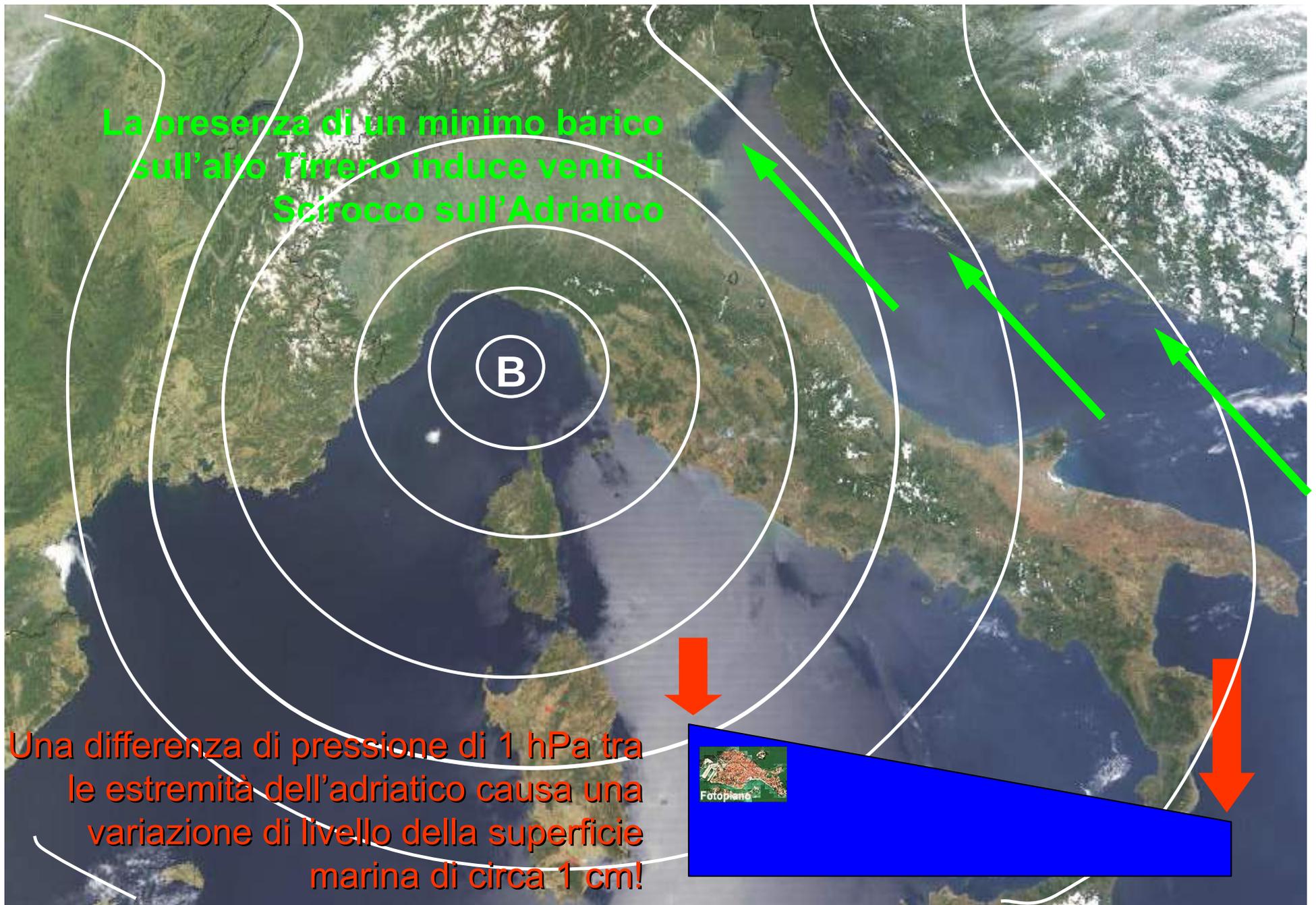
Le correnti marine superficiali in Adriatico



Le correnti marine in Adriatico



Contributo Meteorologico: un esempio idealizzato

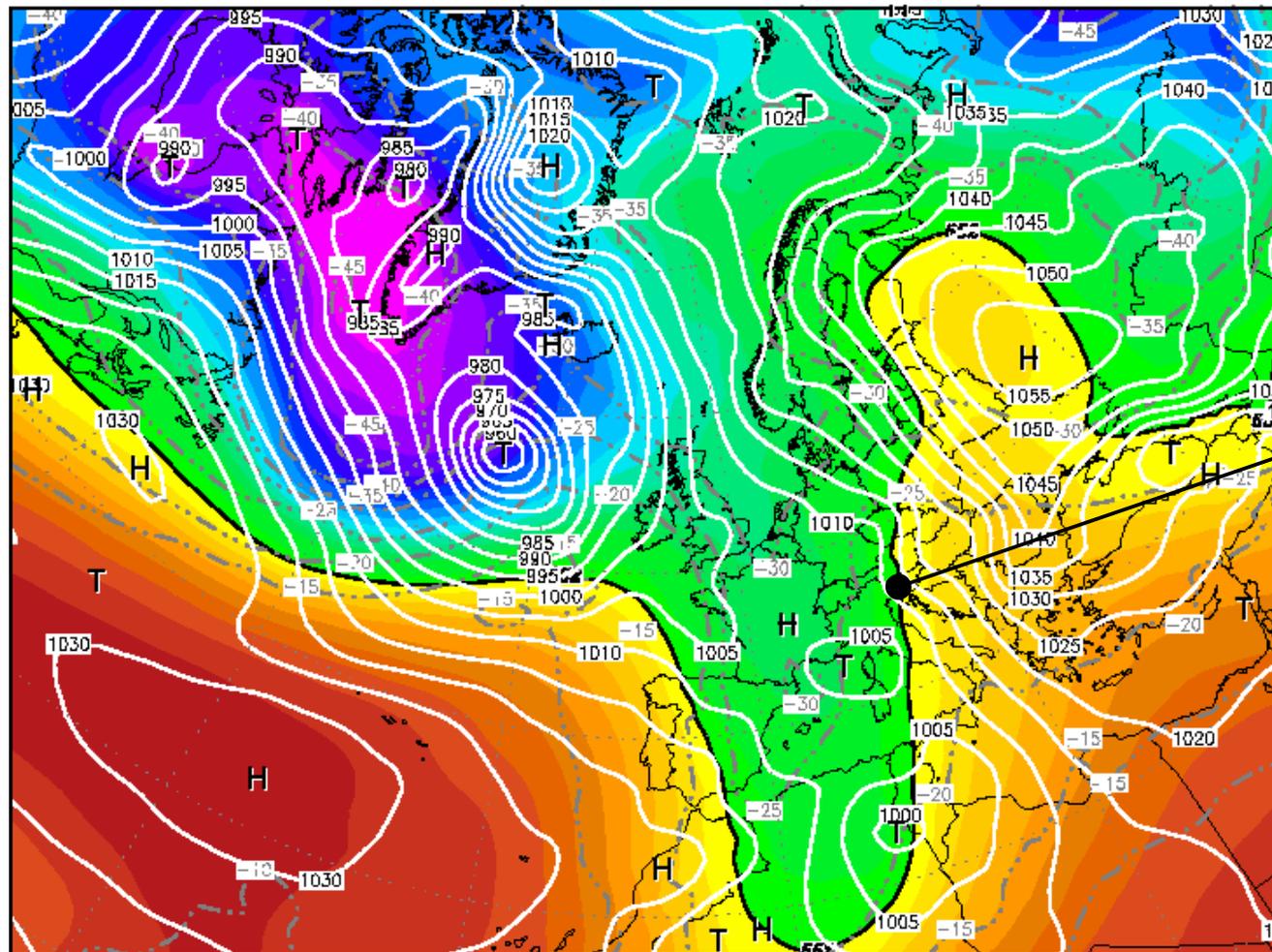


Contributo Meteorologico: La pressione atmosferica Δp_{Ve}

Init : Fri,31JAN2014 00Z

Valid: Fri,31JAN2014 00Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



la differenza di pressione su Venezia nelle ultime 24h

Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Contributo Meteorologico: Barometro Inverso

Variazione pressione/variazione livello \approx densità mercurio/densità acqua di mare

con $T = 15^{\circ}\text{C}$

$$\delta(\text{Hg})/\delta(\text{Acqua Mare}) = 13,56 / 1,03 = 13,2\text{mm}$$

Quindi per un aumento della pressione di 1 mmHg, il livello scende di 13,2mm

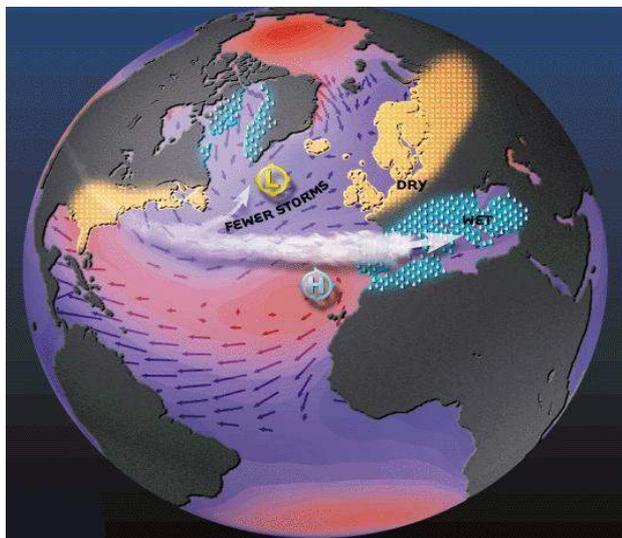
1 mmHG = 1.3hPa \Rightarrow 1.3:13.2=1:x \Rightarrow **1hPa circa 10.2mm = 1cm**

POLLI: FATTORI BAROMETRICI STAGIONALI PER I PORTI DI VENEZIA E TRIESTE

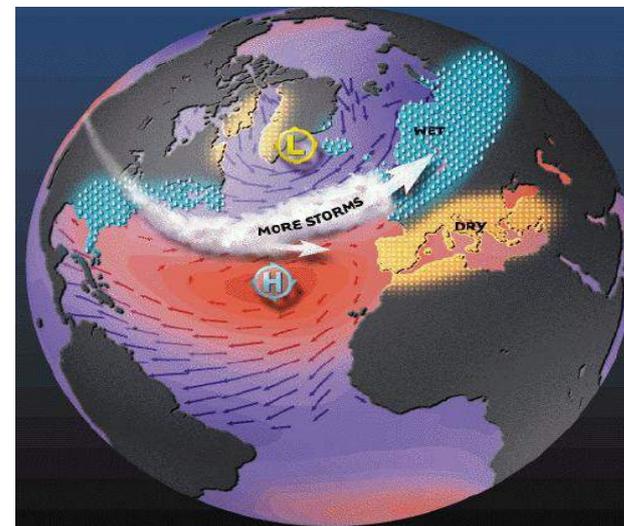
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale
mesi	12, 01, 02	03, 04, 05	06, 07, 08	09, 10, 11	
Venezia	22	21	9	14	17
Trieste	20	26	24	9	20

I fattori barometrici medi risultano superiori al valore teorico.

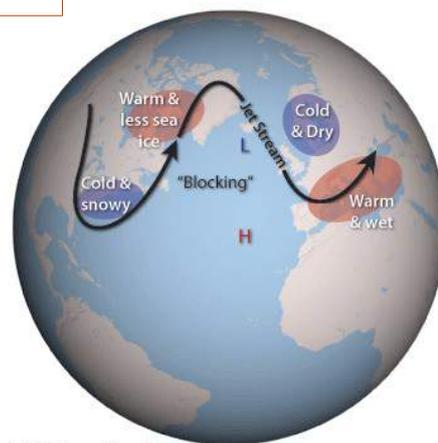
Contributo Meteorologico: relazione con le correnti planetarie



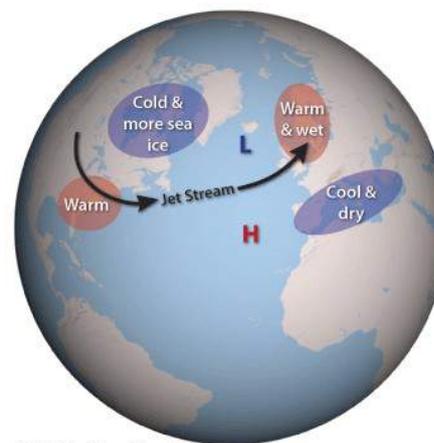
NAO- secco sul nord Europa, aria fresca e umida sul centro/sud



NAO+ freddo sul nord Europa, caldo secco sul centro/sud Europa

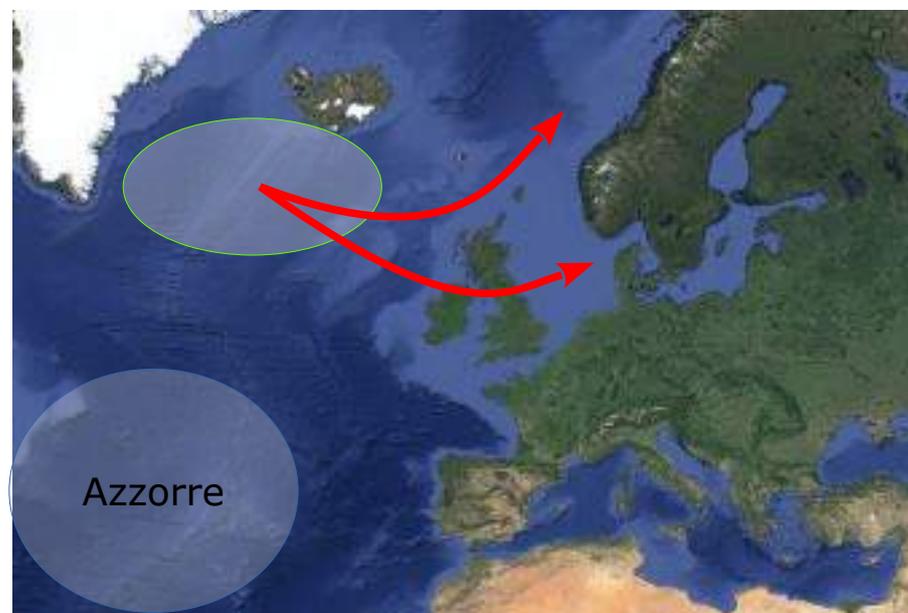


NAO Negative Mode



NAO Positive Mode

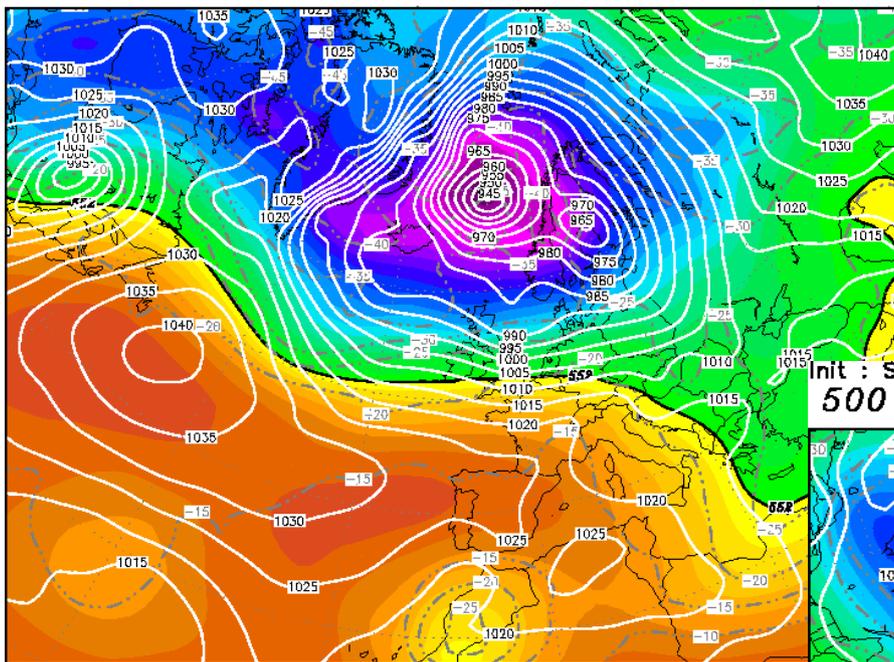
Sistema ciclonico profondo stanziale (almeno 48h) tra le coste britanniche e le coste norvegesi



