SCENARI DI AUMENTO DEL LIVELLO MARINO NEL MEDITERRANEO FINO AL 2150

Marco Anzidei
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
marco.anzidei@ingv.it

RESILIENZA DEI PORTI
Le opere di ingegneria marittima e i cambiamenti climatici
CNI-Assoporti-C.S.LL.PP.
Fondazione Maxxi - Roma 07.05.2025

In foto: il porto romano sommerso di Lipari Marina Lunga (Credit Marco Anzidei)

Talking points

Background, cause e stato delle conoscenze

Trend attuale

Proiezioni IPCC

Metodi, dati e proiezioni riviste fino al 2150

Coste esposte nel Mediterraneo

Possibili scenari costieri per l’Italia fino al 2150

Livello del mare assoluto

In linea generale, il livello del mare assoluto (η) dipende dalla massa e dalla densità in gioco. La combinazione di fattori differenti che agiscono nel tempo e nello spazio ne determinano la sua variazione

$$\eta = \eta_{massa} + \eta_{densità}$$

Variazione relativa del livello marino (RSLC)

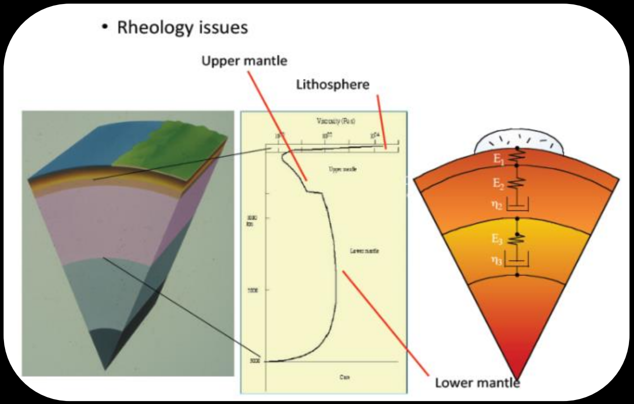
Dipende dai reciproci movimenti verticali lungo le coste tra terra fluida e terra solida principalmente causati da:

$$\Delta\zeta_{\mathrm{rslc}} = \Delta\zeta_{\mathrm{e}} + \Delta\zeta_{\mathrm{I}} + \Delta\zeta_{\mathrm{T}}$$

Variazioni globali della massa oceanica

GIA - Aggiustamento Isostatico Globale della Terra al variare della massa glaciale

Tettonica (movimenti verticali, anche antropogenici)



- Rheology issues

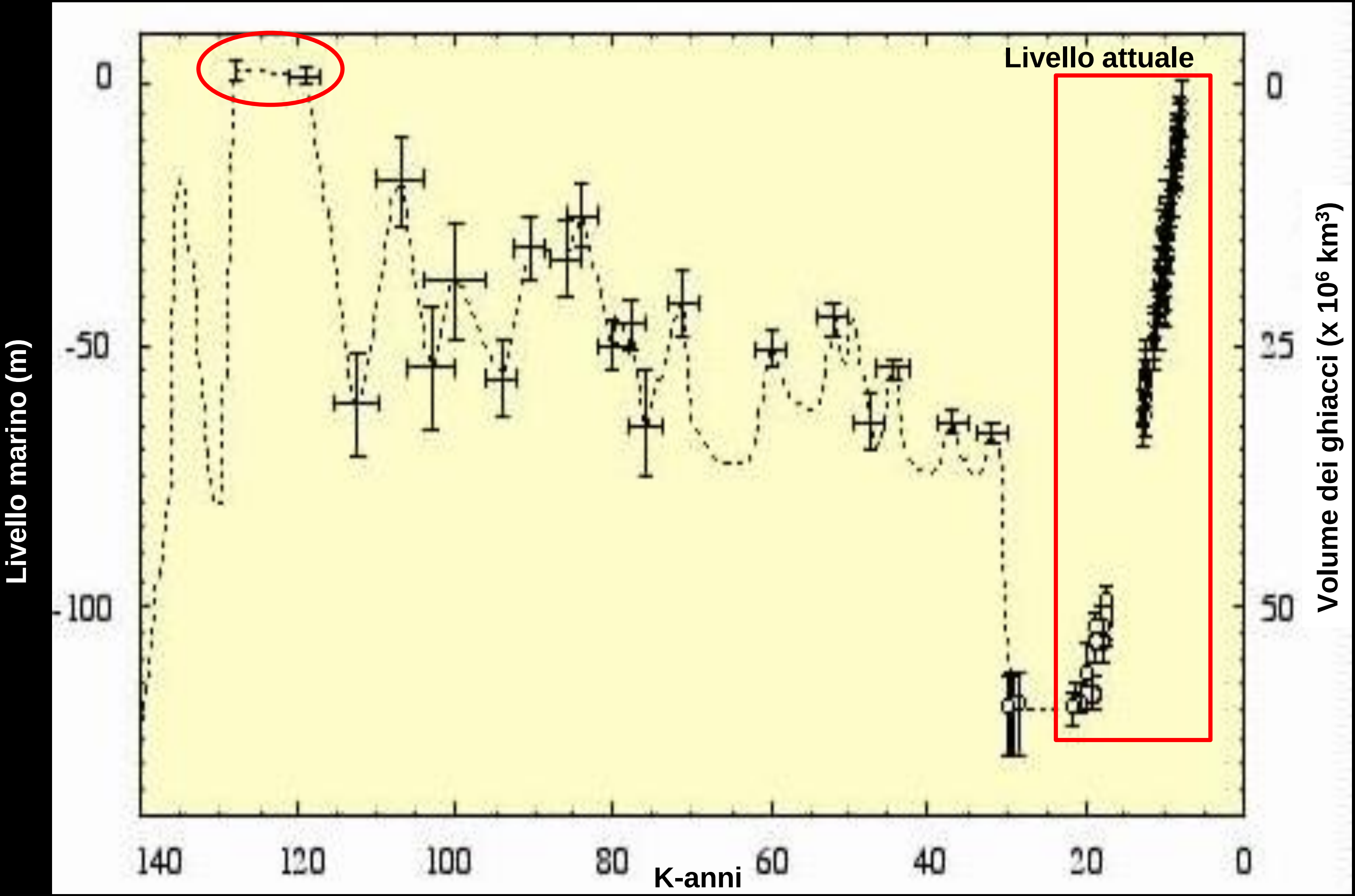
Upper mantle
Lithosphere
Viscosity (Pa s)
Upper mantle
Lower mantle
Core
E_1
E_2
η_2
E_3
η_3
Lower mantle

Upper mantle viscosity:	$\mu_{um}=(2–5)\times10^{20}$ Pa s
Lower mantle viscosity:	$\mu_{lm}=(5–20)\times10^{21}$ Pa s

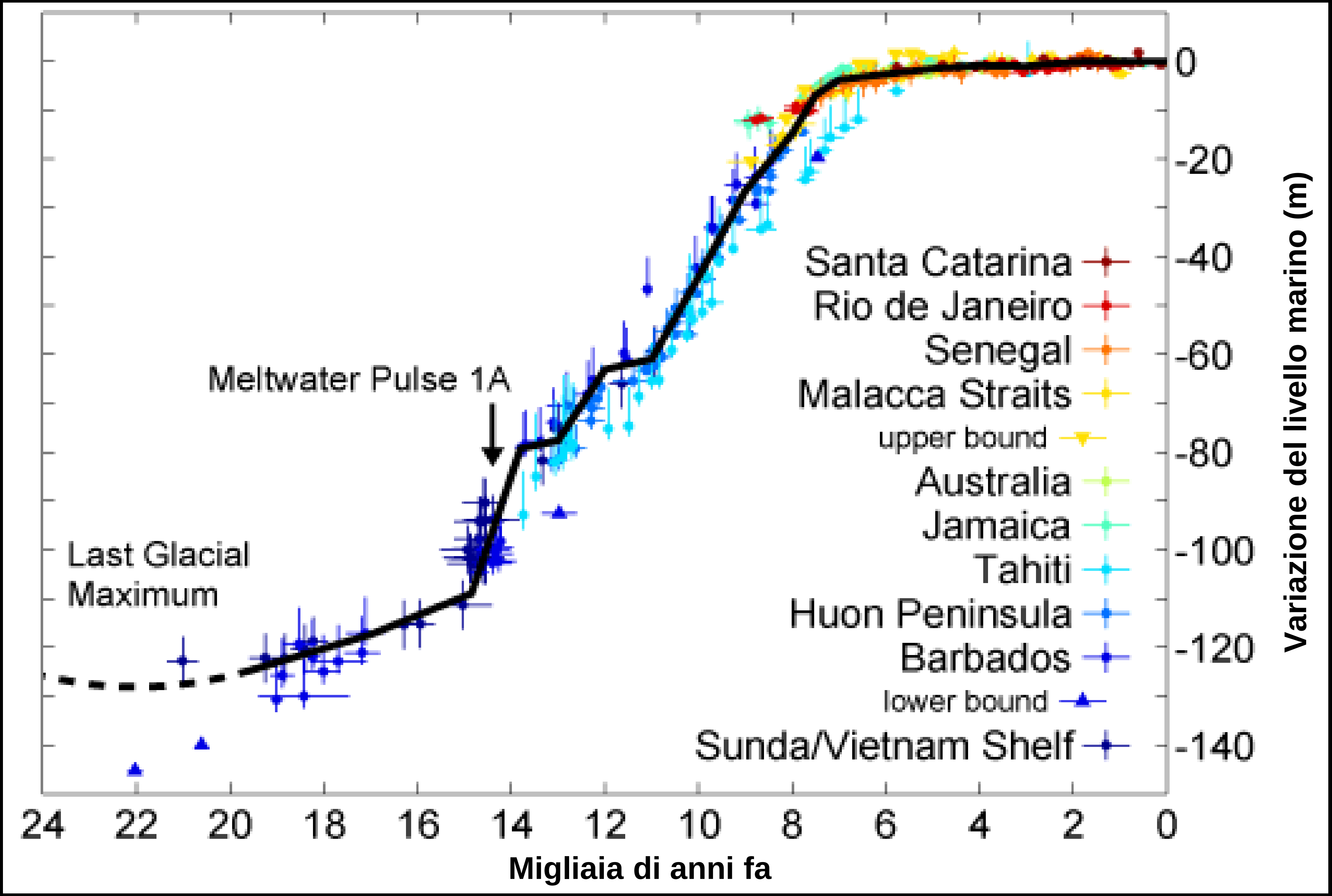
Gli ultimi 140.000 anni

125.000 anni fa, l.m. 6-9 m più alto di oggi

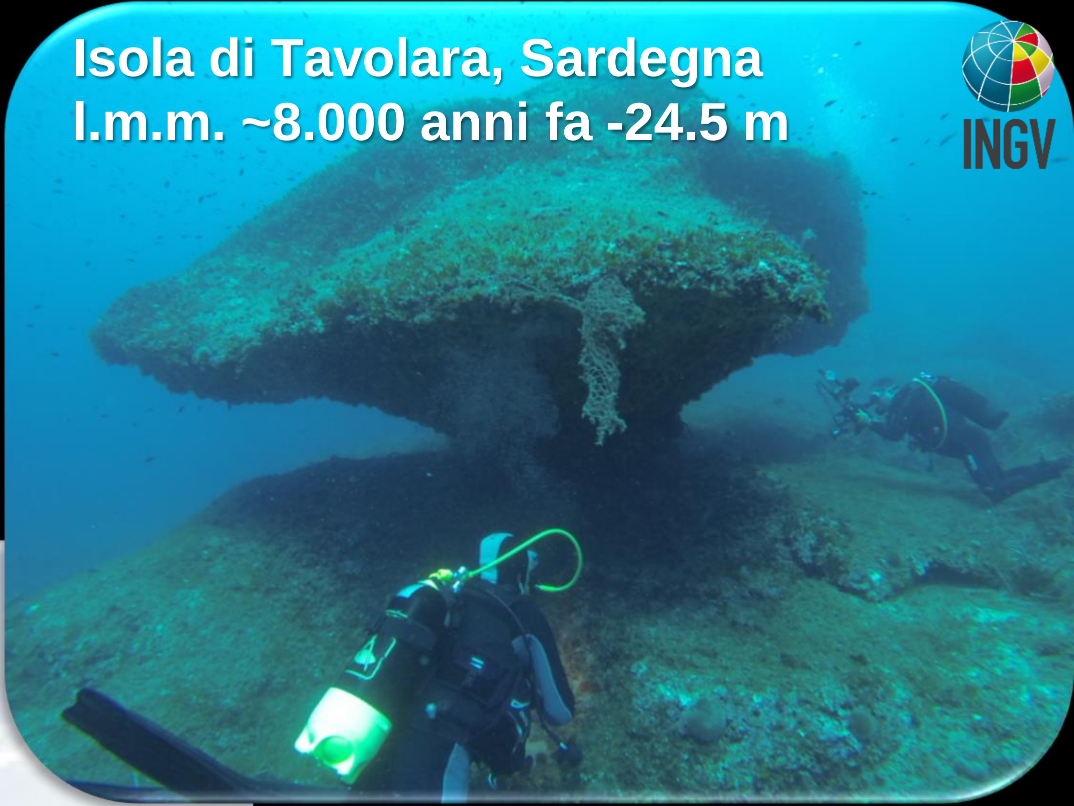
18.000 anni fa, l.m. ~130 m più basso di oggi



