

SCIENZA E POLITICA PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

Paolo Cescon¹, Andrea Gambaro^{2,*}, Davide Zanchettin³

¹Istituto Scienze Polari – CNR, Venezia-Mestre

²Università Ca' Foscari, Venezia e Istituto Scienze Polari – CNR, Venezia-Mestre

³Università Ca' Foscari, Venezia

Sommario

Venezia è un luogo iconico ed un paradigma di beni storici e culturali di immenso valore a rischio. Le inondazioni ricorrenti a cui è soggetto il centro storico rappresentano il sintomo più dibattuto della fragilità di Venezia, ma la città e l'ecotono lagunare che la circonda sono soggetti a vari pericoli ambientali, dall'inquinamento al sovrasfruttamento delle risorse naturali alla pressione turistica. Questo contributo si prefigge di illustrare come, a Venezia, l'alleanza tra Scienza e Politica si sia dimostrata fondamentale per affrontare le numerose crisi ambientali in cui la città è incorsa sin dalla metà del secolo scorso. A questo scopo, l'interconnessione tra interventi legislativi e iniziative scientifiche a partire dagli anni '80 del secolo scorso sono analizzati, con particolare attenzione all'innalzamento del livello relativo del mare e al progressivo peggioramento delle statistiche riguardanti gli episodi di mareggiata (gli eventi di "acqua alta"), una minaccia che ci si attende peggiori nel corso di questo secolo e contro la quale è recentemente diventato operativo un sistema protettivo basato su barriere mobili, il MoSE. Guardando oltre a Scienza e Politica, l'opinione pubblica è in grado di far riverberare la discussione su qualsiasi evento che riguarda Venezia, talora con una eco mediatica globale. Pertanto, gli autori discutono come la strada dell'alleanza tra Scienza e Politica a Venezia, se percorsa con chiarezza e rigore, potrebbe assumere una valenza storica per le grandi sfide future alle quali il pianeta e l'umanità stanno andando incontro.

Parole chiave: *laguna di Venezia, Ricerca Scientifica, Gestione Ambientale, Cambiamenti Climatici, Acqua Alta.*

SCIENCE AND POLITICS FOR THE SAFEGUARDING OF VENICE

Abstract

Venice as an iconic place and a paradigm of immense historical and cultural values at risk. The recurrent flooding of the city center is the most debated symptom of the frailty of Venice, but the city and the surrounding lagoon are subject to several environmental hazards, from pollution to exploitation of natural resources to tourism overpressure. This article aims at illustrating how the alliance between Science and Politics in Venice was fundamental to tackle the various environmental crises the city has been facing since the mid-20th century. To this purpose, the intertwining between legislative interventions and scientific initiatives since the 1980s is analyzed, with a special focus on the answers that Science and Politics has provided to the issues posed by the relative sea-level rise and worsening of flooding statistics ("acqua alta"), a threat that is expected to continue to grow through this century and against which a protective system based on mobile barriers – the MoSE – has recently become operative. Beyond Science and Politics, public opinion is capable to reverberate the discussion on any event in Venice, sometimes with a global mediatic echo. The authors thus discuss how the alliance between Science and Politics in Venice, if kept transparent and rigorous, could achieve a historical value for the grand challenges our planet and humanity are undergoing.

Keyword: *Venice Lagoon, Scientific Research, Environmental management, Climate change, Acqua alta.*

IdA



Per info: via Torino, 155 – 30172 Venezia-Mestre, Italia
gambaro@unive.it

Ricevuto il 9-9-2022; Correzioni richieste il 22-9-2022;
Accettazione finale il 5-10-2022.

Introduzione

Venezia e la sua laguna rappresentano un'importante realtà ambientale, urbana e industriale e nel corso della loro storia hanno sempre svolto un ruolo fondamentale nello sviluppo culturale ed economico dell'area mediterranea. L'estrema complessità e fragilità dell'ecosistema lagunare veneziano e la sua convivenza con gli insediamenti umani hanno da sempre focalizzato l'attenzione della Politica e stimolato l'interesse della Scienza per garantirne la sopravvivenza e lo sviluppo.

La laguna di Venezia rappresenta quindi un esempio molto significativo nello studio del rapporto Scienza-Politica perché riferito ad un importante sistema produttivo e ad un ecosistema ambientale di transizione in continua evoluzione. Queste due realtà necessitano di una forte comprensione scientifica ed un altrettanto forte gestione politica.

Cescon e Barbante (2021) hanno indagato la collaborazione tra Scienza e Politica per affrontare le grandi crisi ambientale e climatica che attualmente minacciano il nostro pianeta. In questo lavoro viene presa in considerazione la stessa collaborazione per affrontare la salvaguardia del sistema naturale e produttivo, la conservazione di beni culturali, la difesa e la promozione della qualità ambientale di Venezia e della sua laguna.

