



3 febbraio 2023

«La difesa dalle acque alte della basilica di San Marco e dell'insula marciana»

L'impatto dei cambiamenti climatici sulla salvaguardia della Basilica e dell'insula marciana: risultati e avanzamento delle ricerche

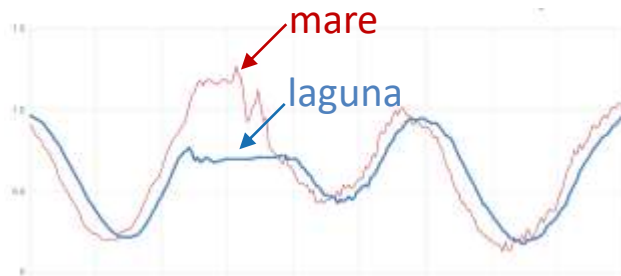


Pierpaolo Campostrini, direttore

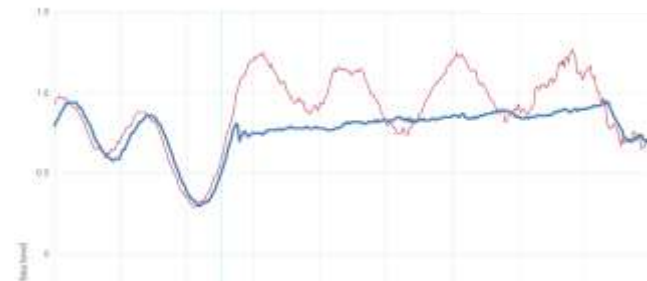


Un cambiamento epocale

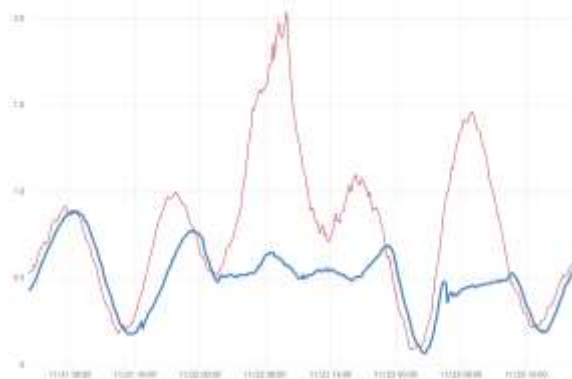
- 3 ott 2020 prima chiusura con differenza livelli mare-laguna



- 4-6 dic 2020 44h30' di chiusura continuativa



- 21- 23 /11/ 2022



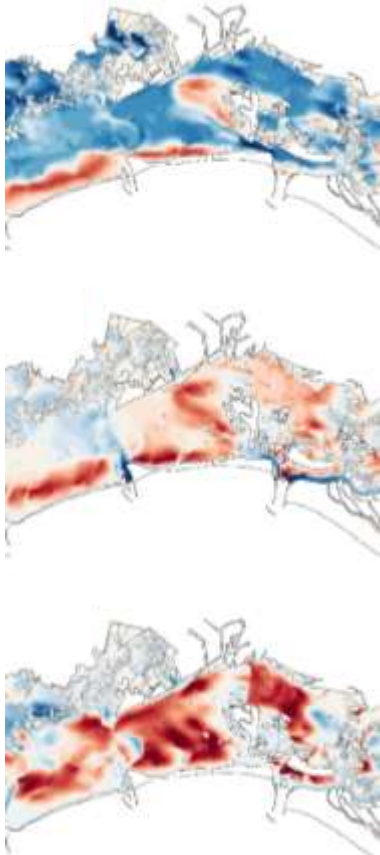
Risultati delle ricerche. La laguna regolata: «stato zero» ed effetti chiusure



- **Stato ecologico della laguna.**
- **Effetto delle chiusure del sistema MOSE su:**
 - le produzioni di molluschi bivalvi
 - l'idrodinamica dei tributari di acqua dolce
 - il processo di sedimentazione sulle barene
 - le specie ittiche sonifere
 - i danni potenziali in città causati dalle alluvioni
 - i pattern di erosione e deposito sedimentario a scala di laguna
 - i dislivelli interni alla laguna in condizioni di vento intenso
 - Ecc.