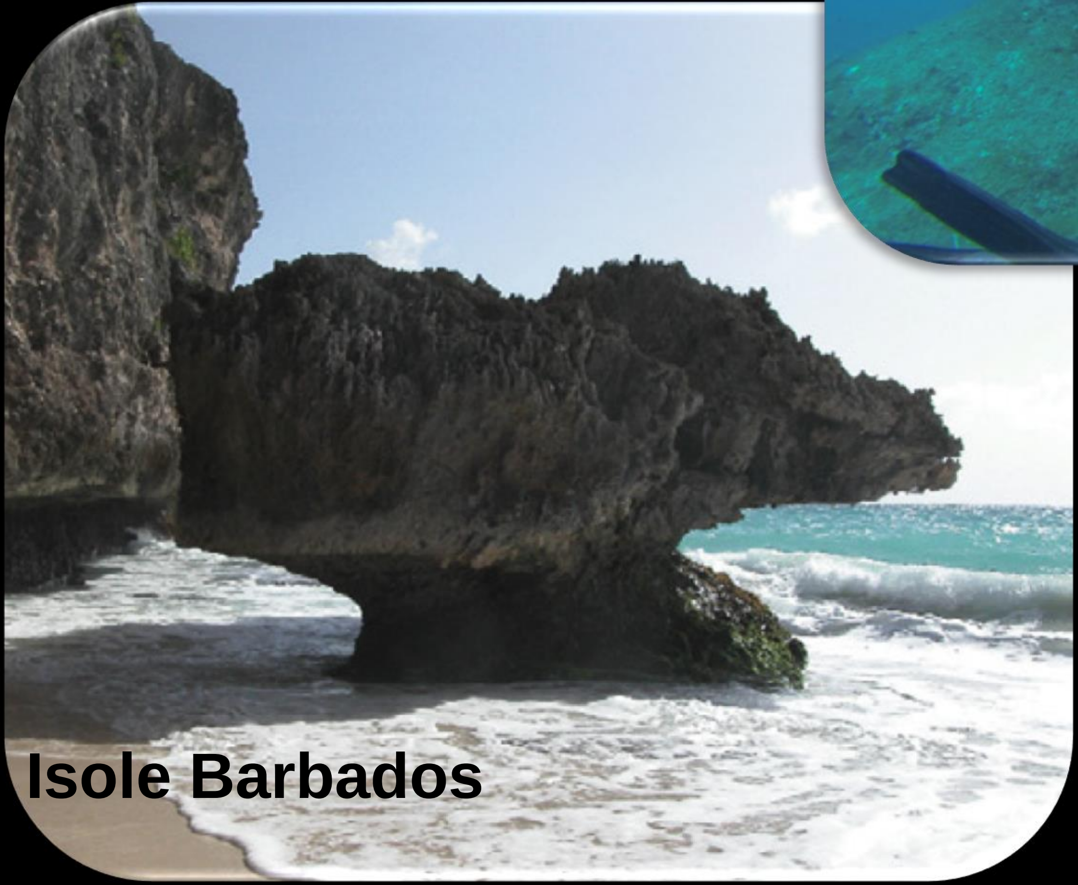
Gli ultimi 22.000 anni



Le evidenze geologiche: gli indicatori geomorfologici

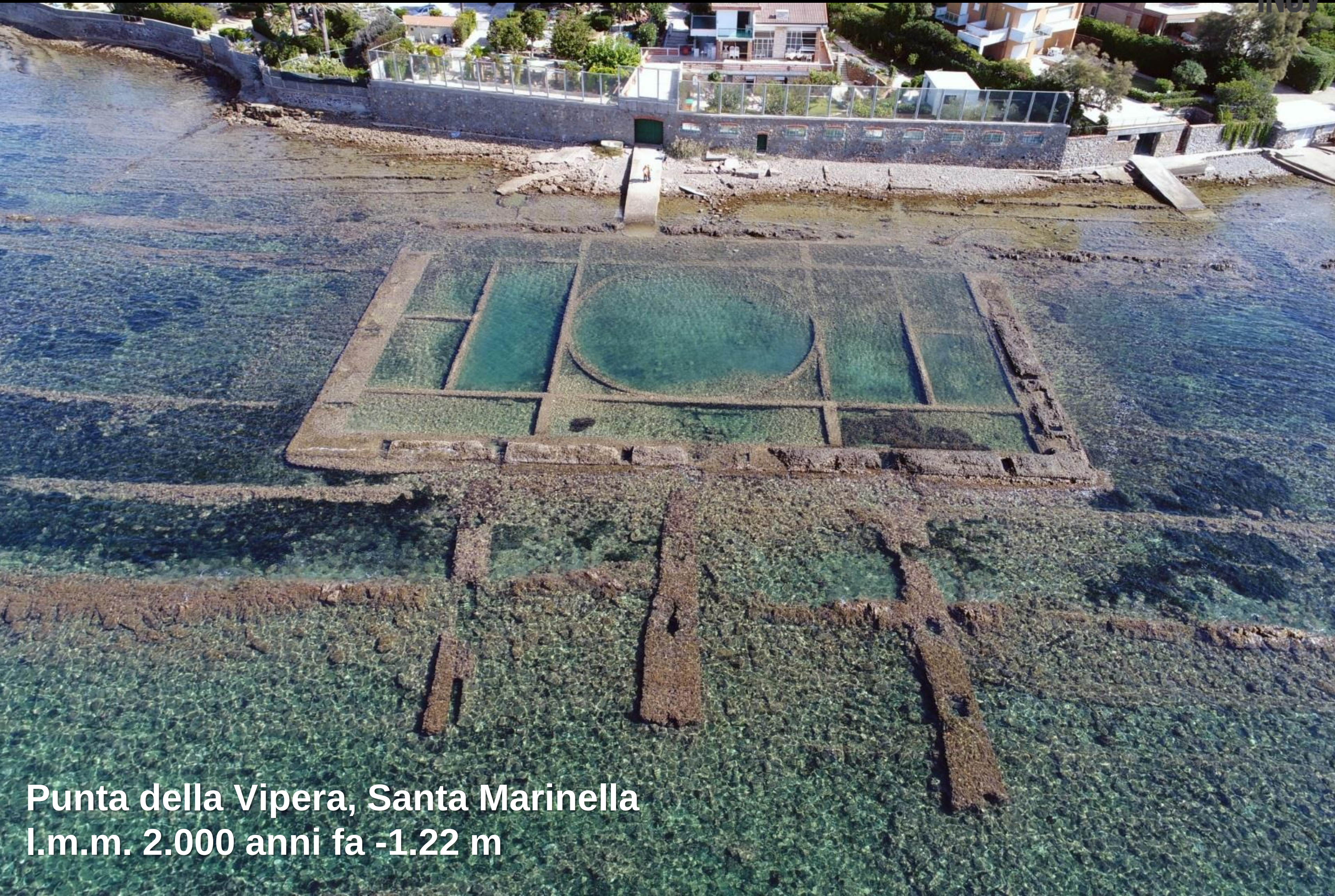


Isola di Tavolara, Sardegna
l.m.m. ~8.000 anni fa -24.5 m



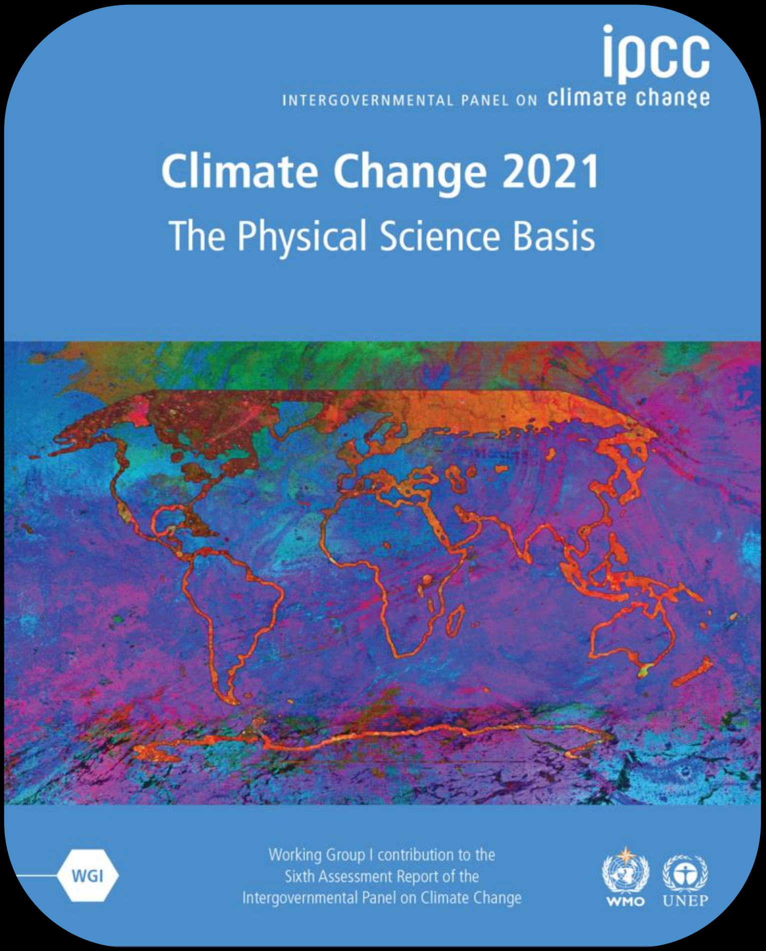
Isole Barbados

Le evidenze storiche nel periodo romano



Punta della Vipera, Santa Marinella
l.m.m. 2.000 anni fa -1.22 m

Il Report IPCC AR6 - 2021



ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

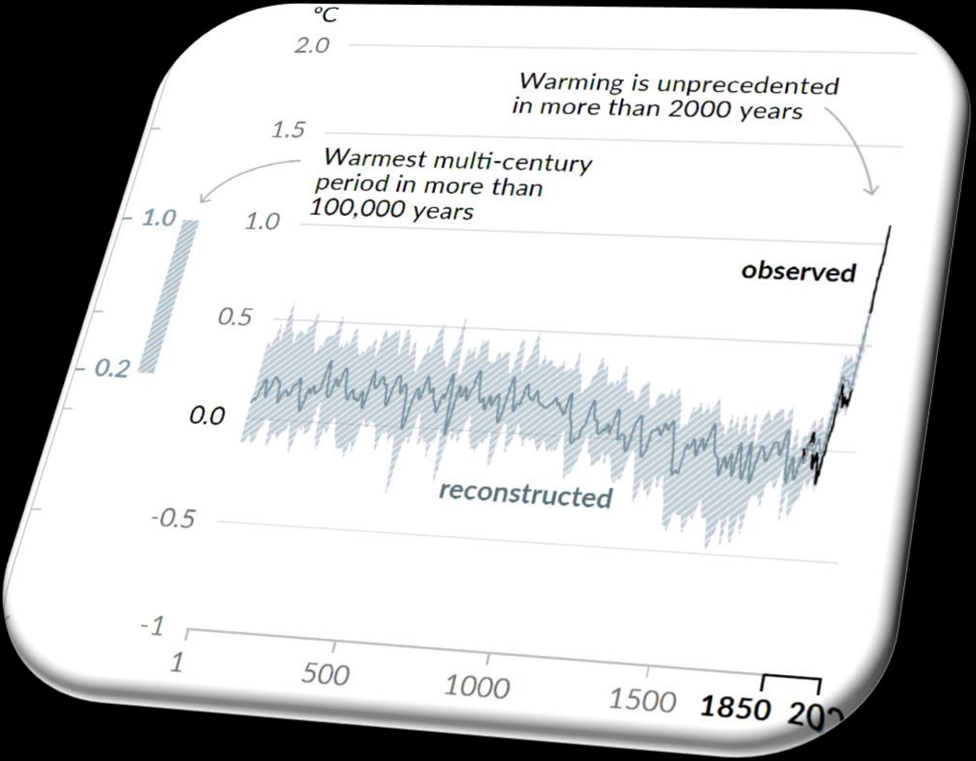
Climate Change 2021

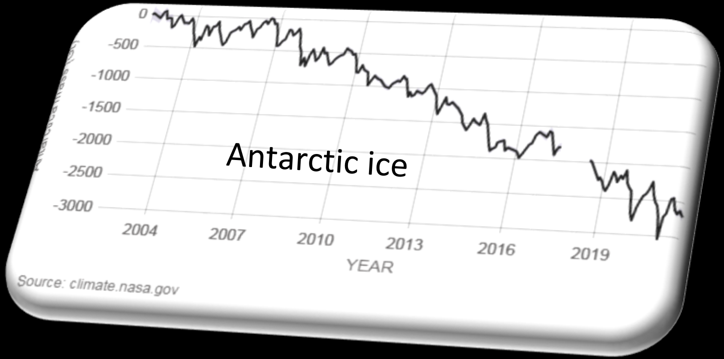
The Physical Science Basis

WGI

Working Group I contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change

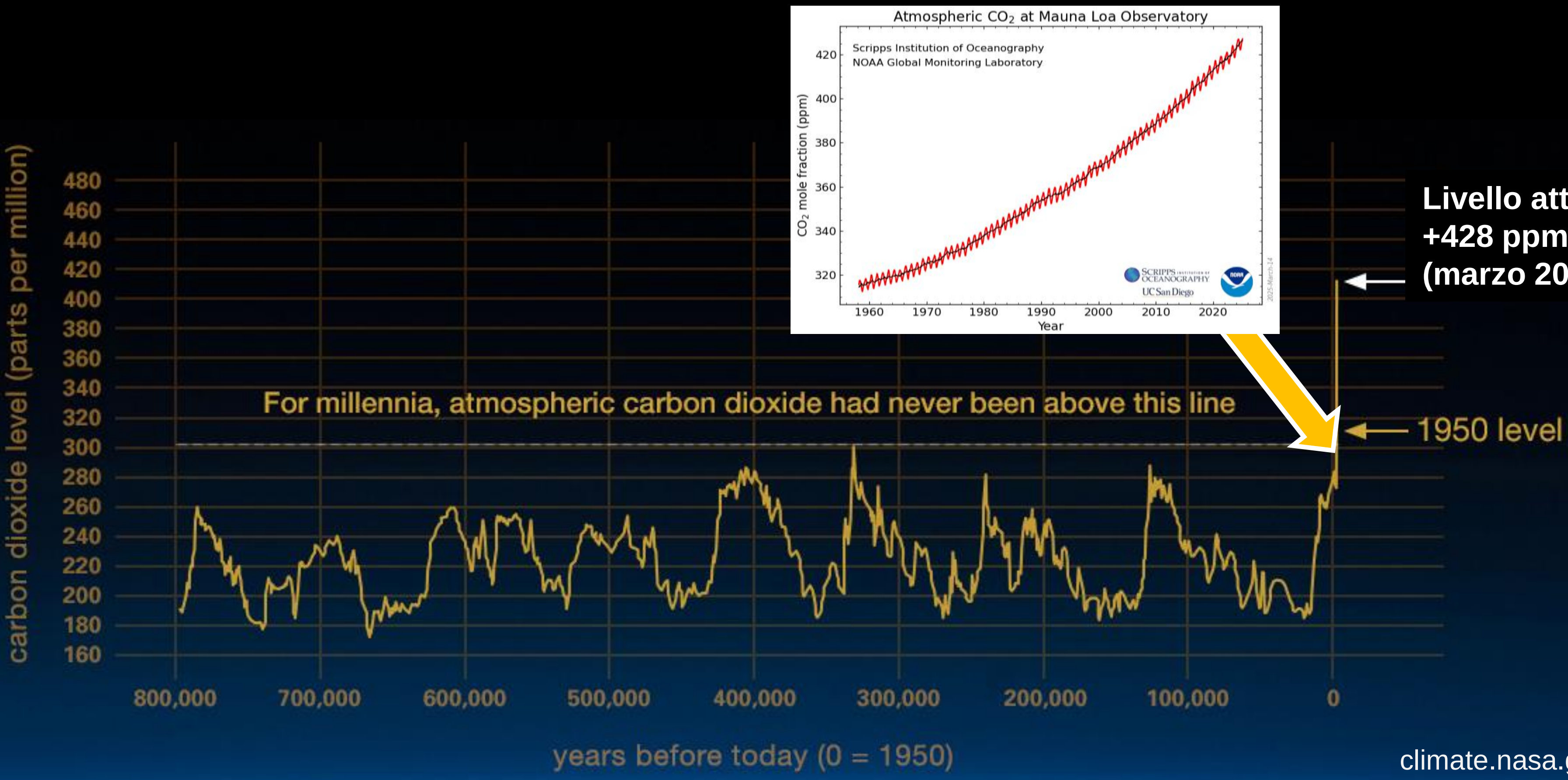
WMO UNEP





Source: climate.nasa.gov

CO_2 negli ultimi 800.000 anni

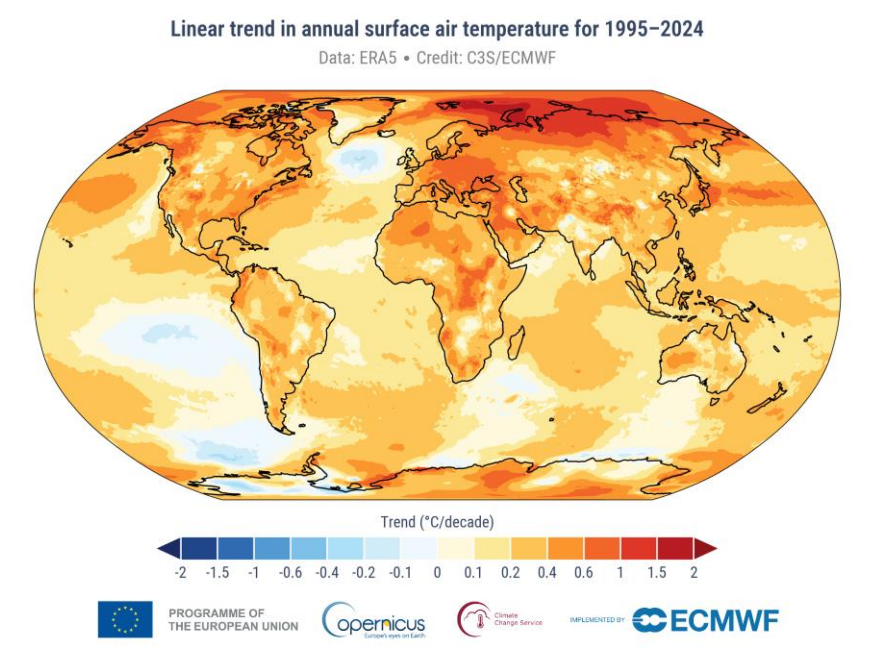


Livello attuale
+428 ppm
(marzo 2025)

climate.nasa.gov

GLOBAL CLIMATE HIGHLIGHTS 2023

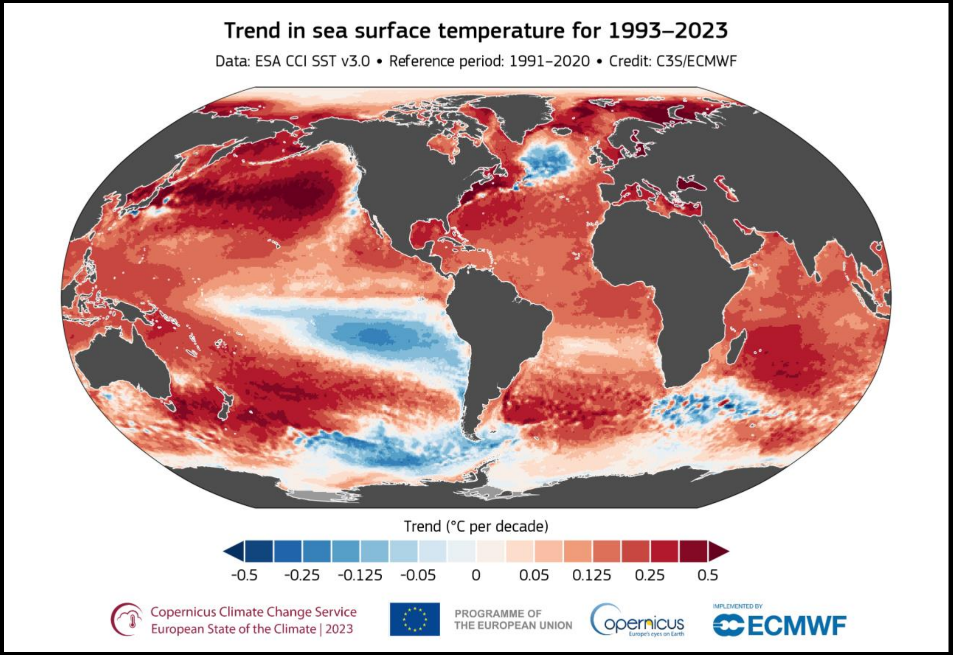
Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit



Linear trend in annual surface air temperature for 1995–2024

Data: ERA5 • Credit: C3S/ECMWF

Trend (°C/decade)
-2
-1.5
-1
-0.6
-0.4
-0.2
-0.1
0
0.1
0.2
0.4
0.6
1
1.5
2
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION

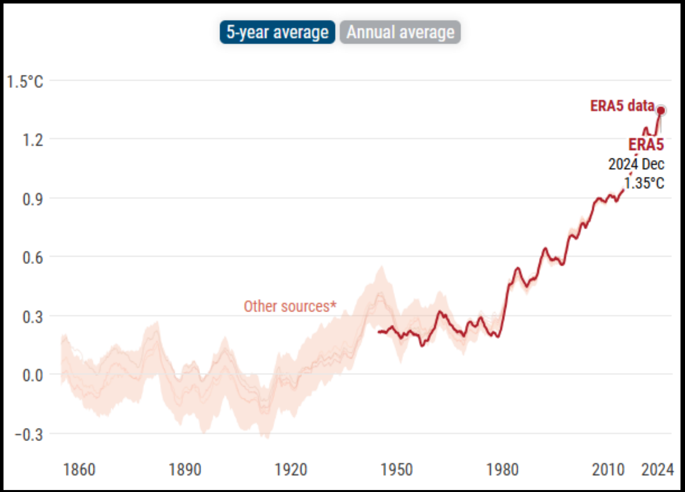


Trend in sea surface temperature for 1993–2023

Data: ESA CCI SST v3.0 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF

Trend (°C per decade)
-0.5
-0.25
-0.125
-0.05
0
0.05
0.125
0.25
0.5
Copernicus Climate Change Service
European State of the Climate | 2023
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION

> It is **unequivocal** that human activities are causing climate change.
>
> IPCC AR6

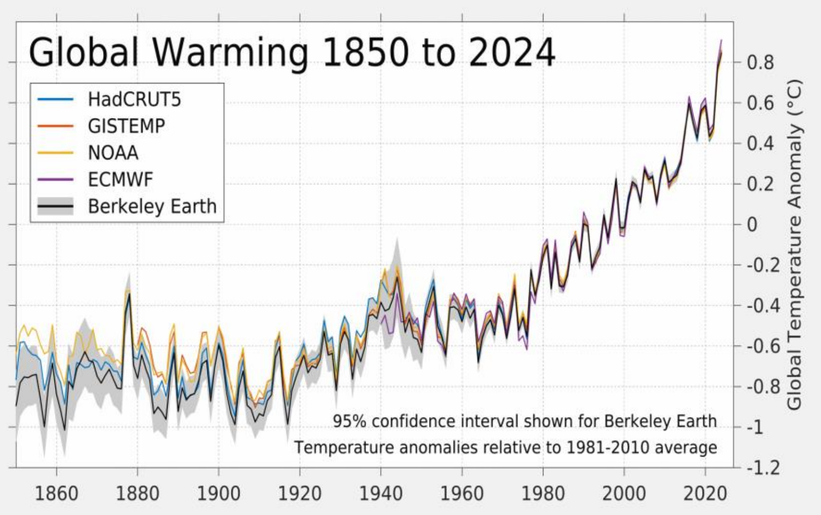


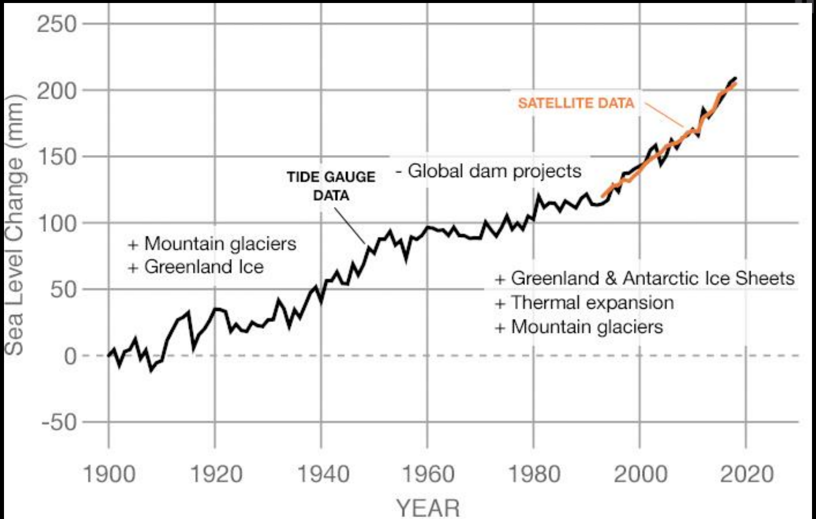
Temperatura superficiale globale: aumento rispetto al pre-industriale

Periodo di riferimento 1850–1900

Credit: C3S/ECMWF

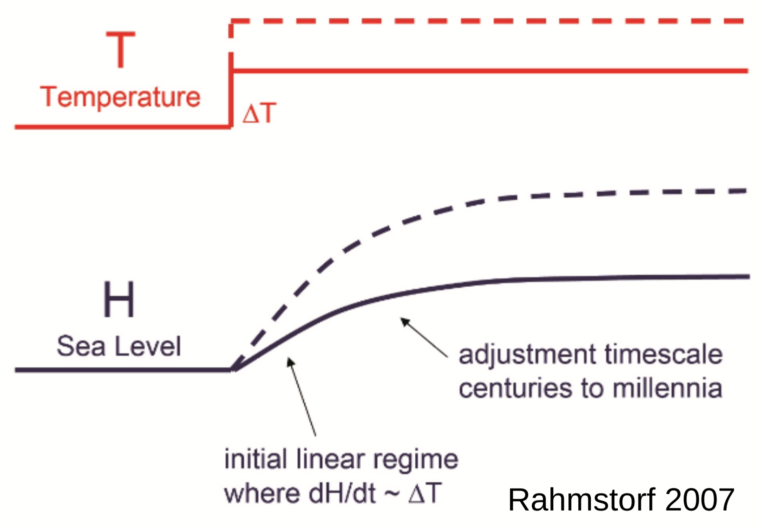
Trend di l.m. e temperature globali





Dal 1900 aumentano le temperature medie globali (nel 2024 +1.28°C)

1.4 mm/yr periodo 1901 - 1990
2.1 mm/yr periodo 1970 - 2015
3.2 mm/yr periodo 1993 - 2015
3.6 mm/yr periodo 2005 - 2015
4.5 mm/yr periodo 2013 – 2023
4.0 mm/yr Dicembre 2024
https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/?intent=121

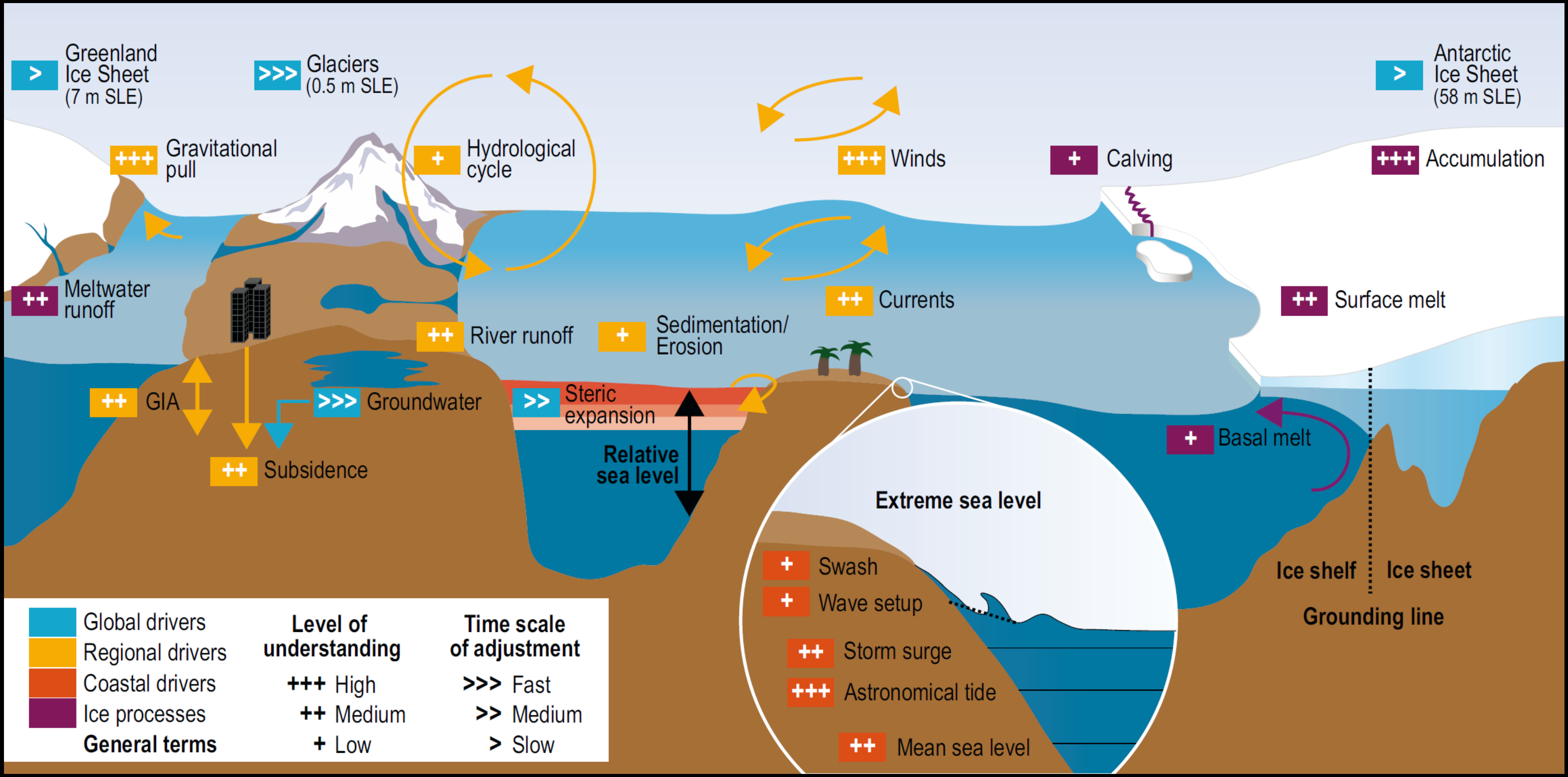

T
Temperature
ΔT
H
Sea Level
adjustment timescale
centuries to millennia
initial linear regime
where dH/dt ~ ΔT

Rahmstorf 2007

Relazione tra temperatura e livello marino H

Dal 1880 il livello del mare è salito di 22-23 cm (1.7 mm/yr). Dal 1993 + 10.24 cm (gennaio 2025)

Drivers climatici e non-climatici delle variazioni di livello marino

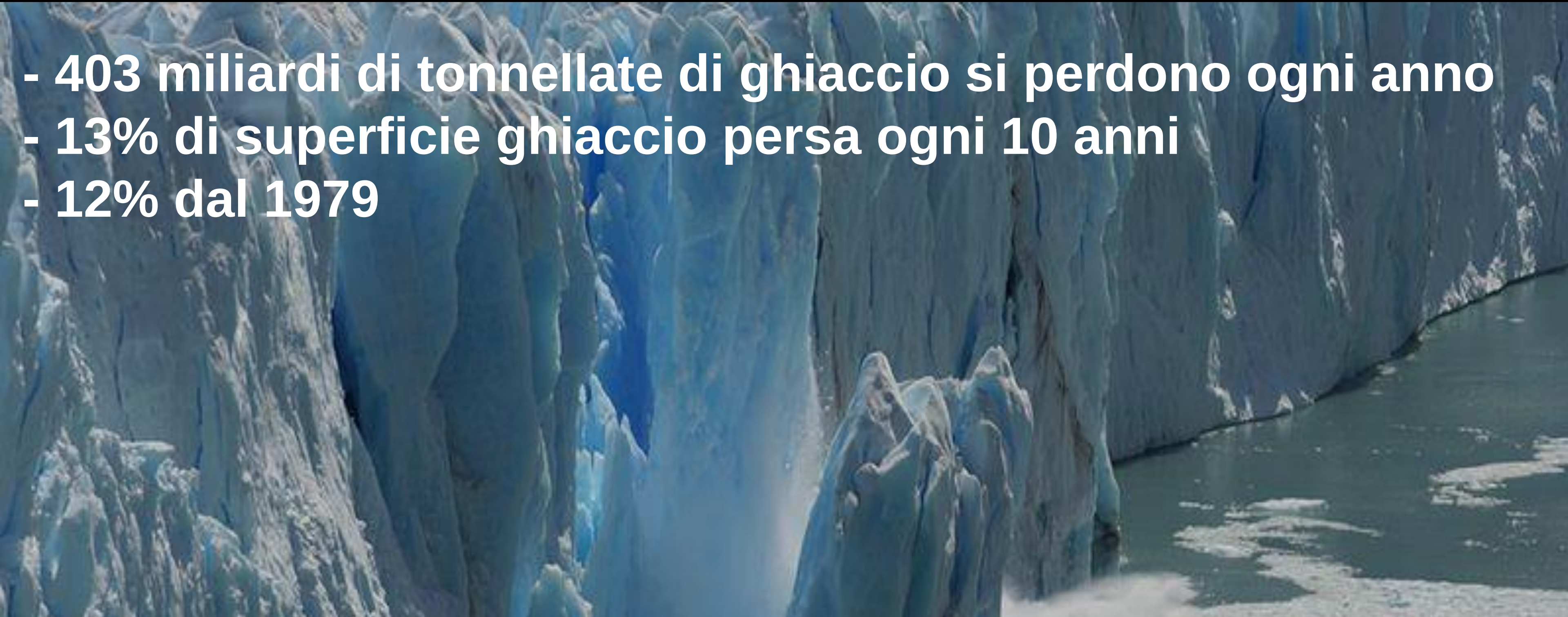

> Greenland Ice Sheet (7 m SLE)
>>> Glaciers (0.5 m SLE)
> Antarctic Ice Sheet (58 m SLE)
+++ Gravitational pull
+ Hydrological cycle
+++ Winds
+ Calving
+++ Accumulation
++ Meltwater runoff
++ Currents
++ Surface melt
++ River runoff
+ Sedimentation/ Erosion
++ GIA
>>> Groundwater
>> Steric expansion
Relative sea level
+ Basal melt
++ Subsidence
Extreme sea level
+ Swash
+ Wave setup
++ Storm surge
+++ Astronomical tide
++ Mean sea level
Ice shelf
Ice sheet
Grounding line
Global drivers
Regional drivers
Coastal drivers
Ice processes
General terms
Level of understanding
+++ High
++ Medium
+ Low
Time scale of adjustment
>>> Fast
>> Medium
> Slow

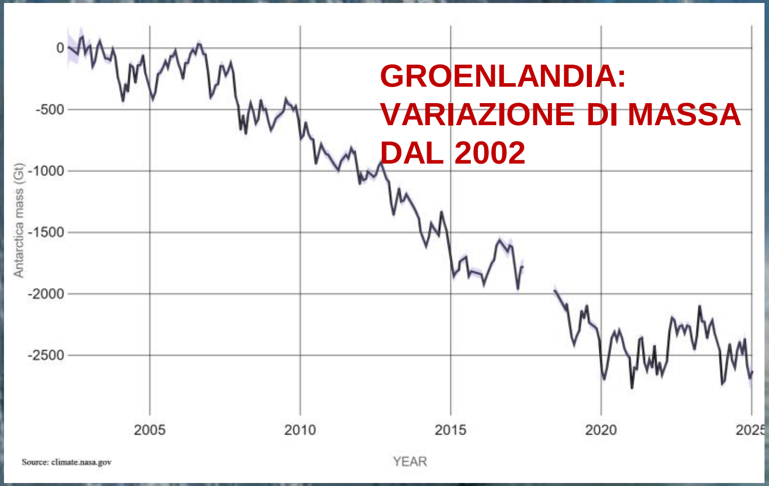
I drivers climatici e non-climatici possono influenzare i livelli marini assoluti (scala globale in azzurro e regionale in arancio) e relativi (lungo le coste, in rosso).
I principali processi glaciali sono indicati in rosso scuro mentre quelli generali in nero.
SLE = Sea Level Equivalent e riflette l'aumendo di GMSL (Global Mean Sea Level) se la massa di ghiaccio di riferimento fondesse completamente e aggiunta agli oceani.

