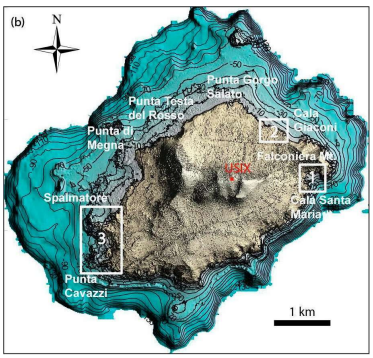
Global Warming: Scenari di inondazioni delle coste usticesi tra il 2050 e il 2150

Uno studio dell'INGV, promosso dal Laboratorio Museo di Scienze della Terra di Ustica, evidenzia le aree antropizzate a maggior rischio di sommersione a causa del riscaldamento globale

di Franco Foresta Martin



Carta della morfologia costiera dell'Isola di Ustica. Nei riquadri bianchi sono evidenziate le tre aree oggetto di questa ricerca sugli effetti della risalita del livello marino (INGV).

Conoscere quali parti dell'isola di Ustica saranno sommerse dall'innalzamento del livello del mare atteso nei prossimi decenni a causa del riscaldamento globale potrà sembrare un esercizio azzardato, se si tiene conto delle grandi incertezze relative alle correlazioni fra aumento delle temperature globali, scioglimento dei ghiacci, dilatazione termica degli oceani e tassi di sollevamento delle acque marine. Tuttavia, come è stato dimostrato da recenti scenari previsionali effettuati per diverse aree costiere nazionali già oggi soggette a inondazioni in occasione di eventi estremi, uno studio di questo tipo non solo risulta scientificamente legittimo, ma anche utile ai fini della programmazione territoriale e della prevenzione dei disastri.

La storia recente ci ha insegnato che l'impatto negativo dei fenomeni estremi cresce con l'espandersi degli insediamenti umani e delle infrastrutture economiche esposte. Se gli ambienti naturali non antropizzati potranno meglio adattarsi ai colpi sempre più frequenti degli eventi estremi, non altrettanto faranno le aree costiere disseminate di abitazioni, strutture portuali, impianti energetici e attività turistico-alberghiere varie. Ecco perché gli amministratori nazionali e locali sono chiamati dagli organismi ambientali internazionali a programmare gli interventi territoriali guardando ben oltre l'orizzonte dei propri mandati, tenendo conto di cosa potrebbe riservarci il cambiamento climatico nell'immediato e nel lontano futuro.

UNA CAMPAGNA DI RILEVAMENTI COSTIERI

Nella mia qualità di direttore del Laboratorio Museo di Scienze della Terra Isola di Ustica, che per statuto si occupa non solo di divulgazione e didattica, ma anche di promozione della ricerca scientifica, ho recepito le indicazioni contenute nei periodici rapporti dell'International Panel on ClimateChange (IPCC)[1], proponendo a un dinamico gruppo di ricerca dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) il primo studio previsionale sugli effetti dell'innalzamento del livello del mare sulle aree costiere di Ustica, da ora al 2150. La proposta è stata accettata e così, nel corso del 2019, ho accolto a Ustica due dirigenti di ricerca dell'INGV, i geofisici Marco Anzidei e Fawzi Doumaz, dotati di droni per le riprese aeree ad alta risoluzione per realizzare vedute tridimensionali delle aree indagate; e di altri apparati per determinare con grande precisione le coordinate geografiche di alcuni caposaldi fissati sul terreno.

Tutti insieme, per alcuni giorni, abbiamo effettuato rilevamenti lungo i tratti costieri usticesi che, già oggi, sono esposti al rischio di inondazioni durante le tempeste e mareggiate; e a maggior ragione lo saranno in futuro, se si dovessero avverare gli scenari previsti dall'IPCC per la metà del prossimo secolo, cioè un aumento del livello medio dei mari di oltre 120 cm nel peggiore dei casi.

Il citato dott. Anzidei è uno degli artefici del progetto internazionale SaveMedCoast (crasi che in italiano potrebbe tradursi con: 'salvare le coste mediterranee'), da cui ho tratto ispirazione per battezzare col nome di SaveUstiCoast il nostro piccolo ma significativo programma di ricerca usticese.