La laguna di Venezia (Fig. 1) è un ecotono, un ambiente di transizione in continua evoluzione, minacciato da fenomeni noti quali l'acqua alta, le variazioni del livello relativo del mare, la contaminazione dei sedimenti. Venezia è preservata da secoli praticamente inalterata in un labile equilibrio mantenuto contrastandone l'evoluzione naturale tramite numerosi interventi antropici. Anche per questo, l'UNESCO ha incluso Venezia e

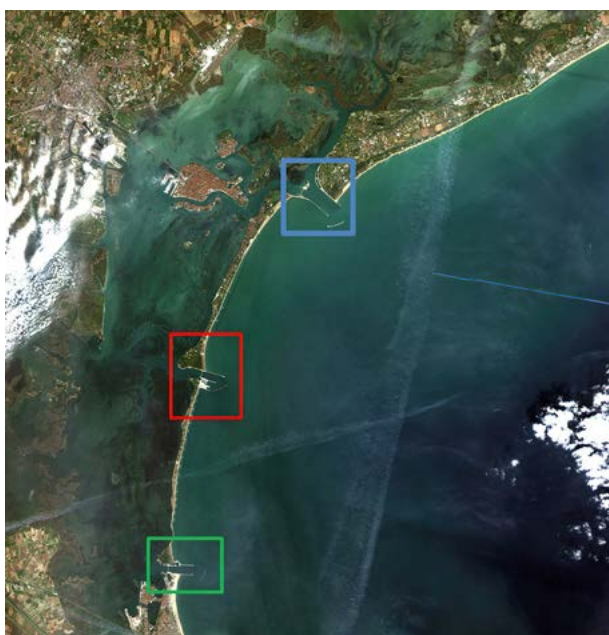


Figura 1. Laguna di Venezia con indicate le bocche di porto.

la sua laguna nella propria lista di patrimoni universali dell'umanità già nel 1987 come simbolo della "lotta vittoriosa dell'Uomo contro gli elementi, rimarcando il suo dominio su una natura ostile".

Su questa realtà e sulla sua gestione il dibattito è talvolta molto acceso per la presenza di movimenti di opinione pubblica molto attivi (es. dibattito sulla questione della morfologia lagunare) e per la eco mediatica a scala globale che suscitano i grandi fatti che avvengono in città. Un esempio recente, in grado di risvegliare prepotentemente il senso di vulnerabilità di questo sito legata a quei "cambiamenti naturali e climatici irreversibili" già menzionati dall'UNESCO, è la successione di eventi di acqua alta del Novembre 2019, che ha incluso 15 eventi oltre i 110 cm di cui 4 oltre i 140 cm e un picco di 189 cm, secondo solo al livello record del 1966 (vedasi Tabella 1).

In questo studio, al fine di valutare gli interventi della Scienza e della Politica mirati alla soluzione dei problemi, verranno presi in considerazione le tematiche della qualità delle acque, dei sedimenti e dell'innalzamento relativo del mare causato da subsidenza e cambiamenti climatici.

Nel secolo scorso agli scarichi urbani da sempre immessi in laguna per la mancanza di fognature pubbliche si sono aggiunte le immissioni derivanti dallo sviluppo del polo industriale di Marghera e le acque reflue provenienti dall'entroterra. Queste hanno determinato un notevole apporto di inquinanti industriali e agricoli e la conseguente contaminazione delle acque e dei sedimenti lagunari. Il traffico marittimo sia turistico che industriale collegati al Porto e al Polo Chimico di Marghera e l'attività di pesca hanno subito, inoltre, un forte incremento. Di fronte a queste forti pressioni antropiche, alla necessità di adeguamento della legislazione ambientale e all'attenzione del mondo della cultura internazionale, le forze politiche hanno reagito assumendo provvedimenti legislativi a favore della salvaguardia della città. Il mondo della ricerca scientifica italiana e internazionale, invece, ha avviato iniziative di studi e ricerca tese ad acquisire conoscenze da mettere a disposizione delle istituzioni e della Politica per risolvere i problemi complessi di Venezia.

Interventi legislativi e iniziative scientifiche

A metà degli anni '80 il Comune di Venezia approvò il progetto per la realizzazione dell'impianto di depurazione consortile delle acque di scarico industriali e di quelle civili in seguito al lavoro di analisi e di studio dell'inquinamento delle acque lagunari. In quest'ottica e anche a seguito dell'alluvione di Venezia nel 1966



Figura 2. Acqua alta in Piazza San Marco, Venezia.

(Fig. 2) il Governo italiano approvava la legge 1973, n. 171, alla quale seguirono i provvedimenti legislativi L. n. 798/1984 e L. n. 380/1991 che costituiscono la *Legge Speciale per Venezia*. Venivano indicati obiettivi strategici, procedure e competenze delle Istituzioni Pubbliche. All'articolo 1 della legge 1973, n. 171 si afferma che *“La salvaguardia di Venezia e della sua laguna è dichiarata problema di preminente interesse nazionale. La Repubblica garantisce la salvaguardia dell'ambiente paesistico, storico, archeologico ed artistico della città di Venezia e della sua laguna, ne tutela l'equilibrio idraulico, ne preserva l'ambiente dall'inquinamento atmosferico e delle acque e ne assicura la vitalità socioeconomica nel quadro dello sviluppo generale e dello assetto territoriale della Regione”*.

Allo scopo di assicurare il raggiungimento degli obiettivi la Legge Speciale avviava alcune importanti iniziative, fra le quali la istituzione della Commissione di Salvaguardia di Venezia (art. 5 della legge 16 aprile n. 171, 1973) che esprime pareri vincolanti su interventi in ambito lagunare e il Comitato di Indirizzo Coordinamento e Controllo (detto Comitato Misto) (ex art. 4 Legge Speciale per Venezia 798, 1984) per l'attuazione di interventi previsti dalla medesima legge.

