



IL CLIMA È GIÀ CAMBIATO

GLI IMPATTI DI SICCATÀ E CALDO ESTREMO
SULLE CITTÀ, I TERRITORI E LE PERSONE

SOMMARIO

INTRODUZIONE

3

Aumentano ovunque le conseguenze del caldo estremo, della siccità e delle alluvioni	6
La storica risoluzione delle Nazioni Unite	10
L'Italia al centro del bacino mediterraneo: un <i>hot spot</i> del cambiamento climatico	18
Gli enormi impatti economici dei cambiamenti climatici sono già evidenti	20
L'Osservatorio CittàClima	22
Il successo del Programma sperimentale d'interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano	25
I Piani di adattamento in Europa	28
Perché in città si corrono maggiori rischi rispetto al passato?	30

GLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI IN ITALIA

33

I dati dell'Osservatorio CittàClima	34
Gli eventi climatici estremi del 2022 in Italia	35
Eventi estremi nelle aree urbane in Italia	36

GLI IMPATTI PER TIPOLOGIA DI EVENTO ESTREMO

63

Ondate di calore nelle aree urbane	65
Danni causati da piogge ed alluvioni	67
Esondazioni fluviali	72
Danni da grandinate intense	73
Danni ai beni archeologici e al patrimonio storico culturale	75
Gli effetti del riscaldamento globale sui ghiacciai	76
Gli impatti sulle aree urbane costiere	77
Danni da trombe d'aria e forte vento	80
L'aumento delle temperature e le conseguenze sui laghi	81
Danni alle infrastrutture e interruzioni di metropolitane e treni urbani	82
Il dissesto idrogeologico nelle città italiane	84

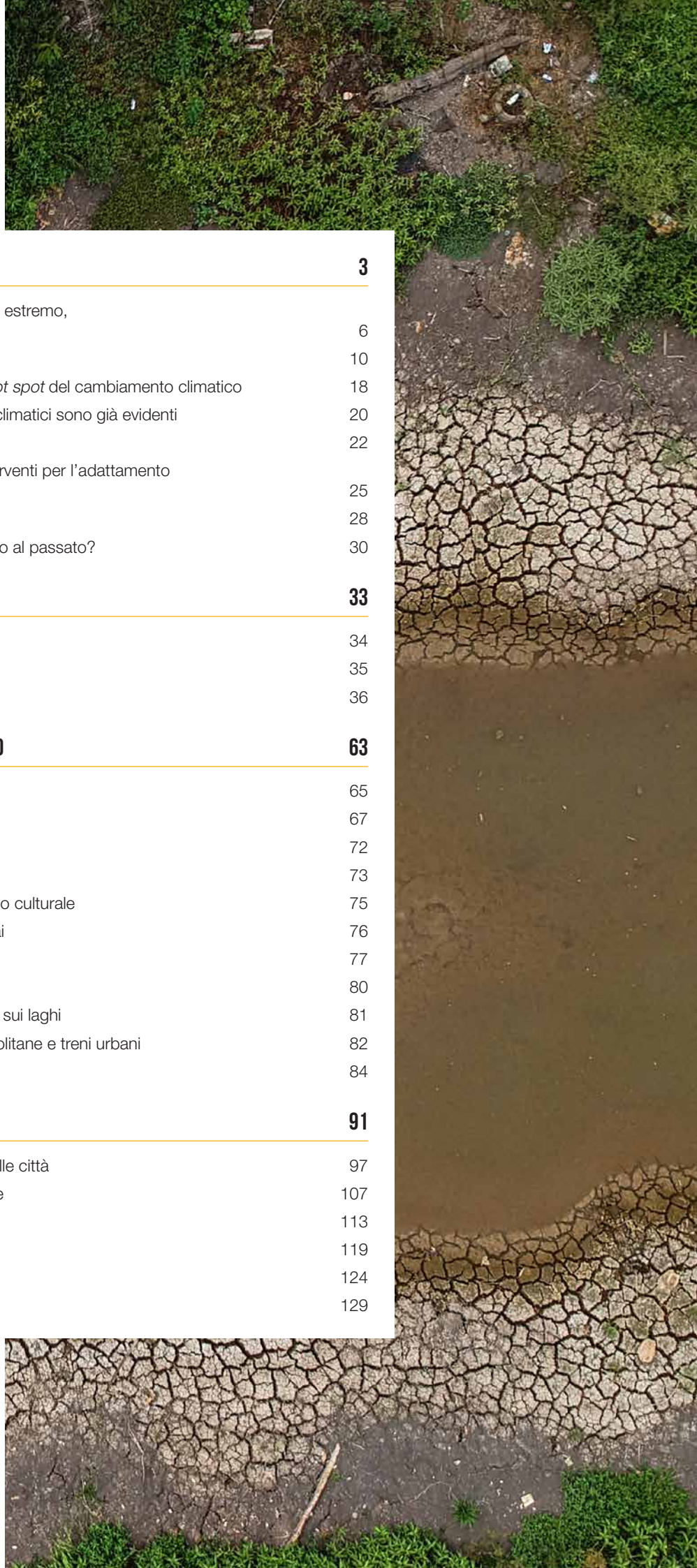
L'ITALIA DI FRONTE AL NUOVO SCENARIO

91

Piani di adattamento, strategie e linee guida delle città	97
Le misure antialluvione e di ripristino ambientale	107
Gli spazi pubblici	113
Quartieri sostenibili	119
Regolamenti Edilizi Sostenibili	124
Nuove tecnologie	129

Rapporto curato da:
Gabriele Nanni
Andrea Minutolo

Progetto grafico:
Luca Fazzalari



INTRODUZIONE

Gli effetti del cambiamento climatico in atto stanno diventando sempre più accentuati, con un incremento in frequenza e intensità degli eventi estremi che sta andando al di là di tante previsioni.

Ci troviamo di fronte a una realtà quasi quotidiana fatta di lunghissimi periodi di siccità, in special modo al centro nord, dove sta avvenendo sempre più frequentemente a partire dai mesi invernali e a cui si sono associate le ondate di calore nelle aree urbane, iniziate già in primavera, con conseguenze devastanti sulla salute delle persone, mentre sulle Alpi i ghiacciai si sgretolano. Sono poi seguite precipitazioni record e anticipate a fine estate, come per la drammatica alluvione delle Marche, con danni incredibili dal punto di vista degli impatti diretti sulle popolazioni che le subiscono.

Tutto questo è frutto di dinamiche che seguono percorsi ben precisi, dal punto di vista degli stravolgimenti climatici globali, e che ancora con più urgenza devono farci intervenire per mettere in sicurezza le persone, i territori, le attività commerciali e industriali, scuole, ospedali, infrastrutture.

Bisogna partire da questa presa d'atto, sapendo che ormai non possiamo evitare quanto sta accadendo, ma che è altrettanto possibile adattarci ai cambiamenti in corso e a quelli futuri. In quest'ottica è però fondamentale capire come le scelte da fare ora, e che decideranno il destino di tante aree e città del Pianeta, devono riguardare parallelamente interventi di mitigazione e di adattamento al clima. Infatti, senza un'adeguata diminuzione delle emissioni di gas climalteranti globali, con obiettivi e tempistiche ambiziosi, sarà sempre più difficile contenere l'aumento delle temperature medie mondiali e di conseguenza gli impatti che ne deriverebbero.

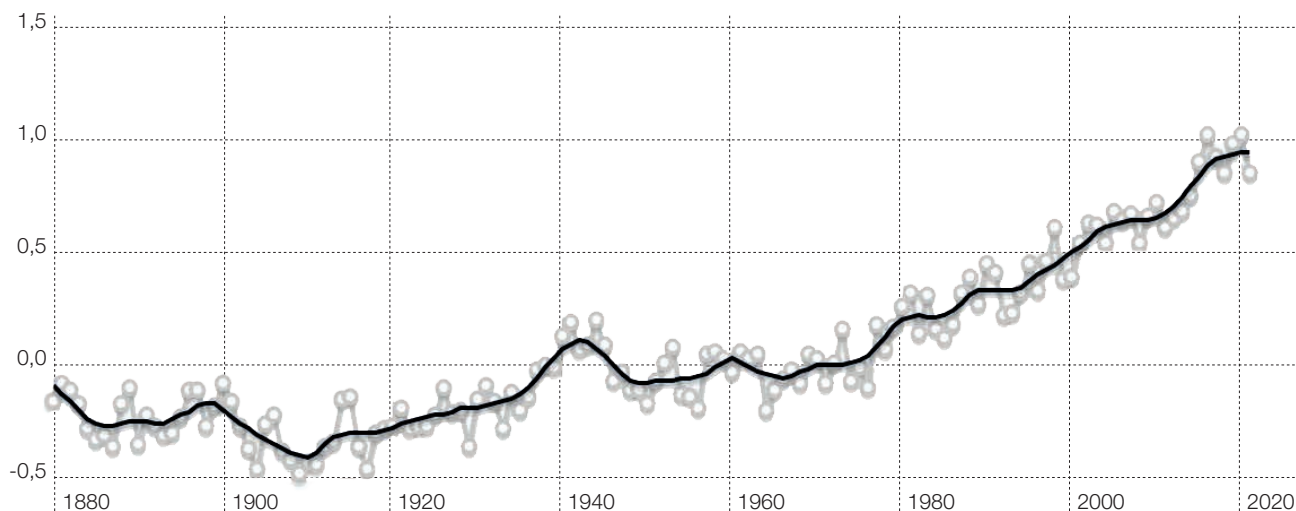
Il recente rapporto del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), dal titolo "Too Little, Too Slow", ha sottolineato che il peggioramento degli impatti della crisi climatica supererebbe la capacità di proteggerci senza un incremento massiccio dei finanziamenti per l'adattamento. Il rapporto ha rilevato che l'80% dei Paesi ha avviato Piani di adattamento, ma solo un terzo ha quantificato obiettivi con scadenze, mentre le nazioni ricche hanno fornito finanziamenti in azioni e progetti di adattamento per 29 miliardi di dollari nel 2020, solo il 4% in più rispetto al 2019.

Infine, c'è il capitolo "Loss and damage" (Perdite e danni) su cui si sono accesi i riflettori durante la COP27, tenutasi in Egitto. In questo caso ci si riferisce ai costi già sostenuti a causa degli impatti provocati dal cambiamento climatico, come l'innalzamento del livello del mare e lunghi periodi di siccità, e a quelli derivati dagli eventi estremi. Un tema molto importante, in particolare per quei Paesi che hanno subito notevoli conseguenze ma che non sono mai stati tra i principali responsabili delle emissioni di gas climalteranti, come i Paesi africani, quelli delle isole del Pacifico e gran parte del Sud America e dell'Asia.

Gli indicatori principali ci mostrano una situazione chiaramente critica. Secondo il NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, negli Stati Uniti) i mesi di giugno, luglio e agosto 2022 sono stati i sestimi più caldi da quando sono iniziati i rilevamenti nel 1880, a livello globale. Sappiamo bene, però, come la passata estate sia stata particolarmente arida e calda in Europa facendo segnare il record del più caldo mese di agosto dal 1880, mentre giugno è stato il secondo più caldo.

Se analizziamo quanto successo in Italia, il 2022 risulta l'anno più caldo registrato dal 1800,

Andamento della temperatura globale



Fonte: climate.nasa.gov

secondo le rilevazioni dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Cnr (Isac-Cnr). Fino a luglio, le temperature sono state di 0,98 gradi sopra la media, con giugno ad aver registrato 2,88°C sopra la media e luglio 2,26°C.

L'aggiornamento sul clima¹ del WMO (World Meteorological Organization), pubblicato il 9 maggio scorso, sottolinea espressamente come ci sia una probabilità del 50% che la temperatura globale media annuale raggiunga temporaneamente 1,5°C al di sopra del livello preindustriale per almeno uno dei prossimi cinque anni.

La stessa WMO ha mostrato come gli ultimi otto anni siano stati gli otto più caldi mai registrati, sottolineando che il limite di 1,5°C di aumento concordato a livello internazionale è ora appena a portata di mano.

Il *Global Annual to Decadal Climate Update*², elaborato dal Met Office del Regno Unito, nell'ambito del WMO, afferma che la **probabilità che la media del 2022-2026 sia superiore agli ultimi cinque anni (2017-2021) è del 93%**. Non solo, con la stessa probabilità almeno un anno tra il 2022 e il 2026 diventerà il più caldo mai registrato.

Da sottolineare è come la possibilità di superare temporaneamente gli 1,5°C sia aumentata costantemente dal 2015, quando era prossima allo zero. Per gli anni tra il 2017 e il 2021, c'era una pro-

babilità di superamento del 10%, aumentata poi a quasi il 50% per il periodo 2022-2026.

Il 2021 ha mostrato dati eccezionali anche per quanto concerne le temperature delle superfici dei mari e degli oceani con, a livello globale, 0,65°C in più rispetto alla media del 20° secolo, sempre secondo i dati del NOAA.

Sarà fondamentale continuare a studiare con attenzione quanto sta avvenendo nei mari proprio per le dinamiche che possono generarsi da un riscaldamento ancora più accentuato e, purtroppo, previsto dalle analisi attuali.

Secondo gli studi³ della Agenzia europea per l'ambiente (EEA - European Environment Agency) tutti i mari del nostro continente si sono riscaldati considerevolmente dal 1870, in particolare a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso. Durante il periodo per il quale sono disponibili dati completi (1981-2018), la temperatura della superficie del mare è aumentata ogni decennio tra 0,2°C, nell'Atlantico settentrionale e 0,5°C, nel Mar Nero.

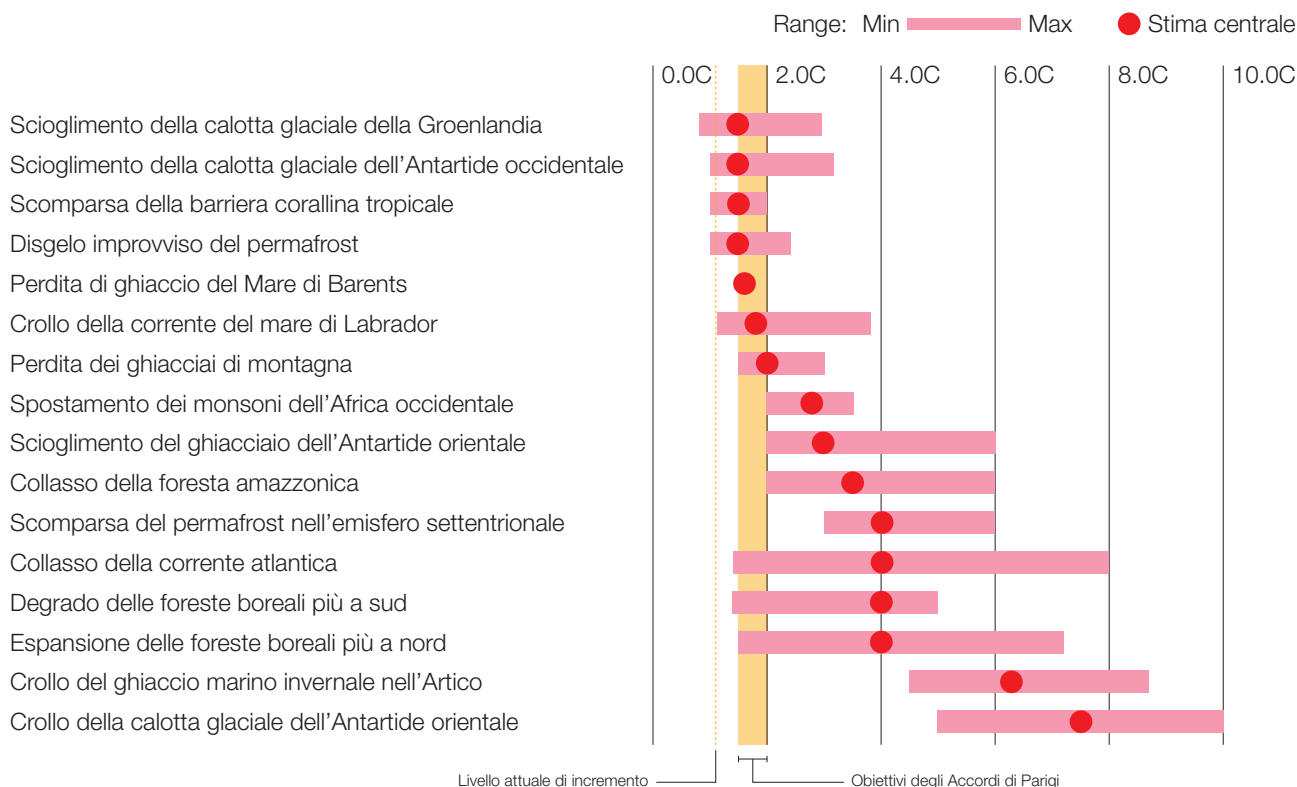
La frequenza e l'entità delle ondate di calore marine aumenteranno in modo significativo sia a livello globale che nei mari europei, con impatti attesi e crescenti sul clima e sugli ecosistemi, sulle coste e di conseguenza sulle popolazioni che vi risiedono.

1 <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-update-5050-chance-of-global-temperature-temporarily-reaching-15%C2%B0c-threshold>

2 <https://www.metoffice.gov.uk/about-us/press-office/news/weather-and-climate/2022/decadal-forecast-2022>

3 <https://www.eea.europa.eu/ims/european-sea-surface-temperature>

Intervallo stimato del riscaldamento globale necessario per superare la temperatura del punto di non ritorno per 16 disastri climatici



Ma i mari di tutto il Pianeta vedono anche un aumento generale del livello, salito di 20 cm dal 1900 al 2018 e a un ritmo accelerato dal 2006 al 2018 ed è allarmante quanto emerge con chiarezza dallo studio *“Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points”*⁴ pubblicato su Science lo scorso 9 settembre e redatto da Armstrong McKay et al.

Lo studio è una sintesi di oltre 200 ricerche pensate per produrre nuove stime su quando potrebbero verificarsi punti di svolta a livello climatico globale.

In questo lavoro viene sottolineato, infatti, come la crisi climatica stia portando il globo sull'orlo di molteplici **punti di non ritorno**, dagli effetti disastrosi, di cui cinque probabilmente già superati a causa degli 1,1°C di riscaldamento globale causato dall'azione umana fino a oggi.

Si tratta dello scioglimento della calotta glaciale della Groenlandia, la modifica permanente della corrente marina nel nord Atlantico, un im-

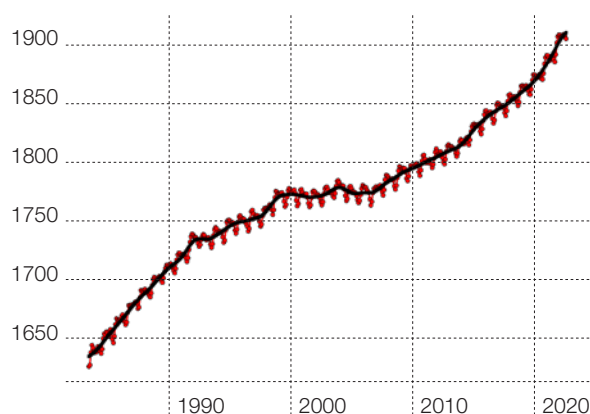
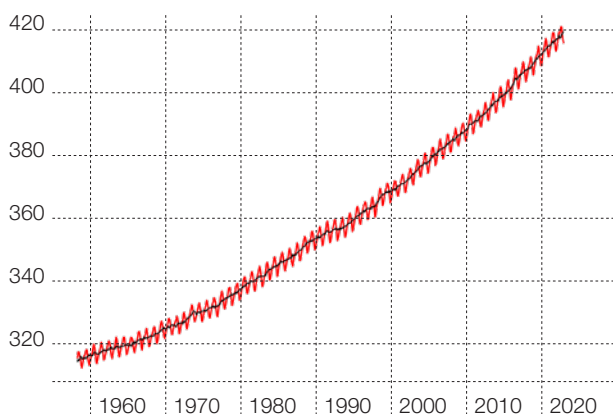
provviso scioglimento del permafrost nella fascia boreale (dal Canada alla Siberia), lo scioglimento del ghiacciaio nell'ovest dell'Antartide e la distruzione della barriera corallina tropicale.

Con 1,5°C di riscaldamento, l'aumento minimo ora previsto per i prossimi decenni, quattro dei cinque punti di non ritorno passano da possibili a probabili, afferma l'analisi. Sempre a 1,5°C, diventano possibili altri cinque punti critici, compresi i cambiamenti nelle vaste foreste settentrionali e la perdita di quasi tutti i ghiacciai di montagna.

Le conseguenze saranno drammatiche in termini di costi, di riorganizzazione dei territori colpiti e di vite umane. Basti pensare come **lo scioglimento del permafrost provocherà l'immissione in atmosfera di quantità enormi di carbonio**, peggiorando ulteriormente il riscaldamento globale, mentre la **perdita del ghiaccio in Groenlandia provocherà un enorme innalzamento del livello dei mari che, anche se tutte le emissioni di gas serra dovessero interrompersi**

⁴ <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950>

Andamento dei livelli di CO₂ e CH₄



Fonte: https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2_data_mlo.pdf - https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/ch4_trend_all_gl.pdf

oggi, viene stimato in almeno 27,4 centimetri. Lo scorso settembre ha visto proprio la Groenlandia protagonista di record di temperature, con oltre 8°C sopra la media stagionale del mese, e lo scioglimento superficiale del ghiacciaio, senza precedenti per la stagione.

L'aumento delle temperature impatta direttamente anche i ghiacciai alpini, come evidenziato nel corso dell'estate dalla campagna **"Carovana dei Ghiacciai"** di Legambiente che ha analizzato la condizione dei ghiacciai in Italia. I risultati della campagna⁵, svoltasi con il supporto del Comitato Glaciologico Italiano, raccontano di una situazione drammatica sulla Marmolada, dove il ghiacciaio tra 15 anni potrebbe scomparire del tutto ed ha perso, nell'ultimo secolo, più del 70% in superficie e oltre il 90% in volume. Un altro esempio viene dal Ghiacciaio dei Forni, in provincia di Sondrio, che solo nell'ultimo anno ha visto un arretramento della fronte di più di 40 metri lineari e

di 400 metri negli ultimi dieci anni.

La ragione di questi processi sta nella crescita delle concentrazioni globali di gas serra, di cui i principali, anidride carbonica, metano e protossido di azoto, hanno continuato ad aumentare costantemente ormai da decenni. Anche le riduzioni complessive delle emissioni nei primi mesi del 2020, dovute ai *lockdowns* legati alla pandemia da Covid-19, sono state velocemente e abbondantemente compensate.

Le concentrazioni globali di CO₂ hanno raggiunto, in media nel 2021, 416 ppm (parti per milione, l'unità di massa di un contaminante per milione di unità totali), staccandosi ulteriormente dai livelli registrati in anni significativi: erano in media 310 ppm nel decennio successivo alla Seconda Guerra Mondiale, mentre nel 1997, anno della firma del trattato di Kyoto, oscillavano tra 360 e 366 ppm.

AUMENTANO OVUNQUE LE CONSEGUENZE DEL CALDO ESTREMO, DELLA SICCITÀ E DELLE ALLUVIONI

Il 2022 è stato caratterizzato da temperature eccezionali in particolare, come visto, in Europa ed il rapporto del WMO *"State of the Climate in Europe 2021"*, evidenzia come qui le temperatu-

re siano aumentate di oltre il doppio della media globale negli ultimi 30 anni. In **Spagna**, il 14 giugno, sono stati registrati in diverse aree del Paese 53°C al suolo, mentre a luglio, le temperature me-

⁵ <https://www.legambiente.it/campagne-in-evidenza/carovana-dei-ghiacciai/>

die hanno segnato un nuovo record da inizio rilevazioni con 25,6°C (tra minime e massime), ossia 2,6°C in più della media storica di luglio e punte che hanno superato i 46°C.

Le stime nazionali parlano di almeno 830 morti per l'ondata di calore di giugno e 2.064 per quella di luglio, per un totale di quasi 3mila decessi.

Record di temperatura nel **Regno Unito**, dove nel corso dell'estate sono state tre le ondate di calore, con 40,3°C registrati durante quella di luglio e conseguenze pesanti sui trasporti con corse dei treni rallentate, limitate o cancellate nella maggior parte del Paese per problemi alla rete e binari deformati.

Le morti in eccesso dovute all'ondata di calore di luglio, in Inghilterra e Galles, sono state di almeno 1.680.

Poi in **Francia**, soprattutto nel sudovest, dove le temperature hanno superato i 40°C in numerose occasioni da inizio luglio a fine agosto. Nantes ha battuto il record di temperatura massima con un picco di 42°C. A Marsiglia le temperature sono rimaste sopra i 25°C per 113 giorni consecutivi, mentre a Nizza si sono verificate 60 "notti tropicali" consecutive, ossia la temperatura notturna è rimasta sopra i 20°C per due mesi senza interruzione.

Un totale stimato di oltre 20.800 ettari è andato bruciato dagli incendi in Gironda, causando l'evacuazione di un totale di quasi 37.000 persone.

Il numero stimato di decessi dovuti alle ondate di caldo estive ha raggiunto le 11.000 persone in tutta la Francia.

Temperature estreme si sono registrate anche in **Portogallo** a luglio, con 46,3°C a Lousã e 47 a Pinhão, mentre due cittadine del centro del Paese, Alvega e Mora, hanno registrato per dieci giorni di seguito temperature massime giornaliere comprese tra 40 e 46°C. Il numero di morti in eccesso legate all'ondata di caldo è stato stimato in almeno 1.063.

Le conseguenze sono state devastanti anche a causa dei vasti incendi che ne sono derivati. Solo a luglio, un totale di 30.000 ettari sono bruciati vicino Leiria, bloccando una parte dell'autostrada che collega Porto a Lisbona. In Algarve è scoppiato un incendio nella città di Faro che si è esteso al resort Quinta do Lago.

India e Pakistan hanno recentemente visto le temperature salire fino a 50°C, uccidendo almeno

90 persone e devastando i raccolti agricoli.

Altri record in **Cina**: la temperatura media di agosto è stata di 22,4 gradi Celsius, la più alta da quando è iniziato un monitoraggio completo della Cina nel 1961. Il mese di agosto è stato anche il terzo più secco dal 1961 e la maggior parte delle regioni ha continuato a vedere temperature al di sopra della norma a settembre ed hanno registrato nuovi record a inizio ottobre con un'ondata di calore catastrofica e senza precedenti e aree urbane con temperature superiori ai 40°C.

Non da meno è proprio quanto accaduto a inizio **autunno**, anche in Europa, con 41,2°C registrati in Turchia e a Cipro, rispettivamente l'1 e 2 di ottobre, che rappresentano un nuovo record per questo mese in queste nazioni, mentre il 16 ottobre si sono raggiunti livelli record in Francia con 32,6°C a Navarrenx, in Spagna temperature di 33,3°C, in parti della Germania, in Svizzera e Austria si sono superati i 26°C.

Un altro dato certo è che settembre 2022 è stato il quarto più caldo mai registrato, come media globale.

Ma il crescente numero di record di temperature registrato non si fermerà, almeno non in tempi brevi. Una delle ricerche che si è concentrata sulle previsioni delle future ondate di calore è stata condotta dagli scienziati del *Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory* e del *South China Sea Institute of Oceanology*, guidati da Chunzai Wang.

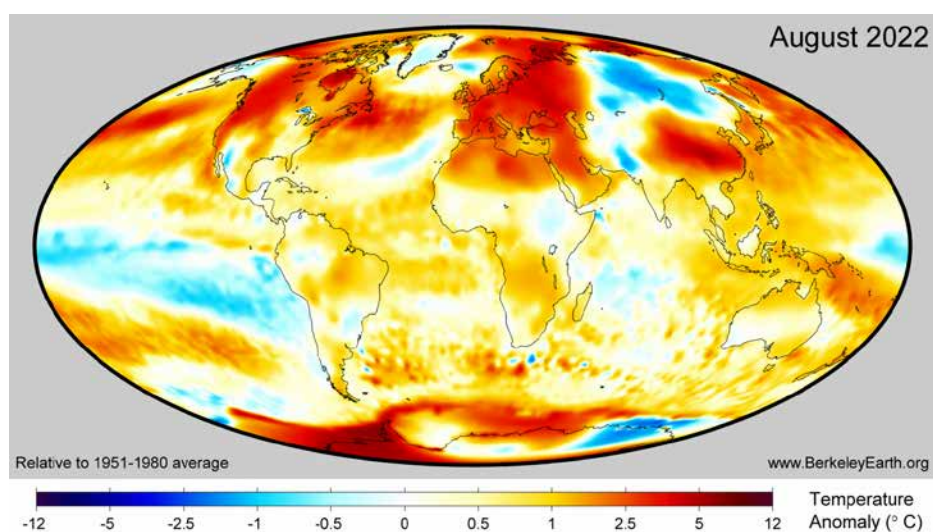
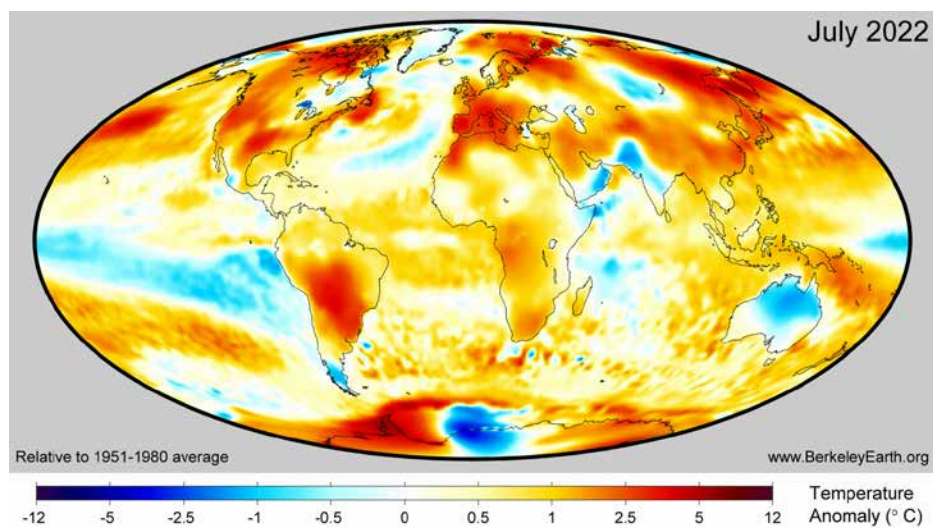
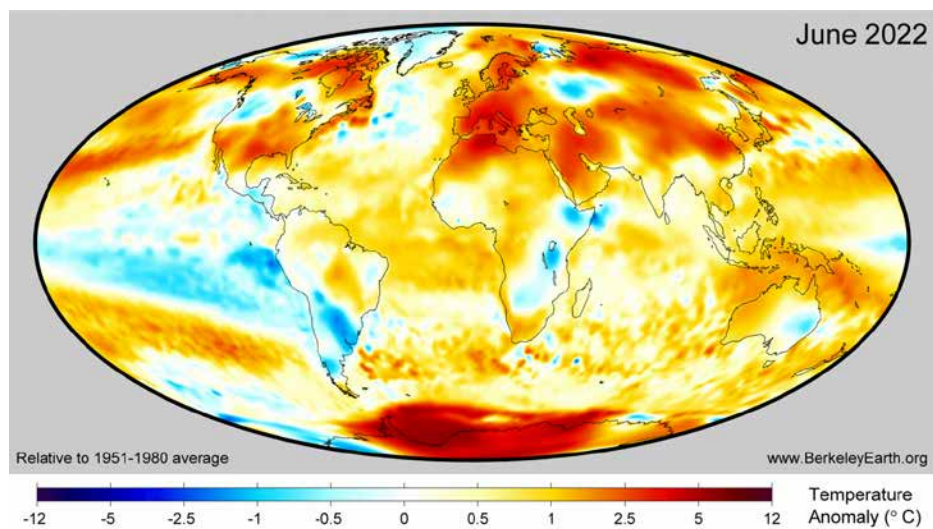
Lo studio⁶, pubblicato su *Advances in Atmospheric Sciences*, mostra i risultati di un modello di circolazione atmosferica che include una serie di fattori come il riscaldamento del Sole, la variabilità interna dell'atmosfera e la rotazione della Terra, con l'aggiunta degli effetti delle emissioni di gas serra di origine antropica. Le previsioni sono a dir poco allarmanti: la frequenza delle ondate di calore estreme potrebbe aumentare di oltre il 30% nei prossimi anni, e oltre i due terzi della variabilità dipende proprio dalle emissioni di gas serra.

Questo significa, ad esempio, che le condizioni meteorologiche dell'estate 2022 potrebbero diventare normali in varie aree d'Europa.

Le conseguenze più dirette, come visto, riguardano la **salute umana**. Le temperature insopportabili per il corpo umano, renderanno parti

⁶ <https://link.springer.com/article/10.1007/s00376-022-2078-2>

Anomalie delle temperature nel Mondo



Fonte: Berkeley Earth

del mondo sempre più inabitabili e inospitali.

Il professor Blair Feltmate, a capo dell'Intact Center on Climate Adaptation presso l'Università di Waterloo in Ontario e autore di un recente studio dal titolo *"Irreversible Extreme Heat: Protecting Canadians and Communities from a Lethal Future"*, ha analizzato questi effetti anche in seguito della devastante estate del 2021 dove in British Columbia, Canada, morirono 619 persone in seguito alla temperature estreme e il villaggio di Lytton fu completamente evacuato a causa dei roghi provocati dalle anomale temperature (tre nuovi record consecutivi, con 46,6°C il 27 giugno, 47,9°C il 28 giugno e 49,6°C il giorno successivo).

Nella ricerca si parla di un futuro potenzialmente letale per i canadesi in termini di caldo, con temperature anche di molto al di sopra di quelle record dello scorso anno. Stanchezza e spossatezza diventeranno molto comuni tra la popolazione. La sudorazione, essenziale per rinfrescare il corpo, diventerà più difficile con l'aumentare dell'umidità.

Casi estremi di colpi di calore diventeranno anch'essi molto più diffusi e frequenti. Di conseguenza, secondo lo studio, la giornata lavorativa dovrà adattarsi e cambiare in modo che i lavoratori possano evitare la parte più calda della giornata, ad esempio iniziando alle 5:30 e finendo entro le 13:00.

Le ondate di calore che hanno interessato vaste superfici di diversi continenti sono state spesso accompagnate da lunghi periodi di **siccità**. Quella che ha colpito l'ovest degli Stati Uniti, tra il 2020 e l'anno in corso, è stata la peggiore degli ultimi 1200 anni secondo i dati dello studio *"Rapid intensification of the emerging southwestern North American megadrought in 2020–2021"*, redatto da A. Park Williams, Benjamin I. Cook e Jason E. Smerdon e pubblicato su *Nature Climate Change*. La ricerca sottolinea come il periodo dal 2000 al 2021 sia stato il più secco degli 1200 anni e che le condizioni di siccità sono proseguite anche nel 2022.

Questo è stato accompagnato da precipitazioni eccezionali e concentrate in brevissimi periodi. Ad esempio, nel mese di dicembre 2021 a Los Angeles sono caduti oltre 200 mm di pioggia, facendolo diventare il secondo mese più piovoso mai registrato per la città, secondo la *National*

Oceanic and Atmospheric Administration, ma già a gennaio 2022 la tendenza si è invertita, con l'ottavo gennaio più secco mai registrato per la città.

Questa situazione, proseguita per il resto dell'anno in corso, ha portato l'amministrazione della città di Los Angeles ad approvare un Piano per il riciclo delle acque reflue che prevede che il 70% della risorsa idrica diventi di provenienza locale entro il 2035 (cfr. il capitolo "Cambiamenti sistematici").

Condizioni che coinvolgeranno miliardi di persone, come emerge dal Rapporto della *United Nations Convention to Combat Desertification* (UNCCD), dal titolo *"Drought In Numbers, 2022"*, pubblicato a maggio.

L'obiettivo principale del lavoro è quello di fornire maggiori informazioni e consapevolezza sul problema della siccità a livello globale. I numeri parlano chiaro: un aumento del numero di episodi siccitosi, e della durata degli stessi, pari al 29% dal 2000 al 2019 e una cifra spaventosa di 650.000 morti tra il 1970 ed il 2019. Inoltre, i periodi di siccità hanno rappresentato il 15% dei disastri naturali e, dal 1998 al 2017, la siccità ha causato perdite economiche globali per circa 124 miliardi di dollari.

Le previsioni parlano di una **stima di 4,8-5,7 miliardi di persone che vivranno in aree con scarsità d'acqua per almeno un mese all'anno**, rispetto ai 3,6 miliardi di oggi. Entro il 2040, si stima che un bambino su quattro vivrà in aree con estrema carenza d'acqua ed entro il 2050, la siccità potrebbe colpire più di tre quarti della popolazione mondiale.

Temperature elevate e condizioni aride sono seguite inevitabilmente da precipitazioni altrettanto eccezionali e che provocano alluvioni con distruzione d'interi regioni e gravi ricadute sulle popolazioni. In **Pakistan**, proprio in seguito a periodi di estremo caldo con temperature a 50°C in primavera, nel corso dell'intera estate si sono susseguite alluvioni che hanno, ancora una volta, sottolineato quanto gravi possono essere i risultati del cambiamento climatico in corso.

33 milioni di persone sono state coinvolte direttamente. Da giugno a settembre sono sta-

7 https://www.intactcentrclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2022/06/UoW_ICCA_2022_04-Irreversible-Extreme-Heat.pdf

8 <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01290-z>

9 <https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-05/Drought%20in%20Numbers.pdf>

ti oltre 1.300 i morti, di cui più di 450 bambini, e quasi 13mila feriti, mentre sono oltre 600mila gli sfollati a causa del danneggiamento di oltre un milione di case e la distruzione di altre 564mila. Drammatico anche il bilancio sull'allevamento con, secondo i dati della National Disaster Management Authority (Ndma), circa 773mila capi di bestiame uccisi.

Tra luglio e agosto la pioggia caduta è stata di circa il 190% maggiore rispetto alla media degli ultimi 30 anni, con una punta del 460% nella provincia di Sindh.

Tra l'11 e il 12 aprile, in **Sudafrica**, un'alluvione causata dalle intense precipitazioni ha provocato oltre 400 morti, distrutto almeno 12mila abitazioni e fatto evacuare 40mila persone. Quasi un anno di pioggia è caduta sulla costa orientale del Sudafrica, costringendo alla chiusura di 630 scuole nella sola provincia di KwaZulu-Natal, con circa 270.000 studenti coinvolti. Complessivamente, la pioggia ha causato danni alle infrastrutture per 1,57 miliardi di dollari.

Uno studio condotto da World Weather Attribution¹⁰, una collaborazione tra vari istituti di ricerca internazionali, rileva che il cambiamento climatico ha raddoppiato la probabilità dell'evento, da una volta ogni 40 anni a una volta ogni 20. Nello studio viene poi sottolineato come la **disuguaglianza strutturale** nella società sudafricana abbia giocato un ruolo molto importante nella vulnerabilità alle inondazioni, rilevando che il trasferimento forzato per motivi economici, di lavoro e sociali, di gruppi di persone emarginate, le ha portate a insediarsi su terreni più inclini alle

inondazioni.

Un altro fenomeno eccezionale, specialmente per l'area interessata, è stato l'**uragano Fiona**, che ha colpito la costa atlantica del Canada il 24 settembre, con venti di registrati a 145 km/h. Raramente gli uragani che si formano nel bacino caraibico mantengono una tale intensità fino all'estremo nord e, tipicamente, curvano verso est quando raggiungono latitudini più elevate, trasformandosi in tempeste di pioggia e vento. Le interazioni con altri sistemi meteorologici, come il *jet stream*, possono aiutare a mantenere sistemi come Fiona verso nord o addirittura verso ovest.

L'uragano, che aveva già ucciso almeno sette persone la precedente settimana, tra Porto Rico, Repubblica Dominicana e Guadalupa, ha provocato la morte di due persone in Canada mentre circa 320mila persone sono rimaste senza elettricità in cinque province quando Fiona ha abbattuto alberi e squarciato i tetti.

Subito dopo, tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre, uno degli uragani più violenti mai registrati, Ian, ha colpito la Florida, con venti che hanno toccato 240 km/h. Il bilancio parla di almeno 64 morti, 2 milioni di persone finiti senza elettricità e danni stimati fino a 40 miliardi di dollari.

L'uragano Ian ha fatto poi scattare lo stato di emergenza in Virginia, della Georgia e della Carolina del Sud, causando ulteriori danni ad abitazioni e infrastrutture.

LA STORICA RISOLUZIONE DELLE NAZIONI UNITE

Il 28 luglio scorso, con 161 voti favorevoli e otto astensioni, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha adottato una storica risoluzione¹¹, dichiarando l'**accesso a un ambiente pulito, sano e sostenibile, un diritto umano universale**.

Al tempo stesso, la risoluzione invita tutti gli Stati, le organizzazioni internazionali e le imprese a intensificare gli sforzi per garantire un ambiente salubre per tutti.

Il segretario generale delle Nazioni Unite, An-

tónio Guterres, ha sottolineato come sia necessario unirsi nella lotta collettiva contro la **triplice crisi planetaria del cambiamento climatico, della perdita di biodiversità e dell'inquinamento**.

Nella pratica la risoluzione spingerà anche gli Stati ad accelerare l'attuazione dei loro obblighi e impegni in materia di diritti umani e ambientali. Il testo, originariamente era stato presentato da Costa Rica, Maldive, Marocco, Slovenia e Svizzera a giugno, ed è stato poi sponsorizzato da oltre 100

¹⁰ <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-exacerbated-rainfall-causing-devastating-flooding-in-eastern-south-africa/>

¹¹ <https://news.un.org/en/story/2022/07/1123482>

Paesi, legando il diritto a un ambiente salubre al diritto internazionale esistente e affermando che la sua promozione richiede la piena attuazione degli accordi ambientali multilaterali.

Viene, infine, riconosciuto che l'impatto dei cambiamenti climatici, la gestione e l'uso non sostenibili delle risorse naturali, l'inquinamento dell'aria, del suolo e dell'acqua, la gestione scorretta delle sostanze chimiche e dei rifiuti e la conseguente perdita di biodiversità interferiscono con il godimento di questo diritto e che il danno ambientale ha implicazioni negative, sia dirette che indirette, su tutti i diritti umani.

La decisione delle Nazioni Unite è di rilevante importanza anche perché sottolinea quanto i cambiamenti climatici e l'impossibilità ad accedere alle risorse naturali di base, come acqua pulita, impattino le **popolazioni già oggi più vulnerabili**. Questo si riflette anche con impatti sulla salute umana, con una maggiore quantità e tipologia di malattie che vengono favorite dalle nuove condizioni ambientali.

Un recente studio pubblicato su *Nature Climate Change* dal titolo *"Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change"*¹² e condotto dagli scienziati dell'Università delle Hawaii a Mānoa, dimostra come il 58% delle **malattie infettive** viene aggravato dalla situazione ambientale.

La ricerca ha considerato 3.213 casi empirici collegati a 286 tipi di malattie, constatando come la probabilità di esposizione umana agli agenti patogeni risulta oggi più elevata rispetto a qualche decennio fa. Le cause sono da ricondurre ai seguenti **10 punti di rischio climatico**:

- emissioni di gas serra (e conseguenti temperature medie più elevate)
- condizioni prolungate di siccità
- ondate di calore
- incendi
- precipitazioni concentrate e intense
- allagamenti
- inondazioni legate all'innalzamento del livello medio dei mari
- tempeste di estrema intensità
- cambiamenti fisico-chimici delle acque degli oceani
- deforestazione (e in generale alle conseguen-

ze del consumo di suolo)

Gli scienziati si sono concentrati su gruppi specifici di agenti patogeni, batteri o virus, e sulla risposta a determinati rischi climatici, rilevando come siano correlati a tassi d'insorgenza più elevati per malattie quali dengue, malaria e malattia di Lyme. Un altro esempio viene dalla febbre di Lassa e dalla legionellosi, entrambe facilitate dall'aumentata frequenza di tempeste e inondazioni.

Un allarme viene lanciato anche dallo studio *"Viral spillover risk increases with climate change in High Arctic lake sediments"*¹³, pubblicato su *Proceedings of the Royal Society B*. La ricerca evidenzia come dall'analisi del suolo e dei sedimenti lacustri del lago Hazen, il più grande lago d'acqua dolce dell'Artico al mondo, emerge il rischio di *spillover* virale, ossia quando un virus infetta per la prima volta una specie, che risulta maggiore nei pressi di ghiacciai in fase di scioglimento.

I risultati implicano che con l'aumento delle temperature globali, diventa più probabile che virus e batteri, al momento intrappolati nei ghiacciai e nel permafrost, possano riattivarsi e infettare la fauna locale, che, al tempo stesso, si sposta più vicino ai poli perché con temperature più elevate.

L'altra grande conseguenza globale dei cambiamenti climatici, spesso non percepita, riguarda i **migranti ambientali**, persone costrette a lasciare le proprie zone di origine in seguito alle pressioni che i loro territori si trovano a subire. I Paesi più poveri, in cui le persone fanno affidamento sull'agricoltura di sussistenza, assistono a migrazioni di massa verso le città, che a loro volta non sono attrezzate per far fronte al caldo crescente, scatenando una nuova migrazione.

Il Rapporto *Groundswell*¹⁴ della World Bank, afferma che a causa della crisi climatica, entro il 2050, 216 milioni di persone in sei diverse regioni del mondo potrebbero essere costrette a spostarsi all'interno dei loro Paesi.

Secondo l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tra le macro regioni più a rischio per gli impatti dei cambiamenti climatici vi sono l'Africa occidentale, centrale e orientale, l'Asia meridionale, l'America centrale e meridio-

¹² <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01426-1>

¹³ <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2022.1073>

¹⁴ <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/09/13/climate-change-could-force-216-million-people-to-migrate-within-their-own-countries-by-2050>

nale, i piccoli Stati insulari in via di sviluppo e l'Artico. In queste stesse aree, tra il 2010 e il 2020, la mortalità umana a causa di eventi estremi come inondazioni, tempeste e siccità è stata 15 volte superiore rispetto alle regioni che presentano una minore vulnerabilità.

Il citato Rapporto UNCCD, *"Drought In Numbers, 2022"*, afferma che al 2022 più di 2,3 miliardi di persone stanno affrontando problemi legati alla grave mancanza di acqua e, a meno che non si intervenga prontamente, viene stimato che entro il 2030 circa 700 milioni di persone rischiano di essere sfollate a causa della siccità, molto spesso in combinazione con altri fattori come il calo della produttività delle colture, l'innalzamento del livello del mare e la sovrappopolazione.

Proprio questi motivi rappresentano un fattore scatenante di **guerre e conflitti**, come sostenu-

to dallo studio *"Climate as a risk factor for armed conflict"*¹⁵ pubblicato nel 2019 sulla rivista Nature. L'analisi sottolinea come dal 3% al 20% dei conflitti avvenuti durante lo scorso secolo abbia avuto fra le cause scatenanti fattori legati al clima. Ad esempio la guerra civile siriana, che conta 6 milioni e 700mila sfollati interni in 10 anni ed è collegata alla scarsa disponibilità idrica causata da una lunga siccità, a cui si sono aggiunti fattori come tensioni religiose, politiche e sociali che hanno ridotto la popolazione allo stremo. Un altro conflitto originato dagli impatti dei cambiamenti climatici è quello del Sahel, in Africa, dove circa il 70% della popolazione vive di agricoltura e pastorizia e le tensioni già esistenti per questioni di suolo e accesso alle risorse idriche sono esacerbate da lunghi periodi siccitosi e violente piogge e inondazioni.

15 <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1300-6>

FOCUS

SICCITÀ PROLUNGATA, I DANNI AMBIENTALI ED ECONOMICI

Il Rapporto *"Drought In Numbers, 2022"*, ci racconta come dal 2000 a oggi il numero e la durata delle siccità siano aumentati del 29%. Nel corso della primavera e dell'estate scorse sono stati colpiti Paesi come la Gran Bretagna, la Francia e la Germania, con ripercussioni gravissime su settori chiave quali agricoltura, produzione energetica, navigazione e divieti diffusi di utilizzare l'acqua per irrigare.

Proprio tra gli impatti più critici e devastanti degli ultimi anni in Italia, verrà ricordato il lunghissimo periodo di siccità che ha colpito gran parte del centro nord nel 2022. Secondo i dati di Isac-Cnr, nei primi sette mesi dell'anno le piogge sono diminuite del 46% rispetto alla media degli ultimi trent'anni. Cruciale la prima parte dell'anno con **cinque mesi consecutivi gravemente siccitosi, e un'anomalia, da gennaio a giugno, pari a -44% di piogge**, equivalente a circa 35 miliardi di metri cubi di acqua in meno del normale. Il periodo gennaio-maggio del 2022, in particolare, è stato il più siccitoso e supera sensibilmente il

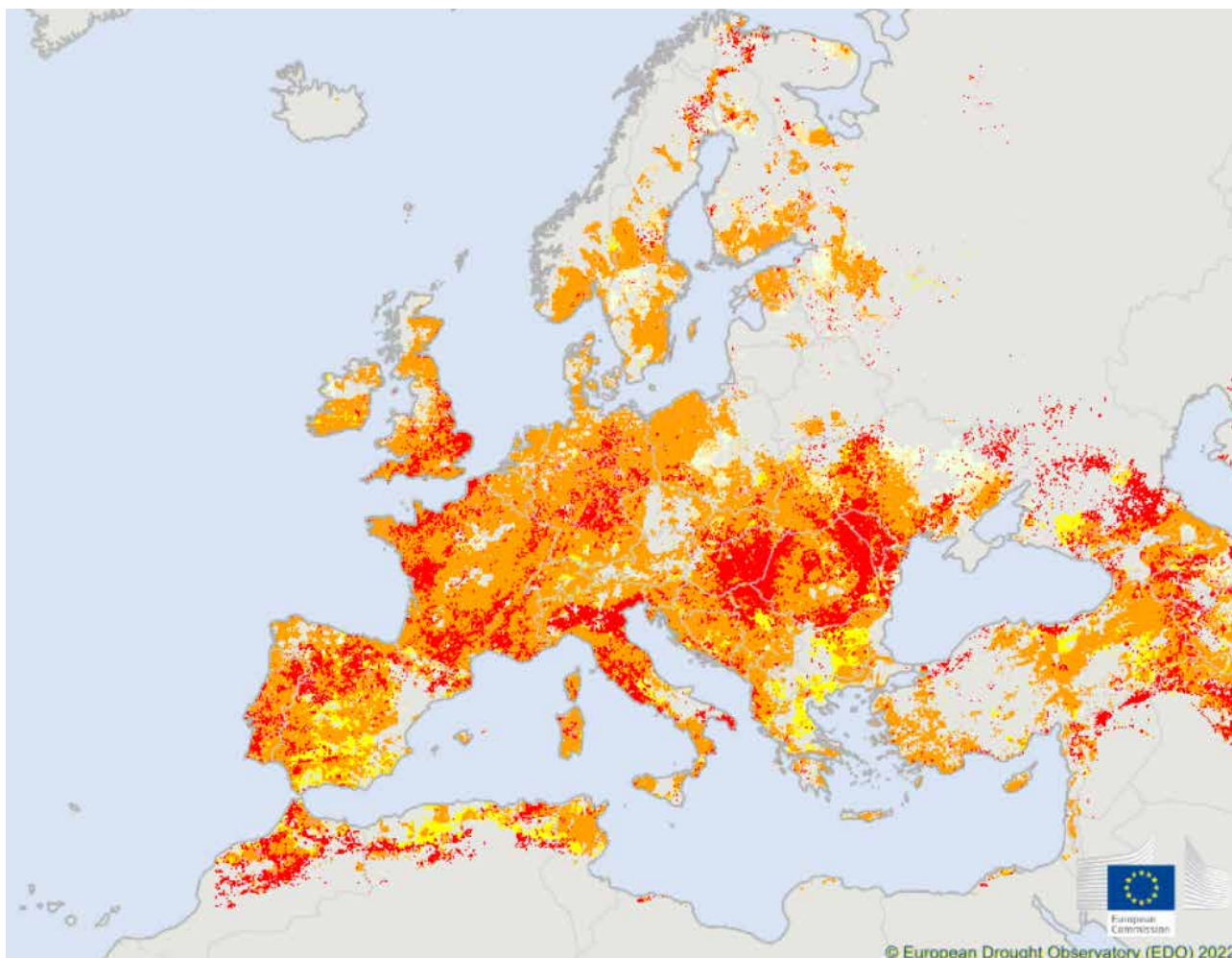
precedente record di -33% del 1997.

In autunno è leggermente migliorata la situazione al nord, ma decisamente peggiorata quella delle regioni del centro. Qui il deficit idrico si collocava tra il 30 e il 40%, con inevitabile impatto sugli ecosistemi, e solo grazie alle piogge di fine estate. In particolare Umbria e Lazio sono state le più colpite. Nel primo caso il deficit pluviometrico si è attestato sul 40%, il lago Trasimeno ha raggiunto un livello ben inferiore alla soglia critica, con -1,54 metri. Nel Lazio, il lago di Bracciano è sceso a -1,38 metri rispetto allo zero idrometrico.

LE CONSEGUENZE SONO STATE DEVASTANTI PER L'AGRICOLTURA E PER GLI HABITAT NATURALI. L'inizio di questo lunghissimo periodo ha coinciso con la fine del 2021, a cui è seguito gennaio 2022, uno dei mesi meno piovosi mai registrati in Italia: sono arrivate meno della metà delle precipitazioni tipiche del periodo, con circa 5 miliardi di metri cubi di acqua in meno.

Il Piemonte è stato da subito colpito dramma-

Allerte per siccità al 21 luglio 2022 in Europa



Fonte: European Drought Observatory (EDO)

ticamente, con l'ultima precipitazione (in questo caso nevosa) che risale all'8 dicembre 2021, mentre l'intero nord ovest ha visto arrivare il 76% in meno delle precipitazioni tipiche di gennaio.

In crescente difficoltà sono stati i grandi fiumi, come il Po che al Ponte della Becca (PV) risultava con un livello idrometrico di -3 metri, e i grandi laghi con percentuali di riempimento dal 15% dell'Isèo, al 18% di quello di Como fino al 24% del Maggiore.

Al nord, in Pianura Padana, le coltivazioni seminate in autunno, come orzo, frumento e loietto, hanno iniziato la fase di accrescimento a fine inverno, proprio a causa di temperature eccezionalmente miti, ma sono andate compromesse dalla scarsità di acqua.

I prati destinati all'alimentazione degli animali hanno assistito allo stesso destino mentre la semina del mais è avvenuta in condizioni di

terreni aridi e duri. Il grano già seminato ha visto uno dei peggiori raccolti degli ultimi anni vista la mancanza di acqua e l'innalzamento repentino e anticipato delle temperature.

In particolare a fine inverno, la Coldiretti ha centrato l'attenzione sulle escursioni termiche, con sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte che hanno provocato shock termici alle piante. L'andamento climatico anomalo provoca un "risveglio" anticipato specialmente degli alberi da frutto, rendendoli però vulnerabili alle temperature notturne.

Sempre secondo Coldiretti le precipitazioni brevi e intense, siccità, alluvioni e rapidi sbalzi di temperatura hanno fatto perdere **oltre 14 miliardi di euro in un decennio**, tra cali della produzione agricola nazionale e danni alle strutture e alle infrastrutture nelle campagne. Tra i costi affrontati dal settore in Italia la scorsa primavera vi

sono stati quelli della risemina e dell'irrigazione, avvenute in maniera costante viste le condizioni di aridità prolungata, con circa 9 miliardi di euro.

L'11% delle aziende agricole si è ritrovata in una situazione talmente critica da portare alla cessazione dell'attività.

In provincia di Pordenone, il Consorzio di Bonifica ha stabilito razionamenti dell'acqua, riducendo da due a una sola ora al giorno per ettaro l'irrigazione nei campi bagnati con l'acqua del fiume Meduna, ma il calo in termini di produzione in questa provincia è stato spaventoso: tra l'80 e il 90% rispetto all'anno precedente.

Critica la situazione in estate in special modo nelle aree del Delta del Po dove si è verificata la risalita di acqua salata dal mare, il **cuneo salino**, inizialmente a oltre 10 chilometri dalla costa adriatica, arrivato poi nel Po di Goro e nel Po di Pila rispettivamente a circa 39 km e 36 km dalla costa. Ancora a metà settembre le acque salmastre si collocavano a 17 km dalla costa.

L'impatto è stato enorme e distruttivo per l'agricoltura. Per una fascia di 50 metri dall'argine non può essere coltivato nulla e serviranno anni di pioggia per miscelare l'acqua salata e far tornare la terra fertile.

Conseguenze negative anche per gli habitat naturali e la biodiversità. L'eccessiva salinità dell'acqua crea, ad esempio, problemi alle vongole, unitamente alle alte temperature che facilitano la crescita delle alghe, che soffocano i molluschi.

La siccità ha colpito gravemente anche l'ecosistema del fiume Serio, in provincia di Bergamo, dove il livello dell'acqua, e dell'ossigeno, è stato talmente basso da portare alla morte di centinaia di pesci.

IN MOLTE AREE URBANE SI SONO DOVUTE IMPORRE RESTRIZIONI ALL'USO DELL'ACQUA. Preoccupanti anche le conseguenze sull'uso della risorsa idrica in città, e non solo, quando nel corso dell'estate si è assistito a numerosi divieti. In Piemonte sono stati 170 i Comuni che hanno imposto l'uso dell'acqua solo per motivi alimentari; in altri 25 paesi della provincia di Bergamo sono state decise sospensioni notturne e restrizioni sull'acqua utilizzata per irrigazione.

In Toscana, a Pistoia ed Empoli, è stato vietato di usare l'acqua per riempire vasche da giardino, fontane ornamentali (anche se con impianto

di riciclo), lavaggio di cortili e piazzali, innaffiamento di giardini e prati, lavaggio domestico delle auto, riempimento di piscine private.

A Verona è stato preso un provvedimento simile con divieto di usare acqua potabile nelle ore diurne per l'irrigazione di orti, giardini e campi sportivi, per il lavaggio di automobili, per il riempimento di piscine e per ogni altra attività che non sia strettamente necessaria ai fini del fabbisogno umano. Simile regole sono state imposte a Padova e Vicenza.

A Imperia, il Comune ha imposto un tetto massimo al consumo giornaliero di acqua. Sempre in Liguria, a Cogoleto (GE), è stato imposto il divieto di fare la doccia in spiaggia.

Milano, Mantova e Sulmona (AQ) hanno optato per la chiusura delle fontane pubbliche, mentre a **Bologna** il Comune ha emanato un **decalogo** con regole che i cittadini hanno dovuto seguire obbligatoriamente e che prevedeva:

1. controllare il funzionamento dei propri impianti idrici al fine d'individuare eventuali perdite;
2. usare dispositivi per il risparmio idrico;
3. annaffiare le piante con sistemi a irrigazione a goccia e temporizzati;
4. realizzare semplici sistemi di raccolta dell'acqua piovana per l'irrigazione dei giardini;
5. usare lavatrici e lavastoviglie sempre a pieno carico;
6. preferire la doccia alla vasca da bagno nell'igiene personale;
7. non fare scorrere in modo continuo l'acqua durante il lavaggio dei denti, la rasatura della barba o la doccia;
8. non utilizzare acqua corrente per il lavaggio delle stoviglie e verdure, ma solo per il risciacquo;
9. utilizzare l'acqua di lavaggio della frutta e della verdura per innaffiare le piante;
10. limitare tutti gli usi non domestici dell'acqua alla fascia oraria fra le 21 e le 8.

LA SICCIÀ HA CAUSATO LA PERDITA DI PRODUZIONE DI ENERGIA, IN PARTICOLARE DA IDROELETTRICO. Nonostante i dati di Terna¹⁶ (proprietario della rete di trasmissione nazionale) relativi ad aprile abbiano evidenziato un record assoluto di energia prodotta da fonti rinnovabili, è mancato all'appello l'idroelettrico. La produzione di energia da questa fonte, infatti, segnava -41% per effetto delle

¹⁶ <https://www.terna.it/it/media/comunicati-stampa/dettaglio/consumi-elettrici-aprile-2022>

scarse precipitazioni che hanno caratterizzato il periodo e che hanno portato per mesi i livelli di riempimento degli invasi prossimi ai valori minimi registrati negli ultimi 50 anni.

Nel corso dell'estate la situazione si è attestata su valori leggermente migliori ma drammatici se paragonati alla produzione media, con un calo del 37,6% nel periodo gennaio-settembre rispetto al 2021.

Le situazioni peggiori si sono registrate tutte lungo il Po, dove, ad esempio, la centrale idroelettrica di Isola Serafini (PC), è stata spenta perché le turbine che generano elettricità non riuscivano a essere alimentate. In grave difficoltà le micro e mini centrali idroelettriche diffuse nei canali d'irrigazione alimentati dal Po, con il 90% fermo proprio a causa della scarsità d'acqua, come constatato dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

Una realtà con cui si sono scontrate le centrali idroelettriche della Liguria, dove la produzione di energia tra gennaio e maggio è stata pari al 24% della media decennale (per gli impianti di Tirreno Power, primo gestore di impianti idroelettrici in questa regione). In particolare, gli impianti sul Bormida hanno avuto una produzione del 10% rispetto alla media decennale.

Stessa situazione in Valle d'Aosta, con il 25% della produzione di energia rispetto alla media.

Ma anche altri tipi di impianti hanno vissuto le stesse criticità. La centrale termoelettrica di Sermede (MN) è stata spenta per mancanza delle risorse idriche necessarie al raffreddamento degli impianti stessi, mentre altre centrali termoelettriche quali quelle di Ostiglia (MN) e di Moncalieri (TO) hanno visto bassi livelli di produzione. Un altro esempio viene dalla Francia, dove sono andati in grave difficoltà i reattori nucleari, con due al confine con il Belgio che sono stati fermati a fine agosto proprio come conseguenza dei bassissimi livelli idrici.

LA SICCITÀ E GLI IMPATTI A CUI ASSISTIAMO NON DERIVANO SOLO DALLA COMPONENTE LEGATA AL RISCALDAMENTO GLOBALE, MA SI STANNO SOMMANDO A FATTORI QUALI L'IMPERMEABILIZZAZIONE DEI SUOLI, LA CATTIVA GESTIONE DEI FIUMI E DELLE AREE NATURALI, L'INEFFICIENZA DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE RISPETTO ALLO SFRUTTAMENTO DELLE RISORSE NATURALI.

Bisogna, infatti, arginare le tante problematiche che derivano dalla gestione della risorsa idrica se si vuole veramente dare risposte efficaci a

questa crisi. Tra gli interventi cardine vi è quello della riduzione degli sprechi tramite le perdite di rete visto che l'Italia è il primo Paese europeo per prelievo di acqua a uso potabile ma, ancora oggi nel 2022, **quasi il 40% di questa viene sprecato nelle perdite di rete.**

Interventi strutturali dovrebbero essere portati avanti anche nel settore agricolo, riducendo i consumi tramite azioni di efficientamento, con sistemi irrigui quali impianti a goccia in sostituzione di quelli a pioggia, ma anche puntando a diversi tipi di colture, che richiedono meno acqua.

Il ripristino della permeabilità dei suoli risulta cruciale se si vuole invertire la tendenza ad avere lunghissimi periodi siccitosi seguiti da eventi alluvionali drammatici, come avvenuto nelle Marche a metà settembre. La ragione del disequilibrio idrico venutosi a creare negli ultimi decenni sta nell'incredibile consumo di suolo, con l'espansione e impermeabilizzazione dei centri abitati, realizzato a partire dal secondo dopoguerra e fatto di case, capannoni, strade e parcheggi, di fiumi circondati dal cemento.

L'incremento dell'urbanizzazione ha interrotto il ciclo dell'acqua, che non viene più assorbita dai suoli ma incanalata nei fitti reticoli di drenaggio e immessa velocemente nei corsi d'acqua, incrementandone pericolosamente i picchi di piena. Al contrario, bisogna rendere inondabili le aree circostanti i fiumi, che molto spesso sono arginate, favorendo il deflusso naturale dell'acqua.

Questo approccio, fatto di soluzioni basate sulla natura, rappresenta l'unico modo per permettere una ricarica naturale delle falde acquifere, che garantisce inoltre acque più fresche e di miglior qualità grazie alla filtrazione nel terreno.

FOCUS

LE ONDATE DI CALORE NELLE CITTÀ E GLI IMPATTI SULLA SALUTE

In parallelo con il lungo periodo siccitoso che ha colpito l'Italia, decine di città hanno visto il superamento di diversi record storici per le temperature estreme.

Incredibile quanto avvenuto in ampie aree d'Europa a inizio 2022, con temperature anche di 15°C al di sopra della media. Dalle isole Shetland, nel Mare del Nord, a gran parte d'Italia e Spagna sono stati abbattuti record, con temperature pari a quelle medie dei mesi primaverili.

A maggio i rilevamenti hanno fatto registrare temperature eccezionali, con punte di 36,1°C a Firenze, 35,6°C a Grosseto, 34°C a Pisa e 32,8°C a Genova. Altri record, sempre a maggio, sono stati quelli di Ustica con 33,4°C e Torino con 29,2°C.

Il mese di giugno ha visto un'anomalia estrema della temperatura media di +3,3°C se consideriamo l'intero Paese, con punte di 41,2°C a Guidonia Montecelio (RM), 40°C a Prato, Firenze, Viterbo e Roma. A luglio record per le città lombarde: a Brescia e Cremona si sono registrati 39,5°C, a Pavia 38,9°C e a Milano 38,5°C.

Ad agosto i termometri hanno segnato tra i 40 e i 45°C a Palermo, Catania e Reggio Calabria, mentre a Bari si è arrivati a 39°C.

Questi livelli di caldo eccezionale, prolungati per settimane e mesi in gran parte del Paese, hanno inevitabilmente portato a **gravi conseguenze sulla salute umana**. Il Report pubblicato dal Ministero della Salute e che riassume i dati provenienti dai sistemi di allarme¹⁷, dal Sistema di Sorveglianza della Mortalità Giornaliera e degli accessi in Pronto Soccorso evidenzia come **nel mese di luglio la mortalità sia aumentata del 29%** e abbia interessato le persone di età superiore a 65 anni. I più colpiti sono stati gli over 85, che hanno fatto registrare un eccesso di mortalità del 41% nelle città del nord e del 35% in quelle del centro-sud.

L'ondata di calore che ha impattato più duramente è stata quella della seconda metà di luglio,

con un aumento di mortalità che ha raggiunto il 36% in tutte le aree del Paese, ma in particolare in alcune città del nord. Tra le città maggiormente colpite **Torino** che ha visto un eccesso di mortalità pari a +70%, a cui segue Campobasso (con +69%), poi Bari (+60%), Bolzano (+59%), Milano e Genova (+49%), Viterbo (+48%), Firenze (+43%), Catania (+42%).

Solamente per il mese di luglio le morti in eccesso dovute al caldo estremo sono state 733 in tutta Italia.

Queste condizioni saranno, purtroppo, sempre più frequenti, come dimostrato anche dal recente studio elaborato da ricercatori di ENEA, pubblicato su Science Direct, dal titolo *"Climate change and air pollution: Translating their interplay into present and future mortality risk for Rome and Milan municipalities"*¹⁸.

Al 2050 la mortalità dovuta alle ondate di calore aumenterà a Roma dell'8% e a Milano del 6%, a causa di una combinazione di temperature crescenti e della concentrazione di inquinanti, come l'ozono e il PM10, a livello locale. In termini assoluti, secondo la ricerca, Roma potrebbe raggiungere i 591 decessi durante i mesi estivi a causa delle alte temperature e dell'inquinamento dell'aria.