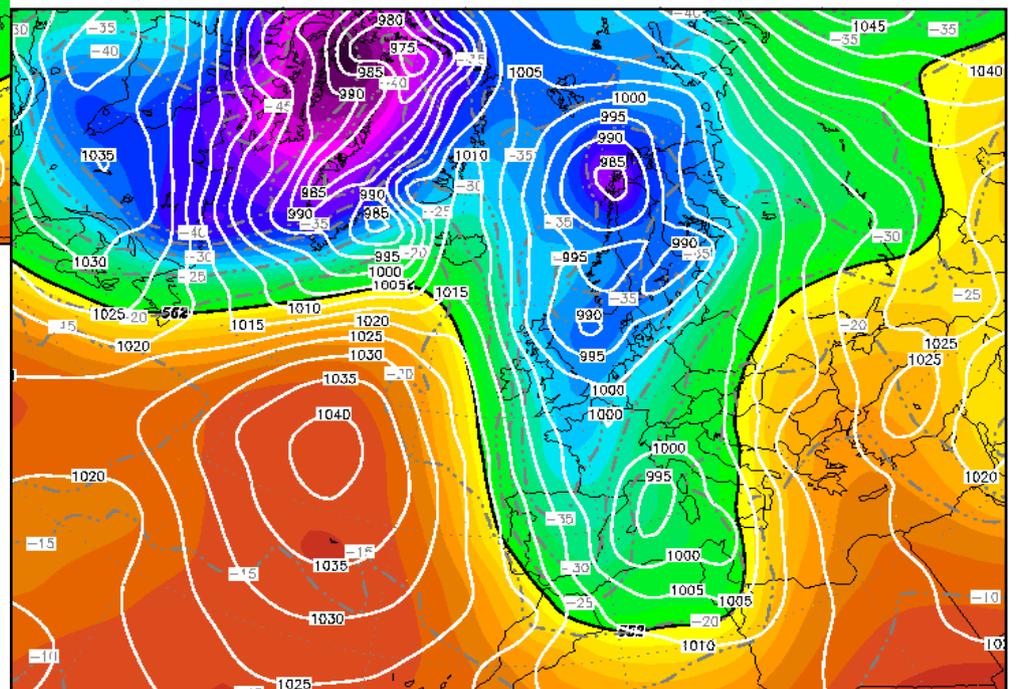
Generalmente questa configurazione porta una ampia circolazione ciclonica che investe il nord Africa e induce venti sciroccali di energia rilevante che vengono incanalati lungo l'Adriatico



Init : Fri,24DEC2004 00Z Valid: Fri,24DEC2004 00Z
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



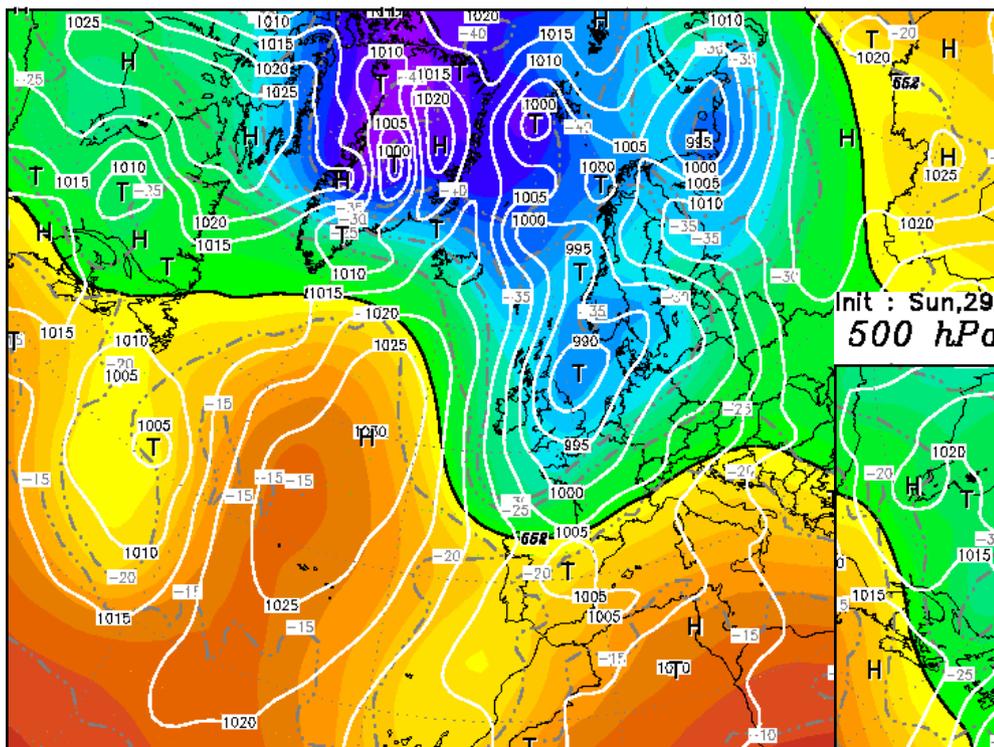
Init : Sun,26DEC2004 00Z Valid: Sun,26DEC2004 00Z
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



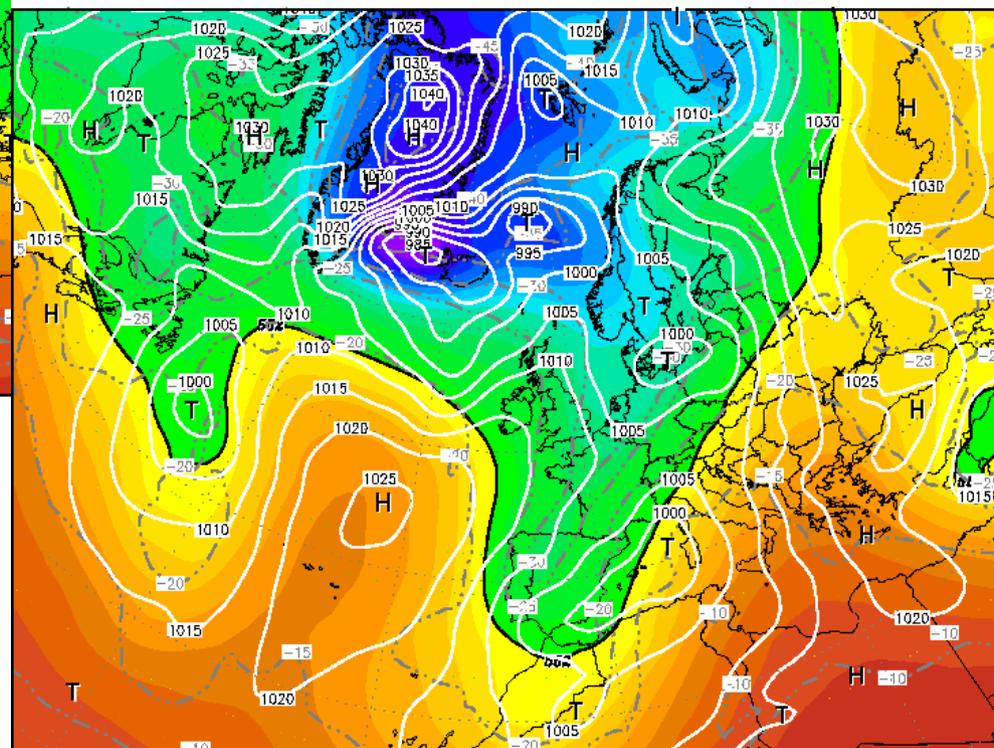
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
 (C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
 (C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Sat,28MAR2009 00Z Valid: Sat,28MAR2009 00Z
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



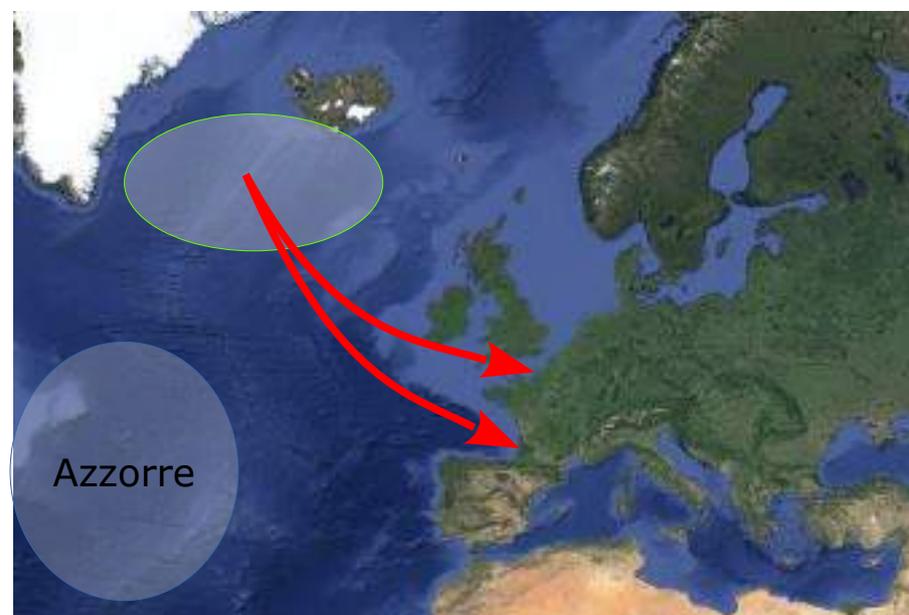
Init : Sun,29MAR2009 00Z Valid: Sun,29MAR2009 00Z
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
 (C) Wetterzentrale
 www.wetterzentrale.de

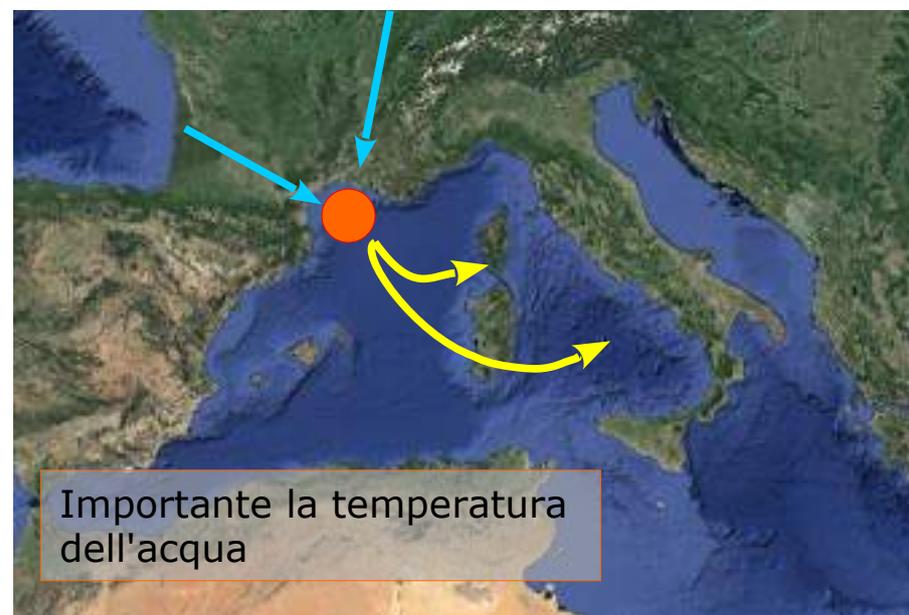
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
 (C) Wetterzentrale
 www.wetterzentrale.de

Il sistema ciclonico si sviluppa in un'area più meridionale e si muove verso est passando sull'Irlanda o sotto.
Stanzia sul Golfo di Biscaglia o sul Canale della Manica



Golfo di Biscaglia → ciclogenesi sul Golfo di Marsiglia e moto verso Corsica/Sardegna o Sardegna/Tirreno meridionale

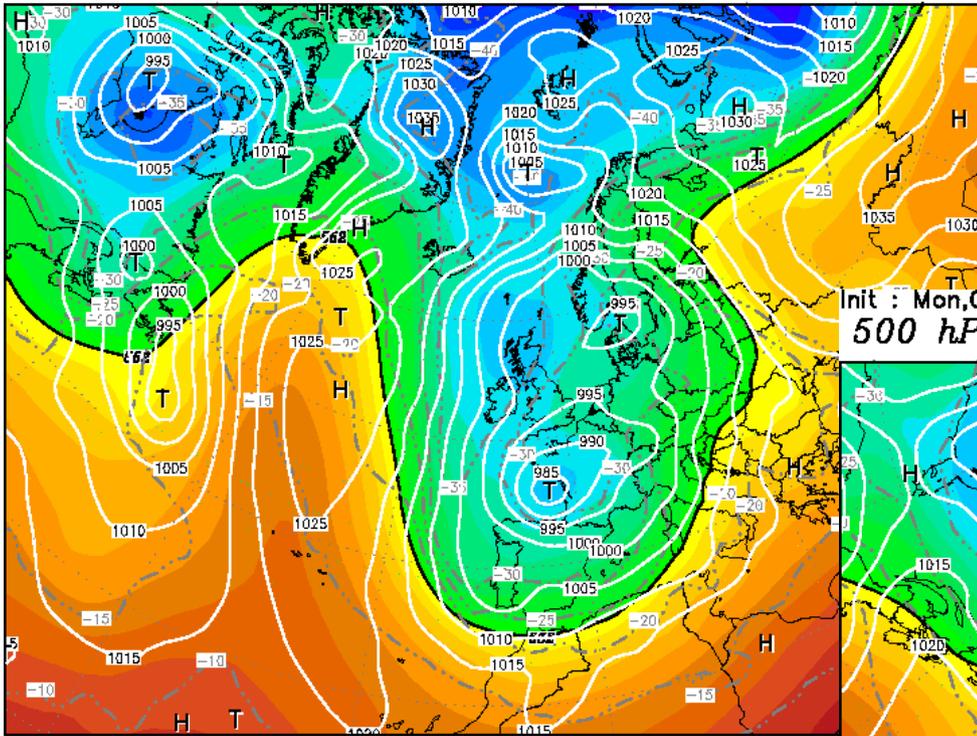
Manica/Bretagna → ciclogenesi sul Golfo di Marsiglia e moto verso Corsica/Sardegna o Sardegna/Campania