Anche alla luce degli importanti investimenti per la realizzazione delle opere per la protezione di Venezia dalle acque alte, con D.P.C.M. del 13/2/2004 veniva costituito l'Ufficio di Piano, organo tecnico collegiale di supporto al Comitato Misto ex art. 4 L.798/84 allo scopo di garantire lo sviluppo sistematico delle attività di salvaguardia di Venezia e della sua laguna. Questo

organo è inoltre chiamato ad esprimere pareri e formulare proposte di indirizzo su tematiche specifiche di competenza del Comitato Misto. L'Ufficio di Piano è composto da 12 esperti nazionali e internazionali di riconosciuta competenza ed esperienza nel campo della ricerca scientifica. Nel periodo di attività l'Ufficio ha affrontato e approfondito numerose tematiche riguardanti Venezia e la sua laguna rilasciando un significativo numero di documenti e rapporti destinati al Comitato Misto e alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

In considerazione dei problemi da risolvere dovuti al mantenimento dell'ecosistema lagunare veneziano e al recupero della qualità dell'ambiente della laguna, senza dimenticare i problemi socioeconomici legati al turismo e al Polo Industriale di Marghera, il decisore politico da subito stabilì che l'operatività dei due organismi istituiti dalla Legge Speciale venisse supportata dalla presenza di autorevoli membri appartenenti al mondo scientifico e politico. Nella Commissione di Salvaguardia venne quindi inserito un rappresentante del CNR, designato dal Ministero della Ricerca Scientifica, e il Ministro della Ricerca Scientifica nel Comitato Misto.

La Politica ha inoltre supportato, in modo chiaro e concreto, gli investimenti necessari alle attività di ricerca per la conservazione della città. Tali finanziamenti si sono resi necessari per l'approfondimento dei problemi geofisici, idraulici, ecologici, di inquinamento, paesaggistici e socioeconomici utili per lo sviluppo di tecnologie e metodologie di intervento adeguati a garantire il futuro di Venezia e della sua laguna. A tal riguardo, per affrontare una tale complessità mediante un approccio interdisciplinare, il Murst (Ministero dell'Università, della Ricerca Scientifica e Tecnologica) ha finanziato alla fine degli anni '90 il programma scientifico *La ricerca scientifica per Venezia – il progetto sistema lagunare veneziano* al quale hanno partecipato le Università Iuav e Ca' Foscari di Venezia, l'Università di Padova, il Consiglio Nazionale delle Ricerche ed altre istituzioni scientifiche nazionali e straniere. I risultati sono stati oggetto di approfondimento in sede scientifica e pubblicati nel 2000 a cura dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti. Questa è stata un'importante iniziativa a favore dello sviluppo di conoscenze scientifiche nello studio dell'ambiente lagunare e di aspetti culturali e socio-economici di Venezia (Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, 2000).

In continuità con questa iniziativa il Comitato Misto (ex art.4 della Legge Speciale per Venezia n.798/84) ha istituito nel 1998, su indicazione del MIUR, il *Consorzio di Coordinamento delle Attività di Ricerca in Laguna-CORILA* con la partecipazione di IUAV, Uni-

versità Ca' Foscari Venezia, Università di Padova, CNR e OGS dedicato alle problematiche specifiche del sistema lagunare veneziano quali: economia e aspetti sociali, architettura e beni culturali, processi ambientali, gestione dei dati. Corila coordina attività di ricerca scientifica grazie a finanziamenti nazionali della Legge Speciale, internazionali ed europei. Oltre all'attività di ricerca Corila ha effettuato indagini di monitoraggio per conto del Magistrato alle Acque di Venezia ed altre importanti attività scientifiche riguardanti la laguna, alcune ancora in corso come quelle riguardanti i cambiamenti climatici. L'attività di coordinamento scientifico delle ricerche in laguna svolte da Corila ha evitato la dannosa frammentazione di programmi e inutili sovrapposizioni. La scelta politica di istituire questo organismo è stata sicuramente opportuna e i risultati scientifici ottenuti sono considerevoli, come dimostrato dal significativo numero di pubblicazioni su riviste scientifiche qualificate, e consentono di sviluppare avanzate metodologie per la programmazione, il controllo, la gestione della salvaguardia di Venezia.

MoSE e proiezioni climatiche

L'idea del MoSE – acronimo di “Modulo sperimentale elettromeccanico”, ovvero il sistema di barriere mobili per la protezione della città dall'*acqua alta* (Fig. 3) – risale al 1979, quando la Commissione denominata dei “Sette Saggi”, formata da autorevoli esperti internazionali e nominata dal Ministro dei Lavori Pubblici con lo scopo di redigere uno studio di fattibilità per la difesa di Venezia dall'*acque alte* a seguito dell'evento record di *acqua alta* del 1966 (vedasi Tabella 1, a pagina seguente), individua in un sistema protettivo basato su barriere mobili in grado di intercludere temporaneamente la laguna rispetto al mare la soluzione in grado di salvaguardare la laguna dall'*acqua alta* soddisfacendo al contempo le esigenze della portualità.

Vincoli paesaggistici spinsero poi verso barriere a scomparsa, quindi al MoSE. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici approva lo studio di fattibilità il 27 Maggio 1982, riconoscendo che il progetto dovrà tenere conto che a causa di fenomeni quali l'innalzamento del livello relativo del medio mare, “l'accrescimento della frequenza di chiusura delle bocche per il livello scelto (m. 1,10) potrebbe risultare incompatibile con le esigenze di navigazione”. A quarant'anni di distanza, la discussione sulla gestione del MoSE nel contesto dell'innalzamento progressivo del mare è quanto mai attuale, stimolata da un lato dalla dimostrata efficacia del MoSE, in utilizzo dal 2020 per mareggiate previste superiori ai 130 cm (vedasi l'effetto sui livelli del mare entro la laguna osservato in occasione delle prime chiusure delle barriere effettuate il 3 ed il 15 Ottobre

