

CARATTERIZZAZIONE METEO-MARINA DELLE COSTE ITALIANE

Sara Morucci

ISPRA

- L'ambiente marino costiero è un sistema dinamico in equilibrio tra forzanti terrestri e forzanti marine
- La scelta e la realizzazione degli interventi in ambito marino costiero, non possono prescindere dalla conoscenza delle naturali tendenze evolutive (clima, mareggiate, variazione del livello del mare...)

PERCHE'

I fenomeni di interazione tra terra e mare, generate dalle variazioni di livello del mare e dalle mareggiate, nella fascia costiera, hanno forte impatto sulla perdita di biodiversità, di patrimonio paesaggistico e ambientale (dune, retrovegetazione dunale, spiagge ecc.)



- informazioni sull'intensità delle mareggiate, altezza delle onde per la ricostruzione del clima presente, incluse tendenze e variabilità a varie scale temporali
- variazioni di livello del mare, sia medio che le temporanee variazioni in particolari condizioni meteorologiche

OUTLINES

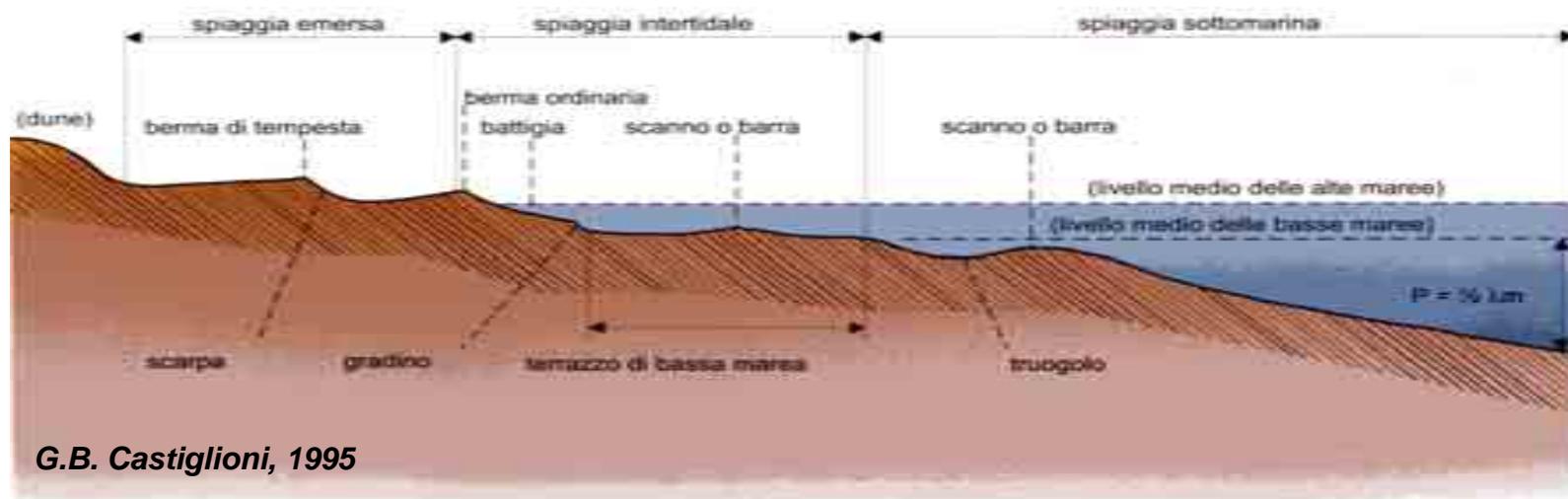
● ONDE

- analisi statistica su 15 anni (clima ondoso, eventi estremi)
- previsione dello stato del mare
- ricostruzione di eventi

● MAREE E VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE

- analisi armonica di marea, analisi del residuo (storm surge, sessa)
- variazione del livello di lungo periodo

PERCHE'

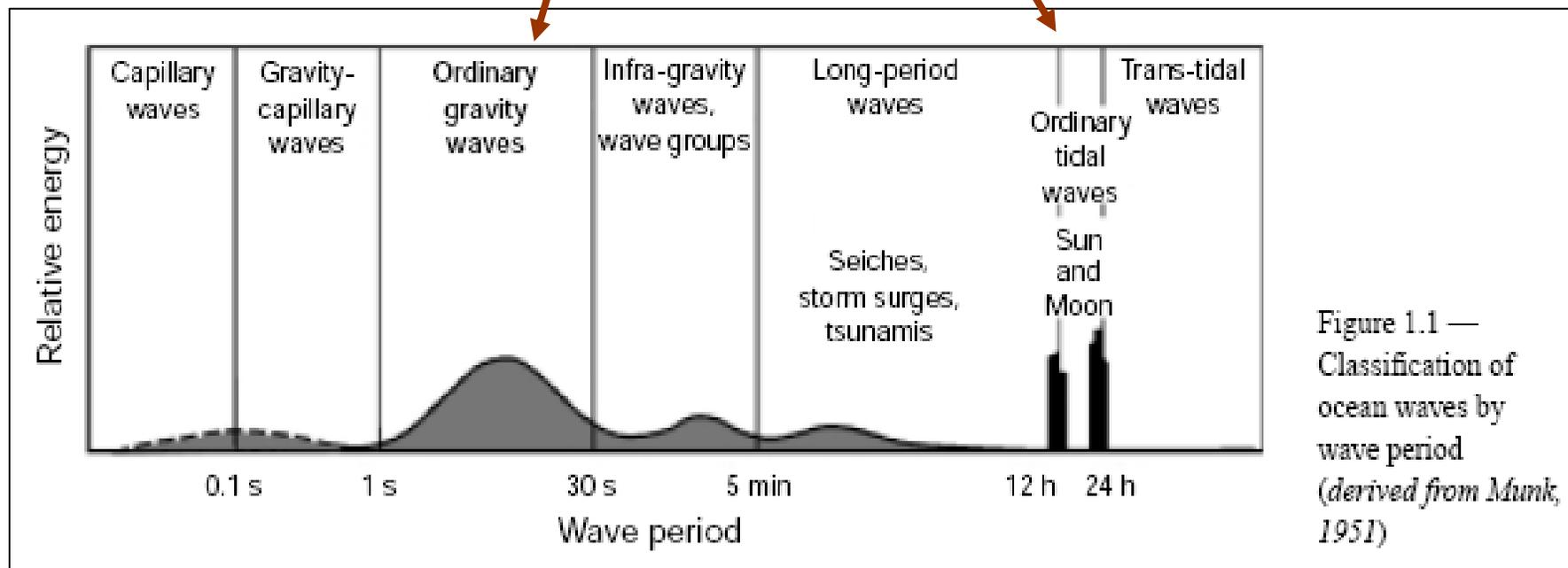


G.B. Castiglioni, 1995

Il moto ondoso: indispensabile per una corretta valutazione degli eventi estremi e del trasporto solido litoraneo

Il livello del mare: la conoscenza delle massime variazioni del livello marino per l'analisi a breve e lungo termine della linea di costa

PERCHE'



LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDO SO

- **DATI OSSERVATI:** analisi statistica, mareggiate ed eventi estremi
- **DATI DA MODELLI NUMERICI:** ricostruzione di una mareggiata, previsioni

I DATI OSSERVATI

RON 2002 - 2006

-14 boe direzionali (TRIAXIS)

- NUOVI SITI:

Chioggia
Civitavecchia
Siniscola
Palermo



I DATI OSSERVATI

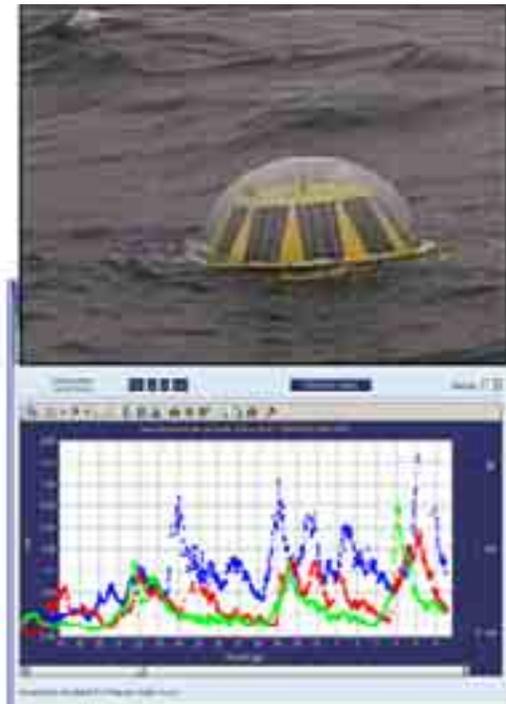
RON

- ACQUISIZIONE DEI DATI: Hs, Tp, Tm, dir ogni ½ ora (dal 2002)
- REGISTRAZIONE DEI DATI: ogni 3 ore a Roma
- SERIE **STORICHE SU SCALA NAZIONALE**

14 boe TRIAXIS dal 2002

**2 boe WAVERIDER
1998-2002**

8 boe WAVEC 1989-1998



I DATI OSSERVATI

RETI REGIONALI

- REGIONE CALABRIA
- REGIONE ABRUZZO (Giulianova)
- ARPA EMR (Cesenatico)
- ARPA LIGURIA
- REGIONE TOSCANA
- REGIONE CAMPANIA
- REGIONE PUGLIA
- OGS (Boa alla foce del fiume Tagliamento)

I DATI OSSERVATI

PROGETTO ARCHIMEDE

Nasce per facilitare lo scambio di dati meteo marini nazionali tra amministrazioni pubbliche ed enti privati: dati di moto ondoso, di livello marino, meteo, di corrente marina



LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO

Il *regime di moto ondoso* indica le caratteristiche statistiche dei parametri ondosi sintetici, rilevati in un periodo pluriennale, analizzati su base annuale, mensile, stagionale



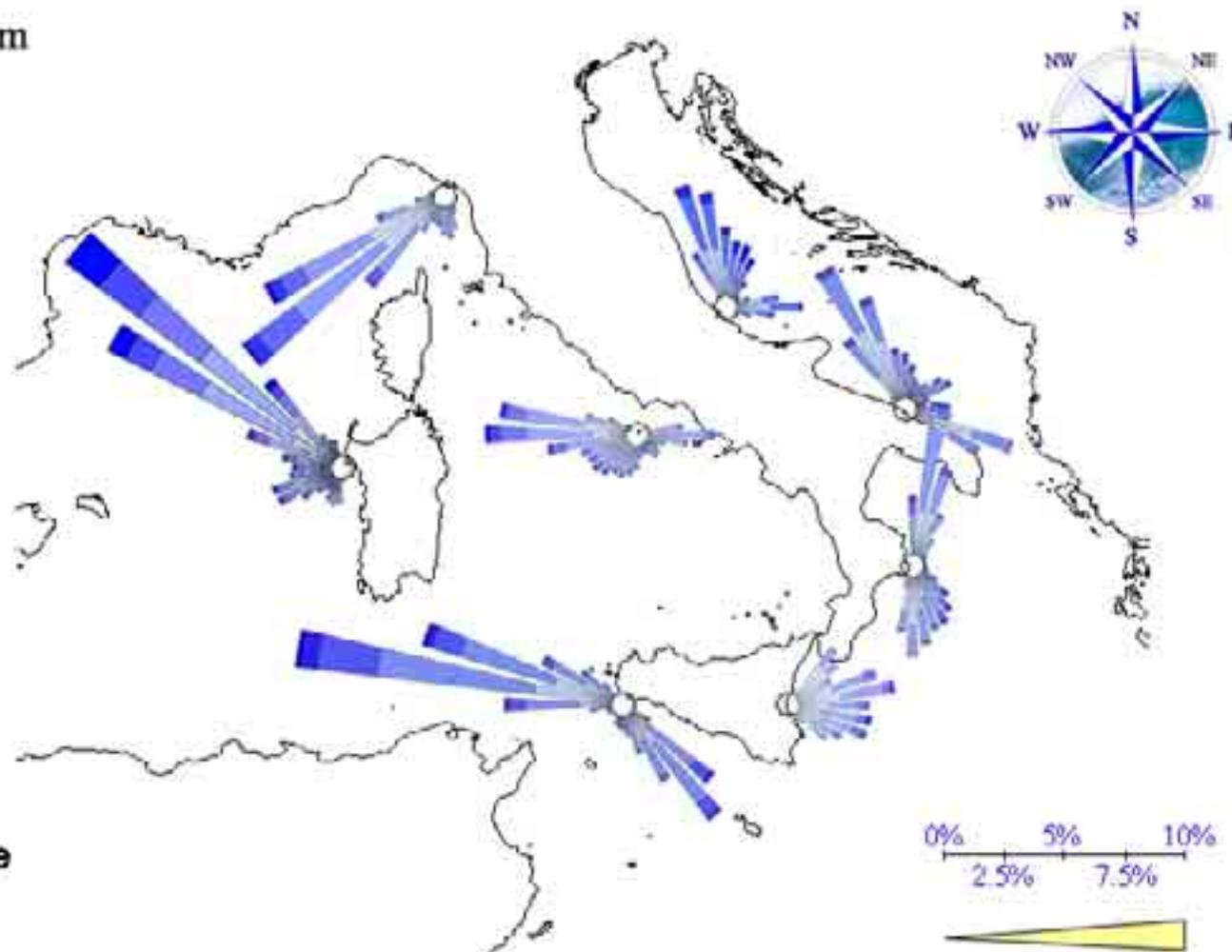
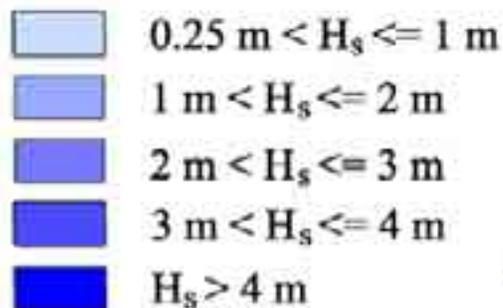
- **Distribuzione di frequenza congiunta di accadimento altezza d'onda – direzione**
- **Analisi delle mareggiate**

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO

Tabelle di frequenza congiunta (H_{m0} , Dir)

