



LEGAMBIENTE

IL CLIMA È GIÀ CAMBIATO

LE CITTÀ E LE RETI DI FRONTE ALLA SFIDA
DELL'ADATTAMENTO CLIMATICO

RAPPORTO 2021 DELL'OSSERVATORIO DI LEGAMBIENTE CITTÀCLIMA

Con il contributo di

Unipol
GRUPPO

Con la collaborazione scientifica di

enel
Foundation

Sommario

Premessa	3
Crescono gli impatti di caldo, siccità e alluvioni	5
L'Italia nel contesto di un bacino mediterraneo sempre più caldo	11
Gli impatti economici dei cambiamenti climatici saranno rilevantissimi	13
Perché in città si corrono maggiori rischi rispetto al passato?	21
Gli eventi climatici estremi in Italia	24
I risultati e i dati	25
Gli eventi climatici estremi del 2021	26
Gli eventi estremi nelle aree più colpite	28
Torino ed il Piemonte	31
Milano	32
Vicenza	35
Genova	36
La Città Adriatica	38
Le aree urbane in Toscana	39
Roma	41
Pescara	45
Napoli	45
Bari	47
Lamezia Terme	48
L'area dello Stretto: Reggio Calabria e Messina	49
Palermo	50
Agrigento	51
Catania	52
Cagliari, Sassari e Olbia	53
Gli impatti per tipologia di evento estremo	59
Danni causati da piogge ed alluvioni	59
Esondazioni fluviali	64
Danni da grandinate intense	65
Ondate di calore e città sempre più calde	66
Danni da siccità e rischio desertificazione	71
Gli effetti del riscaldamento globale sui ghiacciai	74
Gli impatti sulle aree urbane costiere: l'innalzamento del livello dei mari, l'erosione costiera e i danni da trombe d'aria	76
L'aumento delle temperature e le conseguenze sui laghi	81
Danni ai beni archeologici ed al patrimonio storico culturale	82
Gli impatti sulla rete elettrica nazionale	83
Danni alle infrastrutture elettriche: attività ed investimenti messi in campo	88
Danni alle infrastrutture ferroviarie	92
Interruzioni di metropolitane e treni urbani	95
Il dissesto idrogeologico nelle città italiane	97
L'Italia di fronte al nuovo scenario climatico	102
Accelerare le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici	102
Cambiamenti sistematici	109
Le misure anti-alluvione e di ripristino ambientale	124
Gli spazi pubblici	133
Quartieri sostenibili	141
Regolamenti Edilizi sostenibili	151
Nuove tecnologie	157

Rapporto curato da:
Edoardo Zanchini
Gabriele Nanni
Andrea Minutolo

Progetto grafico:
Luca Fazzalari

PREMESSA

Ci stiamo, purtroppo, abituando ad una cronaca senza soluzioni di continuità dei record di caldo e di piogge senza precedenti, di danni devastanti provocati in ogni area del globo da parte di fenomeni meteorologici estremi. Ed invece è importante leggere nei territori quanto sta accadendo, capire i processi e i diversi scenari che potrebbero innescarsi in una prospettiva di ulteriore concentrazione dei gas serra in atmosfera. Perché dobbiamo mettere in sicurezza le persone e dipenderà dalle scelte che faremo nei prossimi anni, di mitigazione e adattamento climatico, il destino di tante aree e città del Pianeta. Durante la Cop26 di Glasgow gli impatti climatici in corso sono stati al centro del confronto, sono stati fatti alcuni passi avanti negoziali rispetto alle strategie di adattamento e si è deciso di avviare un programma di lavoro per definire un obiettivo condiviso che identifichi bisogni e soluzioni per aiutare i Paesi che stanno subendo le conseguenze maggiori. È molto poco rispetto alla dimensione che sta assumendo la crisi climatica, ma è almeno nella direzione giusta.

Partiamo dal caldo. Secondo il NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, negli Stati Uniti) il mese di luglio 2021 è stato il più caldo, da quando sono iniziati i rilevamenti, a livello globale, mentre il 2020 è stato l'anno più caldo in Europa e nel Mondo, in quest'ultimo caso affiancando il record del 2016. **La temperatura media globale per il periodo**

2017-2021 (sulla base dei dati acquisiti fino a luglio di quest'anno) **è tra le più calde mai registrate, stimata tra 1,06 °C e 1,26 °C al di sopra dei livelli preindustriali.** Inoltre, c'è una probabilità del 40% che la temperatura globale media nei prossimi cinque anni sarà di almeno 1,5 °C più elevata dei livelli preindustriali. Il WMO (World Meteorological Organization) sottolinea anche i pochi aspetti positivi emersi nel recente periodo, quali la riduzione a breve termine del metano in atmosfera (che potrebbe però essere vanificata dalle emissioni delle riserve di gas naturale in caso di scioglimento di parti sempre più significative delle calotte polari) ed il crescente numero di Paesi che si impegnano a raggiungere obiettivi di emissioni zero, anche se rimane cruciale attuare le politiche necessarie a raggiungere questi impegni entro il 2030.

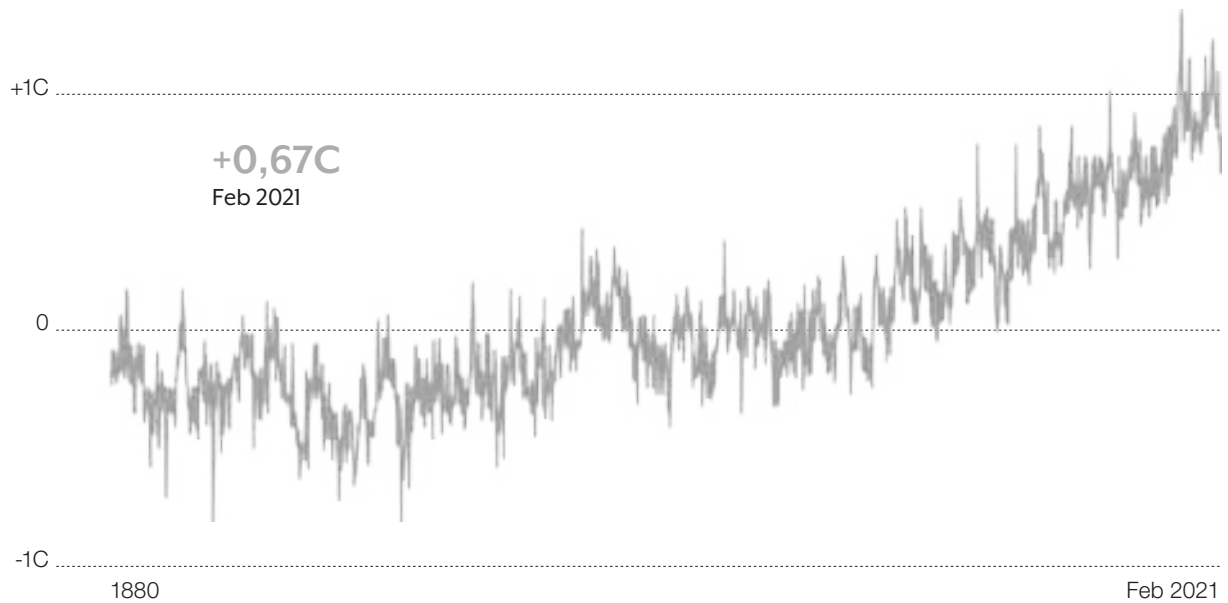
Secondo il Copernicus Climate Change Service il mese di ottobre 2021 è stato il terzo ottobre più caldo mai registrato a livello globale, dopo quelli del 2019 e del 2016.

Sarà fondamentale studiare con attenzione quanto sta avvenendo nei mari. Continua inesorabile l'aumento della temperatura media anche negli oceani globali. Lo studio internazionale *"Upper Ocean Temperatures Hit Record High in 2020"*, pubblicato su *Advances in Atmospheric Sciences* e di cui hanno fatto parte anche Enea e Ingv, ha evidenziato che i cinque anni più caldi si sono verificati tutti a partire dal 2015. **Nel 2020, le temperature globali**



ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA GLOBALE

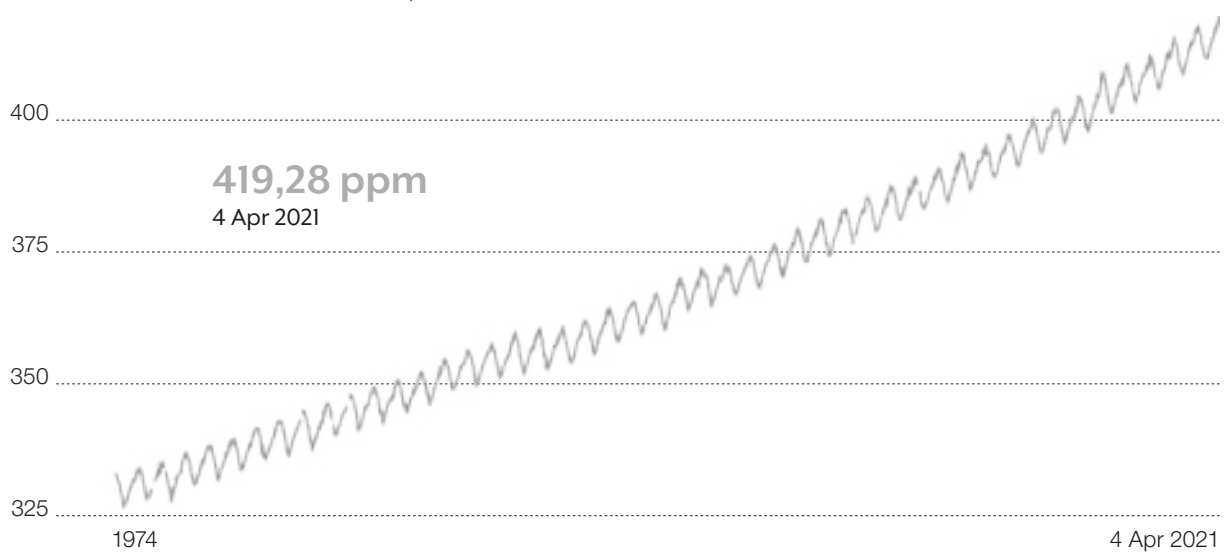
Anomalie delle temperature mensili rispetto al periodo 1951-1980



Fonte: Nasa

CO₂ NELL'ATMOSFERA

Rilevazione settimanale a Mauna Loa, Hawaii



Fonte: NOAA

della superficie oceanica sono state di 0,76 °C superiori alla temperatura media degli ultimi cento anni.

Il livello medio del mare in tutto il Pianeta è aumentato di 20 cm dal 1900 al 2018 e ad un ritmo accelerato dal 2006 al 2018. In questo contesto il livello del mare potrebbe aumentare di 0,3-0,6 metri entro il 2100, nonostante gli interventi di riduzione delle emissioni climalteranti.

L'innalzamento dei mari potrebbe vedere livelli decisamente drammatici in caso di aumento della temperatura media globale di 2 °C, come riportato lo scorso anno dalle simulazioni dell'Istituto di ricerca sull'impatto climatico di Potsdam, Università di Potsdam e Columbia University di New York, ed arrivare a 6 metri con un aumento di 4 °C.

Le conseguenze sul ghiaccio marino artico sono sempre più evidenti. In ogni anno dal 2017 al 2021, secondo i dati del WMO, l'estensione media del ghiaccio marino artico è stata inferiore alla media del periodo 1981-2010. Nel settembre 2020, l'estensione del ghiaccio marino artico ha raggiunto il secondo minimo più basso mai registrato.

L'aumento delle temperature impatta direttamente sui **ghiacciai alpini**, con conseguenze sottolineate nel corso dell'estate dalla campagna "Carovana dei Ghiacciai" di Legambiente che ha analizzato **la condizione dei ghiacciai in Italia**, evidenziando un drammatico bilancio finale: tutti i tredici ghiacciai alpini monitorati più il glacionevato del Calderone, in Abruzzo, per-

dono superficie e spessore frammentandosi e disgregandosi in corpi glaciali più piccoli. I risultati della campagna, che ha visto il supporto del Comitato Glaciologico Italiano, raccontano di ghiacciai come quello dell'Adamello che ha perso oltre il 50% della superficie totale, mentre quelli del Gran Paradiso circa il 65%.

La ragione di questi processi sta nella crescita delle concentrazioni globali di gas serra.

I dati e le analisi del WMO sul clima globale nel 2021 sono, se possibile, ancor più allarmanti che negli scorsi anni. Le concentrazioni dei principali gas serra (anidride carbonica, metano e protossido di azoto), hanno continuato ad aumentare nel 2020 e nella prima metà del 2021, annullando le riduzioni complessive delle emissioni dei primi mesi del 2020, dovute ai lockdowns legati alla pandemia da Covid-19. **Le concentrazioni globali di CO₂ hanno superato 415 ppm**, ancora in aumento rispetto alle 410 ppm di un anno fa e drammaticamente elevate rispetto agli anni '50 dello scorso secolo, in media 310 ppm, e del 1997, anno della firma del trattato di Kyoto, quando oscillavano tra 360 e 366 ppm. Sulla base di stime preliminari, le emissioni globali nei settori dell'energia e dell'industria erano già allo stesso livello o superiori a gennaio-luglio 2021 rispetto allo stesso periodo del 2019, prima della pandemia, mentre le emissioni del trasporto su strada sono rimaste inferiori di circa il 5%.



CRESCONO GLI IMPATTI DI CALDO, SICCITÀ E ALLUVIONI

A testimonianza degli sconvolgimenti climatici in atto **il 2021 ha portato nuovi record di caldo** colpendo, in particolare, basse latitudini, come la provincia canadese della British

Columbia. Disagi enormi per i cittadini di Vancouver, ma anche nelle aree rurali e montane come per il villaggio di Lytton. In questo caso i 250 abitanti sono stati evacuati a causa dei ro-

ghi provocati dalle anomale temperature; qui si sono registrati tre nuovi record di temperatura consecutivi, con 46,6 °C il 27 giugno, 47,9 °C il 28 giugno e 49,6 °C il giorno successivo. Il precedente record canadese era di 45°C, stabilito nel 1937.

Le conseguenze sono state drammatiche anche in termini di vite umane, con **233 morti registrati nella settimana più calda di sem-**

pre in Canada.

Il grande ed eccezionale caldo ha colpito pesantemente anche aree del circolo polare artico, specialmente in Scandinavia, con temperature massime che hanno toccato i 34 gradi. In Finlandia lo scorso giugno è stato il più caldo dal 1844, con Kevo, in Lapponia, che ha registrato 33,6 °C. Stessa situazione nei territori artici della Norvegia.

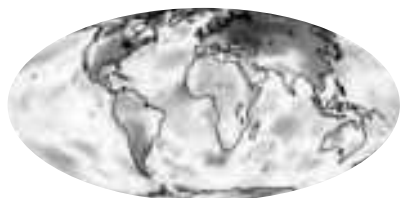
ANOMALIE NELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI NEL 2020



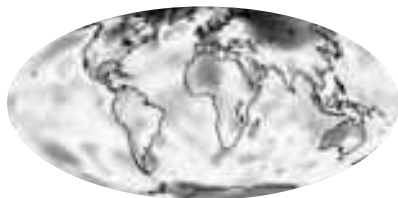
GENNAIO



FEBBRAIO



MARZO



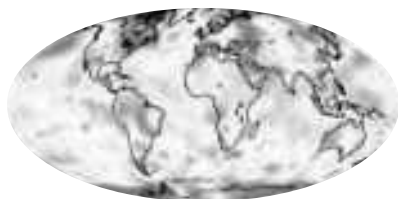
APRILE



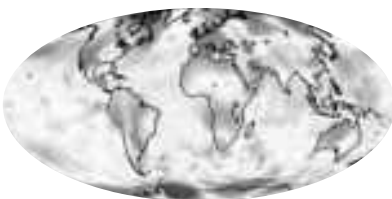
MAGGIO



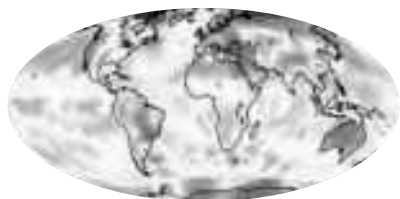
GIUGNO



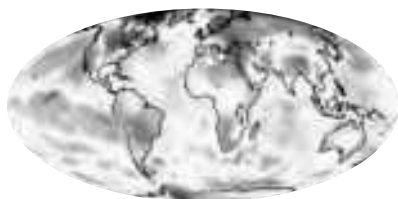
LUGLIO



AGOSTO



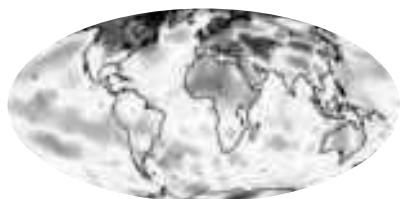
SETTEMBRE



OTTOBRE



NOVEMBRE

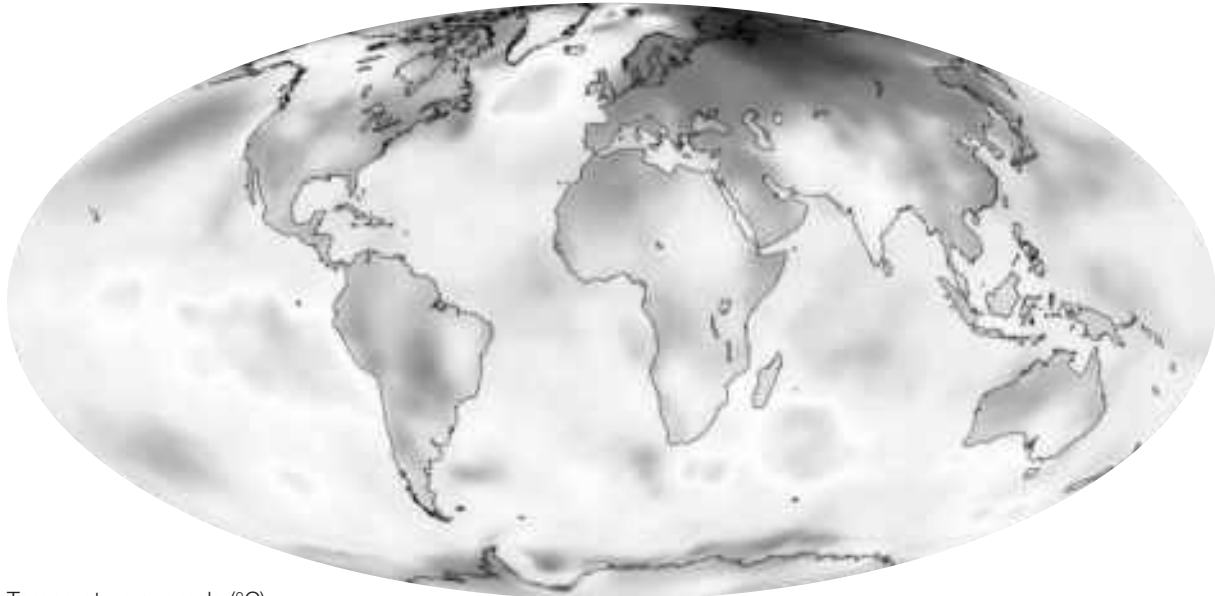


DICEMBRE

Fonte: Berkeley Earth

ANOMALIE DELLE TEMPERATURE

Confronto con le temperature medie del periodo 1851-1980



Temperature anomale (°C)



Fonte: Berkeley Earth

Temperature estreme hanno inevitabilmente aiutato il propagarsi di **vasti incendi** in tutto il Mondo. Particolarmente critica la situazione nel Mediterraneo, in particolare in Turchia, Grecia e Italia con turisti e residenti evacuati in numerose aree costiere e diverse vittime, tra cui 5 in Calabria e 8 in Turchia.

Allarmante il livello di incendi raggiunto in Siberia, proseguiti per mesi, in particolare nella Jacuzia. Secondo Greenpeace Russia, la superficie totale dei roghi siberiani supera l'estensione complessiva di tutti gli incendi verificatisi nel resto del Mondo.

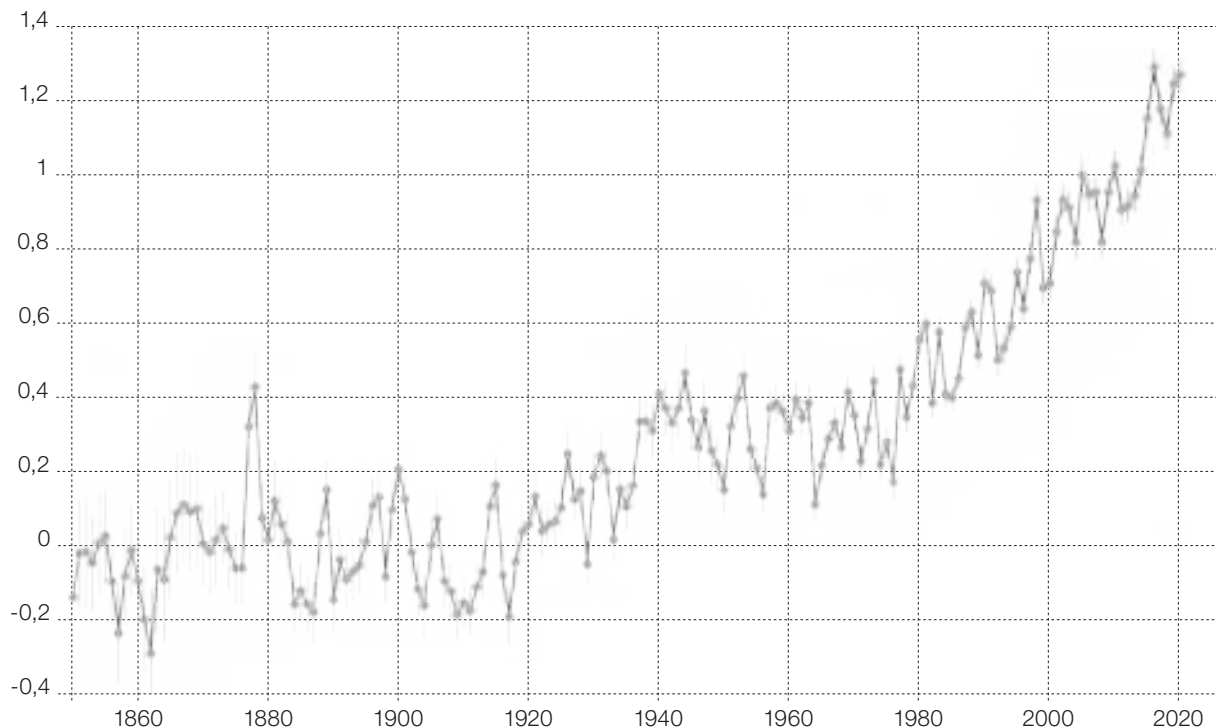
In California l'incendio "Dixie" ha distrutto 463 acri di terreno ed oltre 400 tra abitazioni ed edifici commerciali.

Ma in America, secondo uno studio dell'Università del Colorado pubblicato su *Journal of Ecology* dal titolo "*Increasing rates of subalpine tree mortality linked to warmer and drier sum-*

mers", la scomparsa di intere foreste è imputabile per il 70% a siccità e caldo, che hanno fatto aumentare il tasso di mortalità di 3 volte negli ultimi 40 anni, molto più che gli incendi. Queste condizioni, inoltre, rendono sempre più difficile la crescita di nuovi esemplari. Nelle 13 foreste analizzate il 70% degli alberi morti negli ultimi 37 anni sarebbe da ricondurre al caldo crescente e solo il 23% a parassiti, mentre ancor più marginale è il ruolo del vento forte e degli incendi.

Temperature anomale e persistenti, unite all'assenza di precipitazioni, contribuiscono inevitabilmente a creare **lunghi periodi di siccità**, come la scorsa primavera in Messico, quando quasi l'85% del Paese ne è stato colpito. I grandi bacini idrici hanno visto livelli eccezionalmente bassi, a causa del 20% di pioggia in meno caduta nel periodo invernale, mettendo a dura prova le risorse idriche potabili e per le colti-

TEMPERATURA MEDIA MONDIALE 1850-2020 (°C)



Fonte: Berkeley Earth

I dati sulla temperatura delle terre emerse (Berkeley Earth) sono stati combinati con quelli della temperatura degli oceani da UK Hadley Centre. Le linee verticali indicano un intervallo di confidenza del 95%.

vazioni. Circa 60 grandi bacini, soprattutto nel Messico settentrionale e centrale, hanno raggiunto livelli inferiori al 25% delle loro capacità, con molte aree del Paese senza acqua per interi giorni.

Sempre in primavera, in particolare tra aprile e maggio, anche Taiwan ha assistito ad un lungo periodo di siccità record, la peggiore degli ultimi 56 anni. La carenza di piogge e la totale assenza di tifoni nel 2020 hanno portato il livello dell'acqua nel più grande bacino idrico dell'isola, il Tsengwen, ad essere inferiore del 12%, mentre il bacino artificiale di Baihe è risultato completamente secco. Le autorità sono state costrette a sottoporre la popolazione e le attività commerciali al razionamento dell'acqua, con restrizioni agli autolavaggi ed ai parrucchieri.

I fondali di diversi bacini idrici e laghi si sono

asciugati, come nel caso del Sun Moon Lake, famoso sito turistico dell'isola.

Ancor peggio quanto accaduto in Madagascar. Oltre un milione di persone ha subito gli effetti sulla produzione di cibo della peggiore siccità degli ultimi 40 anni, con 14.000 persone ufficialmente dichiarate in carestia dalla FAO.

Per la prima volta da quando è stata introdotta una metodologia per classificare le minacce alla sicurezza alimentare nel 2016, le persone sono state registrate nella categoria "catastrofe", il livello più alto della scala a cinque livelli che descrive le persone che hanno esaurito le loro strategie per affrontare l'emergenza. Nel distretto di Amboasary Atsimo il 27% delle persone soffre di malnutrizione acuta.

In Madagascar, cinque degli ultimi sei anni hanno visto precipitazioni inferiori alla media

nella regione meridionale del Paese. A questo si aggiungono l'intensa deforestazione ed erosione del suolo che hanno accelerato la desertificazione in aree prima fertili.

È evidente che questi fenomeni incidono in particolare sulla parte della popolazione più povera e fragile. Le Nazioni Unite stimano che, entro il 2030, potrebbero esserci 120 milioni di persone in più in situazioni di povertà, mentre sono oltre 1,3 miliardi le persone attualmente dipendenti da terreni agricoli ormai degradati, principalmente nei Paesi in via di sviluppo.

L'ONU sottolinea come fino a 600 milioni di persone in più in Africa potrebbero vivere situazioni di malnutrizione a causa del crollo dei sistemi agricoli in seguito agli impatti dei cambiamenti climatici. Altri 1,8 miliardi di persone potrebbero dover affrontare la carenza d'acqua, soprattutto in Asia. Questo senza dimenticare che già tra il 2008 ed il 2015 si sono registrate in media 26 milioni di persone l'anno sfollate a causa di disastri legati ai cambiamenti climatici, mentre nel 2020 sono state 30,7 milioni, anche in questo caso segnando un nuovo drammatico record.

Il rapporto dello United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), pubblicato nel 2020, conferma che nel periodo dal 2000 al 2019, ci sono stati 7.348 gravi eventi catastrofici registrati che hanno causato 1,23 milioni di vite, colpendo 4,2 miliardi di persone (anche in più occasioni e specialmente in Paesi poveri) con conseguenti perdite economiche globali di circa 2,97 trilioni di dollari. La gran parte degli impatti è imputabile ad allagamenti, alluvioni ed alle tempeste estreme, che costituiscono assieme il 72% dei disastri avvenuti nel ventennio preso in considerazione.

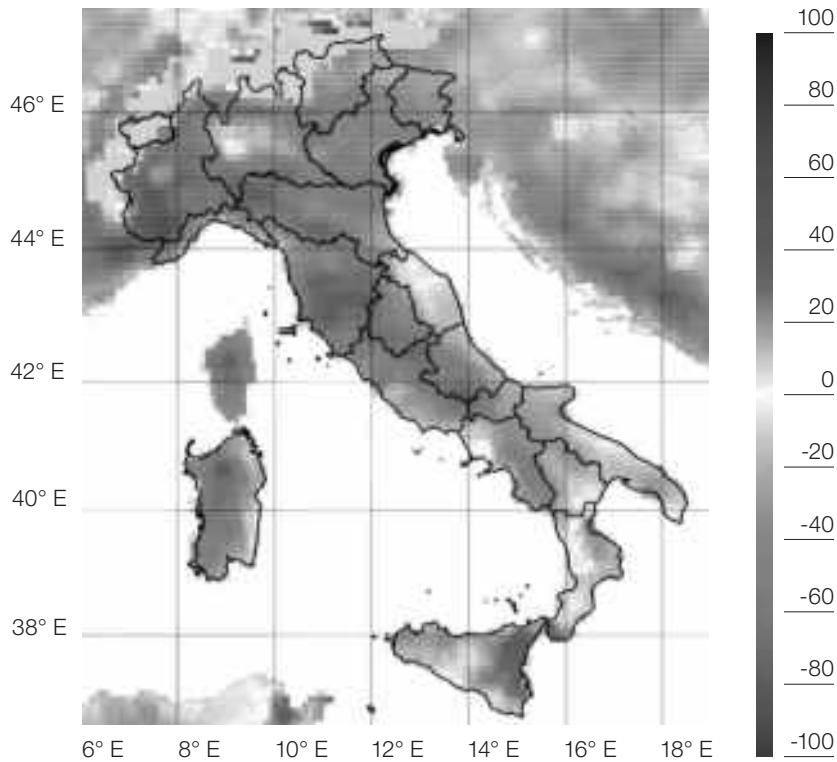
Un numero crescente di ricerche ha scoperto che finora il riscaldamento globale sta avendo un impatto crescente sulla salute umana indirettamente attraverso la siccità ed i mancati raccolti, le tempeste estreme e le inondazioni, l'aumento della diffusione di alcune malattie trasmesse dagli insetti e altri effetti. Ma il ca-

LA COSTA EST SICILIANA IN BALIA DEGLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI

A raccontare plasticamente quanto i territori siano in balia di eventi sempre più estremi è la costa orientale della Sicilia. Qui l'11 agosto, a Siracusa, è stato segnato il record segnato dai 48,8 °C, il valore europeo più alto di sempre. Dopo il caldo le alluvioni, a distanza di meno di due mesi, il 5 ottobre, una forte perturbazione caratterizzata da venti record ha causato danni al centro storico di Catania con diversi danni e feriti. Ancor più grave quanto avvenuto tra il 24 ed il 29 ottobre con 5 eventi estremi che hanno interessato la Sicilia orientale, dovuti al medicane Apollo che ha provocato devastazione, con danni ingenti ancora da quantificare, fiumi di acqua e fango che hanno devastato intere aree, 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. In queste zone in 48 ore si è registrata una quantità di pioggia pari ad un terzo di quella annuale. A Catania strade inagibili e trasformate in fiumi, come via Etna, mentre è rimasta totalmente isolata per ore Augusta (SR) con venti che sulla costa hanno raggiunto i 100 km/h e che hanno portato intense mareggiate. A Misterbianco (CT), per lo smottamento di fango e detriti provenienti da Monte Cardillo, sono state fatte evacuare quattro famiglie.



ANOMALIE DI UMIDITÀ DEL SUOLO - 28 OTTOBRE 2021



Fonte: Copernicus Global Land Operations

lore ha anche effetti diretti sul corpo umano e la combinazione di calore e alta umidità ha già raggiunto livelli pericolosi in alcune parti del Mondo. Un recente studio pubblicato su *Nature Geoscience* dal titolo *“Projections of tropical heat stress constrained by atmospheric dynamics”* ha osservato come la **combinazione di calore ed umidità estremi** sia controllata da processi dinamici nell’atmosfera. I ricercatori hanno scoperto che se il riscaldamento globale venisse limitato a 1,5 gradi, la temperatura superficiale nelle fasce tropicali non supererebbe i 35 gradi Celsius, limite massimo al di là del quale le conseguenze sulla salute sono molto serie. Il corpo umano, infatti, non riesce a raffreddarsi in maniera naturale se si superano determinati livelli di calore ed umidità, poiché il sudore sulla pelle non riesce più ad evaporare. L’esposizione prolungata a tali condizioni può essere fatale,

anche per persone sane, rendendo il potenziale rischio enorme per oltre 3 miliardi di persone che vivono in queste regioni del globo.

Rilevanti rischiano di essere gli impatti che subiranno le future generazioni. Un recente studio pubblicato su *Science* dal titolo *“Intergenerational inequities in exposure to climate extremes”* mostra che, con l’attuale politica climatica, i neonati di tutto il Mondo dovranno affrontare in media ondate di caldo sette volte maggiori durante la loro vita rispetto ai loro nonni.

Inoltre, vivranno in media 2,6 volte in più condizioni di siccità, 2,8 volte il numero di esondazioni fluviali ed il doppio degli incendi rispetto alle persone nate 60 anni fa.

L’analisi, condotta dalla Vrije Universiteit Brussel (VUB) e da un team internazionale di

ricercatori tra cui l'Imperial College di Londra e l'Università di Nottingham, sottolinea come raggiungendo l'obiettivo dell'Accordo di Parigi di limitare il riscaldamento a 1,5°C al di sopra delle temperature preindustriali, si ridurrebbe sostanzialmente l'onere intergenerazionale per tutti gli eventi climatici estremi.

Se, invece, si arrivasse ad un riscaldamento globale di 3°C, un bambino oggi di sei anni sperimenterebbe il doppio di incendi e cicloni tropi-

cali, tre volte il numero di esondazioni fluviali e 36 volte in più le ondate di calore.

Gli impatti, ovviamente, mostrano forti variabili regionali e territoriali; ad esempio 53 milioni di bambini nati in Europa ed in Asia centrale dal 2016 sperimenteranno circa quattro volte più eventi estremi, ma saranno 172 milioni i bambini della stessa età nell'Africa sub-sahariana ad affrontare un aumento di quasi sei volte dell'esposizione a eventi estremi nel corso della loro vita.

L'ITALIA NEL CONTESTO DI UN BACINO MEDITERRANEO SEMPRE PIÙ CALDO

L'Italia si trova al centro di un'area considerata dagli scienziati un "hot spot" del cambiamento climatico: il **Mediterraneo**. Si tratta, infatti, di una delle aree più sensibili e prevedibilmente soggette alle conseguenze del cambiamento climatico, per via dell'aumento della temperatura e della diminuzione delle precipitazioni, che potrebbe provocare conseguenze imprevedibili nel rapporto tra temperatura dei mari, venti, precipitazioni e fulmini.

Il primo indicatore a cui guardare con attenzione è la 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 gradi 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.

Nella recente pubblicazione Snpa/Ispra "Gli indicatori del clima in Italia nel 2020", si evidenzia come la temperatura superficiale dei mari italiani nel 2020 sia stata superiore alla media del periodo 1961-1990, con scostamenti mas-

simi ad agosto (+1.7°C) e maggio (+1.4°C). Nove degli ultimi dieci anni hanno registrato le anomalie positive più elevate di tutta la serie storica, mentre negli ultimi 22 anni l'anomalia media è stata sempre positiva.

Questo cambiamento ha già portato ad impatti devastanti dal punto di vista della fauna marina. Sono, infatti 243 le **specie aliene** identificate nel Mediterraneo da Ispra; 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 ed impianti di acquacoltura, sono 47 le specie aliene rilevate negli ultimi anni delle quali 24 di recente introduzione.

Le città 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 +1,91 °C, Atene +1,73 °C, Istanbul +1,71 °C. Come testi-



moniato dal XVI rapporto Snpa/Ispra “Gli indicatori del clima in Italia”, il nostro Paese segna uno degli incrementi di temperatura maggiori in Europa, con +1,54 °C rispetto alla media del periodo 1961-1990 e continua a surriscaldarsi più velocemente della media globale.

L'innalzamento della temperature del mare è la ragione di 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 scariandola con violenza sulla terra più fredda. Ma l'aumento in frequenza ed in intensità è **stretta-**

mente 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.

Paragonabili alle tempeste tropicali, i *medicane* più impattanti sono avvenuti tutti negli ultimi anni, in particolare colpendo la Grecia, ed il sud Italia, con Numa, tra il 16 ed il 19 novembre 2017, Zorbas a fine settembre 2018 e Ianos, che ha provocato onde altissime, pioggia e raffiche di vento vicine ai 150 km/h, in tutto lo Ionio tra il 14 ed il 20 settembre 2020.

Uno dei lavori più esaustivi sulla situazione climatica e sui rischi rispetto agli impatti dei cambiamenti climatici è il “**G20 Climate Risk Atlas**” della Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici). 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



G20 Climate Risk Atlas, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

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 ed 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.