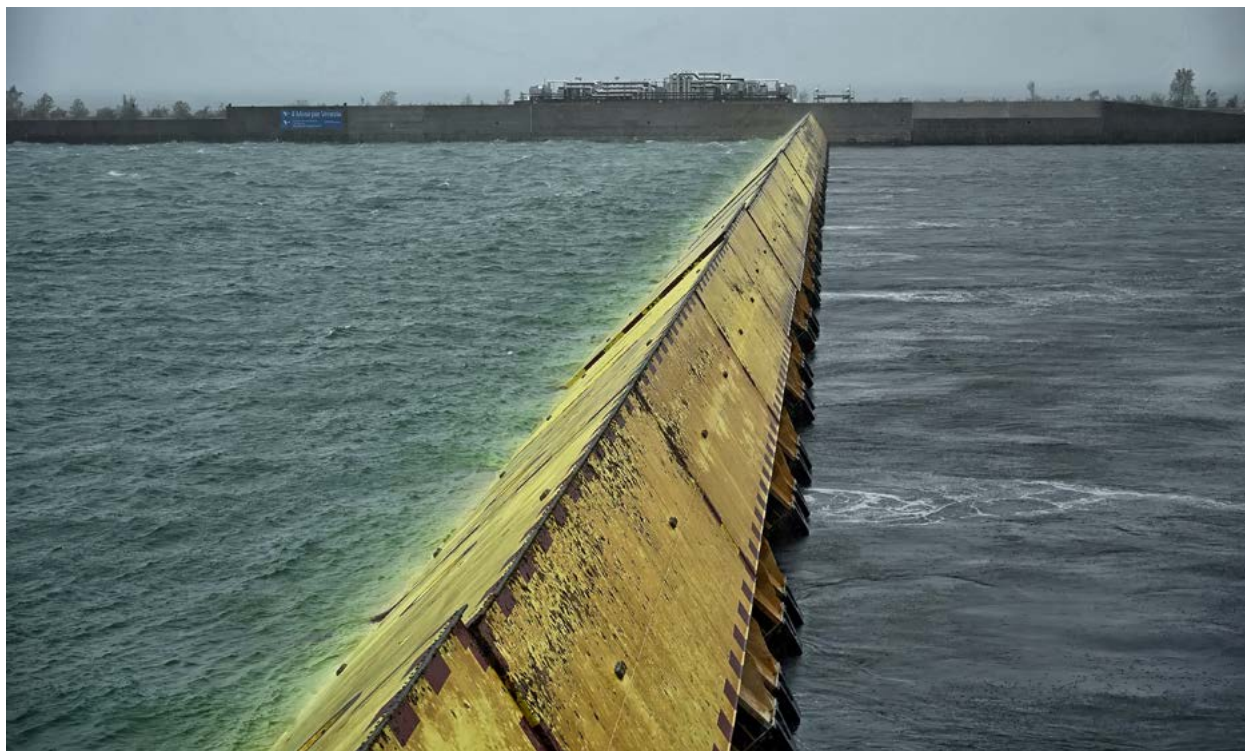


Figura 3. Sollevamento di barriera mobile (MOSE).

Tabella 1. Eventi severi di acqua alta registrati a Venezia (estratti da Lionello et al. 2021).

| Data | Picco osservato (stima componente meteorologica) |
|---------------------------|--|
| 4 Novembre 1966 | 194 cm (143 cm) |
| 12, 15 e 17 Novembre 2019 | 189 cm (100 cm), 154 cm e 150 cm |
| 15 Gennaio 1867 | N.D. potenzialmente 181 cm |
| 22 Dicembre 1979 | 166 cm (106 cm) |
| 1 Febbraio 1986 | 159 cm (70 cm) |
| 1 Dicembre 2008 | 156 cm (62 cm) |
| 29 Ottobre 2018 | 156 cm (91 cm), secondo picco a 148 cm |
| 12 Novembre 1951 | 151 cm (86 cm) |
| 11 Novembre 2012 | 149 cm |
| 16 Novembre 2002 | 147 cm |
| 16 Aprile 1936 | 147 cm (91 cm) |
| 25 Dicembre 2009 | 145 cm |
| 15 Ottobre 1960 | 145 cm |
| 6 Novembre 2000 | 144 cm (87 cm) |

2020, Lionello et al., 2021), dall'altro dalle stime di innalzamento futuro del mare: il MoSE è stato progettato per proteggere Venezia e la laguna da maree alte fino a 3 metri (vedasi <https://www.mosevenezia.eu/>), ma chiusure troppo frequenti o troppo prolungate potrebbero avere impatti sia sull'ecosistema lagunare che sul traffico marittimo.

Negli ultimi 20 anni molti contributi scientifici sono stati pubblicati a livello nazionale ed internazionale su questo tema e sulle possibili conseguenze di un suo significativo aumento futuro, soprattutto come conse-

guenza del riscaldamento globale (vedasi la “special issue” su innalzamento del mare e allagamento di Venezia pubblicato recentemente sulla rivista scientifica “Natural Hazard and Earth System Science”, Lionello et al., 2021). Premesso che le variazioni del medio mare sono il primo fattore che sul lungo termine determina variazioni del rischio di allagamento a Venezia, l'aumento nella frequenza e intensità degli eventi di acqua alta legato ad un aumento futuro del livello relativo medio del mare potrebbe comportare danni anche serissimi in termini di degrado del centro storico.

Questo potrebbe accadere prima ancora che l'innalzamento del livello relativo del medio mare possa compromettere l'ecotono lagunare, soprattutto in termini di perdita di ecotopi.