Perdita di massa di ghiaccio

https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/?intent=111

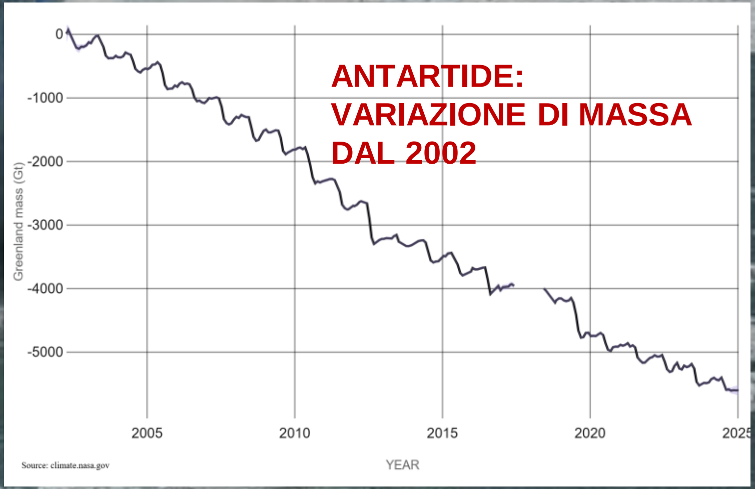
- 403 miliardi di tonnellate di ghiaccio si perdono ogni anno
- 13% di superficie ghiaccio persa ogni 10 anni
- 12% dal 1979





GROENLANDIA: VARIAZIONE DI MASSA DAL 2002

Source: climate.nasa.gov

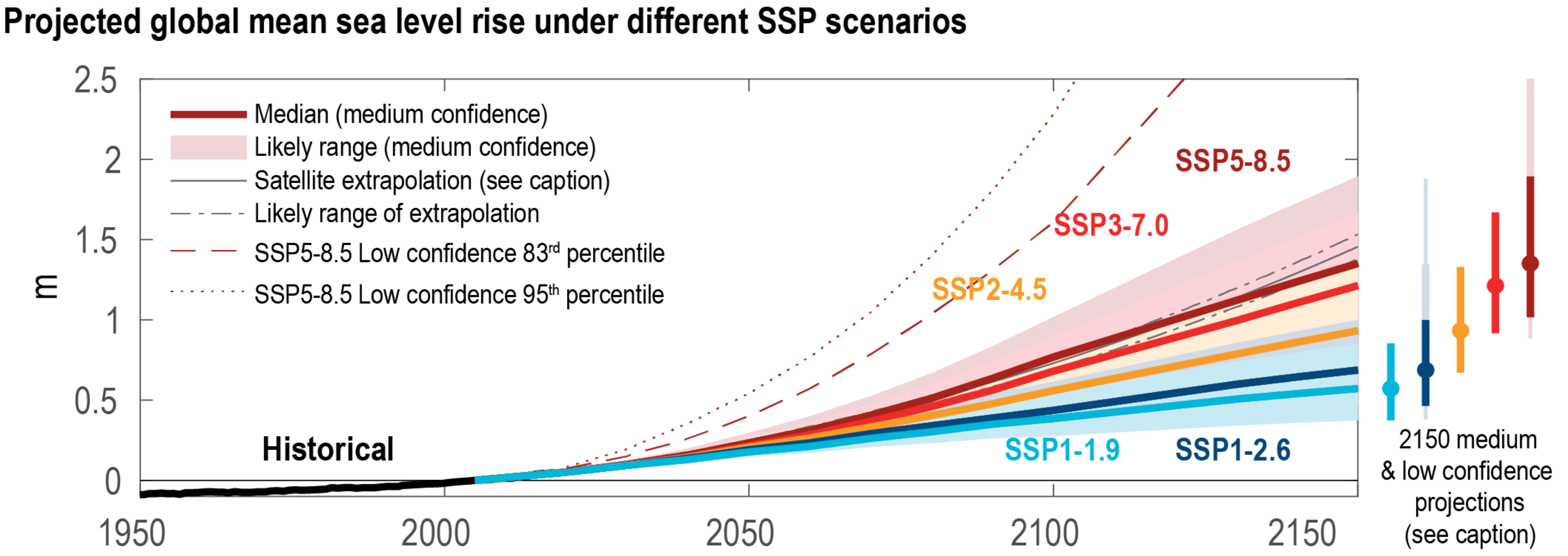


ANTARTIDE: VARIAZIONE DI MASSA DAL 2002

Source: climate.nasa.gov

IPCC AR6 Report 2023

Proiezioni dell'innalzamento del livello medio del mare per il 2150 in base a diversi scenari SSP



Projected global mean sea level rise under different SSP scenarios

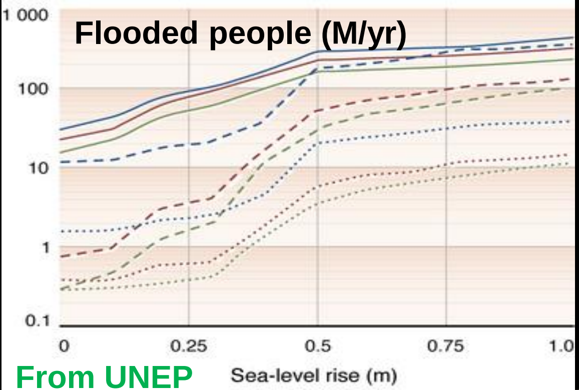
SSPs = Shared Socioeconomic Pathways

+1 °C = +40 cm

+4.8 °C = +110 cm

- 🟦 SSP1 (+1,4°C al 2100): sustainable growth and equality
- 🟦 SSP2 (+1,8°C al 2100): world trends largely follow their historical patterns
- 🟥 SSP3 (+2,7°C al 2100): a world fragmented by “neo-nationalisms”
- 🟥 SSP4 (+3,6°C al 2100): a world with ever-increasing inequalities
- 🟨 SSP5 (+4,4°C al 2100): a world with rapid and limitless growth

Impatti sulle città costiere



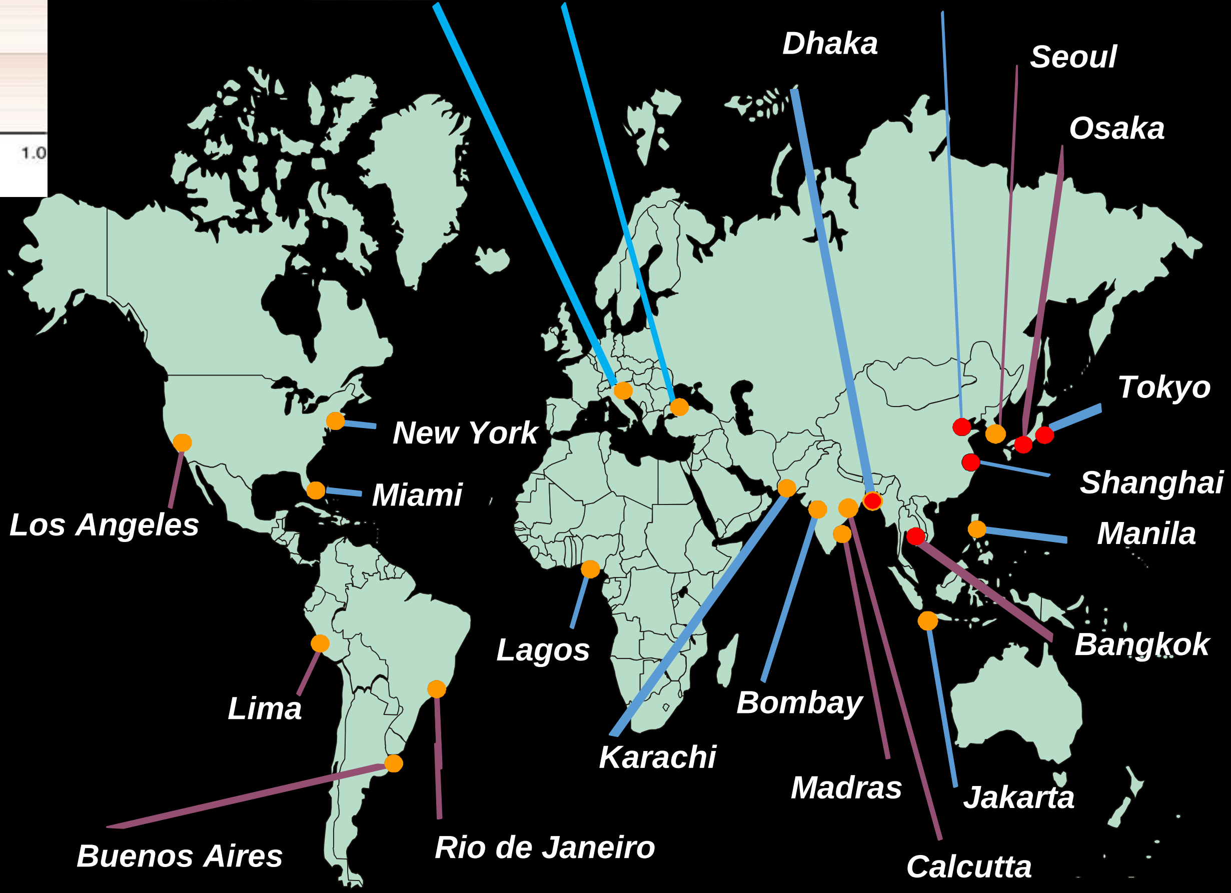
From UNEP

1 miliardo di persone vive in 570 città costiere.
400 milioni sono esposte all'aumento del l.m. nel 2100

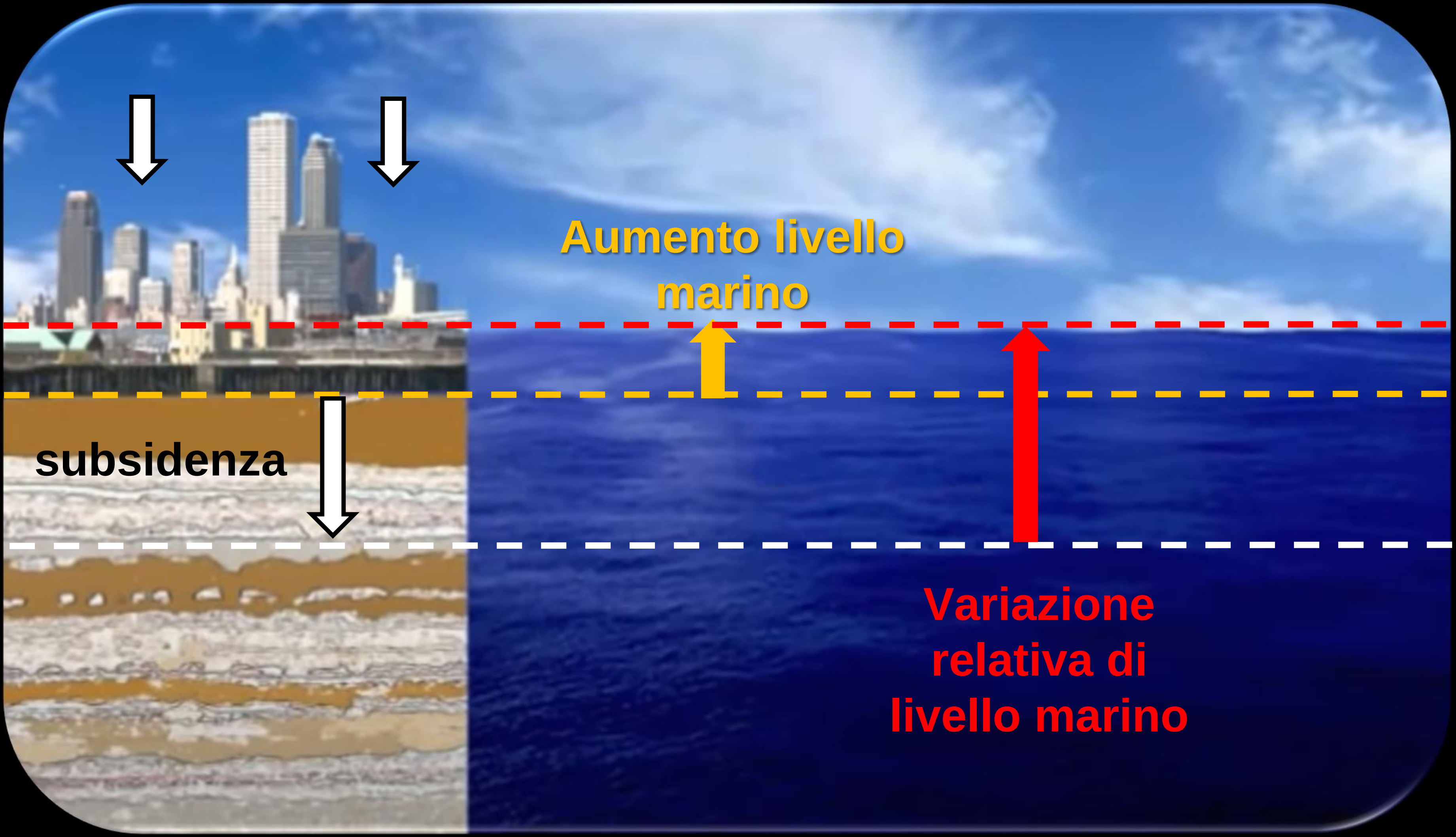
NATIONAL GEOGRAPHIC

HOW THEY ARE CHANGING OUR COASTLINES

RISING SEAS


Tianjin
Dhaka
Seoul
Osaka
Tokyo
New York
Miami
Los Angeles
Shanghai
Manila
Lagos
Bangkok
Lima
Bombay
Karachi
Madras
Jakarta
Buenos Aires
Rio de Janeiro
Calcutta

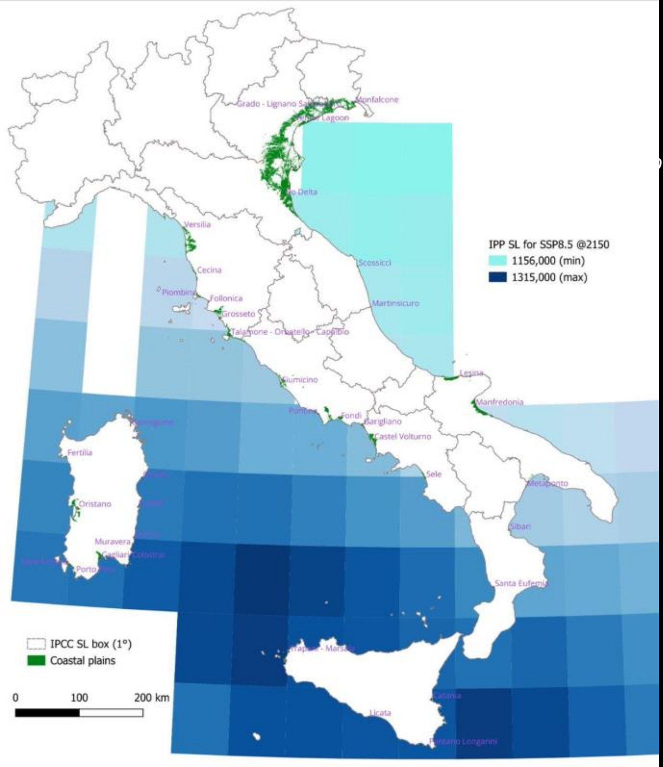
La subsidenza accelera localmente l'aumento del livello del mare


Aumento livello marino
subsidenza
Variazione relativa di livello marino

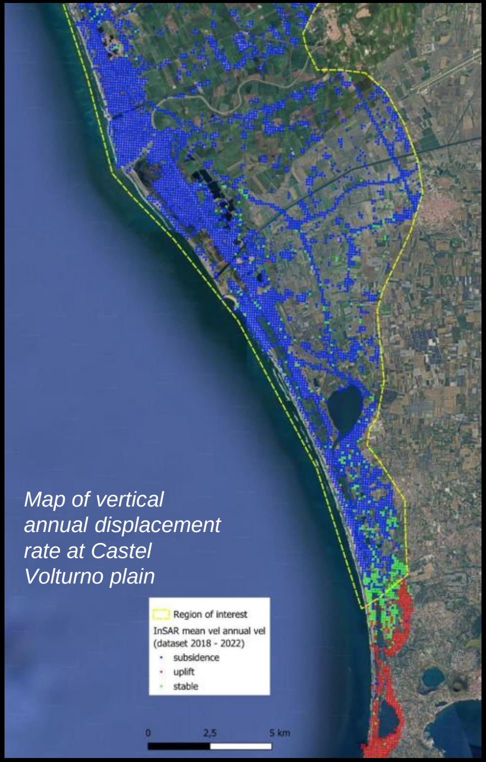
DATI

Per ottenere mappe ad alta risoluzione di scenari di aumento di l.m. è necessario disporre e analizzare 3 differenti datasets principali, oltre ai dati mareografici:

IPCC (AR6 2021)
Proiezioni di SLR globale
(non prevedono subsidenza locale)


Grado - Lignano Sabbiadoro
Monfalcone
Venice Lagoon
Po Delta
Versilia
Cecina
Piombino
Follonica
Grosseto
Talamone - Orbetello - Capalbio
Scossicci
Martinsicuro
Lesina
Manfredonia
Fiumicino
Pontina
Fondi
Garigliano
Castel Volturno
Sele
Metaponto
Sibari
Santa Eufemia
Fertilia
Oristano
Muravera
Cagliari Colostrai
Porto Pino
Trapani - Marsala
Catania
Licata
Pantano Longarini
IPP SL for SSP8.5 @2150
1156,000 (min)
1315,000 (max)
IPCC SL box (1°)
Coastal plains
0
100
200 km

MOVIMENTI VERTICALI
stima dei MV da serie temporali di dati
InSAR + GNSS


Map of vertical annual displacement rate at Castel Volturno plain

Region of interest
InSAR mean vel annual vel
(dataset 2018 - 2022)
subsidence
uplift
stable
0
2,5
5 km

DATI LiDAR e/o AEROFOTOGRAMMETRICI
Per ricostruire la topografia

Workflow coste italiane

PRIN – PROGETTO GAIA

Dati topografici

Dati grezzi
(wgs 84, quota ellisoidica)

Conversione dati
(RDN/UTM, quota
geoidica)

Generazione DSM
(risoluzione 1m/px)

Generazione linea di
costa (semiautomatica)

https://gn.mase.gov.it/portale/pst-dati-lidar

Dati geodetici

InSAR+GNSS dataset
(solo componente Up
clip alla
Regione di Interesse,
ROI)

Stima delle velocità
medie annuali nei ROI

Calcolo del VLM
al 2050, 2100, 2150

https://land.copernicus.eu/en/products/european-ground-motion-service

Proiezioni SLR IPCC-AR6
per 2050, 2100, 2150

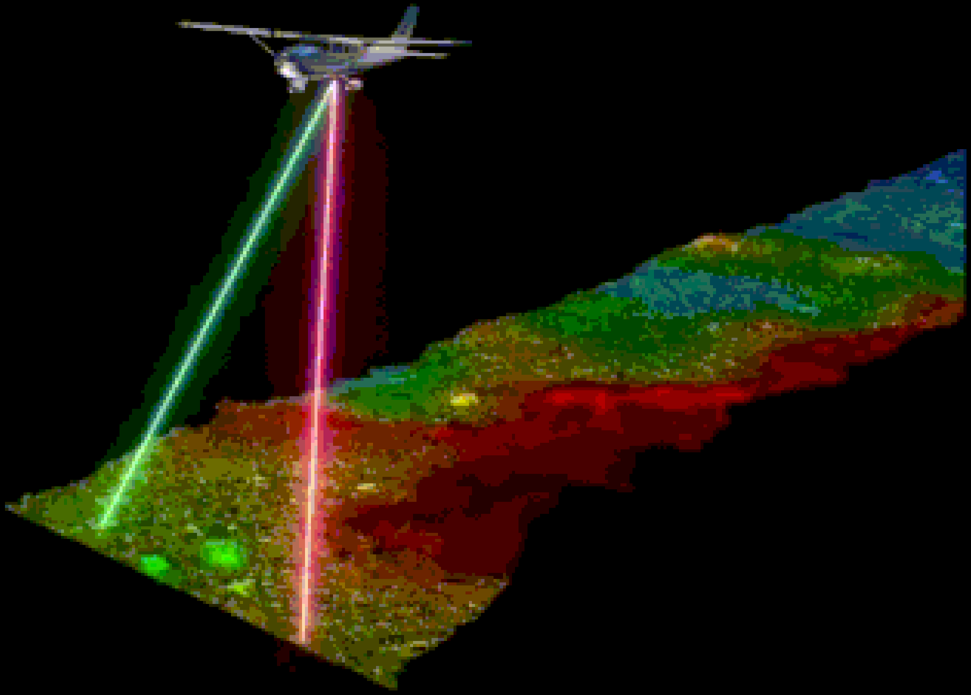
Calcolo di RSLR
(dati IPCC per diversi box del
Mediterraneo + VLM)

Creazione di mappe per
differenti SSPs (2.6, 7.0 e
8.5) scenari per 2050, 2100,
2150

Calcolo della superfcie
esposta ad allagamento

www.ipcc.ch

Dati topografici LiDAR



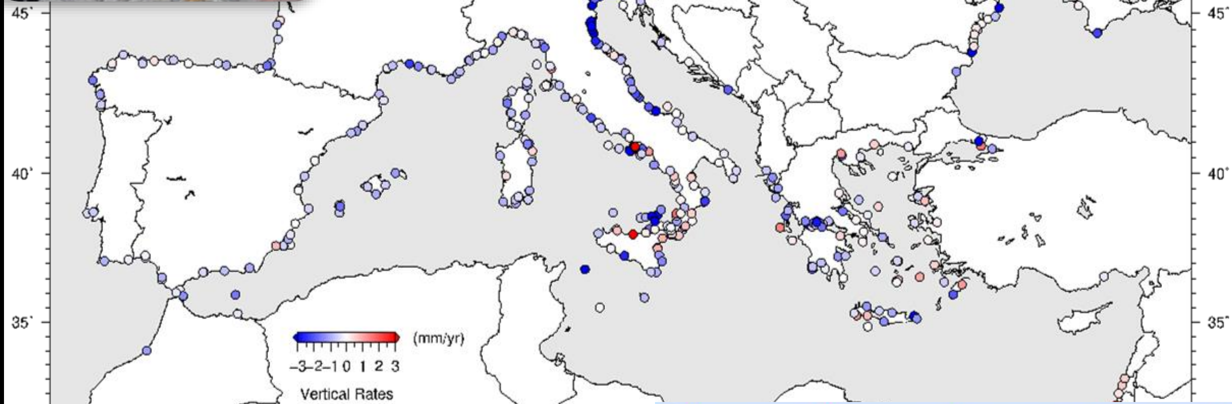
Topografia costiera ad alta risoluzione da dati LiDAR

“Light Detection And Ranging”

Il tempo di volo del laser fornisce la distanza precisa dal suolo.
Il GPS aereo fornisce la posizione 3D (XYZ).

