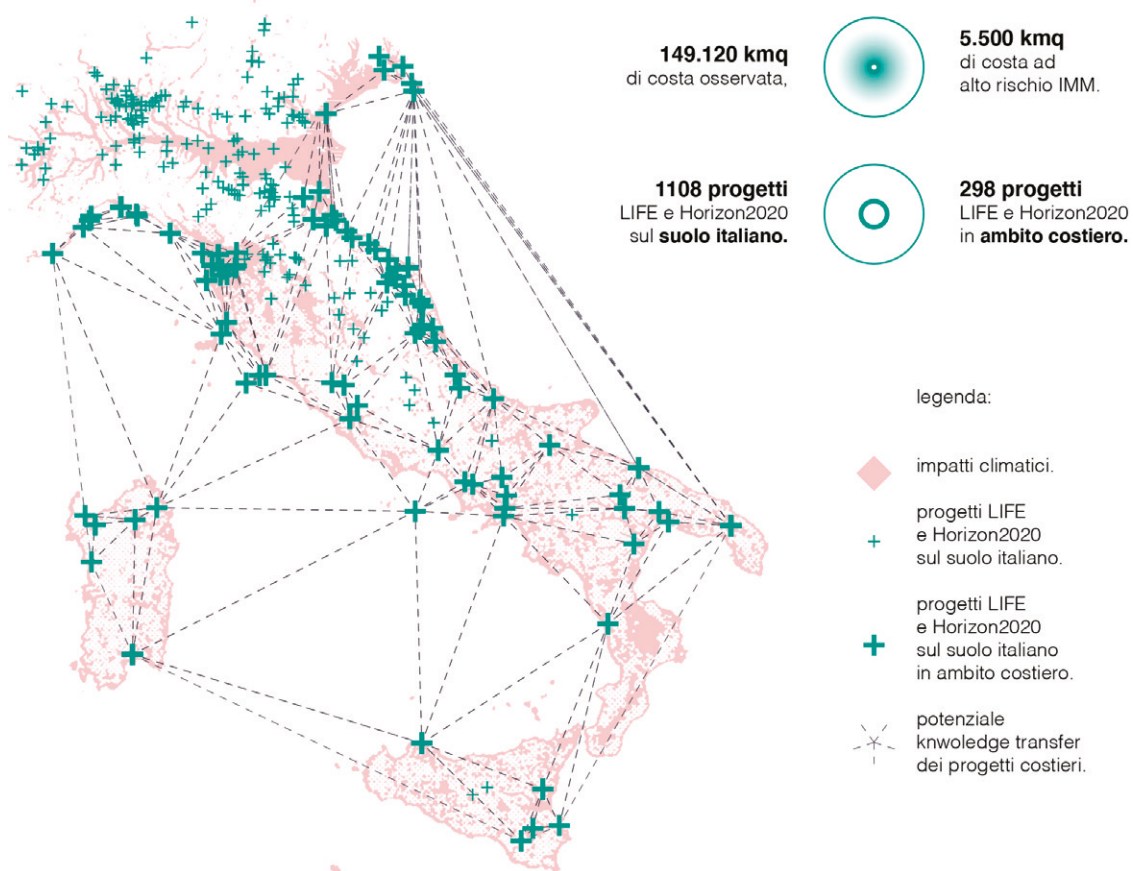


Alla ricerca della fragilità



01. Mappatura nazionale della relazione tra territori coinvolti da impatti climatici e progetti di adattamento. National mapping of the relationship between territories affected by climate impacts and adaptation projects. *Giacomo Magnabosco*

Nuove geografie per la futura pianificazione costiera

***The Pursuit of Fragility** Due to the low quantification of the Climate Change impacts and the economic challenges connected to it, the current adaptation capacities of the Italian coasts are still weak. There is a lack of awareness, or more precisely, a translation of this within the coastal planning processes is still missing. This contribution aims to update the state of knowledge on the impacts of Climate Change in the coastal territory, building a geography that is capable of showing the quantification and the typological sizing of the most sensitive areas, in order to support future adaptation processes of the Italian coast.★*