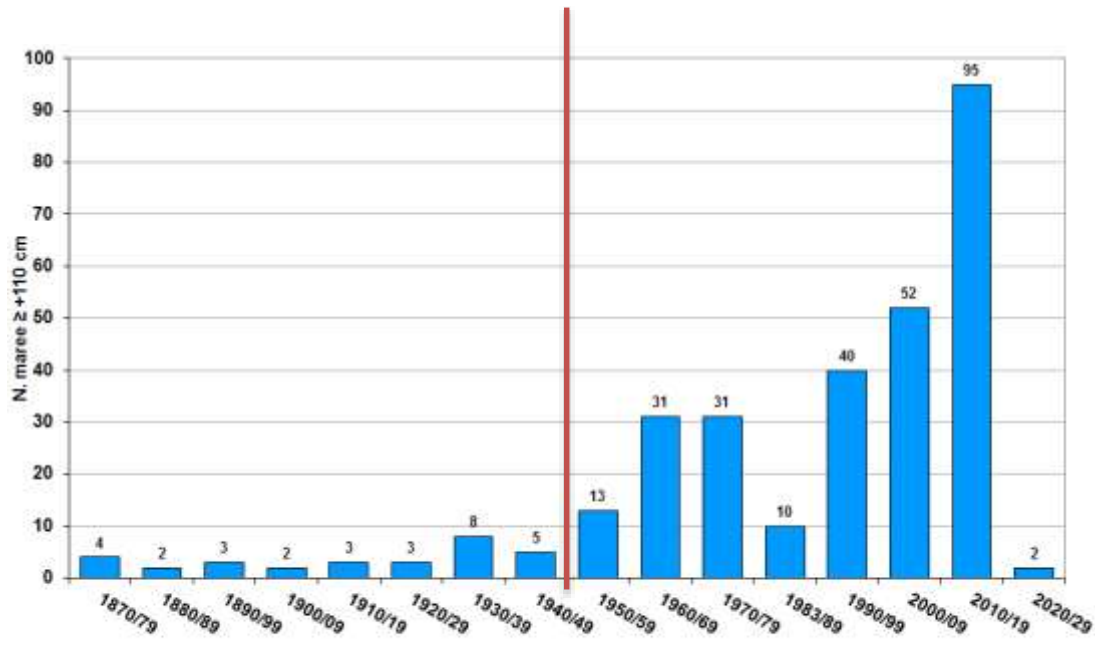


Risultati. Prevedere cosa accadrà in un contesto di cambiamento del clima



- Consumo dell'ossigeno disciolto per effetto del sedimento.
- Presenza del mercurio in laguna e produzione e rilascio di metilmercurio (MeHg) dal sedimento.
- Cambiamenti nell'ecosistema lagunare (biomasse, rete trofica) al 2050 in diversi scenari.
- Cambiamenti nei servizi ecosistemici della laguna di Venezia.
- Scenari di innalzamento del livello relativo del mare ed eventi estremi.
- Stima dell'impatto economico associato agli eventi alluvionali a Venezia
- Ecc.