GLI IMPATTI ECONOMICI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SARANNO RILEVANTISSIMI

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 ed impatti rilevanti nei settori agricoli e produttivi fondamentali per interi territori. Sempre 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 il 0,7% del PIL) con una temperatura media in aumento di 2°C, ed 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 ed 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 ad 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 ipotesi 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 ad 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 ri-



schio del nostro Paese, il Joint Research Centre della Commissione Europea ha analizzato i possibili impatti economici in seguito all'aumento di fenomeni di dissesto idrogeologico, con l'Italia in vetta alla classifica continentale per la più alta esposizione economica al rischio di alluvioni. Se la temperatura media dovesse aumentare di 3°C al 2070, le perdite attese oscillerebbero tra 1 e 2,3 miliardi di euro annui nel periodo 2021-2050, e tra gli 1,5 e i 15,2 miliardi di euro annui nel periodo 2071-2100.

Anche in questo caso tra i settori più colpiti quello turistico, con stime della Commissione Europea che parlano di una riduzione degli arrivi internazionali del 15% in uno scenario di aumento della temperatura di 2°C e, nonostante un aumento di quelli nazionali, perdite per 17 miliardi di euro.

Già oggi, sempre secondo valutazioni della CE, le perdite economiche dovute alla maggiore frequenza di eventi estremi legati al clima ammontano ad oltre 12 miliardi di euro l'anno.

Secondo le ultime ricerche di Swiss Re, **il cambiamento climatico potrebbe tagliare il 18% del prodotto interno lordo globale** con le nazioni povere particolarmente colpite insieme a Cina e India che perderebbero oltre il 20% del proprio PIL seguite da Stati Uniti e Europa con oltre il 10%.

La produzione economica globale sarà inferiore del 18,1% nel peggiore degli scenari, ossia con un aumento di 3,2 °C, con differenze marcate nelle varie regioni mondiali. Ad esempio i Paesi asiatici dell'ASEAN (Association of Southeast Asian Nations), ossia Brunei, Cambogia, Indonesia, Laos, Malesia, Myanmar, Filippine, Singapore, Thailandia e Vietnam, potrebbero vedere ridotte le proprie ricchezze del 37,4% e, anche se l'aumento della temperatura globale fosse mantenuto a 2 gradi, Malesia, Filippine e Thailandia vedrebbero una crescita economica del 20% inferiore a quella che potrebbero altrimenti aspettarsi entro il 2050. Qualora, invece, l'obiettivo fissato dall'Accordo di Parigi venisse rispettato, le perdite economiche sarebbero molto limitate.

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.



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 ed il territorio italiano, oltre a condividere ricerche e studi internazionali ed esperienze di piani e progetti di città, paesi, regioni. **Nel Rapporto 2021 abbiamo arricchito il quadro degli impatti degli eventi climatici** includendo le grandinate estreme, che colpiscono con maggiore intensità campagne e centri urbani, e **con un focus in particolare sulle infrastrutture elettriche e ferroviarie**, approfondendo impatti in corso e scenari, interventi di resilienza e adattamento previsti dai gestori. Inoltre, l'analisi dei dati dal 2010 ad 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 **602 comuni** dove si sono registrati impatti rilevanti, dal 2010 al 1° novembre 2021, 95 in più rispetto allo scorso anno (quasi +18%).

Sono arrivati a 1.118¹ gli eventi registrati sulla mappa del rischio climatico (inclusi casi di anni passati inseriti per la prima volta) segnando un +17,2% rispetto alla passata edizione del rapporto.

Tra gli esempi dei comuni più colpiti c'è Roma dove, dal 2010 a novembre 2021, si sono verificati 56 eventi, 9 solo nell'ultimo anno, di cui ben oltre la metà, 32, hanno riguardato

allagamenti a seguito di piogge intense. Altro caso importante è quello di Bari con 41 eventi, principalmente allagamenti da piogge intense (20) e danni da trombe d'aria (18). Va segnalata poi Milano, con 30 eventi totali, dove sono state almeno 20 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro in questi anni.

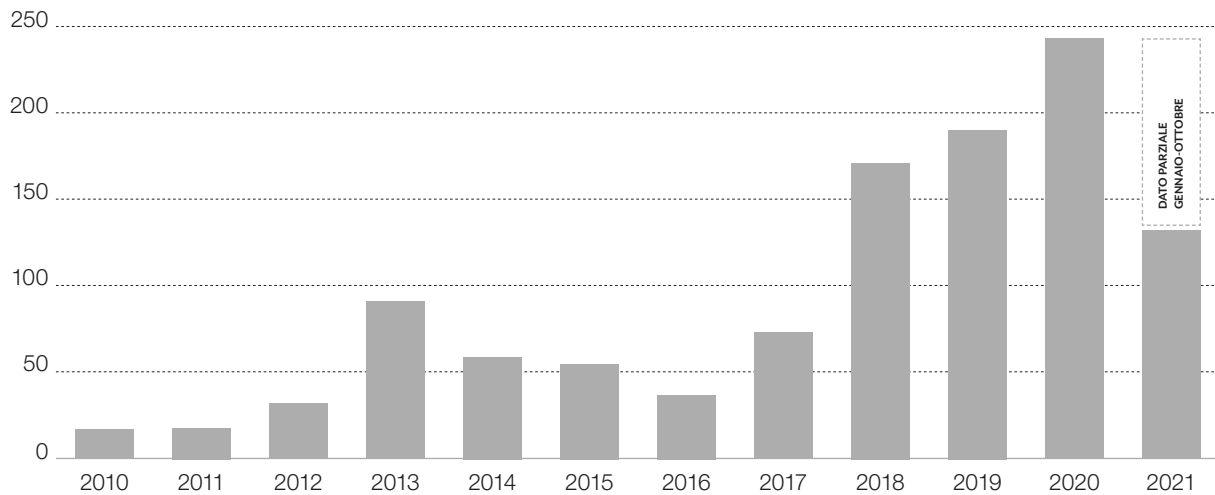
Chi vive nelle aree urbane conosce bene questa situazione, visto che **dal 2010 ci sono stati 83 giorni di stop a metropolitane e treni urbani e 89 giorni in cui si sono verificati disservizi estesi causati dal maltempo sulle reti elettriche**. Rilevanti le conseguenze di alluvioni, trombe d'aria e piogge intense nei confronti di case, spazi pubblici ma anche del patrimonio archeologico. Nel 2021, fino al 1° novembre, sono stati registrati dalla mappa 133 eventi. Dal 2010 sono state 261 le vittime e nei primi 10 mesi del 2021 sono state 9.

Nell'anno in corso abbiamo avuto finora 69 casi di allagamento da piogge intense e 39 casi di danni da trombe d'aria. 7 le esondazioni fluviali, 5 i casi di danni da siccità prolungata e le frane da piogge intense, 3 i casi di danni alle infrastrutture.

Di fronte ad 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 ed 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 informazioni e lo scambio di buone pratiche.

¹ Non sono stati inclusi gli eventi estremi avvenuti il 14 novembre scorso in diverse regioni quali Toscana, Emilia-Romagna, Liguria e Sardegna. In quest'ultimo caso, il ciclone Blas ha causato alluvioni nel sud dell'isola ed una vittima.

NUMERO DEGLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI IN ITALIA PER ANNO



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021



Sono impressionanti gli scenari che gli studi e gli scienziati, con sempre maggiore definizione, stanno prefigurando per il Mediterraneo ed il Nord Africa, i Paesi del Medio Oriente, ma anche l'area sud del continente europeo, come nel caso di CMCC e dell'analisi pubblicata lo scorso anno dal titolo "Il costo della siccità in Italia".

In una prospettiva di questo tipo diventerà sempre più complicato vivere in contesti dove si accelera la desertificazione e si riduce la possibilità di accesso all'acqua, per cui risulterà impossibile continuare alcune colture o garantire la sicurezza delle persone, come durante le ondate di calore. Pochi Paesi come l'Italia avrebbero interesse a guardare ai problemi di quei territori dove questi fenomeni si stanno già determinando e da cui tante persone sono costrette a partire, perché assomigliano drammaticamente a quelli che soffriamo da tempo anche noi. Ossia di terreni diventati aridi a Gabes nel sud della Tunisia come nel Salento, in Libano o nel ragusano.

Il nostro Paese deve decidere di affrontare seriamente queste inedite sfide, con

politiche nuove per evitare che gli impatti siano ancora più rilevanti nei territori. **Viviamo, infatti, in uno dei Paesi più delicati dal punto di vista idrogeologico del Mondo.** Lo raccontano i numeri del rapporto Rendis 2020 di Ispra: poco più del 4% del territorio italiano si trova in un'area ad elevato pericolo di alluvioni, l'8,4% in uno scenario di pericolosità media, un altro 10,9% a pericolosità bassa.

Le aree dove il pericolo di alluvioni significative e frequenti appare maggiore è il nord-est, dove il 6,4% del territorio ricade in questa fascia, con la regione Emilia-Romagna dove l'11% del territorio ricade sotto lo scenario di maggiore attenzione.

In totale, nel nostro Paese, si tratta di oltre 2 milioni di persone esposte a rischio elevato, mentre 6,1 milioni sono esposte a pericolo medio.

Obiettivo dell'Osservatorio è di contribuire a far crescere l'attenzione sui processi che avvengono nel territorio italiano e di accelerare le politiche di adattamento al clima in Italia, sia a livello nazionale che locale.

Oltretutto, investire nell'adattamento climatico può generare notevoli vantaggi economici. Un rapporto pubblicato dal Global Center of Adaptation nel 2019, dal titolo *"Adapt Now: A Global Call For Leadership On Climate Resilience"*, stima che se investissimo 1,8 trilioni di dollari a livello globale dal 2020 al 2030 per misure di adattamento, potremmo trarne un ritorno 4 volte maggiore: 7,1 trilioni di dollari in termini di benefici netti totali. Le indicazioni più importanti elencate dalla relazione vengono raggruppate in tre principali famiglie di interventi. Innanzitutto potenziare le infrastrutture: litorali, strade, fognature, sistemi energetici. Questa misura produrrebbe un ritorno economico di 4 trilioni di dollari (sempre a livello globale). Il secondo aspetto è quello di migliorare i bacini idrici naturali e le loro infrastrutture per ridurre i rischi di alluvione e garantire l'approvvigionamento idrico, una misura che porterebbe un beneficio di 1,4 trilioni di dollari. Infine, nello stesso rapporto, si evidenzia l'importanza di investire nel ripristino di foreste di mangrovie in grado di proteggere le comunità costiere durante le tempeste, che si tradurrebbe in un ritorno di investimento di 1 trilione di dollari.

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 2021 sono stati 6.401 gli interventi avviati per mitigare il rischio idrogeologico in Italia per un totale di poco meno di 7 miliardi di euro (fonte Ispra, piattaforma Rendis), con una media di 303 milioni di euro l'anno, in calo rispetto al periodo precedente in cui la media era stata di 315 milioni di euro.

I dati della Protezione Civile sugli stati di

emergenza da eventi meteo-idro dal maggio 2013 ad ottobre 2021 segnano un incremento, da 103 nel 2020, a 122, mentre i fondi assegnati arrivano a 13,2 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 1,55 miliardi/anno per la gestione delle emergenze, in un rapporto di 1 a 5 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 di 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". **Dopo sette anni siamo ancora in attesa che il nostro Paese si doti di uno strumento che individui le aree a maggior rischio e le priorità di intervento per orientare in modo efficace le politiche.** Oltretutto questi documenti sono parte della strategia europea in materia di adattamento che dà seguito 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 ad individuare strumenti di cooperazione, finanziamento, condivisione di conoscenze, buone pratiche ed esperienze. Un Paese con un quadro così complesso di rischi ed impatti in corso avrebbe tutto l'interesse a individuare le aree prioritarie di intervento, in modo da organizzare una sempre maggiore e più efficace collabora-



zione con le strutture di protezione civile.

Una notizia positiva dell'ultimo anno riguarda l'avvio del **“Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano”**, da parte del Ministero della Transizione Ecologica. Il bando prevede il finanziamento di differenti tipologie di interventi di adattamento che le aree urbane italiane possono intraprendere. La cifra stanziata è poco meno di 80 milioni di euro ed è stato scritto in collaborazione con l'Anci e con il contributo scientifico dell'Ispra. Al momento solo i Comuni con popolazione superiore ai 60.000 abitanti possono partecipare, con il 40% dei fondi destinato ai Comuni capoluogo delle città metropolitane.

Il bando finanzia **tre tipologie di 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 ed 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.

Un'altra buona notizia è l'inaugurazione della sede del **nuovo data centre dell'ECMWF a Bologna, il centro europeo per le previsioni meteo a medio termine**. Questa struttura, nata negli spazi del Tecnopolo e che sarà operativa da maggio 2022, potrà diventare un riferimento importante per le ricerche e i monitoraggi climatici dei prossimi anni.

Nulla di paragonabile, purtroppo, con quanto si sta facendo negli altri Paesi europei. La Commissione Europea, infatti, ha adottato già nel 2013 la “Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici dell'UE”, al fine di aiutare i Paesi a pianificare le proprie attività in questo senso, e per rafforzare la resilienza ha previsto lo stanziamento di specifici fondi. In questa fase non si è ancora arrivati, purtroppo, ad un accordo politico tra i Paesi per una Direttiva in materia di adattamento, anche se la proposta di legge europea sul clima (2018/1999) è ormai alla versione finale.

Lo scorso 10 giugno il **Consiglio Europeo ha approvato un aggiornamento della Strategia** che mira a migliorare le conoscenze in materia di adattamento ed a favorire lo scambio di 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 piat-



taforma dati sul rischio). Tra gli altri punti cruciali della Strategia quello legato alla promozione di interventi di adattamento a livello locale, con finanziamenti crescenti, finalizzata 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 23 i Paesi UE, con l'aggiunta del Regno Unito, che hanno adottato un piano nazionale o settoriale di adattamento al clima e tra questi non vi è l'Italia. In **Svezia** tutte le Regioni sono 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 approvato 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 garantisce una rapida attuazione del piano, 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 li-

vello locale il numero di piani previsti è di circa 400. In Francia, 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 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 di 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 ed Irlanda del Nord) hanno adottato 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.



POLITICHE NAZIONALI DI ADATTAMENTO



Elaborazione Legambiente su Climate Adapt

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 del vecchio continente. Uno studio pubblicato sul Journal of Cleaner Production nel 2018, dal titolo *"How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28"*, ha riassunto i risultati nella

cartina e nella tabella successiva. Confrontando i dati riferiti ad alcuni grandi Paesi come Regno Unito, Francia e Germania con la situazione italiana, emerge un quadro purtroppo negativo.

Da allora si sono aggiunte due città italiane, Torino e Padova, alle due uniche altre con un Piano di adattamento approvato, Ancona e Bologna. A Milano, l'Amministrazione ha avviato, con Deliberazione della Giunta Comunale n.

1653 del 4/10/2019, l'elaborazione di un unico e integrato Piano, denominato "Piano Aria e Clima". In alcune realtà europee sono poi diffusi, almeno, Piani specifici di adattamento, che affrontano singolarmente aspetti come gli allagamenti, inondazioni e le ondate di calore.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI PIANI NELLE CITTÀ EUROPEE PER PAESE

Paese	Città con Piano di adattamento completo
Regno Unito	95
Francia	54
Germania	31
Spagna	11
Finlandia	7
Portogallo	6
Italia	4

Elaborazione Legambiente su dati studio "How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28" <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.220>

PERCHÉ IN CITTÀ SI CORRONO MAGGIORI RISCHI RISPETTO AL PASSATO?

1. Aumentano i fenomeni alluvionali con danni crescenti

Nelle aree urbane italiane, tra il 2010 ed il 1° novembre 2021, sono avvenuti 352 casi di allagamenti da piogge intense (su 486 totali) e 94 esondazioni fluviali (su 134 totali). La tendenza ormai consolidata degli ultimi eventi rilevanti è di una maggiore frequenza ed 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 ed impermeabilizzazione delle aree urbane realizzato negli ultimi 70 anni, da case, capannoni, strade e parcheggi. Un'ulteriore dimostrazione è venuta dai ripetuti allagamenti in Sicilia, colpita da una serie di *medicane* per larga parte del mese di ottobre, con centri cittadini inagibili, infrastrutture danneggiate, vittime e sfollati.

2. Nelle città il caldo cresce di più e anche le conseguenze delle ondate di calore sulle persone

Nelle città italiane la temperatura media cresce sempre di più e a ritmi maggiori che nel resto del Paese. Secondo le elaborazioni dell'Osservatorio meteorologico Milano Duomo, 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. A Roma, tra il periodo 1961-1990 ed il decennio 2011-2020, l'incremento è stato di 1,4 °C, mentre a Bari si è registrato un +1,3 °C.

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.

In Italia gli studi realizzati nell'ambito del programma nazionale di prevenzione, coordinati dal Dipartimento di epidemiologia del servizio sanitario regionale del Lazio, confermano un rilevante aumento della mortalità durante le on-



date di calore, ossia quando si hanno per più giorni temperature elevate sia di giorno che di notte, in particolare proprio nelle aree urbane. I dati (relativi a 23 città) mostrano che gli effetti maggiori si hanno negli anni a più elevata esposizione al caldo, e mettono in luce una riduzione dei numeri negli ultimi anni attribuibile agli interventi di allerta attivati. Complessivamente, nelle città analizzate si possono attribuire alle ondate di calore 23.880 morti tra il 2005 e il 2016.

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.

A Roma la crisi è scoppiata nel 2017, e ne ha pagato le conseguenze il Lago di Bracciano che ha avuto un abbassamento di 160 centimetri. 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 la scorsa estate dal Po a Torino rappresentano un altro esempio, con la portata dimezzata rispetto alla media di agosto ed un deficit che ha toccato l'80% nel Pellice a Villafranca, nella Stura di Demonte a Fossano e nella Bormida a Cassine nell'Alessandrino.

Ancor peggio la situazione dei laghi, con il Lario che ha registrato -95 milioni di metri cubi (-21% rispetto la media), ed il Benaco con -51% rispetto alla media.

INCREMENTI DI TEMPERATURA NELLE PRINCIPALI AREE URBANE IN ITALIA

Città	Differenza nelle temperature medie dal 1960 al 2020 (in °C)
Milano	+2,8
Torino	+2,8
Bologna	+2,78
Firenze	+2,78
Genova	+2,75
Roma	+2,66
Palermo	+2,52
Catania	+2,52
Napoli	+2,4
Bari	+2,15

Fonte: Berkeley Earth

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-Amброsetti, 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 di 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 2021 di Legambiente, dove si sottolinea come in 19 città italiane oltre la metà dell'acqua immessa nelle condutture viene dispersa. Addirittura si arriva a punte del 65% a Belluno, Campobasso, Catania, Latina e Trapani.

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 un nuovo studio elaborato dall'Istituto di ricerca sull'impatto climatico di Potsdam, Università di Potsdam e Columbia University di New York. 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 aumento ipotizzato fino ad oltre 6 metri. Giacarta si sta già preparando a questo scenario, con il governo dell'Indonesia che ha annunciato nel 2019 che sposterà, en-

tro 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: 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 Albina 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.



CAPITOLO 1

GLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI IN ITALIA

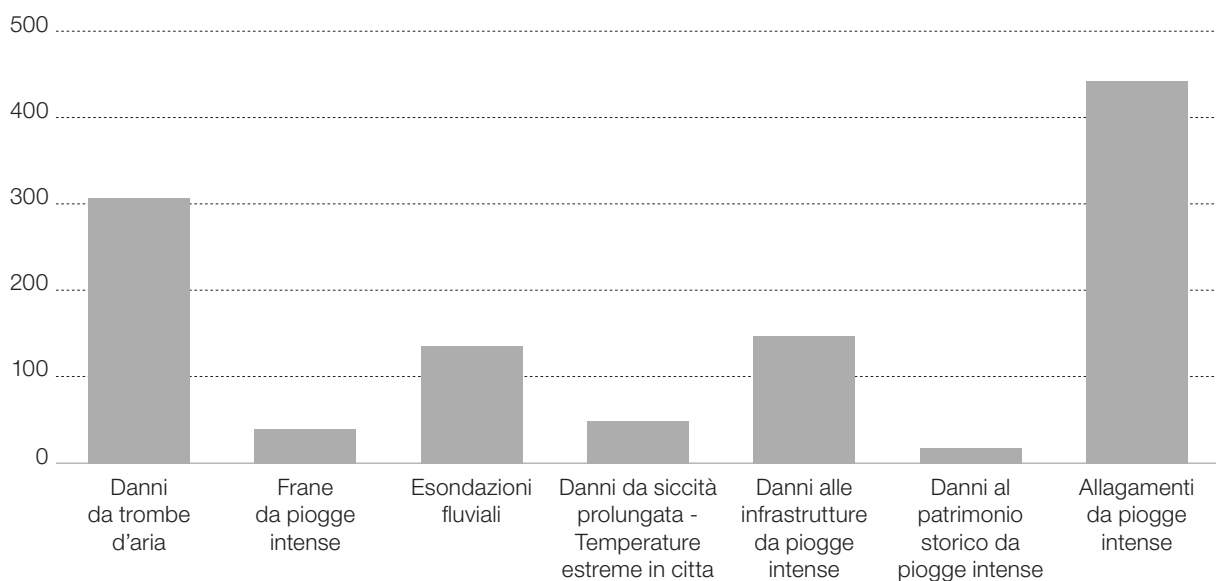
Riuscire ad analizzare fenomeni sempre più complessi e connessi, come la crescente intensità e l'andamento delle piogge, gli episodi di trombe d'aria e ondate di calore, e le conseguenze sul territorio italiano, costituisce uno dei punti cruciali per contrastare i cambiamenti climatici. Abbiamo bisogno di capire i caratteri e l'entità degli eventi estremi, di 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 ad evidenziare, laddove possibile, il rapporto tra accelerazione dei processi clima-

ti 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 saranno uno strumento prezioso in particolare rispetto ad una questione oggi non più eludibile: abbiamo bisogno di nuovi modelli di 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



EVENTI TOTALI PER CATEGORIA (2010-2021)



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

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.

I RISULTATI E I DATI

Sono **602** 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 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 ad individuare, oltre alle aree a maggiore rischio per i cambiamenti climatici, anche nuove strategie di adattamento per le città.

Sono **1.118** i **fenomeni meteorologici estremi** riportati dalla mappa che, dal 2010 al 1° novembre 2021, hanno provocato danni nel territorio italiano. Nello specifico si sono verificati **486 casi di allagamenti da piogge intense**, **406 casi di stop alle infrastrutture da piogge intense con 83 giorni di stop a metropolitane e treni urbani**, **308 eventi con danni causati da trombe d'aria**, **134 gli eventi causati da esondazioni fluviali**, **48 casi di**



27-29 novembre 2020 | Alluvione a Bitti (NU)

danni provocati da prolungati periodi di siccità e temperature estreme, 41 casi di frane causate da piogge intense e 18 casi di danni al patrimonio storico.

Come si evince dai dati sono in aumento gli eventi che riguardano due o più categorie, con casi, ad esempio, in cui esondazioni fluviali o allagamenti da piogge intense provocano danni alle infrastrutture. Ma ancora più rilevante è il tri-

buto che continuiamo a pagare in termini di vite umane e di feriti, con **261 persone vittime** del maltempo dal 2010 al primo novembre 2021. A queste si aggiunge, come monitorato dal CNR, l'evacuazione di oltre 27mila persone, a causa di eventi quali frane ed alluvioni tra il 2016 ed il 2020, che diventano 320mila se si considerano gli eventi avvenuti dal 1971.

GLI EVENTI CLIMATICI ESTREMI DEL 2021

Il 2021 è stato caratterizzato da eventi che hanno segnato interi territori e colpito le popolazioni di ogni regione d'Italia, ma sono chiare alcune dinamiche che hanno visto fenomeni ancor più accentuati in aree come il nord ovest, con le province di Savona ed Alessandria particolarmente colpite, ed il bacino ionico, in particolare Sicilia e Calabria.

Ma già a fine 2020, tra il 27 ed il 29 novembre, una drammatica alluvione aveva colpito intere zone della Sardegna, in particolare l'area di **Bitti** (NU), provocando 3 morti ed oltre 110

milioni di euro di danni. Si è trattato, inoltre, di un episodio ripetuto, visti i terribili allagamenti avvenuti nel 2013 che causarono 1 vittima.

Sempre lo scorso anno, il 6 dicembre, è stato pesante il bilancio della pioggia torrenziale che ha provocato frane ed allagamenti nel comprensorio tirrenico della **provincia di Messina**. I dati pluviometrici hanno segnato, in poche ore, 124mm di pioggia a Tripi e 85mm a Terme Vigliatore. In quest'ultimo caso la situazione è stata critica per l'ingrossamento delle saie del paese termale. A Tripi una frana si è verificata



28 ottobre 2021 | Il medicane Apollo si abbatte su Catania

tra Basicò e Campogrande di Tripi con il centro rimasto completamente isolato.

Il 7 febbraio 2021 forti precipitazioni hanno interessato l'area tra Casale e Valenza, nell'alexandrino, provocando allagamenti e l'interruzione della strada provinciale 60 per l'esondazione del rio Granetta.

L'11 aprile, a Rapallo (GE), il livello pluviometrico raggiunge 120 millimetri in 8 ore e si registrano danni per il crollo di una porzione di muro lungo la strada provinciale che collega Santa Margherita a San Lorenzo, oltre all'allagamento dei piani terra di numerose abitazioni.

Un violento nubifragio si è abbattuto su Palermo il 18 luglio, a quasi un anno esatto di distanza dal terribile allagamento dei viali che vide oltre 200 auto intrappolate nell'acqua. Anche quest'anno i Vigili del fuoco hanno eseguito almeno 27 interventi per soccorrere automobilisti rimasti intrappolati nelle strade trasformate in fiumi.

Autostrada chiusa e centinaia di auto distrutte dai chicchi di **grandine sull'A1** nel tratto fra Parma e Fiorenzuola lo scorso 26 luglio. Le auto ed i camion che si trovavano a passare durante l'ondata di maltempo hanno subito gravi danni a parabrezza e carrozzeria e si sono verificati anche tamponamenti a catena.

Una delle settimane più intense per i fenomeni estremi si è verificata a metà settembre, a partire dagli allagamenti di Capoterra (CA) dove le squadre di pronto intervento e il nucleo sommozzatori dei Vigili del fuoco hanno soccorso diversi automobilisti in difficoltà rimasti intrappolati nelle macchine coinvolte dalla piena in alcuni tratti della strada statale 195.

Lo stesso giorno, il 10 settembre, l'isola di **Pantelleria** (TP) viene colpita da una tromba d'aria provocando due vittime. I due viaggiavano a bordo delle loro auto quando sono stati investiti dalla forza del vento e scaraventati fuori dall'abitacolo. Altre quattro persone sono rimaste ferite.

Il 16 settembre allagamenti mai visti prima colpiscono l'**aeroporto di Malpensa**: decine di persone evacuate con i gommoni e salvate dall'allagamento, in particolare, dell'area cargo. Allagati alcuni sottopassaggi sempre a causa della pioggia: dieci persone che erano rimaste bloccate dall'acqua nelle proprie auto sono state salvate. Sospesi i voli per circa due ore.

Il 4 ottobre le incessanti piogge hanno provocato le esondazioni del torrente Letimbro, in zona Santuario di Savona, e dell'Erro a Pontinvrea (SV), dove sono stati allagati negozi e scantinati e cinque nuclei familiari sono stati evacuati per precauzione. Lo stesso giorno è esondato il fiume Bormida a Cairo Montenotte (SV). In quel momento viene registrato un nuovo record pluviometrico nazionale con 496 mm in 6 ore; record purtroppo infranto sempre in quelle ore a **Rossiglione** (GE) dove addirittura viene segnato un primato europeo: 740,6 mm di pioggia caduti in dodici ore.

Sempre il 4 ottobre, ad Alessandria e nella provincia, sono state una sessantina le persone allontanate dalle loro abitazioni per la forte ondata di maltempo che si è abbattuta in Piemonte e in particolare sull'Alessandrino.

Il recente **medicane Apollo**, del 28 ottobre, che ha colpito le coste di Sicilia e Calabria, ed in particolare la costa ionica dell'isola, ha provocato devastazione, con danni ingenti ancora da quantificare, e vittime, in tutto tre se si considera l'ondata di maltempo iniziata la settimana precedente. Le situazioni più critiche a Siracusa e Catania, con strade inagibili e trasformate in fiumi, come via Etna a Catania, dove in 48 ore si è registrata una quantità di pioggia pari ad un terzo di quella annuale. Totalmente isolata per ore Augusta (SR) con venti che sulla costa hanno raggiunto i 100 km/h e che hanno portato intense mareggiate. A Misterbianco (CT), per lo smottamento di fango e detriti provenienti da Monte Cardillo, sono state fatte evacuare quattro famiglie.



GLI EVENTI ESTREMI NELLE AREE PIÙ COLPITE

Dal dopoguerra ad 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 2021”, basato su dati del Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente SNPA-ISPRA, dagli anni '50 al 2020 **le superfici artificiali sono passate dal 2,7% al 7,11%, mentre la media UE è del 4,2%**. Il dato italiano sale al 9,15% se si considera il suolo utile, ovvero quella parte di territorio teoricamente disponibile e idonea ai diversi usi.



Inoltre, l’abbandono delle aree rurali montane e collinari ha provocato una mancata salvaguardia e conservazione del territorio.

Questi dati ricordano come non vi siano particolari parti di territorio immuni agli effetti dei cambiamenti climatici, proprio perché diventati fragili in una fase globale di aumento degli eventi estremi.

Ma sono le città l’ambito più a rischio per le conseguenze dei cambiamenti climatici, perché è nelle aree urbane e metropolitane che vive la maggioranza della popolazione ed è qui che l’andamento delle piogge, gli episodi di trombe

d’aria ed ondate di calore si stanno ripetendo con frequenze drammatiche.

È clamoroso l’esempio di **Roma** dove, dal 2010 al 1° novembre 2021, si sono verificati 56 eventi, 9 solo nell’ultimo anno, di cui ben oltre la metà, 32, hanno riguardato allagamenti a seguito di piogge intense. Altro caso importante è quello di **Bari** con 41 eventi, principalmente allagamenti da piogge intense (20) e danni da trombe d’aria (18). Segue **Agrigento** con 31 eventi, legati ad allagamenti in 15 casi e a danni alle infrastrutture in 7 casi, come per i danni da trombe d’aria.

Va segnalata poi **Milano**, con 30 eventi totali, dove sono state almeno 20 le esondazioni dei fiumi Seveso e Lambro in questi anni. Seguono Ancona e Genova, rispettivamente con 22 e 21 episodi.

Troviamo poi le aree urbane che nel corso dell’ultimo anno hanno vissuto le maggiori criticità: Napoli con 18 eventi (+3 rispetto al precedente Rapporto), Palermo con 15 (+2), Torre Annunziata (NA) con 13, Catania con 12 casi (+4). Con dati significativi si trovano poi Lamezia Terme (CZ) e Potenza, entrambe con 11 casi, Torino, Bologna e Modena con 10 eventi. Infine Reggio Calabria e Firenze con 8 casi.



25 Settembre 2020 | Danni provocati da una tromba d’aria nel quartiere Torrione a Salerno

EVENTI 2010-2021 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	Esondazioni fluviali	Danni da siccità prolungata - Temperature estreme	Fra- ne da piogge intense	Danni al patrimonio storico da piogge intense
Roma	56	33	13	7	2	1		
Bari	41	20	3	18				
Agrigento	31	15	7	7	1		1	
Milano	30	6	3		20	1		
Ancona	22	11	2	8			1	
Genova	21	5	5	5	2		4	
Napoli	18	6	8	3				1
Palermo	15	8	5	1		1		
Torre Annunziata (NA)	13	4	1	8				
Catania	12	5	3	3	1			
Lamezia Terme (CZ)	11	6		3	1		1	
Potenza	11	4	4	3				
Torino	10	2	4	2	2			
Bologna	10	3	4	2		1		
Modena	10	4	2	2	2			
Reggio Calabria	8	4	4					
Firenze	8	4	2	2				

Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021



LE AREE DEL PAESE PIÙ COLPITE

I maggiori impatti dal 2010



GENOVA

21 eventi, di cui 5 casi ciascuno di allagamenti, danni alle infrastrutture da piogge intense e danni da trombe d'aria

PONENTE LIGURE E PROVINCIA DI CUNEO

28 i casi, tra cui 7 allagamenti, 6 esondazioni fluviali e 5 frane da piogge intense

SARDEGNA NORD

12 eventi tra cui le alluvioni con esondazioni fluviali ad Olbia, Posada, Torpè e Bitti che hanno causato 22 morti

SARDEGNA SUD

9 eventi estremi, di cui 8 negli ultimi tre anni, con 7 casi di allagamenti e danni alle infrastrutture

COSTA NORD TOSCANA

17 eventi, di cui 9 casi di trombe d'aria sulla costa, con 2 morti, e 6 casi di allagamenti da piogge intense, con 9 morti

ROMA

56 eventi, di cui 13 di danni alle infrastrutture da piogge intense e 21 casi in cui le linee di metro hanno visto una parziale chiusura

MILANO

30 eventi, di cui 20 esondazioni fluviali

COSTA ROMAGNOLA E NORD MARCHE

42 eventi, di cui 20 allagamenti e 16 casi di danni da trombe d'aria

AREA METROPOLITANA DI NAPOLI

31 eventi ripetuti, di cui 18 eventi a Napoli con 8 casi di danni alle infrastrutture da piogge intense; 13 a Torre Annunziata, con 8 casi di danni da trombe d'aria

BARI

41 eventi, di cui 20 allagamenti e 18 casi di danni da trombe d'aria

SALENTO

12 trombe d'aria tra il 2017 ed il 2021 con danni alle infrastrutture urbane ed alle coltivazioni

SICILIA ORIENTALE

38 eventi, di cui 19 allagamenti da piogge intense e 9 casi di danni alle infrastrutture da piogge intense

COSTA AGRIGENTINA

37 eventi, di cui 31 ad Agrigento con 15 casi di allagamenti da piogge intense, 3 esondazioni fluviali a Sciacca e danni da trombe d'aria a Licata

PALERMO

15 eventi, di cui 8 allagamenti da piogge intense

TORINO ED IL PIEMONTE

Nel capoluogo piemontese sono stati 10 gli episodi rilevanti avvenuti dal 2010, con 4 casi di interruzione delle infrastrutture (in particolare la linea di metropolitana) e 2 eventi legati all'erosione del Po e della Dora, 2 trombe d'aria con danni rilevanti e 2 casi di allagamento da piogge intense.

Nel 2021, il 22 giugno, un violento nubifragio ha interessato i quartieri Vanchiglia e Barriera di Milano. Pioggia e raffiche di vento hanno creato notevoli disagi alla viabilità, in particolare per gli allagamenti in corso Novara ed in corso Trapani.

Ma sono diverse le zone del Piemonte che hanno vissuto giornate drammatiche a causa degli eventi estremi anche nell'ultimo anno. 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.

L'11 maggio a Valperga (TO), violenti temporali che hanno spazzato tutto il Canavese, hanno fatto eson-

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ TORINO ED IL PIEMONTE

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



3 ottobre 2020 | Alluvione a Limone Piemonte (CN) con danni ad abitazioni ed interruzioni di strade

dare il torrente Gallenca, allagando cortili e cantine e la strada che conduce a Pertusio.

Il 2020 è stato segnato da molteplici eventi estremi, con gravi conseguenze anche in termini di vite umane. Il 3 ottobre 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.



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 6 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 ed incontrollato sviluppo urbanistico

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

GLI EVENTI PRINCIPALI

MILANO

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



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 sud-est. 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.

Il 16 settembre 2021 un violento nubifragio, con pioggia e grandine, ha interessato soprattutto la zona

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



24 luglio 2020 | Milano: allagamenti a causa dell'esonazione del Seveso

sud della città con forti disagi per chi stava rientrando a casa proprio nell'ora di punta dei pendolari. Le squadre dei Vigili del fuoco sono intervenute a causa dei sottopassi allagati e chiusi al traffico.

Vanno ricordati due eventi dello scorso anno, avvenuti il 22 settembre ed il 29 agosto 2020, con allagamenti e gravi disagi alle infrastrutture e fino a sessanta minuti di ritardo per i treni a causa di un guasto alla rete elettrica nei pressi della Stazione Centrale. 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 ed interrotto l'agibilità delle strade per diverse ore.

Tra gli eventi più rilevanti del passato va ricordato quello del 23 settembre 2015, quando la forte pioggia ed 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 anche alle fermate di Marche, Zara, Garibaldi e Cenisio. Anche alla stazione di Porta Garibaldi alcune porte della linea M5 sono state chiuse. Disagi anche su linee di autobus in superficie.

Un caso simile è avvenuto anche il 24 giugno 2015 poiché 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.

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



VICENZA

A Vicenza sono stati 5 gli eventi con maggiori impatti dal 2010. L'ultimo evento con danni risale all'8 giugno 2020, quando si sono verificati gravi disagi per le piogge estreme che hanno portato a strade, cantine e garage allagati. Tra i diversi danni il distacco, presso un negozio di elettronica, della contro soffittatura a causa delle infiltrazioni d'acqua e l'allagamento di un magazzino di un ipermercato. È stata tratta in salvo una donna rimasta bloccata in auto nel sottopasso tra San Pio X e Corso Padova.