Animazione da:
https://eyes.nasa.gov/apps/earth/#/

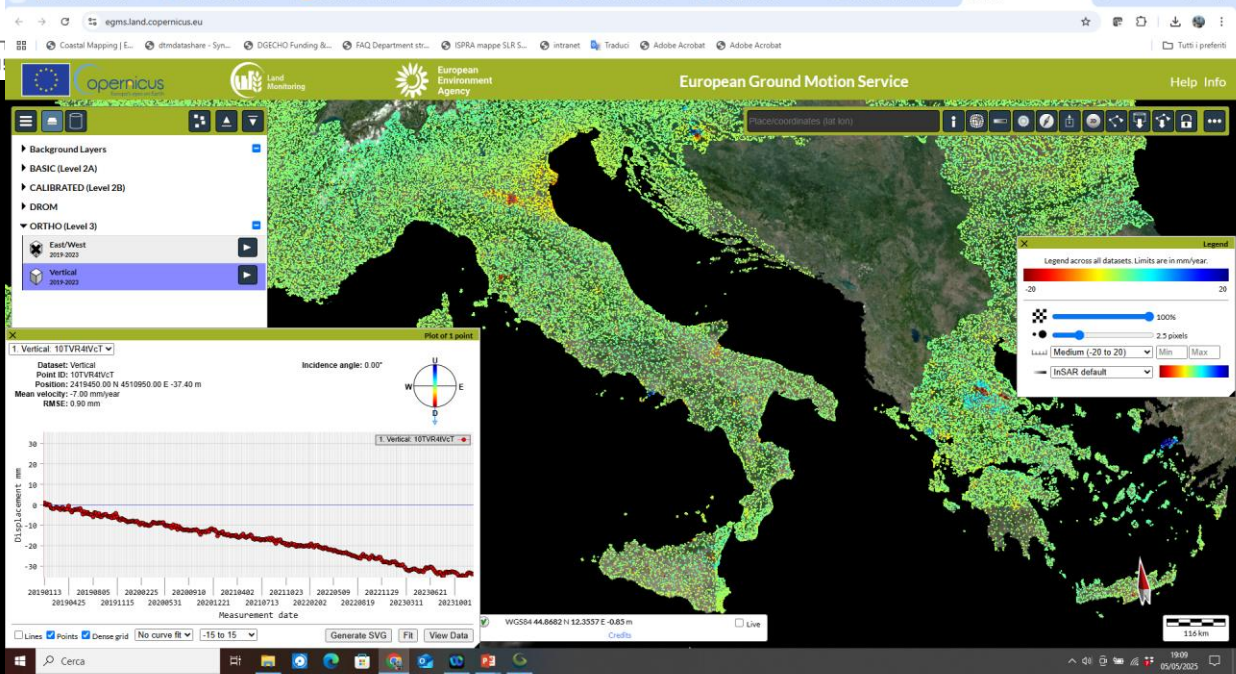
Dati GNSS e InSAR per la stima dei MV


5°
10°
15°
20°
25°
30°
35°
50°
45°
40°
35°
30°
350°
355°
0°
5°
10°
(mm/yr)
-3 -2 -1 0 1 2 3
Vertical Rates

Tassi VLM (mm/anno) dalle velocità Vup stimate alle stazioni GNSS situate entro 5 km dalla costa (serie temporali >7 anni)

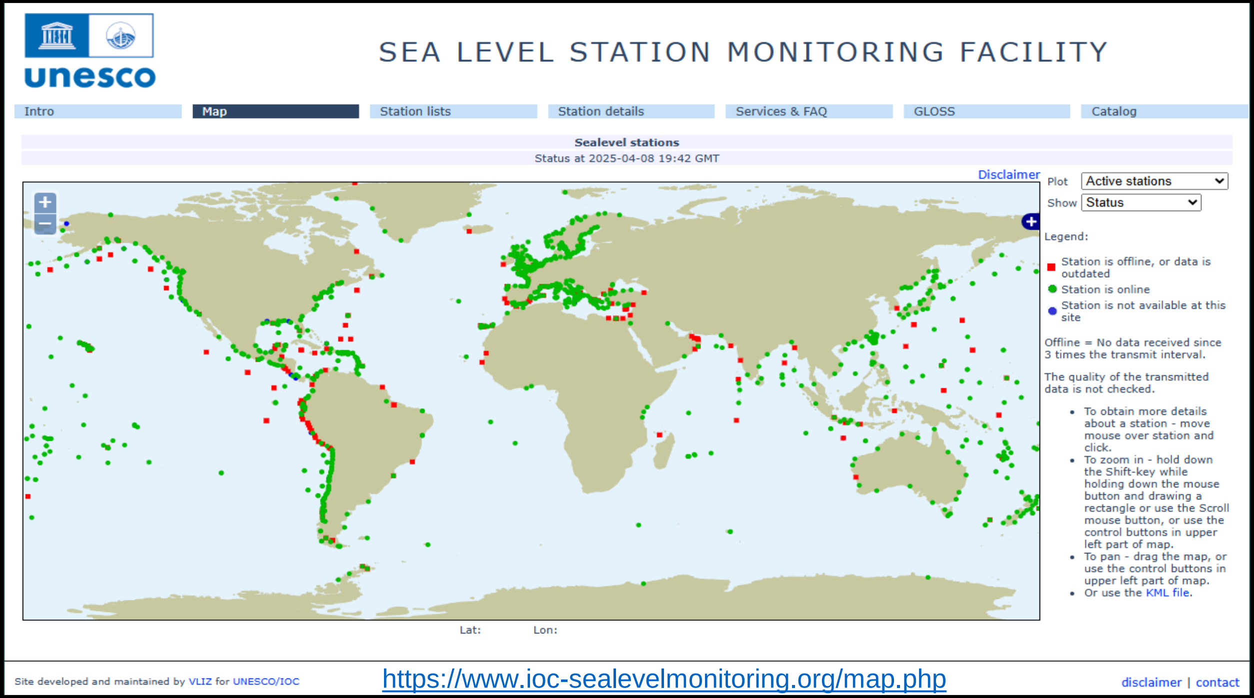
Vecchio et al., 2023 Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region. Env. Res. Lett. **DOI** 10.1088/1748-9326/ad127e

Soluzioni InSAR dell'European Ground Motion Service vincolate alle reti GNSS (https://egms.land.copernicus.eu/)
Serie temporali 2018 - 2022 (o 2017 - 2021)
Risoluzione: 100 m/px


egms.land.copernicus.eu
Copernicus
Land Monitoring
European Environment Agency
European Ground Motion Service
Help Info
Background Layers
BASIC (Level 2A)
CALIBRATED (Level 2B)
DROM
ORTHO (Level 3)
East/West 2019-2023
Vertical 2019-2023
Plot of 1 point
1. Vertical: 10TVR4tVcT
Displacement mm
Measurement date
Legend across all datasets. Limits are in mm/year.
-20
20
Lines
Points
Dense grid
Generate SVG
Fit
View Data

Dataset: Vertical
Point ID: 10TVR4tVcT
Position: 2419450.00 N 4510950.00 E -37.40 m
Mean velocity: -7.00 mm/year
RMSE: 0.90 mm
Incidence angle: 0.00°

Dati mareografici


unesco
Intro
Map
Station lists
Station details
Services & FAQ
GLOSS
Catalog
Disclaimer
Plot
Active stations
Show
Status
Lat:
Lon:

SEA LEVEL STATION MONITORING FACILITY

Sealevel stations
Status at 2025-04-08 19:42 GMT

Legend:

- 🟥 Station is offline, or data is outdated
- ● Station is online
- ● Station is not available at this site

Offline = No data received since 3 times the transmit interval.

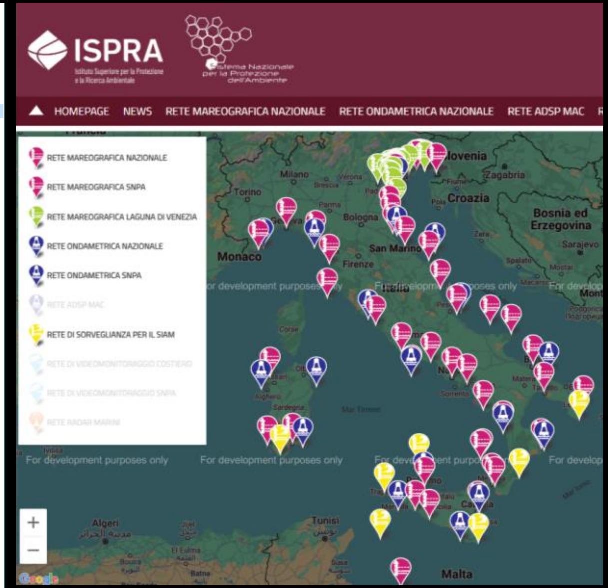
The quality of the transmitted data is not checked.

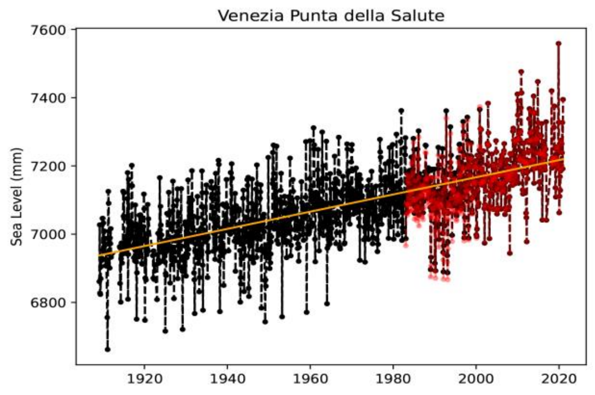
- To obtain more details about a station - move mouse over station and click.
- To zoom in - hold down the Shift-key while holding down the mouse button and drawing a rectangle or use the Scroll mouse button, or use the control buttons in upper left part of map.
- To pan - drag the map, or use the control buttons in upper left part of map.
- Or use the KML file.

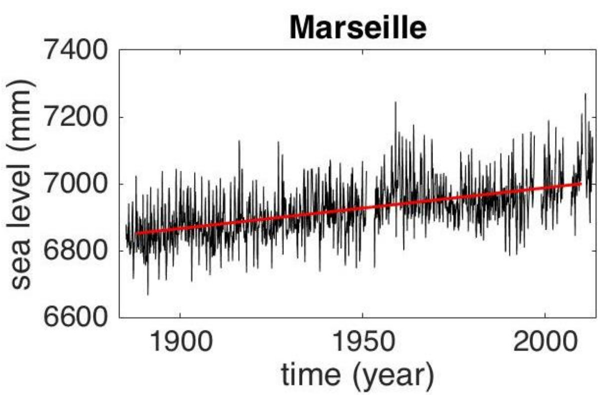
Site developed and maintained by VLIZ for UNESCO/IOC

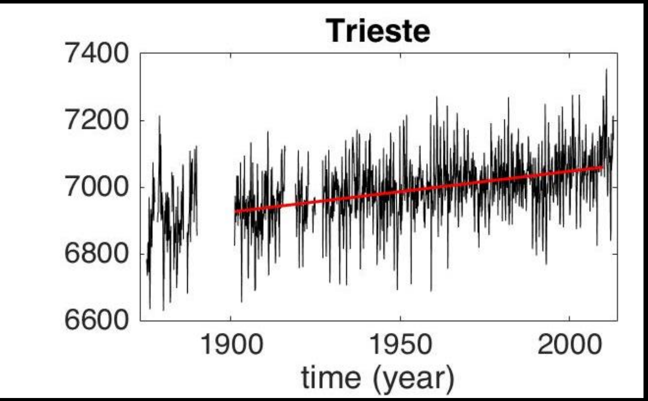
disclaimer | contact

https://www.ioc-sealevelmonitoring.org/map.php

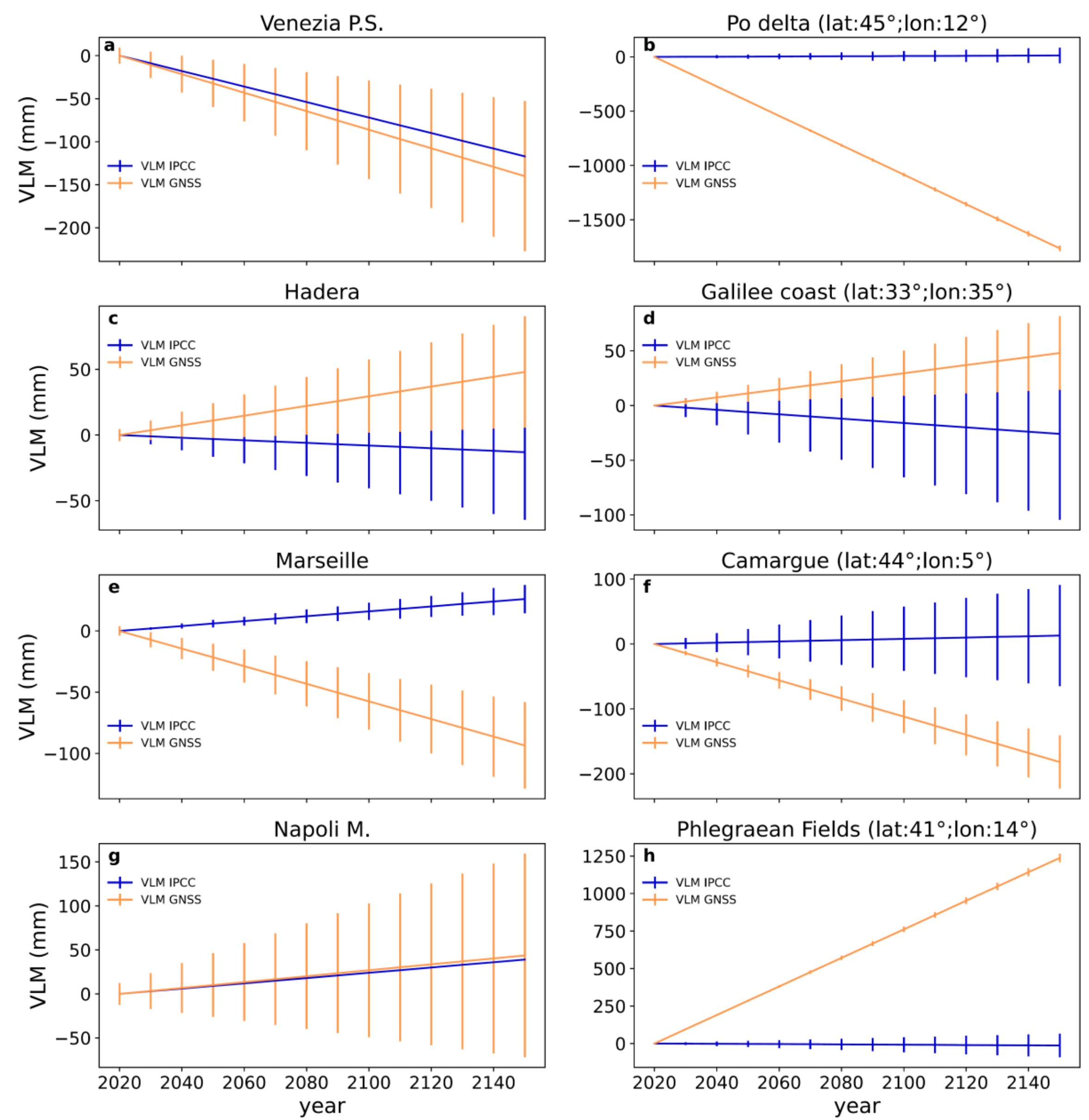

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
HOMEPAGE
NEWS
RETE MAREOGRAFICA NAZIONALE
RETE ONDAMETRICA NAZIONALE
RETE ADSP MAC
RETE MAREOGRAFICA NAZIONALE
RETE MAREOGRAFICA SNPA
RETE MAREOGRAFICA LAGUNA DI VENEZIA
RETE ONDAMETRICA NAZIONALE
RETE ONDAMETRICA SNPA
RETE ADSP MAC
RETE DI SORVEGLIANZA PER IL SIAM
RETE DI VIDEOMONITORAGGIO COSTIERO
RETE DI VIDEOMONITORAGGIO SNPA
RETE RADAR MARINI
Milano
Torino
Bologna
Firenze
Monaco
San Marino
Slovenia
Zagabria
Croazia
Bosnia ed Erzegovina
Sarajevo
Italia
Corse
Sardegna
Algeri
Tunisi
Malta
For development purposes only


Venezia Punta della Salute


Marseille


Trieste

Proiezioni IPCC riviste per il Mediterraneo



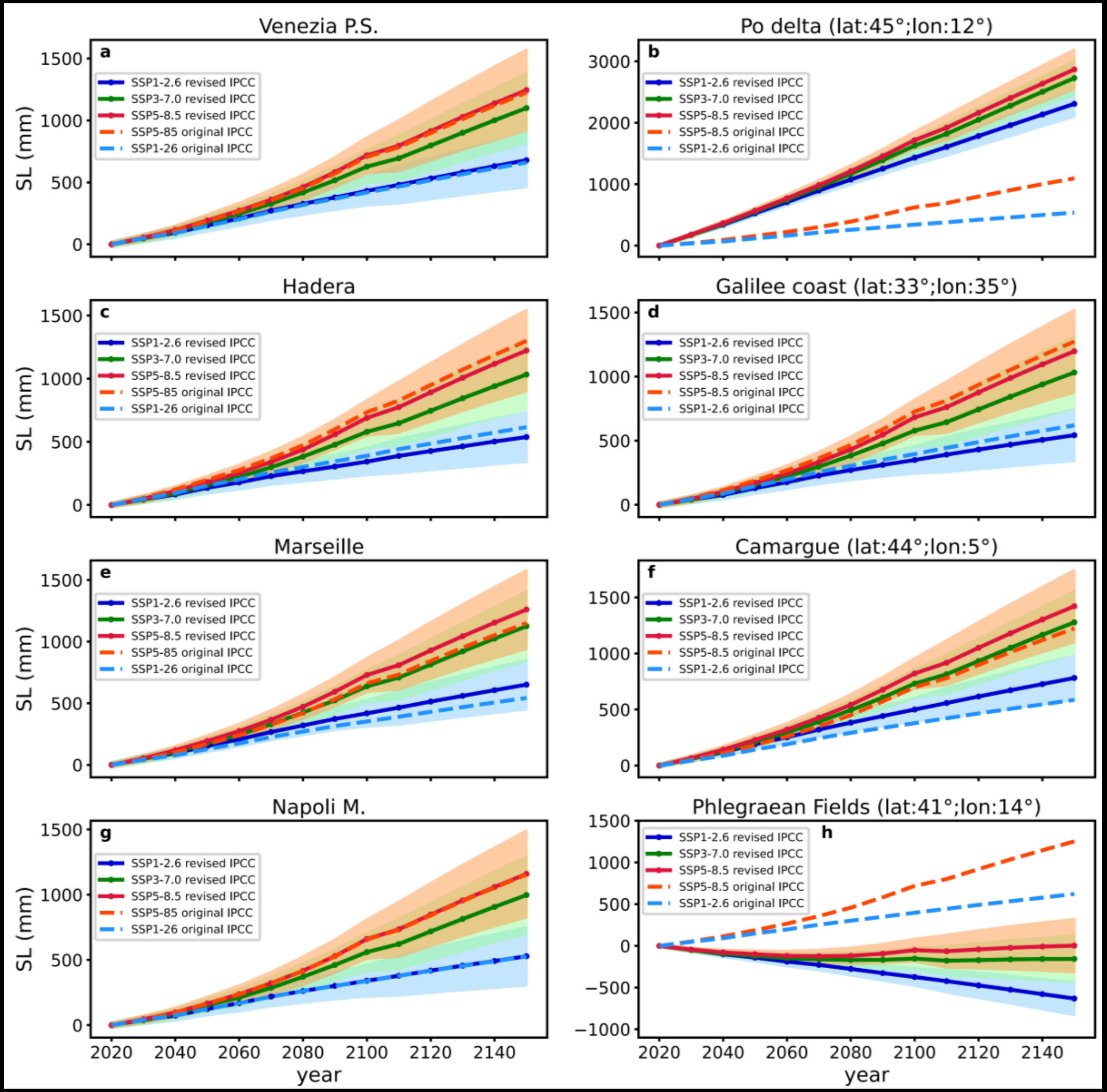
Andamento del Movimenti Verticali (MV) dai modelli regionali adottati nelle proiezioni IPCC AR6 (blu) e dalle velocità verticali Vup locali dai dati GNSS (arancione) presso le stazioni mareografiche del PMSL https://psmsl.org/ (sinistra) e i punti della griglia (destra).

I MV «veri» causano deviazioni rispetto alle proiezioni IPCC.

Assunzione: tassi costanti di MV

Vecchio et al., 2023 Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region. Env. Res. Lett. **DOI** 10.1088/1748-9326/ad127e

Proiezioni IPCC riviste per il Mediterraneo



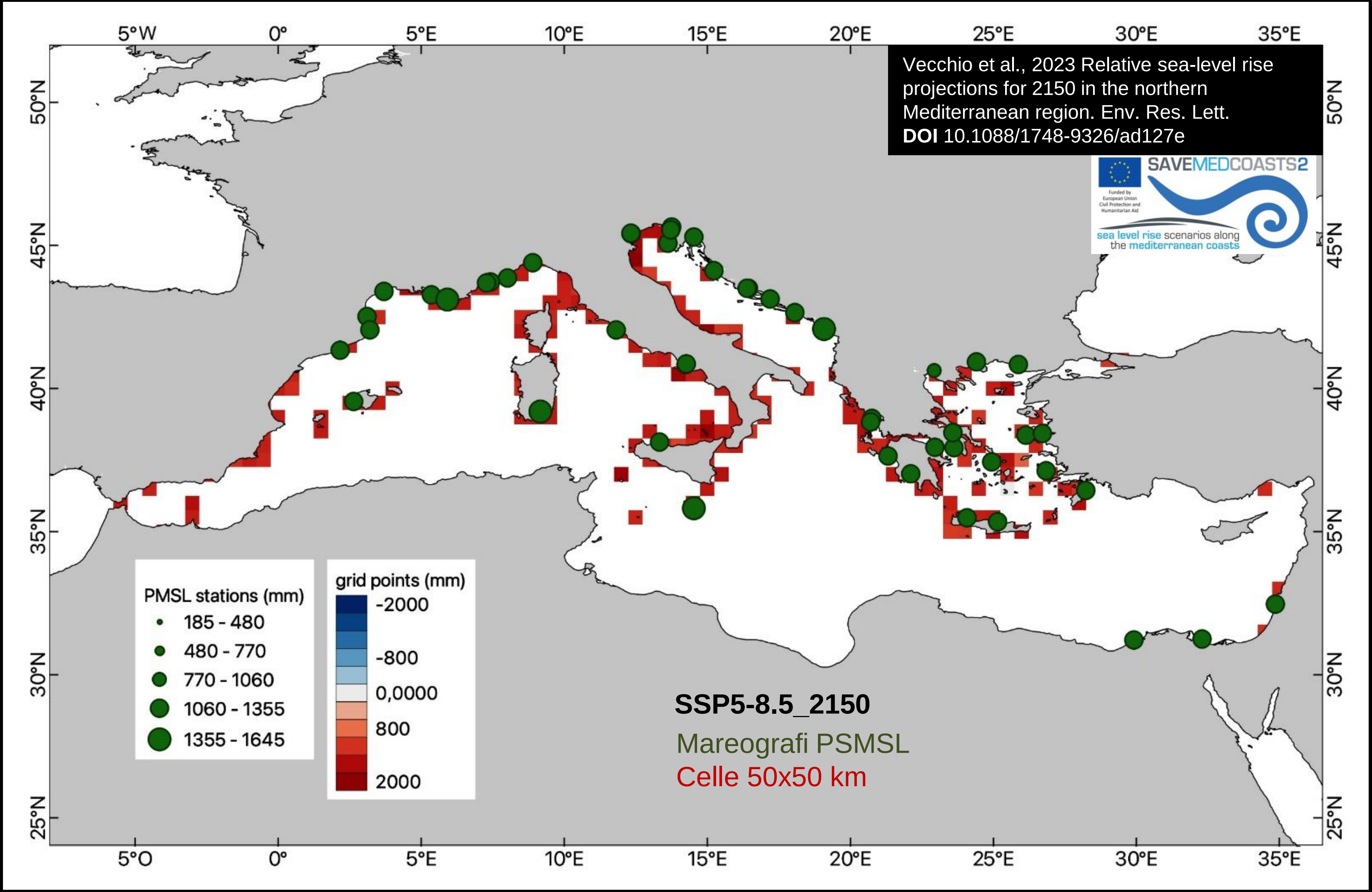
Proiezioni relative del livello del mare al 2020 presso quattro stazioni mareografiche del PSMSL https://psmsl.org/ (colonna di sinistra) e presso le celle della griglia che comprendono le stazioni PSMSL (colonna di destra).

Ogni riquadro mostra:

- le proiezioni riviste del livello del mare in tre scenari SSP (linee continue) e le relative incertezze (aree ombreggiate dello stesso tono di colore delle linee);
- le proiezioni IPCC originali per lo scenario più ottimistico e pessimistico tra quelli mostrati per le proiezioni riviste (linee tratteggiate).

Vecchio et al., 2023 Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region. Env. Res. Lett.
DOI 10.1088/1748-9326/ad127e

Proiezioni di l.m. fino al 2150 sulle coste del Mediterraneo


5°W
0°
5°E
10°E
15°E
20°E
25°E
30°E
35°E
50°N
45°N
40°N
35°N
30°N
25°N
5°O
SAVEMEDCOASTS2
Funded by European Union Civil Protection and Humanitarian Aid
sea level rise scenarios along the mediterranean coasts
PMSL stations (mm)
185 - 480
480 - 770
770 - 1060
1060 - 1355
1355 - 1645
grid points (mm)
-2000
-800
0,0000
800
2000

Vecchio et al., 2023 Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region. Env. Res. Lett.
DOI 10.1088/1748-9326/ad127e

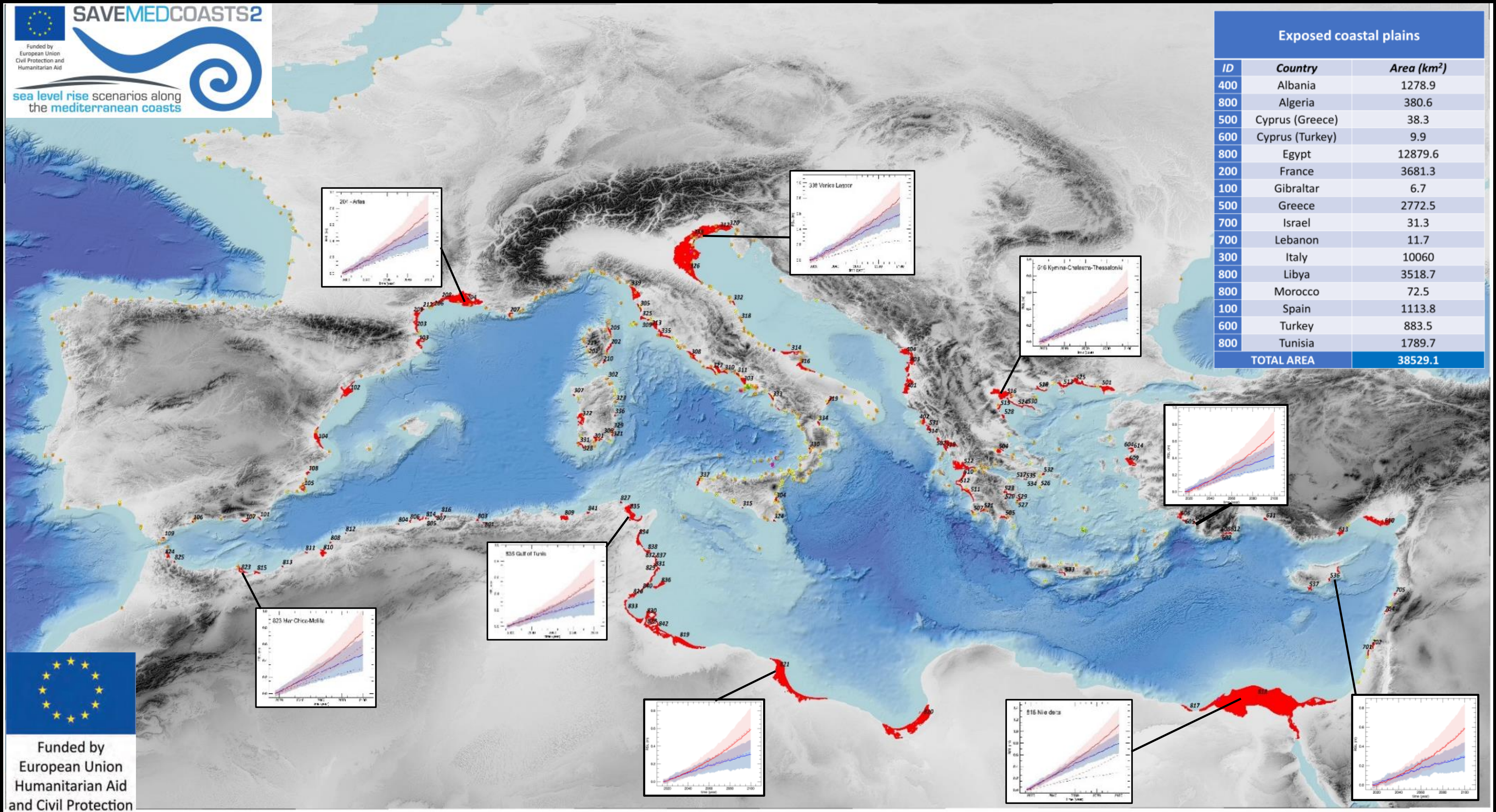
SSP5-8.5_2150

Mareografi PSMSL

Celle 50x50 km

Coste esposte al RSLR nel Mediterraneo

Il progetto europeo www.savemedcoasts.eu


SAVEMEDCOASTS2
Funded by European Union Civil Protection and Humanitarian Aid
sea level rise scenarios along the mediterranean coasts
339 Venice Lagoon
516 Kymina-Chalastra-Thessaloniki
835 Gulf of Tunis
823 Mar Chica-Melilla
818 Nile delta
Funded by European Union Humanitarian Aid and Civil Protection