~~...l'Acqua Alta a Venezia c'è sempre stata~~ **Non è vero**



Distribuzione decennale delle alte maree >= +110 cm registrate a Venezia, dal 1872 al 2021
 Ten-year distribution of high tides >= +110 cm recorded in Venice, from 1872 to 2021

Prima del secondo dopoguerra le acque alte erano 2 o 3 per decade

Prima della II guerra mondiale le acque alte **sopra i 130 cm** registrate sono state 2 su 49 occorse (sino al 2020) e di esse ben 42 si sono verificate negli anni successivi al 1978, 16 negli anni dal 2010-2020

La Basilica è stata costruita quando il l.m.mare era circa 1,5 metri più basso dell'attuale

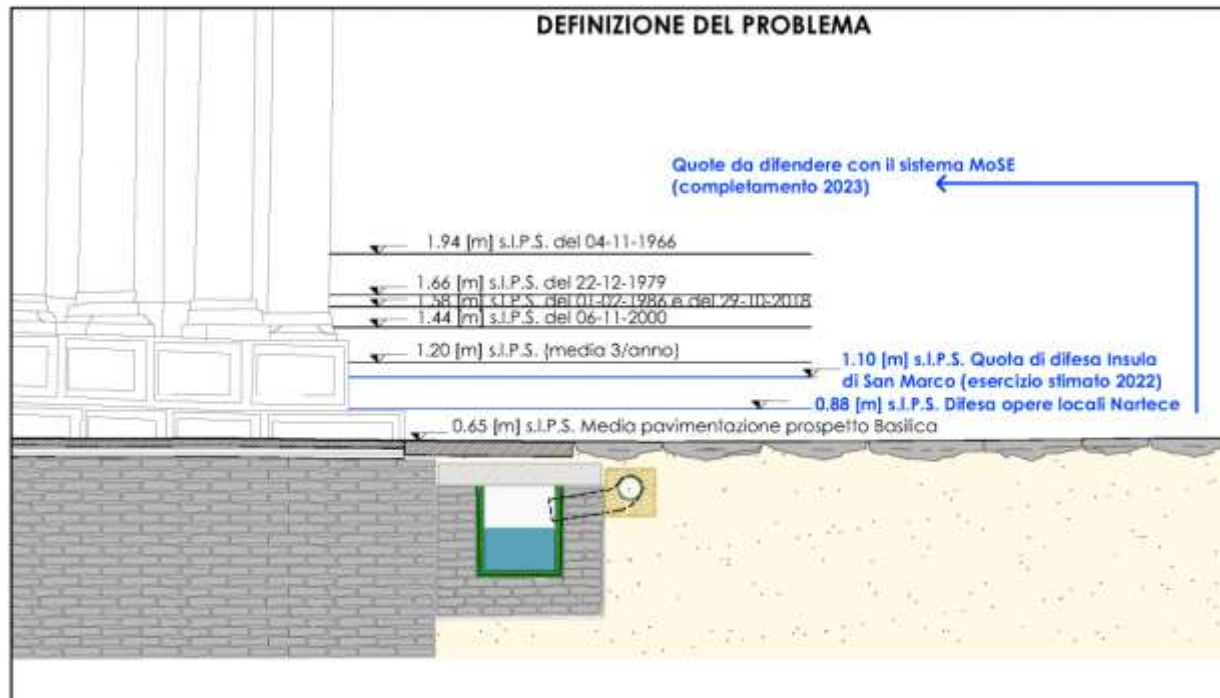
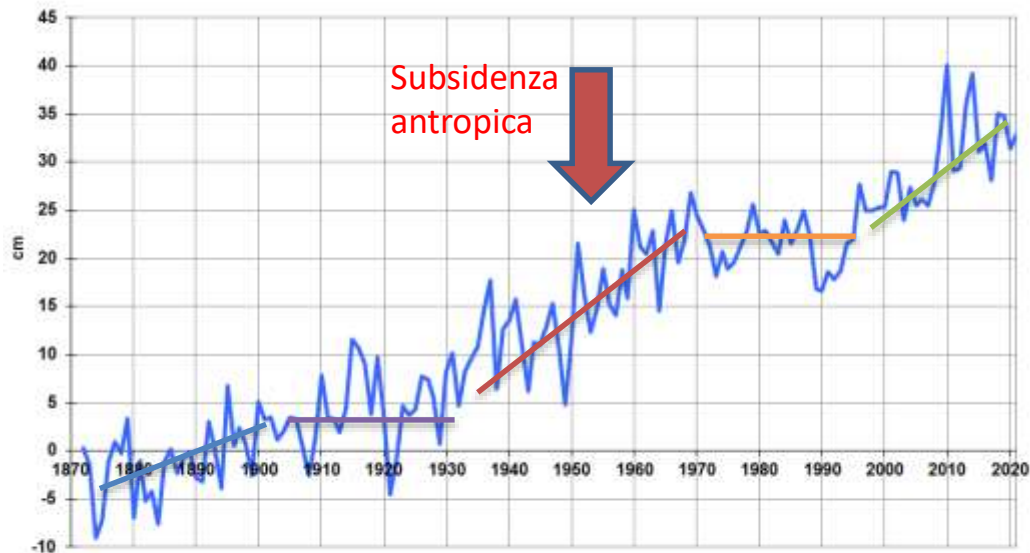