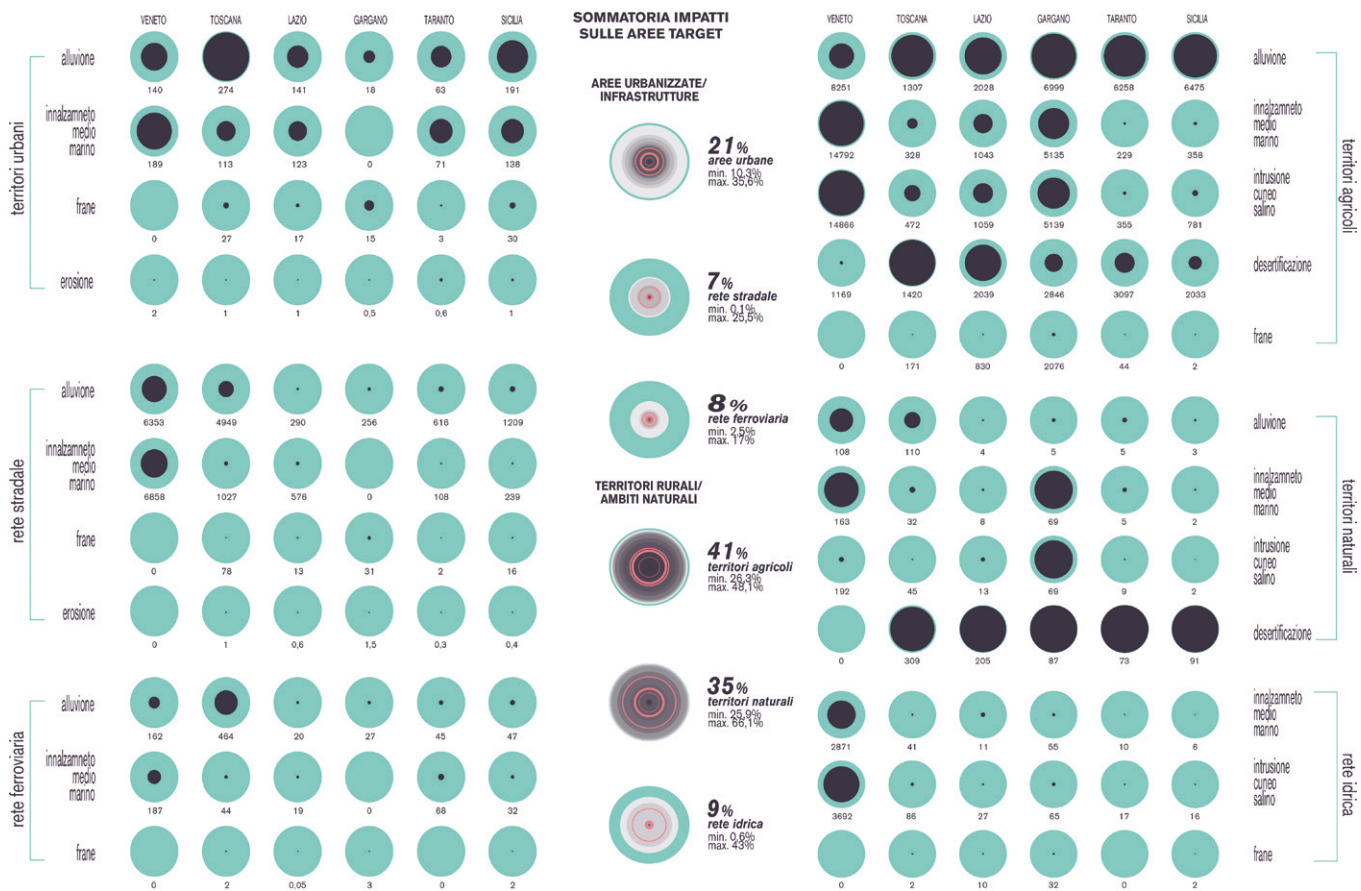
A causa della scarsa quantificazione degli impatti del cambiamento climatico e delle sfide economiche ad esso connesse, le attuali capacità di adattamento delle coste italiane sono ancora deboli. C'è una mancanza di consapevolezza, o più precisamente, manca una traduzione di questa all'interno dei processi di pianificazione costiera. Il presente contributo ha come obiettivo quello di aggiornare lo stato delle conoscenze sugli impatti del clima nel territorio costiero, costruendo una geografia in grado di restituire, la quantificazione e il dimensionamento tipologico delle aree più sensibili, in modo da supportare i futuri processi di adattamento della costa italiana.★

