



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



SALVAGUARDARE VENEZIA

P. Teatini ^{1,2}, L. Tosi ²

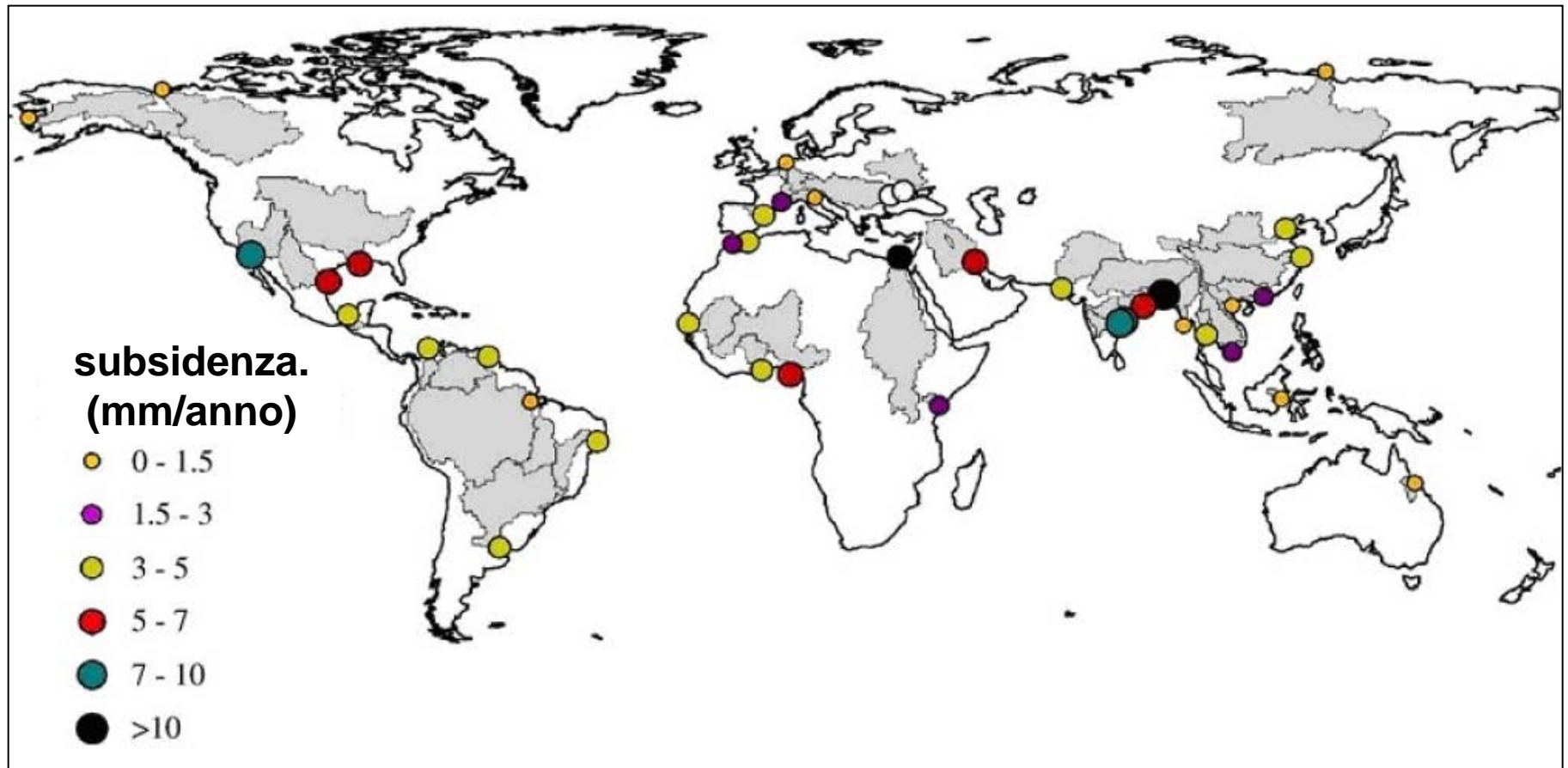
¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale,
Universita' of Padova

² Istituto di Scienze Marine – CNR, Venezia

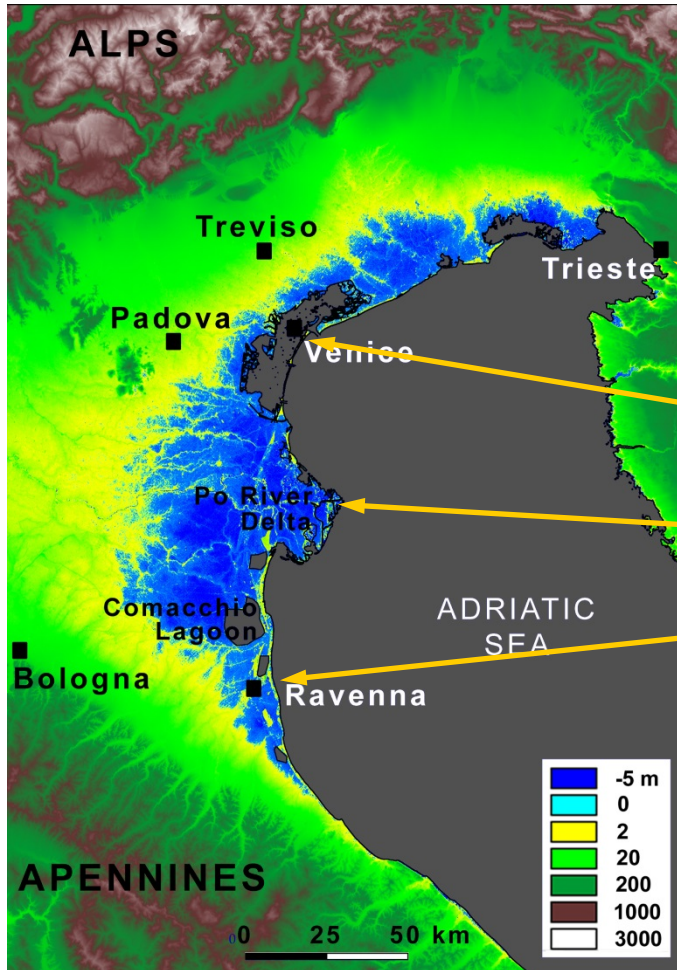
LA CULTURA DA SALVARE
Roma 28 giugno 2017



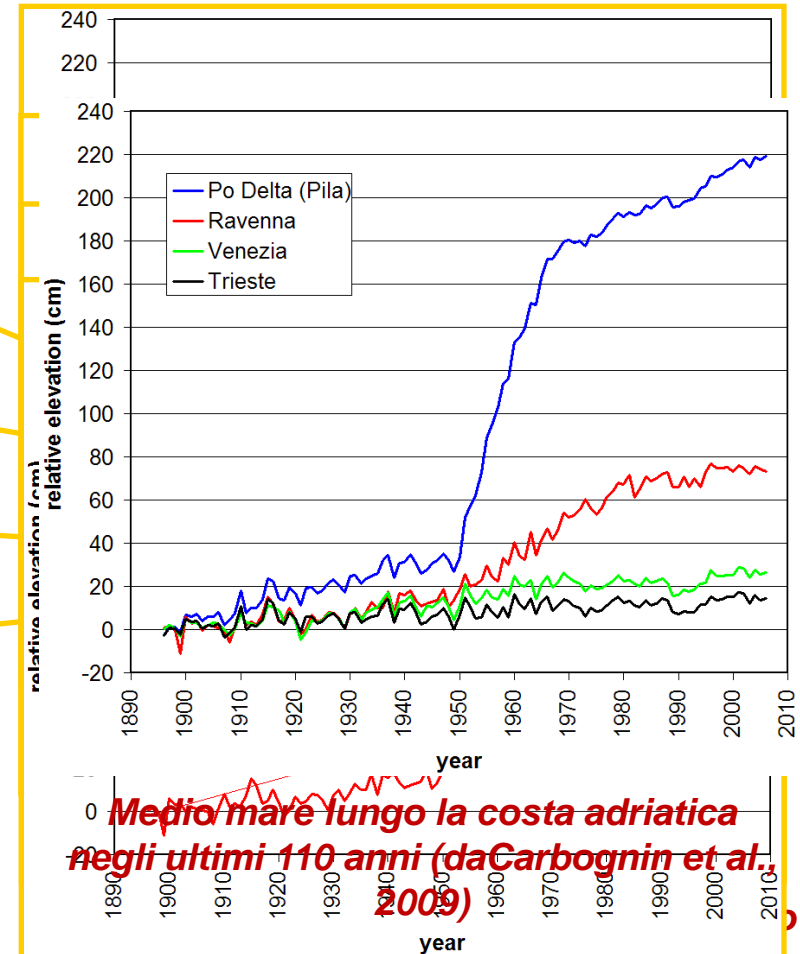
- INTRODUZIONE
- VENEZIA E LA SUBSIDENZA
- IL MONITORAGGIO DELLA SUBSIDENZA DI VENEZIA
- INTERVENTI ALLE BOCCHE DI PORTO
- COME CONTRASTARE LA SUBSIDENZA (RSLR)?