Manica/Bretagna → ciclogenesi sul Golfo di Genova con i conseguenti moti ciclonici che inducono venti sciroccali su tutto l'Adriatico

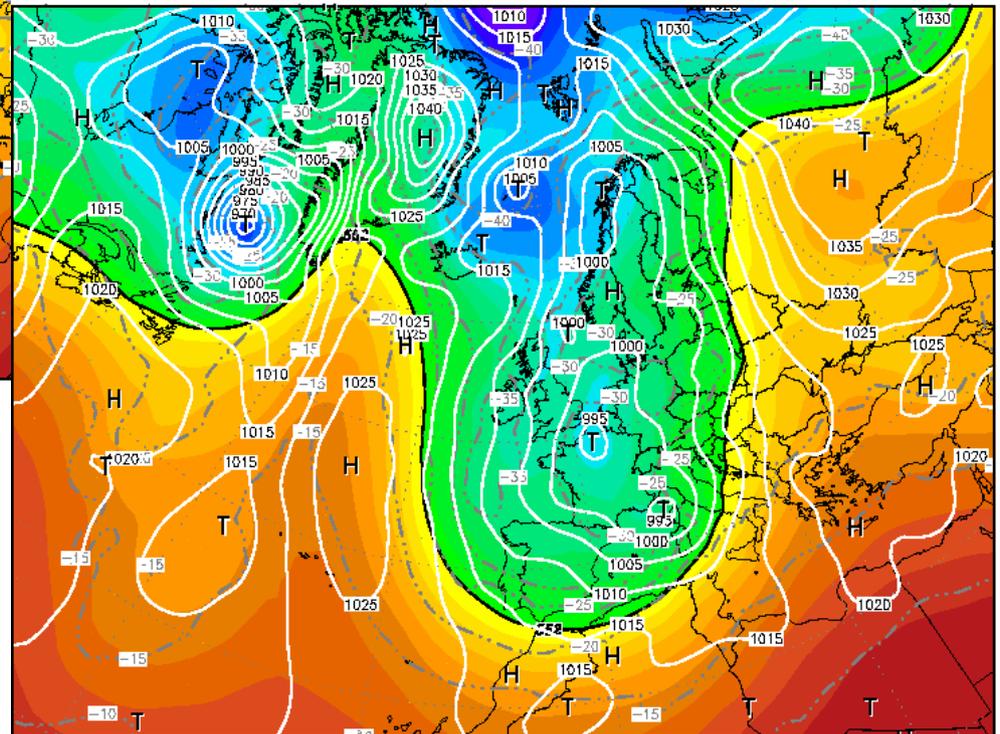


Init : Sun,30NOV2008 00Z Valid: Sun,30NOV2008 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



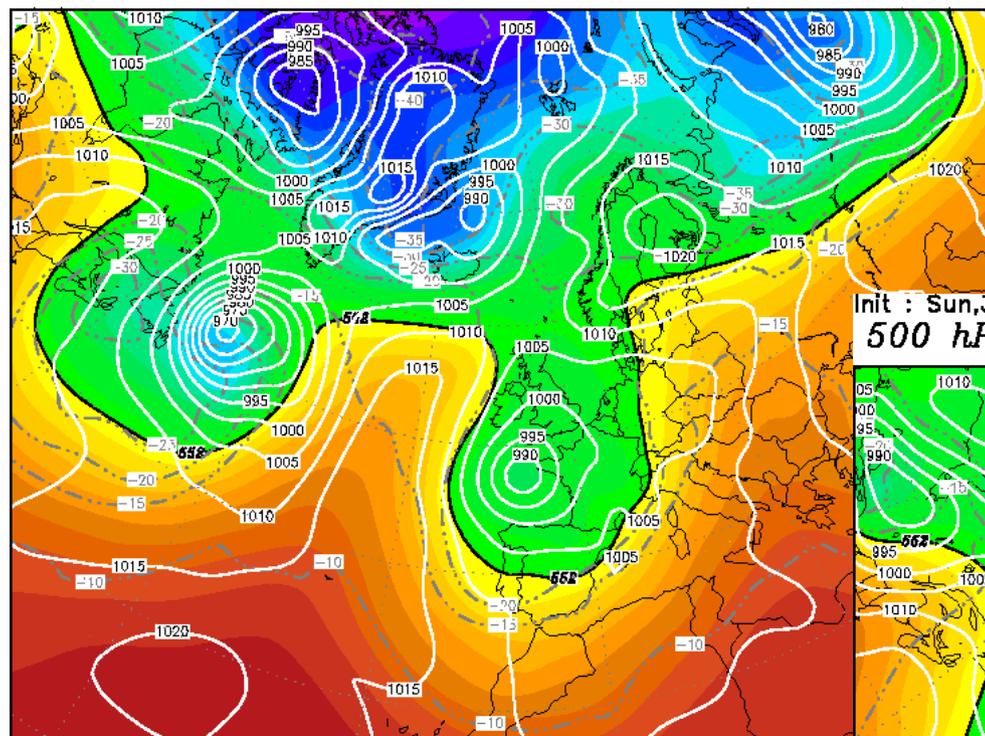
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Mon,01DEC2008 00Z Valid: Mon,01DEC2008 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



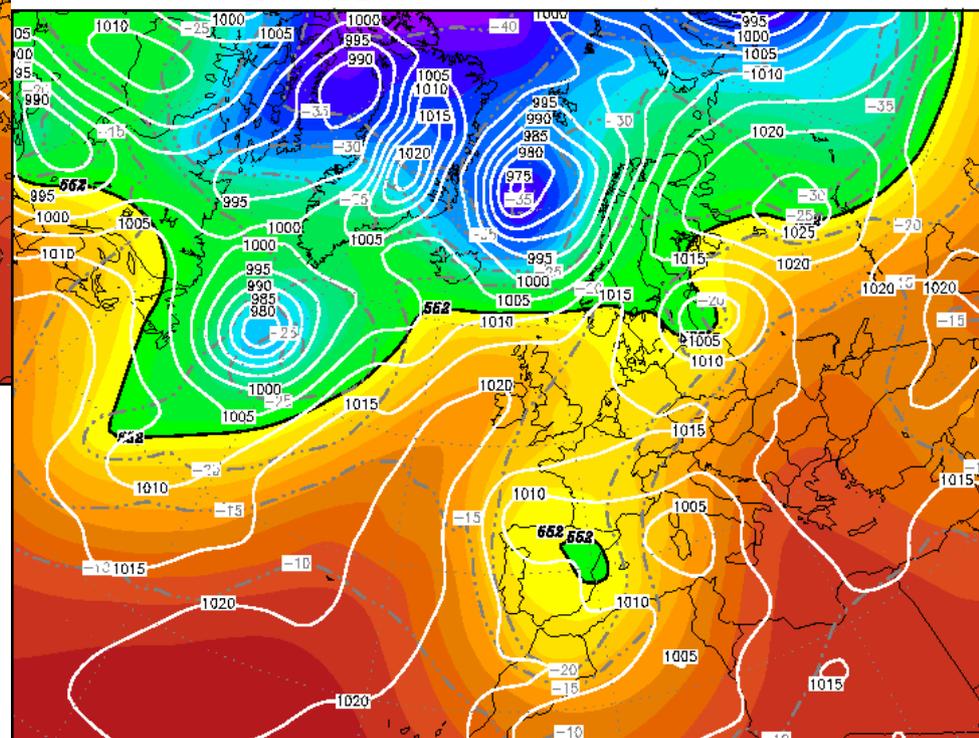
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Sat,30OCT2004 00Z Valid: Sat,30OCT2004 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Sun,31OCT2004 00Z Valid: Sun,31OCT2004 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)

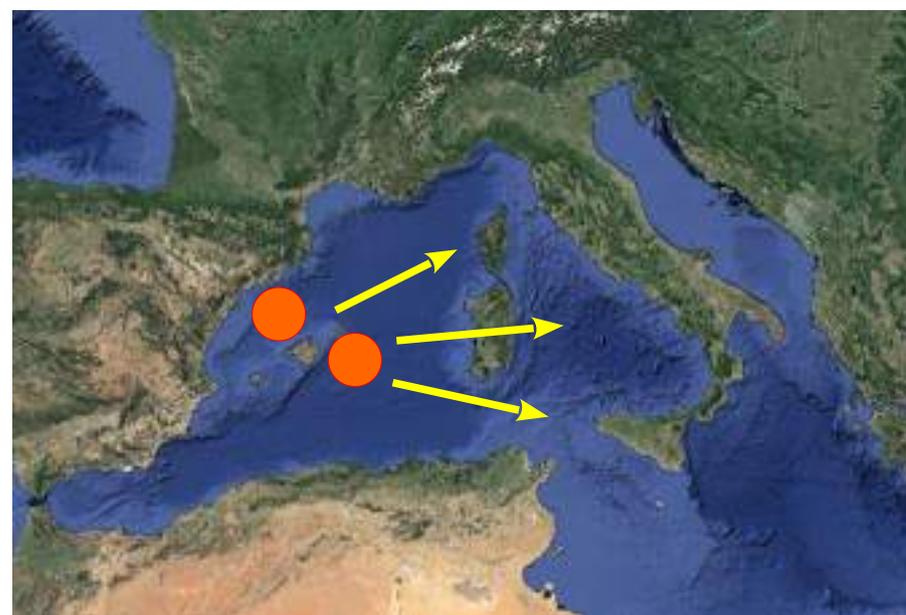


Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

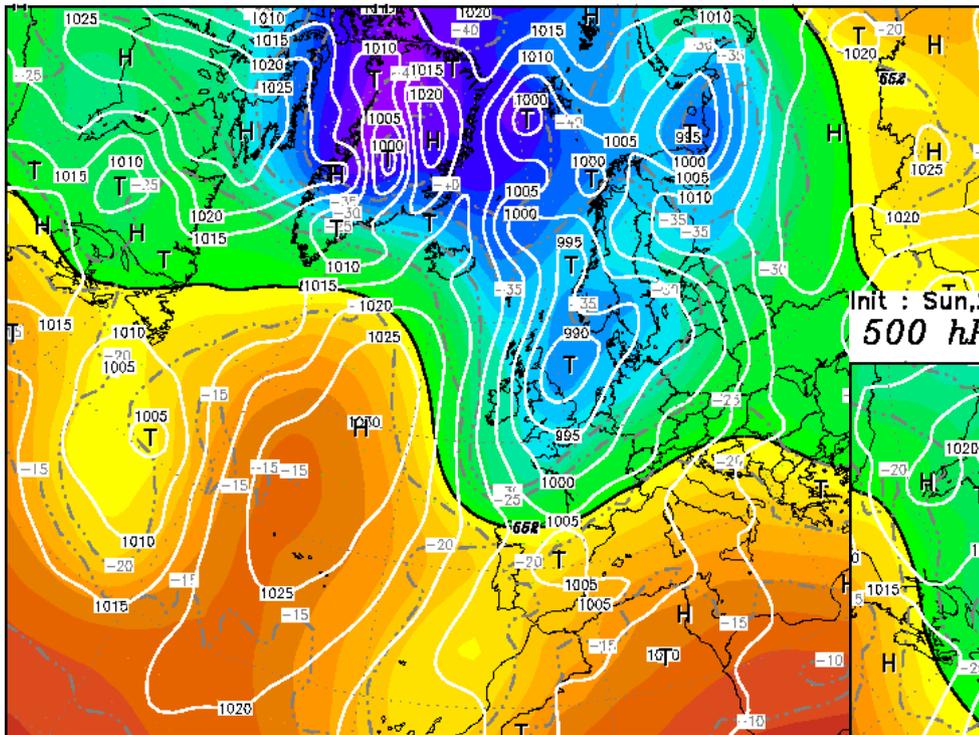
La depressione si forma a latitudini basse e si muove verso la costa iberica o il Golfo di Biscaglia



Incontrando l'altipiano iberico perde energia ma la riacquista appena arriva sulle acque calde del Mediterraneo
Interviene anche il *forcing orografico*

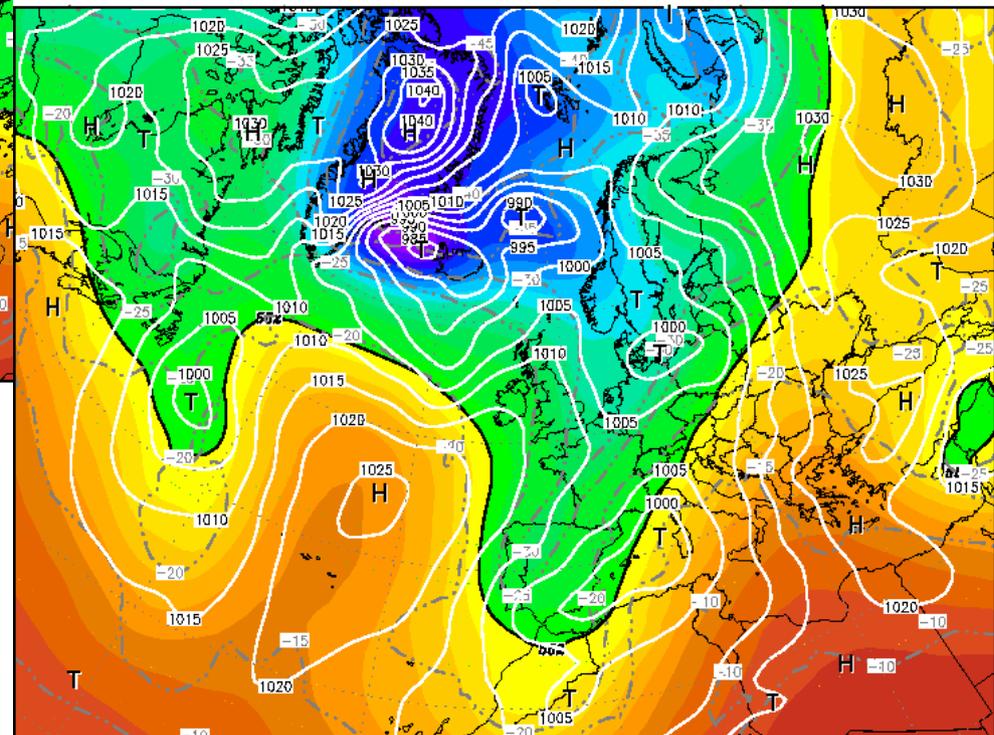


Init : Sat,28MAR2009 00Z Valid: Sat,28MAR2009 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



