



Università degli Studi di Firenze

Department of Earth Sciences

COMPETENCE OF THE CIVIL PROTECTION DEPARTMENT
OF THE COUNCIL OF MINISTERS



MONITORING THE COSTA CONCORDIA CRUISE SHIP WRECKED ON THE COAST OF GIGLIO ISLAND



7th EUREGEO

**7th European congress on REgional GEOscientific
cartography and Information systems**

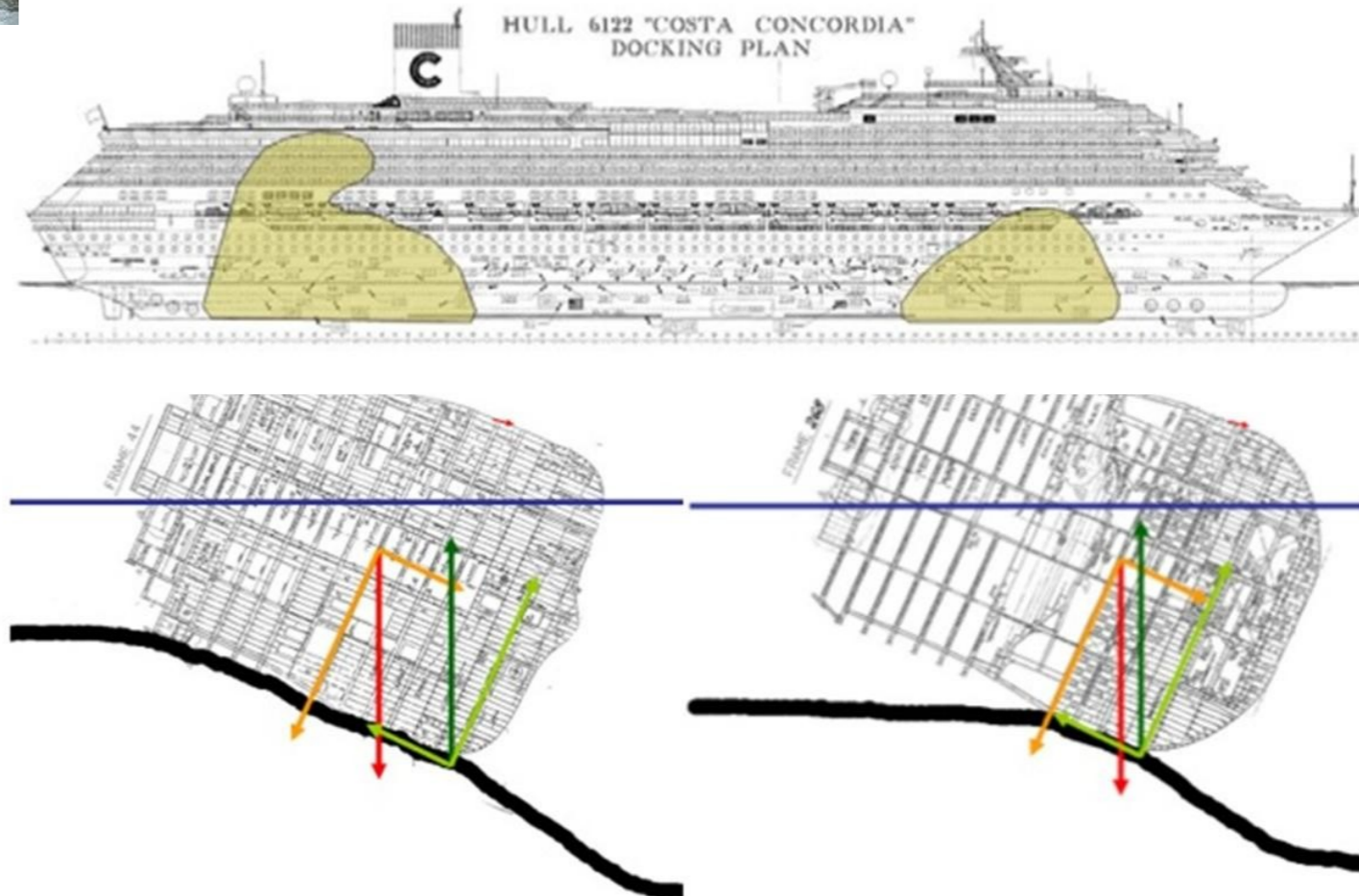
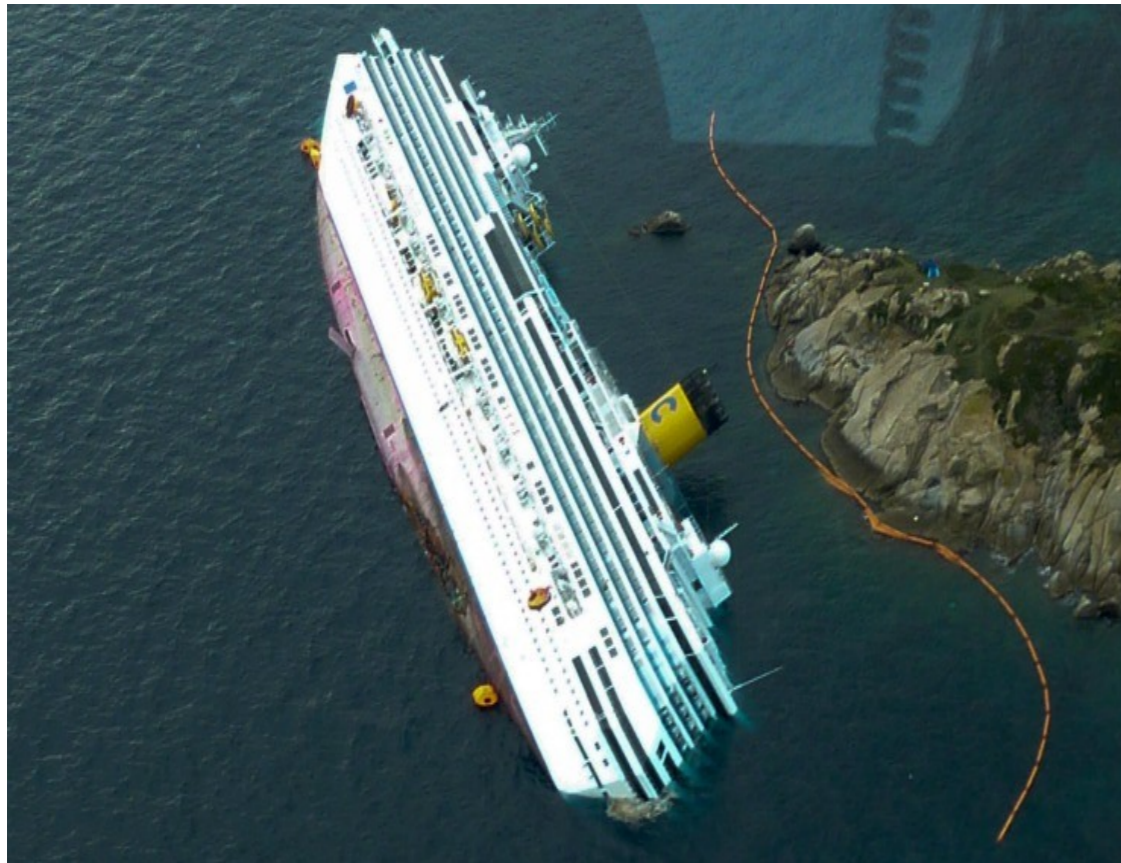
**Casagli N, Moretti S, Catani F, Fanti R, Gigli G,
Delventisette C, Mugnai F, Rossi G**

January 13, 2012



- Gross tonnage 114 500
- Length 290 m
- Passengers 3700
- Crew 1100

30 Casualties
2 Missing persons

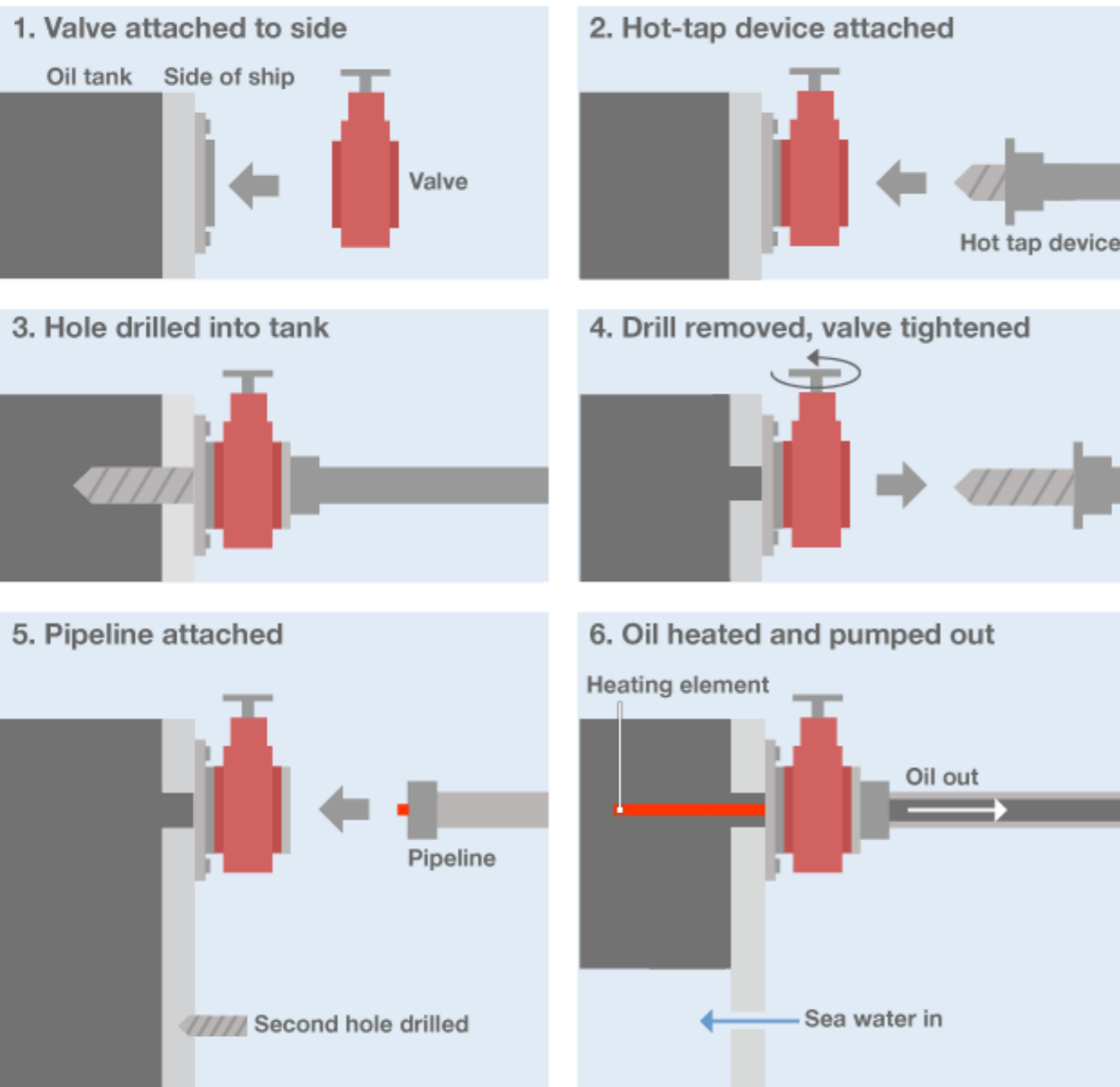


Phase 1: Search and Rescue

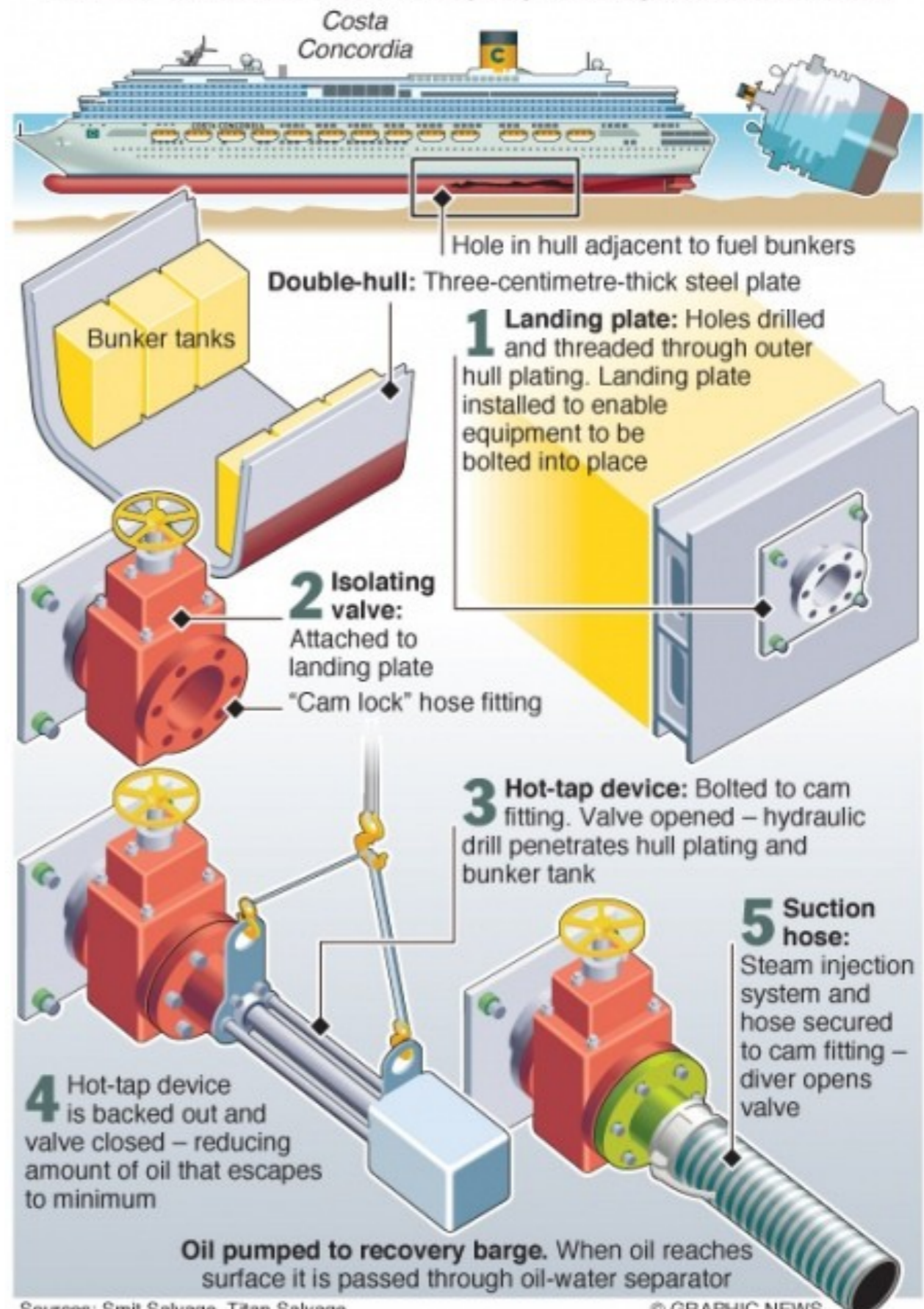


Phase 2: Defueling

How oil will be pumped from Costa Concordia



Salvage team to pump fuel from cruise ship
 Dutch salvage experts SMIT plan to use "hot tapping" technology to remove more than 2,400 tonnes of heavy fuel oil, 200 tonnes of diesel oil and other lubricants located in the partly submerged Costa Concordia



Phase 3: Salvage

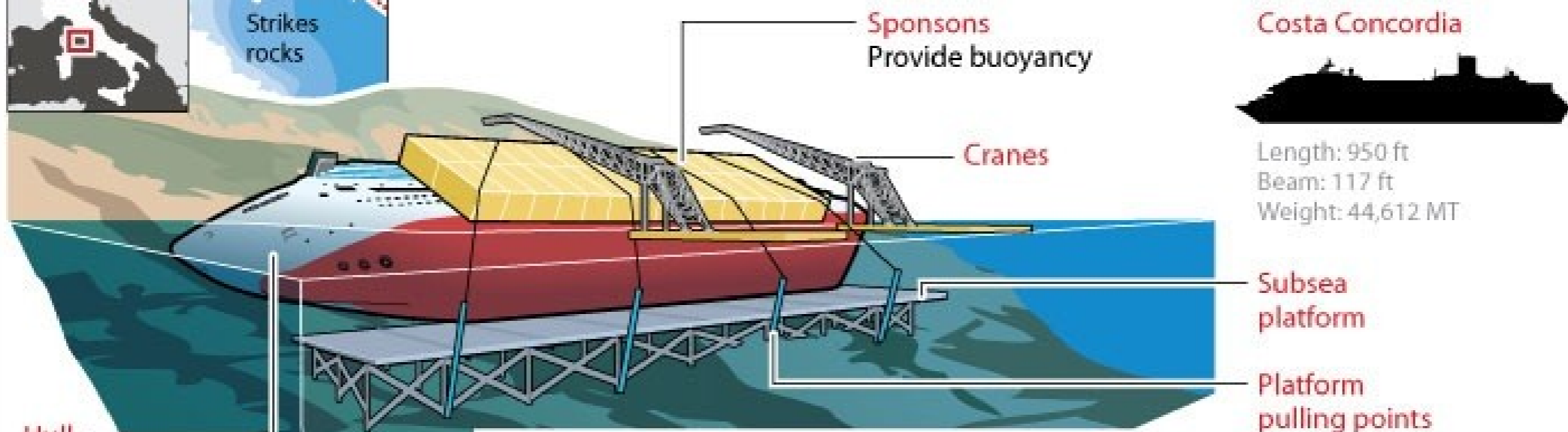


RAISING THE CONCORDIA

U.S.-based Titan Salvage and Micoperi, an Italy-based salvage company, have been selected to recover the wreck of the Costa Concordia, which ran aground off the Italian island of Giglio in January