Velocita' di subsidenza media negli ultimi due decenni misurata nei principali delta nel mondo (da Ericsson et al., 2006)



Elevazione dell'area costiera padana

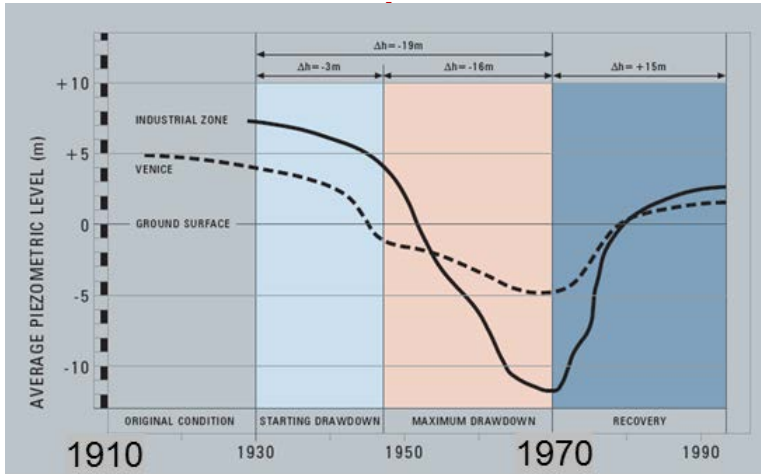


Andamento del medio mare a Ravenna

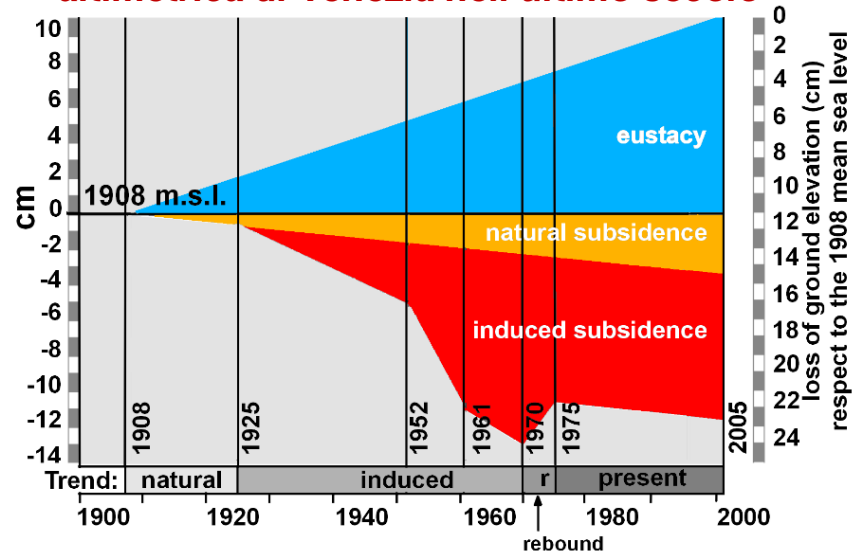
Subsidenza relativa (RSLR) e non ... sea level rise (SLR)

ENEZIA E LA SUBSIDENZA

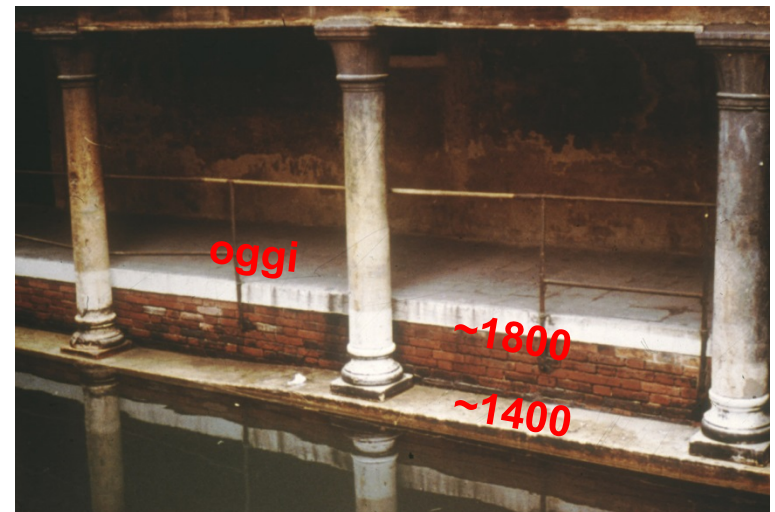
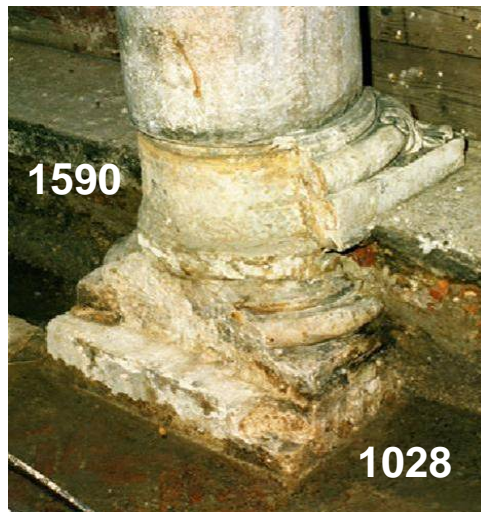
Evoluzione della piezometria nel sistema acquifero veneziano nell'ultimo secolo