Dopo i molti mesi necessari per l'elaborazione dei dati raccolti e la loro organizzazione in forma di un rapporto a più firme, i risultati della nostra ricerca sono stati pubblicati, alla fine del 2023, sulla rivista internazionale Journal of Marine Science and Engineering col titolo: "*Relative Sea-Level Rise Projections and Flooding Scenarios for 2150 CE for the Island of Ustica, Southern Tyrrhenian*

Tre momenti delle ricognizioni per effettuare i rilevamenti. Da sinistra: Marco Anzidei e Franco Foresta Martin alla Falconiera; Fawzi Doumas e Marco Anzidei con il drone alla Falconiera; Franco Foresta Martin con il GPS a Cala S. Maria.

Sea, Italy.[2] (Proiezioni di aumento relativo del livello dei mari e scenari d'inondazione fino al 2150 per l'isola di Ustica, Tirreno Meridionale, Italia) .

PREVISIONI GLOBALI E INCERTEZZE

Punto di partenza per valutare gli effetti dell'innalzamento del livello marino sulle aree costiere usticesi sono le previsioni su scala globale contenute nell'ultimo rapporto IPCC[3] di cui, per esigenze di sintesi, qui ci limitiamo a riportare gli scenari previsionali più sfavorevoli, relativi a tre futuri orizzonti cronologici: 2050, 2100 e 2150, dando per ciascuna data, oltre al valore medio di crescita del livello marino, anche l'ampio margine di incertezza (vedi Tabella).

ANNO	AUMENTO (CM)	INCERTEZZA(CM)
2050	23	20 - 29
2100	77	63 - 101
2150	132	98 - 188

Tabella – Previsioni di aumento del livello marino secondo l'ultimo rapporto IPCC (peggiore scenario).

Ai fini di una corretta applicazione del principio di precauzione, prendere in considerazione gli scenari più avversi per la gestione territoriale è l'atteggiamento più saggio, visto che le ultradecennali iniziative delle Nazioni Unite per la riduzione delle emissioni globali dei gas serra hanno registrato un fallimento dopo l'altro e, tranne pochi casi virtuosi, la maggior parte dei Paesi grandi emettitori di gas serra hanno imboccato la strada del *business as usual*, facendo fallire l'obiettivo di stabilizzazione delle emissioni invocato fin dai grandi summit internazionali del secolo scorso: Rio de Janeiro (1992) e Kyoto (1997). Al contrario, un decennio dopo l'altro, abbiamo visto crescere inesorabilmente le concentrazioni di gas serra in atmosfera; e con esse le temperature medie globali, i tassi di scioglimento dei ghiacci polari e montani e quelli di aumento del livello marino. (Vedi il focus nel riquadro alla fine di questo articolo).

E vediamo ora come le previsioni di aumento del livello marino indicate dalla Tabella si potrebbero riflettere sulla situazione costiera di Ustica, tenendo conto, innanzitutto, della morfologia locale, ma anche dei piccoli movimenti verticali del suolo evidenziati, negli ultimi decenni, dalle accurate misure satellitari, che nel caso di Ustica indicano una modesta subsidenza attualmente stimata in poco meno di un millimetro all'anno.

La nostra analisi previsionale è stata effettuata su tre aree sensibili dell'isola di Ustica, caratterizzate da coste relativamente basse e per di più occupate da strutture antropiche che già ora vengono raggiunte dal mare in occasione di eventi estremi: Cala Santa Maria, Cala del Cimitero e Caletta del Faro di Spalmatore. Ecco i possibili scenari di sommersione per ciascuna di esse.

CALA SANTA MARIA (AREA PORTUALE)

Il porto di Ustica è un'insenatura costituita da un anfiteatro aperto a sud-est con pendenze relativamente elevate: da 15°a 27°. Al centro dell'insenatura, confinata tra la darsena della nave e il molo foraneo, si trova una piccola spiaggia con elevazioni massime fino a circa 2 m sul livello del mare.