Secondo ENEA, sulla base degli scenari IPCC e Rahmstorf (Antonioli *et al.*, 2017), i prossimi decenni vedranno un innalzamento medio marino sul litorale italiano compreso tra i 51,6 e i 142,8 cm. Senza un drastico cambio di rotta rispetto alle emissioni climalteranti – e la conseguente riduzione delle temperature globali – l'aumento atteso del livello del mare entro il 2100 modificherà irreversibilmente la morfologia attuale del territorio italiano, con una previsione di allagamento fino a 5.500 km² di pianura costiera, dove attualmente si concentra oltre la metà della popolazione (Antonioli, 2018).

A questa previsione tuttavia va sommata un'ulteriore aggravante del fenomeno, conosciuta come “cuneo salino” (ossia l'espandersi della salinità all'interno di suoli, sottosuoli e reti idriche costiere) derivante dall'innalzamento medio marino, le cui ricadute rischiano di aumentare ulteriormente le porzioni di territorio interessate, con pesanti conseguenze sul piano economico-produttivo, ambientale e sociale. A completare questo quadro, il dissesto idrogeologico che coinvolge la penisola – fenomeni alluvionali, siccitosi e franosi – vedrà una diminuzione dei tempi di ritorno dei fenomeni che già si stanno manifestando ancora “sporadicamente” e con un'intensità sempre maggiore.

Questo scenario, già complesso di per sé, interesserà tutte le regioni italiane bagnate dal mare; complessità che andrà ad acuirsi se consideriamo che le ricadute dei cambiamenti climatici (CC) avranno un carattere distinto a seconda delle condizioni ambientali, sociali, culturali ed economiche che si sono sviluppate nel tempo, come si evince dai dati specifici relativi alle sei aree *target* considerate per questa ricerca.

Di fronte a questo scenario, sorge spontanea la domanda: come possiamo evitare, o quantomeno, prevedere, pianificare e gestire questi impatti lungo le diverse tipologie di aree costiere?



02. Datavisualization dell'estensione degli impatti in rapporto ai principali usi del suolo nelle sei aree target considerate dallo studio. Datavisualization of the extent of the impacts in relation to the main land uses in the six target areas considered in the study. Giacomo Magnabosco