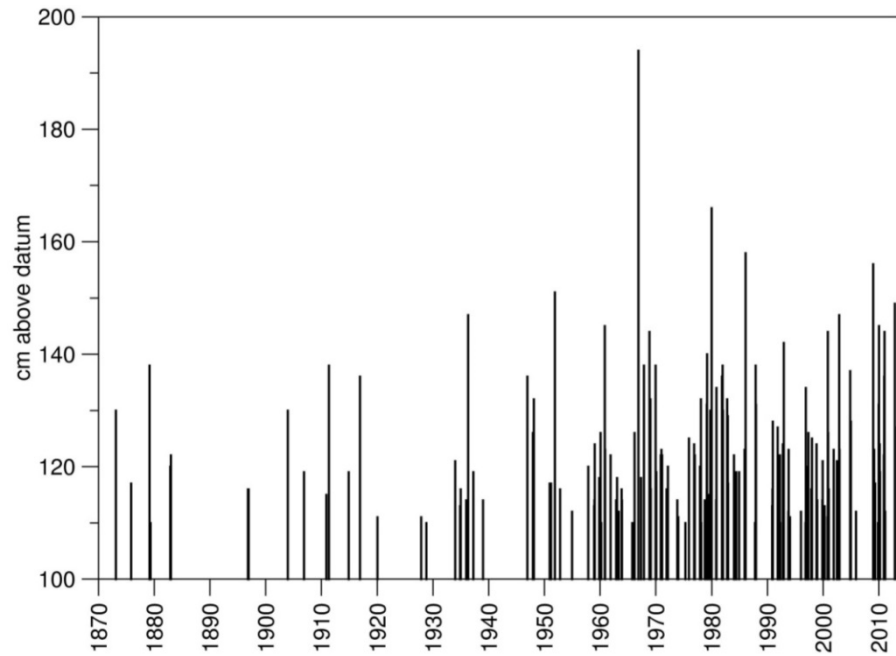


Componenti della perdita di quota altimetrica di Venezia nell'ultimo secolo



Evidenze storiche della subsidenza centenaria di Venezia



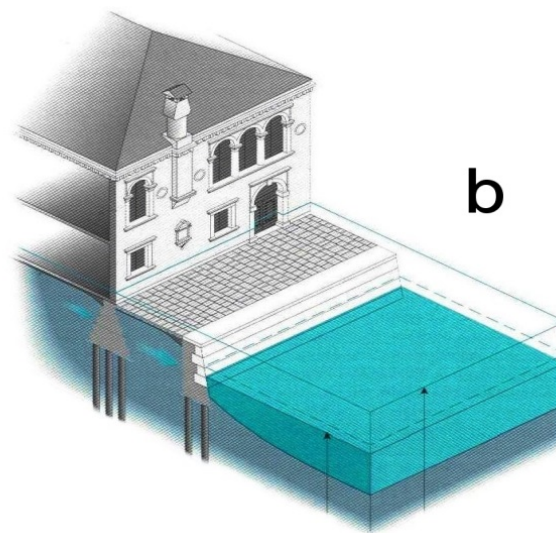
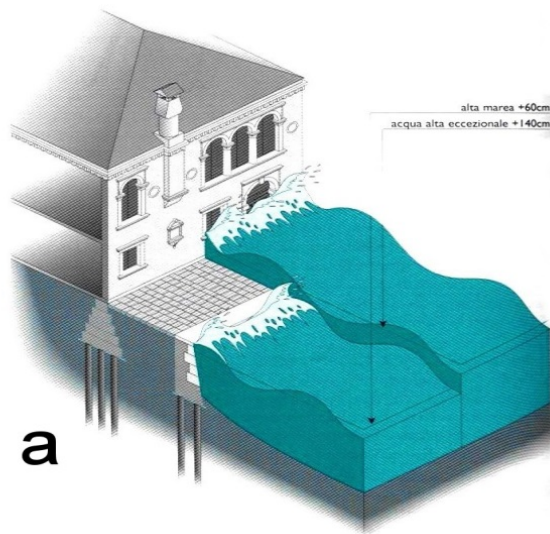


L' "acqua alta" (254 eventi dal 1/1/1870 al 31/12/2012)



Foto dell'evento del 1/12/2008

LE CONSEGUENZE SULL'EDIFICATO URBANO

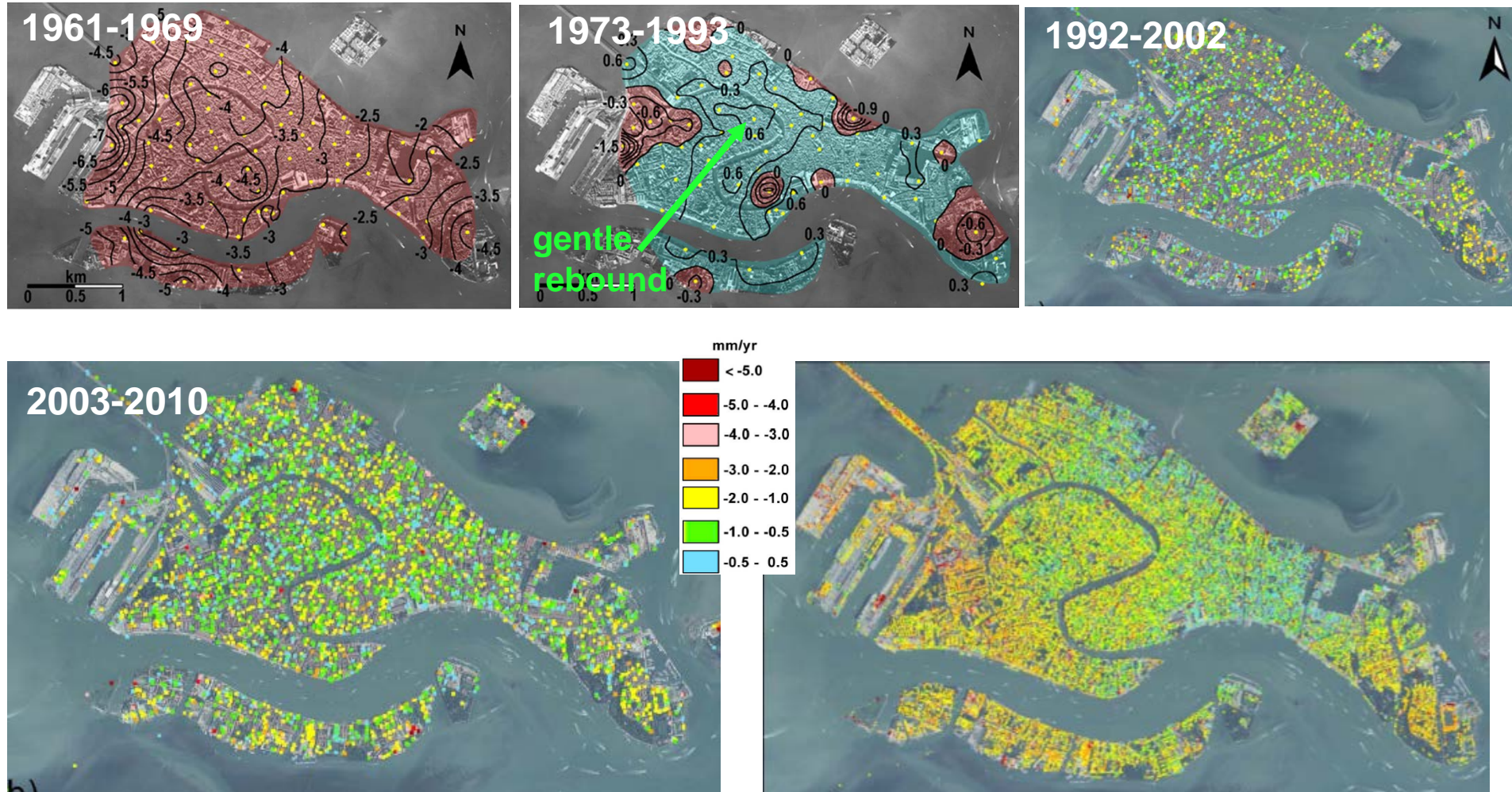


- a) attacco diretto delle onde contro gli edifici durante le fasi di acqua alta;*
- b) bassa marea al termine dell'inondazione*