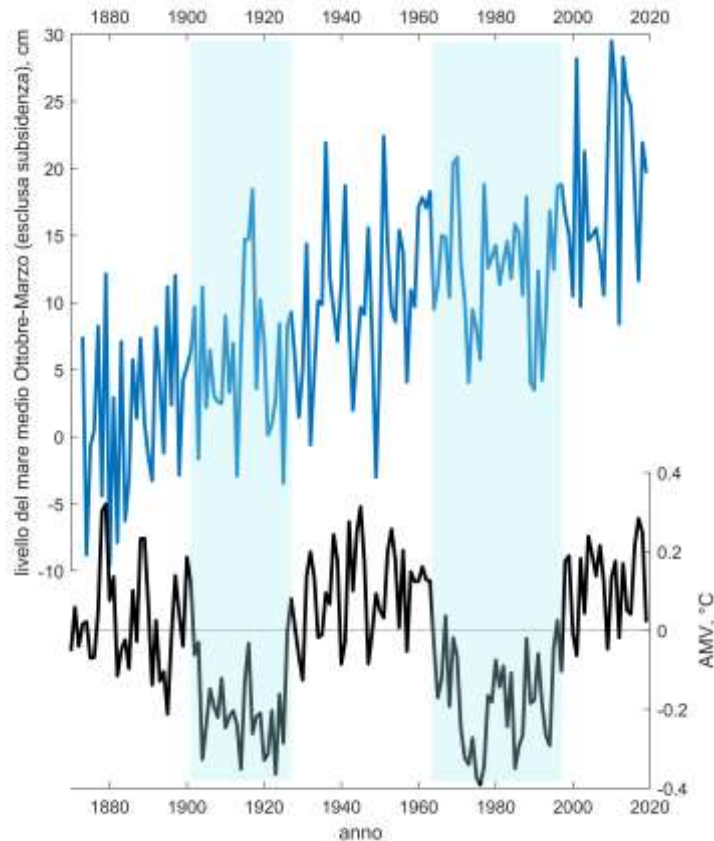
Tavola Studio Rinaldo

La risalita del l.m. mare: un fenomeno complesso



Variatione del livello medio del mare a Venezia dal 1872 al 2021
(Changes of the mean sea level in Venice, from 1872 to 2021)

Togliamo la subsidenza e vediamo possibili correlazioni (statistica)



- **connessione stabile negli ultimi decenni tra variazioni nel trend del livello del mare a Venezia e nel Nord Atlantico**, dove vi è una forte variabilità interdecadale nella temperatura superficiale dell'oceano descritta tramite il fenomeno noto come Atlantic Multidecadal Variability (AMV).
- **Fasi fredde dell'AMV sono associate a periodi in cui il livello del mare a Venezia è più stabile** (ovvero con minor innalzamento)
- Quali sono le possibili implicazioni di un'imminente transizione dell'AMV dall'attuale fase calda ad una fase fredda?

