



Fig. 1. Riqualificazione parcheggio comunale via Vignee – via Spinada a Cucciago (CO) tramite de-impermeabilizzazione e rain-garden, WISE Engineering (2022). Da: Call for ideas per la selezione di interventi di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici basati sull'impiego di SuDS Sustainable Drainage System, Regione Lombardia e ERSAF.

CAMBIAMENTO CLIMATICO E DRENAGGIO DELLE ACQUE: RECENTI EVIDENZE IN ITALIA, STRATEGIE DI PROGETTAZIONE E NECESSITÀ DI CAMBIAMENTO

Giacomo Galimberti, Alessandro Balbo

* Wise Engineering srl

1. Effetti del cambiamento climatico

Il 2022 è stato un anno caratterizzato da caldo estremo e deficit di precipitazioni, tra i peggiori mai registrati in larga parte dell'Europa (Cat Berro e Mercalli, 2023). In particolare, secondo il gruppo di Climatologia storica dell'Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima del Consiglio nazionale delle ricerche di Bologna

(Isac-Cnr, Brunetti et al., 2006), per l'Italia è risultato il più caldo e siccitoso dal 1800. Caldo e siccità hanno avuto pesanti ripercussioni sull'agricoltura, sulla produzione idroelettrica, sulla salute pubblica ed hanno anche causato, abbinati alle scarse precipitazioni nevose invernali, ingente fusione dei ghiacciai alpini. La siccità, le scarse nevicate e anomalie positive di temperatura impattano inoltre enormemente anche su interi comparti economici legati al turismo, basti pensare alle località sciistiche e a parchi acquatici. Nonostante la prolungata siccità,

*Per info: WISE Engineering srl; Via Alcide De Gasperi 85, Rho (MI). www.wisebenefit.it; info@wisebenefit.it; Tel. 02.49412944.