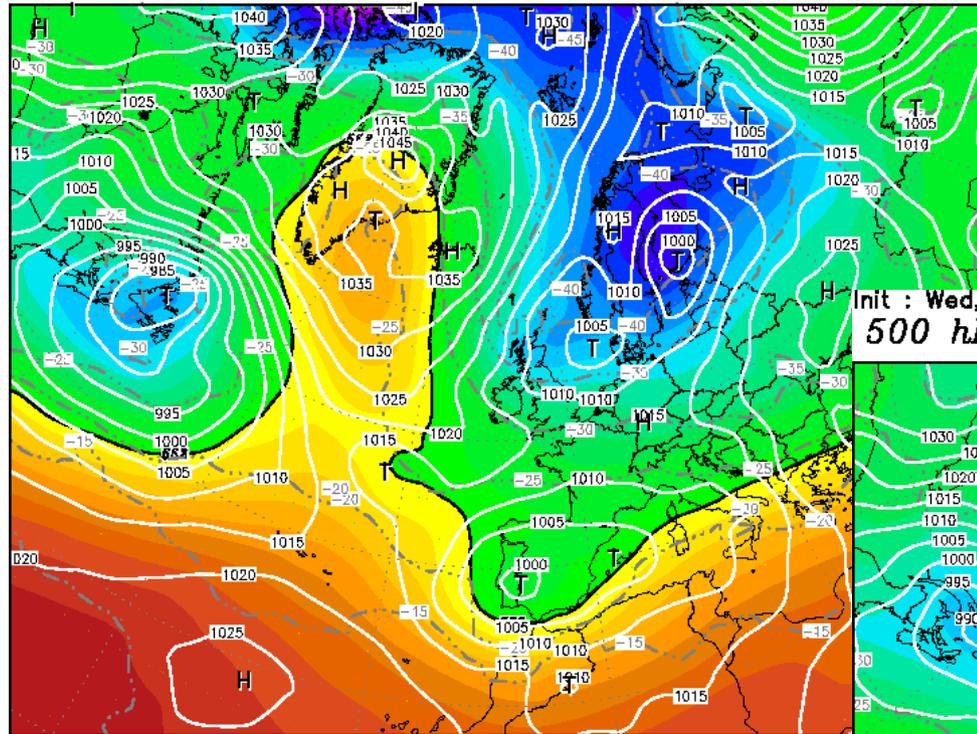
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Sun,29MAR2009 00Z Valid: Sun,29MAR2009 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



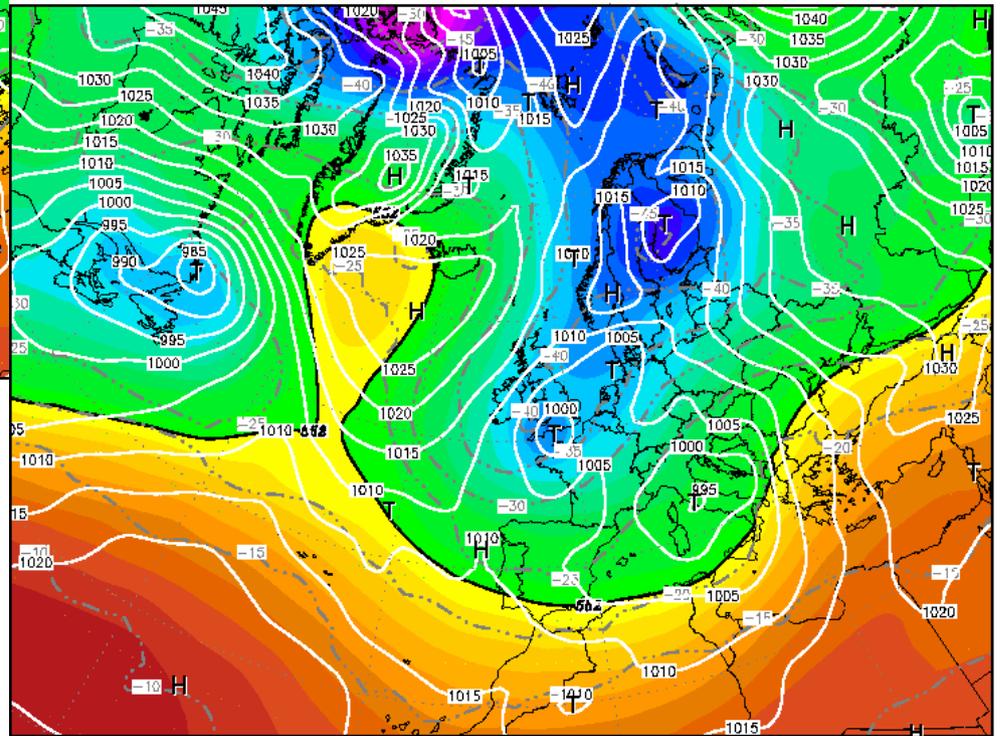
Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Tue,05JAN2010 00Z Valid: Tue,05JAN2010 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Init : Wed,06JAN2010 00Z Valid: Wed,06JAN2010 00Z
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Un ciclone molto basso di latitudine o anche una tempesta tropicale possono spingersi verso le coste del Marocco e grazie al forcing orografico dell'Atlante ripresentarsi nel Mediterraneo



Possono intervenire anche altri tipi di forcing "*pseudo orografico*"



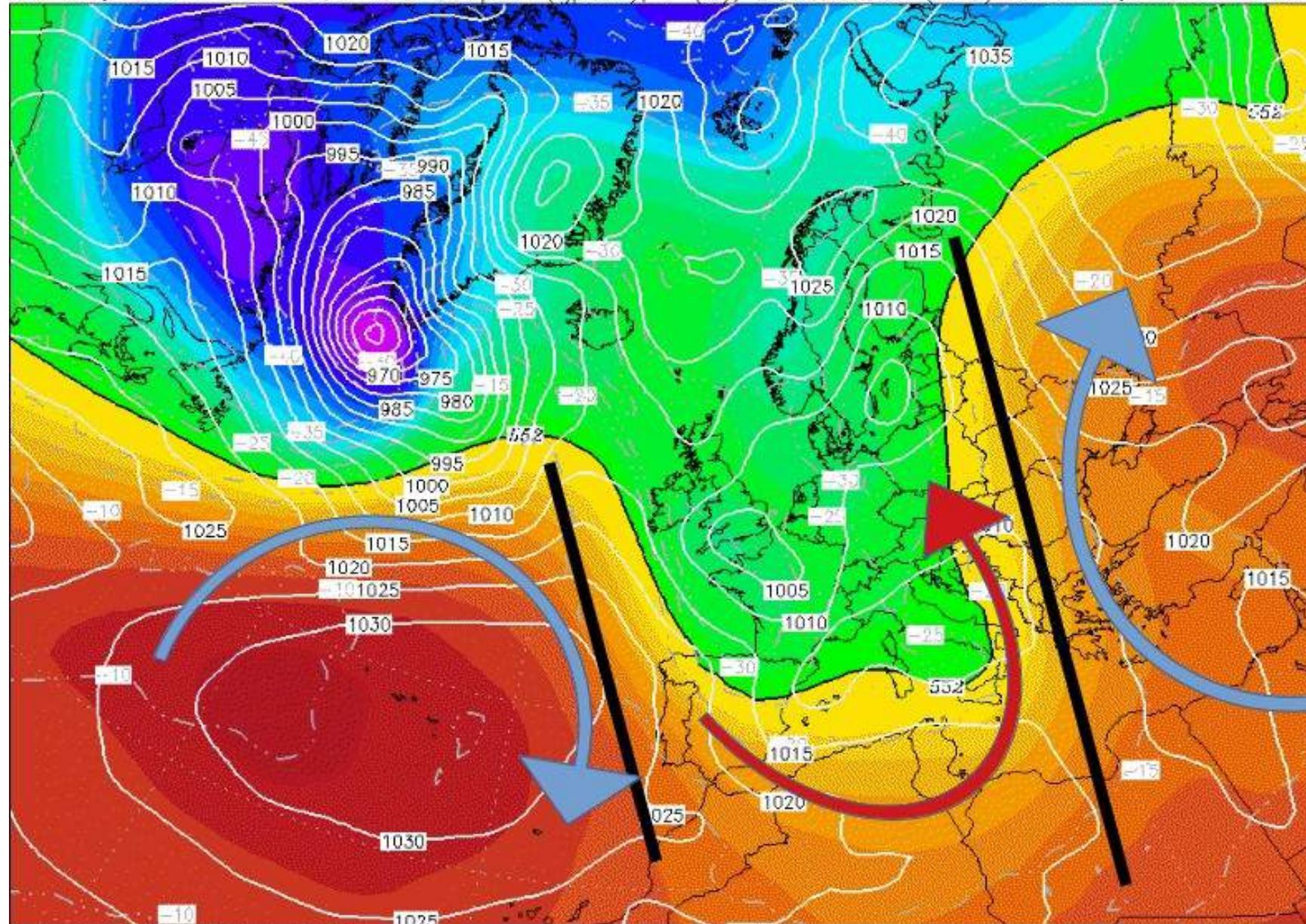


Queste sono le traiettorie dei centri di minima pressione importanti per la marea a Venezia che in letteratura sono definite: le più frequenti

A breve termine i cicloni del Mare Nostrum, hanno delle traiettorie standard forzate dall'interazione atmosfera-mare

Anticiclone di Blocco

Init: Sun,10NOV2019 00Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Sun,10NOV2019 00Z



Data: GFS OPERATIONAL 0.250°
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

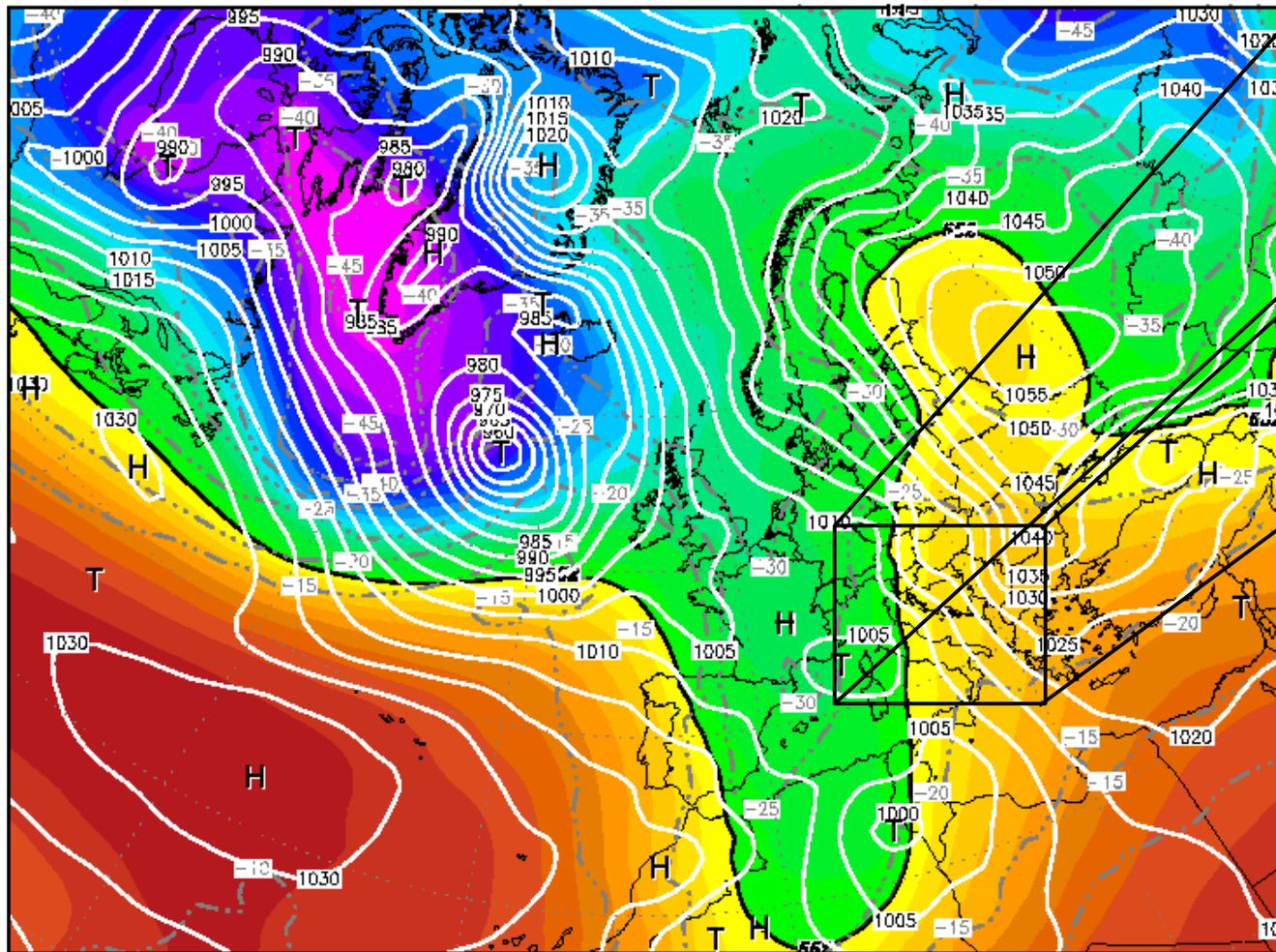


Contributo Meteorologico: Il vento $\Gamma(v_{10})$

Init : Fri,31JAN2014 00Z

Valid: Fri,31JAN2014 00Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Importanza della posizione dei centri di minima e della densità delle isobare

Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

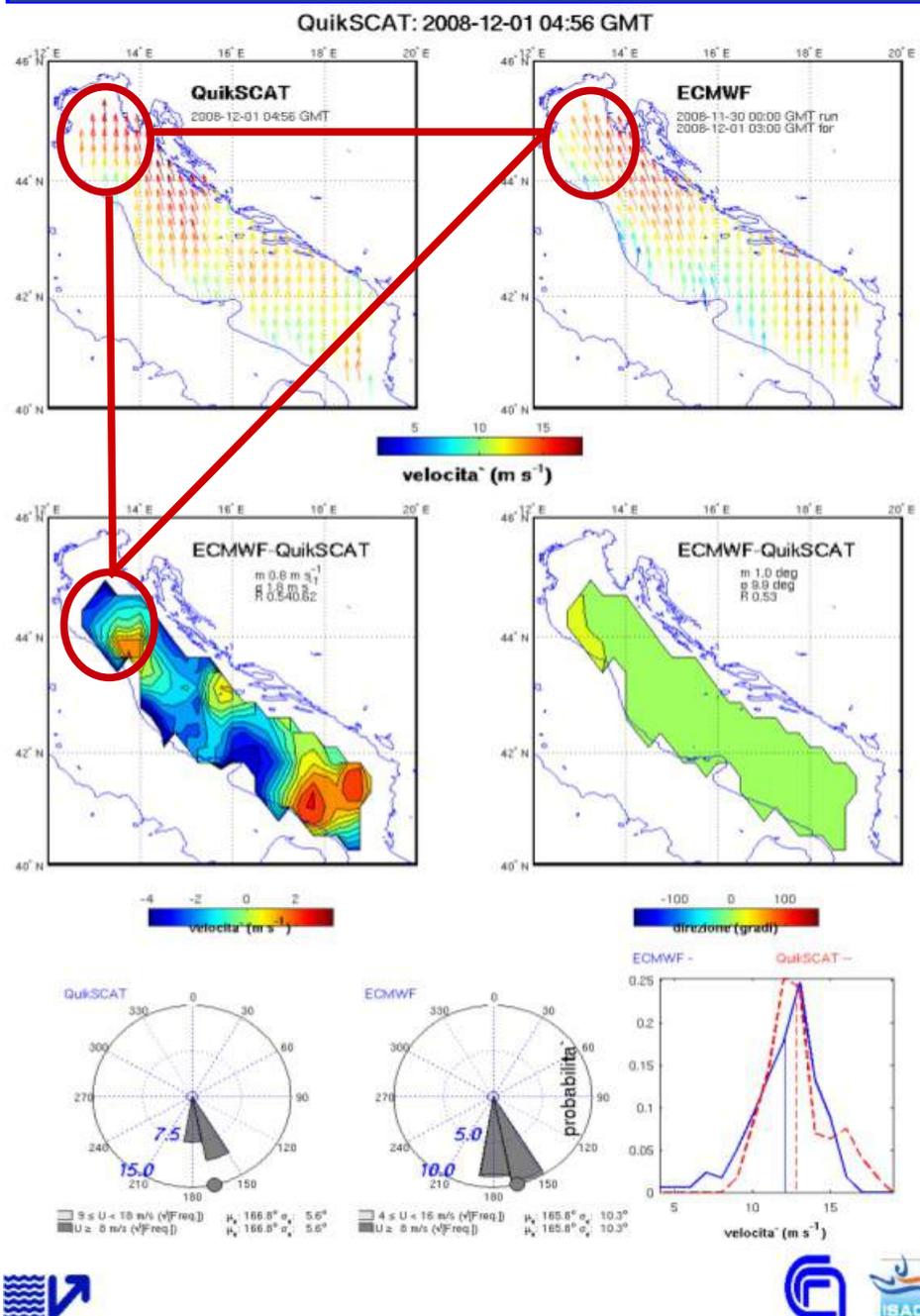


CPSM

Visita del Collegio degli Ingegneri della provincia di Venezia



Contributo Meteorologico: la correzione dei campi di vento



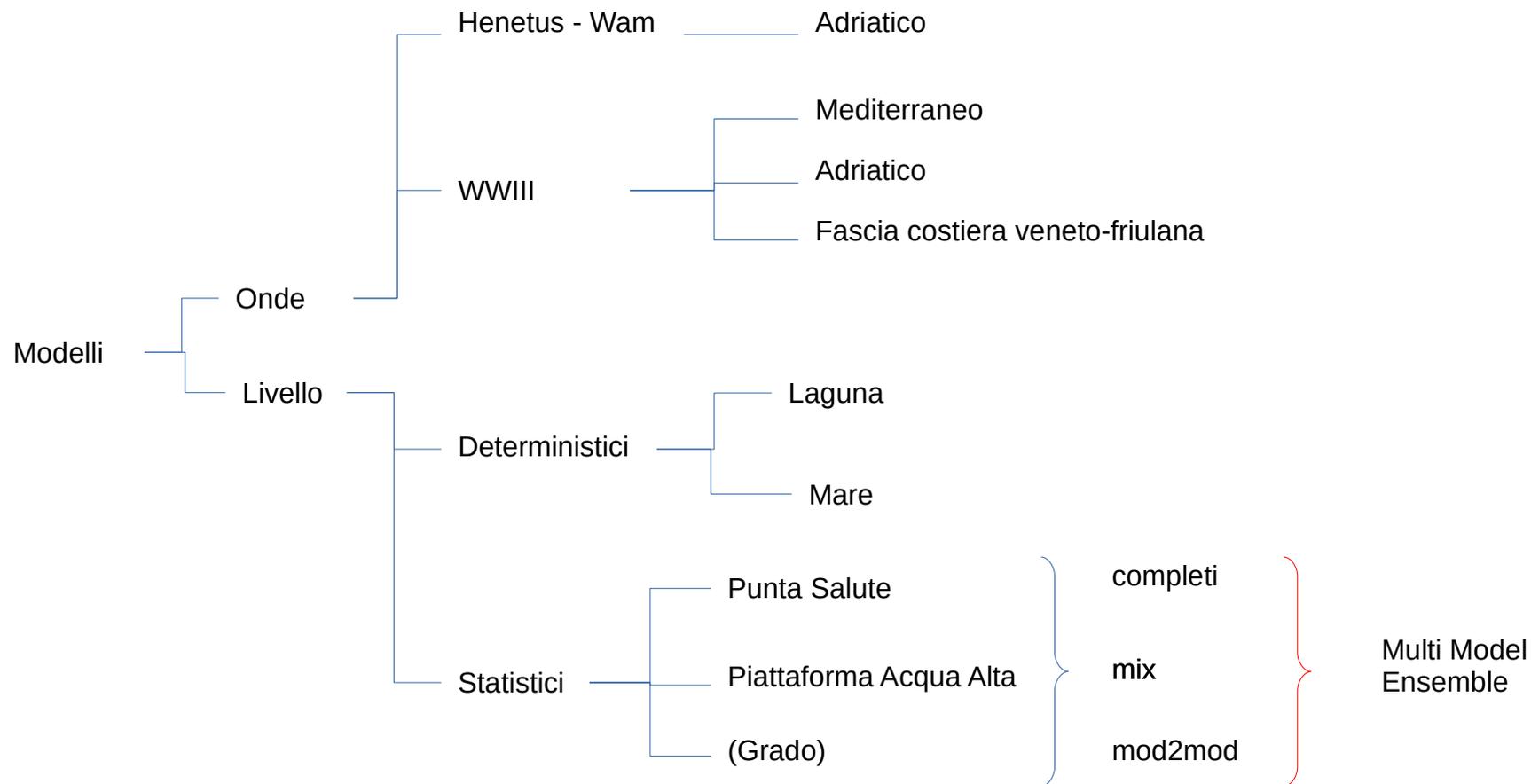
Vista la grande sensibilità al vento, abbiamo bisogno di uno strumento che ci dica quanto buoni sono i modelli del vento

Il Centro Maree utilizza principalmente gli output dei modelli meteorologici del Centro Meteorologico Europeo (ECMWF) e del consorzio Cosmo-Lami, modelli di riferimento per il Dipartimento della Protezione Civile

I campi previsti però vengono pre-processati con coefficienti correttivi calcolati in base alle osservazioni da remote sensing



La catena modellistica



Lineari, autoregressivi, risalenti alla teoria dei minimi quadrati.

~~Predittori:~~ livelli osservati o previsti di marea, pressione e vento

~~Coefficienti:~~ calcolati sul database estratto dal periodo 1966-2009.

$$M_{(t+\tau)} = \sum \left(a_i^{(\tau)} \cdot M_{(t-i)} + b_i^{(\tau)} \cdot p_{(t-i)} + c_i^{(\tau)} \cdot v_{(t-i)} \right)$$

$M_{(t+\tau)}$ → Livello previsto di marea a Venezia con anticipo temporale τ

$M_{(t-i)}$ → Livello di marea osservato o previsto

$p_{(t-i)}$ → Livello osservato o previsto di pressione

$v_{(t-i)}$ → Livello osservato o previsto di vento

Differenti scelte nelle diverse versioni

Statistici

- Circa 21 versioni inizializzate su una base dati di 50 anni di cui 16 operative
- Di tipo ARMAX (AutoRegressive Moving Average model with eXogenous inputs model)
- Espertizzazione stagionale
- Espertizzazione per livelli di surge

- 3 versioni Multi Model Ensemble espertizzato e stagionalizzato

Input

- Campi di pressione msl ECMWF
- Campi di vento 10m ECMWF
- Livello di marea osservato nelle ultime 48-52 ore

- Campi di pressione msl COSMO-LAMI
- Campi di vento 10m COSMO-LAMI
- Livello di marea osservato nelle ultime 48-52 ore

Run

- tutti i modelli fanno un Run ogni ora

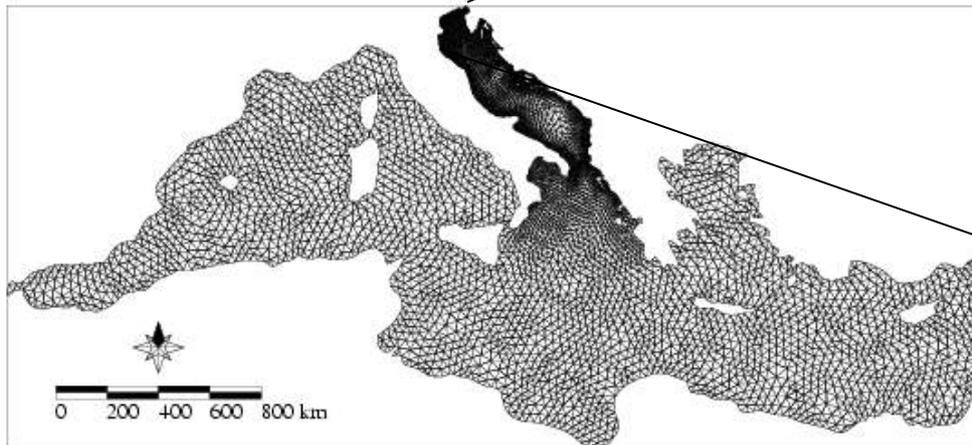
Catena Modellistica: Modelli statistici

n.	MODELLO	Anno Operatività	Ultima Versione	Luogo di previsione	TIPO	Classi di expertizzazione	Metodo di expertizzazione	N. regressori	Variabili utilizzate	Osservazioni Marea	Tipologia dati meteo
1	bigcm2	2007	2010	Punta Salute	Completo Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Osservazioni Synop
2	sea	2007	2010	Punta Salute	Completo Esperto	135	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	172	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute, Piattaforma Cnr	Osservazioni Synop
3	mlp	2007	2010	Punta Salute	Neurale	9	Stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Osservazioni Synop
4	bigsumdp	2008	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni ECMWF
5	sumdp	2008	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni ECMWF
6	sea4run	2010	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	135	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute, Piattaforma Cnr	Previsioni ECMWF
7	mixbig	2009	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni ECMWF
8	mixsum	2009	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni ECMWF
9	biglami	2009	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni COSMO-LAMI
10	sumlami	2009	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni COSMO-LAMI
11	bigwindlami	2011	2015	Punta Salute	Esteso Esperto	165	Massima somma intensità scirocco nei 4 settori di vento; stagionalità; istante di previsione	110	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Punta Salute	Previsioni COSMO-LAMI
12	sumwindlami	2011	2015	Punta Salute	Esteso Esperto	165	Massima somma intensità scirocco nei 4 settori di vento; stagionalità; istante di previsione	90	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Punta Salute	Previsioni COSMO-LAMI
13	scontraura	2016	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	180	Indicatore combinato scirocco-bora-libeccio in 6 settori di vento; stagionalità; istante di previsione	140	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Punta Salute	Previsioni ECMWF
14	scontrayear	2016	2020	Punta Salute	Esteso Esperto	60	Indicatore combinato scirocco-bora-libeccio in 6 settori di vento; istante di previsione	140	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Punta Salute	Previsioni ECMWF
15	bigensemble	2020	2020	Punta Salute	Esperto Ensemble	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni Ensemble ECMWF
16	sumensemble	2020	2020	Punta Salute	Esperto Ensemble	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni Ensemble ECMWF
17	alessamble	2020	2020	Punta Salute	Esperto Ensemble	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Punta Salute	Previsioni Ensemble ECMWF
18	bigtower	2009	2020	Piattaforma Cnr	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	122	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Piattaforma Cnr	Previsioni ECMWF
19	sumtower	2009	2020	Piattaforma Cnr	Esteso Esperto	141	Massima somma differenze bariche sulle opposte stazioni adriatiche; stagionalità; istante di previsione	75	Marea, Pressione, Gradienti Barici	Piattaforma Cnr	Previsioni ECMWF
20	Scontraura 2.0	2021	2021	Punta Salute	Esteso Esperto	60	Indicatore combinato scirocco-bora-libeccio in 9 settori di vento; stagionalità	158	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Punta Salute	Previsioni ECMWF
21	ScontraTower 2.0	2021	2021	Piattaforma Cnr	Esteso Esperto	60	Indicatore combinato scirocco-bora-libeccio in 9 settori di vento; stagionalità	158	Marea, Pressione, Gradienti Barici, Vento	Piattaforma Cnr	Previsioni ECMWF

In collaborazione con CNR-ISMAR, Venezia

$$\begin{aligned}\frac{\partial U}{\partial t} - fV + gH \frac{\partial}{\partial x} \left(\zeta + \frac{p}{\rho_0 g} \right) - A_H \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sx} - \tau_{bx}) &= 0 \\ \frac{\partial V}{\partial t} + fU + gH \frac{\partial}{\partial y} \left(\zeta + \frac{p}{\rho_0 g} \right) - A_H \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sy} - \tau_{by}) &= 0 \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} &= 0\end{aligned}$$

Equazioni shallow-water
Griglia agli elementi finiti per il
Mediterraneo.
Forzanti: pressione e vento
ECMWF.



Deterministici

ShyMed Versione 01n

Coefficiente correttivo vel.vento 1.09, lo stress del vento è calcolato tramite la formula di Smith e Banke

ShyMed Versione 02n

Coefficiente correttivo vel.vento 1.09, lo stress viene calcolato utilizzando i coefficienti prodotti dal modello d'onda dell'ECMWF. La variabile CDWW (Coefficient of drag with waves) viene utilizzata per calcolare lo stress, che poi viene corretto tramite la variabile TAUOC-140214, per rimuovere la parte assorbita dalla generazione delle onde di gravità;

ShyMed Versione 03n

Utilizza una correzione variabile spazialmente e temporalmente dell'intensità del vento in mar Adriatico. Tale correzione viene aggiornata continuamente dal confronto con i dati da scatterometro e viene prodotta da delle routine indipendenti dal sistema SHYMED. Lo stress del vento viene calcolato tramite la formulazione di Smith e Banke.

ShyMed Versione 04n

E' frutto dell'accoppiamento SHYFEM-WWM. WWM fornisce prioritariamente una stima del wave setup come frutto dello stress radiativo e del gradiente di pressione, e il coefficiente di Charnock per il calcolo dello stress del vento. Coefficiente correttivo vel.vento 1.09.

(Delft 3D)

Input

Campi di vento 10m	ECMWF
Campi di pressione msl	ECMWF
Campi di stress	ECMWF
Matrice di correzione campi di vento	

Run

- tutti i modelli fanno un Run alle ore sinottiche
- aggiornati ogni ora da un Local Kalman Filter

CPSM fornisce le previsioni dello stato del mare a:

- Autorità Portuale di Venezia
- Arpa Veneto
- Arpa Friuli Venezia Giulia

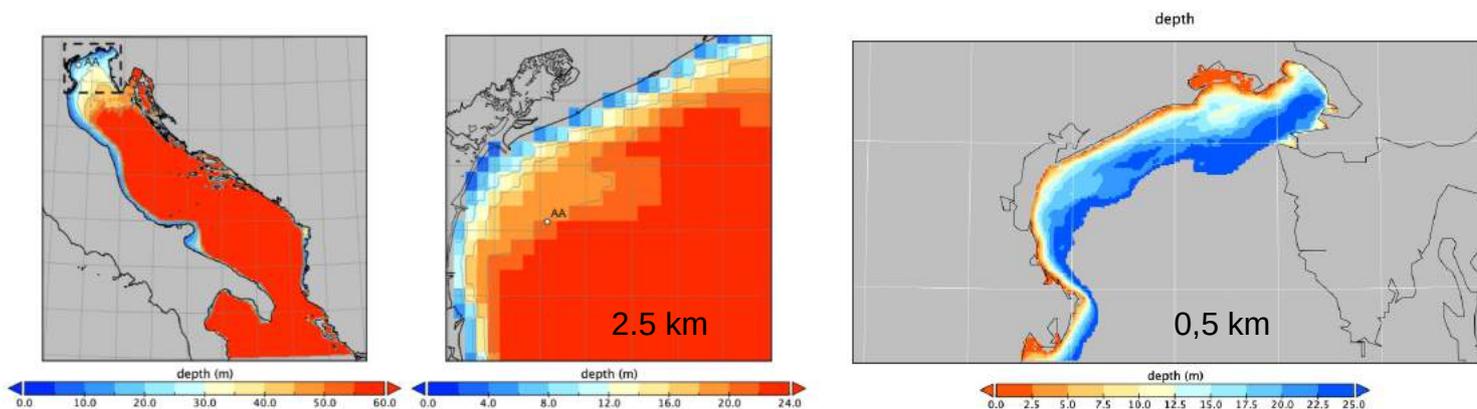
Progetto Pelmo – PrevisionE nell'aLto adriatico del Moto Ondoso

Versione Adriatico: basato sul modello WAVEWATCH III con una griglia a 0.025° ed utilizza i campi di vento neutro IFS-ECMWF a 9 km. Modello finalizzato all'Allarme costiero per cui calibrato con H_s comprese tra 1 e 3m.