SETUP

- 1 Ship stabilized to prevent movement
- 2 Grout laid beneath hull to provide support and help ship pivot
- 3 Subsea platform installed
- 4 Sponsons welded to port side

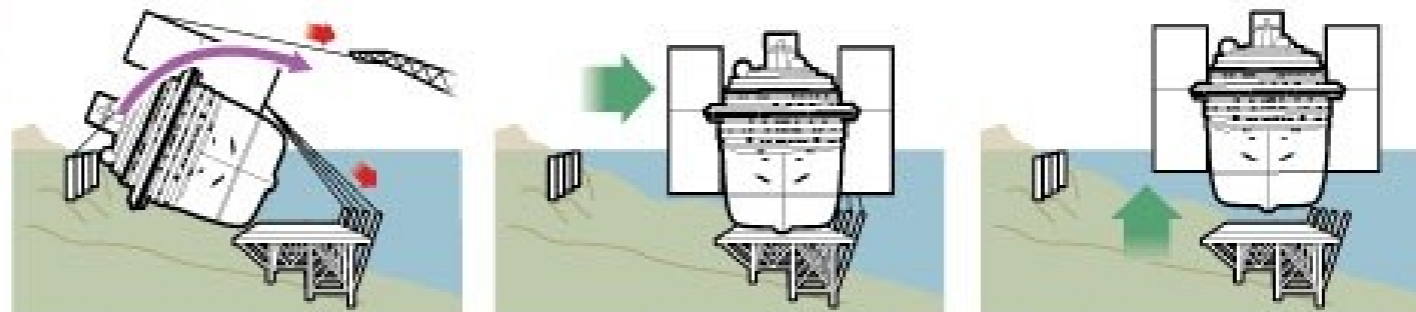


Hull

Illustration not to scale

REFLOATING

- 1 Concordia is rolled upright along port side
- 2 Inshore sponsons added and holdbacks disconnected
- 3 Concordia should float at a level of 61 ft



Graphic: Brice Hall/RNGS

REUTERS

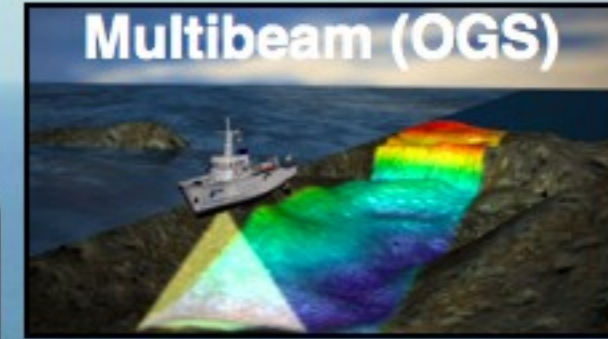
Source: Titan Salvage

COSMO Sky-Med
(ASI / POLIMI / TRE)



Costa Concordia monitoring network

Multibeam (OGS)



Accelerometer
(SMIT / Siri Marine)

Benchmarks
(CNR-IRPI / TRIMBLE / LEICA)

GPS
(HERA / CODEVINTEC)

Laser Scanner
(UNIFI)

Extensometer
(UNIFI / HORTUS)

Total station
(TRIMBLE)

Seismometers
(FPR-IGT / INGV)

Total station
(CNR-IRPI / LEICA)

MIMO SAR
(EC-JRC)



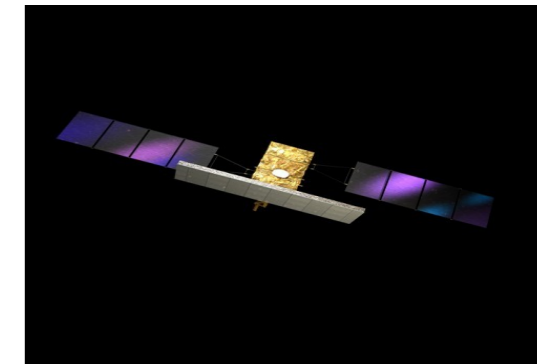
Monitoring network



Laser scanner



Thermal



Cosmo SkyMed

MiMoSA
R
RTS

La nuova linea di servizio di monitoraggio è costituita da una stazione di base installata sulla prua della nave e un Rover di controllo a terra (Figura 9), per il monitoraggio degli spostamenti in tempo reale. Essendo il Rover in una posizione inamovibile, le differenze di posizione visualizzate dal software di tracciamento rappresentano gli spostamenti della base (nave) in tempo reale, con un campionamento di una misura al secondo.



Figura 9 - Localizzazione della stazione di base GPS installata sulla nave e immagine del Rover installato a terra.

GPS



Benchmark

La società SMIT ha installato una boa ondometrica, in grado di misurare, in tempo reale, l'altezza d'onda, con precisione centimetrica. Lo strumento è localizzato in prossimità della prua della nave, come mostrato in Figura 17.



Figura 17 - Localizzazione e immagine della boa ondometrica installata in prossimità della nave.

Wave rider



Figura 7 - Localizzazione delle tre stazioni microsismiche installate nei pressi di Punta Gabbianara e immagine dello strumento.

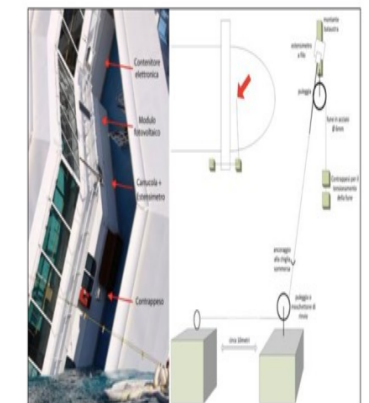
Seismometer



Figura 2 - Localizzazione degli accelerometri installati sulla nave e immagine dello strumento.

SIRI Marine

Il sistema è composto da due corpi posizionali sul fondale marino, connessi alla passerella lava vetri del ponte di comando con una fune d'acciaio inox, rinvio di ancoraggio, carrucola e contrappeso e da un estensimetro a filo potenziometrico con range di misura di 1500 mm, collegato alla fune d'acciaio, in prossimità della carrucola (Figura 10). Un datalogger acquisisce i dati ogni 10 secondi e archivia ogni 5 minuti il valore letto dell'estensimetro. I dati sono poi resi fruibili via internet e archiviati su un sito ftp.

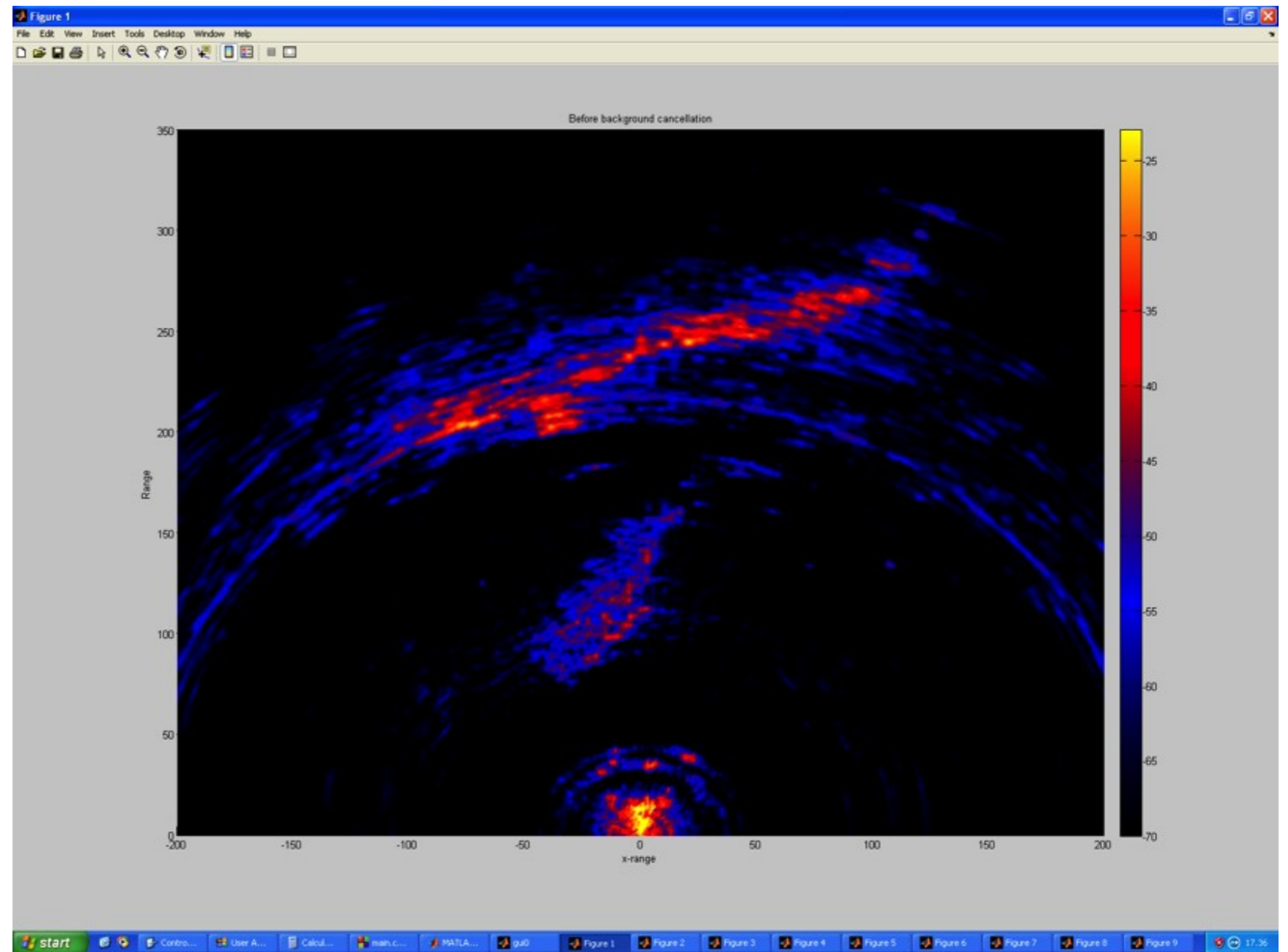


Periodo di monitoraggio: 28 Gennaio - oggi
Strumentazione: Estensimetro a filo potenziometrico
Parametri misurati: Variazione di lunghezza del cavo estensimetrico.