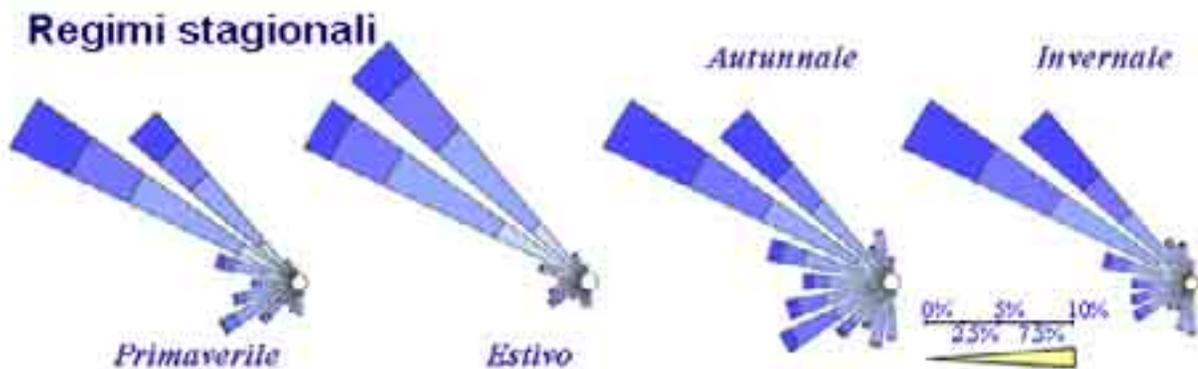
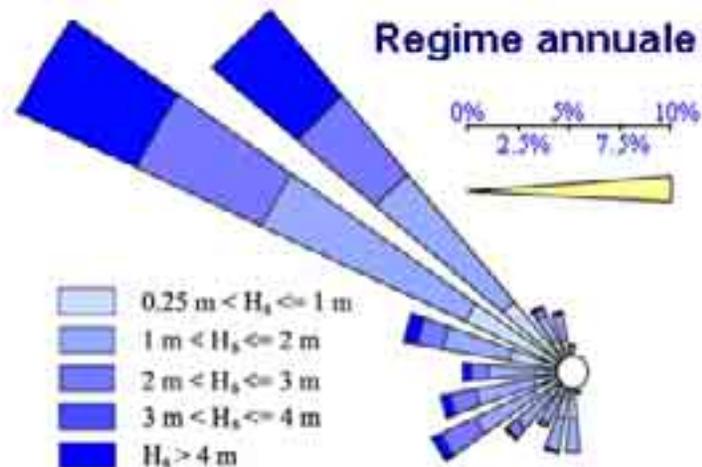
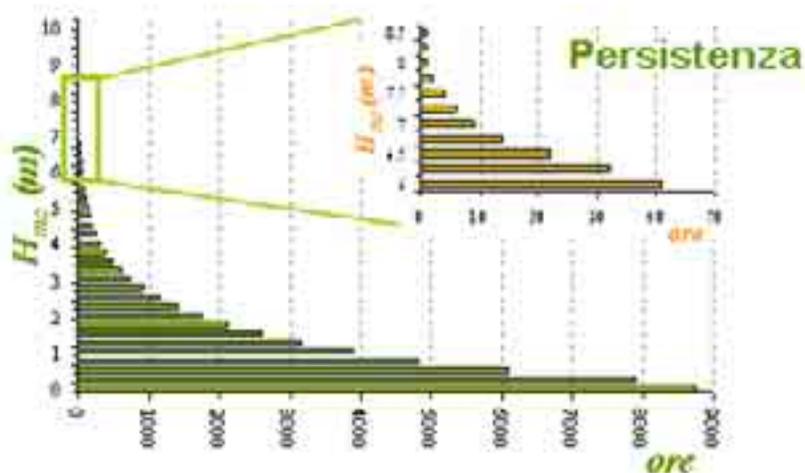
N.O.	N.D.R.	N.D.M.	N.C.tra	Classe di direzione media di provenienza α (deg N)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
42376	39094	3282	3856	540	180	114	71	65	54	40	47	40	53	80	470	1443	1755	1308	1635	2305	3108	1875	2857	8483	6590	1770	1388	35238																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	13	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	32	40	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	44	40	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	2	76	75	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	12	14	8	14	172	163	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	7	17	11	17	32	269	278	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	8	30	42	30	60	437	347	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9	26	90	88	69	71	605	461	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2.5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	7	21	66	200	136	105	137	709	508	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2.0	13	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9	24	52	61	117	297	238	139	267	1029	717	90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.5	52	9	7	3	3	3	1	1	2	3	6	52	144	150	140	209	359	361	247	374	1330	940	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.0	161	67	27	20	16	6	3	13	6	4	15	123	440	422	285	404	519	448	408	629	1611	1152	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0.5	213	100	00	40	46	45	45	30	39	45	64	245	623	1119	700	690	704	844	654	1220	1932	1726	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
-	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390	405	420	435	450	465	480	495	510	525	540	555	570	585	600	615	630	645	660	675	690	705	720	735	750	765	780	795	810	825	840	855	870	885	900	915	930	945	960	975	990	1005	1020	1035	1050	1065	1080	1095	1110	1125	1140	1155	1170	1185	1200	1215	1230	1245	1260	1275	1290	1305	1320	1335	1350	1365	1380	1395	1410	1425	1440	1455	1470	1485	1500	1515	1530	1545	1560	1575	1590	1605	1620	1635	1650	1665	1680	1695	1710	1725	1740	1755	1770	1785	1800	1815	1830	1845	1860	1875	1890	1905	1920	1935	1950	1965	1980	1995	2010	2025	2040	2055	2070	2085	2100	2115	2130	2145	2160	2175	2190	2205	2220	2235	2250	2265	2280	2295	2310	2325	2340	2355	2370	2385	2400	2415	2430	2445	2460	2475	2490	2505	2520	2535	2550	2565	2580	2595	2610	2625	2640	2655	2670	2685	2700	2715	2730	2745	2760	2775	2790	2805	2820	2835	2850	2865	2880	2895	2910	2925	2940	2955	2970	2985	3000	3015	3030	3045	3060	3075	3090	3105	3120	3135	3150	3165	3180	3195	3210	3225	3240	3255	3270	3285	3300	3315	3330	3345	3360	3375	3390	3405	3420	3435	3450	3465	3480	3495	3510	3525	3540	3555	3570	3585	3600	3615	3630	3645	3660	3675	3690	3705	3720	3735	3750	3765	3780	3795	3810	3825	3840	3855	3870	3885	3900	3915	3930	3945	3960	3975	3990	4005	4020	4035	4050	4065	4080	4095	4110	4125	4140	4155	4170	4185	4200	4215	4230	4245	4260	4275	4290	4305	4320	4335	4350	4365	4380	4395	4410	4425	4440	4455	4470	4485	4500	4515	4530	4545	4560	4575	4590	4605	4620	4635	4650	4665	4680	4695	4710	4725	4740	4755	4770	4785	4800	4815	4830	4845	4860	4875	4890	4905	4920	4935	4950	4965	4980	4995	5010	5025	5040	5055	5070	5085	5100	5115	5130	5145	5160	5175	5190	5205	5220	5235	5250	5265	5280	5295	5310	5325	5340	5355	5370	5385	5400	5415	5430	5445	5460	5475	5490	5505	5520	5535	5550	5565	5580	5595	5610	5625	5640	5655	5670	5685	5700	5715	5730	5745	5760	5775	5790	5805	5820	5835	5850	5865	5880	5895	5910	5925	5940	5955	5970	5985	6000	6015	6030	6045	6060	6075	6090	6105	6120	6135	6150	6165	6180	6195	6210	6225	6240	6255	6270	6285	6300	6315	6330	6345	6360	6375	6390	6405	6420	6435	6450	6465	6480	6495	6510	6525	6540	6555	6570	6585	6600	6615	6630	6645	6660	6675	6690	6705	6720	6735	6750	6765	6780	6795	6810	6825	6840	6855	6870	6885	6900	6915	6930	6945	6960	6975	6990	7005	7020	7035	7050	7065	7080	7095	7110	7125	7140	7155	7170	7185	7200	7215	7230	7245	7260	7275	7290	7305	7320	7335	7350	7365	7380	7395	7410	7425	7440	7455	7470	7485	7500	7515	7530	7545	7560	7575	7590	7605	7620	7635	7650	7665	7680	7695	7710	7725	7740	7755	7770	7785	7800	7815	7830	7845	7860	7875	7890	7905	7920	7935	7950	7965	7980	7995	8010	8025	8040	8055	8070	8085	8100	8115	8130	8145	8160	8175	8190	8205	8220	8235	8250	8265	8280	8295	8310	8325	8340	8355	8370	8385	8400	8415	8430	8445	8460	8475	8490	8505	8520	8535	8550	8565	8580	8595	8610	8625	8640	8655	8670	8685	8700	8715	8730	8745	8760	8775	8790	8805	8820	8835	8850	8865	8880	8895	8910	8925	8940	8955	8970	8985	9000	9015	9030	9045	9060	9075	9090	9105	9120	9135	9150	9165	9180	9195	9210	9225	9240	9255	9270	9285	9300	9315	9330	9345	9360	9375	9390	9405	9420	9435	9450	9465	9480	9495	9510	9525	9540	9555	9570	9585	9600	9615	9630	9645	9660	9675	9690	9705	9720	9735	9750	9765	9780	9795	9810	9825	9840	9855	9870	9885	9900	9915	9930	9945	9960	9975	9990	10005	10020	10035	10050	10065	10080	10095	10110	10125	10140	10155	10170	10185	10200	10215	10230	10245	10260	10275	10290	10305	10320	10335	10350	10365	10380	10395	10410	10425	10440	10455	10470	10485	10500	10515	10530	10545	10560	10575	10590	10605	10620	10635	10650	10665	10680	10695	10710	10725	10740	10755	10770	10785	10800	10815	10830	10845	10860	10875	10890	10905	10920	10935	10950	10965	10980	10995	11010	11025	11040	11055	11070	11085	11100	11115	11130	11145	11160	11175	11190	11205	11220	11235	11250	11265	11280	11295	11310	11325	11340	11355	11370	11385	11400	11415	11430	11445	11460	11475	11490	11505	11520	11535	11550	11565	11580	11595	11610	11625	11640	11655	11670	11685	11700	11715	11730	11745	11760	11775	11790	11805	11820	11835	11850	11865	11880	11895	11910	11925	11940	11955	11970	11985	12000	12015	12030	12045	12060	12075	12090	12105	12120	12135	12150	12165	12180	12195	12210	12225	12240	12255	12270	12285	12300	12315	12330	12345	12360	12375	12390	12405	12420	12435	12450	12465	12480	12495	12510	12525	12540	12555	12570	12585	12600	12615	12630	12645	12660	12675	12690	12705	12720	12735	12750	12765	12780	12795	12810	12825	12840	12855	12870	12885	12900	12915	12930	12945	12960	12975	12990	13005	13020	13035	13050	13065	13080	13095	13110	13125	13140	13155	13170	13185	13200	13215	13230	13245	13260	13275	13290	13305	13320	13335	13350	13365	13380	13395	13410	13425	13440	13455	13470	13485	13500	13515	13530	13545	13560

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO



Distribuzione in
frequenza delle H_s per le
8 boe
(1989 – 2001)

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO



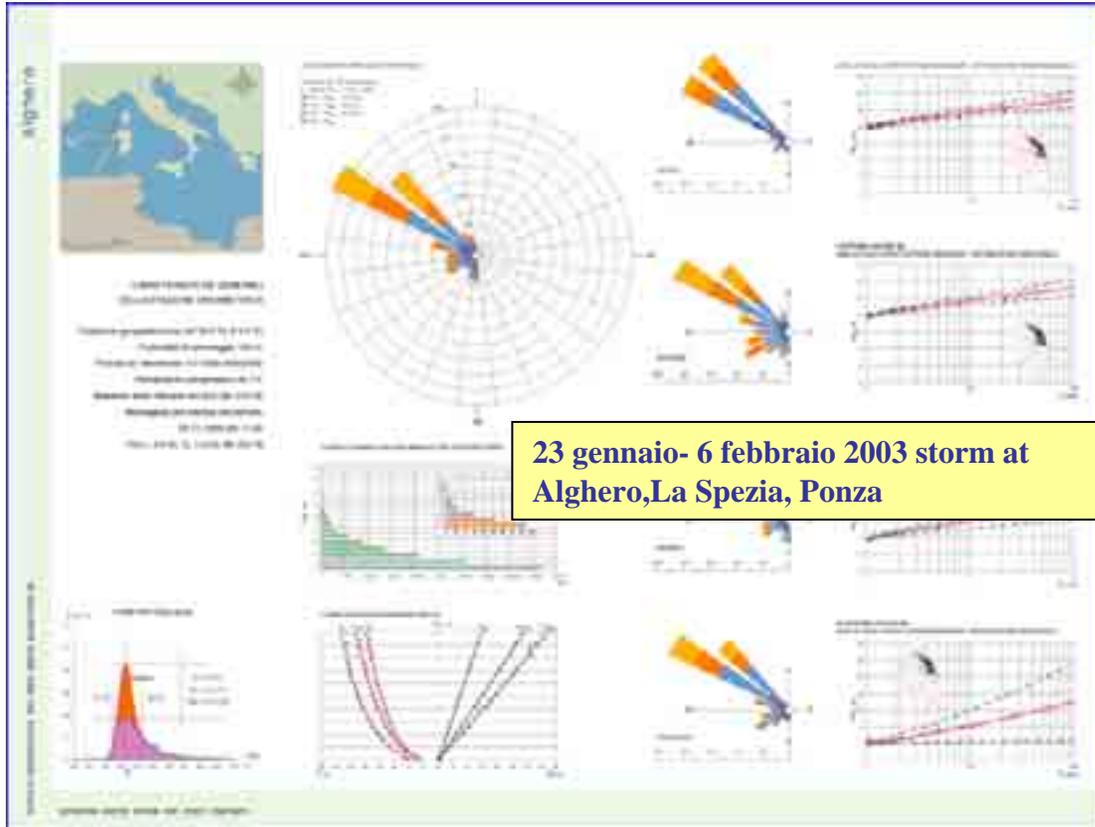
LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDO SO

Distribuzione in frequenza dei parametri ondosi



- definizione della probabilità di occorrenza di un evento estremo, per il dimensionamento delle opere marittime
- definizione del clima ondoso, per la valutazione delle condizioni di evoluzione di un litorale

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO



Distribuzione direzionale del flusso medio lordo annuale

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO

GRAFICI

Distribuzione direzionale delle onde con H_s dovuta a vento > F7 (28 - 33 nodi)

RADAR:

SCATTERPLOT: Valori massimi dei cluster al di sopra della soglia semioraria separati da un opportuno periodo sotto soglia

Stazione	SI (m)
Alghero	3.0
Ancona	2.0
Siniscola	3.0
Catania	2.0
Cetraro	3.0
Civitavecchia	3.0
Crotone	2.5
La Spezia	2.5
Mazara	3.0
Monopoli	2.0
Palermo	3.0
Ortona	2.0
Ponza	3.0
Chioggia	2.0

Il flusso di energia lordo dell'onda \bar{P} è stato calcolato a partire dalla densità di energia

$$\bar{E} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

come:

$$\bar{P} = \bar{E} C_g$$

Essendo C_g la velocità di gruppo definita in acque profonde da:

$$C_g = \frac{gT}{4\pi}$$

il flusso di energia risulta infine

$$\bar{P} = \frac{\rho g^2}{32\pi} T H^2 \approx 0.982 H_{m0}^2 T_m$$

ed il flusso totale, espresso in W/m, è dato dalla somma di tutti i contributi

$$\bar{P} \approx 0.982 \sum (H_{m0}^2 T_m)$$

IL CLIMA ONDOSO: IL TIRRENO



Distribuzione
Hs massime

Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali

IL CLIMA ONDOSO: IL MAR DI SICILIA



Distribuzione
Hs massime

Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali

IL CLIMA ONDOSO: IL MAR DI SICILIA



**Distribuzione
Hs massime**



**Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali**

IL CLIMA ONDOSO: IL MAR ADRIATICO



**Distribuzione
Hs massime**



**Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali**

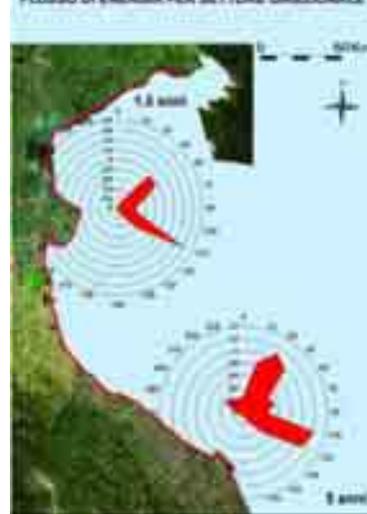
IL CLIMA ONDOSO: IL MAR ADRIATICO



FLUSSO DI ENERGIA PER SETTORE DIREZIONALE



FLUSSO DI ENERGIA PER SETTORE DIREZIONALE



Distribuzione
Hs massime

Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali

IL CLIMA ONDOSO: IL MAR DI SARDEGNA

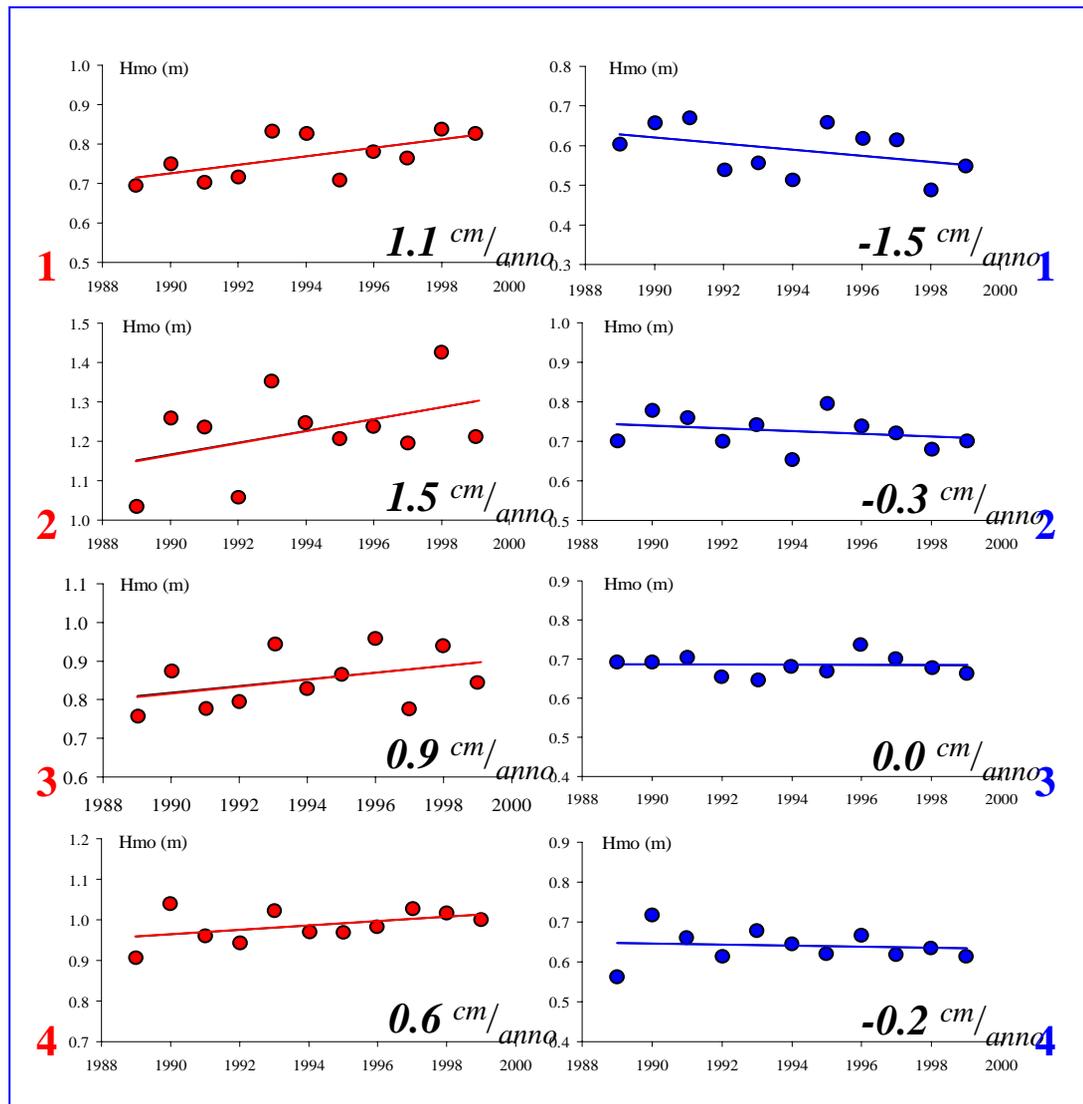
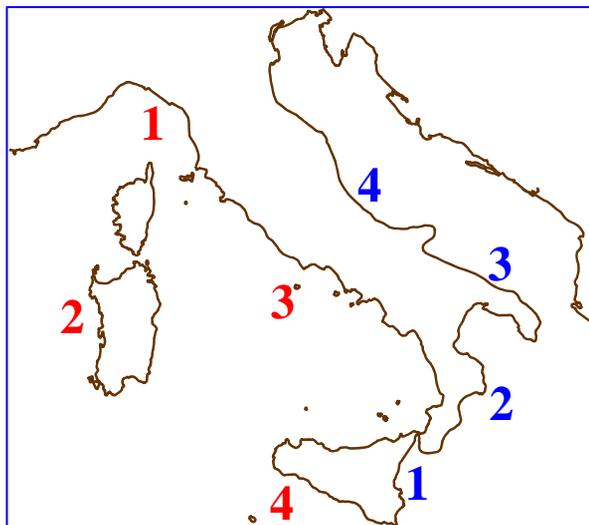