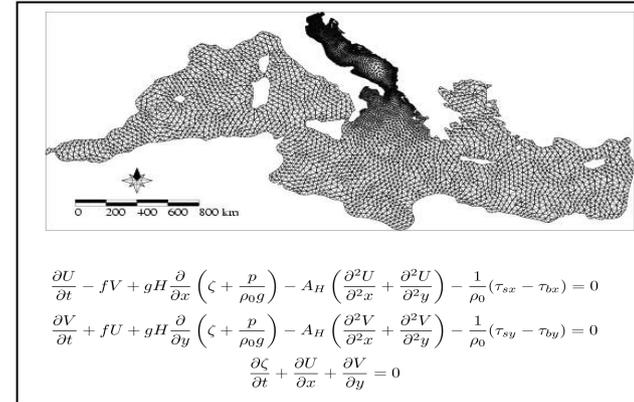
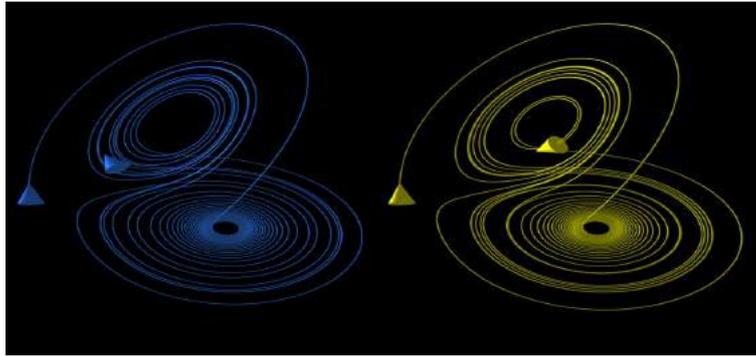
Versione costiera: nesting di un modello WAVEWATCH III caratterizzato per batimetria inferiore a 10m, fascia circa 500m.

Run

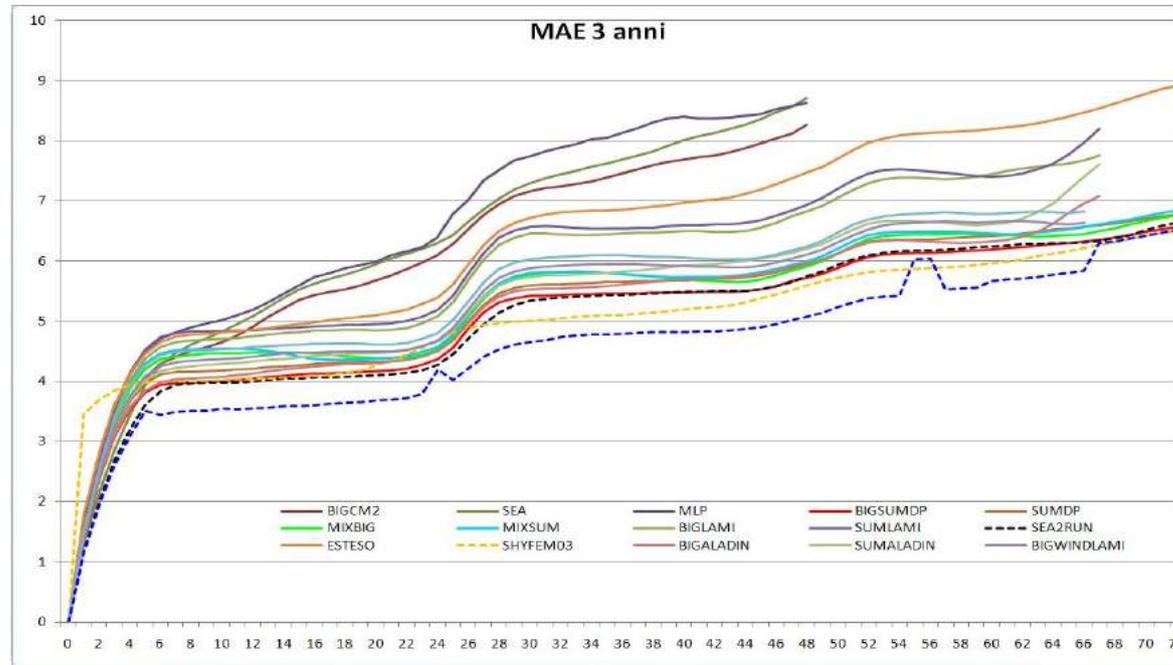
- tutti i modelli fanno 2 Run al giorno, alle 00 e alle 12



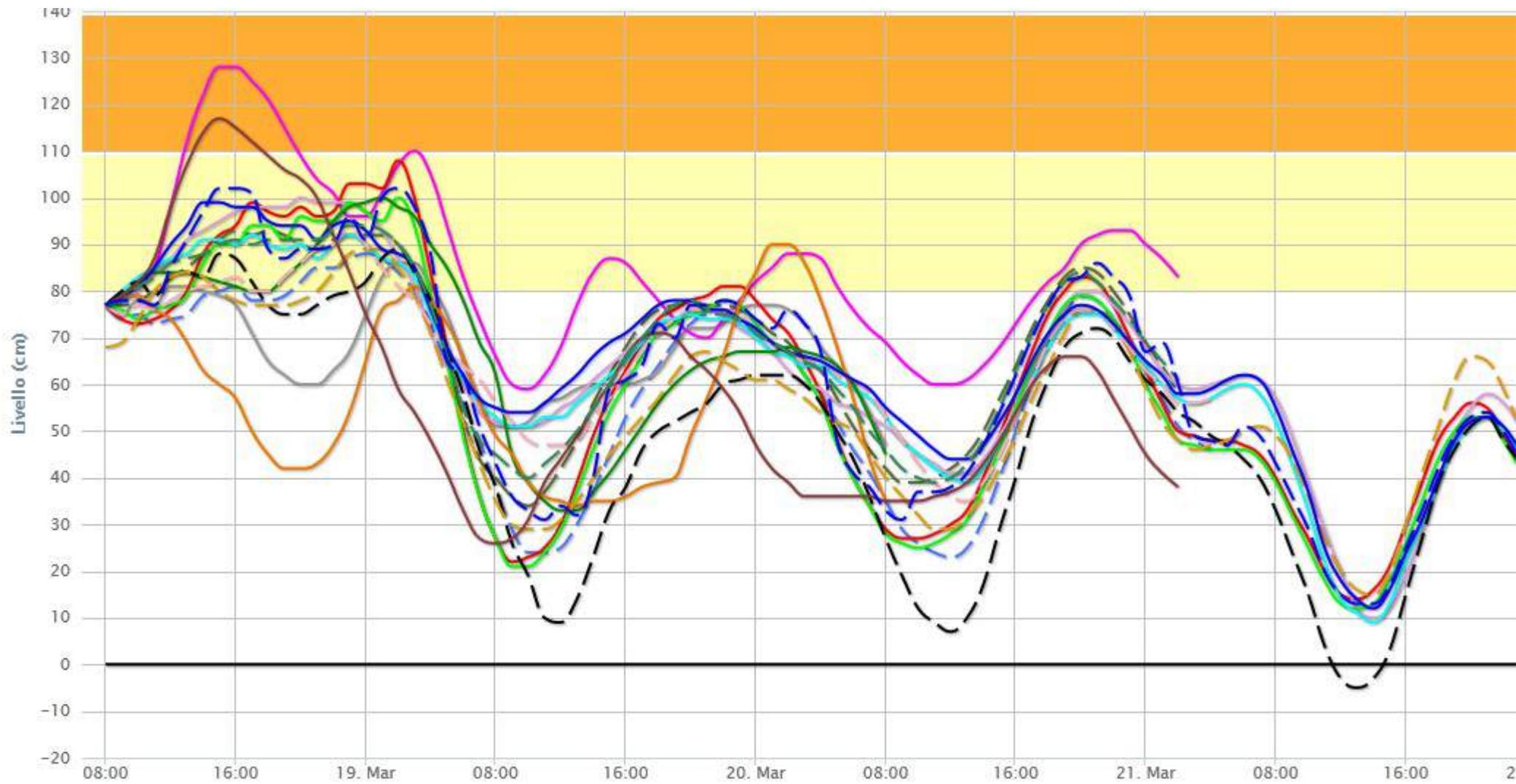
Dovuta agli errori dei dati in input (misura/calcolo)
 Intrinseca nel comportamento caotico dei
 fattori meteorologici

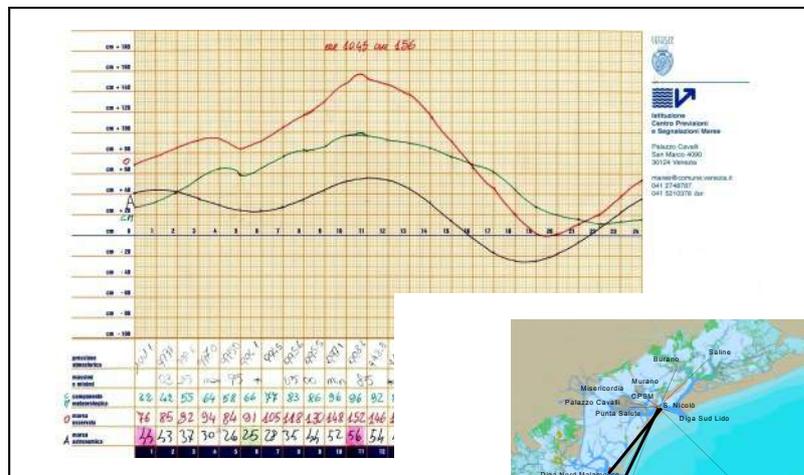


Causata dalle approssimazioni dei modelli
 numerici

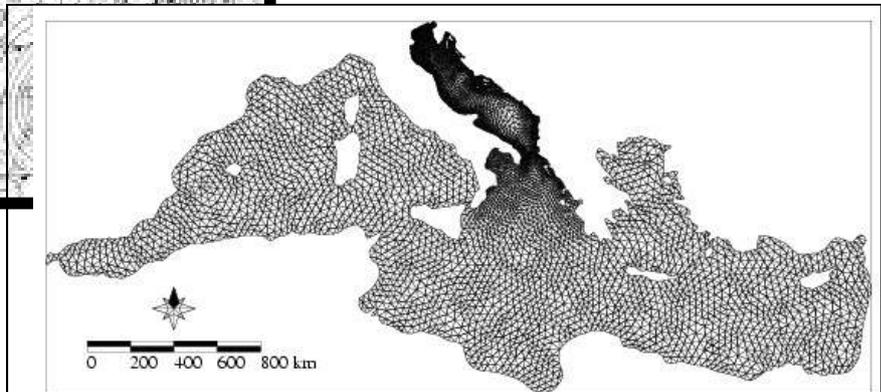
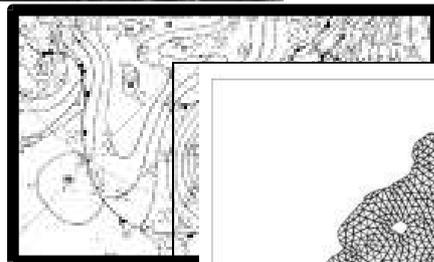
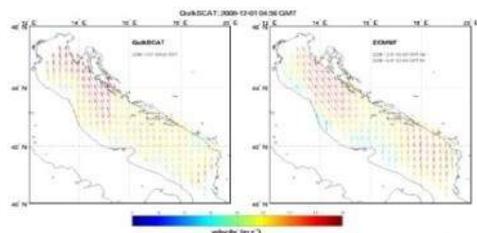


Sensibilità alle condizioni iniziali





Contributo della modellistica



Analisi soggettiva dei parametri meteo marini

$$\frac{\partial U}{\partial t} - fV + gH \frac{\partial}{\partial x} \left(\zeta + \frac{p}{\rho_0 g} \right) - A_H \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sx} - \tau_{bx}) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + fU + gH \frac{\partial}{\partial y} \left(\zeta + \frac{p}{\rho_0 g} \right) - A_H \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sy} - \tau_{by}) = 0$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$



L'orizzonte della previsione interna è di 10gg

L'orizzonte della previsione pubblicata è di 72 ore + circa 36 di tendenza

FALSO

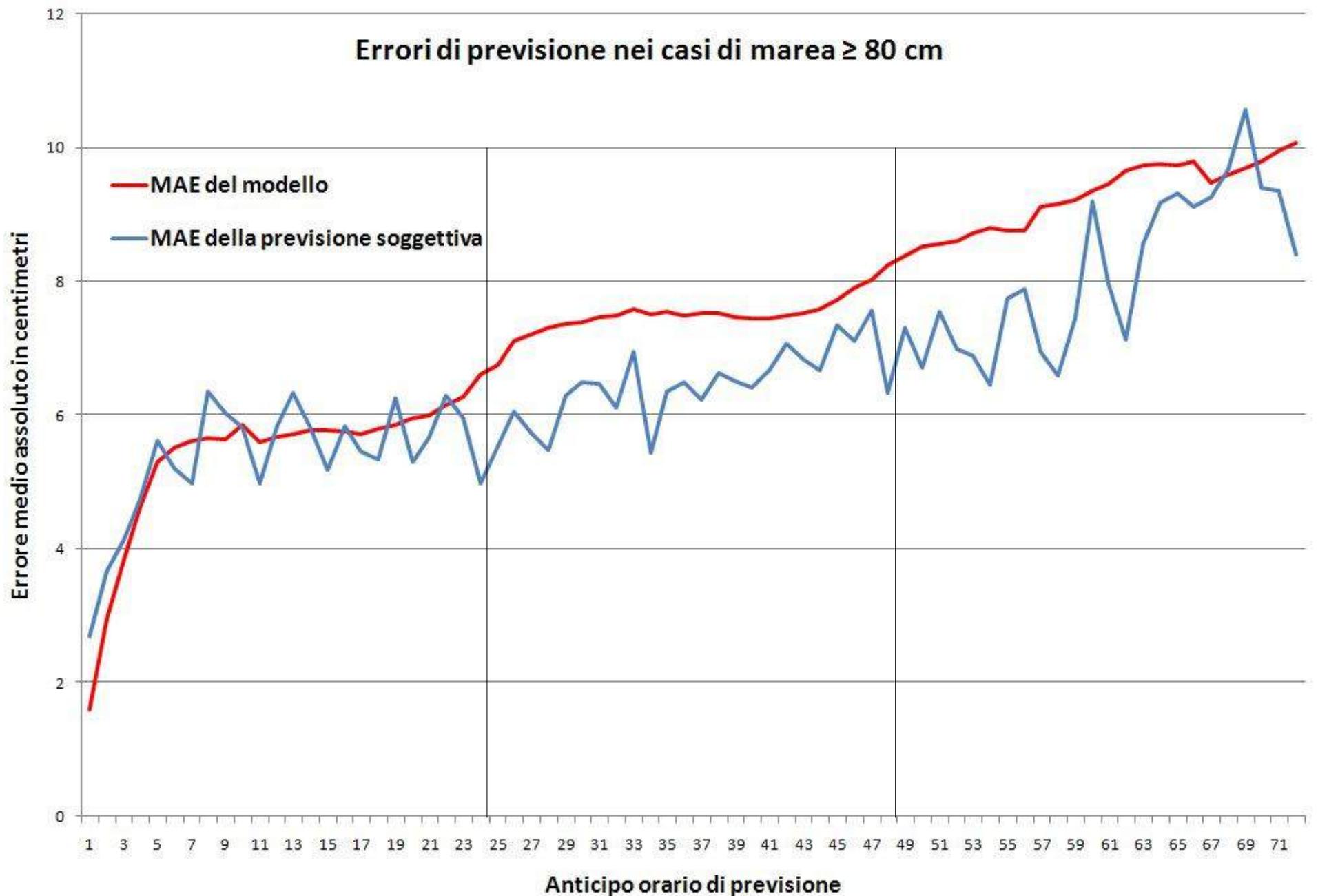
Le previsioni meteo permettono di sapere esattamente che tempo farà tra un mese.