Wire extensometer

Radar Interferometry

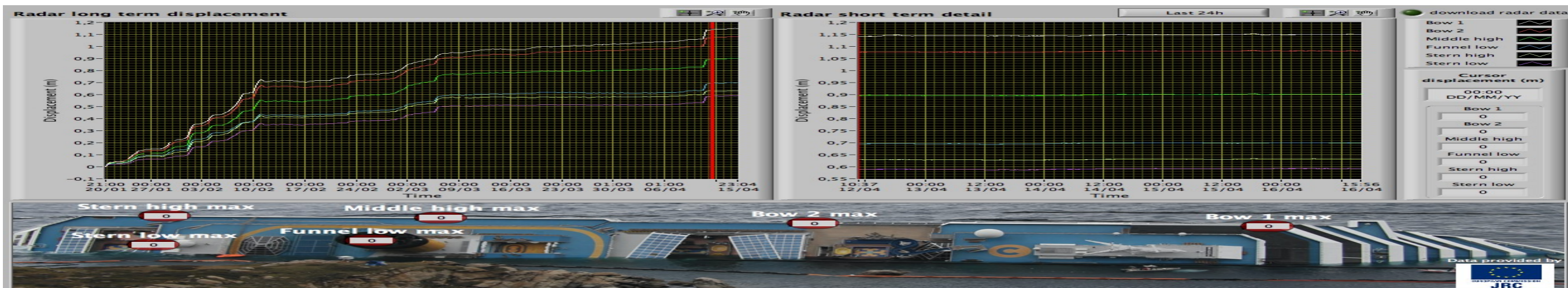
MIMO SAR



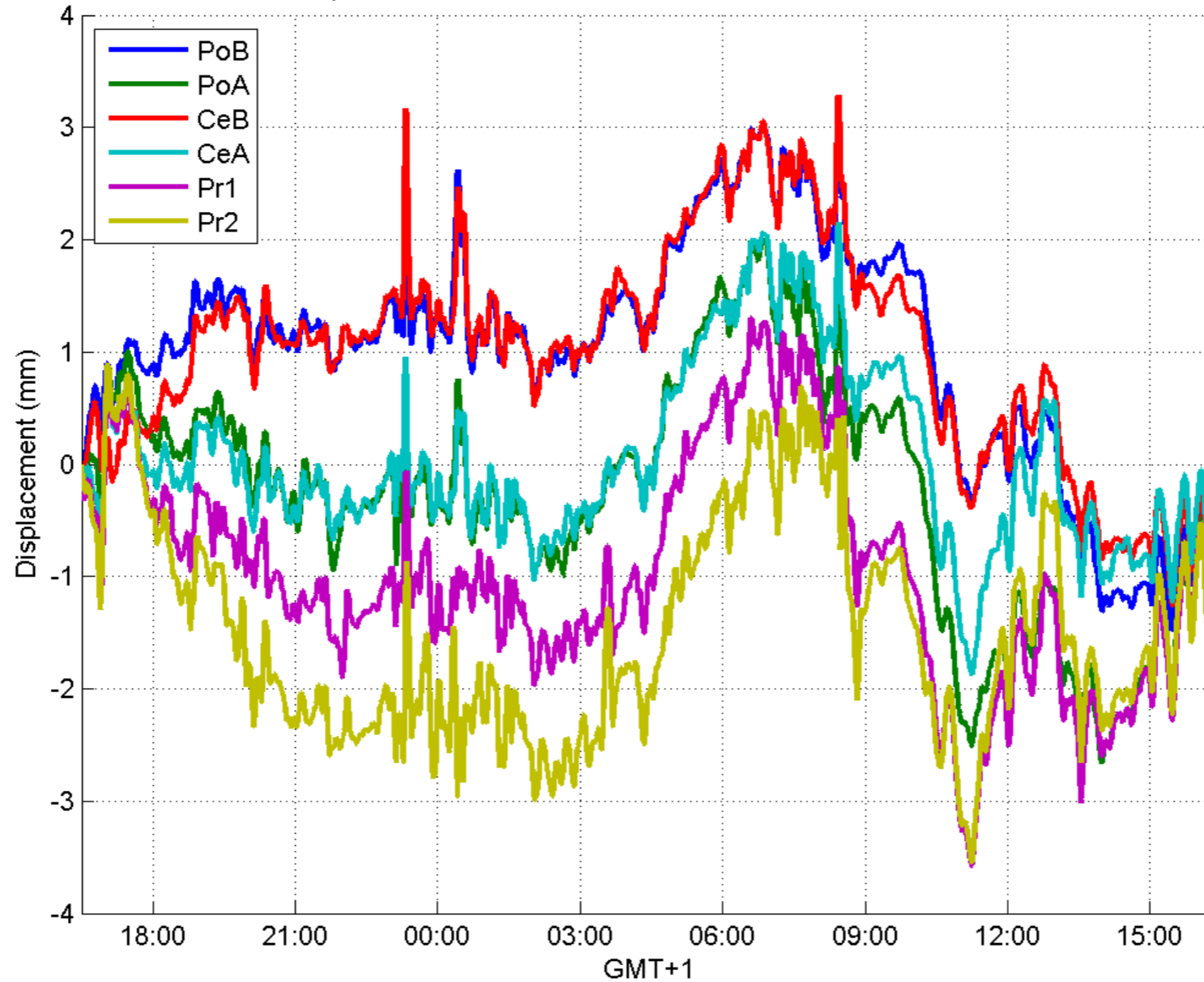
JOINT RESEARCH CENTRE

The European Commission's in-house science service

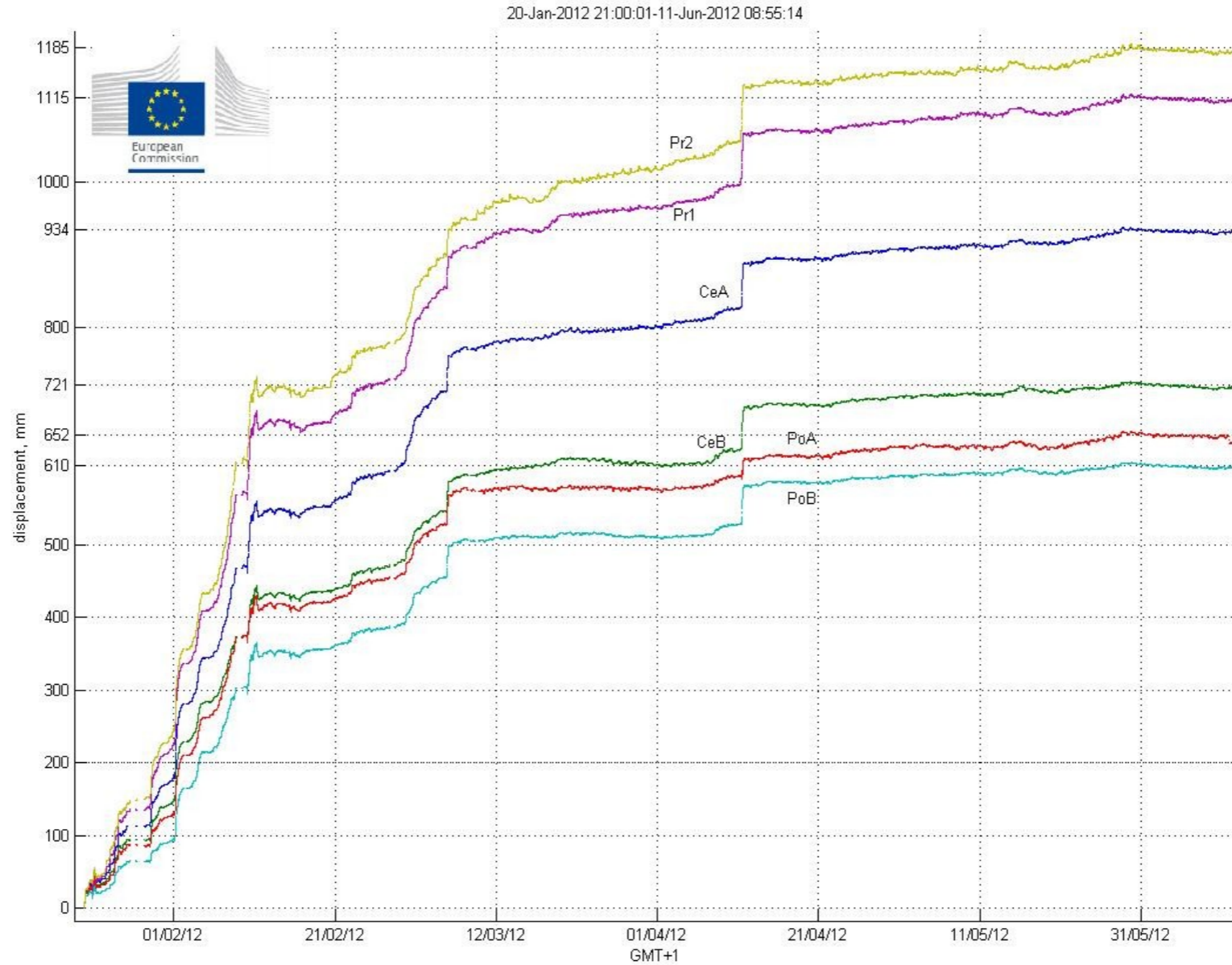
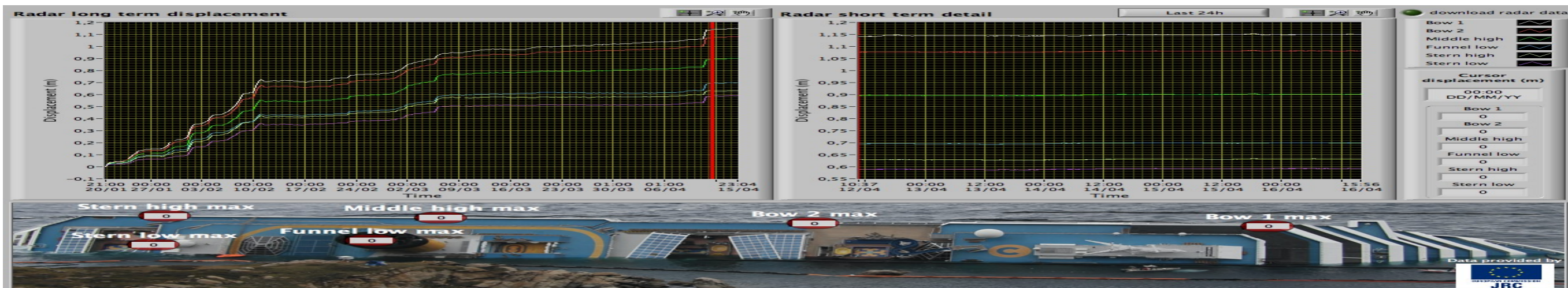
Short term displacements



Displacement between 20120610T1630 and 20120611T1630



Long term displacements



Robotized total station

Punta Gabbianara Station



- Prisma topografico. Installazione VF/SAF e CNR IRPI 20/01/2012
- Prisma topografico. Installazione topografi
- ▲ Antenna GPS
- Prisma topografico. Installazione VF/SAF e CNR IRPI 22/01/2012 ore 17.00



Leica
Geosystems



Punta Saraceno Station

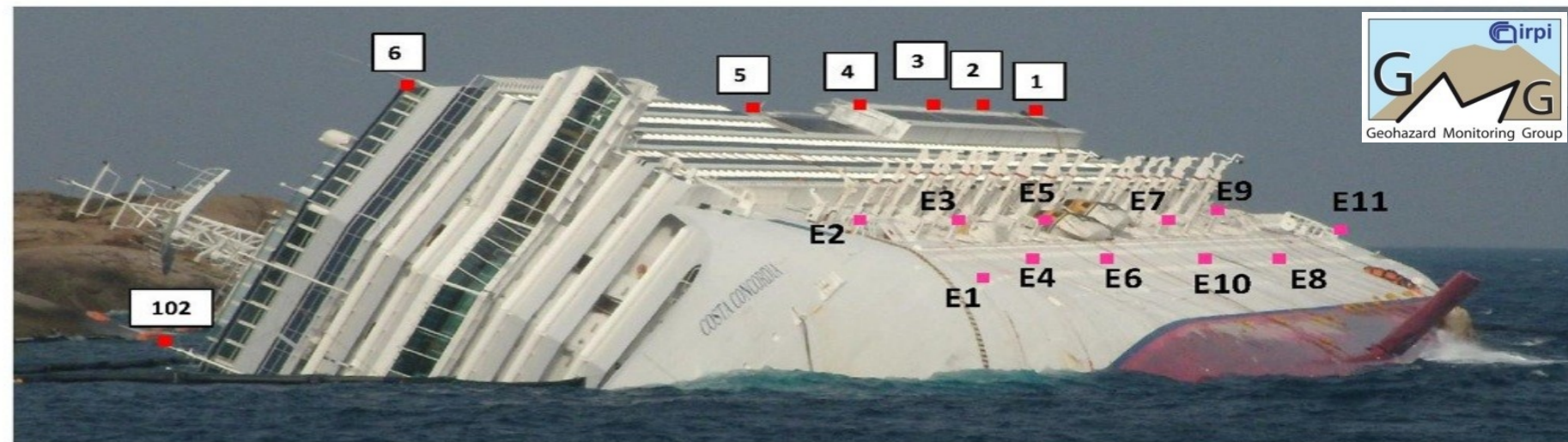


Fig. 1 - Vista d'insieme delle due reti di monitoraggio topografiche



Fig. 2 - Vista della Costa Concordia dall'RTS "Saraceno"

Leica
Geosystems

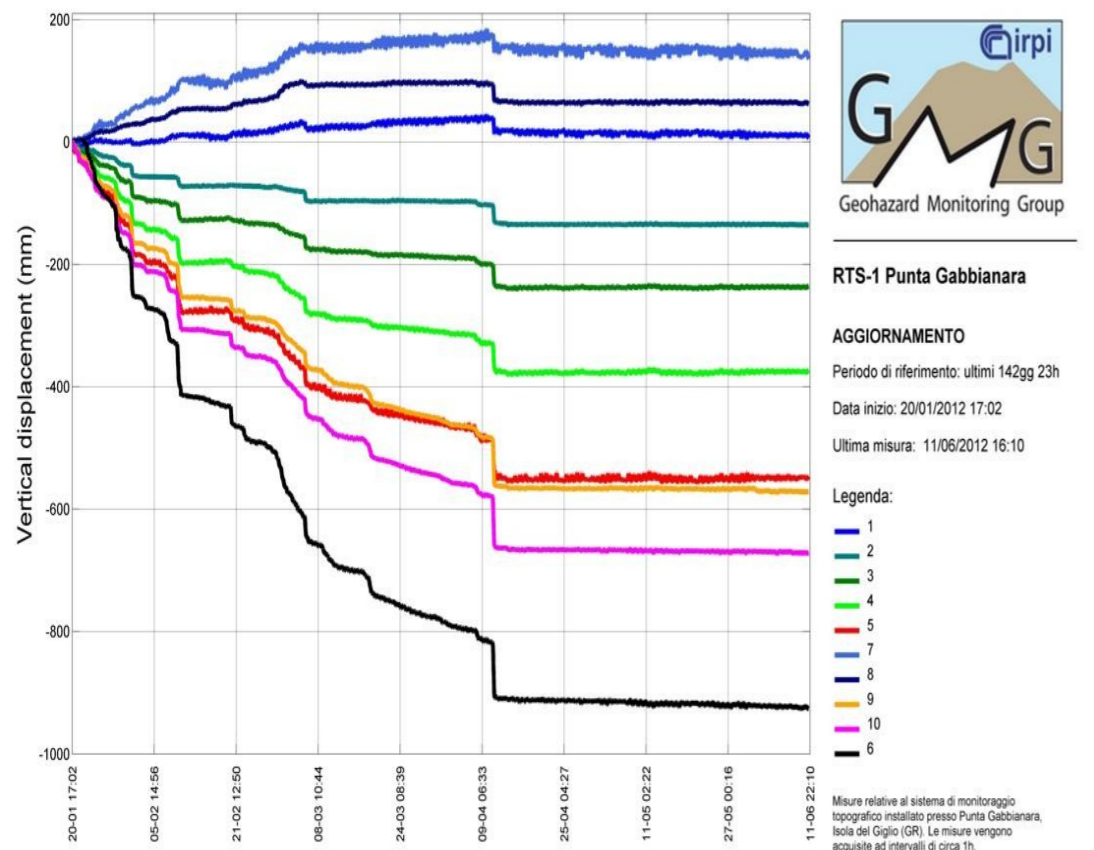
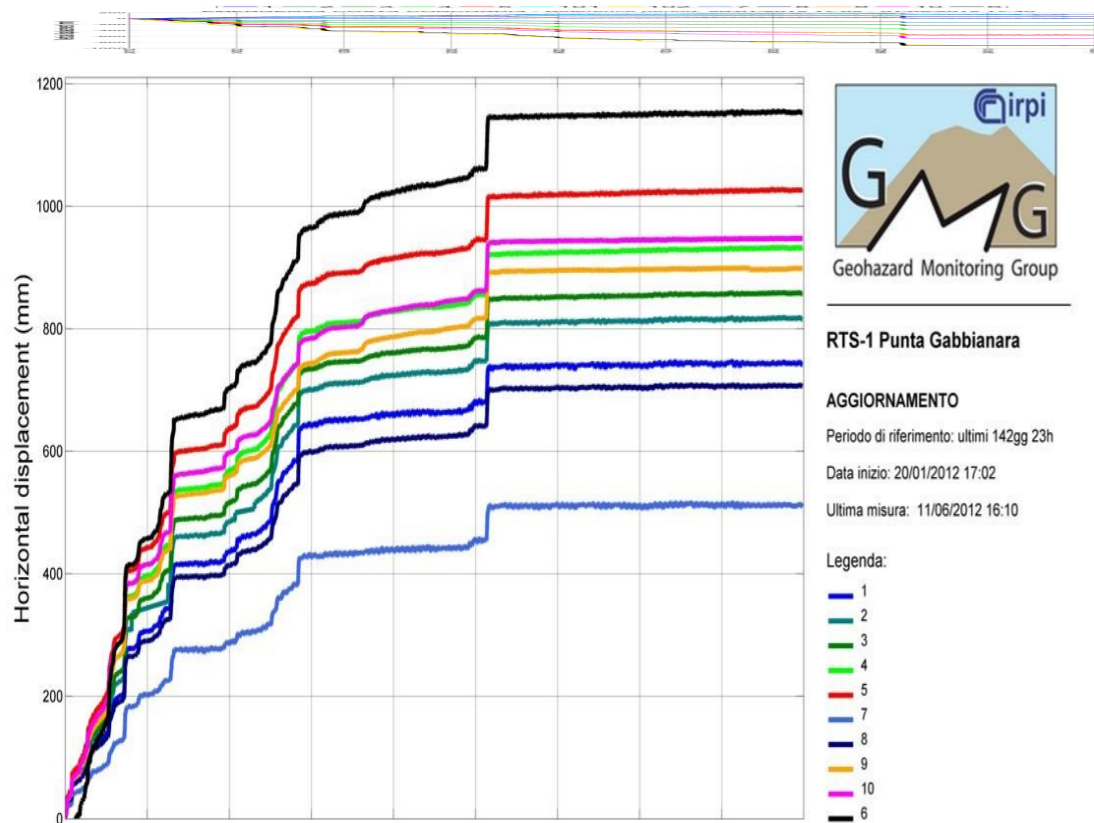


- 4 Prismi visibili nell'immagine e appartenenti alla rete di monitoraggio 'PUNTA GABBIONARA' (rete di monitoraggio basata su stazione totale robotizzata attiva dal 20/1/2012)
- E2 Prismi installati dalla quadra SAF VVFF il 9/2/2012 sulla murata di sinistra della nave e appartenenti alla rete di monitoraggio 'SARACENO' (rete di monitoraggio basata su stazione totale robotizzata attiva dal 9/2/2012)

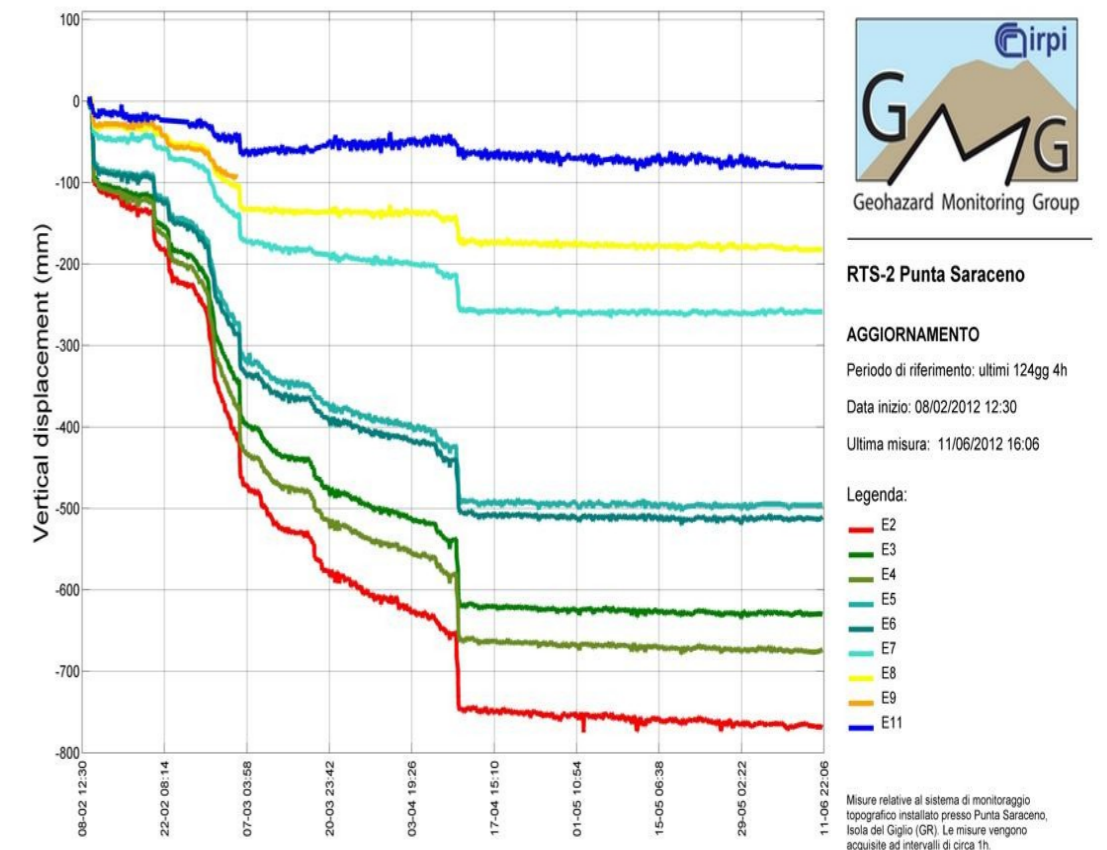
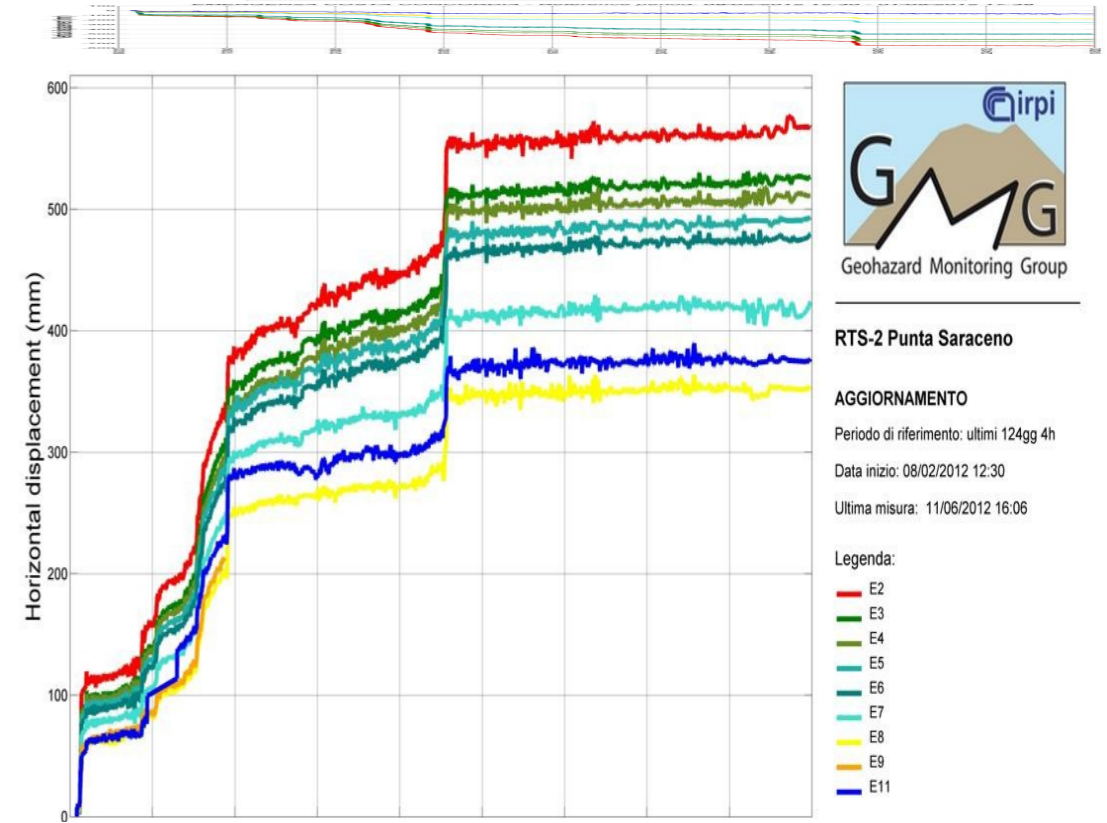