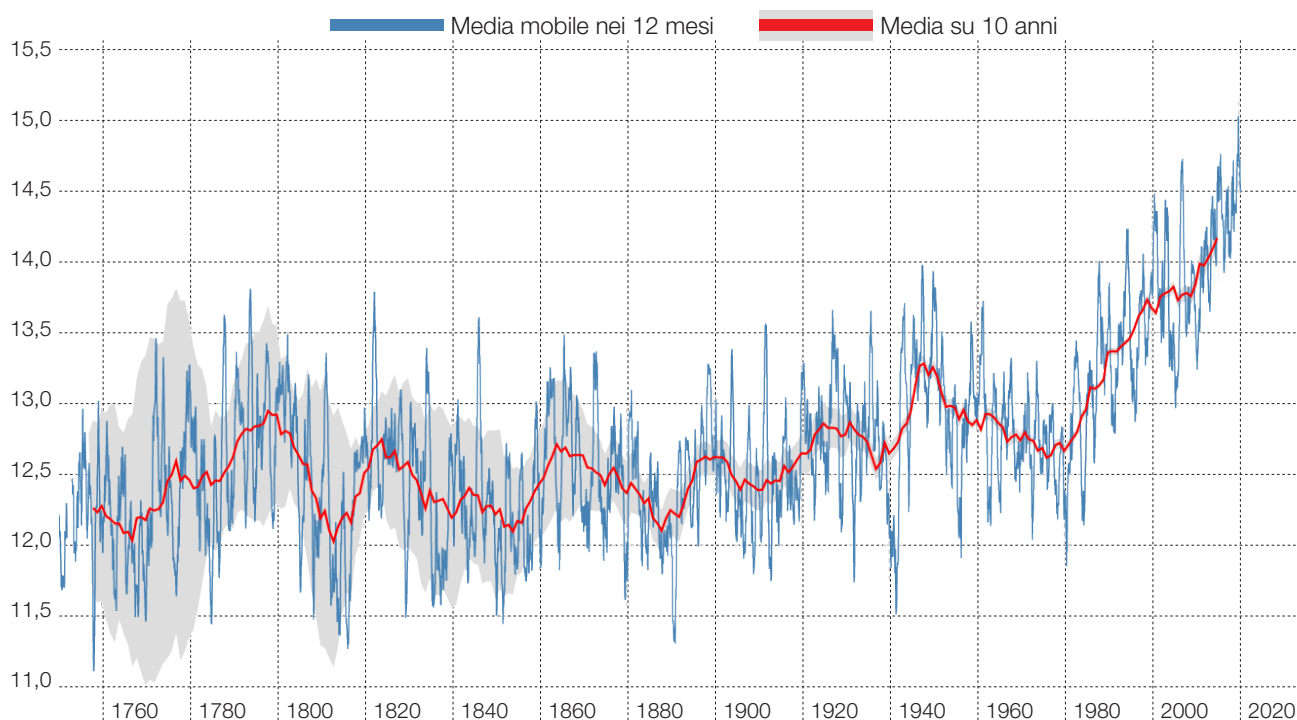
Si tratta di dati e stime in linea con numerosi altri studi, tra cui quelli realizzati nell'ambito del progetto "Copernicus European health" su 9 città europee, nel periodo 2021-2050, con un incremento medio dei giorni di ondate di calore tra il 370 e il 400%, con un ulteriore aumento nel periodo 2050- 2080 fino al 1100%. Questo porterà, ad esempio a Roma, da 2 a 28 i giorni di caldo estremo in media all'anno.

Per via delle dinamiche con cui si generano le ondate di calore, risulta fondamentale capire quali siano le azioni capaci di mitigarne gli effetti, in special modo in ambito urbano, e quali sono le concause che accentuano gli effetti del riscaldamento globale.

17 <https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioContenutiCaldo.jsp?lingua=italiano&id=4547&area=emergenzaCaldo&menu=vuoto>

18 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722017739>

Aumento della temperatura media in Italia



Fonte Berkeley Earth

Uno degli interventi principali in ambito urbano, riguarda la mitigazione dell'isola di calore attraverso l'ombreggiamento e l'evapotraspirazione della vegetazione, quindi azioni di forestazione urbana ed in generale che portino alla realizzazione di infrastrutture verdi.

Come per le azioni di contrasto alla siccità, non si può prescindere dalla desigillazione delle pavimentazioni urbane, optando ad esempio nel caso di parcheggi per quelle che permettono di filtrare e drenare l'acqua. Bisogna poi agire urgentemente sulle abitazioni, che molto spesso peggiorano l'effetto delle elevate temperature trattenendo il calore, a causa di materiali poco riflettenti e non pensati per un corretto isolamento termico.

Sono tutte soluzioni facilmente attuabili e che potrebbero salvare la vita di migliaia di persone, oltre che a essere efficaci anche in caso di precipitazioni estreme e quindi evitare disagi e danni alle infrastrutture urbane.

Un altro aspetto da analizzare riguarda **l'impatto delle ondate di calore sul sistema elettrico**.

Tra il 2010 e fine ottobre 2022 si sono verificati 93 giorni con blackout elettrici dovuti al maltempo. Si tratta di alcune delle conseguenze di piogge e crolli di alberi a causa di raffiche di forte vento. Ma i consumi elettrici, già da anni, raggiungono il picco in estate, a causa dell'uso esteso di condizionatori e ventilatori per alleviare gli effetti di temperature sempre più elevate.

Città come Milano vedono ormai crescere la domanda di energia, e di conseguenza la pressione sulla rete elettrica, del 35% in poche settimane, come avvenuto quest'anno.

L'ITALIA AL CENTRO DEL BACINO MEDITERRANEO: UN *HOT SPOT* DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Ormai da molti anni sappiamo come il Mediterraneo rappresenti un luogo dove gli effetti dei cambiamenti climatici sono estremizzati e anticipati, rispetto ad altre regioni del mondo e l'Italia si trova al centro di questo *hot spot* del cambiamento climatico.

Si tratta di una delle aree più sensibili per via dell'aumento della temperatura e della diminuzione (e concentrazione) delle precipitazioni, che potrebbe provocare conseguenze imprevedibili nel rapporto tra temperatura dei mari, venti, precipitazioni e numero di fulmini.

Preoccupa anche il progressivo innalzamento del livello del Mediterraneo che, secondo i dati IPCC¹⁹, nell'ultimo secolo è aumentato in media di 1,4 mm l'anno.

Per questi motivi la vulnerabilità delle nostre coste, delle infrastrutture e aree urbane che vi insistono, deve trovare soluzioni con interventi sistemici e a lungo termine.

L'Italia, non solo dovrebbe aggiornare e approvare il Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici, la cui bozza è pronta dal 2018, ma dovrebbe redarre almeno un **Piano specifico per le aree costiere**, con azioni di messa in sicurezza e salvaguardia dei beni e delle persone che vi si trovano.

Proprio con questa visione, ENEA ha preparato un nuovo modello matematico, chiamato MED16, in grado di riprodurre nel modo più fedele possibile l'evoluzione del livello del Mar Mediterraneo, dal passato al futuro, affiancato da un nuovo studio dal titolo *"Modelling present and future climate in the Mediterranean Sea: a focus on sea-level change"*²⁰ redatto da Gianmaria Sannino e dal laboratorio ENEA di Modellistica Climatica e Impatti.

Si tratta di uno strumento molto importante visto che mette a disposizione un database affidabile per seguire l'innalzamento del mare e quindi preparare azioni di adattamento mirate sia per tipologia sia per collocazione geografica. Il modello MED16 ha anche il vantaggio di coprire

l'intero sistema "Mediterraneo-Mar Nero", oltre a una piccola parte dell'Oceano Atlantico a ovest dello Stretto di Gibilterra, con una risoluzione di circa 7 km e tiene in considerazione anche i movimenti tettonici locali e gli scambi idrici con l'Oceano Atlantico e con il Mar Nero.

LE PROIEZIONI DESCRIVONO UN QUADRO PESSIMISTICO PER IL FUTURO E SE RIUSCIREMO A INVERTIRE L'ATTUALE CRESCITA DELLA TEMPERATURA GLOBALE, AL 2100 IL LIVELLO DEL MARE SARÀ PIÙ ALTO COMUNQUE DI CIRCA 60 CM RISPETTO A OGGI. INOLTRE, LA TEMPERATURA DEL MAR MEDITERRANEO CONTINUERÀ A CRESCERE, MENTRE DIMINUIRÀ LA SALINITÀ SUPERFICIALE NELLA PARTE OCCIDENTALE DEL BACINO, INTERESSATA DALLA CORRENTE ATLANTICA.

Proprio un indicatore fondamentale a cui guardare con attenzione, è rappresentato dalla **temperatura del mare**. Secondo le rilevazioni satellitari dell'Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima del Cnr, il Mediterraneo lungo le coste italiane risulta essere dai 3 ai 4°C più caldo della media storica. Le anomalie più elevate interessano l'Adriatico centro-settentrionale, il Tirreno centro-settentrionale, il Mar Ligure orientale e lo Ionio. Il maggior scostamento rispetto alla media risulta nel tratto di mare che separa la Corsica da Toscana e Lazio.

Una situazione che si è verificata, e ripetuta, anche nel corso dell'estate 2022, come illustrato chiaramente dalle immagini satellitari Copernicus, con anomalie di 5°C già a metà giugno tra Corsica e Toscana, nel Mar Ligure e tra le Baleari e le coste orientali della Spagna.

Ma già a maggio il mar Ligure ha mostrato valori record di temperatura delle acque con 23,3°C.

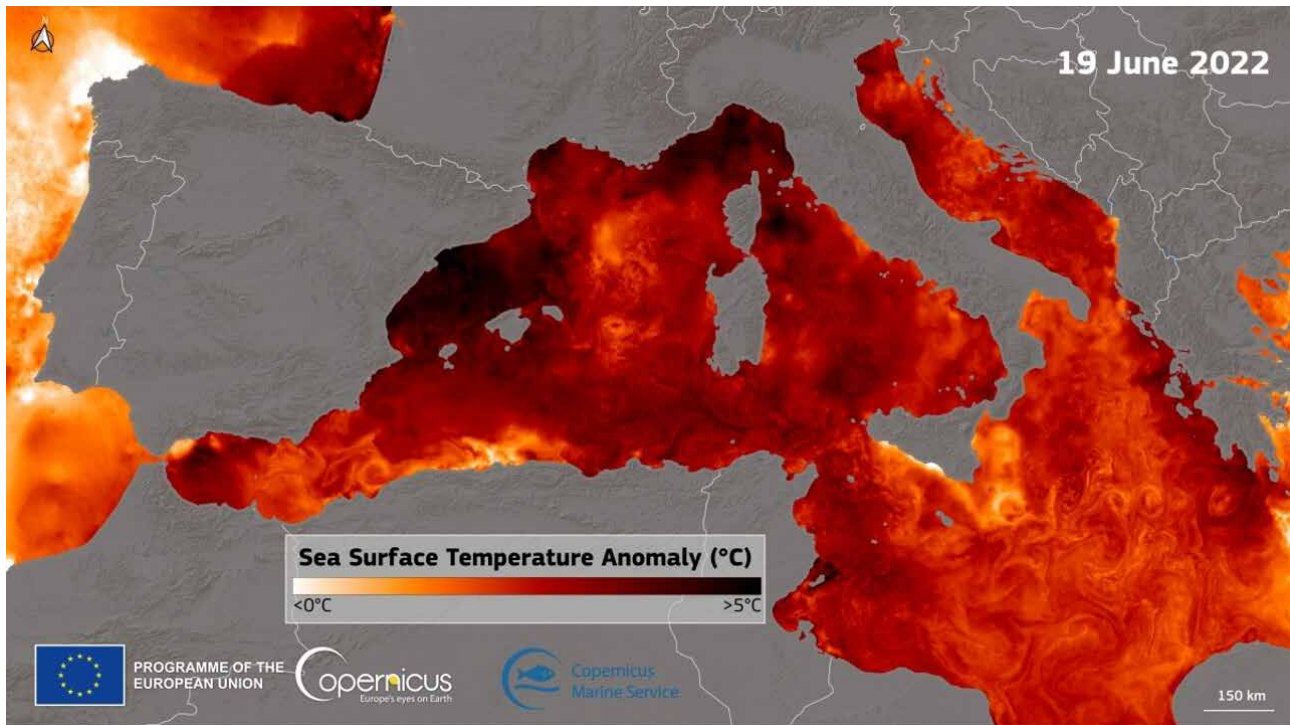
Una temperatura anomala di almeno 2°C e paragonabile alle medie della prima parte di luglio. Ancor più allarmante più stata la velocità con cui questi valori sono stati raggiunti con, in meno di 20 giorni, un aumento di 7°C. Non sono state coinvolte solo le acque che bagnano la Liguria, ovviamente, ma tutta l'area che va da qui alle coste del Libano, ossia circa tre quarti dell'intero Mediterraneo.

Non è andata meglio a giugno, con temperatu-

¹⁹ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_CCP4.pdf

²⁰ <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-021-06132-w>

Ondata di calore marino nel Mediterraneo il 19 giugno 2022



Fonte: programma europeo Copernicus

re nel Mar Ligure e nel Golfo di Taranto più elevate di quasi 5°C rispetto la media nel Golfo di Taranto, come analizzato dalla Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici). Un'ondata di calore marino, quando le temperature oceaniche superano una soglia estrema per più di 5 giorni consecutivi, è stata segnalata nelle regioni orientali del bacino, provocate da due anticicloni che hanno portato aria bollente dall'Africa subtropicale al Mar Mediterraneo.

In questo contesto il Mar Ligure ha visto un'ondata di calore lunghissima, durata 3 settimane tra maggio e inizio giugno, per poi riprendere a inizio estate. Una situazione simile si era verificata nell'estate 2003.

Il CMCC gestisce il Mediterranean Forecasting System²¹ (MedFS), che produce previsioni a 10 giorni e una ricostruzione del passato recente, disponibili gratuitamente sul Copernicus Marine Service.

Le conseguenze immediate di questi cambiamenti riguardano gli **impatti sulla fauna, e in**

generale, sull'ecosistema marino. Ad esempio, nel 2022 il periodo di riproduzione dei tonni nel Tirreno è stato anticipato, come constatato dal biologo marino Antonio Di Natale, Segretario Generale della Fondazione Acquario di Genova Onlus²², mentre le acciughe sono risultate, in media, di più grosse dimensioni rispetto a quelle solite del periodo primaverile.

Come evidenziato lo scorso anno da Ispra²³, sono 243 le specie aliene identificate nel Mediterraneo; molte di queste specie invasive, competono per l'approvvigionamento di cibo con le specie autoctone e favoriscono l'insorgenza e la diffusione di malattie infettive, minacciando ancor di più l'ecosistema. Il 68% è ormai stabile lungo le nostre coste e, tra le aree considerate a maggior rischio di introduzione quali porti e impianti di acquacoltura, sono 47 le specie aliene rilevate negli ultimi anni delle quali 24 di recente introduzione.

Un'altra evidenza dei cambiamenti in corso, e

²¹ <https://medfs.cmcc.it/>

²² <http://www.fondazioneacquariodigenova.it/>

²³ <https://www.isprambiente.gov.it/files2021/area-stampa/comunicati-stampa/com-oceani.pdf>

accentuati nel Mediterraneo, riguarda le **temperature delle città** che sono sempre più calde. I dati di Berkeley Earth mostrano come tra i più marcati incrementi di temperatura registrati, a partire dal 1960, molti riguardano proprio aree urbane del bacino Mediterraneo: Algeri +3,09°C, Barcellona +2,86°C, Marsiglia +2,78°C, Roma +2,66°C, Palermo +2,52°C, Bari +2,15°C, Il Cairo +1,92°C, Alessandria d'Egitto +1,90°C, Atene +1,73°C, Istanbul +1,71°C.

Come testimoniato dal XVII rapporto Snpa/Ispra "Gli indicatori del clima in Italia"²⁴, viene confermata la tendenza all'aumento della temperatura: a partire dal 2000 le anomalie rispetto alla base climatologica 1991-2020 sono state sempre positive a eccezione di quattro anni (2004, 2005, 2010 e 2013); il **2021 è stato l'ottavo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma.**

Temperature delle acque e dell'aria in aumento e persistenti per lunghi periodi, portano ad altre conseguenze drammatiche, con sempre più frequenti e devastanti fenomeni per i quali è stato coniato il termine di *medicane*, da *mediterranean hurricane*.

Questo tipo di fenomeno si genera in seguito allo scontro tra masse di aria fredda e di aria calda sul mare in una zona di bassa pressione. Le enormi nubi che si formano iniziano poi a muoversi circolarmente sviluppando temporali, piogge a carattere torrenziali e venti forti. Così, il maltempo trasporta tutta l'umidità che sale dalla superficie mediterranea scaricandola con violenza sulla terra più fredda. Ma l'aumento in frequenza e in intensità è strettamente legato all'aumento delle temperature vista la maggiore differenza termica tra le acque e la terraferma e di conseguenza una maggiore energia che alimenta il sistema.

GLI ENORMI IMPATTI ECONOMICI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SONO GIÀ EVIDENTI

Come visto, i danni economici provocati dalla siccità in Italia, in Europa e nel mondo sono elevatissimi e in continua crescita. Stiamo assistendo a notizie quasi impensabili fino a qualche decennio fa, come quella delle perdite dei raccolti di

Paragonabili alle tempeste tropicali, i medicane più impattanti sono avvenuti tutti negli ultimi anni, in particolare colpendo la Grecia, e il sud Italia, con Numa, tra il 16 e il 19 novembre 2017, Zorbas a fine settembre 2018, Ianos, che ha provocato onde altissime, pioggia e raffiche di vento vicine ai 150 km/h, in tutto lo Ionio tra il 14 e il 20 settembre 2020 e il drammatico Apollo che ha colpito la Sicilia ionica e parte della Calabria tra il 24 e il 29 ottobre 2021, provocando la morte di tre persone.

Uno dei lavori più esaustivi sulla situazione climatica e sui rischi, rispetto agli impatti dei cambiamenti climatici, è il "*G20 Climate Risk Atlas*"²⁵ della Fondazione CMCC. Si tratta di un documento di sintesi per i Paesi del G20, con schede grafiche per le diverse nazioni che includono una panoramica degli impatti, dei rischi e delle interazioni con i cambiamenti climatici previsti per la metà e la fine del secolo. L'Atlante fornisce un quadro completo delle tendenze storiche e dei futuri cambiamenti climatici, utilizzando indicatori come quelli sviluppati da Enel Foundation sulla transizione energetica e studi internazionali, incluse relazioni tecniche e materiali prodotti nell'ambito dei progetti Horizon 2020.

La serie di diverse fonti e metodologie incluse ha richiesto uno sforzo significativo per armonizzare i risultati e presentarli all'interno di un quadro coerente. Il linguaggio semplice, e un design chiaro ed efficace, assicurano che l'Atlante sia di facile consultazione, in special modo grazie alle schede informative per Paese suddivise nei principali settori interessati: clima, mare, coste, acqua, agricoltura, foreste e incendi, città, salute, energia, impatto economico e politica.

frutta e verdura nel Regno Unito, proprio a causa dell'assenza prolungata di precipitazioni.

Ma i danni al settore agricolo, in Italia, sono stati aggravati anche da decine di grandinate eccezionali, sia per dimensione che per intensità, e

²⁴ <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2021-2013-anno-xvii>

²⁵ <https://www.cmcc.it/g20#g20atlas>

sono stati stimati in 6 miliardi di euro. A questi vanno aggiunti i danni che la grandine ha inflitto ad automobili, negozi e abitazioni in tutto il Paese.

I dati dell'Agenzia europea dell'ambiente²⁶, parlano di **487 miliardi di euro provocati in Europa tra il 1980 e il 2020 da temperature eccezionalmente elevate, piogge torrenziali e siccità. In valori assoluti l'Italia si colloca al terzo posto, dietro la Germania e la Francia, con una perdita economica di oltre 90 miliardi.** Se, invece, si considerano i danni economici in proporzione alla grandezza degli Stati, l'Italia risulta seconda in UE, vicinissima ai valori tedeschi.

Una situazione già oggi così difficile, con lunghi periodi di siccità, anche in inverno, interrotti da episodi alluvionali, sta generando gravi danni alle economie locali e impatti rilevanti nei settori agricoli e produttivi fondamentali per interi territori. Nello studio "G20 Climate Risk Atlas" di CMCC vengono messe in risalto le specifiche dei danni totali causati dalla siccità e dagli eventi climatici estremi sull'agricoltura. Le perdite economiche in Italia saranno enormi già entro la metà del secolo in uno scenario a basse emissioni, con un picco del 2,2% del PIL, ossia 36 miliardi di euro. In uno scenario con alte emissioni le perdite potrebbero raggiungere 116 miliardi di euro (oltre l'8% del PIL) entro la fine del secolo.

Drammatici gli scenari nei diversi settori, come quello agricolo, dove le perdite di rendimento potranno determinare una contrazione della produzione quantificabile in 12,5 miliardi di euro (ossia lo 0,7% del PIL) con una temperatura media in aumento di 2°C, e a 30 miliardi di euro (o l'1,9% del PIL) con una temperatura aumento di 4°C. Il cambiamento climatico, inoltre, può ridurre l'idoneità dei suoli a coltivare varietà di alta qualità portando a un drastico calo dei valori dei terreni agricoli. In questo caso le stime parlano di una perdita, entro fine secolo, tra l'1 e l'11% dei valori aggregati dei terreni agricoli in uno scenario di emissioni medie e tra il 4 e il 16% in uno scenario con elevate emissioni. Un altro aspetto analizzato è quello degli impatti sulle aree costiere, dove i danni annuali attesi, in uno scenario a emissioni elevate, potrebbero raggiungere il picco di 81 miliardi di euro già nel 2050. Entro il 2100 i danni annuali potranno variare tra 18,4 e 213 miliardi di euro a seconda delle diverse ipo-

IL RUOLO DELLE ASSICURAZIONI

Per limitare i danni economici in alcuni Paesi europei si ricorre all'assicurazione contro i danni derivanti da calamità naturali sulle abitazioni. In alcuni casi su base volontaria (come in Danimarca e Belgio) in altri obbligatoria (come in Francia e Spagna), in altri ancora è incentivata con costi limitati (come in Germania, Portogallo, Gran Bretagna). In Italia le abitazioni protette da coperture raggiungono il 2%, secondo i dati Ania (Associazione Nazionale fra le Imprese Assicuratrici). Di conseguenza è lo Stato che continua a sostenere i costi delle ricostruzioni, ma spesso con ritardi rilevanti nei contributi che determinano la chiusura di attività o l'abbandono di territori. Una diffusione delle polizze avrebbe il vantaggio di aumentare l'attenzione nei confronti degli edifici, con una maggiore cura del rischio statico, sismico, idrogeologico, integrandosi con uno strumento che il nostro Paese attende da molti anni: il libretto del fabbricato. L'obiettivo dovrebbe essere di accelerare le informazioni sui rischi degli edifici per ridurli.

tesi di adattamento. Annualmente le esondazioni fluviali potrebbero provocare danni per 9,6 miliardi di euro, colpendo in particolare le infrastrutture, mentre il settore della pesca vedrebbe una flessione di produzione nel 2070 compresa tra 191 e 323 milioni di euro, rispettivamente in uno scenario a basse e ad alte emissioni. Infine verrebbe pesantemente colpito anche il turismo, uno dei settori più importanti in Italia e che nel 2019 ha contribuito per il 10,4% del PIL nazionale. La perdita di attrattività delle destinazioni italiane, dovuta a giornate troppo calde o alla mancata formazione di neve durante la stagione invernale, può portare a impatti economici tra 17 e 52 miliardi di euro a causa della domanda turistica ridotta, rispettivamente in uno scenario di basse e alte emissioni.

A conferma dell'enorme esposizione al rischio del nostro Paese, il Joint Research Centre della

²⁶ <https://www.eea.europa.eu/ims/economic-losses-from-climate-related>

Commissione Europea ha analizzato, nel 2020, i possibili impatti economici in seguito all'aumento di fenomeni di dissesto idrogeologico, con diverse ipotesi di aumento della temperatura media al 2100. **L'Italia, senza azioni di adattamento, riporterebbe perdite annuali di circa 3 miliardi**

di euro²⁷, mentre sarebbero almeno dimezzate in qualunque scenario di adattamento preso in considerazione e arriverebbero a circa 0,5 miliardi di euro annui se venissero implementati bacini di ritenzione.

L'OSSERVATORIO CITTÀCLIMA

L'Osservatorio CittàClima di Legambiente è nato con l'obiettivo di capire la dimensione degli impatti in corso nel territorio italiano. Lo scopo è quello di raccogliere e mappare le informazioni sui danni provocati in Italia dai fenomeni climatici, di contribuire ad analisi e approfondimenti che riguardano le città e il territorio italiano, oltre a condividere ricerche e studi internazionali ed esperienze di piani e progetti di città, paesi, regioni.

Nel **Rapporto 2022** abbiamo arricchito nuovamente il quadro degli impatti degli eventi climatici, inserendo le mareggiate che provocano danni, ampliando la sezione relativa alle grandinate estreme, che colpiscono con maggiore intensità campagne e centri urbani, e analizzando gli impatti a livello regionale.

Nella mappa degli eventi estremi, consultabile su <https://cittaclima.it/mappa/>, si trovano alcune novità di contenuto e di visualizzazione, che speriamo possano essere di aiuto per tutte le persone interessate ad approfondire il tema e verificare gli impatti degli eventi estremi nelle varie parti d'Italia.

L'analisi dei dati dal 2010 a oggi ha permesso di mettere in evidenza le aree urbane e i territori dove i fenomeni si sono ripetuti con maggiore intensità e frequenza, con danni economici e sulla salute delle persone. Il monitoraggio e la mappatura dei fenomeni meteorologici estremi hanno permesso di individuare **780 Comuni** dove si sono registrati impatti rilevanti, dal 2010 a fine ottobre 2022, poco meno il 10% dei Comuni italiani.

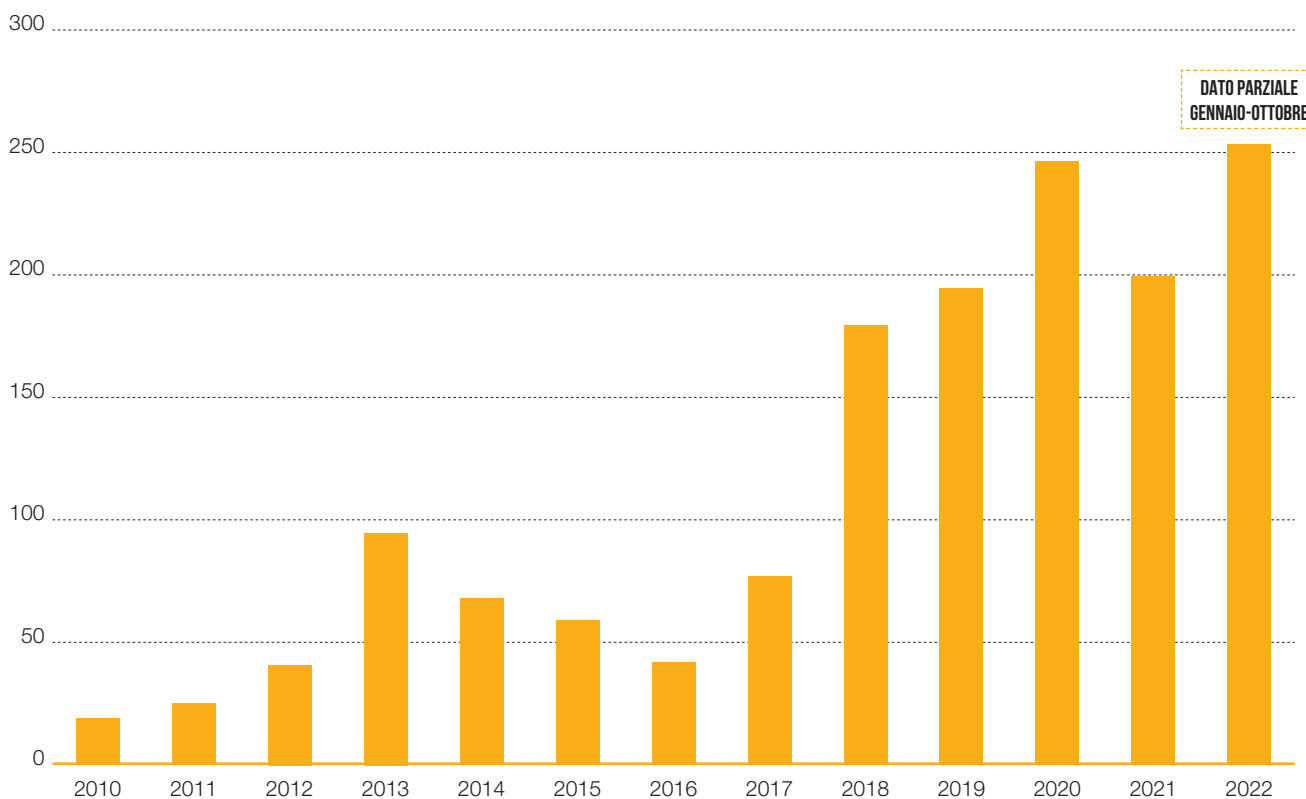
Sono arrivati a **1.503 gli eventi** registrati sulla mappa del rischio climatico (inclusi casi di anni passati inseriti in un secondo momento) con un aumento, tra il 2021 e il 2022, del 27%, nonostante per l'anno in corso sono stati considerati solo i primi 10 mesi. Tra gli esempi dei Comuni più col-

piti c'è Roma dove si sono verificati 66 eventi, 6 solo nell'ultimo anno, di cui ben oltre la metà, 39, hanno riguardato allagamenti a seguito di piogge intense. Altro caso importante è quello di Bari con 42 eventi, principalmente allagamenti da piogge intense (20) e danni da trombe d'aria (17). Segue Agrigento, con 32 casi di cui 15 allagamenti e poi Milano, con 30 eventi totali, dove sono state almeno 20 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro in questi anni. Chi vive nelle aree urbane conosce bene questa situazione, visto che dal 2010 ci sono stati **89 giorni con stop a metropolitane e treni urbani e 93 giorni in cui si sono verificati disservizi estesi causati dal maltempo sulle reti elettriche**. Rilevanti le conseguenze di alluvioni, trombe d'aria e piogge intense nei confronti di case, spazi pubblici ma anche del patrimonio archeologico. Nel 2022, seppur con dati parziali, sono stati registrati dalla mappa **254 eventi**. Dal 2010 sono state **279 le vittime** e solo nei primi 10 mesi del 2022 sono state 17. **NELL'ANNO IN CORSO ABBIAMO AVUTO FINORA 79 CASI DI ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE E 71 CASI DI DANNI DA TROMBE D'ARIA, 33 CASI DI DANNI DA SICCITÀ PROLUNGATA E DI TEMPERATURE RECORD, 25 DANNI DA GRANDINATE, 12 LE ESONDAZIONI FLUVIALI, 11 I CASI DI DANNI ALLE INFRASTRUTTURE, 10 MAREGGIATE, 9 LE FRANE DA PIOGGE INTENSE E 4 DANNI AL PATRIMONIO STORICO.**

Di fronte a uno scenario di questo tipo è evidente che abbiamo bisogno di un salto di scala nell'analisi, informazione e sensibilizzazione rispetto ai fenomeni che riguardano il territorio italiano e a quanto sta avvenendo nel mondo. Perché se oggi è cresciuta la consapevolezza della dimensione e crescita di questi fenomeni abbiamo bisogno di capire dove e come questi fenomeni sono avvenuti, quali caratteri hanno assunto e potrebbero assumere in futuro. Per questo servono studi e monitoraggi, la condivisione di

²⁷ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2020-09/05_pesetaiv_river_floods_sc_august2020_en.pdf

Numero di eventi estremi per anno



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

informazioni e lo scambio di buone pratiche.

Il nostro Paese deve decidere di affrontare seriamente queste inedite sfide, con politiche nuove per evitare che gli impatti siano ancora più rilevanti. Viviamo, infatti, in uno dei Paesi più delicati dal punto di vista idrogeologico del mondo. Lo raccontano i numeri del Rapporto *“Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio”*²⁸ di Ispra: **il 18,4% del territorio italiano ricade nelle classi a maggiore pericolosità per frane e alluvioni**. Oltre 6,8 milioni di persone vivono in aree a rischio per alluvioni, ossia l’11,5% del totale, mentre 1,3 milioni si trovano in aree a rischio frane. Un altro aspetto drammatico è quello degli edifici a rischio alluvioni, oltre 1,5 milioni ossia il 10,7% del totale.

Obiettivo dell’Osservatorio è di contribuire a far crescere l’attenzione sui processi che avvengono nel territorio italiano e di accelerare le po-

litiche di adattamento al clima in Italia, a livello nazionale e locale.

L’Italia ha speso un’enorme quantità di soldi in questi decenni per rincorrere i danni provocati da alluvioni, piogge e frane, a fronte di poche risorse spese per la prevenzione. Ma quanto spende lo Stato italiano per la prevenzione? Se guardiamo alla spesa realizzata in questi anni per gli interventi programmati di messa in sicurezza e prevenzione emerge come dal 1999 al 2022 sono stati 9.961 gli interventi avviati per mitigare il rischio idrogeologico in Italia per un totale di 9,5 miliardi di euro (fonte Ispra, piattaforma Rendis), con una media di 400 milioni di euro l’anno.

I dati della Protezione Civile sugli stati di emergenza da eventi meteo-idro²⁹ dal maggio 2013 a maggio 2022 parlano di 123 casi, segnando un lieve incremento rispetto al 2021 (quando però i dati includevano il periodo fino a ottobre), ma

²⁸ https://www.isprambiente.gov.it/files/2022/pubblicazioni/rapporti/rapporto_dissesto_idrogeologico_italia_ispra_356_2021_finale_web.pdf

²⁹ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/dipartimento/amministrazione-trasparente/interventi-straordinari-e-di-emergenza/emergenze-il-rischio-meteo-idro>

Sito osservatorio nazionale cittaclima.it



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

comunque in aumento deciso rispetto ai 103 nel 2020.

I fondi assegnati arrivano a poco meno di 13,3 miliardi di euro (tra gli importi segnalati dalle regioni per lo stato di emergenza e la ricognizione dei fabbisogni determinata dal commissario delegato). Si tratta di una media di 1,48 miliardi/anno per la gestione delle emergenze, **in un rapporto di quasi 1 a 4 tra spese per la prevenzione e quelle per riparare i danni.**

Purtroppo il nostro Paese non dispone di alcun indirizzo strategico chiaro che individui l'adattamento come priorità delle politiche d'intervento. Siamo ancora al livello di studi sul tema, visto che nel 2014 è stata approvata la "Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" ma non è mai stato approvato il "Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" fermo in bozza dal 2018. Si tratta, tra l'altro, di un Piano che seppur valido in linea generale e che necessita di un'approvazione urgente, non può prescindere da una revisione, almeno nelle parti in cui si prevedevano azioni da portare a termine entro il 2020.

Siamo, quindi, ancora in attesa che il nostro Paese si doti di uno strumento che stabilisca le aree a maggior rischio e le priorità d'intervento per orientare in modo efficace le politiche. Oltretutto questi documenti sono parte della strategia europea in materia di adattamento che dà segui-

to all'Accordo di Parigi sul clima. Uno degli articoli fondamentali dell'Accordo, entrato in vigore il 4 novembre 2016, riguarda proprio il rafforzamento della capacità adattativa dei territori, per aumentare la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici. È previsto un impegno a proteggere le persone e gli ecosistemi dagli impatti già in atto, particolarmente gravi in alcune aree del mondo, e a individuare strumenti di cooperazione, finanziamento, condivisione di conoscenze, buone pratiche ed esperienze. Un Paese con un quadro così complesso di rischi e impatti in corso avrebbe tutto l'interesse a individuare le aree prioritarie d'intervento, in modo da organizzare una sempre maggiore e più efficace collaborazione con le strutture di protezione civile.

IL SUCCESSO DEL PROGRAMMA SPERIMENTALE D'INTERVENTI PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN AMBITO URBANO

Un ottimo esempio di come si debba affrontare il tema dell'adattamento delle aree urbane con soluzioni basate sulla natura è il "Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano", emanato nel 2021 dal Ministero della Transizione Ecologica. Il bando prevedeva il finanziamento di differenti tipologie di interventi di adattamento che le aree urbane italiane possono intraprendere per uno stanziamento di poco meno di 80 milioni di euro ed è stato scritto in collaborazione con l'Ance e con il contributo scientifico dell'Ispra. Solo i Comuni con popolazione superiore ai 60.000 abitanti hanno potuto partecipare, con il 40% dei fondi destinato ai Comuni capoluogo delle città metropolitane.

Il bando ha ammesso al finanziamento tre tipologie d'interventi: "green e blue", "grey" e "misure soft di rafforzamento della capacità adattiva". Nel primo caso rientrano la realizzazione di spazi verdi in ambito urbano, l'utilizzo di materiali riflettenti, la realizzazione di interventi di edilizia sostenibile, di tetti e pareti verdi, sistemi di coibentazione e ventilazione naturale, la creazione di sistemi di raccolta delle acque meteoriche e interventi finalizzati al riciclo e riutilizzo delle acque reflue depurate. Fanno parte della seconda tipologia di interventi la creazione, l'ampliamento o il rifacimento in ambito urbano di aree pedonali, parcheggi, piazze, bordi stradali, percorsi, con la rimozione della pavimentazione esistente e il ripristino della permeabilità del suolo, e la sperimentazione sugli spazi pubblici di soluzioni per il drenaggio urbano sostenibile. Infine, nell'ultima categoria rientrano misure finalizzate a migliorare le conoscenze a livello locale, come per la redazione di strumenti di pianificazione comunale di adattamento ai cambiamenti climatici, misure finalizzate a migliorare la capacità di previsione a livello locale, misure di sensibilizzazione, formazione, partecipazione sull'adattamento a livello locale.

Sono decine le aree urbane che hanno presentato, e dove è stato finanziato, almeno un progetto di adattamento. Da nord a sud si tratta di esempi concreti, che non richiedono cifre economiche impensabili per essere attuate e che porteranno

benefici immediati alle aree e ai cittadini di quelle città.

Tra gli esempi, a **Cremona** sono stati ammessi al finanziamento due progetti per un importo di circa 340mila euro. Un intervento riguarda *I Boschi del Villetta*, che rientra nelle misure di realizzazione di spazi verdi in ambito urbano e prevede la forestazione di due aree situate a sudest della città, la piantumazione di un'area a nord del comparto ospedaliero e quella di due fasce perimetrali stradali (parte di viale Concordia). La superficie totale delle aree da piantumare è di 22.768 mq che consente di mettere a dimora oltre 800 essenze arboree.

Gli interventi nelle aree peri-urbane saranno caratterizzate da un disegno irregolare, per riprodurre il più fedelmente possibile uno spazio boschivo spontaneo, ma comunque usufruibile dai cittadini. Le fasce laterali di viale Concordia sono pensate come barriera verde di contenimento dell'isola di calore causata dalla strada.

Il secondo progetto, *La strada in verde*, prevede la rimozione della pavimentazione esistente e il ripristino della permeabilità del suolo in chiave di rigenerazione urbana nelle aree di sosta laterali di un tratto di circa 250 metri di viale Concordia. Le nuove superfici saranno quindi rese permeabili per ospitare nuove essenze arboree e arbustive e la posa di un grigliato erboso, dove la sosta sarà ancora consentita, ma il terreno potrà riacquistare la permeabilità e pertanto anche il drenaggio delle acque piovane.

A **Ferrara**, invece, le azioni di adattamento si concentreranno a Piazza Cortevicchia. La nuova piazza, che sarà completata entro il 31 dicembre 2023, cambierà volto grazie a un finanziamento da 850 mila euro per la messa a dimora di alberi di grandi dimensioni per garantire un'ombra rinfrescante, nuove sedute attorno alle nuove aree verdi. Alla base dei 25 nuovi alberi ci sarà un tappeto di edera, per creare una nuova superficie a verde di 325 metri quadrati. Per i percorsi pedonali è stato scelto il porfido che richiama i materiali delle altre piazze cittadine. È previsto il rifacimento di tutta la pavimentazione della piazza, compreso l'asse stradale e l'adiacente parcheggio, sostituendo integralmente l'attuale superficie in asfalto con il nuovo suolo lapideo drenante,

per 2.200 metri quadrati. Sotto la pavimentazione è previsto uno spazio per la raccolta di acqua piovana che sarà utilizzata per l'irrigazione e per il raffrescamento del suolo d'estate.

Le idee progettuali presentate sono entrate a far parte di un percorso condiviso con la cittadinanza, per raccogliere le suggestioni dei cittadini. Il processo partecipativo pubblico ha avuto l'adesione di 2.848 votanti.

A **Genova** le azioni di adattamento si concentreranno sulla Valpolcevera, con l'obiettivo sia di ricucire le due sponde urbane sia di riqualificare l'area dal punto di vista ambientale. La zona, che nel recente passato ha visto numerosi impatti portati da piogge intense e fenomeni alluvionali, vedrà innanzitutto azioni per far diventare il torrente Polcevera un paesaggio riqualificato dal punto di vista ecologico e non più un protagonista minaccioso di una natura dalla quale difendersi. Un primo progetto, quello del Parco, ha come principio guida la tutela della biodiversità per assicurarsi anche l'incremento di servizi ecosistemici correlati. Altro tassello fondamentale riguarda le inondazioni periodiche dell'area d'intervento, determinate prevalentemente da acque di ruscellamento dai versanti e dalla risalita dell'acqua dalle condotte fognarie: per ridurre localmente l'afflusso di acqua alla rete di smaltimento, già sovraccaricata dagli apporti da monte, viene prevista l'implementazione di dispositivi di ritenzione temporanea delle acque meteoriche e di rallentamento del *run-off*.

Inoltre, la vegetazione ad alto fusto pensata appositamente per limitare la radiazione solare e mantenere la permeabilità al vento, contribuisce a generare zone ad alto comfort termico, mitigando gli effetti delle ondate di calore.

Gli interventi sono finanziati con oltre 2,1 milioni di euro e saranno affiancati anche da altre azioni come la realizzazione di una piattaforma web che possa mettere in contatto i diversi soggetti interessati, una "Academy" per il miglioramento delle competenze sulle tematiche settoriali di sviluppo rispetto al cambiamento climatico e al valore dell'adattamento trasformativo in ambito urbano per diversi destinatari.

Il Comune di **Lucca** ha visto approvato il progetto "Le scuole verdi di Lucca". L'obiettivo è quello di ridurre gli effetti dei cambiamenti climatici tutelando, oltre agli spazi all'aperto, le classi che riceveranno beneficio diretto e indiretto da azioni quali la realizzazione di cortine verdi, che aumentino immediatamente l'ombreggiamento su superfici orizzontali e verticali, facilitano la

didattica all'aperto e mettono i giovani studenti nella condizione di conoscere i cicli naturali. È prevista poi la piantagione di alberature ad alto fusto per ottenere un abbassamento diffuso della temperatura esterna e interna agli edifici. Verrà rimosso l'asfalto presente nei cortili o in altre zone, in modo da permettere la percolazione delle acque meteoriche nel terreno.

Infine, sarà avviato il monitoraggio dei benefici ambientali risultanti dagli interventi previsti con la comparazione delle valutazioni effettuate ex ante ed ex post dell'impatto ambientale direttamente creato sulle varie matrici e misurato attraverso il bilancio delle emissioni di CO₂. Un'altra città che ha visto approvato un progetto di adattamento al clima è **Ancona**, con poco meno di 500mila euro. Si tratta dell'intervento sulle aree comuni dello Stadio Dorico che diventerà un contenitore dotato di strutture ombreggianti, essenze arboree, piante e speciali pedane, per il relax e l'attività fisica, aperto a tutti i cittadini. Gli spazi saranno, in questo modo, fruibili anche quando si manifestano eventi climatici estremi come le bombe d'acqua o le isole di calore nei periodi estivi. A questo si aggiunge la realizzazione di una cisterna per la raccolta delle acque piovane da utilizzarsi per l'irrigazione delle nuove piantumazioni, anche con fini dimostrativi ed educativi. Infine, la messa in opera della pavimentazione in materiale drenante, sempre all'interno della stessa area, è finalizzata a ripristinare la permeabilità del suolo, contrastando il ruscellamento superficiale in caso di eventi meteorici intensi.

A **Terni** verranno trasformati il piazzale delle ex officine Bosco e il piazzale Caduti di Montelungo, grazie a un finanziamento di quasi 650mila euro. Nel primo caso è prevista la realizzazione di aree verdi e sistemi di barriere alberate per evitare l'effetto isola di calore e rendere l'area resiliente alle piogge. Il parcheggio, di 9.400 metri quadrati, ha una pavimentazione realizzata in conglomerato bituminoso e priva di vegetazione. Saranno portati avanti interventi di edilizia climatica, tetti e pareti verdi, boschi verticali, barriere alberate, sistemi di coibentazione e ventilazione naturale, tetti freddi e ventilati, con la copertura a verde pensile della pista ciclabile. Saranno realizzate anche una lunga pensilina ombreggiata sul perimetro esterno della scuola e un'area verde nella parte centrale del piazzale raggiungibile dalla copertura ombreggiante allestita con aiuole fatte di arbusti e pavimentata con soluzioni drenanti e a elevato indice di riflettanza solare. Per il piazzale Caduti di Montelungo è previsto l'inserimento di

aceri, bagolari e frassini, oltre al ripristino della permeabilità delle superfici attraverso l'impiego di pavimentazioni drenanti.

Un altro Comune interessato da opere di adattamento climatico nell'ambito del programma del MITE è **Viterbo**, con un finanziamento di 577mila euro. Qui, un primo intervento prevede la realizzazione di quattro aree di forestazione urbana e peri-urbana per contrastare le ondate di calore e le temperature eccessive, con un'estensione complessiva di 2 ettari e situati in aree pubbliche: Piscine Carletti, Valle Faul, il Parco del Quartiere Santa Lucia e il Parco dell'Aeronautica.

Un secondo intervento prevede la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque meteoriche presso l'area di sosta di Via Faul, che verranno anche filtrate in aree di bioritenzione, finiranno in serbatoi di accumulo e verranno poi utilizzate per l'irrigazione.

Per **Roma** sono cinque gli interventi previsti e approvati nell'ambito del bando. Si tratta di "Forestazione lineare per la riconnessione ecologica", mirato alla ricostituzione dei corridoi ecologici lungo la via Nomentana, viale Etiopia, viale Tiziano, viale Maresciallo Pilsudski e viale delle Belle Arti, tutte arterie stradali caratterizzate da ondate e isole di calore e dalla discontinuità delle alberature. Si prevede la piantumazione di 354 alberi che porteranno anche a una riduzione di 18 tonnellate di CO₂ in 10 anni. Altro progetto importante è quello della "Vasca di laminazione Fosso di Gregna", per risolvere le problematiche di allagamento dell'area, e che prevede anche il riuso delle acque accumulate con l'abbattimento degli inquinanti e soluzioni tecniche che ne permettano un funzionamento automatico. Il terzo progetto è quello denominato "Riconversione ecologica delle aree di sosta di Piazzale Flaiano", con la rimozione della pavimentazione esistente e il ripristino della permeabilità del suolo. Verranno poi eliminate le barriere architettoniche, riqualificati i percorsi pedonali ed eliminate le alberature pericolanti per essere sostituite con messa a dimora di nuovi alberi.

A questi progetti si uniscono quelli della riqualificazione ecologica delle aree esterne di 11 asili nido con pavimentazioni con materiali a basso assorbimento di calore e realizzazione di barriere ombreggianti, dell'efficientamento energetico in chiave bioclimatica della scuola primaria "Italo Calvino", con pareti ventilate e coibentate. I progetti vedono un importo complessivo di poco superiore a 5,3 milioni di euro.

A **L'Aquila** sono spettati 639mila euro per di-

versi interventi. Nell'ambito della forestazione urbana verrà realizzata una nuova area verde di 17mila metri quadrati, con la piantumazione di circa 800 alberi autoctoni in prossimità della zona industriale di Pile, che sarà funzionale sia alla mitigazione dell'inquinamento emesso dalla zona industriale, sia alla mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. Saranno poi allestiti due giardini della pioggia, uno in via Amiternum e l'altro sempre nella zona industriale di Pile, dove un sistema di raccolta delle acque piovane sarà integrato all'interno di due aree verdi. Previste anche le piazze d'acqua: a Campo Imperatore sarà realizzato uno spazio pubblico multifunzionale con piazze d'acqua che, in caso di forti piogge, si trasformeranno in bacini di raccolta e stoccaggio delle acque piovane, così da alleggerire la pressione sull'impianto fognario e in modo da avere la possibilità di riutilizzare le stesse nei momenti di maggiore siccità e stress idrico.

Importante anche l'approvazione del progetto di riqualificazione della Regia Pineta a **Caserta**, nel Borgo di Caserta Vecchia, con un finanziamento di 330mila euro. Si tratta di un'area di 12.000 mq che caratterizzano uno dei parchi più significativi della città e dove è previsto il consolidamento della macchia mediterranea all'interno del parco, l'ampliamento e il rifacimento di percorsi esistenti all'interno della Regia Pineta, favorendo sia l'accesso che la fruibilità del sito oltre che la permeabilità del suolo, sensori e *data logger* che aiuteranno a raccogliere dati meteorologici a integrazione del sistema locale.

Importante anche l'intervento finanziato a **Bari** per la riqualificazione di via Fratelli Spizzico, nella zona Sant'Anna, per un importo di poco meno di 1,7 milioni di euro. Gli interventi previsti consistono nell'inserimento di elementi di arredo verde realizzati utilizzando piante autoctone, negli spazi disponibili, con l'obiettivo di assicurare ombreggiamento, riduzione dell'effetto isola di calore, riutilizzo delle acque meteoriche, infiltrazione delle stesse nel suolo. Prevista anche la depavimentazione delle aree attualmente asfaltate e la realizzazione di nuove pavimentazioni drenanti di diversa tipologia a seconda della funzione cui sono destinate.

Il progetto di riqualificazione di via Fratelli Spizzico riguarda un'area estesa per circa 7.500 metri quadri e prevede 60 alberi ad alto fusto e decine di alberi da frutto. L'irrigazione sarà garantita attraverso la raccolta delle acque meteoriche. Saranno inoltre realizzate aree ludiche attrezzate per i più piccoli, uno spazio per i cani, una picco-

la arena per l'organizzazione di eventi e diversi camminamenti e spazi attrezzati. Tutte le finiture previste saranno sostenibili, quali muretti a secco e pavimentazioni permeabili in calcestruzzo architettonico con inserti in pietra, in linea con le caratteristiche tipiche di una zona di raccordo tra città e campagna. Sono inoltre previsti un impianto di pubblica illuminazione a LED.

Un altro esempio viene da **Siracusa**, con il progetto di riqualificazione di Piazza Adda, per 663mila euro. Qui, il parcheggio diventerà alberato, verrà ombreggiato l'intero piazzale e creato un sistema di recupero e riuso delle acque meteoriche aumentando la resistenza alle ondate di calore e facilitando il corretto deflusso delle acque piovane.

Come visto si tratta di un bando che sta permettendo di attuare un enorme potenziale fatto di riqualificazione di aree urbane socialmente e ambientalmente degradate o che subiscono gli impatti dei cambiamenti climatici, con incredibili vantaggi di sostenibilità ed economici, in termini di danni futuri evitati, ma anche occupazionali.

Questo tipo di programma è quanto serve a tantissime realtà territoriali in Italia e **deve essere replicato, ampliandolo anche ai Comuni con popolazione inferiore ai 60mila abitanti**, anche per via degli impatti di eventi estremi che stanno colpendo sempre di più cittadine di medie dimensioni.

I PIANI DI ADATTAMENTO IN EUROPA

Le azioni previste nelle città che hanno visto approvati progetti di adattamento sono iniziate già da molti anni negli altri Paesi europei. La ragione sta nell'aver seguito un percorso che in Europa è iniziato da tempo, grazie all'approvazione da parte della Commissione Europea della "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici dell'UE", già nel 2013 e proprio al fine di aiutare i Paesi a pianificare le proprie attività in questo senso.

Non solo, il 10 giugno 2021 il Consiglio Europeo ha approvato un **aggiornamento della Strategia** che mira a migliorare le conoscenze in materia di adattamento e a favorire lo scambio d'informazioni ed esperienze in merito. In particolare si sottolinea come la trasformazione digitale ed il progresso scientifico siano fondamentali per conseguire gli obiettivi di adattamento del Green Deal europeo. L'Unione intende colmare le lacune di conoscenze in materia di resilienza ed impatti climatici, anche sugli oceani, attraverso i programmi Orizzonte Europa, Europa digitale, Copernicus e EMODnet. La Commissione si pone, inoltre, l'obiettivo di promuovere norme comuni per la registrazione e la raccolta dei dati sulle perdite legate al clima e sui rischi climatici fisici, centralizzando la registrazione dei dati provenienti dal settore pubblico e privato mediante il Risk Data Hub (la piattaforma dati sul rischio). Tra gli altri punti cruciali della Strategia quello legato alla promozione di interventi di adattamento a livello locale, con finanziamenti crescenti, finaliz-

zata all'accrescimento della resilienza locale. Le azioni intraprese dovranno essere sempre di più basate sulla natura, perché, come dimostrato da evidenze scientifiche, sono quelle che maggiormente riescono a mantenere in salute l'acqua, gli oceani e i suoli, ma anche perché riescono a ridurre i costi, sia in fase di realizzazione sia in quella di gestione. La Strategia ricorda come anche gli edifici possono contribuire all'adattamento su vasta scala, ad esempio, tramite la ritenzione locale delle acque, che attenua l'effetto "isola di calore urbana" insieme a tetti e pareti verdi.

SONO 24 I PAESI UE, A CUI SI AGGIUNGE IL REGNO UNITO, CHE HANNO ADOTTATO UN PIANO NAZIONALE O SETTORIALE DI ADATTAMENTO AL CLIMA E TRA QUESTI NON VI È L'ITALIA. Il nostro Paese deve urgentemente rivedere, in chiave di aggiornamento, la bozza di Piano ferma al 2018, per arrivare alla sua approvazione entro fine anno. Inoltre, come dimostrato da vari esempi continentali, è fondamentale iniziare a prevedere futuri Piani settoriali specifici, in particolare vista la conformazione dell'Italia, Piani di adattamento delle aree costiere, che tengano in considerazione anche il turismo e il vasto patrimonio dei beni archeologici e storici come settori chiave da adattare e preservare.

Gli esempi europei non mancano. In **Svezia** sono le Regioni a essersi dotate di Piani di azione, mentre tra le esperienze interessanti si segnala la **Danimarca**, che si è munita di una strategia già nel 2008 e, in seguito all'alluvione del 2011, ha ap-

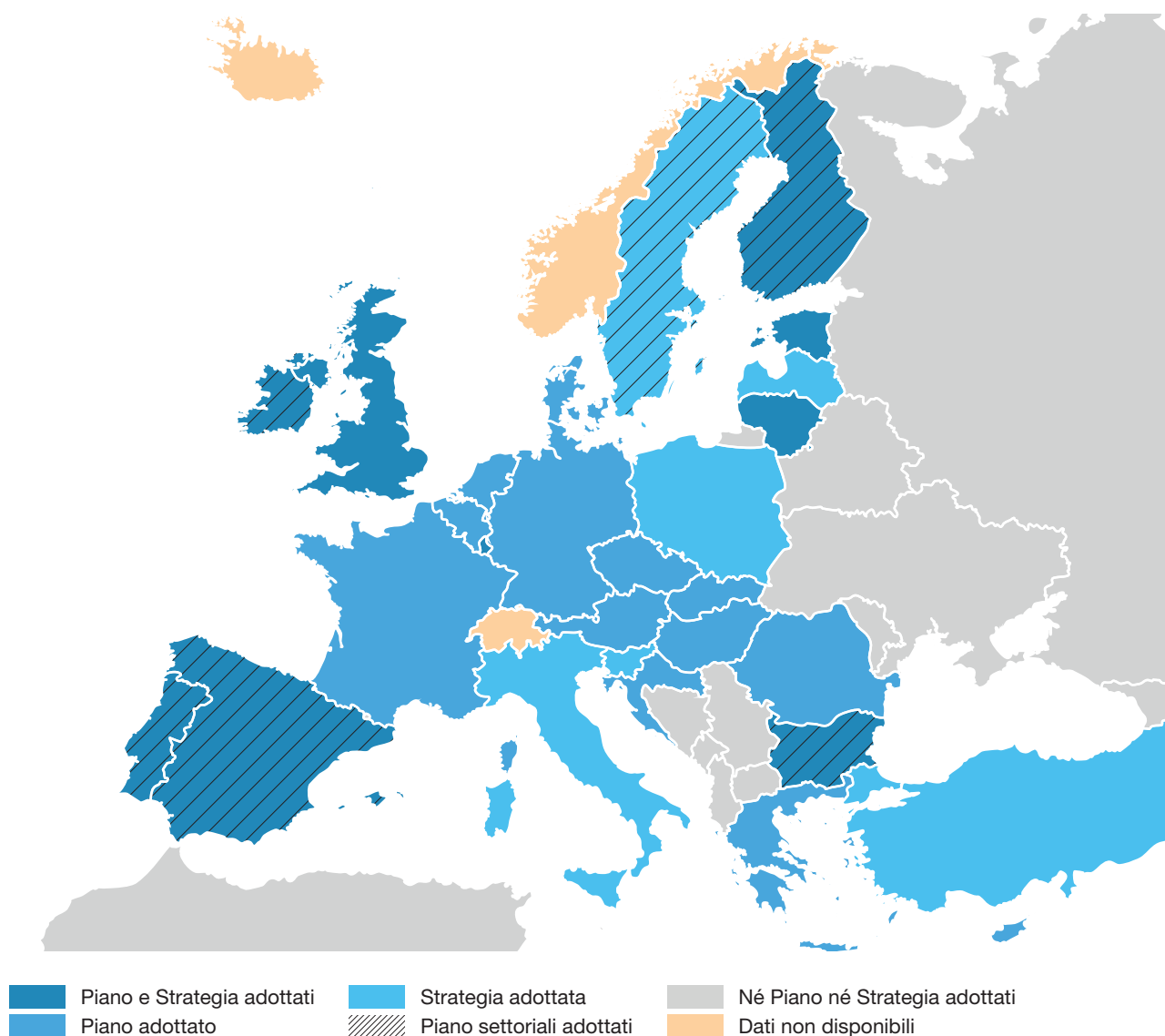
provato un Piano d'azione per assicurare al proprio territorio una politica responsabile. Il Piano riguarda principalmente la gestione delle acque in casi di eventi estremi. Il governo danese ha inoltre creato una Task Force nazionale per l'adattamento, in cui coordinare tutti i Comuni che hanno elaborato delle proprie linee guida, e che garantisce una rapida attuazione del Piano stesso, assicurando che tutti i Comuni abbiano una forte collaborazione con le autorità per la preparazione dei propri piani di adattamento.

La **Francia** ha approvato la sua strategia nel 2006 e nel 2011 un Piano di adattamento (attualmente si sta elaborando quello nuovo) che prevede 240 misure concrete che riguardano 20 aree

tematiche, con schemi e piani di adattamento regionali e locali. A livello regionale sono stati approvati tutti i 26 Piani, mentre a livello locale ne sono previsti circa 400. Qui l'adattamento è anche indirettamente promosso attraverso un meccanismo che coinvolge gli assicuratori nel finanziamento di politiche di prevenzione del rischio. I contributi riscossi dagli assicuratori privati contribuiscono al finanziamento di azioni preventive, come gli investimenti per la riduzione dei rischi da parte delle persone e le attività di valutazione del rischio e di gestione del rischio da parte delle autorità locali.

Simile alla Francia è l'approccio al piano d'azione della **Germania**, che ha redatto la strategia

Politiche nazionali di adattamento in Europa



Elaborazione Legambiente su Climate Adapt

nel 2008 e che ha posto le basi per un processo a medio termine per individuare progressivamente gli effetti del cambiamento climatico globale, valutare i rischi e sviluppare e attuare misure di adattamento, concretizzate con il Piano nel 2011 con un impegno per lo sviluppo e l'attuazione delle stesse misure. Nel caso tedesco si è arrivati all'adozione del terzo Piano di adattamento e sono 16 i Länder ad avere definito le proprie strategie di adattamento, ognuna delle quali messa in rete su una piattaforma per la condivisione e la collaborazione.

La **Spagna** ha adottato il Piano di adattamento dedicato alle aree costiere nel 2016 e recentemente quello generale che include ambiti d'intervento specifici per settori quali le aree urbane, la risorsa idrica, il turismo, le aree naturali, agricoltura e cibo, il patrimonio culturale, l'energia, i trasporti, la salute etc...

Nel **Regno Unito** tutte e 4 le nazioni (Inghilterra, Galles, Scozia e Irlanda del Nord) hanno adot-

tato un Piano di adattamento, integrando con altri Piani che includono specifiche settoriali quali quello del Galles sulle aree costiere e sul patrimonio culturale e storico.

Le aree urbane avranno un ruolo chiave nella lotta ai cambiamenti climatici, ed è molto importante andare ad analizzare e confrontare quanto succede tra le città, a livello nazionale ed europeo.

Purtroppo, una conseguenza ovvia della mancanza di un Piano nazionale riguarda il numero di aree urbane e città che si sono dotate di Piani di adattamento locali che, specialmente negli altri grandi Paesi come Regno Unito, Francia e Germania, è imparagonabile con la situazione italiana. Le città italiane con un Piano approvato sono Ancona, Bologna, Torino, Padova e Milano; in quest'ultimo caso è stato approvato un unico e integrato Piano, denominato "Piano Aria e Clima", il 12 gennaio 2022

PERCHÉ IN CITTÀ SI CORRONO MAGGIORI RISCHI RISPETTO AL PASSATO?

1. AUMENTANO I FENOMENI ALLUVIONALI CON DANNI CRESCENTI

Nelle prime 10 città italiane per popolazione, tra il 2010 e fine ottobre 2022, sono avvenuti 250 eventi estremi, e sono 304 se consideriamo le prime 20, dove solo gli allagamenti sono stati 123 su 529 totali, pari al 23,1%. La tendenza ormai consolidata è di una maggiore frequenza e intensità dei fenomeni meteorologici estremi, spesso rapidi, seguiti da periodi più lunghi di siccità. La rilevanza dei danni dipende anche dal modo in cui abbiamo trasformato il territorio e reso più fragile la capacità di reagire a questi fenomeni. La ragione sta nell'incredibile consumo di suolo e impermeabilizzazione delle aree urbane realizzato negli ultimi 70 anni, con case, capannoni, strade e parcheggi.

Il vantaggio, oggi, è quello di avere un'ampia conoscenza delle azioni antropiche e delle conseguenze che ne derivano. Non solo, abbiamo tut-

ti gli strumenti per analizzare e capire cosa sta succedendo alle nostre aree urbane. Un esempio è quello degli studi e delle previsioni effettuate da CMCC sui tempi di ritorno degli allagamenti in città, in particolare in situazioni come a Roma³⁰ e Napoli³¹ dove bisogna urgentemente adattare le infrastrutture di trasporto pubblico.

Altri strumenti guardano a un livello europeo, come le nuove mappe di pericolosità alluvionale della Fondazione CIMA³², utilissime per capire quali aree nei pressi dei fiumi sono a rischio, programmare interventi di adattamento, di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e se necessario di delocalizzazione degli edifici.

2. NELLE CITTÀ IL CALDO CRESCE DI PIÙ E ANCHE LE CONSEGUENZE DELLE ONDATE DI CALORE SULLE PERSONE

Nelle città italiane la temperatura media cre-

³⁰ <https://www.cmcc.it/it/report-roma>

³¹ <https://www.cmcc.it/it/report-napoli>

³² <https://www.cimafoundation.org/news/fondazioni/le-nuove-mappe-di-pericolosita-alluvionale-per-leuropa>

sce sempre di più e a ritmi maggiori che nel resto del Paese. Secondo le elaborazioni dell'Osservatorio meteorologico Milano Duomo³³, si tratta di un fenomeno generale e rilevante che riguarda tutte le città con picchi a Milano la cui temperatura media del periodo compreso tra il 2011 e il 2020 ha raggiunto 15,8°C, rispetto ai 13,7°C del periodo 1961-1990, con un incremento di 2,1 gradi centigradi.

Ma le conseguenze più rilevanti nei confronti della popolazione dipendono da ondate di calore più forti e prolungate. Numerose ricerche hanno infatti dimostrato l'associazione tra elevate temperature e salute della popolazione, in particolare dei soggetti a rischio, soprattutto anziani che vivono in ambiente urbano. **I numeri di eccesso di mortalità visti a partire dalla primavera scorsa fino a fine estate sono drammatici, con un incremento del 30%, riferito solo al periodo compreso tra inizio luglio e metà agosto.**

I rischi futuri vedranno una crescente mortalità, come analizzato da CMCC, ad esempio a Bologna³⁴ con un aumento di 1°C di temperatura media la mortalità della popolazione crescerà del 3,2%.

Al contrario la creazione di zone naturali nei pressi e all'interno delle aree urbane, come stagni, ruscelli e giardini, potrebbe aiutare a migliorare la salute delle persone e al tempo stesso a livellare le disuguaglianze sociali, oltre che adattare interi quartieri in chiave climatica.

Secondo un rapporto³⁵ del Wildfowl & Wetland Trust (WWT) nel Regno Unito, le persone nelle comunità urbane più povere hanno il doppio delle probabilità rispetto a quelle dei gruppi più ricchi di vivere in luoghi senza spazi naturali di buona qualità, e spesso coincidono con un più alto rischio di malessere psicofisico e di effetti critici della crisi climatica, come nel caso delle ondate di calore. I vantaggi di un approccio che adatti le città con questa visione sono anche di tipo economico; ad esempio, nel caso di Londra, i parchi e le aree umide dell'intera regione permettono di far risparmiare al Servizio Sanitario Nazionale circa 950 milioni di sterline all'anno (oltre 1 miliardo di euro) in costi di salute fisica e mentale.

3. AUMENTANO I PROBLEMI DI ACCESSO E GESTIONE DELLA RISORSA ACQUA IN CITTÀ

In uno scenario di cambiamenti climatici l'accesso all'acqua rappresenta una questione strategica in ambito urbano. L'acqua può infatti diventare un pericolo per le persone e creare danni rilevanti agli spazi urbani, ma al contempo l'accesso all'acqua rischia di diventare sempre più difficile da garantire nelle aree urbane in una prospettiva di lunghi periodi di siccità. La situazione è già oggi complicata nel nostro Paese, in particolare al sud per quanto riguarda la qualità del servizio idrico e al centro nord, come visto, per gli effetti di siccità e alluvioni.

A **Roma** la crisi idrica è scoppiata nel 2017, e ne ha pagato le conseguenze il Lago di Bracciano che ha avuto un abbassamento di 160 centimetri. **Il 2022 ha visto ennesimi livelli allarmanti, il livello del lago è sceso a -1,38 metri rispetto allo zero idrometrico e la siccità ha colpito il Lazio da maggio fino ad ottobre inoltrato.**

Nel 2017, nei quattro principali bacini idrografici italiani (Po, Adige, Arno e Tevere) le portate medie annue hanno registrato una riduzione media complessiva del 39,6% rispetto alla media del trentennio 1981-2010. I livelli minimi toccati nell'estate 2021 dal Po a **Torino**, seguiti da quelli record da inizio 2022, rappresentano un altro esempio.