Ma alle porte del capoluogo, a Torri di Quartesolo, sono stati 3 gli episodi di allagamenti nel corso del 2020: il 7 dicembre un intero quartiere è rimasto sommerso da 50 centimetri di acqua a causa dell'erosione dell'argine causata dalla forte pioggia e dall'ingrossamento del fiume Tesina; il 14 agosto pioggia e grandine provocano gravi disagi per l'allagamento di

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ VICENZA

7 DICEMBRE 2020

Torri di Quartesolo è sommersa da 50 centimetri di acqua a causa della forte pioggia e dell'ingrossamento del fiume Tesina

7 SETTEMBRE 2020

Nubifragio con allagamenti di cantine, scantinati e strade a Torri di Quartesolo (VI)

8 GIUGNO 2020

Allagamenti e danni agli edifici a Vicenza

19 MAGGIO 2019

Tracimata la roggia Riello a Vicenza

1 NOVEMBRE 2010

Esonda il Bacchiglione, alluvione in tutta la provincia



8 Giugno 2020 | Allagamenti diffusi a Vicenza in seguito a piogge intense

strade e case; il 7 settembre piogge intense creano una situazione ancor più difficile con cantine, cortili, scantinati e strade allagati.

Ma sono state drammatiche le conseguenze dell'alluvione di inizio novembre 2010 quando dopo due giorni di piogge incessanti ed ingrossato dallo scioglimento delle nevi in montagna, il Bacchiglione ha rotto gli argini nel territorio comunale di Caldogno, 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.



GENOVA

Dal 2010 nel capoluogo ligure sono avvenuti 21 episodi, tra cui le gravi alluvioni che hanno devastato parti della città ed interrotto le infrastrutture ferroviarie e viarie.

La città di Genova si insinua in un territorio, incastrato tra le montagne ed 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 ad essere contenuta perché gran parte del letto è occupato da edificazioni e da infrastrutture viarie. Il territorio, ed 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 così la discesa delle stesse verso valle a velocità impressionanti. Quando avvengono fenomeni di rilevante caduta di

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ GENOVA

4 NOVEMBRE 2011

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

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



acqua concentrati in tempi limitati accade che i torrenti si colmino troppo trascinando a valle ogni cosa. Parecchi sono i casi di eventi estremi che mettono la città di Genova in forte disagio, e la loro frequenza è di circa due volte all'anno, durante il periodo primaverile e autunnale

Per quanto riguarda l'ultimo anno va segnalato quanto avvenuto 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.

Lo scorso anno era stato segnato da eventi estremi di vento, come nel caso del 3 ottobre, quando una vera e propria tromba d'aria si è abbattuta sul Salone Nautico, ed in quello del 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.

Nel 2019, il 21 ottobre, alberi caduti a Staglieno ed allagamenti in città, da Castelletto a via Cinque Maggio alla zona dell'Aeroporto, frane e smottamenti nel savonese, dove è esondato a Ceriale, il rio San Rocco, e il rio Fasceo, ad Albenga, è rientrato, dopo l'esondazione, nel suo alveo.

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

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

7 OTTOBRE 1970

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



4 ottobre 2021 | Frana sull'A26 dovuta alle forti piogge

i più centrali di Genova, che hanno subito maggiori allagamenti in cui dove l'esondazione del Rovere ha trasformato alcune strade in veri e propri torrenti. Due giorni prima Chiavari era andata sott'acqua: allagata stazione e centro storico letteralmente sommerso. Chiuso il casello autostradale A12 e il sottopasso per esondazione dei torrenti Campodonico e Rupinaro. Un costone di terreno è franato sul tratto ferroviario che collega le stazioni di Chiavari e Zoagli.

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 lasciando 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 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.

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 11 allagamenti da piogge intense.

A Pesaro, dopo le violente grandinate ed i temporali che hanno creato allagamenti, smottamenti e danni nel giugno del 2020, si è verificata una lunga ed 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 si sono verificate due trombe d'aria,

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ LA CITTÀ ADRIATICA

13 E 17 LUGLIO

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



17 luglio 2021 | Danni per una tromba d'aria a Falconara Marittima (AN)

a Pesaro e Falconara Marittima (AN), che hanno provocato danni agli stabilimenti balneari.

Nel 2019 a Cesena fu critica la situazione in 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) ed 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 ed aziende per diversi chilometri. Furono interessati circa 200 edifici, ed almeno 1.000-1.200 persone hanno lottato invano con l'acqua che saliva.

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, come confermato dagli eventi del 2021.

Il 26 settembre una tromba d'aria ha colpito sia



27 settembre 2021 | Una grandinata provoca feriti e danni a Bivigliano, nel Comune di Vaglia (FI)

GLI EVENTI PRINCIPALI

LE AREE URBANE IN TOSCANA

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 Albenga 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 Albenga in Maremma

25 OTTOBRE 2011

Alluvione ad Aulla



Carrara che Massa con cadute di alberi in molte zone delle due città; nel quartiere La Fabbrica il crollo di un ponteggio ha costretto ad evacuare tre famiglie dalle loro abitazioni.

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

In precedenza a Rosignano Marittimo (LI), il 25 settembre 2020, il vento e la pioggia, hanno provocato danni, con vetri delle auto che sono andati in frantumi e tetti delle case scoperti. Colpita la zona del Lillatro, dove il maltempo ha fatto anche 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. Si sono verificati guasti temporanei agli impianti ferroviari nella stazione di Massa Zona, provocando 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.

Ed ancora 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 ad 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 esondazione 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.

Ma è del 25 ottobre 2011 l'evento più grave e 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, mentre tra le strutture colpite dall'esondazione del fiume ci furono la caserma dei Vigili del fuoco, la sede del Comune (in cui due dei quattro piani sono stati sommersi), il presidio sanitario e la scuola materna e media. 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 al 1° novembre 2021, si sono verificati 56 eventi di cui 33 allagamenti a seguito di piogge intense, mentre in 13 casi è stata causata l'interruzione, con danni, di infrastrutture viarie e ferroviarie. Il fenomeno delle alluvioni che interessa Roma ha origini antiche. Infatti, fin dalla sua fondazione, la città è sempre stata legata alle vicende del suo fiume di cui ancora oggi, si ha testimonianza grazie a 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 del Tevere. A tutto questo venne 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 af-

GLI EVENTI PRINCIPALI

ROMA

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



fluenti 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 particolar modo il punto di confluenza tra Tevere e Aniene risulta molto fragile a causa di problemi strutturali. La ripetitività degli eventi ha però mostrato un altro elemento di criticità legato allo sviluppo della città, non tanto rispetto al suo rischio idrogeologico intrinseco, quanto alla sua incapacità di assorbire le piogge anche di modesta entità a causa della sua urbanizzazione spesso abusiva e quindi realizzata in aree a rischio idrogeologico e con inadeguate fognature.

Ma la città di Roma, nel 2018, si è anche 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 "autodepurativa" 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 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 ad Ostia tra il 2019 ed il 2020, che hanno causato danni a stabilimenti balneari e ristoranti, ed alle auto in sosta per via della caduta di alberi.

Nel 2021 sono stati 5 gli allagamenti da piogge intense che hanno causato disagi alla viabilità ed ai trasporti pubblici. Su questo fronte 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 che hanno reso impraticabili le scale di accesso alla banchina. L'acqua si è riversata in tutta la stazione.

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.

Almeno altri due eventi sono da rimarcare, perché avvenuti nello stesso luogo a distanza di 3 settimane. Si tratta delle esondazioni del Fosso di Bel Poggio del 3 e 24 gennaio che hanno costretto alla chiusura il traffico locale.

Anche durante il 2020 si sono ripetuti casi di allagamento distribuiti in tutta l'area urbana. Il 15 ed il 7 ottobre si verificano allagamenti ed alberi caduti a causa del vento. Nel primo caso strade allagate a Montesacro e su viale Cristoforo Colombo. Danni al mercato di Colli Albani a causa del forte vento. Nel secondo viene particolarmente colpito il quadrante nord e chiusa la 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.

Poi il 2 ottobre 2019, la forte pioggia, preannunciata dal Dipartimento di Protezione Civile con una allerta codice giallo, ha determinato allagamenti e crolli di alberi e rami in carreggiata, 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, nuovi 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 delle scariche atmosferiche, tuoni e fulmini: la linea FL4, la Roma-Cassino/Velletri/Frascati/Albano ha subito



24 gennaio 2021 | Le forti pioggia allagano, ancora una volta, la stazione metro Cipro

8 MAGGIO 2018

Allagamenti in tutta Roma

6 APRILE 2018

Allagamenti in tutta Roma

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



rallentamenti per guasti tecnici fra Roma Casilina e Ciampino.

L'8 maggio 2018 pioggia e vento hanno letteralmente messo in ginocchio la città con 110 interventi dei Vigili del fuoco effettuati tra le 8 e le 16. Traffico e disagi dalla Cassia alla via del Mare per caduta alberi, via dei due Ponti chiusa per allagamento e poi riaperta.

Tra i casi gravi del 2015, quello del 17 giugno che ha coinvolto 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.

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

Ingrossamento del fiume Tevere, una vittima ad Acilia

18 OTTOBRE 2010

Allagamento e chiusura di due stazioni della metro A



3 Dicembre 2019 | La piena del Tevere minaccia Roma

PESCARA

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 nei 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 problema urbanistico riguarda il fiume Pescara, che non fa eccezione rispetto ad altri fiumi italiani, e più in generale mediterranei, molto artificializzati 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 molti 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 ed improvvise precipitazioni ed alle trombe d'aria che si verificano lungo la costa. Napoli ha registrato 18 eventi dal 2010, con i dati più rilevanti per i casi di danni ed interruzioni alle infrastrutture (legati in particolare ad allagamenti da piogge intense). A risentirne in maniera drammatica sono in particolare le infrastrutture ferroviarie di cui la città è dotata, come confermato da quanto avvenuto

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

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 Salvator 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



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. In particolare l'allagamento della stazione di Scafati, nell'area metropolitana di Napoli, ha portato ad interrompere la 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 ed i ristoranti limitrofi.

Il 26 settembre 2020 si registrano gravi danni alla stazione della linea 1 Salvator 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 si è abbattuta sulla città che, in pochi minuti, è andato in tilt. 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 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 ed ucci-

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



26 Settembre 2020 | Crollo nella stazione metro Salvator Rosa a Napoli a causa delle infiltrazioni d'acqua

so 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. Si sono registrati inoltre disservizi estesi sulle 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 41 i casi totali di eventi climatici estremi, dal 2010, di cui 20 casi di allagamenti da piogge intense. Japigia e Carbonara sono due dei quartieri colpiti ripetutamente dagli allagamenti delle strade e dal forte vento.

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 ed in diversi quartieri, si sono registrati danni ed 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 dello stesso anno molti sono stati i disagi causati dal maltempo a Bari. Il nubifragio che si è abbattuto sulla città ha provocato l'allagamento di alcuni ponti e sottopassi. 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, ed una situazione difficile anche sulla tangen-

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ BARI

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



ziale 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 11 casi, di cui 6 allagamenti da piogge intense.

Il 7 luglio 2019 traffico in tilt e strade diventate dei 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, nei pressi del centro meccanografico delle poste di Lamezia Terme, 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 ha 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 a seguito delle numerose criticità verificatesi per le abbondanti piogge che ha portato ad un livello di criticità 3 per il Comune di Lamezia Terme, con rischio frane e inondazioni. Il 7 ottobre 2016 piogge intense, ma soprattutto forti raffiche di vento, hanno portato all'abbattimento di alberi ed 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. Il 27 novembre 2015 le piogge torrenziali che si sono concentrate in due ore hanno causato diversi danni alle colture.

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



15 ottobre 2018 | Esondazione del torrente Turrina e danni alle aziende agricole

L'AREA DELLO STRETTO: REGGIO CALABRIA E MESSINA

Particolarmente soggetta ad eventi di piogge intense è l'area dello Stretto, dove su entrambe le sponde sono avvenuti eventi che hanno impattato territori ad 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 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 durate 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 autosostituiti 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, 4 nel capoluogo, interessata da diversi fenomeni catastrofici di tipo alluvionale e franosi. Si tratta di un'area ad elevato rischio idrologiche, e a causa delle sue caratteristiche orografiche e geomorfologiche, è interessata da un regime pluviometrico caratterizzato da pochi episodi piovosi ma molto violenti.

Recentemente, il 26 ottobre 2021 il maltempo ha provocato una frana sulla provinciale 19 che collega

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ L'AREA DELLO STRETTO: REGGIO CALABRIA E MESSINA

8 AGOSTO 2020

Allagamenti a Messina ed interruzione dell'Autostrada Messina-Palermo

17 GIUGNO 2018

Ingenti danni a Messina a causa dell'erosione 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



6 novembre 2017 | Allagamenti a Reggio Calabria

Santa Teresa di Riva con Savoca e Casalvecchio Siculo in provincia di Messina. Impossibile il transito a qualsiasi mezzo in entrambe le direzioni di marcia.

PALERMO

A Palermo e nell'area metropolitana si sono verificati eventi climatici estremi concentrati in particolare nel corso degli ultimi anni, portando a 15 i casi avvenuti dal 2010 al 1° novembre 2021, con i dati più rilevanti nei casi di danni ed interruzioni alle infrastrutture (legati in particolare ad allagamenti da piogge intense ed agli episodi di trombe d'aria).

Nel 2021 da rimarcare l'episodio di allagamento del 18 luglio quando 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 sottopassaggi 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 nei sottopassaggi allagati.

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 ed 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.

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ PALERMO

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 sottopassaggi 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



18 luglio 2021 | Allagamenti ed automobilisti intrappolati a Palermo

AGRIGENTO

Sempre in Sicilia si sono verificati addirittura 31 episodi di eventi climatici estremi nel territorio di Agrigento, tra cui 15 allagamenti da piogge intense, 7 danni da trombe d'aria e 7 danni alle infrastrutture.

Anche in questo caso si tratta di un territorio particolarmente fragile e soggetto al dissesto idrogeologico, con eventi estremi e danni in aree ricorrenti.

Il 14 dicembre 2019 danni causati dal vento: un 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 1° novembre 2019, un nubifragio provoca acqua molto alta al Villaggio Mosè. Invaso 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 ed il 3 Novembre 2018 numerosi danni si verificano in tutto il territorio comunale in seguito ad un'ondata persistente di maltempo. Si 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 Akrags esonda ed 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

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 Akrags 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



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 ha 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

Gravi episodi causati dal maltempo hanno colpito negli ultimi anni anche la Sicilia orientale con alluvioni, frane, colate di fango e trombe d'aria, come purtroppo ripetutosi per settimane lo scorso mese di ottobre.

La città di Catania è stata vittima di 12 eventi estremi a partire dal 2010, ma il 70% dei paesi siciliani è a rischio e le amministrazioni ancora non sembrano aver posto le tematiche 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 ad elevato rischio idrogeologico, la mancanza di adeguati sistemi di allertamento e piani di emergenza per mettere in salvo i cittadini, insieme ad un territorio che non è più in grado di ricevere precipitazioni così intense, sono i fattori che trasformato un violento temporale in tragedia.

Il mese di ottobre 2021 verrà ricordato come quello dei record abbattuti e dei disastri provocati dal medice Apollo.

Tra il 24 ed 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

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



26 ottobre 2021 | La storica Pescheria di Catania spazzata via dalle acque

di 494 mm e Lentini con 290 mm.

Strade inagibili e trasformate in fiumi, come via Etna a Catania, dove in 48 ore si è registrata una quantità di pioggia pari ad 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 scaraventato via.

A Catania, 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 Etna, dalle pendici dell'Etna, fino al centro storico di Catania, lasciando la città in ginocchio.

CAGLIARI, SASSARI E OLBIA

Cagliari e l'area metropolitana hanno assistito ad un aumento delle frequenze di eventi climatici estremi negli ultimi anni, con 9 casi in totale tra il 2015 ed il 2021, di cui 8 negli ultimi tre anni.

Tre gli eventi nel capoluogo e a Capoterra, altri due casi a Sestu ed uno a Sinnai.



10 ottobre 2018 | Alluvione a Capoterra (CA) sulla statale 195

GLI EVENTI PRINCIPALI

■ CAGLIARI, SASSARI E OLBIA

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

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



Anche nel nord dell'isola, nel territorio di Sassari, si sono verificati diversi casi di eventi estremi: 6 in totale di cui 3 solo nel 2021.

Ad Olbia due gli episodi, nel 2013 e 2015, che hanno causato 10 vittime in totale.

Per il 2021 va ricordato, il 10 settembre, l'allagamento che ha interessato l'hub vaccinale di Sassari. Numerosi allagamenti di strade e scantinati in tutta la città in quell'occasione, ma va sottolineato come la stessa zona è stata interessata da un evento simile il 17 aprile, causando lo stop alle vaccinazioni e numerosi disagi in tutta la città.

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.

A Capoterra, il 10 settembre, le squadre di pronto intervento ed 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.

Il 24 settembre 2020 una tragedia colpisce Sassari durante il nubifragio. Un uomo, senza tetto, 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 lonta-

no 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 comunale Sestu-Assemmini 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 maltempo che ha colpito le 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. Tra il 29 e il 30 settembre, un ciclone mediterraneo ha creato degli accumuli che hanno provocato straripamenti di torrenti e canali in particolare nella Gallura e a Olbia dove è esondato in diversi punti della città il Rio Sigheddu che fu causa dell'alluvione nel 2013.



GLI EVENTI ESTREMI SI RIPETONO NEGLI STESSI LUOGHI

Anche in questa edizione del Rapporto vogliamo sottolineare gli eventi ed i danni avvenuti in territori dove si erano verificati in passato fenomeni analoghi, con una serie di raffronti aggiornati al 2021:

DANNI DA TROMBE D'ARIA

GENOVA

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

FALCONARA MARITTIMA E PESARO

2 eventi nel 2021 a Falconara Marittima e Pesaro danneggiano alcuni stabilimenti balneari

ANCONA

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

MARINA DI CARRARA E MARINA DI MASSA

4 eventi sulla costa tra 2019 e 2021 con 2 morti, danni ad alberghi e stabilimenti balneari, evacuazione di stabili danneggiati

BARI

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

ROSIGNANO MARITTIMO

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

SALENTO

12 trombe d'aria tra il 2017 ed il 2021 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

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

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

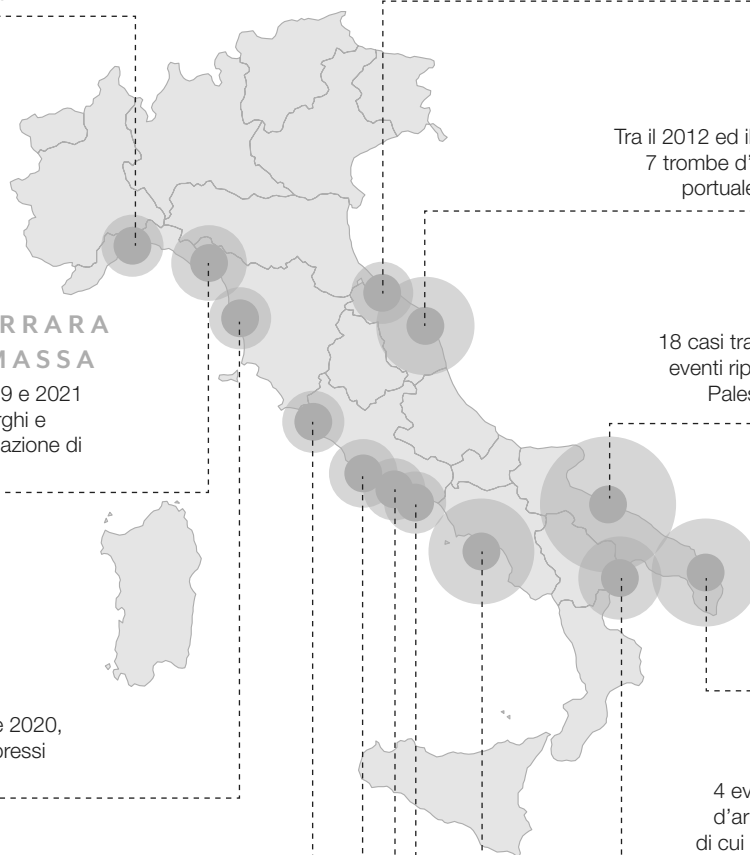
2 trombe d'aria, nel 2017 e 2018, provocano danni ad abitazioni ed aziende agricole. 2 le vittime

LIDO DI OSTIA

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

SABAUDIA

2 casi tra il 2017 ed il 2018 con danni a stabilimenti balneari ed alle dune



ALLAGAMENTI DA PIOGGE INTENSE

SAN MAURO TORINESE

2 allagamenti con chiusura dei sottopassaggi a giugno 2019 e 2020

GENOVA

2 casi di allagamento, e inagibilità, del sottopasso di Brin 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

CAGLIARI

2 allagamenti nella zona di Pirri, nel 2018 e 2019

VERONA

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

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

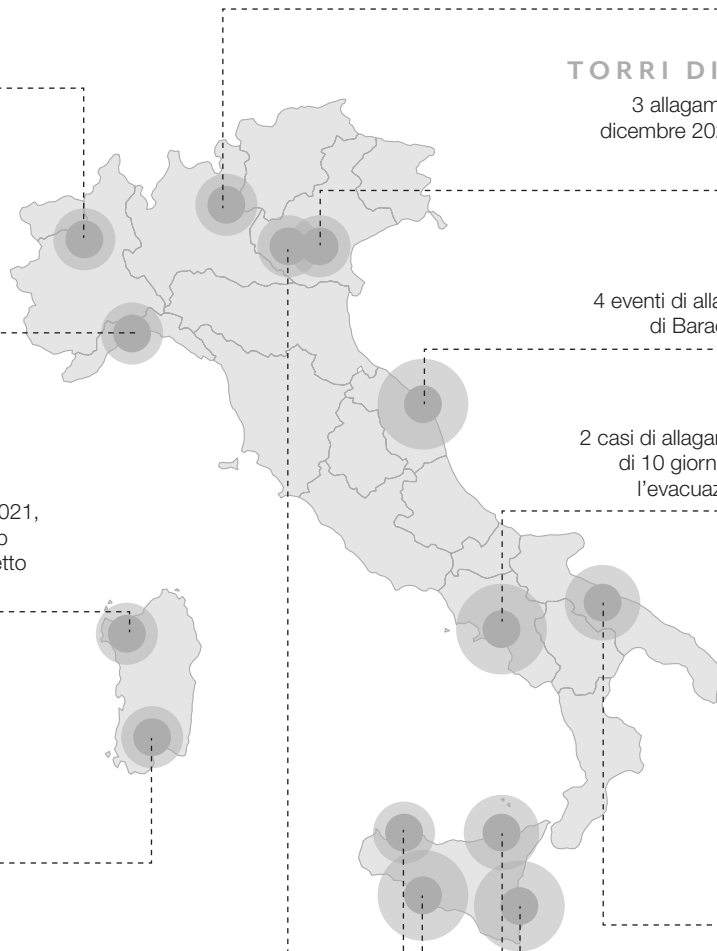
3 casi di allagamenti nel quartiere Japigia tra il 2015 ed il 2018. 3 casi a Carbonara di Bari tra il 2017 ed il 2019

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 in 6 casi. La metrotranvia e le linee ferroviaria sono state interrotte.

BOLOGNA

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

ROMA

29 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

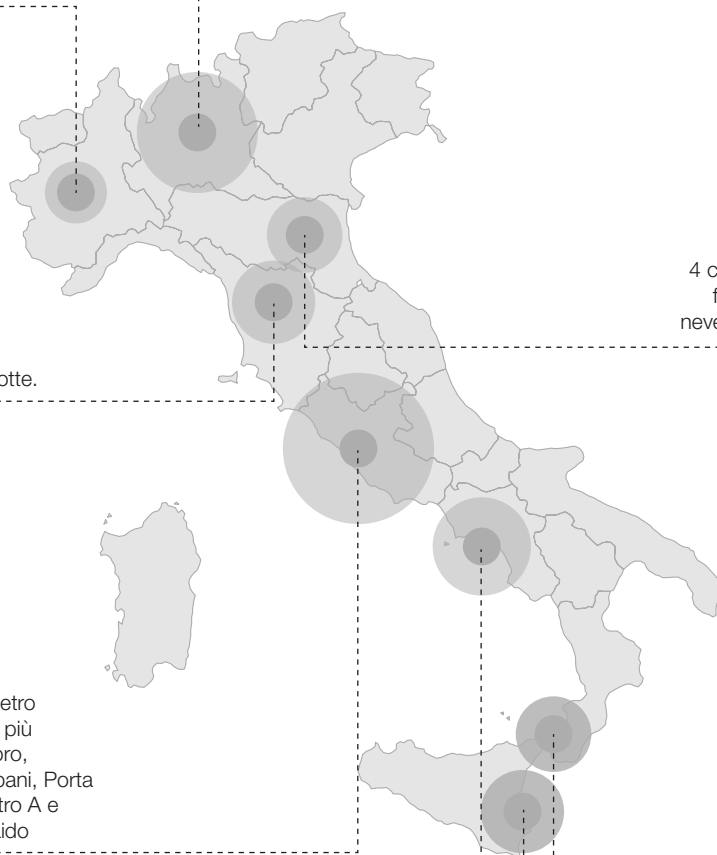
Circolazione ferroviaria sospesa 4 volte sulla linea tirrenica tra Reggio Calabria e Villa S. Giovanni

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

GENOVA

2 casi di esondazione nel 2014 dei torrenti Bisagno e Ferreggiano

MILANO

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

ROMA

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

SCIACCA

3 esondazioni dei torrenti Foggia, San Marco, Magazzolo, Verdura e Cansalamone tra il 2016 ed il 2018



CAPITOLO 2

GLI IMPATTI PER TIPOLOGIA
DI EVENTO ESTREMO

DANNI CAUSATI DA PIOGGE ED ALLUVIONI

Nelle aree urbane gli effetti dei cambiamenti climatici si stanno rivelando, ormai da qualche anno, già evidenti, con aumento della frequenza delle ondate di calore e delle alluvioni legate ad un generale aumento delle temperature, come di cicloni.

Se questo è il primo fenomeno da analizzare con attenzione, altrettanto importante sarà 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.

Tra le anomalie registrate nel 2019 per le precipitazioni, secondo i dati Istat, vanno evidenziati gli aumenti a Trento (+427,5 mm), Cam-

pobasso (+393,4 mm), Torino (+331,3 mm) e Perugia (+317,2); all'opposto Firenze (-260,1 mm), Milano (-164 mm) e L'Aquila (-160,9 mm).

Prendendo a riferimento il periodo 2007-2016 la precipitazione totale media annua nei capoluoghi di regione è stata pari a 808,8 mm, il 2,9% in più rispetto al valore climatico (ossia il valore medio del periodo 1971-2000). Alcune città sono state interessate da livelli di piogge più consistenti come Catanzaro (1.137,8 mm), che ha scavalcato Genova (1.105,1 mm) come capoluogo di regione più piovoso d'Italia. Tra le variazioni maggiori spicca il +30,1% di precipitazioni a Palermo per gli incrementi. Per la diminuzione delle precipitazioni i casi più estremi sono al nord, con Genova -14,9%, Venezia -14,4% e Milano -9,5%.

PRECIPITAZIONE MEDIA IN MM E VARIAZIONE DAL VALORE MEDIO PER
CAPOLUOGO DI REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA

Capoluogo di Regione / Provincia Autonoma	Precipitazione media 2007 - 2016	Valore medio 1971 - 2000	Variazione % del valore medio	Anomalia 2019 dal valore medio 1971 - 2000 (in mm)
Torino	1.005,4	872,1	+13,3	+331,3
Aosta	552,2	526,8	+4,6	+46,1
Milano	872,5	955,8	-9,5	-164
Bolzano	752,7	692,1	+8	+197,5

Capoluogo di Regione / Provincia Autonoma	Precipitazione media 2007 - 2016	Valore medio 1971 - 2000	Variazione % del valore medio	Anomalia 2019 dal valore medio 1971 - 2000 (in mm)
Trento	1,064	901,5	+15,3	+427,5
Venezia	703,2	804,8	-14,4	-19,6
Trieste	926,8	986,4	-6,4	+180,9
Genova	1.105,1	1.270,7	-14,9	+188,1
Bologna	771,4	755	+2,1	+74,3
Firenze	788,7	815	-3,3	-260,1
Perugia	875,5	783,8	+10,5	+317,2
Ancona	768,4	675,4	+12,1	+2,8
Roma	784,1	789,3	-0,7	+70,8
L'Aquila	673,4	686,1	-1,9	-160,9
Campobasso	774,6	551,8	+28,7	+393,4
Napoli	942,4	976,1	-3,6	+97,5
Bari	606	529,7	+12,6	+64,1
Potenza	790,6	677,2	+14,3	+45
Catanzaro	1.137,8	960,1	+15,6	-119,8
Palermo	671,9	469,7	+30,1	+99,5
Cagliari	398,1	403,5	-1,4	+68,1

Fonte: Temperatura e precipitazione nelle città, Istat 2020

Attraverso la mappa dell'Osservatorio Città-clima 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 successiva sono in costante aumento gli episodi in cui

le precipitazioni fanno registrare record locali e nazionali. Da ultimo quello di Rossiglione (GE), dove si è verificato il record europeo di sempre con 740,6 mm di pioggia caduti in dodici ore lo scorso 4 ottobre. 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. Il precedente record risaliva al 1970 a Bolzaneto, quartiere periferico di Genova, quando caddero 948 mm di pioggia

in 24 ore.

Incredibili 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 ed 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.

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 col-

pite è stata la provincia di Vercelli, con 1 morto e centinaia di sfollati a causa degli allagamenti diffusi e dell'esonazione del Sesia.

Nel 2019 drammatica alluvione in provincia di Alessandria il 21 e 22 ottobre. Un autista è morto nella zona di Villa Carolina a Capriata d'Orba, dove è crollato un ponte per la piena del torrente Orba.

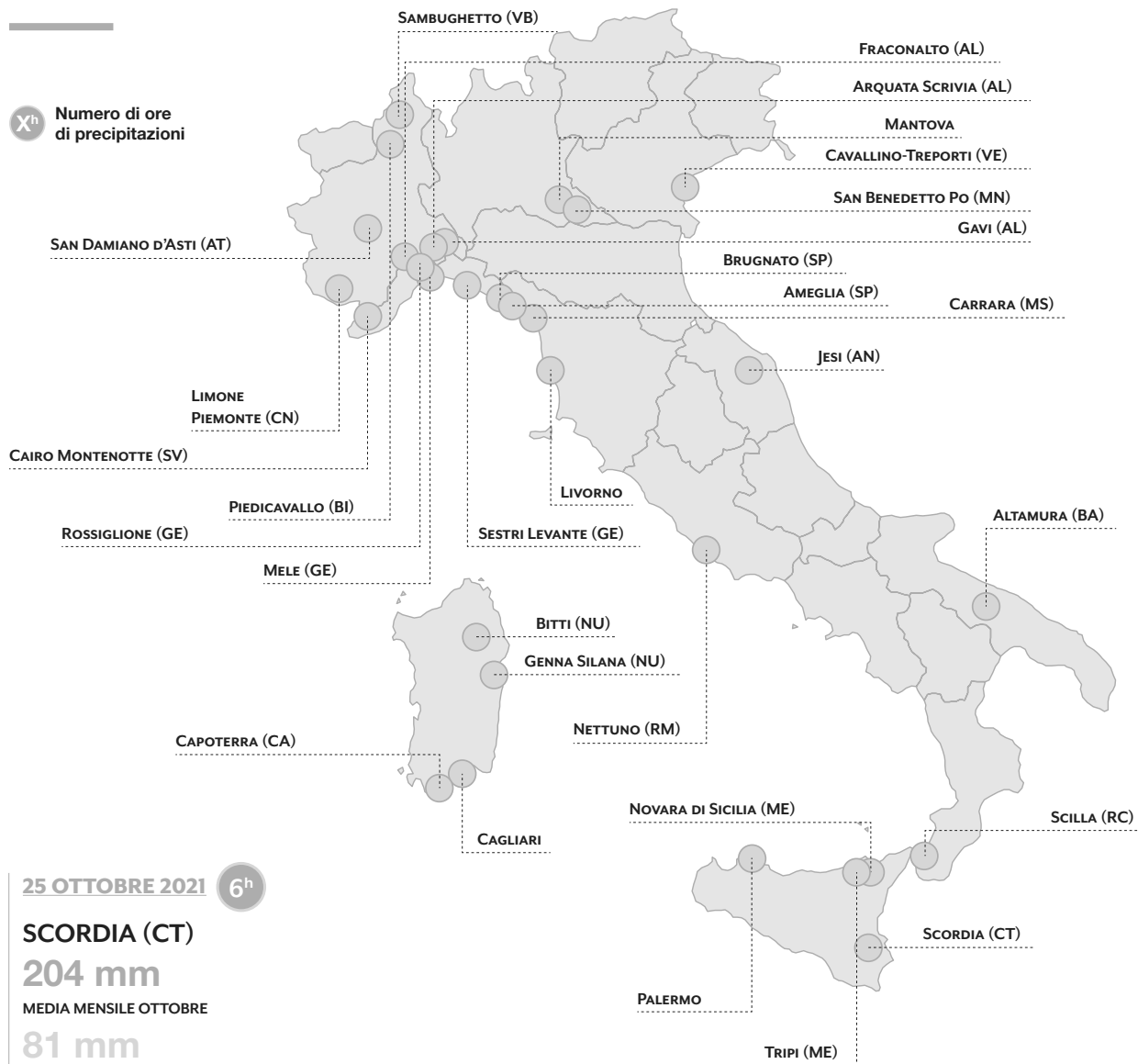
Tra gli episodi più gravi degli ultimi anni, l'alluvione di Livorno del 9 settembre 2017 quando un forte nubifragio ha comportato l'esonazione di fiumi travolgendo la città, recando danni a molte famiglie. In circa due ore sono caduti sulla città di Livorno oltre 250 mm di pioggia. Si sono registrate 9 vittime in tutto.

Va ricordata poi l'alluvione nelle province di Olbia, di Nuoro e dell'Ogliastra quando una violenta alluvione, nel novembre del 2013, ha provocato 16 morti e più di 2.000 sfollati, 10mila le utenze senza elettricità, più di 500 i chilometri di strade provinciali colpite.



LE PRECIPITAZIONI DIVENTANO PIÙ INTENSE E PERICOLOSE

X^h Numero di ore di precipitazioni



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**TRIPI (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**

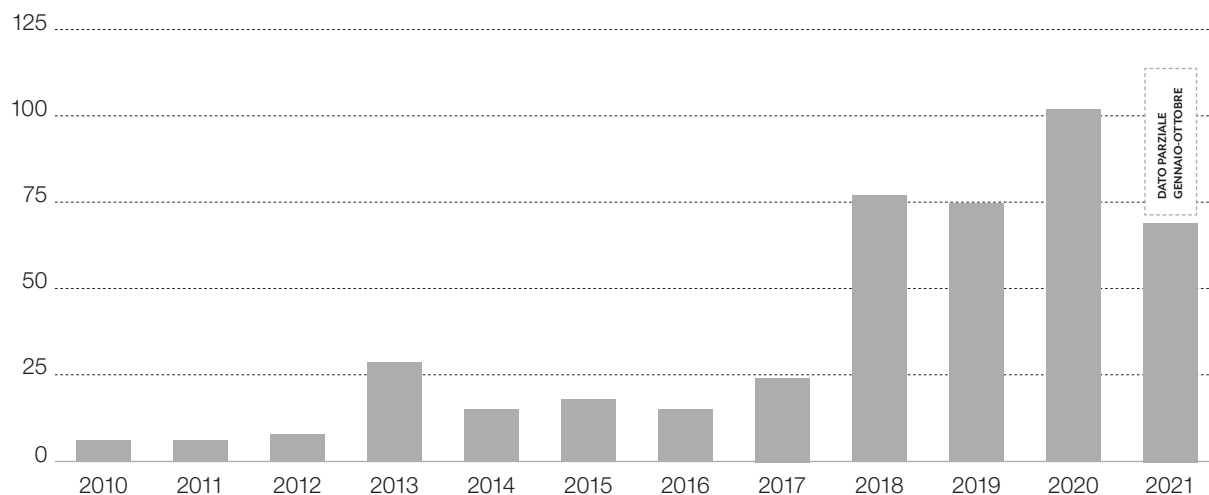
MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

150 mm**4 OTTOBRE 2010** 4^h**SESTRI LEVANTE (GE)****450 mm**

MEDIA MENSILE DI OTTOBRE

155 mm

ALLAGAMENTI DA PIOGGE INTENSE PER ANNO



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

ESONDAZIONI FLUVIALI

Un altro grave fenomeno che avanza parallelamente all'intensificazione e concentrazione delle piogge è quello delle esondazioni fluviali. Anche in questo caso non va trascurato l'effetto negativo della malagestione dei territori interessati, con edificazioni in aree ad alto rischio idrogeologico e impermeabilizzazione dei terreni.