RTS displacement

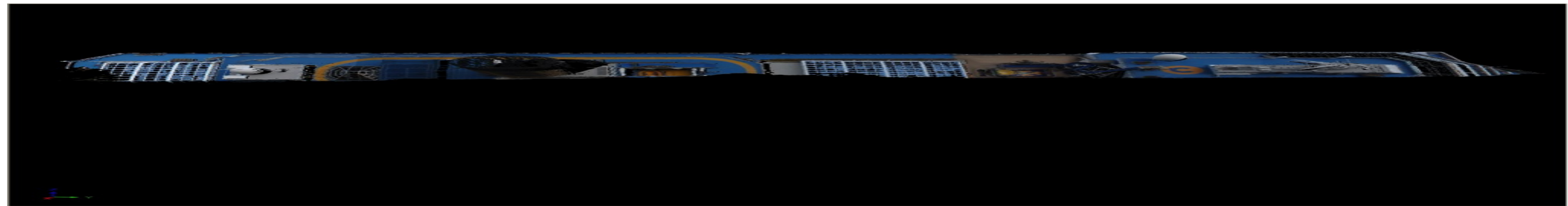
Punta Gabbianara



Punta Saraceno



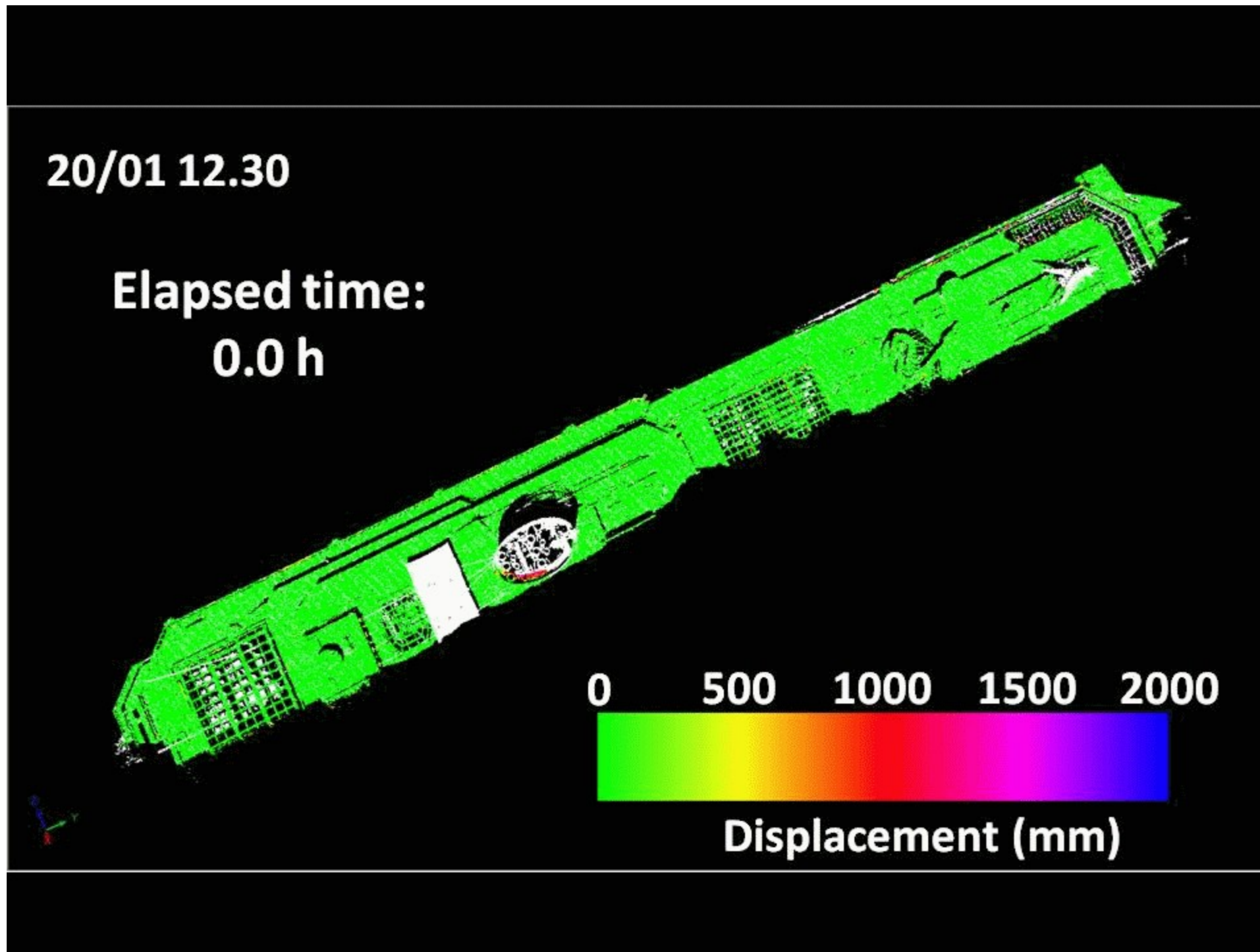
3D Laser scanner



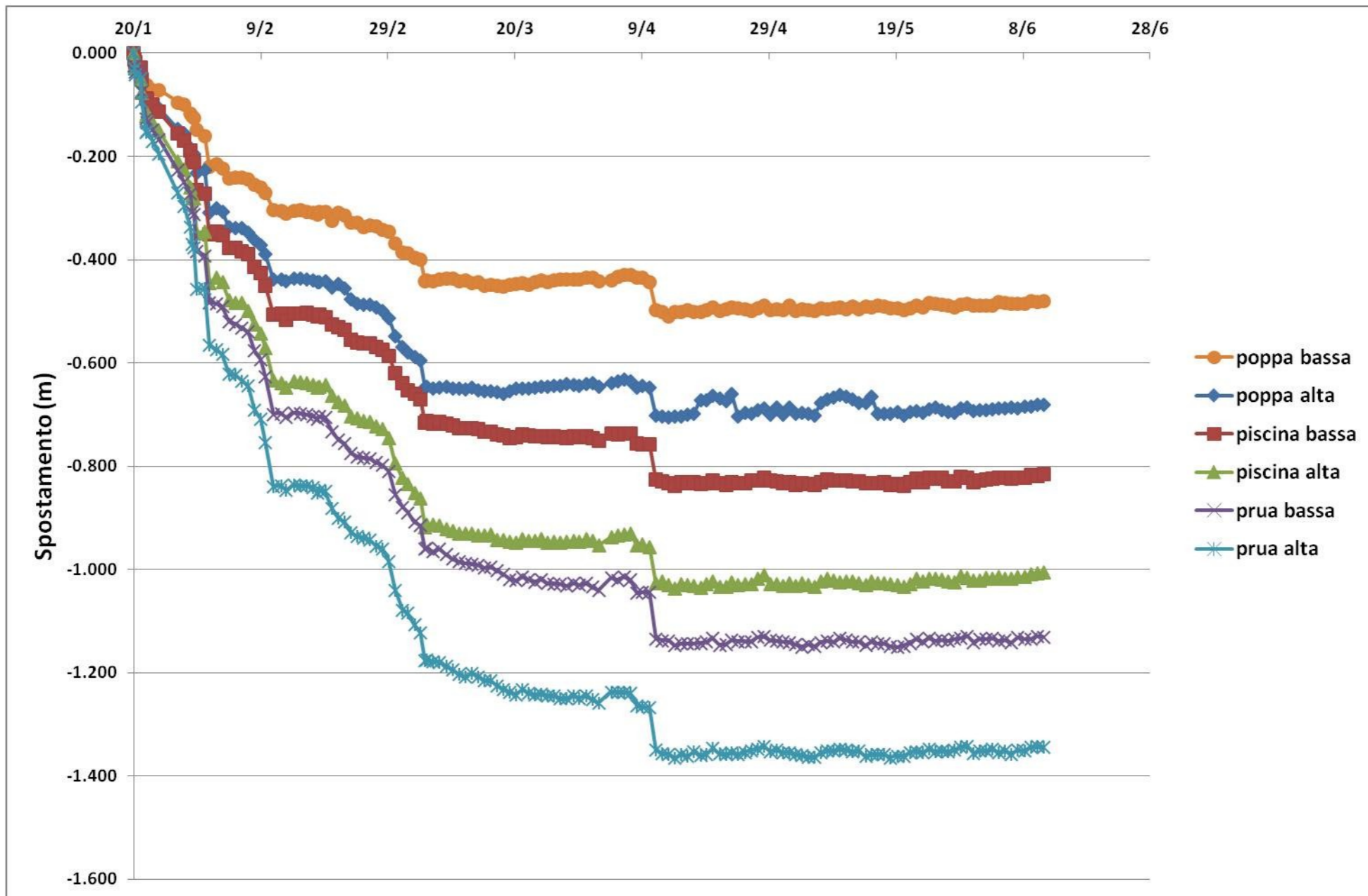
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra
CENTRO DI COMPETENZA DEL DIPARTIMENTO DELLA
PROTEZIONE CIVILE - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI



Terrestrial Laser Scanner (TLS)



Cumulated displacements



Monitoraggio integrato Costa Concordia

EMERGENZA COSTA CONCORDIA
GRUPPO DI MONITORAGGIO

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

UNIFI
DST

irpi

EUROPEAN COMMISSION
JRC

Info and Map | MIMO Radar | RTS | Accelerometers | Strain | Seismic | Laser scanner | Cosmo-SkyMed | Thermocamera | Multibeam | GPS | Meteo | Webcam | Option

Laser Scanner distributed displacement map

01/05 16.00
Elapsed time: 2451.50 h

Displacement (mm)

Select day: 2012_05_01_16.00.jpg | Select month: 05_2012

Laser Scanner reference points displacement

Displacement (m)

Time

Cursor
DD/MM/YY

00:00

Stern low
Stern high
Middle low
Middle high
Bow low
Bow high

Reference points map and total displacements (m)