Earth and Space Science

RESEARCH ARTICLE
10.1029/2022EA002494

Key Point:

- The historical rate of sea-level rise in

Is the Atlantic a Source for Decadal Predictability of Sea-Level Rise in Venice?

D. Zanchettin¹, S. Rubinetti^{1,2}, and A. Rubino¹

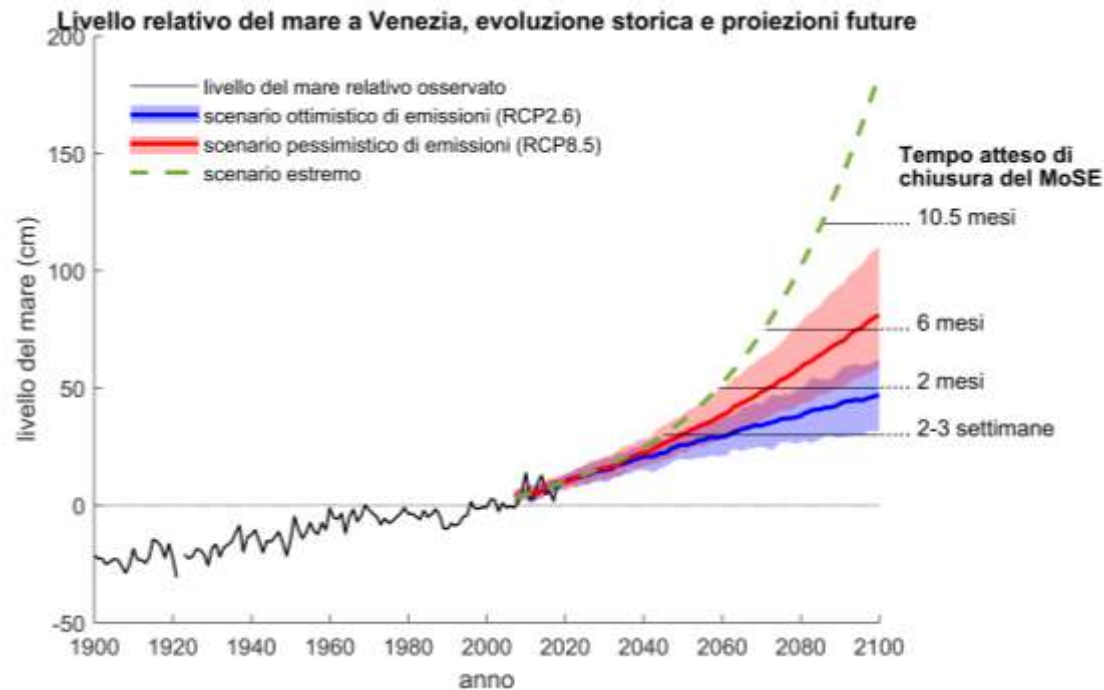


Conseguenze per Venezia nei diversi scenari globali di emissioni

Chiudere le bocche per un totale di 504 ore all'anno (3 settimane) è **assai poco probabile** entro i prossimi 25 anni (anche nello scenario pessimistico), ma è **virtualmente certo** a fine secolo, anche nel caso di piena attuazione del Paris Agreement (scenario ottimistico)