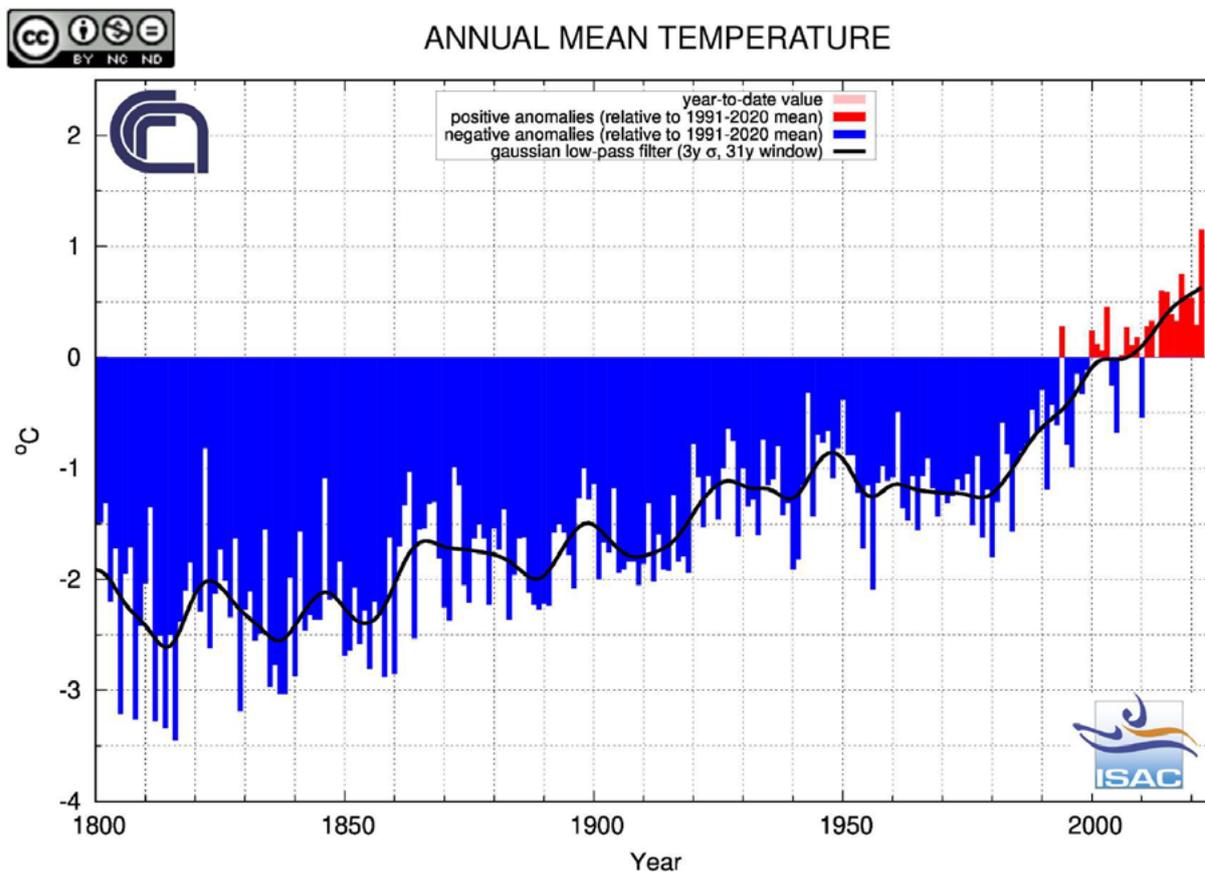


Figura 2. Serie CNR-ISAC delle anomalie termiche annue a scala nazionale in Italia, dal 1800 al 2022, risultato l'anno più caldo nella serie storica a partire dal 1800.

nello scorso anno non sono neppure mancati eventi temporaleschi estremi, quali i rovinosi nubifragi alluvionali del 15 settembre nelle Marche e del 26 novembre sull'isola di Ischia.

Anche il primo trimestre del 2023 è stato caratterizzato da temperature sopra la media e da un elevato deficit di pioggia. Le risorse idriche nivali accumulate in Italia nella stagione invernale 2022-2023 risultano circa la metà rispetto a quelle dell'anno precedente, che già aveva creato situazioni critiche per i fiumi, gli ecosistemi e gli utilizzi antropici.

Vari studi di attribuzione meteorologica, la branca della climatologia che indaga i rapporti tra il cambiamento climatico e specifici eventi meteorologici, hanno riscontrato il legame tra i valori estremi di caldo e siccità e i cambiamenti climatici indotti dal riscaldamento globale antropogenico (Dominik e Schumacher, 2023; Faranda, 2023). Per quanto attiene alle precipitazioni, per l'Italia si evidenzia una tendenza generalizzata su tutto il territorio nazionale all'aumento in frequenza ed intensità dei fenomeni di precipitazione estrema, non solo in scenari di elevato cambiamento climatico, ma anche in scenari con cambiamento climatico più contenuto (Spano et al., 2020). Gli studi con-

dotti nell'ambito del progetto ClimaMI, inserito nel report "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane" della fondazione CMCC Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (Spano et al., 2021) evidenziano ad esempio per l'ambito urbano milanese un trend di diminuzione del numero di giorni piovosi (-1 giorno ogni 4 anni) e un parallelo aumento dell'intensità di pioggia (+1 mm/h ogni 6 anni). Non solo eventi di precipitazione intensa, ma anche le caratteristiche geografiche e idrogeologiche del territorio, unite all'urbanizzazione, sovente in aree alluvionali, e al consumo ed impermeabilizzazione dei suoli, rendono le città particolarmente esposte al rischio climatico (Amanti et al., 2023), sia per allagamenti da corsi d'acqua, che per insufficienza delle reti di drenaggio. Nel Rapporto sul Dissesto Idrogeologico in Italia, i ricercatori dell'Ispra mostrano che in Italia sono ben 7423 i comuni con aree a pericolosità idraulica media, aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata e con aree soggette ad erosione costiera, pari all'94% del numero totale dei comuni italiani. La popolazione italiana soggetta ad alluvioni è pari a oltre 8,6 milioni di abitanti (Trigila et al., 2021).