Da ultima l'esondazione del Simeto, il 25 ottobre scorso, 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.

Ad inizio anno, il 7 febbraio 2021, forti precipitazioni hanno interessato l'area tra Casale e Valenza, nell'alessandrino, provocando allagamenti e, a causa dell'esondazione del rio Grassetta, 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.

Poi l'evento di Arbus (VS), il 2 maggio 2018, e precisamente nella località Ingurtosu, quando una squadra di sommozzatori dei Vigili del fuoco è dovuta intervenire per soccorrere 6 persone rimaste intrappolate da 2 giorni a causa dell'ondata di piena del rio Piscinas.

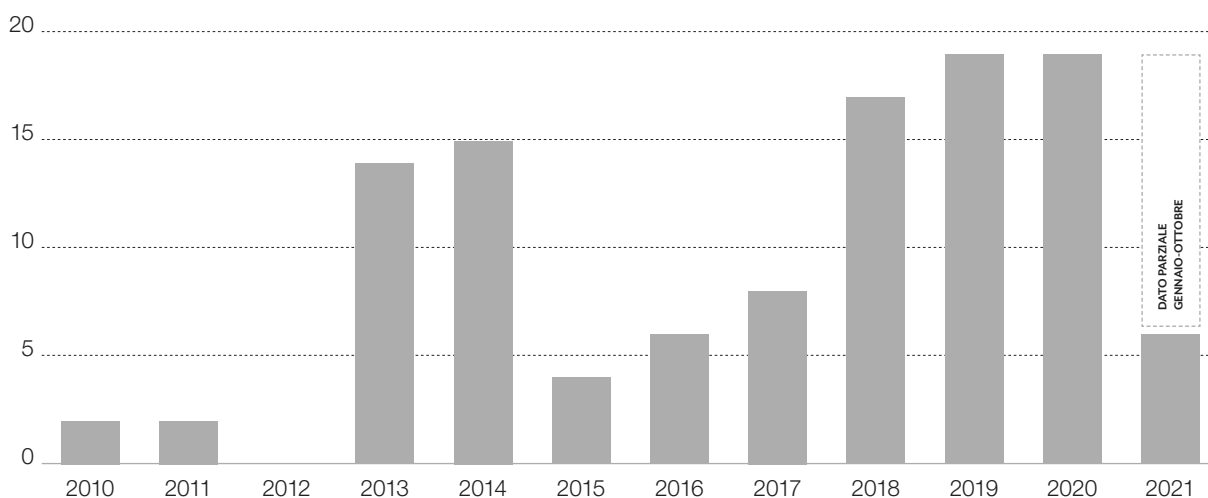
Un altro drammatico evento è quello dell'esondazione del torrente Enza a Lentigione di Brescello (RE) il 12 dicembre del 2017. L'acqua è arrivata a invadere l'intero centro della frazione con centinaia di case fatte evacuare e la chiusura della Strada Provinciale 62. Fino ad un metro il livello dell'inondazione 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 devasta-

zione di tre interi quartieri, abbattendo un ponte ed allagando abitazioni, ospedali e attività commerciali, coinvolgendo oltre 9mila famiglie.

ESONDAZIONI FLUVIALI IN ITALIA PER ANNO



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

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 ad ogni evento.

Solo nel corso del 2021 si sono verificati 14 eventi di danni causati dalla grandine.

Tra gli esempi 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 ad inizio agosto a Ventimiglia (IM), ed in altri comuni dell'entroterra ligure, l'evento ha provocato danni alle serre e coltivazioni stimati attorno ai 10 milioni di euro.

Pochi giorni prima, il 26 luglio, sulla Auto-

strada 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 (ed un totale stimabile in quasi 5 milioni).

In Provincia di Treviso 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 ed 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 ed automobili sott'acqua.

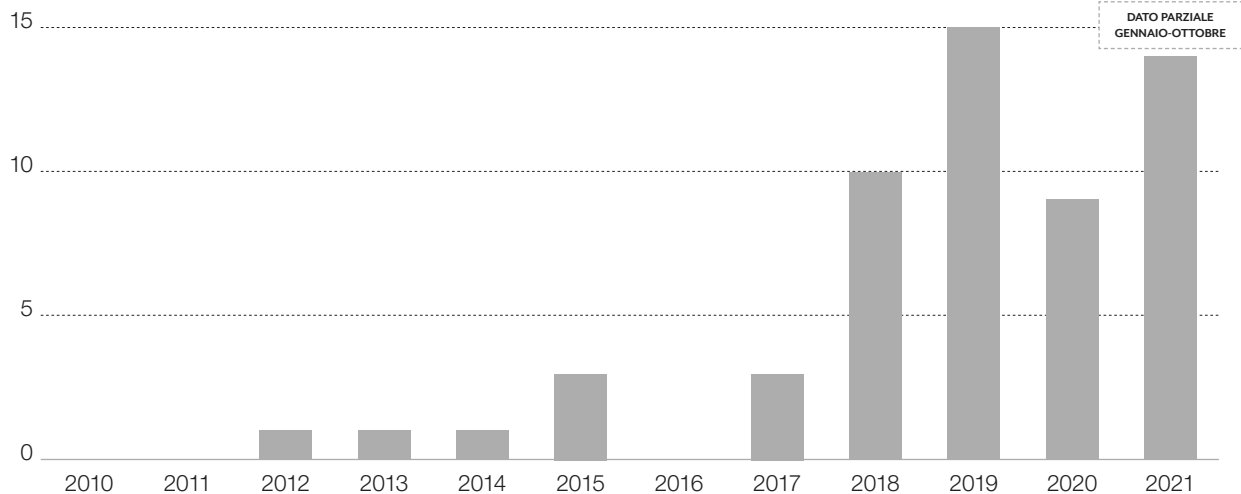
Secondo i dati forniti dai Comuni attraverso la piattaforma telematica della Protezione civile, in tutta la regione Abruzzo si sono calcolati danni per 222 milioni di euro, di cui la gran parte nelle province di Pescara e Chieti, rispettivamente con 114 e 105 milioni di euro (in provincia di Teramo 1,8 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.

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 DA GRANDINATE ESTREME



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

ONDATE DI CALORE E CITTÀ SEMPRE PIÙ CALDE

L'estate 2021 è stata la più calda in Europa negli ultimi 30 anni secondo i dati raccolti dall'osservatorio europeo sul clima Copernicus. Nel dettaglio, tra giugno ed agosto, è stata registrata una temperatura di un grado superiore

alla media del periodo 1991-2020, oltre a vedere un aumento di 0,1 °C rispetto alle precedenti estati record (nel 2010 e 2018).

Come testimoniato dal XVI rapporto Snpa/Ispra "Gli indicatori del clima in Italia", il nostro

Paese segna uno degli incrementi di temperatura maggiori in Europa, con +1,54 °C rispetto alla media del periodo 1961-1990 e continua a surriscaldarsi più velocemente della media globale.

Gli ultimi anni vedono segnare nuovi e costanti record di temperature che non possono lasciare indifferenti come lo scorso 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 per il 2019 che si discostano dalla media del periodo 1971-2000 confermano una tendenza al riscaldamento in tutte le aree urbane prese in considerazione, con aumenti record

a Perugia di 2,4°C, seguita da Milano e Roma con +2,1°C e da Torino con +1,9°C.

Nel periodo 2007-2016 la temperatura media annua nelle città capoluoghi di regione, secondo i rilevamenti Istat, è stata pari a 15,6°C, in aumento di 1,1 grado rispetto alla media climatologica nel periodo 1971-2000. In tutti i capoluoghi di regione si osserva un incremento della temperatura media rispetto al valore climatico. La media delle variazioni percentuali risulta più elevata a Perugia, con un aumento dell'11,8%, seguita da Milano (+11,4%) e Torino (+10,7%). I più alti valori di temperatura media del periodo 2007-2016 si registrano a Palermo (19°C) e Cagliari (18,4°C), seguiti da Bari (17,4°C), Catanzaro e Napoli (17,2°C), Ancona e Roma (17,1°C).

TEMPERATURA MEDIA E VARIAZIONE DAL VALORE MEDIO PER CAPOLUOGO DI REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA

Capoluogo di Regione / Provincia Autonoma	Temperatura media 2007 - 2016	Valore medio 1971 - 2000	Variazione % del valore medio	Anomalia 2019 dal valore medio 1971 - 2000 (gradi centigradi)
Torino	15	13,4	+10,7	+1,9
Aosta	11,9	10,9	+8,4	+1,7
Milano	15,8	14	+11,4	+2,1
Bolzano	13,4	12,1	+9,7	+1,8
Trento	13,3	12,3	+7,5	+1,5
Venezia	15	14,1	+6	+1,4
Trieste	16,1	14,6	+9,3	+1,7
Genova	16,5	16	+3	+1,2
Bologna	15,3	14,6	+4,6	+1,8
Firenze	16,3	15,4	+5,5	+1,3
Perugia	15,3	13,5	+11,8	+2,4
Ancona	17,1	15,6	+8,8	+1,3



Capoluogo di Regione / Provincia Autonoma	Temperatura media 2007 - 2016	Valore medio 1971 - 2000	Variazione % del valore medio	Anomalia 2019 dal valore medio 1971 - 2000 (gradi centigradi)
Roma	17,1	15,8	+7,6	+2,1
L'Aquila	13	11,9	+8,5	+0,9
Campobasso	13,4	12,2	+8,9	+1,3
Napoli	17,2	15,9	+7,6	+1,4
Bari	17,4	17	+2,3	+0,8
Potenza	13,7	12,7	+7,3	+0,9
Catanzaro	17,2	16,3	+5,2	+1,2
Palermo	19	18,5	+2,6	+0,4
Cagliari	18,4	17,8	+3,3	+0,7



Temperatura e precipitazione nelle città, Istat 2020

Ancora più allarmante quanto evidenziato dai dati degli estremi di temperatura, riportati sempre da Istat. Gli scostamenti segnati nel periodo 2007-2016 rispetto alle temperature minime notturne della serie storica 1971-2000 mostrano come in alcuni casi si sia arrivati a superare i 3°C, ad esempio a Trento e Bolzano. In questi due capoluoghi le anomalie del 2019 hanno fatto registrare rispettivamente +5,3°C e +5,6°C, in forte aumento rispetto alle anomalie 2018, già attestate a valori eccezionali di +3,8°C e +4°C. In alcuni casi, in particolare al centro-sud, si sono verificati record in negativo con diminuzioni di temperature minime, con l'estremo a Campobasso di -6°C.

Per quanto riguarda le temperature massime diurne si riscontrano valori estremi nel periodo 2007-2016 con un aumento di 3,9°C a Perugia, di 3,2°C ad Ancona, di 2,6°C a Milano e di 2,5°C a Cagliari. L'anomalia del 2019 ha confermato la tendenza all'aumento, specialmente nelle aree urbane del centro-nord, con record

ad Aosta, Torino, Perugia, Roma e Trento.

Altro dato significativo è quello del numero di notti tropicali, ovvero quando la temperatura notturna non scende al di sotto dei 20°C. In questo caso Napoli, Ancona, Milano e Palermo hanno rilevato i maggiori scostamenti nel periodo 2007-2016, mentre per quanto riguarda i dati del 2019 spiccano il +62 di Napoli, e i dati di Milano, Venezia, Bari, Catanzaro, Ancona, Bologna, Cagliari e Torino, tutte con aumenti compresi tra 31 e 39 notti tropicali.

**ESTREMI DI TEMPERATURE, ANOMALIE E NUMERO DI NOTTI TROPICALI NEI
CAPOLUOGHI DI REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA**

Capoluogo di Regione / Provincia Autonoma	Minimo delle temperature minime (°C)			Massimo delle temperature massime (°C)			Notti tropicali		
	Anomalia 2019 dal valore climatico 1971 - 2000	Anomalia 2007 - 2016 dal valore climatico 1971 - 2000	Valore climatico 1971 - 2000	Anomalia 2019 dal valore climatico 1971 - 2000	Anomalia 2007-2016 dal valore climatico 1971 - 2000	Valore climatico 1971 - 2000	Anomalia 2019 dal valore climatico 1971 - 2000	Anomalia 2007 - 2016 dal valore climatico 1971 - 2000	Valore climatico 1971 - 2000
Torino	+2,8	+0,8	-5,2	+5,3	+1,4	+34,1	+31	+19	22
Aosta	+2,5	+0,7	-11,3	+6,8	+1,2	+33,2	+1	+1	1
Milano	+2,9	+1,3	-4	+2,9	+2,6	+34	+39	+23	35
Bolzano	+5,6	3	-10,8	+3,4	+0,3	+36	+15	+9	1
Trento	+5,3	+3,3	-9,4	+4	+0,3	+34,9	+6	+4	7
Venezia	+1,9	+1,3	-4	+2	+0,4	+32,9	+38	+18	43
Trieste	3	+0,7	-3	+3,3	+2,3	+33,6	+26	+17	42
Genova	1	+0,6	-0,8	+2,3	+0,9	+32,8	+27	+12	55
Bologna	+3,6	+0,9	-5,3	+2,5	+0,6	+36,4	+34	+7	42
Firenze	+0,4	0	-4,3	+1,7	+1,4	+37,5	+26	+14	22
Perugia	+2,3	+0,9	-4,7	+4,8	+3,9	+33,9	+25	+13	14
Ancona	+2,1	-0,6	-1,5	+0,7	+3,2	+35,4	+34	+26	44
Roma	+1,2	+0,5	-2,7	+4,2	+1,9	+35,8	+28	+15	32
L'Aquila	-1,4	-1	-9,5	+3	+1,4	+35,5	+0	+0	1
Campobasso	-6	+0,3	-6	+2,8	+1,2	+33,4	+26	+16	12
Napoli	-0,3	+0,3	-2,4	+0,7	+0,3	+36,1	+62	+38	20
Bari	-1,6	-1,5	+2,3	-0,7	1	+36,3	+37	+18	69
Potenza	-1,7	+0,3	-5,6	+1,1	+0,4	+34,8	+3	+3	5
Catanzaro	-1,1	+0,1	0	-0,1	+0,4	+35,9	+37	+19	53
Palermo	-2,4	-0,7	+3,4	-1,4	+0,1	+38,1	+29	+21	73
Cagliari	-0,6	-0,4	+1,4	+2,6	+2,5	+36,9	+33	+5	55

Fonte: Temperatura e precipitazione nelle città, Istat 2020

Precipitazioni più intense e concentrate in periodi brevi, l'aumento delle temperature in special modo nelle aree urbane, è quanto viene confermato anche dal Rapporto "Analisi del rischio - I cambiamenti climatici in sei città italiane" della Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici) presentato lo scorso settembre.

Nello studio vengono analizzati gli impatti climatici che interessano le città di Bologna, Milano, Napoli, Roma, Torino e Venezia, a cui si affiancano la valutazione del rischio derivato da cambiamenti climatici e gli strumenti di adattamento intrapresi a livello comunale.

I risultati sono preoccupanti con, ad esempio, 35 km² di area urbana a Torino a rischio esondazioni, di cui l'11% classificato ad alto rischio alto. Per le ondate di calore si segnala a Milano un aumento del 33,6% della mortalità urbana nel periodo tra 1990 e 2004, a Bologna invece la mortalità aumenterà del 3,2% con un incremento superiore a 1°C della temperatura.

A Roma la mortalità giornaliera dovuta alle ondate di calore estive è maggiore del 22% rispetto a periodi estivi normali in popolazione over 50.

L'esatta conoscenza delle zone urbane a maggior rischio, sia rispetto alle piogge che alle ondate di calore, è fondamentale per salvare vite umane e limitare i danni. Permette, infatti, di pianificare ed ottimizzare gli interventi durante le emergenze e di indirizzare l'assistenza (ad esempio per le persone a basso reddito che non dispongono di condizionatori d'aria per le giornate più calde), ma anche di realizzare interventi di adattamento che favoriscano l'utilizzo dell'acqua, della biodiversità, delle ombre per ridurre l'impatto delle temperature estreme negli spazi pubblici e nelle abitazioni.

Gli studi realizzati nell'ambito del programma nazionale di prevenzione, coordinati dal Dipartimento di epidemiologia del servizio sanitario regionale del Lazio, confermano un rile-

vante 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. I dati 2019, relativi a 27 città, mostrano un eccesso di mortalità particolarmente accentuata nel mese di giugno con +682 morti (un incremento del 10%). Complessivamente, nelle città analizzate, si possono attribuire alle ondate di calore 23.880 morti tra il 2005 e il 2016. A Roma si stimano, negli anni con ondate di calore particolarmente intense e persistenti, fino a 600 decessi attribuibili alle elevate temperature tra la popolazione degli over 65, sempre con le due principali cause riconducibili a problemi respiratori e cardiovascolari. Ma non deve essere sottovalutato l'impatto sui più piccoli con un netto incremento di ricoveri per cause respiratorie nei bambini 0-4 anni in relazione ad aumenti di 4°C della temperatura.

Inoltre le ondate di calore, che in Italia sono definite tali quando si verifica un periodo di almeno 3 giorni consecutivi con una temperatura media giornaliera superiore alla norma, determineranno conseguenze sempre più rilevanti sulla salute delle persone. Secondo una ricerca realizzata nell'ambito del progetto "*Copernicus european health*" su 9 città europee, nel periodo 2021-2050 vi sarà 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. La conseguenza sul numero di decessi legati alle ondate di calore sarà molto rilevante, passando da una media di 18 a 47-85 al 2050, fino a 135-388 al 2080.

L'impatto sarà maggiore sulle fasce di popolazione in situazioni di povertà energetica, 4 milioni di cittadini in Italia, che non dispongono di sistemi di raffrescamento.

Proprio per questi motivi, lo scorso 11 settembre, è stato lanciato un appello internazio-



nale con l'editoriale "*Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health*", coordinato dalla UK Health Alliance on Climate Change, in cui oltre 220 tra le più importanti riviste mediche, infermieristiche e di salute pubblica di tutto il Mondo, hanno esortato i leader mondiali a intraprendere azioni concrete per limitare i cambiamenti climatici, ripristinare la biodiversità e proteggere la salute.

Con il trend attuale, anche contenendo il limite di crescita della temperatura entro l'1,5 °C, emergeranno danni alla salute che in un prossimo futuro sarà impossibile invertire.

Secondo quanto sottoscrivono le testate, nei confronti dei cambiamenti climatici dovrebbe essere messa in campo una reazione simile a quanto fatto a livello mondiale contro il Covid-19. Contro la pandemia sono stati infatti messi in campo finanziamenti senza precedenti, e la crisi ambientale richiede una risposta simile.

Già oggi più di cinque milioni di morti ogni anno possono essere attribuite a temperature anomale provocate dai cambiamenti climatici, come evidenziato nello studio, pubblicato sulla rivista *The Lancet Planetary Health*, condotto dagli scienziati della Monash University e della Shandong University in Cina, che hanno esaminato i dati di mortalità e temperatura a livello globale dal 2000 al 2019.

Durante questo periodo le temperature sono aumentate mediamente di 0,26 °C ogni decennio. Il 9,43% delle morti annuali globali può essere attribuito ad anomalie termiche fredde o calde, ma con una differenza: le morti legate al freddo sono diminuite dello 0,51%, mentre il tasso di decessi correlato al caldo è aumentato dello 0,21%.

Proprio per contrastare la crisi climatica e prevenire gli effetti delle ondate di calore Croce Rossa Italiana e Legambiente hanno unito le forze per informare i cittadini con la campagna "*Cresce il caldo, cresce la prevenzione*", con l'obiettivo di promuovere azioni che tengano insieme giustizia ambientale e sociale.

Nell'ambito della campagna, promossa ormai da anni dalla Croce Rossa Italiana, è attivo da quest'anno, 24 ore su 24, il numero verde 800-065510 per ricevere informazioni, supporto e assistenza su come prevenire in qualsiasi momento gli effetti negativi di queste condizioni meteorologiche estreme. È inoltre possibile conoscere più approfonditamente le conseguenze del fenomeno e consultare un vademecum con consigli utili per prevenirne gli impatti. Dalla tipologia di condizionatori preferibili da installare ai classici consigli sulla sana alimentazione e idratazione durante la stagione estiva, fino a quelli su come proteggersi durante le ore e le giornate più calde.



DANNI DA SICCATÀ E RISCHIO DESERTIFICAZIONE

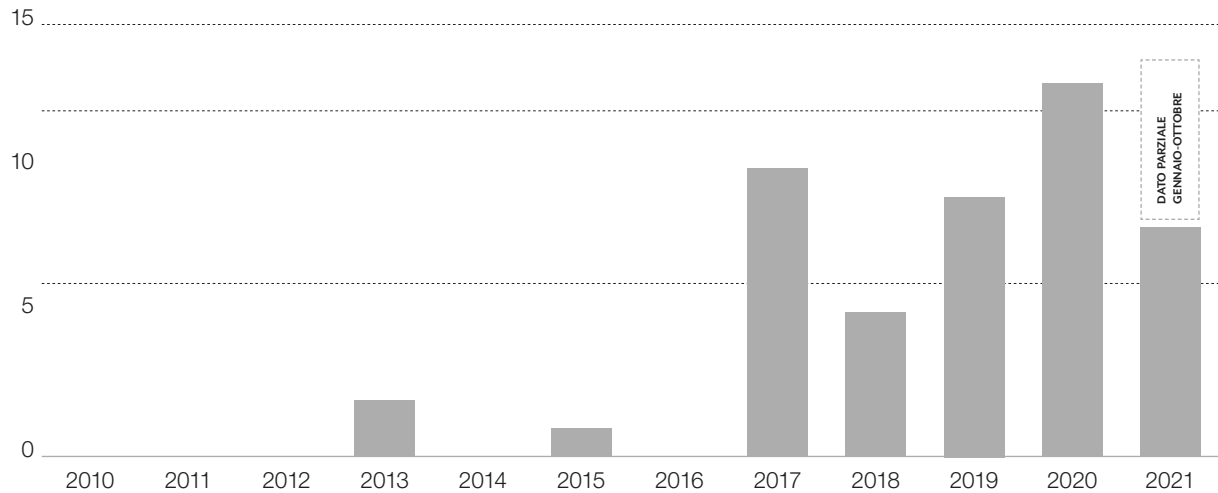
In Italia, già oggi, stiamo assistendo ad una situazione estrema, con lunghi periodi di siccità, anche in inverno, e conseguenti gravi danni alle economie locali e impatti rilevanti in settori agricoli e produttivi fondamentali per interi territori.

L'ultimo monitoraggio della Coldiretti sugli effetti dell'eccessivo caldo estivo ci dice che la

siccità ha causato danni per oltre un miliardo di euro nelle campagne italiane, colpendo duramente frutteti e oliveti, impoverendo i raccolti di mais, soia, girasole e pomodoro, ma anche favorendo il diffondersi di insetti dannosi per le coltivazioni come la cimice asiatica.

Il cambiamento nella tipologia di precipitazioni, con forti e violenti temporali, non permette

DANNI DA SICCATÀ PROLUNGATA - TEMPERATURE ESTREME IN CITTÀ



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021



ai terreni di assorbire l'acqua che cade violentemente e tende ad allontanarsi per scorrimento provocando frane e smottamenti. A questo si aggiunge che per carenze infrastrutturali l'acqua trattenuta è solo l'11%.

In Emilia-Romagna sono stati compromessi i prati stabili per la produzione di Parmigiano Reggiano, mentre colpito duramente è anche l'allevamento, con situazioni estreme come quella dello scorso agosto in Cilento quando circa 4mila capi di bestiame sono rimasti senz'acqua per giorni, con le vasche di raccolta delle acque piovane vuote e le principali sorgenti della zona rimaste a secco.

I livelli minimi toccati la scorsa estate dal Po a Torino, subito dopo la diga Michelotti, rappresentano un altro estremo con la portata dimezzata rispetto alla media di agosto, ed un deficit che ha toccato l'80% nel Pellice a Villafranca, nella Stura di Demonte a Fossano e nella Bormida a Cassine nell'Alessandrino.

Da ultimo, nel mese di ottobre, sono state Sardegna e Toscana a registrare condizioni di siccità record mai viste prima in autunno. Sull'isola i livelli pluviometrici sono rimasti estrema-

mente bassi, come nei mesi estivi, mentre i fiumi toscani si sono mantenuti sotto la media mensile prolungando quanto visto durante la terza estate più siccitosa dal 1955. Tra giugno ed agosto nelle province di Massa Carrara, Pistoia, Lucca, Pisa e Livorno il deficit è stato del 70%.

I cambiamenti climatici stanno accelerando anche il rischio desertificazione in intere regioni come Sicilia, Abruzzo e Molise. I bacini idrici dell'isola hanno visto 78 milioni di metri cubi d'acqua in meno rispetto al 2020, secondo i rilevamenti del Dipartimento regionale Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia, segnando il livello più basso del decennio.

In particolare l'area del siracusano risulta sempre più arida e verso la desertificazione, insieme alle due regioni adriatiche, come indicato dalle elaborazioni dello European Drought Observatory (EDO). Vengono poi classificate come aree "arancioni" (quindi sempre con un elevato rischio di desertificazione) una vasta porzione del Piemonte, la costa romagnola, aree di Toscana ed Umbria, e zone alpine in Val d'Aosta ed Alto Adige.

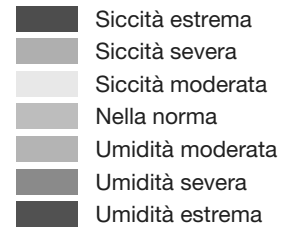
L'indicatore di siccità CDI, quello utilizzato dall'EDO, combina tre indicatori: il confronto tra le precipitazioni attuali e quelle degli anni pas-

sati nello stesso periodo, l'anomalia di umidità del suolo e la valutazione dell'impatto della siccità sulla vegetazione.

SPI3 (LUGLIO - SETTEMBRE 2021)



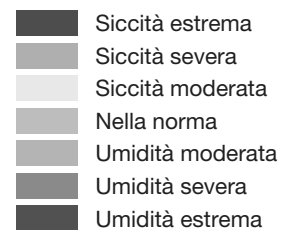
SPI3



SPI6 (APRILE - SETTEMBRE 2021)



SPI6



Fonte: European Drought Observatory

GLI EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE SUI GHIACCIAI

A causa del riscaldamento globale i ghiacciai alpini si stanno riducendo. Più di 200 sono già scomparsi lasciando il posto a detriti e rocce. Il confronto tra la realtà odierna e le vecchie fotografie dei ghiacciai non lascia dubbi sulla fase di riduzione che stanno attraversando. Un fenomeno preoccupante che si sta verificando ovunque nel Mondo. Il rapido ritirarsi delle fronti glaciali non comporta solo perdita di paesaggi affascinanti e biodiversità, ma equivale alla scomparsa di importanti riserve di acqua dolce. Inoltre il permafrost (il terreno perennemente ghiacciato), degradandosi, causa instabilità sui versanti con pesanti rischi per le infrastrutture di alta quota.



Nel corso dell'estate 2021 la campagna Carovana dei Ghiacciai di Legambiente ha analizzato la condizione dei ghiacciai in Italia, evidenziando un drammatico bilancio finale: tutti i tredici ghiacciai alpini monitorati più il glacione-vato del Calderone, in Abruzzo, perdono superficie e spessore frammentandosi e disgregandosi in corpi glaciali più piccoli.

I risultati della campagna, che ha visto il supporto del Comitato Glaciologico Italiano, raccontano di ghiacciai come quello dell'Adamello che ha perso oltre il 50% della superficie totale, mentre quelli del Gran Paradiso circa il 65%.

In Alto Adige 168 ghiacciai si sono frammentati in 540 unità distinte. Il ghiacciaio orientale del Canin, in Friuli-Venezia Giulia, oggi ha uno spessore medio 11,7 metri, -80 metri rispetto a 150 anni fa. I ghiacciai del Canin nel loro complesso hanno perso, in un secolo, circa l'84% dell'area che ricoprivano ed il 96% del loro volume. I dati conoscitivi complessivi sulla deglaciazione delle Alpi Giulie raccontano di come la superficie glacializzata sia passata dai 2,37 km² di fine Piccola Età Glaciale (PEG), terminata intorno al 1850, ai 0,38 km² attuali. Le stime della riduzione volumetrica indicano un passaggio delle masse glaciali dai 0,07 km³ circa della PEG ai circa 0,002 km³ di oggi.

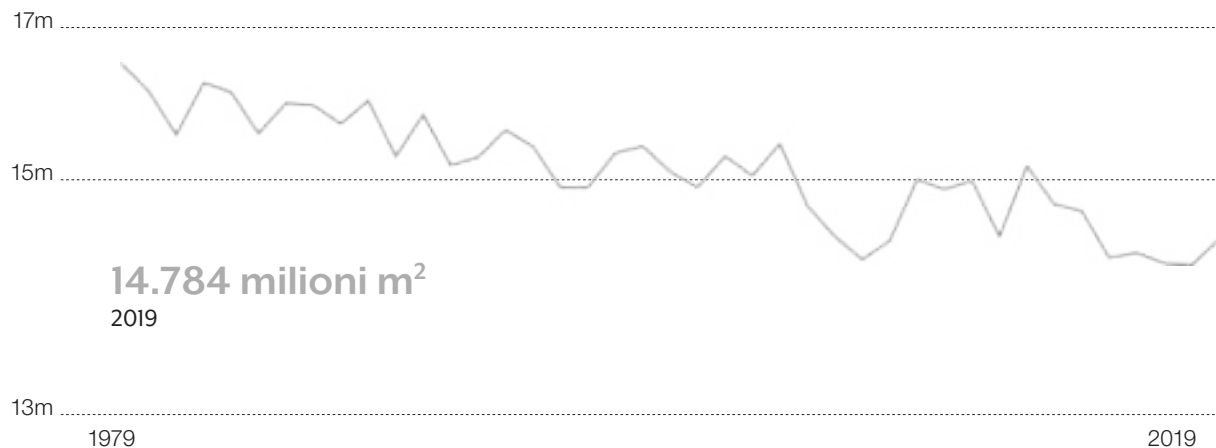
Alla fine della PEG, alcuni settori del ghiacciaio del Canin superavano i 90 m di spessore, mentre oggi il ghiacciaio orientale del Canin ha



Ghiacciaio dell'Adamello

LIVELLO MINIMO DEL GHIACCIO ARTICO

Estensione media mensile del ghiaccio marino artico



Fonte: European Environment Agency

uno spessore medio di 11,7 m con valori massimi di circa 20.

Il ghiacciaio del Calderone, dal 2000, si è suddiviso in due glacionevati e risponde alle oscillazioni climatiche in modo molto più veloce rispetto ai ghiacciai presenti sulle Alpi. In questo caso la posizione al centro dell'area mediterranea e la ridotta distanza dal mare rendono particolarmente intensi gli effetti dal punto di vista meteorologico che si manifestano con gli elevati apporti nevosi a cui si contrappongono le sempre più frequenti ondate di calore africane con le sabbie in sospensione che favoriscono in maniera molto ingente i fenomeni di fusione.

Su tutto l'arco alpino è in atto un pesante trend di riduzione delle masse glaciali con importanti segnali di progressiva accelerazione negli ultimi 30 anni. A causa del riscaldamento climatico i ghiacciai perdono superficie e spessore, "rifugiandosi" sempre più in alta quota e frammentandosi e disgregandosi in corpi glaciali più piccoli.

Ma lo scioglimento dei ghiacciai in tutto il Mondo ha subito un'accelerazione negli ultimi due decenni, come confermato dallo studio, pubblicato su Nature ad aprile, dal titolo "Ac-

celerated global glacier mass loss in the early twenty-first century".

In questi 20 anni l'acqua di fusione risultante nei mari e negli oceani ha rappresentato il 21% dell'innalzamento del livello del mare globale.

La ricerca ha analizzato il tasso di scioglimento di quasi tutti i ghiacciai del pianeta con un dato annuale di assottigliamento medio passato da 36 cm nel 2000 a 69 cm nel 2019, per una perdita totale di circa 267 miliardi di tonnellate di ghiaccio ogni anno.

L'emergenza globale è confermata da quanto accade ai ghiacciai dell'emisfero australe. Da oltre 40 anni, i rilievi aerei annuali delle Alpi meridionali in Nuova Zelanda hanno mostrato che l'altitudine alla quale la neve persiste durante tutto l'anno sta aumentando e il volume complessivo del ghiaccio si riduce, con effetti di flusso sui ghiacciai.

Qui l'analisi dell'Istituto nazionale per la ricerca sull'acqua e l'atmosfera (NIWA) ha rivelato che dal 1977 al 2014 un terzo della neve e del ghiaccio permanenti è stato perso, un declino drammatico che ha iniziato ad accelerare rapidamente negli ultimi 15 anni.

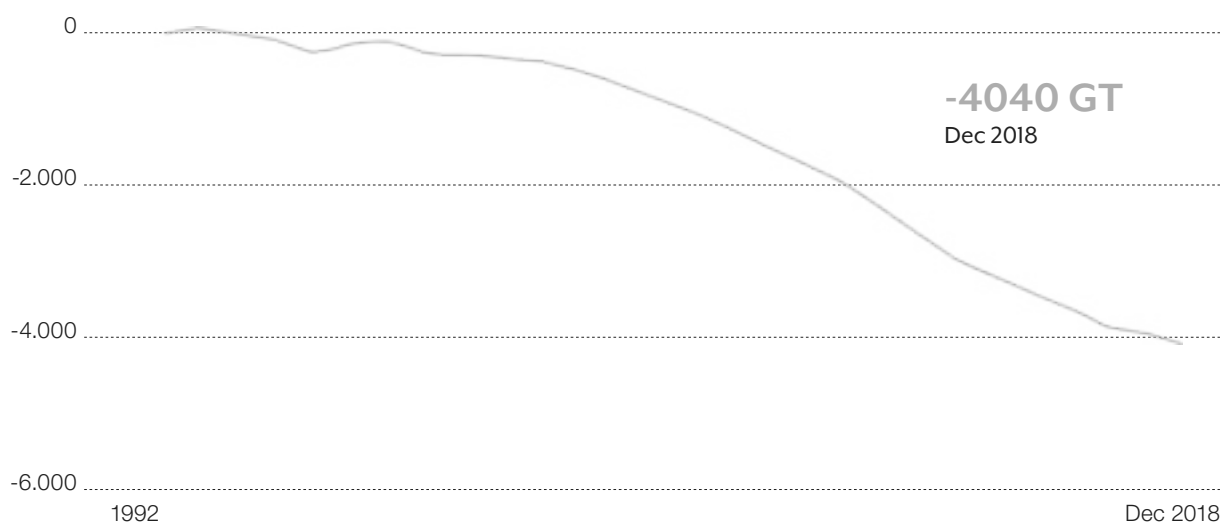
L'estate del 2017-2018, che ha visto tempe-



rature di gennaio di quasi 3°C più calde della media, è stata la peggiore mai registrata. Ne conseguono anche importanti impatti economici, visti i 500.000 turisti l'anno che visitano i ghiacciai nel solo distretto di Westland, ed un recente rapporto di Development West Coast (DWC) e dell'ente industriale Glacier Country

Tourism Group ha valutato l'impatto economico del turismo sui ghiacciai a 120 milioni di dollari all'anno. Impatti drammatici si verificheranno anche sull'occupazione, visto che nella sola Franz Josef (località alle pendici dell'omonimo ghiacciaio) il 90% dei residenti lavora nel turismo.

TOTALE MASSA DEI GHIACCI



Fonte: Nasa

GLI IMPATTI SULLE AREE URBANE COSTIERE: L'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEI MARI, L'EROSIONE COSTIERA E I DANNI DA TROMBE D'ARIA

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, di innalzamento del livello del mare e dei fenomeni meteorologici estremi che con sempre maggiore dettaglio vengono oggi studiati con simulazioni dei possibili processi da parte di CMCC, Enea, Ispra.

Si tratta di analisi fondamentali per capire quali progetti di adattamento possano rendere resilienti interi territori su cui insistono milioni di persone, intere aree urbane ed infrastrutture, quali porti, ferrovie, strade ed 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.

Lo scenario descritto dallo studio “*The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet*”, elaborato dall’Istituto di ricerca sull’impatto climatico di Potsdam, Università di Potsdam e Columbia University di New York prevede impatti drammatici per aree metropolitane come Londra, Amburgo, New York, Shanghai e Tokyo, che sarebbero duramente colpite a causa degli effetti dell’innalzamento delle temperature sui ghiacci della calotta polare antartica, con un aumento ipotizzato fino ad oltre 6 metri.

Giacarta, in Indonesia, si sta già preparando a questo scenario, con lo spostamento fisico della capitale in Borneo, entro il 2050, a causa delle continue inondazioni ed allagamenti che la vedono affondare di 15 centimetri l’anno.