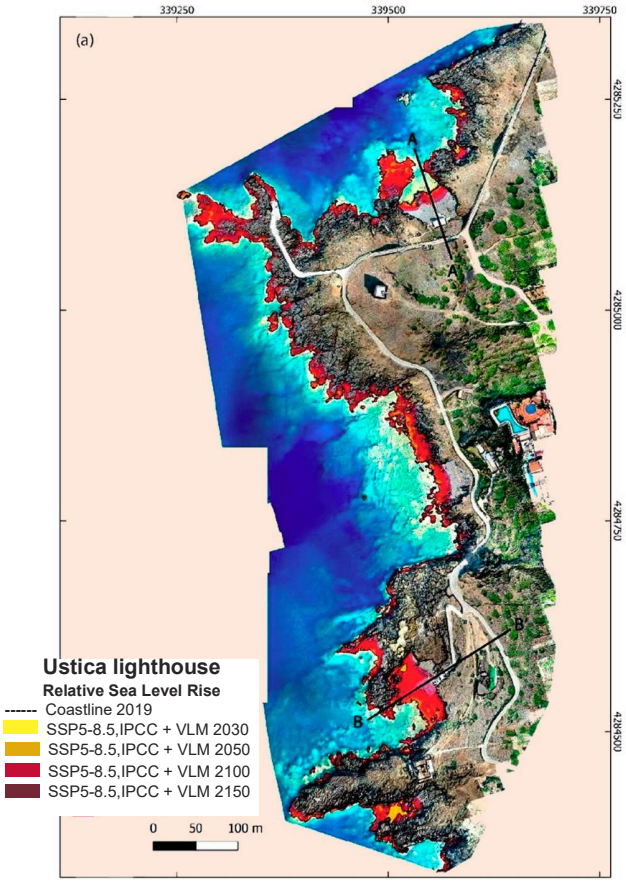
L'area portuale si trova ad altitudini comprese tra circa 0,6 e 3 m e ospita numerose strutture pubbliche e private: strade, marciapiedi, distributore di benzina, biglietteria, sala d'attesa; e altre strutture per l'ormeggio, la navigazione commerciale e il turismo nautico.

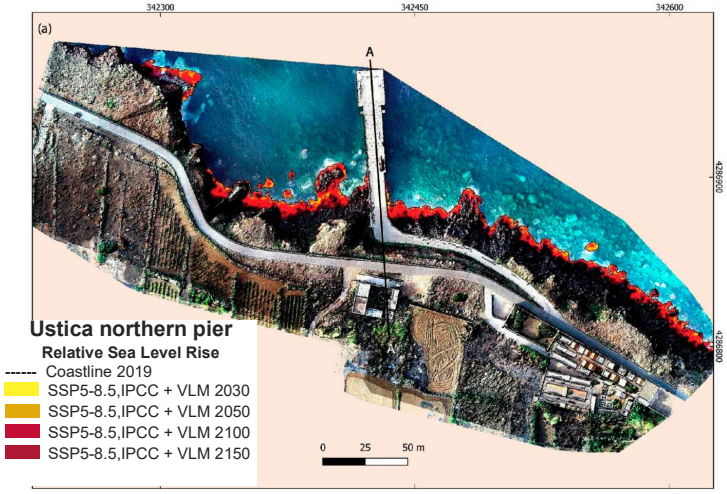
Come evidenziato dalla foto in alto a sinistra a pag. 20, a partire dal 2050 (e cioè fra 25 anni da quando scriviamo queste note) il mare potrebbe inghiottire progressivamente le aree marcate in rosso, fino a sommergere, verso la metà del prossimo secolo, circa il 13% dell'area portuale, mettendo fuori uso molte delle attuali infrastrutture.

Insomma, entro il 2150, in assenza di lavori di rinforzo e di innalzamento delle banchine, la sommersione conseguente all'innalzamento del mare potrebbe provocare l'inagibilità di tutte le attuali infrastrutture portuali e l'arretramento di circa 50% della piccola spiaggia. Anche il molo foraneo potrebbe essere parzialmente sommerso, soprattutto nella sua parte più esterna, vanificando la sua capacità di proteggere il bacino portuale dalle ricorrenti mareggiate.