Distribuzione
Hs massime

Media annuale
del flusso di
energia per
settori
direzionali

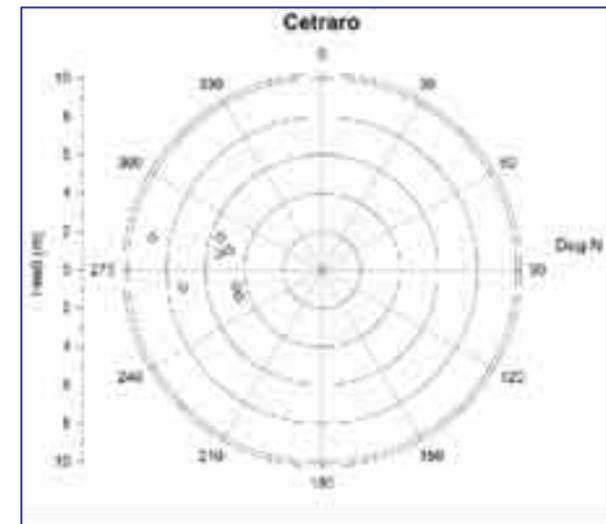
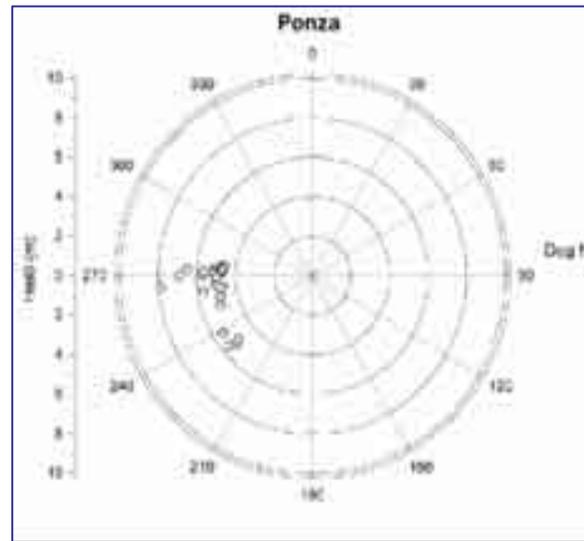
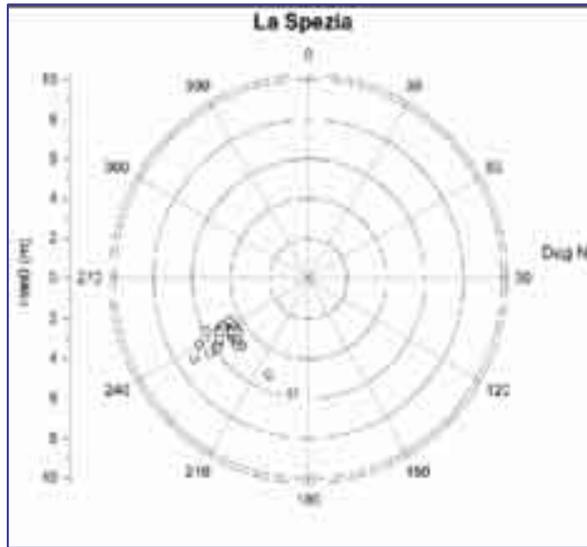
LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDOSO

Tendenze Evolutive.
Variazioni annuali dell'altezza d'onda significativa media

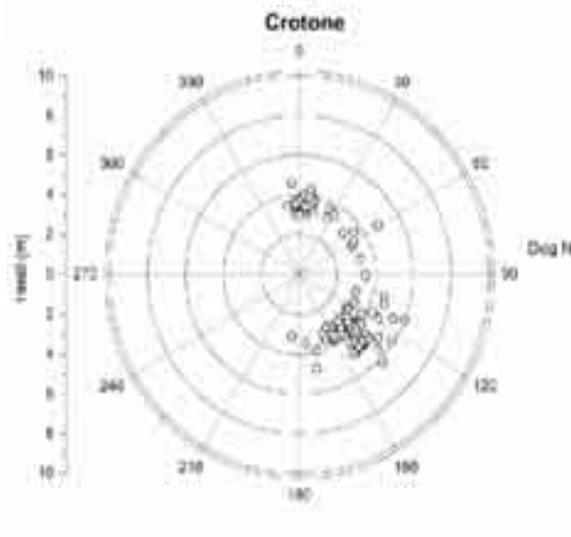
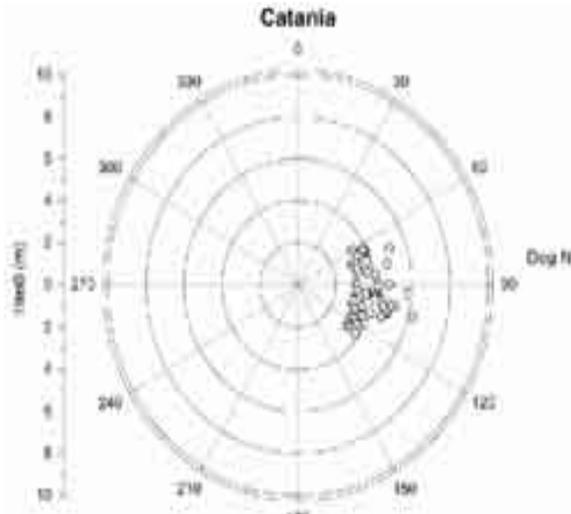
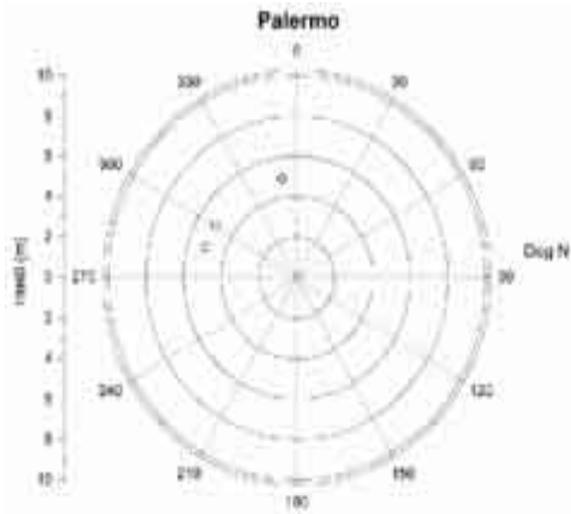


LE MAREGGIATE: IL TIRRENO

Hs massime delle mareggiate

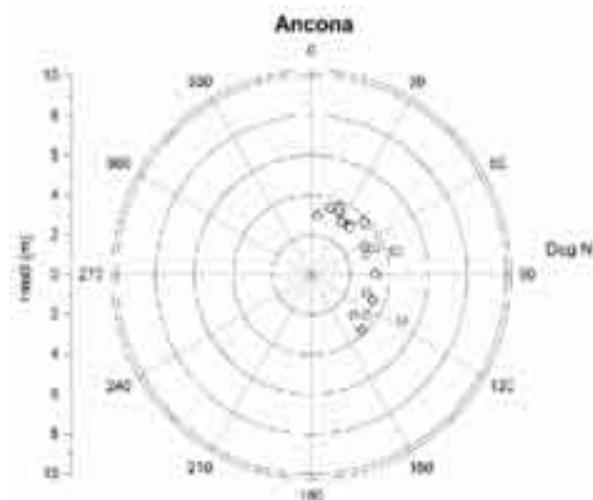
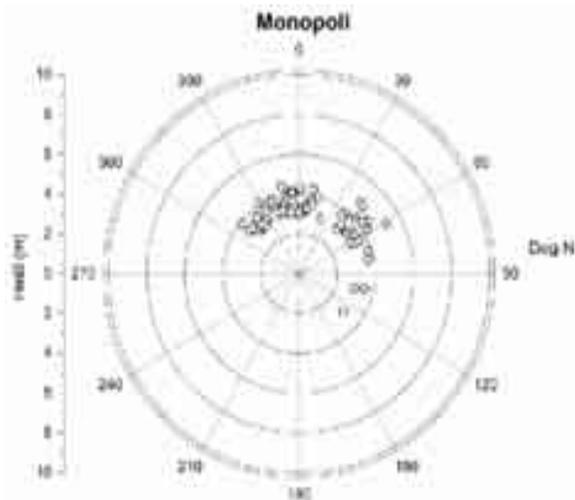


LE MAREGGIATE: IL MAR DI SICILIA

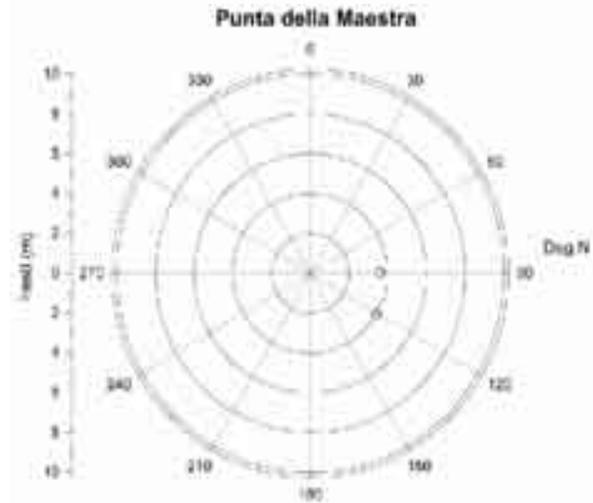


Hs massime delle mareggiate

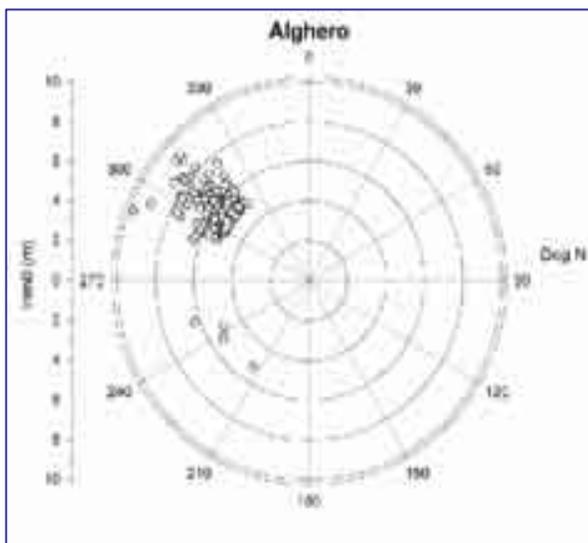
LE MAREGGIATE: IL MAR ADRIATICO



Hs massime delle mareggiate



LE MAREGGIATE: IL MAR DI SARDEGNA



Hs massime delle mareggiate

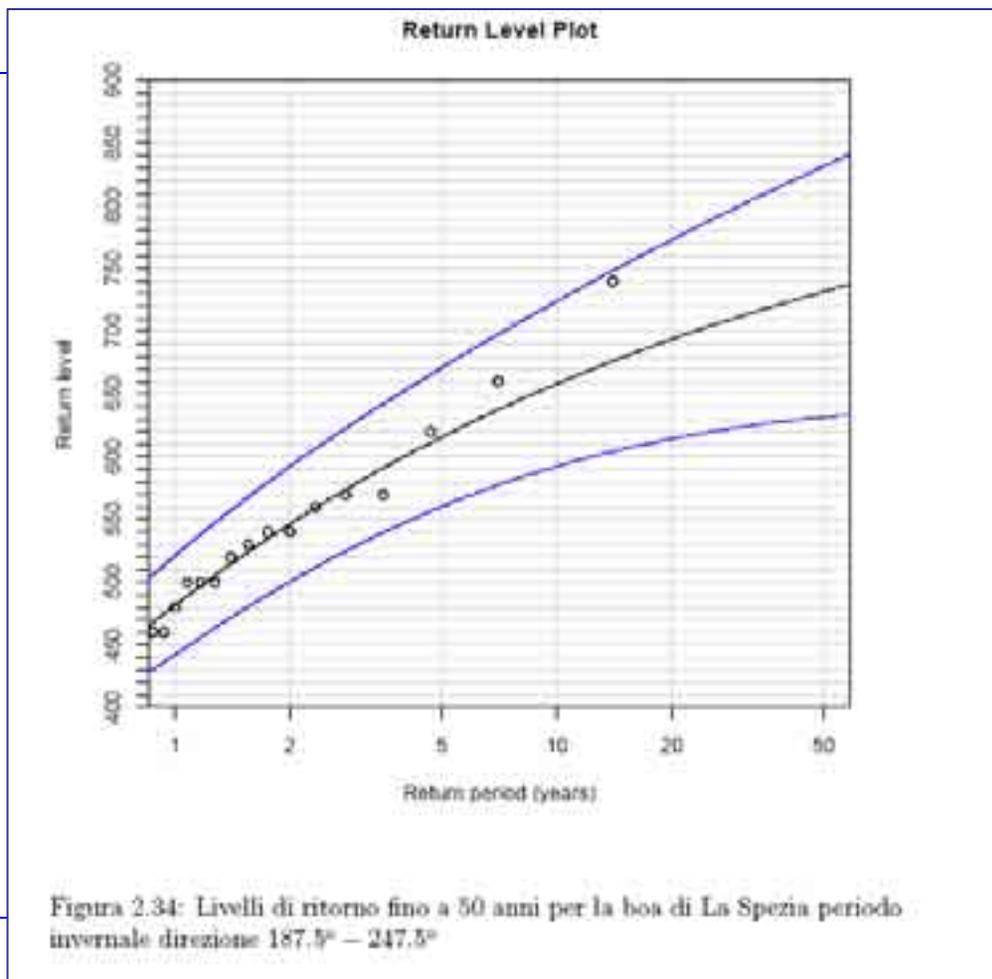
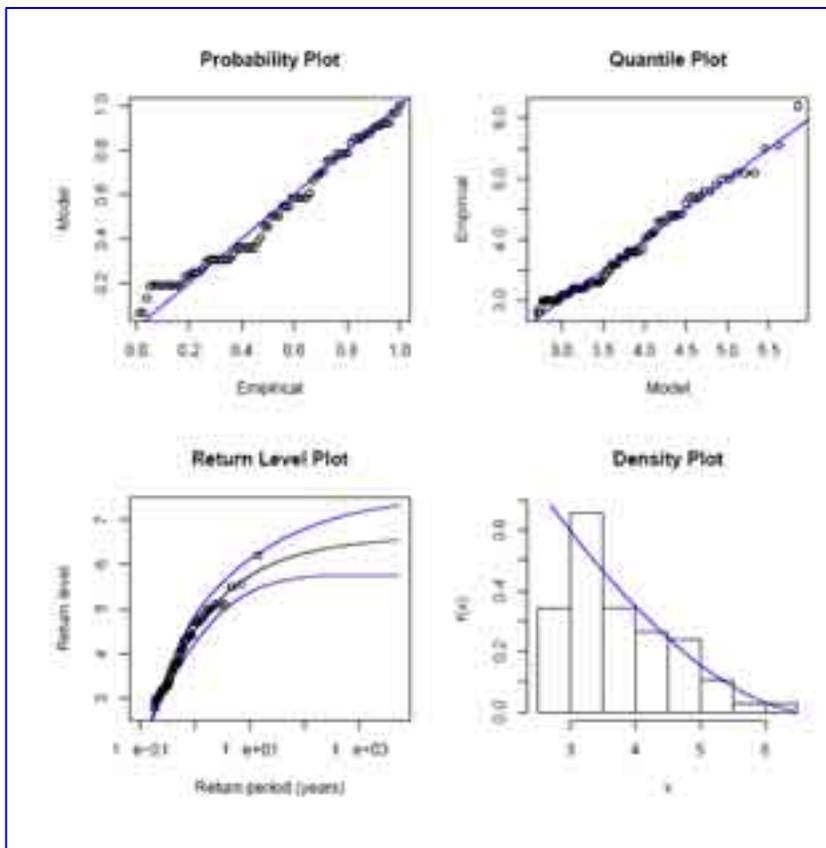


LE MAREGGIATE



Eventi Massimi osservati nel periodo 1989-2003: periodo di ritorno e numero medio di mareggiate per anno

EVENTI ESTREMI



IL CLIMA ONDOSO NEI MARI ITALIANI

DUE REGIMI ONDOSI

● **Mar di Sardegna, Mar Ligure,
Mar Tirreno Centrale**

Regime unimodale: OVEST

Mareggiate:

Alghero e Ponza da OVEST

La Spezia da OVEST – SUD OVEST

Stagionalità: minore

Tendenze evolutive: aumento della
tempestosità

● **Mar Ionio, Mare
Adriatico**

Regime bimodale: NORD – SUD

Mareggiate:

Pescara e Monopoli da NORD

Catania e Crotona da EST – SUD EST

Stagionalità: maggiore

Tendenze evolutive: trascurabile
diminuzione

LA CLIMATOLOGIA DEL MOTO ONDO SO

- DATI OSSERVATI
- ANALISI STATISTICA
- MAREGGIATE ED EVENTI ESTREMI
- DATI DA MODELLI NUMERICI: mappe, ricostruzione di una mareggiata, previsioni