0.497 Stern low

1.031 Middle ship high

1.350 Bow high

0.07 Stern high

0.632 Middle ship low

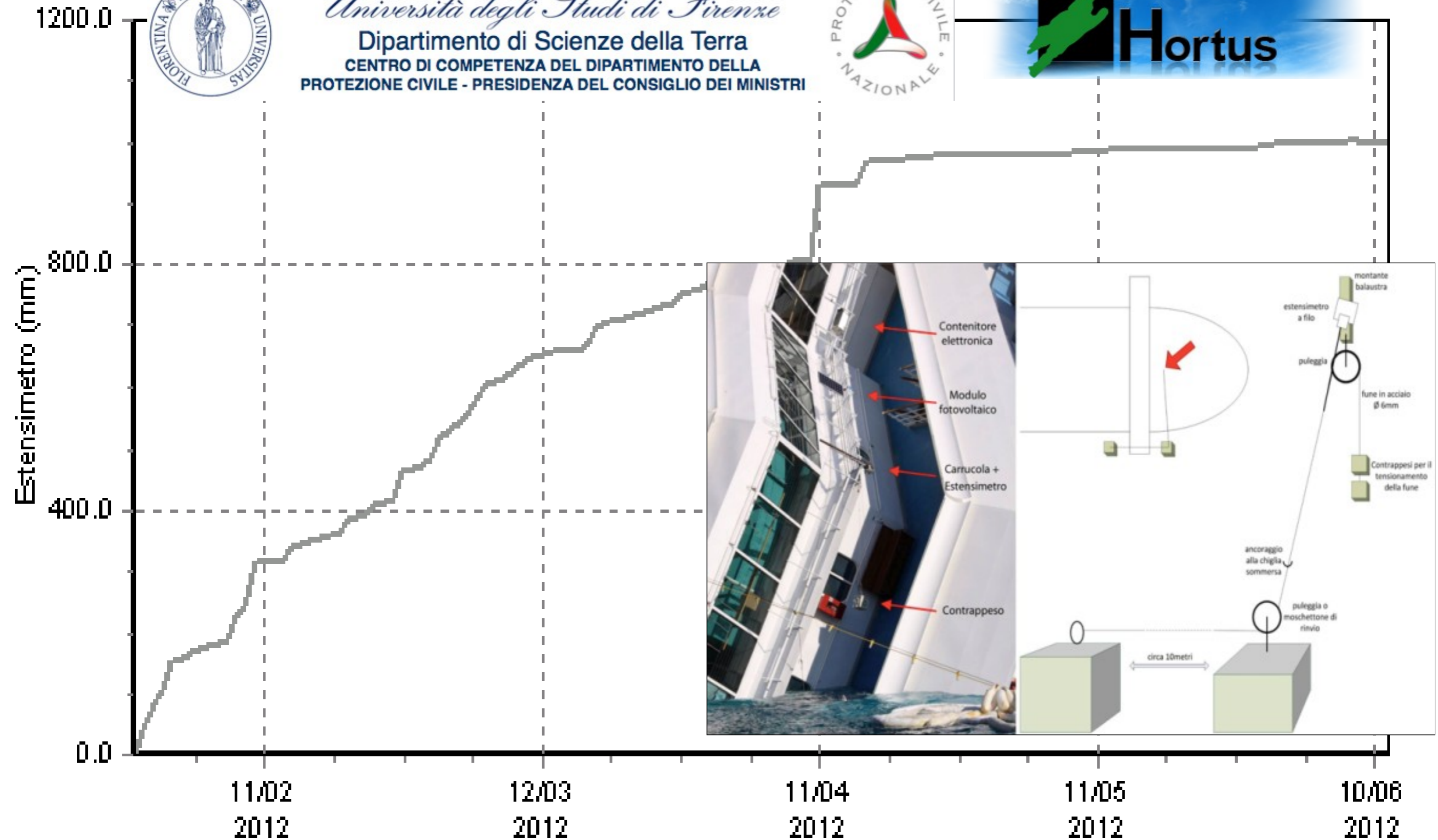
1.14 Bow low

Data provided by UNIFI DST

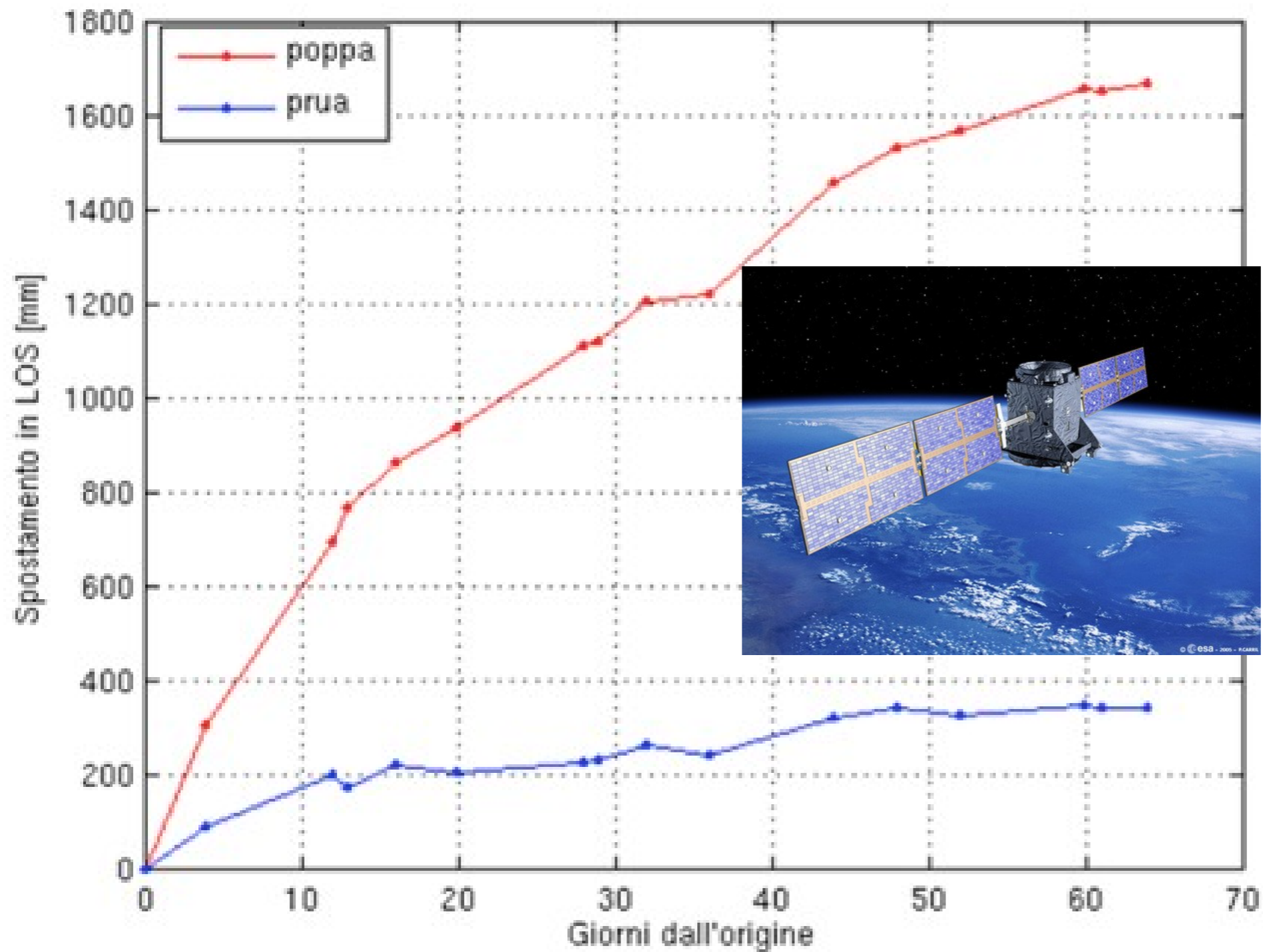
Extensometer



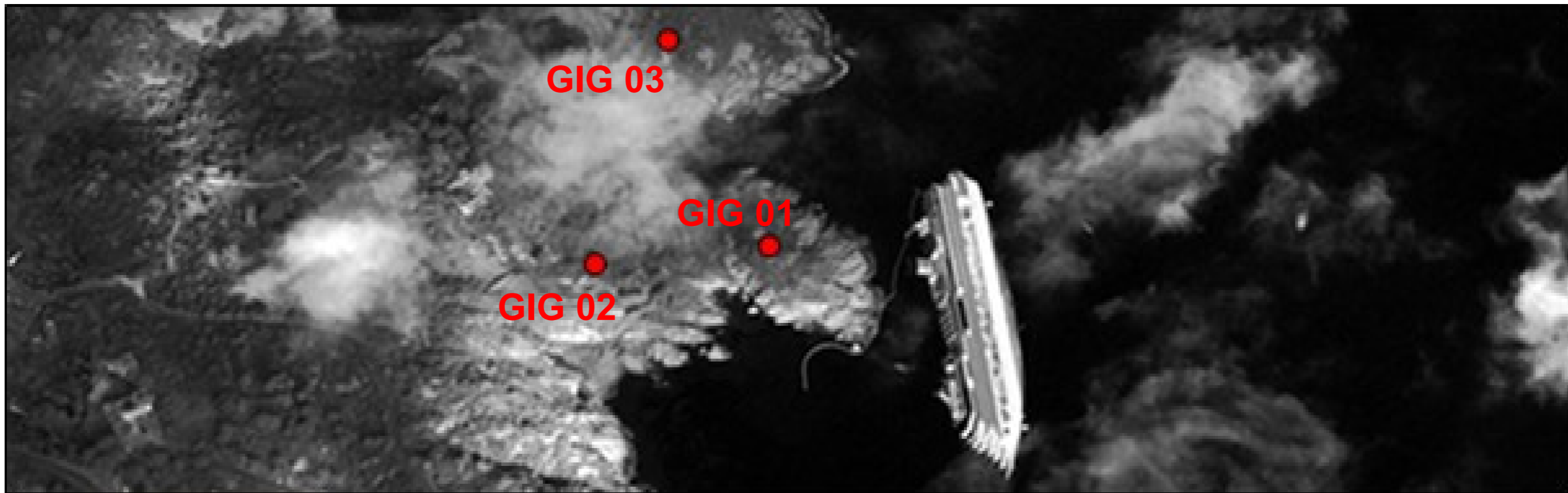
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra
CENTRO DI COMPETENZA DEL DIPARTIMENTO DELLA
PROTEZIONE CIVILE - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI



Radar satellite interferometry



Microseismic network

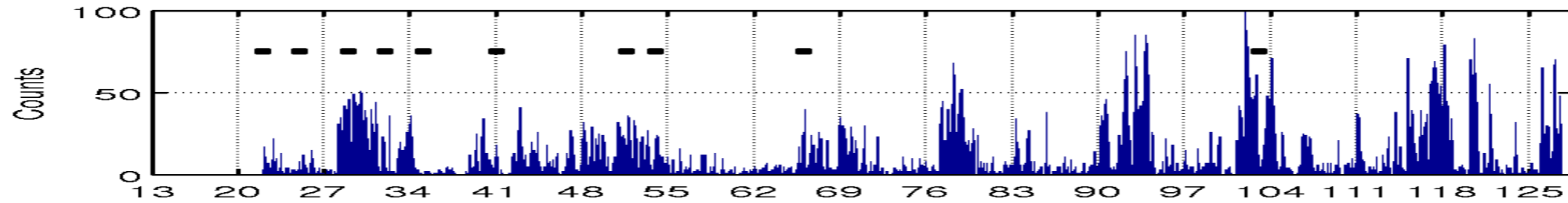


**Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia**

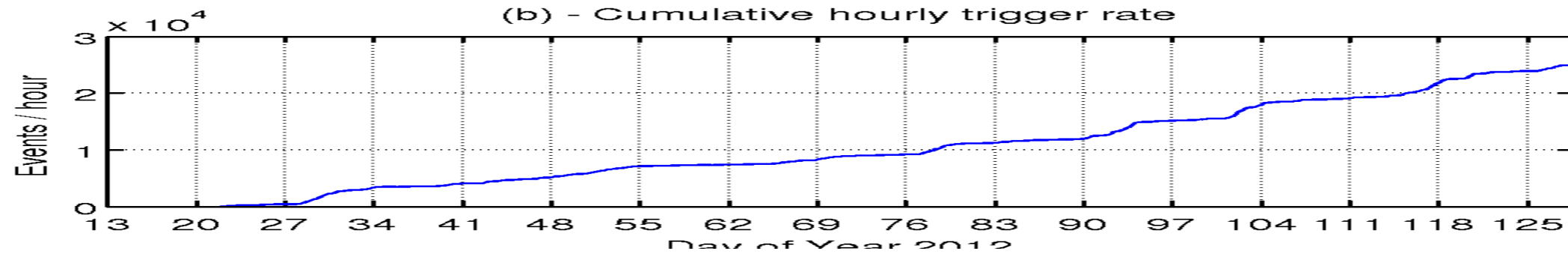
Correlation with

displacement

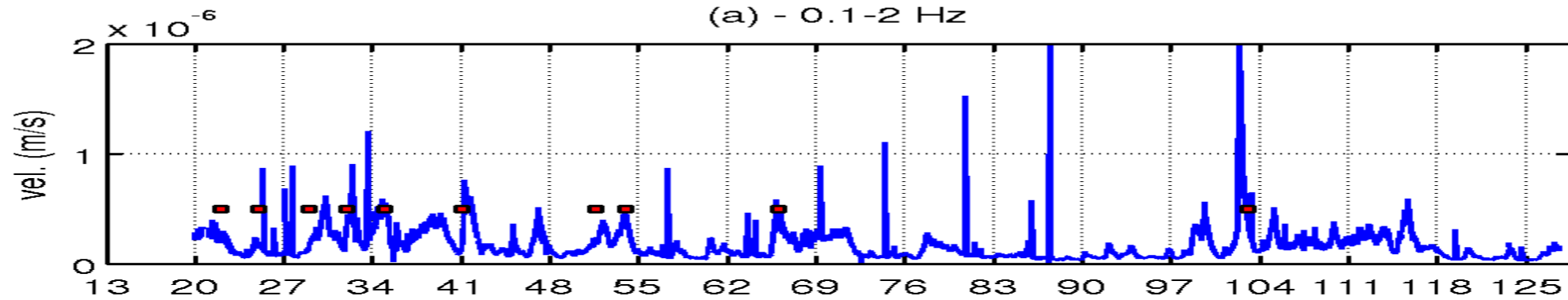
(a) - Hourly trigger rate



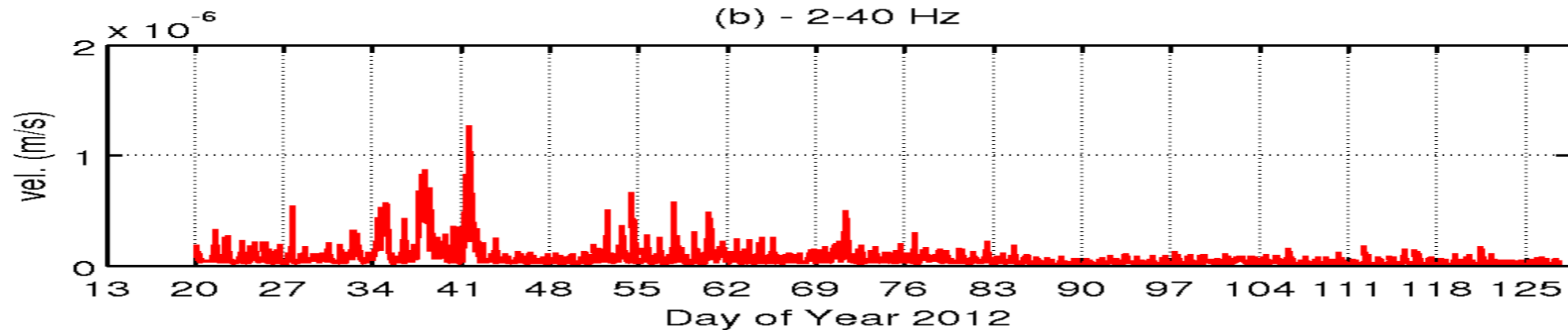
(b) - Cumulative hourly trigger rate



(a) - 0.1-2 Hz



(b) - 2-40 Hz





marine markers



aggiog subacqueo

Polizia di Stato

ei Sommozzatori di Guardia Costiera e Polizia di Stato effettuano, a sua
giornaliera, delle immersioni finalizzate ai rilievi degli spostamenti misurati da una serie di
markers di riferimento, appositamente installati sulle parti sommerse della prua e della poppa
della nave (Figura 11).

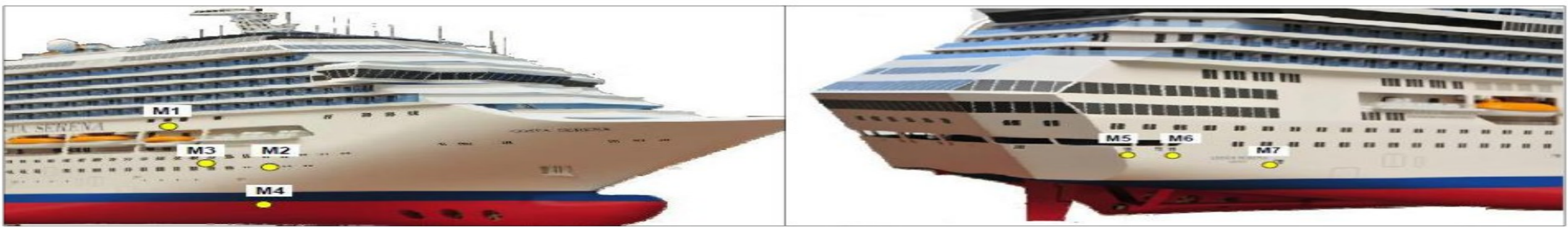


Figura 11 – Localizzazione dei *markers* di riferimento subacquei installati a prua e a poppa della nave.

Sul lato prodiero sono presenti 4 *markers*, le cui misurazioni sono affidate al Nucleo Sommozzatori della Polizia di Stato.

Il *marker* M1 è costituito da un pendolo a magnete, che consente di registrare gli spostamenti tra lo scafo e il fondale, sia in componente verticale che orizzontale (Figura 12).

tra lo scafo e il fondale, sia in componente verticale che orizzontale (Figura 12).



Figura 12 - Rappresentazione schematica ed immagine del *marker* M1.

Il *marker* M2 consiste in un gavitello collegato al fondale tramite una grippia, che consente di misurare gli spostamenti verticali tra lo scafo e la sommità del gavitello stesso (Figura 13). Inoltre viene misurato lo spostamento in componente orizzontale tra la sommità del gavitello ed un punto di riferimento individuato sulla superficie dello scafo.

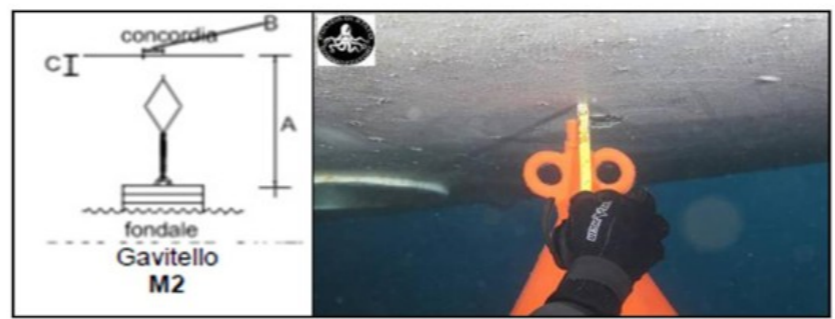


Figura 13 - Rappresentazione schematica ed immagine del *marker* M2.

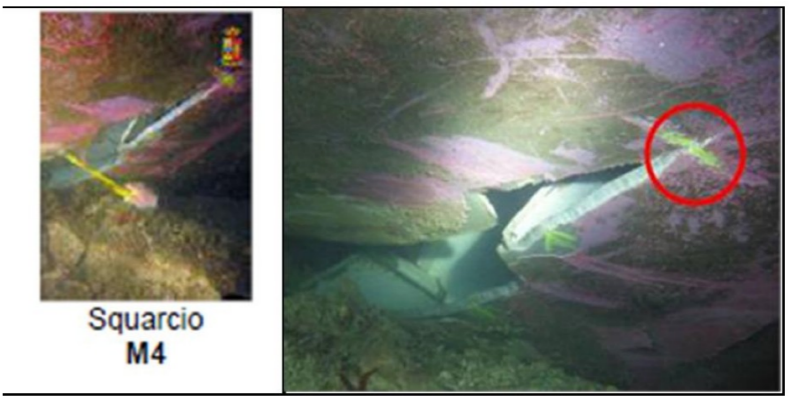


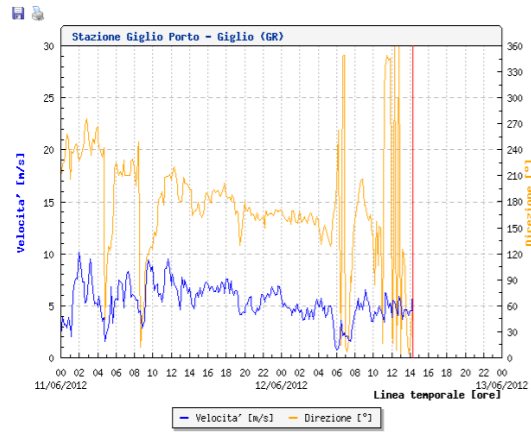
Figura 15 - Rappresentazione schematica ed immagine del *marker* M4.

er quanto riguarda il lato di poppa sono presenti 3 *markers*, le cui misurazioni sono affidate Nucleo Sommozzatori della Guardia Costiera.