CALA DEL CIMITERO (MOLO NORD)

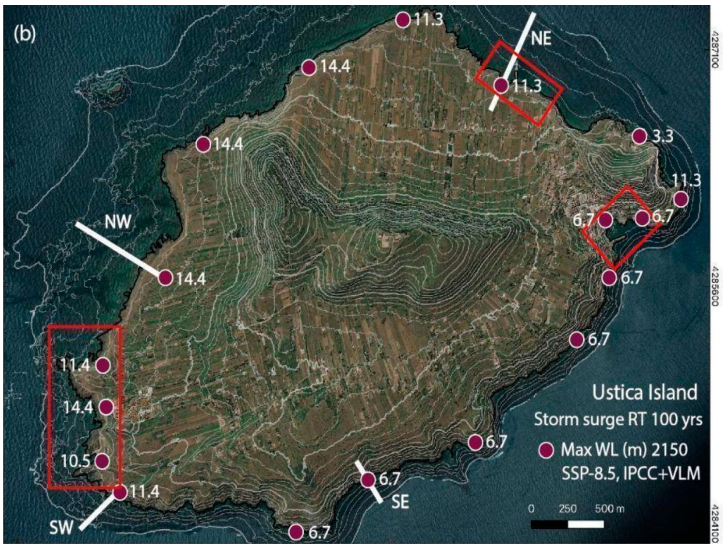
L'area costiera in cui è ubicato il Molo del Cimitero presenta una costa alta e rocciosa costituita da ripide scogliere fino a 30 m sul livello del mare, con pendenze che vanno dai 25° agli 80°. Il fondale marino ai piedi della scogliera è abbastanza pianeggiante, con la presenza di pochi blocchi rocciosi in acque basse e una discesa fino al mare con pendenze che vanno da 4° a 6°.





Scenari di sommersione delle tre aree sensibili prese in considerazione da questo studio previsionale: Porto di Ustica (in alto a sinistra); Faro di Spalmatore (in alto a destra) e Molo del Cimitero (di lato a sinistra). Evidenziate in rosso le aree che potrebbero essere totalmente sommerse (INGV).

Effetti attuali delle violente mareggiate rispettivamente a Cala Santa Maria (a e b), al Faro di Spalmatore (c) e al Molo del Cimitero e dintorni (d). Foto di Vincenzo Padovani (a e b), Bruno Campolo (c) e Usticasape (d).



I pallini rossi, numerati con caratteri bianchi, indicano le zone costiere e le rispettive quote espresse in metri slm che nel 2150 potrebbero essere sommerse dalle onde in occasione di severe tempeste marine (INGV).

In questa area, tranne il molo di attracco del traghetto, non vi sono attualmente strutture antropiche esposte al rischio di sommersione.

Qui, grazie all'elevata pendenza della costa, anche nei peggiori scenari di risalita delle acque marine, l'area costiera esposta a sommersione resterebbe limitata a circa il 5% rispetto alla superficie attuale. Quanto al molo, data la sua altezza sul livello del mare (fra circa 3 e 5 m), esso non dovrebbe essere minacciato dal rischio di sommersione anche nel caso del peggiore scenario di risalita delle acque. Tuttavia, sarà esposto a ricorrenti e temporanee inondazioni quando alla risalita delle acque marine si sommeranno gli effetti delle non infrequenti tempeste marine invernali. Basta dare uno sguardo ad alcune recenti fotografie del mare in tempesta lungo la costa settentrionale dell'isola per rendersi conto di quanto possa aumentare l'area di penetrazione delle acque marine durante gli eventi estremi.

CALETTA DEL FARO DI SPALMATORE

Il tratto costiero in corrispondenza dello storico Faro di Punta Spalmatore, presenta quote e pendenze inferiori rispetto alle altre due precedenti aree di studio, con elevazioni che vanno da 1 m fino a 15 m sul livello del mare. La costa, molto frastagliata, è caratterizzata da scogliere sia basse sia elevate costituite da affioramenti rocciosi che formano digitazioni e piccole insenature.