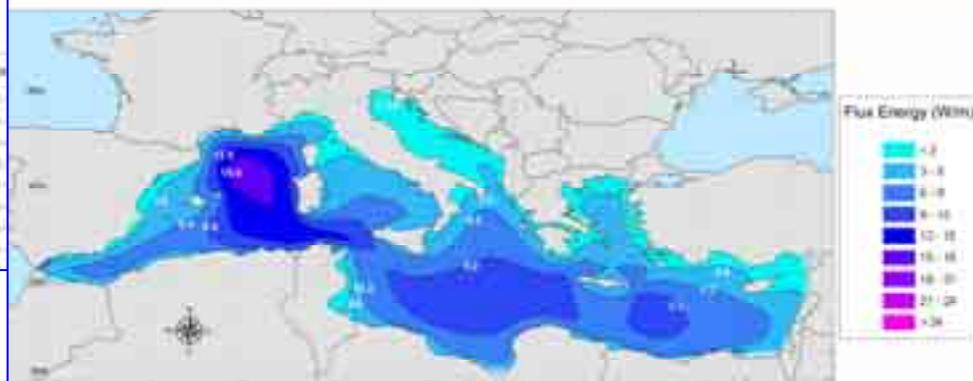
MAPPE DELLO STATO DEL MARE

WAM - ECMWF

Mean Significant Wave Height - Annual



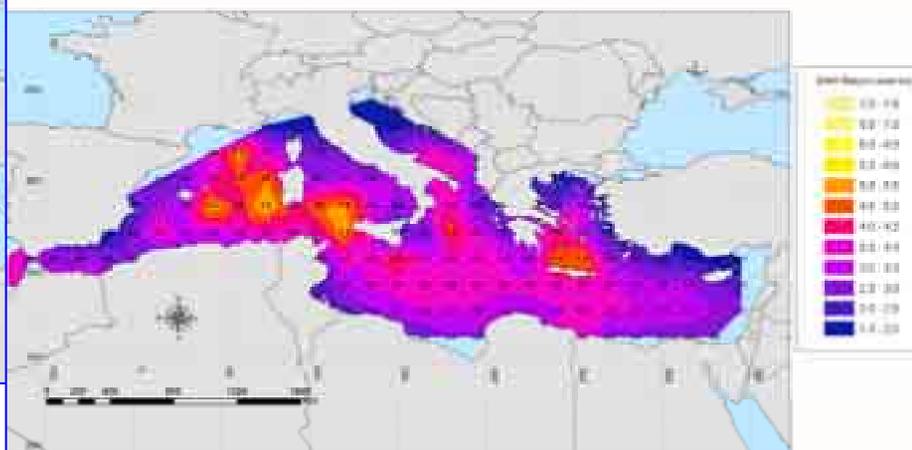
Mean Flux Energy - Annual



Mean Significant Wave Height and Direction - Annual



Significant Wave Height Return Level - 5 years



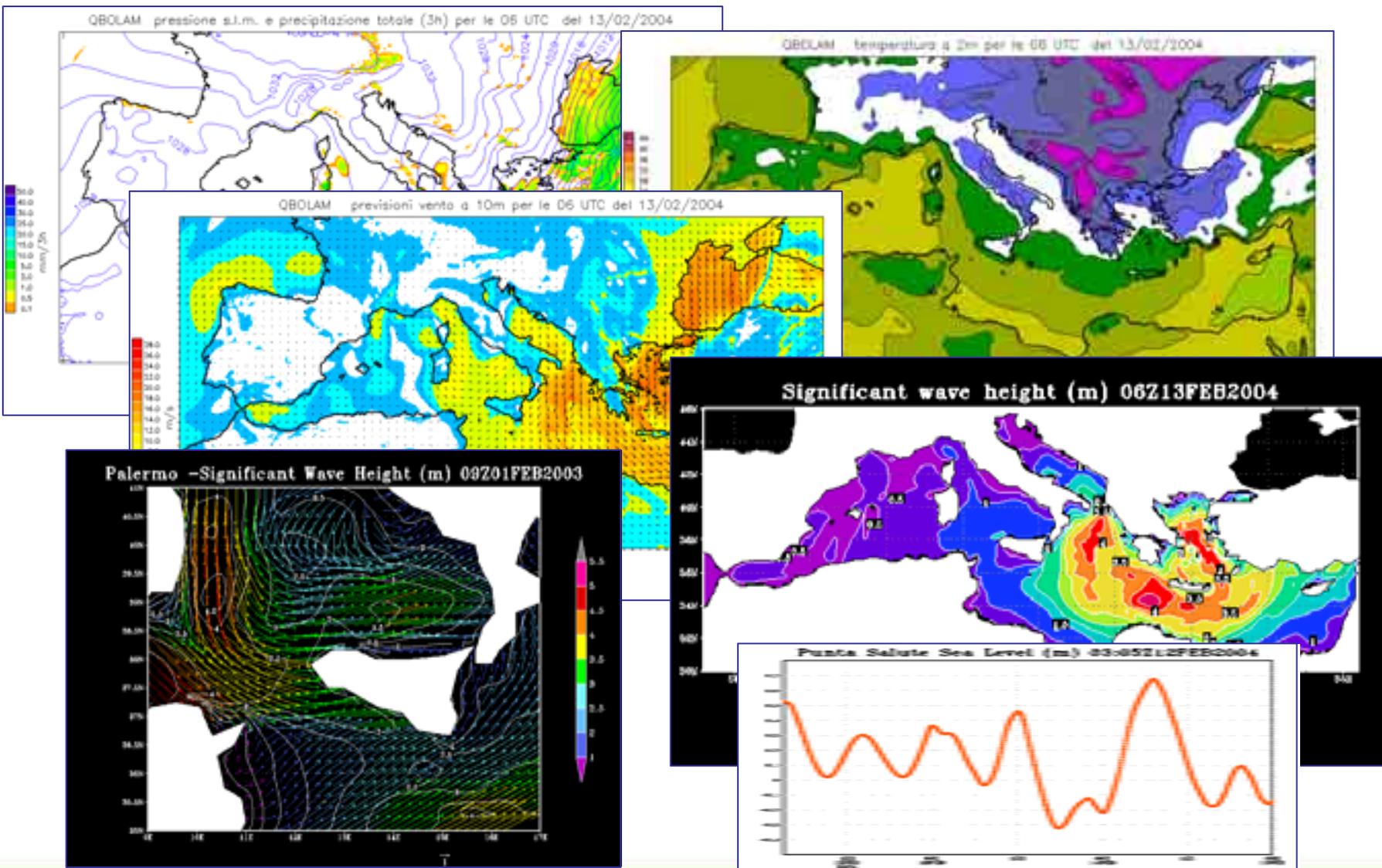
PREVISIONI: SIMM

Sistema Idro Meteo Mare



sistema integrato di **previsione** e **monitoraggio**; le osservazioni sono usate nelle operazioni di verifica e post processing dei modelli, i dati di forecast sono impiegati per estendere le informazioni puntuali

PREVISIONI: SIMM (previsioni a 48 ore)



PREVISIONE DELLA MAREGGIATA NEL TIRRENO MARZO 2008

DATI: Hs, Dir del SIMM

Mareggiata Marzo 2008



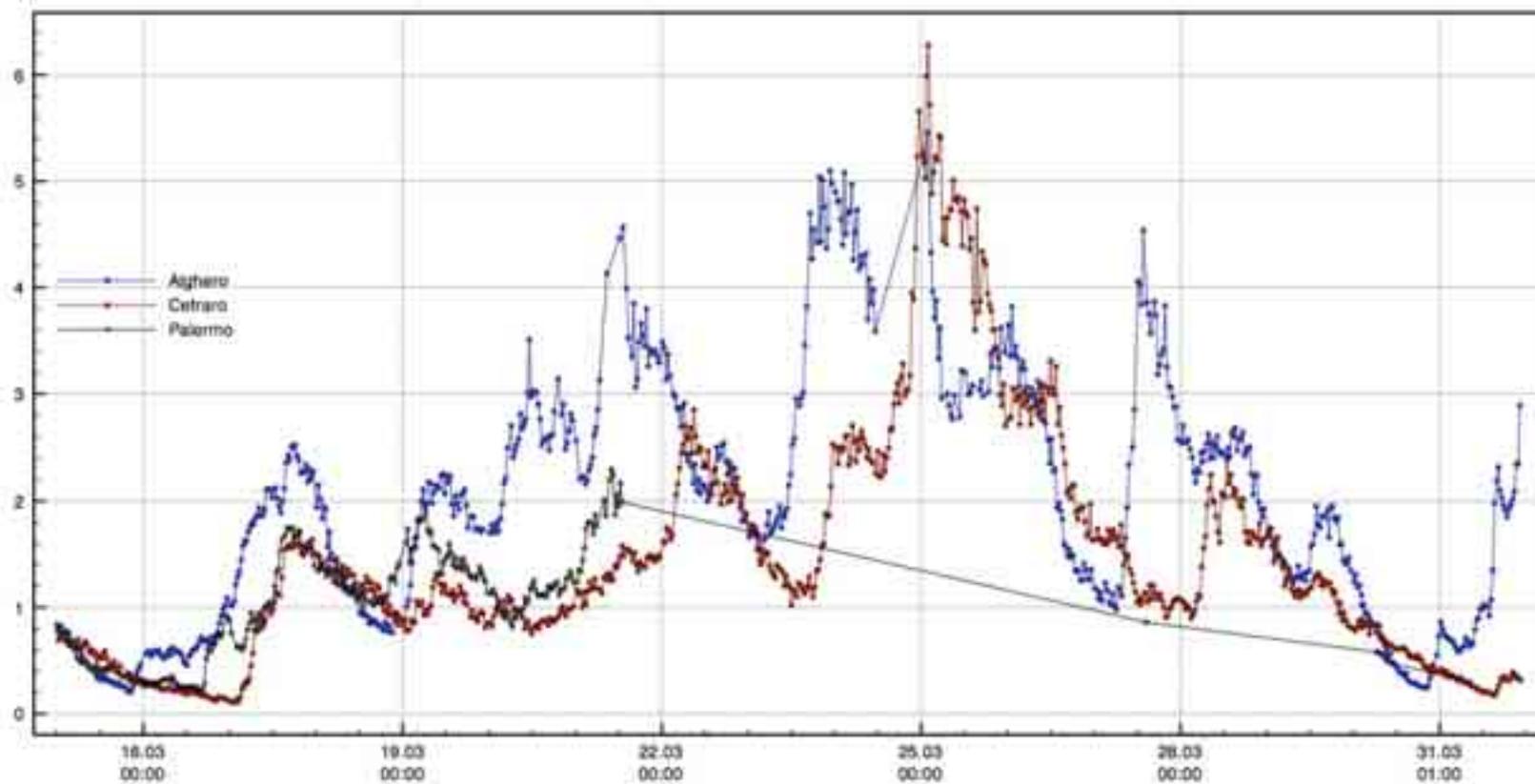
Mareggiata Marzo 2008

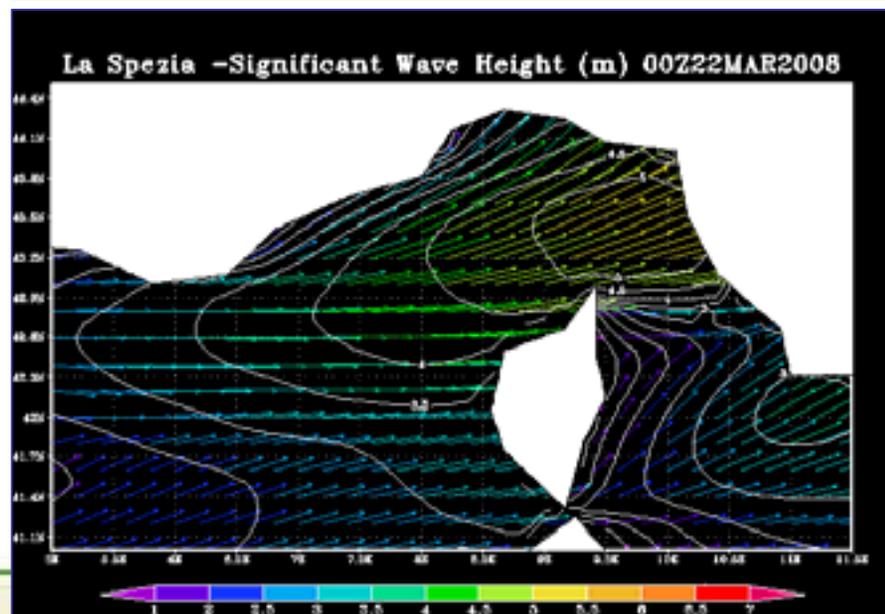
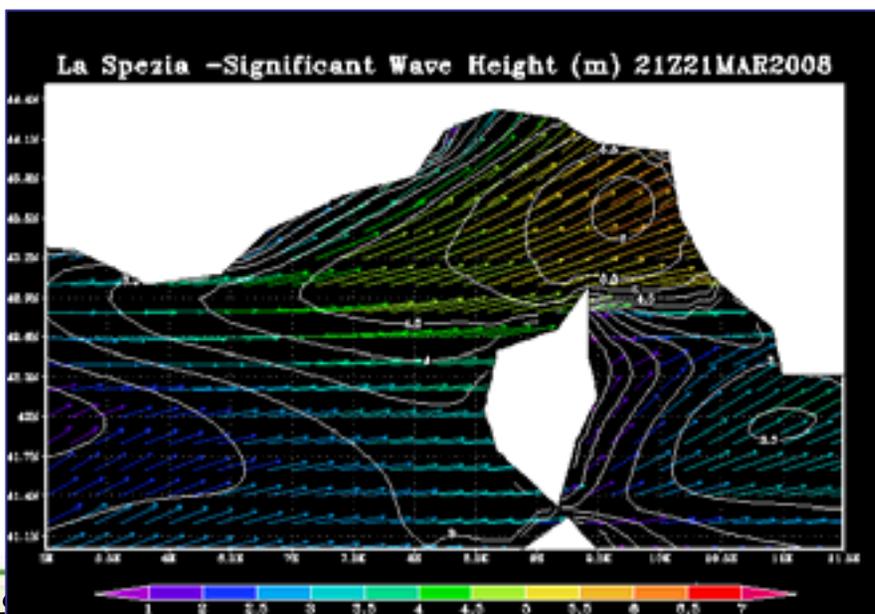
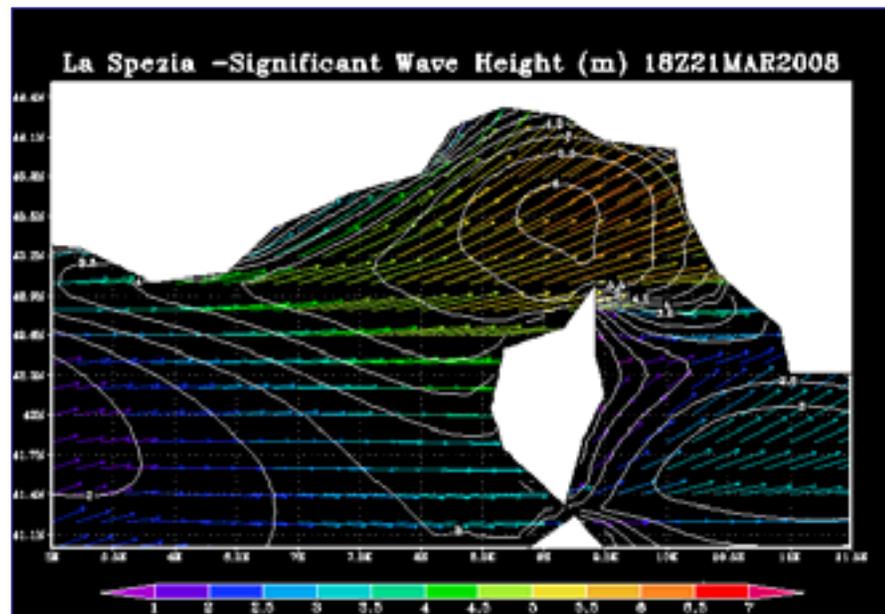
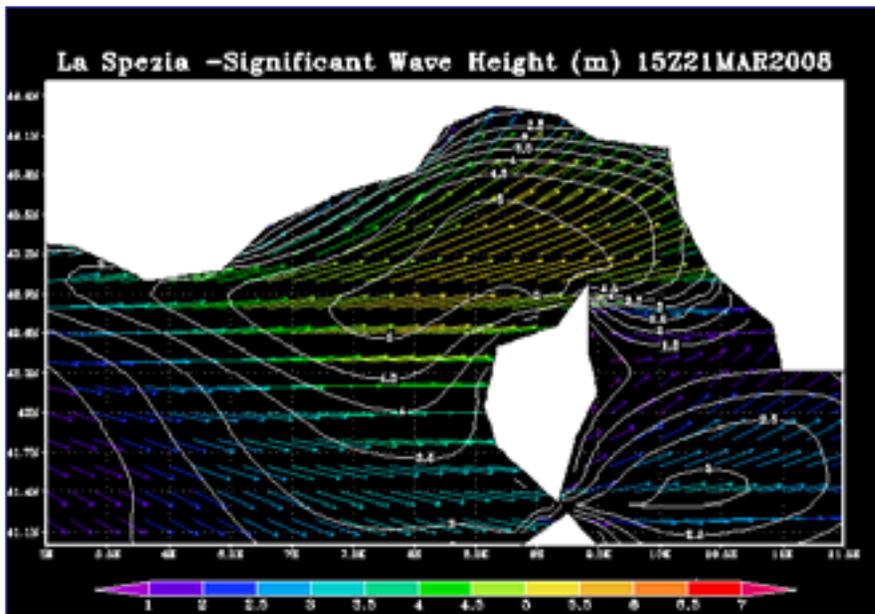


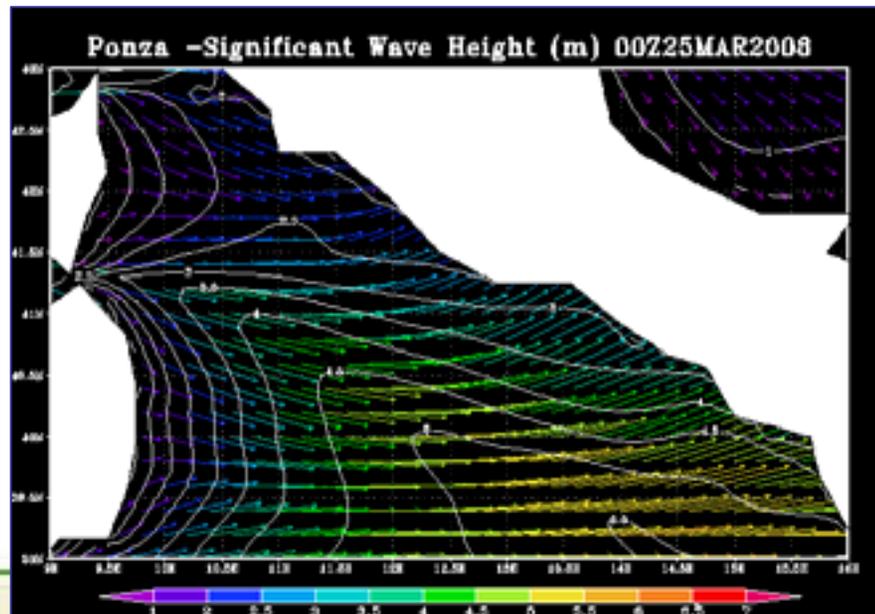
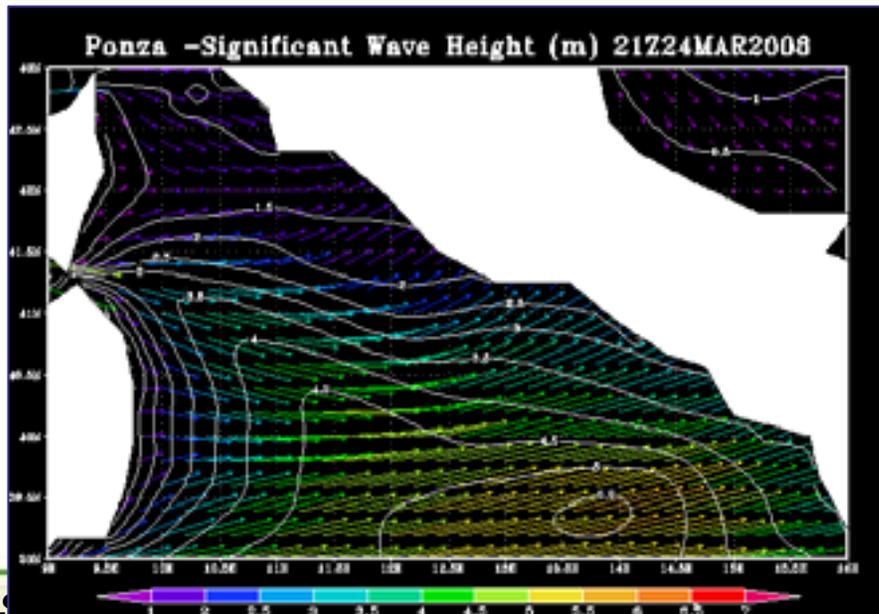
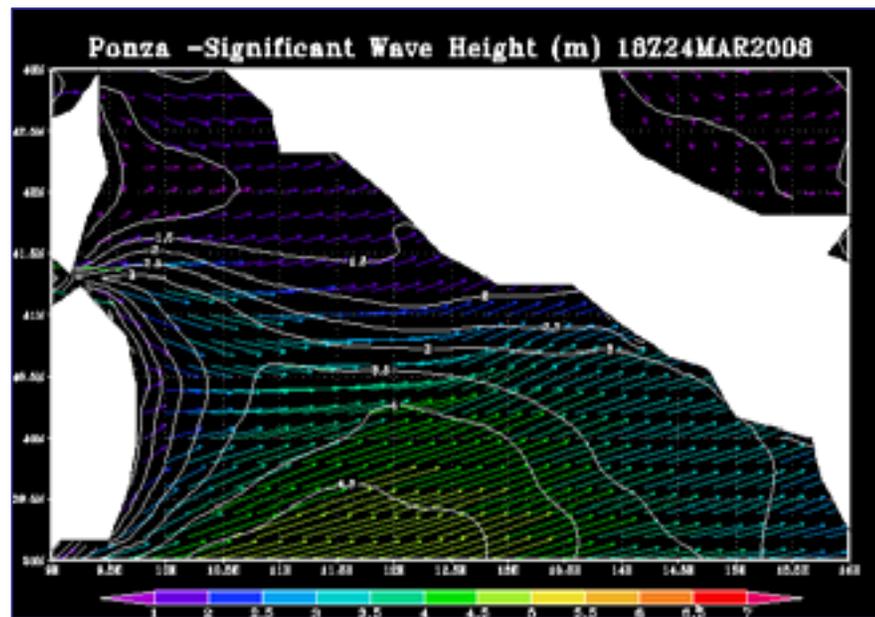
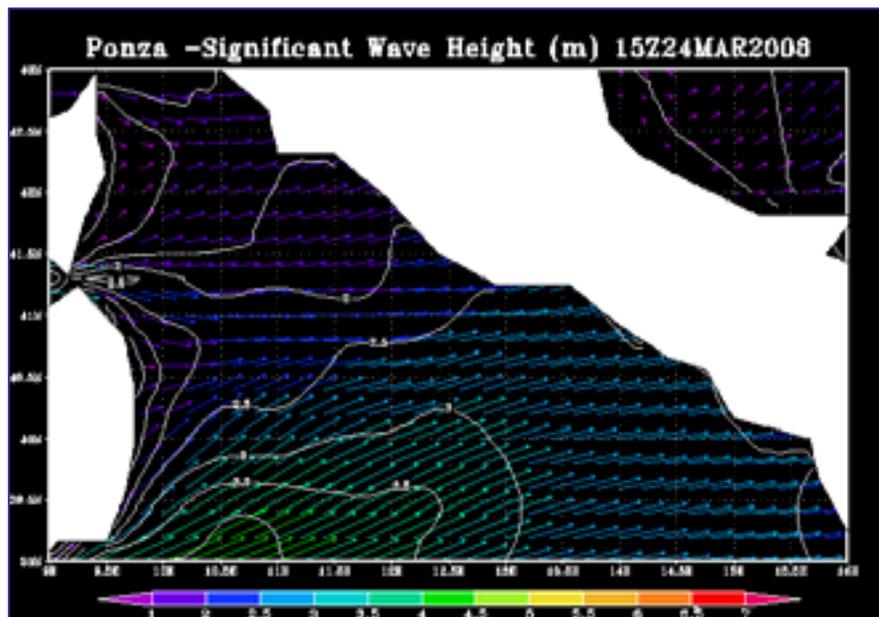
Sestri Levante