Danni agli edifici storici



LA SUBSIDENZA DI VENEZIA NEGLI ULTIMI 50 ANNI



***Velocità di subsidenza (mm/anno) a Venezia negli ultimi 50 anni
(da Tosi et al., 2002; 2013)***

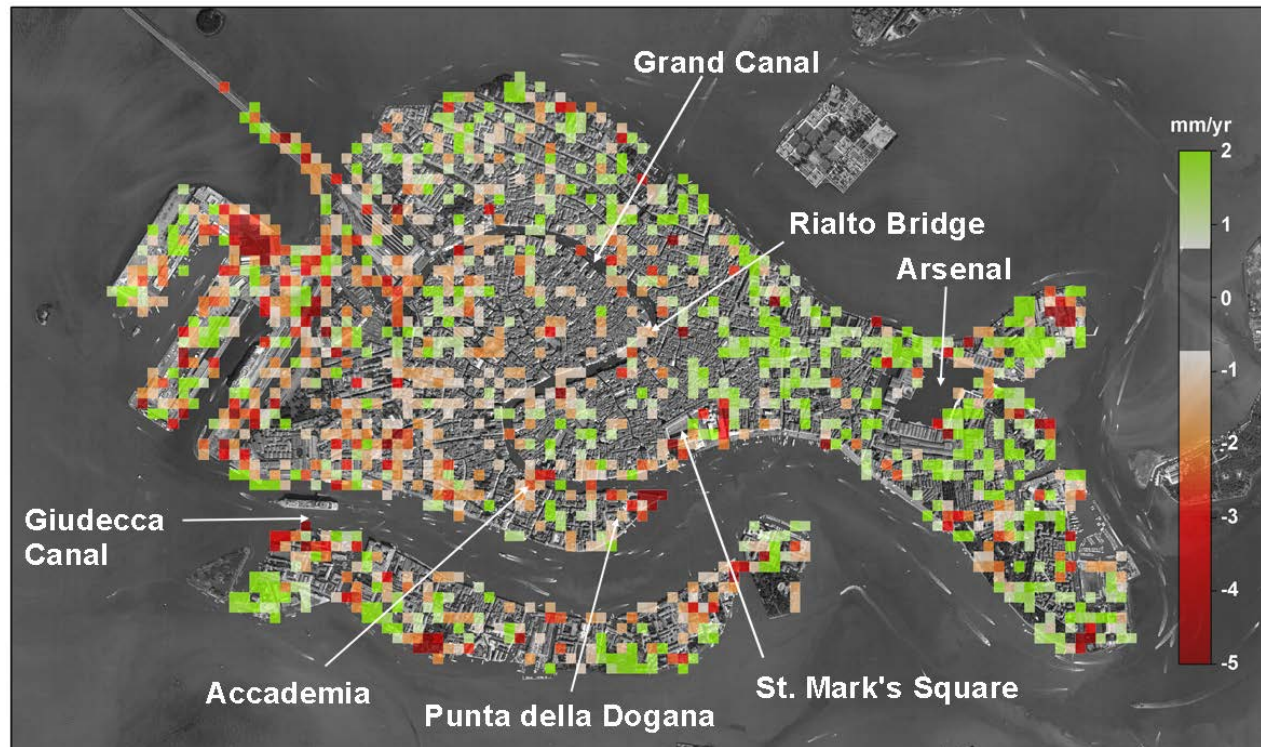
LA SUBSIDENZA DI VENEZIA ATTUALE

*Esempio di
abbassamenti
temporanei
causati da attività
di restauro di
edifici prossimi
alla Basilica di
San Marco
misurati con
interferometria
SAR: a) ERS, b)
ENVISAT, c)
TerraSAR-X, and
d) COSMO-
SkyMed
(after Tosi et al.,
2013).*



LA SUBSIDENZA DI VENEZIA ATTUALE

*Spostamenti
della città'
lagunare causati
da attività'
antropiche con
riferimento
all'anno 2008*

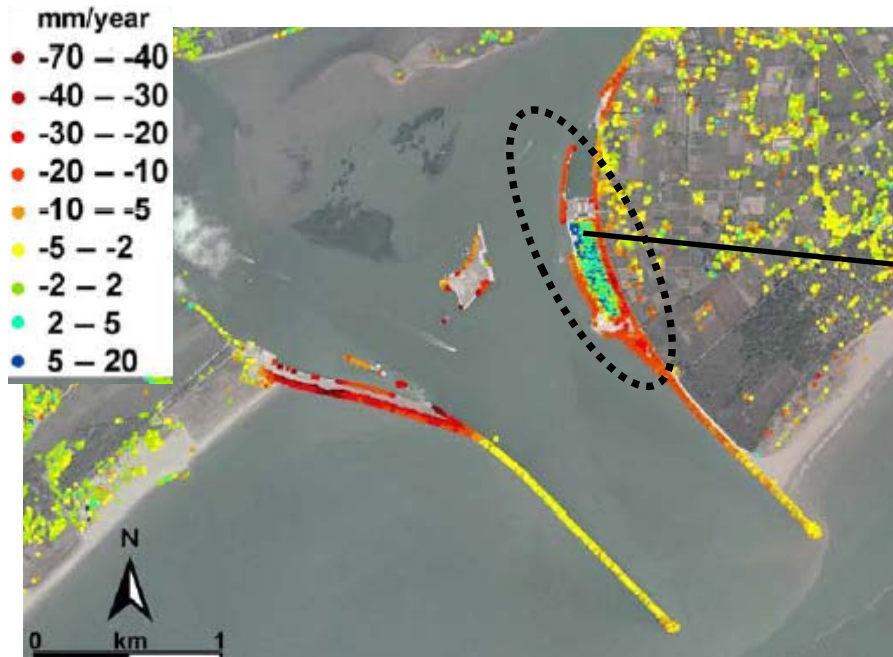


Le possibili cause:

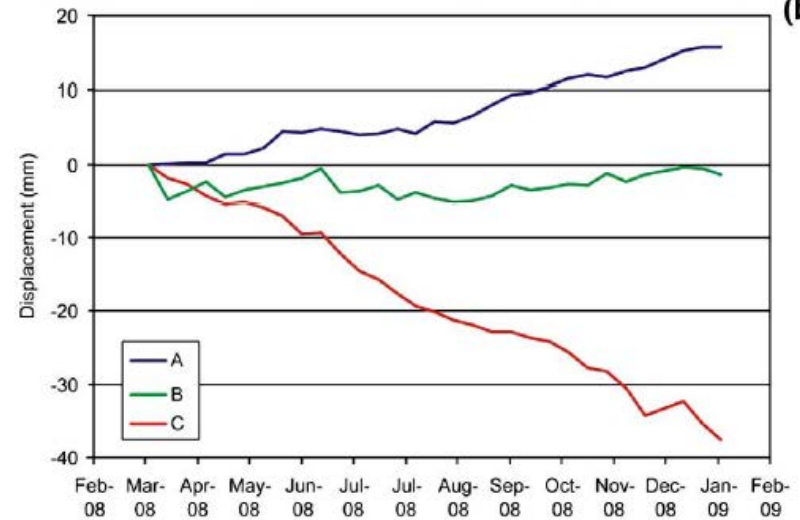
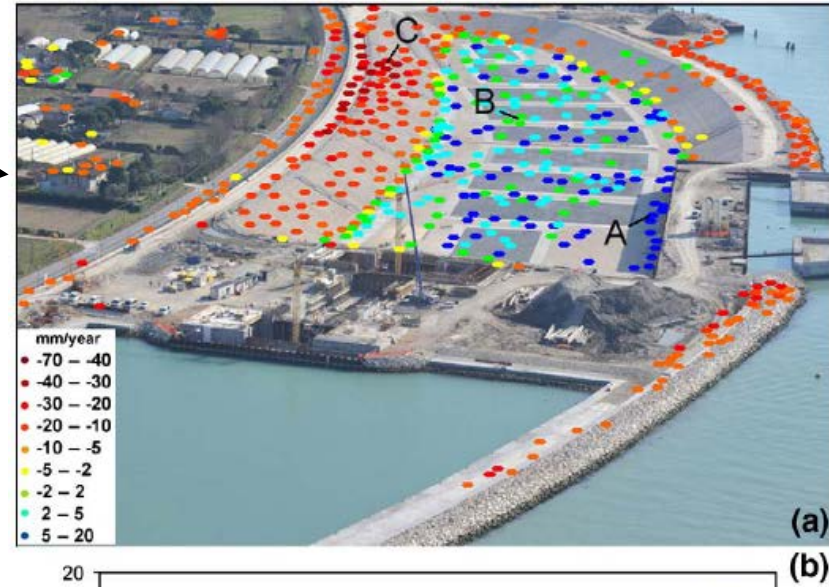
- moto ondoso lungo i canali principali;
- attività di restauro dell'edificato storico;
- dragaggio di canali;



MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI ALLE BOCCHE

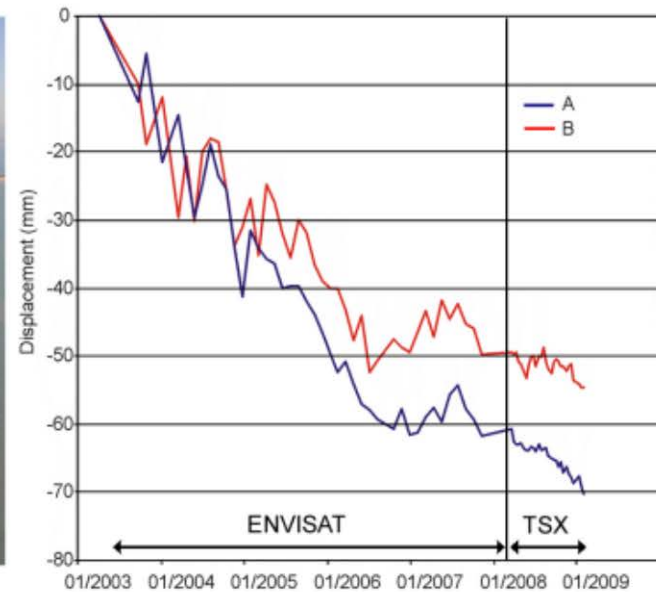
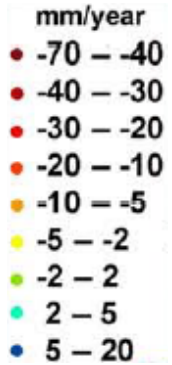
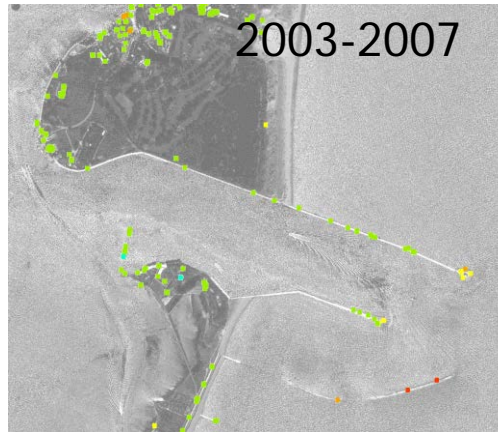
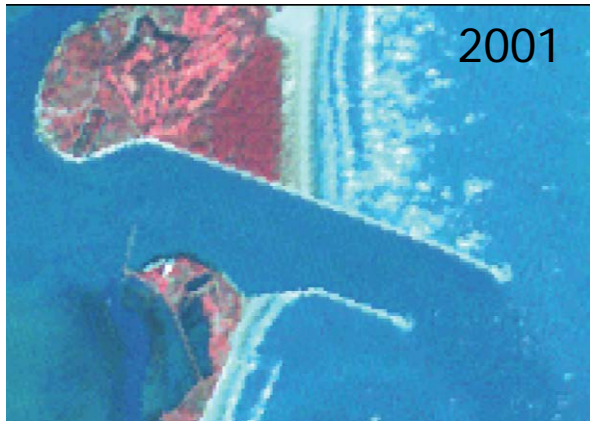


Velocità medie del suolo nella Bocca di Lido misurate nel 2008-2009 attraverso l'analisi interferometrica su immagini TerraSAR-X. Valori negativi sono gli abbassamenti quelli positivi i sollevamenti



a) Dettaglio dei movimenti medi misurati in corrispondenza della "tura" (porto-canale) e b) serie temporale di 3 PS (frequenza di acquisizione 11 giorni).

MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI ALLE BOCCHE

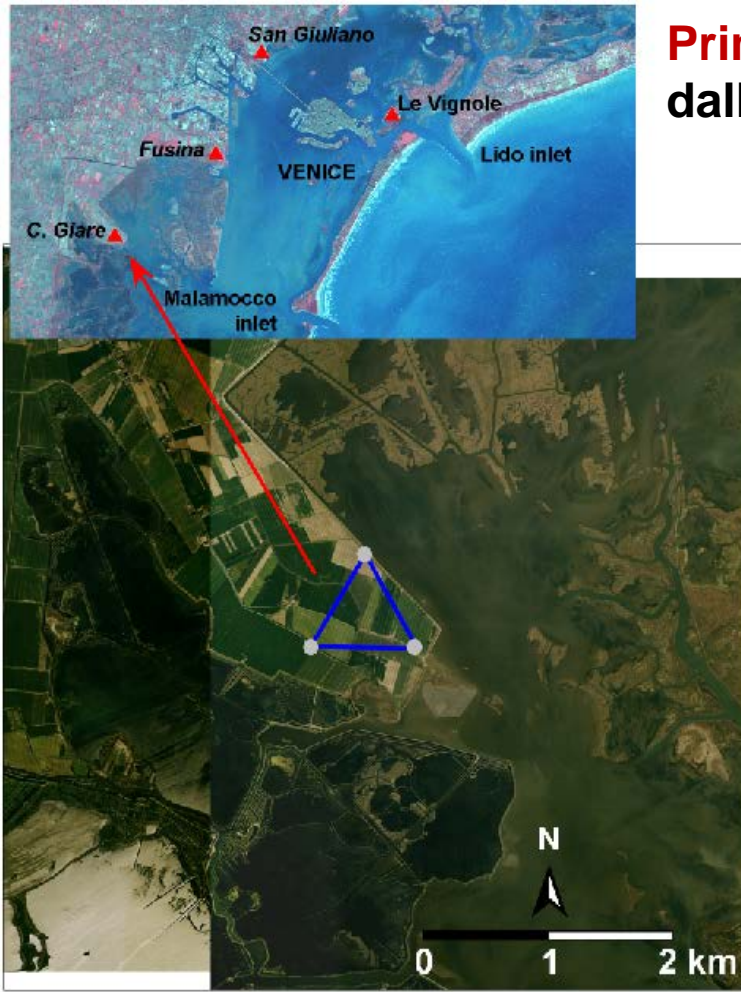


Bocca di Malamocco: serie temporale delle variazioni altimetriche due PS ottenuta con dati ENVISAT (2003-2007) e TerraSAR-X (2008-2009)