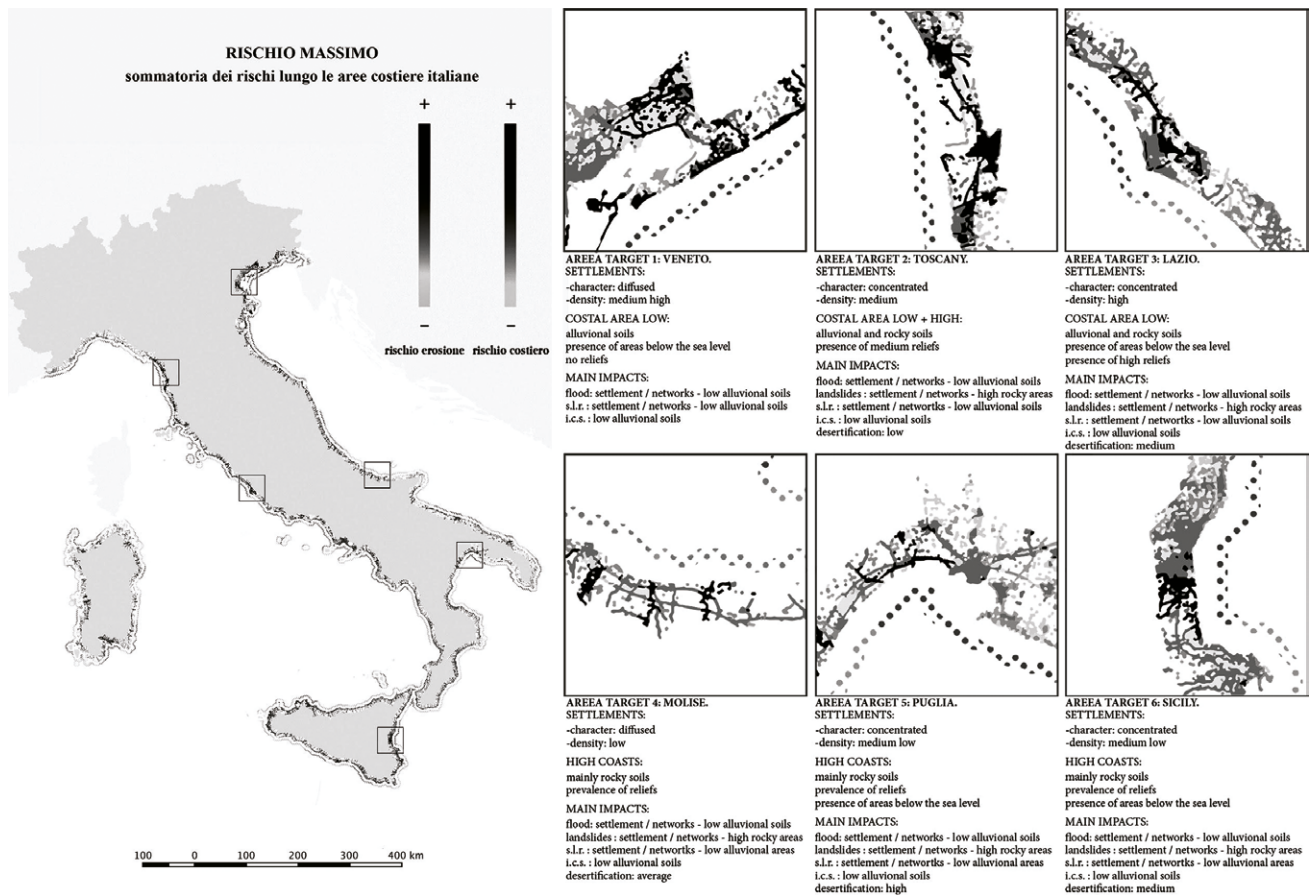
Verso un cambio di prospettiva nell'analisi del territorio costiero: cosa guardare?

All'interno dei processi di pianificazione e gestione territoriale italiana c'è ancora una mancanza di consapevolezza sulla tematica, o più precisamente, manca una traduzione di questa all'interno delle politiche di sviluppo urbano e di pianificazione territoriale costiera. Negli ultimi anni di programmazione *Horizon 2020* e *LIFE programme* tuttavia, sono più di 1.100 gli enti che hanno tratto beneficio dai progetti a forte vocazione adattativa climatico-ambientale, 296 se osserviamo solo quelli depositati sui territori costieri – territori che si collocano nella fascia compresa tra i 100 km dalla linea di costa e ad un'altezza di 100 m sul livello del mare (Nicholls, 2004). L'avanzamento tecnico e conoscitivo raggiunto grazie a questi investimenti, costituisce un importante serbatoio a cui poter attingere nel prossimo futuro, soprattutto se teniamo in considerazione la complessità morfologica, climatica e insediativa che caratterizza le coste italiane.