Exposed coastal plains

ID	Country	Area (km^2)
400	Albania	1278.9
800	Algeria	380.6
500	Cyprus (Greece)	38.3
600	Cyprus (Turkey)	9.9
800	Egypt	12879.6
200	France	3681.3
100	Gibraltar	6.7
500	Greece	2772.5
700	Israel	31.3
700	Lebanon	11.7
300	Italy	10060
800	Libya	3518.7
800	Morocco	72.5
100	Spain	1113.8
600	Turkey	883.5
800	Tunisia	1789.7
TOTAL AREA		38529.1

Vecchio et al., 2023 Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region. Env. Res. Lett.
DOI 10.1088/1748-9326/ad127e

163 piane costiere principali
circa 38.529 km^2 di coste esposte
(superficie pari a circa 5.5 milioni di campi di calcio o la Svizzera)

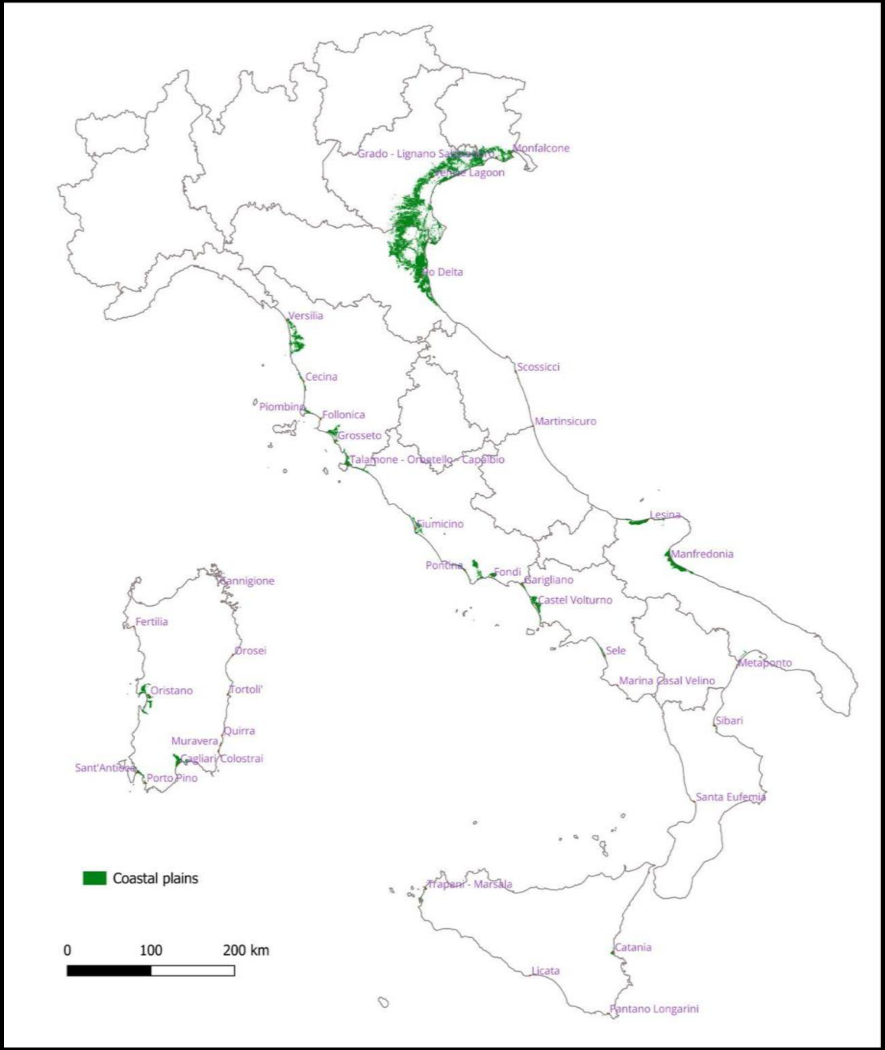
Piane costiere italiane e scenari di aumento di livello marino fino al 2150 (PRIN GAIA)

39 piane costiere principali con infrastrutture rilevanti

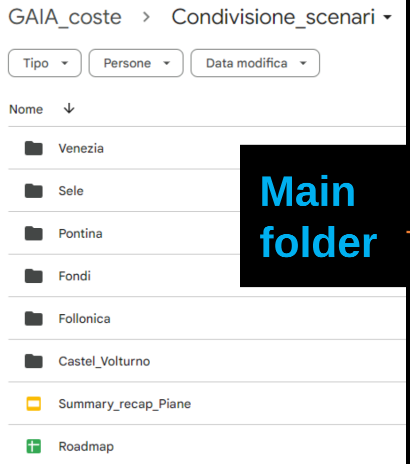
10.060 Km^2 di superficie

1660.7 km di lunghezza coste

Geoprocessing di dati territoriali Tinitaly e LiDAR

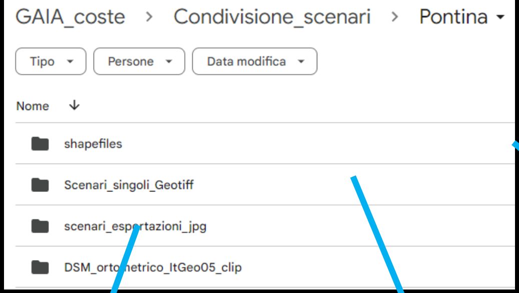

Grado - Lignano Sabbiadoro
Monfalcone
Venice Lagoon
Po Delta
Versilia
Cecina
Piombino
Follonica
Grosseto
Talamone - Orbetello - Capalbio
Scossicci
Martinsicuro
Fiumicino
Lesina
Manfredonia
Pontina
Fondi
Garigliano
Castel Volturno
Cannigione
Fertilia
Orosei
Oristano
Tortoli'
Quirra
Muravera
Cagliari
Colostrai
Sant'Antioco
Porto Pino
Sele
Marina Casal Velino
Metaponto
Sibari
Santa Eufemia
Trapani - Marsala
Catania
Licata
Pantano Longarini
🟩 Coastal plains
0
100
200 km

Struttura del dataset coste italiane
PRIN GAIA

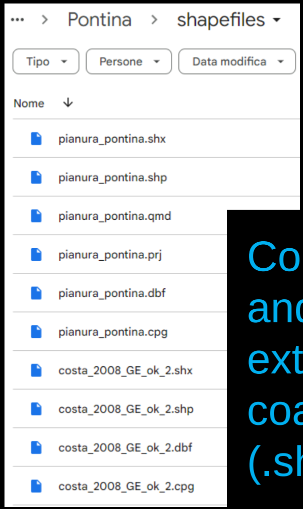

GAIA_coste > Condivisione_scenari
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

- Venezia
- Sele
- Pontina
- Fondi
- Follonica
- Castel_Volturno
- Summary_recap_Piane
- Roadmap

Main folder

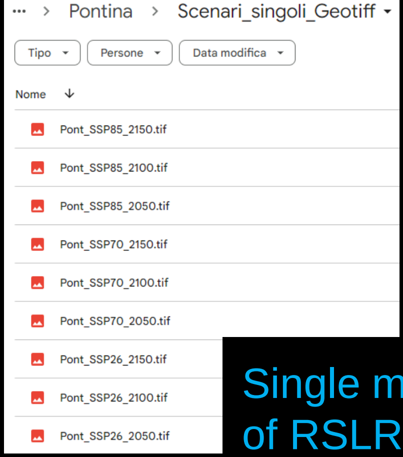

GAIA_coste > Condivisione_scenari > Pontina
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

- shapefiles
- Scenari_singoli_Geotiff
- scenari_esportazioni_jpg
- DSM_ortometrico_ItGeo05_clip


... > Pontina > shapefiles
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

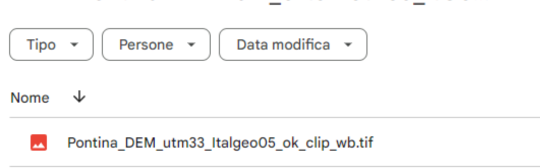
- pianura_pontina.shx
- pianura_pontina.shp
- pianura_pontina.qmd
- pianura_pontina.prj
- pianura_pontina.dbf
- pianura_pontina.cpg
- costa_2008_GE_ok_2.shx
- costa_2008_GE_ok_2.shp
- costa_2008_GE_ok_2.dbf
- costa_2008_GE_ok_2.cpg

Coastal plain and extrapolated coastline (.shp)


... > Pontina > Scenari_singoli_Geotiff
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

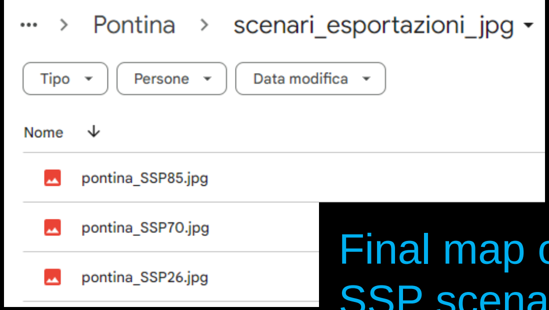
- Pont_SSP85_2150.tif
- Pont_SSP85_2100.tif
- Pont_SSP85_2050.tif
- Pont_SSP70_2150.tif
- Pont_SSP70_2100.tif
- Pont_SSP70_2050.tif
- Pont_SSP26_2150.tif
- Pont_SSP26_2100.tif
- Pont_SSP26_2050.tif

Single maps of RSLR (.tiff)


... > Pontina > DSM_ortometrico_ItGe...
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

- Pontina_DEM_utm33_Italgeo05_ok_clip_wb.tif

Final DSM: RDN2008/utm32-33, elevation a.s.l. (m)


... > Pontina > scenari_esportazioni_jpg
Tipo
Persone
Data modifica
Nome

- pontina_SSP85.jpg
- pontina_SSP70.jpg
- pontina_SSP26.jpg

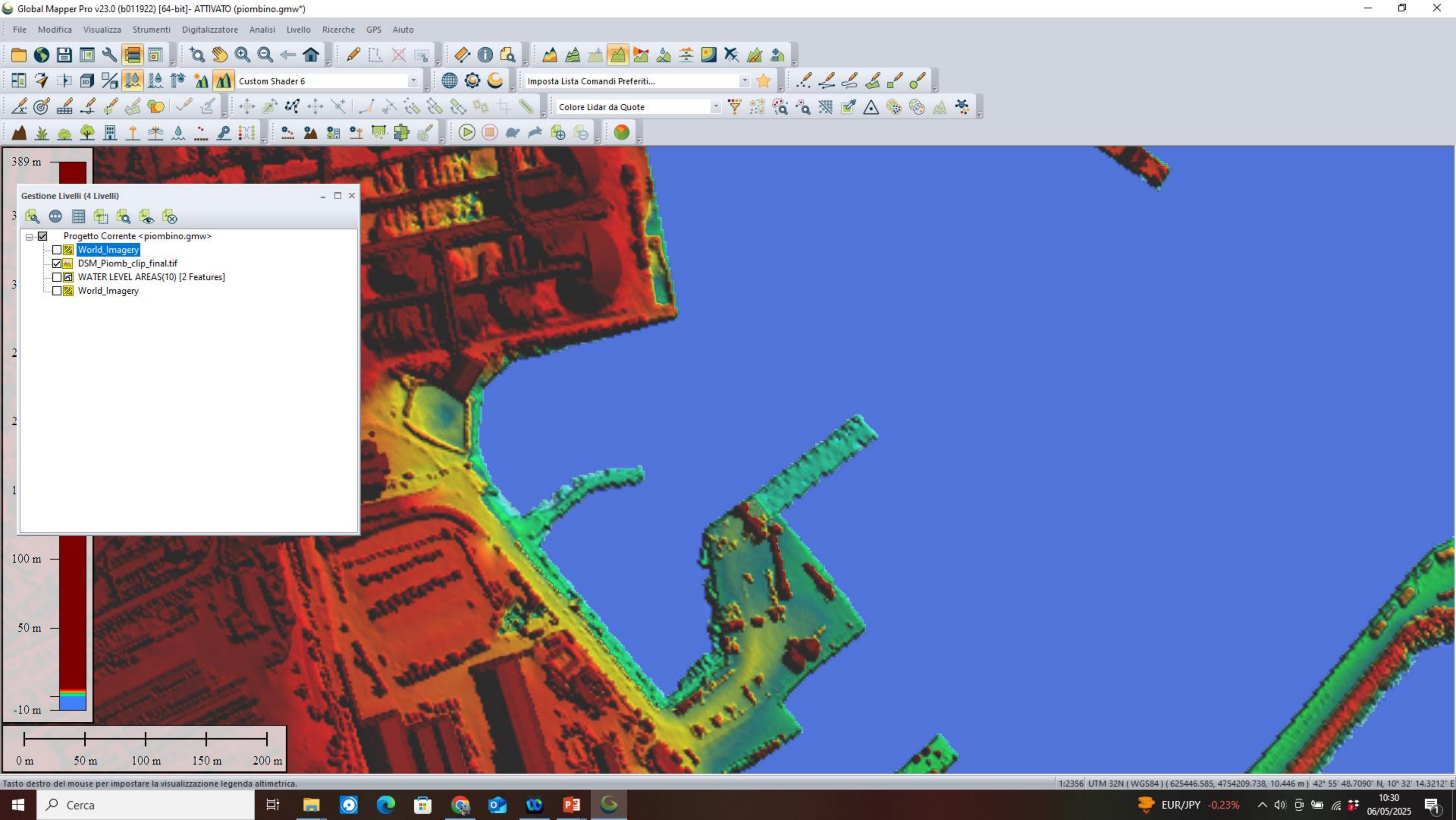
Final map of SSP scenarios (.jpg)

ALCUNI RISULTATI PRELIMINARI DEL PROGETTO PRIN GAIA

(in corso)

Porto di Piombino
l’importanza del dato topografico aggiornato

Volo LiDAR 2009



Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO (piombino.gmw*)

Custom Shader 6

Imposta Lista Comandi Preferiti...

Colore Lidar da Quote

Gestione Livelli (4 Livelli)

- ☑ Progetto Corrente <piombino.gmw>
  - ☐ World_Imagery
  - ☑ DSM_Piomb_clip_final.tif
  - ☐ WATER LEVEL AREAS(10) [2 Features]
  - ☐ World_Imagery

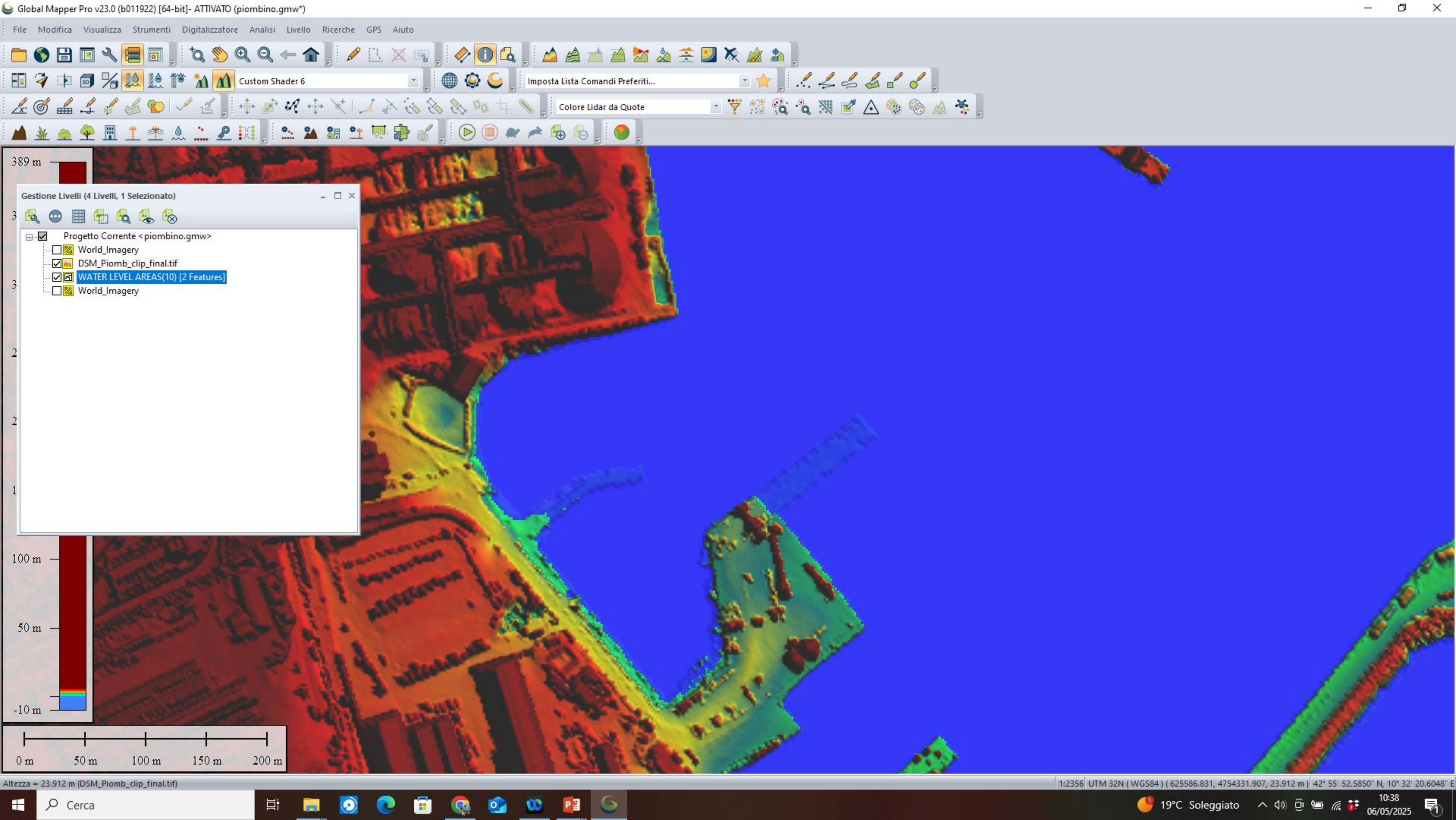
Tasto destro del mouse per impostare la visualizzazione legenda altimetrica.

1:2356 | UTM 32N (WGS84) (625446.585, 4754209.738, 10.446 m) | 42° 55' 48.7090" N, 10° 32' 14.3212" E

File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
389 m
100 m
50 m
-10 m
0 m
50 m
100 m
150 m
200 m
Cerca
EUR/JPY -0,23%
10:30
06/05/2025

Porto di Piombino
l’importanza del dato topografico aggiornato

Volo LiDAR 2009


Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO (piombino.gmw*)
File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
Custom Shader 6
Imposta Lista Comandi Preferiti...
Colore Lidar da Quote
389 m
100 m
50 m
-10 m
0 m
50 m
100 m
150 m
200 m
19°C Soleggiato
Cerca
10:38
06/05/2025

Gestione Livelli (4 Livelli, 1 Selezionato)

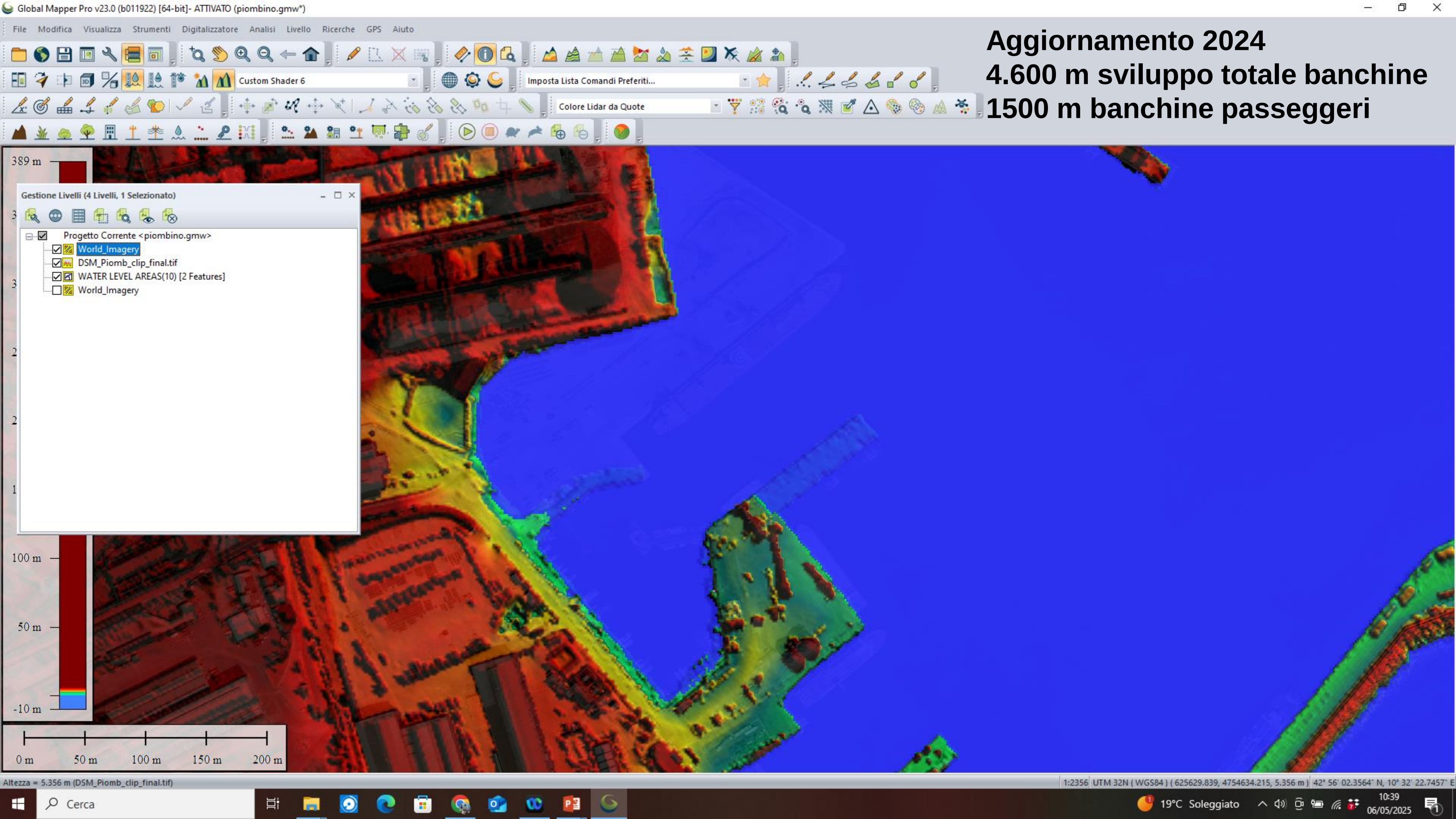
- ☑ Progetto Corrente <piombino.gmw>
  - ☐ World_Imagery
  - ☑ DSM_Piomb_clip_final.tif
  - ☑ WATER LEVEL AREAS(10) [2 Features]
  - ☐ World_Imagery

Altezza = 23.912 m (DSM_Piomb_clip_final.tif)

1:2356 UTM 32N (WGS84) (625586.831, 4754331.907, 23.912 m) 42° 55' 52.5850" N, 10° 32' 20.6048" E

Porto di Piombino
l’importanza del dato topografico aggiornato

Volo LiDAR 2009 + world imagery 2024


File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
389 m
100 m
50 m
-10 m
0 m
50 m
100 m
150 m
200 m
Cerca

Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO (piombino.gmw*)

Custom Shader 6

Imposta Lista Comandi Preferiti...