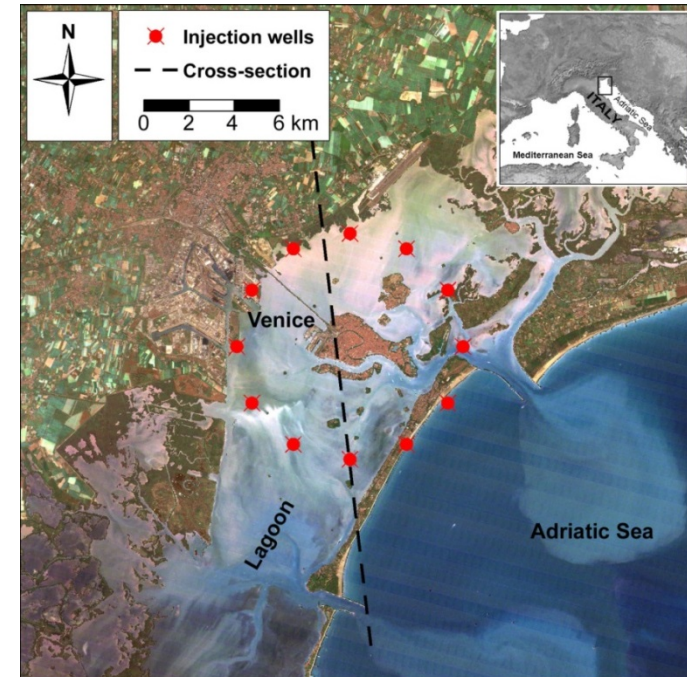


VALUTAZIONE DI UN PROGETTO DI INIEZIONE D'ACQUA DI MARE IN ACQUIFERI PROFONDI SALATI

Prima fase: progetto pilota in un sito lontano dalla città

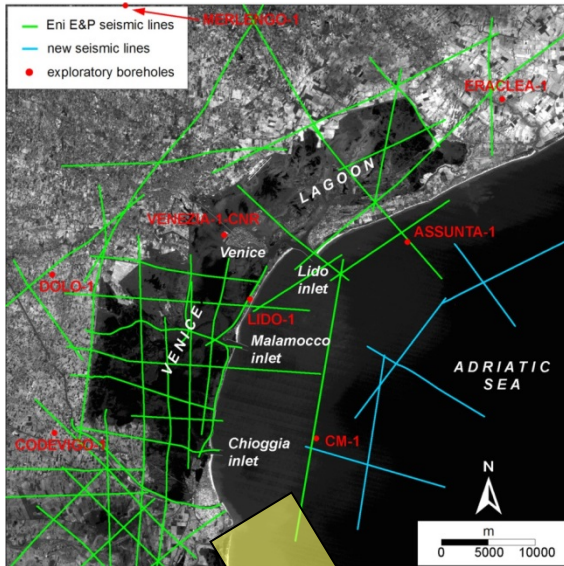


Seconda fase: progetto di ricarica di acquiferi profondi nell'intorno di Venezia

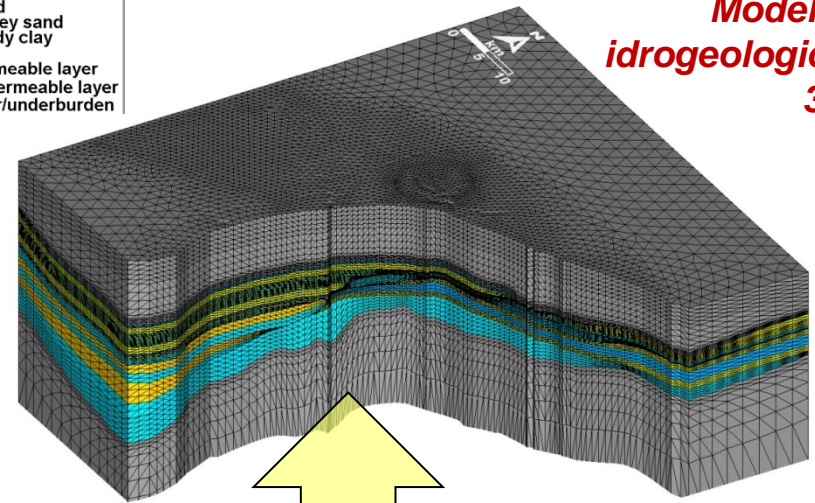




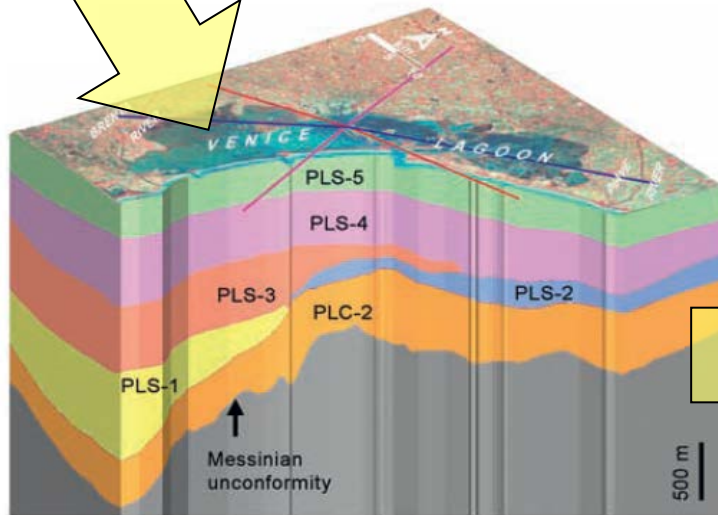
MODELLO 3D DEL SOTTOSUOLO LAGUNARE VENEZIANO



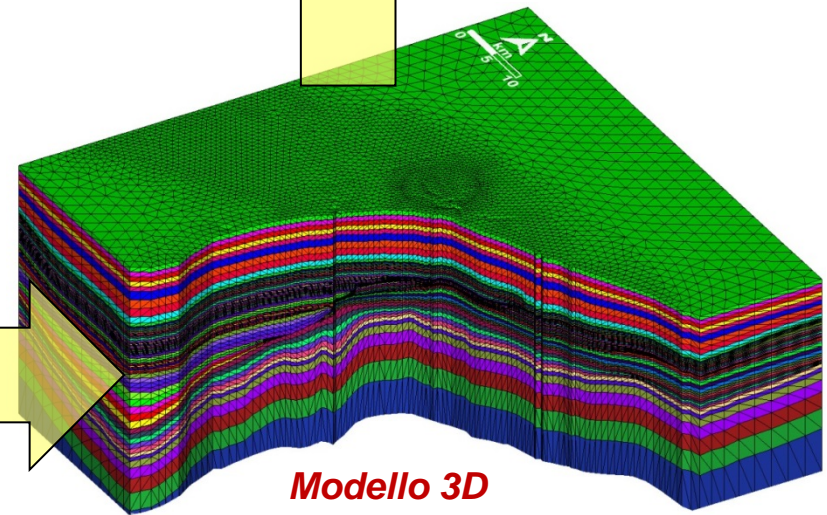
Acquisizioni geofisiche



Modello idrogeologico 3D



Modello geologico 3D

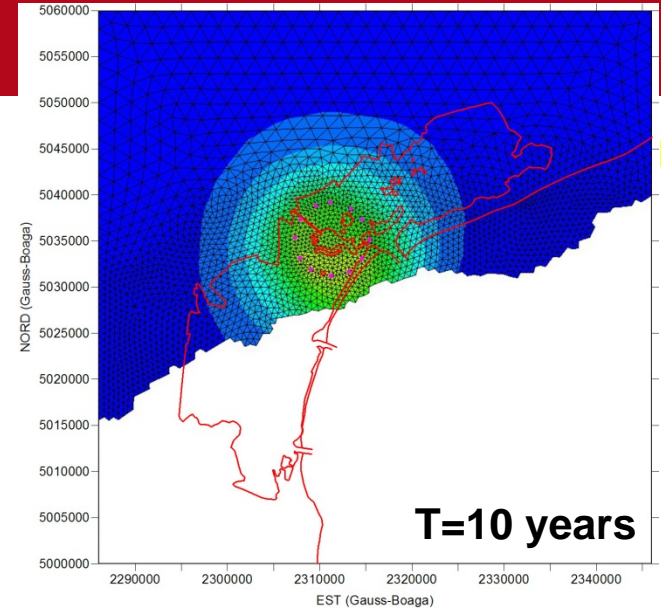
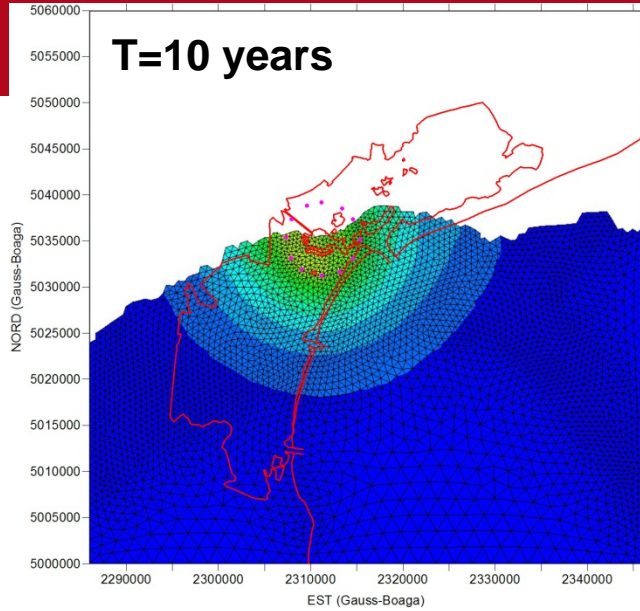