EVOLUZIONE DELLA MAREGGIATA







PROPAGAZIONE A COSTA DEL MOTO ONDO SO

MODELLO DELFT 3D - SWAN

- condizioni di H_s , Dir al largo fornite dai dati del WAM del SIMM
- vento misurato dalla RMN
- livello osservato
- batimetria fornita dall'IIM

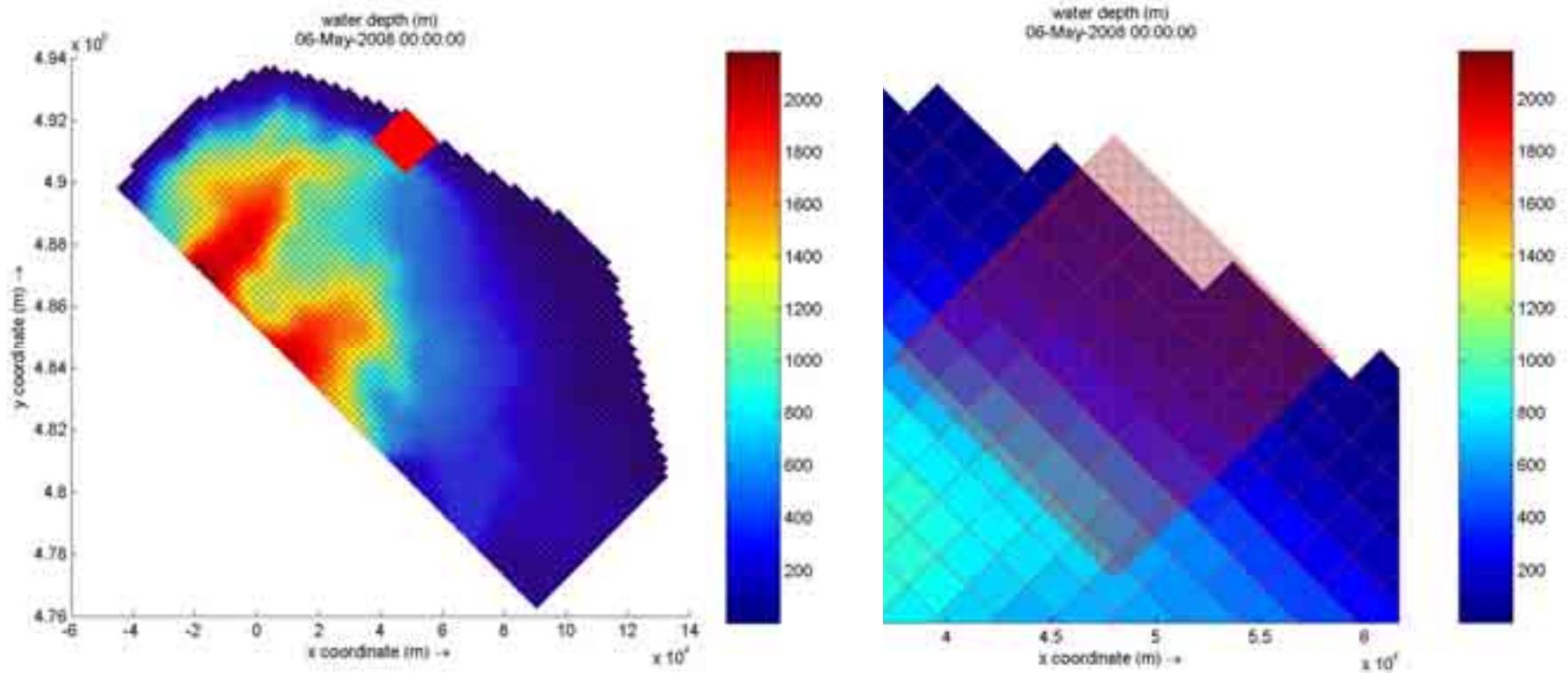
PROPAGAZIONE A COSTA DEL MOTO ONDOSONO

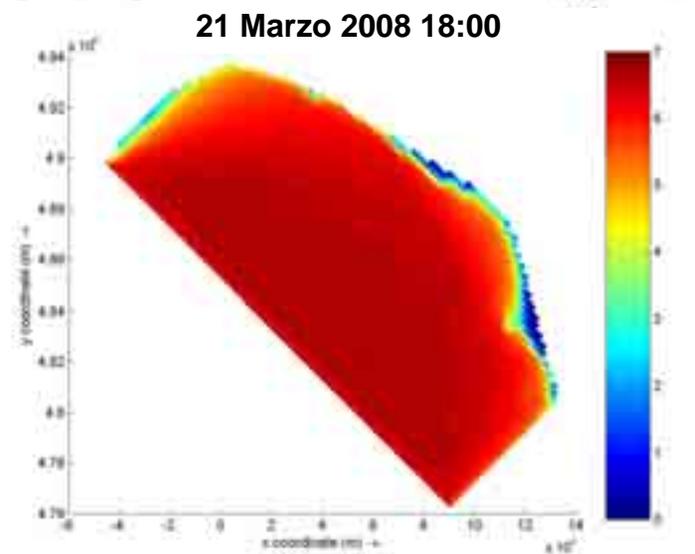
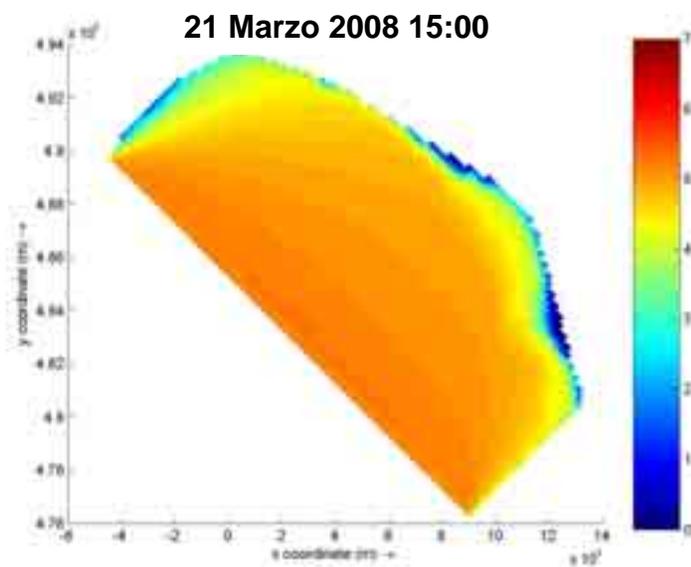
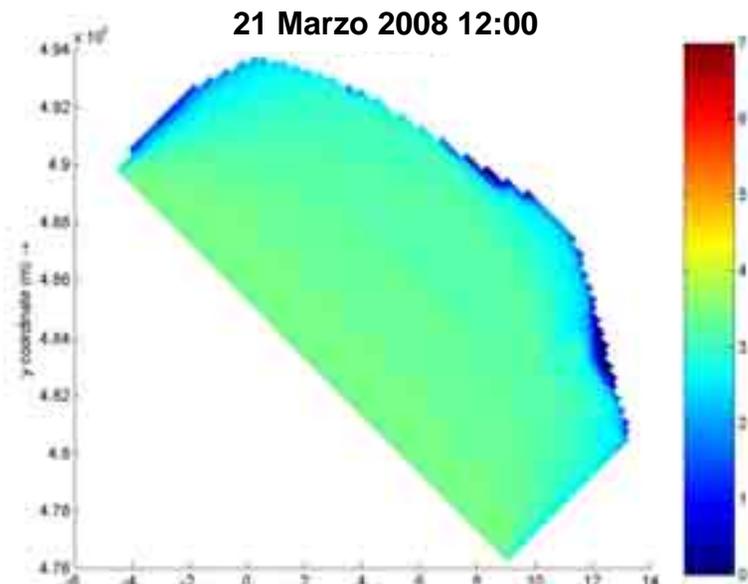
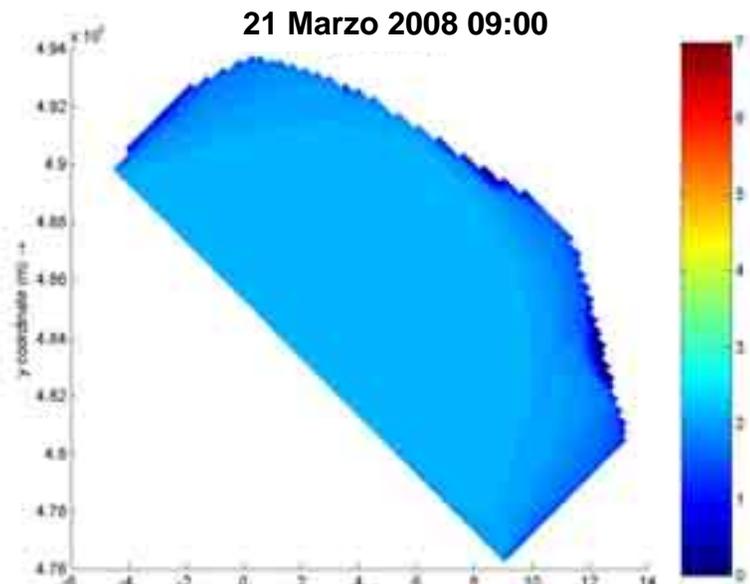
MODELLO DELFT 3D - SWAN