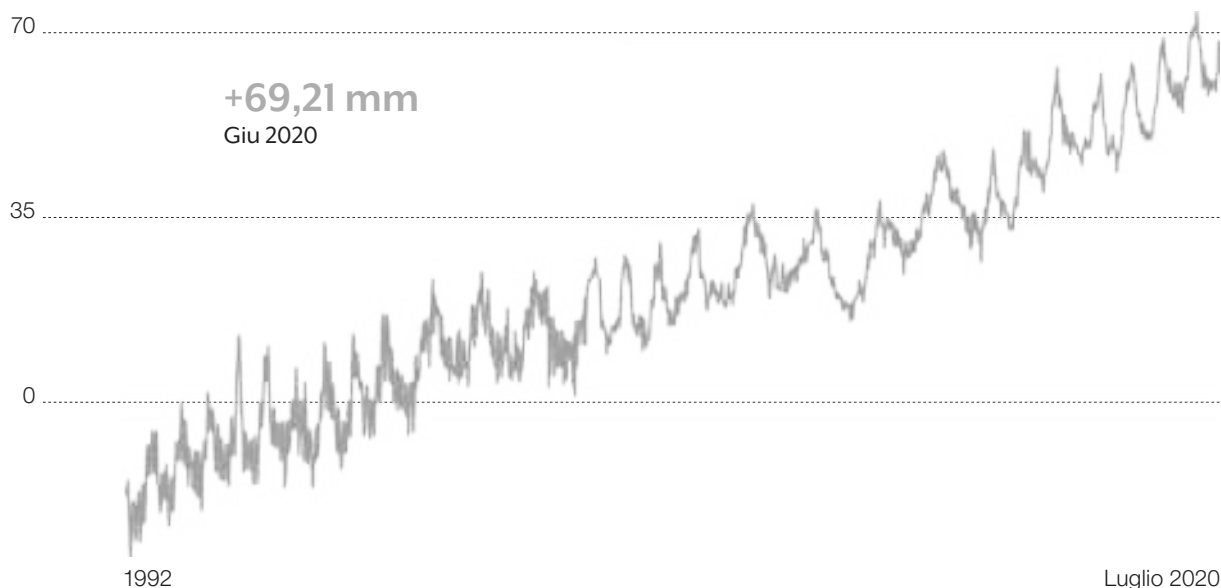
Sono 40 le aree a maggior rischio in Italia e, secondo le proiezioni di Enea, riguarderebbe: l’area nord adriatica tra Trieste, Venezia e Ravenna; la foce del Pescara, del Sangro e del Tronto in Abruzzo; l’area di Lesina (Foggia) e di Taranto in Puglia; La Spezia in Liguria, tratti del-

la 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 abbassamento. 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

LIVELLO DEI MARI

Cambiamento del livello dei mari nel Mondo



Fonte: NOAA

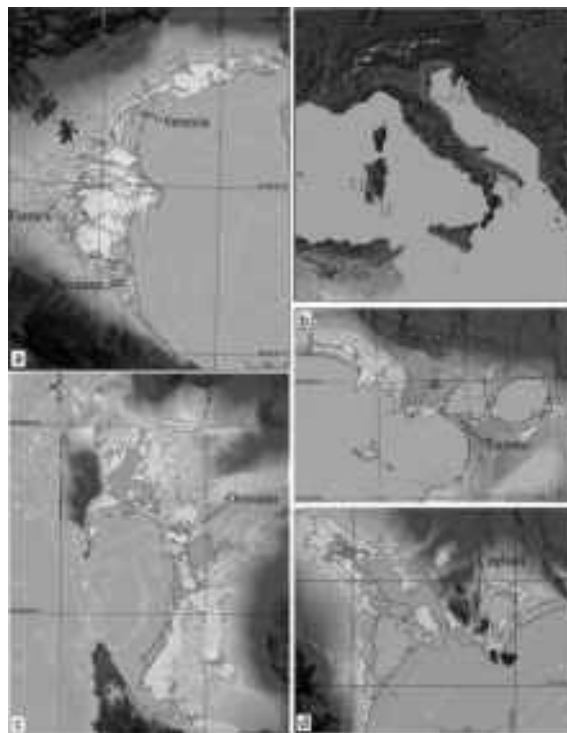
i porti a subire i danni maggiori: ben 385 km di coste rischiano di sparire e molte dighe foranee dovranno essere ristrutturate a causa dell'erosione marina.

Nelle scorse settimane un nuovo allarme è stato lanciato da parte di Enea per l'innalzamento del livello dei mari, che metterebbe a rischio la funzionalità di alcuni dei 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 ed immobiliare in pericolo.

Legambiente ha avviato un lavoro di approfondimento del fenomeno, per comprendere meglio cosa accadrà alle nostre coste, individuando territori e patrimoni a rischio, e per poter tracciare linee di indirizzo utili all'adattamento. Lo studio, 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 fase di ultimazione). 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 paesaggicostieri.org

L'erosione costiera incide sulle spiagge dei nostri mari, trasformando interi ecosistemi. 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 pro-



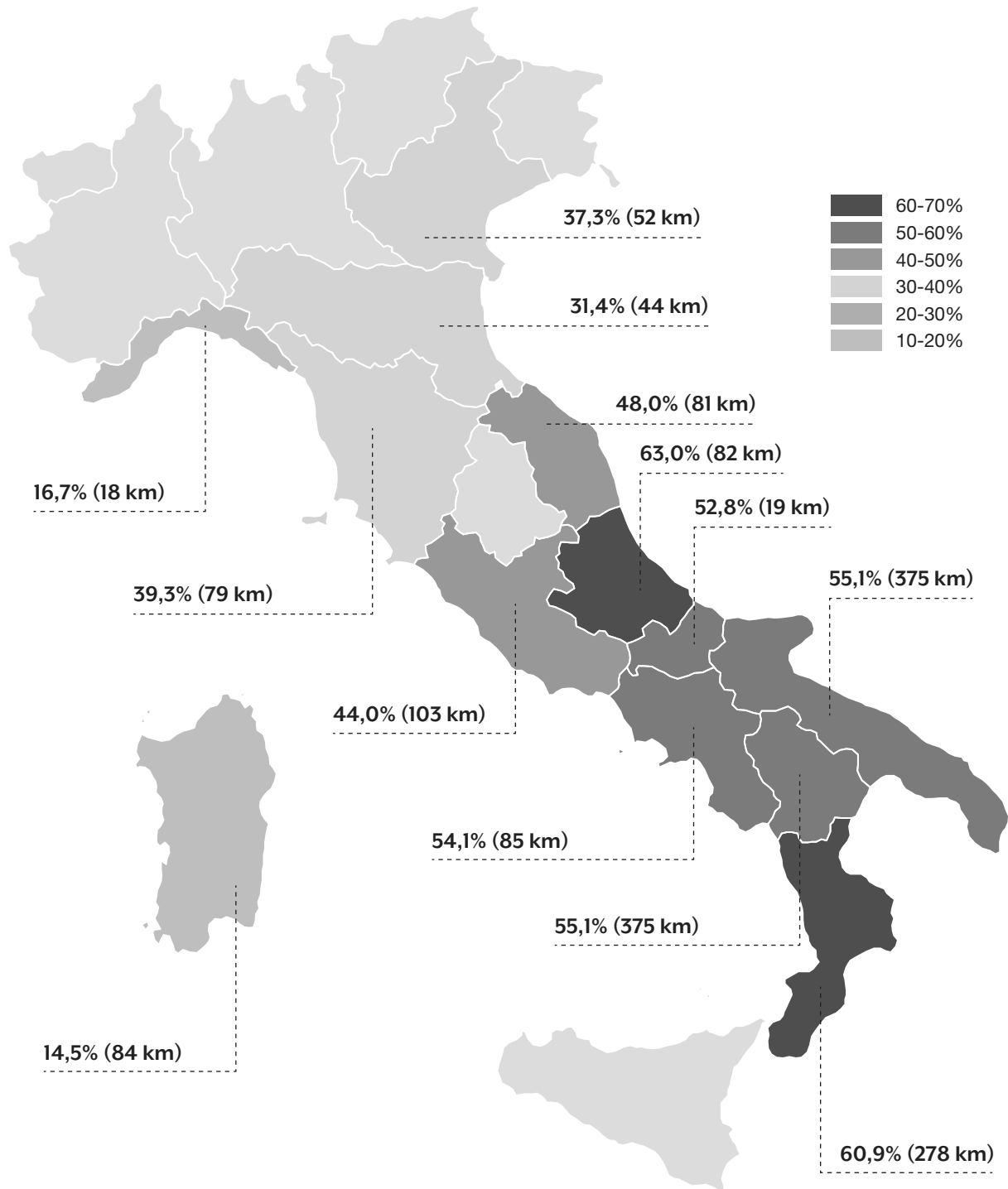
Fonte: ENEA

spettiva di cambiamenti climatici.

È chiaro quanto sia controproducente inseguire i processi di erosione ignorando questi scenari e continuando a gettare blocchi di cemento davanti alle spiagge e investire centinaia di milioni di euro ogni anno di fronte a litorali sabbiosi che stanno scomparendo e che avranno enormi cambiamenti nel corso del secolo. In altri Paesi europei questi processi sono affrontati nel Piano nazionale di adattamento, dove si individuano le aree a maggior rischio, le priorità e le linee guida per gli interventi.

Un'analisi approfondita della situazione è 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>

PERCENTUALE COSTA IN EROSIONE

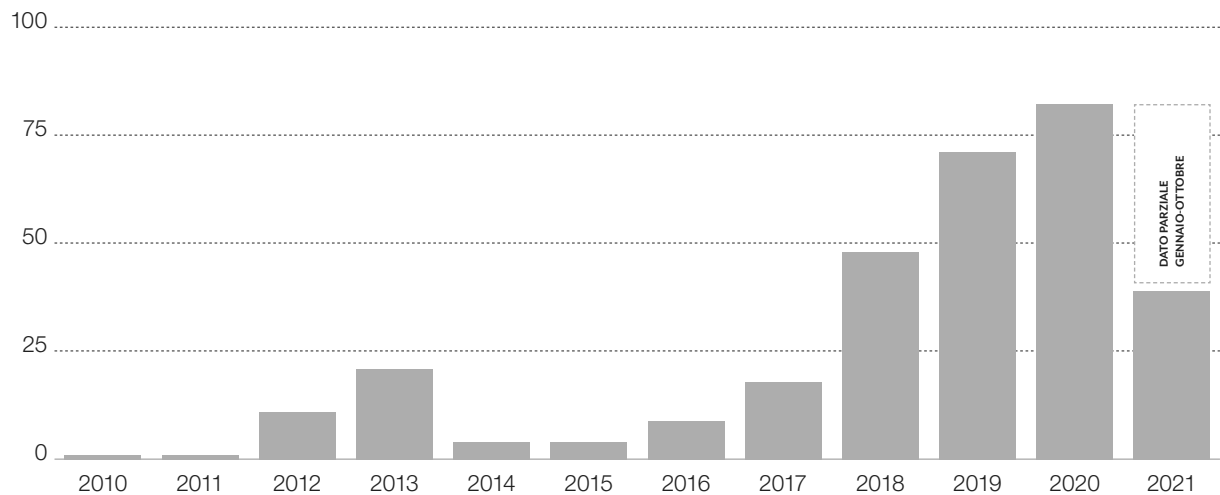


Fonte: Ispra - Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera, 2018

Intanto, quello che sta succedendo lungo le aree costiere è un'intensificazione di fenomeni meteorologici estremi, quali mareggiate e trombe d'aria, queste ultime passate da 11 nel 2012 a 39 nei primi dieci mesi del 2021, con un numero record di 82 nel 2020, tra quelle con impatti rilevanti e spesso drammatiche conseguenze su edifici e persone.

Si tratta di eventi sempre più frequenti ed 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. La concentrazione di un numero importante di questo tipo di eventi si verifica anche lungo le coste dell'alto Jonio e del medio Tirreno.

DANNI DA TROMBE D'ARIA IN ITALIA PER ANNO



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

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. A Siracusa le aree maggiormente colpite dalla tromba d'aria sono state le zone balneari.

Ad Alghero (SS) il 26 settembre violentissime raffiche di vento hanno spazzato coste ed area urbana facendo volare tavolini, suppellettili, ombrelloni, sradicando alberi e creando anche seri problemi allo svolgimento di una regata che in quel momento era in corso nel golfo di Alghero. 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 sono stati portati, su tutta la costa campana, da una serie di trombe d'aria. A Salerno si sono registrati alberi caduti, automobili danneggiate, tendostrutture distrutte. Particolarmente colpito il quartiere Torrione, in pieno centro cittadino con diversi alberi sradicati e caduti in strada o sulle automobili parcheggiate. A Napoli, in pochi minuti, il forte vento e la pioggia hanno mandato l'intera città in tilt.

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 calcolato 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 infine 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 ed 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 stanno rapidamente diminuendo.

Lo studio "*Widespread deoxygenation of temperate lakes*", pubblicato su Nature a giugno, ha esaminato 400 laghi delle aree temperate ed i risultati sono, purtroppo, evidenti: i livelli di ossigeno in molti laghi esaminati sono diminuiti 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.

La perdita di ossigeno incide direttamente anche su quantità e qualità delle riserve di acqua potabile di gran parte del Pianeta. Nello studio si sottolinea poi come i livelli di ossigeno siano aumentati sulla superficie di alcuni laghi, molto probabilmente dovuto alle temperature più elevate che guidano le fioriture delle alghe,

che possono anche produrre tossine pericolose.

Gli habitat d'acqua dolce sono ricchi di pesci, insetti, uccelli e animali e sono importanti per il cibo e lo svago per l'uomo. Ma hanno già subito gravi danni, con una popolazione media di fauna selvatica diminuita dell'84% dal 1970. Oltre al riscaldamento globale e all'inquinamento, le cause includono l'uso eccessivo di acqua per l'agricoltura.

Gli studi sul Lago Maggiore nell'ambito del Programma CIP AIS, Commissione internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere, confermano queste tendenze: ad esempio, la temperatura delle acque superficiali del Lago Maggiore è aumentata di circa 0,3 °C per decade dagli anni '80 ad oggi.

La Commissione sottolinea che oltre alle tendenze globali ed al riscaldamento della temperatura, l'intensificarsi di eventi estremi, come siccità prolungate, precipitazioni brevi e intense, possono influenzare la qualità delle acque lacustri ed il loro utilizzo.

Le variabili meteorologiche e idrologiche



giocano, infatti, un ruolo importante nelle variazioni delle variabili chimiche e dei nutrienti disciolti nelle acque. Ad esempio, la ridotta circolazione delle acque nel periodo tardo-invernale ha delle conseguenze sull'accumulo di fosforo nello strato più profondo dei laghi, sull'ossigeno (diminuzione nelle acque profonde) e complessivamente sulla qualità delle acque.

Nel nostro Paese la siccità del 2021 ha colpito duramente gli invasi lacustri, specialmente al nord ed in primavera, quando le riserve di acqua liquida sono andate quasi esaurite, mentre la neve, sulle Alpi, era presente solo ad alte quote. Questo perché al di sotto dei 1.500 metri di altitudine il disgelo è avvenuto a febbraio.

Già a metà marzo i laghi di Como e d'Iseo

sono andati in riserva, il lago di Verbano, in soli 2 mesi e mezzo, ha registrato un deficit di 174 milioni di metri cubi di afflusso (-20% rispetto alla media del periodo).

Ma ancora peggio, in confronto alle medie passate, la situazione sul Lario con -95 milioni di metri cubi (-21%), sul Sebino, -59 milioni (-28%), e per il Benaco con -131 milioni e -51% rispetto alla media.

Non è stata migliore la situazione al centro ed al sud: nel Lazio hanno registrato cali importanti i laghi di Bracciano e Nemi, in Campania quelli del Cilento, ma soprattutto in Basilicata, i cui serbatoi sono calati di oltre 22 milioni di metri cubi in una settimana.



DANNI AI BENI ARCHEOLOGICI ED AL PATRIMONIO STORICO CULTURALE

Non meno importanti sono i danni ai beni archeologici e al patrimonio storico culturale del nostro Paese. Nel Rapporto Rendis 2020 di Ispra si mette in evidenza come le alluvioni non mettano in pericolo soltanto persone, edifici, o imprese, ma anche beni culturali. Fra quelli censiti poco meno di 14mila (ovvero il 6,8% del totale) ricadono nello scenario di pericolosità elevata. Di questi circa 4mila si trovano in Veneto.

Solo nel Comune di Roma i beni immobili esposti a rischio alluvioni sono 2.204 con un tempo di ritorno fino a 500 anni e l'area inondata comprende anche il centro storico, in zona Pantheon, Piazza Navona, Piazza del Popolo. Un altro esempio è il Comune di Firenze in cui i beni immobili esposti a rischio alluvioni con tempo di ritorno fino a 200 anni risultano 1.145, tra cui la Basilica di Santa Croce, la Biblioteca Nazionale, il Battistero e la Cattedrale di Santa Maria del Fiore.

I fenomeni estremi che hanno interessato i beni del patrimonio culturale ed archeologico

italiano dal 2010 sono 18.

Il caso più recente ha toccato Piazzola sul Brenta (PD) il 27 luglio. I forti temporali, accompagnati da grandine e raffiche di vento, hanno 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.

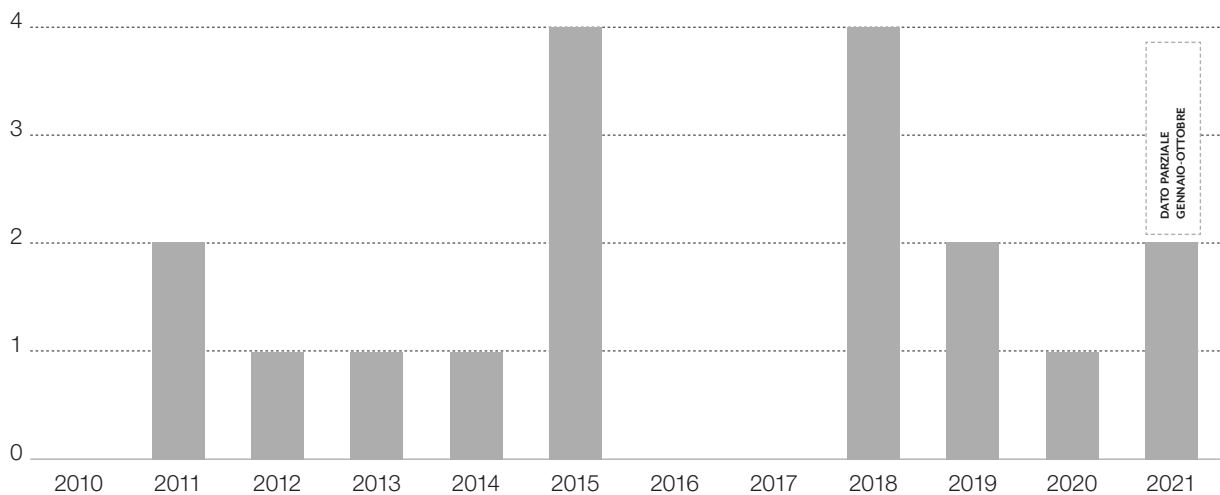
A Caserta, il 20 novembre 2018, un forte nubifragio ha causato il distacco di una porzione di capitello dalla facciata sud della Reggia borbonica, il cui restauro era stato ultimato a inizio 2016. La pioggia intensa, unita a grandine e fulmini, ha provocato, in particolare, il distacco di una porzione 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 Metaponto 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 Sodomina 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 irricognoscibile con le antiche rovine inghiottite sotto un lago da cui emergono solo le passerelle di visita.

DANNI AL PATRIMONIO STORICO IN ITALIA PER ANNO



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

IMPATTI SU BUILT ENVIRONMENT ED INTERVENTI DI PREVENZIONE DEL RISCHIO E ADATTAMENTO

GLI IMPATTI SULLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

a cura di Terna

La crescente intensità e severità degli eventi meteorologici estremi, strettamente connessa al cambiamento climatico, sottopone l'infrastruttura elettrica a stress sempre maggiori,

umentando la probabilità di fuori servizio accidentali degli elementi di rete e, conseguentemente, di disalimentazione degli impianti connessi alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Secondo gli ultimi studi pubblicati dalla comunità scientifica internazionale, fra tutti quello

dell'IPCC Global warming of 1.5°C, ci si aspetta che il riscaldamento globale continuerà a crescere anche nei prossimi anni in modo significativo, per effetto dell'aumento dei gas climalteranti, con un considerevole incremento in frequenza ed intensità di eventi meteorologici estremi, che andranno ad acuire i già notevoli impatti fisici sugli ecosistemi naturali e umani osservati finora.

Nel settore delle infrastrutture, i rischi dovuti ai cambiamenti climatici hanno già mostrato il loro impatto sulle attività e sui servizi.

Negli ultimi anni anche la RTN ha registrato eventi severi con conseguenti impatti negativi sulla continuità del servizio elettrico.

Le analisi degli eventi storici che hanno colpito gli assets della RTN, evidenziano come, oltre alla formazione dei manicotti di neve umida, che appesantendo le linee provocano corto circuiti o cedimenti strutturali, anche il vento forte rappresenta una delle principali cause di disservizio della rete, in particolare per conseguenza della caduta delle piante.

Ulteriori fattori, non meno critici, che determinano il fuori servizio della rete sono:

- alluvioni, smottamenti e frane che comportano il collasso dei sostegni o altri cedimenti strutturali;
- aumento di depositi inquinanti legati a periodi di lunga siccità (ad esempio inquinamento salino) che causa l'aumento della probabilità di scarica superficiale.

Tali criticità evidenziano la necessità di una pianificazione della RTN sempre più efficace e mirata a risolvere/mitigare le situazioni di rischio nelle aree coinvolte.

Al fine di intercettare l'evoluzione e l'impatto del clima nei prossimi decenni, Terna con il supporto di RSE (società per lo sviluppo di attività di ricerca nel settore energetico) nel corso del 2020 ha sviluppato una nuova metodologia

di tipo probabilistico e previsionale a supporto della pianificazione per lo sviluppo della RTN che consenta di calcolare la probabilità attesa di guasti e contingenze multiple, causate da diverse tipologie di eventi meteorologici, nonché di valutare il loro impatto sul sistema elettrico in termini di energia disalimentata, considerando anche i possibili effetti a cascata (fuori servizio multipli) sulla rete.

Il nuovo approccio metodologico è basato principalmente su 3 pilastri:

1. utilizzo di un approccio innovativo, modulabile e replicabile per eventi meteorologici di diversa natura, che, attraverso l'elaborazione di scenari di estremi climatici, consente l'identificazione delle aree del territorio maggiormente esposte agli effetti di eventi meteorologici severi, associando ad essi la relativa probabilità di accadimento.
2. utilizzo di un approccio di tipo ingegneristico per la stima della vulnerabilità dei diversi componenti delle linee elettriche a sollecitazioni dirette e indirette causate da eventi meteorologici severi, attraverso la determinazione di specifiche curve di vulnerabilità definite mediante l'utilizzo di parametri tecnico-orografici reali;
3. utilizzo di un approccio probabilistico "N-k" per l'analisi dei disservizi multipli e simultanei prodotti da eventi meteorologici, al fine di poter quantificare la probabilità di accadimento di tali contingenze multiple e valutare il loro impatto sulla porzione del sistema elettrico esposta all'evento meteo severo.

Il principale elemento innovativo della metodologia è dato dall'approccio previsionale usato per identificare, attraverso modelli climatici, la pericolosità climatica futura.

Gli scenari climatici consentono di stimare la pericolosità climatica futura, calcolando la probabilità che un fenomeno di una determinata in-



tensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area. Le proiezioni climatiche sono riprodotte sull'intero territorio nazionale e con risoluzione 4x4 km. Le proiezioni oltre a fornire una visione di insieme sull'evoluzione attesa del fenomeno meteorologico e quindi della sua pericolosità, permettono di quantificare il rischio per la rete di trasmissione, individuando le infrastrutture della RTN a maggior probabilità di esposizione ad eventi meteorologici severi futuri.

Le proiezioni climatiche sono determinate attraverso operazioni di *downscaling* e *bias-correction* (il processo di ridimensionamento dei risultati dei modelli climatici per tenere conto dei loro errori sistematici) per diversi orizzonti temporali, fino al 2050, in forma di probabilità annua di superamento di specifiche soglie di intensità di esposizione all'evento meteorologico considerato.

Terna ha analizzato, a partire dal 2020, le due principali minacce impattanti sulle linee RTN: vento forte e ghiaccio-neve; i rispettivi scenari climatici sono stati elaborati dal fornitore statunitense Jupiter Intelligence e dalla società italiana RSE.

I risultati finora ottenuti dall'applicazione dei modelli climatici nei vari scenari futuri mostrano che: per quanto riguarda la minaccia vento forte anche in prospettiva restano confermate le attuali zone interessate dal fenomeno. Mentre per la minaccia ghiaccio-neve e in particolare per il fenomeno di formazione dei manicotti di neve umida, a causa dell'incremento di temperatura previsto, si osserva una riduzione del fenomeno nelle zone oggi più colpite ed un'intensificazione invece nelle aree a quote maggiore finora non interessate.

Attraverso la metodologia è possibile valutare i benefici degli interventi confrontando l'energia non fornita prima e dopo gli interventi, tenendo conto delle proiezioni climatiche e della vulnerabilità degli *assets* della rete elettrica.

Gli interventi per l'incremento della resilienza possono essere classificati nelle seguenti categorie:

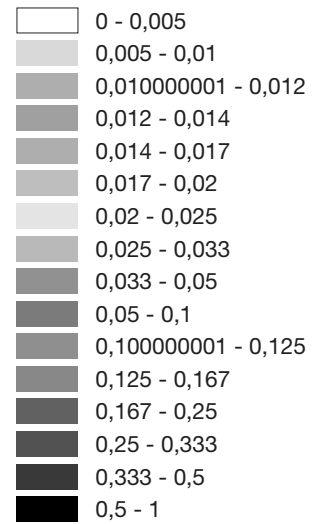
1. Interventi preventivi, finalizzati ad incrementare la magliatura della rete o l'affidabilità e la robustezza degli asset esistenti; possono essere di natura infrastrutturale (realizzazione nuove linee/cavi, rifacimento linee esistenti e interramento) o interventi puntuali di mitigazione (antirotazionali, distanziatori antirotazionali,..)
2. Interventi per il ripristino, sono finalizzati a ridurre il tempo di ripristino del disservizio e/o della disalimentazione a seguito dell'accadimento di eventi
3. Interventi di monitoraggio, ovvero soluzioni tecnologiche innovative finalizzate a prevedere situazioni meteo critiche e quindi adottare eventuali soluzioni da implementare in tempo reale per ridurre i tempi di ripristino di potenziali guasti.

Ad oggi la nuova metodologia Resilienza 2.0 è stata applicata per valutare le criticità degli asset di Rete alle minacce vento e ghiaccio-neve e per individuare interventi finalizzati all'incremento della resilienza, tra cui in particolare interventi infrastrutturali di magliatura e interramento.

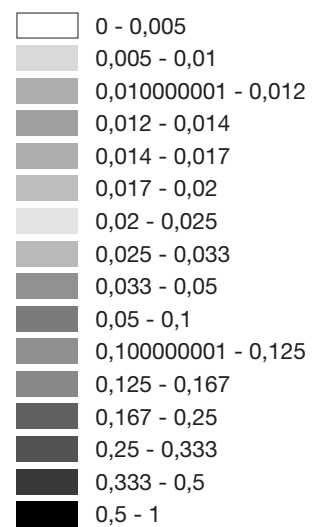
Ulteriori dettagli sulla metodologia sono presenti sul sito di Terna <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/consultazioni-operatori>.



MAPPA DI PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO
CARICO MANICOTTO 8KG/M- SCENARIO 2030



MAPPA DI PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO
CARICO MANICOTTO 8KG/M- SCENARIO 2050



Fonte: Terna

MAPPA PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO
SOGLIA VENTO 60KM/H - SCENARIO 2030



MAPPA PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO
SOGLIA VENTO 60 KM/H- SCENARIO 2050



Fonte: Terna

DANNI ALLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE: ATTIVITÀ ED INVESTIMENTI MESSI IN CAMPO

a cura di e-distribuzione

L'aumento degli eventi meteorologici di estrema intensità nelle diverse casistiche, quali nevicate eccezionali, tempeste di vento, inondazioni o ondate di calore, può esporre le reti elettriche a potenziale indisponibilità più o meno prolungata di *assets* e infrastrutture, comportando conseguentemente anche disagi per i clienti a causa delle interruzioni del servizio.

Il 2020, ad esempio, è stato caratterizzato da fenomeni meteorologici rilevanti, concentrati nel periodo estivo e nell'ultimo trimestre dell'anno. La stagione estiva, soprattutto tra luglio e agosto, ha fatto registrare frequenti ondate di calore su tutte le regioni del sud Italia. Parimenti, nelle regioni del nord lo stesso periodo è stato interessato da perturbazioni a carattere temporalesco che hanno colpito soprattutto la Lombardia ed il Veneto. In Lombardia, prevalentemente nelle aree del bresciano e del milanese, i venti hanno toccato picchi di 130 km/h comportando importanti danni anche agli impianti di e-distribuzione. In tre momenti distinti, nel mese di luglio, nel solo Centro Operativo di Brescia si sono superati i 10.000 clienti contemporaneamente disalimentati¹.

Anche gli ultimi tre mesi dell'anno sono stati caratterizzati da forti ondate di maltempo: dalla tempesta "Alex" che ha interessato il nord-ovest della penisola a inizio ottobre, alle alluvioni in Sardegna, Calabria ed Emilia-Romagna, chiudendo con le forti nevicate di dicembre su tutto il nord (e centro-nord) Italia.

Tra gli eventi citati, la tempesta Alex è stata senza dubbio uno degli eventi critici più rilevanti.

A partire dal pomeriggio del 2 ottobre 2020 un fronte temporalesco caratterizzato da forti raffiche di vento e precipitazioni diffuse ha interessato il nord Italia, colpendo dapprima il versante ligure, con successive estensioni al Piemonte e al nord della Lombardia. Il fenomeno è stato caratterizzato da una lunga fase di maltempo con piogge torrenziali ininterrotte. Il fronte temporalesco ha raggiunto la massima intensità tra la notte del 2 e 3 ottobre, colpendo soprattutto le province di Liguria (Imperia, Savona, Genova), Piemonte (Cuneo, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Biella) e Lombardia (Varese) con raffiche di vento oltre i 90 km/h.

Il conseguente rilevante numero di guasti sulla rete elettrica è stato quindi determinato da:

- frane, smottamenti e alluvioni che hanno causato il cedimento delle sedi stradali ed il danneggiamento delle linee interrate;
- forti raffiche di vento, oltre i limiti di progetto degli elettrodotti, che hanno causato una pressione su sostegni e conduttori ben oltre quella prevista dalla normativa vigente;
- caduta di piante ad alto fusto, ubicate al di fuori della fascia di rispetto degli elettrodotti, che hanno determinato la rottura dei conduttori.

A causa delle intense precipitazioni, della caduta di alberi, di smottamenti di materiale, allagamenti della sede stradale e crollo di ponti, sono stati chiusi diversi tratti della viabilità primaria e secondaria (oltre 10 strade provinciali e regionali interessate), col conseguente rallentamento delle operazioni di ripristino del servizio

¹ Piano_di_Sviluppo_delle_infrastrutture_di_EDistribuzione_2021_2023.pdf

elettrico.

I clienti coinvolti dall'emergenza, nel momento di massima intensità dei fenomeni, hanno raggiunto un picco di 120.000 utenze: solo grazie ai presidi prontamente attivati in fase di allerta da e-distribuzione, all'importante forza dispiegata in campo in termini di maestranze e mezzi e al contatto costante con le Autorità locali, è stato possibile ripristinare il servizio nel minor tempo possibile.

Il 2021, oltre all'aumento delle precipitazioni di neve e pioggia registrato nei primi mesi dell'anno, ha visto, rispetto ai cinque anni precedenti, anche un incremento importante delle temperature nel periodo estivo. Ciò ha stressato molto la rete elettrica in cavo (sotterraneo) nelle regioni del centro sud ma, grazie agli interventi preparatori (investimenti sulla rete e manutenzione) ed al puntuale presidio in campo dei guasti, è stato possibile mitigare e gestire gli effetti. Infatti, consapevole dell'importanza che riveste la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, e-distribuzione, il maggiore DSO italiano, ha aumentato strutturalmente il proprio impegno sulla resilienza attraverso l'approccio denominato "4R" che, in un'opportuna *policy*, definisce le misure da adottare sia in fase di preparazione di un'emergenza sulla rete sia per un repentino ripristino del servizio ex post, ovvero una volta che gli eventi climatici abbiano causato danni agli asset e/o disalimentazioni.

La strategia delle 4R si articola nel seguente modo:

1. **Risk Prevention:** include azioni che consentano di ridurre la probabilità di perdere elementi di rete a causa di un evento e/o a minimizzare i suoi effetti, ovvero sia interventi atti ad aumentare la robustezza dell'infrastruttura o la sua possibilità di riconfigurazione, sia interventi di manutenzione. I primi, in particolare, sono rivolti a



Biella durante la tempesta "Alex"

ridurre il rischio di interruzioni prolungate ed estese in caso di eventi critici rari e di grande impatto, secondo un approccio probabilistico.

2. **Readiness:** comprende tutti gli interventi finalizzati a migliorare la tempestività con cui viene identificato un evento potenzialmente critico, ad assicurare il coordinamento con la Protezione Civile e le istituzioni locali, nonché a predisporre le necessarie risorse ad affrontare l'emergenza.
3. **Response:** rappresenta la fase in cui viene dispiegata la capacità operativa per far fronte ad un'emergenza al verificarsi di un evento estremo, direttamente correlata alla capacità di mobilitare risorse operative sul campo e alla possibilità di effettuare manovre telecomandate di rialimentazione tramite collegamenti resilienti di *backup*.
4. **Recovery:** è l'ultima fase nella quale si ha l'obiettivo di far tornare la rete, quanto prima, in condizioni di funzionamento ordinarie, nei casi in cui l'evento meteo estremo abbia determinato interruzioni del servizio nonostante tutte le misure di incremento della resilienza precedentemente adottate.

Seguendo tale approccio e-distribuzione adotta le seguenti iniziative concrete:



In ambito Risk Prevention, dal 2017 la Società, in conformità alla Determina n. 2/2017 e alla Delibera n. 668/2018 di ARERA, predispone e realizza il Piano Resilienza con orizzonte triennale, nel quale si prevedono investimenti ad-hoc che mirano a contenere l'impatto di eventi estremi appartenenti a determinati cluster critici, quali ondate di calore, manicotto di ghiaccio e tempeste di vento.

Altre azioni di risk prevention messe in campo a prescindere dal piano resilienza riguardano l'attività di taglio piante, che è comunque garantita periodicamente, e la gestione mirata delle situazioni a rischio incendio tramite specifiche procedure e protocolli siglati con gli stakeholders interessati.

In ambito Readiness, e-distribuzione adotta le seguenti misure che coinvolgono le strutture nazionali e territoriali, il rinforzo del personale operativo e il coordinamento con tutti gli attori coinvolti:

1. Protocolli con istituzioni e altri enti, come ad esempio il Protocollo d'Intesa tra Enel Italia s.r.l. e la Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile, il "Protocollo d'intesa firmato tra TERNA ed e-distribuzione" ed il "Protocollo d'intesa firmato tra ANCI ed e-distribuzione";
2. Simulazioni nazionali e territoriali di emergenza che vengono svolte regolarmente e con il coinvolgimento anche di unità esterne ad e-distribuzione come fornitori, TERNA, ecc.
3. Predisposizione di Gruppi Elettrogeni e mezzi speciali. Come previsto dalle procedure interne, semestralmente (in corrispondenza dell'arrivo dell'estate e dell'inverno) vengono testati tutti gli approntamenti che comprendono:
 - 674 Gruppi elettrogeni di proprietà;
 - 1.004 Gruppi elettrogeni da contratto nazionale, di cui 12 Power station, incluso il ser-

- vizio di trasporto a picchetto e rifornimento;
 - 440 (+opzione 50%) gruppi elettrogeni da contratti "multizonali", di cui 11 power station;
 - 6 power station da contratti *ad hoc* per le aree territoriali con necessità maggiori;
 - 81 Laboratori mobili cerca guasto di proprietà di e-distribuzione;
 - 24 Laboratori mobili cerca guasto da contratti "multizonali";
 - 128 Cavi attrezzo di proprietà di e-distribuzione, con supporto delle imprese per la riduzione dei tempi di intervento.
4. Contratti per ispezioni eliportate in condizioni d'emergenza e per il trasporto di materiale in elicottero in condizioni d'emergenza;
 5. Possibilità di potenziare il servizio telefonico di segnalazione guasti;
 6. Servizio meteo che prevede sia un sistema di previsioni meteorologiche che di previsione del rischio di impatto sulla rete elettrica, con invio di bollettini quotidiani e portale web dedicato aggiornato ogni ora, col dettaglio fino al perimetro comunale ed attivazione del servizio di nowcasting in caso di condizioni meteo avverse;
 7. Informativa alla clientela fornita attraverso (oltre a call center): powercut map, App dedicata, Chatboot accessibile da sito internet, messaggistica istantanea Facebook/Messenger/Instagram e costante contatto con le istituzioni territoriali in caso di disservizi;

In tema Response e Recovery e-distribuzione si attiva nel seguente modo:

1. A seguito di disservizi estesi e/o prolungati vengono attivati i flussi comunicativi e procedure previste dalle policy di gestione delle emergenze;
2. In caso di emergenze, l'organizzazione è ben strutturata, con la nomina di un Responsabile per la Gestione delle Emergenze e l'apertura di presidi sia interni alle unità di



e-distribuzione che presso istituzioni. Tale organizzazione prevede anche l'organizzazione di task force di personale e mezzi che accorrono da Aree territoriali diverse da quella impattata dall'emergenza;

3. La gestione degli aspetti emergenziali viene svolta tramite un portale informatizzato (dalla dichiarazione d'allerta fino all'organizzazione delle task force, ecc.);
4. Tematiche specifiche (ad esempio Gruppi Elettrogeni) sono gestite da pool appositi, formati in emergenza nell'ambito dei Presidi attivati;
5. Viene gestita una messaggistica automatica da fornire ai clienti che telefonano per avere informazioni sullo stato delle disalimentazioni in atto.