Ma sempre di più saranno le città a rischio nei prossimi anni. Perché, in una prospettiva di cambiamento nelle precipitazioni stagionali, il rischio è che si avranno bacini di raccolta e laghi sempre più vuoti, torrenti e fiumi in secca, con impatti sia su colture e allevamenti sia nelle città. Secondo i dati The European House-Ambrosetti³⁶, al sud in particolare, si deve fare i conti con le continue irregolarità nell'erogazione del servizio idrico che interessano ben il 20,4% delle famiglie, contro il 2,7% delle famiglie nel nord. Nel Meridione si registra anche il maggiore grado d'insoddisfazione per interruzioni della fornitura del **servizio idrico**, con picchi in Calabria (40,2%) e Sicilia (31,9%). A questo va aggiunto quanto riportato dai dati del Rapporto Ecosistema Urbano 2022 di Legambien-

33 https://www.fondazioneomd.it/_files/ugd/f20bef_948833928c984f1588bc78c0e404545f.pdf

34 <https://www.cmcc.it/it/report-bologna>

35 <https://www.wwt.org.uk/uploads/documents/2022-06-08/wwt-creating-urban-wetlands-for-wellbeing.pdf>

36 <https://www.ambrosetti.eu/en/our-communities/community-valore-acqua-per-litalia/>

Warming stripes delle principali aree urbane in Italia

MILANO



GENOVA



BOLOGNA



ROMA



BARI



TORINO



VENEZIA



FIRENZE



NAPOLI



PALERMO



Elaborazione Berkeley Earth

te, con 23 città italiane in cui oltre la metà dell'acqua immessa nelle condutture viene dispersa. Addirittura si arriva a punte del 71% a Catania (in peggioramento), del 66,5% a Belluno, del 65,4% a Siracusa e del 65,1% a Latina.

4. LE AREE URBANE COSTIERE RISCHIANO DI SUBIRE RILEVANTI DANNI E DI SCOMPARIRE CON L'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEI MARI

È lo scenario descritto da numerosi studi, tra cui quello elaborato dall'Istituto di ricerca sull'impatto climatico di Potsdam, Università di Potsdam e Columbia University di New York³⁷. Aree metropolitane come Londra, Amburgo, New York, Shanghai e Tokyo, sarebbero duramente colpite a causa degli effetti dell'innalzamento delle temperature sui ghiacci della calotta polare antartica, con un incremento ipotizzato fino a oltre 6 metri, nello scenario estremo con 4°C di aumento. Giacarta si sta già preparando a questo scenario,

con il governo dell'Indonesia che ha annunciato nel 2019 che sposterà, entro il 2050, la megalopoli capitale, portandola in Borneo, a causa delle continue inondazioni e allagamenti che la vedono affondare di 15 centimetri l'anno.

Sono **40 le aree a maggior rischio in Italia**, secondo le elaborazioni di Enea contenute nello studio *"Variazione del livello del mare lungo la costa italiana negli ultimi 10.000 anni"*: l'area nord adriatica tra Trieste, Venezia e Ravenna; la foce del Pescara, del Sangro e del Tronto in Abruzzo; l'area di Lesina (Foggia) e di Taranto in Puglia; La Spezia in Liguria, tratti della Versilia, Cecina, Follonica, Piombino, Marina di Campo sull'Isola d'Elba e le aree di Grosseto e di Albinia in Toscana; la piana Pontina, di Fondi e la foce del Tevere nel Lazio; la piana del Volturno e del Sele in Campania; l'area di Cagliari, Oristano, Fertilia, Orosei, Colostrai (Muravera) e di Nodigheddu, Pilo, Platamona e Valledoria (Sassari), di Porto Pollo e di Lido del Sole (Olbia) in Sardegna; Metaponto in Basilicata; Granelli (Siracusa), Noto (Siracusa), Pantano Logarini (Ragusa) e le aree di Trapani e Marsala in Sicilia; Gioia Tauro (Reggio Calabria) e Santa Eufemia (Catanzaro) in Calabria.

³⁷ <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2727-5>

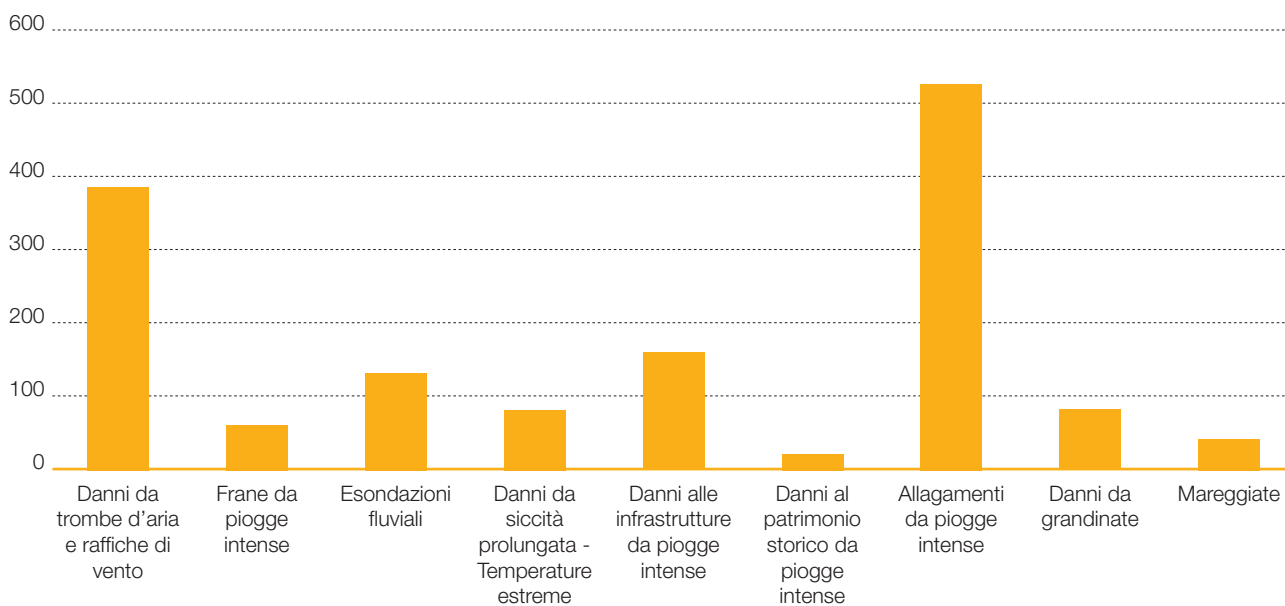
GLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI IN ITALIA

1

Riuscire ad analizzare fenomeni sempre più complessi e connessi, come la crescente intensità e l'andamento delle piogge, gli episodi di trombe d'aria e ondate di calore, e le conseguenze sul territorio italiano, costituisce uno dei punti cruciali per contrastare i cambiamenti climatici. Abbiamo bisogno di capire i caratteri e l'entità degli eventi estremi, d'individuare le aree a maggior rischio, approfondire dove e come i fenomeni si ripetono con maggiore frequenza in modo da analizzare gli impatti provocati e cominciare a evidenziare, laddove possibile, il rapporto tra accelerazione dei processi climatici e problematiche legate a fattori insediativi o infrastrutturali nel territorio italiano. I dati e le simulazioni dello European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) di Bologna sono uno strumento

prezioso, in particolare rispetto a una questione oggi non più eludibile: abbiamo bisogno di nuovi modelli d'intervento, in particolare per le città, per affrontare fenomeni di questa portata. Se è condivisa l'urgenza della messa in sicurezza, è del tutto evidente che larga parte dei progetti che vengono portati avanti sono inadeguati rispetto alle nuove sfide che i cambiamenti climatici pongono con sempre maggiore urgenza. Non è continuando a intubare o deviare i fiumi, ad alzare argini o asfaltare altre aree urbane che possiamo dare risposta a equilibri climatici ed ecologici complessi che hanno bisogno di approcci diversi e strategie di adattamento. È in questa direzione che vanno le politiche comunitarie e i Piani clima delle città europee, ed è ora che anche l'Italia e le sue città si muovano in questa direzione.

Eventi totali per categoria (2010-2022*)



* include gli eventi del periodo gennaio-ottobre 2022

Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

I DATI DELL'OSSERVATORIO CITTÀCLIMA

Sono **780** i Comuni dove si sono registrati eventi climatici con impatti, riportati sulla mappa del rischio climatico di Legambiente, www.cittaclima.it, suddivisi nella legenda secondo alcune categorie principali (allagamenti, frane, esondazioni, danni alle infrastrutture, al patrimonio storico, provocati da trombe d'aria, da mareggiate, grandinate, dalla siccità o da temperature estreme) utili a capire i rischi nel territorio italiano. L'aggiornamento della mappa ha come obiettivo proprio quello di leggere in maniera integrata l'impatto dei fenomeni climatici nei comuni, mettendo assieme informazioni, immagini, analisi e dati sugli episodi e provare così a comprendere le possibili cause antropiche, le scelte insediative o i fenomeni di abusivismo edilizio, che ne hanno aggravato gli impatti, e arrivare a individuare, oltre alle aree a maggiore rischio per i cambiamenti climatici, anche nuove strategie di adattamento per le città.

Sono **1.503** i fenomeni meteorologici estremi riportati dalla mappa che, dal 2010 a fine ottobre 2022, hanno provocato danni nel territorio italiano. In aumento gli eventi che riguardano due o più categorie, con casi, ad esempio, in cui eson-

dazioni fluviali o allagamenti da piogge intense provocano interruzioni alle infrastrutture di trasporto. Alcuni eventi passati sono stati riclassificati in base alle nuove tipologie (ad esempio alcuni casi in precedenza segnalati come allagamenti ma dovuti, come evento principale, a grandinate intense).

Nello specifico si sono verificati 529 casi di allagamenti da piogge intense come evento principale, ma diventano 768 i casi di allagamento se si considerano gli effetti collaterali di altri eventi estremi quali grandinate ed esondazioni; sono stati 531 i casi di stop alle infrastrutture con 89 giorni di stop a metropolitane e treni urbani, 387 eventi con danni causati da trombe d'aria, 133 gli eventi causati da esondazioni fluviali, che diventano 199 se si includono gli eventi secondari; seguono 83 casi di danni da grandinate, 82 casi di prolungati periodi di siccità e temperature estreme, 62 casi di frane causate da piogge intense, 43 danni da mareggiate e 23 casi di danni al patrimonio storico. Ma ancora più rilevante è il tributo che continuiamo a pagare in termini di vite umane e di feriti, con **279** persone vittime del maltempo dal 2010 a fine ottobre 2022.

A queste si aggiunge, come monitorato dal Cnr, l'evacuazione di quasi **20mila persone**, a causa di eventi quali frane e alluvioni tra il 2017 e il 2021,

che diventano poco meno di 306mila se si considerano gli eventi avvenuti dal 1972.

GLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI DEL 2022 IN ITALIA

Il 2022 è stato caratterizzato dalla lunga siccità che, come visto, ha colpito in particolare il centro nord. Tra gli eventi che hanno maggiormente impattato va sottolineato l'enorme rischio portato dalla risalita di acqua salata dal mare, il cuneo salino, nelle aree del Delta del Po.

Uno degli eventi più tragici dell'anno, conseguenza delle temperature elevate e sopra le medie per lunghi periodi, è stato il distacco di una grossa porzione dalla calotta sommitale del ghiacciaio della **Marmolada**, sotto Punta Rocca, avvenuto il 3 luglio. Sono state 11 le vittime della valanga di neve, ghiaccio e roccia provocata dal distacco del ghiacciaio, 8 i feriti, tutti escursionisti.

La siccità ha contribuito anche al verificarsi di eventi alluvionali drammatici, a causa della mancata ritenzione delle acque piovane da parte dei terreni. Nella notte tra il 27 e il 28 luglio ne è stata vittima la **Val Camonica**, dove è caduta in poche ore la stessa quantità di pioggia caduta sulla provincia di Brescia nei sette mesi precedenti. Le aree più colpite sono state quelle di Niardo e Braone, che hanno subito anche l'erosione dei torrenti Re e Corbello, con numerosi danni ad attività commerciali, abitazioni e fiumi di fango e detriti che hanno invaso le strade dei due paesi.

Devastanti anche le frane, provocate dalle intense piogge, che hanno colpito la **Val di Fassa**, in Trentino, il 5 agosto. Smottamenti e colate di fango hanno interrotto la viabilità e costretto all'evacuazione di decine tra abitazioni e alberghi.

Un altro evento grave, per i danni provocati e per le concause scatenanti, è il nubifragio su tutta l'area tirrenica del Reggino del 12 agosto. A **Scilla**, il litorale è stato investito da un'imponente massa d'acqua che dal costone che sovrasta la marina ha invaso le strade trascinando nel fango auto e detriti. Bisogna, in questo caso, evidenziare il legame con la cementificazione avvenuta negli anni e al tombamento del torrente Liurni.

Il 18 agosto raffiche di vento a oltre 110 km/h

hanno colpito la **provincia di Massa Carrara**. Quattro persone sono rimaste ferite in un camping a Marina di Massa a causa della caduta di alberi e in tutto il territorio si sono contate fino a 7mila persone senza corrente. A Massa un uomo è rimasto ferito all'interno di un deposito di bus, colpito alla testa da materiali, oggetti e detriti sollevati dal vento. Scopercchiata una parte del tetto, divelte le porte a bandone.

A Carrara una donna di 68 anni è stata travolta e uccisa da un albero caduto all'interno del parco Ugo La Malfa. Gravi danni economici al mercato settimanale di Marina di Carrara. Il vento e la pioggia hanno distrutto e fatto volare tendoni e materiale di vario genere.

L'evento alluvionale che ha segnato il 2022 è quello che ha colpito le **Marche** il 15 e 16 settembre e che ha provocato 13 morti. A Senigallia il livello del fiume Misa ha costretto la popolazione a raggiungere i piani alti delle case. Chiuse le scuole di ogni ordine e grado, i musei e la biblioteca Antonelliana. Venti centimetri di fango hanno ricoperto l'intero centro cittadino. Il disastro è stato soprattutto nelle frazioni vicine e nelle aree interne delle province di Ancona e Pesaro. A Bettolle, un uomo è rimasto vittima del fiume di acqua e fango che hanno travolto la sua auto. L'erosione del fiume Nevola a Passo Ripe, nel comune di Trecastelli, ha provocato la morte di una anziana signora in un seminterrato. Gravissimo bilancio dell'alluvione a Ostra, provocata dall'erosione del fiume Misa, con la situazione peggiore a Pianello di Ostra dove si sono contate 4 vittime e il paese è andato completamente sott'acqua. Nella frazione di Casine di Ostra, tanti i garage allagati.

A Barbara, strade interrotte e danneggiate, case completamente allagate, una vittima e due dispersi. A Castelleone di Suasa si sono verificati danni alle aziende agricole, diversi problemi alle pertinenze delle abitazioni e strade dissestate dalla forza del fiume Cesano. L'acqua ha creato un muro di oltre un metro e mezzo, tutti i ponti

sono rimasti ostruiti dai detriti e dai tronchi degli alberi. Due le vittime.

L'esonazione del torrente Sanguerone nei pressi di Sassoferato ha generato effetti devastanti, tra cui il crollo di un ponte. Diverse persone sono rimaste bloccate nelle abitazioni, alcuni alberi sono caduti, si sono registrati diversi smottamenti e blackout.

L'alluvione delle Marche ha colpito in pieno anche Cantiano con almeno 50 case allagate, circa 40 macchine trascinate via e l'intero paese senza acqua, gas, luce né comunicazioni dai telefoni fissi per oltre 24 ore. Record di precipitazioni per la zona rispetto agli ultimi 10 anni con 420mm di pioggia in 7 ore.

Secondo le prime stime, i danni dell'alluvione sono quantificati in almeno 2 miliardi di euro.

Tra fine settembre e l'inizio di ottobre è stata **Trapani** ad andare sott'acqua, per tre volte in seguito a violenti temporali. In particolare il 26 settembre le strade cittadine sono state invase dalla pioggia. L'acqua ha invaso anche i piani terra delle abitazioni e gli esercizi commerciali, con gravi danni economici.

EVENTI ESTREMI NELLE AREE URBANE IN ITALIA

Dal dopoguerra a oggi, il forte incremento delle aree urbanizzate, a volte in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha prodotto un aumento del rischio e quindi un aumento degli elementi esposti a frane e alluvioni. Secondo il Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2022"³⁸, basato su dati del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente SNPA-ISPRA, nel 2021 il **consumo di suolo** nel nostro Paese riprende a correre con maggiore forza, superando la soglia dei 2 metri quadrati al secondo e sfiorando i **70 chilometri quadrati di nuove coperture artificiali in un anno**. Dagli anni '50 al 2021 le superfici artificiali sono passate dal 2,7% al 7,13%, mentre la media UE è del 4,2%. Il dato italiano supera il 10% se si considera il suolo utile, ovvero quella parte di territorio teoricamente disponibile e idonea ai

diversi usi.

È clamoroso l'esempio di Roma dove, dal 2010 a fine ottobre 2022, si sono verificati 66 eventi, 6 solo nell'ultimo anno, di cui ben oltre la metà, 39, hanno riguardato allagamenti a seguito di piogge intense. Altro caso importante è quello di Bari con 42 eventi, principalmente allagamenti da piogge intense (20) e danni da trombe d'aria (17). Segue

Eventi 2010-2022 in Italia per regione

Regione	Eventi estremi 2010-2022*
Abruzzo	24
Basilicata	24
Calabria	82
Campania	93
Emilia-Romagna	111
Friuli-Venezia Giulia	28
Lazio	136
Liguria	67
Lombardia	166
Marche	69
Molise	7
Piemonte	96
Puglia	112
Sardegna	55
Sicilia	175
Toscana	107
Trentino-Alto Adige	30
Umbria	16
Valle d'Aosta	4
Veneto	101

*include gli eventi fino a fine ottobre 2022
Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

38 <https://www.snambiente.it/2022/07/26/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2022/>

Agrigento con 32 eventi, legati ad allagamenti in 15 casi, a danni da trombe d'aria con 8 casi e a danni alle infrastrutture in 7 casi. Va segnalata poi Milano, con 30 eventi totali, dove sono sta-

te almeno 20 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro in questi anni. Seguono Genova e Ancona, rispettivamente con 25 e 22 episodi e Napoli e Palermo con 21.

Eventi 2010-2022 nelle aree urbane in Italia*

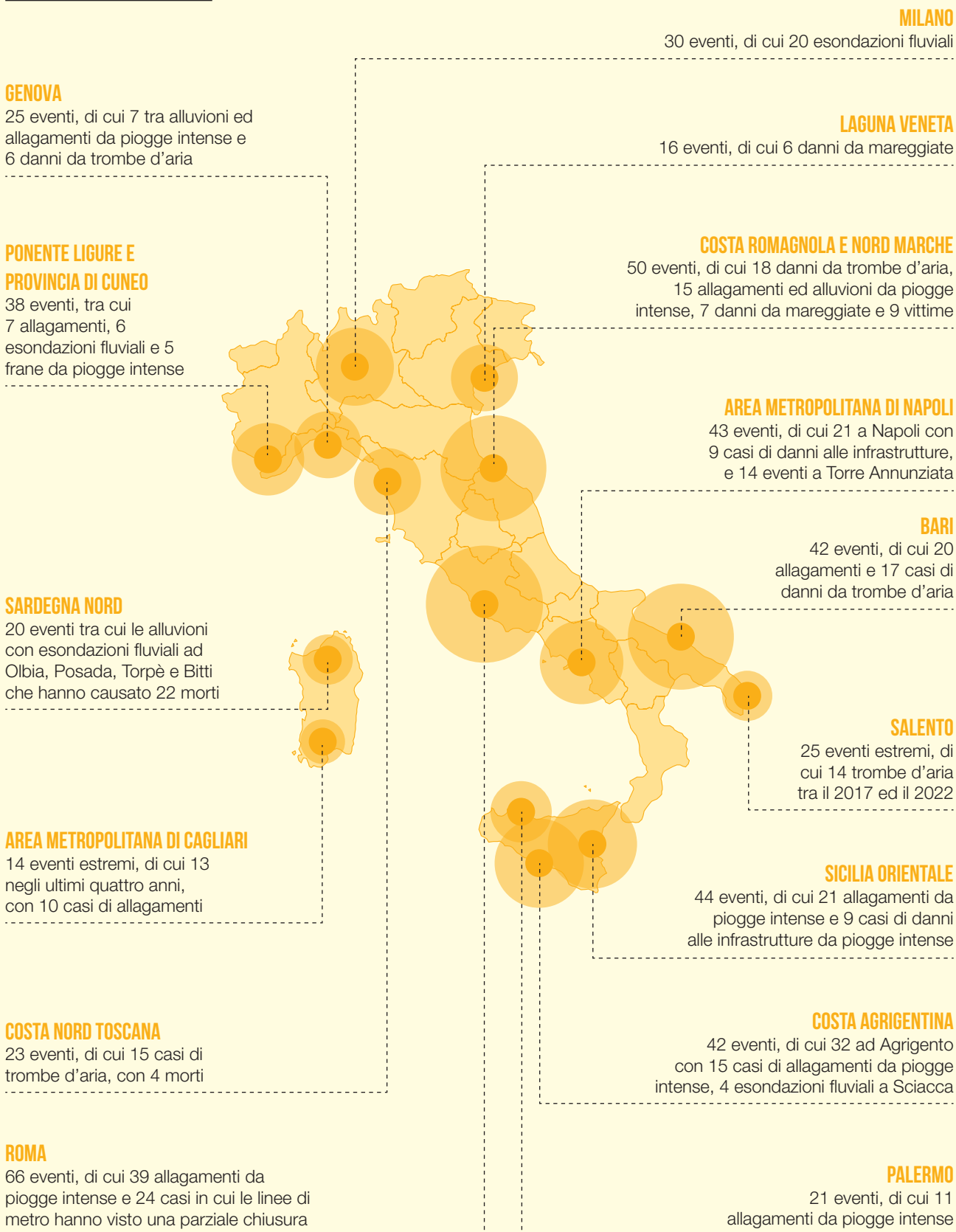
Città	Numero totale eventi dal 2010	Allagamenti da piogge intense	Danni alle infrastrutture da piogge intense	Danni da trombe d'aria - Raffiche di vento	Esondazioni fluviali	Danni da siccità prolungata - Temperature estreme	Frane da piogge intense	Danni al patrimonio storico da piogge intense	Danni da grandinate	Malreggiate
Roma	66	39	14	7	2	1			1	2
Bari	42	20	3	17					1	1
Agrigento	32	15	7	8	1		1			
Milano	30	5	3	1	20	1				
Genova	25	7	5	6	3		4			
Ancona	22	10	2	8			1		1	
Napoli	21	5	9	3			1	1		2
Palermo	21	11	5	2		2				1
Torre Annunziata (NA)	14	5	1	8						
Torino	12	1	4	2	2	2			1	
Catania	12	5	3	3	1					
Lamezia Terme (CZ)	12	7		3	1		1			
Potenza	11	4	4	3						
Firenze	11	4	3	2		1			1	
Modena	11	5	2	1	2				1	
Bologna	10	3	4	1		1			1	
Reggio Calabria	8	4	4							

*include gli eventi fino a fine ottobre 2022

Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

LE AREE DEL PAESE PIÙ COLPITE

I maggiori impatti dal 2010



TORINO E IL PIEMONTE

Nel capoluogo piemontese sono stati **12 gli episodi rilevanti avvenuti dal 2010, tra cui 4 casi di interruzione delle infrastrutture**. Il 2022 ha visto fiumi in secca a Torino, a causa della siccità. Stessa situazione nel resto della regione: i deficit nel bacino del Sesia a nord, del Pellice e del Maira a ovest e della Bormida a Sud hanno segnato -70% rispetto ai livelli medi, già a febbraio.

In Piemonte tra inverno e primavera si è registrato un periodo record senza piogge di 111 giorni senza piogge significative, il secondo più lungo negli ultimi 65 anni.

Un altro grave episodio è quello avvenuto il 7 agosto 2022 quando un tassista è morto durante il tragitto da Castelnuovo Don Bosco a Torino, durante una corsa di servizio, a causa di un albero che si è abbattuto sulla vettura durante un forte temporale.

Nel 2021, gravi impatti nel resto del Piemonte; il 4 ottobre oltre 60 persone sono state fatte evacuare dalle loro abitazioni ad Alessandria e nell'ovadese per la forte ondata di maltempo con allagamenti da piogge intense. Il 22 giugno, a Torino un violento nubifragio ha interessato i quartieri Vanchiglia e Barriera di Milano. L'11 maggio a Valperga (TO), violenti temporali che hanno spazzato tutto il Canavese, hanno fatto esondare il torrente Gallenca, allagando cortili e cantine e la strada che conduce a Pertusio.

Il 2020 è stato segnato dall'episodio del 3 ottobre, quando Limone Piemonte (CN) è stata invasa da acqua e fango, tronchi, detriti, con le comunicazioni interrotte e disservizi alla rete elettrica. Sono stati registrati 580 mm di pioggia in 24 ore. La statale 20 del Colle di Tenda è crollata inghiottita da una voragine. Lo stesso giorno a Vercelli si sono verificati danni ingenti e allagamenti che hanno coinvolto tutta la provincia. Il fiume Sesia ha rotto gli argini nei pressi di Caresana inondando i campi. Una vittima, alla guida sulla strada Doccio-Crevola, dove l'auto è stata inghiottita dal fiume.

Non va dimenticata la drammatica alluvione che ha colpito sempre la provincia di Alessandria il 21 e 22 ottobre 2019 quando si è registrata una vittima a Capriata d'Orba, dove è crollato un ponte per la piena del torrente. Le zone di Gavi Ligure, Novi Ligure e Ovada sono state tra le più colpite dal maltempo con circa 130 persone sfollate e 400 millimetri di pioggia caduti in 24 ore.

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ TORINO ED IL PIEMONTE

DICEMBRE 2021-SETTEMBRE 2022

Lungo periodo di siccità con record negativo dei livelli degli invasi e dei fiumi

7 AGOSTO 2022

Un albero sradicato a causa di un violento temporale provoca la morte di un tassista

22 GIUGNO 2021

Nubifragio ed allagamenti nel quadrante nord di Torino

3 OTTOBRE 2020

Crollata la SS20 a Limone Piemonte (CN) a causa del violento maltempo

Alluvione in provincia di Vercelli

1 AGOSTO 2020

Maltempo nell'alessandrino con 1.500 interruzioni di corrente elettrica

27 GIUGNO 2020

Nubifragio e danni a causa del forte vento a Torino

21-22 OTTOBRE 2019

Alluvione nell'alessandrino, una vittima per il crollo di un ponte

26 LUGLIO 2019

Forte vento a Torino: chiusura della Tangenziale e voli devianti

21 GIUGNO 2019

Allagamento e chiusura di due stazioni della metro a Torino

6 GIUGNO 2018

Colata di acqua, fango e detriti a Bussoleno (TO) con 200 sfollati

24 NOVEMBRE 2016

Esondazione del Chisone e del Chisola, tracimazione del Po

29 LUGLIO 2013

Allagamento della stazione metro Bernini a Torino

4 LUGLIO 2012

Allagamento e chiusura di due stazioni della metro a Torino

8 FEBBRAIO 2012

Allagamenti della metro tra Lingotto e Porta Nuova, linea interrotta

16 OTTOBRE 2000

Esondazione del Po e di diversi affluenti: 23 vittime e 40.000 sfollati, tra Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia

MILANO

Milano, con **30 eventi totali**, si presenta come una delle aree urbane che ha subito di più le conseguenze degli eventi climatici estremi. A ciò hanno contribuito le 20 esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro dal 2010, a cui si aggiungono 5 casi di allagamento da piogge intense.

Le cause delle alluvioni e degli allagamenti nella città di Milano sono sicuramente da cercare nell'eccessiva impermeabilizzazione del suolo, con il **32% di aree impermeabili** secondo i dati Ispra, che ha modificato in maniera importante l'assetto del sistema idrografico: tra canali, fiumi, torrenti e rogge c'è un vero e proprio groviglio idrico che è impossibile descrivere senza intrecciare, alla natura dei luoghi e delle acque, gli interventi umani e una loro seppure sommaria cronologia. Il rapido e incontrollato sviluppo urbanistico dei territori a nord della città, ha determinato un consistente aumento dell'impermeabilizzazione dei terreni, comportando un enorme incremento delle portate raccolte dai corsi d'acqua. La rete idrica interessata è la seguente: da oriente, in senso antiorario, il Lambro, il Martesana-Seveso, l'asse Olona-Lambro meridionale, il Naviglio Grande e il Naviglio Pavese: i cinque corsi d'acqua costituiscono l'ossatura portante dell'intero sistema che scorre verso sudest. A sud della città sono collocati i tre depuratori, che ne trattano le acque reflue, e i diversi canali le cui acque, dopo avere irrigato la pianura, hanno come recapito finale il Po. A nord, a tagliare l'Alto Milanese dal Ticino all'Adda, scorre il canale Villoresi che, irrigando i territori della sua sponda meridionale, travasa acque nel bacino milanese.

Da segnalare per il 2022, una vera e propria tromba d'aria a San Donato Milanese, alle porte del capoluogo, che ha sradicato decine di alberi, ha danneggiato gravemente il tetto di una chiesa ed ha causato danni al centro sportivo «ex Snam».

Il 7 febbraio forti raffiche di vento hanno colpito il centro di Milano con alberi caduti e danni al tetto della Stazione Centrale e parti del Castello Sforzesco, con tegole divelte e la caduta del parafulmine.

Il 16 settembre 2021 un violento nubifragio, con pioggia e grandine, ha interessato soprattutto la zona sud della città con forti disagi per la viabilità a causa dei sottopassi allagati e chiusi al traffico. Il 22 settembre ed il 29 agosto 2020, allagamenti, gravi disagi alle infrastrutture e fino a sessanta

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ MILANO

7 FEBBRAIO 2022

Forti raffiche di vento danneggiano il tetto della Stazione Centrale e parti del Castello Sforzesco

16 SETTEMBRE 2021

Nubifragio nel quadrante sud con disagi alla circolazione stradale e sottopassi chiusi

22 SETTEMBRE 2020

Allagamenti e danni alla rete elettrica nei pressi della Stazione Centrale: ritardi fino a sessanta minuti per i treni

24 LUGLIO 2020

Esondazione del Seveso

15 MAGGIO 2020

Esondazione del Seveso con allagamenti in zona Niguarda per 5 ore

21 OTTOBRE 2019

Il Seveso ed il Lambro sfiorano l'esondazione in seguito a forti precipitazioni

8 SETTEMBRE 2019

Esondazione del Seveso con allagamenti in zona Niguarda e viale Zara

22 GIUGNO 2019

Il Seveso esonda a Niguarda raggiungendo i 2 metri in seguito ai temporali

25 AGOSTO 2018

Il Seveso esonda a Niguarda raggiungendo i 2,5 metri

5 LUGLIO 2018

Esondazione del Seveso

9 MAGGIO 2018

Disagi alla circolazione stradale, attivazione scolmatore di Palazzolo.

Allagamenti a Legnano

12 MAGGIO 2017

Esondazione del fiume Seveso e allerta per il Lambro

5 AGOSTO 2016

Esondazione del fiume Seveso

23 SETTEMBRE 2015

Disagi alla metropolitana e alla stazione Porta Garibaldi

24 GIUGNO 2015

Disagi alla metropolitana

15 NOVEMBRE 2014

Esondazione del fiume Seveso e allagamento con interruzione della M2

13 NOVEMBRE 2014

Esondazione del fiume Seveso, disagi alla stazione Porta Garibaldi



21 AGOSTO 2014

Esondazione del fiume Seveso in Piazza Istria e dintorni

3 AGOSTO 2014

Esondazione del fiume Seveso in Piazza Istria e dintorni

29 LUGLIO 2014

Esondazione del fiume Seveso in zona Niguarda

26 LUGLIO 2014

Esondazione del fiume Seveso, voragine a Porta Romana

8 LUGLIO 2014

Esondazione del fiume Seveso in zona Niguarda disagi a viale Zara

23 OTTOBRE 2013

Esondazione del fiume Seveso in zona Niguarda

18 SETTEMBRE 2010

Un nubifragio provoca danno alle linee ferroviarie e distrugge un treno metropolitano

minuti di ritardo per i treni a causa di un guasto alla rete elettrica nei pressi della Stazione Centrale causato da un temporale intenso. Sempre nel 2020 le esondazioni del Seveso il 15 maggio ed il 24 luglio hanno, come sempre, portato gravi disagi all'interno quadrante nord del capoluogo lombardo e, nel caso avvenuto in primavera, causato dei disservizi estesi sulle reti elettriche e interrotto l'agibilità delle strade per diverse ore. Il 23 settembre 2015, la forte pioggia e il vento hanno causato numerosi disagi alla circolazione dei mezzi pubblici, sia per i treni suburbani (specialmente nell'area verso Varese) sia per le metropolitane (la M2, nel tratto scoperto nell'hinterland di Milano, e anche la M5, questa volta in città). La linea M2 si è fermata intorno alle dieci di mattina tra Vimodrone e Cassina Dè Pecchi a causa della caduta di un albero sui binari. Problemi sono stati registrati alle fermate di Marche, Zara, Garibaldi e Cenisio. Un caso simile è avvenuto anche il 24 giugno 2015 quando, a causa dell'innalzamento della falda, è stata sospesa la circolazione dei treni sulla linea M2 della metropolitana fra le stazioni di Garibaldi e di Centrale. Anche la linea M3, durante il picco del maltempo, aveva subito la chiusura di tre stazioni. Il 13 novembre 2014 l'acqua invade la Stazione Garibaldi, allagata per colpa dell'esondazione del fiume Seveso. Dopo un giorno di tregua, si verifica un secondo evento alluvionale il 15 novembre, in cui si ripetono le estese esondazioni lungo l'asta sotterranea del

Seveso, e viene invasa anche la galleria della metropolitana M2, con la circolazione fuori servizio per giorni e danni stimati in decine di milioni.

LE AREE URBANE VENETE E LA COSTA

Tanti gli eventi che si sono verificati in Veneto, in special modo nella cosiddetta città diffusa e lungo l'area costiera e della laguna di Venezia.

Non vanno dimenticati gli episodi di estrema intensità che hanno coinvolto aree meno intensamente abitate, ma che hanno devastato interi territori e provocato danni economici elevatissimi.

Un esempio su tutti è quello della tempesta Vaia tra il 26 ed 30 ottobre 2018. L'evento ha portato sulla regione vento di eccezionale forza e velocità pari a quelle di un uragano di grado 12, oltre a piogge persistenti che, in tre giorni, furono quantificate in 715,8 mm. Il Veneto è stata la regione più colpita (danni e gravi impatti si verificano anche in Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia e Lombardia) con quasi 1,8 miliardi di euro di danni economici e 4 vittime.

In precedenza, l'8 luglio 2015, a Dolo (VE) fu un tornado EF4, a distruggere parte del paese e di quelli lungo la Riviera del Brenta. 40 milioni di euro di danni, con 600 case e un centinaio di aziende colpite dall'evento estremo. L'emblema della distruzione fu Villa Fini-Piva, a Dolo, con la costruzione interamente rasa al suolo. Il bilancio della tragedia fu di un morto e 72 feriti.

Numerosi gli eventi nelle aree urbane, in particolare a Padova, Vicenza e Verona con in totale 16 eventi dal 2010.

A Padova, il 16 settembre 2022, una forte grandinata ha provocato danni alle automobili, molte delle quali con i parabrezza infranti, e alle coperture delle case. Il 6 ottobre 2021 allagamenti diffusi si sono verificati dopo un forte temporale, con viabilità bloccata in molti quartieri, garage e taverne allagate. Il 21 luglio 2018 un nubifragio ha provocato molti danni in centro storico, con allagamenti di diverse strade e alberi abbattuti dal vento. In diverse parti della città ci sono stati blackouts mentre una macchina è rimasta bloccata all'interno del sottopasso di via Capitello, completamente allagato. Grave episodio il 4 febbraio 2014, quando un'alluvione è stata causata dall'esondazione del Bacchiglione, che ha visto una seconda ondata di piena in 3 giorni. La si-

tuazione più critica si è registrata nel basso padovano dove, a Sant'Elena, sono caduti ben 252mm di pioggia in 24 ore. Centinaia le famiglie sfollate, altre decine completamente isolate e numerose le strade chiuse. Critica, in quell'occasione, anche la zona tra Este, Pra e Carceri, dove la pioggia ha letteralmente affogato le campagne e allagato molte zone residenziali, coprendo d'acqua cantine e scantinati.

A Vicenza l'ultimo evento con danni risale all'8 giugno 2020, quando si sono verificati gravi disagi per le forti piogge che hanno portato a strade, cantine e garage allagati. In quell'occasione è stata tratta in salvo una donna rimasta bloccata in auto nel sottopasso tra San Pio X e Corso Padova. Ma sono state drammatiche le conseguenze dell'alluvione di inizio novembre 2010 quando dopo due giorni di piogge incessanti e ingrossato dallo scioglimento delle nevi in montagna, il Bacchiglione ha rotto gli argini nel territorio comunale di Caldogeno, poco a nord di Vicenza, allagando completamente i centri abitati di Cresole e Rettorgole. Nella stessa mattinata del primo novembre il fiume è esondato in città, allagando una parte consistente del centro storico, l'area dello Stadio Menti, i quartieri di San Paolo e di Santa Bertilla, la zona della Riviera Berica e di Casale e bloccando sia la circonvallazione esterna (allagamento di viale Diaz) sia la tangenziale Sud.

Il 20% del capoluogo berico è finito sott'acqua.

Molti eventi estremi hanno colpito anche Verona, non da ultima la persistente siccità che ha costretto il Comune a limitare l'uso dell'acqua potabile ai fini domestici, per la pulizia personale e per l'igiene, nei mesi di luglio e agosto.

Il 16 agosto 2021 sono state oltre 200 le richieste d'intervento a causa di allagamenti e rimozione di alberi, tegole e oggetti spazzati via dal forte vento. 3 feriti di cui uno grave, un motociclista che è stato travolto da un albero. In precedenza, il 23 agosto 2020, una grandinata di estrema intensità ha completamente intasato le strade cittadine e, unitamente alla forza del vento, ha abbattuto oltre 500 alberi che di conseguenza hanno causato gravi danni a veicoli e abitazioni.

Il 5 giugno 2020 ancora allagamenti in città in seguito a un fortissimo temporale che ha portato danni ingenti a vari locali, oltre ad aver bloccato molti automobilisti nei sottopassi e mandato in tilt la circolazione, soprattutto nella zona di Veronetta e di Verona Sud. In precedenza, il 16 maggio 2013, a Montorio, frazione di Verona, sono stati numerosi i danni causati dall'esondazione del torrente Squaranto, saturo di acqua e di detriti: buche e tombini intasati; cantine e garage allagati; negozi chiusi; strade trasformate in fiumi; crateri nell'asfalto, sollevato e frantumato.

VENEZIA COME CASO STUDIO

Gli eventi estremi che hanno colpito la costa veneziana e la laguna dal 2010 sono stati almeno 16: 6 danni da mareggiate (4 a Jesolo e 2 a Chioggia), 5 danni da trombe d'aria, 3 allagamenti da piogge intense, un caso di danni alle infrastrutture e uno di danni al patrimonio storico.

La laguna di Venezia è una delle aree più rappresentative di come le attività antropiche, le emissioni climalteranti e il riscaldamento globale che ne deriva, stiano compromettendo gli equilibri ecosistemici e mettendo a rischio le popolazioni e l'immenso patrimonio storico qui presenti.

La subsidenza, legata in buona parte alle attività umane, accelera l'effetto dell'aumento del livello marino, come sottolineato dallo studio *"Natural Variability and Vertical Land Motion Contributions in the Mediterranean Sea-Level Records over the Last Two Centuries and Projections for 2100"*³⁹, pubblicato nel 2019 e frutto di una collaborazione tra l'Università di Nijmegen, Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique di Parigi e dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Nel 2100 il livello medio del mare sarà più alto rispetto a oggi tra i 60 e gli 82 cm, con conseguenze catastrofiche.

In una nuova ricerca⁴⁰ dell'Istituto di scienze marine del Cnr, in collaborazione con l'Università del Sa-

39 <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/7/1480>

40 <https://www.nature.com/articles/s41598-022-09652-5>

lento e l'Università di Zagabria, proprio l'area della laguna veneta è stata presa a modello per comprendere la dinamica dei livelli del mare e gestire il rischio di inondazioni costiere. Lo studio, pubblicato su Scientific Reports, rileva che gli eventi di allagamento non sono da attribuire esclusivamente a forti mareggiate, ma sono riconducibili anche ad altri processi che agiscono su diverse scale temporali e spaziali, che possono verificarsi contemporaneamente. La marea e le componenti meteorologiche a lungo termine svolgono sempre più un ruolo dominante nel determinare inondazioni ricorrenti. L'analisi della serie storica delle misure del livello del mare ha inoltre evidenziato una tendenza all'aumento dell'intensità e/o frequenza degli eventi di allagamento negli ultimi decenni. In questo quadro va sottolineato come il Mose (Modulo sperimentale elettromeccanico), il sistema a paratie parzialmente inaugurato nel 2020, sia progettato per eventi eccezionali, non per l'inesorabile aumento del livello del mare, legato ai cambiamenti climatici, e risulti quindi inefficace al contrasto della vera emergenza della laguna.

GENOVA

Dal 2010 nel capoluogo ligure sono avvenuti **25 episodi**, tra cui le gravi alluvioni che hanno devastato parti della città e interrotto le infrastrutture ferroviarie e viarie. La città di Genova si insinua in un territorio, incastrato tra le montagne e il mare, ricco di torrenti. Proprio per questo il clima risente della morfologia del territorio generando una forte instabilità termica. I due torrenti Bisagno e Polcevera, il primo a levante, l'altro a ponente, rappresentano i due tagli idrografici più importanti del territorio genovese delimitandone i confini, con tutta una serie di affluenti che attraversano il territorio, tra cui il Fereggiano, dove ogni piena eccezionale non riesce a essere contenuta perché gran parte del letto è occupato da edificazioni e da infrastrutture viarie. Il territorio, e in particolare l'entroterra montano, è stato nei secoli spogliato, terrazzato, coltivato anche in luoghi impervi e pericolosi. L'abbandono delle colture negli ultimi decenni, con il processo erosivo delle acque meteoriche, favorisce

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ VENETO

16 SETTEMBRE 2022

A Padova una forte grandinata provoca danni alle automobili e alle coperture delle case

LUGLIO-AGOSTO 2022

Anche Verona viene colpita gravemente dalla siccità ed è stato vietato l'uso dell'acqua non a scopo alimentare

16 AGOSTO 2021

Oltre 200 richieste d'intervento a Verona a causa di allagamenti e forte vento. 3 feriti di cui uno grave, un motociclista che è stato travolto da un albero

23 AGOSTO 2020

Una grandinata di estrema intensità ha mandato in tilt le strade di Verona e abbattuto oltre 500 alberi

8 GIUGNO 2020

A Vicenza gravi disagi per le forti piogge con strade, cantine e garage allagati. Tratta in salvo una donna rimasta bloccata in auto in un sottopasso

12 NOVEMBRE 2019

Record di acqua alta a Venezia (187 cm), con la peggiore inondazione della città dal 4 novembre 1966. Danni ad esercizi commerciali, abitazioni, chiese, musei, biblioteche. Un morto sull'isola di Pellestrina

21 LUGLIO 2018

A Padova un nubifragio provoca allagamenti e alberi abbattuti dal vento in centro storico. Blackouts in diverse parti della città

28 DICEMBRE 2017

Jesolo ed Eraclea sono state le spiagge più colpite da una violenta mareggiata. A Jesolo sono spariti circa 30 mila metri cubi di sabbia

6 NOVEMBRE 2017

A Jesolo una forte mareggiata ha portato via quasi 50mila metri cubi di sabbia

4 FEBBRAIO 2014

Alluvione a Padova causata dall'esondazione del Bacchiglione. Centinaia le famiglie sfollate, altre decine completamente isolate e numerose le strade chiuse

1 NOVEMBRE 2010

Alluvione a Vicenza dove il Bacchiglione è esondato allagando una parte consistente del centro storico

così la discesa delle stesse verso valle a velocità impressionanti. Quando avvengono fenomeni di rilevante caduta di acqua concentrati in tempi limitati accade che i torrenti si colmino troppo trascinando a valle ogni cosa.

Molti i casi di eventi estremi come il primo febbraio di quest'anno, con danni nella zona di San Desiderio a causa di una tromba d'aria. La furia del vento ha sradicato tettoie e un cavo dell'alta tensione. Decine di case sono rimaste per ore senza energia elettrica.

Nel 2021 a Masone (GE), il 4 ottobre, non lontano dal capoluogo ligure. Una delle frane verificatesi in Liguria in seguito all'ondata di maltempo ha comportato la chiusura del tratto in direzione nord sulla A26 Genova-Gravellona Toce tra Masone (Genova) e Ovada (Alessandria). Sempre a causa di una frana è stato chiuso il tratto compreso tra il bivio con la D26 (diramazione Predosa-Bettole) e Masone, in direzione Genova. Sospesa per il rischio frane anche la circolazione dei treni tra Savona e Torino via Ferrania e via Altare.

Il 2020 era stato segnato da eventi estremi di vento, come il 3 ottobre, quando una vera e propria tromba d'aria si è abbattuta sul Salone Nautico, e il 7 settembre, quando un'altra tromba d'aria ha spazzato via la tenda per il triage allestita all'interno del Carcere Marassi di Genova durante la pandemia. Sempre nel 2020, il 28 agosto, ancora il vento ha danneggiato la copertura del tetto di un supermercato a Voltri; nell'episodio è rimasto ferito un ragazzo di 17 anni. La stessa situazione si era verificata il 4 giugno, quando una tromba d'aria aveva scoperchiato il tetto dello stesso supermercato.

Drammatico il bilancio del violento temporale dell'8 agosto 2019, che si è abbattuto per un'ora: persone intrappolate in auto in sottopassi allagati, alberi abbattuti, voragini in strada. Quattro persone sono state salvate dai vigili del fuoco dopo essere rimaste intrappolate in auto. Il 15 novembre 2014 parecchi i quartieri, anche i più centrali di Genova, che hanno subito maggiori allagamenti in cui dove l'esondazione del Rove-re ha trasformato alcune strade in veri e propri torrenti. Il 9 ottobre 2014 il torrente Bisagno, che attraversa la città, è esondato tra Molassana e Brignole nella notte. L'acqua ha invaso le strade circostanti trascinando via le auto parcheggiate. Un treno partito da Genova e diretto a Torino è uscito dai binari per una frana, a Fegino, una frazione del capoluogo ligure. La linea Genova-Acqui Terme ha subito l'allagamento dei binari con conseguente circolazione sospesa fra Genova

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ GENOVA

24 SETTEMBRE 2022

Un'ondata di piogge intense ha mandato sott'acqua i sottopassi di via Perlasca, Brin e piazza Montano. Negozi allagati e disagi alla viabilità

1 FEBBRAIO 2022

Danni a San Desiderio a causa di una tromba d'aria. La furia del vento ha sradicato tettoie e un cavo dell'alta tensione. Decine di case sono rimaste per ore senza energia elettrica

4 OTTOBRE 2021

Una frana in seguito alle forti piogge ha portato alla chiusura di un tratto della A26. Sospesa la circolazione dei treni tra Savona e Torino via Ferrania e via Altare.

7 SETTEMBRE 2020

Allagamenti e disservizi estesi sulle reti elettriche a causa di una violenta tempesta

2 MARZO 2020

Allagamenti ed interruzioni della strada

Sopraelevata Aldo Moro e delle autostrade A12 Genova-Livorno e A7 Genova-Milano.

Disagi all'aeroporto "Cristoforo Colombo"

21 OTTOBRE 2019

Allagamenti e frane seguito delle intense piogge provocano la chiusura di ferrovie e strade

8 AGOSTO 2019

Persone intrappolate in auto in sottopassi allagati, disservizi estesi sulle reti elettriche, alberi abbattuti, voragini in strada

11 DICEMBRE 2017

Tracimazione del Fiume Entella a Chiavari

14 OTTOBRE 2016

Un forte downburst provoca disagi nella città di Genova ed a Camogli, Bargagli, Fontana Fresca, Genova Porto, Moneglia

14 SETTEMBRE 2015

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano

15 NOVEMBRE 2014

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano

10 OTTOBRE 2014

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano, allagamento linea ferroviaria Genova-Acqui Terme

9 OTTOBRE 2014

Esondazione del fiume Bisagno e del torrente Fereggiano, allerta estesa anche a Savona



9 NOVEMBRE 2013

Allagamenti nella città di Genova, sottopassi allagati

4 AGOSTO 2013

Allagamenti nella città di Genova, strade inaccessibili e sottopassi chiusi

16 FEBBRAIO 2013

Intense nevicate, disagi sulla linea ferroviaria

4 NOVEMBRE 2011

Precipitazioni estreme e l'esondazione dei torrenti Bisagno e Fereggiano provocano 6 vittime

7 OTTOBRE 1970

Alluvione per esondazione del Bisagno, Leira, Chiavagnana, Cantarena; picchi pluviometrici di 900mm in 24 ore in cui si contarono 44 vittime

Borzoli e Ovada. La linea Genova-Alessandria a causa delle forti precipitazioni ha sospeso il traffico fra Arquata Scrivia e Novi Ligure.

LA CITTÀ ADRIATICA

Pochi territori in Italia sono cambiati come quelli costieri della fascia adriatica tra Abruzzo, Marche ed Emilia-Romagna, che hanno visto un forte aumento della popolazione e del consumo di suolo. Una delle conseguenze di questo fenomeno riguarda il crescente numero di allagamenti ed esondazioni fluviali che si sono verificate nel corso degli ultimi anni.

L'alluvione nel nord delle Marche dello scorso 16 settembre rappresenta uno degli eventi più drammatici, con 13 morti e interi territori devastati da esondazioni fluviali, colate di fango e detriti. A Senigallia (AN) il livello del fiume Misa ha costretto la popolazione a raggiungere i piani alti delle case e venti centimetri di fango hanno ricoperto l'intero centro cittadino. Nelle province di Pesaro e Urbino e Ancona sono state decine i paesi ad andare sott'acqua, con piani seminterati, cantine e garage tra i luoghi che, purtroppo, hanno segnato il numero più alto di vittime. Poi ancora, ponti crollati, alberi caduti, smottamenti e blackout.

Tra le aree urbane, ad **Ancona sono stati 22 gli episodi registrati dal 2010**, con particolare frequenza in alcune aree della città: sulla costa, con 8 eventi collegati a trombe d'aria, e nei nuovi

quartieri di Baraccola e Montedago, con 10 allagamenti da piogge intense. A Pesaro, dopo le violente grandinate e i temporali che hanno creato allagamenti, smottamenti e danni nel giugno del 2020, si è verificata una lunga e intensa siccità. Tra maggio e giugno 2021 è piovuto dal 36% al 43% in meno. Mentre sulla costa, a maggio, si è arrivati al 74% in meno. Il 13 e 17 luglio 2021 si sono verificate due trombe d'aria, a Pesaro e Falconara Marittima (AN), che hanno provocato danni agli stabilimenti balneari.

Nel 2019 a Cesena fu critica la situazione in

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ LA CITTÀ ADRIATICA

16 SETTEMBRE 2022

Alluvione nel nord delle Marche: 13 vittime e interi territori devastati da acqua, fango e detriti

19 AGOSTO 2022

A Riccione auto danneggiate e sottopassi allagati a causa di una forte grandinata

24 GIUGNO 2022

Tra i bagni 128 e 135 di Riccione si è abbattuta una tromba d'aria che ha causato numerosi danni agli stabilimenti balneari

13 E 17 LUGLIO 2021

A Pesaro e Falconara Marittima (AN) due trombe d'aria generano danni agli stabilimenti balneari

30 AGOSTO 2020

Auto e finestre degli edifici danneggiati da una violenta grandinata ad Ancona

10 GIUGNO 2020

Allagamenti e smottamenti a Pesaro e provincia

13 SETTEMBRE 2019

Esondazione del Savio ed alluvione a Cesena

10 LUGLIO 2019

Una donna rimane ferita a Milano Marittima dove una tempesta di vento e pioggia ha abbattuto la pineta

Ad Osimo la bufera provoca una vittima

14 MAGGIO 2019

Esondazione del fiume Montone causa l'allagamento di Villafranca, frazione di Forlì

5-6 FEBBRAIO 2015

In Romagna esondano diversi fiumi. Decine di persone evacuate tra Ravenna e Riccione. Cesenatico rimane completamente isolata

3 MAGGIO 2014

Alluvione a Senigallia con tre vittime e milioni di danni

seguito all'alluvione causata dall'esondazione del fiume Savio, avvenuta il 13 settembre. Numerose le chiusure stradali, tra cui il Ponte del Risorgimento (le cui arcate furono completamente ostruite) e il sottopasso Machiavelli. In precedenza a Forlì, il 14 maggio, l'acqua del fiume Montone è salita fino a raggiungere un metro, inondando di fango l'intera frazione di Villafranca. Dopo oltre 24 ore dalla rottura dell'argine l'acqua ha continuato a scorrere tra le case, allagando anche campi e aziende per diversi chilometri. Furono interessati circa 200 edifici, e almeno 1.000-1.200 persone hanno lottato invano con l'acqua che saliva.

Nel corso del 2022 si sono verificati eventi che hanno impattato anche le zone di **Riccione** e **Cesenatico**. Nel primo caso, il 19 agosto, una forte grandinata ha provocato danni alle auto, allagato i sottopassi e intasato le strade cittadine di alberi e rami spezzati; il 24 giugno, una tromba d'aria si è abbattuta causando numerosi danni agli stabilimenti balneari, con tende, ombrelloni e sdraio scaraventate a oltre 50 metri di distanza. A Cesenatico, il 9 aprile scorso, una mareggiata, unita al forte vento, ha causato danni sul lungomare nella zona di Valverde.

LE AREE URBANE IN TOSCANA

Sono numerose le aree urbane che in Toscana hanno subito conseguenze a causa di eventi estremi temporaleschi, alluvioni e trombe d'aria. Nel 2022, già a maggio, sono state registrate temperature eccezionali, con punte di 36,1°C a Firenze, 35,6°C a Grosseto, 34°C a Pisa.

Il 18 agosto, a Firenze, si è fermata la linea 1 della tranvia per Scandicci per la caduta di un albero dentro il Parco delle Cascine: la pianta ha colpito un tram, danneggiando il pantografo, mentre un secondo albero caduto ha danneggiato la linea elettrica all'altezza della fermata Strozzi-Fallaci.

Lo stesso giorno, raffiche di vento a oltre 110 km/h hanno colpito la provincia di Massa Carrara. Quattro persone sono rimaste ferite in un camping a Marina di Massa a causa della caduta di alberi, mentre fino a 7mila persone sono rimaste senza corrente. A Carrara una donna di 68 anni è stata travolta e uccisa da un albero.

Il 27 settembre 2021, un'ampia area della regione viene colpita da temporali, in special modo le colline fiorentine. La frazione di Bivigliano nel

GLI EVENTI PRINCIPALI

LE AREE URBANE IN TOSCANA

18 AGOSTO 2022

A Firenze ferma la linea 1 della tranvia per Scandicci per la caduta di due alberi che hanno danneggiato il pantografo di un tram e la linea elettrica

A Marina di Massa raffiche di vento ad oltre 110 km/h con quattro persone rimaste ferite in un camping. 7mila persone sono rimaste senza corrente. A Carrara una donna è stata travolta e uccisa da un albero.

27 SETTEMBRE 2021

Una grandinata causa 8 feriti, tetti e 100 veicoli danneggiati nella frazione Bivigliano, Vaglia (FI)

26 SETTEMBRE 2021

Una tromba d'aria colpisce Massa e Carrara; 3 famiglie sono state evacuate

25 SETTEMBRE 2020

A Rosignano Marittimo (LI) una tromba d'aria provoca danni a veicoli e tetti delle case con due feriti gravi

3 MARZO 2020

A Carrara 135 mm di pioggia in poche ore, danni sulla costa

27 LUGLIO 2019

Una bomba d'acqua ad Arezzo provoca la morte di un anziano

9 E 10 SETTEMBRE 2017

Alluvione a Livorno ed esondazioni fluviali: 9 vittime

28 AGOSTO 2015

Esondazione del fiume Ombrone in Maremma

5 NOVEMBRE 2014

A Carrara nubifragio e piena del fiume Carrione

14 OTTOBRE 2014

Esondazione del torrente Elsa e dell'affluente Albenza in Maremma

5 OTTOBRE 2013

Esondazione del fiume Ombrone; chiusa la ferrovia Grosseto-Siena

28 NOVEMBRE 2012

Allagamenti a Carrara e Massa

10 NOVEMBRE 2012

Esondazione del torrente Elsa e dell'affluente Albenza in Maremma

25 OTTOBRE 2011

Alluvione ad Aulla

comune di Vaglia (FI) ha visto scatenarsi una grandinata eccezionale che ha provocato 8 feriti di cui 3 hanno fatto ricorso al pronto soccorso; 110 segnalazioni per danneggiamenti di tetti, 10 persone sfollate e circa 100 veicoli danneggiati fuori uso su tutto il territorio comunale.

Il 26 settembre 2021, un'altra tromba d'aria aveva colpito sia Carrara che Massa con cadute di alberi in molte zone delle due città; nel quartiere La Fabbrica il crollo di un ponteggio ha costretto a evacuare tre famiglie dalle loro abitazioni.

In precedenza a Rosignano Marittimo (LI), il 25 settembre 2020, il vento e la pioggia, avevano provocato danni, con vetri delle auto che sono andati in frantumi e tetti delle case scoperchiati; due feriti gravi. Il 6 settembre dello stesso anno, si sono verificati forti temporali costieri, che, nella zona di Massa hanno portato a strade allagate e disagi alla stazione ferroviaria all'altezza del sottopasso. Guasti agli impianti ferroviari nella stazione di Massa Zona e rallentamenti alla circolazione dei treni regionali sulla linea La Spezia Centrale-Pisa Centrale.

Non va dimenticato quanto accaduto il 9 e 10 settembre 2017, giorni che hanno drammaticamente segnato la città di Livorno. Un forte nubifragio portò l'esondazione dei fiumi dell'intero territorio circostante travolgendo la città, recando danni a molte famiglie e 9 vittime. In circa due ore furono oltre 250 i millimetri di pioggia caduti.

A Carrara il nubifragio del 5 novembre 2014, con la piena del fiume Carrione che attraversa la città nella bassa pianura alluvionale. Il fiume era stato arginato per evitare esondazioni in quanto il livello dell'acqua (durante le piene) si trova al di sopra della superficie del suolo urbanizzato. Un tratto di argine era stato ricostruito nel 2010 in maniera difforme dal progetto (con armatura insufficiente e senza fondazione). La ricostruzione dell'argine del fiume Carrione ad Avenza era stata prevista negli interventi post emergenza, in seguito all'alluvione del 2003. Legambiente era stata l'unica a denunciare l'inutilità di quell'opera, senza mettere in campo politiche che ridavano spazio al fiume attraverso delocalizzazioni o ripristino delle aree di esondazione. I lavori sono andati avanti e la costruzione dell'argine è diventata l'alibi per programmare nuove edificazioni nelle aree "messe in sicurezza". Basti pensare che gran parte della piana attuale di Marina di Carrara è considerata a elevato rischio idraulico e proprio qui il Comune prevede nuove costruzioni. Legambiente chiede da tempo che l'area sia invece vincolata e lasciata libera come area di eson-

dazione naturale.

Nel grossetano il 14 ottobre 2014 esonda il torrente Elsa, affluente dell'Albegna. Case e negozi allagati, poderi isolati e tantissime richieste d'aiuto. Due vittime. Il 5 ottobre 2013 una serie di allagamenti dovute a forti precipitazioni provocano la chiusura di numerose strade, come la linea ferroviaria Grosseto-Siena. Due le vittime.

Il 25 ottobre 2011 l'evento che ha devastato l'intero territorio della Lunigiana a causa dell'esondazione del fiume Magra con l'allagamento di buona parte di Aulla. Molti gli abitanti costretti a rifugiarsi su alberi, lampioni e nei piani alti delle abitazioni. Due le vittime. I danni sono stati molto ingenti: quasi 1.000 auto demolite, decine di negozi, 4 banche, l'agenzia delle entrate e l'INPS alluvionate; 1 scuola media e 3 edifici popolari da demolire. Il disastro purtroppo non era solo annunciato ma disegnato da ben 13 anni nelle mappe del rischio idraulico dell'Autorità di Bacino del fiume Magra. Osservando la cartografia, infatti, è impressionante l'esatta sovrapposizione dell'area a 'Rischio idraulico molto elevato' della mappa del Piano di assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino, disegnata in rosso nella cartografia, con la superficie coperta dall'acqua durante l'evento del 25 ottobre ad Aulla.

ROMA

Il numero record degli eventi estremi registrati tra le città italiane è di Roma dove, dal 2010 a fine ottobre 2022, si sono verificati **66 eventi di cui 39 allagamenti a seguito di piogge intense, mentre in 14 casi è stata causata l'interruzione, con danni, di infrastrutture viarie e ferroviarie.**

Il fenomeno delle alluvioni che interessa Roma ha origini antiche. Fin dalla sua fondazione, la città è sempre stata legata alle dinamiche del Tevere, come testimoniato dalle lapidi poste nel centro storico su cui sono riportati i livelli raggiunti dalle esondazioni. Questo problema in passato era legato all'esistenza di acquitrini posti a quote inferiori che comunicavano con il Tevere e fu ulteriormente aggravato dalla costruzione delle cloache le quali sboccavano direttamente nel fiume, contribuendo all'immissione delle acque. Alcuni periodi sono stati caratterizzati da un forte rispetto e dalla valorizzazione del fiume, altri invece segnati da condizioni di degrado, quindi con conseguenze disastrose in caso di esondazioni, a causa di una cattiva gestione e

manutenzione dall'alveo fluviale. A tutto questo fu messo un primo freno alla fine del 1800 con la costruzione dei muraglioni, ancora oggi presenti, al fine di contenere le piene lungo l'argine, i quali però hanno determinato un cambiamento del paesaggio fluviale. Geologicamente il Tevere risulta essere l'evoluzione della catena appenninica e il suo tracciato si configura come un reticolo rettangolare con una direzione di scorrimento parallela alla dorsale, tagliandola in alcuni punti bruscamente con dei "gomiti". È ricco di affluenti e subaffluenti ma il suo corso può essere ricondotto a 4 sottobacini fondamentali: uno principale costituito dal basso Tevere e dall'asta fluviale del fiume Paglia che riceve poi gli altri tre affluenti costituiti dall'alto Tevere sotteso dalla diga di Corbara, il fiume Nera e il fiume Aniene. In particolare modo il punto di confluenza tra Tevere e Aniene risulta molto fragile a causa di problemi strutturali.

Una delle criticità riguarda il mancato assorbimento delle piogge, anche di modesta entità, a causa della sua urbanizzazione spesso abusiva e quindi realizzata in aree a rischio idrogeologico e con inadeguate fognature.

Roma, nel 2018 e, come visto, nel corso del 2022, si è trovata a dover fronteggiare un'emergenza di enorme portata e di segno diametralmente opposto come la siccità. Nonostante nei mesi estivi fossero già state emanate ordinanze per limitare l'uso idrico in giardini, piscine, orti e lavaggio auto e alcune zone fossero soggette all'abbassamento di pressione dell'acqua negli appartamenti, tali iniziative non sono state sufficienti a garantire una crisi e si è dovuto "attingere" dall'acqua dallo specchio lacustre. Questi prelievi hanno provocato un aggravamento delle condizioni già critiche del lago che, a seguito delle captazioni, ha visto arrivare il suo livello idrometrico a -164 cm il 22 luglio 2018, giorno in cui è stata richiesta l'interruzione dei prelievi. Secondo gli studi del CNR, è fissato a 150 cm l'abbassamento massimo ammissibile del sistema lacustre, dopodiché quest'ultimo rischia il collasso, con ripercussioni catastrofiche. Questo livello minimo, oltre che da un punto di vista ecosistemico, serve anche ad assicurare la funzione "auto-depurativa" legata al naturale riciclo delle acque del lago; al di sotto di questa quota, per potabilizzare l'acqua, si dovrebbe ricorrere a costosi sistemi di depurazione. Il lago inoltre contribuisce anche alla denitrificazione del carico d'azoto, ma l'abbassamento delle acque (2 cm al giorno) comporta la sparizione della striscia di costa in

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ ROMA

9 AGOSTO 2022

Traffico ferroviario sospeso per oltre 3 ore in prossimità di Roma Ostiense per le avverse condizioni meteo che hanno interessato la zona

22 APRILE 2022

Chiusa la stazione della metro B di Circo Massimo a causa delle infiltrazioni d'acqua in seguito a forti piogge

24 GENNAIO 2021

Le forti piogge e gli allagamenti rendono impraticabili le banchine della stazione della linea A Cipro

3 E 24 GENNAIO 2021

Esonda il Fosso di Bel Poggio bloccando il traffico locale

15 OTTOBRE 2020

Danni al mercato di Colli Albani a causa del forte vento

7 OTTOBRE 2020

Chiusa la fermata Cipro della metropolitana per allagamenti

23 SETTEMBRE 2020

Allagamenti in tutto il quadrante nord con chiusura di Via Cassia e del GRA.

Chiusura di due stazioni della metro A e disagi per tre linee tramviarie

8 AGOSTO 2020

Danni da tromba d'aria sul litorale romano

2 OTTOBRE 2019

Allagamenti e crolli di alberi e rami in carreggiata, traffico congestionato.

Rallentamenti sulla linea AV Roma-Firenze

2 SETTEMBRE 2019

Allagamenti causati dalle forti precipitazioni hanno provocato la chiusura della metro della linea A a Colli Albani.

Acqua anche nelle stazioni di San Giovanni e di Subaugusta

25 AGOSTO 2019

Allagamenti nelle aree nord est e sud della Capitale

27 LUGLIO 2019

Allagate e chiuse le stazioni Repubblica e Cipro della metro A

12 MAGGIO 2019

Allagamenti e chiusure di strade e della stazione Battistini della metro A

8 MAGGIO 2018

Allagamenti in tutta Roma

6 APRILE 2018

Allagamenti in tutta Roma



cui avviene il fenomeno di denitrificazione (necessari 10-20 metri lungo la riva), con conseguente eutrofizzazione e trasformazione del lago in palude. Un'altra criticità nel territorio comunale di Roma riguarda il litorale, in particolar modo colpito nei recenti anni da violente trombe d'aria, con 3 eventi a Ostia tra il 2019 e il 2020, che hanno causato danni a stabilimenti balneari e ristoranti, e alle auto in sosta per via della caduta di alberi, unitamente alle mareggiate del 2016 e 2021.

Per il 2022 vanno segnalati gli ennesimi impatti al sistema di trasporto pubblico, da ultimo l'11 ottobre scorso quando un forte temporale ha colpito il quadrante est della Capitale, facendo chiudere il sottopasso della metro C all'altezza di Torre Gaia. Poi il 9 agosto e il 22 aprile, con il traffico ferroviario sospeso per 3 ore in prossimità di Roma Ostiense per le avverse condizioni meteo e la chiusura della stazione della metro B di Circo Massimo a causa delle infiltrazioni d'acqua in seguito a forti piogge.

Nel 2021 sono stati 5 gli allagamenti da piogge intense che hanno causato disagi alla viabilità e ai trasporti pubblici. La linea A della metropolitana ha continuato a mostrare le maggiori criticità, con la stazione Cipro allagata il 24 gennaio a causa delle forti piogge. La stazione Termini e la fermata Re di Roma della linea A sono state sospese al servizio, il 19 aprile, sempre a causa di allagamenti provocati dal maltempo.