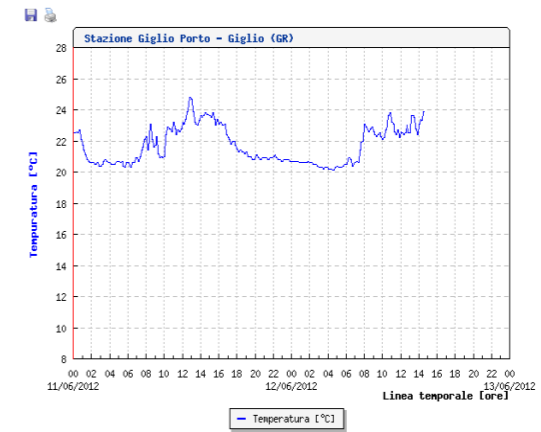
markers M5 e M6 sono entrambi costituiti da un pendolo a corda collegato allo scafo, che

Meteorological and sea data

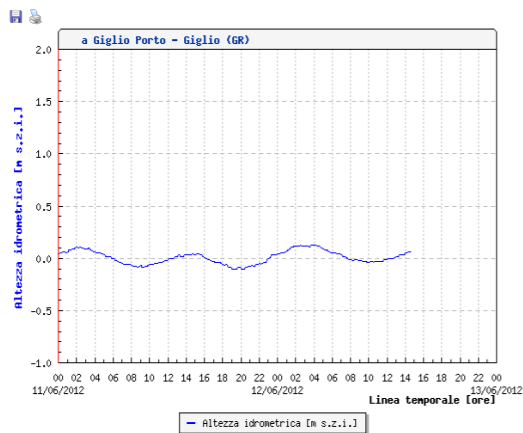
Giglio Porto - Giglio(GR) - Mozilla Firefox
www.cfr.toscana.it/gprs/dettaglio.php?id=TOS030060008&title=Giglio Porto - Giglio(GR)&type=anemo



Giglio Porto - Giglio(GR) - Mozilla Firefox
www.cfr.toscana.it/gprs/dettaglio.php?id=TOS030060008&title=Giglio Porto - Giglio(GR)&type=termo

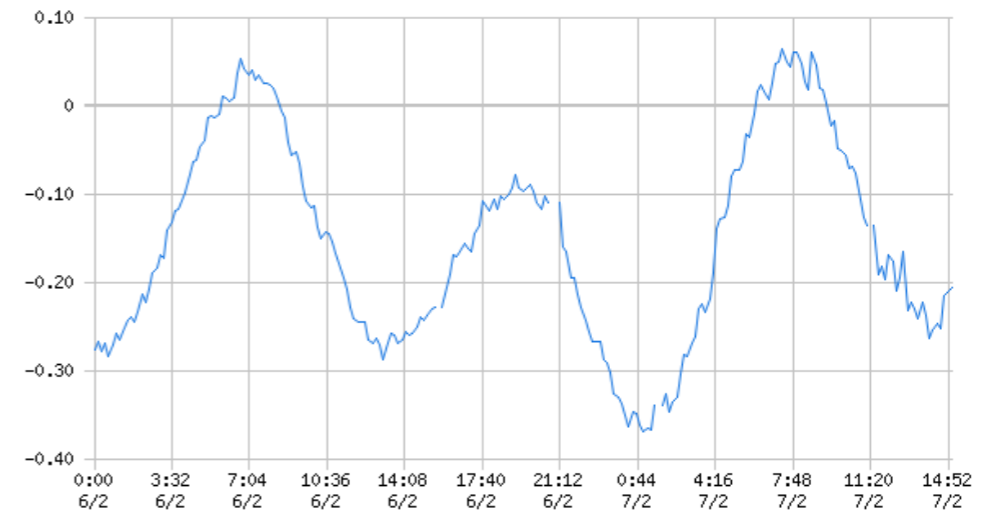


Giglio Porto - Giglio(GR) - Mozilla Firefox
www.cfr.toscana.it/gprs/dettaglio.php?id=TOS030060008&title=Giglio Porto - Giglio(GR)&type=idro



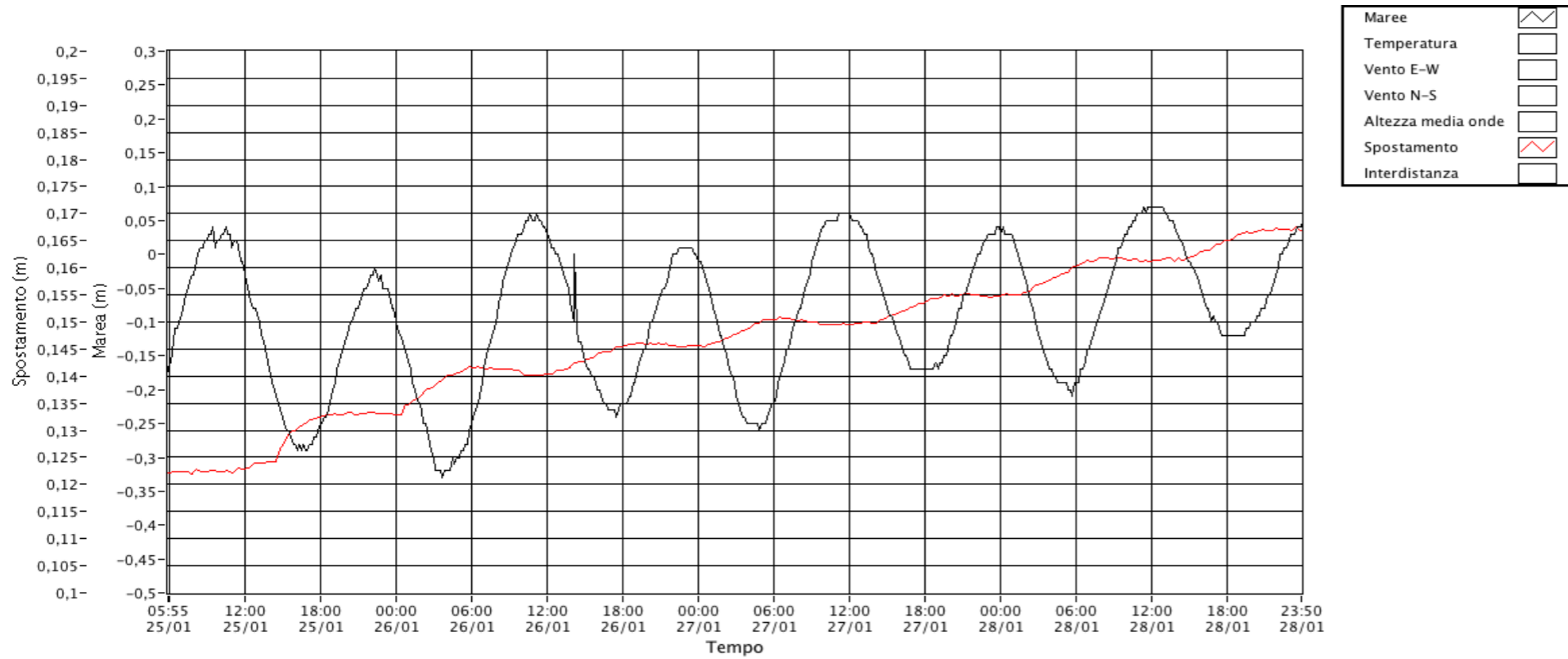
RETE MAREOGRAFICA NAZIONALE

MARINA DI CAMPO
LIVELLO IDROMETRICO (m)
00:00 06.02.2012 ÷ 15:00 07.02.2012 GMT

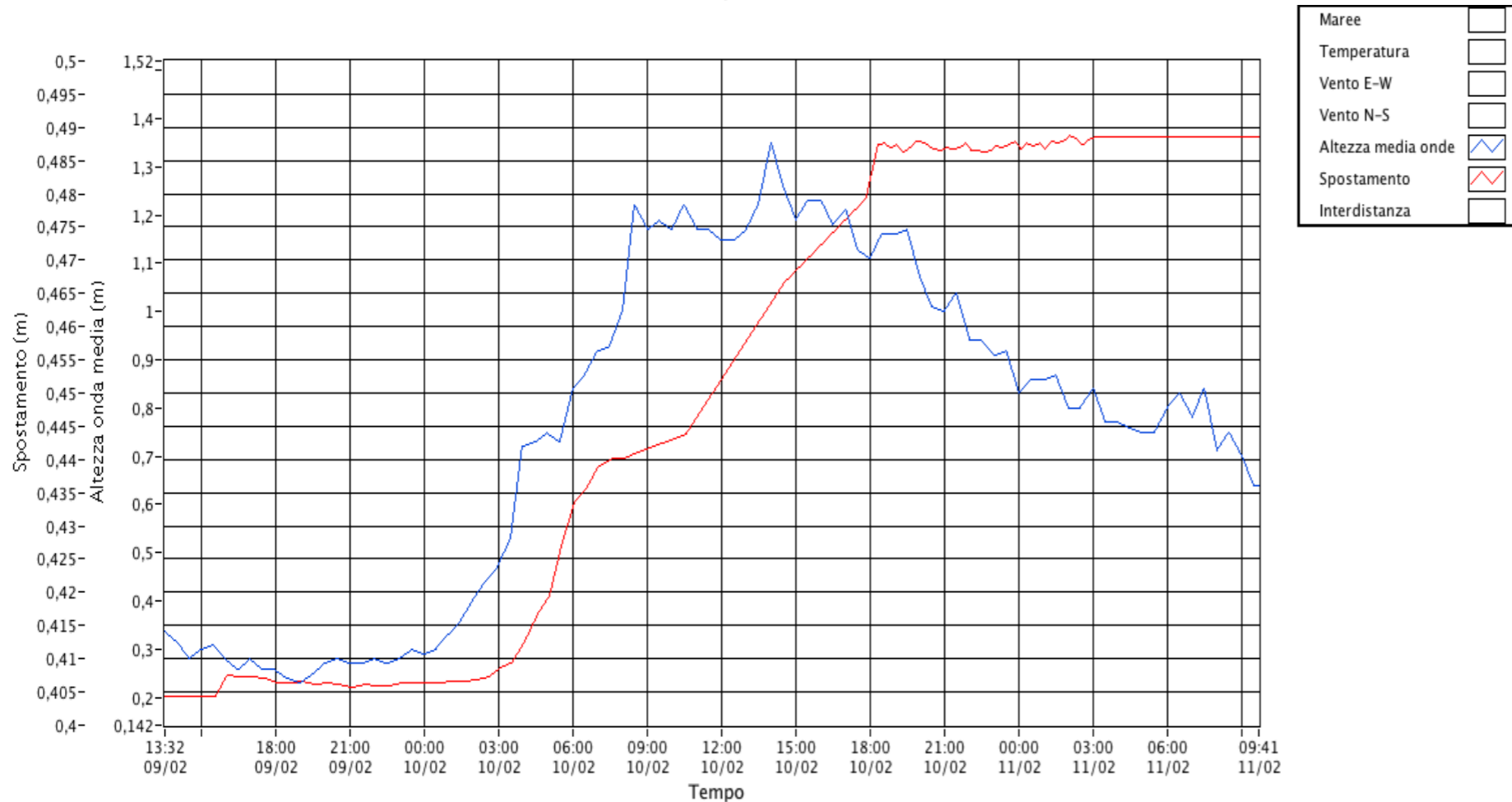


Rete Ondametrica Nazionale

Correlation with sea conditions

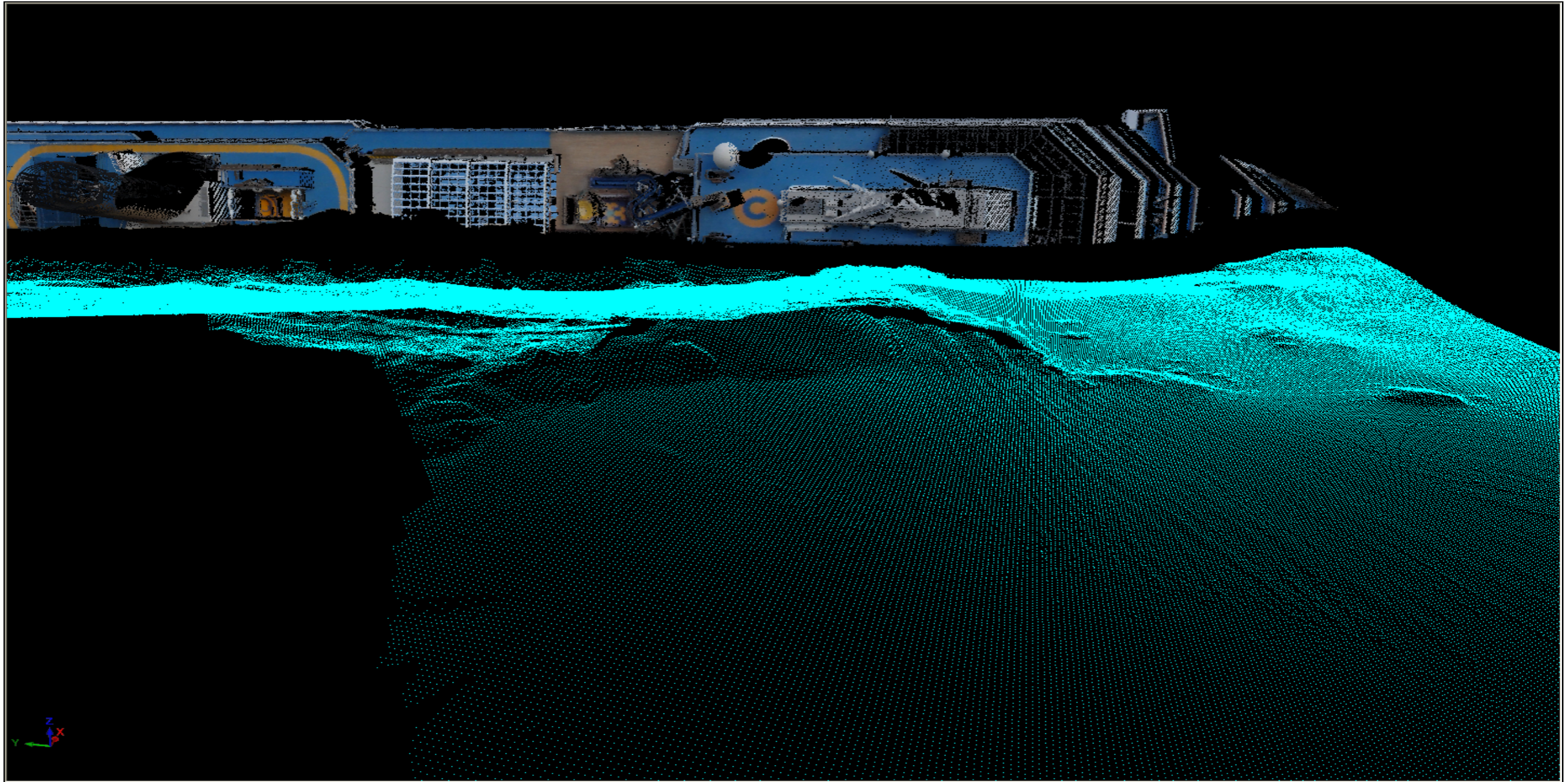


Tide



Wave height

Multibeam + Laser scanner



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra
CENTRO DI COMPETENZA DEL DIPARTIMENTO DELLA
PROTEZIONE CIVILE - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI



Radar satellite Interferometry: longitudinal displacement

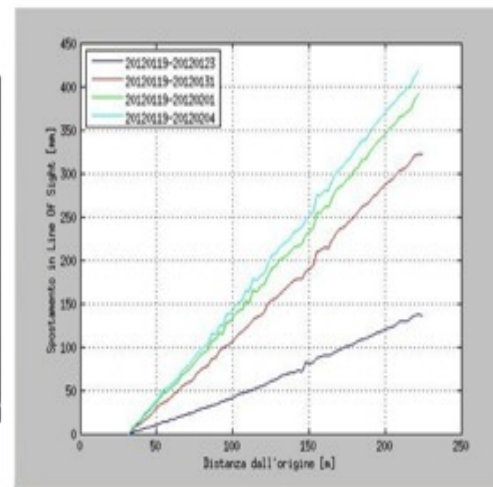
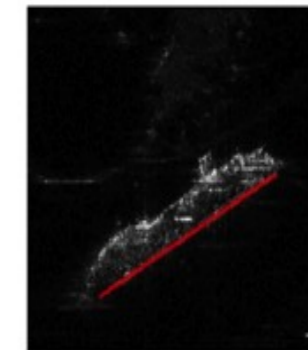
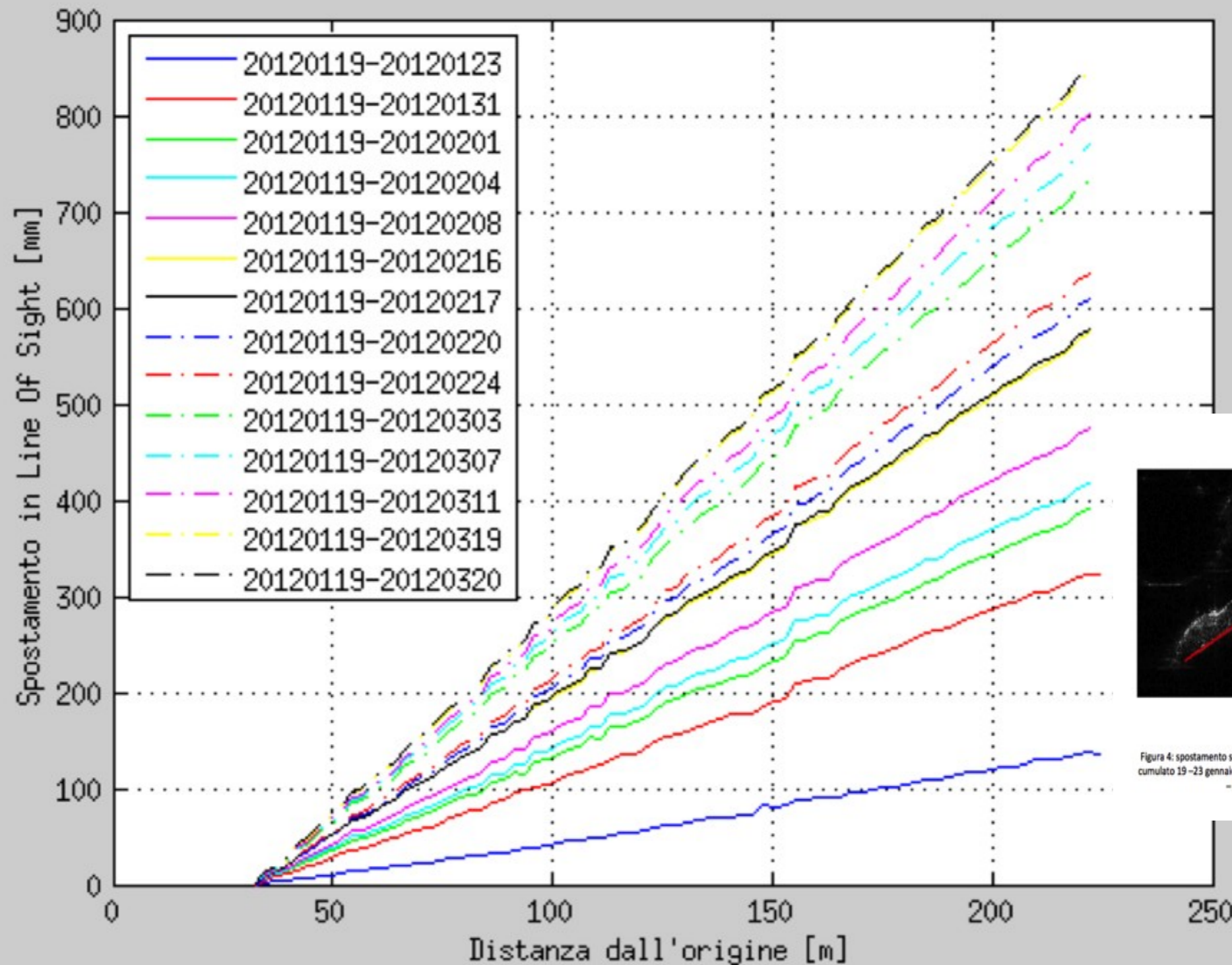
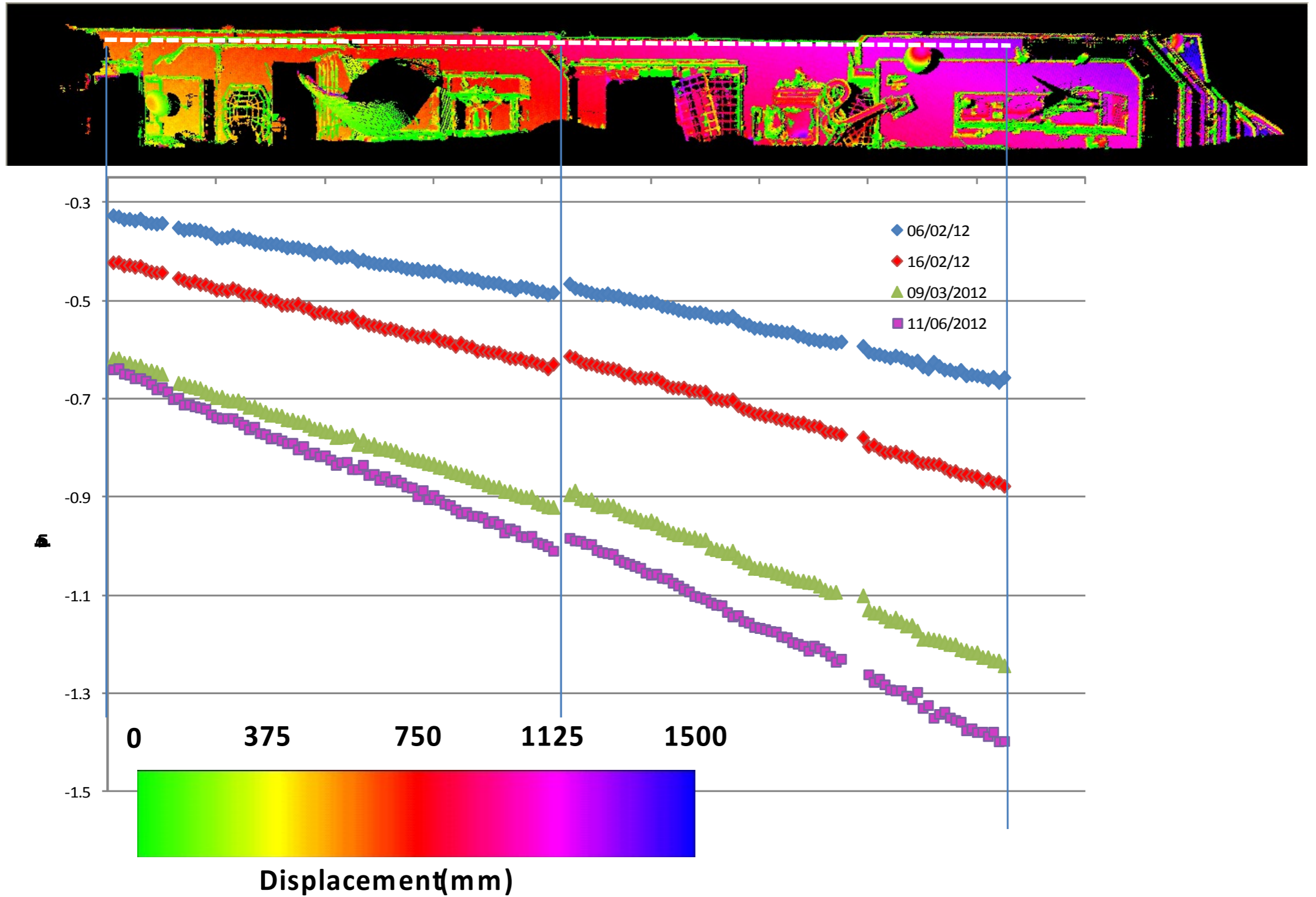
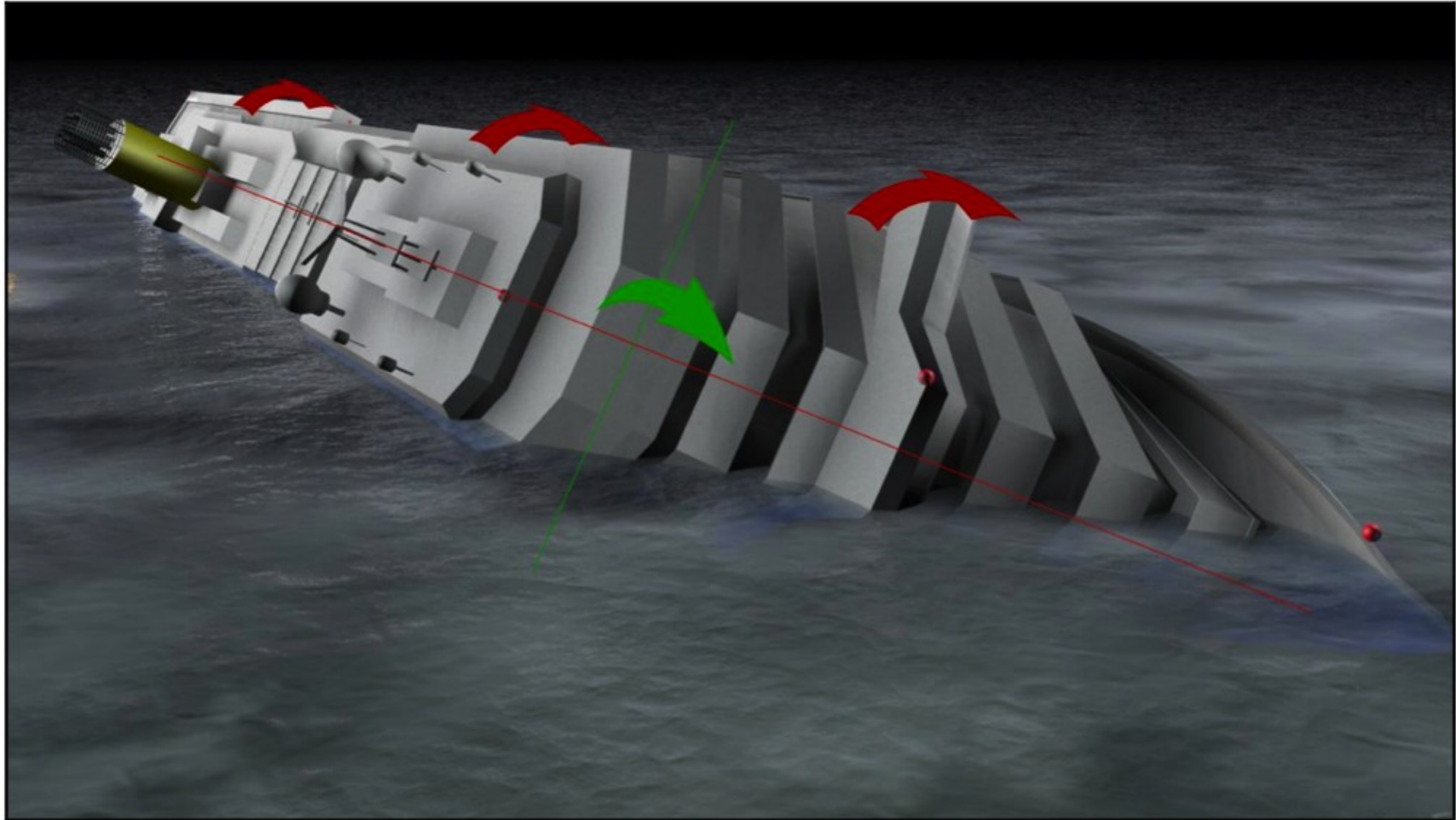


Figura 4: spostamento stimato per i punti situati lungo la direttrice poppa – prua mostrata in figura. In blu e' mostrato lo spostamento cumulato 19 – 23 gennaio 2012, in rosso lo spostamento cumulato 19 – 31 gennaio 2012, in verde lo spostamento cumulato 19 gennaio – 01 febbraio 2012 ed in azzurro lo spostamento cumulato 19 gennaio – 04 febbraio 2102