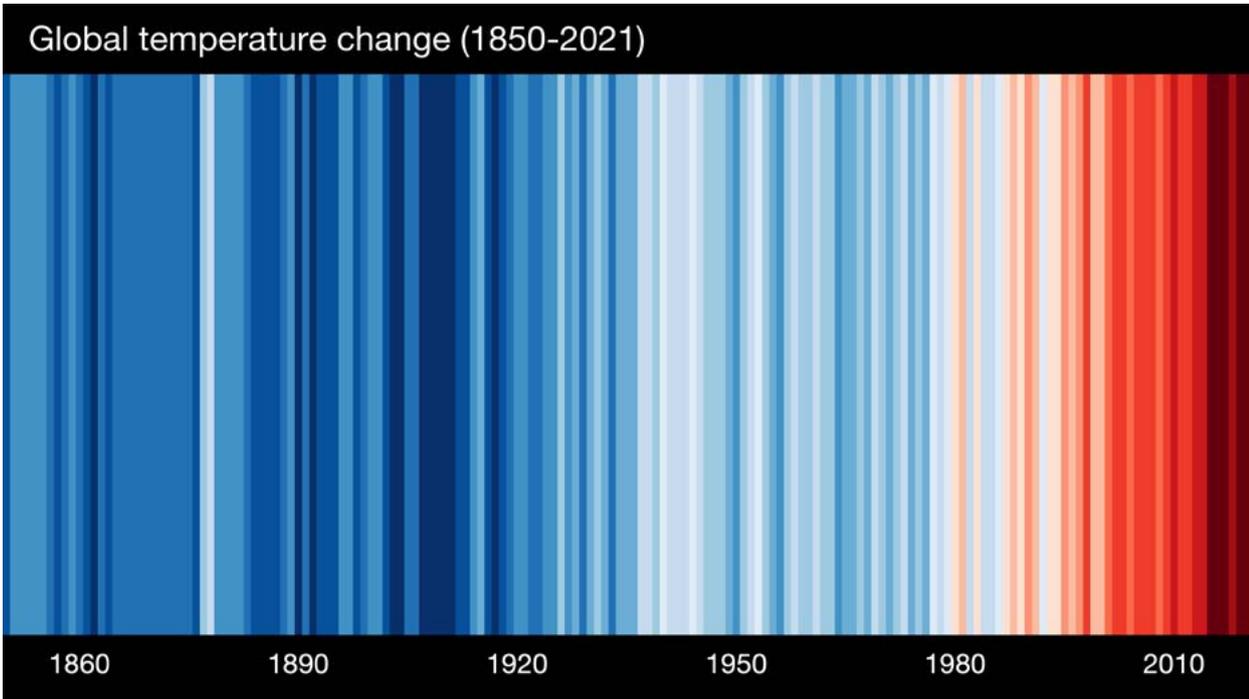


Figura 3. Data visualization del cambiamento climatico: le “warming stripe” di Ed Hawkins, University of Reading, mostrano l’aumento della temperatura annuale media globale negli ultimi 170 anni con scala di colori dalle temperature più basse (blu) alle più alte (rosso).

2. Necessità di ripensare alle strategie di gestione delle acque e Nature Based Solutions

In questo contesto, e tenendo conto degli scenari futuri, appare evidente come gli approcci e le metodologie adottate in passato per far fronte alla mitigazione del rischio geo-idrologico e per la gestione delle acque non siano più adeguati ed anzi debbano essere ripensati in profondità. Approcci settoriali e disgiunti, che ripropongono la storica separazione delle competenze e professionalità, così come la frammentazione e le barriere tra gli Enti in funzione degli usi della risorsa idrica e dei territori e ambiti di applicazione, non sembrano più sufficienti ed efficaci. Occorre invece adottare nuovi approcci e nuove soluzioni, integrando tra loro competenze diverse, hard e soft engineering per infrastrutture grigie e verdi e blu al fine di costruire sistemi resilienti e tenere conto del cambiamento climatico.

A tal fine, la “soft engineering” adotta soluzioni naturali ingegnerizzate (nature-based solutions, green and blue infrastructures) per gestire il drenaggio urbano e sfruttare i diversi servizi ecosistemici da esse fornite (Huber, 2010):

- regolazione atmosferica;
- regolazione climatica;
- regolazione idrica e recupero delle acque;
- controllo dell’erosione e trattenimento dei sedimenti;
- bilanciamento cicli dei nutrienti;

- riduzione carico inquinante sfruttando i processi naturali;
- pollinazione;
- aumento biodiversità;
- produzione di biomasse e formazione di suolo;
- aumento aree ricreative;
- educazione ambientale.

Le soluzioni e i progetti occorre che siano multi-obiettivo e multilivello, che mirino ad obiettivi di diminuzione del rischio idraulico, insieme alla riqualificazione fluviale e alla rigenerazione urbana, migliorando al contempo la fruizione, la salute e la qualità della vita e degli spazi. Ogni progetto e intervento, alle diverse scale e in funzione dell’ambito e delle fonti di finanziamento, dovrebbero ambire a contribuire alla mitigazione e all’adattamento ai cambiamenti climatici, fornendo un impatto positivo sull’ambiente, sul territorio e sulle comunità.

Elemento chiave è l’adozione di soluzioni “nature based” (NBS), in grado di fornire anche servizi ecosistemici per migliorare la gestione dell’acqua meteorica e di contribuire, nelle città, a mitigare l’effetto isola di calore e a creare ambienti vivibili per la collettività. Le NBS si sono diffuse nel Regno Unito dagli anni ’90, per poi diffondersi in Europa, Stati Uniti ed Australia.