- simulazione della mareggiata nell'Alto Tirreno, 20 – 23 Marzo 2008

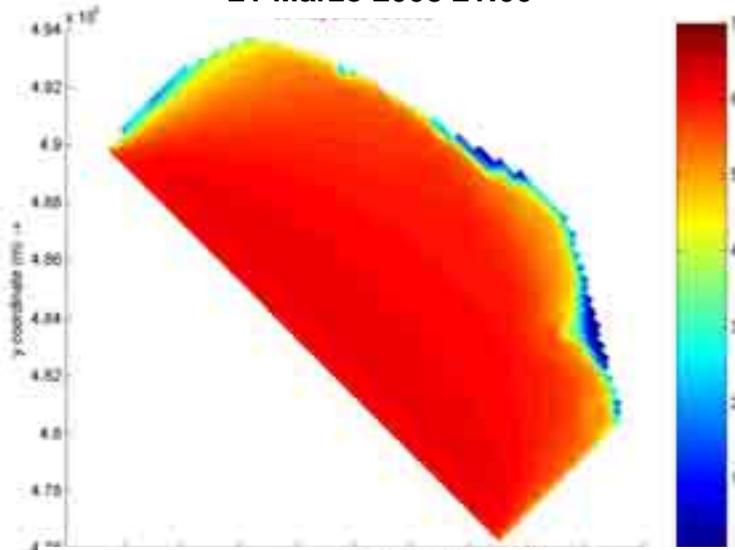
PROPAGAZIONE A COSTA DEL MOTO ONDOSO

MODELLO DELFT 3D – SWAN NESTING

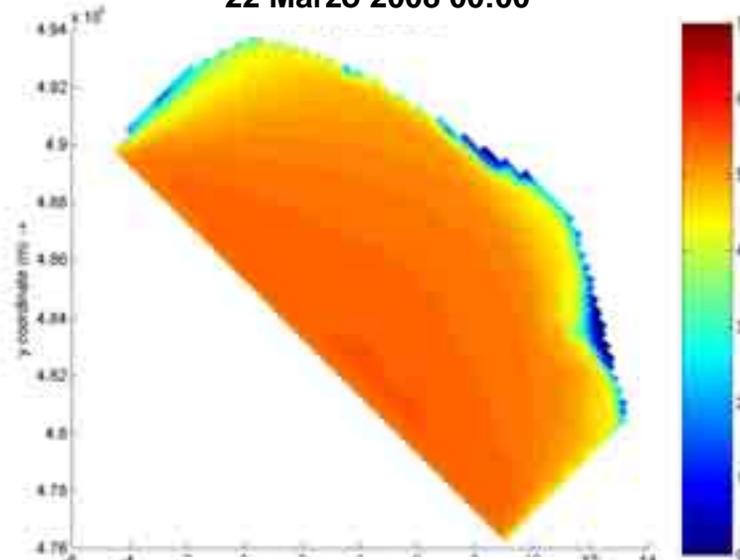




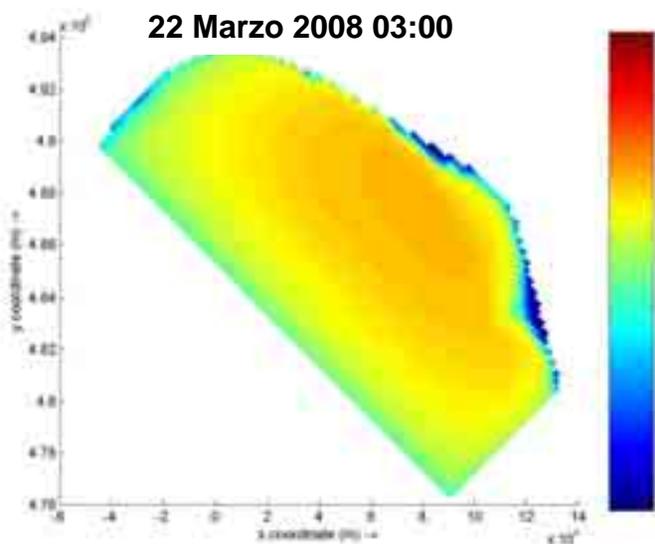
21 Marzo 2008 21:00



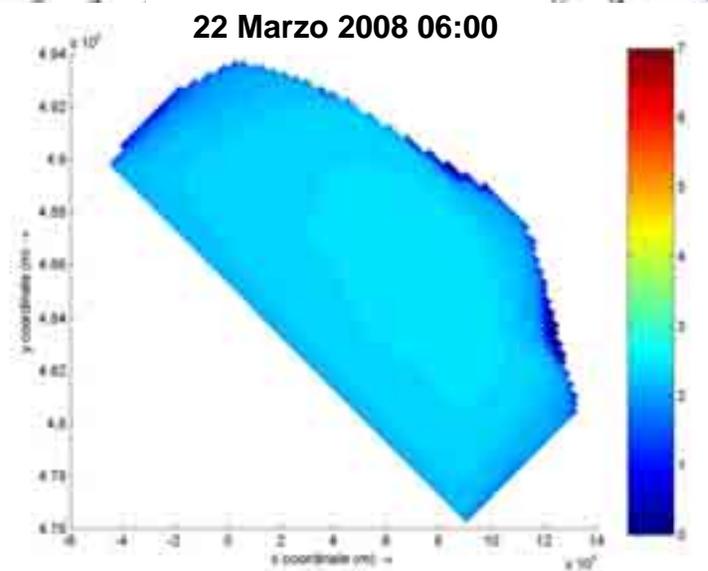
22 Marzo 2008 00:00

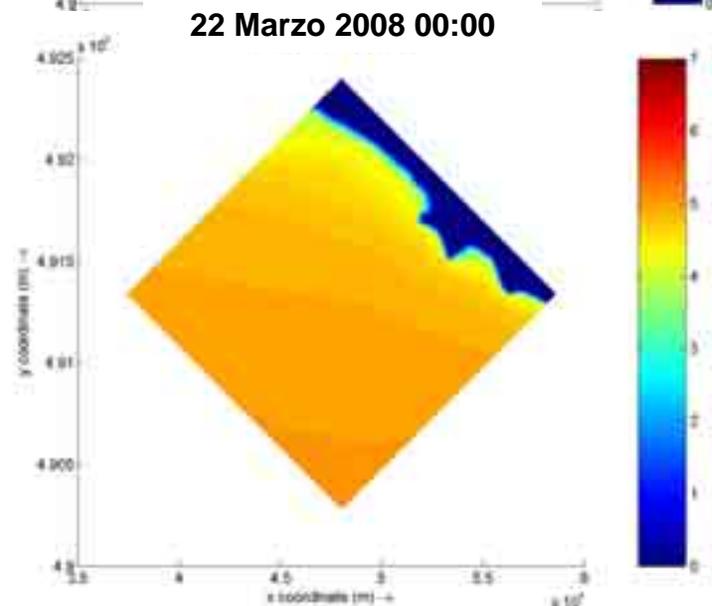
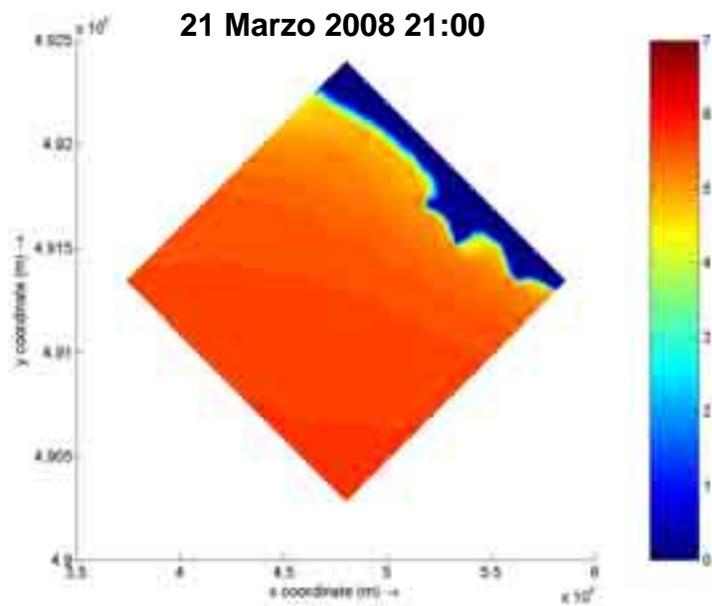
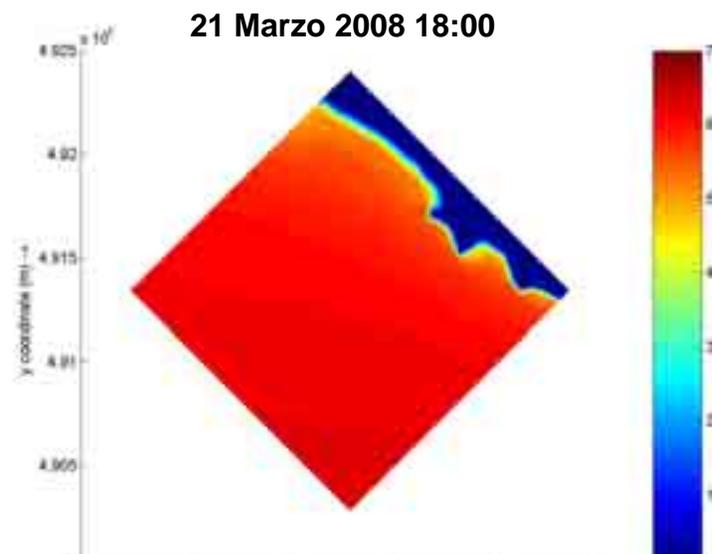
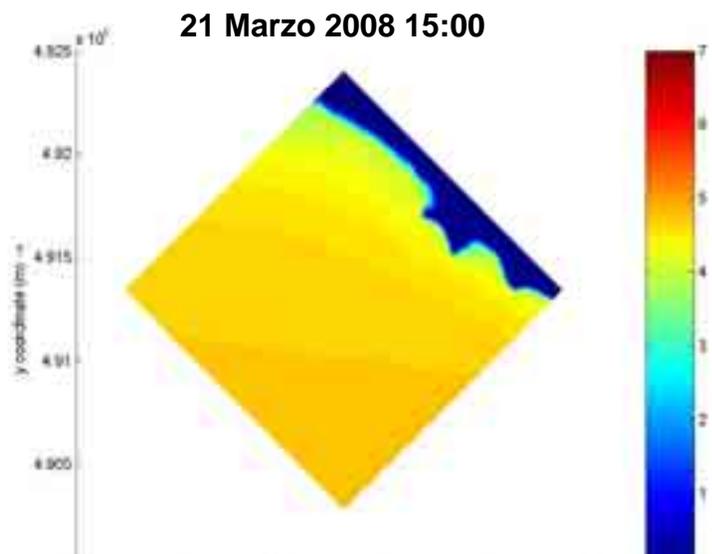


22 Marzo 2008 03:00



22 Marzo 2008 06:00

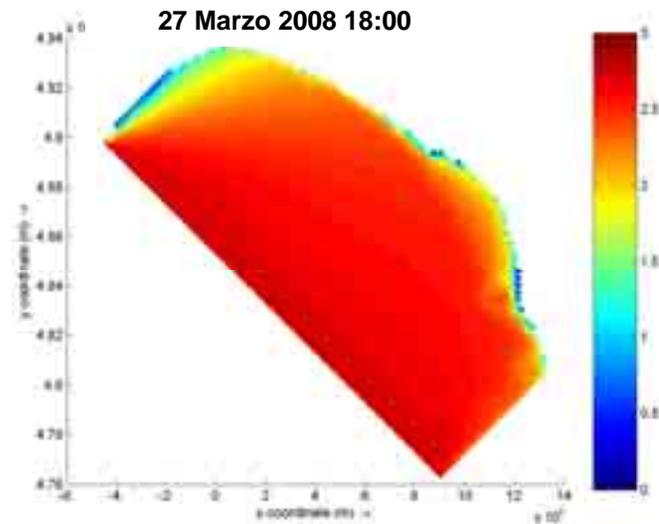
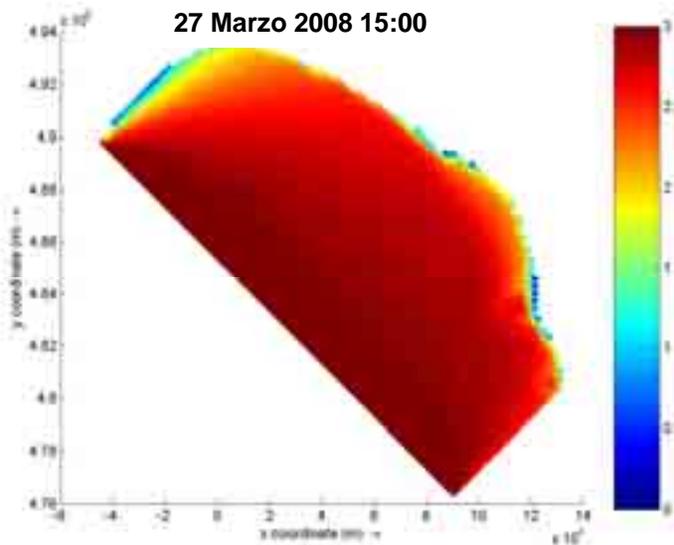
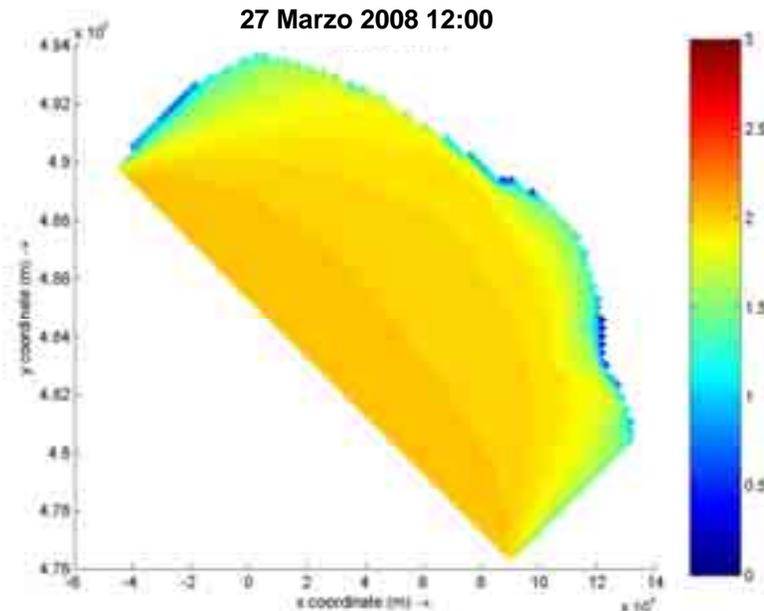
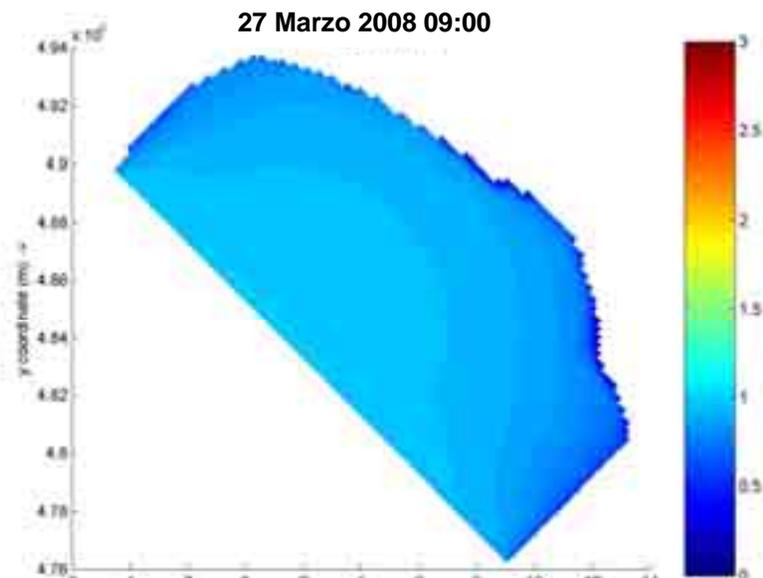


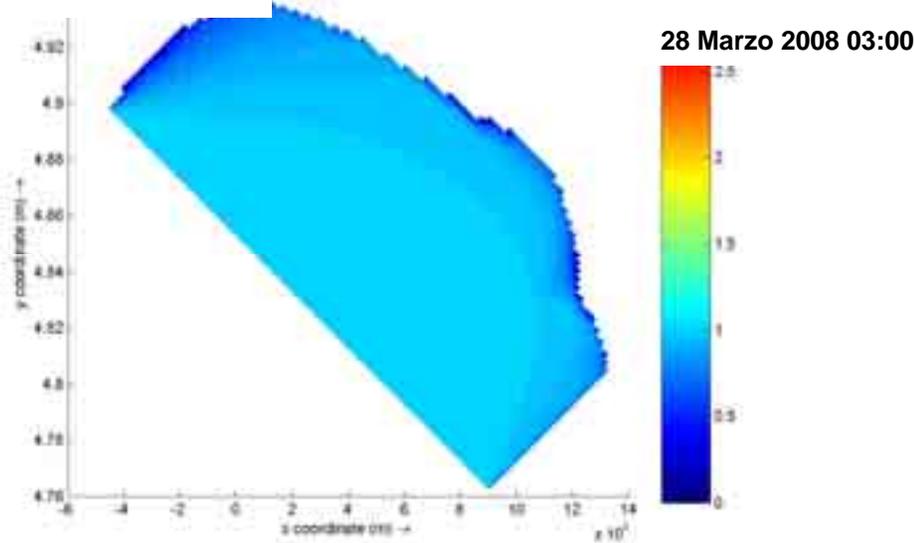
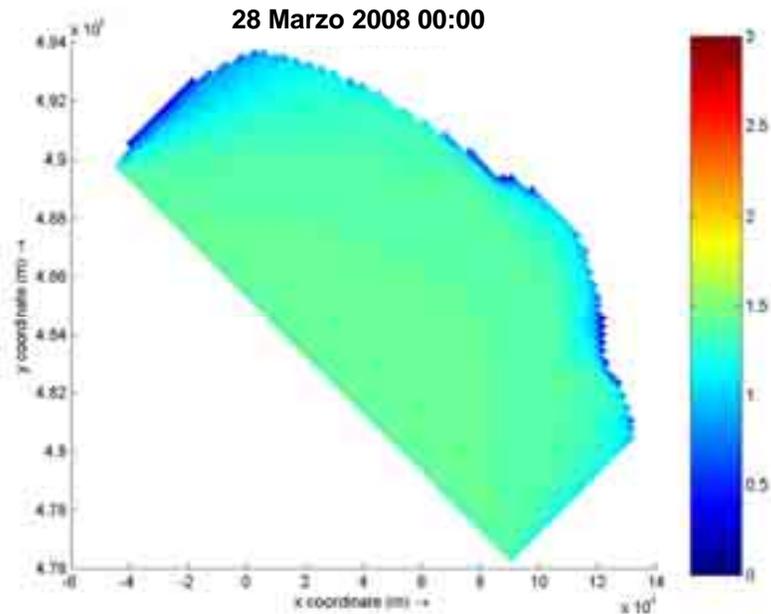
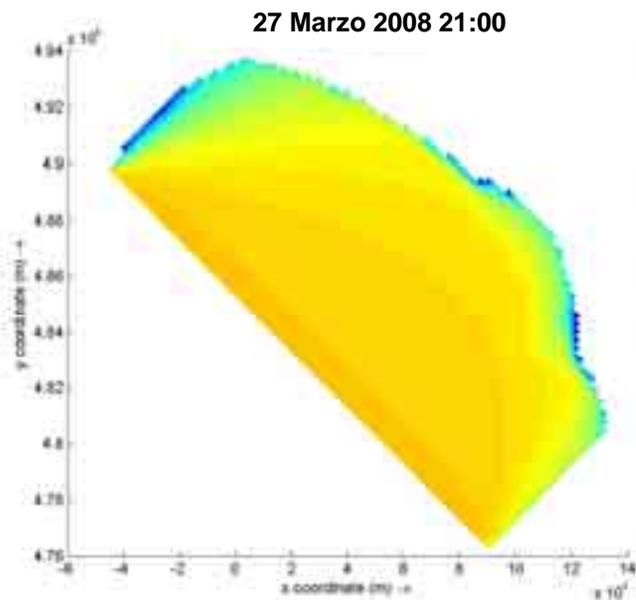


PROPAGAZIONE A COSTA DEL MOTO ONDOSO

MODELLO DELFT 3D - SWAN

- simulazione della mareggiata nell'Alto Tirreno, 26 – 27 Marzo 2008





big wave height
06-May-2000 15

PERCHE'

I fenomeni di interazione tra terra e mare, nella fascia costiera, hanno forte impatto sulla perdita di biodiversità, di patrimonio paesaggistico e ambientale (dune, retrovegetazione dunale, spiagge ecc.)



- ONDE (distribuzione direzionale, mareggiate)

- MAREE E VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE (breve e lungo periodo)

RMN

26 stazioni misurano:

Parametri marini

- livello del mare
- temperatura del mare

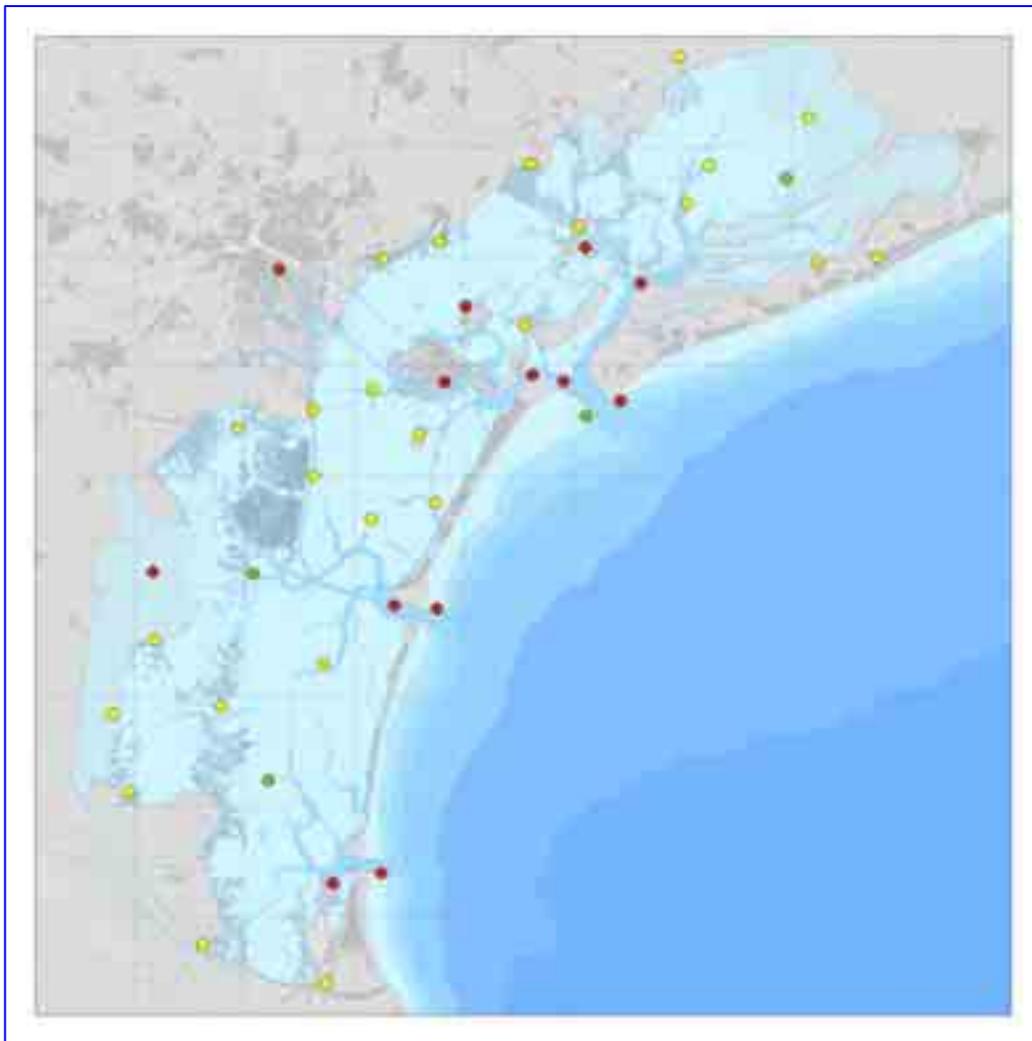
Parametri meteorologici

- intensità del vento
- direzione del vento
- pressione atmosferica
- temperatura dell'aria



LE MISURE

RTLTV



Rete Telemareografica della Laguna di Venezia

● 52 stazioni mareografiche nella Laguna di Venezia che registrano

● 6 parametri

- Livello del mare
- Velocità del vento
- Direzione del vento
- Precipitazione
- Pressione atmosferica
- Altezza d'onda

I DATI DI MAREA

Dati osservati:

Livello medio del mare + effetti di breve periodo + effetti di lungo periodo

EFFETTI DI BREVE PERIODO

- marea astronomica
- effetti meteorologici (vento e pressione atmosferica, wave set up)

EFFETTI DI LUNGO PERIODO

- cambiamento di volume degli oceani (scioglimento o espansione dei ghiacciai ecc.)
- variazione della capacità di contenimento dei bacini oceanici (per sollevamento o subsidenza della costa ecc.)