In questa zona ci sono anche due piccole spiagge di ciottoli situate in insenature semichiuse, una delle quali comprende una piattaforma in cemento con installazioni turistiche e balneari che si trova a circa 1 m sul livello del mare. La topografia delle due spiaggette mostra pendenze variabili da 5° a 7°. Più su, la zona costiera a ridosso del Faro presenta poche infrastrutture turistiche a quote che vanno dai 10 m ai 15 m circa.

Pure negli scenari più ottimistici le spiaggette con le relative infrastrutture saranno parzialmente sommerse già entro la fine del nostro secolo; destinate a scomparire del tutto nel 2150. Analoga sorte toccherà molto probabilmente alle spiaggette di ciottoli che si trovano in altre insenature di Spalmatore, come Caletta Santoro e Cala Sidoti, anche se per esse non è stato ancora sviluppato uno studio specifico

Il Faro e le strutture ricettive che si trovano più o meno al suo livello non dovrebbero essere raggiunti dal mare, neppure se si realizzeranno le più infauste previsioni di risalita, ma saranno comunque investiti dalle ondate durante i più severi eventi di tempesta.

LA RESILIENZA DELLE COSTE USTICESI

Nonostante alcune criticità, si può affermare che, grazie alle sue caratteristiche morfologiche e geologiche e al basso tasso di subsidenza del terreno, l'isola di Ustica risentirà solo in parte degli effetti di massima risalita del livello marino attesi nei prossimi decenni. La mancanza di grandi spiagge sabbiose e i ripidi pendii della maggior parte delle scogliere limiteranno i rischi di inondazione che si manifesteranno con maggiore impatto solo sulle aree costiere basse e pianeggianti.

Il settore più esposto dell'isola è senz'altro l'area di Cala Santa Maria, dove i peggiori scenari di risalita comporteranno un impatto significativo su tutte le infrastrutture portuali, imponendo onerosi interventi di delocalizzazioni e rinforzi. Ma anche se le tre aree prese in considerazione dal nostro studio saranno colpite solo da una sommersione parziale, esse, assieme a un'altra quindicina di zone indicate nella mappa della figura qui sopra, non potranno sfuggire alle invasioni temporanee del mare durante le ricorrenti e più violente tempeste marine. In questi casi si prevede che il mare possa risalire per svariati metri, secondo quanto indicato nella mappa.

Per concludere mi sembra opportuno riportare alla lettera la frase conclusiva di questo primo studio sistematico sui possibili effetti avversi effetti della risalita del livello marino sulle coste di Ustica.

«I pianificatori territoriali e i decisori politici dovrebbero tenere conto delle proiezioni di

innalzamento del livello del mare e degli scenari di inondazione, al fine di attuare una gestione costiera consapevole, di garantire la preparazione delle popolazioni locali e la protezione delle infrastrutture costiere rispetto ai cambiamenti previsti».

FRANCO FORESTA MARTIN

L'autore, usticese, geologo, è socio fondatore e Presidente Onorario del Centro Studi e Direttore del Laboratorio Museo Scienze della Terra 'Isola di Ustica'.

Note

1. L'IPCC è un organismo scientifico delle Nazioni Unite che ha il compito di redigere periodici rapporti sul Cambiamento Climatico e di formulare specifiche raccomandazioni per limitarne gli impatti negativi.
2. La citazione completa dei nomi di tutti gli autori è riportata in bibliografia. L'articolo originale in lingua inglese si può scaricare gratuitamente sul sito: https://www.mdpi.com/2077-1312/11/10/2013
3. La versione italiana dell'ultimo (sesto) rapporto IPCC si trova sul sito: https://ipccitalia.cmcc.it/climate-change-2023-ar6-rapporto-di-sintesi/

Bibliografia essenziale

ANZIDEI M.,TRIPPANERA D., BOSMAN A., FORESTA MARTIN F., FAWZI DOUMAZ,VECCHIO A., SERPELLONI E., ALBERTI T., RENDE S.F., and GRECO M. (2023). *Relative Sea-Level Rise Projections and Flooding Scenarios for 2150 CE for the Island of Ustica (Southern Tyrrhenian Sea, Italy)*. Journal of Marine Science and Engineering 11, no. 10 (2023): 2013.