Da un'attenta analisi dei fattori di rischio ritenuti di maggiore impatto sulla propria rete, l'azienda ha focalizzato attività ed investimenti predisponendo dei Piani di Resilienza che prevedono interventi per far fronte a fattori di rischio quali il rischio "manicotto di ghiaccio"², il rischio "ondate di calore" e, a partire dal 2021, anche il rischio "tempeste di vento/caduta piante".

In particolare, nel periodo 2017-20 sono stati investiti 517 milioni di euro, completando 1.048 interventi su tutto il territorio nazionale, che hanno interessato, tra adeguamenti e nuove costruzioni, quasi 5.200 km di linee di media tensione.

Nel corso del solo 2020, nonostante l'impatto delle limitazioni dovute alla pandemia da Covid-19 sulle attività operative nei mesi di *lock-downs*, e-distribuzione ha completato interventi in resilienza su 346 linee di media tensione. In



Vercelli durante la tempesta "Alex"



particolare, gli interventi relativi al fattore di rischio "ondate di calore" hanno interessato oltre 150 linee per una lunghezza complessiva superiore a 200 km e gli interventi realizzati per mitigare il rischio "manicotto di ghiaccio" hanno interessato 190 linee elettriche di media tensione, per un totale di oltre 1.345 km. Ulteriori 345 milioni di euro di investimenti sono previsti complessivamente nel triennio 2021-23, corrispondenti a ulteriori 1.049 interventi per 3.400 km di linee di media tensione interessate.

A fine 2023 si prevede quindi che, con riferimento all'intero periodo 2017-23, saranno completati circa 2.100 interventi sulla rete di media tensione, di cui 47% a fronte del rischio "manicotto di ghiaccio", 41% per "ondate di calore", 12% per il rischio "tempeste di vento/caduta

² Fenomeno legato alla rottura dei conduttori delle linee aeree nel caso di formazione di accumulo di neve umida. A fronte di questo fattore di rischio (ed anche del rischio tempeste di vento/caduta piante) vengono pianificati interventi come la sostituzione mirata dei conduttori nudi con cavo isolato, la realizzazione di vie di rialimentazione non vulnerabili e l'impiego del telecontrollo per sezionare nel più breve tempo possibile la porzione di rete affetta dal guasto.

piante”, per un totale di 862 milioni di euro investiti. Dai suddetti interventi, circa 4 milioni di clienti “a rischio” trarranno benefici in termini di qualità del servizio.

L’attento e costante lavoro svolto sulla rete elettrica, in termini di potenziamento e manutenzione, grazie anche ad una forte componente di innovazione tecnologica, ponendo sempre la massima attenzione sulla qualità del servizio offerto, ha consentito negli anni di gestire in maniera pronta, organizzata e sempre più efficace

le avversità naturali, con il risultato di ridurre negli ultimi 20 anni complessivamente del 70% la durata media annua delle interruzioni lunghe per singolo cliente BT.

Tutti gli interventi messi in campo da e-distribuzione per l’incremento della resilienza della propria rete hanno consentito di ridurre comunque tale indicatore del 10% negli ultimi 10 anni, sia pur a fronte del progressivo aumento e del crescente impatto degli eventi catastrofici determinati dal cambiamento climatico.

DANNI ALLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE

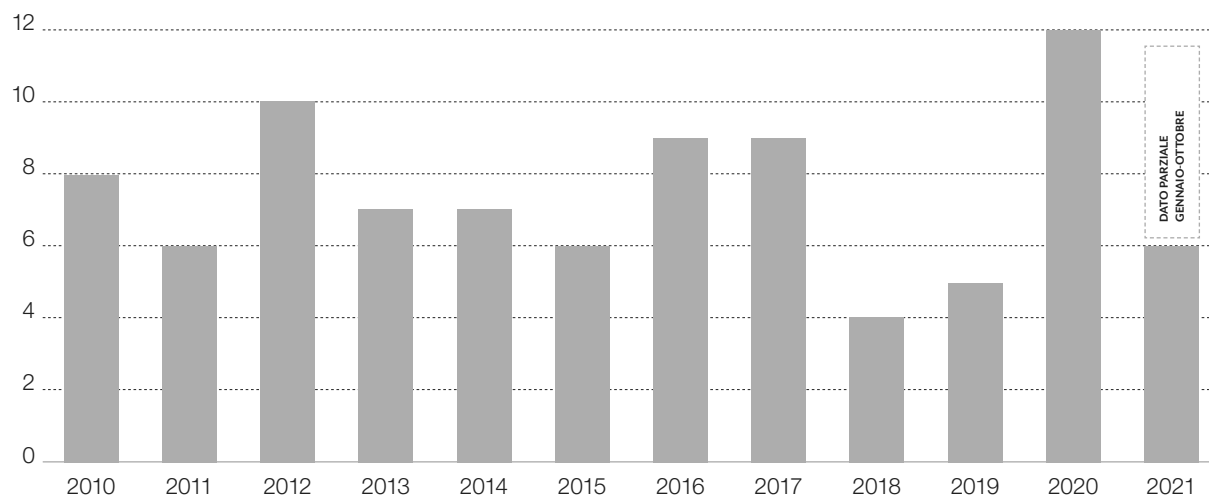
a cura del Gruppo FS

L’Infrastruttura Ferroviaria Nazionale (IFN) in esercizio si estende per circa 17.000 km su tutto il territorio italiano, con il 55% della rete in aree pianeggianti e la restante parte collocata in zone collinari e montane. Tra i fenomeni climatici e territoriali maggiormente impattanti vi sono frane e alluvioni seguiti da ondate di calore e gelo, incendi, tempeste di vento e fulminazioni.

A partire dalle mappature delle aree a maggior rischio di dissesto idrogeologico, emerge che circa 3.700 km di rete si trovano in aree a rischio alluvioni, mentre circa 1.900 km in aree a rischio frana.

La crisi climatica in atto ha fatto progressivamente incrementare la frequenza e l’intensità dei fenomeni che potenzialmente possono avere un impatto rilevante sull’infrastruttura, ponendo una sfida di crescente complessità e

GIORNI CON BLACKOUT ELETTRICI DOVUTI AL MALTEMPO*



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

* disservizi estesi causati dal maltempo sulle reti elettriche

TRE ESEMPI DI EVENTI SEVERI DI INTERRUZIONE PER PIOGGE INTENSE NEL PERIODO 2016-2020

1.

Il 1° agosto 2020 un violento temporale seguito da una forte tempesta di vento ha provocato l'interruzione della circolazione sulla linea Torino-Alessandria, causando anche danneggiamenti alla linea elettrica di alimentazione dei treni. La circolazione è stata sospesa per circa 5 ore ed il traffico ferroviario è ripreso su entrambi i binari circa 8 ore dopo dall'evento; complessivamente sono stati coinvolti oltre 50 treni con circa 4.500 minuti di ritardo cumulati.

2.

Dal 15 al 21 ottobre 2019, un'ondata di maltempo ha interessato la Liguria, specie l'area di Genova, con rallentamenti e stop alla circolazione ferroviaria; in tale evento di portata eccezionale, soprattutto per durata e intensità, sono stati coinvolti circa 160 treni, cumulando circa 8.000 minuti di ritardo. Rete Ferroviaria Italiana è prontamente intervenuta al verificarsi degli eventi avversi mettendo in atto tutte le pratiche per il contenimento dei disagi ai viaggiatori e garantendo la circolazione dei treni in sicurezza.

3.

Il 10 settembre 2016 a seguito di intense piogge sono state interrotte e limitate nei loro percorsi a causa dei danni da maltempo la tratta Ostuni-S. Vito dei Normanni, sulla linea Adriatica Ancona-Bari-Lecce, e la linea ferroviaria Foggia-Potenza, coinvolgendo 80 treni con circa 8.000 minuti di ritardo.



portata al gestore della Rete Ferroviaria Italiana (RFI). A fronte di tale intensificazione dei fenomeni cronici ed estremi si rileva un trend non univoco in termini di effettivo impatto sull'infrastruttura ferroviaria.

Analizzando, ad esempio, i soli eventi franosi e alluvionali occorsi sul territorio nazionale emerge, infatti, la progressiva riduzione di quelli che hanno impattato la rete, a fronte dell'evidente, continuo e costante incremento della frequenza degli stessi nel loro complesso. Nello specifico, nel periodo 2011-2020 si sono registrati circa 2.200 eventi (frane e alluvioni) che hanno interessato la rete ferroviaria, di questi circa i due terzi sono avvenuti nel periodo 2011-2015.

Nel periodo 2016-2020 a fronte di tale riduzione del numero di eventi, si rileva una tendenza di progressivo aumento dell'entità delle inter-

ruzioni del servizio e dei danneggiamenti. Tale trend è legato essenzialmente agli investimenti effettuati nell'ultimo quinquennio, volti ad evitare e mitigare gli effetti sulla rete, e alla contestuale introduzione di logiche di pianificazione proattiva, applicate in occasione di allerta meteo, oltre a prassi gestionali sempre più prudenziali per garantire la sicurezza della circolazione, con interventi preventivi che possono avere anche effetti rilevanti sulla regolarità del servizio.

Il Gruppo FS Italiane affronta in modo strutturato ed integrato le sfide climatiche attuali e future. La resilienza climatica è, infatti, uno degli aspetti chiave di ogni rete infrastrutturale, specie di trasporto, e tanto più in Italia dove le fragilità del territorio e gli eventi meteorologici rappresentano da sempre un tema gestionale di grande rilievo. Il vasto programma intrapreso

è volto contestualmente a migliorare l'affidabilità del servizio, ridurre i costi di gestione e rafforzare la sicurezza della circolazione, attraverso un insieme di misure differenziate e articolate su diversi piani.

Nello specifico, il modello operativo di RFI si compone di interventi di carattere strutturale, fondati su interventi preventivi e di ampia portata con efficacia nel medio periodo (cd "tempo differito"), e di interventi di carattere gestionale, con la predisposizione di appositi Piani d'intervento in real time che manifestano la loro efficacia al verificarsi della specifica condizione di criticità.

Per quanto riguarda gli interventi strutturali, RFI ha messo in campo un articolato complesso di azioni che hanno permesso in questi anni di migliorare le performance di sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria, in particolare:

- Piano di investimenti per la mitigazione del dissesto idrogeologico (frane e alluvioni) con la realizzazione di interventi infrastrutturali che diminuiscono la vulnerabilità dell'infrastruttura agli eventi climatici (es. opere di protezione, consolidamento, drenaggio della sede ferroviaria, opere idrauliche etc.). Nello specifico, gli investimenti cumulati degli ultimi 5 anni sono stati dell'ordine di circa 500 milioni di euro con un programma di investimenti per il triennio 2021-2023 in crescita pari a circa 120 milioni l'anno;
- Piano di installazione di sistemi di allarme dedicati alla protezione dell'esercizio ferroviario, che si attivano in occasione di specifici eventi franosi.

Il contrasto alle criticità contingenti passa invece attraverso Piani di Emergenza – anche con la collaborazione del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile – atti a disciplinare l'organizzazione delle attività di presidio, i compiti del personale ferroviario nonché la gestione della circolazione dei treni e dei servizi diretta-

mente connessi (in particolare Informazione al Pubblico e Passeggeri a Ridotta Mobilità) al fine di evitare o comunque contenere le perturbazioni alla regolarità del servizio.

Alcuni esempi di Piani di Emergenza previsti da RFI sono i Piani Neve e Gelo, il Piano Estate (ondate di calore) e procedure ed interventi di protezione della sede ferroviaria dai fenomeni di dissesto idrogeologico.

Tali Piani di Emergenza sono il risultato di un processo di programmazione integrata e sinergica, sviluppata dalle diverse anime del gestore dell'infrastruttura che, nel corso degli ultimi anni, si è evoluta, passando da un approccio di tipo reattivo a un approccio di tipo proattivo, prevedendo quindi l'attivazione di azioni mirate e in ottica "predittiva". Le azioni sono basate principalmente sulle previsioni e sulle allerte meteo emanate dai bollettini di Protezione Civile e sono volte, ove necessario, a porre in essere misure protettive quali presidi di tecnici RFI nei punti più sensibili fino ad arrivare alla riprogrammazione, riduzione o interruzione dei servizi ferroviari.

Inoltre, il Gruppo ha sperimentato sistemi previsionali proprietari che permettono di valutare, durante l'evolversi degli eventi, gli impatti che i fenomeni meteorologici hanno sull'infrastruttura ferroviaria e sulla circolazione dei treni. Per ottimizzare questi sistemi, RFI ha avviato una serie di progetti per implementare le reti di monitoraggio meteo-climatiche (stazioni meteo con pluviometri e sistemi di monitoraggio idrometrico), che permetteranno nel breve termine di avere, oltre che sistemi previsionali meteo customizzati sull'infrastruttura ferroviaria, anche reti di monitoraggio *ad hoc* dei fenomeni meteo.

Nonostante la severità già manifestata dalla crisi climatica in atto, il cambiamento climatico in un orizzonte di medio-lungo periodo pone criticità crescenti in termini sia di frequenza degli eventi sia di magnitudine, oltre a far emergere "hazards" completamente nuovi, tali da avere



effetti molto severi e riflessi anche sull'operatività dell'intero settore infrastrutturale e dei trasporti, date le forti interdipendenze del sistema.

In tale contesto, il Gruppo FS ha definito un percorso di evoluzione dell'approccio già adottato in una logica *lifecycle* per fronteggiare le nuove sfide poste dal cambiamento climatico nel medio periodo, basato su un processo di adattamento che consenta di raggiungere la *climate resilience* che è inclusa tra le Missioni dell'Unione Europea. L'obiettivo di fondo consiste nel comprendere i fenomeni climatici e la relativa evoluzione nel medio periodo, gestire l'incertezza intrinseca nella previsione dell'impatto di tali cambiamenti e individuare di conseguenza la strategia di intervento sulla rete ferroviaria. Il processo di adattamento definito è allineato con le indicazioni della EU Adaptation Strategy³, ovvero fondato sulla migliore conoscenza scientifica, ed è declinato sulla complessità delle infrastrutture, attraverso tre direttrici di intervento:

1. **Percorso di adattamento di medio e lungo periodo:** definizione delle linee di indirizzo per l'adattamento di lungo periodo con strumenti di supporto alle decisioni quali, ad esempio, simulatori basati su modellizzazione dei fenomeni climatici su orizzonti temporali trentennali. Nello specifico: analisi cartografiche (WebGIS) e rappresentazioni digitali, analisi di vulnerabilità degli asset rispetto agli hazard climatici; valutazione del rischio da cambiamento climatico basate su analisi di scenario (IPCC).

3 Tra gli obiettivi strategici e primari dell'Unione Europea, definiti nella recente EU Adaptation Strategy, vi è l'ambizione di costruire un futuro *climate-resilient*, affinché entro il 2050 si possa avere un'economia completamente adattata al cambiamento climatico. La visione e il target di medio e lungo periodo si concretizzano attraverso un'impostazione generale e azioni di adattamento più intelligenti, più rapide e sistemiche.

2. **Ricorso a interventi e tecnologia "no regrets":** potenziamento delle reti di sensori, ingegnerizzazione piattaforme digitali per la previsione degli eventi estremi e la previsione degli impatti e delle reti di trasmissione dati; si tratta di azioni necessarie c.d. "no regrets" poiché anche in condizione di incertezza sulle effettive evoluzioni future gli investimenti sono giustificati dagli effetti attuali della crisi climatica.
3. **Progettazione** di infrastrutture nativamente *climate-resilient* o **interventi specifici** di adattamento su infrastrutture esistenti e territorio attraverso un processo "*climate proof*" che garantirà contestualmente la resilienza climatica e la carbon neutrality delle opere, in esercizio e in fase di realizzazione.

Rete Ferroviaria Italiana è infatti determinata ad implementare una "Business Trasformation Roadmap" che permetterà di rendere l'infrastruttura sempre più resiliente, anche attraverso l'introduzione in tutti i processi aziendali di specifiche azioni con la relativa previsione di linee d'investimento mirate per tali azioni.

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 83 i giorni con stop a metropolitane e treni urbani nelle principali città italiane: 29 giorni a Roma, 19 a Milano, 15 a Napoli, 12 a Genova, 7 a Torino, 1 a Brescia. Le conseguenze sul traffico urbano, la vita delle persone, il lavoro, sono raccontate dalla cronaca di quei giorni.



Tra gli ultimi casi quello di Napoli dove per l'ennesima volta la stazione Municipio della Linea 1 della metro è stata chiusa, il 30 settembre, per allagamento a causa delle infiltrazioni dovute alla tempesta con pioggia e fulmini che ha investito la città.

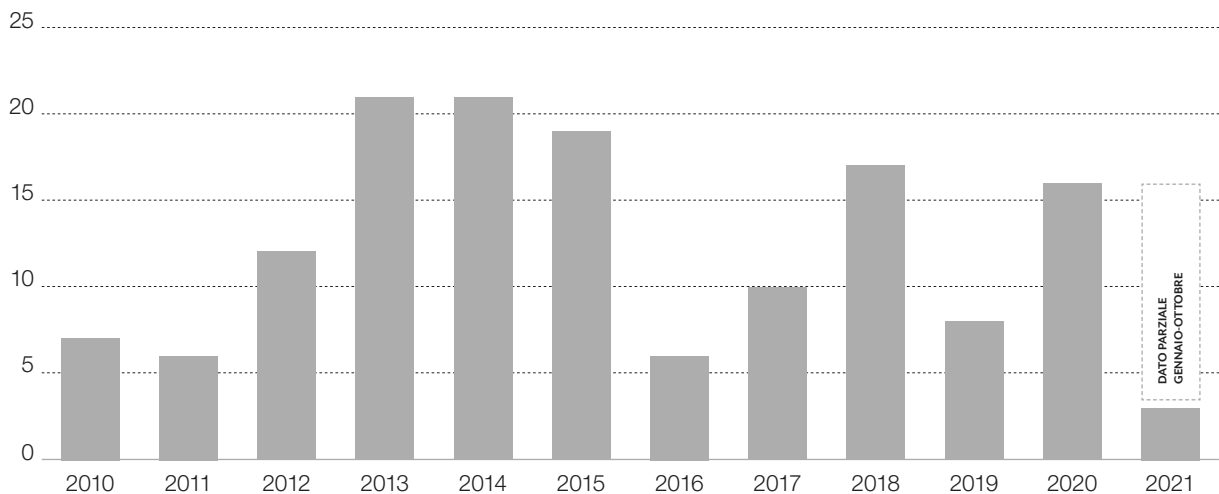
Per gli altri contesti urbani, come visto, sono numerosi i casi di interruzioni avvenuti a Roma, come per la stazione Cipro della linea A il 24 gennaio, quando le forti piogge hanno reso impraticabili le scale che consentono di accedere alla banchina. L'acqua si è riversata in tutta la stazione, finendo così per allagarla.

Grave quanto accaduto 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 tramviarie 2, 3, 8 e 19 sono state tutte interrotte e limitate nei loro percorsi a causa dei danni da maltempo. Addirittura il 31 gennaio 2012 un violento nubifragio ha costretto a fermare le metro A e B, con blocchi e rallentamenti sulle ferrovie Roma-Ostia e Roma Nord-Viterbo.

Va analizzato 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.

DANNI ALLE INFRASTRUTTURE DA PIOGGE INTENSE



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021

IL DISSESTO IDROGEOLOGICO NELLE CITTÀ ITALIANE

L'Italia, come noto, è un Paese ad 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 ad elevato rischio da frana e ben 6,2 milioni di persone siano esposte ad un elevato rischio alluvione**. Numeri che, nella quotidianità, riguardano quindi oltre **3 milioni di famiglie, quasi 2 milioni di edifici, 700 mila imprese e oltre 40 mila beni culturali**. 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.

Fenomeni del tutto naturali che sono stati amplificati a dismisura negli ultimi decenni a causa di due fattori specifici: il consumo di suolo ed 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, 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, ad 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, nel 2021, 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 sito del Rendis - Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo – a cura di Ispra, **dal 1999 al 2021 sono stati 6.401 gli interventi avviati per mitigare il rischio idrogeologico in Italia** (+98 interventi rispetto al periodo 1999/2019 riportato nell'ultima edizione del report cittaclima) **per un totale di poco meno di 7 miliardi di euro spesi** (+375 milioni rispetto all'ultimo report). **Il 63,2% dei lavori (pari al 42,1% della spesa complessiva) sono terminati** mentre per il 12,5% degli interventi i dati non sono disponibili (corrispondenti a circa il 15,4% della spesa).

Tra questi due estremi ci sono lavori in esecuzione (7,5% del totale previsto e corrispondenti al 17,5% dei costi), in corso di progettazione (5,2% corrispondente al 8,6% degli importi), aggiudicati (3,4% corrispondenti all'8,5% degli importi), o con progettazione ultimata (2,4% pari al 5,2% della spesa).

Le Regioni che hanno visto il maggior numero di interventi sono Toscana (644 sui 6.401 totali), Lombardia (601,) Sicilia (567), Calabria (555) e Piemonte (524). Quelle che hanno ricevuto i maggiori finanziamenti sono Sicilia (806 milioni di euro), Lombardia (642), Toscana (623), Campania (500), Emi-



NUMERO DI INTERVENTI ED IMPORTO IN MILIONI DI EURO DAL 1999 AL 2021

Regione	n. interventi	importo finanziato (milioni di €)
Abruzzo	249	236
Basilicata	369	170
Calabria	555	467
Campania	381	500
Emilia-Romagna	436	473
Friuli-Venezia Giulia	104	155
Lazio	339	390
Liguria	147	471
Lombardia	601	642
Marche	324	216
Molise	235	143
Piemonte	524	339
Pr. aut. Bolzano	18	21
Pr. aut. Trento	8	2
Puglia	313	397
Sardegna	148	344
Sicilia	567	806
Toscana	644	623
Trentino-Alto Adige	64	44
Umbria	119	155
Valle d'Aosta	40	39
Veneto	216	331
TOTALE	6.401	6.964

Elaborazione Legambiente su dati Rendis Ispra

lia-Romagna (473) e Liguria (471) e Calabria (467). Da notare come nel corso degli ultimi due anni (2020/21), le regioni in cui è aumentato il numero degli interventi previsti rispetto al periodo precedente sono Lombardia (+46) e Calabria (+24); da un punto di vista dei finanziamenti invece le Regioni che hanno visto un maggior incremento dei fondi sono state la Sardegna (+109 milioni di euro) e la Lombardia (+43 milioni di euro).

L'Italia ha dunque investito circa 7 miliardi di euro dal 1999 al 2021 per 6.401 interventi inerenti il dissesto idrogeologico (con una media di circa 303 milioni di euro all'anno, in calo rispetto al periodo precedente in cui la media era stata di 315 milioni di euro). Cifre che hanno permesso di portare a termine ben 4.048 opere costate 2,9 miliardi di euro.

Lavori chiusi, terminati, che avrebbero dovuto ridurre il rischio nel nostro Paese: sono infatti ben 466 i lavori terminati in Lombardia, 460 quelli in Toscana e 420 in Piemonte; 324 le opere chiuse in Emilia Romagna, 272 in Sicilia e 271 in Calabria. 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.

I cronici problemi legati al dissesto idrogeologico in Italia

Nel 2019 è stato redatto il "**Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico, il ripristino e la tutela della risorsa ambientale**" (il cosiddetto "Piano ProteggItalia", contenuto nel dpcm 20 febbraio 2019); tale piano prevedeva una serie di stanziamenti di 14,3 miliardi di euro tra il 2018 e il 2030 da desti-

nare ad azioni di mitigazione del rischio idrogeologico (risorse derivanti da una ricognizione complessiva delle risorse nazionali ed europee, destinate, a legislazione vigente, al contrasto al dissesto) ma, allo stesso tempo, di mettere in campo un **approccio sistemico al tema** che contemplasse anche misure emergenziali, preventive, manutentive, organizzative e procedurali, affidate a più amministrazioni centrali e coordinate dalla Presidenza del consiglio dei ministri attraverso specifiche strutture.

In una recente relazione della Corte dei Conti⁴ si sottolinea come già in precedenza una precedente indagine della stessa struttura (del 2019) "*...aveva evidenziato numerose criticità insolite nel meccanismo di funzionamento e di monitoraggio degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, nella governance delle strutture, rilevando, in particolare, l'inefficienza delle misure fino ad allora adottate, testimoniata dalla scarsa capacità di spesa e di realizzazione dei progetti e dalla natura prevalentemente emergenziale degli interventi*".

A distanza di qualche anno e con il Piano ProteggItalia entrato a regime, **le analisi e le conclusioni della Corte dei Conti non si discostano troppo dalla precedente relazione e mettono a nudo tutte le criticità che anche Legambiente ha sottolineato, nel corso dei suoi lavori di approfondimento sul tema, non ultimo il precedente rapporto Cittàclima del 2020.**


A cominciare dal fatto che il Piano "*non ha unificato i criteri e le procedure di spesa; non ha risolto il problema dell'unicità del monitoraggio, né individuato strumenti di pianificazione territoriali efficaci, in grado di attuare una politica di prevenzione e*

4 Gli interventi delle Amministrazioni dello Stato per la mitigazione del rischio idrogeologico – Sezione centrale di controllo sulla gestione delle Amministrazioni dello Stato | Delib. n. 17/2021/G - 18 ottobre 2021

manutenzione". Inoltre viene riportato come **"Permane la lentezza nell'adozione sia dei processi decisionali che di quelli attuativi, spesso condizionati da lunghi processi concertativi nazionali e locali"**.

L'impianto generale dei finanziamenti, in termini di criteri e strumenti - riporta sempre la relazione della Corte dei Conti - **non ha prodotto nella realtà un'accelerazione dell'attuazione degli interventi** e non ha restituito un quadro integrato delle misure finanziate dai Ministeri coinvolti, fatta eccezione per la protezione civile che opera in regime di emergenza.

Una situazione sostanzialmente caotica e di stallo nella gestione di un tema complesso ma che va affrontato con altri strumenti evidentemente, che non siano solo quelli emergenziali.

 **"La capacità progettuale delle Regioni, la carenza di profili tecnici unitamente alla scarsa pianificazione del territorio, restano criticità ancora non risolte"** aggiunge la relazione che continua dicendo come **"Fa riflettere che le numerose strutture di indirizzo e gestionali, nel corso del tempo istituite, non sempre adeguatamente differenziate, (strutture di missione, cabine di regia, segreterie tecniche, task force centrali e regionali, etc) non hanno contribuito fino ad oggi in maniera determinante al necessario "cambio di passo" verso una gestione "ordinaria" ed efficace del contrasto al dissesto"**.

"Nonostante le ingenti risorse pubbliche stanziare nel corso degli ultimi anni, si rinvengono ancora difficoltà nell'attuazione degli interventi contro il dissesto idrogeologico. Lo dimostrano la difficoltà delle Amministrazioni centrali e locali ad utilizzare i fondi stanziati e il continuo aggiornamento delle carte e delle aree a rischio che evidenzia come negli ultimi anni le superfici e/o i Comuni classificati ad elevato rischio idrogeologico siano notevolmente aumentati".

"Dal punto di vista della governance, l'attribuzione della responsabilità dell'attuazione degli interventi ai Commissari straordinari/Presidenti delle Regioni non sembra aver consentito di raggiungere i risultati auspicati, anche a causa della carenza di strutture tecniche dedicate all'attuazione degli interventi. Tuttavia, in molti casi, le strutture commissariali hanno delegato l'attuazione degli interventi ai Comuni beneficiari, le cui difficoltà di esecuzione di interventi complessi in tema di dissesto idrogeologico hanno ridotto l'efficacia delle misure per come erano state concepite".

"Si ribadisce la necessità di superare le gestioni straordinarie e semplificare i processi verso un rientro ad un regime ordinato di competenze, con una programmazione in via ordinaria della gestione del territorio che, oltre a garantire la progettazione e realizzazione degli interventi, sia guidata da una adeguata pianificazione in coerenza con le Direttive 2007/60/CE c.d. "Direttiva alluvioni", e la Direttiva 2000/60/CE (c.d. Direttiva Acque)."

"il rafforzamento delle capacità operative delle Autorità di bacino distrettuale e delle Province (presso le quali istituire un Ufficio specializzato di cui anche i Commissari possano avvalersi)".

"L'analisi dei programmi e delle modalità di attuazione ha anche evidenziato la debolezza del ruolo svolto fin qui dalle Autorità di bacino distrettuali nella filiera decisionale della gestione, programmazione e manutenzione del territorio".

"Il ritardo con il quale le Autorità di bacino distrettuali sono state messe in grado di funzionare rappresenta un vulnus della politica di mitigazione del rischio idrogeologico. Esse rappresentano, infatti, nella filiera decisionale in merito agli interventi necessari, un organismo tecnico, con una visione d'insieme che, se opportunamente potenziato in termini di personale e responsabilizzato in

termini decisionali, potrebbe essere maggiormente incisivo nella gestione, programmazione e manutenzione del territorio. Un organismo in cui i progetti, gli interventi, le misure adottate vengano controllate e certificate lungo tutta la filiera, permettendo di avere una visione programmatica nazionale, una fluidità di manovra superiore ed un punto di riferimento territoriale con funzioni autorizzative e di controllo precise”.

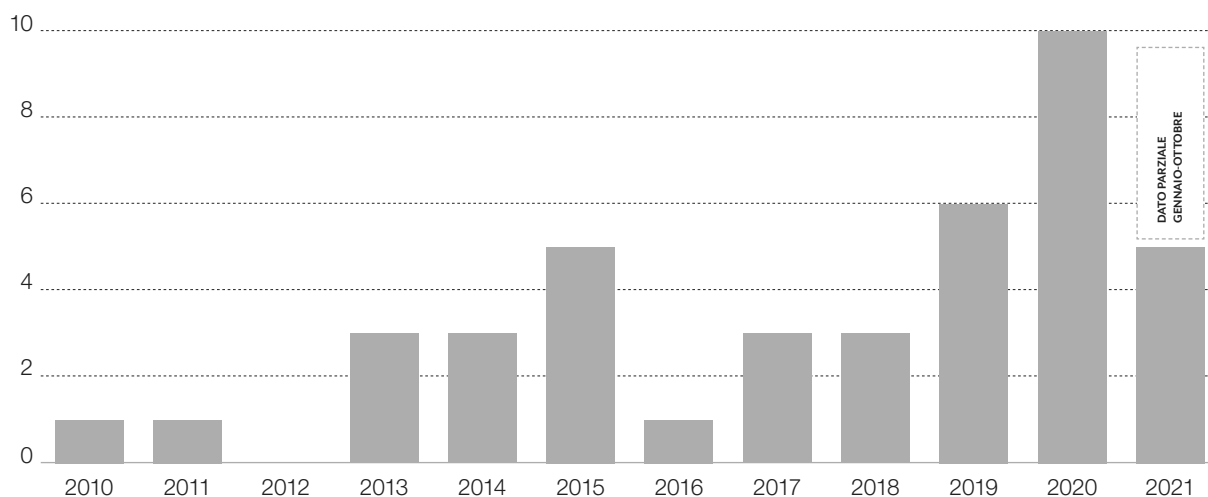
“Il tema della progettazione delle opere è dirimente. La scarsa capacità di spesa è anche conseguenza di progetti spesso non cantierabili, basati su ipotesi progettuali che poi vengono disattese, per cambiamenti di linea politica, per difficoltà autorizzative, per la necessità di adeguare i progetti iniziali approvati ai cambiamenti che hanno, visti i tempi lunghi di avvio, modificato il territorio. Emerge, dall’analisi svol-

ta, il ritardo o l’assenza di una pianificazione territoriale in grado di ispirare costantemente gli interventi a breve, medio e lungo termine, per mettere in sicurezza il paese”.

Non c’è altro da aggiungere alle conclusioni riportate della relazione della Corte dei Conti, che sono condivisibili al 100% e che, al di là delle specificità legate alla gestione delle risorse economiche da parte degli enti competenti, ha centrato in pieno i problemi pratici e di governance che l’Italia fino ad oggi ha fatto finta di non vedere o non è stata in grado di cambiare.

Quante altre alluvioni, frane, vite perse dobbiamo vedere per capire che la ministra riscaldata fin qui portata avanti non è più in grado di fronteggiare una crisi climatica dagli effetti sempre più sconvolgenti?

FRANE DA PIOGGE INTENSE



Fonte: Osservatorio Città Clima, Legambiente 2021



CAPITOLO 3

L'ITALIA DI FRONTE AL NUOVO SCENARIO CLIMATICO

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, frequenza, imprevedibilità nel territorio italiano e in tutto il Mondo. 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 abbiamo bisogno di mettere mano alle politiche che riguardano il territorio italiano attraverso quattro priorità da portare avanti.

1) Approvare subito il Piano di Adattamento climatico

L'Italia è l'unico dei grandi Paesi europei senza un Piano di adattamento ai cambiamenti climatici. 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.

La mancanza di priorità e strategie chiare la si è vista anche nella programmazione delle risorse di Next Generation UE. Sono diversi gli investimenti previsti per la lotta al dissesto idrogeologico che si aggiungono alle risorse

nazionali stanziati 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 mld 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 continua ad 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 riguarda-

no il dissesto idrogeologico. Non uno studio dei processi in corso – come era la Strategia di adattamento adottata nel 2015 – e neanche degli scenari (visto che si dispone già del lavoro di CMCC), ma un vero e proprio strumento di governo che indichi le aree dove intervenire prioritariamente nei prossimi anni perchè sono quelle a maggior rischio.

Alla fine del 2022, per le regole di Next Generation UE, sarà possibile rivedere gli interventi previsti dal Recovery Plan e dovremo arrivare preparati a quell'appuntamento con progetti nelle aree urbane e territoriali più a rischio. Allo stesso modo i fondi strutturali 2021-2027 dovranno essere indirizzati con attenzione, per non sprecarli o utilizzarli per interventi non prioritari da parte delle Regioni. **I dati della European Environment Agency evidenziano come il nostro Paese sia al secondo posto in Europa per impatti idrogeologici subiti**, con oltre 72 miliardi di euro di danni tra il 1980 e il 2019. La Commissione Europea ci chiede da tempo di approvare un efficace Piano di adattamento ai cambiamenti climatici, proprio per la vulnerabilità del territorio, e di dare seguito all'impegno per approvare una legge per fermare il consumo di suolo e di un più efficace utilizzo delle risorse europee e nazionali.

Serviranno idee nuove per affrontare temi così complessi. Un esempio è la scelta del Governo Biden di creare un nuovo ufficio federale per il clima, la salute e l'equità. La scelta è legata alla necessità di concentrare l'attenzione sui rischi per la salute degli impatti climatici legati, ad esempio, alle ondate di calore ed al freddo sulle famiglie che vivono in condizioni di povertà energetica. Anche nel nostro Paese 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 perchè siano progettate tenendo conto dello scenario climatico che ci aspetta. Un esempio che va in questa direzione sono i nuovi "orientamenti tecnici sulla verifica climatica dei progetti infrastrutturali" 2021-2027 approvati a luglio dalla Commissione europea¹. L'obiettivo è di contribuire a integrare le considerazioni climatiche negli investimenti e nello sviluppo di progetti infrastrutturali che spaziano dall'edilizia alle infrastrutture di rete. Ad esempio, prestando particolare attenzione ad edificare in zone che potrebbero risentire dell'innalzamento del livello del mare; analogamente, la tolleranza termica per i binari ferroviari deve tener conto della temperatura massima più elevata secondo le stime anziché dei valori storici. È pertanto essenziale individuare chiaramente e investire di conseguenza in infrastrutture preparate a un futuro a impatto climatico zero e resiliente ai cambiamenti climatici. Anche negli Stati Uniti il Governo ha proposto delle modifiche al National Environmental Policy Act, non solo per far tornare in vigore le tutele ambientali cancellate da Trump ma per stabilite che i progetti più rilevanti di nuove infrastrutture dovranno valutare e considerare l'impatto dei cambiamenti climatici.