Il livello del mare è in ogni punto, una complicata funzione del tempo, caratterizzata dalla presenza di una componente periodica (astronomica) e di una componente “random” (meteorologica)

ANALISI DEI DATI DI MAREA

Una sequenza di osservazioni di alta e bassa marea, y_i , e il corrispondente istante t_i , al quale occorrono



$$y(t) = A_0 + \sum_{j=1}^M A_j \cos 2\pi(\sigma_j t - \phi_j)$$

funzione per il fit
dei dati

A_j e ϕ_j devono essere scelti

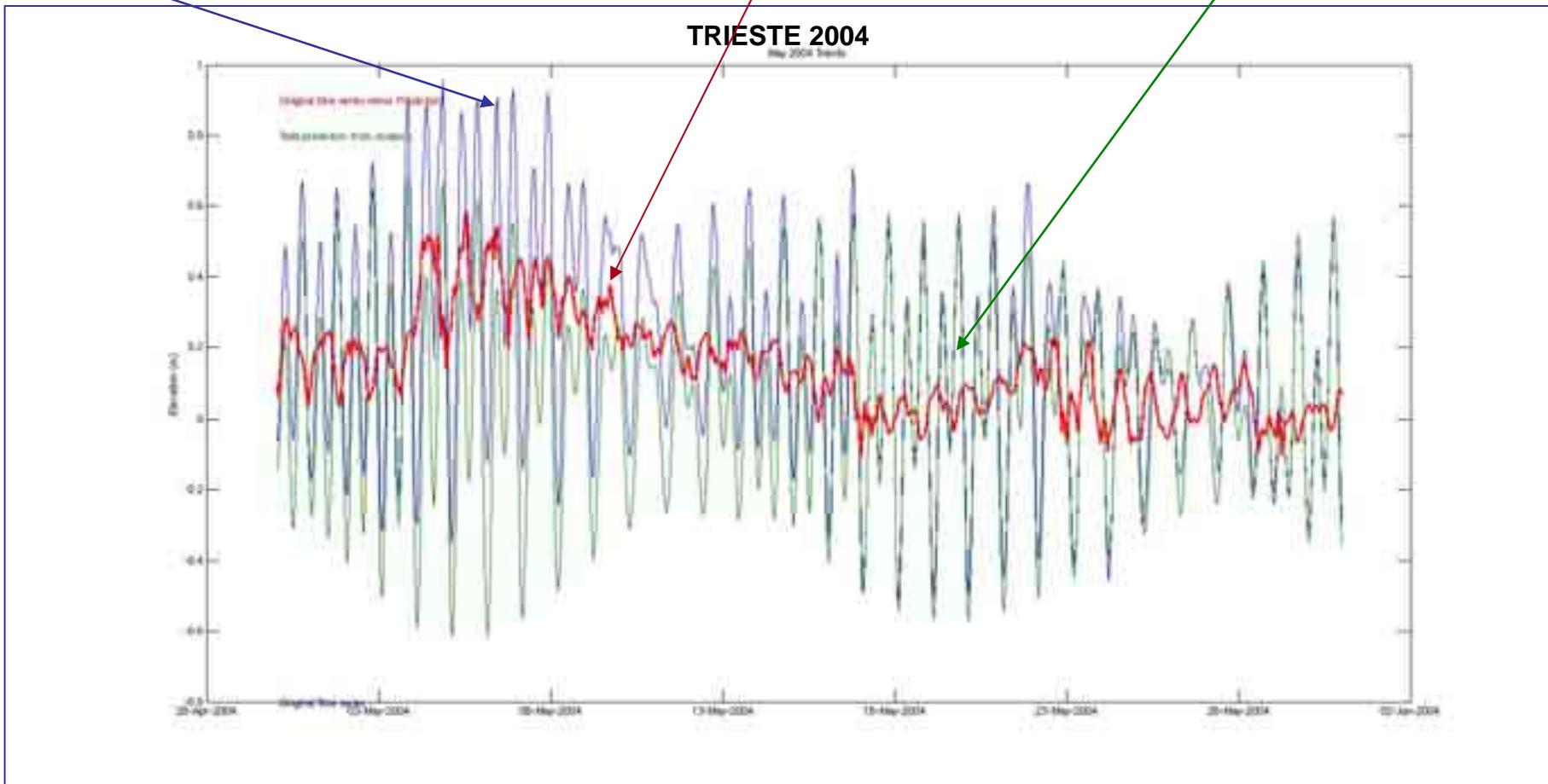
così che il valore, $y(t_i)$, della funzione fit all'istante t_i , aderisca il più possibile al valore osservato y_i

ANALISI DEI DATI DI MAREA

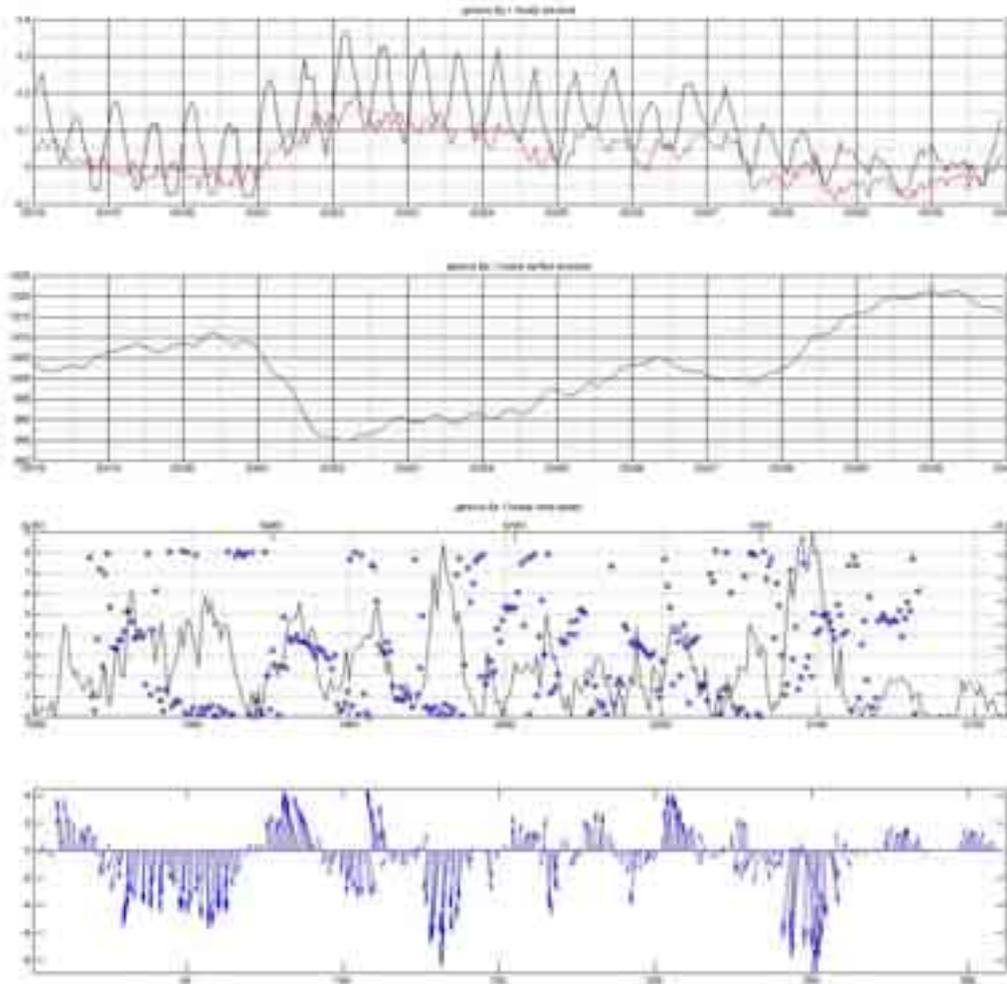
Dati osservati

Residui

Predizione marea astronomica

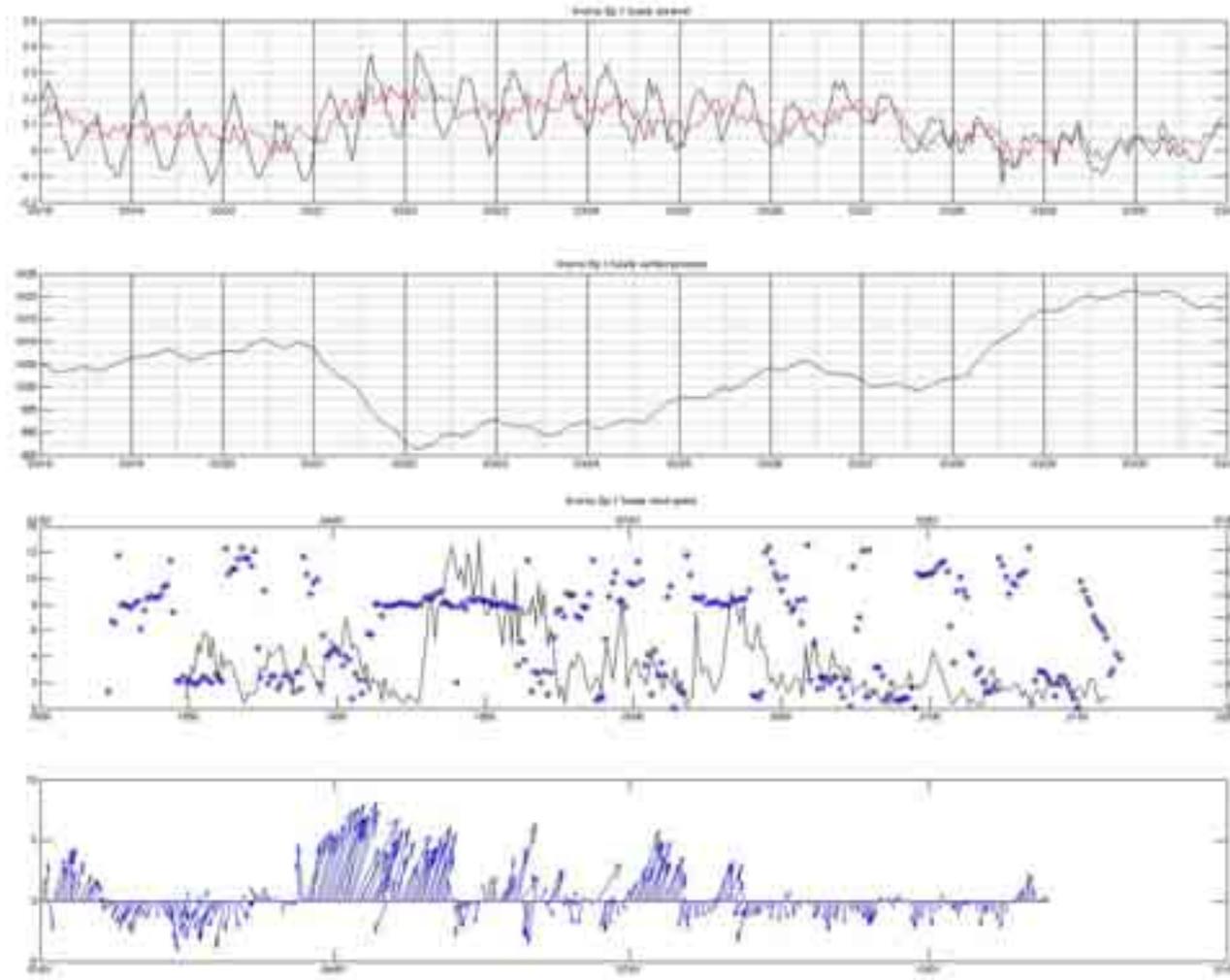


EVOLUZIONE DELLA MAREGGIATA



**Analisi del livello
e dei residui per
la stazione di
Genova: storm
surge**

EVOLUZIONE DELLA MAREGGIATA

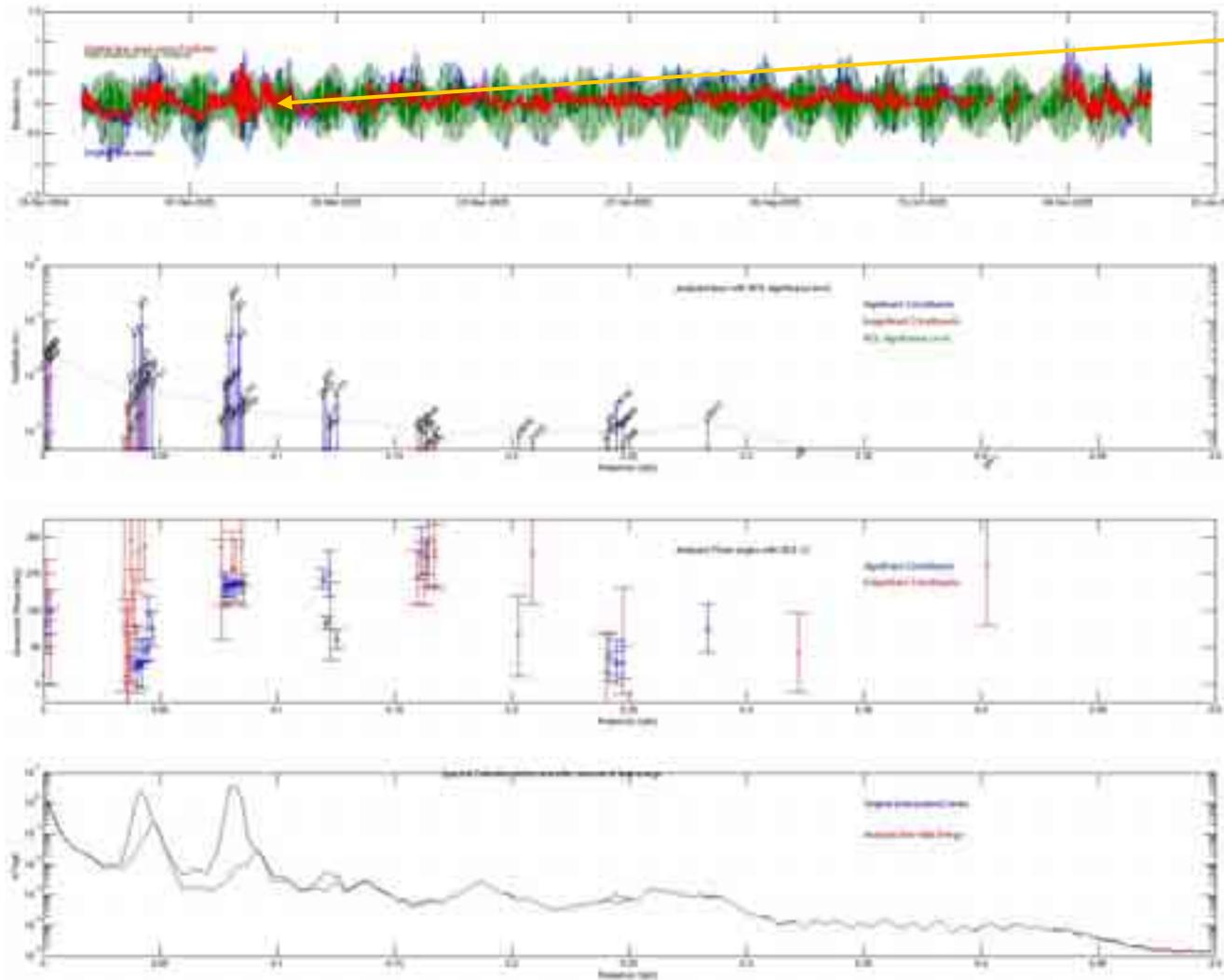


Analisi del livello e dei residui per la stazione di Livorno

HINDCASTING: sessa

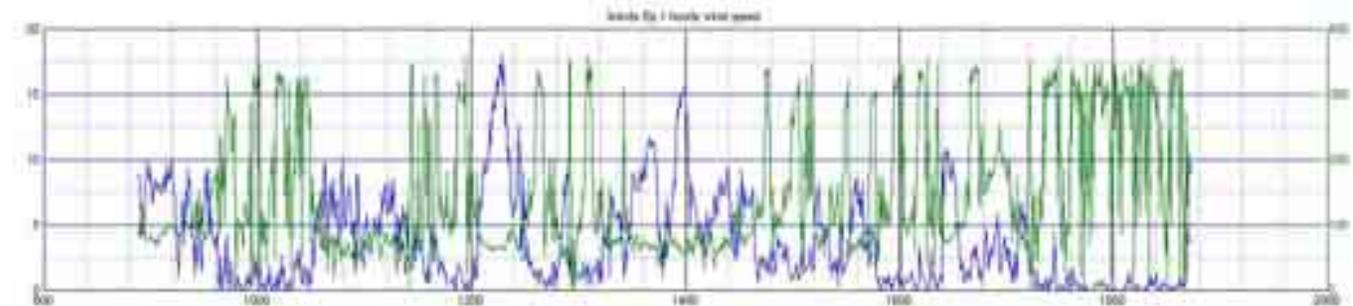
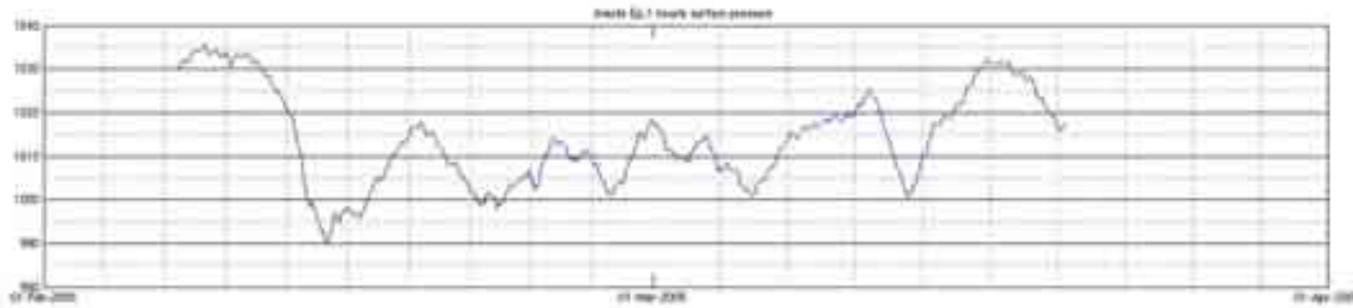
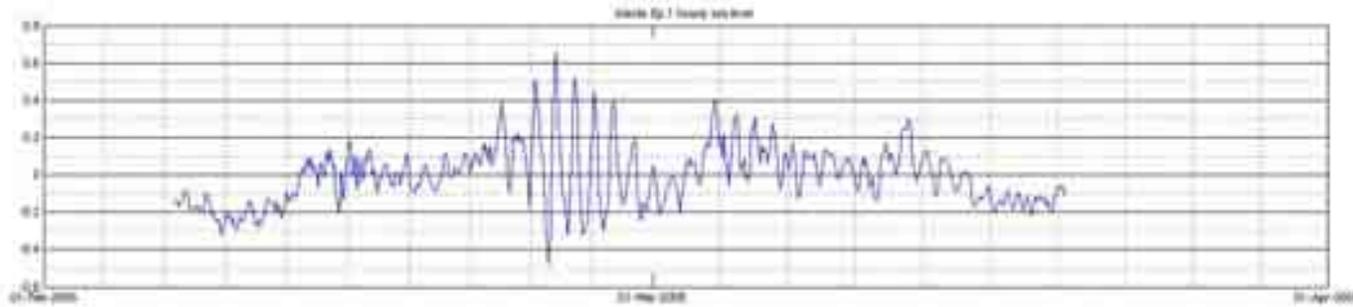
TRIESTE 2005