Adottare sistemi NBS nei sistemi di drenaggio significa abbandonare la logica incentrata sui dispositivi tradizionali di raccolta, allontanamento rapido delle acque di pioggia e scarico nei fiumi, quali recettori finali, per passare invece a sistemi di drenaggio soste-

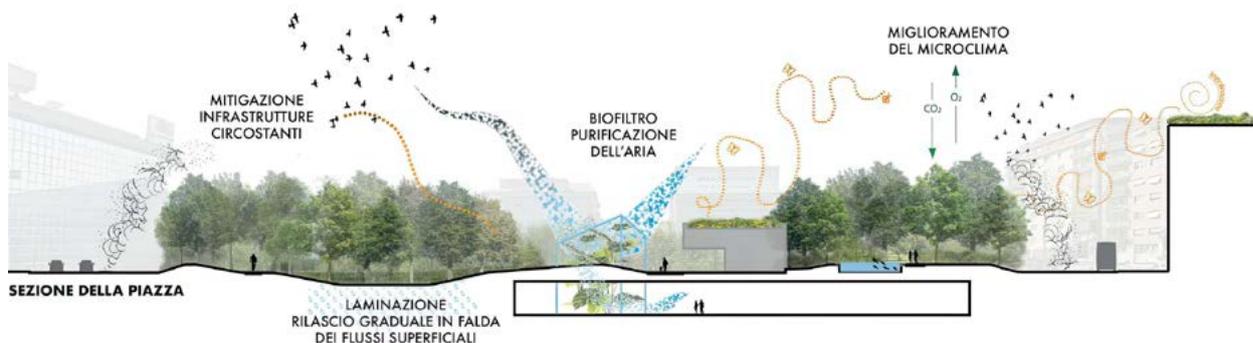


Figura 4. Esempio di riqualificazione urbana tramite nature based solution con drenaggio sostenibile e servizi ecosistemici.

Fonte. Competizione Reinventing Cities “Una piazza per Loreto”, Bunch studio associato di architettura con Wise Engineering per il drenaggio urbano sostenibile (2021).

nibile, che prevedono l’intercettazione e l’infiltrazione delle acque in maniera localizzata e diffusa, con alleggerimento delle reti di fognatura e dei reticoli superficiali, tramite l’impiego di varie soluzioni, che comprendono l’impiego di depressioni superficiali, piante, pavimentazioni permeabili, sistemi di raccolta e riutilizzo o infiltrazione delle acque piovane.

Esempi virtuosi di tali soluzioni iniziano ad essere sempre più diffusi anche in Italia, sulla scorta di alcuni interventi significativi, recentemente realizzati o in corso di sviluppo, anche grazie ai finanziamenti legati al PNRR.

Nel panorama nazionale particolare spinta all’impiego di NBS è stata data in Regione Lombardia, tramite la Legge Regionale 4/2016 “*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua*” e dal successivo Regolamento Regionale 7/2017 sull’invarianza idraulica e idrologica. Sono quindi stati finanziati progetti di de-impermeabilizzazione e rinverdimento di aree pubbliche per la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici per ripristinare la permeabilità dei suoli e aumentare le superfici urbane coperte da vegetazione, tramite apposita linea di finanziamento ai Comuni con dotazione pari a 5 milioni di euro.

Tra i progetti virtuosi si citano ad esempio:

- Milano città spugna: piano di interventi, finanziato dal PNRR, sviluppato da Città Metropolitana di Milano con il gestore del Servizio Idrico Integrato Cap Holding, per contrastare il cambiamento climatico tramite 90 interventi in 32 comuni, per un investimento di 50 milioni di euro; l’obiettivo è rinforzare l’ecosistema della Città metropolitana di Milano, favorendo l’assorbimento dell’acqua piovana e riducendo i danni economici e ambientali delle piogge intense, stimolare la riqualificazione e la vivibilità degli spazi con il contenimento delle isole di calore e sostenere la biodiversità.

- La Magnifica Fabbrica della Scala: concorso internazionale di progettazione del Comune di Milano per la creazione della nuova sede dei laboratori e dei depositi del teatro alla Scala e per l’ampliamento del parco della Lambretta, con gestione sostenibile delle acque tramite NBS e valorizzazione ambientale di un’area urbana e periferiale oggi dismessa.
- Facciamo fiorire l’acqua, intervento di rigenerazione urbana di un’intera strada a Bovisio Masciago, in provincia di Monza Brianza, sviluppato dal gestore del Servizio Idrico BrianzaAcque tramite l’utilizzo di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) per la creazione di un’infrastruttura verde e blu lungo l’asse viario principale del centro cittadino.