Nel 2020 si sono ripetuti allagamenti in tutta l'area urbana. Il 15 e il 7 ottobre si verificano allagamenti e alberi caduti a causa del vento con strade allagate a Montesacro e su viale Cristoforo Colombo, danni al mercato di Colli Albani a causa del forte vento, la chiusura della fermata Cipro della metropolitana. Poi il 23 settembre, gravi disagi hanno coinvolto tutto il quadrante nord della Capitale con allagamenti e chiusure delle arterie principali, delle metropolitane e delle linee tranviarie. Il 2 ottobre 2019, la forte pioggia ha determinato allagamenti e crolli di alberi e rami, con inevitabili disagi alla circolazione e conseguente traffico congestionato. Sono rimaste chiuse moltissime arterie stradali e si sono registrati rallentamenti sulla linea AV Roma-Firenze, fra Settebagni e Roma Tiburtina. Lo stesso anno, il 2 settembre, altri allagamenti causati dalle forti precipitazioni hanno provocato la chiusura della metro della linea A a Colli Albani: i passeggeri ai tornelli avevano l'acqua alle caviglie. Acqua anche nelle stazioni di San Giovanni e di Subaugusta sempre della linea A, dove sono stati chiusi alcuni ingressi. Problemi anche ai treni, a causa

10 SETTEMBRE 2017

Allagamenti in tutta Roma

19 MAGGIO 2017

Allagamenti a Roma, particolarmente colpite le aree costiere del Lido di Ostia

7 NOVEMBRE 2016

Allagamenti a Roma e sulla costa nord occidentale, in particolare a Ladispoli e Cesano

6 OTTOBRE 2016

Allagamenti in tutta Roma

16 SETTEMBRE 2016

Allagamenti e chiusura della via Tiburtina.

Disagi anche ad Ostia e litorale romano

11 SETTEMBRE 2016

Allagamenti in tutta Roma

31 AGOSTO 2016

Allagamenti in tutta Roma

11 SETTEMBRE 2015

Allagamento metro A Porta Furba-Quadraro

5 SETTEMBRE 2015

Allagamenti a Roma Est con le zone di Torre Gaia ed Alessandrino tra le più colpite

24 GIUGNO 2015

Allagamento metro A Porta Furba-Quadraro

17 GIUGNO 2015

Disagi sulla linea Roma-Nettuno

27 MAGGIO 2015

Allagamenti a Porta Maggiore, esondazione dell'Almone

14 GIUGNO 2014

Allagamenti a Fiumicino e nel litorale romano, chiusa per allagamento la stazione Cinecittà della metro A

18 GENNAIO 2014

Allagamento del quartiere Ponte di Nona

5 OTTOBRE 2013

Disagi sulla direttrice Cristoforo Colombo

25 AGOSTO 2013

Disagi per i voli a Fiumicino Aeroporto, allagamento metro A Cinecittà

20 OTTOBRE 2011

Ingressamento del fiume Tevere, una vittima ad Acilia

18 OTTOBRE 2010

Allagamento e chiusura di due stazioni della metro A

delle scariche atmosferiche, tuoni e fulmini: la linea FL4, la Roma-Cassino/Velletri/Frascati/Albano ha subito rallentamenti per guasti tecnici fra Roma Casilina e Ciampino.

Nel 2015, il 17 giugno, coinvolte alcune tratte ferroviarie: la circolazione sulle linee Roma-Formia/Roma-Nettuno è stata rallentata per un guasto al sistema di distanziamento dei treni causato da scariche atmosferiche. Tre Intercity e dieci treni regionali hanno registrato ritardi fino a 40 minuti, due sono stati limitati nel loro percorso e altri due sono stati cancellati.

PESCARA

Gli eventi estremi che hanno colpito la città sono **5** dal 2010. Il problema più frequente a Pescara riguarda gli allagamenti per piogge intense che paralizzano la quasi totalità della città, rendendo difficoltosi gli spostamenti dei cittadini, il funzionamento dei servizi, causando spesso problemi ai piani bassi di edifici pubblici e privati. Analizzando i dati meteorologici nella serie storica dal 1990 al 2020, sono i mesi di novembre e dicembre, rispettivamente, le mensilità con un numero maggiore di giorni di pioggia, e con maggiore intensità. Il fiume Pescara non fa eccezione rispetto ad altri fiumi italiani, e più in generale mediterranei, molto artificializzati e impermeabilizzati e questo aspetto si riflette negativamente sul rapporto, ormai debolissimo, con la città.

Il 21 aprile 2020 uno degli episodi più gravi degli ultimi anni: la pioggia ininterrotta per circa 48 ore, soprattutto sulla costa, fa registrare vari allagamenti a Pescara, con una tragedia sfiorata

quando un albero di grosse dimensioni si è abbattuto su due auto parcheggiate sulla strada, dove fortunatamente non c'era nessuno.

Poi la violenta grandinata del 10 luglio 2019 con 18 persone finite in pronto soccorso e pesanti danni in tutta la città. L'ospedale cittadino ha dovuto fermare per circa due ore gli interventi a causa dell'allagamento del piano terra.

NAPOLI

Anche nel capoluogo partenopeo sono ormai sempre più frequenti casi di eventi climatici estremi, in particolare legati alle forti e improvvise precipitazioni e alle trombe d'aria che si verificano lungo la costa.

Napoli ha registrato **21 eventi** dal 2010, con i dati più rilevanti per i casi di danni e interruzioni alle infrastrutture (legati in particolare ad allagamenti da piogge intense). A risentirne sono, in particolare, le infrastrutture ferroviarie di cui la città è dotata, come confermato da quanto avvenuto nel 2021. Il 30 settembre è stata chiusa per allagamento la stazione della metro linea 1 Municipio a causa delle infiltrazioni dovute alla tempesta con pioggia e fulmini che ha investito la città. Il 19 luglio la pioggia caduta su tutta la Campania ha creato problemi anche alla circolazione ferroviaria della Circumvesuviana. Allagata la stazione di Scafati, nell'area metropolitana di Napoli, con l'interruzione della circolazione sulla linea Napoli-Poggioreale tra Pompei e Poggioreale. Tra gli eventi che hanno colpito il patrimonio storico quello del 2 gennaio, quando le mareggiate e il maltempo hanno devastato il lungomare di Napoli facendo crollare l'antico arco borbonico in pietra, ultima testimonianza del vecchio porticciolo ritratto in tanti dipinti della Scuola partenopea. La violenta burrasca ha danneggiato anche Castel dell'Ovo e i ristoranti limitrofi.

Il 26 settembre 2020 si verificano gravi danni alla stazione della linea 1 Salvatore Rosa chiusa già da tempo per infiltrazioni nei sottoservizi fognari. Il maltempo ha causato il crollo dei pannelli in mosaico sui tornelli della stazione. Il giorno prima, il 25 settembre, una tromba d'aria con pioggia battente ha colpito la città: allagati in vari tratti la Circumvallazione Esterna, l'Asse Mediano e l'Asse Perimetrale Melito-Scampia. Il 26 settembre 2019, a distanza esatta di un anno, le intense piogge verificatesi nella notte avevano provocato

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ PESCARA

21 APRILE 2020

Pioggia e vento provocano danni a Pescara

10 LUGLIO 2019

Violenta grandinata e successiva alluvione causa 18 feriti

2 DICEMBRE 2013

Esondazione del fiume Pescara, una vittima

12 SETTEMBRE 2012

Fiume di fango invade Pescara

l'allagamento della stazione sotterranea di piazza Garibaldi, causando lo stop dei treni sulla Linea 2 della metropolitana di Napoli. Caos anche ai tornelli della Linea 1. Il tutto a soli 3 giorni di distanza con l'evento del 23 settembre quando una vera e propria bomba d'acqua si era abbattuta sul quartiere di Ponticelli, causando un allagamento di alcune aree destinate al reparto di radioterapia dell'Ospedale del Mare.

Il 29 ottobre 2018 un 21enne della provincia di Caserta che stava camminando a piedi in via Claudio, nel quartiere di Fuorigrotta, è stato travolto e ucciso da un albero sradicato dal forte vento. Nel 2017, il 6 novembre, la città ha registrato numerosi danni a causa della forte pioggia. Colpite le linee ferroviarie e le reti elettriche nella zona centrale tra via Chiaia e i Quartieri Spagnoli per quasi sei ore. Il 17 giugno 2015 a causa di un forte nubifragio si sono allagate le stazioni di Municipio e Garibaldi della linea 1 della metro. Poi ancora tre casi nel 2014 tutte con la chiusura della stazione Garibaldi.

BARI

Nel capoluogo pugliese sono stati **42** i casi totali di eventi climatici estremi, dal 2010, **di cui 20 casi di allagamenti da piogge intense e 17 danni da trombe d'aria**. Japigia e Carbonara sono due dei quartieri colpiti ripetutamente dagli allagamenti delle strade e dal forte vento.

A inizio 2022, il 10 gennaio, piogge intense portano all'allagamento dell'area della Fiera del Levante e Via La Rotella, con la chiusura di un sottopassaggio.

Tra i casi da ricordare negli ultimi anni, due eventi a distanza di pochi giorni: il 14 febbraio 2020, a causa delle forti piogge è tracimata la fogna a via Prospero Petroni, che è rimasta chiusa al traffico; il 5 febbraio, vento forte e raffiche violente hanno sferzato la città con danni e alberi caduti. Nel 2019, il 7 settembre, un breve ma intenso temporale colpisce la città allagando le strade di Carbonara. L'11 luglio una tromba d'aria ha colpito Torre a Mare, rovesciando diverse barche, danneggiando anche i dehors di alcuni bar e ristoranti nella piazzetta del porto. Il 24 aprile un autista di un camion è rimasto gravemente ferito per la caduta di un albero, tra Carbonara e Loseto, provocata dal forte vento. Il 26 gennaio il nubifragio che si è abbattuto sulla città ha provocato l'allagamento di alcuni ponti e sottopassi.

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ NAPOLI

30 SETTEMBRE 2021

Chiusa la stazione della linea 1 Municipio a causa delle infiltrazioni dovute alla tempesta che ha interessato Napoli

19 LUGLIO 2021

L'intensa pioggia su tutta la regione allaga la stazione della Circumvesuviana a Scafati, bloccando la circolazione dei treni tra Pompei e Poggioreale

26 SETTEMBRE 2020

Danni per infiltrazioni alla stazione della linea 1 Salvatore Rosa

25 SETTEMBRE 2020

Il maltempo manda in tilt la viabilità a Napoli e nei comuni limitrofi

26 SETTEMBRE 2019

Allagamento della stazione sotterranea di piazza Garibaldi, stop dei treni sulla Linea 2 della metropolitana di Napoli

23 SETTEMBRE 2019

Allagamento della stazione sotterranea di piazza Garibaldi, stop dei treni sulla Linea 2 della metropolitana di Napoli

11 FEBBRAIO 2019

Tromba d'aria a Portici: ferito un uomo a causa dei detriti. Interrotti i collegamenti marittimi con imbarcazioni leggere

29 OTTOBRE 2018

A causa del forte temporale e del vento un uomo è stato travolto ed ucciso da un albero sradicato

6 NOVEMBRE 2017

Disservizi sulle reti elettriche per 6 ore nei Quartieri Spagnoli. Rallentamenti sulle linee ferroviarie

17 GIUGNO 2015

Un forte nubifragio provoca l'allagamento delle stazioni di Municipio e Garibaldi della Linea 1 della metropolitana

16 GIUGNO 2014

Allagamenti e chiusura della stazione Garibaldi della Linea 1 della metropolitana, sospesa per alcune ore la Linea 2

27 FEBBRAIO 2014

Allagamenti e chiusura della stazione Garibaldi della Linea 1 della metropolitana

17 GENNAIO 2014

Allagamenti e chiusura della stazione Garibaldi della Linea 1 della metropolitana

In particolare è stato chiuso il ponte che collega il Lungomare di San Giorgio a Triggiano perché completamente sommerso dall'acqua.

Il 5 ottobre 2018 ancora un forte temporale manda in tilt la città, con strade, piste ciclabili e sottopassi allagati, e una situazione difficile anche sulla tangenziale con forti rallentamenti al traffico a causa della scarsa visibilità. Il 15 giugno dello stesso anno i disagi provocati dal maltempo hanno toccato la circolazione dei treni, a causa degli allagamenti alla sede dei binari in particolare a Palese e a Parco Nord. Chiusi diversi sottopassi.

LAMEZIA TERME

In Calabria, Lamezia Terme (CZ) risulta tra le aree più colpite da eventi climatici estremi con **12** casi, di cui 7 allagamenti da piogge intense.

Il 10 ottobre scorso la forte pioggia ha causato l'allagamento dell'aula bunker del Tribunale, nella frazione di Ficarella.

Alle porte di Lamezia, a Falerna, lo scorso 8 luglio un'ondata di maltempo ha fatto registrare un sottopasso allagato, danni ad alcune automobili parcheggiate, alberi caduti, tetti e infissi di abitazioni divelti.

Il 7 luglio 2019 traffico in tilt e strade diventate fiumi per via dell'incessante pioggia che si è abbattuta sulla città, con tombini saltati, magazzini e case allagate. Il 15 ottobre 2018 ancora allagamenti e disagi alla circolazione, in particolare, sulla Strada Statale 18 a causa dell'esondazione del torrente Turrina che ha coinvolto anche alcune aziende agricole, florovivaistiche e industriali che costeggiano l'arteria. Solo dieci giorni prima, il 5 ottobre, un violento nubifragio aveva colpito l'intera regione Calabria, causando 3 vittime.

Emergenza anche il 23 gennaio 2017 quando fu ordinata la chiusura di tutte le scuole di ordine e grado presenti sul territorio comunale in seguito a numerose criticità verificatesi per le abbondanti piogge che avevano portato a un livello di criticità 3, con rischio di frane e inondazioni. Il 7 ottobre 2016 piogge intense, ma soprattutto forti raffiche di vento, hanno portato all'abbattimento di alberi e allagamenti diffusi. Nella zona di Capizzaglie, si è scoperchiato il tetto della scuola media Saverio Gatti. Il consiglio comunale è stato sospeso per infiltrazioni d'acqua nella sala Napolitano. Danni anche nel cortile del Comune e al sistema di videosorveglianza.

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ BARI

10 GENNAIO 2022

Allagata l'area della Fiera del Levante e Via La Rotella, con la chiusura di un sottopassaggio

5 FEBBRAIO 2020

Il forte vento provoca danni e caduta di alberi in tutta Bari

7 SETTEMBRE 2019

Allagamenti in tutta la città, traffico in tilt ed abitazioni invase dall'acqua

5 OTTOBRE 2018

Allagamenti in tutta la città, traffico in tilt

15 GIUGNO 2018

Disagi alla circolazione ferroviaria con allagamento dei binari a Palese e Parco Nord

12 AGOSTO 2017

Allagamenti in tutta la città, traffico in tilt ed abitazioni invase dall'acqua

20 DICEMBRE 2015

Allagamenti in tutta la città, traffico in tilt

15 LUGLIO 2014

Disagi alla circolazione ferroviaria sulla Bari-Lecce

6 GENNAIO 2012

Ritardi e cancellazione dei voli a causa del forte vento

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ LAMEZIA TERME

7 OTTOBRE 2019

Tombini saltati, magazzini e case allagate in diverse zone di Lamezia Terme

15 OTTOBRE 2018

Esondazione del torrente Turrina, danni ad aziende agricole ed industrie

5 OTTOBRE 2018

Nubifragio su tutta la Calabria. Tre le vittime, ritrovate a San Pietro Lametino

23 GENNAIO 2017

Chiuse tutte le scuole a Lamezia Terme causa maltempo e rischio frane

27 NOVEMBRE 2015

Esondazioni di torrenti con gravi danni all'agricoltura

L'AREA DELLO STRETTO: REGGIO CALABRIA E MESSINA

Particolarmente soggetta a eventi di piogge intense è l'area dello Stretto, dove su entrambe le sponde sono avvenuti eventi che hanno impattato territori a elevato rischio idrogeologico. I casi a **Reggio Calabria dal 2010 sono stati 8**, con 4 allagamenti da piogge intense e 4 casi di danni alle infrastrutture, a cui si aggiungono 4 eventi a Scilla, 1 a Campo Calabro ed 1 sull'area costiera del Comune di Montebello Jonico.

Il 12 agosto scorso una bomba d'acqua si è abbattuta su tutta l'area tirrenica del Reggino. La situazione più difficile a Scilla, dove il litorale è stato investito da un'imponente massa d'acqua che dal costone che sovrasta la marina ha invaso le strade trascinando nel fango auto e detriti. Bisogna evidenziare il legame con la cementificazione avvenuta negli anni e il tombamento del torrente Liurni.

Il 6 novembre 2017 numerosi i danni provocati da un violento nubifragio che si è abbattuto a Reggio Calabria. La zona più vulnerabile è quella sud nei pressi dello stadio in cui gli allagamenti sono frequenti; situazione difficile anche negli ospedali della città a causa di disservizi estesi sulle reti elettriche durato alcune ore. Grave l'episodio del 2 novembre 2015 che ha visto la chiusura del traffico ferroviario nella tratta Roccella Jonica-Bianco (sulla linea Roccella Jonica-Melito Porto Salvo) a causa dei forti temporali. Due treni a lunga percorrenza (Intercity 562 e 559) sono stati limitati a Catanzaro e Reggio Calabria e auto sostituiti con bus via Lamezia Terme. Anche la linea Catanzaro-Roccella Jonica ha subito un'interruzione durante la notte e nelle prime ore del mattino causando disagi ai pendolari. Sono stati necessari anche interventi di pulizia dell'alveo sotto il ponte ferroviario fra Bagnara e Villa San Giovanni Cannitello (linea Paola-Reggio Calabria). In generale si sono verificati allungamenti dei tempi di viaggio per la riduzione di velocità.

Gli eventi che riguardano l'area di Messina sono 5. Si tratta notoriamente di un territorio interessato da diversi fenomeni, di tipo alluvionale e franosi, perché a elevato rischio idrologico e, a causa delle sue caratteristiche orografiche e geomorfologiche, è interessato da un regime pluviometrico caratterizzato da pochi episodi ma molto violenti. Recentemente, il 25 agosto scorso, a causa del maltempo si sono verificati allagamenti

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ L'AREA DELLO STRETTO: REGGIO CALABRIA E MESSINA

25 AGOSTO 2022

A Messina allagamenti diffusi in seguito alle forti piogge

12 AGOSTO 2022

A Scilla (RC) un'imponente massa d'acqua ha invaso le strade trascinando nel fango auto e detriti

8 AGOSTO 2020

Allagamenti a Messina ed interruzione dell'Autostrada Messina-Palermo

17 GIUGNO 2018

Ingenti danni a Messina a causa dell'esondazione di torrenti: strade allagate, guasti alla rete idrica e fognaria e disservizi estesi sulle reti elettriche. Duecento persone sono rimaste isolate

6 NOVEMBRE 2017

Ingenti danni provocati da un violento nubifragio a Reggio Calabria; situazione difficile negli ospedali della città a causa di disservizi estesi sulle reti elettriche

2 NOVEMBRE 2015

Chiusa al traffico ferroviario la tratta Roccella Jonica-Bianco a causa dei forti temporali.

1 OTTOBRE 2009

Sulla provincia di Messina cadono 220 millimetri di pioggia in meno di 4 ore, causando 37 morti, 95 feriti e 6 dispersi

lungo tutta la via Consolare Pompea, mentre lungo la via Lago Grande nell'area di Ganzirri sono esplosi i tombini (ostruiti in precedenza da detriti e terriccio).

Il 26 ottobre 2021 il maltempo ha provocato una frana sulla provinciale 19 che collega Santa Teresa di Riva con Savoca e Casalvecchio Siculo in provincia di Messina.

PALERMO

A Palermo e nell'area metropolitana si sono verificati eventi climatici estremi concentrati in particolare nel corso degli ultimi anni, portando a **21** i casi avvenuti dal 2010 a fine ottobre 2022, con i dati più rilevanti nei casi di danni e interruzioni alle infrastrutture (legati in particolare ad allagamenti da piogge intense e agli episodi di trombe d'aria). Nel corso del 2022 sono stati 4 gli even-

ti che hanno impattato il capoluogo siculo, con allagamenti diffusi (anche a causa degli errori storici commessi a livello urbanistico, come nel caso del quartiere Papireto) che hanno interessato ancora una volta Mondello, mentre il primo febbraio il forte vento ha portato alla caduta di alcuni alberi in strada e uno dei cancelli di ingresso al Parco della Favorita si è sganciato dai cardini obbligando alla chiusura della viabilità locale.

Nel mese di agosto, e nel corso di tutta l'estate, si sono registrate temperature elevate che hanno toccato la punta di 44°C il 17 agosto.

Nel 2021, il 18 luglio, un violento nubifragio si è abbattuto su Palermo provocando, in tre ore, 27 interventi dei vigili del fuoco per soccorrere automobilisti rimasti intrappolati nelle strade trasformate in fiumi. I sottopassaggi di viale Regione Siciliana sono stati chiusi per precauzione dalla polizia municipale. Un anno prima, il 16 luglio, la pioggia eccezionale ha provocato l'allagamento di numerosi viali con oltre 200 auto distrutte dalla furia dell'acqua e due sottopassi invasi dal fango. Sono caduti 135 millimetri di pioggia in poche ore. Dieci bambini sono stati ricoverati per un inizio di ipotermia dopo essere rimasti intrappolati nelle macchine.

Una vera e propria tragedia è avvenuta in una villetta in campagna al confine dei comuni di Altavilla Milicia e Casteldaccia il 3 novembre 2018 quando, sotto un viadotto dall'autostrada Palermo-Catania, sono morte 9 persone, tra cui due bambini di uno e tre anni. L'edificio è stato letteralmente sommerso dall'acqua del fiume Milicia, che ingrossato dalle piogge è uscito dagli argini. Il 4 ottobre 2018 ore e ore di pioggia hanno trasformato le strade di Palermo in fiumi. Intere zone, come quelle di Partanna Mondello e Mondello, sono rimaste completamente allagate per ore con la conseguenza che molte persone sono rimaste intrappolate in casa.

AGRIGENTO

Sempre in Sicilia, si sono verificati addirittura **32** episodi di eventi climatici estremi nel territorio di Agrigento, tra cui **15 allagamenti da piogge intense, 8 danni da trombe d'aria e 7 danni alle infrastrutture**. Anche in questo caso bisogna evidenziare i problemi di un territorio particolarmente fragile e soggetto al rischio idrogeologico, con eventi estremi e danni in aree ricorrenti.

Il 14 dicembre 2019 danni causati dal vento: un

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ PALERMO

17 AGOSTO 2022

La città registra temperature record con 44°C

10 GENNAIO 2022

Allagamenti nel quartiere Papireto a causa delle piogge che hanno ingrossato l'omonimo fiume sotterraneo

18 LUGLIO 2021

Un violento nubifragio fa allagare nuovamente i viali: 27 gli interventi dei Vigili del fuoco per soccorrere automobilisti rimasti intrappolati

16 LUGLIO 2020

135 millimetri di pioggia in poche ore: 200 auto distrutte, due sottopassi invasi dal fango e 10 bambini ricoverati per un inizio di ipotermia

22 APRILE 2019

9 morti all'interno di una villetta sommersa da acqua e fango

4 OTTOBRE 2018

Allagamenti diffusi, in particolare a Mondello, con persone intrappolate in casa

20 AGOSTO 2018

Allagamenti diffusi e traffico in tilt

15 APRILE 2018

Allagamenti negli Ospedali Civico e Policlinico di Palermo

pino tra quelli di via Passeggiata Archeologica è precipitato al suolo colpendo un'autovettura di passaggio. Il 12 novembre dello stesso anno, l'ex eliporto di San Leone viene sommerso dall'acqua a causa delle piogge. Pochi giorni prima, il 10 novembre 2019, un nubifragio provoca acqua molto alta al Villaggio Mosè. Invasi dal fango strade come via delle Mandorle, viale Cannatello e via Teatro Tenda. In via delle Mandorle l'acqua è arrivata a circa un metro. A meno di una settimana, il 25 ottobre, era stata la zona costiera di San Leone ad andare in crisi, con il sistema fognario saltato a causa delle piogge. Il 6 maggio 2019 le forti raffiche di vento hanno scoperchiato lo stabilimento balneare della Polizia dello Stato, per fortuna nessuno è rimasto ferito. Il 29 gennaio 2019 le incessanti piogge portano al cedimento del terreno fra Aragona e Agrigento Bassa, per la lunghezza di circa 1 km.

Tra l'1 e il 3 novembre 2018 numerosi danni si verificano in tutto il territorio comunale in seguito a un'ondata persistente di maltempo. Si

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ AGRIGENTO

1 NOVEMBRE 2019

Un nubifragio allaga la zona di Villaggio Mosè, con acqua alta un metro e fango

29 GENNAIO 2019

Forti piogge portano uno smottamento lungo 1 km, fra Aragona e Agrigento Bassa

1, 2 E 3 NOVEMBRE 2018

Crollo del costone dell'Addolorata.

Strade allagate e disservizi estesi sulle reti elettriche al Villaggio Mosè. Esondazione del fiume Akragos con evacuazione di oltre cinquanta famiglie

14 APRILE 2018

Forti raffiche di vento colpiscono la rete elettrica

24 FEBBRAIO 2015

Crolla un muro di contenimento a causa delle piogge, una palazzina evacuata

25 OTTOBRE 2012

In tilt il sistema fognario tra Villaggio Mosè e San Leone. Decine di famiglie sfollate

15 OTTOBRE 2012

Allagamento con danni alla biblioteca comunale

registra il crollo del costone dell'Addolorata e la conseguente chiusura di via Garibaldi. Strade allagate e negozi al buio al Villaggio Mosè, mentre il fiume Akragos esonda e i Vigili del fuoco fanno evacuare più di cinquanta famiglie. In precedenza altri danni alle infrastrutture si sono verificati l'11 settembre 2017 quando una voragine si è aperta lungo viale Leonardo Sciascia al Villaggio Mosè. L'asfalto è sprofondato, sotto l'acqua che ha letteralmente sommerso l'intera strada, inghiottendo una vettura. Il 24 febbraio 2015 crolla il muro di contenimento in via Matteo Cimarra a causa delle piogge. Evacuate le famiglie che abitavano la palazzina di tre piani che si trova a ridosso. Il 25 ottobre 2012 sono bastate poche ore di pioggia per far andare in tilt il sistema fognario e tutte le condotte tra Villaggio Mosè e San Leone. Decine e decine di famiglie hanno dovuto abbandonare le proprie case. Solamente 10 giorni prima, il 15 ottobre, un temporale aveva provocato danni in diversi punti della città tra cui la biblioteca comunale, con acqua e fango nei magazzini e tre centimetri di acqua che hanno inzuppato i libri dei ripiani più bassi.

CATANIA

Particolarmente colpita negli ultimi anni anche la Sicilia orientale, con alluvioni, frane, colate di fango e trombe d'aria, come purtroppo ripetutosi drammaticamente nell'ottobre 2021. La città di Catania è stata vittima di **12** eventi estremi a partire dal 2010, ma il 70% dei paesi siciliani è a rischio, per la conformazione del territorio, e le amministrazioni ancora non sembrano aver posto la tematica della prevenzione da alluvioni e frane tra le priorità del loro lavoro. Si evidenzia dunque una gestione sbagliata del territorio e la scarsa considerazione delle aree considerate a elevato rischio idrogeologico, la mancanza di adeguati sistemi di allertamento e piani di emergenza per mettere in salvo i cittadini, insieme a un territorio che non è più in grado di ricevere precipitazioni così intense, sono i fattori che trasformato un violento temporale in tragedia.

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ CATANIA

29 OTTOBRE 2021

Crolla una porzione del ponte sulla strada provinciale 63 a Granieri, Caltagirone (CT)

26 OTTOBRE 2021

Il nubifragio causa una vittima a Gravina di Catania (CT). Nel capoluogo ospedali, abitazioni ed attività commerciali allagati, auto sommerse dall'acqua. Via Etnea è diventata un fiume in piena e piazza Duomo un lago; disservizi estesi sulle reti elettriche nel centro storico

25 OTTOBRE 2021

Il Simeto esonda in zona Vaccarizzo e l'acqua invade le campagne e le strade circostanti

24 OTTOBRE 2021

A Scordia (CT) strade trasformate in torrenti e automobili sommerse. Due le vittime. A Randazzo (CT) gravemente danneggiato il ponte San Giuliano che attraversa il fiume Alcantara

5 OTTOBRE 2021

Allagamenti a Catania e danni in centro storico causati dal vento

2 NOVEMBRE 2015

Una frana causata dalle piogge interrompe l'approvvigionamento idrico per 20 giorni tra Fiumefreddo (CT) e Calatabiano (CT)

21 FEBBRAIO 2013

Alluvione a Catania con il centro storico completamente allagato

Il mese di ottobre 2021 verrà ricordato come quello dei record abbattuti e dei disastri provocati dal medice Apollo. Tra il 24 e il 29 ottobre sono stati 5 gli eventi estremi che hanno interessato il catanese, con fiumi di acqua e fango che hanno devastato intere aree della Sicilia orientale provocando 3 vittime, a Scordia e Gravina di Catania. Incredibili i dati cumulati di pioggia registrati in 48 ore, con estremi come a Linguaglossa di 494 mm e Lentini con 290 mm. Strade inagibili e trasformate in fiumi, come via Etnea a Catania, dove in 48 ore si è registrata una quantità di pioggia pari a un terzo di quella annuale. A Misterbianco (CT), per lo smottamento di fango e detriti provenienti da Monte Cardillo, sono state fatte evacuare quattro famiglie. Poco prima, il 5 ottobre, una forte perturbazione caratterizzata da venti record ha causato danni al centro storico di Catania con diversi danni e feriti. In centro città uno dei lampioni di piazza Università è stato scarraventato via. Nel 2014, due i fenomeni estremi accaduti tra novembre e dicembre, entrambi con danneggiamenti alla linea ferroviaria per trombe d'aria e di conseguenza soppressione e rallentamento dei treni sulla Messina-Catania-Siracusa. In precedenza, il 21 febbraio 2013, un fiume di acqua e fango si è riversato dalla via Etnea, dalle pendici dell'Etna, fino al centro storico di Catania, lasciando la città in ginocchio.

CAGLIARI, SASSARI E OLBIA

Cagliari, inclusa l'area metropolitana, ha visto aumentare le frequenze di eventi climatici estremi negli ultimi anni, con **12** casi in totale tra il 2010 e ottobre 2022, di cui 8 negli ultimi quattro anni; 6 gli eventi nel capoluogo, 3 a Capoterra, altri due casi a Sestu e uno a Sinnai.

Anche nel nord dell'isola, nel territorio di Sassari, si sono verificati diversi casi di eventi estremi: **7** in totale di cui 4 solo nel 2021. A Olbia due gli episodi, nel 2013 e 2015, che hanno causato 10 vittime in totale.

Per il 2022 vanno ricordati gli allagamenti avvenuti l'11 agosto, che hanno interessato Cagliari, in particolare nella zona di Pirri, Elmas e Assemini. Strade come fiumi hanno trascinato via auto e allagato numerosi scantinati.

Nel 2021, il 10 settembre, un allagamento ha interessato l'hub vaccinale di Sassari, oltre a strade e scantinati in tutta la città, ma va sottolineato come la stessa zona sia stata interessata da un

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ CAGLIARI, SASSARI E OLBIA

11 AGOSTO 2022

Allagamenti diffusi con strade inagibili a Cagliari, Elmas e Assemini. Scantinati sommersi da acqua e fango

10 SETTEMBRE E 17 APRILE 2021

Le forti piogge creano disagi in tutta Sassari e fanno temporaneamente chiudere l'hub vaccinale allagato

10 SETTEMBRE 2021

Allagamenti sulla statale 195 con auto bloccate e l'intervento del nucleo sommozzatori dei Vigili del fuoco

11 FEBBRAIO 2021

A Sestu (CA) una tromba d'aria danneggia serre e capannoni causando ingenti danni ad alcune aziende agricole

28 NOVEMBRE 2020

Alluvione a Bitti (NU) che ha riportato tre vittime ed enormi danni causati dall'ondata di acqua e fango

24 SETTEMBRE 2020

Una tragedia colpisce Sassari durante il nubifragio. Un uomo, senz'altro, di 53 anni muore annegato nella fontana delle Conce dove si era rifugiato per ripararsi dalla pioggia.

4 FEBBRAIO 2020

Il forte vento fa crollare la torre faro su una macchina a Cagliari; nessun ferito

31 AGOSTO 2019

Chiusa la strada Sestu-Assemini; allagata l'area commerciale di Sestu (CA)

22 APRILE 2019

Muore un turista francese vicino Villaputzu (SU), in un incidente di barca causato del forte vento

10 OTTOBRE 2018

Alluvione a Capoterra (CA) e crollo del ponte sul rio Santa Lucia sulla SS195 Una vittima. Chiuse le scuole

1 OTTOBRE 2015

Alluvione ad Olbia, una vittima

19 NOVEMBRE 2013

Il ciclone "Cleopatra" si abbatte su Olbia. Le acque sono giunte ai piani alti delle abitazioni, 9 le vittime.

28 OTTOBRE 2008

Il rio San Girolamo, a Capoterra (CA), travolge case ed auto; 4 morti

evento simile il 17 aprile, causando lo stop alle vaccinazioni e numerosi disagi in tutta la città. A Capoterra, il 10 settembre, le squadre di pronto intervento e il nucleo sommozzatori dei vigili del

fuoco hanno soccorso diversi automobilisti rimasti intrappolati nelle macchine coinvolte dalla piena in alcuni tratti della strada statale 195. Poi il caso di Sestu, l'11 febbraio, quando una tromba d'aria ha scoperchiato serre e capannoni danneggiando intere coltivazioni e causando ingenti danni ad alcune aziende agricole.

Il 24 settembre 2020 una tragedia colpisce Sassari durante il nubifragio. Un uomo, senz'altro, di 53 anni muore annegato nella fontana delle Conce dove si era rifugiato per ripararsi dalla pioggia. Il 4 febbraio 2020, a causa del forte vento, sempre sulla statale 195 a Cagliari, non lontano dalla zona Industriale, è crollata la torre faro proprio su una macchina che passava in quel momento, per fortuna senza conseguenze per gli occupanti del mezzo. Il 31 agosto 2019, a Sestu, un violento acquazzone ha allagato in poco tempo strade e scantinati. Particolarmente colpito un centro commerciale e diversi scantinati allagati nei capannoni lungo l'ex SS131. La strada comu-

nale Sestu-Assemini è stata chiusa al traffico. Va ricordata poi l'alluvione di Capoterra del 10 ottobre 2018, che ha completamente isolato la cittadina. È crollato il ponte sul rio Santa Lucia lungo la statale 195. La strada era già precipitata in più punti, tanto che la Polizia municipale era stata costretta a chiudere la statale che collega Cagliari a Capoterra. Chiuse le scuole e, purtroppo, si è anche registrata una vittima.

Una vittima anche il 1° ottobre 2015, a causa del medicane che ha colpito successivamente la Corsica e le coste della Liguria e che ha provocato straripamenti di torrenti e canali in particolare nella Gallura e a Olbia, dove è esondato in diversi punti della città il Rio Siligheddu che fu causa dell'alluvione nel 2013. Si tratta, appunto, delle stesse aree a rischio di due anni prima quando, il 19 novembre 2013, il ciclone "Cleopatra" si è abbattuto su Olbia e dintorni. Sulla città in molti quartieri le acque sono giunte ai piani alti delle abitazioni, 9 le vittime.

DANNI DA TROMBE D'ARIA

GENOVA

2 trombe d'aria, a giugno ed agosto 2020, hanno provocato danni allo stesso supermercato a Voltri

COSTA NORD MARCHE E ROMAGNA

5 eventi tra 2019 e 2022 danneggiano decine di stabilimenti balneari, alberi ed auto

ANCONA

Tra il 2012 ed il 2020 si sono verificate 7 trombe d'aria con danni nell'area portuale e tra i quartieri costieri

BARI

18 casi tra il 2010 ed il 2020, con eventi ripetuti presso l'aeroporto Palese e nella zona portuale

SALENTO

15 trombe d'aria tra il 2017 ed il 2022 con danni alle infrastrutture urbane ed alle coltivazioni

TARANTO

4 eventi di danni da trombe d'aria tra il 2013 ed il 2020, di cui 3 presso gli stabilimenti Ilva che hanno causato la morte di due operai

TORRE ANNUNZIATA

Tra il 2010 ed il 2019 si sono verificate 8 trombe d'aria con danni a stabilimenti balneari, esercizi commerciali ed abitazioni

TERRACINA

2 trombe d'aria, nel 2017 e 2018, provocano danni ad abitazioni ed aziende agricole. 2 le vittime

SABAUDIA

3 casi tra il 2017 ed il 2022 con danni a stabilimenti balneari, alle dune e alle serre

COSTA NORD TOSCANA

9 eventi sulla costa tra 2019 e 2022 con 3 morti, danni ad alberghi, campeggi, stabilimenti balneari, negozi e mercati

ROSIGNANO MARITTIMO

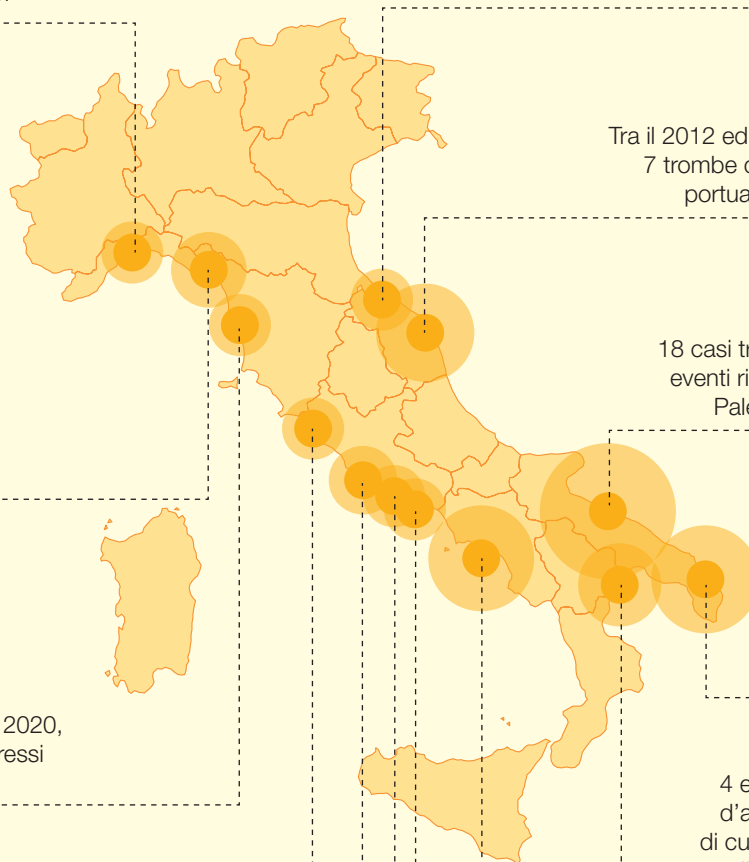
2 trombe d'aria, nel 2012 e 2020, si ripetono sulla costa nei pressi dello stabilimento Solvay

MONTALTO DI CASTRO

2 casi sulla costa, nel 2018 e 2019, si verificano nella frazione di Pescia Romana con danni a terreni agricoli e serre

LIDO DI OSTIA

3 casi di trombe d'aria, nel 2019 e 2020, con danni agli stabilimenti balneari



ALLAGAMENTI DA PIOGGE INTENSE

GENOVA

3 casi di allagamento, e inagibilità, del sottopasso di Brin tra 2018 e 2022

SAN MAURO TORINESE

2 allagamenti con chiusura dei sottopassaggi a giugno 2019 e 2020

CAGLIARI

2 allagamenti nella zona di Pirri, nel 2018 e 2019

SASSARI

2 casi di allagamento nel 2021, a distanza di 5 mesi, all'hub vaccinale di Sassari, costretto alla temporanea chiusura

VERONA

2 allagamenti, entrambi nell'estate 2020, nei quartieri Veronetta, Verona Sud e nel centro storico

TRAPANI

3 episodi nell'arco di due settimane nel 2022, con danni a negozi, abitazioni e strade completamente bloccate

PALERMO

2 casi di allagamento, nel 2020 e nel 2021, paralizzano la viabilità cittadina esattamente ad un anno di distanza (il 16 ed il 18 luglio)

AGRIGENTO

6 casi nel quartiere costiero San Leone tra il 2016 ed il 2019. 5 eventi di allagamento nel quartiere Villaggio Mosè tra il 2012 ed il 2019

ALBANO SANT'ALESSANDRO

2 casi di allagamento in via Marconi nel 2016, con esondazione del torrente Zerra, e nel 2020

TORRI DI QUARTESOLO

3 allagamenti in 5 mesi, tra agosto e dicembre 2020, con strade, abitazioni e scantinati sott'acqua

ANCONA

4 eventi di allagamento nella nuova zona di Baraccola, tra il 2013 ed il 2019

FORINO

2 casi di allagamento nel 2021, a distanza di 10 giorni, nella frazione di Celzi con l'evacuazione di decine di abitazioni

BARI

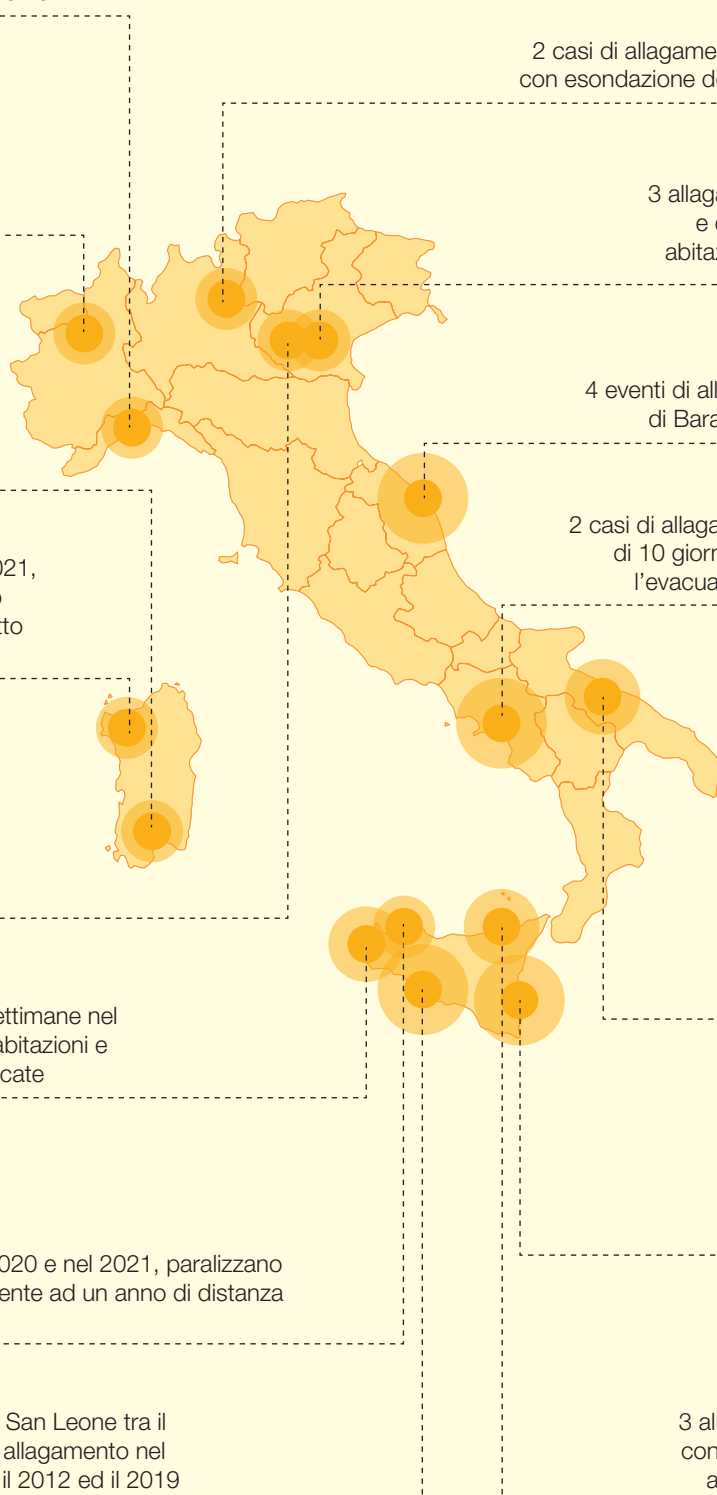
3 casi di allagamenti nel quartiere Japigia tra il 2015 ed il 2018. 3 casi a Carbonara di Bari tra il 2017 ed il 2019

CATANIA

4 casi di allagamenti tra il 2013 ed il 2021 con le vie centrali trasformate in fiumi

PATTI

3 allagamenti, tra 2019 e 2020, con case e negozi danneggiati, auto bloccate e viabilità in tilt



STOP A METROPOLITANE E TRENI

TORINO

Allagamenti da piogge intense provocano la chiusura delle stazioni della metro Principi d'Acaja, Bernini e Racconigi nel 2012, 2013 e 2020

MILANO

13 eventi in cui le esondazioni di Seveso e Lambro ed i danni alle infrastrutture provocati da piogge intense hanno interrotto linee di metro e tram. Le stazioni più colpite: Zara, Istria, Marche, Maciachini

FIRENZE

Allagamenti e danni alle infrastrutture da forte vento in 7 casi. La metrotranvia e le linee ferroviarie sono state interrotte

BOLOGNA

4 casi di interruzione del nodo ferroviario per forti piogge e neve, tutti tra il 2014 ed il 2018

ROMA

30 casi di interruzione di metro e linee pendolari. Gli eventi più frequenti alle stazioni di Cipro, Flaminio, Manzoni, Colli Albani, Porta Furba e Anagnina sulla metro A e sulla ferrovia Roma-Ostia Lido

REGGIO CALABRIA

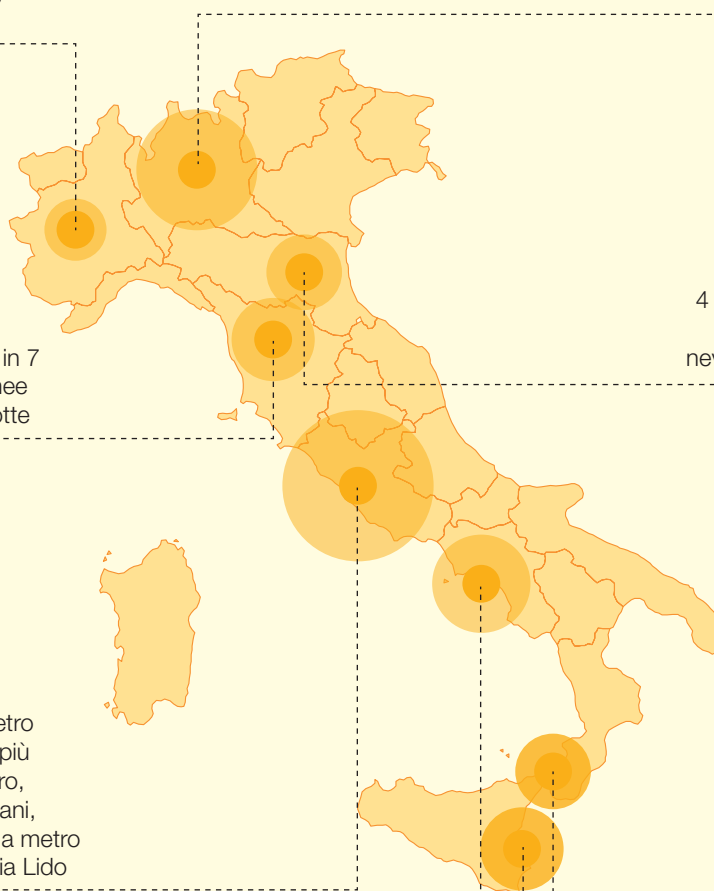
Circolazione ferroviaria sospesa 4 volte sulla linea tirrenica tra Reggio Calabria e Villa S. Giovanni

NAPOLI

Interruzione delle linee ferroviarie e metropolitane in 14 casi. Colpite le stazioni di Piazza Garibaldi e Piazza Dante con 5 eventi di allagamenti ed infiltrazioni

CATANIA

6 casi di piogge estreme tra il 2010 ed il 2017 che fanno sospendere il servizio sulla ferrovia Messina-Catania-Siracusa e sulla Catania-Palermo



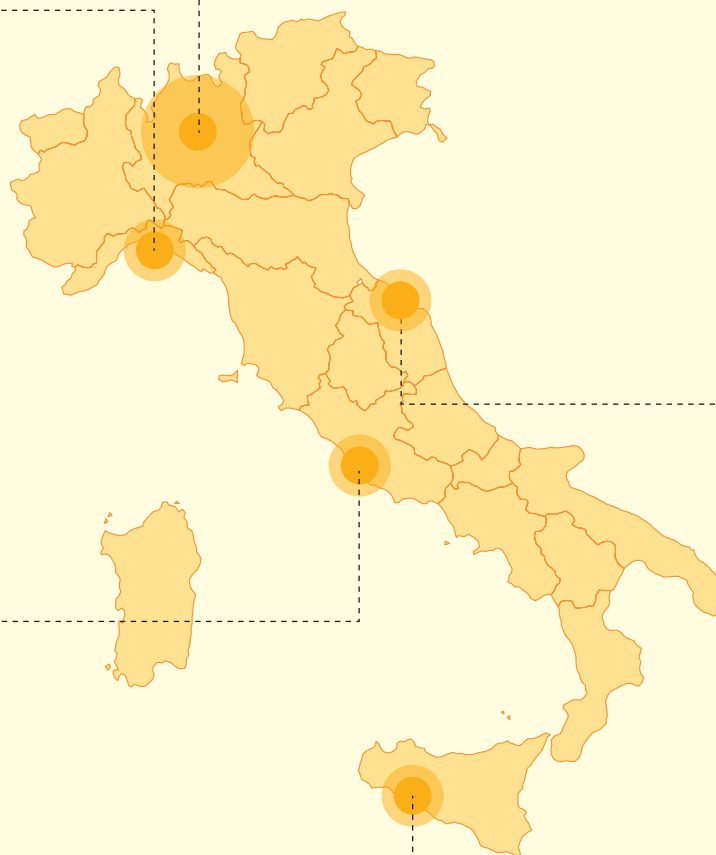
ESONDAZIONI FLUVIALI

MILANO

20 esondazioni di Seveso e Lambro tra il 2010 ed il 2020. Sempre colpito il quartiere Niguarda

SENIGALLIA

2 esondazioni del Misa, nel 2014 e 2022, che hanno provocati alluvioni con danni e vittime



GENOVA

2 casi di esondazione nel 2014 dei torrenti Bisagno e Ferreggiano

ROMA

2 casi di esondazione del Fosso di Bel Poggio in 20 giorni nel 2021

SCIACCA

4 esondazioni dei torrenti Foggia, San Marco, Magazzolo, Verdura e Cansalamone tra il 2016 ed il 2022

GLI IMPATTI PER TIPOLOGIA DI EVENTO ESTREMO

2

DANNI DA SICCIÀ PROLUNGATA

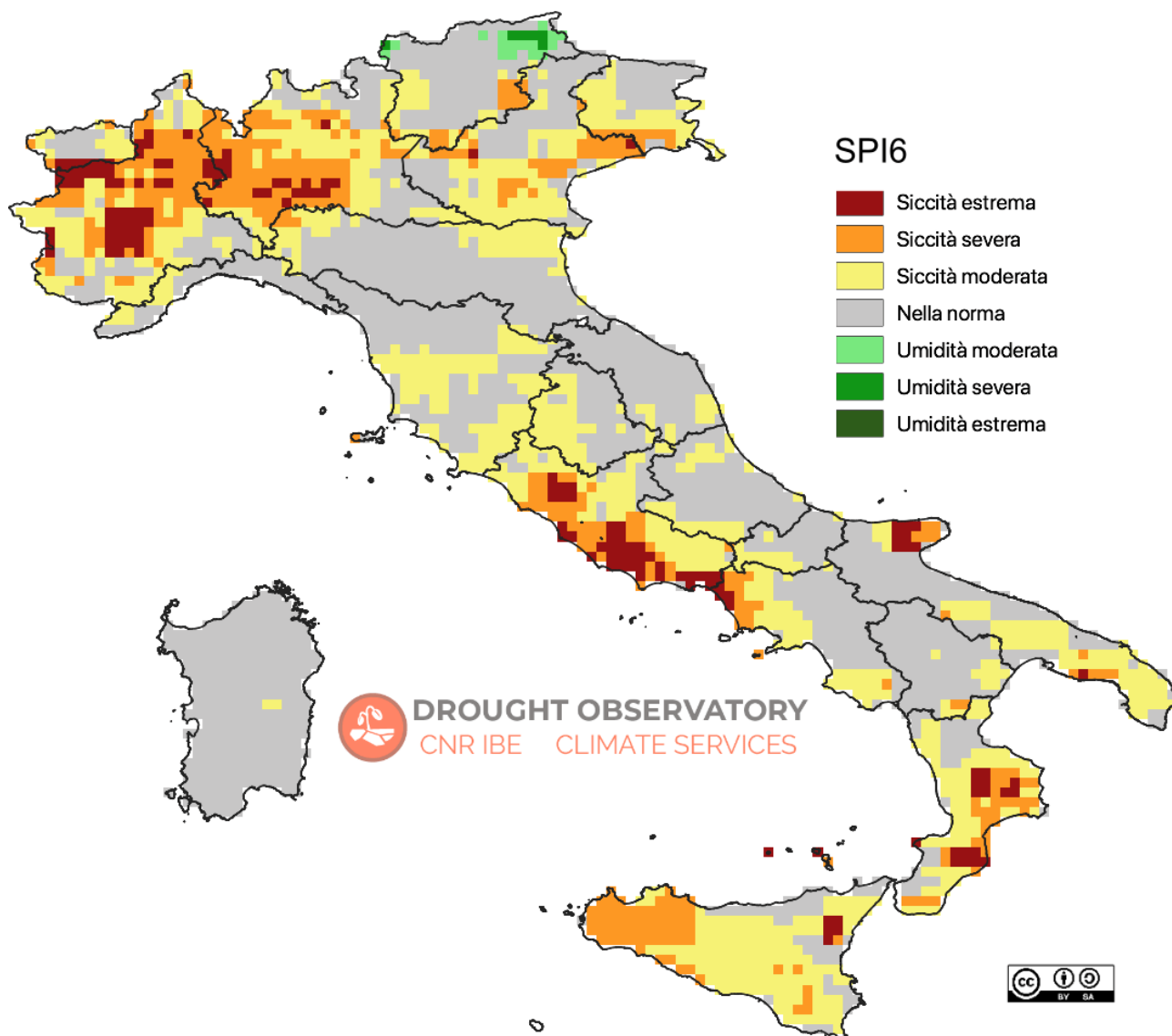
I lunghi periodi di siccità, che interessano l'Italia sempre più costantemente, stanno provocando gravi danni a settori chiave come quello agricolo, ormai in tutto il Paese. Lo scorso luglio il Consiglio dei ministri ha dato il via libera alla dichiarazione dello Stato di emergenza per siccità in 5 regioni (Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte e Veneto) per 36,5 milioni di euro.

La situazione è resa ancora più drammatica dal fatto che l'inizio dei periodi siccitosi coincide con l'avvio dell'inverno (dopo un autunno estremamente piovoso). Nell'ultimo inverno, ad esem-

pio, sono caduti in Lombardia solo 65 millimetri di pioggia, l'82% in meno rispetto al 2021, con conseguenze sull'agricoltura, incendi e livelli minimi di fiumi e laghi. In valore assoluto, secondo i dati di Arpa Lombardia, nel primo trimestre 2022 sono mancati tre miliardi di metri cubi d'acqua rispetto al 2021.

Sono state colpite, in particolar modo, intere regioni come il Piemonte, la Valle d'Aosta, la Lombardia, il Lazio, la Sicilia e la Calabria, poi grandi porzioni di Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Trentino Alto Adige, Emilia-Romagna, Toscana,

Standardized Precipitation Index (SPI) a 6 mesi



Fonte European Draught Observatory

Umbria, Campania e Puglia, come indicato dalle elaborazioni dello European Drought Observatory (EDO)⁴¹.

A marzo la neve sulle Alpi era già totalmente esaurita in Piemonte e Lombardia e i laghi, in particolare il lago Maggiore, risultavano ai minimi storici del periodo.

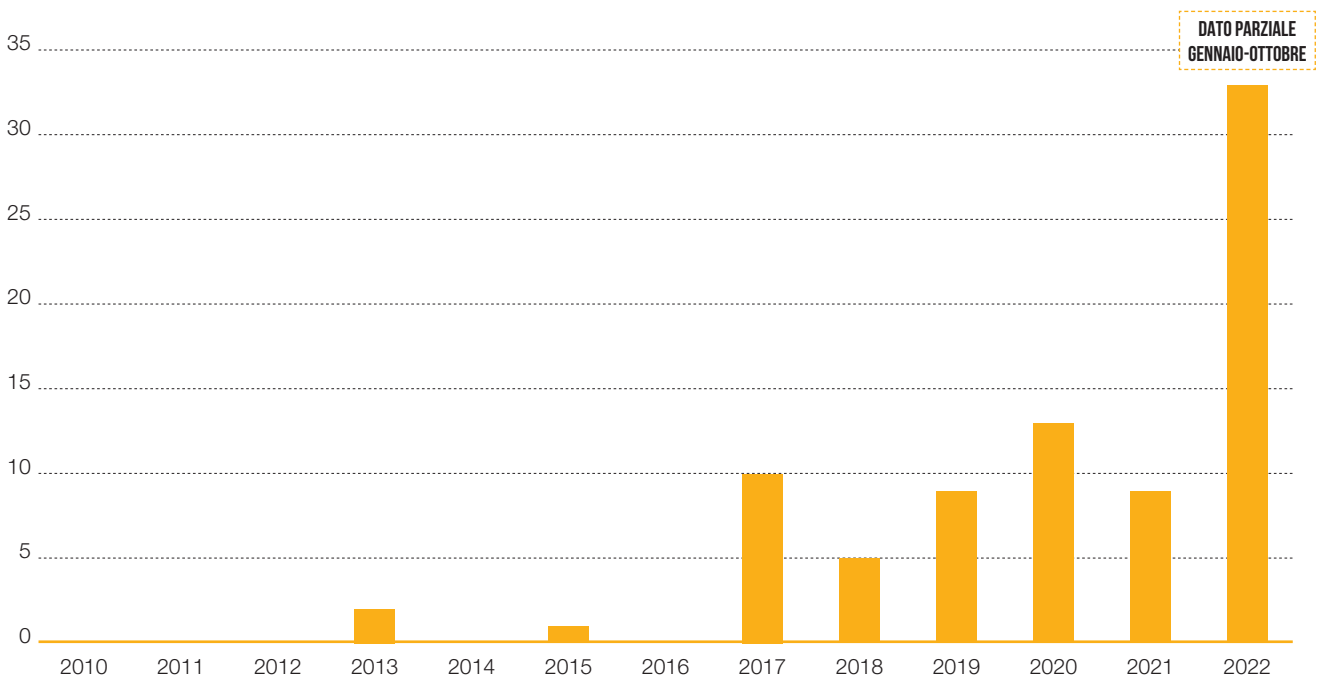
Condizioni proseguite per mesi e in tutto il centro nord. A giugno, nel Lazio, la quasi assenza di precipitazioni ha portato a un significativo calo dei livelli dei fiumi Tevere e Liri, ma anche

dei laghi di Bracciano e di Nemi. A Roma, da inizio anno fino alla fine di settembre, sono caduti 190 mm di pioggia, rispetto ai 520 mm di media nei primi nove mesi dell'anno.

In Piemonte gli invasi delle dighe della Baraggia (Ravasanella, Ostola, Ingagna) hanno visto 4 milioni di metri cubi d'acqua in meno rispetto alla media e a Torino, per il secondo anno di seguito, il Po ha raggiunto livelli bassissimi in città. In Veneto il livello dell'Adige si è attestato ai minimi dell'ultimo decennio.

⁴¹ <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

Danni da siccità prolungata



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

Come visto, nelle aree del Delta del Po si è verificata la risalita di acqua salata dal mare, il cuneo salino, inizialmente a oltre 10 chilometri dalla costa adriatica, arrivato poi nel Po di Goro e nel Po di Pila rispettivamente a circa 39 km e 36 km dalla costa.

L'impatto è stato enorme e distruttivo per l'agricoltura. Per una fascia di 50 metri dall'argine non può essere coltivato nulla e serviranno anni di pioggia per miscelare l'acqua salata e far torna-

re la terra fertile.

Nei mesi autunnali del 2022 sono state le regioni centrali a essere più colpite, con il Tevere, in Umbria, che ha visto una portata di 2 metri cubi al secondo, vicinissima al Deflusso Vitale Minimo.

Alcune cifre rendono ancora più evidenti i danni provocati: in Toscana, i danni ammontano a oltre 260 milioni di euro, in Lombardia a 417 milioni di euro con oltre 9 mila imprese del settore agricolo colpite.

ONDATE DI CALORE NELLE AREE URBANE

Il 2022, ancora una volta, sta dimostrando tutti gli effetti del riscaldamento globale, con record di ogni genere segnati in svariate parti del mondo e d'Italia. Gli ultimi anni vedono segnare nuovi e costanti record di temperature che non possono lasciare indifferenti come nel 2022, l'11 agosto, a Siracusa, dove sono stati raggiunti i 48,8°C, il valore europeo più alto di sempre.

Il valore medio della temperatura nelle aree urbane è tra gli indicatori più importanti per

valutare i cambiamenti climatici in corso. I dati Istat⁴², riferiti al 2020, sulle anomalie di temperature in 24 città italiane e sul numero di notti tropicali, confermano ancora una volta la tendenza al riscaldamento in tutte le aree urbane prese in considerazione, con anomalie record a Perugia, di 2,1°C, e Roma con 2,04°C. Le anomalie 2020 sul valore climatico 1971-2000 sono state rilevanti anche a Milano, con 1,91°C, e Bologna, con 1,8°C.

42 <https://www.istat.it/it/archivio/263811>

Anomalie delle temperature e del numero delle notti tropicali

Comuni	Temperatura media annua in °C			Numero di notti tropicali			
	Valore medio 2006-2015	Valore medio 1971-2000	Anomalia 2020 dal valore medio 1971-2000	Valore medio 2006-2015	Valore medio 1971-2000	Differenza 2020 dal valore medio 2006-2015	Anomalia 2020 dal valore medio 1971-2000
Torino	15	13,4	1,71	41	22	3	22
Aosta	11,8	10,9	1,4	1	1	0	0
Genova	16,5	15,9	0,92	66	55	15	26
Milano	15,7	14	1,91	58	35	12	34
Bolzano/ Bozen	13,3	12,1	1,34	11	1	-6	4
Trento	13,3	12,3	1,33	11	7	-3	1
Venezia	14,9	14,2	0,95	60	43	-1	16
Trieste	16	14,6	1,48	58	41	-4	13
Bologna	15,2	14,6	1,8	48	42	16	22
Firenze	16,4	15,4	1,07	37	22	8	23
Perugia	15,2	13,5	2,1	28	14	-1	13
Ancona	17	15,5	0,66	68	44	-11	13
Roma	17	15,8	2,04	47	32	6	20
L'Aquila	12,9	11,9	0,86	1	1	2	2
Campobasso	13,4	12,2	1,36	29	12	-3	14
Napoli	17,1	15,9	1,34	55	19	17	53
Bari	17,5	17	0,31	89	69	0	20
Potenza	13,6	12,7	0,92	9	5	-3	1
Catanzaro	17,1	16,3	1,17	72	53	14	33
Reggio Calabria	19,1			102		4	
Palermo	19	18,5	0,59	94	73	6	27
Catania	19,1			89		19	
Messina	19,4			107		-1	
Cagliari	18,4	17,8	0,97	61	55	6	12

Fonte: Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di regione e città metropolitane, Istat 2021

Ancora più eccezionali e d'impatto i dati che riguardano le notti tropicali, quando le temperature notturne non scendono sotto i 20°C.

In questo caso le anomalie 2020 rispetto al valore climatico 1971-2000 mostrano addirittura Napoli con un +53, ma non meno preoccupanti sono i valori di Milano (+34) e Catanzaro (+33).

La conseguenza è quella di un rilevante aumento della mortalità durante le ondate di calore, ossia quando si hanno per più giorni temperature elevate sia di giorno che di notte, in particolare proprio nelle aree urbane.

Il Report pubblicato dal Ministero della Salute e che riassume i dati provenienti dai sistemi di allarme, dal Sistema di Sorveglianza della Mortalità Giornaliera e degli accessi in Pronto Soccorso evidenzia come nel mese di luglio la mortalità sia aumentata del 29% e abbia interessato le persone

di età superiore a 65 anni. I più colpiti sono stati gli over 85, che hanno fatto registrare un eccesso di mortalità del 41% nelle città del nord e del 35% in quelle del centro sud.

Proprio per contrastare la crisi climatica e prevenire gli effetti delle ondate di calore Croce Rossa Italiana e Legambiente hanno rinnovato, anche per il 2022, la campagna "Cresce il caldo, cresce la prevenzione"⁴³, con l'obiettivo di promuovere azioni che tengano insieme giustizia ambientale e sociale, informando i cittadini su prevenzione e rischi delle ondate di calore. Nell'ambito della campagna, promossa ormai da anni dalla Croce Rossa Italiana, è attivo da quest'anno, 24 ore su 24, il numero di pubblica utilità 1520 che fornisce informazioni, supporto e assistenza, su come prevenire in qualsiasi momento gli effetti negativi di queste condizioni meteorologiche estreme.

DANNI CAUSATI DA PIOGGE ED ALLUVIONI

Nelle aree urbane gli effetti dei cambiamenti climatici si stanno rivelando, sempre più evidenti e risulta fondamentale studiare con attenzione le dinamiche che generano questi impatti. Altrettanto importante è approfondire quanto fenomeni di questa portata determinino effetti diversi nel territorio italiano. La spiegazione, a volte di natura idrogeologica, spesso è determinata da come si è costruito e da come sono gestiti il territorio e la rete di smaltimento delle acque.

I rilevamenti Istat mostrano indubbiamente, anche per i dati riferiti al 2020, una serie di anomalie marcate, con aree urbane sempre più piovose e altre con precipitazioni inferiori alle medie e periodi siccitosi.

Vanno evidenziate le diminuzioni di Napoli, con -439,6 mm di pioggia nel 2020 rispetto al periodo 1971-2000, di Genova con -276,9 mm e di Catanzaro con -262,1 mm. In aumento le precipitazioni complessive, nel 2020, di Bolzano (+180,8 mm), Perugia (+146 mm), Campobasso (+123,3) e, con aumenti molto contenuti, di Trento e Palermo.

Una recente pubblicazione di Istat dal titolo

"Misure del benessere equo e sostenibile dei territori"⁴⁴ ha messo in evidenza gli estremi di precipitazioni verificatesi nel 2021, con 77 giorni in cui le piogge sono state intense, ossia con valori di almeno 50 mm. All'opposto si trovano i giorni consecutivi senza pioggia, tecnicamente con precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm, con 54 province italiane in cui questo indice è superiore alla mediana del periodo 1981-2010.