Per ottenere stime di innalzamento futuro del livello relativo del medio mare è necessario combinare stime di subsidenza locale e variazioni indotte dai cambiamenti climatici. Queste stime sono ottenute con modelli numerici che rappresentano, in maniera semplificata, alcuni aspetti cruciali del clima reale, e forniscono indicazioni sulle anomalie climatiche – o proiezioni – che si potrebbero verificare a fronte di ipotesi – o scenari – di emissione di gas climalteranti da parte dell'Uomo. Per il caso specifico di Venezia, le informazioni ottenute dai modelli climatici, valide per la regione dell'Alto Adriatico, sono state elaborate unitamente ad informazioni sito-specifiche ottenute da altri modelli numerici, che riguardano soprattutto movimenti verticali del suolo (ovvero subsidenza), per ottenere stime di cambiamento del livello relativo del mare (Zanchettin et al., 2021). La subsidenza rappresenta un contributo importante e, in alcuni suoi aspetti, molto incerto da quantificare e predire. Infatti, ad uno sprofondamento naturale legato a vari processi geologici che agiscono su scale temporale delle

migliaia e dei milioni di anni, che comporta una perdita di quota del suolo stimabile in circa 1 mm/anno, va aggiunto un contributo antropico, che può agire su scale temporali molto più brevi. Storicamente, a Venezia esso è legato soprattutto all'estrazione di acqua dal sottosuolo nel territorio circostante Venezia ad uso industriale e agricolo nei primi decenni dal dopoguerra. Si stima che a causa di questa estrazione di acqua il livello del suolo a Venezia sia sprofondato di circa 10 cm tra gli anni '50 agli anni '70. Solo dopo l'evento di acqua alta eccezionale del 1966 sono stati presi provvedimenti con una regolamentazione per limitare l'estrazione di acqua dal sottosuolo, che nell'area di Marghera è passata da 500 L/s nel 1969 a 170 L/s nel 1975, fornendo fonti alternative di approvvigionamento idrico per usi industriali, agricoli e civili. Nonostante processi naturali di riempimento delle falde esauste abbiano poi consentito un recupero parziale delle quote (1-2 cm), quanto concesso nel dopoguerra in termini di sfruttamento delle falde ha impattato in modo fondamentale e persistente sul livello relativo del mare: la maggior parte della subsidenza che ha afflitto Venezia negli ultimi 100 anni ha origine antropica. Proiezioni di subsidenza antropica per il XXI secolo risultano impraticabili ma la storia recente, è stata caratterizza-

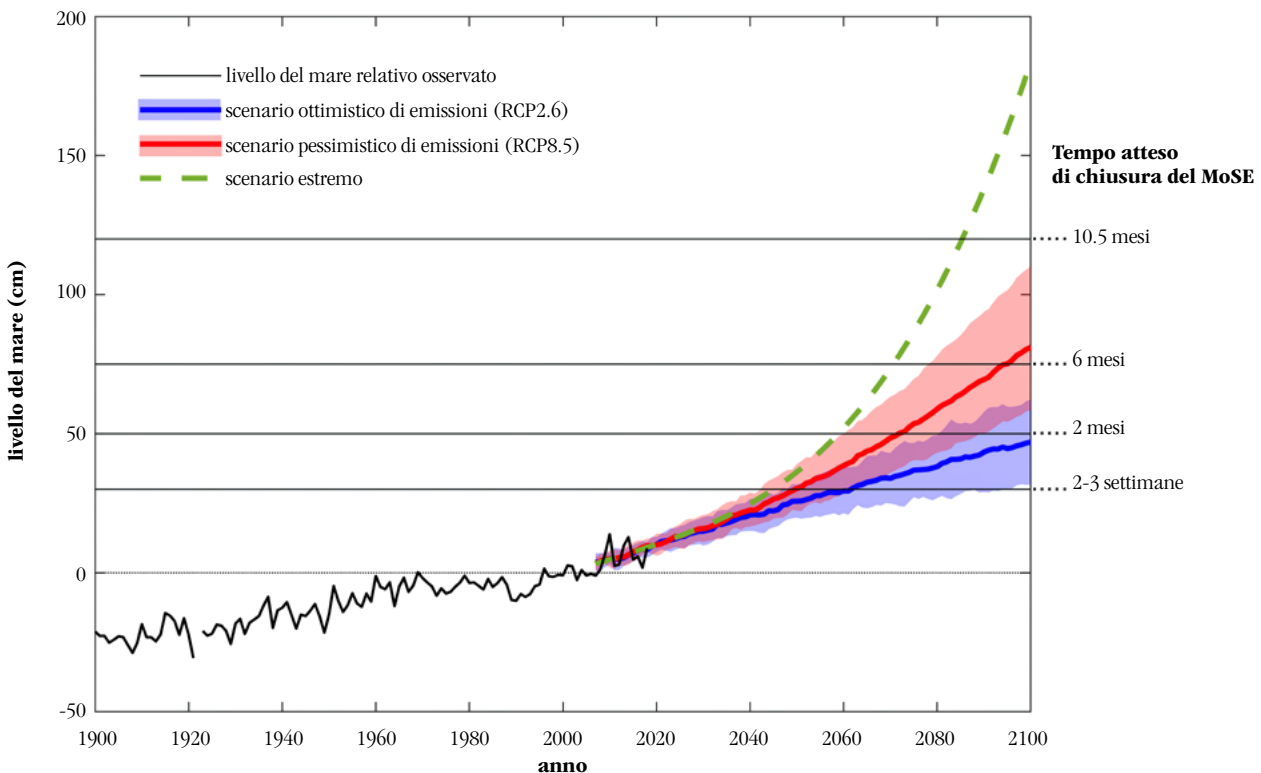


Figura 4. Evoluzione storica e proiezioni future del livello del mare a Venezia con indicate le stime dei tempi attesi di chiusura del MoSE nell'arco di un anno (dati da Lionello et al., 2021, e Zanchettin et al., 2021). Tre scenari sono costruiti sulla base di diverse ipotesi di emissioni antropiche di gas climalteranti e di dinamiche climatiche: blu: scenario di emissioni ottimistico; rosso: scenario di emissioni pessimistico; linea verde tratteggiata: scenario estremo in cui ad emissioni elevate si associa uno scioglimento spinto delle calotte polari, con un conseguente forte contributo di massa all'innalzamento degli oceani. Per gli scenari ottimistico e pessimistico, la linea indica l'evoluzione attesa media fornita dai modelli climatici, mentre l'ombreggiatura indica l'incertezza legata alle specificità dei modelli.