3. Un cambiamento radicale, sempre più urgente

Il cambio delle tecnologie adottate per la gestione delle acque e la mitigazione del rischio geo-idrologico tramite l’introduzione di soluzioni *nature based* in luogo dei sistemi idraulici tradizionali non è tuttavia sufficiente, perché la sfida data dal rischio climatico richiede ben più di un cambio tecnologico.

A valle dei dati analizzati fin qui, infatti, risulta evidente l’urgenza sempre più pressante di un cambio di paradigma non solo nel mondo della progettazione ingegneristica, ma più in generale nel tessuto sociale, formativo e produttivo del nostro Paese. Inoltre, la comunicazione e il coinvolgimento di tutti gli strati della popolazione risultano di fondamentale importanza affinché le varie soluzioni tecnologiche e di policy siano realmente efficaci. È sicuramente necessario, infatti, che il mondo dell’ingegneria rivoluzioni le sue pratiche di lavoro, affiancando, come detto, all’*hard engineering* anche tecniche ed approcci *soft engineering*; ma, proprio in virtù della necessità di lavorare e ragionare in maniera più “olistica”, a questo cambiamento deve essere associata una parallela visione inte-

grata e multidisciplinare da parte di tutti gli attori coinvolti: la Pubblica Amministrazione, che si trova a dover gestire gli interventi, l'Università, che ha il fondamentale compito di formare i professionisti di domani, e la cittadinanza tutta, che deve essere più coinvolta e consapevole delle criticità e sfide ambientali e climatiche che sempre più incidono sulla quotidianità.

A livello di mercato, qualche passo si sta muovendo, anche sul piano nazionale, non solo in campo ingegneristico e progettuale, ma anche nell'evoluzione del concetto stesso di Azienda, che inizia a valutare la possibilità di perseguire più obiettivi insieme. Uno degli aspetti più interessanti degli ultimi anni è il dato di crescita del numero di Società Benefit in Italia dal 2018 a oggi; risulta evidente, infatti, una chiara attenzione crescente per questa tipologia di impresa. Le Società Benefit operano sul mercato con le stesse finalità di crescita economica di tutte le altre imprese profit, ma con una particolare attenzione anche al beneficio per le comunità e l'ambiente. Questo è il segnale della consapevolezza emergente della necessità di un modo diverso di fare business, che incorpora al suo interno anche l'attenzione verso l'ambiente e la società.

Nel settore di nostro interesse, per il contrasto al dissesto geo-idrologico e per la gestione della risorsa idrica, è chiaro come ogni progettazione debba necessariamente incorporare le ultime soluzioni e tecnologie

disponibili, ma diventa fondamentale che sia anche attenta e rispettosa dell'ambiente e del tessuto sociale circostante, che porti un "beneficio" ulteriore, appunto. Gli interventi che riguardano il servizio idrico integrato e i corsi d'acqua coinvolgono la risorsa comune più preziosa, necessaria per le attività umane, per la vita e la tutela degli habitat.

Alcune realtà nel mondo dell'ingegneria si stanno muovendo nella creazione di maggiore consapevolezza sui temi del cambiamento climatico e del dissesto idrogeologico utilizzando meccanismi di *Citizen Science*, ad esempio per il monitoraggio della pioggia, dei livelli di fiumi e laghi, per la qualità delle acque e per il contenuto di umidità del terreno (Buytaert et al., 2014).

La Citizen Science, inserita nel 2014 nella lista delle nuove parole del dizionario Oxford English, è definita come "la raccolta e l'analisi di dati relativi al mondo naturale da parte di un pubblico, che prende parte a un progetto di collaborazione con scienziati professionisti", con benefici per entrambe le parti, in termini di disponibilità e di raccolta dati (per i ricercatori) e di sviluppo e apprendimento di nuove conoscenze (per i cittadini).