Attraverso la mappa dell'Osservatorio CittàClima vengono raccolti gli eventi elencando anche i principali danni nelle città e nel territorio italiano. Si tratta di situazioni causate durante episodi di pioggia estremi in cui, in pochi minuti, scendono quantitativi di acqua che mediamente dovrebbero scendere in diversi mesi o in un anno. Come evidenziato dall'immagine "Le precipitazioni diventano più intense e pericolose" sono in costante aumento gli episodi in cui le precipitazioni fanno registrare record locali e nazionali. Per l'anno in corso vanno evidenziati alcuni casi con precipitazioni intense. A Cantiano, tra le zone colpite dalla distruttiva alluvione del 15-16 settembre nelle Marche, sono caduti 420

⁴³ <https://cittaclima.it/ondatedicalore/>

⁴⁴ [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)-il-bes-dei-territori](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)-il-bes-dei-territori)

Precipitazione media in mm e variazione dal valore medio per capoluogo di regione/provincia autonoma

Comuni	Precipitazione totale annua		
	Precipitazione media 2006-2015	Valore medio 1971-2000	Anomalia 2020 dal valore medio 1971-2000
Torino	977,6	847,6	-4,8
Aosta	539	526,8	-105,7
Genova	1113,3	1263,8	-276,9
Milano	897,2	955,8	-196
Bolzano/ Bozen	739	692,1	180,8
Trento	1041,8	901,5	82,7
Venezia	703,4	804,8	-177
Trieste	913,8	972,6	-127,7
Bologna	760,2	755	-211,9
Firenze	773,1	815	-221,6
Perugia	846,8	783,8	146
Ancona	759	675,4	-64,6
Roma	772,8	790,8	-190
L'Aquila	653,1	686,1	-193,7
Campobasso	766,6	551,8	123,34
Napoli	960	976,1	-439,6
Bari	570,2	529,7	-21,7
Potenza	773	677,2	19,2
Catanzaro	1114	960,1	-262,1
Reggio Calabria	631,9		
Palermo	671,7	469,7	60,7
Catania	799,9		
Messina	870,8		
Cagliari	387,3	403,54	-27,5

Fonte: Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di regione e città metropolitane, Istat 2021

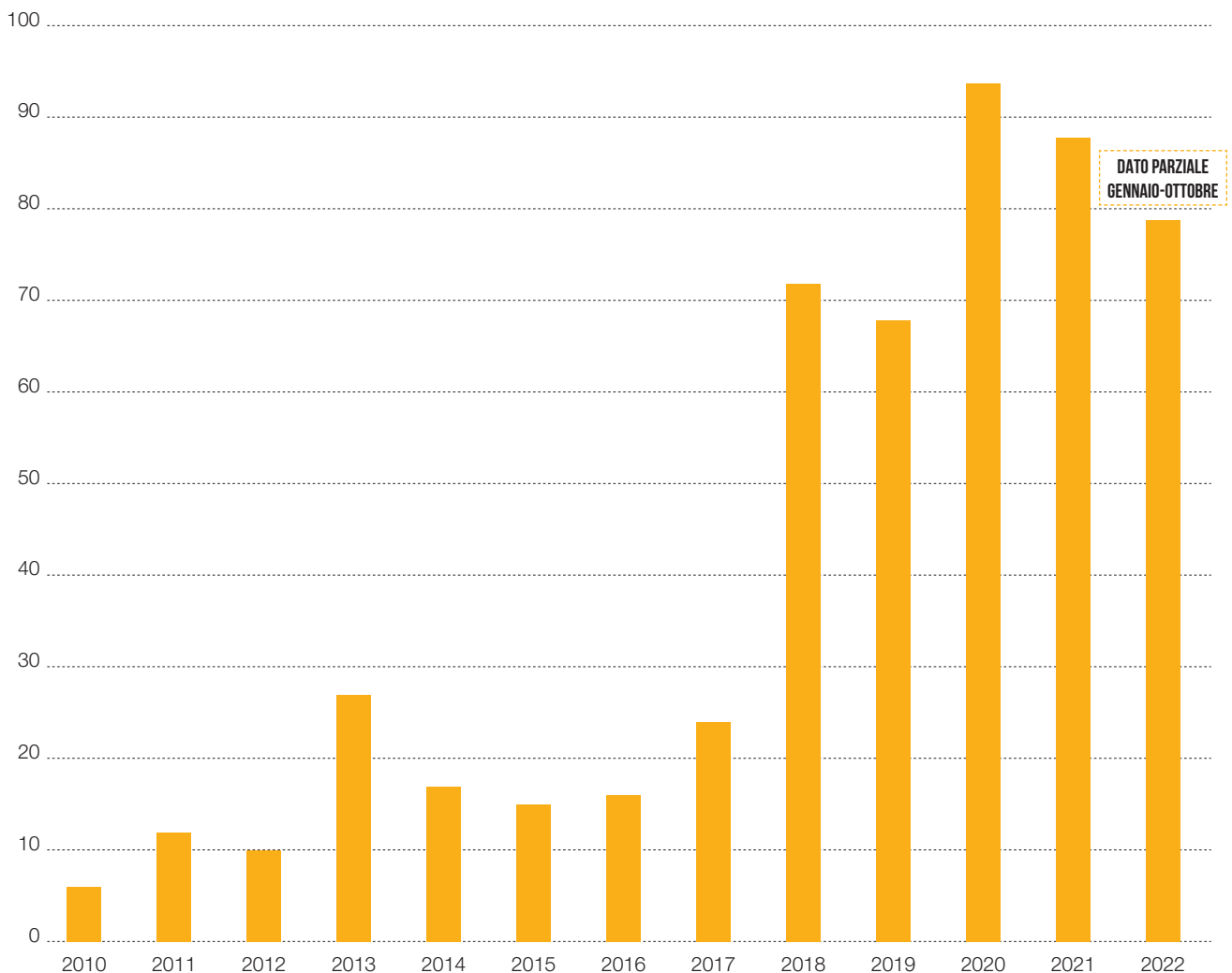
mm di pioggia in 7 ore, ossia la metà delle precipitazioni registrate nel 2021.

L'8 settembre, a Trieste, sono stati registrati 132 mm di pioggia in 4 ore; il 19 agosto, sono caduti 114 millimetri in un'ora e mezza a Cerreto Guidi (FI). Il 5 agosto sono stati 100 i millimetri caduti in un'ora a San Martino in Badia (BZ); a Niar-do (BS), il 27 luglio, si sono registrati 187 mm di pioggia in due ore.

Nel 2021, incredibili i dati registrati il 4 ottobre durante l'evento di Rossiglione (GE), dove si è verificato il record europeo di sempre con 740,6 mm di pioggia caduti in dodici ore. Poche ore prima, sempre in Liguria, era stato stabilito il record italiano quando a Cairo Montenotte (SV) si sono registrati 495 mm in 6 ore. Eccezionali i dati cumulati di pioggia registrati in 48 ore nel catanese a fine

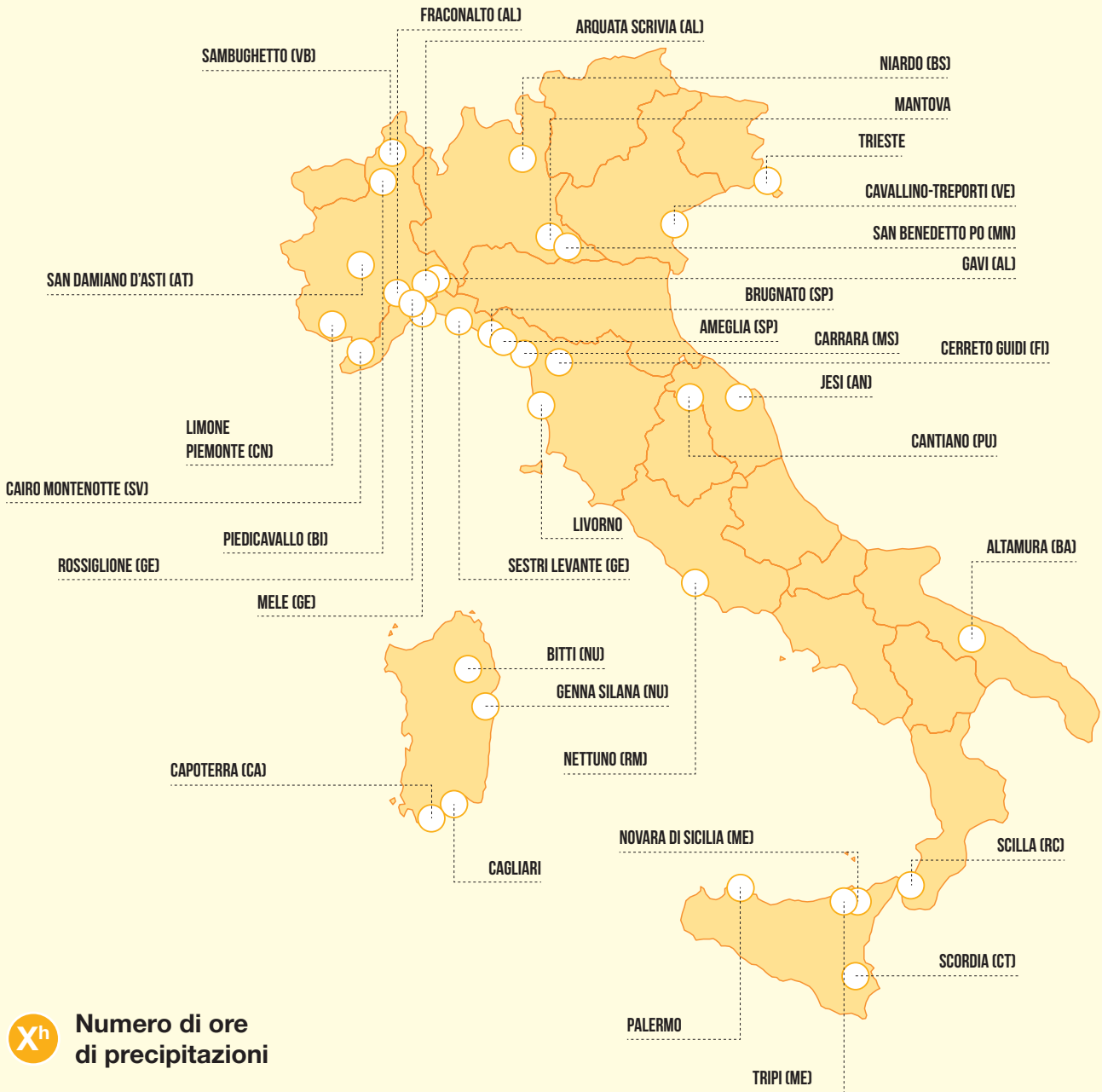
ottobre 2021, con estremi come a Linguaglossa di 494 mm e Lentini con 290 mm. Tra il 24 e il 29 ottobre sono stati 5 gli eventi estremi che hanno interessato il catanese, con fiumi di acqua e fango che hanno devastato intere aree della Sicilia orientale provocando 3 vittime. Vanno ricordati, nel 2020, i casi di Bitti (NU) e l'alluvione che ha colpito l'area tra il 27-29 novembre, con 313 mm in 6 ore. Non da meno l'alluvione lampo avvenuta a Palermo il 16 luglio 2020, quando caddero 135 mm di pioggia in 3 ore. Tra le alluvioni più gravi nel recente passato vi è quella che ha interessato l'intero nord ovest il 3 e 4 ottobre 2020, con danni e vittime in Valle d'Aosta, Piemonte e Liguria. Tra le zone più colpite è stata la provincia di Vercelli, con 1 morto e centinaia di sfollati a causa degli allagamenti diffusi e dell'esonazione del Sesia.

Allagamenti da piogge intense



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

LE PRECIPITAZIONI DIVENTANO PIÙ INTENSE E PERICOLOSE



X^h Numero di ore di precipitazioni

15 SETTEMBRE 2022 **7^h**

CANTIANO (PU)

420 MM

MEDIA MENSILE SETTEMBRE

65 MM

8 SETTEMBRE 2022 **4^h**

TRIESTE

132 MM

MEDIA MENSILE SETTEMBRE

105 MM

19 AGOSTO 2022 **1,5^h**

CERRETO GUIDI (FI)

114 MM

MEDIA MENSILE AGOSTO

35 MM

27 LUGLIO 2022 **2^h**

NIARDO (BS)

187 MM

MEDIA MENSILE LUGLIO

141 MM

25 OTTOBRE 2021 6^h

SCORDIA (CT)

204 MM

MEDIA MENSILE OTTOBRE

81 MM

4 OTTOBRE 2021 6^h

CAIRO MONTENOTTE (SV)

496 MM

MEDIA MENSILE OTTOBRE

135 MM

4 OTTOBRE 2021 12^h

ROSSIGLIONE (GE)

742 MM

MEDIA MENSILE OTTOBRE

161 MM

19 SETTEMBRE 2021 2^h

AMEGLIA (SP)

110 MM

MEDIA MENSILE SETTEMBRE

137 MM

28 LUGLIO 2021 2^h

SAN DAMIANO D'ASTI (AT)

50 MM

MEDIA MENSILE LUGLIO

36 MM

9 GIUGNO 2021 4^h

SCILLA (RC)

152 MM

MEDIA MENSILE GIUGNO

34 MM

6 GIUGNO 2021 1^h

SAN BENEDETTO PO (MN)

229 MM

MEDIA MENSILE GIUGNO

80 MM

6 GIUGNO 2021 1^h

MANTOVA

209 MM

MEDIA MENSILE GIUGNO

80 MM

28 NOVEMBRE 2020 6^h

BITTI (NU)

313 MM

MEDIA MENSILE DI NOVEMBRE

78 MM

22 NOVEMBRE 2020 2^h

CROTONE

200 MM

MEDIA MENSILE DI NOVEMBRE

109 MM

6 DICEMBRE 2020 4^h

NOVARA DI SICILIA (ME)

250 MM

MEDIA MENSILE DICEMBRE

72 MM

6 DICEMBRE 2020 4^h

TRIPOLI (ME)

170 MM

MEDIA MENSILE DICEMBRE

88 MM

3 OTTOBRE 2020 24^h

LIMONE PIEMONTE (CN)

580 MM

SAMBUGHETTO (VB)

630 MM

PIEDICAVALLO (BI)

610 MM

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

75-110 MM

27 SETTEMBRE 2020 24^h

NETTUNO (RM)

83,5 MM

MEDIA MENSILE DI SETTEMBRE

75 MM

22 SETTEMBRE 2020 -1^h

ALTAMURA (BA)

60 MM

MEDIA MENSILE DI SETTEMBRE

34 MM

29 AGOSTO 2020 3^h

FRACONALTO (AL)

224 MM

MEDIA MENSILE DI AGOSTO

69 MM

16 LUGLIO 2020 3^h

PALERMO

135 MM

MEDIA MENSILE DI LUGLIO

14 MM

3 MARZO 2020 6^h

CARRARA (MS)

135 MM

MEDIA MENSILE DI MARZO

83 MM

21 OTTOBRE 2019 24^h

ARQUATA SCRIVIA (AL)

369 MM

GAVI (AL)

486 MM

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

130 MM

14 OTTOBRE 2019 12^h

MELE (GE)

480 MM

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

155 MM

28 AGOSTO 2019 6^h

CAGLIARI

31,4 MM

CAPOTERRA (CA)

47,4 MM

GENNA SILANA (NU)

59 MM

MEDIA MENSILE DI AGOSTO

40 MM

30 LUGLIO 2019 4^h

CAVALLINO-TREPORTI (VE)

150 MM

MEDIA MENSILE DI LUGLIO

65 MM

1 SETTEMBRE 2018 2^h

JESI (AN)

84,8 MM

MEDIA MENSILE DI SETTEMBRE

75 MM

9 SETTEMBRE 2017 3^h

LIVORNO

250 MM

MEDIA MENSILE DI SETTEMBRE

75 MM

25 OTTOBRE 2011 6^h

BRUGNATO (SP)

472 MM

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

150 MM

4 OTTOBRE 2010 4^h

SESTRI LEVANTE (GE)

450 MM

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

155 MM

ESONDAZIONI FLUVIALI

Un altro grave fenomeno che avanza parallelamente all'intensificazione e concentrazione delle piogge è quello delle esondazioni fluviali in ambito urbano e peri-urbano. Chiaramente, in questo caso, non va trascurato l'effetto negativo della malagestione dei territori interessati, con edificazioni in aree ad alto rischio idrogeologico, impermeabilizzazione dei terreni, cementificazione degli alvei fluviali e tombamento dei corsi d'acqua.

Purtroppo il caso recente di Senigallia, e dell'esondazione del fiume Misa, rimarrà come esempio di un disastro che si sarebbe potuto parzialmente mitigare, se efficaci lavori di prevenzione fossero stati portati avanti in seguito all'altra drammatica esondazione del 2014. Collegato a questo evento, il 16 settembre, si è registrata l'esondazione del torrente Sanguerone nei pressi di Sassoferato (AN) che ha generato effetti devastanti, tra cui il crollo di un ponte. Diverse persone sono rimaste bloccate nelle abitazioni, alcuni alberi sono caduti, si sono registrati diversi smottamenti e blackout.

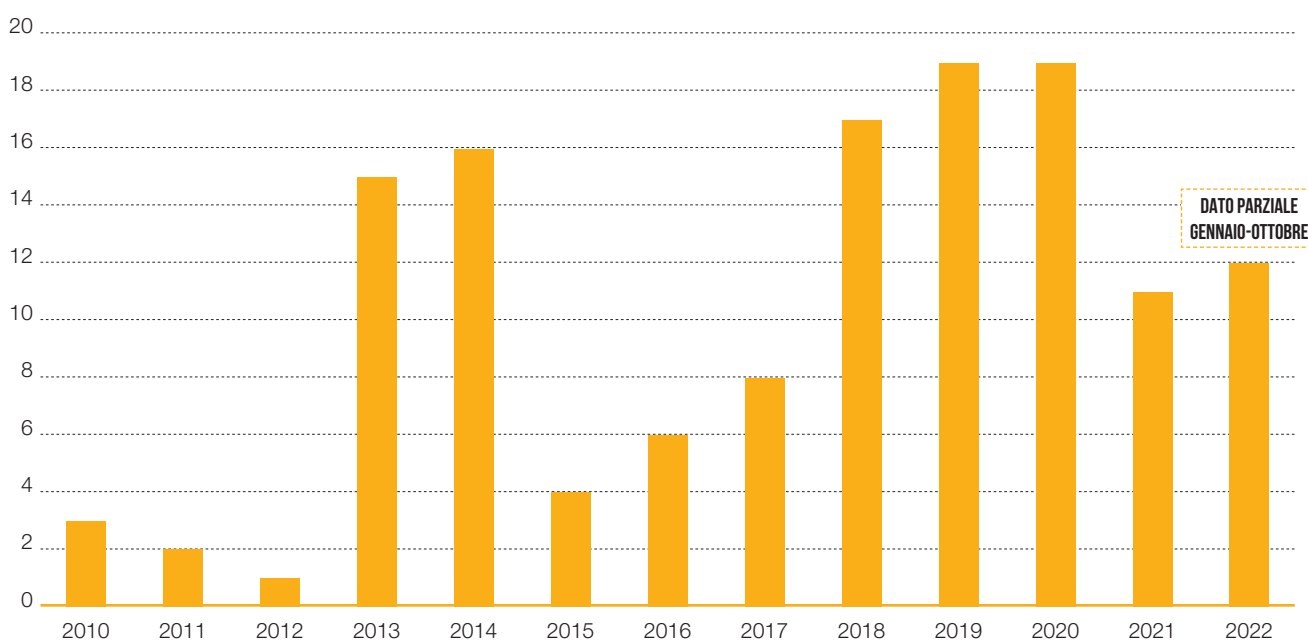
Tra le altre recenti esondazioni, quella del torrente Rio Fresco a Formia (LT), il 29 settembre. Un violento nubifragio si è abbattuto sulla zona

provocando l'esondazione; le strade circostanti sono diventate un fiume di fango che ha lambito le case. Molti disagi e problemi alla viabilità.

A Riva del Garda (TN), il 28 luglio, le forti piogge hanno portato all'esondazione di un torrente, con alcuni spazi di un albergo completamente allagati e l'interruzione di alcune vie di comunicazione locali. Il giorno prima, l'evento della Val Camonica, con l'esondazione dei torrenti Re e Cobello che hanno causato un'alluvione a Niardo. Tre le persone ferite, non gravemente. Almeno 50 persone evacuate. Sono stati stimati danni per 171 milioni di euro.

Nel 2021 si ricorda l'esondazione del Simeto, il 25 ottobre, a Catania, in zona Vaccarizzo, con l'acqua che si è riversata nelle campagne e nelle strade circostanti. Poche settimane prima, il 4 ottobre, le incessanti piogge hanno provocato le esondazioni del torrente Letimbro in zona Santuario di Savona e dell'Erro a Pontinvrea (Savona) dove sono stati allagati negozi e scantinati e cinque nuclei familiari sono stati allontanati per precauzione dalle proprie abitazioni. Il 7 febbraio, forti precipitazioni hanno interessato l'area tra Casale e Valenza, nell'alessandrino, provocando

Esondazioni fluviali



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

allagamenti e, a causa dell'esondazione del rio Granetta, l'interruzione della strada provinciale 60.

Tra le maggiori esondazioni degli ultimi anni va ricordata quella in Romagna del 13 maggio 2019, quando il fiume Montone ha allagato centinaia di case, sospeso la circolazione ferroviaria fra Faenza e Cesena, e colpito oltre 160 ettari del territorio di Villafranca e San Martino in Villafranca. La stessa ondata di maltempo ha portato il fiume Savio a rompere gli argini in più di un punto a Cesena.

Un altro drammatico evento è quello dell'e-

sondazione del torrente Enza a Lentigione di Brescello (RE) il 12 dicembre del 2017. L'acqua è arrivata a invadere l'intero centro della frazione con centinaia di case fatte evacuare e la chiusura della Strada Provinciale 62. Fino a un metro il livello dell'inondazione raggiunto. Sempre in Emilia, a Parma, il 18 ottobre 2014, l'esondazione del torrente Baganza ha provocato danni per oltre 100 milioni di euro. In particolare l'alluvione ha causato la devastazione di tre interi quartieri, abbattendo un ponte e allagando abitazioni, ospedali e attività commerciali, coinvolgendo oltre 9mila famiglie.

DANNI DA GRANDINATE INTENSE

È importante analizzare un altro fenomeno, quello delle grandinate violente, che si sta intensificando maggiormente e che, soprattutto, provoca danni ingenti a coltivazioni agricole, automobili, infrastrutture e abitazioni, senza dimenticare i numerosi feriti che si registrano ormai a ogni evento.

Una recente ricerca⁴⁵ di Cnr-Isac, pubblicata su *Remote Sensing*, ha accertato che per tutti gli eventi di grandine registrati nel Mediterraneo la tendenza è in crescita di circa il 30% nell'ultimo decennio. I fenomeni sono stati raggruppati in due categorie di severità: grandinate intense (caratterizzate da chicchi con diametro variabile da 2 a 10 cm) e grandinate estreme (associate alla formazione di aggregati ghiacciati con diametro superiore a 10 cm). Lo studio sottolinea il legame tra questi fenomeni estremi e il riscaldamento globale, in particolare quello del bacino Mediterraneo, incluse le acque del suo mare. I chicchi di grandine diventano, infatti, più grandi se aria molto calda che proviene dal suolo riesce a mantenere per più tempo i chicchi nella loro fase di accrescimento.

Solo nel corso del 2022 si sono verificati 25 eventi di danni causati dalla grandine. Il Veneto si conferma come una delle regioni più colpite da questo tipo di evento. La grandine ha provocato danni alle auto a Padova, il 16 settembre, molte delle quali con i parabrezza infranti, e alle coperture delle case. L'8 settembre, una grandinata ha causato danni alle colture dell'ulivo e della vite,

in particolare nelle zone a nord est di Negrar e a nord di Fumane (località Cavalò), in provincia di Verona.

Sestri Levante (GE) è stata letteralmente investita da una paurosa grandinata e da una tromba d'aria, il 18 agosto scorso. Palme sradicate, vetrine e finestre distrutte, saracinesche bucate, auto gravemente danneggiate. Particolarmente colpiti gli stabilimenti balneari.

A Lodi, il 26 luglio, una violentissima grandinata ha causato danni ai tetti e alberi caduti. Ingenti i danni alle vetture tra vetri spaccati e carrozzerie pesantemente ammaccate. Poco meno di 3 milioni di euro è la stima dei danni subiti.

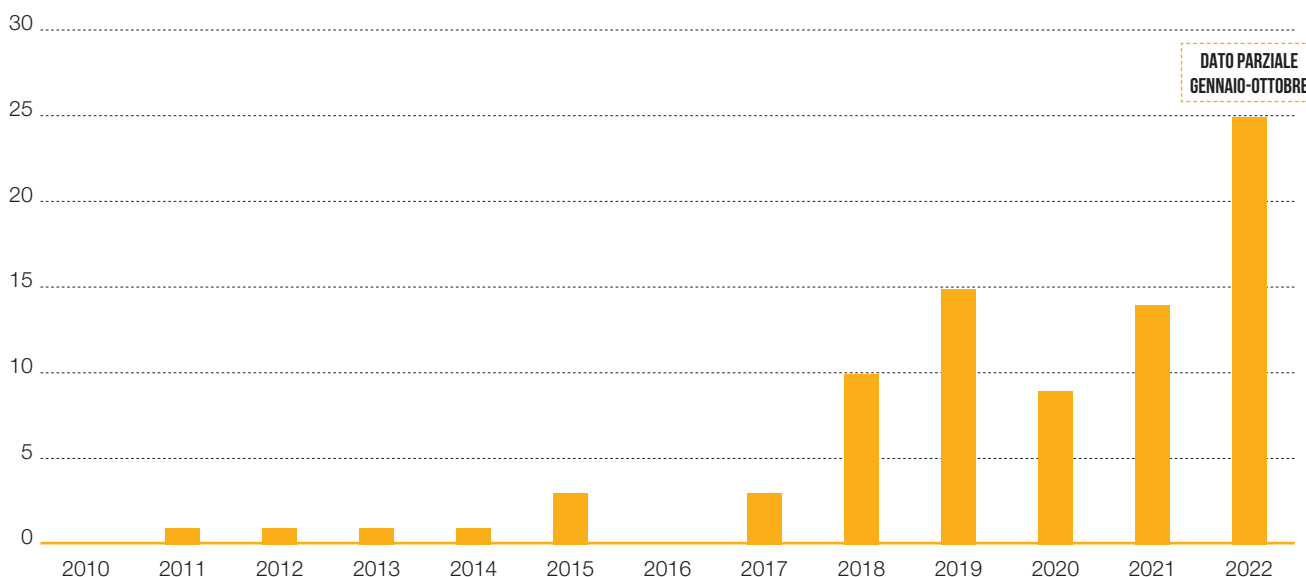
Il 25 luglio, a Saluzzo (CN), un mix di pioggia e grandine ha provocato danni con tetti divelti, alberi caduti e danni ad auto e abitazioni.

Di nuovo in Veneto il 6 luglio, il Centro Sperimentale Ortofloricolo Po Tramontana è stato pesantemente danneggiato dal forte vento e dalla grandine. Danneggiati i capannoni, le serre e le coltivazioni sperimentali della struttura di Veneto Agricoltura, situata a Rosolina (RO).

Tra gli esempi del 2021, il 26 settembre, a Vaglia (FI), precisamente nella frazione di Bivigliano, la violenta grandinata ha provocato 8 feriti, 10 sfollati e 100 veicoli danneggiati. Poi a inizio agosto a Ventimiglia (IM), e in altri comuni dell'entroterra ligure, l'evento ha provocato danni alle serre e coltivazioni stimati attorno ai 10 milioni di euro.

45 <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/17/4320/html>

Danni da grandinate intense



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

Pochi giorni prima, il 26 luglio, sulla Autostrada A1, nei pressi di Fontanellato (PR), ingenti danni in seguito alla grandine si sono verificati per le auto in circolazione e le campagne circostanti. Le stime, solo per la parte di patrimonio pubblico, parlano di almeno 1 milione di euro (e un totale stimabile in quasi 5 milioni). In Provincia di Treviso, lo scorso anno, le grandinate hanno lasciato il segno durante l'arco dei mesi estivi, mentre solo nel bimestre maggio-giugno i vigneti in oltre 70 comuni dalla collina alla pianura hanno subito danni per 2,3 milioni di euro. In precedenza era toccato alla città di Pescara quando, il 10 luglio 2019, si è verificata una grandinata di violenza inaudita che ha provocato 30 feriti e a cui è seguito un forte nubifragio che, unitamente allo scioglimento della grandine, ha provocato un'alluvione lampo con danni a diversi edifici del centro,

circolazione bloccata e automobili sott'acqua. Secondo i dati forniti dai Comuni attraverso la piattaforma telematica della Protezione civile, in tutta la regione Abruzzo si sono calcolati danni per 222 milioni di euro, di cui la gran parte nelle province di Pescara e Chieti, rispettivamente con 114 e 105 milioni di euro (in provincia di Teramo 1,8 milioni e in provincia dell'Aquila 650mila euro). La cifra maggiore (118 milioni), si riferisce ai danni riportati dalle infrastrutture private, mentre 35 milioni sono i danni quantificati per i beni mobili, sempre di proprietà privata. A questi si aggiungono 26 milioni di danni riportati dalle attività produttive e 20 milioni necessari per ripristinare strutture e infrastrutture pubbliche. Nel computo anche i 4,5 milioni di danni alle aziende agricole regionali.

COSA SI INTENDE CON GRANDINATE INTENSE

Il fenomeno delle grandinate intense si concentra nei periodi caldi, primavera ed estate, e non è da confondere con il ghiaccio o ice pellets, fenomeno prettamente invernale. In questo caso, infatti, si tratta di piccole particelle di ghiaccio che si formano dal congelamento di gocce d'acqua liquide e che precipitano rimanendo ad una grandezza trascurabile e che non genera pericoli di danni alle cose o persone.

Al contrario, la grandine può raggiungere dimensioni molto grandi grazie all'accumulo di acqua, che si congela sulla superficie del chicco di grandine durante la fase di precipitazione, con una dimensione minima di almeno 0,5 centimetri.

DANNI AI BENI ARCHEOLOGICI E AL PATRIMONIO STORICO CULTURALE

Non meno importanti sono i danni ai beni archeologici e al patrimonio storico culturale del nostro Paese. Nel già citato Rapporto "Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio" di Ispra, si mette in evidenza come frane e alluvioni non mettano in pericolo soltanto persone, edifici o imprese, ma anche i beni culturali. Fra quelli censiti, poco meno di 39mila sono a rischio con probabilità media di alluvione (il 16,5% del totale nazionale) e oltre 12.500 (pari al 17,9% del totale) lo sono per le frane.

Tra le regioni più a rischio l'Emilia-Romagna, la Toscana e il Veneto. Il numero più elevato di beni culturali a rischio frane si registra in Campania, Toscana, Marche, Emilia-Romagna e Lazio.

I fenomeni estremi che hanno interessato i beni del patrimonio culturale e archeologico italiano dal 2010 sono 23. Il 18 agosto scorso, un forte temporale ha provocato alcuni danni al campanile di San Marco a Venezia. Alcuni pezzi di mattone rosso sono precipitati al suolo, dove sono immediatamente intervenuti i vigili del fuoco per effettuare tutte le verifiche necessarie, fortunatamente senza constatare danni sensibili.

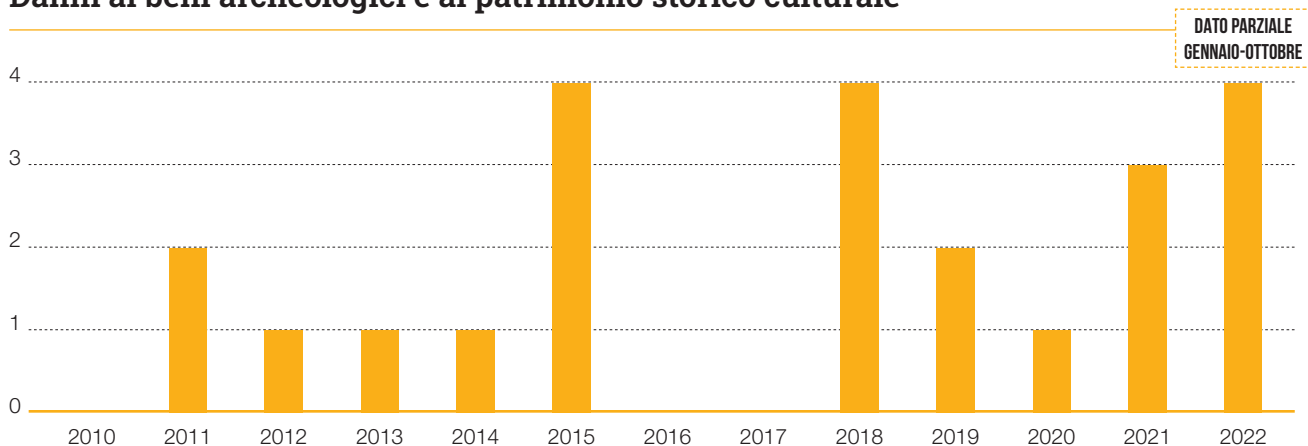
Tra gli altri casi importanti del 2022, il 4 luglio, una corposa parte del tetto della chiesa di Montaldo, frazione di Spigno Monferrato (AL), è stata scoperchiata dalle forti raffiche di vento e dal maltempo che hanno colpito il territorio.

Nel 2021 fu colpita Piazzola sul Brenta (PD), il

27 luglio, dove forti temporali, accompagnati da grandine e raffiche di vento, avevano provocato numerosi danni a Villa Contarini, complesso monumentale di proprietà regionale. I funzionari della Direzione gestione del patrimonio e la direzione della Villa hanno riscontrato la rottura di quindici finestre con vetri d'epoca, quella di due grandi finestre storiche in metallo, ma anche di una dell'area espositiva e una della Biblioteca storica Cameriniana. A Caserta, il 20 novembre 2018, un forte nubifragio ha causato il distacco di una porzione di capitello dalla facciata sud della Reggia borbonica, il cui restauro era stato ultimato a inizio 2016. La pioggia intensa, unita a grandine e fulmini, ha provocato, in particolare, il distacco di una porzione di foglia di acanto del capitello di una delle lesene angolari dell'avancorpo sudoccidentale della facciata, che affaccia su Piazza Carlo III.

Tra i più importanti eventi quello in Basilicata, il 7 luglio 2013, dove l'area archeologica di Meta-ponto è risultata completamente sommersa dalle acque, con precipitazioni superiori ai 150 mm all'ora e danni inestimabili al patrimonio storico e artistico. A Sibari (CS), il 18 gennaio 2011, l'intera area del Parco Archeologico della Sodomà viene sommersa dalle acque del Crati. Il più grande fiume della Calabria, dopo un'alluvione, esonda e sommerge sotto milioni di metri cubi di acqua e fango i cinque ettari del Parco. Uno scenario irri-conoscibile con le antiche rovine inghiottite sotto un lago da cui emergono solo le passerelle di visita.

Danni ai beni archeologici e al patrimonio storico culturale



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

GLI EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE SUI GHIACCIAI

Il drammatico effetto che sta avendo il riscaldamento globale sui ghiacciai alpini si è purtroppo constatato con la tragedia del ghiacciaio della Marmolada. Le temperature elevate e sopra le medie per lunghi periodi, hanno causato il distacco di una grossa porzione dalla calotta sommitale del ghiacciaio, sotto Punta Rocca, il 3 luglio. Sono state 11 le vittime della valanga di neve, ghiaccio e roccia provocata dal distacco del ghiacciaio, 8 i feriti, tutti escursionisti.

I risultati della campagna di Legambiente "Carovana dei Ghiacciai", svoltasi con il supporto del Comitato Glaciologico Italiano, raccontano di una situazione drammatica proprio sulla Marmolada, dove il ghiacciaio tra 15 anni potrebbe scomparire del tutto ed ha perso, nell'ultimo secolo, più del

70% in superficie e oltre il 90% in volume. Un altro esempio viene dal Ghiacciaio dei Forni, in provincia di Sondrio, che solo nell'ultimo anno ha visto un arretramento della fronte di più di 40 metri lineari e di 400 metri negli ultimi dieci anni.

Nell'ondata di calore che ha interessato gran parte d'Europa nella seconda metà di luglio, lo zero termico (ossia l'altitudine dove la temperatura dell'aria è di zero gradi) si è spostato sempre più in alto, fino ed oltre ai 4809 metri di altezza del Monte Bianco.

Al Sestriere, a quota 2.000 metri, il termometro ha raggiunto i 25 gradi centigradi, mentre ancora più in basso a circa mille metri a Oulx, nel torinese, la colonnina è arrivata a 32°C.

Andamento della massa di ghiaccio in Groenlandia dal 2002



Fonte: climate.nasa.gov

Tutto questo porterà a impatti drammatici sul livello di biodiversità e sull'intero ecosistema alpino, ma provocherà anche danni economici collegati alla perdita di turismo. In vista delle Olimpiadi di Milano-Cortina 2026, e non solo, preoccupa l'impatto dei cambiamenti climatici: secondo uno studio⁴⁶ dell'Università di Waterloo, pubblicato su *Current Issues in Tourism*. Con le

proiezioni delle emissioni di gas serra basate sulla traiettoria attuale, nel 2080, solo Sapporo tra le 21 precedenti località delle Olimpiadi invernali sarebbe in grado di ospitare in modo affidabile i Giochi in futuro. Nelle Alpi, secondo lo stesso studio, anche se le emissioni di gas serra fossero drasticamente ridotte, solo Albertville, a 2.100 metri sul livello del mare, rimarrebbe un ospite

46 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13683500.2021.2023480?src=&journalCode=rcit20>

sicuro per i Giochi entro la metà del secolo.

Nel Rapporto del WMO (Organizzazione meteorologica mondiale) dal titolo "Stato dei servizi climatici 2022"⁴⁷ viene evidenziato come Cortina d'Ampezzo rischia di non essere più uno dei luoghi famosi al mondo per lo sci e gli sport invernali a causa del riscaldamento globale e degli effetti

sulle precipitazioni nevose. La neve, infatti, sarà sempre più bagnata e nelle Dolomiti si stima un aumento fino al 6,2% del rischio climatico diretto e del 10,2% del rischio climatico indiretto, soprattutto nella provincia di Belluno, nel periodo 2036-2065.

GLI IMPATTI SULLE AREE URBANE COSTIERE

Una particolare attenzione va indirizzata nei confronti delle aree costiere italiane. Qui il fenomeno naturale dell'erosione, aggravato dall'intervento antropico lungo la costa, cambierà e si accelererà in un processo di aumento della temperatura del mare e dell'atmosfera, che ad esempio intensificheranno ancor di più fenomeni come le trombe d'aria, ma soprattutto d'innalzamento del livello del mare.

Le analisi portate avanti da CMCC, Enea e Ispra su questi temi rappresentano strumenti fondamentali per capire quali progetti di adattamento possano rendere resilienti interi territori su cui insistono milioni di persone, intere aree urbane e infrastrutture, quali porti, ferrovie, strade e autostrade. Abbiamo, infatti, bisogno di soluzioni diverse dal passato e di scenari che considerino quanto gli studi prevedono come trasformazione delle aree costiere e scomparsa di spiagge e territori, in uno scenario di innalzamento del livello del Mar Mediterraneo.

Per l'Italia, Enea ha individuato 40 aree a maggior rischio: l'area nord adriatica tra Trieste, Venezia e Ravenna; la foce del Pescara, del Sangro e del Tronto in Abruzzo; l'area di Lesina (Foggia) e di Taranto in Puglia; La Spezia in Liguria, tratti della Versilia, Cecina, Follonica, Piombino, Marina di Campo sull'Isola d'Elba e le aree di Grosseto e di Albinia in Toscana; la piana Pontina, di Fondi e la foce del Tevere nel Lazio; la piana del Volturno e del Sele in Campania; l'area di Cagliari, Oristano, Fertilia, Orosei, Colostrai (Muravera) e di Nodigheddu, Pilo, Platamona e Valledoria (Sassari), di Porto Pollo e di Lido del Sole (Olbia) in Sardegna; Metaponto in Basilicata; Granelli (Siracusa), Noto (Siracusa), Pantano Logarini (Ragusa)

e le aree di Trapani e Marsala in Sicilia; Gioia Tauro (Reggio Calabria) e Santa Eufemia (Catanzaro) in Calabria.

Nello specifico entro il 2100 il mar Mediterraneo si innalzerà fra 0,94 e 1,035 metri, con un picco di 1,4 metri nell'alto Adriatico, dove la costa è anche soggetta a un fenomeno di subsidenza. La stessa analisi di Enea evidenzia come in Italia verranno sommersi circa 5.500 chilometri quadrati di territorio costiero, una superficie paragonabile a quella della Liguria. In termini economici, saranno le spiagge e i porti a subire i danni maggiori: ben 385 km di coste rischiano di sparire e molte dighe foranee dovranno essere ristrutturate a causa dell'erosione marina.

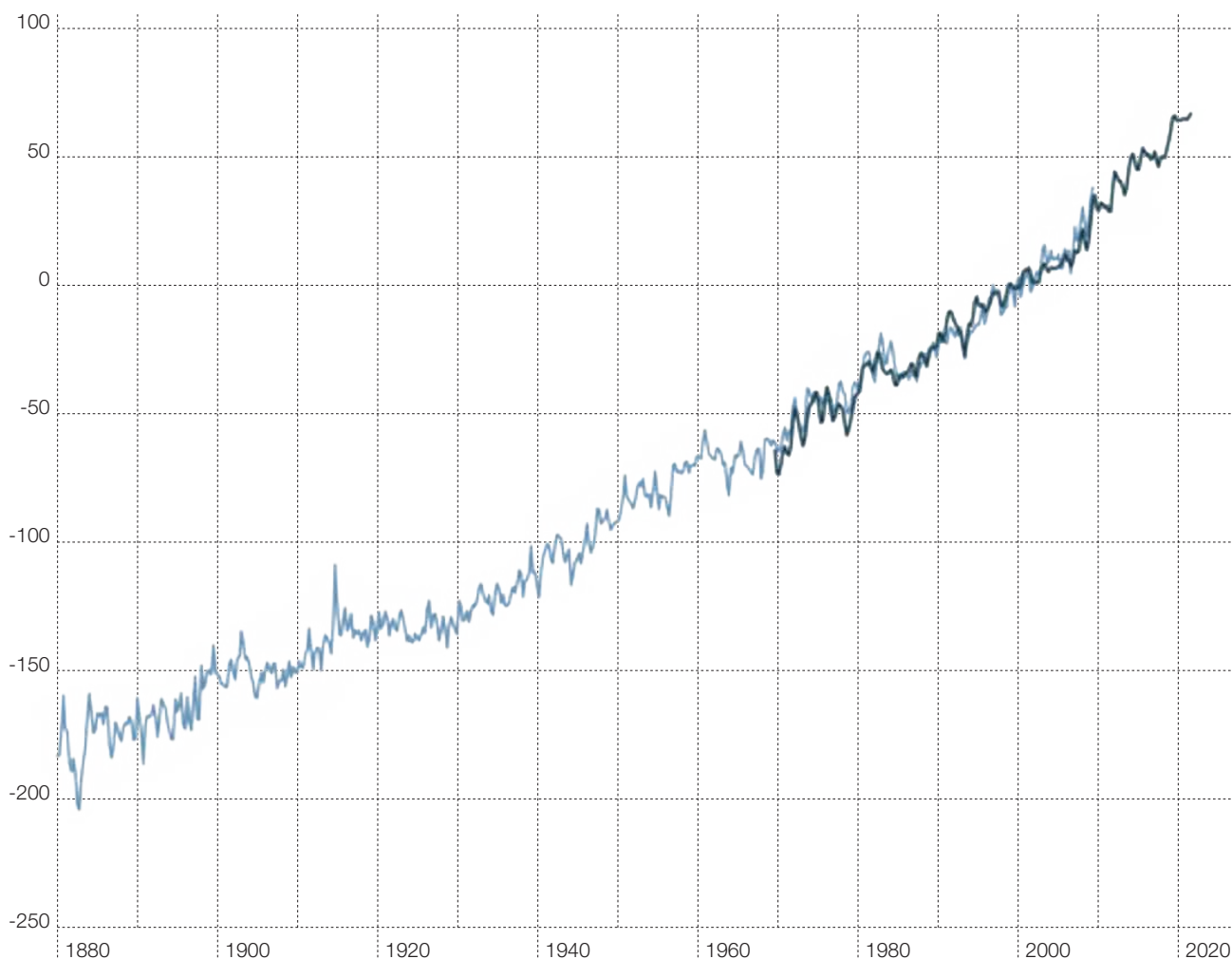
Enea ha sottolineato a più riprese che l'innalzamento del livello dei mari metterebbe a rischio la funzionalità di alcuni tra i più importanti porti italiani, come quelli di Brindisi, Napoli, Cagliari, Palermo, Genova, Livorno, già nel 2030. Lo scenario più verosimile vedrà: porti italiani non più utilizzabili, traffici deviati in altri Paesi, spiagge cancellate, infrastrutture critiche e patrimonio culturale e immobiliare in pericolo.

Con il nuovo modello MED16 di Enea (cfr. L'Italia al centro del bacino mediterraneo: un hot spot del cambiamento climatico) sappiamo che se non riusciremo a invertire l'attuale crescita della temperatura globale, al 2100 il livello del mare sarà più alto di circa 60 centimetri rispetto a oggi.

Legambiente ha avviato un lavoro di approfondimento, per comprendere meglio cosa accadrà alle nostre coste, individuando territori e patrimoni a rischio, e per poter tracciare linee

⁴⁷ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/state-of-climate-services-report>

L'innalzamento del livello dei mari (in mm)



Fonte Philip Thompson, University of Hawaii Sea Level Center

d'indirizzo utili all'adattamento. Lo studio⁴⁸, realizzato dagli architetti Michele Manigrasso e Marilina Listorti, ha misurato gli effetti del fenomeno, per categoria di suoli, concentrandosi su 4 aree campione, tra le più vulnerabili: Cagliari, Oristano, Taranto e il Nord Adriatico. In queste aree, rischiano di scomparire, rispettivamente, 61,5 km², 124,5 km², 4,2 km² e 5.451 km². Per approfondimenti si rimanda al sito dell'Osservatorio Paesaggi Costieri www.paesaggicostieri.org

L'erosione costiera incide sulle spiagge dei nostri mari, trasformando interi ecosistemi. I dati pubblicati a fine maggio 2022 da Ispra sullo stato delle coste italiane, tramite la banca dati "Linea di Costa Italiana", confermano una tendenza

drammatica sul consumo di suolo costiero. Negli ultimi 20 anni, infatti, sono andati persi 5 km di costa naturale all'anno a causa della costruzione di nuove strutture artificiali, per un totale quindi di 100 km.

Ispra sottolinea come il fenomeno sia ancora più rilevante nelle zone retrostanti le spiagge, nelle quali ogni anno dune costiere, terreno coltivato, vegetazione e formazioni naturali vengono sostituite da oltre 10 km di opere antropiche. Il monitoraggio della fascia costiera e della sua evoluzione nel lungo periodo, dovuta all'azione del mare, all'attività antropica e ai cambiamenti climatici, è fondamentale per la pianificazione e la gestione dei litorali. Alle opere antropiche, che a oggi occupano il 13% della costa italiana si uni-

48 <https://www.paesaggicostieri.org/coste-2100>

scono gli impatti causati dalle conseguenze dei cambiamenti climatici che riscontriamo e che stanno inasprendo ancora più drammaticamente il fenomeno dell'erosione delle coste, in particolare nel Mediterraneo.

Dal 1970 i tratti di litorale soggetti a erosione sono triplicati e ad oggi ne soffre il 46% delle coste sabbiose, con picchi del 60% e oltre in Abruzzo, Sicilia e Calabria. In media è come se avessimo perso 23 metri di profondità di spiaggia per tutti i 1.750 km di litorale in erosione, per un totale di almeno 40 milioni di metri quadrati di spiagge, e questa tendenza inevitabilmente diventerà più complessa da gestire in una prospettiva di cambiamenti climatici. Un'analisi approfondita della situazione si trova nella ricerca di CoReMaspiagge "Lo stato di erosione delle coste in Italia", di D. Paltrinieri e G. Faina, sul sito dell'Osservatorio Paesaggi Costieri Italiani di Legambiente <https://www.paesaggicostieri.org/erosione>

Quello che sta succedendo lungo le aree costiere è un'intensificazione di fenomeni, quali le mareggiate, diventate sempre più distruttive e spesso in periodi dell'anno non usuali.

Solo nel 2022 si sono contate 10 mareggiate che hanno provocato danni, quasi sempre in periodi dell'anno anomali. Ad esempio in Veneto, sono stati 4 gli eventi per questa categoria, con danni agli stabilimenti balneari a Chioggia il pri-

mo settembre, come succede in genere per le mareggiate invernali; a Jesolo l'11 agosto un'altra mareggiata fuori stagione ha generato uno scallino sulla battigia che ha superato il mezzo metro.

Una delle mareggiate più violente dell'anno, si è abbattuta il 18 agosto sulla costa ligure tra Chiavari e Sestri Levante, colpendo anche la linea ferroviaria Genova-La Spezia, dove alcune cabine degli stabilimenti balneari sono state trasportate fino a Cavi di Lavagna, a oltre 2 km di distanza.

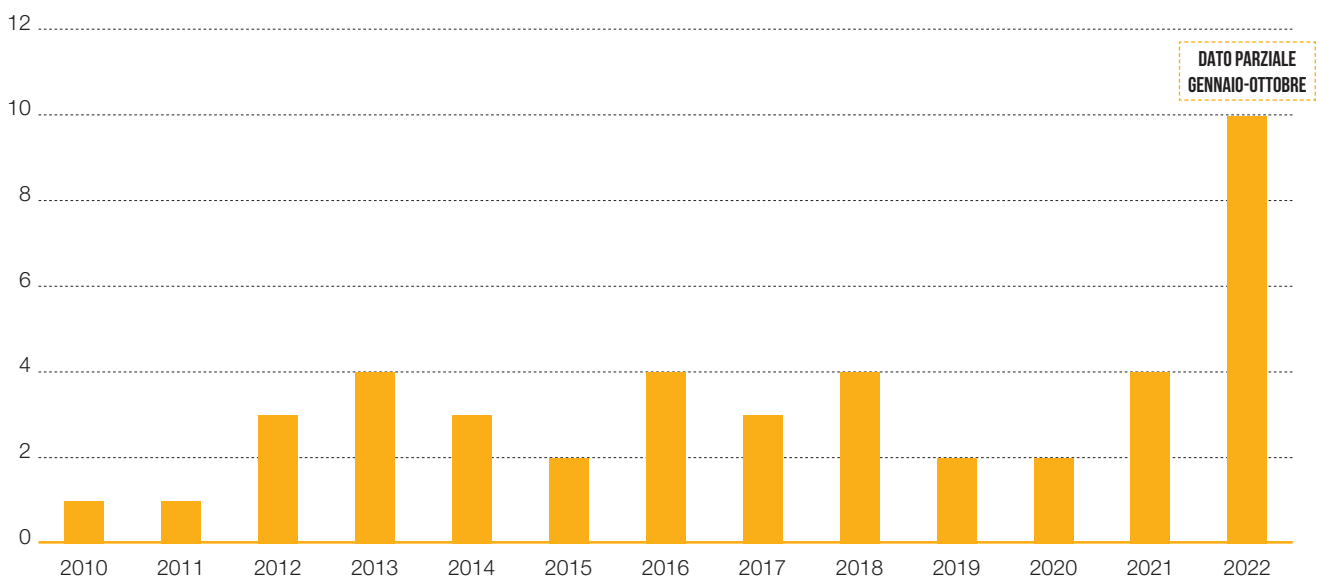
In Emilia-Romagna, altra regione particolarmente colpita da questo fenomeno, il 9 aprile raffiche di vento forte e mare mosso hanno provocato danni a Cesenatico. Le onde, molto alte, nella zona di Valverde hanno fatto registrare ingressioni di acqua marina nelle vie cittadine.

Il 2 aprile una forte mareggiata ha provocato gravi danni nel Lazio, da Fregene a Ostia. A Fregene, sono crollate alcune cabine con i detriti che sono finiti tra la battigia e il mare. Difficile la situazione anche a Focine dove le onde hanno scalfito le dighe di sabbia di difesa realizzate proprio da alcuni balneari.

Tra le mareggiate che hanno impattato maggiormente negli anni passati vanno ricordate quelle di novembre e dicembre 2017, ancora una volta in Veneto, a Jesolo ed Eraclea. A Jesolo il risultato è stato catastrofico, con oltre 70mila metri cubi di sabbia portati via.

Un'altra tipologia di eventi che sta colpendo

Danni da mareggiate



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

sempre di più le aree costiere è quella delle trombe d'aria. Si tratta di eventi sempre più frequenti e intensi, comuni a moltissimi territori italiani ma concentrati in particolare, al sud, lungo le coste di Sicilia, Campania e Puglia, a causa del riscaldamento delle acque marine. Ad esempio, sono state 49 le trombe d'aria che hanno causato danni

sulle coste del medio-basso Tirreno dal 2010 (tra sud Toscana, Lazio e Campania), e 14 in Salento, ma la concentrazione di un numero importante di questo tipo di eventi si verifica anche lungo le coste dell'alto Jonio, 10 tra le coste nord della Calabria, Basilicata e del tarantino e 9 sulle coste siciliane delle province di Siracusa e Ragusa.

DANNI DA TROMBE D'ARIA E FORTE VENTO

Anche nel corso del 2022 sono stati ingenti i danni generati da trombe d'aria e raffiche di vento, ed hanno portato conseguenze drammatiche con la morte di 3 persone.

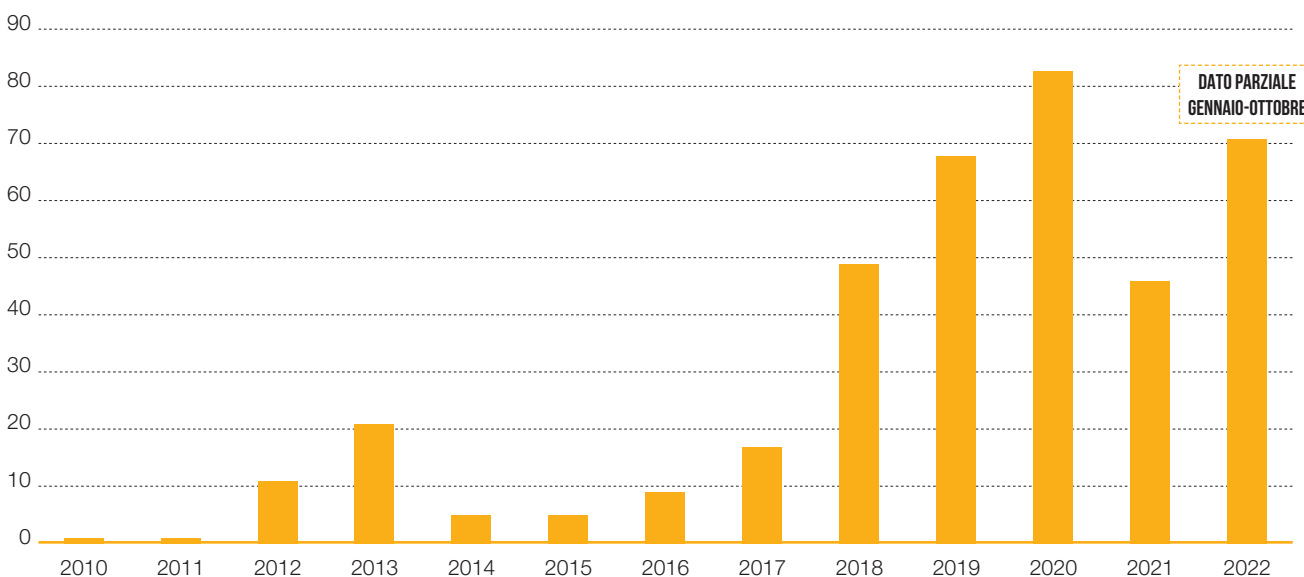
Il 18 agosto, raffiche di vento a oltre 110 km/h hanno colpito la provincia di Massa Carrara. Quattro persone sono rimaste ferite in un camping a Marina di Massa, mentre fino a 7mila persone sono rimaste senza corrente. A Carrara una donna è stata travolta e uccisa da un albero, mentre a Lucca, nella frazione di Sorbano del Giudice, si è registrata un'altra vittima, con le stesse dinamiche.

Il 4 luglio, a Besenzone (PC), un uomo è morto rimasto schiacciato all'interno di una stalla di un'azienda agricola da un muro che gli è crollato addosso sotto la forza della tromba d'aria che si è scatenata sulla zona.

Tra gli episodi più gravi del 2021, quello di Siracusa del 5 ottobre, quando un violento nubifragio e una tromba d'aria hanno spazzato via alberi e cartelli nel capoluogo e in altri centri della provincia, come Francofonte. Ad Alghero (SS) il 26 settembre violentissime raffiche di vento hanno spazzato coste e area urbana facendo volare tavolini, suppellettili, ombrelloni, mentre il villaggio del SummerBeach, sulla spiaggia di San Giovanni, è stato investito in pieno e letteralmente smantellato.

Drammatico il bilancio della tromba d'aria che ha investito la zona costiera dell'isola di Pantelleria (TP), il 10 settembre, provocando due vittime. I due viaggiavano a bordo delle loro auto quando sono stati investiti dalla forza del vento e scaraventati fuori dall'abitacolo. Il 25 settembre 2020 gravi danni a Salerno con alberi caduti, automo-

Danni da trombe d'aria



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

bili danneggiate, tendostrutture distrutte. Particolarmente colpito il quartiere Torrione, in pieno centro cittadino.

Poi il caso di Cervia (RA), precisamente a Milano Marittima, del 10 luglio 2019. In quell'occasione una donna è rimasta ferita e la tempesta di vento e pioggia ha abbattuto 200 pini e decine di segnali stradali. Lo stesso giorno, a Taranto, una tromba d'aria ha spezzato una gru dell'Ilva causando la morte di un operaio. Drammatico quanto accaduto il 29 ottobre 2018, quando un violentissimo tornado si è abbattuto su Terracina, in provincia di Latina, in particolare sul viale della Vittoria ma anche nella zona del Centro Storico, provocando due morti e decine di feriti. Il Comune ha calcola-

to circa 3.000 abitazioni senza energia elettrica e danni per decine di milioni di euro all'economia della zona. Il 5 novembre 2017 si era verificato un altro episodio grave a Terracina con venti che hanno superato i 200 km/h e causato molteplici danni alle aziende agricole, ad abitazioni e fabbricati per oltre 21 milioni di euro.

Va ricordata, ancora una volta, la tromba d'aria a Dolo (VE) l'8 luglio 2015, classificata ufficialmente come tornado EF4, che ha distrutto diverse aree lungo la Riviera del Brenta. Danni per oltre 40 milioni di euro, per 600 case e un centinaio di aziende. Una cinquantina le abitazioni dichiarate inagibili.

L'AUMENTO DELLE TEMPERATURE E LE CONSEGUENZE SUI LAGHI

Ecosistemi come quelli lacustri sono particolarmente sensibili a cambiamenti, anche minimi, di temperatura, con conseguenze dirette sui livelli di ossigeno in acqua, che diminuiscono rapidamente.

Un gruppo di ricercatori guidato da scienziati del *Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries* ha studiato i cambiamenti di temperatura a lungo termine in 139 laghi in tutto il mondo, che collettivamente rappresentano circa il 69% degli habitat di acqua dolce in volume.

Dalla ricerca emerge che quando i laghi si riscaldano, le specie animali e vegetali sono costrette a spostarsi in profondità o cambiare la stagionalità per trovare un habitat termico adatto. Ma non tutte le specie saranno in grado di adattarsi. Lo studio, dal titolo *"Climate change drives widespread shifts in lake thermal habitat"*⁴⁹ e pubblicato su *Nature Climate Change*, ha analizzato più di 32 milioni di misurazioni della temperatura dell'acqua a diverse profondità e sottolinea come, per le specie meno adattabili, gli habitat si siano ridotti di quasi il 20%.

La variazione di temperatura di lungo periodo ha comportato una differenza media del 6,2% tra gli habitat termali nel periodo di riferimento (1978-1995) e quello attuale (1996-2013).

A giugno 2021 un altro studio, *"Widespread*

deoxygenation of temperate lakes"⁵⁰, pubblicato su *Nature*, aveva mostrato i risultati dei livelli di ossigeno dopo aver esaminato 400 laghi delle aree temperate. In molti laghi le concentrazioni di ossigeno sono diminuite, dal 1980 a oggi, del 5,5% in superficie e del 18,6% nelle acque profonde. Le temperature delle acque superficiali sono aumentate di 0,38 gradi centigradi per decennio, mentre le concentrazioni di ossigeno disciolto nell'acqua superficiale sono diminuite di 0,11 milligrammi per litro per decennio. Nello studio si sottolinea poi come i livelli di ossigeno siano aumentati sulla superficie di alcuni laghi, molto probabilmente a causa delle temperature più elevate che guidano le fioriture delle alghe, che possono anche produrre tossine pericolose.

Nel nostro Paese la siccità dell'ultimo biennio 2021-2022 ha colpito duramente gli invasi lacustri, specialmente al nord in inverno e primavera, mentre per gli invasi del centro Italia sono l'estate e l'autunno le stagioni che si stanno rilevando estremamente secche.

Ad agosto di quest'anno, il lago di Garda mostrava spiagge e rocce emerse a causa della carenza di precipitazioni e dei maggiori deflussi di acqua per poter garantire l'irrigazione dei campi. A Sirmione, nella zona di Jamaica Beach, il ritiro dell'acqua mostrava ampie porzioni di fondale ri-

49 <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01060-3>

50 <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03550-y>

maste asciutte.

Situazione simile sul lago Maggiore, mai stato così basso come a inizio estate 2022 negli ultimi 80 anni, secondo i dati delle Arpa Piemonte e Lombardia.

Allarmante anche la condizione del lago di Fedaia, ai piedi del ghiacciaio della Marmolada. L'invaso è diviso in due parti, una artificiale e frutto della diga costruita nel 1956, l'altra naturale, ed hanno visto livelli minimi di riempimento, anche perché l'acqua è stata utilizzata per alimentare il sistema idrico del Veneto a fini irrigui, andando a compensare, in minima parte, le carenze portate dalla siccità.

Ancora drammatiche le condizioni di numerosi bacini lacustri a ottobre, con i dati dell'Osservatorio dell'Autorità distrettuale del Po sui livelli di riempimento: il lago di Garda al 22%, il lago Maggiore al 19%, il lago di Como al 9%, il lago d'Isèo-d'Idro all'8%.

Stessa situazione, ad esempio, per i laghi laziali. Il lago di Bracciano, a giugno, ha visto una portata di -107 cm, scesa a settembre a -1,38 metri rispetto allo zero idrometrico.

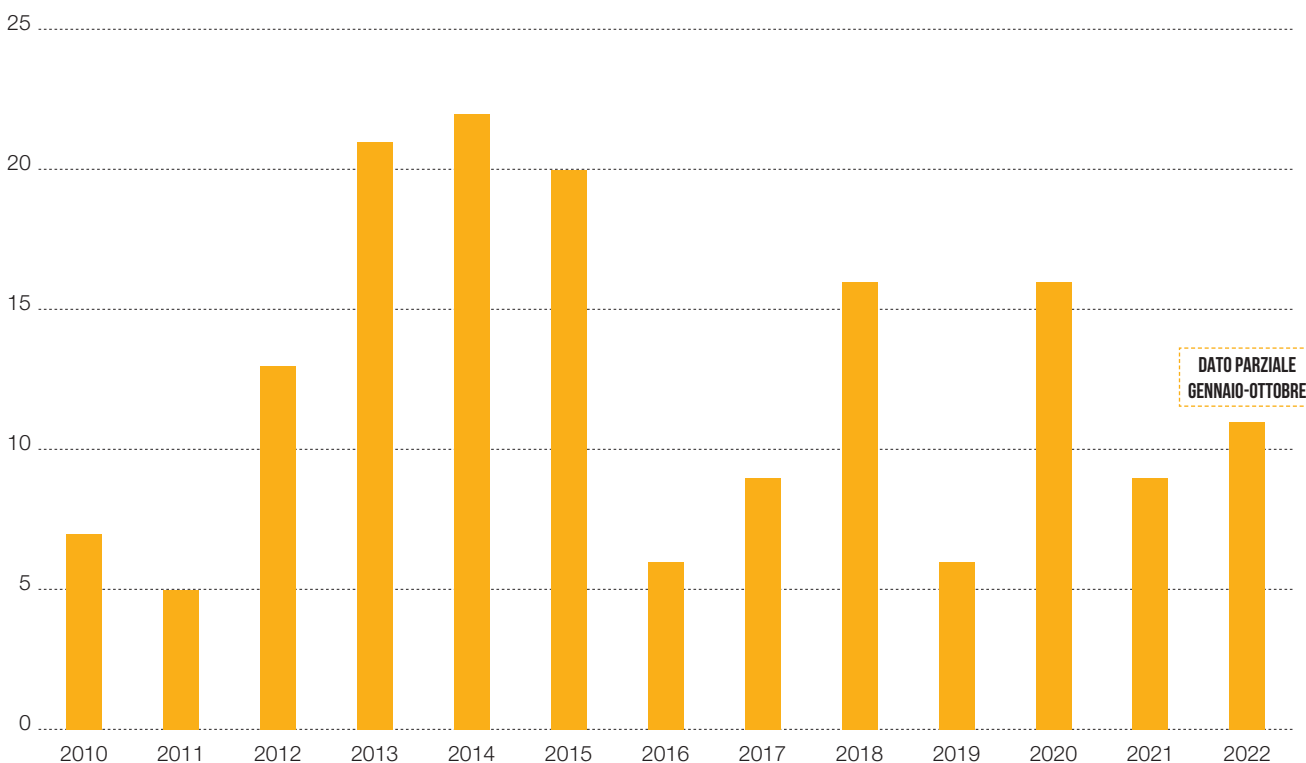
Il livello del lago di Nemi, a luglio, risultava di 96 cm inferiore al dato dell'estate, pur siccitosa, 2021.

DANNI ALLE INFRASTRUTTURE E INTERRUZIONI DI METROPOLITANE E TRENI URBANI

È del tutto evidente che serve un cambio radicale nella progettazione delle infrastrutture e, già oggi, nella loro gestione e messa in sicurezza per evitare che continuino allagamenti di linee

e stazioni, in particolare in ambito urbano. Dal 2010, infatti, sono stati 89 i giorni in cui si sono verificati stop a metropolitane e treni urbani nelle principali città italiane: 31 giorni a Roma, 19 a Mi-

Danni alle infrastrutture da eventi estremi



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

lano, 17 a Napoli, 12 a Genova, 7 a Torino, 1 a Brescia, Cagliari e Firenze. Le conseguenze sul traffico urbano, la vita delle persone, il lavoro, sono raccontate dalla cronaca di quei giorni.

Non si tratta solo di interruzioni causa da piogge intense e allagamenti, come visto nel corso del 2022; temperature estreme e forti raffiche di vento sono spesso la causa di danni e interruzioni.

A fine giugno su una delle linee ex Circumvesuviane di Napoli, tra Barra e Sarno, i binari hanno registrato una temperatura di 62 gradi centigradi ed è scattato il limite di velocità a 20 chilometri orari. A luglio un treno è deragliato a La Spezia, all'interno dell'area portuale, a causa del caldo che ha deformato i binari.