TLS longitudinal displacement



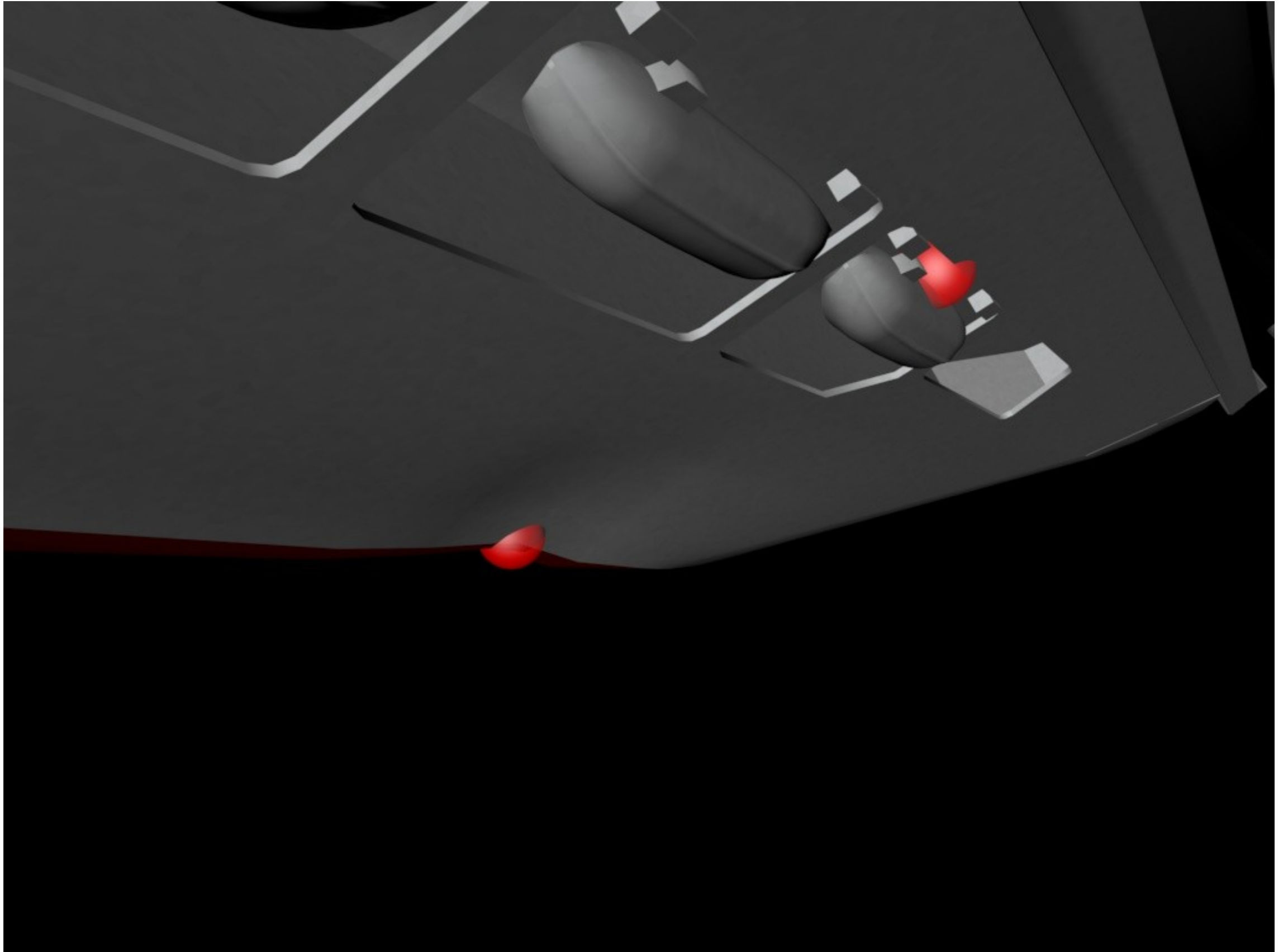
Kinematic explanation

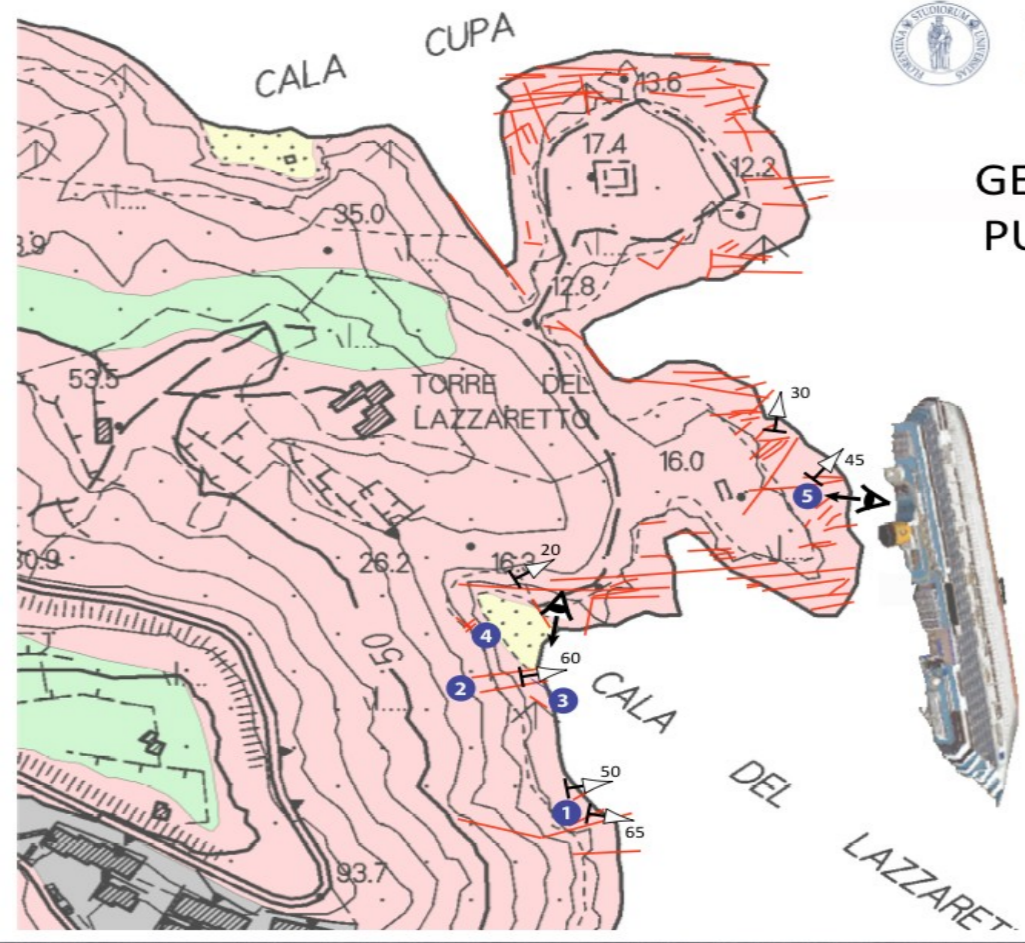


Local squashing

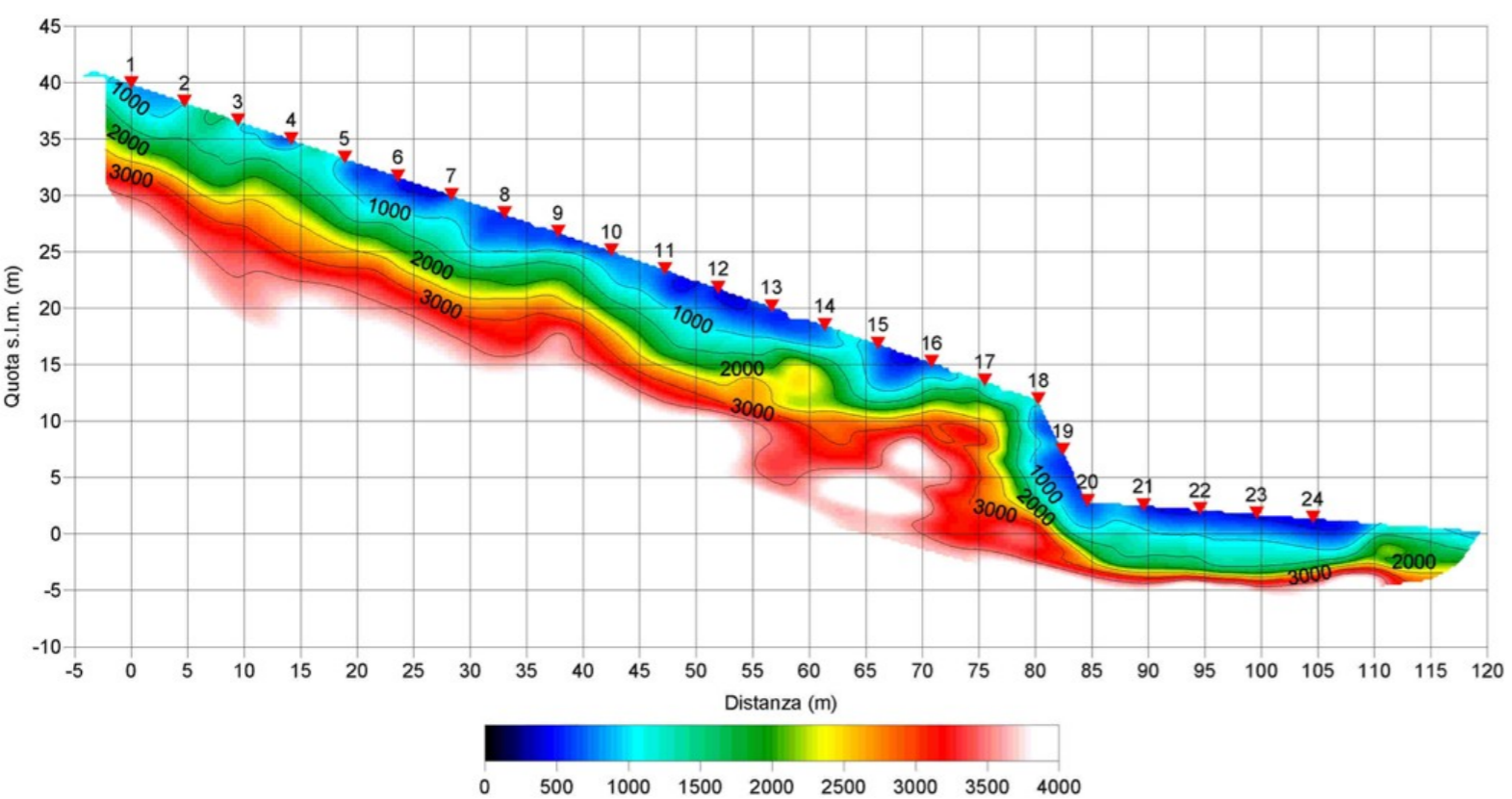
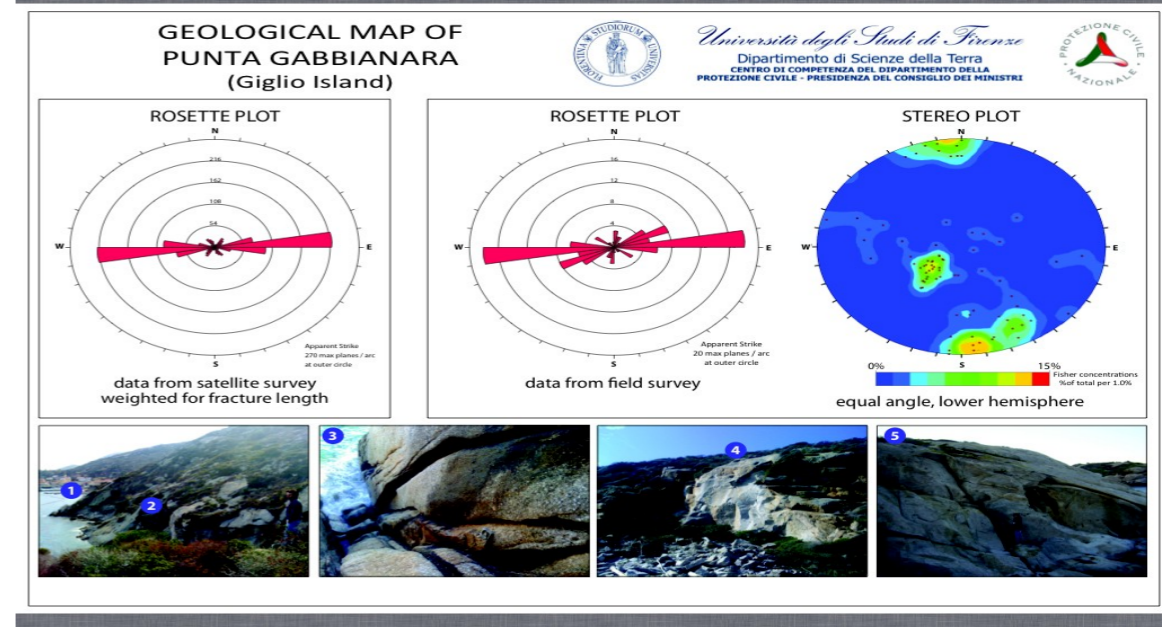
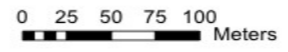
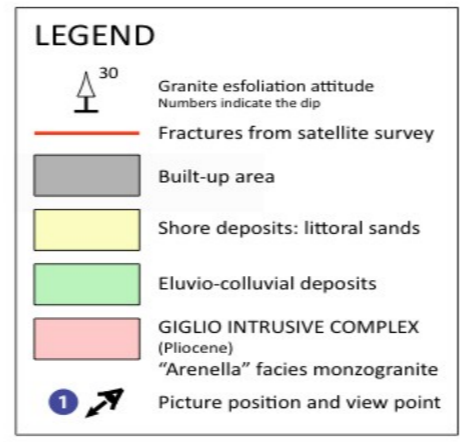


Local squashing





GEOLOGICAL MAP OF PUNTA GABBIANARA (Giglio Island)



Conclusions

- 9 independent monitoring techniques
- Very high sensitivity (precision up to 10⁻³ m)
- Broadband (from 100 to 10⁻⁸ Hz)
- Real time data acquisition and processing
- Radio and internet communications
- Monitoring protocols and bulletins

EWS Mobile web application



Thank you



DST-UNIFI



Geohazard Monitoring Group



EUROPEAN COMMISSION



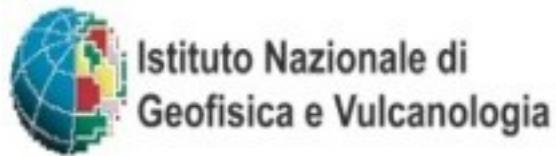
TRE
Sensing the Planet



ISTITUTO NAZIONALE
DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE



Polizia di Stato



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia



Phase 3: Stabilization

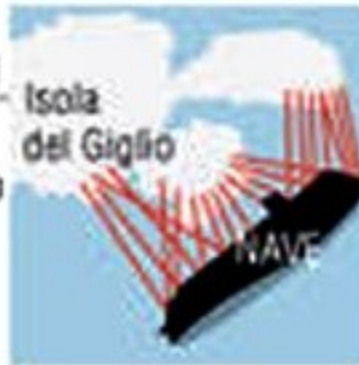
Per evitare lo scivolamento

Due ipotesi per impedire alla Costa Concordia di inabissarsi

1ª ipotesi ANCORAGGIO A TERRA CON FUNI

Pali
d'acciaio

21 Funi
di acciaio



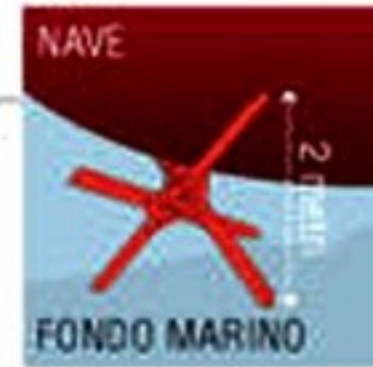
Isola
del Giglio

NAVE

2ª ipotesi ROSTRI A BLOCCARE LO SCAFO

Calati da gru
in superficie

2 metri Altezza
rostro



NAVE

2 metri

FONDO MARINO



10
Diámetro
fune

LO SCIVOLAMENTO

Il relitto subisce movimenti
pari a 7 millimetri l'ora, che arrivano a 15 a prua



In acciaio
o cemento
con punte
che si fissino
alle superfici

ANSA-CENTIMETRI



24/01/2012 00:40

15.7 °C

T(C°) Stern

T(C°) Bow

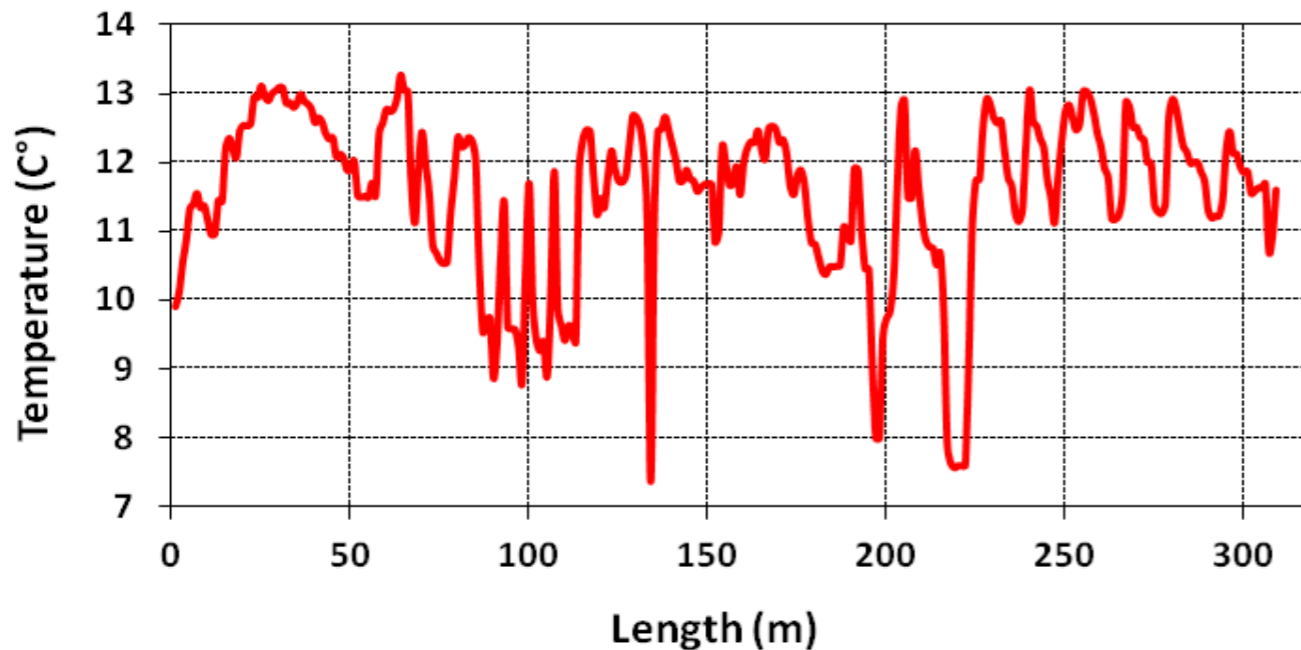
Sp1 10.3

Li1 min 7.3 max 13.3

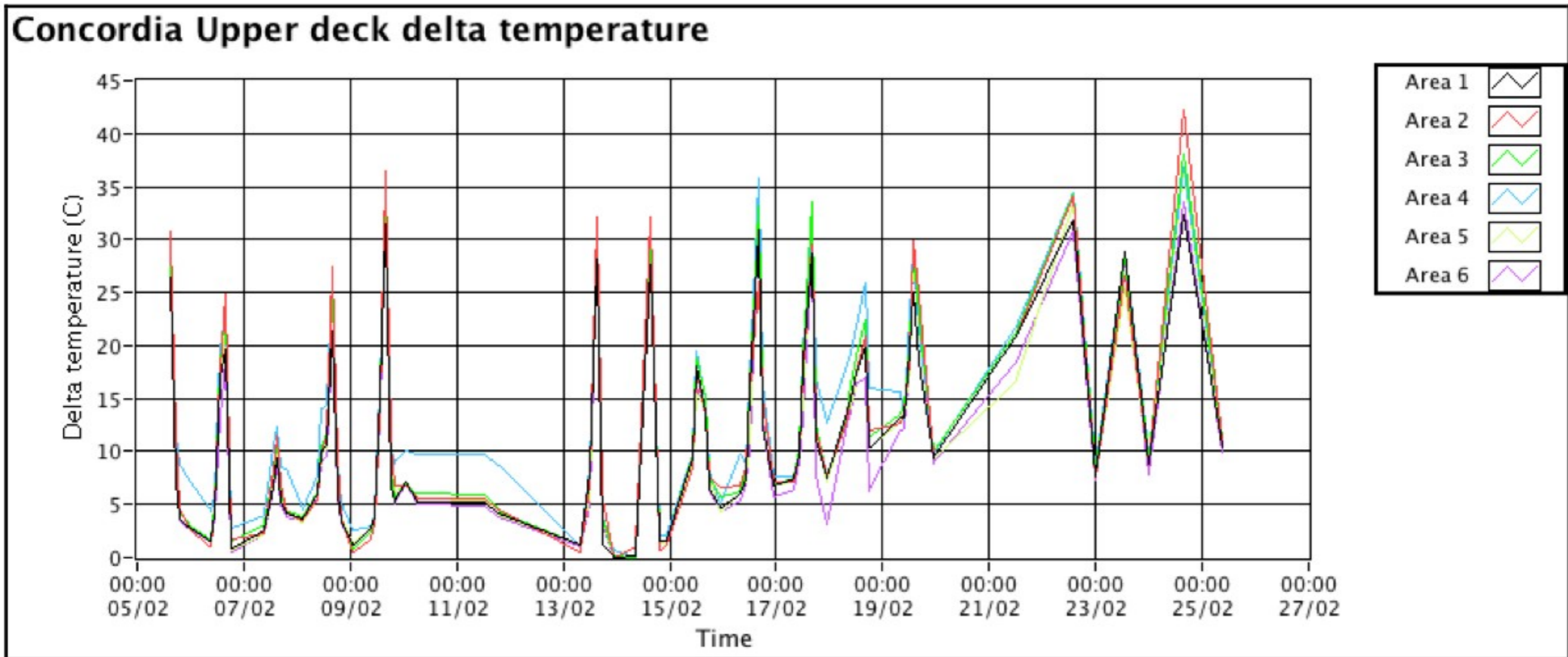
Ar1 min 9.9 max 13.2

9.4

Concordia deck superficial temperature (C°)
24/01/2010 h 24:00



Upper deck delta of temperature



3D model and upper balustrade displacement