Un progetto, sviluppato dagli scriventi, che mostra come l'ingegneria abbia già iniziato a muovere i primi passi verso una progettazione diversa, integrata, che guarda alle problematiche ambientali con approccio multi-obiettivo e multidisciplinare, coinvolgendo –

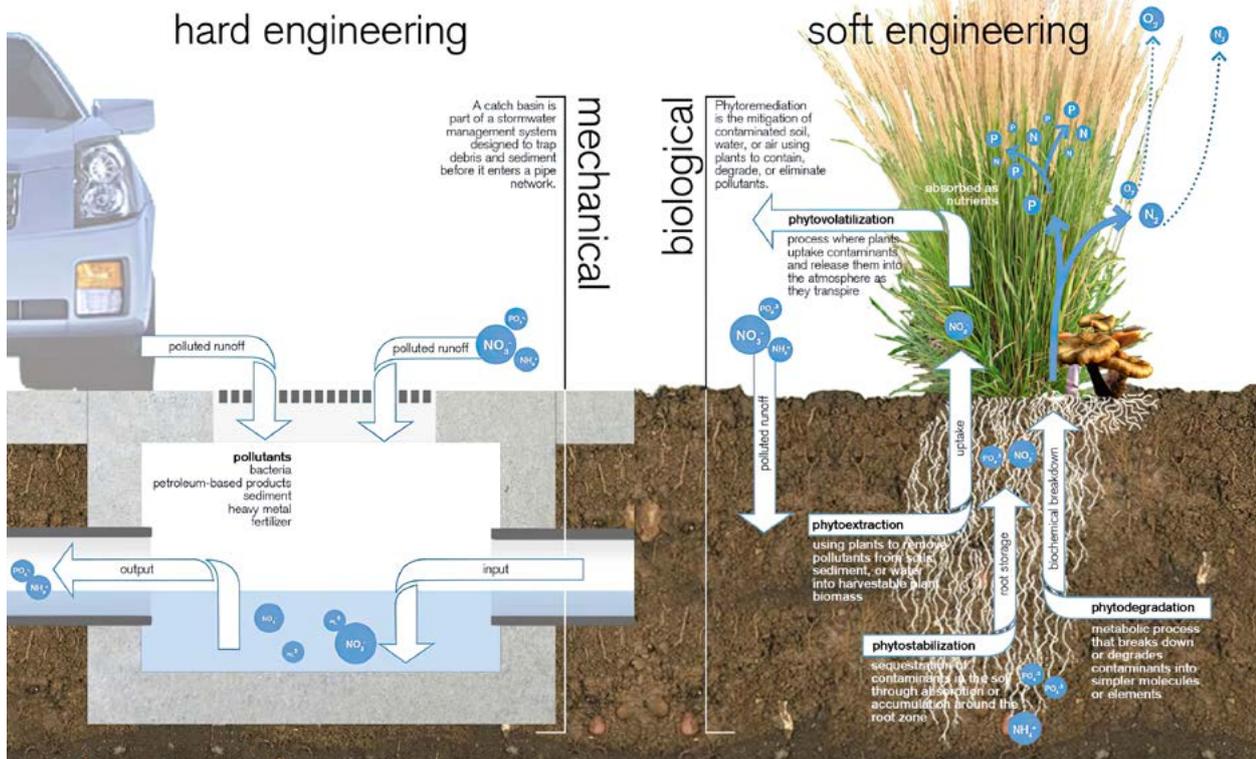
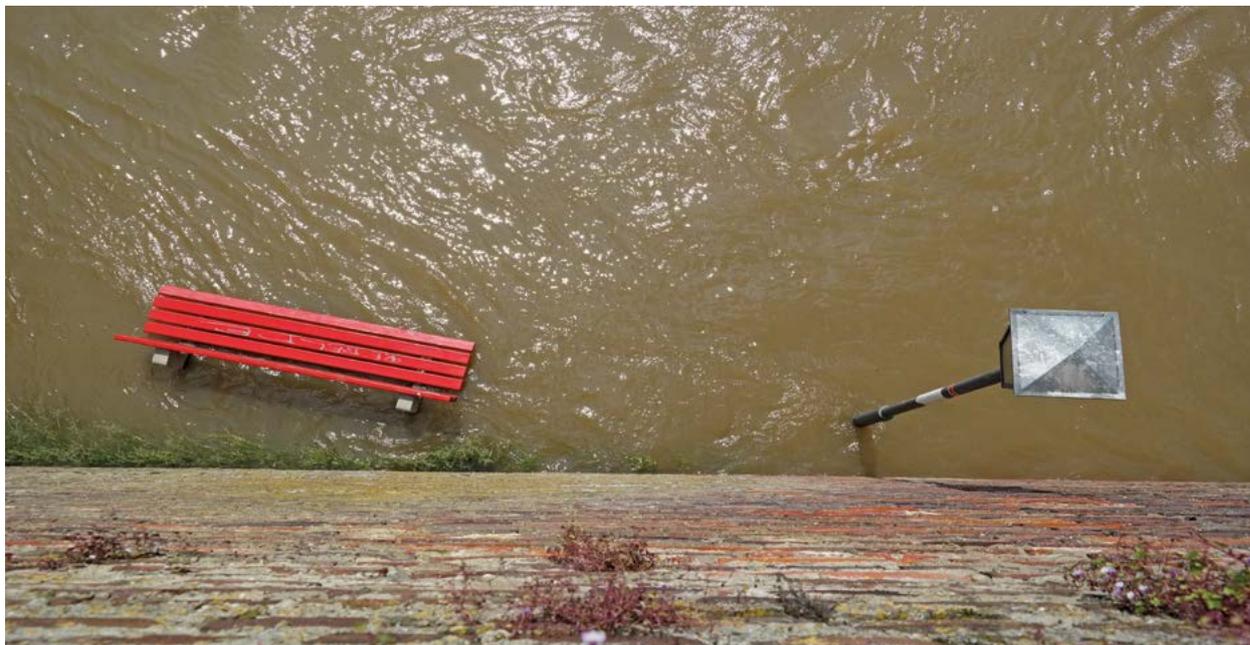