A Firenze, il 18 agosto, è stata interrotta la linea 1 della tranvia per Scandicci a causa del forte vento che ha causato la caduta di un albero dentro il Parco delle Cascine e di un secondo albero che ha danneggiato la linea elettrica all'altezza della fermata Strozzi-Fallaci.

Tra gli altri casi da segnalare per il 2022, il 13 agosto, il maltempo che si è abbattuto sulla Capitale ha provocato la chiusura della stazione della metro A di San Giovanni, allagata e parzialmente danneggiata. Poco prima, il 9 agosto, disagi sul nodo ferroviario di Roma con il traffico ferroviario sospeso per oltre 3 ore in prossimità di Roma Ostiense per le avverse condizioni meteo che hanno interessato la zona e che hanno provocato un inconveniente tecnico alla linea.

Il 27 luglio è stato interrotto il servizio ferroviario nella tratta Mortara-Milano P.ta Genova a causa della caduta di alberi, in particolare colpiti i cavi dell'alta tensione alla stazione di Abbiategrasso. Il 22 aprile, una serie di infiltrazioni in seguito a piogge intense costringono alla chiusura della fermata Circo Massimo sulla linea B della metro a Roma.

A fine 2021, l'11 dicembre, intense precipitazioni hanno colpito il trapanese e generato un forte ingrossamento del fiume San Bartolomeo, presso Castellammare del Golfo, causando il crollo di una parte del ponte sulla SS187. Sul ponte, lungo un centinaio di metri, non erano presenti veicoli al momento del crollo.

In precedenza, a Napoli, per l'ennesima volta è stata chiusa la stazione Municipio della Linea 1 della metro, il 30 settembre, per allagamento a

causa delle infiltrazioni dovute alla tempesta con pioggia e fulmini che ha investito la città. Numerosi i casi d'interruzioni avvenuti a Roma, come il 23 settembre 2020 con l'interruzione della linea A tra Ottaviano e Battistini per un guasto alla rete elettrica, e la chiusura per allagamento le stazioni San Giovanni e Manzoni; le linee tranviarie 2, 3, 8 e 19 sono state tutte interrotte e limitate nei loro percorsi a causa dei danni da maltempo. Vi è poi il caso di Milano, con interruzioni molto spesso legate alle esondazioni del Seveso e del Lambro. È quanto successo il 24 luglio 2020, quando una forte bomba d'acqua e l'esondazione del fiume Seveso hanno fatto chiudere la fermata della M5 Marche. Altro episodio grave nel 2015, il 30 gennaio, era stata chiusa la linea M2, a causa dell'innalzamento della falda, in seguito alle piogge intense, che ha allagato le gallerie. Dopo due mesi, il 16 marzo, ancora una chiusura quando in seguito alle piogge intense su Milano si è allagata la fermata Pasteur della linea M1. A Torino, il 17 agosto 2020, chiuse per allagamento, con danni alle infrastrutture, due stazioni: Bernini e Principi d'Acaja. La metropolitana ha proseguito il suo servizio, saltando però le due fermate. Allagamenti anche a Porta Susa. Il 21 giugno 2019 chiuse le banchine della metro nelle stazioni di Vinzaglio e Porta Susa per la direzione Lingotto; la linea è rimasta attiva ma l'acqua ha allagato la zona destinata all'attesa dei passeggeri.

In questo contesto uno dei lavori più importanti presentati recentemente è il Rapporto del Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili dal titolo "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità - Soluzioni e strategie per gli investimenti infrastrutturali in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici e di mitigazione delle emissioni di gas-serra"⁵¹. Il Rapporto parte da un'analisi del contesto attuale in cui si evidenzia come i danni su infrastrutture e mobilità provocati dal cambiamento climatico sono tra i più ingenti e aumenteranno entro il 2050 fino a circa 5 miliardi di euro l'anno, un incremento di circa 12 volte rispetto alle stime di danno attuali. Il danno complessivo, diretto e indiretto, in assenza di misure, raggiungerebbe 0,33%-0,55% del PIL al 2050.

Tra le tipologie di eventi che possono impattare le infrastrutture di trasporto si attende un aumento generalizzato di ondate di calore, incendi

51 https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2022-02/Rapporto_Carraro_Mims.pdf

e siccità; un lieve aumento di tempeste di vento; un generale incremento di intensità e frequenza degli eventi estremi di precipitazione; un incremento delle mareggiate estreme specie nell'alto Adriatico, mar Ligure e alto Tirreno.

Tra gli esempi di misure per l'adattamento e la resilienza delle infrastrutture si annoverano accrescimento delle spiagge e protezione delle coste (proprio per la densità di infrastrutture che vi si insediano, come ferrovie, strade e autostrade, porti) e la riqualificazione idro-morfologica degli alvei fluviali lungo le linee di trasporto. Gli investimenti su azioni di adattamento potrebbero evitare gran parte dei danni potenziali, con un costo in media 5-6 volte inferiore al danno evitato e creare altri benefici sociali e ambientali.

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO NELLE CITTÀ ITALIANE

L'Italia, come noto, è un Paese a elevato rischio idrogeologico. Lo confermano i sempre più puntuali dati di aggiornamento forniti dall'Ispra attraverso la piattaforma sul dissesto idrogeologico denominata idroGEO, da cui si evince come 1,3 milioni di persone vivano in aree definite a elevato rischio di frane e smottamenti e ben 6,8 milioni di persone siano a rischio, almeno medio, di alluvione. Numeri che riguardano il 3,9% degli edifici (ossia 565mila) esposti a elevato rischio di frane ed il 4,3% (623mila edifici) esposti ad elevato rischio alluvione; ma ci sono ancora oltre 84.000 edifici industriali e commerciali in zone a elevato rischio di frane, mentre sono oltre 225mila le imprese in aree a rischio alluvione. Non c'è una porzione del territorio italiano che non debba convivere con la fragilità intrinseca del territorio stesso per quanto riguarda il rischio da frane o da alluvioni, ma si arriva a situazioni come quelle della Calabria dove il 17,1% del territorio regionale è in uno scenario di pericolosità elevata per le alluvioni e in Emilia-Romagna lo è l'11,6% del territorio.

Fenomeni del tutto naturali che sono stati amplificati a dismisura negli ultimi decenni a causa di due fattori specifici: il consumo di suolo e il cambiamento climatico. Entrambi i fattori vedono l'attività antropica come unico responsabile. Nel primo caso perché si è costruito troppo e troppo spesso in zone non adatte, pericolose,

Numero di interventi ed importo in milioni di euro dal 1999 al 2022

Regione	N. interventi	Importo finanziato (milioni di euro)
Abruzzo	516	453
Basilicata	454	239
Calabria	1.109	863
Campania	819	903
Emilia-Romagna	508	515
Friuli-Venezia Giulia	122	170
Lazio	749	699
Liguria	298	560
Lombardia	848	776
Marche	452	296
Molise	396	253
Piemonte	965	566
Pr. aut. Bolzano	30	31
Pr. aut. Trento	9	11
Puglia	428	526
Sardegna	180	384
Sicilia	742	955
Toscana	761	696
Trentino-Alto Adige	75	49
Umbria	162	180
Valle d'Aosta	45	43
Veneto	293	377
Totale	9.961	9.545

Elaborazione Legambiente su dati Rendis - Ispra

come le anse dei fiumi, ai piedi delle scarpate, lungo versanti scoscesi o in aree di pianura alluvionale. Nel secondo caso perché le emissioni in atmosfera che hanno accelerato il cambiamento climatico hanno portato, come conseguenza diretta, a uno squilibrio nella distribuzione delle piogge durante l'anno, in cui a prolungati mesi di siccità si alternano poche ore di violente precipitazioni che il territorio - cementificato e impermeabilizzato - non è più in grado di regolare. Di fronte a questo scenario negli ultimi decenni si è cercato di ricorrere ai ripari. Sono stati stanziati fondi, sono state progettate opere, sono state varate leggi, sono state fatte campagne di informazione e sensibilizzazione per arginare il problema. Ma il tutto in maniera discontinua e disomogenea ma soprattutto senza una chiara visione degli obiettivi e delle priorità. Tant'è che ancora oggi i fenomeni estremi causano allagamenti, smottamenti, danni alle infrastrutture e – cosa ancor più grave – vittime nei vari territori, esattamente come succedeva 30 o 50 anni fa, ma con l'aggravante di essere sempre più frequenti.

DATI RENDIS

Secondo quanto riportato dal sito⁵² del Rendis - Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo - a cura di Ispra, dal 1999 al 2022 sono stati 9.961 gli interventi avviati per mitigare il rischio idrogeologico in Italia (+3.650 interventi rispetto al periodo 1999/2021) per un totale di oltre 9,5 miliardi di euro spesi (+2,5 miliardi rispetto a quanto rilevato lo scorso anno).

Sono 4.149 i lavori ultimati, ossia 41,6%, per un importo complessivo di poco oltre 3 miliardi (pari al 32,1% della spesa complessiva), mentre per 4.329 interventi non sono disponibili i dati, circa il 43,5% (corrispondenti a circa il 36,9% della spesa).

Tra questi due estremi ci sono lavori in esecuzione, 485 ossia il 4,9% del totale previsto e corrispondenti al 14,3% dei costi totali, poi quelli in corso di progettazione (329, ossia il 3,3% degli interventi e il 5,6% degli importi), quelli aggiudicati (162, corrispondenti al 1,6% degli interventi e all'5,9% degli importi) e con progettazione ultimata (157, poco meno dell'1,6% e pari al 4% della spesa).

Le Regioni che hanno visto il maggior numero di interventi sono Calabria e Piemonte, a cui seguono Lombardia e Campania. Quelle che hanno ricevuto i maggiori finanziamenti sono Sicilia, Campania e Calabria.

L'Italia ha dunque investito circa 9,5 miliardi di euro dal 1999 al 2022 per quasi 10mila interventi inerenti il dissesto idrogeologico (con una media di circa 400 milioni di euro all'anno). 4.149 lavori chiusi, terminati, e che avrebbero dovuto ridurre il rischio nel nostro Paese: 473 in Lombardia, 464 quelli in Toscana e 424 in Piemonte, 338 le opere chiuse in Emilia Romagna, 310 in Calabria e 272 in Sicilia (ferma allo stesso livello dello scorso anno), 242 nelle Marche. Da nord a sud non c'è una regione che non abbia concluso dei lavori "importanti" per la riduzione del rischio idrogeologico sul proprio territorio.

Eppure continuiamo ad assistere ad alluvioni e distruzione di interi territori consapevoli che si possa fare molto di più per mitigare il rischio e le conseguenze su popolazioni, attività produttive e infrastrutture. Uno dei motivi per cui Legambiente ha ideato l'Osservatorio CittàClima è proprio quello di contribuire a individuare, tramite la mappa, le aree che sempre di più sono soggette a eventi estremi e dove quindi è urgente intervenire per adattare i territori.

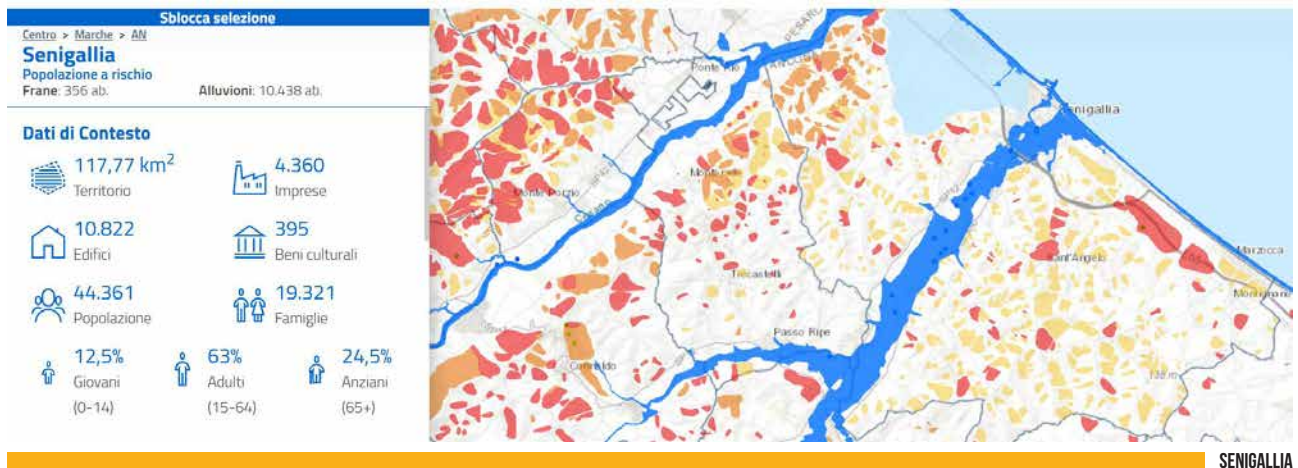
Se si prendono in considerazione le esondazioni fluviali, spiccano tre situazioni in particolare:

1) SENIGALLIA (AN)

Qui il fiume Misa è esondato il 3 maggio 2014 e recentemente il 16 settembre 2022. Nel primo caso i valori registrati dai due pluviometri presenti a Senigallia non sono stati eccezionali: a nord hanno raggiunto i 45mm, mentre a sud 60mm. Il fiume è apparso sporco, con tanti tronchi galleggianti, molto pericolosi per l'effetto diga creato con l'addossamento ai ponti, causa dell'innalzamento a monte del pelo libero del fiume. Una situazione del tutto simile alla recente alluvione.

La complessità dell'area, come si può evincere dall'immagine estrapolata dal portale IdroGEO di

⁵² <https://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/statistiche.htm>



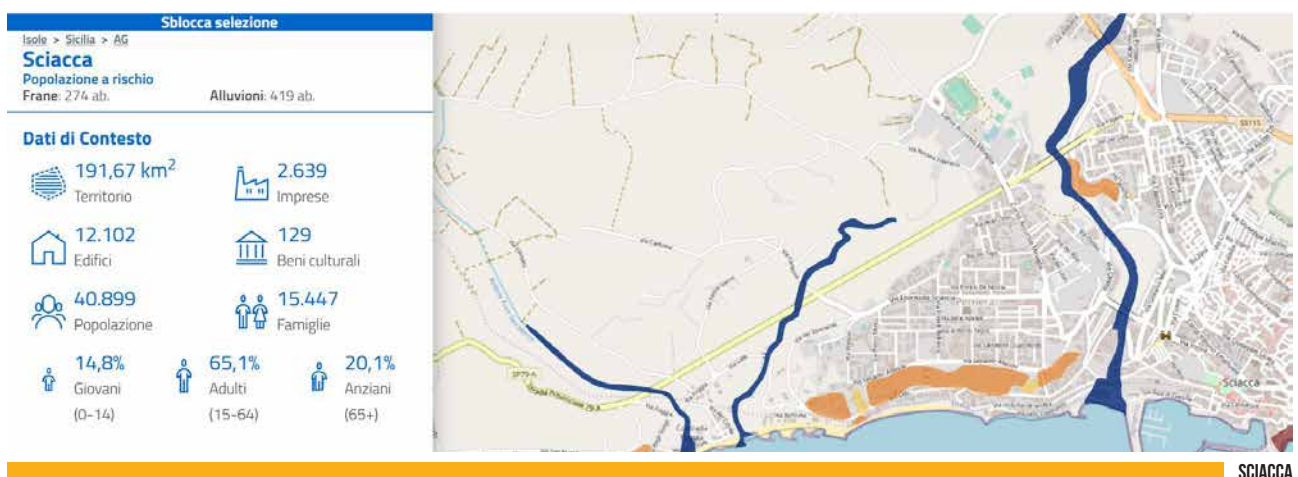
Ispra, è legata al fatto che Senigallia è stata costruita nel tratto finale del fiume Misa che raccoglie il deflusso delle acque dall'entroterra collinare che, in maniera rapida, le fa defluire verso la foce. Gli interventi da mettere in campo partono, dunque, da monte per risultare efficaci a valle e comportano, dove possibile, la restituzione dello spazio al fiume per permettergli di esondare lungo più aree presenti a bordo fiume, prima che il tutto si concentri in prossimità di Senigallia. Non ha più senso ragionare sull'edificazione di nuovi argini più alti che non farebbero altro che spostare il problema più a valle, o di una cassa di espansione a ridosso della cittadina, perché la variabilità degli eventi meteorici non lo permette più. Salvaguardare le aree naturali di espansione lungo tutto il tratto fluviale, depavimentare le aree cementificate e asfaltate per permettere l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo, rallentare e ritardare il deflusso delle acque meteoriche nei momenti di maggiore piovosità attraverso la rivisitazione degli spazi urbanizzati, sono un mix di ricette e di azioni per mitigare il rischio idro-

geologico dell'area e adattare le aree urbanizzate.

2) SCIACCA (AG)

Nella cittadina siciliana sono stati 4 gli eventi in cui i torrenti che caratterizzano l'area sono esondati, causando danni e vittime. Recentemente, il 13 ottobre 2022, sono straripati i torrenti San Marco e Cansalamone. Saltati alcuni tombini, allagamenti a negozi, residenze e uffici ai piani bassi e danni alle autovetture. Sono diventati inutilizzabili due ponticelli che collegano il centro abitato con le contrade Carbone e Raganella. Il 2 novembre 2018 il torrente Cansalamone si è ingrossato oltre gli argini, a causa delle piogge, portando fango e detriti in particolare nel borgo dello Stazzone e nelle gallerie di collegamento della frazione.

Il 23 gennaio 2017 la pioggia torrenziale aveva portato all'esondazione dei torrenti Foggia, San Marco e Cansalamone, causando frane e diverse interruzioni stradali. Si è registrata anche una



vittima. Pochi mesi prima, il 25 novembre 2016, l'intera provincia di Agrigento viene devastata dalle piogge alluvionali. In poco meno di tre ore sono caduti 197 millimetri d'acqua e Sciacca è rimasta quasi isolata con collegamenti interrotti, i fiumi Magazzolo e Verdura sono straripati.

Il Governo regionale ha finanziato nuovi sette interventi che dovevano essere avviati dal Genio Civile di Agrigento entro la fine del 2021. Tra questi c'è il torrente Cansalamone di Sciacca e il torrente Finocchio di Menfi. Gli altri riguardano la manutenzione del Fiume Ipsas (nel tratto tra Grotte e Agrigento), del Vallone Cannatello ad Agrigento, mentre nel territorio di Licata i lavori riguarderanno il Canale Fiumevocchio e due nuovi tratti dei Torrenti Della Palma e Mollarella. Nuovi interventi, con fondi regionali, che si aggiungono a quelli già effettuati o in corso per la manutenzione di ventidue corsi d'acqua ed in particolare dei Fiumi Verdura (nei territori di Burgio, Calamonaci, Caltabellotta, Ribera, Sciacca e Villafranca Sicula), Torrenti Garella e Tina (nel territorio di Burgio), Cavarretto, Mirabile e Femmina Morta (a Menfi), Cangemi (nel territorio di Ribera) e Bellapietra e Carabollace (a Sciacca).

3) MILANO

Nel capoluogo lombardo sono state 20 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro dal 2010 ad oggi.

Le cause risiedono nell'eccessiva impermeabilizzazione del suolo della città e soprattutto della sua area metropolitana, con il 32% di aree impermeabili secondo i dati Ispra, che arrivano al 60% nei quadranti settentrionali, quelli in cui si trovano i bacini dei corsi d'acqua che attraversano il centro del capoluogo: Seveso, Olona e loro

affluenti. Tutte queste acque, giunte ai confini amministrativi della città, si immettono in alvei artificiali, per rivedere la luce solo a valle dell'abitato, dopo chilometri percorsi nel sottosuolo cittadino. Sotto la città scorre un vero reticolo interconnesso formato da rogge, torrenti, fontanili, canali e fiumi, tutti divenuti invisibili dopo un secolo di opere di tombatura: si stima che il reticolo idrico sotterraneo milanese sviluppi una lunghezza complessiva di oltre 400 km, senza contare il sistema fognario in cui peraltro una parte di queste acque, impropriamente, si immette. Solo il Lambro, che lambisce la città alla sua periferia orientale, ha mantenuto un corso superficiale, ma ciò non ne impedisce le ricorrenti esondazioni.

Il dibattito sulla restituzione alla città del suo sistema di acque superficiali ha ricevuto un importante impulso con il referendum civico del 2011 in cui i cittadini milanesi si espressero a favore della riapertura della Cerchia urbana dei Navigli. Negli anni successivi l'impegno verso questa progettualità è stato riaffermato dalle amministrazioni in carica, ma finora non si è andato oltre gli studi di fattibilità, che peraltro ne hanno stimato i costi, importanti, e le problematiche relative al reinserimento di queste infrastrutture in un sistema viabilistico denso e congestionato, insieme alle opportunità di rilancio turistico legato alla fruibilità e navigabilità dei canali.

Le suggestioni di una città che restituisce luce alle sue acque hanno però lasciato in ombra il tema delle funzioni idrologiche ed ecologiche di una operazione forse meno ambiziosa ma più diffusa, volta a ripristinare le connessioni del reticolo idrografico minore, anche alla luce delle risposte che esso può offrire per alleviare la criticità costituita dalle acque intubate nel ventre della città che, ad ogni pioggia significativa, vanno in



MILANO

pressione fino a traboccare in superficie.

Certo è che, tra aumento dei picchi di piena da monte e strozzature sotterranee a valle, la criticità del nodo idraulico milanese non ha soluzioni facili. Ripristinare il reticolo idrico permetterebbe di restituire alle acque volumi urbani utili all'espansione e contenimento delle portate di piena, oltre a dotare la città di un'infrastruttura verde in grado di offrire una molteplicità di servizi: dalla distribuzione di acque per usi diversi da quello potabile al mantenimento di percorsi verdi che innervino la città contrastandovi il surriscaldamento estivo, al recapito di acque bianche evitando di sovraccaricare il sistema fognario, incluse quelle derivate dal sistema urbano di controllo del livello della falda acquifera e quelle dei sempre più numerosi sistemi di climatizzazione che sfruttano le acque di falda: il reticolo idrico costituisce una risorsa per le politiche climatiche urbane, di cui la città appare ancora scarsamente consapevole.

La sicurezza idrogeologica di Milano ora dipende da nuove opere ingegneristiche in via di realizzazione, si tratta delle vasche di laminazione del Seveso che, dopo un iter approvativo difficile e contrastato, dovrebbero venire ultimate, progressivamente, tra il 2023 e il 2028. Tra le prime, le vasche di Senago, che impermeabilizzeranno 160.000 mq del Parco regionale delle Groane, e quelle di Bresso, che prenderanno il posto di 40.000 mq di bosco sottratto al Parco Regionale Nord Milano. Insieme alle altre vasche, previste a Varedo e Lentate, e alle aree di espansione nel tratto più a monte del torrente, che si sviluppa tra i colli morenici della Brianza, queste opere complessivamente garantiranno per il Seveso oltre 4 milioni di metri cubi di volume di invaso, abbastanza per garantire la gestione in sicurezza

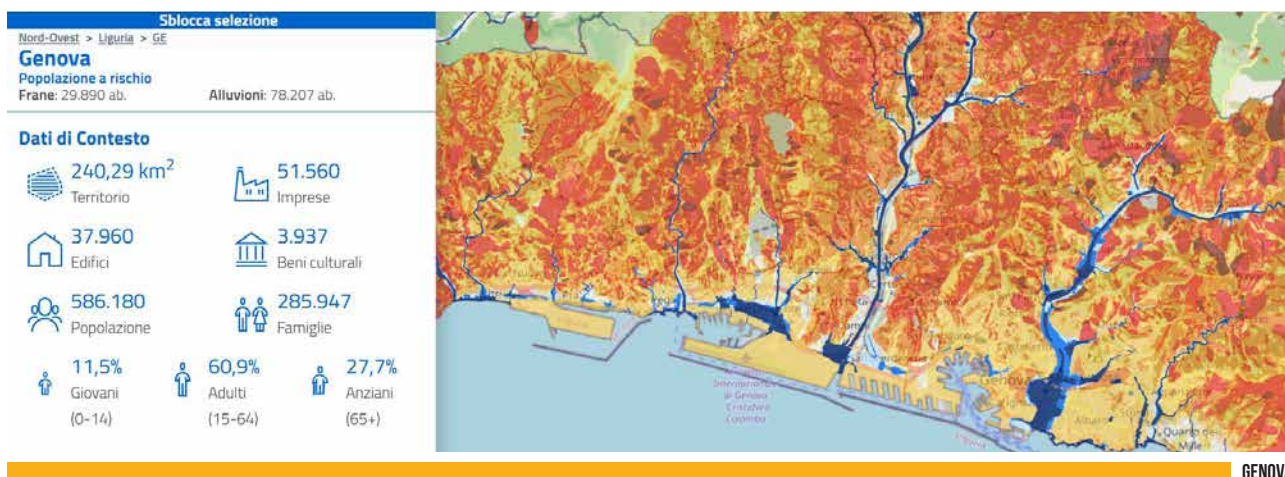
anche di eventi alluvionali importanti. Si tratta di opere che impermeabilizzeranno importanti superfici dei pochi territori non ancora cementificati del nord Milano, paradossalmente proprio quei territori che, negli anni '70 del secolo scorso, una legge regionale lungimirante, a fronte delle spropositate crescite urbanistiche di quegli anni, aveva posto sotto tutela. A voler vedere il bicchiere mezzo pieno, possiamo dire che senza la tutela offerta dalle aree protette non si sarebbero preservate le poche superfici risultate oggi idonee ad accogliere le opere per la sicurezza di Milano. Ma la storia della metropoli lombarda ci dice che l'impermeabilizzazione del territorio, se non verrà fermata o invertita, finirà col rendere obsoleta ogni soluzione ingegneristica messa a punto per governare gli estremi climatici. L'adattamento al cambiamento climatico richiede di cambiare approccio, ricollocando le opere idrauliche all'interno di una programmazione responsabile dell'intero territorio: il suolo deve poter svolgere di più e meglio la propria funzione drenante, le aree protette devono continuare ad essere protette così che, senza esporre le popolazioni a pericoli evitabili, il fiume possa continuare a fare il fiume.

Se si prendono in considerazione frane e smottamenti, anche in questo caso, dalla mappa di CittàClima, spiccano tre situazioni in particolare:

1) GENOVA

1) Genova

La città di Genova è nota per i problemi di esondazione dei torrenti che attraversano la città. Gli ultimi episodi, avvenuti nel 2009, 2011, 2014



sono ancora impressi negli occhi dei genovesi che, ogni volta che piove, alzano gli occhi al cielo preoccupati per quello che potrebbe accadere.

Ma la complessità dell'area è legata anche all'elevata pericolosità da frana, come si evince dalla cartografia estrapolata dal portale IdroGEO di Ispra; un mix pericolosissimo in cui le piogge intense rapidamente fluiscono verso valle e vengono incanalate nei corsi d'acqua (o meglio vengono intubate nei corsi visto che molti di questi in lunghi tratti del centro sono completamente tombati e sovrastati da strade ed edifici) che attraversano Genova, ma che allo stesso tempo minano la stabilità dei pendii e dei versanti.

Nel territorio comunale di Genova sono 4 le frane da piogge intense registrate dalla mappa. Si tratta di casi clamorosi se pensati nel contesto di una grande area urbana; ad esempio ad inizio aprile 2013, una vasta porzione di un muraglione di contenimento nel quartiere del Lagaccio, alle spalle della stazione Principe, è franata rovinosamente al suolo. La caduta di terra e massi ha provocato una voragine nell'asfalto, che ha risucchiato due auto parcheggiate a bordo strada. Fortunatamente non ci sono stati feriti.

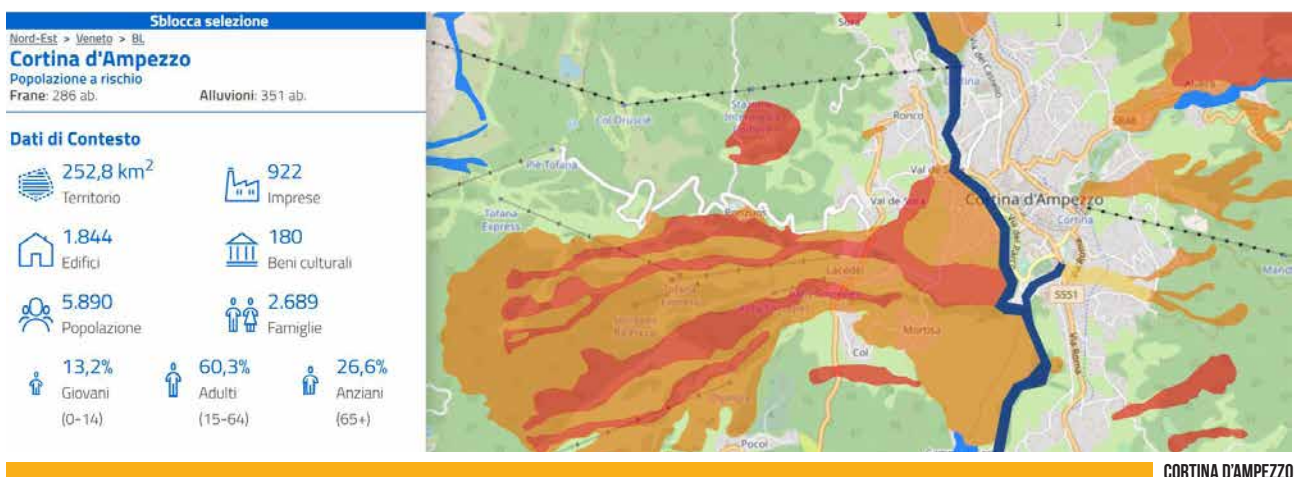
L'8 giugno 2020 in Val Polcevera si sono verificate piccole frane e allagamenti, in particolare nella zona di Pontedecimo. La forte impermeabilizzazione antropica della città e l'orografia del territorio fanno sì che l'acqua scorra velocemente e con grande "forza" sulle superfici asfaltate, e trovi sfogo solo quando arriva nei torrenti o nelle aree in cui riesce ad infiltrarsi nel terreno, minando la stabilità delle pareti e dei versanti. Anche qui, una situazione difficile da più punti di vista che merita un approccio integrato di soluzioni che mitigano il rischio idrogeologico passando dalla rivoluzione degli usi e degli spazi

urbani come strumento di adattamento quando si verificano eventi più o meno estremi.

2) CORTINA D'AMPEZZO E SAN VITO DI CADORE (BL)

Sono 3 gli eventi franosi legati ad intense piogge registrati, tutti avvenuti negli stessi giorni di agosto. Il 6 agosto 2019, a causa di una colata di fango e detriti in località Acquabona nei pressi di Cortina d'Ampezzo, è stata chiusa temporaneamente e poi riaperta la statale 51 di Alemagna. Il 5 agosto 2017, a causa di precipitazioni eccezionali, 111,6 mm di pioggia in 48 ore, si verificano numerosi fenomeni di dissesto geo-idrologico; una donna è morta travolta da una colata di detriti mentre era a bordo della sua auto.

Il 5 agosto 2015, una bomba d'acqua, scatenatasi tra Cortina e San Vito di Cadore, nella Valle del Boite, ha causato una serie di frane e smottamenti. La più imponente - che ha travolto tre auto - è stata innescata dall'esonazione del torrente Ru Secco, che ha fatto tracimare un bacino di contenimento. La frana, venuta giù come già in passato dalle pendici del monte Antelao, ha invaso la statale Alemagna, isolando così anche Cortina d'Ampezzo per diverse ore. Un'altra frana è scesa a valle nella zona di Borca di Cadore, a Cancia, dove nel luglio del 2009 un fenomeno analogo causò la morte di due persone, madre e figlio, sepolte nella loro baita da fango e sassi, ed una terza si è scaricata invece nei pressi di Auronzo, ricoprendo la strada regionale 48 delle Dolomiti. Qui il fenomeno è stato amplificato anche dalla tracimazione del torrente Giralba.

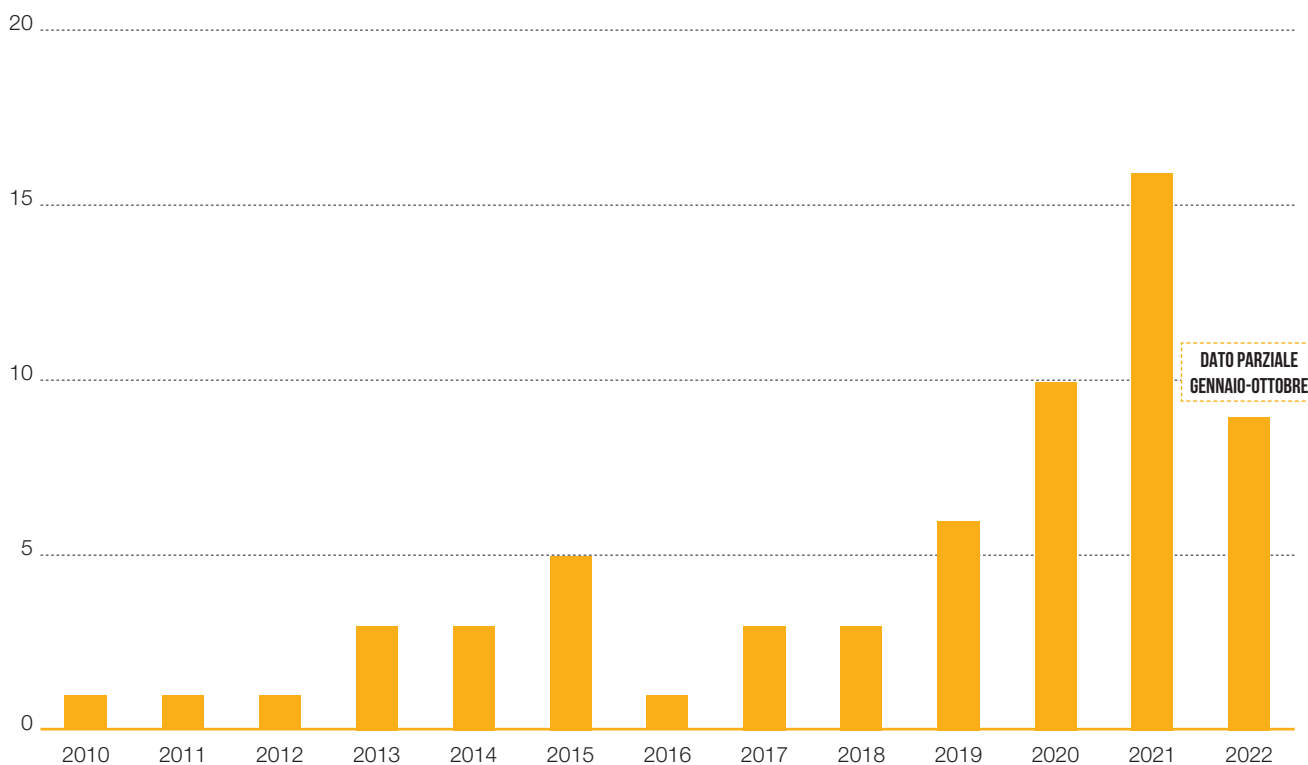


Per il 2022 si devono rimarcare due eventi. Il 5 agosto, come visto esattamente gli stessi giorni in cui si sono verificati eventi estremi in provincia di Belluno, viene colpita da precipitazioni intense la Val di Fassa, in Trentino. Alcuni corsi d'acqua si sono ingrossati e non sono mancate frane, smottamenti e colate di fango che in alcuni casi hanno interrotto alcune strade. A Vigo di Fassa, una ventina di persone sono state allontanate dalle proprie abitazioni per ragioni di sicurezza. Il gruppo più numeroso, almeno 150 persone, è stato evacuato da un paio di alberghi

e alcune case nella zona di Pozza di Fassa dove, in destra orografica, in più punti si sono verificati smottamenti.

Devastante quanto accaduto a Niardo (BS), il 27 luglio, quando si sono registrati 187 mm di pioggia in due ore. L'acqua ha portato con sé massi, sterpaglie e fango. Colpita la zona industriale di Niardo e tutta la località Crist. Tre le persone ferite, non gravemente. Almeno 50 persone evacuate.

Frane da piogge intense



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2022

L'ITALIA DI FRONTE AL NUOVO SCENARIO

3

ACCELERARE LE POLITICHE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Non possiamo più aspettare, ci troviamo di fronte a processi che si ripetono con sempre maggiore forza e frequenza in tutto il territorio italiano. Come raccontato nel Rapporto, disponiamo di sistemi di analisi di questi fenomeni senza precedenti, di competenze e tecnologie per comprendere come i territori e le città possono

adattarsi ai cambiamenti del clima e mettere in sicurezza le persone. Per farlo c'è urgente bisogno di riformare le politiche che riguardano il territorio italiano attraverso cinque priorità da portare avanti, a cui si collegano tanti aspetti cruciali per adattare i luoghi, le economie locali e salvare le persone da nuovi disastri ambientali:

1) AGGIORNARE ED APPROVARE SUBITO IL PIANO NAZIONALE DI ADATTAMENTO AL CLIMA

L'Italia è tra i pochi Paesi europei senza un Piano di adattamento ai cambiamenti climatici. Ormai solamente Slovenia, Polonia e Turchia, si trovano nella stessa condizione.

L'importanza di questo strumento è evidente per la necessità di rivedere le priorità di intervento alla luce di fenomeni che interessano il territorio italiano con impatti e conseguenze diverse dal passato.

All'interno del pacchetto Next Generation EU sono diversi gli investimenti previsti per la lotta al dissesto idrogeologico che si aggiungono alle risorse nazionali stanziare in questi anni. Tra le più rilevanti contro il dissesto sono previsti 2,49 miliardi di euro per "misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico" e 6 miliardi per "interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni". L'investimento più innovativo riguarda 0,5 miliardi per il "rafforzamento della capacità previsionale degli effetti del cambiamento climatico tramite sistemi avanzati ed integrati di monitoraggio e analisi". Per le risorse idriche sono previsti 2 miliardi di euro per "infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico", 0,9 miliardi di euro per la "riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione dell'acqua, compresa la digitalizzazione e il monitoraggio delle reti" e sempre 0,90 miliardi per "resilienza dell'agrosistema irriguo per una migliore gestione delle risorse idriche. È prevista anche una riforma per la "semplificazione e accelerazione delle procedure per l'attuazione degli interventi contro il dissesto idrogeologico".

Il problema è che si continuano a inseguire le emergenze ed a realizzare i progetti che sono cantierabili e non quelli che sono più urgenti. Il Piano nazionale di adattamento dovrebbe contenere le priorità di intervento in modo da rivedere le politiche che riguardano il rischio idrogeologico. Non uno studio dei processi in corso, come era la Strategia di adattamento adottata nel 2015, ma un vero e proprio strumento di governo che indichi le aree dove intervenire nei prossimi anni perché sono quelle a maggior rischio.

La Commissione Europea ci chiede da tempo

di approvare un efficace Piano di adattamento ai cambiamenti climatici, proprio per la vulnerabilità del territorio. In questo contesto si deve rafforzare il monitoraggio degli impatti sanitari, ampliando le indagini epidemiologiche in tutte le città italiane e utilizzare questi studi per piani di allerta ed interventi di riqualificazione che riducano i rischi per le persone. Un altro campo dove occorre cambiare approccio sono i progetti di nuove infrastrutture perché siano progettate tenendo conto dello scenario climatico che ci aspetta, come evidenziato dal Rapporto del MIMS sulla resilienza delle infrastrutture.

LEGAMBIENTE CHIEDE AL NUOVO GOVERNO DI AGGIORNARE E APPROVARE IL PIANO DI ADATTAMENTO ENTRO LA FINE DELL'ANNO.

Ma non basta. Bisogna intervenire anche con una serie di **Piani settoriali**, perché non è sufficiente stabilire una serie di proposte di intervento, come previsto dall'attuale bozza di PNACC in cui si affrontano 18 settori. È fondamentale per un Paese come l'Italia definire un quadro di interventi che riguardino specificatamente le coste, per combattere l'erosione e adattare queste aree, tra le più a rischio, all'innalzamento del livello dei mari che sta avvenendo e che sarà ancora più accentuato nei prossimi decenni. Un Piano nazionale di adattamento al clima delle aree costiere è presente in tanti altri Paesi europei, a partire dalla Spagna, anche perché riguarda direttamente settori produttivi di vitale importanza, primo fra tutti il turismo.

Allo stesso modo si dovranno poi redigere e attuare Piani che riguardino, ad esempio, aspetti dettagliati dei settori produttivi o delle aree urbane.

Infine, un ruolo fondamentale del PNACC riguarda le indicazioni, e l'esempio, che possono essere fornite per i Piani di adattamento delle singole città. L'assenza di un Piano nazionale ha, infatti, contribuito a vedere pochissime situazioni in Italia in cui sono stati approvati Piani locali di adattamento al clima, soprattutto se confrontate con altre realtà urbane europee.

2) UN PROGRAMMA STRUTTURALE DI FINANZIAMENTO E INTERVENTO PER LE AREE URBANE PIÙ A RISCHIO

Il monitoraggio di quanto avvenuto dal 2010 a oggi mette in evidenza come in alcune aree urbane gli impatti dei fenomeni meteorologici estremi siano più rilevanti e frequenti. In particolare sono Roma, Bari, Agrigento, Milano, Genova, Ancona, Napoli, Palermo, Catania, Torino, Torre Annunziata e Lamezia Terme le città che più hanno subito danni economici, oltre a morti e feriti, stop alle infrastrutture, solo per citare gli impatti più rilevanti.

Per questo **serve un programma nazionale per le aree più a rischio**, che preveda risorse strutturali per finanziare Piani urbani di adattamento e per gli interventi prioritari di prevenzione. Il "Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano" del MITE è stato un enorme successo nella fase di presentazione delle domande e dei progetti, e rappresenta un primo passo nella giusta direzione, ma ora serve un passo in avanti introducendo un fondo pluriennale in modo che le città possano programmare gli interventi.

Il bando, inoltre, finanzia interventi nei Comuni con più di 60mila abitanti ed è cruciale ampliare queste forme di finanziamento a realtà di dimensioni minori, che rappresentano il tessuto urbano di gran parte del Paese e che, purtroppo, sono altrettanto vittime di impatti crescenti e drammatici.

Sarà fondamentale **finanziare anche i Piani urbani di adattamento** perché uno stesso fenomeno - da una pioggia violenta a un'ondata di calore - può provocare impatti diversi in differenti quartieri della stessa città, a seconda del modo in cui sono costruiti e della realtà sociale ed economica che vi abita. Come avviene per i PUMS (i piani urbani di mobilità sostenibile), il Governo deve definire i punti chiave necessari per elaborare i Piani urbani di adattamento e vincolare le risorse all'approvazione di questi, per interventi di messa in sicurezza e manutenzione che siano coerenti con le indicazioni date. In questo modo diventa possibile superare una programmazione a macchia di leopardo e dare ai Sindaci strumenti certi per gli articolati strumenti oggi necessari: dagli allertamenti della Protezione Civile alla messa in sicurezza dei tombini, dall'adattamento

al clima dei quartieri a quello dei fiumi, fino alla delocalizzazione degli edifici a rischio.

Gli esempi d'interventi e Piani di adattamento, Regolamenti Edilizi, che si trovano in questo Rapporto, dimostrano come sia possibile realizzare progetti capaci di affrontare i rischi legati ai cambiamenti climatici in una prospettiva di miglioramento della vita nelle città.

3) UNA LEGGE PER FERMARE IL CONSUMO DI SUOLO

Sono trascorsi quasi 10 anni da quando il Consiglio dei Ministri approvò il Ddl proposto dall'allora Ministro all'Agricoltura, Mario Catania, per fermare il consumo di suolo in Italia, senza arrivare all'approvazione della legge in Parlamento. Da allora le proposte di legge si sono moltiplicate, sono trascorse altre due legislature, ma una legge per proteggere il suolo non è mai uscita dalle secche della discussione parlamentare.

In Europa il tema del suolo è sempre più affrontato, proprio perché le crisi alimentari internazionali, legate alla siccità, mettono in chiaro che non possiamo più sprecare terreni agricoli. Il tema è centrale anche perché tocca settori nevralgici, ed è per questo che si è arrivati alla nuova Strategia del Suolo per il 2030 e nell'imminente nuova direttiva europea sulla protezione del suolo, che fissano sfide e obiettivi sempre più ambiziosi.

L'Italia in quanto Paese maggiormente beneficiato dai fondi europei davvero non può permettersi il lusso di arrivare impreparata alle scadenze del Green Deal e la lotta al consumo di suolo deve essere tra le priorità del nuovo Governo e del Parlamento, a partire dalla definitiva approvazione della legge.

4) RAFFORZARE IL RUOLO DELLE AUTORITÀ DI DISTRETTO E DEI COMUNI NEGLI INTERVENTI CONTRO IL RISCHIO IDROGEOLOGICO E LA SICCIÀ

Di fronte all'emergenza climatica abbiamo bisogno di accelerare gli interventi davvero capaci di mitigare il rischio idrogeologico e di mettere

in sicurezza le persone e i luoghi da fenomeni sempre più impattanti. Oggi non solo abbiamo un problema di lentezza degli interventi, ma continua a non essere chiaro né il quadro degli interventi in corso e dei finanziamenti, né l'efficacia degli stessi, se quanto si sta portando avanti è davvero prioritario rispetto ai problemi di dissesto o se semplicemente si trattava degli unici progetti "cantierabili".

Occorre intervenire rispetto alla *governance*, perché oggi è evidentemente troppo lenta e inefficace, va semplificata e chiarita rispetto alle responsabilità in capo al Ministero dell'Ambiente, alle Regioni (i cui Presidenti sono tutti commissari al dissesto), alle otto Autorità di distretto idrografico e ai Comuni. Bisogna **rafforzare la collaborazione tra gli Enti**, in modo da avere priorità di intervento e vincoli di tutela coerenti tra i diversi livelli, con l'obiettivo anche di fornire un quadro costantemente aggiornato dei progetti e dei cantieri in corso attraverso Rendis (il Repertorio nazionale degli interventi per la difesa del suolo, gestito da Ispra). La mappatura di www.cittaclima.it racconta, inoltre, quanto siano diffusi gli impatti nei territori italiani e come la risposta dipenda spesso non da grandi opere ma da interventi "minori", di manutenzione e riqualificazione di strade, fognature, sottopassi.

Ma queste stesse situazioni si riscontrano quando si verificano, come negli ultimi anni, lunghi periodi di siccità, estesi a gran parte del Paese.

Le scelte per accelerare gli interventi di adattamento al clima e messa in sicurezza del territorio sono in particolare tre. La prima riguarda il **rafforzamento della progettazione**, con il finanziamento del fondo rotativo, in modo da dare certezze agli interventi e continuità nel tempo alla strategia prevista, dall'altra tornando ad assumere tecnici negli Enti Locali e nelle Autorità.

La seconda è dare un **ruolo centrale alle Autorità di distretto**, in stretta sinergia con i Comuni e con le Regioni, nell'individuazione delle priorità coerenti con gli strumenti di pianificazione di distretto e nazionale, e nel portare avanti la progettazione e la gestione delle gare d'appalto e dei cantieri. In questo modo sia le scelte di programmazione che quelle di intervento diventano più coordinate, fluide e trasparenti, come le responsabilità, superando la fase dei commissariamen-

ti.

Lo scorso 26 luglio è stato lanciato un appello congiunto⁵³ dalle associazioni CIPRA Italia, CIRF, Club Alpino Italiano – CAI, Federazione Nazionale Pro Natura, Free Rivers Italia, Legambiente, Lipu, Mountain Wilderness e WWF Italia per sottolineare le priorità portate dall'emergenza siccità, e la prima azione richiesta è quella di ricostituire una regia unica, da parte delle Autorità di bacino distrettuale, attualmente marginalizzate, per costruire protocolli di raccolta dati e modelli logico/previsionali che permettano di conoscere il sistema delle disponibilità, dei consumi reali, della domanda potenziale e definire degli aggiornati bilanci idrici. Le associazioni hanno sottolineato come nuovi invasi non siano la risposta e che bisogna allargare e ampliare il ventaglio delle soluzioni tecniche praticabili attraverso la realizzazione di nuove e moderne pratiche e misure per ridurre la domanda di acqua ed evitarne gli sprechi.

Infine, la terza priorità è quella di affidare al **Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica** un vero **ruolo di coordinamento e d'indirizzo**, anche attraverso il supporto agli Enti Locali nella progettazione, gestione delle gare e dei cantieri e la sostituzione in caso di inerzia. Ma una chiara divisione di ruoli tra chi ha compiti di indirizzo e finanziamento, e chi operativi, è fondamentale per dare credibilità al processo.

5) CAMBIARE LE REGOLE EDILIZIE PER SALVARE LE PERSONE DAGLI IMPATTI CLIMATICI

Non è accettabile che nel nostro Paese si continui a morire perché le persone vivono in case e zone a rischio e che si continui a costruire in zone pericolose. Oggi abbiamo tutte le informazioni sulle aree dove non si dovrebbe costruire perché a rischio alluvione, frane e dissesto idrogeologico. Per superare questa situazione occorre uscire dal campo delle promesse, della contabilità dei danni e dei morti. Serve approvare una legge nazionale che permetta di assumere alcune decisioni oramai non più rinviabili, per la messa in sicurezza del territorio e delle persone.

Che la situazione sia di estremo pericolo lo

⁵³ <https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/emergenza-siccita-lappello-delle-associazioni/>

dimostrano i dati del Rapporto Ecosistema Rischio⁵⁴ di Legambiente, che mettono in evidenza come il 9% delle amministrazioni che ha risposto al questionario abbia dichiarato di aver “tomato” tratti di corsi d'acqua sul proprio territorio, con una conseguente urbanizzazione delle aree sovrastanti, mentre solo il 4% ha eseguito la delocalizzazione di abitazioni costruite in aree a rischio e il 2% la delocalizzazione di fabbricati industriali. Eppure si continua a costruire in aree a rischio idrogeologico! Ad aggravare la situazione già critica, frutto di una urbanizzazione scellerata della seconda metà del secolo scorso, il 9,3% dei Comuni che hanno risposto all'indagine (136 amministrazioni su 1.462) ha dichiarato di aver edificato in aree a rischio anche nell'ultimo decennio, quando - in teoria (ai sensi dell'art 65, comma 4 del D.Lgs. 152/06) - sarebbero dovute essere vietate.

Oltre ai vincoli, per salvare la vita delle persone, occorre anche cambiare i modelli di intervento e di gestione delle risorse idriche. Le soluzioni non possono prescindere dalle problematiche, ossia alluvioni e siccità, e l'obiettivo di qualunque intervento di adattamento dovrà essere quello di rallentare il deflusso delle acque, favorirne l'infiltrazione nel suolo e riattivare quindi il ciclo dell'acqua, a livello locale e territoriale. **Non si deve più puntare a espellere l'acqua velocemente dalle città attraverso canali interrati, ma adattare gli spazi urbani alla nuova situazione climatica, trattenere l'acqua piovana in serbatoi**

con l'obiettivo di garantire la sicurezza nei momenti di massime precipitazioni e averla a disposizione nei momenti di siccità.

La sicurezza si garantisce non solo attraverso opere di ingegneria e ulteriori intubamenti, ma restituendo spazi al naturale deflusso nei momenti di piena in aree dove si possano continuare negli altri periodi dell'anno usi pubblici, quindi parchi o boschi, o anche agricoli. Serve un cambio di approccio negli interventi sulla costa, dove circa un terzo è a rischio erosione con una situazione che andrà peggiorando per l'innalzamento del livello dei mari e i fenomeni meteorologici estremi. Non si può continuare a procedere con scogliere artificiali e pennelli frangiflutti, oltre a cemento sulle spiagge e prelievo di sabbia e ghiaia dai fiumi.

Occorrono politiche nuove che tengano conto di processi complessi che riguardano gli ecosistemi, per i quali serve una attenta tutela e progettazione degli interventi di adattamento al clima delle aree costiere. Interventi non più rinviabili riguardano la delocalizzazione degli edifici in aree a rischio, impegni in teoria scritti in leggi e provvedimenti a seguito di emergenze (come per l'area di Olbia), rimasti, fino ad ora, sulla carta.

I **Regolamenti Edilizi**, poi, devono prevedere, in maniera obbligatoria, non solo misure efficaci per mitigare le emissioni climalteranti, ma anche soluzioni contro le isole di calore (come i tetti verdi) e che favoriscano la permeabilità dei suoli, il riutilizzo delle acque piovane e delle acque grigie.

54 https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/ecosistema_rischio_2017.pdf

I 10 OBIETTIVI DEL PROVVEDIMENTO DI LEGGE

1. VIETARE QUALSIASI EDIFICAZIONE NELLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO E IN QUELLE INDIVIDUATE DA ENEA COME AREE A RISCHIO INONDAZIONE AL 2100 per l'innalzamento del livello dei mari. Occorre rivedere i piani urbanistici per stralciare qualsiasi previsione urbanistica anche in caso di interventi puntuali di riduzione del rischio e tutelare la permeabilità dei suoli in aree delicate e a rischio.

2. DELOCALIZZARE GLI EDIFICI IN AREE CLASSIFICATE AD ELEVATO RISCHIO IDROGEOLOGICO. Lo Stato deve prevedere risorse per demolire e trasferire le volumetrie degli edifici legali posti in aree di grande pericolo idrogeologico e per la demolizione di quelli abusivi in aree a rischio idrogeologico, sismico o lungo le coste.

3. SALVAGUARDARE E RIPRISTINARE LA PERMEABILITÀ DEI SUOLI NELLE AREE URBANE. Fissando delle percentuali obbligatorie di terreni permeabili negli spazi privati e pubblici (parcheggi, cortili, piazze). Una decisione che risulta indispensabile per una corretta e sicura gestione delle acque, ricaricando la falda, e per ridurre l'effetto isola di calore. Basta riprendere quanto già si prevede nei regolamenti dei Comuni di Bolzano, Abano Terme e Mortara.

4. VIETARE L'UTILIZZO DEI PIANI INTERRATI PER ABITAZIONI. Ad Olbia come a Livorno, tante persone sono morte in questi anni perché vivevano in appartamenti sotto il livello della strada che, in caso di alluvioni, diventano pericolosissimi. Si deve stabilire il divieto di utilizzo dei piani interrati (mentre in alcune Regioni è addirittura incentivato!) e realizzare monitoraggi nelle città più a rischio per scongiurare altre tragedie.

5. METTERE IN SICUREZZA LE INFRASTRUTTURE URBANE DAI FENOMENI METEOROLOGICI ESTREMI. Nelle città si muore dentro sottopassi progettati male e con una cattiva manutenzione, mentre le metropolitane si fermano perché si allagano stazioni che hanno scale all'aperto (come la nuova Metro C a Roma). Occorre fissare nuove regole per la progettazione e introdurre finanziamenti per la messa in sicurezza di questi spazi per evitare che si continuino a pagare le conseguenze di progetti sbagliati.

6. VIETARE L'INTUBAMENTO DEI CORSI D'ACQUA E PIANIFICARE LA RIAPERTURA DI QUELLI TOMBATI NEL PASSATO. La ragione dei rischi che si corrono nelle città italiane, nelle giornate di piogge intense e di ondate di calore, dipende dall'impermeabilizzazione dei suoli e dall'intubamento dei corsi d'acqua. La conseguenza è che durante le alluvioni i fiumi esondano e mettono in pericolo persone ed aree pubbliche. In una prospettiva di adattamento al clima vanno vietati gli intubamenti dei corsi d'acqua e recuperati alla naturalità ovunque possibile fiumi e fossi, creando spazi per il naturale deflusso in sicurezza delle acque durante le piogge e la ricarica delle falde.

7. RECUPERARE, RIUTILIZZARE, RISPARMIARE L'ACQUA IN TUTTI GLI INTERVENTI EDILIZI. Stabilendo l'obbligo sia di recupero delle acque piovane per tutti gli usi compatibili, sia di installazione di sistemi di risparmio idrico, ma anche introducendo incentivi per il trattamento e recupero delle acque grigie. Come si fa già in oltre 800 Comuni con regolamenti che obbligano questi interventi.

8. UTILIZZARE MATERIALI CAPACI DI RIDURRE L'EFFETTO ISOLA DI CALORE NEI QUARTIERI. Attraverso obblighi che riguardino i materiali da utilizzare per le pavimentazioni negli spazi pubblici e privati, in modo che non superino determinati coefficienti di riflessione, e mitigando così l'incidenza delle radiazioni solari estive, e incentivando l'utilizzo di materiali e colorazioni con prestazioni certificate, di tetti verdi, vasche e fontane, che contribuiscono a ridurre l'aumento delle temperature esterne. Basta riprendere quanto già si prevede nei regolamenti dei Comuni di Rivoli, Poirino, Pavia, Zinasco.

9. TRATTENERE L'ACQUA IN CITTÀ, in tutti gli interventi che riguardano gli spazi pubblici, come piazze e parcheggi, ma anche negli interventi di edilizia private, vanno costruite vasche sotterranee di recupero e trattenimento delle acque piovane. Un intervento sempre più diffuso nelle città europee, che ha la doppia funzione di sicurezza, perché consente di indirizzare l'acqua nei momenti di pioggia estrema verso i serbatoi, e di recupero di acqua da utilizzare per tutti gli usi negli spazi pubblici utile in particolare nei periodi estivi.

10. METTERE A DIMORA ALBERI NELLE STRADE E NELLE PIAZZE, CREARE BOSCHI URBANI per la riduzione delle temperature in città e l'assorbimento dei gas serra, ma anche interventi che riguardino la sostituzione delle pavimentazioni e la deimpermeabilizzazione, l'utilizzo di pitture che consentano di ridurre l'incidenza delle radiazioni solari estive.

CAMBIAMENTI SISTEMATICI

Le grandi aree urbane mondiali sono e saranno particolarmente vulnerabili al riscaldamento climatico globale, il quale porterà ulteriori problematiche, con effetti che specie in concomitanza con le ondate di calore, sono già risultati molto negativi dal punto di vista sanitario e nei confronti delle fasce di popolazioni più a rischio come anziani e bambini. Ma sono sempre di più le città che in Europa e nel Mondo stanno concentrando l'attenzione nei confronti dell'adattamento ai cambiamenti climatici per far fronte alle crescenti emergenze e impatti. In alcune città europee, inoltre, si stanno già sperimentando e indirizzando le proprie politiche nella direzione della questione climatica in termini d'innovazione nella progettazione per interventi di adattamento.

Il 14 aprile 2013 la Commissione Europea ha introdotto un quadro normativo mirato a una Direttiva il cui obiettivo principale era rendere l'Europa più resiliente ai cambiamenti climatici e soprattutto "riconoscere l'importanza di affrontare l'adattamento con la stessa priorità della mitigazione", prevedendo una Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici (COM(2013) 216 final) che gli Stati membri sono chiamati ad

attuare, a causa dell'aumento dei fenomeni estremi, oltre a rivedere il proprio assetto urbanistico. Ciò richiede una migliore preparazione e capacità di reazione agli impatti dei cambiamenti climatici a livello locale, regionale, nazionale puntando sullo sviluppo di un approccio coerente e un migliore coordinamento. In questa fase però non si è ancora arrivati a un passaggio normativo, che porti a una Direttiva, come auspicabile, sull'adattamento. A supporto intanto delle politiche in materia di adattamento, la Direzione Generale CLIMA (European Directorate General for Climate Action) ha elaborato una piattaforma, denominata Climate Adapt, che si pone l'obiettivo di sensibilizzare sull'importanza di prepararsi ai cambiamenti climatici nelle città, con lo scambio di buone pratiche e lo sviluppo di strumenti e linee guida per l'adattamento delle città. Il 10 giugno 2021 il Consiglio Europeo ha approvato un aggiornamento della Strategia che mira a migliorare le conoscenze in materia di adattamento e a favorire lo scambio di informazioni ed esperienze in merito. In particolare si sottolinea come la trasformazione digitale e il progresso scientifico siano fondamentali per conseguire gli obiettivi di adattamento del Green Deal europeo.

PIANI DI ADATTAMENTO, STRATEGIE E LINEE GUIDA DELLE CITTÀ

MILANO

Il 21 febbraio 2022 il Consiglio Comunale di Milano ha approvato in via definitiva il Piano Aria e Clima, uno strumento, a tutela della salute e dell'ambiente, finalizzato a ridurre l'inquinamento atmosferico e a rispondere all'emergenza climatica. Sono stati individuati 5 ambiti prioritari:

1. Milano **sana e inclusiva**: una città pulita, equa, aperta e solidale
2. Milano **connessa e altamente accessibile**: una città che si muove in modo sostenibile, flessibile, attivo e sicuro
3. Milano **a energia positiva**: una città che consuma meno e meglio
4. Milano **più fresca**: una città più verde, fresca

- e vivibile che si adatta ai mutamenti climatici
5. Milano **consapevole**: una città che adotta stili di vita consapevoli

L'ambito "Milano più fresca" è quello che si concentra sull'adattamento al clima, con particolare attenzione alla riduzione dell'effetto isola di calore e della riduzione del rischio idraulico.

Il Piano individua misure per l'incremento del verde urbano (nelle sue varie forme: dalla forestazione a tetti e pareti verdi) e delle superfici drenanti, così da rispondere all'aumento delle temperature in estate e diminuire il rischio di allagamento ed esondazione in occasione di eventi meteorici estremi.

L'obiettivo 4.1 "Implementazione e monitoraggio del processo di adattamento ai cambiamenti climatici" prevede l'aggiornamento periodico e la

pubblicazione del profilo climatico locale, inteso come strumento di pianificazione, oltre che di sensibilizzazione dei cittadini.

L'obiettivo 4.2 "Raffrescamento urbano e riduzione del fenomeno isola di calore" prevede azioni per interventi di forestazione urbana e di incremento delle superfici verdi, la diffusione di tetti e pareti verdi (che al momento è ferma al 3% delle coperture in città che sono compatibili con la realizzazione di verde pensile, ossia il 44% del totale), il raffrescamento delle scuole con interventi di forestazione urbana, Nature Based Solutions (soluzioni basate sulla Natura), efficientamento energetico e sistemi di ventilazione naturale. Molto importante è anche l'azione finalizzata alla riduzione della superficie dei parcheggi pubblici direttamente esposta al sole, che prevede la progettazione e riqualificazione delle infrastrutture per il parcheggio e i servizi connessi, mediante strutture in verticale che riducano l'uso di suolo permeabile e l'esposizione delle auto parcheggiate al sole e a possibili eventi alluvionali, una migliore integrazione con i sistemi fotovoltaici e stazioni di ricarica di veicoli elettrici.

L'obiettivo 4.3, chiamato Milano "Città Spugna", prevede la depavimentazione di alcune aree, con l'aumento della superficie drenante, e l'individuazione di aree prioritarie in cui realizzare sistemi di drenaggio urbano sostenibile.

Inoltre, tra i progetti più ambiziosi dell'amministrazione comunale, il Programma di Forestazione Urbana persegue la visione strategica di una Milano 2030 'più verde, vivibile e resiliente' contenuta all'interno del Piano di Governo del Territorio. Attraverso la moltiplicazione delle aree verdi in ambito urbano e peri-urbano, si intende valorizzare e potenziare il patrimonio naturalistico esistente con la creazione di un Parco Metropolitano, ovvero una rete di corridoi ecologici per collegare il tessuto urbano con il sistema dei grandi parchi che lo circondano (Parco Nord, Parco Agricolo Sud, Bosco in Città) e, in particolare con la piantumazione dell'equivalente di 3 milioni di alberi.

È importante sottolineare il percorso di consultazione pubblica e di ascolto della cittadinanza in merito al Piano Aria e Clima che il Comune ha avviato negli anni passati.

Il processo di consultazione ha coinvolto cittadini, stakeholders, organizzazioni della società civile, ordini professionali e soggetti economici, promuovendo una serie di incontri di approfondimento, con 4 laboratori tematici, 9 incontri di

Municipio, 1 tavolo di cittadini in cui un campione di cittadini selezionati in modo casuale ma rappresentativo della popolazione di Milano.

Va ricordato come la Città Metropolitana di Milano sia coinvolta anche nel progetto Metro Adapt che mira a integrare le strategie sul cambiamento climatico tramite una governance sul tema che sia comune a tutte le autorità locali. L'obiettivo è quello di produrre strumenti che permettano la Città Metropolitana e i 134 Comuni di implementare efficienti misure di adattamento. Una parte considerevole del progetto è dedicata alla condivisione e disseminazione degli strumenti e buone pratiche sviluppati attraverso il progetto ad altre aree metropolitane italiane e europee. Il progetto Metro Adapt mira anche a stabilire e promuovere Nature Based Solutions che integrino molteplici obiettivi (riduzione del rischio di inondazione e delle isole di calore assieme a rigenerazione degli spazi urbani). Si spinge la creazione di iniziative di sensibilizzazione e mobilitazione della cittadinanza sulle strategie di adattamento al cambiamento climatico e a rendere disponibili dati meteorologici e territoriali disaggregati e strumenti che contribuiscano allo sviluppo di analisi di vulnerabilità accurate. Tra gli obiettivi, infine, anche quello di sviluppare una rete italiana ed europea di aree metropolitane che promuova l'integrazione di misure di adattamento e supportino l'implementazione di Nature Based Solutions.

Va ricordato, infine, il progetto ClimaMi, ormai conclusosi, che punta a fornire una base organizzata ed aggiornata di informazioni e dati climatici. Le attività previste dal progetto intendono completare il quadro degli strumenti conoscitivi e quantitativi sul clima urbano dell'ultimo decennio con la caratterizzazione del regime delle precipitazioni e la realizzazione di un Catalogo delle Precipitazioni.

GENOVA

Con Deliberazione della Giunta Comunale del 06/05/2021 la città di Genova si è dotata di uno strumento di pianificazione con una visione al 2050: l'Action Plan Genova 2050. Lo strumento comprende azioni concrete sulla sostenibilità ambientale, l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici, in funzione di un miglioramento della qualità della vita dei residenti e

non solo.

L'Action Plan Genova 2050 si basa su un nucleo di 12 azioni, partendo da un'analisi delle esigenze del contesto territoriale, condotta attraverso la costruzione di una governance multilivello e in collaborazione con altre città italiane ed europee. Le azioni sono state suddivise in "Grey", "Green" e "Soft", con risultati e impatti di breve, medio e lungo periodo.

LE AZIONI GREY:

- la **mappatura** della distribuzione e della copertura dalle diverse infrastrutture sia sul territorio comunale, sia nella più ampia area funzionale ad esso connessa.
- le **condizioni** e lo stato di salute delle infrastrutture e la loro rispondenza alla domanda che viene dal territorio.
- il **monitoraggio**, svolto in funzione di una manutenzione preventiva e predittiva che scongiuri il disservizio delle reti e ne incrementi le performance.
- la progettazione innovativa di infrastrutture, sia fisica che concettuale, tale da migliorare le proprietà di sicurezza, ridondanza, robustezza, flessibilità, ecc. delle reti in un quadro di governance condivisa capace di promuovere e accelerare i processi più generali di innovazione territoriale.

LE AZIONI GREEN:

- l'**adattamento** al cambiamento climatico, come indagine degli impatti che possono minacciare il tessuto urbano, i servizi che vi sono erogati, lo sviluppo economico e la salute dei cittadini in vista di azioni intese a ridurre i danni potenziali e a sfruttare le opportunità di trasformazione del territorio.
- la **prevenzione** operata attraverso lo sviluppo di efficaci sistemi di allerta precoce rispetto ai pericoli attuali e con interventi di riqualificazione urbana rispettosi delle caratteristiche naturali del territorio urbano e degli ecosistemi.
- lo **sviluppo sostenibile**, inteso come indirizzo generale capace di affrontare una pluralità di aspetti sociali, economici e naturali per migliorare la qualità dell'ambiente urbano e il benessere dei cittadini.
- l'**agenda urbana locale**, come strumento utile a replicare, a livello cittadino e di quartiere, il modello di approccio alle tematiche di stretta rilevanza per il sistema urbanizzato, secondo

le priorità individuate a livello europeo e internazionale.