Il nostro Paese deve inoltre valorizzare il sistema di competenze di cui dispone su questi temi – CMCC, Ispra, Enea, università – per costruire un sistema di monitoraggio e previsione sempre più aggiornato degli scenari ed in questo modo aiutare anche Regioni e Città Metropolitane ad approvare Piani di adattamento coerenti. Studiare e monitorare gli ecosistemi sarà fondamentale, per capire i pro-

1 Si veda https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_21_3943?s=03

cessi di cambiamento in atto nella biodiversità: dai ghiacciai ai sistemi lagunari, da quelli costieri a quelli urbani, perché sono un indicatore di una situazione in evoluzione e dei rischi.

2) Un programma di finanziamento e intervento per le aree urbane più a rischio

Il monitoraggio di quanto avvenuto dal 2010 ad 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, Ancona, Genova, Napoli, Palermo e Catania le città che più hanno subito danni economici

oltre a morti e feriti, stop alle infrastrutture, e queste situazioni potranno solo peggiorare nei prossimi anni. Per questo serve un programma nazionale per le aree più a rischio, che preveda risorse per finanziare piani urbani di adattamento e per gli interventi prioritari di prevenzione. Altrimenti continueremo a fare la conta dei danni, a spendere risorse per riparare i danni e non a prevenire i disastri. Il “Programma sperimentale di interventi per l’adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano” del Mite, che finanzia interventi nei Comuni con più di 60mila abitanti è un primo passo nella giusta direzione, ma ora serve un passo in avanti individuando le aree urbane prioritarie e introducendo un fondo pluriennale in modo che le città possano



Interventi di recupero naturalistico lungo l'Olona

programmare gli interventi. Sarà fondamentale finanziare anche i piani urbani di adattamento perchè uno stesso fenomeno - da una pioggia violenta ad un'ondata di calore - può provocare impatti diversi in quartieri nella stessa città, a seconda del modo in cui sono costruiti e della realtà sociale e economica che vi abita. Come avviene per i PUMS (i piani urbani di mobilità sostenibile), il Governo deve definire le Linee Guida per elaborare i piani urbani di adattamento e vincolare le risorse all'approvazione di questi, per interventi di messa in sicurezza e manutenzione coerenti con le stesse Linee Guida. 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. Nel Rapporto abbiamo raccolto diverse esperienze di buone pratiche che hanno permesso di comprendere i rischi e di fissare le priorità di intervento, con l'obiettivo di mettere in sicurezza e al contempo riqualificare gli spazi delle città. Gli esempi di 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) Rafforzare il ruolo delle Autorità di Distretto e dei Comuni negli interventi contro il dissesto idrogeologico

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 ed i luoghi da fenomeni sempre più impattanti. Oggi non solo abbiamo un problema di lentezza degli in-

terventi, ma continua a non essere chiaro nè il quadro degli interventi in corso e dei finanziamenti, nè 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". La chiusura della struttura di missione #italiasicura ha reso ancora più difficile capire la regia, i ruoli e le responsabilità dei diversi Enti. Questa situazione deve essere cambiata a partire dall'approvazione del Piano nazionale di adattamento, che dovrà diventare il riferimento per individuare le priorità e mettere da parte i progetti meno urgenti. Oggi abbiamo oltre dieci mila interventi individuati dalle Regioni, di cui non sono chiare utilità ed urgenza. Ma occorre intervenire anche rispetto alla *governance*, perchè oggi è evidentemente troppo lenta ed 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. I problemi riguardano in particolare la progettazione, perchè negli ultimi anni si sono ridotte le competenze tecniche nella Pubblica Amministrazione. Ma è un problema anche la scarsa chiarezza rispetto alle responsabilità di indirizzo e quelle di sostituzione laddove, come spesso capita, gli interventi non vengano portati avanti. Occorre 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). Non possiamo perdere tempo, per i rischi che si corrono nel territorio italiano e perchè abbiamo la possibilità di accedere ai fondi del Recovery Plan che ha però delle scadenze precise per l'affidamento delle risorse e la chiusura dei cantieri. Le esperienze di successo raccontate nel Rapporto raccontano



quanto sia fondamentale da un lato rafforzare le capacità di monitoraggio, di progettazione e di gestione degli appalti nei territori e, dall'altro, di indirizzo e finanziamento da parte del Ministero dell'Ambiente e delle Regioni. La mappatura di 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.

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 coordina-

te, fluide e trasparenti, come le responsabilità, superando la fase dei commissariamenti. Nei prossimi anni i finanziamenti europei e nazionali saranno rilevanti per gli interventi di adattamento al clima e messa in sicurezza dei territori. Per questo la terza priorità è quella **di rafforzare il ruolo di coordinamento e di indirizzo del Ministero della Transizione ecologica, della struttura Casa Italia e delle Regioni** 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.

4) 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

Climate adaptation and risk prevention Italy is heavily affected by climate-related events. According to the European Environment Agency, Italy is the second most affected country in the EU by hydrogeological disasters, extreme weather, droughts and forest fires, with around €65 billion of economic losses and over 20,600 fatalities between 1980 and 2017. However, only 5% of losses were insured (one of the lowest levels in the EU), meaning that either the State, as an insurer of last instance, or the victims had to absorb those losses. Further efforts are needed for a comprehensive climate adaptation strategy. A prompt finalisation and adoption of the National Adaptation Plan is needed, in light of Italy's vulnerability to natural disasters. The assessment of climate risks needs to be taken into account when developing policies. It is therefore important to consider climate change drivers in the National Disaster Risk Assessment. Italy's National Strategy for Disaster Risk Reduction, due in 2020, can be an opportunity for strengthening this integration. Investment in prevention can reduce emergency expenditures, notably for hydrogeological and seismic risks. In 2018, there were 19 incidents of flooding. The population exposed to this risk is higher in the Centre (10.9%) and North (15.6%) than in the South (3.2%) with the exception of landslides (ISTAT, 2019i). In 2019, the Italian government agreed to allocate €315 million to this aim, in addition to increasing flexibility in the use of the national cohesion and development fund. Furthermore, the regions can use the European Regional Development Fund and national funds to address hydrogeological risks, with up to €700 million per year available in 2019- 2021. The Parliament is currently deliberating a law on soil consumption. Strong engagement in climate change mitigation will help Italy reaching SDG 13 – Climate Action.

situazione occorre uscire dal campo delle promesse, della contabilità dei danni e dei morti e intervenire per cambiare le regole di intervento con un patto tra Governo, Regioni e Comuni. Serve approvare una Legge dello Stato che permetta di assumere alcune decisioni ormai non più rinviabili per la messa in sicurezza del territorio e delle persone. Che la situazione sia di estremo pericolo lo dimostrano i dati del Rapporto Ecosistema Rischio di Legambiente, che mettono in evidenza come il 9% delle amministrazioni che ha risposto al questionario abbia dichiarato di aver “tombato” 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. Perché non si deve più puntare ad espellere l'acqua velocemente dalle città attraverso canali interrati, ma piuttosto adattare gli spazi urbani alla nuova situazione climatica, in modo da far filtrare l'acqua nei suoli, trattenerla in serbatoi con l'obiettivo di garantire la sicurezza nei momenti di massime precipitazioni ed averla a disposizione nei momenti di siccità. Serve, infatti, un approccio nuovo che possa offrire risposte più adeguate alle sfide complesse che riguardano gli spazi urbani.

Non è continuando ad intubare o deviare i fiumi, ad alzare argini o asfaltare altre aree urbane che possiamo dare risposta ad equilibri climatici ed ecologici complessi che hanno bisogno di analisi nuove e strategie di adattamento. La sicurezza si garantisce non solo attraverso opere di ingegneria e ulteriori intubamenti, ma



9 e 10 settembre 2017 | Alluvione a Livorno

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 10 OBIETTIVI DEL PROVVEDIMENTO DI LEGGE



1. VIETARE QUALSIASI EDIFICAZIONE NELLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO E IN QUELLE INDIVIDUATE DA ENEA COME AREE DI ESONDAZIONE 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'utiliz-

zo 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 ed impatti. In alcune città europee, inoltre, si stanno già sperimentando e indirizzando le proprie politiche nella direzione della questione climatica in termini di innovazione nella progettazione per interventi di adattamento.

Il 14 aprile 2013 la Commissione Europea ha introdotto un quadro normativo mirato ad 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". Si prevede in particolare 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 ad un passaggio normativo, che porti ad 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.

Lo scorso 10 giugno il Consiglio Europeo ha approvato un aggiornamento della Strategia che mira a migliorare le conoscenze in materia di adattamento ed a favorire lo scambio di 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.



PIANI DI ADATTAMENTO, STRATEGIE E LINEE GUIDA DELLE CITTÀ

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 ed 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 regolamen-

tari, 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 nuo-

ve 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, oltretutto 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 finaliz-



Torino. Interventi di piantumazione nel Parco Stura sud

zate 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 ed 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 Parco 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 Colonnetti, una ludoteca, un bocciodromo ed 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 ulterio-

re 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.

Lo scorso 14 giugno, 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 ed 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 ed 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, ed 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 climateranti 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



Padova

- 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 ed 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 ed attraverso il monitoraggio continuo dei dati climatici e degli impatti degli eventi estremi;
- l'istituzione di un gruppo di lavoro intersettoriale 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 infine 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 ed 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 ad 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 Bologna
- 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



Bologna. Torrente Aposa

- 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 periurbani 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 greening su 10 edifici pubblici
- Interventi 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 ed 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 legate ad integrazione della tematica all'interno dei piani come il Piano urbanistico generale (Pug) o i regolamenti settoriali.

MILANO

La città di Milano ha avviato nel 2015 un percorso di collaborazione all'interno del progetto "100 Resilient Cities" promosso dalla Fondazione Rockefeller, nato proprio per aiutare le città ad adottare politiche che favoriscano la resilienza agli stress ambientali, fisici, economici e sociali che impattano sulla popolazione.

In questo contesto Milano sta già intervenendo con progetti innovativi nei campi dell'housing

sociale, della rigenerazione urbana, della smart city e della prevenzione dai rischi idrogeologici.

Tra le iniziative per contrastare l'effetto isola di calore il Comune di Milano ha previsto un piano di forestazione urbana chiamato "Forestami". Lanciato nel 2018 il progetto punta alla piantagione di 3 milioni di alberi entro il 2030. Un'altra azione su cui Milano intende investire è quella dei "tetti verdi", in modo da assorbire calore e CO₂ ed emettere ossigeno. Oggi in città ci sono 32 milioni di metri quadrati di tetti, dei quali poco meno di 1 milione hanno già almeno una parte sistemata a verde. Secondo le intenzioni del Comune si potrebbe arrivare a coprire fino a 14 milioni di metri quadrati a verde entro il 2030. Nel progetto, è importante sottolineare come i condomini e i privati cittadini coinvolti in prima persona visto che per la loro realizzazione avranno infatti a disposizione sia il bonus fiscale del 50% sia un ulteriore finanziamento comunale che prevede una deduzione fino a 5.000 euro per ogni condòmino.

La Città Metropolitana di Milano è 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 ed 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 a altre aree metropolitane italiane e europee. Il progetto Metro Adapt mira anche a stabilire e promuovere Nature-Based Solutions (soluzioni basate sulla Natura) 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 ed a rendere disponi-



bili 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.

Infine il progetto ClimaMi, giunto all'ultimo anno, 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. I dati riporteranno le caratteristiche di stagionalità, durata, intensità e frequenza delle piogge intense su intervalli sub-orari con lo scopo di supportare la progettazione di opere di drenaggio meteorico in area urbana che riducano l'impatto di tali fenomeni (allagamenti stradali e dei sottopassi). Questo perché, tra i punti di forza del progetto, vi è il dialogo continuo tra i diversi partner e i numerosi portatori di interesse, alla ricerca di un linguaggio e di procedure operative condivisi.

MANCHESTER

Il Manchester Climate Change Framework 2020-25 contiene la strategia della città per affrontare il cambiamento climatico. Si pone lo scopo di impegnare la città ad avere un ruolo chiave nel limitare gli impatti del cambiamento climatico e creare un'area urbana sana, verde e socialmente giusta.

Sono sette le aree di azione individuate e su cui intervenire per raggiungere questi obiettivi:

- Edifici (esistenti e nuovi)
- Energie rinnovabili
- Trasporto (incluso quello aereo)
- Alimentazione

- Rifiuti
- Infrastrutture verdi
- Supporto ed informazione della popolazione locale

Manchester ha adottato un approccio diverso rispetto alla maggior parte delle altre città nel Regno Unito perché non si basa su un unico piano ma sul responsabilizzare i residenti, aziende ed ogni organizzazione della città in modo da attuare i propri impegni e piani d'azione. Il Framework fornisce la struttura generale affinché tutti in città possano "collegare" i loro piani.

Per aiutare le persone e le organizzazioni è stato sviluppato un elenco di 15 azioni che coinvolgono tutti gli stakeholders:

- Impegnarsi ad essere *carbon neutral* entro il 2038 (con obiettivi immediati nei prossimi tre anni di ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 15% ogni anno)
- Misurare e segnalare le proprie emissioni di CO₂ su siti web appositi
- Educare al cambiamento climatico all'interno delle aziende private
- Cambiare alimentazione per ridurre l'impronta ambientale
- Lasciare l'auto a casa, utilizzare i mezzi pubblici e la mobilità sostenibile
- Utilizzare il treno per viaggi nazionali o internazionali relativamente brevi, considerare le opzioni di vacanza nel Regno Unito, eliminare i voli per motivi lavorativi non necessari ed utilizzare video e teleconferenza.
- Ridurre, riutilizzare, riciclare (inclusi vestiti, tecnologia, arredamento domestico e d'ufficio)
- Incrementare la produzione di energie rinnovabili di generazione locale e passare ad un fornitore di energia green.
- Effettuare retrofitting di edifici esistenti, migliorandone l'isolamento.
- Creare spazi verdi in funzione delle caratteri-



- stiche naturali ed antropiche delle aree.
- Preservare la risorsa idrica riducendone l'utilizzo.
 - Garantire che le nuove edificazioni siano a zero emissioni dal 2028.
 - Scegliere con chi effettuare operazioni bancarie optando per quelle che investono green.
 - Condividere le conoscenze ed esperienze con amici, familiari, compagni di classe e la comunità.
 - Scrivere proposte a politici locali e nazionali che aiuteranno a garantire che Manchester raggiunga i suoi obiettivi sul cambiamento climatico.

Il lavoro punta quindi a coinvolgere e responsabilizzare i residenti e le aziende di Manchester ad agire, insieme agli organi decisionali quali il Manchester Climate Change Partnership, il Comune, l'amministrazione dell'Area Metropolitana, il governo nazionale. Sono prodotti rapporti annuali sui progressi delle iniziative che evidenziano l'impatto, la tipologia e la frequenza degli eventi estremi a livello locale nel corso degli anni.

GLASGOW

La più grande città scozzese, che poche settimane fa ha ospitato la COP26, ha stabilito obiettivi ambiziosi proprio in relazione alla gestione dell'acqua, e del fiume Clyde, in maniera sostenibile. Entro il 2020 in Scozia dovevano essere tagliate le emissioni climalteranti del 42%, come previsto anche dal Piano Clima di Glasgow. I risultati parlano di un taglio vicino al 46% ma il nuovo obiettivo, previsto dal Parlamento scozzese e molto più stringente rispetto a quello dell'UE, prevede una riduzione per il 2050 dell'80%..

In particolare si sta puntando all'ammodernamento del ciclo dell'acqua con misure per il contenimento degli eventi meteorologici, attra-

verso la realizzazione di un piano di drenaggio delle acque superficiali che usi le aree verdi. Tutto il sistema fognario, di depurazione e di distribuzione è sottoposto da anni ad ammodernamento; dal 2006 al 2010 le perdite sono state diminuite di un terzo. A Glasgow, inoltre, non mancano i siti di orti urbani per i cittadini, mentre l'educazione alla sostenibilità, coinvolge oltre trecento scuole. Anche l'efficienza energetica fa parte degli obiettivi, per questo motivo la città vuole diventare un esempio realizzando una rete elettrica intelligente, in questo modo sarà possibile interscambiare consumo e produzione, anche dei piccoli impianti, e scegliere gli orari migliori in cui acquistare energia. Una parte del proprio calore dovrebbe arrivare dal recupero di biogas, ottenuto dagli impianti di compostaggio dei rifiuti organici e poi distribuito attraverso reti di teleriscaldamento. In generale tutto il settore della raccolta differenziata è in miglioramento, così come quello dei trasporti. Qui oltre alla ristrutturazione della metropolitana è in corso la realizzazione di una rete di autobus veloci a grande capienza che viaggiano in sede riservata.



Glasgow e la rigenerazione lungo il fiume Clyde

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 ed 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 ad 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.

L'AIA

L’Aia sta affrontando la lotta ai cambiamenti climatici con obiettivi tra i più ambiziosi al Mondo e prevede di essere *carbon neutral* entro il 2030, in anticipo rispetto a quello nazionale che prevede di raggiungere lo stesso obiettivo entro il 2050. Di fatto la città mira



Copenhagen. Enghaveparken

ad ottenere il 40% del suo consumo di energia da fonti rinnovabili distribuite in tutta la città e prevede di approvvigionare il rimanente 60% dalla produzione di energia rinnovabile tramite la rete nazionale grazie ad un accordo che prevede l'acquisto da parte della città solo di energia rinnovabile al 100%.

Tra i vari esempi, L'Aia ha investito in energia eolica *offshore* per fornire di energia elettrica 8.000 famiglie, sta conducendo studi di fattibilità per esplorare lo sfruttamento di energia geotermica e sta lavorando a stretto contatto con le associazioni dei residenti per passare ad abitazioni prive di gas. Il governo comunale sta inoltre incoraggiando attivamente i residenti a installare i propri pannelli solari, fornendo anche sussidi alle scuole per farlo.

Mentre la città si sta rivoluzionando in tema energetico, sta anche considerando i rischi idrici. Con la previsione che la popolazione de L'Aja aumenterà di oltre 30.000 entro il 2022, la domanda di alloggi aumenterà di pari passo, il che contribuirà ad aumentare lo stress idrico. La qualità dell'acqua è una seria preoccupazione per la città, a causa di diserbanti e pesticidi difficili da rimuovere dall'agricoltura e dagli ormoni nell'acqua potabile. In risposta alla scarsità d'acqua, la città vuole diversificare l'approvvigionamento idrico della città e sta cercando una terza fonte di acqua dolce a fianco dell'attuale utilizzo di acque sotterranee e superficiali dal fiume Mosa.

Ma con 11 km di costa lungo il Mare del Nord, L'Aia non può sfuggire alla minaccia dell'innalzamento del livello del mare. Dal 2016 fa parte del programma "100 Resilient Cities" e come parte del programma, la città ha mappato la sua vulnerabilità alle inondazioni costiere ed ha dimostrato come in caso di alluvione, grandi tratti della città potrebbero finire sott'acqua fino ad una profondità di 2,5 metri. Il livello del mare sta aumentando ogni anno, e quindi la città sta lavorando duramente per sviluppare nuove

tecnologie per proteggere le infrastrutture, le imprese e, soprattutto, la vita dei nostri cittadini. Nella località balneare di Scheveningen è stato realizzato un nuovo viale multiuso con l'obiettivo di migliorare l'aspetto del lungomare e proteggere la città dalle inondazioni. Invisibile al cittadino medio, una diga lunga un chilometro si trova sotto il viale, offrendo un ulteriore livello di protezione. Un'altra soluzione sorprendente è il "motore a sabbia" della città, che è in funzione a Ter Heijde, a sud di L'Aia. Ciò rafforza la costa depositando e reintegrando la sabbia su una penisola a forma di gancio, misurando 2 km di larghezza e allungando 1 km verso il mare. La città si avvale anche di pavimentazioni verdi che integrano cemento ed erba in una struttura a nido d'ape e favoriscono il drenaggio. I tetti verdi e gli spazi verdi di Zuiderpark e Slachthuisplein sono un altro modo in cui la città sta aumentando il drenaggio dell'acqua piovana e la cattura di anidride carbonica.



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 ad 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 poichè la presenza 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 vent'anni e lavora a questo obiettivo di convivenza con le acque ed 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 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 circostante 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



Madrid. Parco sul Manzanares

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.

BARCELLONA

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, infatti, (fiumi, spiagge, ecosistemi terrestri, rifiuti, ecc.) 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 ad un costo stimato ed 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.



LE MISURE ANTIALLUVIONE E DI RIPRISTINO AMBIENTALE

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 ed 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 stra-

tegicamente rilevanti tra quelle realizzate lungo l'asta del fiume Arno, sia per il volume invasabile, sia per la sua estensione e localizzazione, in prossimità di centri abitati. Il lago Roffia, tra l'altro, viene utilizzato per ospitare competizioni, nazionali ed internazionali, di canottaggio e canoa polo.

Il monitoraggio del rischio idraulico ed 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



Bacino di ritenzione Roffia a San Miniato (PI)

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 autoprotezione per

la salvaguardia delle persone e dei beni esposti.

Il 24 settembre scorso, il Consiglio Comunale di Lecce ha approvato 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 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.



Carta della Resilienza dall'Atlante cartografico geologico tratto Torre Rinalda



Lecce, erosione a Torre Chianca



Semafori anti-allagamento

Un contributo limitato, ma comunque importante, è portato dall'installazione di semafori anti-allagamento in prossimità di sottopassaggi stradali. Già nel 2016, a Pontedera (PI), vennero terminati i lavori per l'installazione di semafori vicino tutti i sottopassaggi, in modo da segnalarne l'inagibilità in caso di allagamento. L'intensificarsi delle precipitazioni negli ultimi anni aveva portato più volte alcune zone di Pontedera sott'acqua, rendendo inagibili i sottopassi ed alcune vie della città.

Sempre nel 2016 un semaforo anti-allagamento è stato installato a Pescara nel sottopasso di viale Europa, che entra in funzione solo se l'acqua nel sottopasso raggiunge un livello di 35 centimetri. Poi, nel 2019, il Comune di Carmagnola (TO) ha installato tre semafori luminosi, per avvertire gli automobilisti di non percorrere i tre sottopassaggi cittadini in caso di allagamento; a Rimini il nuovo dispositivo di prevenzione è stato installato presso il sottopasso di via Tripoli.

Nel corso del 2020 un sistema simile è stato

installato anche ad Alba (CN). Si tratta di un impianto di segnalazione ottica lampeggiante costituito da pannelli luminosi di pre segnalazione collocati sui lati delle corsie di marcia a circa 60 metri dall'ingresso del sottopasso interessato. Anche ad Arezzo proseguono le installazioni dei semafori contro il rischio di allagamenti nei sottovia cittadini. La terza installazione, dopo via Arno e via Vittorio Veneto, è in via Fratelli Lebole, una strada di scorrimento più volte tagliata in due proprio dall'acqua durante i temporali. I semafori sono collegati con la centrale operativa della Polizia Municipale in modo da poter attivare il sistema anche da remoto.

Nel corso del 2021 il Comune di Moncalieri (TO) ha deciso di installare due nuovi impianti di segnalazione allagamento nei sottopassi ferroviari di Strada Brandina e di Strada Tiro a Segno, al fine di prevenire potenziali situazioni di pericolo.

Un nuovo sistema semaforico di allerta anche a Castellanza (VA) per il sottopasso di viale Borri e a Firenze, dove il sistema di sensori che fanno scattare in automatico un'allerta se i

sottopassi risultano allagati dall'acqua durante i nubifragi, è stato installato in 34 sottopassi in tutto.

Un nuovo sistema è stato poi attivato a Milano nel quartiere Comasina. Qui è stato potenziato il sistema di gestione, raccolta e sistemazione delle acque piovane del sottopasso veicolare di viale Rubicone, molto spesso chiuso in seguito ad allagamenti.

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 ed 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 esperienze di successo vi è il fiume Ondaine a **Chambon Feugerolles**, nelle vicinanze di St. Etienne, in Francia. Qui il fiume è stato costretto ad 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 a seguito di 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.

Più recentemente ad **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 ed il cemento, consentendo collegamenti con una pleora di importanti funzioni urbane ed ambientali.

Infine anche per il fiume Emscher, nella **Ruhr** in Germania, è scattata l'ora della riapertura e della trasformazione ecologica e socio-economica. 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 ed 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 ed 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.

Un esempio di intervento che permetterà di evitare nuovi allagamenti è quello di **Bovolen-**



ta (PD). Nello specifico la frazione di Brusadure era soggetta a frequenti allagamenti a causa delle intense piogge. Per questo motivo è stato attuato l'intervento di ricalibratura dell'affluente dello scolo Schilla, chiamato Cà Molin, con l'allargamento e l'abbassamento del fondo e la sostituzione di tratti di tubazioni. L'intervento è costato 100 mila euro, garantirà l'approvvigionamento idrico che permetterà di servire i terreni agricoli circostanti.

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 ed 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 ed 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 ad 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 au-



Interventi di recupero naturalistico nell'area umida lungo l'Olona

- toctone da 60 alunni dell'Istituto Comprensivo Fabrizio De André di Rho ed 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'Olonza 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.

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 ad un sistema di casse di espansione, esteso per oltre 18 ettari, è stato adattato ai crescenti rischi di alluvione, tutelando al tempo stesso gli aspetti



Parco del Mensola a Firenze

naturalistici.

I lavori, per un costo totale di 11,7 milioni di euro, hanno incluso un percorso ciclopedonale ininterrotto, integrato nel paesaggio tipico toscano, ed 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 ed in particolare lungo gli argini, 650 nuovi alberi.

Quattro invasi contro gli allagamenti nei Colli Euganei

Approvato il progetto del Consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta che prevede la costruzione di quattro grandi bacini di laminazione nei comuni di Saccolongo, Abano Terme, Rovolon e Teolo, e Torreglia, in provincia di Padova. I lavori consentiranno di migliorare il deflusso d'acqua dei corsi in caso di piena e di ridurre il rischio di allagamento di Montegrotto Terme. In questo comune, infatti, confluiscono gli scoli del bacino idrografico dei Colli Euganei.

I quattro invasi saranno realizzati lungo lo scolo Bolzan a Saccolongo, alla confluenza Bolzan-Menona (con un impianto idrovoro), lungo lo scolo Rialto a monte della sezione di Tre Ponti e nel comune di Torreglia.

70 cave dismesse da convertire in bacini idrici in Lombardia

Nella regione Lombardia si trovano oltre 3mila cave dismesse, siti con caratteristiche ed età diverse, ma che possono rappresentare una risorsa anche nell'ambito dell'adattamento al clima.

Lo scorso 4 marzo ANBI Lombardia (Associazione regionale consorzi gestione e tutela del territorio e delle acque) ha presentato i risultati del lavoro svolto, in collaborazione con Regione Lombardia, in merito all'individuazione di potenziali cave dismesse riconvertibili come serbatoi ai fini della laminazione delle piene e di riserva idrica per l'irrigazione.

L'analisi è partita da una prima fase di definizione delle aree che mostrano una frequente scarsità idrica e delle aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali. Successivamente sono state individuate i siti estrattivi dismessi idonei per la raccolta e lo stoccaggio delle acque meteoriche o di laminazione.

Su un totale di 70 sono 18 quelle classificate di prioritaria importanza per le loro caratteristiche tecniche e la loro localizzazione. Sono state, inoltre, prese in considerazione ulteriori 54 cave che sono attualmente in attività, ma che potrebbero essere di interesse per una futura conversione.

I risultati dello studio sono consultabili attraverso una mappa interattiva sul sito: <http://cedater.anbilombardia.it/cave>

Una delle cave individuate si trova a Castrezzato (BS) e la conversione è già in fase di progettazione esecutiva da parte del Consorzio di bonifica Oglio Mella, con l'intervento già finanziato.

L'innovativo sistema di fitodepurazione a Gorla Maggiore (VA)

A Gorla Maggiore (VA) è stato realizzato un sistema di fitodepurazione che ha integrato diversi servizi ecosistemici nel nuovo "Parco dell'Acqua" e che è servito per ottenere un miglioramento della qualità delle acque del fiume Olona, una laminazione delle acque per ridurre il rischio di allagamenti a valle, un'area ricreativa e l'aumento della biodiversità.

L'intervento rappresenta il primo esempio realizzato in Italia su uno sfioratore fognario di rete mista mediante sistemi di fitodepurazione.

Individuato come sito pilota nel corso di uno studio condotto dall'Autorità di bacino del fiume PO sull'applicabilità di sistemi naturali agli sfiori di rete mista, è stato realizzato nel 2011-2012 in parte su finanziamento della Regione Lombardia, in parte con fondi Cariplo, ed inaugurato nel 2013.



Il Parco dell'acqua tra Gorla e Fagnano, fitodepurazione

L'intervento ha consentito da un lato di risolvere gli impatti dello sfioratore sul Fiume Olona, sia in termini di qualità che di picchi idraulici, dall'altro ha offerto l'opportunità di creare una nuova area fluviale fruibile per la popolazione, dove i sistemi naturali e di controllo idraulico sono inseriti armonicamente.

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 ed architettonica, razionalizzando l'uso delle risorse idriche.

La vasca anti allagamento a Triuggio (MB)

Anche a Triuggio (MB) è stato approvato il progetto per realizzare una innovativa vasca volano dalla doppia funzionalità: anti allagamento ed anti spreco idrico.

Uno degli obiettivi è quello di proteggere via Pascoli da futuri allagamenti, grazie al bacino di laminazione che avrà lo scopo di incamerare gli ingenti quantitativi d'acqua durante i fenomeni

meteorici più intensi per poi rilasciarli gradualmente attraverso un sistema di sollevamento.

L'invaso, completamente interrato, si collocherà in un'area di proprietà comunale ed avrà una capienza di 197 metri cubi. L'acqua potrà anche essere riutilizzata per irrorare l'erba del vicino centro della Polisportiva Triuggese.

Interventi per la protezione dalle inondazioni in Belgio

Hedwige e Prosper Polders sono aree sotto il livello del mare e bonificati in passato, che si trovano nei pressi dell'estuario della Schelda, vicino Anversa. Le mareggiate minacciano da anni e sempre più frequentemente la costa delle Fiandre, inclusa la seconda belga per popolazione.

Il progetto Hedwige-Prosper Polder fa parte del più ampio "Piano Sigma", ideato per rafforzare le dighe e le pareti delle banchine e aprire aree che possono essere inondate per proteggere la terra lungo l'estuario della Schelda. Il progetto mira, inoltre, a rimuovere le difese esterne dei due polder e riaprire queste aree alle maree. Questo processo comporta lo spostamento della protezione della diga verso l'interno per fornire spazio all'acqua durante le maree. Le nuove dighe costruite nell'entroterra forniranno protezione dalle inondazioni per l'entroterra pianeggiante ed un sistema di ruscelli sarà scavato nei *polder* per simulare la zona



Hedwige Prosper Polder project

umida naturale. Questo progetto, che interessa 465 ettari, combinato con l'adiacente area umida di Saeftinghe, creerà un'ampia area intertidale salmastra di circa 4.100 ettari, con la conclusione dei lavori principali prevista per fine 2021.

Altri potenziali benefici del progetto includono una migliore qualità dell'acqua (le paludi contribuiranno alla capacità di autopulizia dell'estuario), un aumento delle zone umide naturali e maggiori opportunità ricreative.

Agroforestazione a Montpellier

Il settore agricolo delle aree circostanti Montpellier, nel sud ovest della Francia, è molto vulnerabile all'aumento delle temperature ed alle siccità più frequenti associate ai cambiamenti climatici. Nell'ambito del progetto SAFE, un programma nazionale francese sta installando mezzo milione di ettari di infrastrutture verdi implementate nel settore agricolo.

In questo modo viene trasformato un sistema di monocoltura omogeneo in un approccio agricolo eterogeneo, in cui viene coltivata una miscela di alberi e colture. L'agroforestazione è più resistente agli effetti del cambiamento climatico, poiché gli alberi forniscono riparo alle colture e riducono i danni dovuti alle alte temperature primaverili.

La ricerca ha mostrato un aumento della produttività del 40%. Per fare un esempio, con 1 ettaro di campo misto tra noci e frumento si produce la stessa quantità che con 1,4 ettari di monocoltura. Una conseguenza è il ritorno economico per gli agricoltori, ma anche il miglioramento della qualità del suolo e dell'acqua, la ridotta erosione dei terreni e la prevenzione da allagamenti. Fondamentale poi l'impatto positivo sulla biodiversità e sui relativi servizi ecosistemici, come l'impollinazione ed il controllo naturale dei parassiti.

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 ed 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 sono partiti 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, ad 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-commerce ed un nuovo centro commerciale. L'operazione Kasukabe rimane una parte critica delle difese di Tokyo.



GLI SPAZI PUBBLICI

Ravenna - Ex Caserma Dante Alighieri

Alla base del progetto Ravenna Rigenera vi è la riqualificazione urbana e prevede interventi ed azioni finalizzate ad elevare la qualità insediativa ed ambientale della città attraverso la qualificazione dei servizi, l'incremento quantitativo e qualitativo degli spazi pubblici, il benessere ambientale e lo sviluppo della mobilità sostenibile, l'incremento della resilienza del sistema abitativo rispetto ai cambiamenti climatici.

Nello specifico, la rigenerazione dell'ex Caserma militare rappresenta l'intervento principale della strategia perché, con la sua destinazione a parco, giardino e orto pubblico, consentirà di diminuire l'effetto isola di calore e di trattenere l'acqua piovana in caso di eventi estremi. Il progetto, le cui prime fasi sono iniziate nell'arco dell'estate 2020, prevede di migliorare la permeabilità dei suoli, favorire il riequilibrio ecologico e la ricostituzione di un miglior habitat naturale con un'importante opera di desigillatura di circa 10.000 mq di piazzali in cemento. Consente inoltre di migliorare le caratteristiche meteo-climatiche locali e mitigare le isole di calore e la termoregolazione degli insediamenti urbani, grazie alla realizzazione di un'ampia superficie a verde. Va sottolineato il coinvolgimento del Liceo Classico, la cui succursale si trova in adiacenza al perimetro dell'ex Caserma Dante Alighieri, che potrà usufruire di uno spazio dell'area recuperata in cui svolgere attività didattica.

Tutta l'area sarà illuminata con apparecchi a LED, punti luce o proiettori differenziati a seconda del loro posizionamento nelle varie zone del parco.

L'area dovrebbe vedere la conclusione degli interventi per la fine del 2021. Il progetto è cofinanziato dal Comune di Ravenna e dalla Regio-

ne Emilia-Romagna (tramite MIT) e dal Fondo Sviluppo e Coesione Infrastrutture 2014- 2020, per un totale di 3 milioni di euro.

Modena - Piazza Roma

Il progetto per la manutenzione straordinaria di Piazza Roma a Modena è diventato l'occasione per realizzare un progetto di adattamento al clima. L'obiettivo di partenza era liberare la bellissima piazza su cui si affaccia il seicentesco Palazzo Ducale da un grande parcheggio di automobili con pavimentazione in asfalto. L'intervento ha puntato a pedonalizzare l'area prevedendo la creazione di un velo d'acqua sul piano della vasca a sfioro, cioè a filo con la pavimentazione (di 172 mq), ricavato tra le due liste di pietra della pavimentazione centrale. Con la stessa soluzione tecnica si forma un velo d'acqua longitudinale in due parti separate da un camminatoio in pietra.

Inoltre il velo d'acqua è una vasca di laminazione che riproduce in superficie un tratto del sottostante canale Naviglio, richiamando la presenza dell'acqua dei canali coperti all'epoca della formazione della piazza, rivisitata in chiave moderna e funzionale. Due fontane con nove getti d'acqua modulabili e luminosi per ciascuna, si pongono come quinte laterali al corpo centrale del Palazzo Ducale. Le superfici occupate dalle fontane e bagnate dall'acqua sono pavimentate in pietra, semplicemente delimitate da feritoie. L'insieme di questi interventi permette di ridurre di molto la temperatura che nella piazza si aveva con le auto e l'impermeabilizzazione in asfalto, con effetti positivi per i cittadini che hanno già dimostrato di apprezzare l'intervento frequentando numerosi il nuovo spazio pedonale.