Modello 3D agli FE



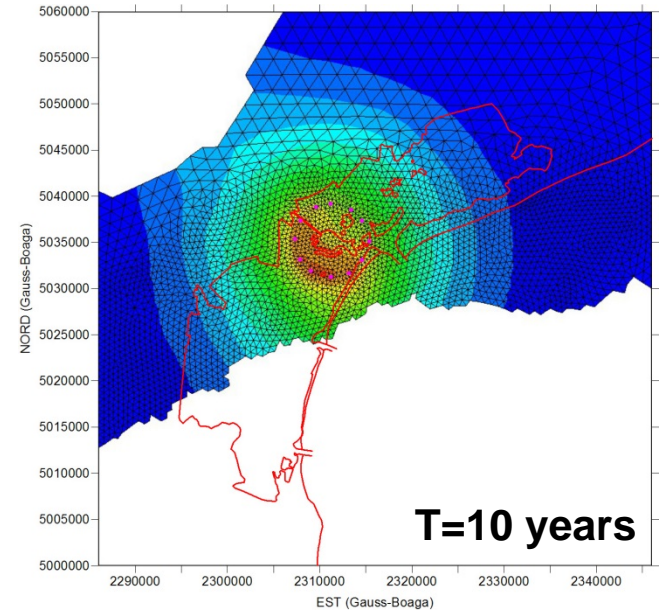
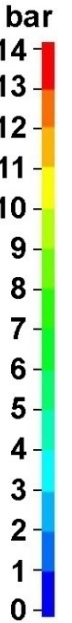
RISULTATI: EVOLUZIONE DELLA PRESSIONE