- il **SECAP** (Sustainable Energy & Climate Action Plan), inteso come Piano operativo, esecutivo degli impegni assunti sui temi della transizione energetica e dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

LE AZIONI SOFT:

- l'analisi delle **vulnerabilità** anche attraverso l'introduzione di indicatori utili a orientare/riorientare le azioni e a misurarne l'efficacia.
- l'analisi **costi/benefici**, inclusi i costi dell'azione, per orientare le risorse e migliorare i processi decisionali.
- i **tool** di informazione/fruizione, utili a condividere ai diversi livelli le conoscenze in ordine ai trend di cambiamento e di risposta delle componenti territoriali di diversa natura (sociale, economica, ambientale), con un approccio che riconosce al dato un valore di bene comune.
- la **comunità resiliente**, intesa come sistema plurale in grado di soddisfare i bisogni dei cittadini, di generare ricchezza in modo sostenibile, di garantire diritti e partecipazione e di aumentare la qualità della vita di tutti i suoi componenti.
- il **welfare** e le misure correlate utili a garantire la maggior copertura possibile per un ampio spettro di popolazione e con particolare attenzione alle dinamiche del cambiamento demografico attuale e prevedibile.
- la **pianificazione integrata** per promuovere una maggiore sinergia e coerenza tra i diversi livelli di governo del territorio.
- le **azioni** per il tessuto socio-economico e quello socio-culturale al fine di una reciproca integrazione e valorizzazione per favorire la produzione di capitale sociale e di risorse.
- la **resilienza organizzativa** dei processi istituzionali mirati a innovare e migliorare un portfolio di servizi, conservando una necessaria solidità in un contesto di rapida evoluzione e cambiamento.

TORINO

Il Comune di Torino ha approvato il "Piano di Resilienza Climatica" con la delibera del Consiglio Comunale del 9 novembre 2020, diventando la terza città italiana, dopo Ancona e Bologna, a

dotarsi di questo strumento. Il Piano spiega come l'intera area urbana sia stata soggetta a numerosi eventi climatici estremi nel corso degli ultimi anni, anche per la sua collocazione all'interno di un complesso sistema idrologico, con esondazioni dei fiumi e ondate di calore estreme. Il Piano di adattamento si pone come obiettivo la riduzione degli impatti derivanti dal cambiamento climatico sia per il territorio che per i cittadini; questo obiettivo viene articolato con le seguenti finalità:

- cercare di ridurre il manifestarsi di un fenomeno critico;
- adattare l'ambiente urbano e i servizi per ridurre l'esposizione e gestire eventuali emergenze;
- adattare l'edificato per migliorare la qualità della vita e contenere la richiesta energetica;
- gestire l'evoluzione degli ecosistemi urbani e la trasformazione urbana;
- sviluppare una cultura del rischio climatico nella progettazione delle opere pubbliche (dimensionamento e innovazione);
- preparare i cittadini ad affrontare le nuove condizioni.

I PUNTI NEL DETTAGLIO

Sul tema delle **ondate di calore** sono 40 le azioni individuate per contrastarne gli impatti, tra cui l'intervento sulle norme urbanistiche per adattare gli strumenti pianificatori e regolamentari, tra cui l'Allegato Energetico-Ambientale al Regolamento Edilizio, e di conseguenza rendere climate proof le nuove edificazioni e soprattutto le ristrutturazioni edilizie delle vecchie abitazioni.

Saranno poi avviate azioni come specifici programmi di formazione tecnica al fine di favorire la progettazione e la realizzazione di soluzioni innovative in grado di contrastare il disagio provocato dalle alte temperature sia negli edifici di proprietà pubblica che privata, con il coinvolgimento delle università locali e degli ordini professionali. Particolare attenzione viene data anche alla comunicazione degli eventi anomali con la diffusione di allerte su un'ondata di calore in arrivo o in corso, attività di sensibilizzazione rivolte ai cittadini al fine di adottare opportune misure e corretti comportamenti in occasione di eventi più critici e la sensibilizzazione di una rete sociale di prossimità a supporto delle fasce più vulnerabili.

Per ridurre l'effetto isola di calore si punta a

nuove infrastrutture verdi ed all'aumento del numero di alberi in città, soprattutto nelle aree che presentano una maggiore vulnerabilità, utilizzando specie arboree più resistenti alle nuove condizioni climatiche e, quindi, in grado di superare le condizioni di stress termico estivo. È previsto l'utilizzo di materiali freschi, con elevati valori di riflettanza solare e quindi in grado di ridurre l'innalzamento termico, per le pavimentazioni urbane e per i tetti degli edifici, ma anche la riprogettazione delle fermate del trasporto pubblico. Sono, invece, 38 le azioni individuate per contrastare gli impatti associati agli **allagamenti**, inclusi quelli causati da **esondazione dei corsi d'acqua**. Anche in questo caso viene sottolineata l'importanza di agire cambiando gli strumenti urbanistici pianificatori e di un sistema che informi i cittadini, e li allerti in caso di emergenza, in previsione dei fenomeni meteorologici estremi e degli effetti al suolo attesi per il rischio idrogeologico e idraulico, differenziati per zone di allerta. Tra le azioni pratiche vi è la realizzazione di aree di drenaggio delle acque meteoriche per strade, piazze, marciapiedi, arredi, oltreché di rain garden per la raccolta delle acque e il suo successivo deflusso, che viene così rallentato, per smaltire volumi di acqua nettamente superiori a quelli di progettazione.

Prevista anche l'attuazione di azioni finalizzate ad aumentare la permeabilità del terreno, attraverso interventi di deimpermeabilizzazione o utilizzo di materiali drenanti nell'ambito delle aree in trasformazione o interventi di manutenzione, e la raccolta delle acque piovane per un riutilizzo successivo. Un'altra azione riguarda le zone collinari della città con interventi di rimozione di detriti che verrebbero trasportati a valle creando sbarramenti, contribuendo a ridurre il rischio di intasamenti e danni alle infrastrutture fluviali, nonché l'ispezione e relativa pulizia dei tratti intubati dei rii collinari per ridurre il rischio di esondazione. Alcune azioni sono già state avviate o concluse, come la messa a dimora di 8.000 alberi tra il 2016 e il 2018, e la realizzazione del nuovo bosco del Parco Stura sud nel 2019. Si tratta di un progetto di forestazione urbana che ha permesso di piantare 700 alberi e 300 arbusti di 32 specie autoctone, caratteristiche dei boschi e delle fasce di riva della pianura piemontese. Installazioni importanti anche quelle dei tetti verdi, in particolare nel caso dell'Environment Park, che ha permesso di ridurre l'impatto visivo della struttura del Parco tecnologico e la compenetrazione dello stesso nell'area verde del nuovo Par-

co Dora, assicurando comfort interno agli uffici grazie all'azione di filtro del calore esterno durante l'estate e un maggiore isolamento interno in inverno. Altre realizzazioni di tetti verdi su edifici di proprietà comunale riguardano la Casa del Parco-Parco Colonnati, una ludoteca, un bocciodromo e il Parco Arte Vivente in via Giordano Bruno.

PADOVA

Il percorso del Comune di Padova verso la definizione di una strategia che includa il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici è partito nel 2011 dalla redazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile. Un ulteriore passo verso l'adozione del nuovo PAESC è stato compiuto nel 2016 con l'elaborazione delle linee guida "Padova resiliente", frutto di un complesso lavoro tecnico interno ed esterno all'Amministrazione comunale, realizzato in collaborazione con l'università IUAV di Venezia e finalizzato alla costruzione del piano di adattamento. Il 14 giugno 2021, il Consiglio Comunale ha approvato il nuovo Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC), dando inizio alla fase di implementazione delle misure previste e al loro monitoraggio. L'amministrazione si è posta obiettivi ambiziosi: ridurre di oltre il 55% le emissioni climalteranti del proprio territorio entro il 2030. È una sfida che coinvolge il Comune e tutti gli attori pubblici e privati del territorio, inclusi i cittadini. La capacità di collaborare con il settore privato e di creare una visione di lungo periodo, orientata alla neutralità climatica entro il 2050, è valse un importante riconoscimento: il Covenant of Mayors Award 2021. Gli obiettivi generali del Piano sono quelli di ridurre le emissioni di CO₂, aumentare l'efficienza energetica e il ricorso alle fonti rinnovabili e preparare il territorio urbano alle mutazioni del clima. L'intero percorso che ha portato alla redazione del PAESC è stato sviluppato grazie al progetto europeo LIFE Veneto ADAPT, che ha coinvolto le città di Padova, Vicenza, Treviso, l'area metropolitana di Venezia e l'unione dei Comuni del medio Brenta (Cadoneghe, Curtarolo, Vigodarzere) con il supporto tecnico del Coordinamento Agende 21 Locali Italiane, Università IUAV di Venezia e la società d'ingegneria Sogesca srl. Il lavoro che ha portato alla definizione del Piano ha visto la partecipazione di molti soggetti, pubblici e privati, e il coinvolgimento di stakeholders.

Il piano si articola in 116 azioni complessive che abbracciano sei ambiti tematici:

- la promozione delle fonti rinnovabili,
- l'efficientamento del parco edilizio pubblico e privato,
- la gestione sostenibile di reti e infrastrutture,
- il potenziamento dei servizi di mobilità "dolce" e del trasporto pubblico locale,
- il consolidamento di un'economia a basse emissioni di carbonio,
- la pianificazione di una città inclusiva e resiliente.

Le azioni per la **mitigazione** sono 83, focalizzate sull'abbattimento delle emissioni climalteranti attraverso un progressivo incremento dell'efficienza energetica di beni e servizi e un maggiore contributo richiesto alle fonti rinnovabili prodotte localmente, come la scelta del Comune di Padova di soddisfare il 100% del fabbisogno energetico dei suoi uffici con energia verde certificata. Un obiettivo fondamentale del Piano riguarda la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare della città, da raggiungere attraverso l'efficientamento energetico del parco edilizio comunale (uffici, edifici scolastici, impianti sportivi) e la riqualificazione di altri edifici pubblici e privati da promuovere attraverso l'attivazione di un One-Stop-Shop. Il PAESC include molteplici azioni per rendere la mobilità cittadina più efficiente, più sostenibile e meno inquinante. Gli interventi abbracciano quattro diverse aree: il potenziamento del trasporto pubblico locale, la riduzione dell'uso individuale dell'auto, la promozione della mobilità dolce e l'efficientamento ed elettrificazione della flotta veicolare circolante.

Le azioni di **adattamento** sono 33, focalizzate sull'attenuazione degli effetti degli eventi climatici estremi (vento intenso, esondazioni, precipitazioni intense, ondate di calore, siccità). Le azioni sono riconducibili a cinque aree di intervento:

- la resilienza del patrimonio edilizio e degli spazi aperti, attraverso il recupero delle acque meteoriche e la riduzione degli sprechi idrici, la de-impermeabilizzazione delle superfici, la rigenerazione delle aree in disuso;
- la mitigazione dei rischi idraulici, migliorando la capacità di deflusso della rete fognaria e del reticolo idrografico minore, adeguando la pianificazione di settore e realizzando interventi puntuali di messa in sicurezza (canali scolmatori, aree di laminazione, etc.);

- la pianificazione e gestione del verde, con la realizzazione di nuovi parchi e il progressivo miglioramento del bilancio arboreo della città, per mitigare l'effetto isola di calore urbano e per favorire il drenaggio delle precipitazioni;
- il continuo aggiornamento del Piano di Protezione Civile strutturando le misure di emergenza in relazione ai nuovi rischi climatici, come le ondate di calore e una migliore identificazione delle persone vulnerabili e attraverso il monitoraggio continuo dei dati climatici e degli impatti degli eventi estremi;
- l'istituzione di un gruppo di lavoro intersetoriale e di un ufficio dedicato al tema trasversale dell'adattamento ai cambiamenti climatici, per coordinare l'attuazione delle misure e per sottoscrivere nuovi patti di collaborazione e protocolli d'intesa con soggetti pubblici e privati per cooperare in questo campo.

Particolare attenzione è stata dedicata allo sviluppo di infrastrutture verdi e alla gestione idraulica in ambito urbano per limitare il pericolo e i potenziali danni derivanti da piogge intense. Il Comune di Padova, ha realizzato un'azione pilota in un lotto del parco del Basso Isonzo. Quest'area ha un ruolo cruciale per la gestione del rischio idraulico e prevede una pluralità di misure: dal recupero e sistemazione dei fossati esistenti e del reticolo idrografico minore, alle nuove opere idrauliche per la regolazione del deflusso idrico, alla ricostruzione della vegetazione ripariale, la piantumazione di nuove siepi e filari ricomponendo il paesaggio agricolo padovano con una scelta attenta delle essenze arboree e arbustive. Visto l'orizzonte temporale lungo del Piano, sono previsti monitoraggi a cadenza biennale sullo stato della sua attuazione, che consentiranno all'amministrazione comunale di verificare lo stato di avanzamento degli interventi previsti.

BOLOGNA

Il "Piano di Adattamento Climatico" di Bologna è l'esito del progetto Life+ BlueAp, per realizzare alcune misure concrete atte a rendere la città meno vulnerabile, capace dunque di proteggere i propri cittadini, il territorio e le infrastrutture dai rischi legati al cambiamento climatico. A rendere "innovativo" il documento è il tentativo, da parte dell'amministrazione e partner del progetto, di aver reso strumento di azione territoriale

il progetto stesso, cercando di definire non solo gli obiettivi ma soprattutto i modi di attuazione, in particolare per quanto riguarda l'approvvigionamento delle risorse idriche e il dissesto idrogeologico. Il processo, in base al profilo climatico locale e alle principali criticità, prevede il coinvolgimento degli stakeholders nell'elaborazione del Piano locale di adattamento, che conterrà indicazioni sulle azioni concrete per la prevenzione e le buone pratiche da adottare. I punti più importanti del Piano di adattamento partono dalla considerazione che Bologna si trova da sempre in una condizione di vulnerabilità dovuta alla quasi totale antropizzazione del territorio. Nel corso dei secoli, infatti, la gestione del territorio da parte dell'uomo è avvenuta attraverso interventi di disboscamento, bonifica delle paludi, regolazione dei corsi d'acqua. In seguito all'analisi dei rischi esistenti il Piano cerca di sviluppare una strategia e declinarla con azioni operative con un adeguato sistema di monitoraggio, essenziale per la gestione e il coordinamento locale.

I PUNTI NEL DETTAGLIO

Il cambiamento climatico accentuerà l'intensità e la durata dei periodi di siccità, aggravando i problemi di disponibilità idrica presenti a oggi. Ad alimentare l'acquedotto, i canali storici e la rete delle bonifiche è infatti l'unico fiume, il Reno, caratterizzato da un flusso naturale limitato durante il periodo estivo. Le misure del Piano puntano alla riduzione dei prelievi, sia limitando ulteriormente le perdite della rete di distribuzione che riducendo i consumi, in particolare civili e agricoli, sia utilizzando risorse idriche alternative e recuperando acqua di pioggia per usi non potabili. Nel 2012 i consumi idrici hanno raggiunto i 157 l/ab/giorno ed è stato raggiunto l'obiettivo dei 150 l/ab/g al 2016, previsto dal Piano di Tutela delle Acque Regionale. Considerata però l'importanza dei prelievi destinati agli usi civili e l'aggravarsi delle condizioni di siccità estiva dovuta ai cambiamenti climatici, il Piano di adattamento ritiene indispensabile una ulteriore riduzione dei consumi domestici, raggiungendo i 140 l/ab/g nel 2020 e i 130 l/ab/g nel 2025. Dall'altro lato occorrerà sostenere le portate dei corsi d'acqua nel periodo estivo, garantendo un maggior rilascio non solo nel Reno ma anche nel resto dei canali bolognesi.

PRINCIPALI OBIETTIVI

- Prelievi della falda da 56 a 45 milioni m³/anno

- Portata in Reno a monte Chiusa: garantire 1,87 m³/s
- Perdite di rete: passare da 25% a 18%
- Consumi idrici domestici: passare da 157 a 130 l/ab/giorno
- Consumi di acqua potabile altri usi da 9,1 a 5 milioni m³/anno

RIDURRE I PRELIEVI DI RISORSE IDRICHE NATURALI

- Irrigazione con acqua non potabile dei Giardini Margherita
- Riduzione dei consumi idrici e delle perdite di distribuzione
- Raccolta della pioggia nell'Istituto di Agraria
- Revisione della tariffa idrica finalizzata a ridurre i consumi civili
- Campagna informativa sulla riduzione dei consumi e della nuova struttura tariffaria
- Censimento delle utenze pubbliche non domestiche
- Identificare i responsabili dei consumi idrici più significativi
- Riduzione dei consumi industriali
- Riduzione dei consumi negli edifici pubblici
- Eliminare le acque parassite e la commistione tra acque bianche e nere
- Risanamento del Torrente Aposa
- Risanamento della canaletta Fiaccacollo
- Revisione generale della rete dei canali del centro storico
- Regolazione della portata del fiume Reno
- Gestione dell'invaso Suviana per sostenere le magre del Reno
- Aumento della capacità di regolazione del bacino del Reno
- Tutelare la produzione agricola locale
- Promozione di un'agricoltura urbana sostenibile
- Ottimizzazione della distribuzione dei consumi
- Ricorso ad acque del Po per usi agricoli

Per cercare di limitare l'aumento delle temperature nell'area urbana durante la stagione estiva è previsto l'incremento delle superfici verdi, dai grandi parchi peri-urbani alle alberature stradali, fino ai più piccoli spazi interstiziali delle aree urbane più strutturate. Gli strumenti urbanistici del Comune di Bologna dovranno puntare con decisione ad aumentare la superficie verde e le alberature di tutti gli ambiti interessati da trasformazioni urbanistiche, a partire dai cunei agricoli alle grandi aree estensive. In più si aggiungono

le dotazioni di verde di "arredo" relative ai progetti di riqualificazione degli spazi pubblici, con il miglioramento dell'isolamento. All'interno di questa visione il Comune di Bologna ha avviato un progetto, GAIA, per finanziare la piantagione di alberi e la realizzazione di spazi verdi all'interno dell'area urbana. Il progetto si basa su un modello di partnership pubblico-privato dove le aziende private finanziano l'acquisto di piante ed il mantenimento degli spazi verdi in tutta la città, offrendo benefici ambientali in particolare per mitigare l'effetto isola di calore. Un modulo sul sito web del progetto consente alle aziende di calcolare la quantità di CO₂ coinvolta nei loro processi e servizi. Successivamente le aziende possono selezionare uno dei tre tipi di partnership per neutralizzare la loro impronta di carbonio, da un minimo di 200 euro a 4.200. La città al tempo stesso si impegna a fornire un rapporto di monitoraggio ogni 6 mesi dall'inizio della partnership.

PRINCIPALI OBIETTIVI

- Più di 5.000 alberi e più di 5 ettari di orti urbani
 - Interventi di *greening* su 10 edifici pubblici
 - Interventi di *greening* in 4 spazi pubblici del centro
- Prevenzione gli effetti di ondate di calore

TUTELA E VALORIZZAZIONE DELLE AREE VERDI ESTENSIVE ALBERATE

- Parco Lungo Navile
- Cunei agricoli
- Parchi lungo il fiume Reno
- Incremento delle superfici verdi e delle alberature
- Identificazione delle specie con maggiore capacità di adattamento nel Regolamento Comunale Verde Orti urbani Comunali
- *Greening* e ombreggiatura degli spazi urbani
- Orti urbani fuori terra
- Miglioramento dell'isolamento e *greening* edifici pubblici
- Aumento della vegetazione
- Isolamento e *greening* negli edifici universitari
- Diminuzione della popolazione esposta a rischi sanitari collegati con l'aumento delle temperature
- Sito informativo per la salute dei cittadini in relazione alle ondate di calore
- Miglioramento del microclima degli spazi interni degli edifici pubblici con popolazione a

rischio

- Miglioramento del comfort termico nei trasporti pubblici

Il Piano di adattamento si propone di agire e realizzare infrastrutture verdi che trattengano le acque, piuttosto che accelerarne il deflusso, e valorizzare il ruolo degli ecosistemi naturali. Uno degli interventi è rendere permeabili le pavimentazioni e favorire l'accumulo delle acque di pioggia attraverso coperture verdi dei tetti o creazione dei volumi di accumulo e incentivare la riduzione dell'impermeabilizzazione. In questo modo ci sarebbe una diminuzione di oltre 39.000 mq di superfici impermeabili, con la creazione di superfici semipermeabili e permeabili che aumenteranno rispettivamente di oltre 28.000 mq e 15.000 mq. Nel 2018 il Comune ha sottoscritto un nuovo Patto dei sindaci per l'energia e il clima. Di conseguenza si è deciso di inserire il primo aggiornamento del Piano di adattamento nella redazione del Piano d'azione per l'energia e il clima (Paesc) di cui ne rappresenta una parte fondamentale.

Il Piano di adattamento è stato quindi riorganizzato secondo la struttura del Paesc che prevede il profilo climatico con la rielaborazione degli scenari al 2050, una sintesi dei fattori di capacità adattiva e l'analisi delle vulnerabilità legate a tre ambiti:

- contrasto alle ondate di calore in ambito urbano;
- eventi estremi e rischio idrogeologico;
- contrasto alla siccità e alla carenza idrica.

Nel Piano di adattamento 2020 vengono inserite azioni più strutturate, legate agli interventi dei soggetti attuatori delle politiche e all'integrazione della tematica climatica all'interno di altri piani come il Piano urbanistico generale (Pug) o i regolamenti settoriali.

L'ADATTAMENTO DELLA COSTA IN EMILIA-ROMAGNA

La Regione Emilia-Romagna ha avviato, nel 2021, il percorso partecipativo sulla Strategia integrata per la difesa e l'adattamento della costa regionale, dal titolo **"Che costa sarà"**, con l'obiettivo di dotarsi di uno strumento dedicato come un

Patto o Contratto di Costa, con il coinvolgimento degli Enti territoriali e dei portatori di interesse locali, per ridurre la vulnerabilità delle coste e aumentarne i sistemi di difesa e il livello di adattamento, con particolare riferimento ai processi erosivi e degli effetti dei cambiamenti climatici.

Gli elementi del Patto o Contratto di Costa già definiti, includono la condivisione di un Documento preliminare, con le motivazioni, gli obiettivi generali e le linee di indirizzo per la costruzione della Strategia GIDAC, pubblicato a gennaio 2021; un'analisi conoscitiva degli aspetti ambientali e del sistema fisico costiero, incluse le connessioni alle attività antropiche, le aree naturali, le aree urbane e le infrastrutture; l'elaborazione di un Documento strategico che contiene un quadro conoscitivo esteso e aggiornato e individua obiettivi e un piano di azioni da implementare, dal breve al lungo termine; l'attivazione di un processo partecipativo con gli Enti territoriali locali e i portatori d'interesse sulla costa, per la condivisione e affinamento del quadro conoscitivo e per la costruzione della Strategia.

Le misure per la riduzione della vulnerabilità e del rischio costiero includono la conservazione delle morfologie costiere nelle aree meno interessate da processi di antropizzazione, la ricostituzione di elementi di naturalità e dell'apparato morfologico e vegetazionale del cordone dunoso – laddove possibile – nelle zone urbanizzate, la pedonalizzazione dei lungomare, per consentire la continuità tra l'arenile e l'edificato retrostante, il trasferimento del traffico veicolare su tracciati alternativi, il mantenimento e, quando possibile, il ripristino dei varchi tra l'entroterra e il mare, sono tutte misure che possono contribuire al rafforzamento della resilienza di questo ambito.

Viene poi sottolineato come la **pianificazione** e la **gestione** di aree particolarmente esposte ai fenomeni erosivi devono essere orientate a creare spazi per l'esplicitarsi naturale delle dinamiche marine e a ridurre, o evitare, i possibili danni diretti ai beni esposti a eventi meteo-marini. Al contempo, rappresentano un'opportunità di riqualificazione delle strutture balneari per il rilancio del turismo marino-costiero e per l'incremento della sua sostenibilità, non solo ambientale, ma anche economica e sociale. I progetti di riqualificazione e trasformazione dei fronti mare dovranno considerare le condizioni locali di pericolosità e di rischio per erosione, alluvione e ingressione marina e prevedere l'incorporamento nel progetto di soluzioni di adattamento agli scenari di pericolosità, mappati dal PGRA per l'ambito costiero.

COPENHAGEN

Il piano storico regionale di Copenhagen nasceva già con un approccio di adattamento al clima nel lontano 1949; denominato il "piano delle cinque dita", incanalava lungo 5 assi l'espansione urbana con 5 direttive realizzate da corridoi verdi e un sistema di viabilità ferroviario che collegava le 5 "dita" al centro della città. Il Piano di adattamento ai cambiamenti climatici è stato aggiornato nel 2011 sulla base della storia urbanistica della città e, consapevoli del fatto che in futuro ci saranno inondazioni più frequenti e di intensità maggiore che potrebbero avere serie conseguenze finanziarie per la città, si è deciso di agire sulla base di **3 metodi di adattamento**:

- allargare il sistema fognario: essendo a oggi la rete di drenaggio piena il nuovo sistema di scarico deve essere disposto in tutta la città al fine di creare delle capacità extra;
- utilizzare nuovi sistemi di drenaggio urbano superficiali in grado di gestire localmente l'acqua piovana, ritardando il deflusso in fogna in modo che non sia necessario scavare in profondità per nuove tubazioni;
- guidare il flusso di acqua in caso di alluvioni dirottandolo verso luoghi non sensibili all'allagamento, come ad esempio parcheggi e parchi.

Questo metodo è pertinente soprattutto nelle aree più sensibili alle inondazioni. In generale per aiutare a prevenire il tipo di inondazioni improvvise più pericolose Copenhagen ha lanciato il piano di gestione "Cloudburst", una serie di strade verdi e parchi che fungono da bacini per catturare e assorbire l'acqua piovana in eccesso.

ROTTERDAM

Rotterdam, secondo centro più importante d'Olanda, è una delle punte avanzate del movimento delle "delta cities", le città che orbitano attorno al delta del Reno. Qui il rapporto città-acqua è stato completamente rovesciato: da minaccia ambientale quale era a opportunità economica, considerando che l'80% della città è collocata nel cuore del delta del Reno, al di sotto del livello del mare. Ciò determina un forte impatto sulla tenuta del sistema idrico cittadino, e poiché la presen-

za dell'acqua è una caratteristica storica, la città è obbligata a fare i conti con gli effetti tragici delle alluvioni. Il tema della resilienza urbana è però all'attenzione della municipalità esattamente da venti anni e lavora a questo obiettivo di convivenza con le acque e i suoi effetti. È del 2001, infatti, il primo piano d'azione contro le alluvioni, strumento che è stato implementato nel 2005 con un documento che offriva un orizzonte temporale degli interventi pubblici al 2035. Nel 2007, Rotterdam ha varato un secondo piano d'azione, mettendo a punto una strategia di adattamento, completata nel 2013.

Tramite questo programma la Rotterdam Climate Initiative si adopera per rendere la città capace di resistere ai cambiamenti climatici futuri, lavorando in **5 ambiti**:

- sicurezza idraulica; il delta nell'area di Rotterdam è sicuro e dovrà rimanere sicuro.
- accessibilità; importante per attrarre nuove aziende della regione, nonché per il trasporto merci e il trasporto passeggeri.
- edifici adattabili entro il 2025; nelle aree al di fuori degli argini le nuove costruzioni saranno limitate a edifici adattabili e quartieri galleggianti, ossia soluzioni flessibili e sostenibili che si adattano alla fluttuazione dei livelli dell'acqua
- sistema idrico-urbano; l'acqua piovana in eccesso deve essere stoccata in serbatoi in città
- clima; l'obiettivo è quello di migliorare la qualità dell'ambiente nella città.

In particolare per l'ambito del sistema idrico-urbano è in atto la strategia del "Water Program". L'innovazione di questa strategia risiede nel fatto che è stato attuato un cambiamento di approccio rispetto alla progettazione e dunque alle opere da realizzare con il miglioramento del sistema idrico: sulle periferie si preferiscono soluzioni flessibili e multifunzionali su piccola scala. Nella parte centrale, invece, si sperimentano soluzioni di *retrofitting* sensibili al clima, capaci di rifunzionalizzare alcune strutture esistenti: è il caso di un garage sotterraneo, che è diventato un collettore di 10 mila metri cubi d'acqua di capacità.

MADRID

Il piano di recupero dell'habitat naturale circo-

stante il fiume Manzanares a Madrid è un grande progetto di riqualificazione di uno spazio pubblico, diventato possibile nell'ambito del progetto "MadridRio" avviato nel 2004 in cui l'autostrada M30 è stata reindirizzata nel sottosuolo. Inaugurato nel 2011 questo parco è un grande spazio culturale in cui hanno preso vita **nuovi spazi verdi che si snodano lungo i 10 chilometri** che corrono lungo il Manzanares, ripristinando un contatto a misura d'uomo con il fiume. I due lembi di città e di parco sono ricollegati grazie al ripristino di ponti storici, quali Puente de Segovia, Puente de Toledo e Puente de La Reina, affiancati dal fitto sistema di nuovi ponti pedonali e ciclabili. La buona riuscita del parco è tuttavia conferita, oltre che dalla bellezza del disegno di progetto, anche dalla dotazione di numerosi servizi, e da una progettazione consapevole sia dal punto di vista sostenibile, come per l'utilizzo di materiali naturali nell'area gioco per i bambini, sia nell'uso di materiali diversificati nei percorsi pedonali e nella rinaturalizzazione delle sponde del fiume, nonché alla costruzione di piazze che diventano *water squares*, contenitori per la raccolta delle acque meteoriche in caso di forti piogge.

BARCELONA

Anche Barcellona è una città impegnata a combattere i cambiamenti climatici, in particolare con il programma "Resilienza e adattamento del cambiamento climatico per l'area metropolitana di Barcellona 2015-2020". Si tratta di un piano che analizza le caratteristiche territoriali e organizzative dell'area metropolitana di Barcellona e le proiezioni climatiche in questo settore per definire i principali rischi e le aree di intervento prioritarie. Il Piano include 36 Comuni e 6 piani locali. A seconda delle aree prioritarie, quali fiumi, spiagge, ecosistemi terrestri e rifiuti, vengono proposte azioni di adattamento ai cambiamenti climatici. Si tratta di **53 azioni** proposte a cui partecipano gli stakeholder responsabili della sua attuazione, con una valutazione che porta a un costo stimato e al periodo di attuazione. Infine, si propone un piano di monitoraggio e un piano di comunicazione. Sono state identificate le aree prioritarie di intervento e nella proposta di azioni per adeguarsi al cambiamento climatico, in particolare si interviene sulle aree verdi e sulle risorse idriche. Per la gestione delle risorse idriche è stato realizzato un intervento che fa parte del Piano

tecnico dell'uso alternativo delle risorse idriche 2012-2015. Un altro tassello importante è il "Piano per le Infrastrutture Verdi e la Biodiversità 2020", con cui si sta cercando di collegare varie aree della città con infrastrutture verdi. In linea con gli obiettivi del Piano, il Tree Master Plan per il 2017-37 identifica una serie di azioni per espandere la copertura arborea e migliorare la resilienza climatica degli alberi urbani. Queste azioni includono la selezione di specie arboree più resistenti agli stress idrici e termici, la diversificazione delle specie arboree, un maggiore utilizzo dell'acqua di ruscellamento per l'irrigazione degli alberi, l'irrigazione automatica e il controllo delle perdite d'acqua. Mentre Barcellona ha una quantità relativamente piccola di spazio verde per abitante, ha più alberi nelle strade e viali rispetto alla maggior parte delle città europee. Il budget stimato del Tree Master Plan è di 9,6 milioni di euro/anno, di cui 8,3 milioni di euro/anno già disponibili per la gestione degli alberi. La differenza riguarda gli investimenti che saranno necessari per una migliore gestione del suolo e dell'acqua.

IL PIANO DELLA NUOVA ZELANDA

Il governo della Nuova Zelanda ha recentemente pubblicato il Piano nazionale di adattamento, con particolare attenzione agli effetti più catastrofici della crisi climatica: **innalzamento del livello del mare, inondazioni, tempeste estreme e incendi**.

Le azioni includono riforme radicali delle istituzioni, consigli e norme per evitare le edificazioni in aree pericolose, preservare i tesori culturali, migliorare le risposte ai disastri, proteggere il sistema finanziario dagli shock di futuri disastri e riformare i settori economici chiave quali il turismo, la pesca e l'agricoltura.

Il Piano prevede oltre 120 azioni e risponde alle problematiche emerse nella valutazione del rischio del cambiamento climatico nel 2020. Sono, inoltre, disponibili informazioni online per i cittadini sui rischi che la Nuova Zelanda si trova ad affrontare, tra cui inondazioni, incendi, erosione costiera, innalzamento del livello del mare, siccità.

Ogni sei anni, una nuova valutazione del rischio identificherà ciò che deve essere affrontato con maggiore urgenza e nuovi piani, che rispondono a tali rischi, saranno sviluppati in consultazione con tutti i cittadini.

IL PIANO ACQUA DI LOS ANGELES

Si susseguono anche a Los Angeles, in California, i lunghi periodi di siccità che minacciano, come in tante altre città al Mondo, le riserve idriche e il sostentamento di milioni di cittadini.

Questa situazione ha portato l'amministrazione cittadina ad approvare un Piano per il riciclo delle acque reflue che prevede che il 70% dell'acqua sia di provenienza locale entro il 2035.

L'obiettivo è quello di **ridurre la dipendenza dall'acqua importata che attualmente, fino al 90% di quella utilizzata**, arriva direttamente dalla California settentrionale, dalle montagne della

Sierra Nevada e dal bacino del fiume Colorado, adattandosi a un contesto mutato.

Durante i periodi di siccità prolungata, infatti, il terreno rischia di diventare così secco da provocare due conseguenze opposte: può assorbire tutta l'acqua nuova, riducendo così il quantitativo che arriva a fiumi e bacini idrici oppure, all'opposto, il terreno può essere così secco da non riuscire ad assorbire l'acqua piovana e da farla defluire così rapidamente da provocare inondazioni.

Questo significa che Los Angeles non può più fare affidamento su periodi relativamente brevi di pioggia o neve per cercare di alleviare i danni provocati dalla siccità.

LE MISURE ANTIALLUVIONE E DI RIPRISTINO AMBIENTALE

LE VASCHE DI LAMINAZIONE A VERONA E BERGAMO

La frazione di **Parona**, nel comune di Verona, è stata colpita da diffusi e ripetuti allagamenti, il più grave il primo settembre 2018. Per rimediare alla naturale tendenza all'allagamento della piazza del Porto è stata recentemente realizzata una vasca di laminazione. Il bacino ha una profondità media di 240 centimetri, per un volume di 1.190 metri cubi, e per il sostegno a lungo termine delle pareti inclinate si è utilizzata la tecnica delle terre rinforzate rinverdibili. Il costo complessivo dell'opera è di 200mila euro, e per tutelare il paesaggio la vasca è stata realizzata lasciando la superficie il più possibile a verde e limitando al massimo l'uso di materiali da costruzione.

Anche il Comune di **Bergamo** sta intervenendo per contrastare le eccezionali precipitazioni che ormai si concentrano in poche decine di minuti, con conseguenti allagamenti. Tra gli interventi quello, conclusosi nel corso dell'estate, nel quartiere di Longuelo, con la vasca di laminazione della valle d'Astino. L'invaso ha una capacità di 16.500 metri cubi e i lavori sono costati circa 3 milioni di euro.

Nel corso del 2022 è stata progettata un'altra grande vasca di laminazione, che servirà a evitare allagamenti nel quartiere di Santa Lucia. In questa zona, la presenza sotterranea della Rog-

gia Curna, in occasione di piogge concentrate ha causato più di un allagamento sul piazzale. La vasca di laminazione avrà una capacità di 3.130 metri cubi e i costi si aggirano intorno ai 3,4 milioni di euro.

BACINO DI RITENZIONE E CANALE SCOLMATORE IN PROVINCIA DI PISA

Il caso di Pisa è tra gli esempi più evidenti e recenti, di come, con i dovuti interventi, si possano evitare impatti estremi per i territori e le città. **Lo scolmatore di Pontedera e il bacino di Roffia a San Miniato hanno permesso, infatti, di evitare una devastante alluvione nel novembre 2019, quando la piena dell'Arno ha minacciato la città toscana.** In quell'occasione le cateratte dello scolmatore sono state aperte facendo defluire circa 550/600 metri cubi di acqua al secondo, che sono stati immessi in mare a Calambrone, al confine tra Pisa e Livorno. La cassa di espansione di Roffia, diventata di proprietà della Regione Toscana solamente tre giorni prima della piena, ha permesso di deviare circa 5 milioni di metri cubi d'acqua. L'opera, costata 17 milioni di euro, ha visto l'inizio dei lavori nel 2009 e, nonostante grandi difficoltà nella sua ultimazione, ha visto la conclusione a maggio 2019. Si tratta di un'opera tra le più strategicamente rilevanti tra quelle realizzate lungo l'asta del fiume Arno, sia per il volume in-vasabile, sia per la sua estensione e localizzazio-

ne, in prossimità di centri abitati. Il lago Roffia, tra l'altro, viene utilizzato per ospitare competizioni, nazionali e internazionali, di canottaggio e canoa polo.

IL MONITORAGGIO DEL RISCHIO IDRAULICO E IL PIANO COMUNALE DELLE COSTE A LECCE

La Regione Puglia ha finanziato con 30mila euro, tramite i fondi POR Puglia 2014-2020, il progetto di aggiornamento del vigente Piano di emergenza comunale di Lecce, con specifico riferimento al **rischio idrogeologico** e idraulico, e per l'acquisto di nuovi strumenti per il monitoraggio del territorio comunale interessato da aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica che risulta attualmente di circa 7,95 chilometri quadrati. La zona maggiormente esposta al rischio si concentra sulla fascia dell'immediato entroterra lungo il litorale tra Torre Chianca e Torre Rinalda, per la presenza di una rete di canali e di due corsi d'acqua: l'Idume e il Giammatteo. La proposta progettuale prevede l'acquisizione di un drone

e di sensori, con relativo software, per la rilevazione tempestiva di situazioni di allagamento in punti critici del territorio comunale. Saranno installate anche apposite fotocamere per il monitoraggio visivo degli eventi da remoto, in grado di inviare i messaggi di allerta alla struttura comunale di protezione civile. Previsto anche il finanziamento delle azioni di divulgazione del Piano di emergenza attraverso incontri con la popolazione utili a illustrare i principali scenari di rischio idrogeologico e idraulico incombenti sul territorio, l'organizzazione della struttura comunale di Protezione civile e le principali norme di auto-protezione per la salvaguardia delle persone e dei beni esposti.

L'11 luglio scorso, il Consiglio Comunale di Lecce ha approvato in via definitiva il Piano Comunale delle Coste. Si tratta di uno strumento di assetto, gestione, controllo e monitoraggio del territorio costiero comunale in termini di tutela del paesaggio, di salvaguardia dell'ambiente, di garanzia del diritto dei cittadini all'accesso e alla libera fruizione del patrimonio naturale pubblico, nonché disciplina per il suo utilizzo eco-compatibile. Tra i vari aspetti il Piano prevede il monitoraggio permanente dell'erosione costiera, la protezione e ricostruzione dei cordoni dunali, la



CARTA DELLA RESILIENZA DALL'ATLANTE CARTOGRAFICO GEOLOGICO TRATTO TORRE RINALDA

trasformazione degli edifici degradati in strutture leggere in armonia con il paesaggio.

Il capoluogo salentino è l'unico comune tra i 69 costieri della Puglia ad aver ottemperato a una legge del 2006 che li obbliga all'approvazione di Piani delle coste.

LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NELL'ALTO VICENTINO

Grazie al Progetto LIFE BEWARE, finanziato dall'Unione Europea, sono state attivate una serie di azioni che hanno come obiettivo quello di **ridurre il rischio idraulico e climatico nell'Alto Vicentino**.

Il progetto sta mirando, in particolare, al miglioramento della sicurezza idraulica del territorio tramite l'adozione di misure di ritenzione naturale delle acque, in modo da rendere più efficace la gestione dei deflussi dell'acqua piovana.

Un esempio è rappresentato dal piccolo invaso nei pressi di Giavenale, una zona agricola tra i territori comunali di **Schio e Marano**. Lo scopo è proprio quello di trattenerne e rallentare il deflusso dell'acqua verso valle, ma al tempo stesso, di costituire una riserva idrica per le attività agricole del posto, grazie a una capacità di 2.500 metri cubi. Il nuovo ambiente umido realizzato contribuisce anche all'arricchimento della biodiversità, in particolare per uccelli, rettili e anfibi. A **Santorso** un primo intervento ha riguardato il drenaggio delle acque meteoriche nel parcheggio di Piazza della Libertà, per il quale sono stati creati un giardino pluviale nell'area verde situata nella parte meridionale del parcheggio, e una bioritenzione del sottoscocca nell'area verde situata nel lato est del parcheggio. Si è inoltre intervenuti per migliorare la gestione del deflusso delle acque superficiali durante le piogge intense ed evitare eventi alluvionali in una nuova zona residenziale di Via Volti.

Sono poi stati realizzati, nell'area residenziale privata di Corte Acquasaliente, due sistemi di raccolta dell'acqua piovana, che accumulano 2.000 litri di acqua scaricata dai tetti di due case, e da due pozzi a secco che consentono l'infiltrazione del deflusso dell'acqua proveniente da una strada privata. Sempre a Santorso una profonda trasformazione ha interessato il parcheggio del nuovo cimitero, con due giardini pluviali, uno in ciascuna delle due aree verdi situate nella parte

sud occidentale del parcheggio, una trincea di infiltrazione nella parte settentrionale del parcheggio e una pavimentazione porosa sempre nella parte nord del parcheggio, in prossimità della trincea di infiltrazione.

INDICAZIONI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN SICILIA

La Regione Siciliana, attraverso la sua Autorità di bacino, ha emanato, nel corso del 2022, una serie di **direttive destinate a enti locali e soggetti istituzionali, per una corretta gestione del rischio idraulico**. Le nuove linee guida riguardano "ponti e attraversamenti", "coperture e tombature", "impianti di trattamento delle acque reflue e di approvvigionamento potabile", che ricadono nelle aree più esposte individuate dal Piano di gestione del rischio di alluvioni (Pgra).

Le direttive, che contengono i criteri e le prescrizioni tecniche sulla progettazione di nuove opere e sulla verifica di compatibilità idraulica di quelle esistenti, forniscono indicazioni per la messa in sicurezza delle maggiori infrastrutture viarie e ferroviarie e degli impianti del settore idrico particolarmente esposti al rischio di alluvioni.

A queste si aggiunge un'altra direttiva, chiamata "sovralluvionamenti", che fissa regole più ferree per la rimozione dei sedimenti presenti nel reticolo idrografico siciliano, al fine di prevenire situazioni di pericolo.

LA RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEL FIUME OLONA

Grazie al progetto "Olona entra in città" è stato possibile ripristinare il ruolo strategico, come elemento della rete ecologica e all'interno delle comunità, che questo corso d'acqua riveste lungo il territorio che attraversa. Il progetto, dal valore complessivo di 1 milione di euro e concluso a fine 2018, ha visto la partecipazione delle amministrazioni comunali, di Legambiente ed ERSAF e del locale Distretto Agricolo (DAVO) ed è stato realizzato grazie al contributo di Fondazione Cariplo, a Fondi FAS e a compensazioni EXPO2015.

Nel 2010 era stato istituito il Parco Locale di Interesse Sovracomunale dell'Olona, mentre gli

interventi previsti dal progetto avevano come obiettivi principali quelli di **ampliare e consolidare le tessere ambientali della porzione occidentale del PLIS del Basso Olona, in modo da confermarne il ruolo di asse strategico di connessione ecologica in direzione Nord-Sud**. La direttrice di connettività a scala vasta tra il Bosco del Rugareto e il Parco Agricolo Sud Milano transita, infatti, lungo la porzione occidentale del PLIS, attraverso le aree boscate ad andamento longitudinale che si sviluppano dapprima lungo il Fontanile Serbelloni e poi lungo il Canale Scolmatore.

Gli interventi realizzati riguardano:

- riqualificazione dell'area del Molino Prepositurale, con 27mila mq di nuovi boschi di specie autoctone, per un totale di 8.000 piante, tramite il riordino idraulico della Roggia Molinara;
- creazione di una nuova zona umida, l'Area delle Libellule, con scopi naturalistici e per favorire lo sviluppo di habitat adatti a ospitare specie di anfibi e di uccelli. L'area è, inoltre, fruibile ai cittadini;
- recupero di oltre 1.500 metri di rete irrigua, fra cui ripristino del Riale Storico di Rho con funzione di alimentazione dell'area umida;
- il Bosco dei Ciliegi, dove sono state piantate circa 2.000 piante di 15 differenti specie autoctone da 60 alunni dell'Istituto Comprensivo

Fabrizio De André di Rho e il Bosco della Goccia, di circa 3.000 mq;

- riqualificazione della cava e del Fontanile Serbelloni e miglioramento dell'accessibilità alle due aree. Incremento della naturalità del corpo idrico del Fontanile Serbelloni, mediante ampliamento della fascia ad elofite e contenimento specie faunistiche indesiderate;
- completamento delle piste ciclabili all'interno del PLIS dell'Olona nell'ambito del progetto "Tutte per una" per la realizzazione di un sistema di percorsi ciclabili e fruitivi tra i Comuni di Rho, Pregnana, Cornaredo e Settimo;
- installazione di bat-box e cassette-nido per sopperire alla mancanza di alberi adatti alla nidificazione e realizzazione di una schermatura per permettere l'osservazione dell'avifauna;
- un sottopasso faunistico, il Passo del Tasso, attraverso la collocazione di un tubo circolare della lunghezza di 11 metri al di sotto del manto stradale, per permettere l'attraversamento della strada di collegamento fra Rho e Pregnana alla fauna del luogo;
- monitoraggi faunistici post opera, per verificare la qualità degli interventi realizzati, che hanno evidenziato un sostanziale miglioramento della diversificazione dell'avifauna e della qualità del territorio.



INTERVENTI DI RECUPERO NATURALISTICO LUNGO L'OLONA

IL PARCO DEL MENSOLA A FIRENZE

Tra gli esempi di interventi per mitigare il rischio di alluvione vi è quello realizzato nel Parco del Mensola, a nord est di Firenze. Si tratta di uno spazio verde caratterizzato dalla presenza del torrente Mensola e che grazie a un sistema di **casce di espansione**, esteso per oltre 18 ettari, è stato adattato ai crescenti rischi di alluvione, tutelando al tempo stesso gli aspetti naturalistici. I lavori, per un costo totale di 11,7 milioni di euro, hanno incluso un percorso ciclopedonale ininterrotto, integrato nel paesaggio tipico toscano, e una passerella di connessione con gli impianti sportivi Romagnoli. Il Parco è stato inaugurato lo scorso settembre e durante l'arco dell'ultimo anno sono stati messi a dimora, nell'area e in particolare lungo gli argini, 650 nuovi alberi.

IL PROGETTO URBAN WETLAND A TRENTO

A Trento, nell'ambito degli interventi del progetto Santa Chiara Open Lab, rientra il caso dell'Urban Wetland. Si tratta di un **parco ideato per ricevere le acque piovane** convogliate dai tetti ed è stato progettato come elemento multiobiettivo per il trattamento e riuso (irrigazione aree verdi del parco) delle acque di pioggia, laminazione, aumento biodiversità in ambiente urbano, elemento di arredo del parco. Il progetto per il parco e le aree aperte include zone per la sosta ed il relax, un piccolo palco per i concerti e le attività del vicino Centro Culturale, punti per il bike-sharing e aree gioco per i bambini, il tutto liberamente attraversabile in bicicletta. La nuova sistemazione del Parco prevede un sistema di fitodepurazione delle acque di prima pioggia integrato nelle aree a giardino, realizzando un'area fruibile e di alta qualità paesaggistica e architettonica, razionalizzando l'uso delle risorse idriche.

LE NUOVE AREE UMIDE CONTRO LE ALLUVIONI A LONDRA

La nuova linea ferroviaria che attraversa Londra, dedicata a Elisabetta II, sta consentendo a migliaia di pendolari di attraversare la metropoli

su un percorso sotterraneo di oltre 100 km.

Ma i vantaggi ambientali di questa nuova infrastruttura partono dalla creazione dell'isola di Wallasea in Essex, in un **mosaico di lagune, isole e baie** che sono state create da 3,5 milioni di tonnellate di terra scavate durante la costruzione delle stazioni e delle gallerie.

Questa riserva naturale, gestita dalla *Royal Society for the Protection of Birds*, include decine di specie di uccelli e non solo. Si tratta di oltre 160 ettari di distese fangose, lagune, paludi, stagni per pesci e praterie dove gli uccelli possono trovare cibo e nidificare.

Ma l'aspetto dell'adattamento ai cambiamenti climatici non è stato dimenticato: le nuove aree sono state costruite in modo da proteggerle al meglio dall'aumento del livello dell'acqua innescato dal riscaldamento globale.

IL DETOMBAMENTO DEI CORSI D'ACQUA

Il detombamento è un passo fondamentale per riportare a condizioni di naturalità un fiume o un canale in precedenza occlusi. Ricostituire le caratteristiche naturali di un corso d'acqua favorisce nell'immediato la riduzione del rischio idraulico grazie all'allargamento della sezione di deflusso e riconnettendo il corso idrico con le piane alluvionali. Ma i miglioramenti portati includono anche una più ampia riqualificazione ecologica e urbana, la mitigazione dell'effetto isola di calore nelle città, il risparmio energetico ed economico dato dai minori volumi trattati dai depuratori grazie alla separazione delle acque bianche dalla rete fognaria, nonché la possibilità di fornire attrazioni ludico-educative, oltre che di incrementare le aree pedonali e ciclistiche.

Tra le più recenti azioni di questo tipo vi è quella di **Cardiff**, in Galles, dove un canale di 180 anni è stato finalmente detombato. Il Dock Feeder Canal è stato lastricato per più di sette decenni, ma al contrario sarà ora protagonista di un enorme rinnovamento del centro città.

Il progetto è iniziato all'inizio di febbraio 2022 e vedrà il canale aperto e trasformato in uno spazio pubblico verde con posti a sedere all'aperto e un'area per spettacoli in stile anfiteatro. Gli ambiziosi piani trasformeranno effettivamente l'est del centro cittadino in un nuovo quartiere in un progetto simile alla ristrutturazione della piazza

centrale.

Si prevede che il riemergere del canale creerà un nuovo habitat acquatico e verrà sviluppata una nuova pista ciclabile con marciapiedi più larghi e attraversamenti migliori. Saranno costruiti una serie di giardini pluviali, con terriccio specifico e piantumazioni per trattare le acque superficiali per rimuovere gli inquinanti prima che l'acqua defluisca nel canale. Ciò garantirà che 3.700 m² di acqua saranno deviati ogni anno dalla rete fognaria, riducendo i costi e l'energia del trattamento di quest'acqua attraverso la stazione di pompaggio delle acque reflue nella baia di Cardiff.

Un'altra esperienza di successo è quella del fiume Ondaine a **Chambon Feugerolles**, nelle vicinanze di St. Etienne, in Francia. Qui il fiume è stato costretto a un percorso di 500 metri coperto dal cemento sin dalla fine del 1800. Trascorso un secolo, il soffitto del tunnel ha sviluppato segni di cedimento in seguito ad eventi alluvionali e si è quindi sviluppato un progetto di recupero urbano finalizzato alla trasformazione di una vecchia area industriale in una residenziale, con l'opportunità di ripristinare il fiume. Il progetto è stato completato nel 2010 ed ha visto rimuovere 90.000 metri cubi di materiale. Il nuovo alveo fluviale è stato modellato e stabilizzato, in parte con tecniche di bioingegneria, garantendo l'insediamento della vegetazione ripariale, per un totale di 1,2 km di opere.

A **Utrecht**, in Olanda, è stato corretto un altro errore urbanistico storico. Oltre 40 anni dopo che parti del canale Catharijnesingel che circondava il centro storico di Utrecht sono state cementate per ospitare un'autostrada a 12 corsie, la città olandese ne ha celebrato il restauro e la riapertura. I residenti hanno votato in un referendum del 2002 per un "piano regolatore" del centro città, in cui l'acqua avrebbe sostituito le strade, ma gli sforzi sono stati potenziati negli ultimi anni da un più ampio tentativo da parte del comune di mettere da parte l'auto e promuovere una vita più sana. La sezione restaurata del canale era stata tombata per consentire alle auto un migliore accesso al quartiere dello shopping di Utrecht negli anni '70. Il Comune ora ha scelto le infrastrutture blu e verdi per sostituire l'asfalto e il cemento, consentendo collegamenti con una pletora di importanti funzioni urbane e ambientali.

Infine anche per il fiume Emscher, nella **Ruhr** in Germania, è scattata l'ora della riapertura e della trasformazione ecologica e socio-economi-

ca. Negli ultimi 20 anni, infatti, l'impressionante trasformazione che ha interessato l'Emscher ha toccato moltissimi aspetti e prodotto notevoli risultati. Per decenni, il fiume ha avuto la reputazione di essere un corso d'acqua biologicamente morto, inquinato e usato come parte del sistema fognario. Il detombamento è stato il primo passo per dare all'area un'immagine più naturale, ma anche per migliorare le condizioni di vita della popolazione locale e aumentare la biodiversità nell'area. Il progetto ha mirato a creare il sistema di acque reflue più moderno del mondo e, nonostante l'ingente quantità di denaro spesa, ha visto la salvaguardia e la creazione di 1.400 posti di lavoro ogni anno.

TOKYO E LE ENORMI CISTERNE SOTTERRANEE

In tutto il Giappone le precipitazioni sono aumentate in intensità del 30% negli ultimi tre decenni, secondo le stime dell'Agenzia meteorologica giapponese, che ne attribuisce l'aumento al riscaldamento globale. La frequenza delle piogge è, al tempo stesso, aumentata del 70%. L'innalzamento del livello degli oceani rende anche la regione metropolitana di Tokyo, con una popolazione di 38 milioni di abitanti, vulnerabile alle mareggiate, anche se importanti progetti di riqualificazione aprono il lungomare precedentemente industriale a nuove residenze e attività commerciali. Per questi motivi è stato realizzato nel 2006 a Kasukabe un sistema anti-allagamento sotterraneo che, collegato da alcuni tunnel che allontanano l'acqua dalle pianure alluvionali più vulnerabili della regione, è costato 2 miliardi di dollari.

I lavori partirono all'inizio degli anni '90, in un momento in cui il Giappone stava riversando fondi in grandi progetti di lavori pubblici. Si tratta di cinque cisterne verticali sotterranee, profonde 75 metri, che assorbono l'acqua piovana proveniente da quattro fiumi a nord di Tokyo. **Una serie di tunnel collega le cisterne a un vasto serbatoio**, più grande di un campo da calcio, con soffitti sostenuti da pilastri che danno allo spazio un aspetto simile a un tempio. Da quel serbatoio, le pompe industriali scaricano l'acqua di inondazione, a un ritmo controllato, nel fiume Edo; un sistema fluviale più grande che scarica l'acqua nella baia di Tokyo. Nella parte orientale di Saitama, dove

la struttura Kasukabe ha fatto di più per ridurre le alluvioni, l'industria locale ha prosperato in questi anni; la regione ha attratto con successo diversi grandi centri di distribuzione e-commer-

ce e un nuovo centro commerciale. L'operazione Kasukabe rimane una parte critica delle difese di Tokyo.

GLI SPAZI PUBBLICI

MILANO - BICOCCA LAB

L'Ateneo milanese ha presentato, a fine 2021, il piano di transizione ecologica e digitale del campus a "volumi zero", denominato "Bicocca Lab". L'idea alla base: rigenerare lo spazio urbano valorizzando gli edifici esistenti o in fase di realizzazione senza prevedere nuove strutture in futuro.

Nelle piazze smart e sempre più verdi troveranno spazio aule progettate per la didattica all'aperto, aree relax e velostazioni per favorire la mobilità dolce, mentre l'installazione di pannelli fotovoltaici consentirà la produzione di energia pulita utile a rendere la scuola dell'infanzia "Bambini Bicocca" il primo edificio del campus energeticamente autonomo e sostenibile.

Dal punto di vista dell'adattamento sono previsti quasi **cinque ettari di verde** e 450 nuovi alberi, grazie ai quali si prevede di sequestrare più di 100mila kg all'anno di CO₂. Prevista la **depavimentazione** delle piazze del campus, iniziata già nel 2020, per mitigare l'isola di calore.

La transizione verde delle piazze avverrà grazie all'utilizzo del terreno "**hi-tech**", un substrato di origine naturale studiato per essere più duraturo e nutriente, composto da frantumati di lapillo vulcanico, speciali argille interattive, microrganismi della rizosfera, funghi simbiotici e un terriccio di origine vegetale derivante dall'ossidazione e umificazione degli scarti verdi da parte di microrganismi.

FORLÌ - IL GIARDINO DEI MUSEI

Nata come azione all'interno del progetto Life **SOS4life** (che sta per Save our soils), il 25 marzo, c'è stata l'inaugurazione del nuovo grande spazio verde antistante i Musei S. Domenico a Forlì, il Giardino dei Musei.

Il cantiere è stato finanziato da fondi statali, comunali e dal contributo della Fondazione Cas-

sa dei Risparmi di Forlì e l'obiettivo era la **riqualificazione e la valorizzazione** dell'area, adibita a parcheggio sopraelevato, sostituendola con un'area a verde pubblico per ripristinare il piano di campagna degli immobili storici, rievocando i perduti orti. I risultati sono stati clamorosi anche in termini di numeri:

- 6.500 mq di superficie complessiva, di cui 4.800 mq permeabile o semipermeabile;
- 3.700 m³ di cemento armato demolito e smaltito;
- 6.500 mq di superficie pavimentata demolita e smaltita;
- 6.500 m³ di terreno vegetale riportato di cui 1.650 di top soil;
- 2 pozzi freatici realizzati per l'irrigazione del giardino.

CESENA - PARCO NOVELLO

Il nuovo parco urbano di Cesena, Parco Novello, è stato inaugurato a inizio 2019 ed è caratterizzato da circa 1.300 nuovi alberi, più di 2 km di nuove piste ciclabili connesse, 2 aree attrezzate per bambini, 2 aree fitness attrezzate e 1 campo sportivo. Il progetto scaturisce da un concorso internazionale di idee del 2006, con 90 proposte pervenute, e dopo due anni di selezione è risultato vincitore.

Si tratta di un'area di **forestazione urbana** di 60.000 m² al cui interno sono state previste aree di laminazione per la gestione delle acque provenienti sia dall'edificato, sia dalle superfici di strade e piazzali. L'idea di base del progetto era quella di realizzare del verde infrastrutturale, concepito con funzione di filtro per la regolazione delle polveri, la riduzione del rumore e la salvaguarda il suolo.

MEDICINA (BO) - PROGETTO “LUNGO IL CANALE DI MEDICINA”

Il Comune di Medicina nel 2018 partecipa al Bando di Rigenerazione Urbana promosso dalla Regione Emilia-Romagna, sviluppando una strategia per la rigenerazione urbana, ambientale e sociale della città. Il programma è concepito a partire da una serie di interventi di **adattamento degli spazi pubblici ai cambiamenti climatici e da azioni di coinvolgimento della comunità rivolte ai cittadini**, alle imprese e ai giovani del territorio. Il progetto “Lungo il Canale di Medicina” è stato finanziato con un importo di 1 milione e 400 mila euro e riguarda:

- le aree umide e di riequilibrio ecologico e i sistemi fognari, in cui gestire i temi della regolazione idraulica e di risanamento delle acque;
- gli spazi pubblici da forestare e rendere permeabili, in cui fare adattamento a piogge e caldo intensi e dare vita a luoghi vivibili in cui stimolare azioni di cura dei beni comuni;
- le aree dismesse, in cui attivare processi di riutilizzo e servizi per le imprese e il quartiere;
- la messa in sicurezza della mobilità veicolare, da integrare a sistemi di mobilità lenta.

Interventi e azioni del programma riguardano un sistema di aree che ha una superficie complessiva di quasi 8 ettari e che affianca il canale di Medicina per 1,7 km nel centro città. Le azioni di accompagnamento sono:

- un dibattito pubblico con i residenti frontisti del canale;
- un processo di partecipazione rivolto agli abitanti del Borgo Paglia e finalizzato all'attivazione di patti di collaborazione per la cura dei beni comuni;
- due percorsi di innovazione sociale, uno rivolto alle imprese e ai giovani per la gestione della vecchia stazione come hub in cui fare formazione e sviluppo di progetti imprenditoriali, uno rivolto al terzo settore e ai residenti per la gestione della casa di quartiere;
- un piano di comunicazione.

Il progetto prevede il risanamento del tratto urbano del canale della bonifica, la riprogettazione degli spazi pubblici del borgo a nord del

centro storico e il coinvolgimento della comunità locale per la gestione condivisa degli spazi aperti e di alcuni immobili destinati a funzioni pubbliche. Sugli spazi pubblici del borgo è stato pensato un sistema integrato di **infrastrutture verdi-blu-grigie per la regolazione del calore e la gestione delle piogge**. Grazie alle pendenze dei piani stradali la pioggia viene fatta ruscellare nei giardini della pioggia e lì, grazie alla vegetazione, le acque meteoriche subiscono un trattamento di fitodepurazione prima di essere riconvogliate nel canale. Gli interventi prevedono la realizzazione di un giardino umido di ritenzione per la fitodepurazione di tutte le acque meteoriche gravitanti nel borgo, l'introduzione di giardini della pioggia nei parcheggi per la gestione dell'acqua, un sistema continuo/contiguo per l'ombra con la messa a dimora di nuove alberature, la creazione di una piccola piazzetta pedonale, la creazione di nuovi marciapiedi e percorsi ciclabili e la realizzazione di piccole sedute e attrezzature condivise a uso degli abitanti.

SAN LAZZARO DI SAVENA (BO) - ALCE NERO

A San Lazzaro di Savena è in corso un progetto pilota di **desigillazione**, in via Speranza. L'area, di 17mila metri quadrati e che ospitava dei magazzini comunali e un centro di raccolta rifiuti, è in corso di rinaturalizzazione per 12mila metri quadri, con un recupero netto a verde di almeno 2.500 metri quadri, nell'ambito di un'operazione pubblico-privata che vedrà sorgere un concept-store e un locale di ristorazione di Alce Nero, all'interno di un parco pubblico fluviale nei pressi del torrente Savena. L'intervento rientra nel progetto SOS4Life e tra i risultati attesi vi è anche quello di collegare il centro della cittadina alla stazione ferroviaria con un percorso ciclopedonale.

Il cantiere di demolizione ha visto anche una grande attenzione al riuso e al riciclaggio dei materiali, con 6.000 metri cubi di materiale inerte classificato, utilizzato per armonizzare le cavità lasciate dalle bonifiche e, in parte, per l'edificazione.

TRAME URBANE A TREVISO

Un'interessante iniziativa viene da Treviso e prende il nome di Trame Urbane. Si tratta di uno strumento per informare e far riflettere i cittadini sui cambiamenti in corso nella città di Treviso, con particolare riferimento al consumo di suolo e all'impermeabilizzazione del territorio.

È un progetto aperto che aggrega esperti, attivisti e cittadini che promuove la conoscenza dei processi che guidano la trasformazione della città e che dimostra come il consumo di suolo indiscriminato non sia un destino ineluttabile e che un altro modo di governare lo sviluppo di un territorio è possibile.

www.trameurbane.it

PARIGI - CHAMPS ELYSEES E PARCHI URBANI

A Parigi, tra gli interventi pensati per adattare la metropoli ai cambiamenti climatici, spicca il progetto di riconversione dei maestosi viali Champs-Élysées in giardino urbano. Con 250 milioni di euro di fondi, l'idea è quella di ridurre drasticamente il traffico automobilistico, dimezzando lo spazio a disposizione per le auto, con miglioramenti in termini d'inquinamento ambientale e acustico, e aumentare il verde pubblico, **trasformando il tratto di 1,9 km del centro di Parigi in vero e proprio giardino**. L'obiettivo è di concludere le opere entro il 2030. Ma la città sta intervenendo su più fronti. Un esempio è quello dei "Climate Bond", meccanismo ideato per finanziare progetti pubblici finalizzati all'adattamento climatico e costituito da un'ampia varietà di profili di investitori. La selezione dei progetti da inserire nel vincolo è gestita dal Finance Management Support Service (SGF) della città in piena collaborazione con l'Agenzia di Ecologia Urbana di Parigi (AEU). Sono due i progetti di adattamento inclusi nel vincolo climatico e arrivati al termine e prevedevano la piantumazione di 20.000 alberi e la creazione di 30 ettari di nuovi parchi. I nuovi alberi sono stati piantati nel centro di Parigi, in strade e strutture pubbliche come campi da gioco delle scuole, palestre, ecc. I nuovi parchi, invece, sono stati realizzati sia nelle zone di rinnovamento urbano, dove c'è il maggior potenzia-

le per grandi aree di parchi, sia in alcuni quartieri già esistenti. Il Martin Luther King Park nella zona di Clichy Batignolles, ad esempio, inaugurato nel 2008, è stato ampliato prima nel 2014 e poi nuovamente nel 2018, portando la sua superficie totale a 10 ettari.

VITORIA/GASTEIZ - VIALE GASTEIZ

La Strategia per le Infrastrutture Urbane Verdi è lo strumento di cui Vitoria-Gasteiz si è dotata nel 2012 e che ha incluso anche il progetto "Roots of Tomorrow". La strategia mira a esplorare l'utilità di diverse soluzioni di infrastrutture urbane verdi per affrontare diverse sfide urbane come **il miglioramento della biodiversità, la mitigazione dei cambiamenti climatici e la promozione dell'adattamento ai cambiamenti climatici nella città**. La Strategia viene attuata attraverso vari interventi in diverse parti della città: il Green Ring (una serie di parchi e aree semirurali che circondano la città), i parchi urbani e i corridoi ecologici che collegano diversi elementi (come gli alberi lungo corsi d'acqua o strade alberate), terreni abbandonati e persino edifici. Uno degli interventi più emblematici che sono già stati realizzati riguarda il rinnovamento urbano di viale Gasteiz con tecniche di eco-design e la creazione di una facciata verde nel Palazzo dei Congressi Europa, situata sullo stesso asse stradale. La ristrutturazione di viale Gasteiz consisteva essenzialmente nella costruzione di un corridoio fluviale restaurato, nella piantagione di alberi allineati lungo il nuovo canale e nella costruzione di strade senza auto. L'installazione di un giardino verticale sulla facciata del Palazzo dei Congressi Europa costituito da specie autoctone ha contribuito al miglioramento dell'isolamento termico e acustico dell'edificio, alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e al miglioramento della qualità estetica dell'ambiente. Allo stesso tempo, sono stati avviati interventi in diversi quartieri con l'obiettivo di affrontare e rispondere congiuntamente ad una serie di problemi legati alla gestione urbana. Una iniziativa di naturalizzazione degli spazi verdi e degli appezzamenti liberi è stata attuata nel quartiere di Lakuabizkarra. Quest'area è stata scelta come spazio pilota per testare diversi interventi in termini di performance in modo da poterli replicare in altre zone della città, come Zabalzana e Salburua, che hanno caratteristiche molto simili all'area di Lakuabizkarra. I vantaggi

di queste azioni includono un migliore sistema di gestione dell'acqua che riduce il rischio di inondazioni, la riduzione dell'inquinamento atmosferico e il miglioramento della regolazione della temperatura che riduce l'effetto isola di calore.