ta da un abbassamento del suolo nell'area Veneziana nel periodo 1930–1970 con velocità, a scala locale, fino a 10 o anche 20 mm/anno a causa dell'estrazione di acqua dal sottosuolo (Zanchettin et al., 2021). Questo indica il potenziale di questa componente del livello relativo del mare di produrre innalzamenti anche dell'ordine dei 10 cm/decennio.

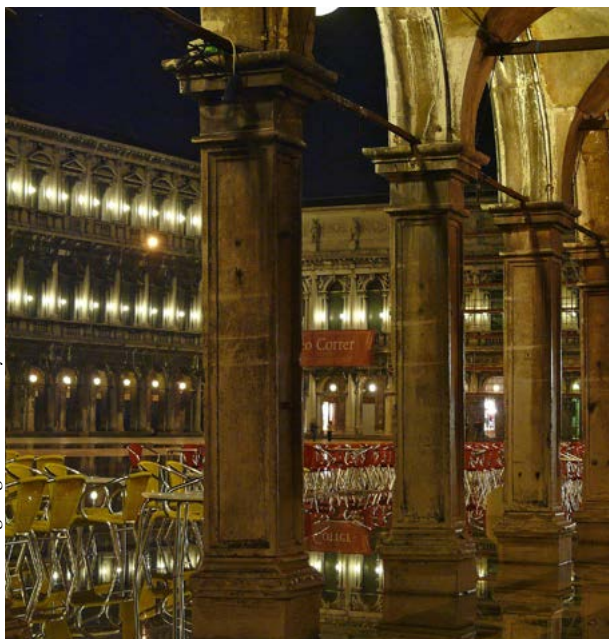
Le proiezioni di cambiamento del livello relativo del medio mare ci permettono di fare delle valutazioni circa l'operabilità del MoSE sul lungo termine, soprattutto per quanto attiene agli impatti che il suo utilizzo più o meno frequente avrebbe su processi bio-geofisici all'interno della laguna. Risultati di recente pubblicazione (vedasi Lionello et al., 2021) sono riportati in Fig. 4, dove proiezioni di innalzamento del livello relativo del mare a Venezia per due scenari di emissione (uno pessimistico, lo scenario RCP8.5, e uno ottimistico, lo scenario RCP2.6) sono messe in relazione con i tempi attesi di chiusura delle barriere del MoSE. Se nel futuro più prossimo (i prossimi due decenni) i diversi scenari di emissione non si discostano molto uno dall'altro con un innalzamento del livello del mare contenuto, sul lungo termine le differenze diventano significative, così come l'impatto sull'utilizzo del MoSE. In particolare, le proiezioni indicano che è probabile che il MoSE diventi inadeguato entro questo secolo nel caso di scenari di emissioni pessimistici (per lo scenario RCP8.5 l'altezza della mareggiata del secolo è prevista aumentare del 65% nel 2050 e del 160% a fine secolo rispetto a quanto osservato storicamente). Purtroppo, anche nel caso di scenari di emissione ottimistici (vedasi ad esempio lo scenario RCP2.6) la somma dei tempi presunti di chiusura delle barriere del MoSE annuali raggiunge le 2-3 settimane a metà secolo e i quasi due mesi a fine secolo, in entrambi i casi concentrati soprattutto in autunno. In altri termini, per un innalzamento del livello del mare pari a 50 centimetri si stima che le paratie del MoSE dovranno chiudersi in media una volta al giorno, una soluzione improponibile sia dal punto di vista ecologico che tecnico – si pensi ad esempio all'economia lagunare legata al traffico nautico attraverso le bocche a mare o agli impatti sull'ecosistema lagunare legati a modifiche alla circolazione marina in laguna e all'interruzione del respiro mareale, fondamentale per l'ossigenazione delle acque lagunari, durante periodi prolungati di chiusura.

Politica e innalzamento del mare

Il coinvolgimento della Politica sul tema dell'innalzamento del livello relativo del mare a Venezia presente e futuro è multivalente. Innanzitutto, alla luce dell'enorme impatto potenziale sul livello relativo del medio mare dovuto a contributo antropico alla sub-