Il contributo proposto osserva quindi da un lato le ricadute dei CC sulle aree costiere a scala nazionale, tracciandone le geografie al fine di stabilire una metodologia di avvicinamento e analisi della tematica, dall'altro, ambisce a fornire i presupposti per mettere a disposizione di *stakeholders* e *decision-makers* – dei vari contesti geomorfologici, insediativi, economici e produttivi – le politiche e i progetti più idonei ai contesti specifici in cui si troveranno a operare.

Conoscenza e pianificazione: nuovi layers informativi per nuovi strumenti di gestione

La sperimentazione prodotta mira innanzitutto a individuare e divulgare le peculiarità geo-morfologiche e insediative a supporto di progettualità e politiche capaci di relazionarsi alle diverse specificità locali, per far fronte alla complessità degli impatti climatici con una particolare attenzione ai fattori di contaminazione positiva delle esperienze depositate sul territorio nazionale.



03. Mappatura del rischio in Italia e selezione delle 6 aree target più rilevanti. Risk mapping in Italy and selection of the 6 most relevant target areas. Giacomo Magnabosco

Una prima operazione di mappatura si è occupata di restringere il campo d'analisi a una casistica entro cui costruire un ragionamento condiviso. La strutturazione di un *open dataset* del dissesto a scala italiana¹ – innalzamento medio marino (IMM), intrusione del cuneo salino (ICS), erosione costiera (EC), esondazioni fluviali (EF), fenomeni franosi (FF), fenomeni siccitosi e di desertificazione (SD) – ha permesso di costruire uno strumento di lettura territoriale semplice e accessibile a un vasto pubblico. Tale strumento è caratterizzato dalla grande capacità comunicativa tipica della mappa e della *datavisualization*, che supportano e corredano con un linguaggio grafico comunicativo i complessi quadri quantitativi che caratterizzano la tematica, dedicando particolare attenzione alla comunicabilità dei dati raccolti, concentrando le conoscenze relative agli impatti dei CC nel territorio costiero. Il risultato è la rappresentazione di una geografia in grado di restituire sia a scala nazionale che a scala locale, grazie all'approfondimento svolto su 6 aree pilota, la quantificazione e il dimensionamento tipologico delle aree

più sensibili, in modo da supportare i futuri processi di pianificazione per l'adattamento della costa italiana.

La selezione dei sei carotaggi tipologici ha permesso un processo di semplificazione dei contesti, nel tentativo di riassumere le principali caratteristiche geo-morfologiche, insediative, climatiche e del dissesto che insistono sulla penisola. Questa semplificazione è avvenuta utilizzando tre famiglie di criteri di selezione: forma e caratteristiche degli insediamenti (concentrati-diffusi); caratteristiche orografiche e geologiche della costa (costa alta-rocciosa e costa bassa-sabbiosa; facilmente e difficilmente erodibili); distribuzione e compresenza degli impatti climatici (IC), misurando l'intensità data dalla sovrapposizione di questi valori.

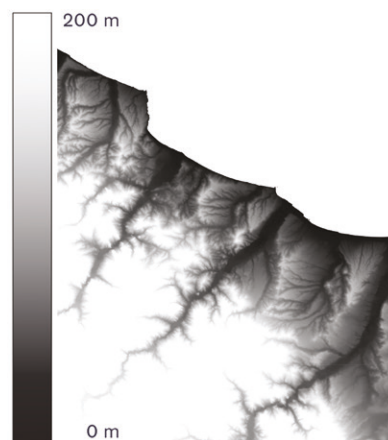
Chi cerca trova! Applicazione del processo nell'area target del Molise

Del metodo adottato per questa ricerca, qui proponiamo gli esiti del solo caso dell'area *target* del Molise a titolo