Colore Lidar da Quote

Gestione Livelli (4 Livelli, 1 Selezionato)

- ☑ Progetto Corrente <piombino.gmw>
  - ☑ World_Imagery
  - ☑ DSM_Piomb_clip_final.tif
  - ☑ WATER LEVEL AREAS(10) [2 Features]
  - ☐ World_Imagery

Altezza = 5.356 m (DSM_Piomb_clip_final.tif)

1:2356 | UTM 32N (WGS84) (625629.839, 4754634.215, 5.356 m) | 42° 56' 02.3564" N, 10° 32' 22.7457" E

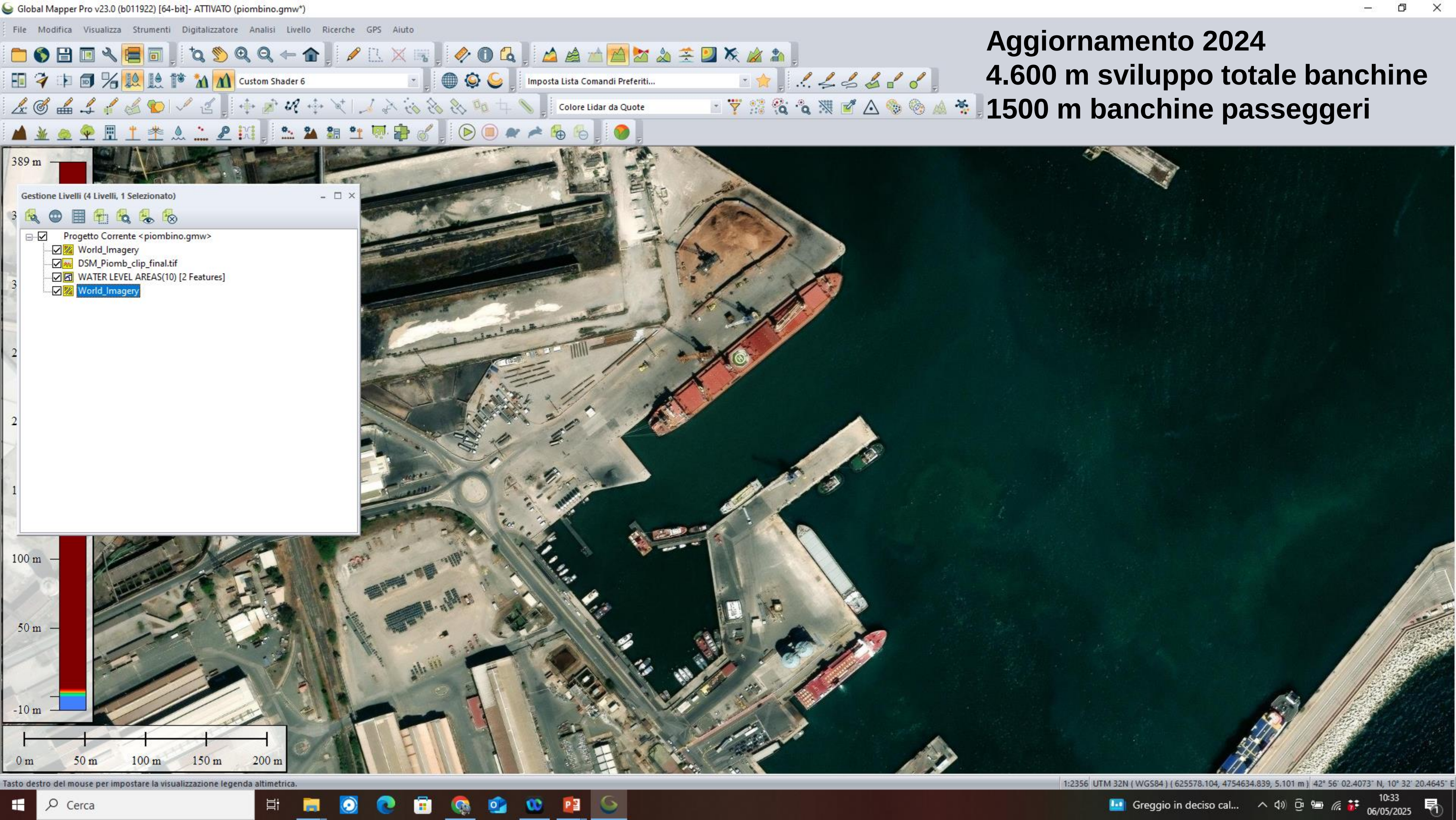
19°C Soleggiato

10:39
06/05/2025

Aggiornamento 2024
4.600 m sviluppo totale banchine
1500 m banchine passeggeri

Porto di Piombino
l’importanza del dato topografico aggiornato

world imagery 2024



Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO (piombino.gmw*)

File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
Custom Shader 6
Imposta Lista Comandi Preferiti...
Colore Lidar da Quote
389 m
100 m
50 m
-10 m
0 m
50 m
100 m
150 m
200 m
Cerca
Greggio in deciso cal...
10:33
06/05/2025

Aggiornamento 2024
4.600 m sviluppo totale banchine
1500 m banchine passeggeri

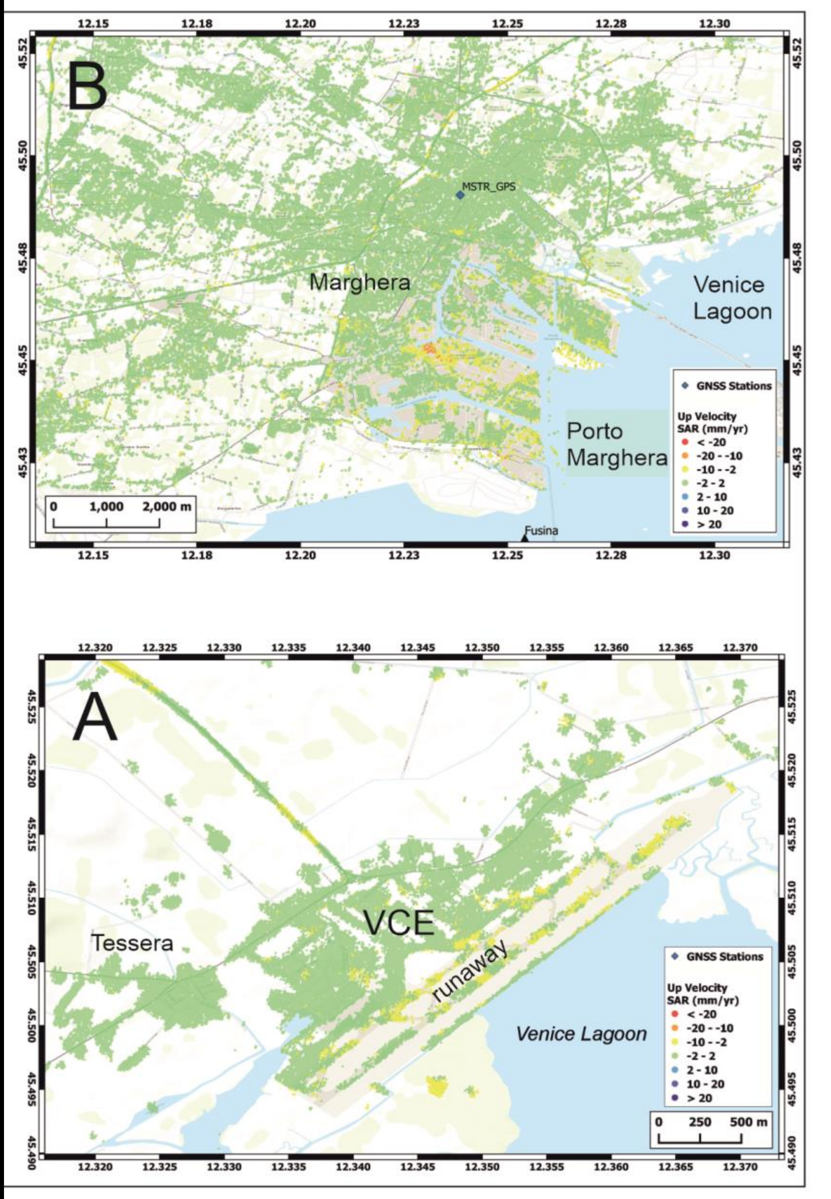
Gestione Livelli (4 Livelli, 1 Selezionato)

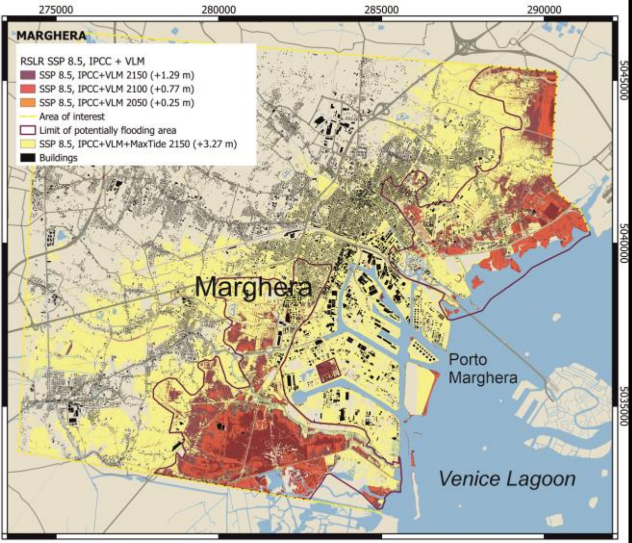
- ☑ Progetto Corrente <piombino.gmw>
  - ☑ World_Imagery
  - ☑ DSM_Piomb_clip_final.tif
  - ☑ WATER LEVEL AREAS(10) [2 Features]
  - ☑ World_Imagery

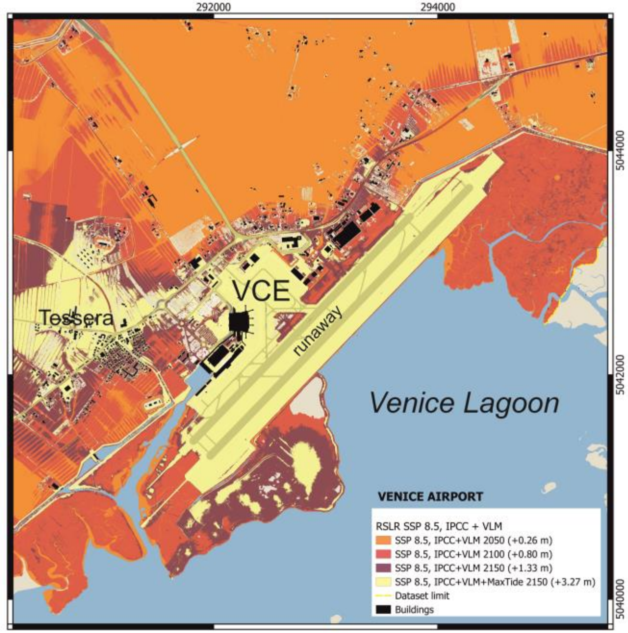
Tasto destro del mouse per impostare la visualizzazione legenda altimetrica.

1:2356 | UTM 32N (WGS84) (625578.104, 4754634.839, 5.101 m) | 42° 56' 02.4073" N, 10° 32' 20.4645" E

MV e scenari a Porto Marghera e aeroporto di Venezia

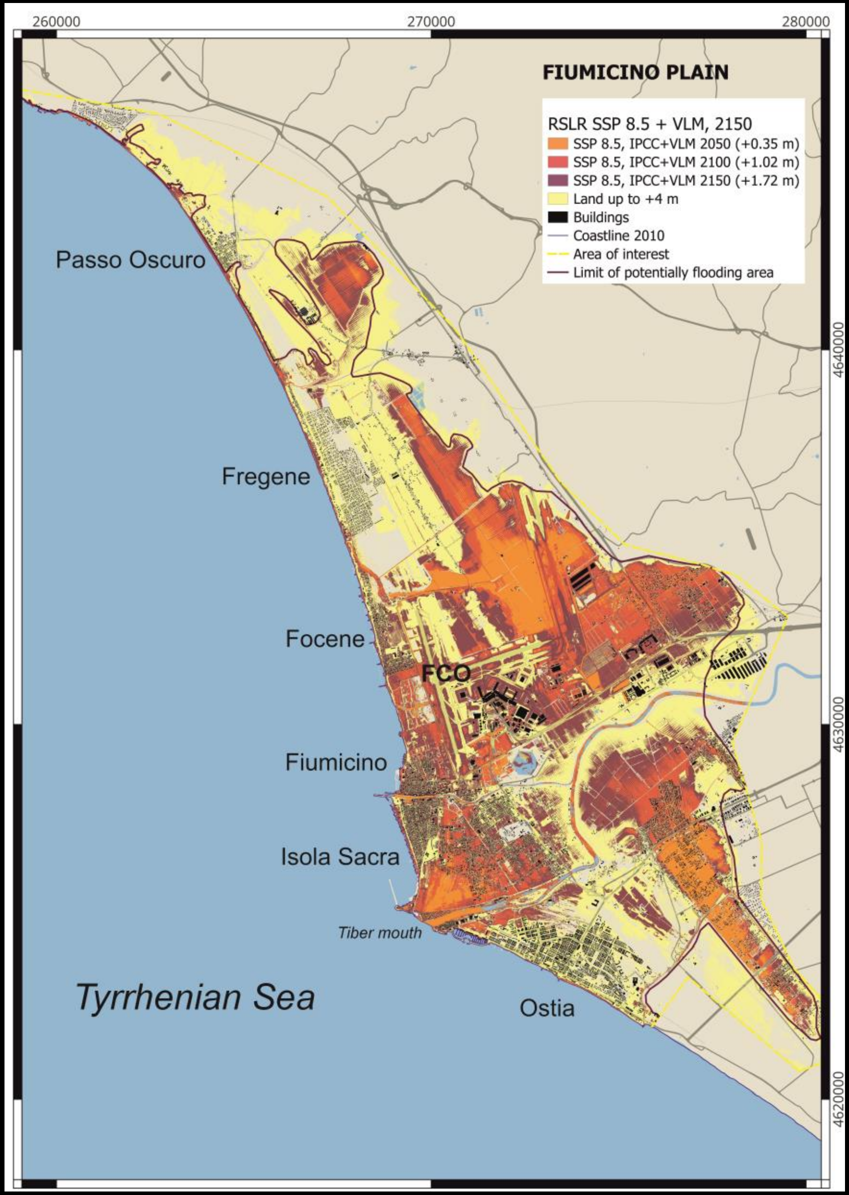

B
12.15
12.18
12.20
12.23
12.25
12.28
12.30
45.52
45.50
45.48
45.45
45.43
MSTR_GPS
Marghera
Venice Lagoon
Porto Marghera
Fusina
GNSS Stations
Up Velocity SAR (mm/yr)
< -20
-20 - -10
-10 - -2
-2 - 2
2 - 10
10 - 20
> 20
0 1,000 2,000 m
A
12.320
12.325
12.330
12.335
12.340
12.345
12.350
12.355
12.360
12.365
12.370
45.525
45.520
45.515
45.510
45.505
45.500
45.495
45.490
Tessera
VCE
runaway
Venice Lagoon
GNSS Stations
Up Velocity SAR (mm/yr)
< -20
-20 - -10
-10 - -2
-2 - 2
2 - 10
10 - 20
> 20
0 250 500 m

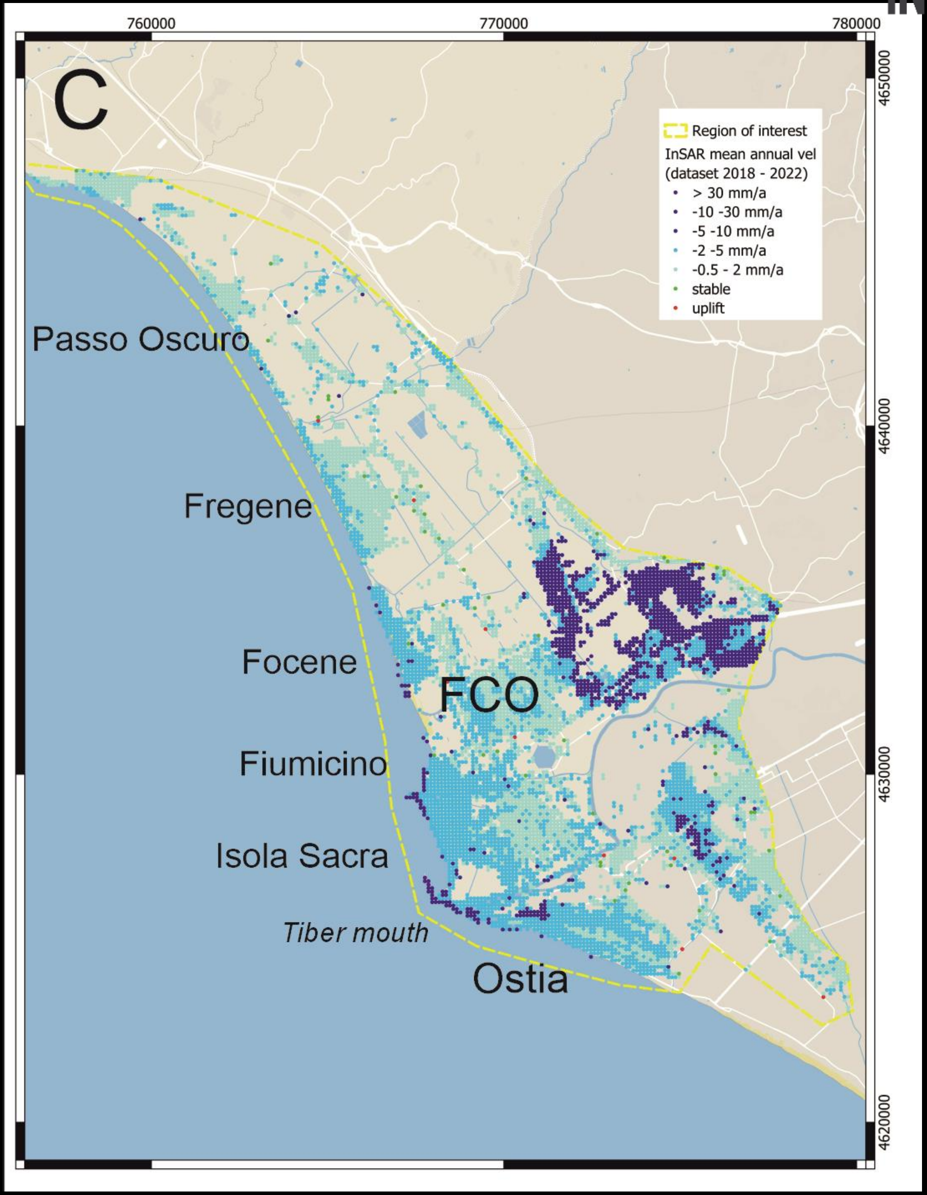

275000
280000
285000
290000
5045000
5040000
5035000
MARGHERA
RSLR SSP 8.5, IPCC + VLM
SSP 8.5, IPCC+VLM 2150 (+1.29 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2100 (+0.77 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2050 (+0.25 m)
Area of interest
Limit of potentially flooding area
SSP 8.5, IPCC+VLM+MaxTide 2150 (+3.27 m)
Buildings
Marghera
Porto Marghera
Venice Lagoon


292000
294000
5044000
5042000
5040000
VCE
Tessera
runaway
Venice Lagoon
VENICE AIRPORT
RSLR SSP 8.5, IPCC + VLM
SSP 8.5, IPCC+VLM 2050 (+0.26 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2100 (+0.80 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2150 (+1.33 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM+MaxTide 2150 (+3.27 m)
Dataset limit
Buildings

Anzidei et al., 2025 *Assessing critical infrastructure exposure to Sea Level Rise and land subsidence under climate change: the cases of Venice and Fiumicino airports*. Springer Nature, Submitted 2025

MV e scenari di SLR da Passo Oscuro a Ostia


260000
270000
280000
FIUMICINO PLAIN
RSLR SSP 8.5 + VLM, 2150
SSP 8.5, IPCC+VLM 2050 (+0.35 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2100 (+1.02 m)
SSP 8.5, IPCC+VLM 2150 (+1.72 m)
Land up to +4 m
Buildings
Coastline 2010
Area of interest
Limit of potentially flooding area
Passo Oscuro
Fregene
Focene
FCO
Fiumicino
Isola Sacra
Tiber mouth
Tyrrhenian Sea
Ostia
4640000
4630000
4620000

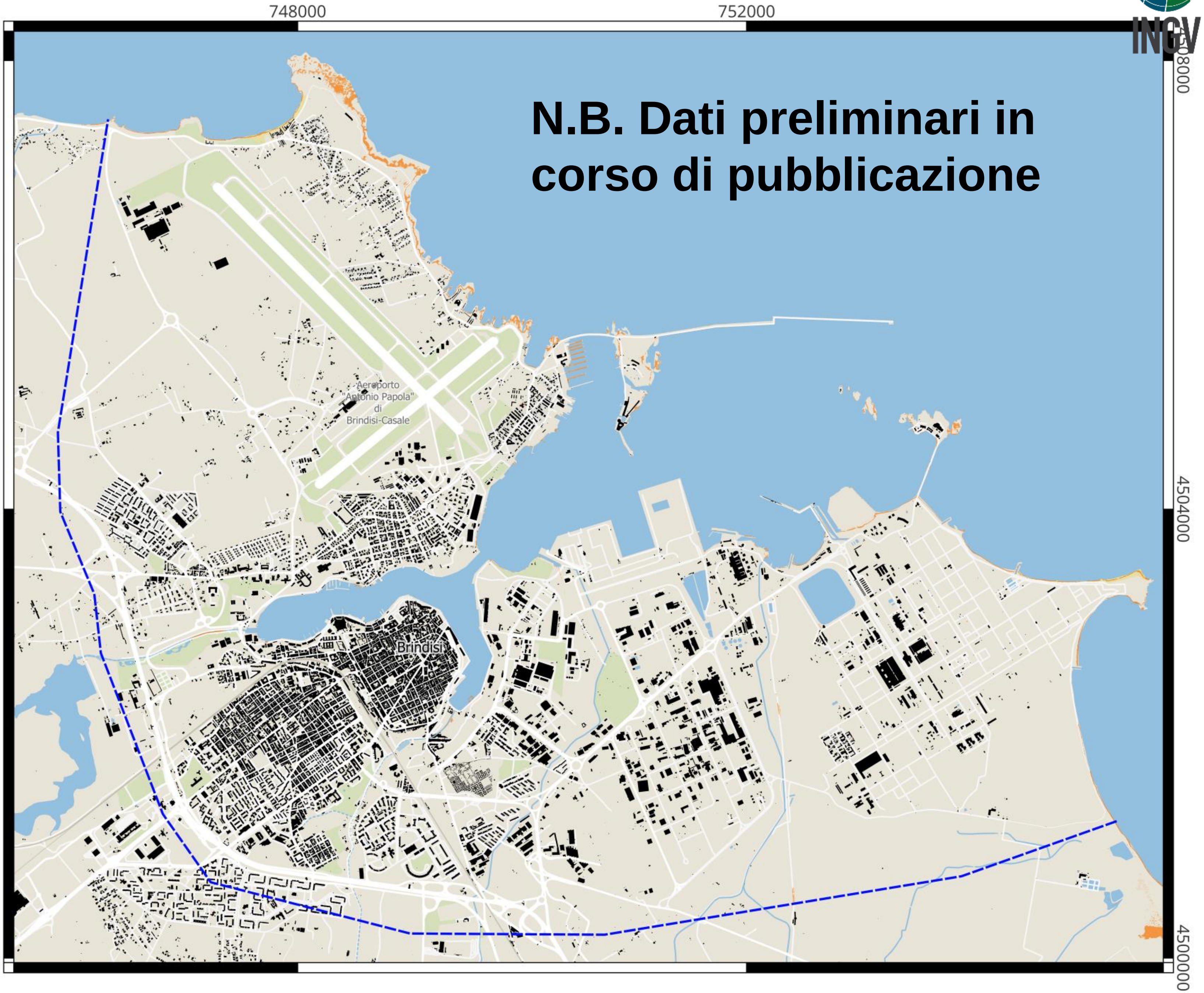

760000
770000
780000
C
Region of interest
InSAR mean annual vel
(dataset 2018 - 2022)
> 30 mm/a
-10 -30 mm/a
-5 -10 mm/a
-2 -5 mm/a
-0.5 - 2 mm/a
stable
uplift
Passo Oscuro
Fregene
Focene
FCO
Fiumicino
Isola Sacra
Tiber mouth
Ostia
4650000
4640000
4630000
4620000

Anzidei et al., 2025 *Assessing critical infrastructure exposure to Sea Level Rise and land subsidence under climate change: the cases of Venice and Fiumicino airports*. Springer Nature, Submitted 2025

Scenari per il porto di Brindisi

SSP5-8.5
2050
0.35 m

VLM
-1.05 mm/yr

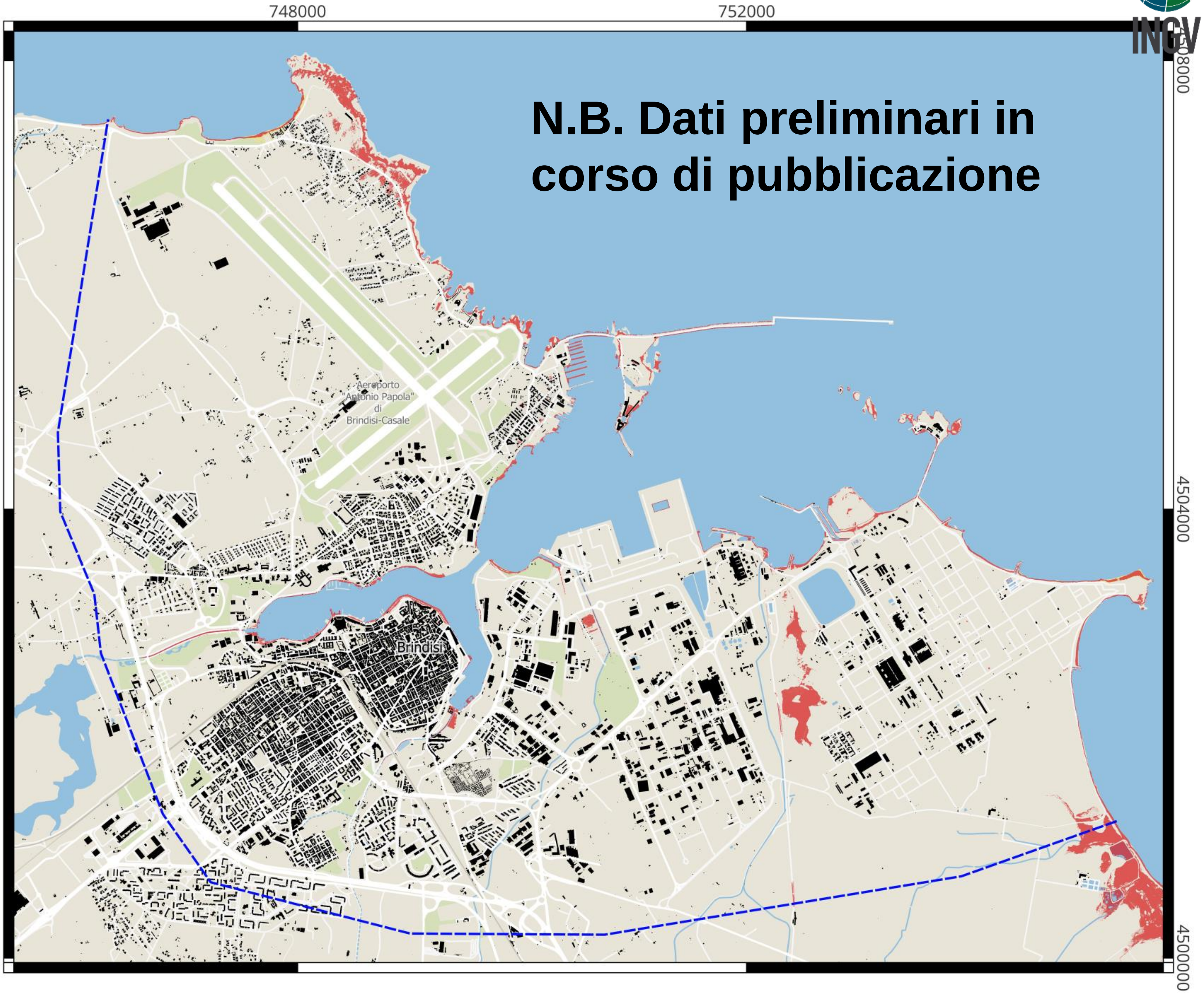

748000
752000
4508000
4504000
4500000
Aeroporto "Antonio Papola" di Brindisi-Casale
Brindisi