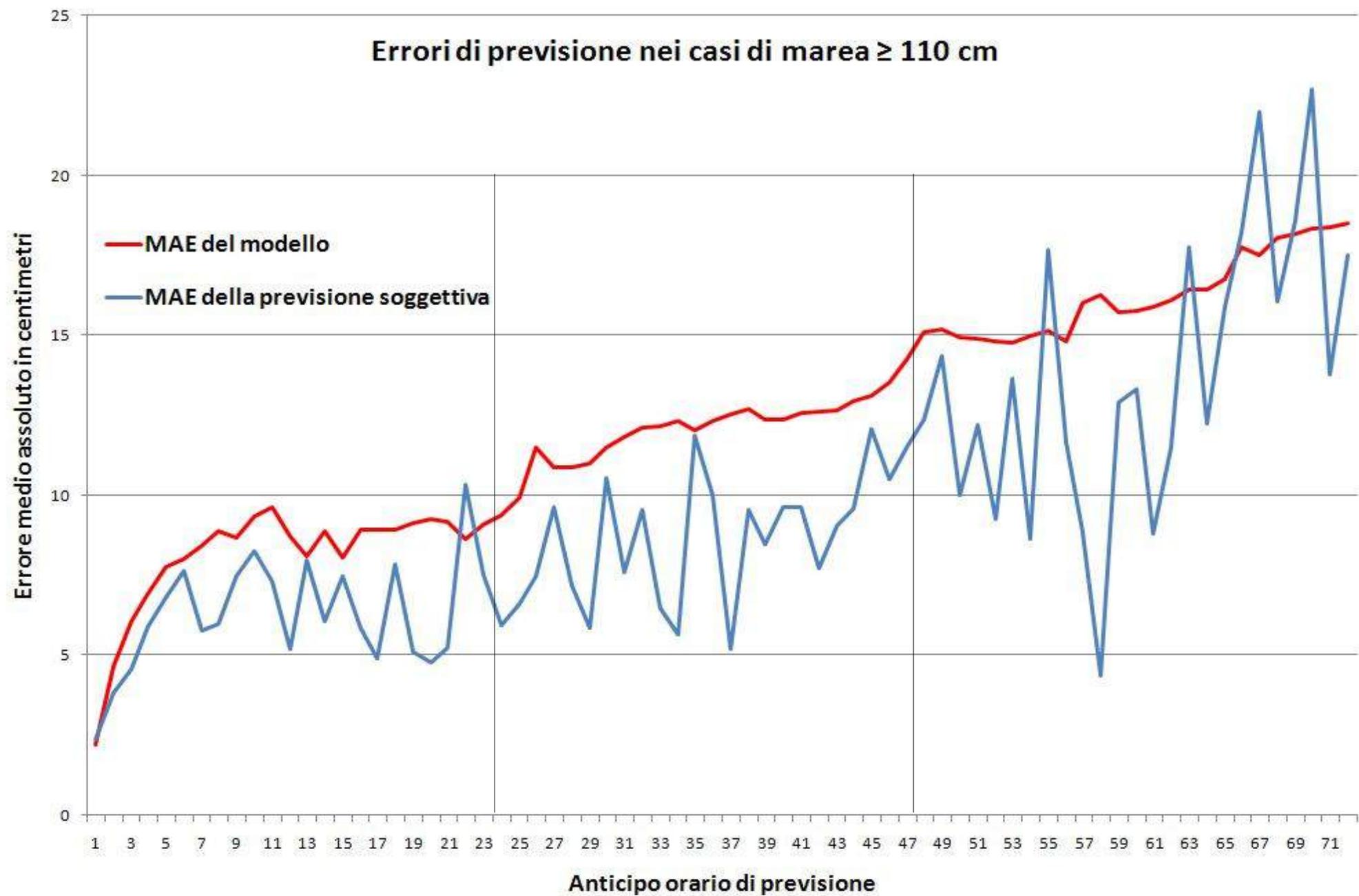
VERO

I modelli previsionali hanno un'elevata attendibilità su un arco di 24, 48, 72 ore, che diminuisce drasticamente oltre i tre giorni.

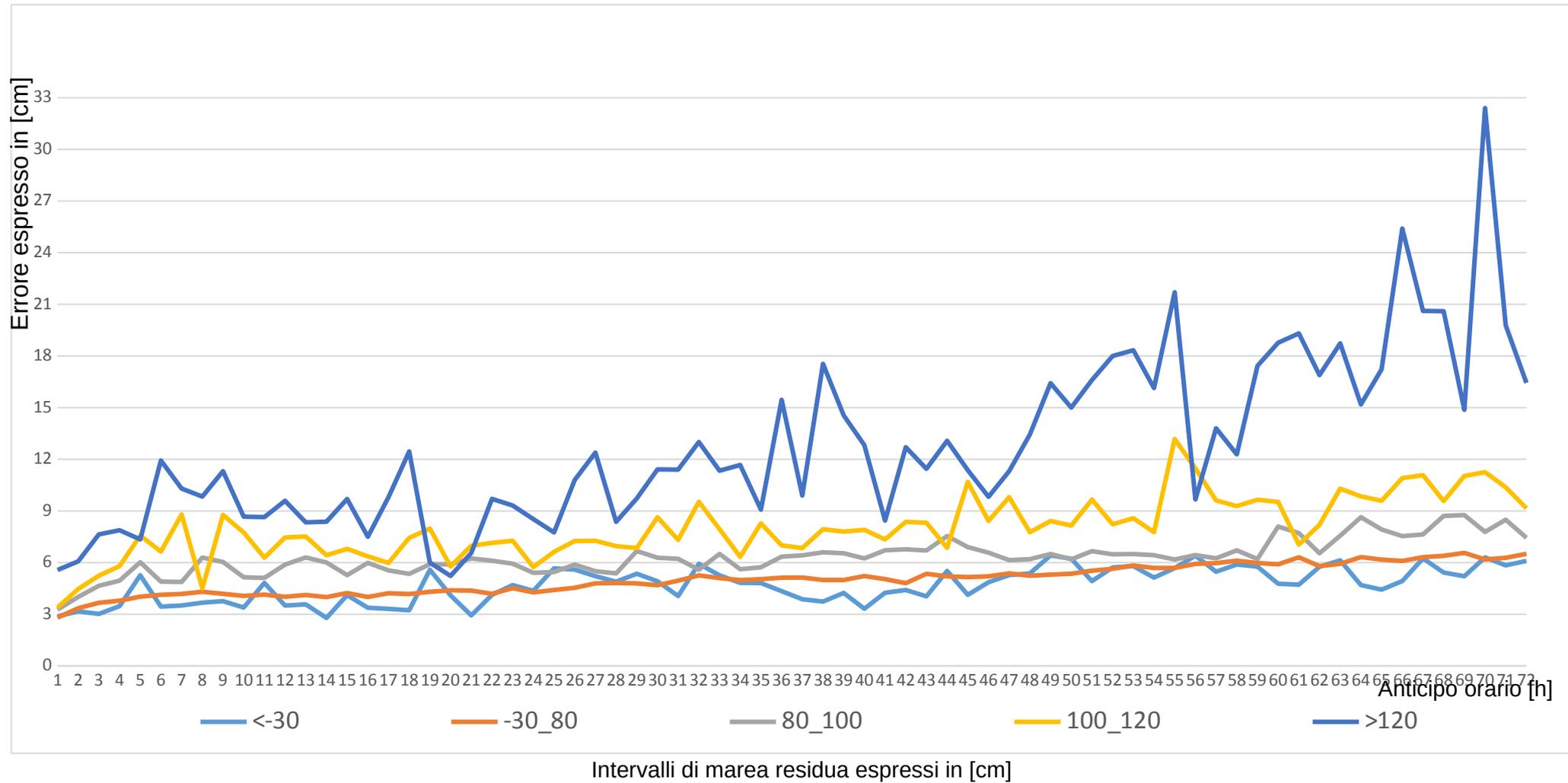
Le valutazioni mensili e stagionali sull'andamento climatico hanno un valore indicativo e servono alle istituzioni per programmare le attività di pianificazione e riduzione del rischio.







Quanto sbagliamo: MAE della soggettiva per intervalli di residua



E' oramai "normale" avere casi casi "anomali"



Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Meteo Veneto

Bollettino del 4 aprile 2019

Emesso alle ore 13.00

AVVISO METEO - Fino a venerdì mattina precipitazioni, anche a carattere di rovescio e temporale, più consistenti sulle zone montane e pedemontane con quantitativi da abbondanti (60-100 mm) a molto abbondanti (100-150 mm) su Prealpi e Dolomiti con possibili locali massimi di 150-200 mm. Fase più intensa tra il tardo pomeriggio e le prime ore di venerdì. Venti forti dai quadranti meridionali. Nevicate copiose in montagna specie in alta quota (1800-2000 m), ma localmente significative anche a quote inferiori.

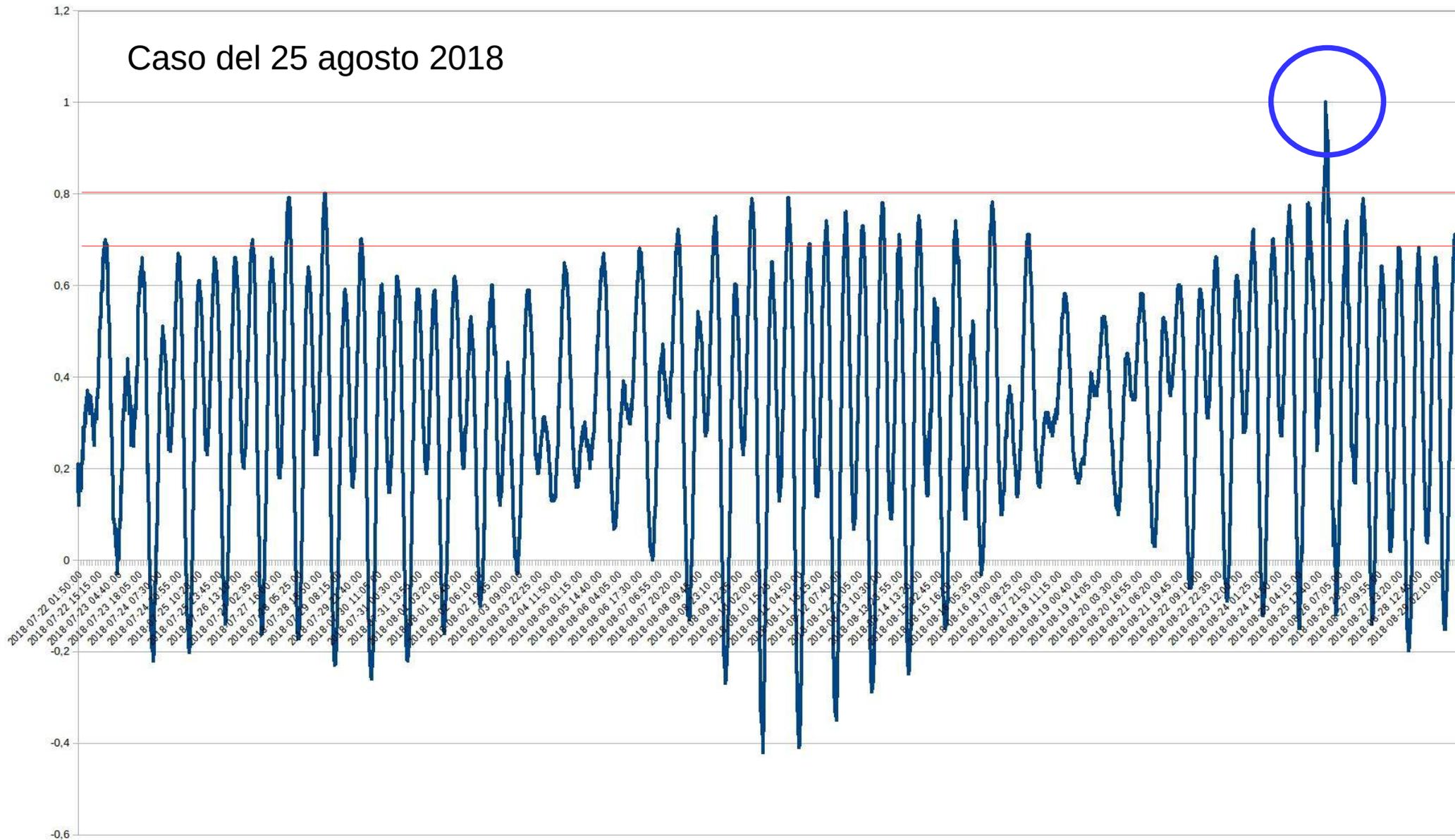
Il tempo oggi

giovedì 4 pom/sera. Tempo perturbato con cielo molto nuvoloso o coperto, salvo temporanee iniziali parziali schiarite in pianura. Nel corso del pomeriggio progressiva intensificazione ed estensione delle precipitazioni, a partire da Ovest, con frequenti rovesci e temporali; quantitativi abbondanti sulle zone montane con significative nevicate. Quota neve sulle Prealpi intorno a 1500/1800 metri in calo nella notte o durante i rovesci fino a 1200/1400 m; sulle Dolomiti in calo da 1300/1500 m localmente fino a 800/1000 m specie dal tardo pomeriggio nelle valli chiuse. Venti in montagna forti da Sud-Est. Su costa e pianura limitrofa Scirocco da moderato a teso, a tratti anche forte sulla costa; sul resto della pianura in prevalenza moderati orientali, a tratti tesi. Probabili raffiche di vento in occasione dei temporali. Moto onduoso in intensificazione con mare da molto mosso ad agitato.