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEI SUOLI



CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SUOLI



04. Caratterizzazione geo-morfologica della costa del Molise. Geomorphological characterization of the Molise coast. Giacomo Magnabosco

esemplificativo. L'area costiera presenta una struttura insediativa di tipo concentrato con una bassa densità, sviluppata su suoli ad alta pendenza, la cui impronta sul terreno ammonta a 82 km². La fascia costiera, di tipo alto, è caratterizzata da una condizione geologica tipica di queste aree, che vede alternarsi suoli rocciosi con suoli alluvionali in corrispondenza delle fiumare. I fenomeni di EF si trovano qui spesso in prossimità delle aree urbane, che vengono investite dagli eventi estremi mediamente per il 22%, in un *range* compreso tra il 10% e 42%, dove il valore più alto si registra nelle aree industriali e commerciali, mentre le reti stradali e ferroviarie vengono colpite per il 4,5% e 4,8%. Per quanto riguarda i territori rurali e naturali, essendo questi quasi sempre su suoli altamente drenanti o distanti dalle fasce di rischio allagamento, le percentuali risultano più basse, pari al 9,3% e il 5% della loro estensione.

Proprio per la conformazione di costa alta, gli insediamenti e i territori saranno quasi del tutto risparmiati dai futuri fenomeni di IMM, mentre per quanto riguarda l'EC registrano valori prossimi all'1%. Territori rurali, naturali e rete idrica verranno comunque colpiti, con valori rispettivamente del 6,8% e 8% dai fenomeni di IMM e ICS, che nel caso della rete idrica registrerà un danno permanente del 4% e 5%.

come possiamo evitare, o quantomeno prevedere, pianificare e gestire questi impatti lungo le diverse tipologie di aree costiere?

Per quanto riguarda il FF, proprio per gli aspetti geomorfologici del territorio, già oggi si registrano livelli allarmanti per i territori urbanizzati che registrano una porzione di urbanizzati continui a rischio del 30%, mentre del 5% per i territori agricoli e 2,5% per le reti idriche. Questi dati, già preoccupanti per il grado di pericolosità di questo impatto, sono da consi-

derarsi in un *trend* di crescita, soprattutto se messi a sistema con gli sconvolgimenti idrogeologici e di indebolimento dei suoli causati dai fenomeni SD causati dalle alte classi di desertificazione che investono il 38% dei suoli agricoli e il 99% dei suoli naturali, che registreranno notevoli perdite alla produttività agricola e degli equilibri degli ecosistemi naturali.