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari per il porto di Brindisi

SSP5-8.5
2100
0.83 m

VLM
-1.05 mm/yr

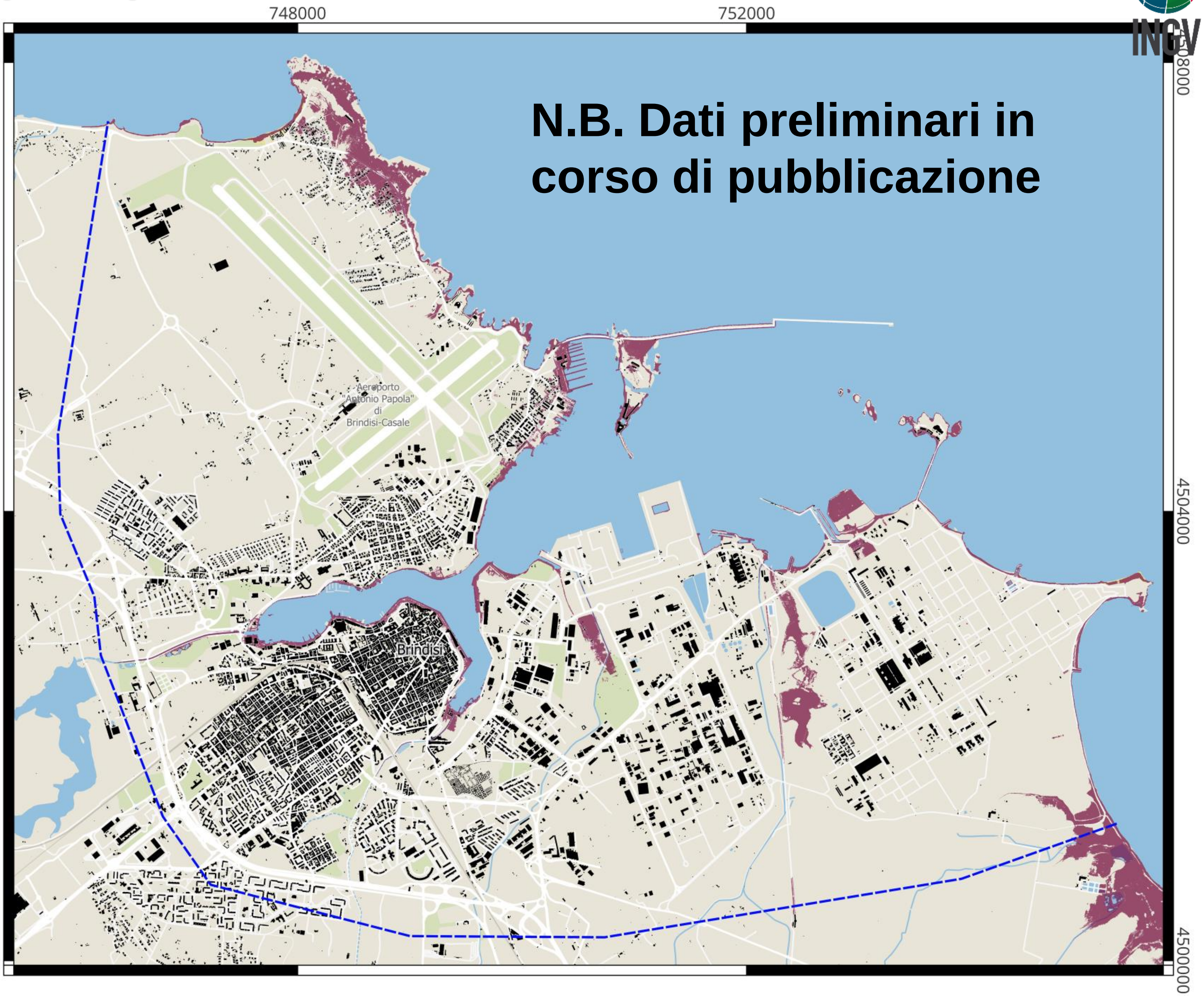

748000
752000
4508000
4504000
4500000
Aeroporto "Antonio Papola" di Brindisi-Casale
Brindisi

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari per il porto di Brindisi

SSP5-8.5
2150
1.38 m

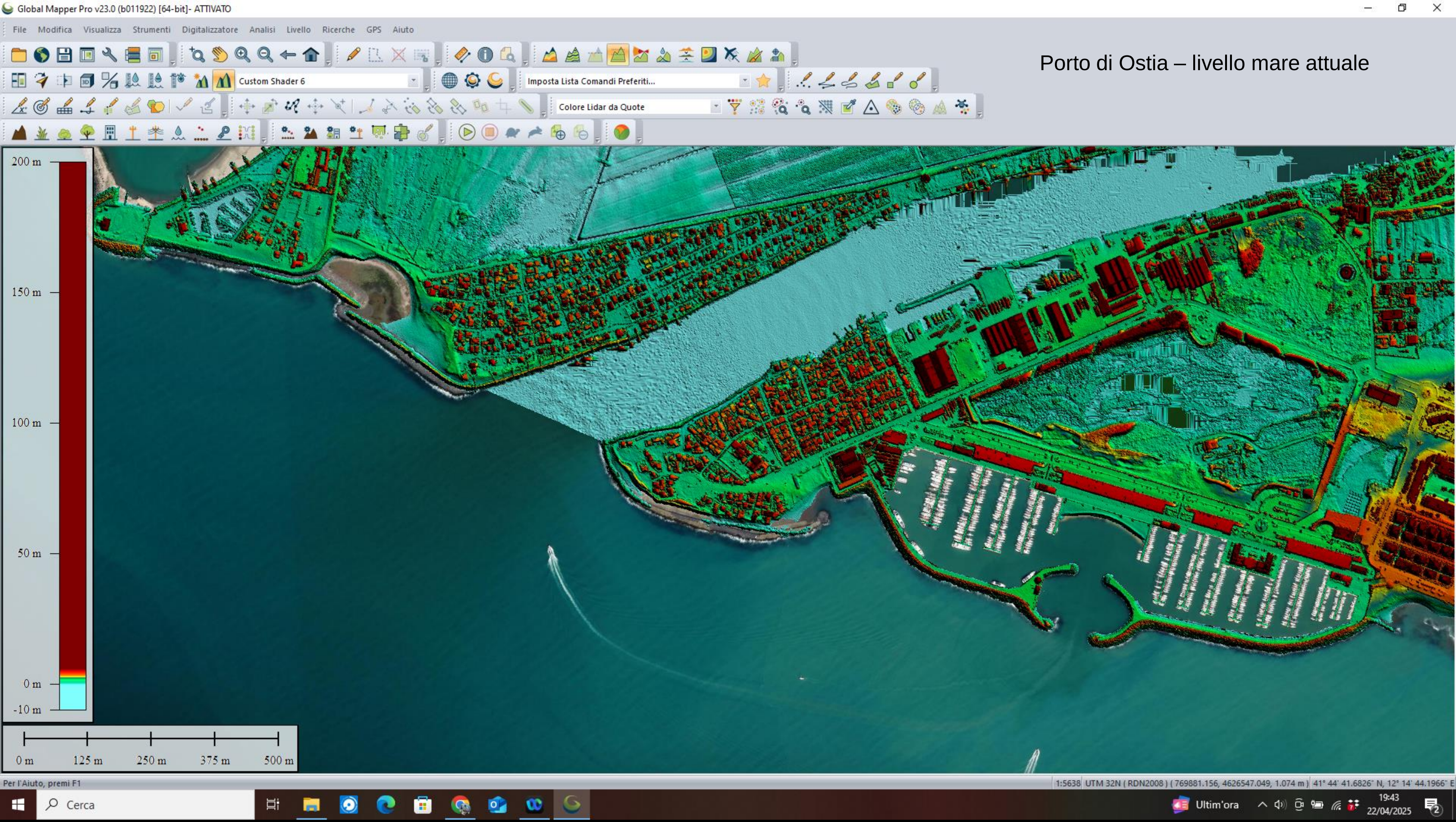
VLM
-1.05 mm/yr


748000
752000
4508000
4504000
4500000
Aeroporto "Antonio Papola" di Brindisi-Casale
Brindisi

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

OSTIA - PORTO
OSTIA - IDROSCALO

Scenari di SLR a Ostia (Roma)



Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO

Porto di Ostia – livello mare attuale

Custom Shader 6

Imposta Lista Comandi Preferiti...

Colore Lidar da Quote

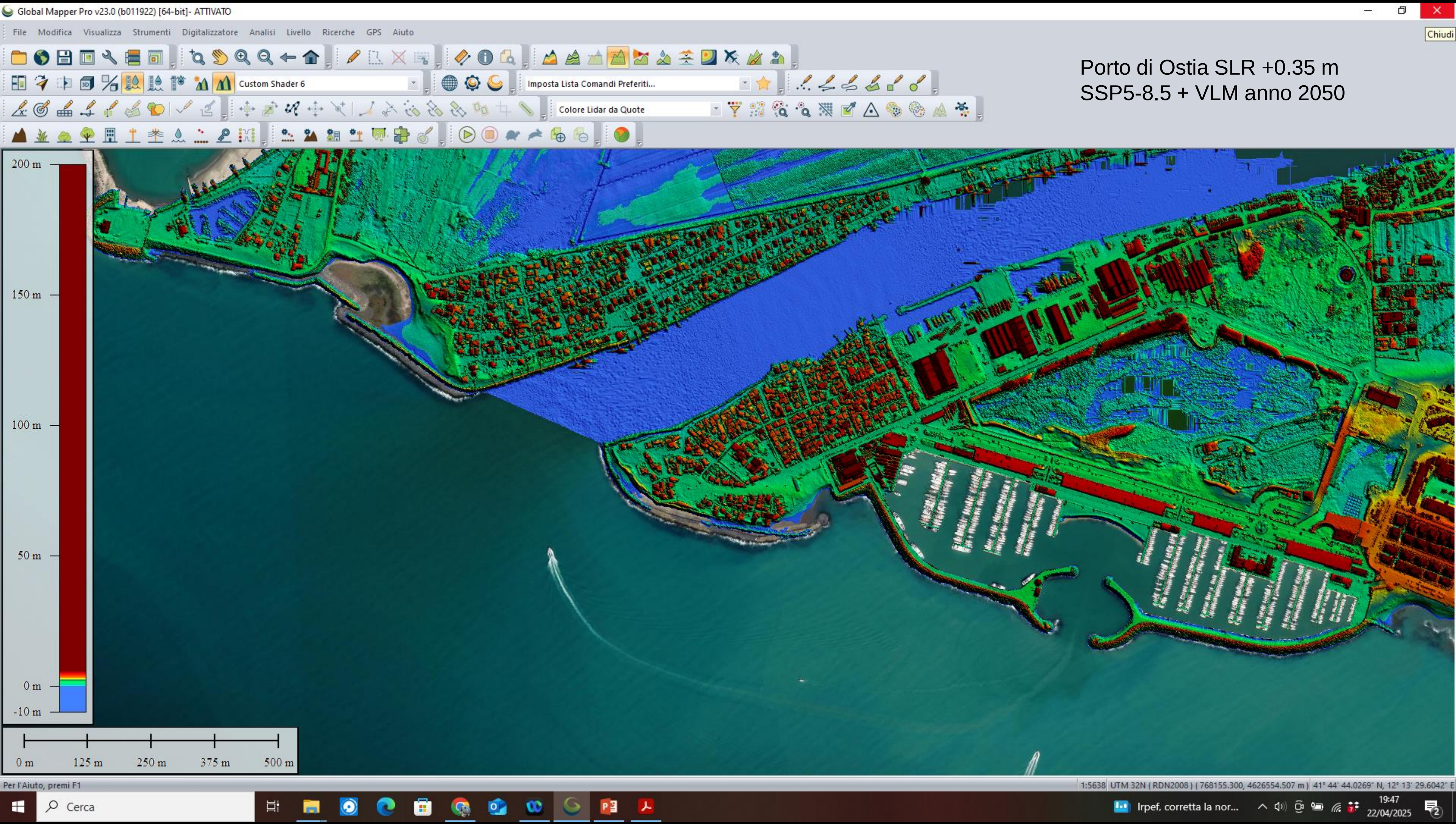
Per l'Aiuto, premi F1

1:5638 | UTM 32N (RDN2008) (769881.156, 4626547.049, 1.074 m) | 41° 44' 41.6826" N, 12° 14' 44.1966" E

File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
200 m
150 m
100 m
50 m
0 m
-10 m
0 m
125 m
250 m
375 m
500 m
Cerca
Ultim'ora
19:43
22/04/2025

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari di SLR a Ostia (Roma)

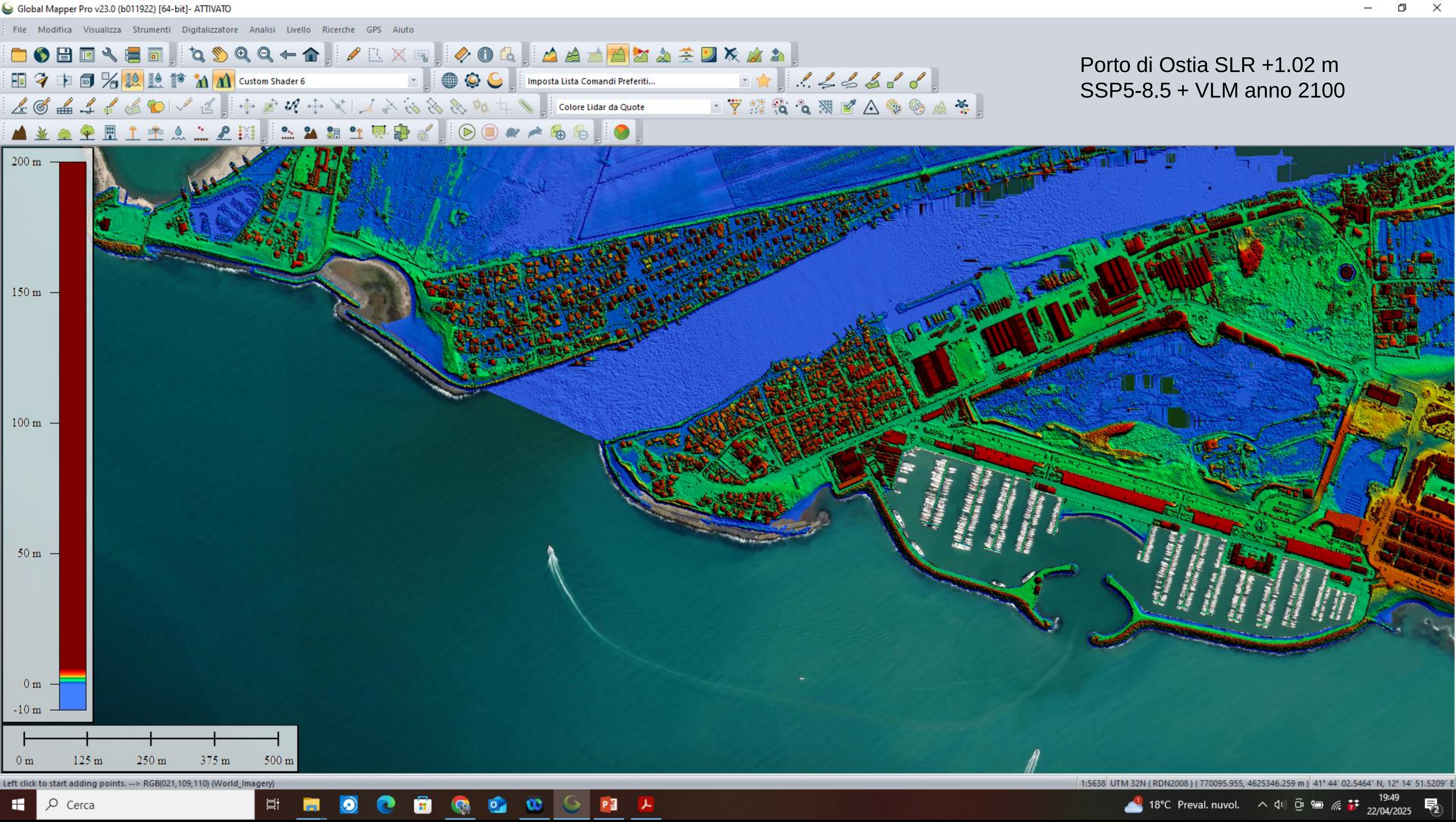

Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO
File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
Chiudi
Custom Shader 6
Imposta Lista Comandi Preferiti...
Colore Lidar da Quote
200 m
150 m
100 m
50 m
0 m
-10 m
0 m
125 m
250 m
375 m
500 m
Per l'Aiuto, premi F1
Cerca
Irpef, corretta la nor...
19:47
22/04/2025

Porto di Ostia SLR +0.35 m
SSP5-8.5 + VLM anno 2050

1:5638 | UTM 32N (RDN2008) (768155.300, 4626554.507 m) | 41° 44' 44.0269" N, 12° 13' 29.6042" E

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari di SLR a Ostia (Roma)


Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO
File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
Imposta Lista Comandi Preferiti...
200 m
150 m
100 m
50 m
0 m
-10 m
0 m
125 m
250 m
375 m
500 m
Cerca
18°C Preval. nuvol.
19:49
22/04/2025

Custom Shader 6

Colore Lidar da Quote

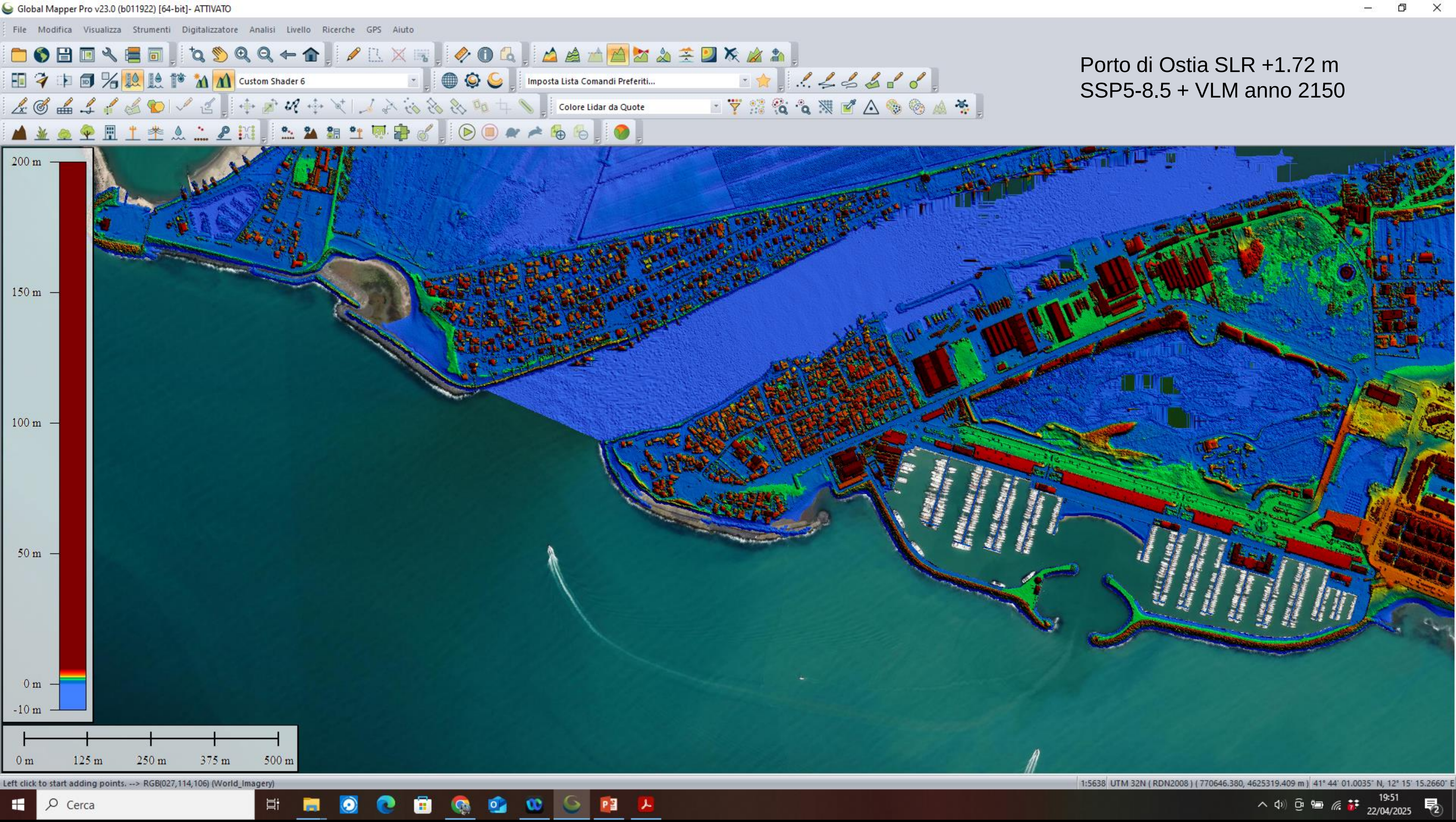
Porto di Ostia SLR +1.02 m
SSP5-8.5 + VLM anno 2100

Left click to start adding points. --> RGB(021,109,110) (World_Imagery)

1:5638 UTM 32N (RDN2008) (770095.955, 4625346.259 m) 41° 44' 02.5464" N, 12° 14' 51.5209" E

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari di SLR a Ostia (Roma)


Global Mapper Pro v23.0 (b011922) [64-bit]- ATTIVATO
File
Modifica
Visualizza
Strumenti
Digitalizzatore
Analisi
Livello
Ricerche
GPS
Aiuto
Custom Shader 6
Imposta Lista Comandi Preferiti...
Colore Lidar da Quote
200 m
150 m
100 m
50 m
0 m
-10 m
0 m
125 m
250 m
375 m
500 m
Cerca
19:51
22/04/2025

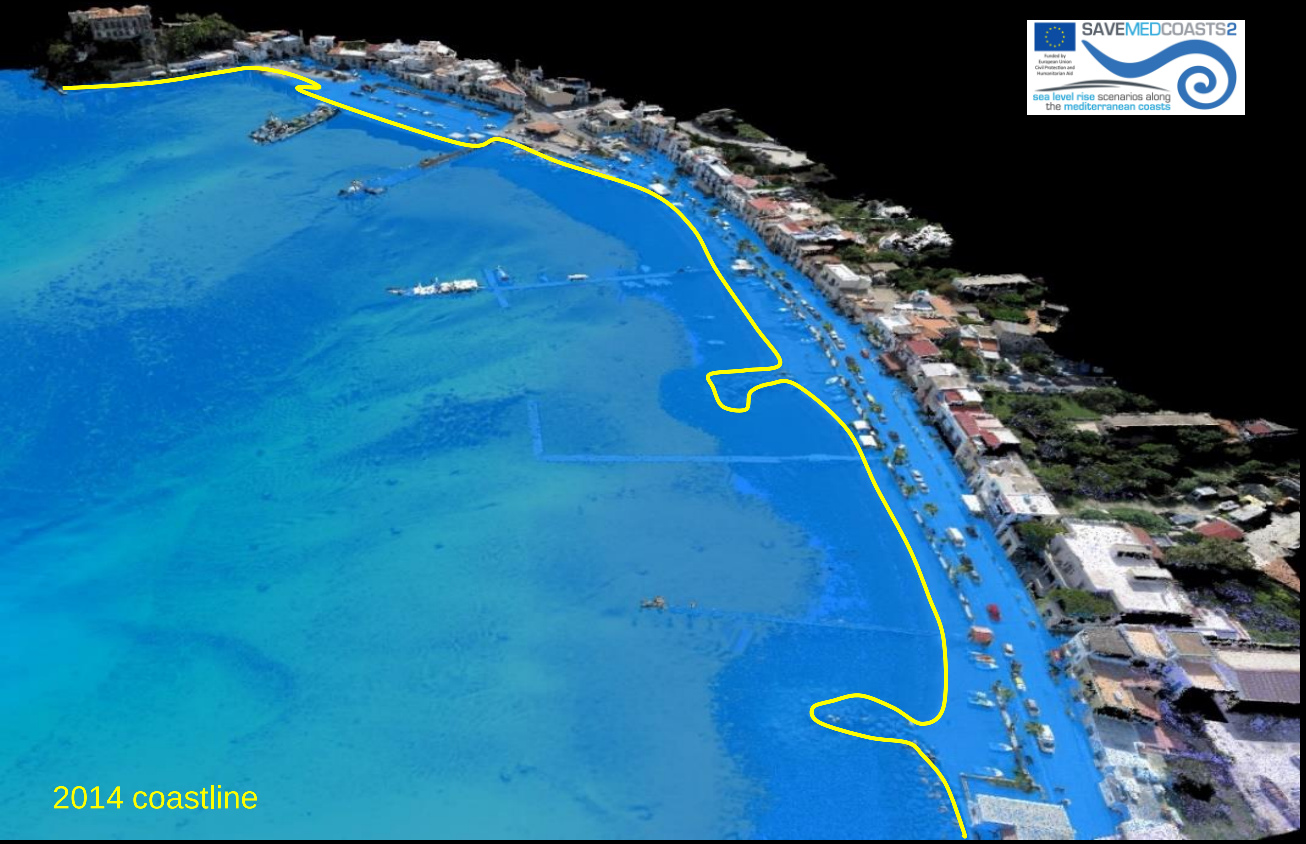
Porto di Ostia SLR +1.72 m
SSP5-8.5 + VLM anno 2150

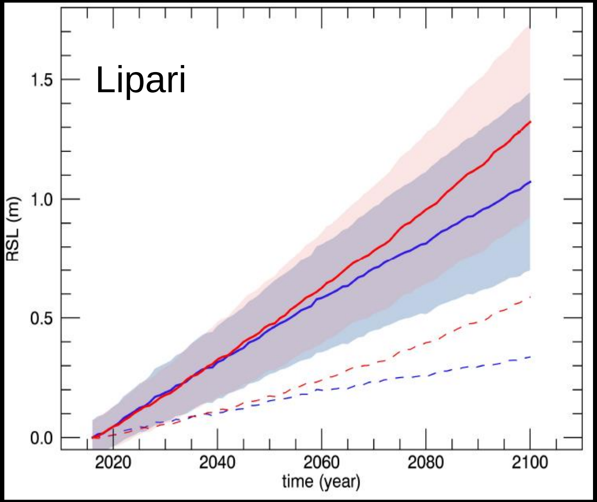
Left click to start adding points. --> RGB(027,114,106) (World_Imagery)

1:5638 | UTM 32N (RDN2008) (770646.380, 4625319.409 m) | 41° 44' 01.0035" N, 12° 15' 15.2660" E

N.B. Dati preliminari in corso di pubblicazione

Scenari di SLR per il porto di Lipari





year	RCP 2.6 (m)	RCP 2.6 + land subsidence (m)	RCP 8.5 (m)	RCP 8.5 + land subsidence (m)
2050	0.15±0.06	0.45±0.19	0.17±0.07	0.47±0.19
2100	0.34±0.15	1.07±0.37	0.59±0.21	1.32±0.4

Simulazione di scenario di allagamento realizzato su tassi di subsidenza di 9.0 ± 2.0 mm/a^{-1} dalle velocità GPS verticali e dall'aumento del livello del mare (IPCC) per la regione del Mediterranea.
Nel 2100 il livello del mare locale potrebbe aumentare fino a 1.32 m rispetto al 2016.