Figura 5. Confronto tra Hard Engineering e Soft Engineering in termini di processi per la riduzione dei carichi inquinanti generati.
Fonte. Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas



e quindi sensibilizzando – anche la società, è ad esempio Cithyd (Citizen Hydrology). Il progetto è stato selezionato tra i progetti finalisti a Seeds&Chips 2018, The Global Food Innovation Summit, in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), nell’ambito del focus sull’acqua “WaterFirst!”. Grazie allo sviluppo di un’applicazione e di un sito internet dedicato, viene promosso il coinvolgimento dei cittadini nel monitoraggio dei corsi d’acqua e dei fiumi. L’applicazione funziona grazie al contributo di volontari che, in autonomia, dai propri smartphone, possono consultare e inviare gratuitamente i livelli dei fiumi tramite la piattaforma, acquisendo consapevolezza

dei rischi alluvionali legati alle piene e ai rischi legati alla siccità e alla scarsità della risorsa idrica (Galimberti e Balbo, 2017). La piattaforma compie quindi alcuni semplici controlli per evitare l’inserimento di dati palesamenti errati, mentre la bontà dei valori inseriti può essere controllata e verificata da specifici utenti che collaborano attivamente al Progetto.

Per citare anche un esempio europeo, la piattaforma CrowdWater (Etter et al., 2018), sviluppata dall’Università di Zurigo, si occupa di investigare modalità e strumenti per il coinvolgimento della cittadinanza nel monitoraggio e aggregazione di diversi dati relativi ai corpi idrici, promuovendo l’engagement degli utenti con gio-

Le società Benefit: il trend annuale

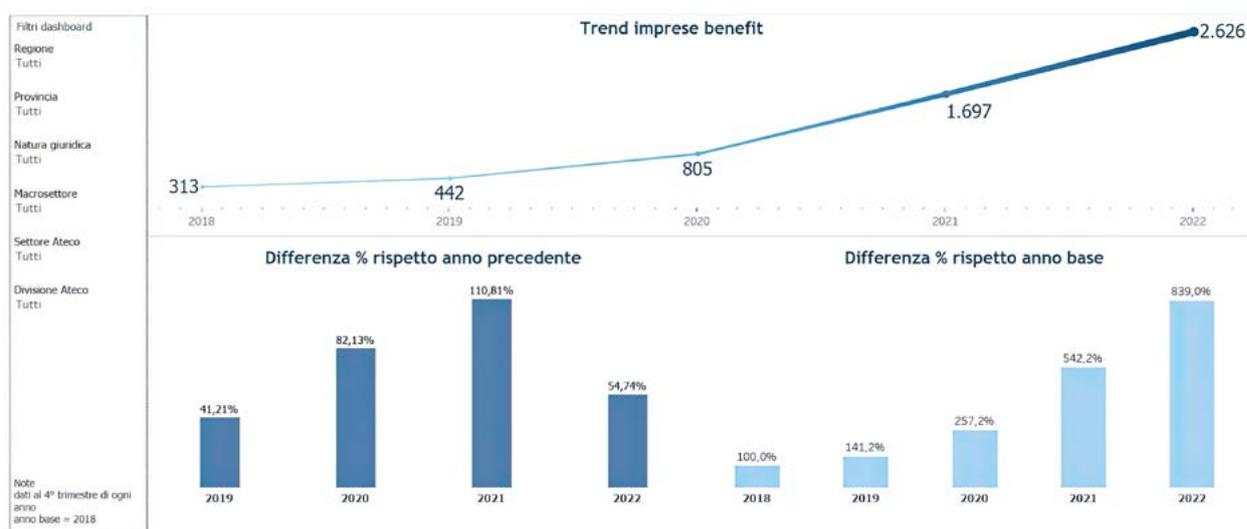


Figura 6. Dato di crescita delle Società Benefit in Italia dal 2018 al 2022. Fonte: estratto dalla piattaforma dedicata alle Società Benefit, Camera di Commercio di Taranto.