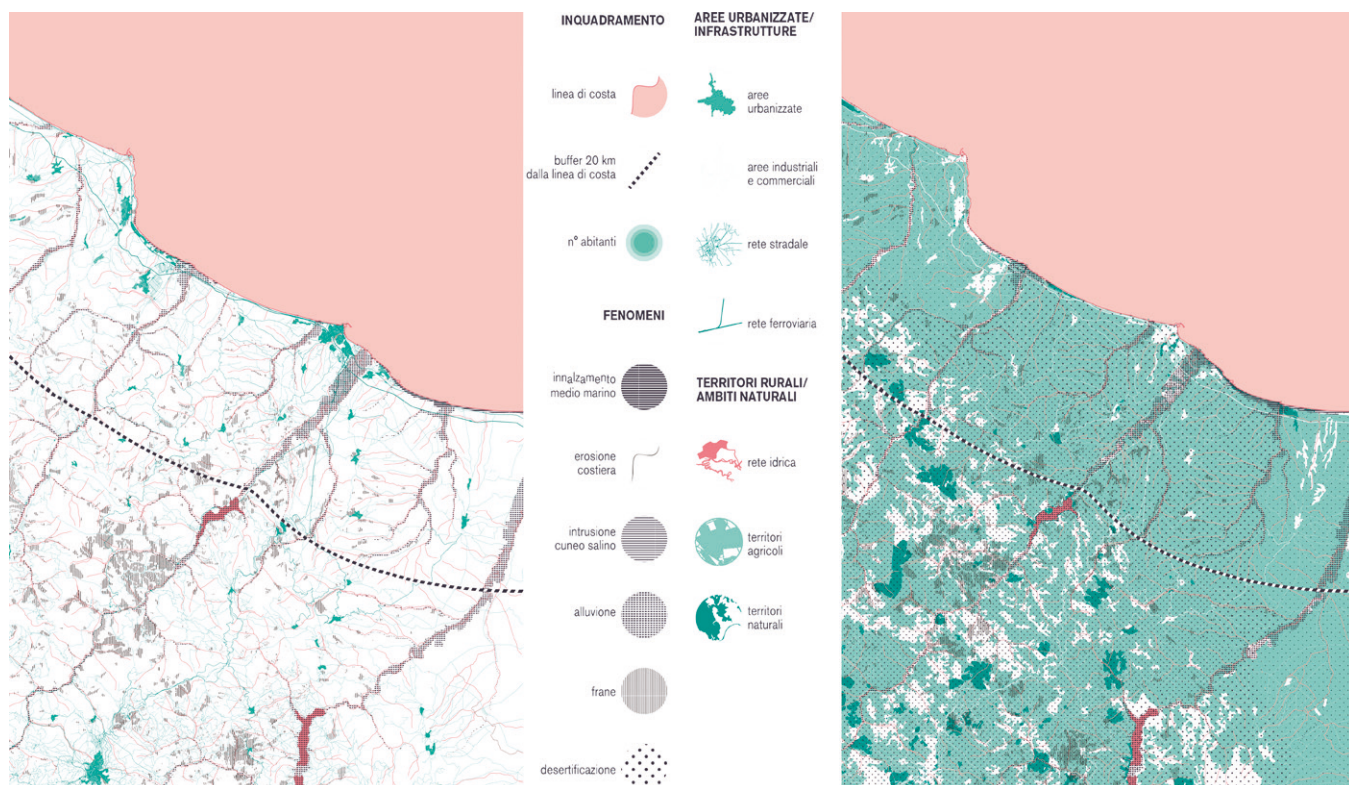
Le condizioni sopra descritte mostrano come anche in casi di costa alta, il CC in area costiera possa recare danni consistenti ai territori e alla loro potenziale produttività e come, in condizioni già precarie degli insediamenti, i fenomeni estremi possano inficiare la sicurezza di questi territori, sia per eccesso che mancanza di acqua.

Per quanto concerne le potenziali risposte a queste forme di dissesto, è plausibile immaginare che le località italiane con caratteristiche geo-morfologiche, insediative e climatiche simili all'area *target* del Molise possano trarre interessanti spunti progettuali e di indirizzo politico attingendo al bagaglio della progettazione europea. Nello specifico, i progetti INNOQUA, PonDerat², DesertAdapt³, per citarne alcuni, contengono nei loro programmi di ricerca applicata i presupposti per un efficace *knowledge transfer* per il territorio costiero del Molise. Se ampliamo il campo a tutta la progettazione europea sulle aree

costiere, risulta ancor più evidente come esista un bagaglio di risposte pronte a cui attingere che, declinate ai contesti specifici, possono costituirsi come una grande cassetta degli attrezzi per tecnici, per amministratori e decisori politici locali.

Riflessioni a margine del processo: adattarsi all'adattamento

L'adattamento ai CC, nel suo approccio più teorico, prevede l'adozione di misure volte a contrastare, ridurre o che provino a gestire gli effetti e le vulnerabilità presenti e future, così come la variabilità che si verifica in assenza di CC nel contesto di una società in continuo cambiamento (World Bank, 2011). Diviene quindi sempre più chiaro come tale ap-



05. Mappatura dell'estensione degli impatti nell'area target del Molise. Mapping of the extent of the impacts in the Molise target area. Giacomo Magnabosco

proccio non possa solo significare protezione statica contro gli impatti negativi ma, in un'ottica virtuosa, rappresenti anche la predisposizione verso una maggiore resilienza al cambiamento stesso, traendo vantaggio dai suoi possibili benefici diretti e indiretti. In questo scenario, è stato definito da più parti che la scienza giocherà un ruolo fondamentale a supporto dei processi di *governance* climatica, in particolare in termini di scenario, di valutazione delle variazioni regionali di impatti, vulnerabilità e rischi, di individuazione delle conseguenti necessità di adattamento (in termini di opzioni prioritarie) e infine, in termini di valutazione dell'efficacia delle politiche realmente implementate (Magni, 2019).