PLS-3b

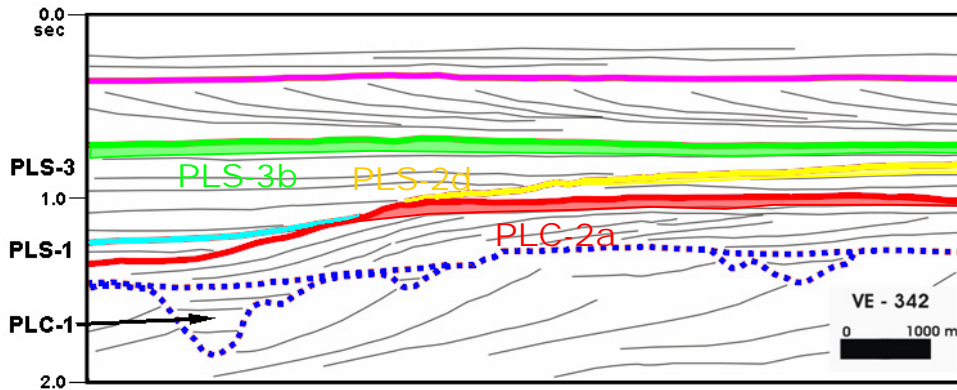


PLS-2d

Sovra-pressione (bar) in tre unità sabbiose



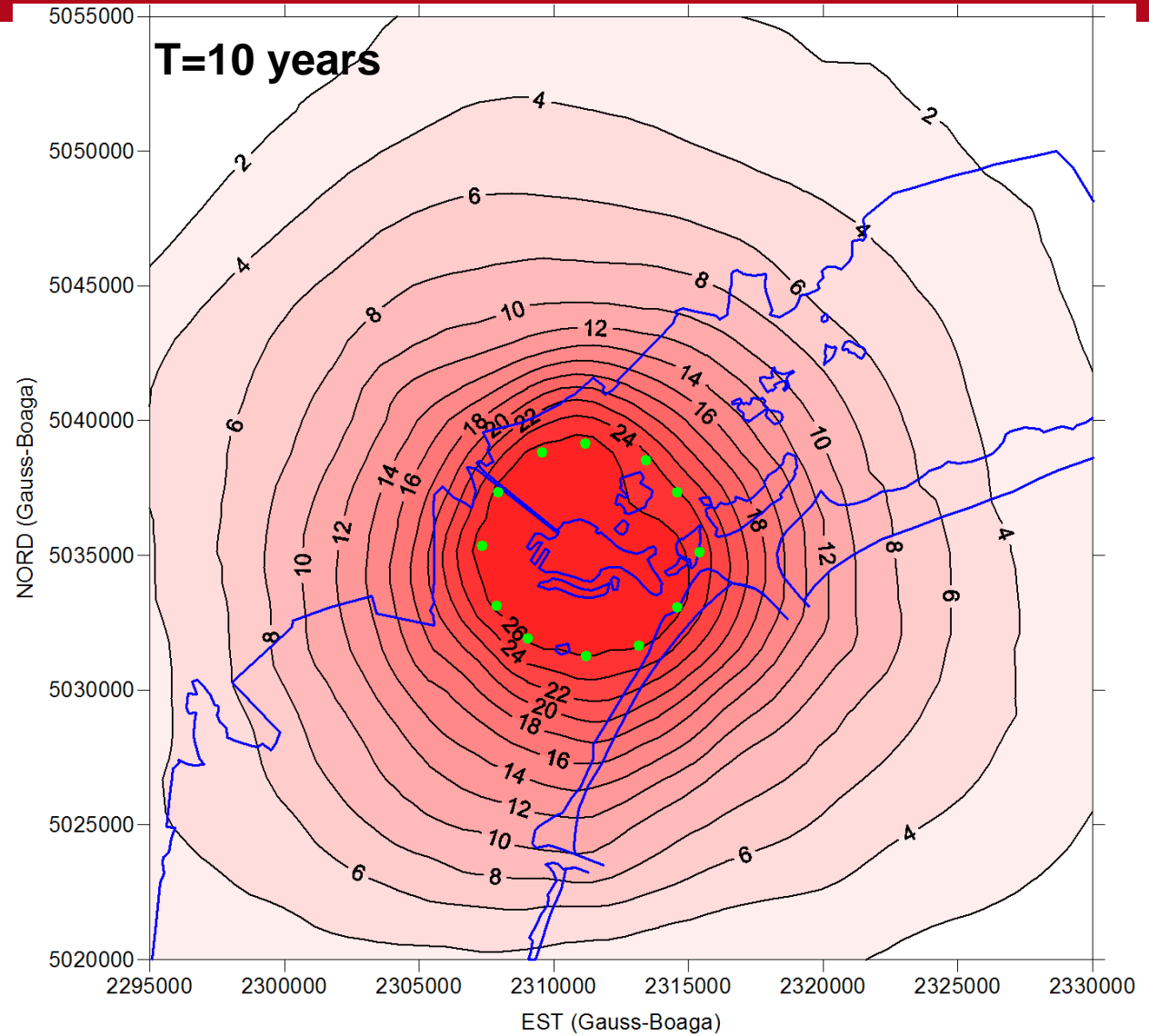
PLC-2a



PLS-5
PLS-4
PLS-3
PLS-2
PLS-1
PLC-1



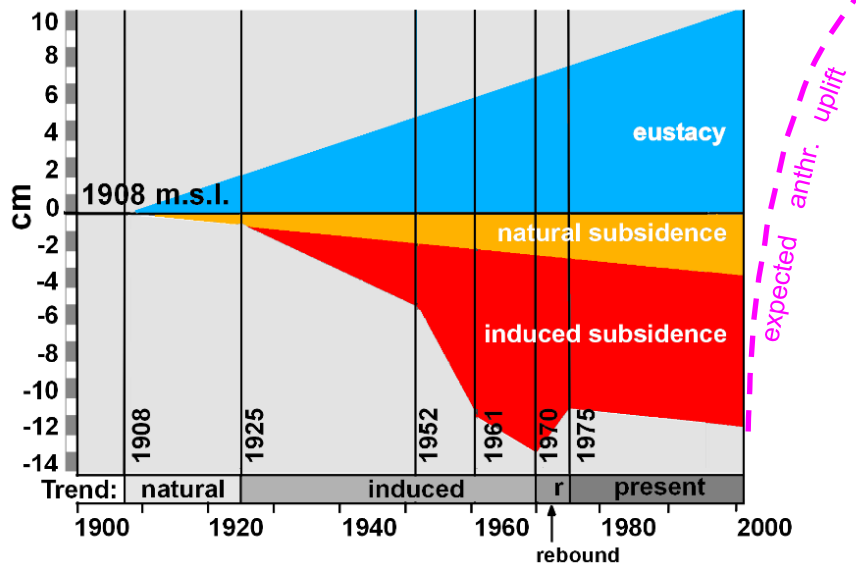
RISULTATI: INNALZAMENTO



Evoluzione nel tempo del sollevamento atteso

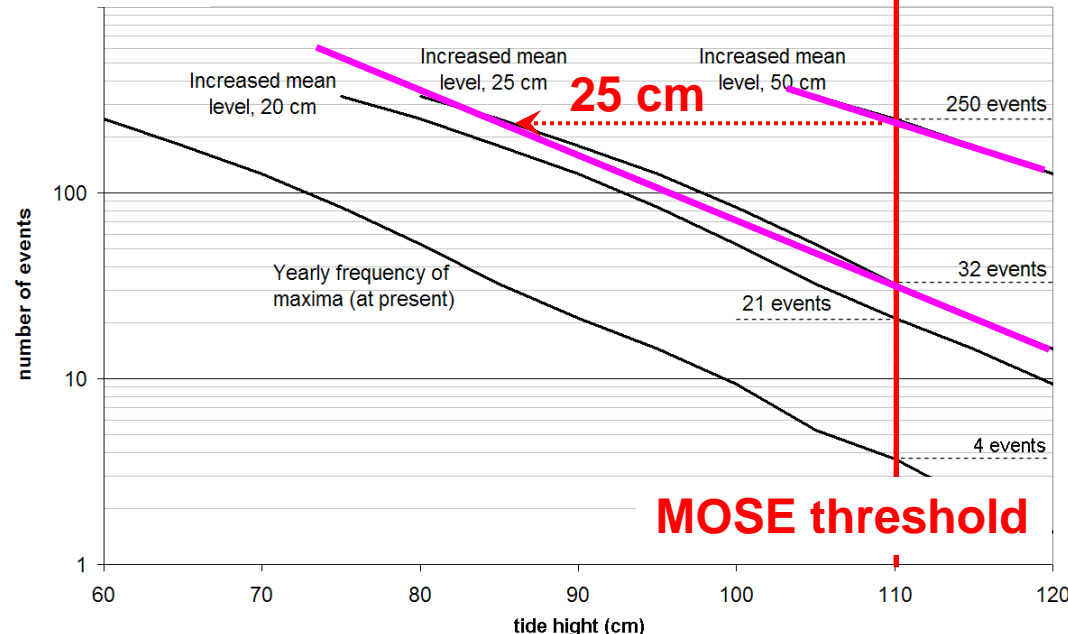


EFFETTO DELL'INNALZAMENTO SIMULATO CONTRO L'ACQUA ALTA



0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
loss of ground elevation (cm)
respect to the 1908 mean sea level

Numero di alte maree a Venezia maggiori di 110 cm dal 1872. Crescita della frequenza per diversi scenari di RSLR. L'effetto di un sollevamento di 25 cm è evidenziato dalla traslazione della line in rosa.



Andamento potenziale della Perdita di quota altimetrica di Venezia rispetto al medio mare considerando iun sollevamento atteso di 25 cm

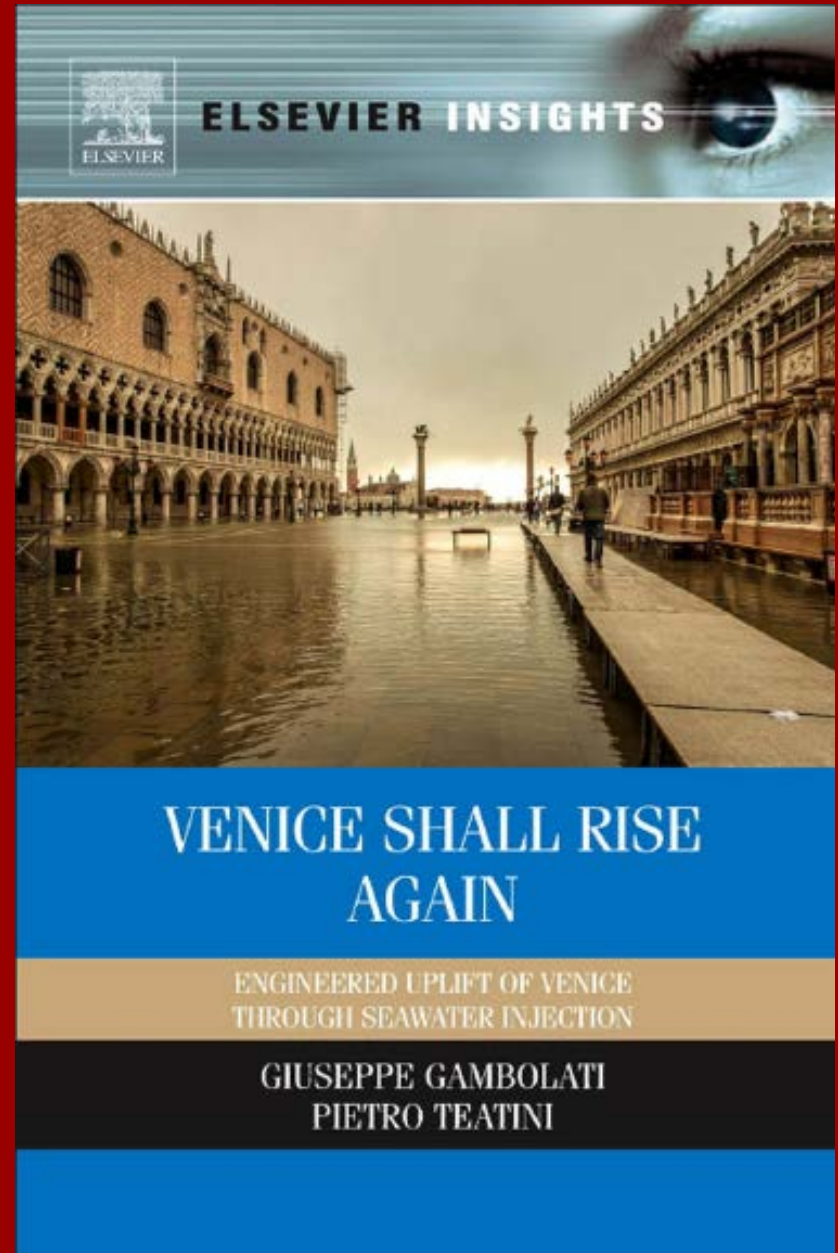
MOSE threshold



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Grazie

Comerati et al., EOS (2003), JGR (2004)
Castelletto et al., WRR (2008)
Gambolati et al., TN (2009)
Teatini et al., WRR (2010), WRR (2011)
Tosi et al., Sci.Rep. (2013)



<http://store.elsevier.com/product.jsp?isbn=9780124201484&pagename=search>