chi e concorsi. Gli studi condotti nell'ambito del progetto hanno mostrato anche l'importanza dei dati raccolti dai cittadini per la taratura dei modelli numerici di simulazione idrodinamica delle correnti fluviali.

Per rafforzare ulteriormente il messaggio di quanto il clima e i problemi legati all'approvvigionamento idrico siano questioni urgenti e che riguardano tutta la collettività è, però, essenziale che la comunicazione e i mass media si adattino efficacemente e con rapidità al cambio di prospettiva, progettando nuovi mezzi e vie per raggiungere target molto più ampi.

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), partendo dalla constatazione che comunicare i cambiamenti climatici in modo comprensibile e coinvolgente non è affatto semplice, ha recentemente prodotto un manuale di comunicazione per coinvolgere e informare il pubblico sui cambiamenti climatici (Corner et al., 2018). Uno dei principi chiave individuati nel manuale chiarisce l'importanza di intervenire in contesti e con esempi che tocchino il quotidiano di ciascuno di noi, in considerazione anche del fatto che c'è una

spaccatura sempre più forte tra le generazioni, e la crisi climatica – anche a causa di atti dimostrativi spesso controproducenti – è troppo spesso percepita come di solo interesse delle generazioni giovani e future.

Nei progetti che si portano avanti sui territori, ad esempio, è importante non solo inserire interventi a beneficio della collettività, ma anche organizzare momenti di condivisione degli obiettivi e dei risultati in cui alle persone venga spiegata la necessità e l'importanza di quel dato intervento.

Affrontare con efficacia la crisi climatica impone quindi l'adozione di un approccio integrato, multidisciplinare, che unisca progettisti, Pubblica Amministrazione, Università, scuole e mass media nell'adottare soluzioni condivise, sviluppate con il contributo e la partecipazione di tutti gli attori coinvolti. La mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico richiedono tecniche e metodologie progettuali innovative, che devono però essere inserite in un contesto più ampio, a tutte le scale, con modelli che coinvolgono aziende e comunità. ■

Riferimenti bibliografici

- Amanti M. et al, 2014, “Eventi Estremi di Precipitazione e Criticità Geologico-Idrauliche nell'area Urbana della Capitale”, Focus sulle città e la sfida dei cambiamenti climatici, p. 171, ISPRA.
- Brunetti M., Maugeri M., Monti E., Nanni T., 2006, “Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series”, *International Journal of Climatology*, 26, 345-381.
- Buytaert W., et al., 2014, “Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development”. *Frontiers in Earth Science*, 2 (26), 1–21.
- Cat Berro D. e Mercalli L., 2023, “L'anno più caldo e secco in oltre due secoli in Italia, il secondo più caldo in Europa”, Società Meteorologica Italiana Redazione Nimbus.
- Dominik L. Schumacher et al., 2023, “High temperatures exacerbated by climate change made 2022 Northern Hemisphere soil moisture droughts more likely”, *World Weather Attribution*.
- Etter S., Strobl B., Seibert J., van Meerveld H. J. I. (2018): “Value of uncertain streamflow observations for hydrological modelling”. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22(10), 5243-5257.
- Faranda D. et al, 2023, “Persistent anticyclonic conditions and climate change exacerbated the exceptional 2022 European-Mediterranean drought”, *Environ. Res. Lett.* 18 034030.
- Galimberti G., Balbo A. (2017). “New possibilities in hydrological monitoring offered by experiences of Citizen Science: CITHYD, a web application for hydrometric measurements in rivers”. *Proceedings of the 19th EGU General Assembly* 8102; 2017.
- Huber J. (2010), “Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas”, UACDC, Fayetteville.
- Oxford English Dictionary List of New Words, in *Oxford English Dictionary*, 13 September 2014.
- Spano D. et al, 2020, “Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia”, Fondazione CMCC - Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici.
- Spano D. et al, 2021, “Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane”, Fondazione CMCC - Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici.
- Trigila A., Ladanza C., Lastoria B., Bussetini M., Barbano A., 2021, “Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021”. ISPRA, Rapporti 356/2021.