La ricerca qui brevemente descritta si propone come un modello *open-source* di supporto ai futuri processi di pianificazione costiera, in linea con questo approccio, sia per quanto riguarda l'analisi degli impatti dei CC – declinata a livello sub-regionale e locale – la loro quantificazione, che ha richiesto una modellazione delle relazioni sui sottosistemi naturali e antropici e gli insegnamenti che queste aree impattate possono apprendere dalla rete nazionale di progetti *LIFE* e *H2020* di adattamento. I risultati ottenuti dall'approfondimento sulle sei aree *target* enfatizzano oggi più che in passato la necessità di comprendere come i processi antropici costieri siano legati al sistema geomorfologico-territoriale su cui insistono, e alle interazioni che essi hanno con i CC. La natura complessa del sistema costiero italiano, in combinazione con l'incertezza sugli IC futuri, è stata spesso un ostacolo, tanto per una comunicazione efficace dei rischi associati e delle conseguenti esigenze di adattamento, quanto per le decisioni da prendere in ottica di gestione costiera. Per tale motivo, nello sviluppo di questo

processo analitico-comunicativo, la priorità è stata riposta nell'affrontare le incertezze quantitative degli impatti, integrando le conoscenze esistenti per supportare, grazie anche ad esempi virtuosi portati avanti da enti di ricerca e pubbliche amministrazione di diversa dimensione e capacità operativa, le future fasi di *decision-making* per l'adattamento costiero.*

NOTE

1 – Dataset costruito con i dati open disponibili sui database delle principali agenzie italiane, opportunamente elaborati dagli autori come segue: 1/ quadro conoscitivo della struttura infrastrutturale e insediativa: Corinne Land Cover e Openstreetmap; 2/ innalzamento medio marino e intrusione del cuneo salino: elaborazione del Modello Digitale del Terreno (Geoportale Nazionale); 3/ erosione costiera: Atlante dell'erosione costiera (ISPRA); 4/ esondazioni fluviali: Aree a potenziale rischio significativo di alluvione (ISPRA); 5/ fenomeni franosi: Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI); 6/ desertificazione: Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione (ISPRA); 7/ geomorfologia dei suoli: Carta Litologica Italiana (ISPRA).

2 – Life PonDerat ha come obiettivo il miglioramento dello stato di conservazione di specie e habitat delle aree costiere, con focus specifico alle isole Ponziane, contesto simile a quello d'analisi.

3 – Life DesertAdapt mira a documentare strategie e tecnologie innovative in grado di migliorare sia la qualità e la conservazione del suolo che il supporto allo sviluppo vegetale in aree, private e pubbliche, localizzate in zone del Mediterraneo a rischio desertificazione.

BIBLIOGRAFIA

- Antonioli, F., Anzidei, M., Amorosi, A., Lo Presti, V., Mastroruzzi, G., Deiana, G., De Falco, G., Fontana, A., Fontolan, G., Lisco, S., Marsico, A., Moretti, M., Orrù, P.E., Sannino, G.M., Serpelloni, E., Vecchio, A. (2017), "Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains: flooding risk scenarios for 2100", in "Quaternary Science Reviews", 158, pp. 29-43.
- Antonioli, F. (2018), "Mediterranean Sea: Many models and few new observational data for the coast, only using the Computer Will be difficult to improve the projections of the future sea level" in "Alpine and Mediterranean Quaternary", 31(1), pp. 11-12.
- Magni, F. (2019), "Climate proof planning: L'adattamento in Italia tra sperimentazioni e innovazioni", Franco Angeli, Milano.
- Nicholls, R.J. (2004), "Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: Changes under the SRES climate and socio-economic scenarios", in "Global Environmental Change", n.14, pp. 69-86.
- World Bank (2011), "Guide to climate change adaptation in cities: executive summary", World Bank, Washington DC.