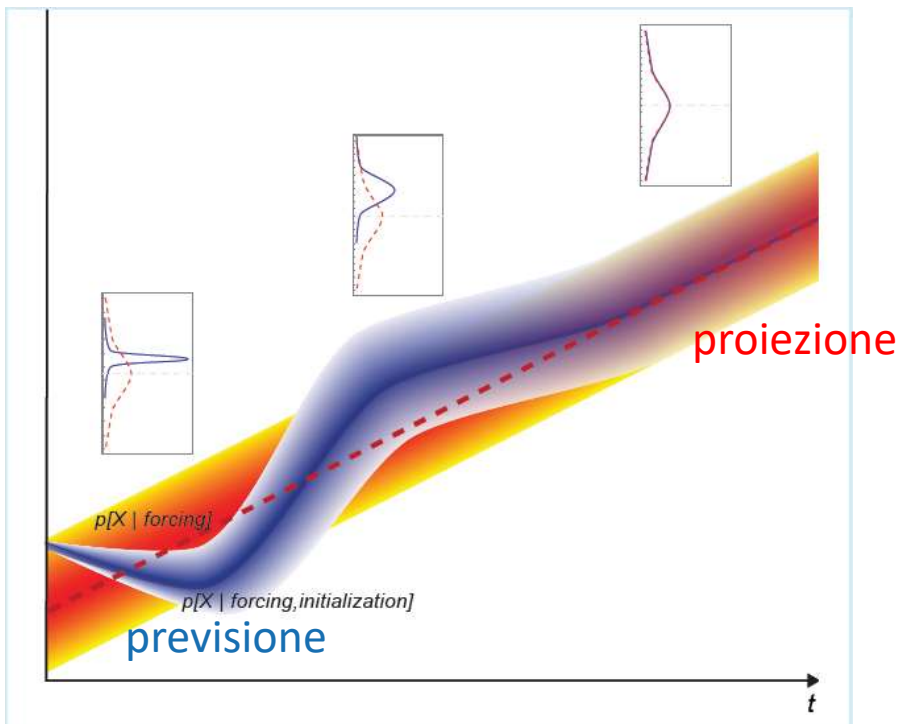
A fine secolo, per lo scenario ottimistico, chiudere le bocche per 2 mesi all'anno è una possibilità concreta (50%). Per lo scenario pessimistico, ciò è virtualmente certo ed è probabile risulti la necessità di chiudere le bocche per almeno 6 mesi all'anno.

Lo scenario "worst case" indica addirittura che le barriere potrebbero dover rimanere permanentemente chiuse, a fronte di proiezioni dell'incremento del livello relativo del mare di oltre 180 cm



Per il futuro: comunicare l'incertezza

- Non è detto che se i prox anni avremo un incremento minore le cose andranno meglio a fine secolo
- Non è detto che chi la spara più grossa sia più conservativo
- «rightsizing»: fare oggi avendo in mente il futuro
- Superare la logica del o/o, siamo in una «learning phase»: imparare a gestire per scegliere il paradigma futuro



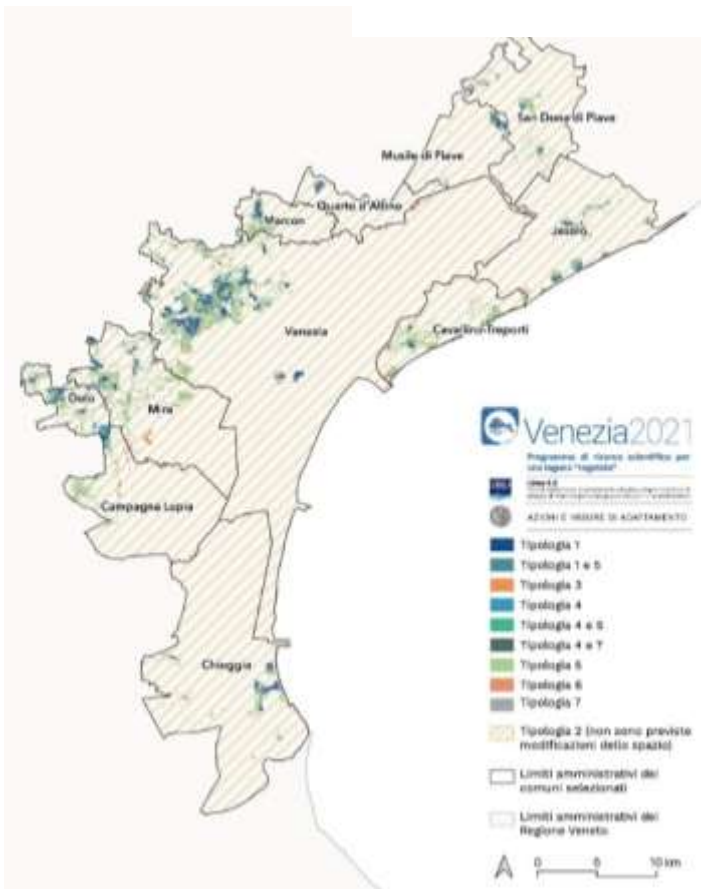
Strategie di intervento

per la salvaguardia del patrimonio architettonico

- a. Quadro conoscitivo del paesaggio lagunare e relativa mappatura dal punto di vista ambientale e climatico, socio-economico e di *governance*.
- b. Quadro conoscitivo del rapporto architettura, beni culturali, ambiente. Valutazione quantitativa su casi di studio della **distribuzione di umidità e contenuto di sali solubili** in range temporale di oltre 30 anni e integrazione di database sull'entità del processo di umidità di risalita a Venezia.
- c. Modelli ed indicatori per valutazioni di vulnerabilità. Analisi a scala architettonica della vulnerabilità per Palazzo Malipiero e Casa Bizantina, con caratterizzazione dei materiali, forme di degrado e dissesto, lettura stratigrafica e interventi pregressi rilevati. → **Set di indicatori multidisciplinari condivisi dello stato di conservazione**.
- d. Definizione del **piano di monitoraggio e controllo**. Realizzazione di metodologie non invasive, economiche e «smart» per il monitoraggio del processo di risalita capillare nelle murature: rilevazione dell'umidità con sistemi a resistenza, a capacitanza e a microonde, associate a immagini raccolte con Termocamera



Piano di adattamento della laguna di Venezia e della Città Metropolitana



Piano di adattamento territoriale, che indica misure, azioni e politiche che possono e devono essere messe in atto per mitigare gli impatti del cambiamento climatico come l'eccesso d'acqua (inondazioni, allagamenti, bombe d'acqua, ecc.) e le possibili ondate di calore. In questo modo il territorio potrà dirsi adattato alle diverse condizioni climatiche future.

Carta Azioni e Misure del Piano di adattamento territoriale. (Tipologia 1: arredo urbano; Tipologia 2: comunicazione e sensibilizzazione; Tipologia 3: gestione dei rischi; Tipologia 4: gestione delle acque; Tipologia 5: greening urbano; Tipologia 6: protezione della costa; Tipologia 7: superfici fredde).



Il «sistema MOSE», che include le barriere e l'impermeabilizzazione della piazza rappresenta una **misura di adattamento al Sea Level Rise** che salva la città dai deleteri effetti delle inondazioni ricorrenti (obbiettivo raggiunto!) ed insieme comincia una **esperienza nuova di "laguna regolata"**. Bisogna completare gli interventi in città.

È stato svolto nel 2019-2021 un **grande progetto integrato** multi-Enti e multi-discipline, che fornisce **risultati inter-disciplinari coerenti**. Le ricerche hanno sviluppato **nuova conoscenza** di grande qualità, confrontata a livello internazionale e validata dalle pubblicazioni referate. **Sappiamo da dove si parte**.

Per il futuro, grazie a Venezia2021, si propongono non solo **nuove metodiche** sperimentate, ma anche un **nuovo sistema integrato di osservazioni e modelli matematici validati**, in grado di fornire gli elementi essenziali di *nowcasting* e di *forecasting*, a breve e a medio-lungo termine. La sfida è quella di **gestione consapevole, sostenibile ed adattativa** non solo del sistema MOSE, ma anche dell'intero insieme città-laguna.

Ciò permetterà anche di cominciare a **pensare oggi agli ulteriori interventi** che dovranno essere progettati e realizzati, prima della fine del secolo corrente, per fare fronte ai diversi effetti del cambiamento del clima.

....Prima era così anche d'estate



Grazie dell'attenzione