Temperature rilevate giovedì 4 aprile

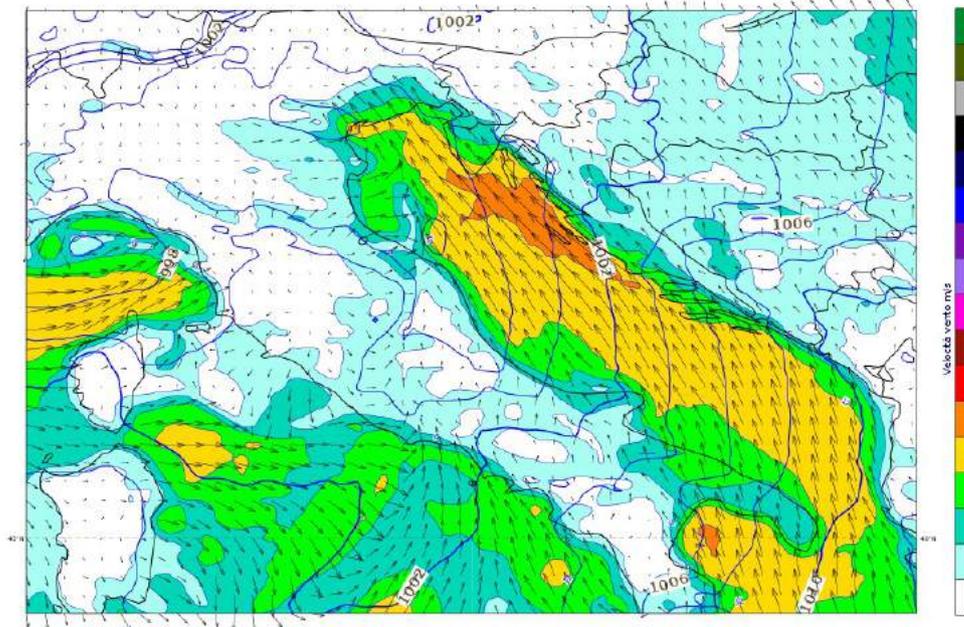
	BELLUNO	PADOVA	ROVIGO	TREVISO	VENEZIA	VERONA	VICENZA
	Aeroporto	Legnaro	S.Apollinare	Treviso	Cavallino	Villafranca	S.Agostino
T min(°C)	7	12	11	11	13	11	11
T h12(°C)	10	16	18	15	14	14	14

Caso del 25 agosto 2018

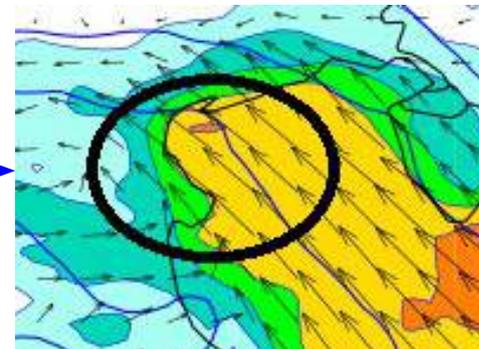
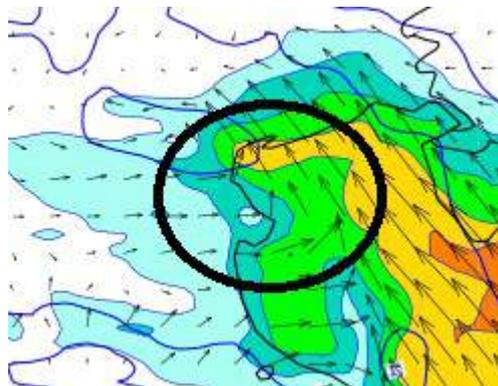
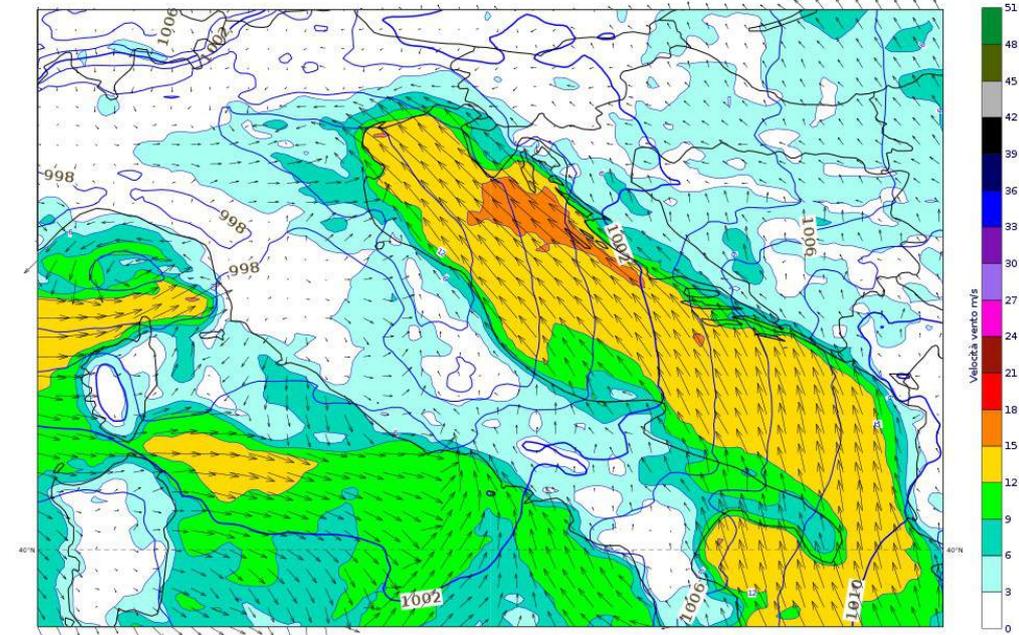


Eventi Anomali

ECMWF. Velocità e Direzione vento, msl. Corsa delle ore 0 UTC del 4-4-2019. Validità: h 21:00 UTC del 04-04-2019



ECMWF. Velocità e Direzione vento, msl. Corsa delle ore 12 UTC del 4-4-2019. Validità: h 21:00 UTC del 04-04-2019



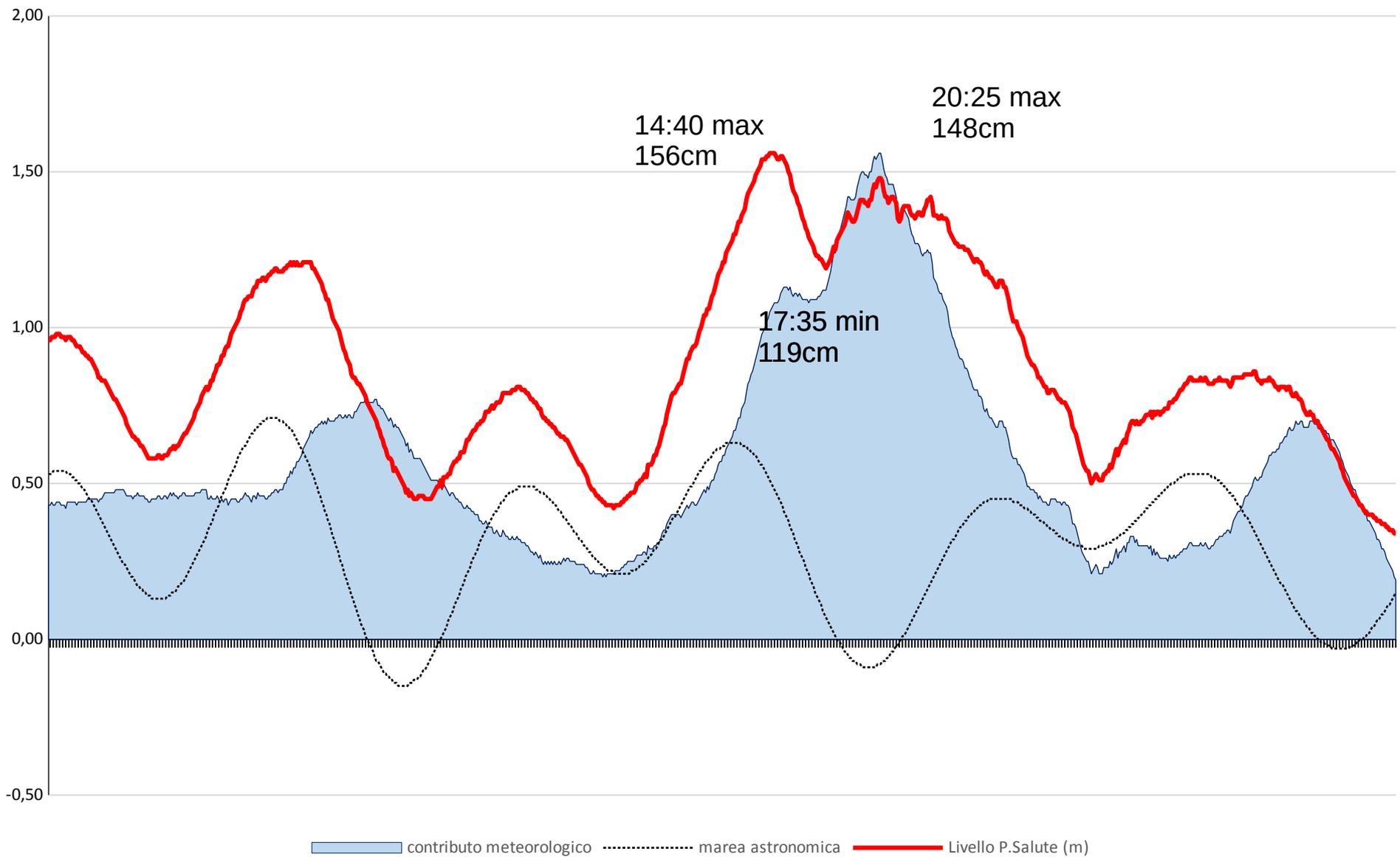
contributo

Graficazione modelli in formato json

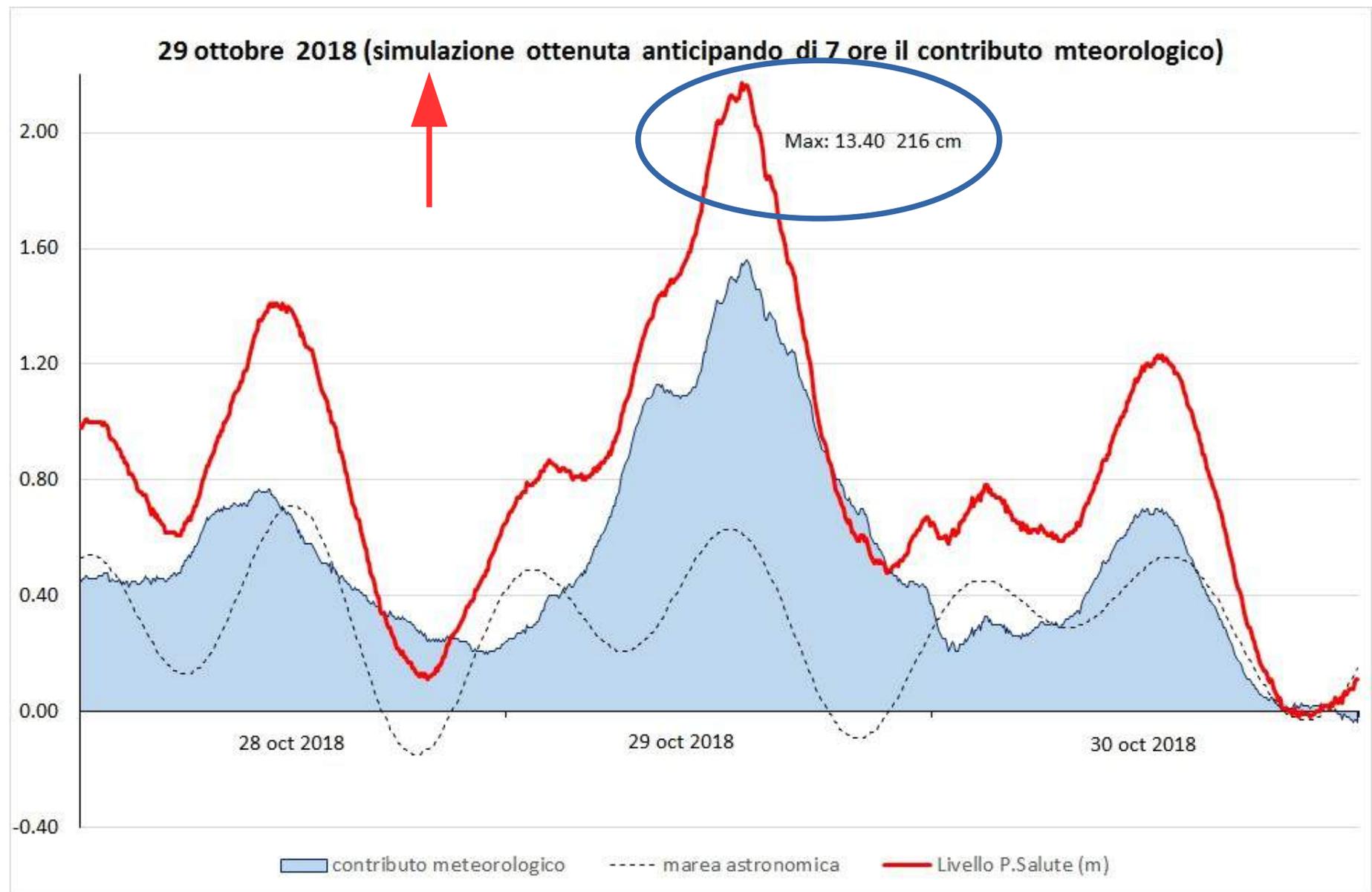


Andamento marea 28 - 30 ottobre

29 ottobre 2018



Andamento marea 28 - 30 ottobre



In corso

- Caratterizzazione di un modello di Now Casting per l'alto Adriatico assieme al CNR-ISAC
- Definizione di un modulo del Progetto Pelmo per la determinazione del Wave Setup

Da avviare nei prossimi mesi

- Calibrazione dei modelli statistici con i campi Moloch
- Calibrazione in operatività di un nuovo modello di natura statistica che prende come input anche il geopotenziale a 500hPa
- Nuova PCA degli eventi mareali
- Definizione di un coefficiente di attendibilità della Previsione meteorologica (con ArpaFVG e ISPRA?)
- Rivisitazione del sistema di definizione della probabilità di accadimento per il superamento di soglie critiche per l'azionamento del Sistema Mose
- Definizione di un sistema di assimilazione dei dati osservati nella catena modellistica (con ISPRA)

www.comune.venezia.it/maree

Sala Operativa 041 274 8787

Twitter: ICPSMVenezia

maree@comune.venezia.it

Previsione vocale 041 2411996

Telegram: CentroMaree Avvisa

CentroMaree Informa

GRAZIE