Anzidei et al., 2017 Flooding scenarios due to land subsidence and sea-level rise: a case study for Lipari Island (Italy) https://doi.org/10.1111/ter.12246

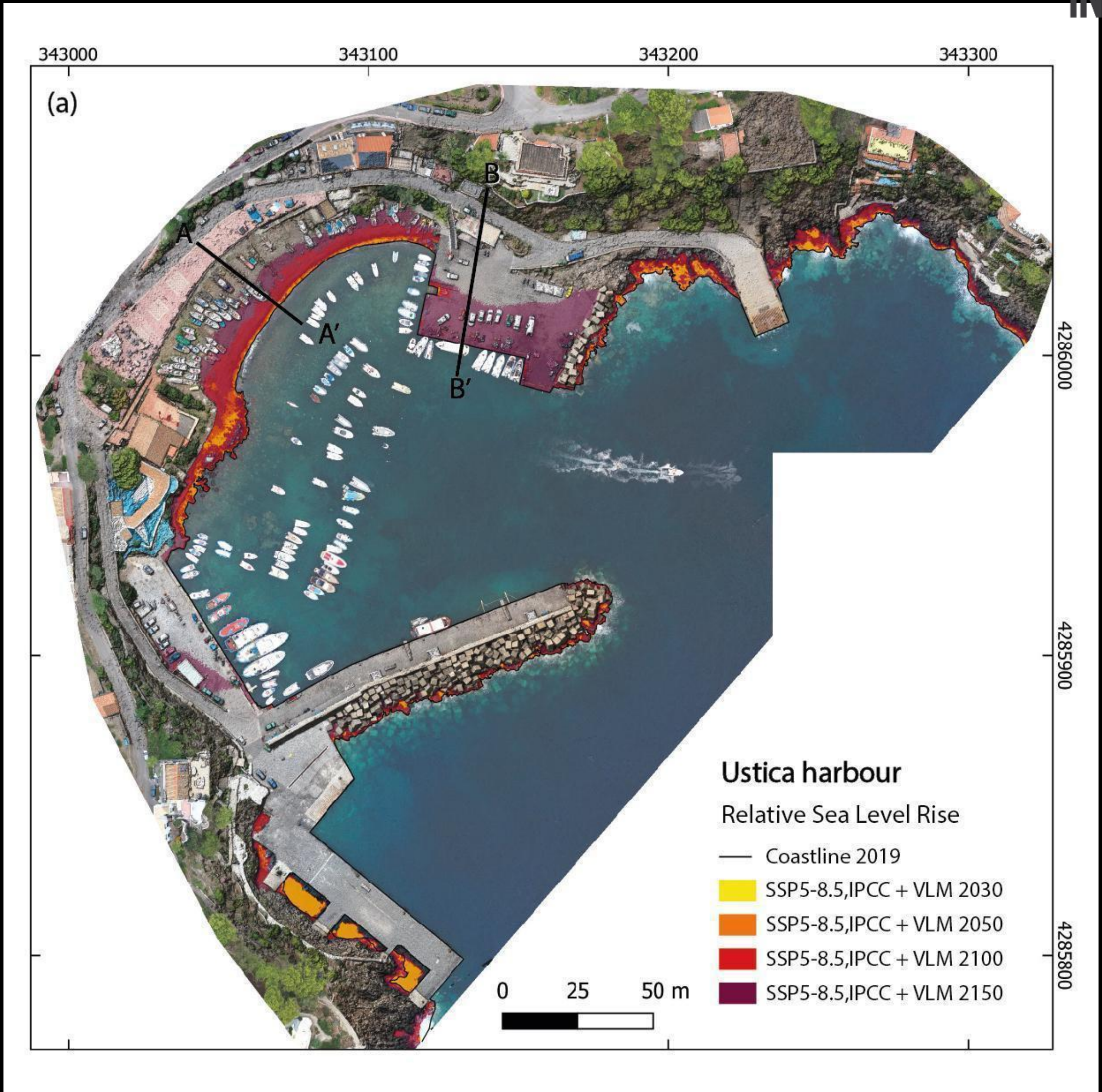
Scenari di SLR per il porto di Ustica

SSP1-26	2030	0.05 m
SSP1-26	2050	0.16 m
SSP1-26	2100	0.42 m
SSP1-26	2150	0.66 m

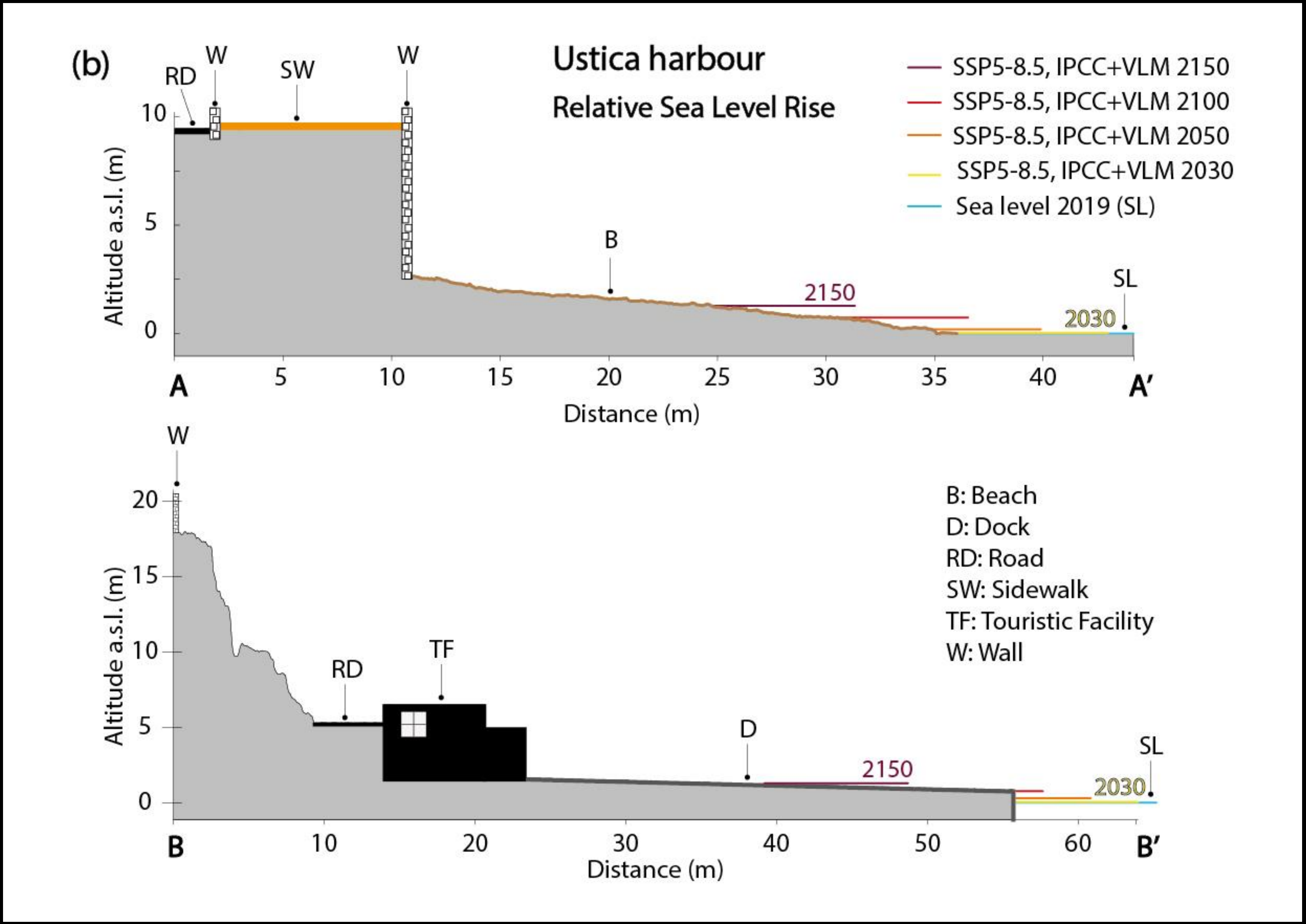
SSP3-70	2030	0.05 m
SSP3-70	2050	0.19 m
SSP3-70	2100	0.64 m
SSP3-70	2150	1.13 m

SSP5-85	2030	0.06 m
SSP5-85	2050	0.2 m
SSP5-85	2100	0.74 m
SSP5-85	2150	1.27 m

Anzidei et al. *Relative Sea-Level Rise Projections and Flooding Scenarios for 2150 CE for the Island of Ustica (Southern Tyrrhenian Sea, Italy). J. Mar. Sci. Eng.* **2023**, *11*, 2013. https://doi.org/10.3390/jmse11102013


343000
343100
343200
343300
(a)
A
A′
B
B′
4286000
4285900
4285800
Ustica harbour
Relative Sea Level Rise
Coastline 2019
SSP5-8.5,IPCC + VLM 2030
SSP5-8.5,IPCC + VLM 2050
SSP5-8.5,IPCC + VLM 2100
SSP5-8.5,IPCC + VLM 2150
0
25
50 m

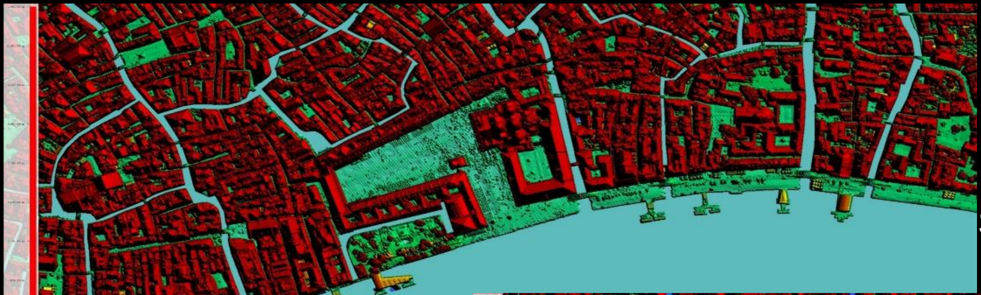
Scenari di SLR per il porto di Ustica



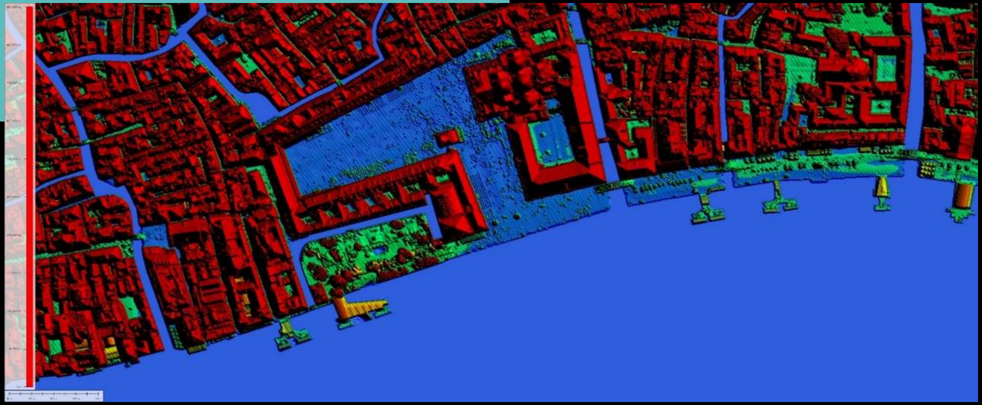
Anzidei et al. *Relative Sea-Level Rise Projections and Flooding Scenarios for 2150 CE for the Island of Ustica (Southern Tyrrhenian Sea, Italy). J. Mar. Sci. Eng.* **2023**, *11*, 2013. https://doi.org/10.3390/jmse11102013

Scenari di SLR per Venezia
Piazza San Marco

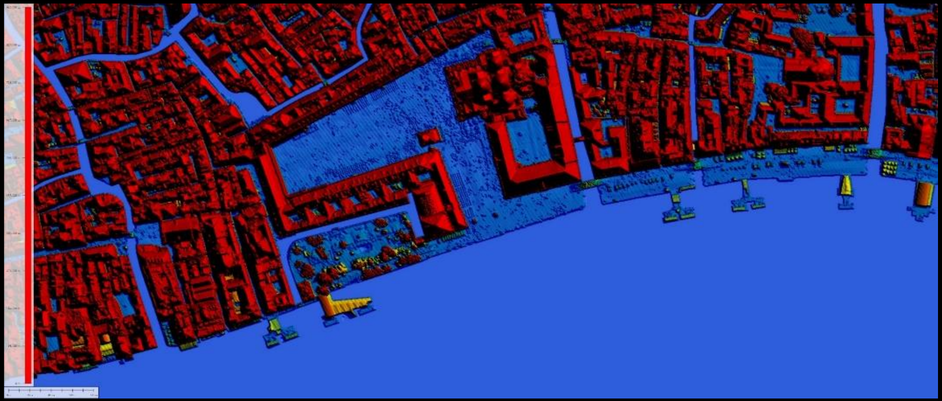
LiDAR Data by CORILA



Stato attuale in condizioni normali di marea



nel 2100 in condizioni normali di marea e l.m. +82 cm (RCP 8.5 + MV)



Nel 2100 in condizioni di marea di 138 cm.
l.m. +220 cm (RCP 8.5 + MV + marea)

Anzidei, M. et al. Multi-Temporal Relative Sea Level Rise Scenarios up to 2150 for the Venice Lagoon (Italy). *Remote Sens.* **2025**, *17*, 820. https://doi.org/10.3390/rs17050820

Anzidei, M. *et al.* Sea level rise and extreme events along the Mediterranean coasts: the case of Venice and the awareness of local population, stakeholders and policy makers. *Rend. Fis. Acc. Lincei* **35**, 359–370 (2024). https://doi.org/10.1007/s12210-024-01236-x

Riferimenti bibliografici

Anzidei, M. et al. *Multi-Temporal Relative Sea Level Rise Scenarios up to 2150 for the Venice Lagoon (Italy)*. *Remote Sens.* **2025**, *17*, 820. https://doi.org/10.3390/rs17050820

Anzidei et al., 2025 *Assessing critical infrastructure exposure to Sea Level Rise and land subsidence under climate change: the cases of Venice and Fiumicino airports*. Springer Nature, Submitted 2025

Anzidei, M. *et al. Sea level rise and extreme events along the Mediterranean coasts: the case of Venice and the awareness of local population, stakeholders and policy makers*. Rend. Fis. Acc. Lincei **35**, 359–370 (2024). https://doi.org/10.1007/s12210-024-01236-x

Grezio, A., Anzidei, M., Baglione, E. *et al. Including sea-level rise and vertical land movements in probabilistic tsunami hazard assessment for the Mediterranean Sea*. Sci Rep **14**, 28873 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-024-79770-9

Loizidou, X.I., L. Orthodoxou, D., I. Loizides, M. *et al. Adapting to sea level rise: participatory, solution-oriented policy tools in vulnerable Mediterranean areas*. Environ Syst Decis **44**, 126–144 (2024). https://doi.org/10.1007/s10669-023-09910-5

Faranda, D., Ginesta, M., Alberti, T., E. Coppola and M. Anzidei *Attributing Venice Acqua Alta events to a changing climate and evaluating the efficacy of MoSE adaptation strategy*. *npj Clim Atmos Sci* **6**, 181 (2023). https://doi.org/10.1038/s41612-023-00513-0

Vecchio, A., Anzidei, M., Serpelloni, E., 2023 *Relative sea-level rise projections for 2150 in the northern Mediterranean region*. Env. Res. Lett. **DOI** 10.1088/1748-9326/ad127e

Riferimenti bibliografici

Anzidei et al. *Relative Sea-Level Rise Projections and Flooding Scenarios for 2150 CE for the Island of Ustica (Southern Tyrrhenian Sea, Italy).* J. Mar. Sci. Eng. **2023**, *11*, 2023. https://doi.org/10.3390/jmse11102013

Falciano, A.; Anzidei, M.; Greco, M.; Trivigno, M.L.; Vecchio, A.; Georgiadis, C.; Patias, P.; Crosetto, M.; Navarro, J.; Serpelloni, E.; et al. *The SAVEMEDCOASTS-2 webGIS: The Online Platform for Relative Sea Level Rise and Storm Surge Scenarios up to 2100 for the Mediterranean Coasts*. *J. Mar. Sci. Eng.* **2023**, *11*, 2071. https://doi.org/10.3390/jmse11112071

Alberti, T., Anzidei, M., Faranda, D. *et al. Dynamical diagnostic of extreme events in Venice lagoon and their mitigation with the MoSE*. *Sci Rep* **13**, 10475 (2023). https://doi.org/10.1038/s41598-023-36816-8

Scardino, G.; Anzidei, M.; Petio, P.; Serpelloni, E.; De Santis, V.; Rizzo, A.; Liso, S.I.; Zingaro, M.; Capolongo, D.; Vecchio, A.; et al. *The Impact of Future Sea-Level Rise on Low-Lying Subsiding Coasts: A Case Study of Tavoliere Delle Puglie (Southern Italy). Remote Sens.* **2022**, *14*, 4936. https://doi.org/10.3390/rs14194936

Anzidei, M.; Scicchitano, G.; Scardino, G.; Bignami, C.; Tolomei, C.; Vecchio, A.; Serpelloni, E.; De Santis, V.; Monaco, C.; Milella, M.; et al. *Relative Sea-Level Rise Scenario for 2100 along the Coast of South Eastern Sicily (Italy) by InSAR Data, Satellite Images and High-Resolution Topography*. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 1108. https://doi.org/10.3390/rs13061108

Anzidei et al., 2017 *Flooding scenarios due to land subsidence and sea-level rise: a case study for Lipari Island (Italy)* https://doi.org/10.1111/ter.12246

Link utili

https://www.ipcc.ch/

https://science.nasa.gov/climate-change/

https://psmsl.org/

https://www.mareografico.it/

https://egms.land.copernicus.eu/

https://gn.mase.gov.it/portale/home

https://www.comune.venezia.it/it/content/centro-previsioni-e-segnalazioni-maree

https://mosevenezia.eu/progetto/

www.savemedcoasts2.eu

Grazie per la vostra attenzione!

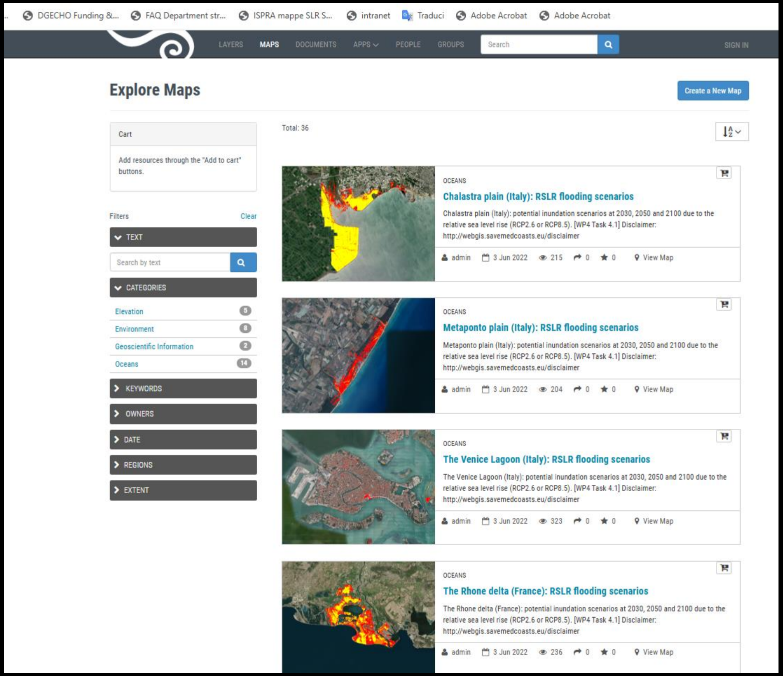
INGV

AUMENTO
DEL LIVELLO DEL MARE

COSA È IMPORTANTE
SAPERE PER AFFRONTARE I PROSSIMI CAMBIAMENTI

Funded by
the European Union
Civil Protection and Humanitarian Aid

SAVEMEDCOASTS2



Explore Maps

Cart

Add resources through the "Add to cart" buttons.

Total: 36

Filters

TEXT

CATEGORIES

Elevation	5
Environment	8
Geoscientific Information	2
Oceans	14

KEYWORDS

OWNERS

DATE

REGIONS

EXTENT

OCEANS

Chalastra plain (Italy): RSLR flooding scenarios

Chalastra plain (Italy): potential inundation scenarios at 2030, 2050 and 2100 due to the relative sea level rise (RCP2.6 or RCP8.5). [WP4 Task 4.1] Disclaimer: http://webgis.savemedcoasts.eu/disclaimer

admin 3 Jun 2022 215 0 0 View Map

OCEANS

Metaponto plain (Italy): RSLR flooding scenarios

Metaponto plain (Italy): potential inundation scenarios at 2030, 2050 and 2100 due to the relative sea level rise (RCP2.6 or RCP8.5). [WP4 Task 4.1] Disclaimer: http://webgis.savemedcoasts.eu/disclaimer

admin 3 Jun 2022 204 0 0 View Map

OCEANS

The Venice Lagoon (Italy): RSLR flooding scenarios

The Venice Lagoon (Italy): potential inundation scenarios at 2030, 2050 and 2100 due to the relative sea level rise (RCP2.6 or RCP8.5). [WP4 Task 4.1] Disclaimer: http://webgis.savemedcoasts.eu/disclaimer

admin 3 Jun 2022 323 0 0 View Map

OCEANS

The Rhone delta (France): RSLR flooding scenarios

The Rhone delta (France): potential inundation scenarios at 2030, 2050 and 2100 due to the relative sea level rise (RCP2.6 or RCP8.5). [WP4 Task 4.1] Disclaimer: http://webgis.savemedcoasts.eu/disclaimer

admin 3 Jun 2022 236 0 0 View Map

Scarica gratuitamente il libro!

http://webgis.savemedcoasts.eu/

SAVEMEDCOASTS2

Funded by
European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid

sea level rise scenarios along
the mediterranean coasts

PRIN - GAIA PROJECT

PRIN GAIA

www.savemedcoasts2.eu

"Trasferire la conoscenza scientifica verso la società per migliorare la qualità della vita"