Sessa



HINDCASTING: sessa

TRIESTE 2005



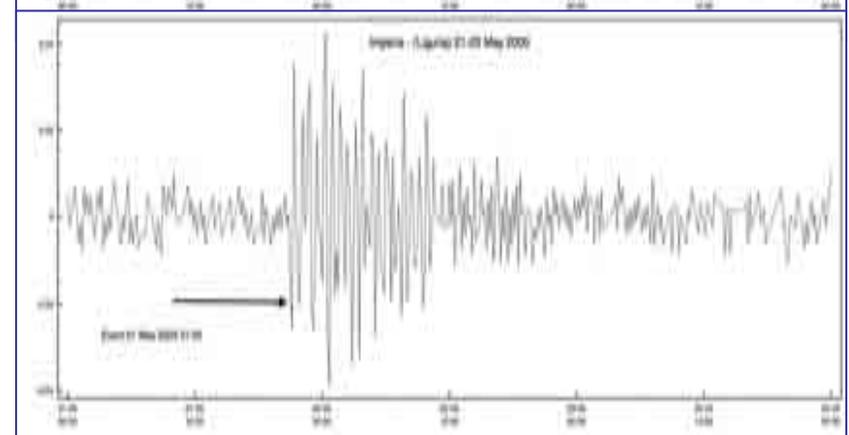
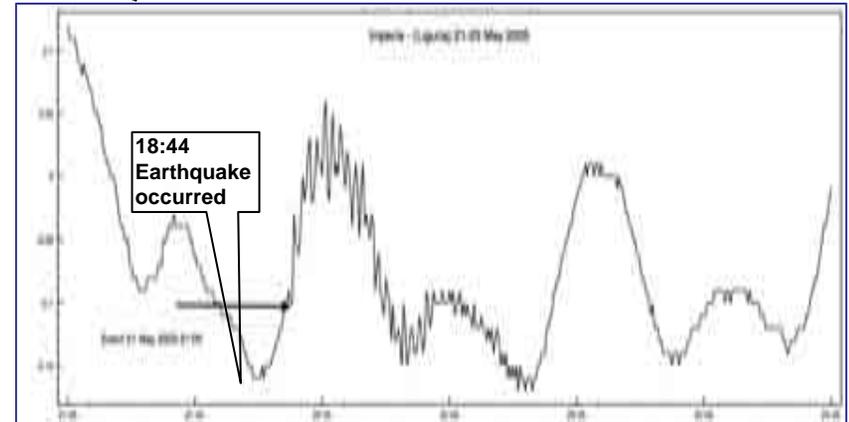
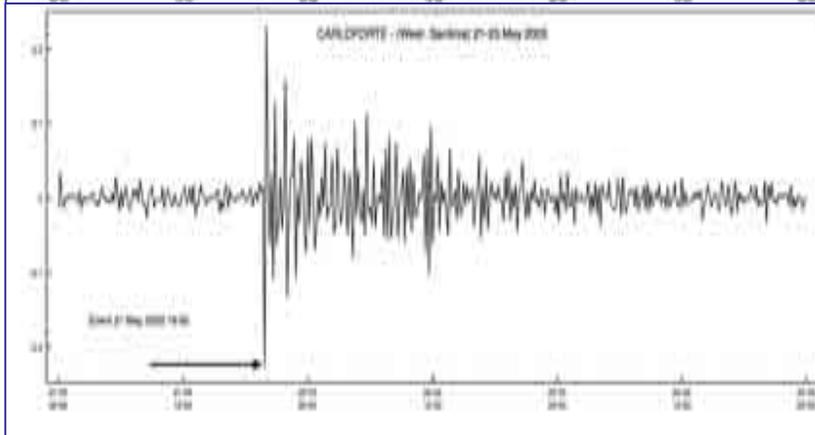
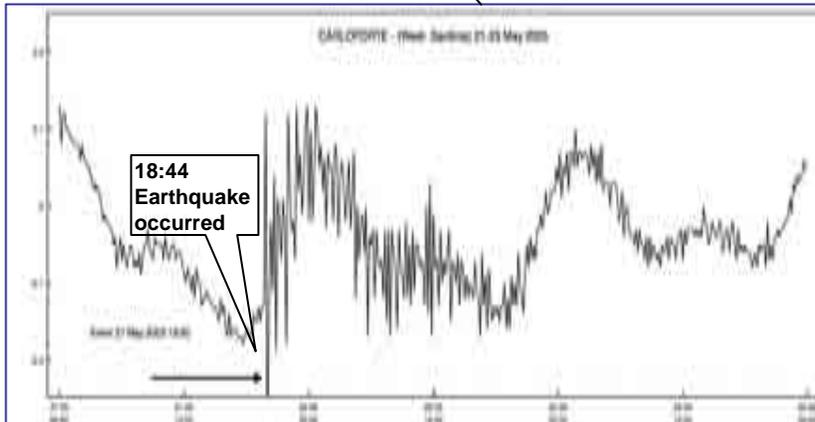
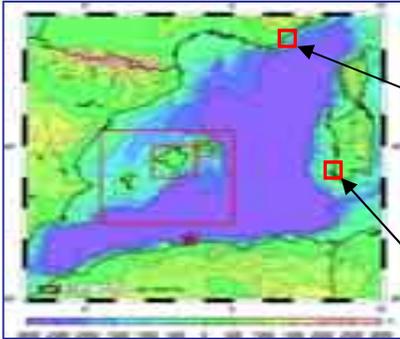
Sea
Lev.

Pres.

Wind

ANALISI DEI DATI DI MAREA: tsunami

Identification of a tsunami event by means of RMN tide gauges
 Comparison of sea level variation recorded at
 Carloforte and Imperia due to the occurrence of an earthquake
 on the 21st March 2003 on the Algerine Coast



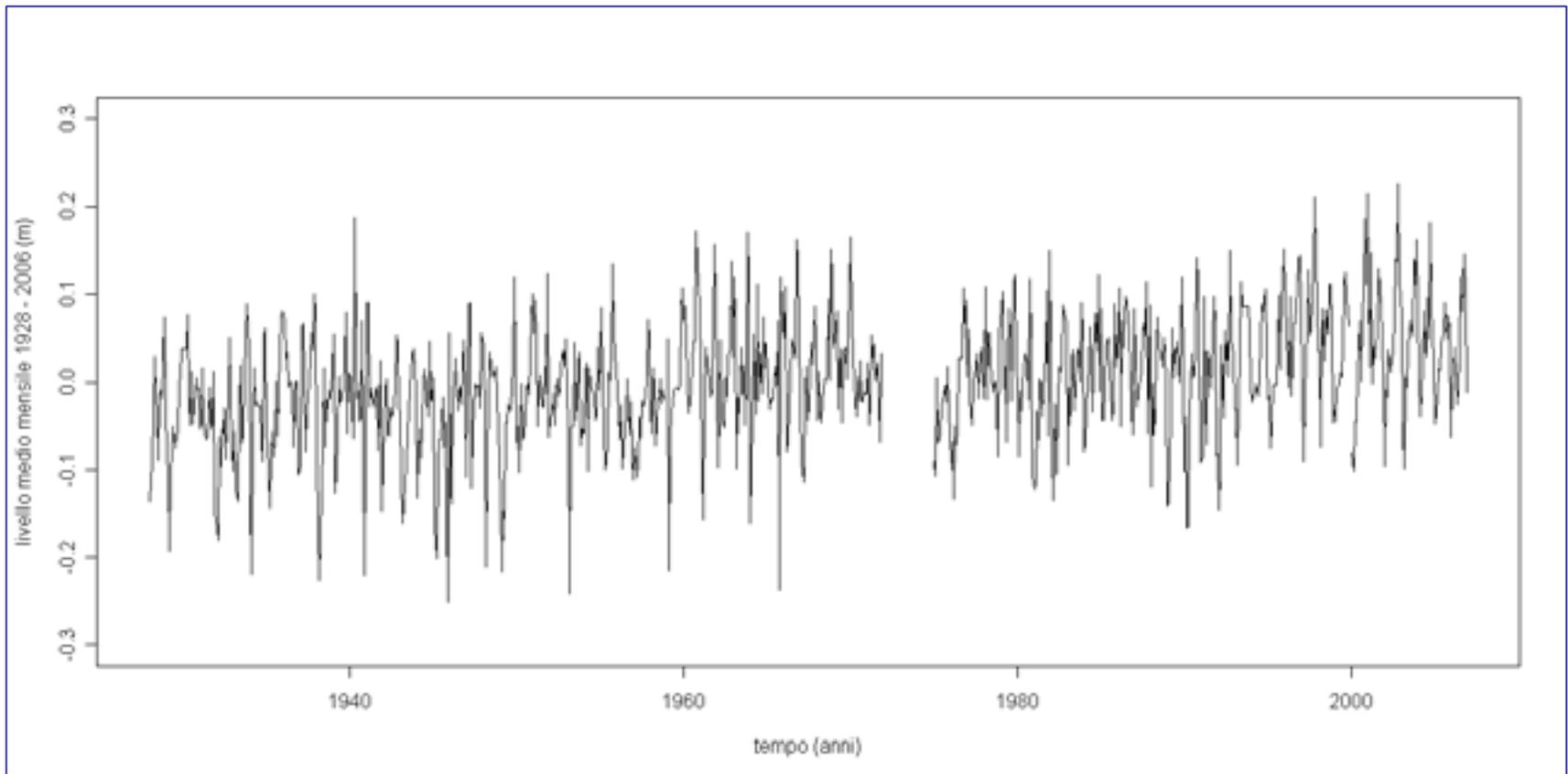
ANALISI DEI DATI DI MAREA: tsunami

Arrival times for the 21th of may2003 event

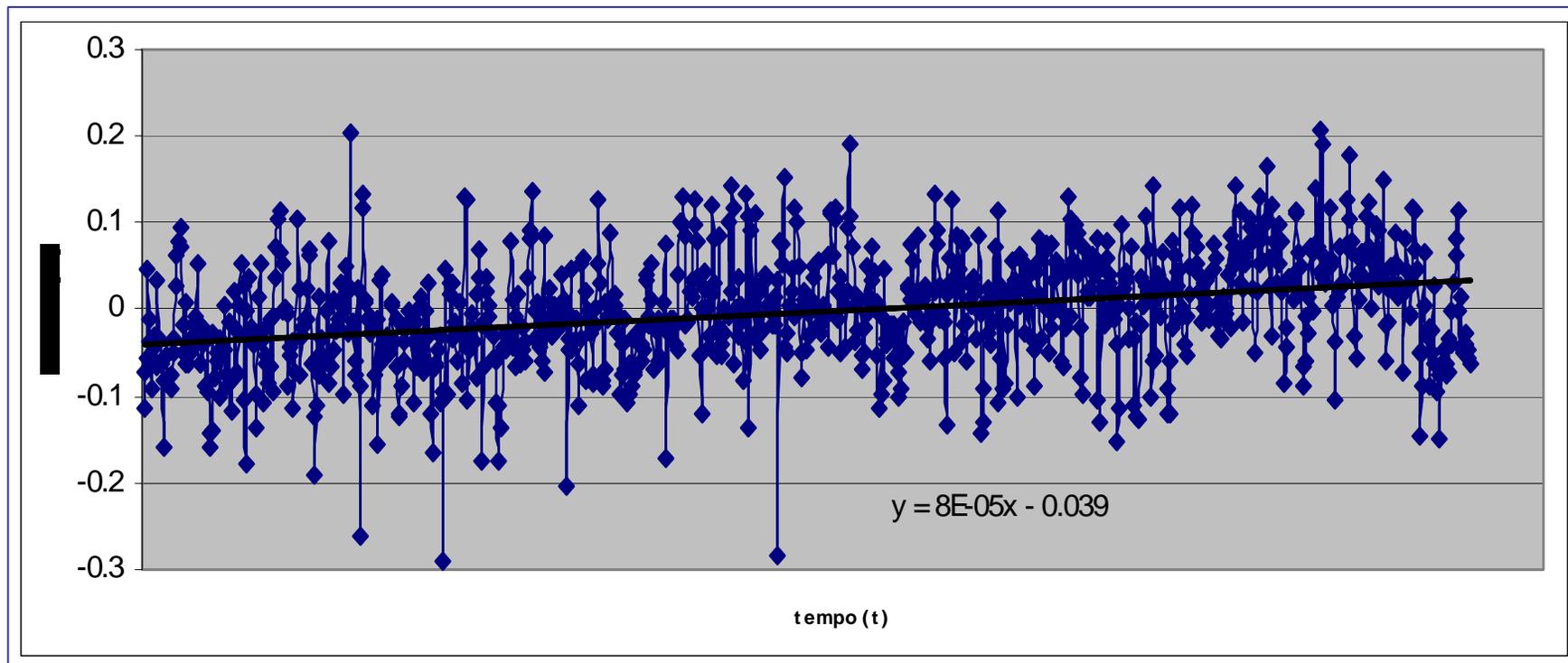


ANALISI DEI DATI DI MAREA: trend evolutivo

Genova, 1928 – 2006 medie mensili



ANALISI DEI DATI DI MAREA: trend evolutivo

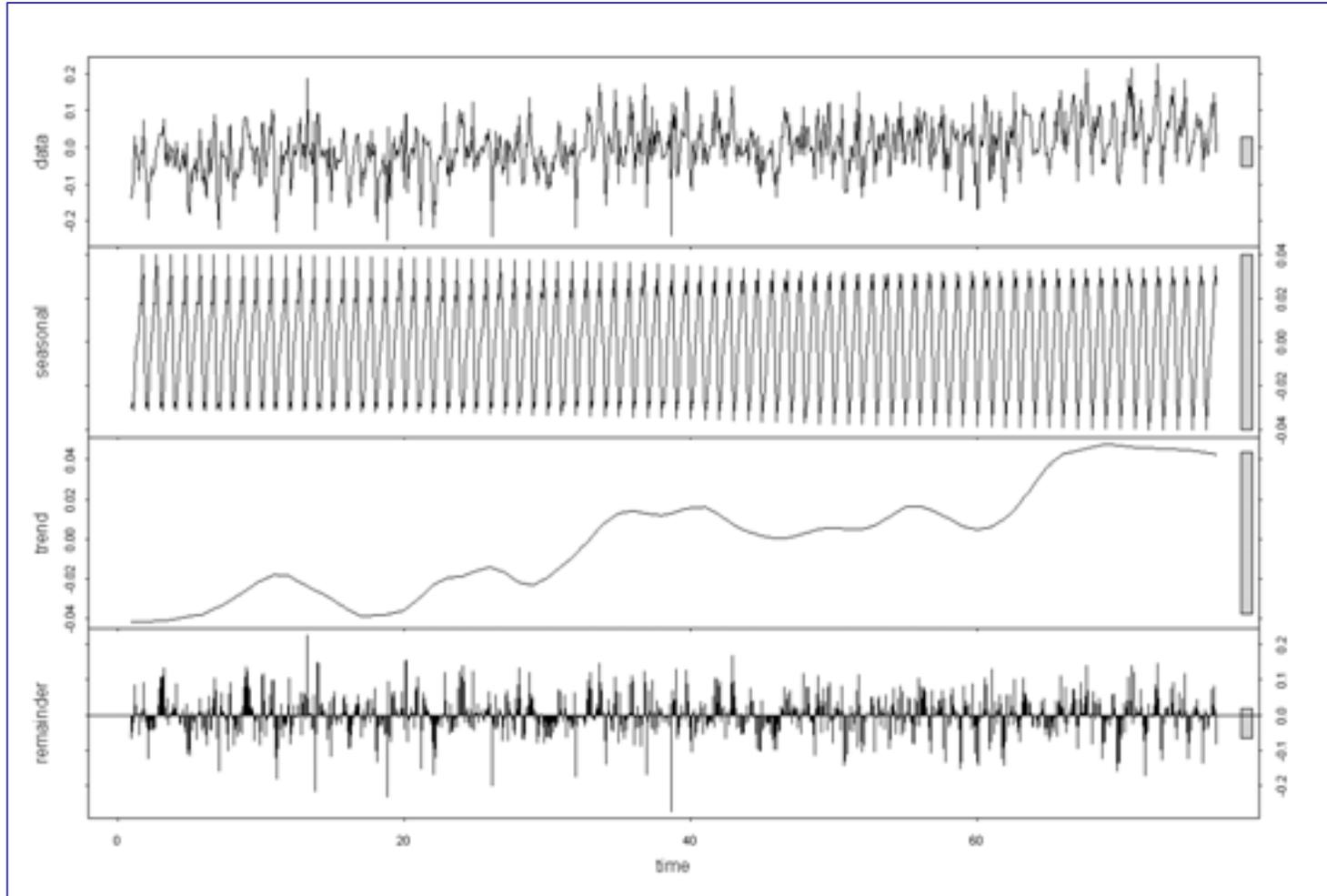


$$y = 7.69502E-5x - 0.03896 \text{ (m)}$$

(0.0769 mm/mese) (0.9 mm/anno)

(errore $5.12705E-07$ (m))

ANALISI DEI DATI DI MAREA: trend evolutivo



IL MODELLO
STL
(dati mensili)