Milano - Piazza Gae Laurenti

La piazza, dedicata ad un architetto e designer italiana, è stata premiata dal Landscape Institute come una delle piazze più belle del mondo anche in termini di innovazione e tutela ambientale. Punto di snodo tra la parte storica e quella più nuova della città di Milano, costituisce il cuore di uno degli interventi di riqualificazione più grandi d'Europa. Ottanta metri di diametro, lastricata in ardesia, è circondata da due livelli di pensiline in ferro, legno e vetro costruite secondo principi di eco-sostenibilità, ricoperte di pannelli fotovoltaici che forniscono energia alle tre torri circostanti. In più è coperta da un velo d'acqua con tre fontane circolari, profonde appena pochi centimetri che convogliano l'acqua nelle ampie aperture di collegamento con i garage, creando una cascatina su gradini illuminati. Anche se la riqualificazione non era certo finalizzata ad un approccio sensibile al clima, lo spazio delle fontane lo è diventato spontaneamente. Si avverte infatti una differenza di microclima con lo spazio circostante di circa 9 gradi, essenziale per combattere le ondate di calore e per i cittadini soprattutto nei periodi più caldi dell'anno. Si tratta, dunque, di una vera e propria innovazione per Milano che, oltre ad essere rappresentativa di un rinnovato approccio architettonico e paesaggistico, offre ora l'opportunità di riqualificazione delle aree attigue in un quadro generale di trasformazione.



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 i 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 di inquinamento ambientale e acustico, ed 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 esem-

NO SUN NO PARK

Una nuova campagna chiamata "No sun no park" è stata avviata negli scorsi mesi da Legambiente Emilia-Romagna. L'intento è quello di trasformare i parcheggi urbani in risorse utili per il clima, aumentando i livelli di permeabilità grazie ad azioni di depavimentazione e di piantumazione di alberi, oltre all'installazione di pannelli fotovoltaici per un potenziale di circa 190 MW che soddisferebbero il fabbisogno energetico di oltre 50mila famiglie.

Da sottolineare il fatto che le stime si riferiscono solo ai 20 parcheggi che sono stati censiti a titolo esemplificativo per tutta la regione, dimostrando la potenzialità dell'impiego di questa tipologia di aree. Sono, infatti, stati censiti 800.000 mq di parcheggi nella sola regione, che contribuiscono in modo drammatico al surriscaldamento urbano. Oltre a contribuire negativamente sul effetto "isola di calore" d'estate, con ricadute per i cittadini, d'inverno possono peggiorare il rischio idrogeologico nelle città, aumentando il pericolo di allagamento in occasione di forti piogge.



Rigenerazione degli Champs-Élysées a Parigi



Barcelona, Passeig-Sant-Joan

pio 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 ed 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 potenziale 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.

Barcelona - Passeig de St Joan

Il caso-studio del progetto del Passeig De St Joan di Barcellona sviluppato dall’architetto

Lola Domènech si pone l’obiettivo di creare un nuovo spazio urbano verde di connessione con il parco della Ciutadella. Per il grande boulevard, largo 50 metri, è stato aumentato lo spazio per il pedone, creando zone di sosta riparate dalla vegetazione e aree per il gioco. La nuova strada pedonale, che aggiunge 11 metri ai 6 esistenti, per un totale di 17 metri, accoglie ora due filari di alberi su entrambi i lati e, dove necessario, una terza fila è posta al centro tra i due, garantendo l’ombra necessaria per mitigare le alte temperature. L’uso della vegetazione all’interno delle città è una delle soluzioni maggiormente adottate, e globalmente condivise dalla comunità scientifica per il contributo che queste possono garantire al miglioramento del microclima urbano. Durante i periodi estivi, questa riduzione si aggira al 70-90% a seconda del tipo di albero e di grandezza della chioma.

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 mi-



tigazione 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 affron-

tare 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 Zabalgaña 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 ed 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 Copenhagen. La restante acqua



Vitoria-Gasteiz, Infrastrutture urbane verdi

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 ed 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 ad 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 ed 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.

Jena - Inselplatz

Jena, in Germania, è una città che per la sua specifica posizione geografica, è esposta a diversi rischi legati ai cambiamenti climatici, in particolare alle ondate di calore. Le proiezioni climatiche per Jena, infatti, prevedono un aumento sostanziale di questo rischio in futuro. Nell'ambito di "JenKAS - Jena Climate Adaptation Strategy", tra il 2009 e il 2012 è stato sviluppato un concetto per adattare la città agli impatti dei cambiamenti climatici.

La riqualificazione dell'Inselplatz - una piazza interna di 3 ettari utilizzata principalmente come parcheggio - in un nuovo campus dell'U-

niversità Friedrich Schiller è stato uno dei primi interventi pratici per i quali è stato applicato l'approccio JenKAS. Nell'ambito del processo di pianificazione sono state condotte valutazioni economiche per determinare il pacchetto di misure di adattamento più idoneo per ridurre il rischio termico locale e per migliorare il clima locale di questa specifica area in una prospettiva di medio e lungo termine.

La proposta che ha ricevuto il via libera per la trasformazione dell'area grigia consiste nel conservare i 14 alberi esistenti e piantarne 31 di nuovi, utilizzare pavimentazioni chiare per l'intera area, sviluppare l'inverdimento del tetto di nuove coperture piane (30% tetto-ghiaia e 70% tetto verde estensivo), costruire un vaso artificiale di 80 m².

La fase di analisi e progettazione della riqualificazione dell'Inselplatz è avvenuta nel periodo 2012-2017. La fase realizzativa è iniziata nel 2018, mentre tutti gli edifici dovrebbero essere commissionati entro il 2023.

Amburgo - Niederhafen

Lungo il fiume Elba, ad Amburgo, la passeggiata di 625 metri è già diventata parte integrante della vita sociale della città ed 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 anti-alluvione nei punti in cui le strade dei quartieri adiacenti incontrano la struttura. Piste ciclabili dedicate, a livello della strada, percorrono la lunghezza della barriera anti-allagamento. 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 ed offre un'ampia visuale a valle di tutte le attività di navigazione sul fiume, mentre ad 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 affaccia il Metropol Parasol di Siviglia, progetto vincitore 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 ed 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 poliuretanica. La costruzione, progettata per resistere a temperature elevate e ad ogni sorta di agente atmosferico, è stata definita come l'opera strutturale in legno più grande al mondo.

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



Shanghai, nuovo parco sul sito dell'ex aeroporto Longhua

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 ed 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 ed ultimato nel 2017, si poneva come obiettivo quello di ripristinare la resilienza alla ritenzione delle inondazioni ed 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 ed un'attenta ripiantagione di alberi locali, arbusti e piante acquatiche ha permesso di ripristinare rifugi e habitat per la vita acquatica, anfibi ed 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 ad 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 ad 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 ad 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 ed 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 ed 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 ed aiutano a ridurre sensibilmente i costi energetici dell'Università.

Città del Messico - La Via Verde

Il progetto della "Via Verde" si è posto l'obiettivo di trasformare il grigio di Città del Messico in verde attraverso la costruzione di giardini verticali sui pilastri lungo l'autostrada Periférico, che circonda la città centrale. L'idea della Via Verde è nata nel 2016, quando l'architetto Fernando Ortiz Monasterio, della ditta Verde Vertical, ha lanciato una petizione su Change.org per valutare il sostegno pubblico. La petizione delineava obiettivi specifici: promettendo di "produrre abbastanza ossigeno per oltre 25.000 residenti, filtrare più di 27.000 tonnellate di emissioni di gas inquinanti ogni anno, catturare più di 5.000 kg di polvere ed oltre 10.000 kg di metalli pesanti".

La costruzione di inverdimento delle 1.000 colonne di cemento è iniziata nella seconda parte del 2016. Ogni colonna dispone di sensori che comunicano in tempo reale le condizioni ambientali di acqua, luce, temperatura e nutrienti. Questo consente di sapere a distanza, tramite internet, di cosa ha bisogno ogni pianta. Ogni pilastro, inoltre, ha il proprio sistema di irrigazione che può essere attivato da remoto, assicurando che tutte le piante ricevano la quantità di acqua e nutrienti di cui hanno bisogno su base giornaliera. Il successo e la popolarità di queste installazioni ha attirato l'attenzione di altre aree metropolitane in Messico (Guadalajara, Monterrey e Puebla) che inizieranno una serie di progetti simili, ma anche negli Stati Uniti, Sud America ed Europa.

Medellin - I corridoi verdi

Una città che sotto tutti i punti di vista sta cambiando radicalmente è Medellin, in Colom-



bia, da dove arriva il successo di una soluzione relativamente semplice ed economica per contrastare il calore crescente nelle città. L'idea si basa sulla diffusione strategica del verde pubblico nell'area urbana per mitigare le conseguenze del surriscaldamento globale.

Nota ai più per il cartello della droga che porta il suo nome, Medellin è soprattutto il centro della maggior parte degli uffici politici della Colombia e conta 2,5 milioni di abitanti. Per dare loro sollievo di fronte all'innalzamento delle temperature, il Comune ha puntato sul progetto Green Corridors. Una soluzione che riesce a garantire contemporaneamente benessere umano e benefici per la biodiversità. Si tratta in tutto di ben 30 corridoi verdi urbani, principalmente concentrati nelle aree in cui in precedenti

za mancavano spazi verdi e con questo intervento la temperatura media è stata diminuita di oltre 2°C. Un'azione studiata per le conseguenze benefiche collettive come un minor impiego dei condizionatori d'aria, tra i grandi imputati per il consumo di energia elettrica e l'emissione di gas serra.

Molto importante anche l'aspetto sociale: 75 cittadini provenienti da ambienti svantaggiati sono stati formati per diventare giardinieri cittadini e tecnici delle piantagioni. Hanno aiutato in questo modo a piantare 8.800 alberi e palme nei 30 corridoi che coprono 65 ettari. In una delle vie più trafficate della città, sono stati piantati 596 palme e alberi, oltre a più di 90.000 specie di piante minori.

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 dell'ecosostenibilità. 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 pio-



Ecovillaggio Montale, Modena

vana per l'irrigazione ed 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 ad 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 ed 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, agli ombreggiamenti ed 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 raffreddamento 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 trattate in area e convogliate in falda per es-



Cohousing a Villorba (TV)

sere utilizzate al momento più opportuno.

L'innovativo quartiere di co-housing a Villorba (TV)

L'Ecoquartiere "Quattro Passi" a Villorba (TV) rappresenta un'esperienza di co-housing attento ai valori sociali e al rispetto dell'ambiente. Il progetto, realizzato da TAMassociati in collaborazione con Ecodomus di Mestre, nasce nell'ambito della Fiera "Quattro Passi" sul tema delle buone pratiche che la Cooperativa Pace e Sviluppo organizza ogni anno nel territorio trevigiano. Durante la fiera sono state raccolte le adesioni delle famiglie potenzialmente interessate, che hanno dato vita a degli incontri di presentazione e di approfondimento del progetto.

Il terreno è stato acquistato nel comune di Villorba, un lotto di circa 7.000 mq nel quale sono state costruite 8 abitazioni indipendenti e uno spazio condiviso di circa 80 mq.

Le abitazioni sono di circa 100 mq ciascuna e non hanno recinzioni o separazioni le une dalle altre, nello spirito di condivisione anche dello spazio verde; fondamentale l'esposizione a sud, per lo sfruttamento dell'energia solare. L'involucro edilizio mostra elevati livelli di isolamento termico, contribuendo a far ricadere le abitazioni in classe energetica A. Non sono stati utilizzati isolanti aggiuntivi mentre tutti i materiali sono conformi ai parametri della bioedilizia. A questo si aggiungono l'impianto fotovoltaico, quello solare termico e l'uso di biomasse locali per produrre energia e per il riscaldamento.

Stessa attenzione è stata data all'isolamento acustico, alle proprietà di traspirabilità ed inerzia termica per garantire un eccellente comfort abitativo.

Lo spazio della "casa comune", situato all'ingresso del quartiere, viene utilizzato per incontri di gruppo, riunioni, feste, incontri, seminari e corsi aperti ad altre realtà del territorio. L'area adiacente le case non è accessibile alle auto,

che vengono lasciate all'esterno del borgo in una zona adibita a parcheggio.

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 ed inverno.

Ma ancor più importante è l'attenzione all'efficienza energetica ed 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 ed alimentati con pompe di calore. I risparmi energetici sono calcolati tra il 40% ed 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 na-



Eco quartiere Clichy-Batignolles a Parigi



turali, 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 ecoquartieri 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 ed 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 ad un efficiente sistema



Il quartiere Ginko a Bordeaux



Quartiere Hammarby Sjöstad a Stoccolma

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 ed 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.

Stoccolma Hammarby Sjöstad

Il quartiere di Hammarby Sjöstad, sulle rive del lago che bagna Stoccolma a sud est della capitale svedese, è stato realizzato sul sito di un ex complesso industriale.

Il progetto prevedeva la bonifica dei terreni, un'edilizia altamente sostenibile ed efficiente dal punto di vista energetico, l'impiego delle energie rinnovabili, una gestione intelligente dell'acqua e dei rifiuti, oltre ad un sistema di trasporti pubblici ecologici.

Anche in questo caso si tratta di un'area che inizialmente avrebbe dovuto ospitare il villaggio olimpico, vista la candidatura di Stoccolma alle Olimpiadi 2004. Nonostante la città non sia stata scelta, progettisti e architetti iniziarono a ragionare insieme per far diventare il progetto ad uso abitativo.

Tra gli obiettivi di Hammarby Sjöstad c'era quello di dimezzare il consumo di acqua, e quindi di limitarlo a 100 litri a persona ogni giorno (in media a Stoccolma se ne consumano 200 a persona); l'acqua di scarico più pulita è un altro obiettivo raggiunto attraverso l'abbassamento del 50% della quantità di metalli pe-

santi e di altre sostanze dannose per l'ambiente nelle acque reflue dell'area, il riutilizzo del 95% del fosforo nelle acque reflue nei campi agricoli, ed il controllo il livello di azoto e di fosforo nelle acque reflue purificate.

Oltre all'utilizzo di biomasse e biogas e dei pannelli solari posti sugli edifici del quartiere, è la centrale idroelettrica che contribuisce a garantire agli oltre 8.000 appartamenti del quartiere una copertura quasi totale del fabbisogno energetico.

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 quar-



tiere sono carrabili solo la spina centrale e le due strade che portano al parco. Tutti gli altri percorsi sono unicamente ciclo-pedonali, mentre la tramvia, 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 adattate per utenti su sedia a rotelle) attorno ad 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. Sono inoltre 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 ad un mix di finanziamenti pubblici e privati. La città aveva chiesto ad ogni soggetto collegato 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 ed i parcheggi sono pensati per garantire la permeabilità ed 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 sotter-



ranei 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 completamente 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 paesaggio 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 quan-

do 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 ad 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%.

Helsinki Quartiere Vikki

Un altro esempio viene dal quartiere Vikki di Helsinki, costruito tra il 1999 e il 2004 a 8 km dal centro della capitale finlandese ed in prossimità di una vasta zona agricola che forma una cintura verde vitale attorno ad una importante riserva naturale. Il progetto prevedeva la realizzazione di una nuova area residenziale nei pressi del parco scientifico e del Centro biologico dell'Università di Helsinki. Si tratta di un'area, di 6.400 mq in totale, ora abitata da circa 2.000 abitanti in alloggi misti tra condomini e case a schiera ma non mancano i servizi grazie a 2 ospedali, un centro medico, un centro giochi, una scuola ed un'area commerciale.

Helsinki ha preso in considerazione stringenti criteri di sostenibilità per la realizzazione



di questo quartiere che si possono riassumere in cinque problemi principali:

- La riduzione dell'inquinamento (CO₂, inquinamento delle acque, rifiuti nella fase di cantiere, rifiuti domestici)
- L'utilizzo delle risorse naturali
- Salute (clima interno degli alloggi, rischio muffe, rumore)
- Biodiversità (scelta delle piante e di diversi tipi di habitat)
- Alimentazione (piante e suolo)

I controlli ambientali, mirati al rispetto di questi punti cardine, sono stati effettuati costantemente durante la fase di costruzione direttamente da funzionari del comune di Helsinki, che ha assunto il ruolo di organo supervisore. Dal punto di vista energetico si è fatto ricorso al riscaldamento tramite geotermia ed un mix di energie rinnovabili, principalmente solare fotovoltaico con pannelli integrati nelle balaustre dei balconi (15% dei bisogni di riscaldamento per l'intero quartiere).

I pannelli solari termici coprono una superficie totale di 1.400 mq. All'interno degli edifici la ventilazione naturale è sostenuta dall'energia solare ed eolica, mentre le saune comuni sono alimentate a legna; in totale si è generata una riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ rispetto alle costruzioni convenzionali.

Espoo Quartiere Kera

Una nuova area, denominata "Kera", sarà costruita ad Espoo, seconda città finlandese, con alcuni principi di base fondati sulla mobilità sostenibile. La realizzazione del quartiere, infatti, vede come fulcro la linea ferroviaria esistente e la zona attorno alla stazione che sarà trasformata da area logistica a centro urbano pedonale e ciclistico per 14.000 residenti.

Oltre ai servizi commerciali, il centro includerà asili nido, scuole e servizi sportivi e ricreativi. Parte integrante del nuovo quartiere sarà

il campus Nokia e l'area di Kutoja, con l'obiettivo di trasformare questa zona in un esempio internazionale di economia circolare. Il traffico ferroviario esistente e la tecnologia 5G in fase di sviluppo nell'area consentiranno l'implementazione di moderne soluzioni e mobilità già nella fase di costruzione. Oltre alla nuova costruzione urbana, saranno promossi il riutilizzo e l'uso temporaneo di vecchi edifici nell'area.

Al momento, la maggior parte di Kera è rappresentata da un'area industriale con circa 9.300 persone che lavorano in oltre 240 aziende ma in futuro ci saranno ancora più posti di lavoro nell'area. La distanza dalla stazione centrale di Helsinki è di circa 20 minuti in treno ma l'obiettivo principale dello sviluppo di Kera è quello di creare un'identità distinta per l'area in base alle sue caratteristiche locali. Entro il 2035, a Kera saranno costruiti oltre 1.000.000 di m², con 700.000 m² di superficie abitabile.

L'obiettivo per tutte le attività presenti a Kera è quello di raggiungere la carbon neutrality entro il 2030 e di creare soluzioni significative di economia circolare.

Il progetto ha visto le ultime fasi di approvazione lo scorso settembre ed i lavori inizieranno nei primi mesi del 2022.

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 principalmente 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 Kronsberg

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 ed 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 ed 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 ed in Danimarca un quartiere di Copenhagen si sta attrezzando per contrastare l'innalzamento del livello del mare ed i nubifragi. Il quartiere di San Kjeld sarà risistemato ed adeguato per far fronte ad inondazioni, tempeste ed all'innalzamento del livello del mare. Una scelta quasi obbligata per Copenhagen 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 ed 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 ed 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 ed 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 entrambi 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 cli-

matici 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 ed 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 ed in particolare la riconversione di edifici vecchi, insalubri ed energivori. Le scelte edilizie possono (e devono) non solo contribuire ad 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 ad un aumento delle temperature di giorno ma anche all’immagazzinamento di energia, assorbita dai materiali e che, durante la notte, viene rilasciata contribuendo a 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.

importanti i vantaggi indiretti ed a medio-lungo termine, quali il miglioramento del microclima urbano e della biodiversità.

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%. Ed 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



Permeabilità dei suoli

Sono 329 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. 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. Da ultimo, nel 2020, anche il Comune di Abano Terme (PD) ha introdotto il R.I.E. nel proprio Regolamento Edilizio. 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 ad una superficie completamente sigillata e 10 ad una totalmente permeabile. I vantaggi diretti riguardano una maggiore ritenzione delle acque piovane, ma non sono meno

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:

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
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

È raccomandato poi l'uso di alberature singole o in gruppo, selezionate in funzione delle caratteristiche di resistenza al clima dell'area oggetto di intervento ed 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 ad 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	Elemento di riferimento
Ciottoli	4%
Pietra scura	8%
Erba	27%
Pietrisco chiaro	27%
Superfici chiare	30-45%

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/carrabilità con una molteplicità di condizioni di carico
- la riduzione di flusso nelle condotte fognarie evitando inoltre la possibilità di straripamenti.

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 519 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 ed immediati in termini di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici.

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'esten-

sione 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 835 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 idri-



Tetti verdi

co 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 acque meteoriche

Il tema del recupero delle acque piovane è presente in 787 Comuni, ma riguarda nella maggiorparte 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 ed integrative di cui al Decreto Legislativo 258 del 2000. In questi provvedimenti si fa riferimento alla separazione ed 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 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, 282 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 nei 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 ad essere una pratica diffusa proprio in quei Comuni più attenti alle tematiche citate in precedenza. Sono 133 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 risul-

tano essere di oltre 6.000 metri quadrati.

Un altro esempio è rappresentato dal Parco dell'acqua tra Gorla Maggiore e Fagnano Olona (vedi pag. 130). Si tratta di un'area praticamente, 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 ed 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 ed 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.

Isolamento termico e serramenti

Il corretto isolamento termico di un edificio è tra i punti cardine per affrontare il contenimento dei consumi energetici delle abitazioni ed è un parametro trattato da 1.286 Regolamenti Edilizi. Il Comune di Torino in particolare merita di essere segnalato, unitamente ai Comuni della Provincia, per l'obbligo di isolamento igrotermico dell'involucro con valori massimi di trasmit-

tanza per le strutture opache verticali di 0,25 W/m² k, per le strutture opache orizzontali di copertura 0,23 W/m² k, per le strutture opache orizzontali di pavimento 0,23 W/m² k e per le chiusure trasparenti (valore medio vetro/telaio) 1,7 W/m² k. Viene inoltre promosso un maggior spessore delle murature esterne mentre tra le norme previste per questo parametro spicca l'obbligo di migliorare le prestazioni di coibentazione di un edificio in caso di ritinteggiatura delle mura (qualora esista una camera d'aria all'interno delle mure perimetrali).

Sono 778 i Comuni che hanno introdotto specifiche indicazioni che riguardano le prestazioni dei serramenti, proprio per la delicatezza del ruolo che svolgono nel controllo dei consumi energetici, invernali ed estivi, oltre ad assicurare un migliore isolamento acustico per le abitazioni. Tra le esperienze più significative c'è quella di Bassano del Grappa (VI) dove si incentivano edifici con valori di trasmittanza per i serramenti almeno del 30% inferiori a quelli obbligatori. Per il Comune di Zevio (VR), già dal 2005, l'obbligo di garantire prestazioni elevate dei serramenti riguarda anche le ristrutturazioni e l'utilizzo di doppi vetri.

Materiali locali e riciclabili

Uno degli aspetti a cui guardano molti dei Regolamenti Edilizi è quello dell'origine dei materiali impiegati ed il loro ciclo di vita ambientale ed energetico per la loro produzione. I Comuni che affrontano questo parametro sono 603.

Nel Comune di Campi Bisenzio (FI) ad esempio viene richiesto di effettuare un inventario dei materiali e dei componenti da costruzione impiegati per la realizzazione di pareti esterne, copertura, solai finestre e strutture portanti; successivamente si calcola la percentuale dei materiali e componenti riciclabili rispetto alla totalità dei materiali impiegati nell'intervento. A tutto ciò si affianca una scheda dettagliata di analisi del ciclo di vita dei prodotti con: indicazioni sui possibili riutilizzi, quantità impiegate, specifica sui motivi per cui il materiale non è eventualmente riciclabile, le fasi che possono essere critiche per l'utilizzo o la lavorazione di detto materiale. L'aspetto ancor più interessante di questo Comune riguarda le verifiche post operam richieste con una documentazione fotografica della posa in opera e delle principali fasi costruttive relative alla prestazione in esame.

Tra i grandi Comuni va citato Bologna dove viene incentivato, tramite ampliamenti volumetrici, il recupero ed il contestuale riutilizzo dei materiali inerti derivati dalle opere di demolizione e ricostruzione. Vengono inoltre stabiliti gli incentivi fissando livelli prestazionali migliorativi: con un rapporto almeno del 15% tra il volume di inerti provenienti da impianti di recupero (o di riutilizzo in sito) ed il volume totale degli inerti, si ottiene un ampliamento pari al 10% del volume utile; con un rapporto che supera il 35% si può ottenere un ampliamento del 20% del volume totale.



NUOVE TECNOLOGIE

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. La app innovativa utilizza i dati di osservazione satelli-

tare 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 ed accuratezza la condizione delle risorse idriche ed eventualmente intervenire.

Analisi del rischio idrogeologico

Un altro strumento è rappresentato da SaferPlaces. 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 ed incrocia vari dati – climatici, idrologici, idraulici, topografici ed economici – per costruire modelli che aiuteranno il pianificatore ad individuare le zone a maggiore rischio idrogeologico e a quantificare la portata dei danni potenziali.

Il progetto è co-finanziato 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 ed adatte alla crescita in ambienti estremi e



Prati Armati® lungo l'Autostrada del Sole, Fabriano (TR)

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 ed 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.

Smart mapping

Grazie alla digitalizzazione ed alle sue applicazioni in campo, lo smart mapping, rappre-



senta oggi uno strumento, indispensabile per descrivere la realtà, valutare le misure di riduzione del rischio, guidare investimenti e manutenzioni oltre che facilitare il coordinamento degli interventi in situazioni di emergenza.

Una mappatura intelligente del territorio “a prova di clima” consente di valutare il rischio per diversi possibili recettori (persone, attività produttive, servizi e simili), stimarne la vulnerabilità rispetto a determinati eventi climatici pericolosi e metterli in relazione ad un contesto ambientale e socio-economico specifico.

In quest’ottica, la Fondazione Enel e Venice International University (VIU), in collaborazione con la Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, hanno condotto una ricerca basata sullo strumento della “*Valutazione socio-economica del rischio regionale*” (Socio-Economic Regional Risk Assessment - SERRA) prendendo a riferimento quattro settori d’interesse per la provincia di Belluno che sono il turismo estivo, le infrastrutture, l’industria dell’occhialeria bellunese ed i grandi eventi sportivi.

La ricerca si pone l’obiettivo di analizzare, qualitativamente e quantitativamente, i rischi per il territorio, nelle sue diverse componenti sociali ed economiche identificate nei diversi recettori che sono direttamente o indirettamente esposti ai rischi: residenza, produzione industriale, infrastrutture, logistica. Per far questo, si utilizza la mappatura di tutte le variabili in gioco (da quelle climatiche a quelle socio-economiche) nell’ambito di un sistema GIS (*Geographic Information System*) e se ne ricavano mappe di sintesi per le tre dimensioni che determinano l’insorgenza del rischio: i pericoli climatici, gli asset esposti a tali pericoli e la vulnerabilità dei sistemi socio-economici. Nello specifico del progetto, per sviluppare la valutazione socio economica del rischio climatico, sulle mappe ad alta risoluzione sono state riportate anche tutte le informazioni relative alle attività com-

merciali ed industriali di interesse grazie ad una importante collaborazione tra istituzioni pubbliche e private.

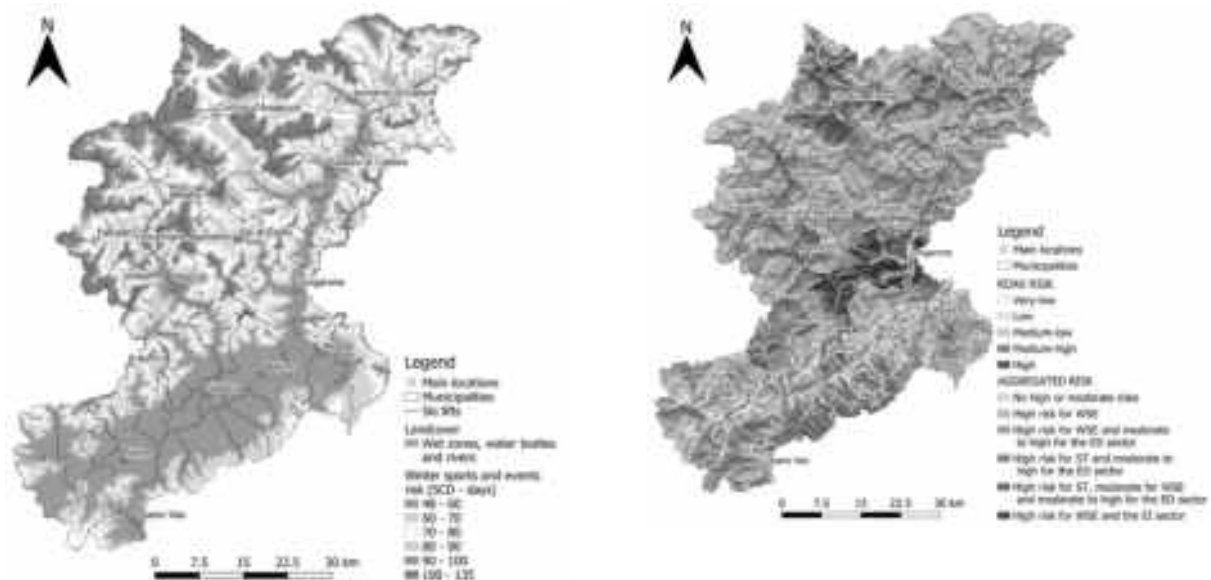
Negli ultimi mesi di lavoro è stato messo a punto uno strumento che consente di effettuare analisi di scenario individuando le migliori soluzioni idonee a aumentare la resilienza del territorio e le strategie di adattamento, rispetto alle evoluzioni attese non solo per le principali variabili climatiche ma anche per indicatori climatici che descrivono l’evoluzione attesa di pericoli specifici nel contesto locale analizzato. A livello temporale, lo studio analizza la pericolosità climatica nei periodi 2012-2041 e 2036-2065 centrati rispettivamente sugli anni 2026 e 2050, prendendo a riferimento per il clima il trentennio 1981-2010.

Lo strumento è stato presentato e sarà condiviso con le amministrazioni locali così come con il sistema produttivo della provincia, a supporto della gestione del territorio e degli investimenti in relazione ai cambiamenti climatici e ai possibili eventi estremi ad essi collegati.

I risultati riportano ad esempio una diminuzione del numero di giorni di pioggia che si registrano durante la stagione estiva, soprattutto nell’area sud-est, ed un aumento dei giorni di pioggia durante l’inverno. Queste informazioni possono chiaramente diventare molto importanti in fase di pianificazione della catena logistica del territorio.

Un esempio di prodotti delle analisi climatiche è riportato in figura e mostra le anomalie climatiche stimate dai modelli utilizzati (si tratta sia dei modelli disponibili nell’ambito del programma EURO-CORDEX, alla massima risoluzione di 12 km, sia del modello climatico regionale COSMO-CLM alla risoluzione di circa 8 km sviluppato dal CMCC), per la pioggia cumulata su base stagionale. In pratica le quattro mappe mostrano di quanti millimetri mediamente ci si aspetta possa variare l’intensità delle precipitazioni stagionali in uno dei due periodi futuri





considerati rispetto al periodo di riferimento (1981-2010), fissando un certo scenario IPCC (nel progetto sono stati analizzati 3 diversi scenari: RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5).

I risultati delle analisi climatiche sono stati impiegati, come sopra accennato, per stimare l'esposizione dei recettori considerati e da questo derivarne la stima del rischio, passando per la costruzione di mappe dell'esposizione (per localizzare asset e attività esposte al rischio) e della vulnerabilità. Ad esempio, la mappatura delle attività esposte a danni in caso di piogge particolarmente intense, anche se non disastrose, ha considerato le conseguenze di temporanei allagamenti dei piani terra e di quelli sotterranei, con danneggiamento dei materiali presenti e relativi costi di riparazione, pulitura, ecc.

A scopo esemplificativo si riporta un'imma-

gine che rappresenta una porzione del territorio bellunese con indicati i valori esposti a questi rischi, mappati in una mappa che ha 25 m di risoluzione.

Si osserva che nella determinazione del danno che effettivamente si può verificare a seguito di un evento meteo-climatico estremo, molti fattori socio-economici giocano un ruolo importante. Ad esempio, si osserva che la presenza di efficienti sistemi di previsione e allerta può limitare di molto i danni economici, perché le persone hanno la possibilità di mettere in salvo le proprie cose. Altrettanto succede che situazioni con elevato affollamento sono foriere di incrementi del rischio. Pertanto, è stato costruito un secondo modello cartografico – la mappa di vulnerabilità – che consente di mappare tale vulnerabilità socio-economica, combinando fra loro numerosi piani tematici e producendo una

ricostruzione che presenta valori oscillanti tra lo zero teorico (situazione per nulla vulnerabile) e uno (massima vulnerabilità).

La combinazione delle mappe fin qui descritte permette di individuare le aree maggiormente esposte ai rischi climatici anche grazie ad analisi per diversi tempi di ritorno e per diverse finestre climatiche (trentennio passato e trentenni centrati sul 2026 e sul 2050), permettendo così di stimare le variazioni del rischio in futuro. Nella figura a lato è riportato un esempio di mappa del rischio per il settore economico degli sport invernali ed in particolare per l'indicatore molto utilizzato a livello internazionale del numero di giorni di presenza di almeno 30 cm di neve a terra, nella finestra temporale centrata al 2050.

Un sistema di smart mapping così costruito

permette di incorporare l'analisi dell'incertezza derivante dalla variabilità delle stime dei diversi modelli e scenari climatici, fornendo un quadro sinottico dell'intera provincia e abilitando analisi puntuali geografiche e/o settoriali.

Ulteriori elaborazioni sono state condotte per integrare le analisi in un'ottica multirischio, producendo una mappa di sintesi che identifica le aree caratterizzate da simili combinazioni e livelli di rischio, per le quali si prevede la necessità di adottare simili strumenti di pianificazione e gestione. Nella figura a lato questa mappa di sintesi è stata riprodotta indicando anche il livello di rischio climatico identificato per le infrastrutture viarie, che rappresentano ovviamente un elemento cruciale sia in termini di esposizione, ma anche di vulnerabilità e infine di gestione delle emergenze.



OPPORTUNITÀ: DATA CENTER CENTRO METEO EUROPEO

ItaliaMeteo&Supercomputer per migliorare la resilienza delle città italiane

Il 5 ottobre 2020 il Consiglio dei Ministri, ha approvato il regolamento per l'organizzazione dell'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata "ItaliaMeteo" e le misure volte ad agevolare il coordinamento della gestione in materia di meteorologia e climatologia.

Si tratta del penultimo passo di un percorso fondamentale avviato nel 2017 che porterà l'Italia a dotarsi di una struttura nazionale – in linea con le migliori pratiche europee - elemento chiave per affrontare la sfida dei cambiamenti climatici mettendo a disposizione nel Paese tutte le informazioni necessarie alla definizione delle strategie di adattamento e mitigazione. Una struttura in grado di valorizzare ed ottimizzare il sistema federato di enti di natura pubblica e privata, nazionale e locale, civile e militare che oggi compongono i servizi meteo climatici del nostro Paese. Servizi che, seppur di eccellenza, nella loro specificità non sfruttano tutte le sinergie possibili e potranno grazie all'Agenzia rispondere sempre meglio alle crescenti esigenze della società nelle sue diverse declinazioni garantendone la resilienza a tutti i livelli grazie a piani strutturati di adattamento, mitigazione ed emergenziali. **È essenziale che il 2021 segni la fine del percorso con l'avvio operativo dell'Agenzia**, che nascerebbe in concomitanza con l'entrata in funzione in Italia, a Bologna, del Data Center del Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio raggio ECMWF arricchito dai servizi Climate Change e Atmosphere del programma Copernicus. Due istituzioni indispensabili per il Sistema Paese - nel quadro della nuova normalità meteo climatica che ci troviamo ad affrontare – che aiuteranno le città, le istituzioni, le imprese, i singoli cittadini a conoscere con sempre maggior precisione tempi, luoghi e probabilità dei fenomeni atmosferici.

CREDIT FOTOGRAFICI

Capitolo 1

www.sassarioggi.it (foto Bitti)
www.sicilianews24.it (foto Palermo)
open.online (foto provincia Savona)
news.sky.com (foto medicane Catania)
targatocn.it (foto Limone Piemonte)
tempoitalia.it (foto esondazione Milano)
Comune di Rossiglione (foto frana A26 Genova)
qdmnotizie.it (foto tromba d'aria Falconara Marittima)
nove.firenze.it (foto grandinata Toscana)
fanpage.it (foto allagamento metro Roma)
catanzaro.gazzettadelsud.it (foto esondazione torrente Turrina - Lamezia Terme)
meteoweb.eu (foto Reggio Calabria)
cataniatoday.it (foto Catania pescheria)
cagliaripad.it (foto alluvione Capoterra)

Capitolo 3

torinotoday.it (Torino, Parco Stura sud)
TAMassociati (Cohousing a Villorba (TV))
Sergio Grazia (Eco quartiere Clichy-Batignolles a Parigi)
Dredging Today (Hedwige Prosper Polder project)
Comune di Firenze (Parco del Mensola a Firenze)
Maria Ignatieva (Quartiere Hammarby Sjöstad a Stoccolma)
invisiblebordeaux.blogspot.com (Quartiere sostenibile Ginko a Bordeaux)
PCA-Stream (Rigenerazione degli Champs-Elysees a Parigi)
SASAKI (Shanghai, nuovo parco sul sito dell'ex aeroporto Longhua)
torinotoday.it (Torino Parco Stura sud)
Climate-ADAPT (Vitoria-Gasteiz, Infrastrutture urbane verdi)



LEGAMBIENTE



legambiente.it

cittàclima.it