sidenza. Per quanto attiene i cambiamenti climatici, il ruolo della Politica si concretizza in azioni globali riguardo al contenimento di emissioni antropiche di gas serra e dunque di innalzamento della temperatura superficiale media del pianeta e di innalzamento del livello globale del mare. Al di là delle iniziative politiche collettive a scala globale, pare fondamentale per Venezia che il gestore sia consapevole delle variazioni attese per il futuro e pianifichi di conseguenza azioni di adattamento. A tal scopo, la comunità scientifica produce regolarmente documenti di valutazione per il decisore politico, e il sesto rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) contiene un box dedicato proprio a Venezia (Bednar-Friedl et al., 2022). Il box illustra sinteticamente la vulnerabilità dell'ecosistema e dell'economia veneziani ai cambiamenti climatici, con danni economici potenziali senza adattamento stimati tra i 7 e i 17 miliardi di euro nei prossimi 50 anni. Nell'ambito della disseminazione scientifica, la comunicazione delle incertezze associate alle proiezioni climatiche diventa fondamentale per consentire scelte politiche ben ponderate. Al momento, per l'innalzamento del livello del mare a Venezia come conseguenza dei cambiamenti climatici le incertezze riguardano principalmente da un lato la probabilità del verificarsi dei vari scenari, con lo scenario ottimistico RCP2.6 oggi ancora plausibile ma difficile da raggiungere, e dall'altro alcuni aspetti della fisica del clima, soprattutto riguardanti la risposta delle calotte polari al riscaldamento globale. Seppur le proiezioni climatiche suggeriscono che in futuro andranno inevitabilmente considerate soluzioni più radicali del MoSE per fronteggiare il fenomeno dell'acqua alta, un abisso separa le scale degli interventi per fronteggiare poche decine di centimetri di innalzamento del mare a fine secolo (come previsto dagli scenari più ottimistici) e i quasi due metri previsti per gli scenari di innalzamento più pessimistici. Cambiando prospettiva, i diversi scenari implicano tempi diversi per l'avverarsi di un innalzamento del livello del mare a Venezia ad un valore critico, da entro poche decine d'anni (per scenari pessimistici) a fine secolo (per scenari ottimistici): di nuovo, un abisso in termini di tempi disponibili per l'eventuale pianificazione e messa in opera di interventi di protezione successivi al MoSE. Finché il MoSE sarà operativo, i diversi scenari potrebbero richiedere valutazioni specifiche circa la sostenibilità ambientale dell'opera, legata anche alle cospicue risorse energetiche necessarie per garantirne il funzionamento.

È infine interessante notare che entrambi gli scenari climatici considerati, ma soprattutto lo scenario più ottimistico, forniscono un orizzonte temporale molto più lungo dei tipici mandati amministrativi; d'altro canto, mentre le proiezioni climatiche disponibili



si concentrano sulle variazioni di lungo termine, non esistono ancora previsioni di variazione del livello del mare per il futuro più prossimo, ovvero per i prossimi 10-15 anni. Serve dunque uno sforzo combinato da parte di Scienza e Politica per colmare le differenze nell'orizzonte temporale su cui ciascuna di esse opera.

Politica, Scienza e Opinione Pubblica

Alla luce dei dati preoccupanti forniti dalle proiezioni di innalzamento del mare, non stupisce che al dibattito abbiano partecipato anche qualificati movimenti cittadini che hanno contribuito ad accrescere la cultura e la sensibilità ambientale. Il dibattito su questi problemi si è arricchito di interessanti contributi, talvolta contrastanti, che hanno favorito il coinvolgimento del mondo politico locale e della società, come si evince dal libro di Rinaldo (2009), autorevole studioso e conoscitore della realtà veneziana. Nel libro si esamina dal punto di vista culturale e scientifico la “questione Venezia”, si riporta la posizione dei movimenti ambientalisti in rapporto al Mose e si sottolinea il ruolo della cultura scientifica nel rispondere alla domanda “può buona scienza diventare buona politica?”.

L'alleanza fra Politica e Scienza per affrontare le sfide ambientali è possibile, utile e necessaria. Tuttavia, questo non significa affermare che tutti i problemi sono risolvibili grazie alla collaborazione tra Scienza e Politica. Infatti, alcune questioni sono ancora aperte e trovano difficoltà ad avere conclusione per l'esistenza di posizioni molto controverse sia all'interno della comunità scientifica che nel confronto con i movimenti culturali presenti a Venezia. Politica e Scienza dovranno maggiormente tener conto della pubblica opinione. Questa situazione rende talvolta difficile la

scelta finale da parte del Decisore Politico ed i tempi delle decisioni si allungano con evidenti ricadute negative. La nota questione del riutilizzo dei sedimenti della laguna rientra in questa categoria (Corami 2010; Cescon 2013; Morabito 2018; Corami 2020). Per questo motivo è necessario investire tempo e risorse per far comprendere i risultati scientifici all'opinione pubblica traducendoli in forme facilmente comprensibili. Questo sforzo consente di acquisire partecipazione e consenso derivante dalla convinzione che essi portano alla migliore soluzione dei problemi. Nel caso di Venezia, dato il ruolo significativo assunto dalla pubblica opinione su questioni riguardanti il futuro della città, è necessario che Politica e Scienza condividano le opportune modalità comunicative per far comprendere anche ai non addetti ai lavori i risultati scientifici (dati di fatto e non opinioni), incluse le incertezze ad essi associate. Questo modo di agire aiuta il potere politico nell'assumere le decisioni consapevolmente. Si fa presente che i principali risultati riguardanti Venezia sono stati presentati formalmente a incontri pubblici e a convegni e sono disponibili per la pubblica opinione. La trasparenza che in questi casi è fondamentale è confermata dal fatto che i ricercatori hanno operato in modo autonomo e indipendente. I risultati scientifici sono stati prodotti ricorrendo all'uso di metodologie e tecnologie avanzate. Nel caso Venezia si è formata una nuova comunità scientifica per lo studio di sistemi ambientali complessi che rappresenta un arricchimento di competenze a disposizione del Paese.

Nel contesto non possiamo dimenticare lo “Scandalò Mose” che ha comportato perdite di credibilità e sconcerto delle forze che hanno lavorato con competenza e onestà. Esso ha purtroppo trasformato un'iniziativa italiana di prestigio in un danno rilevante.