DE LUCIA M., ANZIDEI M., MUSACCHIO G., SOLARINO S., & EVA E. (2022). *Aumento del livello del mare. Cosa è importante sapere per affrontare i prossimi cambiamenti.*

FORESTA MARTIN, F. (2021). *C'era una volta Kyoto. La lunga storia delle trattative climatiche.* In PEPPOLONI S. (A CURA), *Pianeta Terra*. Rewriters MagBook, pp. 32-42. Roma.

Una testimonianza: perchè peggiorano le conseguenze del riscaldamento climatico

I periodici rapporti dell'International Panel on Climate Change (IPCC) denunciano, ormai dal lontano 1990, la scomoda realtà delle alterazioni climatiche provocate dall'uomo attraverso l'immissione in atmosfera dei cosiddetti gas a effetto serra. Sono alterazioni che si sovrappongono alle lentissime variazioni naturali del clima, tuttavia agendo con straordinaria rapidità e forza, tanto che in un secolo hanno fatto aumentare di oltre un grado centigrado le temperature medie globali. L'IPCC è un organismo delle Nazioni Unite che si avvale del lavoro volontario di oltre duemila scienziati, i quali esaminano la vasta letteratura scientifica sui temi climatici e, a intervalli di circa cinque anni, ne editano una sintesi. Il più recente rapporto dell'IPCC, pubblicato nel 2022, evidenzia un ampio consenso scientifico sulle responsabilità dell'uomo. È la conferma che i modelli previsionali elaborati fin dal secolo scorso erano corretti.

Come inviato del Corriere della Sera, nell'agosto 1990 (sono trascorsi 34 anni!), mi trovavo a Sundsvall, in Svezia, quando l'IPCC presentò il suo primo rapporto. L'anidride carbonica (CO2) e altri gas a effetto serra prodotti dall'uomo si palesavano già allora come una minaccia da contenere; e gli scienziati chiedevano ai governi azioni concordate per ridurre l'uso dei combustibili fossili e tentare di abbattere le emissioni clima-alteranti. Ad alcuni osservatori sembrò una richiesta infondata, basata su pregiudizi catastrofistici. Ma oggi abbiamo la dimostrazione che quegli scenari erano attendibili e che oltre trent'anni di provvedimenti inadeguati per limitare le emissioni dei gas serra hanno aggravato la situazione.

Le concentrazioni di CO2 in atmosfera continuano a crescere e oggi sono le più alte (420 parti per milione) degli ultimi due milioni di anni. Questo incremento è la causa principale di una serie di fenomeni concatenati: aumento delle temperature medie, diminuzione della copertura glaciale, risalita del livello dei mari. Negli ultimi venti anni, le temperature medie globali sono state di 1°C superiori a quelle del cinquantennio 1850-1900. I ghiacci si sono ridotti del 40% dal 1950. Il livello dei mari cresce di 3,5 mm/anno. Il ciclo dell'acqua si sta intensificando, causando in alcune regioni piogge intense e inondazioni, in altre siccità prolungate. Le ondate di calore estivo sono sempre più frequenti e anche fenomeni estremi come i cicloni tropicali aumentano d'intensità e frequenza.

Le lentissime variazioni dei parametri orbitali della Terra, che nel corso dei tempi geologici hanno causato il succedersi di periodi glaciali freddi e interglaciali caldi, non possono spiegare i rapidi cambiamenti climatici attuali, poiché esse agiscono su tempi delle decine di migliaia di anni. Né emergono forzanti naturali del clima, agenti sui tempi brevi, cui possano essere attribuiti il surriscaldamento in atto e tutti i fenomeni avversi conseguenti.

Come testimone e notista di decine di vertici internazionali sui cambiamenti climatici, posso affermare che ai ripetuti allarmi dell'IPCC i governi di tutto il mondo hanno risposto col passo del gambero, retrocedendo dagli impegni vincolanti assunti col Protocollo di Kyoto del 1997, a quelli volontari concordati al vertice di Parigi del 2015 e anche questi in larga parte disattesi.

In un pianeta sempre più incline a correre alle armi, davvero pochi sembrano intenzionati a partecipare alla decisiva battaglia per la salvezza del sistema climatico.

FRANCO FORESTA MARTIN