COPENHAGEN - ENGHAVEPARKEN

Lo storico Enghavepark è stato totalmente trasformato, rappresentando il più grande progetto climatico di Copenhagen. Con un bacino idrico di 22.600 m³, il parco risponde alla necessità di affrontare le future sfide climatiche, garantendo al tempo stesso una varietà di nuove opportunità ricreative, di relax e sensoriali. Enghaveparken è un importante spazio verde a Vesterbro, quartiere popolare della capitale danese, da oltre 90 anni. Il parco è uno dei 300 progetti di "cloudburst" che la città prevede di completare nei prossimi 20 anni per proteggerla da future inondazioni (come descritto in precedenza nel Piano di adattamento di Copenhagen). Nel perimetro del parco è stato **ricavato un mini argine in grado di trattenere l'acqua piovana, che serve contro gli eventi di precipitazioni estremi ma anche nei periodi di siccità per essere utilizzato anche come gioco** e come panca per sedersi. L'acqua piovana raccolta dai tetti del quartiere Carlsberg Byen viene condotta verso il parco e raccolta in un serbatoio sotterraneo di 2.000 m³ e, successivamente, utilizzata per l'irrigazione degli alberi di Copenaghen. La restante acqua piovana viene filtrata e riutilizzata per attività ricreative. Al fine di migliorare le funzioni ricreative e immagazzinare grandi quantità d'acqua, le aree del parco quali il giardino delle rose e il giardino d'acqua sono state ribassate proprio per raccogliere l'acqua. Quando il serbatoio sotterraneo è riempito, l'acqua viene condotta alla piscina riflettente, al centro del parco, e successivamente al serbatoio nel giardino delle rose. È stato sfruttato il dislivello esistente di 1 metro all'interno del parco, da ovest a est, per stabilire un argine. L'argine è alto 1 metro e funziona come una "paletta" che può trattenere 14.500 m³ d'acqua. In casi estremi di nubifragi, con il parco chiuso al pubblico, l'argine sarà riempito fino alla capacità totale di 22.600 m³; dopo 24 ore e quando il sistema fognario sarà pronto, l'acqua verrà svuotata da Enghaveparken. Secondo il progetto e i disegni originali del 1927, il palco e i padiglioni erano gli oggetti centrali di Enghaveparken. Nonostante la riconversione la struttura del parco è

stata preservata e rafforzata con il restauro dei viali alberati che attraversano il parco. Sono stati, inoltre, piantati 83 nuovi alberi, distribuiti tra 10 diverse varietà. I padiglioni originali sono stati ricostruiti e collocati all'ingresso del parco.

AMBURGO - NIEDERHAFEN

Lungo il fiume Elba, ad Amburgo, la passeggiata di 625 metri è già diventata parte integrante della vita sociale della città e al tempo stesso del sistema di protezione dalle ondate di piena. Infatti all'indomani delle mareggiate del febbraio 1962 che causarono 315 morti e distrussero le case di 60.000 abitanti, Amburgo, tra il 1964 e il 1968, sviluppò una barriera di 7,2 metri di altezza sul livello del mare per **proteggersi dalle inondazioni**. Il progetto di Zaha Hadid Architects è stato completato nell'agosto del 2019, riconnettendo il tessuto urbano circostante della città, fungendo da popolare passerella fluviale e creando allo stesso tempo collegamenti con i quartieri adiacenti. Non mancano ampi spazi pubblici per pedoni, jogging, artisti di strada, bancarelle di alimentari e caffè. Negozi e servizi pubblici sono ospitati all'interno della struttura a livello della strada di fronte alla città. Ampie scale che ricordano piccoli anfiteatri sono ricavate all'interno della barriera antialluvione nei punti in cui le strade dei quartieri adiacenti incontrano la struttura. Piste ciclabili dedicate, a livello della strada, percorrono la lunghezza della barriera antiallagamento. Ampie rampe garantiscono l'accessibilità per tutti. La passeggiata sull'Elba è divisa in due sezioni con diverse qualità spaziali: la zona ad ovest è di dimensioni maggiori e offre un'ampia visuale a valle di tutte le attività di navigazione sul fiume, mentre a est il porto turistico crea un'atmosfera più intima con una lunga rampa lungo l'anfiteatro che conduce i visitatori fino alla riva del fiume.

SIVIGLIA - PLAZA DE LA ENCARNACION

Siviglia è notoriamente tra le città più calde d'Europa e le eccessive temperature estive hanno portato a tradizioni storiche come quella delle ombreggiature al di sopra delle vie cittadine realizzate con drappi che attutiscono l'irraggiamento solare. A questa tradizione si affianca il **Metropol Parasol** di Siviglia, progetto vincito-

re di un concorso indetto dall' amministrazione pubblica locale per la riqualificazione di Plaza de la Encarnacion, nel centro storico cittadino. Gli ambiziosi obiettivi riproposti hanno riguardato la creazione di uno spazio multifunzionale che fosse in grado di assecondare le esigenze di cittadini e turisti, senza sconvolgere il contesto storico, in funzione del clima arido della città andalusa. Si tratta di un'enorme struttura fungiforme in grado di **assicurare ombreggiamento all'intera piazza**, altrimenti poco sfruttabile nei periodi estivi. Le forme sinuose e ondulate sono un esplicito richiamo ai modelli organici, e diventano il mezzo con cui viene affrontato, con voluto contrasto, il delicato dialogo con la città medievale e i resti romanici rinvenuti in sito. Grandi elementi "a tronco", contenenti ascensori e scale per raggiungere la terrazza panoramica in copertura, sostengono l'enorme "Parasol" costituito quasi interamente da pannelli in legno lamellare con incastro a nido d'ape, incollati tra loro con l'aggiunta di resina poliuretanicca. La costruzione, progettata per resistere a temperature elevate e a ogni sorta di agente atmosferico, è stata definita come l'opera strutturale in legno più grande al mondo.

WASHINGTON DC - INCENTIVI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PERMEABILITÀ

Impervious Surface Removal (rimozione di superfici impermeabili) è un programma dell'amministrazione comunale di Washington che prevede l'erogazione di rimborsi ai cittadini che decidono di realizzare nelle loro proprietà interventi tesi a migliorare la quantità e la qualità della superficie permeabile di pertinenza al lotto, in un'ottica di miglioramento del deflusso delle acque.

Gli interventi ammissibili a finanziamento possono rientrare nelle seguenti tipologie:

- **giardino della pioggia:** progettato per permettere l'infiltrazione delle acque piovane attraverso il terreno, senza l'utilizzo dei sistemi di fognatura;
- **rimozione delle superfici impermeabili** e sostituzione con terreno da adibire a **coltivazione e vegetazione**;
- rimozione delle superfici impermeabili e sostituzione con **massetti permeabili** da adibire

a parcheggio o area di pertinenza.

I rimborsi variano in base all'area della superficie trattata.

In riferimento allo spazio pubblico la linea d'azione ha previsto l'aumento delle superfici permeabili con particolare riguardo ai marciapiedi e alle aiuole per gli alberi, realizzato attraverso una combinazione di pratiche (ampliamento aiuole, creazione di strisce permeabili continue e grandi zone verdi).

SHANGHAI - EX AEROPORTO CIVILE LONGHUA

Lo studio di architettura Sasaki ha realizzato la conversione e riutilizzo di Longhua, l'ex aeroporto civile di Shanghai, chiuso nel 2011, nell'area del fiume Xuhui. L'ampio **parco lineare**, Xuhui Runway Park, sorge ora sulla vecchia pista di decollo, dove 1.830 metri sono ricoperti di passerelle pedonali, piste ciclabili e sei file di alberi. Il sito rappresentava l'unico aeroporto civile di Shanghai fino al 1949 e si possono ancora vedere le parti della storica pista in cemento, proprio per ricordare la storia del sito. Il percorso pedonale che attraversa il parco conduce in varie aree grazie alla suddivisione in una serie di giardini più piccoli e aree piantumate collegate. Si tratta anche di un'area pensata in funzione di eventi climatici estremi e per l'ambiente. Il parco, infatti, è stato progettato per **raccogliere l'acqua piovana** di ruscellamento dall'area circostante con un grande giardino pluviale creato all'estremità nord e un bacino di raccolta costruito sotto la zona umida a sud. L'acqua piovana inquinata delle strade circostanti viene immagazzinata e pulita all'interno del parco per consentirne l'utilizzo all'interno dei suoi giochi d'acqua e per l'irrigazione.

XIANYANG - WEILIU WETLAND PARK

Con il progredire dell'urbanizzazione di Xi'an e di Xianyang, in Cina, le rive naturali del fiume Wei sono state **gradualmente sostituite da sponde di cemento e piantagioni di vegetazione decorativa**. Il Weiliu Wetland Park è stato costruito proprio su una sezione della zona ripariale del fiume Wei nella città di Xianyang, che era una delle poche aree fluviali rimaste naturali. È lunga circa 3.200 metri e larga 470, con una superficie totale

di 125 ettari. Il fiume Wei, uno dei più importanti affluenti del fiume Giallo, ha in questo modo ripreso le sue funzioni originarie e molto altro. Il progetto, guidato dallo studio Yifang Ecoscape e ultimato nel 2017, si poneva come obiettivo quello di ripristinare la resilienza alla ritenzione delle inondazioni e utilizzare gli spazi ripariali integrando anche le attività antropiche, in modo da rendere fruibile questo nuovo spazio naturale. È stato creato un **paesaggio basato sulla topografia esistente**: le aree più basse sono state progettate come zone umide naturali allagabili, le aree a minor rischio di alluvione sono state utilizzate come zone umide costruite e le aree più alte sono state designate come spazi ricreativi e di svago. Tecniche di bioingegneria come i rivestimenti di materassi in salice, gabbie per trattenere le rocce e le pendici erbose sono state utilizzate per la protezione dalle inondazioni, il ripristino della biodiversità e la protezione dell'habitat. Una fascia di zone umide che funge da filtro ambientale è stata creata tra la città e il fiume. Tutta l'acqua inquinata dai canali di drenaggio che attraversavano il sito viene prima raccolta in aree sotterranee per la **depurazione** e viene poi fatta uscire nelle zone umide realizzate ed è utilizzata per il parco giochi acquatico. Utilizzando alberi esistenti e canne selvatiche come base, il progetto ha applicato una minore modellatura del terreno e un'attenta ripiantagione di alberi locali, arbusti e piante acquatiche ha permesso di ripristinare rifugi e habitat per la vita acquatica, anfibi e uccelli.

BANGKOK - CENTENARY PARK E THAMMASAT UNIVERSITY

Bangkok è un'altra delle grandi metropoli mondiali dove mentre lo sviluppo urbano continua senza sosta, con una popolazione di oltre 10 milioni di persone, la subsidenza sta portando a un abbassamento del terreno di 2 cm all'anno. La superficie del Golfo di **Thailandia** aumenta inoltre di 4 mm all'anno, al di sopra della media globale, e, con la capitale thailandese attualmente a circa 1,5 metri sul livello del mare, si ricordano con crescente paura le inondazioni del 2011 che hanno devastato la città. La risposta ingegnosa dell'architetto Voraakhom ha visto la realizzazione nel 2018 del **Centenary Park**. Si tratta di 11 acri nel centro della città e, nascosta sotto gli alberi si trova la sua caratteristica più interessante: **vasti**

contenitori d'acqua sotterranei che, insieme a un grande stagno, possono contenere un milione di litri d'acqua. In condizioni normali, l'acqua che non viene assorbita dalle piante scorre in questi recipienti, dove viene immagazzinata per l'irrigazione durante i periodi asciutti. Quando si verificano gravi alluvioni, i contenitori trattengono l'acqua e la rilasciano nel sistema fognario pubblico dopo che le inondazioni si sono attenuate. Centenary Park è anche uno spunto per rinverdire una metropoli che, secondo il Green City Index dell'Economist Intelligence Unit, ha solo 3,3 mq di spazio verde per residente e dove negli ultimi 20 anni, secondo Center on Climate Change and Disaster della Rangsit University, la quantità di spazio verde è scesa dal 40% a meno del 10% totali dell'area metropolitana, aggravando il rischio di alluvione. Il Centenary Park è stato realizzato in un sito sul delta del Chao Phraya precedentemente occupato da edifici residenziali universitari. Nel 2020, sempre grazie a un progetto di Voraakhom, è stato inaugurato un altro progetto con funzioni simili di ritenzione idrica presso l'Università Thammasat di Bangkok. Si tratta della più grande fattoria urbana su tetto in Asia, con una superficie di 22.000 mq. Il tetto verde della **Thammasat University** affronta gli impatti dei cambiamenti climatici incorporando la moderna architettura del paesaggio con l'ingegno agricolo, imitando le tradizionali terrazze di riso, con il tetto verde, l'agricoltura urbana, l'energia solare e lo spazio pubblico. La forma dell'edificio è sviluppata a H, e ricorda una montagna con un enorme spazio verde che copre la parte superiore, con la funzione di **rallentare, assorbire e immagazzinare l'acqua piovana ed al tempo stesso utilizzarla per coltivare cibo**. Qualsiasi deflusso viene filtrato attraverso ogni strato di terreno e successivamente immagazzinato in quattro stagni di ritenzione, che possono raccogliere l'acqua fino a 11.718 metri cubi per l'irrigazione del tetto stesso. Inoltre, le varietà di piante autoctone coltivate creano un **microclima** e attirano specie di uccelli e insetti impollinatori. Un vasto spazio viene utilizzato come fonte di energia pulita, non solo in termini di cibo biologico, ma anche energia solare per la comunità grazie ai pannelli fotovoltaici che garantiscono una produzione annuale di 0,5 MWh utilizzati per generare elettricità all'interno dell'edificio sottostante. I pannelli solari coprono 3.565 mq totali e aiutano a ridurre sensibilmente i costi energetici dell'Università.

QUARTIERI SOSTENIBILI

MODENA: IL QUARTIERE COGNENTO E L'ECOVILLAGGIO MONTALE

Il quartiere residenziale di Cognento a Modena è stato pensato come un intervento che a livello urbanistico ed edilizio combinasse le caratteristiche della sostenibilità ambientale. In particolare la risorsa idrica è stata al centro della progettazione dei 220 alloggi, in cui sono stati installate cisterne per la **raccolta dell'acqua piovana per l'irrigazione e un impianto di fitodepurazione**. Ogni edificio è dotato di spazi verdi permettendo di lasciare permeabili le superfici che circondano il fabbricato e consentendo la ricarica delle falde acquifere sotterranee mentre per favorire il risparmio d'acqua sono stati installati sistemi di rubinetteria ad hoc (a getto regolato, con acceleratori di flusso o a fotocellula), cassette per w.c. a basso consumo d'acqua (da 3 a 6 litri in meno), lavatrici con sistema acqua spar, decalcificatori, piccoli depuratori a osmosi inversa, anticalcare magnetico per lavatrici e lavastoviglie, scaldacqua solare e miscelatori termostatici ed elettronici. Le cisterne per la raccolta delle acque meteoriche contribuiscono, con l'impiego di apposite elettropompe centrifughe, per la ricarica degli sciacquoni dei w.c. e per l'innaffiamento delle vicine aree verdi. Altra caratteristica importante di questo quartiere, che ha oltre il 50% di abitazioni in edilizia popolare, è la "piazza giardino". L'obiettivo non era solo sociale, ossia di creare spazi comuni per i cittadini, ma di realizzare un luogo avente un microclima gradevole durante tutto l'arco delle stagioni. Il progetto ha previsto infatti un'ampia area centrale a prato, all'interno della quale scorre un piccolo ruscello in ciottoli, con una profondità di 8 centimetri e una larghezza massima di 50 ottenendo così **un velo d'acqua mentre il resto della piazza è adibito a verde pubblico ma viene attraversata da un piccolo ruscello alimentato con acqua a ciclo continuo**. Nel lato nord/ovest della piazza vi è la cosiddetta "sala condominiale" che presenta una superficie coperta con "tetto verde-giardino" al fine di ottenere una vista gradevole dall'alto per gli edifici limitrofi, oltre che concorrere a ottimizzare il microclima nella piazza. L'impianto di fitodepurazione dimensionato per circa 700/1.000

abitanti è di tipo "integrato" (cioè con depurazione dell'acqua sanitaria, in uscita dalle case e delle acque meteoriche), la superficie dell'area è circa 1.200 mq con una profondità massima di 80 centimetri. Tale spazio include anche un ulteriore piccolo ambito per la riserva d'acqua depurata, necessaria in caso di lunghi periodi di siccità. Sempre a Modena, ma nel quadrante sud del territorio comunale, sorge l'Ecovillaggio Montale. Anche in questo caso, tra i principi alla base dell'area residenziale, ci sono risparmio energetico, riduzione delle emissioni di CO₂ e benessere delle persone. Gli edifici sono realizzati con particolare attenzione all'illuminazione naturale, all'ombreggiamento e al corretto orientamento per usufruire al meglio della luce solare. Sono, inoltre, presenti pannelli solari, fotovoltaico e solare termico. Ecovillaggio Montale già dal 2010 utilizza il protocollo Passivhaus, largamente anticipando l'obbligo di costruire Nzeb (nearly zero energy building). Grazie alla riforestazione attuata mediante **piantumazione di essenze autoctone** e particolarmente attive nell'assorbimento di CO₂, è possibile mitigare il caldo estivo sfruttando il potere di raffrescamento delle piante o assorbire le polveri inquinanti. Particolare attenzione è stata data anche alla risorsa idrica, con lo sfruttamento delle acque piovane garantito da un sistema di raccolta e regimentazione delle acque che vengono trattenute in area e convogliate in falda per essere utilizzate al momento più opportuno.

IL COMPLESSO "25 VERDE" A TORINO

A Torino il complesso residenziale di 63 appartamenti "25 Verde" è stato concepito con quasi 200 alberi che, avvolgendo l'edificio, creano un microclima ideale all'interno, **mitigando gli sbalzi di temperatura in estate e inverno**. Ma ancor più importante è l'attenzione all'efficienza energetica e ai risparmi ottenuti grazie all'isolamento a cappotto, alle pareti ventilate, all'ombreggiamento (in estate), agli impianti di riscaldamento e raffrescamento con contabilizzazione individuale dei consumi e alimentati con pompe di calore. I risparmi energetici sono calcolati tra il 40% e il 50% rispetto all'utilizzo dei sistemi tradizionali. Viene poi integrato il sistema idrico, grazie a

collettori per il recupero delle acque piovane, che sono poi riutilizzate per l'irrigazione del verde. L'edificio è stato realizzato con materiali naturali, come la pavimentazione in legno e vetro ideata in modo da sfruttare la luce solare e farla passare da un piano all'altro. Sono 5 le tonnellate annue di anidride carbonica assorbita dall'edificio.

CLICHY-BATIGNOLLES A PARIGI

Tra gli esempi europei di eco-quartieri spicca quello di Parigi, sorto sull'ex sito della stazione Saint Lazare, in un'area di 54 ettari. Il progetto di rigenerazione urbana, iniziato nel 2001, ha portato alla nascita dell'eco-quartiere Clichy-Batignolles. L'idea iniziale era quella di realizzare il villaggio olimpico delle Olimpiadi 2012, poi svoltesi a Londra. All'interno del quartiere una vasta area verde di 10 ettari, con serbatoi per la raccolta e il riutilizzo dell'acqua piovana. Gli edifici sono progettati per garantire il massimo isolamento termico, con un notevole risparmio energetico, a cui contribuiscono i **tetti verdi**. La produzione di energia elettrica vede l'utilizzo di pannelli solari mentre l'impianto centralizzato per il riscaldamento funziona con energia geotermica. Di particolare interesse anche al sistema innovativo per la raccolta dei rifiuti permette la raccolta senza camion, tramite tubi pneumatici, riducendo notevolmente le emissioni di CO₂.

IL QUARTIERE GINKO A BORDEAUX

L'eco-quartiere Ginko si trova a nord del centro storico di Bordeaux, nella zona che affaccia l'Oceano Atlantico. In passato quest'area era paludosa e soggetta a inondazioni, che impedivano qualsiasi costruzione e ostacolavano lo sviluppo economico della città. Già nel 1958, il comune di Bordeaux divenne proprietario di 1.000 ettari in questo quadrante, con l'obiettivo di sviluppare e riequilibrare la città. Negli anni '60 fu costruito un **lago artificiale di 160 ettari, pensato per fermare le alluvioni e rendere abitabile questo spazio**. In questo contesto, e quindi a fianco a questa zona chiamata Bordeaux-Lac, è nato il quartiere Ginko, progettato nel 2006 da Bouygues Immobilier, firma vincitrice del progetto di sviluppo pubblico "ZAC de la berge du lac". Una delle sfide principali era quello di inserire un'urbanizzazione attenta

all'ambiente e ai temi sociali laddove erano presenti un centro commerciale, il centro fieristico e congressi, abitazioni, e negozi. Nel luglio 2010 è iniziata la costruzione delle prime parti del nuovo quartiere, mentre la rete di riscaldamento è stata attivata nel giugno 2012. L'area ruota attorno a un efficiente sistema di trasporti (tram ed autobus) e offre numerose opzioni di mobilità sostenibile (piste ciclabili, percorsi pedonali), ma al tempo stesso favorisce la biodiversità in ambito urbano, grazie agli ampi spazi verdi. L'aspetto naturalistico valorizza, in particolare, le sponde del lago con una passeggiata all'interno dell'area adibita a giardino. Gli edifici sono dotati di impianti per il trattamento e il riutilizzo dell'acqua piovana, oltre che ad appositi spazi per il riciclo dei rifiuti. L'aspetto sociale è stato affrontato con lo sviluppo di un mix sociale, offrendo alloggi economicamente accessibili a quante più persone possibile. Nel 2020 sono state consegnate le ultime case e l'intera area è stata completata.

LINZ SOLAR CITY

La "città solare" a sud est di Linz, in Austria, è un caso di eccellenza dal punto di vista della sostenibilità sociale ed ambientale. Si tratta di un quartiere di 3.000 abitanti che nasce su terreni di proprietà comunale dati in concessione a prezzi contenuti a 12 società di sviluppo no-profit. L'idea era quella di creare un quartiere dinamico e "misto", con una varietà di funzioni (residenziale, di lavoro, tempo libero). L'orientamento a sud degli edifici e le facciate pensate per essere serre solari contribuiscono notevolmente ad abbassare le richieste energetiche delle abitazioni, con circa 21-28 kWh/mq anno. Questa bassa domanda viene comunque soddisfatta da energie rinnovabili, come i pannelli solari e la centrale a biomassa, oltre che dalla ventilazione meccanica con recupero di calore. In tutti gli edifici, inoltre, l'uso di tetti verdi aumenta la coibentazione termica della copertura. Per quanto riguarda la risorsa idrica il sistema integrato di fitodepurazione provvede ai trattamenti fisici convenzionali ed al trattamento biologico, grazie al **bacino fitoassorbente** a piante radicate sempreverdi e laghetto. L'acqua in uscita dall'impianto viene **recuperata e riutilizzata per uso irriguo nelle aree a verde pubblico**. Infine la mobilità sostenibile: in tutto il quartiere sono carrabili solo la spina centrale e le due strade che portano al parco. Tutti gli altri per-

corsi sono unicamente ciclopedonali, mentre la tranvia, che corre nel viale centrale, collega l'area con Linz, ma anche con la vecchia area a sud del centro urbano.

LONDRA ONE VALE STREET

A Londra, in un contesto di crescente domanda di alloggi sostenibili, è stato realizzato il complesso One Vale Street, nell'area di Lambeth. Si tratta di 60 alloggi in una combinazione di edifici a schiera a tre piani, blocchi di appartamenti a quattro piani e case a due piani (che sono adatte per utenti su sedia a rotelle) attorno a un cortile coperto esposto a sud. Tutte le case hanno uno spazio esterno privato sotto forma di giardini, balconi o spazio solare, nonché l'accesso al cortile in comune. Le nuove abitazioni sono state realizzate con materiali da costruzione innovativi e sostenibili, per permettere di mantenere il calore in inverno e rendere le abitazioni fresche nei mesi estivi; hanno un ridotto fabbisogno energetico grazie al recupero meccanico del calore e sono dotate di tetti verdi, che **favoriscono la biodiversità e mantengono gli edifici più freschi**, hanno visto un'attenta analisi del sito per il corretto orientamento, in modo da ottimizzare luce e calore dal soleggiamento e sono dotati di schermatura solare. Inoltre, sono presenti tripli vetri ed una caldaia a biomassa centralizzata per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, in combinazione con pannelli solari. One Vale Street promuove uno stile di vita sostenibile anche dal punto di vista della mobilità grazie all'area dedicata al parcheggio sicuro per 94 biciclette ed alla fornitura di auto condivise. Il nuovo sviluppo ha ottenuto il primo certificato di livello 4 a Londra basato sul "Code for Sustainable Homes" il che significa una riduzione delle emissioni di CO₂ del 44% rispetto agli standard minimi vigenti.

MALMÖ AREA PORTUALE E AUGUSTENBORG

La città di Malmö mira a realizzare misure di adattamento climatico integrandole direttamente nella progettazione urbana delle aree destinate a svilupparsi, come quella del **porto occidentale**, grazie a un mix di finanziamenti pubblici e privati. La città aveva chiesto a ogni soggetto col-

legato all'area di sviluppo del porto occidentale, come i proprietari dei terreni o gli acquirenti, di partecipare alla partnership con gli stakeholder. La fase iniziale comprendeva la progettazione di un programma di qualità, con una serie di rigorose linee guida sulla sostenibilità. In particolare tutte le coperture, sostanzialmente a destinazione commerciale e terziaria, saranno a verde ed in grado di raccogliere le acque meteoriche per il successivo utilizzo nei periodi secchi. Anche le aree pertinenziali e i parcheggi sono pensati per garantire la permeabilità e il corretto deflusso delle acque in caso di violenti nubifragi. L'amministrazione ha avviato il processo, ma il suo coinvolgimento è diminuito nel corso del tempo man mano che le parti interessate hanno sviluppato il percorso. Il progetto "Western Harbor" ha utilizzato sia finanziamenti nazionali che europei. I costi per il Comune sono limitati al tempo di lavoro speso dai responsabili che gestiscono il processo e la fornitura di risorse destinate a facilitare riunioni e workshops. Il fattore più essenziale in questo caso riguarda la fiducia tra i partner che si è venuta a creare nel corso del processo di sviluppo dell'area portuale.

Il quartiere di **Augustenborg** sempre a Malmö ha subito inondazioni annuali causate dal vecchio sistema di drenaggio delle acque reflue che non era più in grado di far fronte alla combinazione tra l'intensificarsi delle acque piovane e delle acque reflue domestiche. Il conseguente allagamento ha causato danni ai garage sotterranei e ai seminterrati e ha limitato l'accesso alle strade ed ai sentieri locali. Inoltre, Augustenborg, uno dei primi quartieri residenziali creati nell'ambito della politica di edilizia sociale svedese negli anni '50, era caratterizzato da alti livelli di disoccupazione, alto turnover di residenti e alta percentuale di immigrati. È stato quindi proposto, in un progetto degli anni '90, di confluire l'acqua piovana di Augustenborg in un sistema scollegato dalla fognatura esistente e drenata mediante un sistema aperto. L'intenzione principale era quella di gestire il 70% dell'acqua piovana dai tetti e dalle aree sigillate nel sistema aperto, eliminando il vecchio sistema. Il progetto ha visto la realizzazione di un totale di 6 km di canali e canali d'acqua, oltre a dieci stagni di ritenzione. Le piogge ora vengono raccolte in canali e bacini naturali prima di dirigerla in un sistema fognario convenzionale. L'acqua piovana da tetti, strade e parcheggi è incanalata attraverso trincee visibili, fossati, stagni e zone umide. Queste caratteristiche paesaggistiche sono integrate nel paesag-

gio urbano all'interno di 30 aree che forniscono anche spazi verdi ricreativi per i residenti della zona. Mentre gli spazi verdi sono stati aumentati per dimensioni e numero, lo stile specifico degli anni '50 è stato mantenuto in modo da non compromettere l'estetica dell'area. Alcuni degli spazi verdi possono essere temporaneamente allagati, il che aiuta a gestire l'acqua rallentando il suo ingresso nel sistema convenzionale delle acque piovane. Inoltre, i tetti verdi sono stati installati su tutti gli edifici costruiti dopo il 1998. Complessivamente, ci sono 30 tetti verdi nel quartiere e 2.100 metri quadrati sono collocati sulle abitazioni. Un orto botanico, che copre 9.500 metri quadrati di un vecchio tetto industriale, è stato realizzato tra il 1999 e il 2001 e rimane il più grande tetto verde in Scandinavia. A seguito dell'attuazione dell'iniziativa, non si sono verificate inondazioni nell'area da quando è stato installato il sistema di acqua piovana aperto. Inoltre, nell'estate del 2007 è stato registrato un evento temporalesco estremo che ha danneggiato gran parte di Malmö mentre il quartiere di Augustenborg non ha subito alcuna ripercussione. Sono stati riscontrati una serie di vantaggi aggiuntivi rispetto all'adattamento a eventi di pioggia più estremi che derivano dalla completa rigenerazione dell'area di Augustenborg. La riconfigurazione degli spazi pubblici tra i blocchi abitativi ha dato ai residenti l'opportunità di coltivare in piccoli orti urbani, e ha creato luoghi di svago e aree per far giocare i bambini. Inoltre la biodiversità nell'area è aumentata del 50%. I tetti verdi, in prevalenza il giardino botanico, hanno attratto uccelli ed insetti e il sistema di acqua piovana aperto offre un ambiente migliore per le piante locali e la fauna selvatica. Inoltre, sono state piantate piante perenni in fiore, alberi nativi e alberi da frutta, e sono state installate scatole di pipistrelli e uccelli. L'impatto ambientale dell'area (misurato come emissioni di carbonio e produzione di rifiuti) è diminuito del 20%.

STOCCARDA QUARTIERE SCHELMENAECKER

Stoccarda, capitale del Land del Baden-Württemberg, rappresenta uno degli esempi più avanzati di integrazione di misure di **mitigazione dell'isola di calore urbana** all'interno degli strumenti di pianificazione ordinaria. Diversamente da molti casi, l'attenzione qui è posta principal-

mente sui processi di pianificazione e sulla possibilità di integrare all'interno di essi considerazioni ed elementi di progetto "climatici" realizzabili unicamente attraverso una **strategia urbana di ampio respiro** e a partire da una conoscenza dettagliata delle caratteristiche microclimatiche del territorio. Il caso di Schelmenäcker, una zona residenziale di Feuerbach (sobborgo della periferia nord di Stoccarda), è un esempio nel quale nel 2008 il "Land use plan" della città ha previsto un ampliamento della zona residenziale esistente da realizzarsi a ridosso delle colline che separano il bosco di Lemberg dal nucleo urbano principale. Come da piani di azione della strategia urbana, quello che si è pensato per questo quartiere è un corridoio verde di attraversamento del nuovo nucleo abitato dell'ampiezza di 100 metri con la ricollocazione dei volumi da edificare, in modo così da salvaguardare l'esistenza di un corridoio di ventilazione tra il centro cittadino e le aree rurali circostanti (con evidenti benefici climatici a scala urbana), migliorare le condizioni microclimatiche ed estetiche del nuovo quartiere e garantire un nuovo spazio verde a scopi ricreativi e di mobilità da e verso il centro urbano. Per questo progetto c'è stata la collaborazione tra i dipartimenti di climatologia e pianificazione urbana che hanno deciso per questo progetto di includere le importanti considerazioni dei climatologi volte a salvaguardare le funzioni di riequilibrio climatico ed ecologico dell'intera città garantite dal bosco di Lemberg.

HANNOVER KRONSBURG

Il quartiere Kronsberg dista circa 9 km dal centro di Hannover ed ha visto nel corso degli ultimi 20 anni un'intensa spinta alla pianificazione pensata in chiave sostenibile. L'acqua in questo quartiere è il punto centrale, con fontane e ruscelli per l'intrattenimento e il relax, ma soprattutto per motivi ambientali e di sostenibilità. Il flusso infatti è parte del **vasto sistema di gestione idrica del complesso** ed è alimentato con acqua piovana che viene immagazzinata temporaneamente negli spazi aperti del viale in pendenza e poi scende verso il fondo appunto a formare il piccolo ruscello. L'acqua piovana viene inoltre raccolta dai tetti delle case e convogliata in cisterne decentrate. Tra i suoi utilizzi vi sono l'irrigazione delle aree a verde e l'alimentazione di sciacquoni e lavatrici. In caso di piogge molto

intense, l'acqua in eccesso scorre sulle labbra di ritenzione del cemento e giù nel bacino successivo. Il flusso prodotto in questo modo è convogliato sotto strade intersecanti, e **i sentieri pedonali attraversano il letto del torrente su guadi rinforzati**. L'acqua è destinata a rimanere visibile più a lungo in alcuni bacini, che sono di un ulteriore 30 centimetri più in basso e rinforzati con un substrato coesivo. Il Kronsberg conta 11 km di rete per la gestione dell'acqua, a cui si aggiungono laghetti per la ritenzione idrica sempre nei casi di calamità estreme e i tetti verdi.

COPENHAGEN QUARTIERI SAN KJELD E NØRREBRO

Tra qualche decennio, i cambiamenti climatici faranno sentire ancora di più i loro effetti sulle città e in Danimarca un quartiere di Copenaghen si sta attrezzando per contrastare l'innalzamento del livello del mare ed i nubifragi. Il quartiere di **San Kjeld** sarà risistemato e adeguato per far fronte a inondazioni, tempeste e all'innalzamento del livello del mare. Una scelta quasi obbligata per Copenaghen che nel 2011 è stata investita da un nubifragio catastrofico che ha provocato danni per circa un miliardo di euro. Da qui la decisione per la città portuale di trovare il modo di proteggersi dalla violenza del clima del presente e del futuro. Invece di fare progetti puntiformi, si è cercato di sviluppare un piano generale per l'acqua piovana. Si è così deciso di affidare le sorti di San Kjeld allo studio di architettura Tredje Natur che ha già escogitato alcune soluzioni sia per favorire lo scolo dell'acqua sia per raccogliere quella in eccesso in bacini. Per fare defluire l'acqua piovana, i progettisti stanno modificando viali e parchi trasformandoli in punti di raccolta. L'altra soluzione è quella di favorire il deflusso verso il mare di milioni di litri d'acqua, attraverso le strade presenti nelle vicinanze dei bacini di raccolta, trasformate in canali di scolo. Il progetto avviato dal Comune di Copenaghen è ambizioso e si estende su 105 ettari, prevedendo una profonda trasformazione delle vie e delle piazze del quartiere, con la creazione di zone piantumate, dune verdi, piste ciclabili, sostituzione di pavimentazioni impermeabili con prati e mini parchi urbani, oltre alla sopraelevazione dei marciapiedi per la raccolta e il deflusso delle acque in eccesso verso il porto. L'idea nasce da un masterplan che

riconsidera gli spazi urbani in chiave ambientale e come occasione di governo delle acque in eccesso. Con la creazione dei percorsi verdi e delle opere di adattamento al clima, si prevede di ridurre del 20% il totale delle aree dedicate al traffico veicolare della zona: da 270 a 220 mila mq.

Un altro progetto, vincitore di un concorso internazionale con il titolo **"The Soul of Nørrebro"**, è nato all'interno di un processo di trasformazione che la città, da sempre particolarmente attenta alle tematiche dello sviluppo sostenibile e della tutela del territorio, ha intrapreso ormai da anni, sostenuto da una duplice base. Da una parte il rischio sempre più alto di essere vittima di alluvioni, l'ultima delle quali, come visto, l'ha colpita nel luglio 2011. Dall'altra, l'emanazione del Copenhagen Climate Plan, un ambizioso piano di interventi elaborato nel 2012, che si è posto l'obiettivo di rendere la città la prima capitale carbon neutral entro il 2025 attraverso forti sostegni allo sviluppo di sistemi sostenibili di produzione e approvvigionamento energetico ed interventi nell'ambito della mobilità. Elaborato in modo partecipato con la cittadinanza, su spinta del Comune e sotto l'egida del Nordic Council of Ministers, il progetto di revisione dell'area interviene su 85.000 mq a forte rischio allagamento realizzando un sistema in grado di autoprotettersi in cui il parco diventa un grande "bacino di raccolta" capace di gestire fino a 18.000 metri cubi di acque piovane che verranno dirottate verso un luogo di smaltimento individuato nel vicino lago di Peblinge. Le soluzioni contenute nel progetto definiscono un nuovo approccio al tema della presenza dell'acqua in ambito urbano per quanto riguarda gli aspetti idraulici, biologici e sociali dell'intero quartiere. L'acqua viene considerata una risorsa ed un'occasione di creazione di nuovi spazi urbani attrattivi, che hanno come scopo la diversità biologica, lo scambio culturale e l'interazione sociale di quartiere. Per finalizzare il sistema di gestione delle acque meteoriche saranno testati dei nuovi sistemi come il "Climate Tile" che sviluppa un'idea ispirata al naturale percorso dell'acqua piovana nel terreno basata sulla diffusione e non sulla centralizzazione delle sue modalità di raccolta. Dalle superfici dei marciapiedi spariscono, o si riducono in modo sensibile, i tombini distribuiti in modo puntuale su superfici impermeabili, sostituiti su ogni elemento costitutivo della pavimentazione dalla presenza di piccoli fori che rendono permeabili i piani di calpestio. Al di sotto, la raccolta delle acque avviene

in modo diffuso attraverso un sistema che può smaltirle in modi e finalità diversi, immettendole nella rete di condutture cittadina, destinandole all'irrigazione di aree verdi di prossimità o attivando processi di depurazione.

AMSTERDAM VRIJBURCHT

Ad Amsterdam grazie all'iniziativa di un gruppo di cittadini è stato realizzato il progetto Vrijburcht: **un giardino collettivo a prova di clima**, finanziato privatamente. Un gruppo di persone che vivevano nel centro di Amsterdam ha avviato questo progetto nel 2000 intravedendo l'opportunità di creare il proprio nuovo alloggio, compresi gli spazi di lavoro e un teatro, grazie all'intervento di un architetto locale. Il cuore del complesso è il giardino del cortile con alberi, un orto, prati, fiori, panchine e una serra, che offrono ai residenti un ambiente fresco durante le estati più calde mentre **l'acqua piovana è immagazzinata in contenitori sotterranei** ed è utilizzata sia per l'irrigazione nei periodi secchi sia per garantire la massima permeabilità dell'acqua piovana in caso di forti piogge. I residenti si sono organizzati in una fondazione con il vantaggio di avere una considerevole libertà di azione ma anche un forte impegno economico. Tutti i costi, compresi quelli del giardino e dell'impianto di stoccaggio dell'acqua piovana (oltre 70mila euro) e la manutenzione del giardino (3mila euro annui), sono a carico della Fondazione Vrijburcht. Non avendo ricevuto alcun sussidio pubblico è stata concordata con Rabobank l'opzione per un prestito ad un tasso di interesse particolarmente favorevole e un mutuo per persone con reddito medio. La società immobiliare "De Key" ha anche fornito garanzie finanziarie e competenze per sei giovani con problemi di vista e i loro assistenti nel progetto. La costruzione e lo sviluppo degli edifici è stato un processo collettivo, con il desiderio comune di realizzare un edificio sostenibile in en-

trambi i contesti sociali e climatici.

BILBAO QUARTIERE ZORROTZAURRE

Nel 2012 Bilbao ha approvato un piano per la riqualificazione dell'area di Zorrotzaurre per trasformarla da industriale a residenziale. Si tratta di una zona insulare della città, che negli ultimi anni ha risentito degli effetti dei cambiamenti climatici in particolare per le inondazioni verificatesi. I principali soggetti interessati del progetto di riqualificazione, i proprietari terrieri di Zorrotzaurre, hanno creato una partnership pubblico-privata e avviato il percorso che prevede: **l'apertura di un canale d'acqua, l'elevazione del livello del suolo, la creazione di spazi verdi e la fornitura di serbatoi per la raccolta dell'acqua piovana**. I proprietari dei terreni sono il governo regionale basco, il consiglio comunale di Bilbao, l'autorità portuale e vari soggetti privati. La commissione creata ad hoc ha il compito di supervisionare il piano di riqualificazione mentre i proprietari contribuiscono finanziariamente in proporzione alla quota di terreno in loro possesso. I costi per l'apertura del canale Deusto sono di 20,9 milioni di euro in carico al Comune di Bilbao che però verrà ricompensato, avendo raggiunto un accordo con il governo basco, e che a sua volta finanzia i costi di uno dei nuovi ponti previsti. Il Comune pagherà anche 5,1 milioni di euro per una barriera di protezione dalle inondazioni, compresa la struttura di riabilitazione della sponda del fiume e dei serbatoi per l'acqua piovana (4,74 milioni di euro in tutto). I costi per l'elevazione del terreno e gli spazi verdi pubblici (così come gli altri costi di riqualificazione) sono soddisfatti dalla partnership pubblico-privata. La riqualificazione è un progetto complesso, che è stata anche influenzata dalla crisi economica, pertanto, invece di realizzare l'intero progetto in una volta, è stato diviso in lotti per uno sviluppo graduale.

REGOLAMENTI EDILIZI SOSTENIBILI

Un settore chiave per la lotta ai cambiamenti climatici è quello edilizio e in particolare la riconversione di edifici vecchi, insalubri ed energivori. Le scelte edilizie possono (e devono) non solo

contribuire a un futuro a zero emissioni, sono anche una parte cruciale nel mitigare le condizioni climatiche, sia nei periodi di piogge intense sia in quelli con ondate di calore estreme. L'utilizzo

di superfici impermeabili e con poca capacità di riflettere il calore (quindi con un albedo basso), ha alterato fortemente il microclima urbano, creando in molti quartieri il cosiddetto fenomeno delle "isole di calore". Questo perché i materiali utilizzati per realizzare strade ed edifici non sono stati pensati in relazione a fattori quali temperatura e luce riflessa. Questo fenomeno non solo ha portato a un aumento delle temperature di giorno ma anche all'immagazzinamento di energia, assorbita dai materiali e che, durante la notte, viene rilasciata contribuendo ad aumentare le temperature notturne, con effetti sulla salute. Come visto si calcola che nei quartieri le temperature medie possono arrivare, attraverso l'**effetto isola di calore**, ad avere anche di 4°C in più rispetto alle aree esterne alla città.

Un aspetto fondamentale che riguarda il modo di costruire, o ristrutturare, gli edifici è quello della risorsa idrica. La condizione di siccità che viviamo negli ultimi anni deve, infatti, essere da stimolo al riutilizzo delle acque reflue trattate. Secondo una stima fatta nel 2020 da Laboratorio Ref Ricerche, nel nostro Paese vengono in tutto destinate al riutilizzo diretto e indiretto, tra usi irriguo e industriale, 200 milioni di metri cubi di acque depurate, mentre l'ultima relazione annuale di Arera (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente) parla di un **23% dei reflui potenzialmente destinabili al riuso, ma ne viene effettivamente riutilizzato solo il 4%**, perlopiù nelle regioni del Nord e soprattutto a fini agricoli.

PERMEABILITÀ DEI SUOLI

Sono **335** i Comuni che affrontano questo argomento nei propri Regolamenti Edilizi. La grande maggioranza dei Comuni dà indicazioni su quanta percentuale di un lotto edificabile debba essere lasciata a verde o comunque permeabile, ma alcune eccellenze nel campo della permeabilità dei suoli meritano una segnalazione.

Ad esempio, Scandiano (RE), dove dal 2013 è stato introdotto l'**Indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio** (R.I.E.) esattamente sul modello di quello presente a Bolzano sin dal 2004.

Si tratta di un indice di qualità ambientale che serve per certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde. Nasce proprio per limitare la quantità di superfici impermeabili e si esprime con un valore

finale compreso tra 0 e 10, dove 0 corrisponde a una superficie completamente sigillata e 10 a una totalmente permeabile. I vantaggi diretti riguardano una maggiore ritenzione delle acque piovane, ma non sono meno importanti i vantaggi indiretti e a medio-lungo termine, quali il miglioramento del microclima urbano e della biodiversità.

Negli ultimissimi anni, il R.I.E. è stato introdotto nel Comune di Abano Terme (PD) e in quello di Cesenatico (FC) e **si sta diffondendo negli strumenti urbanistici anche di grandi Comuni**, come quello di Bologna che lo ha inserito nell'aggiornamento al Regolamento Edilizio del 2021.

Sempre nel 2021, è stato introdotto a Solesino (PD), dove nel Regolamento Edilizio viene dato ampio spazio alle richieste sulla permeabilità dei suoli con **percentuali di permeabilità rispetto alle pavimentazioni:**

- pavimentazioni forate, masselli, ghiaia, ecc. comunque fornite di drenaggio: 20%
- aree con soprastante terreno drenante di 20-40 cm: 40%
- aree con soprastanti 40-80 cm di terreno drenante: 60%
- aree con soprastanti oltre 80 cm di terreno drenante (copertura arborea): 80%

A Mortara (PV), per aiutare il processo evaporativo nei periodi di maggior insolazione, viene promosso l'utilizzo di pavimentazioni verdi permeabile nelle aree carrabili (zone di parcheggio, zone di transito di autoveicoli, cortili) di pertinenza agli edifici.

Non esistono parametri e norme cogenti nazionali per quanto riguarda la permeabilità dei suoli. In diversi Piani Regolatori sono stabiliti, attraverso le norme generali e i regolamenti urbanistici, per i nuovi interventi dei parametri da rispettare in termini di rapporti di permeabilità minimi e di aree da lasciare libere da edificazione e di aree verdi con densità arborea (come specificato in alcune città importanti: Reggio Emilia, Genova, Roma, ecc.), per obiettivi di efficienza idraulica e di tutela della biodiversità.

Esistono poi Comuni che hanno introdotto indirizzi e premialità per ridurre il fenomeno delle isole di calore. Come a Rivoli (TO) dove devono essere studiati tutti i fattori che permettono di ridurre le temperature superficiali con effetti sul comfort esterno e sulla riduzione dei carichi solari nel condizionamento degli spazi chiusi.

Nello specifico viene richiesto per le zone industriali che almeno **l'80% degli spazi aperti debba essere costituito da aree verdi o materiali con un coefficiente di riflessione pari ad almeno il 30%**. E ancora in Provincia di Torino, a Poirino, dove è richiesta una analisi specifica su tutte le caratteristiche fisiche dei materiali, soprattutto nel periodo estivo. Inoltre per ciò che concerne le aree esterne adibite a parcheggio pertinenziale si raccomanda di utilizzare pavimentazioni non asfaltate e di garantire un ombreggiamento pari al 50% della superficie totale attraverso la vegetazione. In alternativa a superfici asfaltate si consiglia di utilizzare pavimentazioni in pietra o a ciottoli, poiché, se opportunamente combinate con superfici a prato o piantagioni, sono in grado di ridurre le temperature superficiali di alcuni gradi e contribuire al miglioramento del bilancio energetico complessivo dello spazio urbano. Viene inoltre poi illustrata una tabella con i valori di albedo dei diversi materiali:

È raccomandato poi l'uso di alberature singole o in gruppo, selezionate in funzione delle caratteristiche di resistenza al clima dell'area oggetto d'intervento e adeguatamente posizionate nel lotto al fine di mitigare l'incidenza delle radiazioni solari estive e correggere situazioni critiche. Anche per quanto riguarda le superfici esterne degli edifici, comprese le coperture, si raccomanda di valutare opportunamente le caratteristiche di rugosità, assorbimento e riflessione nella scelta dei vari materiali che andranno a relazionarsi col contesto circostante, onde evitare potenziali e possibili formazioni di isole di calore dovute principalmente a una riflessione di tipo diffuso o speculare.

Nella tabella che segue sono indicati i valori di riferimento (in percentuale) dei miglioramenti richiesti per i materiali utilizzati come differenza di temperatura superficiale rispetto all'asfalto:

Tipologia di materiale	Valore albedo
Asfalto	0,05-0,20
Strade sterrate	0,30-0,04
CLS	0,10-0,35
Erba	0,25-0,30
Pietrisco	0,18-0,22

Tipologia di materiale	Valore albedo
Bitume e ghiaia	0,08-0,20
Superfici chiare	0,50-0,90
Superfici scure	0,25-0,35
Tegole	0,10-0,35
Mattoni	0,20-0,40
Tetto ad alta riflessione	0,60-0,70
Tetto corrugato	0,10-0,18

Un altro esempio viene da Paderno d'Adda (LC) dove le aree da edificare devono essere progettate e realizzate con soluzioni tecniche tali da aumentare la capacità drenante delle superfici e favorendo la presenza di superfici a verde per ridurre l'impatto ambientale. La progettazione deve prevedere l'impiego di sistemi che favoriscano:

- la creazione di superfici erbose in alternativa a soluzioni impermeabili (Cemento, asfalto, ecc.);
- il mantenimento della capacità drenante della superficie, consentendo una portanza del terreno che ne permetta la calpestabilità/carriabilità con una molteplicità di condizioni di carico;
- la riduzione di flusso nelle condotte fognarie evitando inoltre la possibilità di straripamenti.

Tipologia di materiale	Valore albedo
Asfalto	Elemento di riferimento
Ciottoli	4%
Pietra scura	8%
Erba	27%
Pietrisco chiaro	27%
Superfici chiare	30-45%

Viene, quindi, fatto obbligo di realizzare superfici non coperte da costruzioni, residenziali e/o terziari, con caratteristiche di permeabilità per una quantità minima del 50%; in presenza di aree pavimentate o corpi di fabbrica interrati con terreno vegetale di copertura avente spessore pari o inferiore a cm 40, le relative superfici potranno essere computate in misura del 30%.

TETTI VERDI

Sono poi **528** i Regolamenti Edilizi che trattano il ricorso ai tetti verdi. Si tratta di una delle pratiche che si sta diffondendo sempre di più in numerosi Paesi proprio perché garantisce risultati importanti e immediati in termini di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici. Come, ad esempio, sottolineato dal Comune di Domodossola (NO) nell'Allegato Energetico, le coperture a verde devono essere favorite perché **garantiscono una riduzione delle temperature in ambito urbano e quindi diminuiscono gli effetti dell'isola di calore, oltre a essere importanti per il rallentamento e la ritenzione delle acque piovane.**

Tra i Comuni più interessanti riguardo alle richieste sui tetti verdi bisogna citare Pavia, che obbliga la realizzazione di almeno il 50% delle coperture a verde nel caso di edifici industriali e/o del terziario.

Un'altra città che si sta impegnando in questa direzione è Venezia, dove il nuovo Regolamento Edilizio prevede una spinta alla realizzazione di tetti verdi. L'idea è quella di creare un grande parco sospeso al posto del cemento su terrazze e tetti piani di Mestre dove circa un terzo delle coperture degli edifici è adatto a questa trasformazione. In tutto si parla di 262 ettari su un totale di 776.

Va ricordato come anche il Comune di Milano incentivi il ricorso ai tetti verdi seguendo una serie di criteri specifici tra cui garantire un'estensione per almeno il 50% dell'area complessiva della copertura stessa. Per le abitazioni in clima Mediterraneo, a livello di risparmio energetico, si può raggiungere simili risultati anche attraverso una progettazione oculata che premi l'impiego di tegole in laterizio di riuso o la selezione di membrane impermeabili a base di materie prime riciclabili. In questo modo gli impatti ambientali delle coperture tradizionali si ridurrebbero significativamente andando a raggiungere i livelli

specifici delle coperture a verde.

RISPARMIO IDRICO

Sono **847** i Comuni che inseriscono il tema del risparmio idrico all'interno dei propri Regolamenti Edilizi. Nella maggioranza dei casi vengono obbligate e/o incentivate azioni come le cassette w.c. a doppio scarico e l'utilizzo dei riduttori di flusso.

A Torre Pellice (TO) per gli edifici di nuova costruzione e per interventi di ristrutturazione edilizia integrale, si deve prevedere l'utilizzo di sistemi individuali di contabilizzazione del consumo di acqua potabile per ogni unità immobiliare.

Inoltre per tutti gli edifici di nuova costruzione si fa obbligo di dotare i servizi igienici dei seguenti dispositivi:

- per gli edifici non residenziali: temporizzatori che interrompono il flusso dopo un tempo predeterminato;
- per tutte le destinazioni d'uso: sciacquoni per WC a due livelli o con tasto di fermo per graduazione continua;
- sistemi, installati in rubinetti e docce che riducano il flusso da 15-20 l/min a 7/10 l/min;
- sono vietati gli sciacquoni a rubinetto.

Nei Comuni di Brivio, Calco, Cernusco Lombardone, Imbersago, Lomagna, Merate, Montevicchia, Olgiate Molgora, Osnago, Paderno d'Adda, Robbiate, Verderio Inferiore e Verderio Superiore, tutti in Provincia di Lecco, viene richiesto in modo obbligatorio, **un risparmio idrico pari al 30% rispetto al valore di 250 litri al giorno per abitante.**

Anche il Comune di Bari ha inserito regole specifiche per il risparmio della risorsa idrica, ad esempio prevedendo l'utilizzo di sistemi individuali per ogni singola unità immobiliare di contabilizzazione del consumo di acqua potabile nel caso di nuovi edifici. Inoltre, qui è fatto obbligo di dotare i servizi igienici con sciacquoni a due livelli o con tasto di fermo per graduazione continua (dispositivo comandabile manualmente che consenta in alternativa la regolazione continua, in fase di scarico, del volume di acqua scaricata o la regolazione, prima dello scarico, di almeno due diversi volumi di acqua: il primo compreso tra 7 e 12 litri e il secondo compreso tra 5 e 7 litri).

Va ricordato che con la legge 90 del 2013 art. 15

sono state introdotte detrazioni fiscali per interventi di ristrutturazione ed efficienza energetica e di risparmio della risorsa idrica, mentre non esistono parametri obbligatori a livello nazionale. Nella definizione delle misure e degli incentivi è compresa, per quanto riguarda le ristrutturazioni, la spesa sostenuta per l'acquisto di filtri, sistemi di dosaggio e prodotti per il condizionamento dell'acqua sanitaria e circuiti di riscaldamento. Tutti questi interventi godono della detrazione del 50%, in caso di interventi su singole unità abitative, in ambito di una manutenzione straordinaria e, nel caso di interventi su parti comuni di edifici condominiali, nell'ambito di una manutenzione ordinaria.

RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE

Il tema del recupero delle acque piovane è presente in **794** Comuni, ma riguarda nella maggior parte dei casi solo abitazioni con aree in cui è possibile riutilizzare l'acqua (giardini, garage etc.).

Uno dei migliori esempi viene da Contursi Terme (SA) dove è obbligatorio recuperare le acque piovane in proporzione alla superficie dell'edificio e per **non meno di 50 litri/m² sia nel caso di rifacimento della rete di distribuzione dell'acqua potabile sia nel caso di nuovi edifici**. Contemporaneamente è obbligatoria l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso dell'acqua dalle cassette di scarico. Questi requisiti sono validi anche per le destinazioni commerciali (uffici, negozi ecc.).

A Celle Ligure (SV) viene obbligato il risparmio idrico mediante raccolta delle acque meteoriche dalle superfici impermeabili finalizzata al riutilizzo. La raccolta delle acque meteoriche dalle coperture deve avvenire con uno stoccaggio in cisterne o accumuli naturali per gli edifici con uno spazio esterno impermeabilizzato di almeno 200 mq. Viene poi incentivata l'installazione di un impianto idrico duale per permettere l'utilizzo delle acque piovane per usi domestici non potabili.

La problematica dello smaltimento delle acque meteoriche nasce con il Dlgs. 152 del 1999, successivamente aggiornato a seguito delle disposizioni correttive e integrative di cui al Decreto Legislativo 258 del 2000. In questi provvedimenti si fa riferimento alla separazione e alla raccolta delle acque piovane senza però intervenire sui metodi per una corretta gestione delle stesse. La stessa criticità è stata poi riscontrata

quando venne introdotto come parametro obbligatorio l'obbligo di separazione, contenuto nel Dlgs. 152 del 2006, delle reti bianche dalle reti nere per tutte le nuove costruzioni: un provvedimento che spesso si rivela inutile in quanto le acque separate, in mancanza di un recapito specifico per le acque bianche, vengono riunite immediatamente a valle dell'intervento.

RECUPERO DELLE ACQUE GRIGIE

Anche il riutilizzo delle acque grigie (parte delle acque domestiche derivate dagli scarichi della cucina, della doccia, vasche da bagno e lavandini) è affrontato da molti Regolamenti Edilizi. Sono, infatti, **285** i Comuni che includono questo tema richiedendo il riutilizzo per una percentuale specifica del totale di acque grigie prodotte, sia nel caso di edifici di nuova costruzione sia in quello di ristrutturazioni importanti.

Nel Comune di Bellusco (MB) viene promosso il **recupero volontario di almeno il 70% delle acque grigie**, come nel Comune di Ravenna dove i sistemi di captazione e di accumulo delle acque grigie devono obbligatoriamente assicurare un recupero pari ad almeno al 70%, predisponendo filtri idonei che le rendano adatte agli usi compatibili all'interno dell'edificio o al suo esterno. In altri casi, come a Quarna Sopra (VB) o Borgo a Mozzano (LU), il requisito viene incentivato. Stesse criticità riscontrate per le acque meteoriche risultano per la separazione e gestione delle acque grigie, sempre trattata nel Dlgs. 152 del 2006, senza specificare un recapito specifico per le varie tipologie di acque. Non esistono quindi parametri precisi su questo tema.

FITODEPURAZIONE

Le norme comunali possono incentivare e stimolare anche altri tipi di applicazioni legate alla risorsa idrica. In particolare la fitodepurazione inizia a essere una pratica diffusa proprio in quei Comuni più attenti alle tematiche citate in precedenza. Sono **135** i Comuni che trattano la fitodepurazione. Tra i Comuni da portare ad esempio c'è quello di Dicomano (FI) che oltre ad aver inserito nel Regolamento Edilizio norme sugli impianti di fitodepurazione in maniera promozionale, ne ha realizzato uno nel 2003. L'impianto

tratta i reflui dell'abitato di Dicomano per un totale di 3.500 abitanti. Tale impianto, del tipo multistadio, è attualmente funzionante e rappresenta il più grande impianto italiano di fitodepurazione applicata come trattamento secondario. Le superfici utilizzate in totale risultano essere di oltre 6.000 metri quadrati.

Nei Comuni della Val di Lemme, Voltaggio, Fraconalto, Carrosio, Parodi Ligure, in provincia di Alessandria, vengono favoriti tutti gli interventi edificatori che prevedono la realizzazione di sistemi di depurazione delle acque reflue di tipo naturale, tramite piante, esattamente come previsto anche dal Comune di Fiorano al Serio (BG).

Un altro esempio è rappresentato dal Parco dell'acqua tra Gorla Maggiore e Fagnano Olona. Si tratta di **un'area in precedenza abbandonata e paludosa, che ha visto un progetto di riqualificazione e la creazione di un impianto di fitodepurazione**. Il fiume Olona, che riceve le acque depurate, lambisce il parco nel quale sono inseriti anche uno stagno artificiale e altre vasche per il risanamento delle acque.

Nel Dlgs. 152 del 2006 vengono incentivati gli impianti di fitodepurazione in quanto in possesso dei requisiti di "trattamento appropriato":

- sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico;
- semplificare la manutenzione e la gestione;
- minimizzare i costi gestionali.

Ne viene auspicato il ricorso per:

- insediamenti con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2.000 abitanti;
- insediamenti in cui la popolazione equivalente fluttuante è superiore al 30% della popolazione residente e laddove le caratteristiche territoriali e climatiche lo consentano;
- insediamenti di maggiori dimensioni con popolazione equivalente compresa tra i 2.000 e i 25.000 abitanti, anche in soluzioni integrate con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, a valle del trattamento, con funzione di affinamento.

NUOVE TECNOLOGIE

L'UTILIZZO DEI GIS PER ADATTARE I TERRITORI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

A CURA DI TEAMDEV ECOSYSTEM

Parlare di cambiamenti climatici significa parlare di città. Le città, infatti, sono responsabili del 75% delle emissioni globali di carbonio, mentre occupano solamente il 3% della superficie terrestre: il dato inquadra bene la complessità della sfida ambientale posta dalle aree urbane.

Se grandi sono le sfide, grandi sono le opportunità: i centri urbani sono i luoghi di produzione, di creazione di ricchezza e d'innovazione, sono gli snodi attraverso cui passa il futuro che vogliamo costruire. **L'obiettivo è fare delle città le protagoniste di una rivoluzione che proietti verso lo sviluppo sostenibile**, come tracciato dall'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 11 (SDG11: Sustainable Cities and Communities) delle Nazioni Unite.

Come fare per raggiungere l'obiettivo? Un

ruolo chiave nella lettura del territorio e nella costruzione di città sostenibili è giocato dal GIS (Geographic Information System) e dallo *smart mapping*, tecnologie capaci di **acquisire e analizzare i dati integrando la dimensione geografica per monitorare in tempo reale i fenomeni e pianificare efficacemente la costruzione del futuro**.





PERUGIA DI NOTTE

Allo stesso tempo, tra le fonti dei dati, assumono crescente importanza quelle che vengono dagli strumenti di osservazione della Terra dallo spazio: i dati satellitari. Secondo uno studio della Central Europe University, il 60% dei target correlati agli SDGs può essere monitorato direttamente utilizzando soluzioni di Earth Monitoring.

Le immagini satellitari forniscono ai decisori una grande quantità di informazioni, dal monitoraggio del consumo di suolo alla salute della vegetazione all'interno delle aree verdi urbane. I dati, elaborati attraverso il GIS e l'analisi spaziale, raccontano meglio di chiunque altro cosa sta succedendo in una città: quanto è aumentato il consumo di suolo, che equilibrio esiste tra aree urbanizzate e aree verdi, a che livello è l'inquinamento dell'atmosfera, quanta capacità di assorbimento delle acque caratterizza le diverse aree urbane, quanta popolazione è potenzialmente a rischio per via di fenomeni come l'Urban Heat Island (isole di calore) e così via. Tutte informazioni estremamente utili **se correttamente integrate nel processo decisionale.**

TeamDev Ecosystem, all'interno del proprio pacchetto di soluzioni per la Smart City, **WiseTown**, ha inserito delle Thematic Dashboards che

forniscono agli addetti ai lavori delle informazioni elaborate a partire da dati satellitari, *open data* o dati della città, e visualizzabili su mappe interattive e interrogabili. WiseTown riunisce in un "core database" set di dati ambientali, sociali ed economici, li correla dando vita ad una serie di indicatori mostrati su un grigliato di base o su diversi tipi di geometrie. Tra le Thematic Dashboards sviluppate c'è quella sul verde urbano, selezionata tra le migliori tecnologie green al EU Datathon 22, la competizione che premia le soluzioni più innovative e rivoluzionarie in Europa nel campo dell'utilizzo dei dati aperti.

La Thematic Dashboard per il verde urbano è già operativa nel Comune di **Perugia**, città che sta fortemente investendo sulla trasformazione digitale. È proprio la città di Perugia che riesce a mostrare tutta l'importanza dello strumento di WiseTown: una prima analisi mostra come, ad esempio, la zona intorno alla stazione ferroviaria di Fontivegge offra poco più di 80 mq di verde per residente, mentre nel centro storico la media si attesta sui 200 mq, dato simile ad alcuni dei quartieri più densamente popolati come San Sisto o Ponte San Giovanni. Nel centro storico si registra anche un perfetto equilibrio tra verde urbano e

suolo consumato, entrambi attestati al 46% sull'area totale. L'area di Fontivegge vede, invece, un consumo di suolo pari al 71%, mentre il verde urbano incide solo per il 34%.

L'analisi del verde urbano può essere anche qualitativa, grazie ai dati satellitari. L'indice del benessere del verde, infatti, utilizzando tra gli altri dati l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) fotografa in che stato è la vegetazione: dove il verde è rigoglioso e in buona salute e dove è in stato di sofferenza, suggerendo così a chi è demandato alla gestione dove e come intervenire per difendere il polmone verde della città.

LA APP DEDICATA ALLE RISORSE IDRICHE

Con l'obiettivo di aiutare a capire come ottimizzare le risorse idriche in una determinata zona agricola, è stata creata l'**app Quifer**, che si è anche aggiudicata la prima edizione digitale dello Space App Camp dell'Esa, European Space Agency. La app innovativa utilizza i dati di osservazione satellitare della Terra ed è frutto del lavoro del team dell'Istituto Cartografico e Geologico della Catalogna nell'ambito del telerilevamento. L'applicazione analizza i dati per stimare il processo di deformazione del suolo con incredibile precisione in modo da capire con tempestività e accuratezza la condizione delle risorse idriche ed eventualmente intervenire.

ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Un altro strumento è rappresentato da **Safer Places**. Si tratta di una piattaforma tramite cui esaminare la vulnerabilità del territorio ad alluvioni, straripamenti di fiumi e mareggiate, e quindi **guidare la progettazione sicura degli interventi urbani**. Il sistema analizza e incrocia vari dati – climatici, idrologici, idraulici, topografici ed economici – per costruire modelli che aiuteranno il pianificatore a individuare le zone a maggiore rischio idrogeologico e a quantificare la portata dei danni potenziali. Il progetto è cofinanziato dalla Commissione Europea e guidato dalla GECOsystema Srl, azienda specializzata nella consulenza ambientale, ed è stato già impiegato in progetti di riqualificazione urbana in Spagna, in Germania e in Italia. A Rimini, in particolare,

il servizio è stato impiegato per la progettazione del Parco del Mare. Esaminando gli scenari di una possibile inondazione costiera, è stato deciso di costruire una zona verde che innalzerà la costa 2,85 metri oltre il livello del mare e, inoltre, trattandosi di un terreno non impermeabile, aiuterà a drenare l'acqua esondata prima che raggiunga il centro.

PRATI ARMATI®

Prati armati® è una tecnologia naturale, nata e sviluppata in Italia, che **utilizza semi di piante erbacee perenni che sviluppano radici profonde e adatte alla crescita in ambienti estremi e su diversi suoli**. La particolarità e l'efficacia di questo sistema stanno nel contrastare l'erosione dei terreni e nel diminuire sensibilmente i rischi derivati da eventi climatici estremi e/o associati al dissesto idrogeologico. La riduzione delle infiltrazioni d'acqua nel terreno avviene grazie alla fitta coltre di radici ma un enorme vantaggio è portato dalla rinaturalizzazione dei versanti e dei pendii collinari, favorendo la biodiversità e accelerando la successione ecologica. Tra gli altri vantaggi vi è una riduzione fino al 400% in più di CO₂ rispetto agli impianti tradizionali e la quasi totale assenza di manutenzione. Oltre alle numerose applicazioni in tutta Italia, dai versanti autostradali alla rinaturalizzazione di cave dismesse, la tecnologia ha visto studi da parte delle Università di Perugia e della Tuscia.



LEGAMBIENTE

Da oltre 40 anni attivi per l'ambiente.

Era il 1980 quando abbiamo iniziato a muovere i primi passi in difesa dell'ambiente.

Da allora siamo diventati l'**associazione ambientalista più diffusa in Italia**, quella che lotta contro l'inquinamento e le ecomafie, nei tribunali e sul territorio, così come nelle città, insieme alle persone che rappresentano il nostro cuore pulsante.

Lo facciamo grazie ai Circoli, ai volontari, ai soci che, anche attraverso una semplice iscrizione, hanno scelto di attivarsi per rendere migliore il pianeta che abitiamo.

Abbiamo bisogno di coraggio e consapevolezza perché, se lo facciamo insieme, possiamo cambiare in meglio il futuro delle giovani generazioni.

Attiva il cambiamento su www.legambiente.it