In questi ultimi anni la minaccia della crisi climatica che comporta l'aumento del livello del mare è diventata rilevante in particolar modo per le sorti di Venezia. Ciò ha determinato il significativo intervento della Accademia dei Lincei che nel novembre 2019 ha diffuso un coraggioso documento dell'autorevole studioso Seminara (Seminara G. 2019) il quale, dopo un'accurata analisi della questione “acqua alta e Mose”, nel capitolo “Venezia 20100” affronta il futuro del sistema lagunare veneziano ponendo alcune fondamentali domande di carattere tecnico-scientifico sulla sopravvivenza di Venezia e chiede il concorso del mondo della Scienza e della Cultura.

A corroborare questa posizione della “scienza italiana” interviene la comunità scientifica internazionale con 40 scienziati e letterati per sostenere, nel novembre del 2021, l'appello del prestigioso Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti rivolto al Presidente del Consi-

glio dei Ministri nel quale, dopo un'attenta disamina della futura situazione alla luce delle proiezioni regionali di IPCC propone un "approccio radicale e nuovo" "per salvare Venezia e suggerisce l'istituzione di una "nuova autorità dotata di adeguate deleghe e magari con una autorevole componente internazionale" (Ortalli, 2021).

Conclusioni

La crisi ambientale che ha investito Venezia e la sua laguna ha trovato nell'alleanza tra Scienza e Politica lo strumento per acquisire i saperi indispensabili per affrontare il futuro di questa realtà da sempre al centro degli interessi culturali dei Paesi più avanzati. Si tratta di un significativo esempio di collaborazione in campo ambientale che potrà diventare in futuro un riferimento per lo studio e la messa a punto di

procedure per la salvaguardia di ecosistemi complessi. Il caso Venezia dimostra, inoltre, che per evitare che i risultati della ricerca scientifica pubblica, quindi indipendente, rimangano nei testi delle pubblicazioni confinate nelle biblioteche e nelle segreterie delle Istituzioni che hanno finanziato la ricerca è necessario, soprattutto in situazioni ambientali complesse, creare una interfaccia fra comunità scientifica e gli ingegneri ambientali delle imprese coinvolte negli interventi di risanamento e di protezione affinché le conoscenze acquisite siano direttamente disponibili. Analogamente perché si realizzi compiutamente il ruolo della ricerca a supporto del Decisore Politico è necessario istituire uno strumento di interfaccia fra ricercatori e opinione pubblica in modo tale che i risultati scientifici arrivino a conoscenza della rete dei movimenti in forma chiara e costruttiva. ■

Riferimenti bibliografici

- Bednar-Friedl B., Biesbroek R., Schmidt D.N., Alexander P., Børshiem K.Y., Carnicer J., 584 Georgopoulou E., Haasnoot M., Le Cozannet G., Lionello P., Lipka O., Möllmann C., 585 Muccione V., Mustonen T., Piepenburg D. & Whitmarsh L. (2022), Europe. In: Climate 586 Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the 587.
- Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, 588 D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, 589 S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK 590 and New York, NY, USA, pp. 1817–1927, doi:10.1017/9781009325844.015.
- Cescon P. e Barbante C. (2021). Politica e Scienza per Affrontare la Sfida Climatica e Ambientale. *Ingegneria dell'Ambiente* 4: 277-280.
- Cescon P., Corami F. (2013) Development of sustainable remediation techniques for polluted sediments in marine areas and in harbour. 3rd international pollution and remediation Conference, July 15/17/2013 Toronto Ontario Canada.
- Corami F. *et al.* (2010) "Sediment washing" dei sedimenti fortemente contaminati della laguna di Venezia: un approccio sostenibile. Proceedings SiCon 2010.
- Corami F. *et al.* (2020) Geospeciation, toxicological evaluation and hazard assesment of trace elements in superficial and deep sediments. *Environmental science and pollution research* 27(13), 15565-15583.
- Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti (2000). La Ricerca Scientifica per Venezia – Metodologie di Sperimentazione e di Rilevamento. Vol. II, Tomo I, Studio di Processi. Venezia, Editore Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti.
- Morabito E. *et al.* (2018) Il quadro normativo ambientale nella laguna di Venezia. Proposta di una nuova procedura di gestione dei sedimenti. *Ingegneria dell'Ambiente* vol. 5, n. 2.
- Rinaldo A. (2009). Il governo dell'acqua-Ambiente naturale e Ambiente costruito. Venezia. Marsilio Editori.
- Seminara G. (2019). Mose e Magistrato alle Acque per difendere Venezia. *Accademia dei Lincei* 25/11/2019.
- Lionello P., R. J. Nicholls, G. Umgiesser, and D. Zanchettin (2021): Venice flooding and sea level: past evolution, present issues, and future projections (introduction to the special issue). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 21, 2633–2641, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2633-2021>.
- Ortalli G., Rinaldo A., Somers Cocks A. Un appello urgente per salvare Venezia dall'innalzamento del mare. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti 22/10/2021.
- Zanchettin D., Bruni S., Raicich F., Lionello P., Adloff F., Androsov A., Antonioli F., Artale V., Carminati E., Ferrarin C., Fofonova V., Nicholls R. J., Rubinetti S., Rubino A., Sannino G., Spada G., Thiéblemont R., Tsimplis M., Umgiesser G., Vignudelli S., Wöppelmann G., & Zerbin S. (2021), Sea-level rise in Venice: historic and future trends (review article), *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 21, 2643-2678, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-721-2643-2021>.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2022 è sostenuta da:

